西气东输三线闽粤支干线工程
环境影响报告书

建设单位：中国石油天然气股份有限公司
西气东输管道分公司
评价单位：北京中油建设项目劳动安全卫生
预评价有限公司
2018 年 4 月

0009

建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：北京中油建设项目劳动安全卫生预评价有限公司

住　　所：北京市昌平区沙河镇黄河北街 1 号院 1 号楼 7 层

法定代表人：毋勇

资质等级：甲级

证书编号：国环评证 甲 字第 1025 号

有 效 期：2017 年 05 月 11 日至 2020 年 10 月 25 日

评价范围：环境影响报告书甲级类别 — 采掘；交通运输***

环境影响报告表类别 — 一般项目***

中华人民共和国环境保护部

2017 年 05 月 11 日

北京中油建设项目劳动安全卫生预评价有限公司

项目名称：西气东输三线闽粤支干线工程

文件类型：环境影响报告书

适用的评价范围：交通运输业

法定代表人：毋勇（签章）

主持编制机构：北京中油建设项目劳动安全卫生预评价有限公司

西气东输三线闽粤支干线工程

环境影响报告书编制人员名单表

编制主持人		姓　名	职业资格证书编号	登记证编号	专业类别	本人签名
		李昌林	0004276	A10250070900	交通运输	
主要编制人员情况	序号	姓　名	职业资格证书编号	登记证编号	编制内容	本人签名
	1	李昌林	0004276	A10250070900	总则、建设项目概况、工程分析、生态环境影响评价、评价结论及建议	
	2	张　庆	0004277	A10250040800	声环境影响评价、路由评价	
	3	王彦昌	0011022	A10250230900	环境空气影响评价	
	4	高启晨	0006939	A10250130900	环境保护措施及经济、技术论证	
	5	郭志红	0004285	A10250030900	地下水环境影响评价、环境风险评价	
	6	赵虎仁	0006928	A10250140800	地表水环境影响评价、固体废物环境影响分析	
	7	顾益民	0007035	A10250150900	环境经济损益分析	
	8	夏春英	0006972	A10250120400	沿线地区环境概况、环境管理与环境监测计划	

1 总则

1.1 评价任务的由来

随着中亚-中国天然气管道项目的实施，我国与中亚各国特别是土库曼斯坦、乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦三国的能源合作日趋紧密。中国石油与中亚三国签订了一系列合同和协议，在确保向中亚管道一期工程供气 $300\times10^8m^3/a$ 的基础上，中亚三国还可向我国增供天然气 $(250-300)\times10^8m^3/a$，中亚引进天然气总量将有较大幅度增加，加之新疆不少煤制气项目也将建成投产，届时利用西二线难以满足引进天然气和煤制气的输送要求。同时，近年来，我国经济持续高速发展，对能源特别是天然气等优质能源需求迅速增长，中西部地区、中南地区、东南地区和长三角地区天然气需求缺口较大，需要陆上进口管道气加以补充供应。

为此，中国石油天然气集团公司开展了西气东输三线工程建设工作。按照《中华人民共和国环境影响评价法》和国务院令第 253 号《建设项目环境保护管理条例》的要求，建设单位委托开展了工程环境影响评价工作。

《西气东输三线天然气管道西段(霍尔果斯－中卫)工程环境影响报告书》于 2012 年 7 月获得环境保护部批复,2012 年 10 月开工建设，2013 年 8 月投产。

《西气东输三线天然气管道东段干线(吉安－福州)工程环境影响报告书》于 2012 年 7 月获得环境保护部批复,2012 年 10 月开工建设，在初步设计工作开展过程中,工程方案局部发生变更，建设单位委托编制了《西气东输三线天然气管道东段干线(吉安－福州)工程变更环境影响报告书》并于2015年11月获得环境保护部批复。目前已建设完成，正开展竣工环境保护验收工作。

《西气东输三线天然气管道中段(中卫-吉安)工程环境影响报告书》于 2014 年 1 月获得环境保护部批复,目前尚未开工建设。

根据外部环境和条件的发展，为扩大供应西三线用气市场，填补广东粤东地区的天然气管道空白，中国石油提出配套西三线总体工程项目的建设，开展西三线闽粤支干线可行性研究工作，该项目起自广州(增城)分输

清管站(广东省广州市),止于西三线东段干线漳州分输清管站(福建省漳州市)。广东省的粤东地区，北承福建沿海发达经济带，南接我国经济发达的珠三角地区，是我国沿海经济带的重要组成部分，是广东省正在重点发展的地区之一，在全国区域经济发展布局中处于重要地位。随着广东省《粤东地区经济社会发展规划纲要(2011-2015 年)》等重点规划纲要的逐步实施，到“十二五”末，粤东地区已成为广东省重要的经济增长极、对外开放的重要门户、全省海洋经济发展示范区和宜居的特色城市群。伴随着该地区经济总量的大幅增长，由此带来的能源压力和环境重负日益加大，其对能源结构调整、优化和能源供应安全的客观要求也将更为迫切。西三线闽粤支干线是推动粤东地区建设发展步伐、促进其重点规划实施的一条重要供气管道，并将对优化广东省能源结构、保护环境、改善人民生活起到积极作用。

目前，西气东输三线闽粤支干线工程于 2017 年 1 月 17 日获得国家发改委核准。工程各项前期工作正在积极开展之中。按照《中华人民共和国环境影响评价法》和国务院令第 253 号《建设项目环境保护管理条例》的要求，需同时进行工程的环境影响评价工作。为此，中国石油天然气股份有限公司西气东输管道分公司委托我单位承担了该项目的环境影响评价工作。

1.2 项目意义及评价目的

1.2.1 建设项目意义

建设西气东输三线闽粤支干线管道工程，将中亚天然气、新疆煤制气以及远期的中俄西线进口天然气等清洁能源引入闽西南及粤东地区，对于构建和完善我国天然气区域管网，改善福建、广东两省能源结构，促进管道沿线经济和社会低碳绿色发展，造福沿线地区人民群众，具有重要的现实和战略意义：

1) 促进漳州、潮州、揭阳、汕头等城市经济发展，优化当地能源结构，实现节能减排；

2) 符合福建省和广东省天然气规划最终目标，构建并进一步完善两省供气管网；

3) 完善西三线下游配套市场，提高企业经济及社会效益，进一步消

化西三线资源、增加西三线干线输量和快速实现运营效益；

4） 闽粤支干线可大力推动国内油气管道主要设备的自主化和国产化

综上，该项目的实施具有重要的战略意义和现实意义。

1.2.2 本次评价目的

本次环境影响评价的目的，是在对管道沿线环境现状进行详细调查的基础上，通过对工程不同时期的环境影响进行预测与评价，从保护环境的角度评价工程建设的可行性；评价工程建设的实际影响，并根据管道与沿线不同的环境保护目标的关系，提出有针对性的保护措施、缓解措施；根据线路工程在施工期对环境影响的主要特点，提出施工期环境管理、环境监理和监督监测计划；根据环境风险评价结果，提出施工期和运行期的环境风险防范措施；使工程建设对环境产生的不利影响降到最低程度；为工程的设计、建设及运行期的环境管理提供科学依据，做到经济建设与环境保护协调发展。

1.3 编制依据

1.3.1 国家有关法律、法规及文件

1）《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日)；

2）《中华人民共和国环境影响评价法》(2016 年 9 月 1 日)；

3）《建设项目环境保护管理条例》(1998 年 11 月 29 日)；

4）《中华人民共和国石油天然气管道保护法》(2010 年 10 月 1 日)；

5）《中华人民共和国大气污染防治法》(2015 年 8 月 29 日修订，2016 年 1 月 1 日起期施行)；

6）《中华人民共和国水污染防治法》(2008 年 6 月 1 日)；

7）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(1997 年 3 月 1 日)；

8）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2016 年 11 月 7 日修订)；

9）《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012 年 7 月 1 日)；

10）《中华人民共和国森林法》(2009 年 8 月 27 日修改)；

11）《中华人民共和国野生动物保护法》(2009 年 8 月 27 日修改)；

12）《中华人民共和国草原法》(2013 年 6 月 29 日修定)；

13）《中华人民共和国土地管理法》(1999 年 1 月 1 日施行，2004 年 8

月 28 日修订)；

14) 《中华人民共和国水土保持法》(2011 年 3 月 1 日)；

15) 《中华人民共和国文物保护法》(2015 年 4 月 24 日第四次修正)；

16) 《基本农田保护条例》(2011 年 1 月 8 日修订)；

17) 《中华人民共和国自然保护区条例》(1994 年 12 月 1 日，2011 年 1 月 8 日修订)；

18) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(1997 年 1 月 1 日执行)；

19) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》(1993 年 8 月 1 日，2011 年 1 月 8 日修正版)；

20) 《中华人民共和国文物保护法实施条例》(2003 年 7 月 1 日，2013 年 12 月 7 日修订)；

21) 《中华人民共和国森林法实施条例》(2016 年 2 月 6 日修订)；

22) 《中华人民共和国防洪法》(2016 年 9 月 1 日第三次修订实施)；

23) 《中华人民共和国河道管理条例》(1988 年 6 月 10 日发布，2011 年 1 月 8 日修订，2017 年 3 月 1 日修改)；

24)《饮用水水源保护区污染防治管理规定》(2010 年 12 月 22 日修订)；

25) 《国家危险废物名录》(2016 年 8 月 1 日)；

26) 《风景名胜区条例》(国务院 474 号令，2006 年 12 月 1 日)；

27) 《国家湿地公园管理办法(试行)》(国家林业局，2010 年)；

28) 《湿地保护管理规定》(国家林业局第 32 号令,2013 年 5 月 1 日起施行)；

29) 《森林公园管理办法》(1994 年 1 月 22 日)；

30) 《国家级森林公园管理办法》(2011 年 5 月 20 日)；

31) 《水产种质资源保护区管理暂行办法》(2011 年 3 月 1 日)；

32) 《地质遗迹保护管理规定》(地质矿产部第 21 号，1995 年 5 月 4 日)；

33) 《国家重点保护野生动物名录》(1988 年 12 月 10 日)；

34) 《国家重点保护野生植物名录(第一批)》(1999 年 9 月 9 日)；

35) 《关于涉及自然保护区的开发建设项目环境管理工作有关问题的通知》(环发[1999]177 号)；

36）《全国生态环境保护纲要》(国务院 2000 年 11 月 26 日)；

37）《关于加强自然保护区管理有关问题的通知》国家环境保护总局环办(2004)101 号文；

38）《关于加强自然保护区调整管理工作的通知》国家环境保护部环发[2008]30 号文；

39）《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》环境保护部环发[2015]57 号文；

40）《关于下放和取消自然保护区有关事前审查事项做好监督管理工作的通知》环办[2015]66 号文；

41）《国务院关于印发国家级自然保护区调整管理规定的通知》国函[2013]129 号；

42）《关于做好自然保护区管理有关工作的通知》(国办发〔2010〕63 号)；

43）《关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》(环境保护部、农业部联合发布，2013 年 8 月 5 日)；

44）《关于进一步做好农村饮水安全工程建设工作的通知》(发改农经[2005]920 号)；

45）《全国生态功能区划》(环境保护部、中国科学院，2015 年 11 月 13 日)；

46）《突发环境事件信息报告办法》(环境保护部，2011 年 5 月 1 日)；

47）《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发[2012]77 号)；

48）《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环发[2012]98 号)；

49）《中国水生生物资源养护行动纲要》(国发[2006]9 号，2006 年 2 月 14 日实施)。

1.3.2 地方有关法律、法规及文件

1）《福建省环境保护条例》(2002 年)；

2）《福建省实施<中华人民共和国水土保持法>办法》(1995 年)；

3）《福建省基本农田保护条例》(2001 年修订)；

4）《福建省农业生态环境保护条例》(2002 年)；

5）《福建省生态公益林管理办法》(1993 年)；

6）《福建省森林和野生动物类型自然保护区管理条例》(1995 年)；

7）《福建省自然保护区管理办法》(2000 年)；

8）《福建省文物保护管理条例》(2009 年)；

9）《福建省人民政府批转省林业厅关于进一步加强珍贵树木保护的实施意见的通知》(2001 年)；

10）《福建省石油天然气管道设施保护暂行办法》(2008 年)。

11）《福建生态省建设总体规划纲要》(福建省人民政府，2004 年)；

12)《福建省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》(2016 年)；

13）《海峡西岸经济区天然气管网建设规划》(2009 年)；

14)《福建省生态功能区划》(闽政文〔2010〕26 号，福建省人民政府)；

15）《福建省水(环境)功能区划》(福建省人民政府，2004 年)；

16）《福建省环保厅关于对重大建设项目社会稳定风险评估报告进行环保审核的通知》(闽环保监[2010]144 号，福建省环保厅)；

17)《福建省森林公园管理办法》；

18)《福建省风景名胜区管理规定》；

19)《福建省流域水环境保护条例》；

20）《广东省环境保护条例》(2015 年)；

21）《广东省建设项目环境保护管理条例》(2012 年)；

22）《广东省饮用水源水质保护条例》(2010 年)；

23）《关于进一步加强建设项目环境管理的意见》(粤环 [2005]11 号)；

24）《广东省固体废物污染环境防治条例(2012)》(2012 年)；

25）《广东省政府关于加强水污染防治工作的通知》(粤府函[1997]74 号)；

26）《广东省建设项目环保管理公众参与实施意见条例》(粤环[2007]99 号)；

27）《广东省风景名胜区条例》1998 年)；

28）《广东省野生动物保护管理条例条例》(2001 年)；

29) 《广州地区古树名木保护条例条例》(1985 年)；

30) 《广东省林地保护管理条例》(1985 年)；

31) 《广东省森林保护管理条例》(1985 年)；

32) 《广东省环境保护规划纲要条例》(2006-2020)；

33) 《广东省固体废物污染防治规划条例》(2001-2010)；

34) 《广东省生态环境建设规划》(2001 年)；

35) 《广东省地表水环境功能区划》(粤环 [2011]14 号)；

36) 《广东省环境保护厅关于规范生态严格控制区管理工作的通知》(粤环函 [2014]796 号)。

1.3.3 国家及地方有关技术规定

1) 《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；

2) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)

3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2008)；

4) 《环境影响评价技术导则 地面水环境》(HJ/T 2.3-93)；

5) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)；

6) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)；

7) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T 169－2004)；

8) 《环境影响评价公众参与暂行办法》(环发 2006[28 号])。

1.3.4 评价直接依据

1) 关于本环评工作的委托书；

2) 《西气东输三线闽粤支干线工程可行性研究总报告 V4》(中国石油规划总院(北京中陆咨询有限公司)、中国石油工程设计有限公司西南分公司、中国石油天然气管道工程有限公司，2015 年 12 月)；

3) 《西气东输三线(闽粤支干线)天然气管道工程(广东段)地质灾害危险性评估报告》(北京中地华安地质勘查有限公司，2013 年 7 月)；

4) 《西气东输三线闽粤支干线工程水土保持方案报告书 (送审稿)》(长江水利委员会长江流域水土保持监测中心站，2015 年 6 月)；

5) 西气东输三线闽粤支干线工程相关设计文件；

6) 《西气东输三线闽粤支干线工程穿越严格控制区可行性研究报告》(北京国环建邦环保科技有限公司)。

1.4 评价标准

本工程线路经过了广东、福建两省，根据各省的规划和不同的环境功能要求，本评价采用标准如下。

1.4.1 环境质量标准

1） 环境空气评价执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中的二级标准，其中非甲烷总烃参考《大气污染物综合排放标准详解》，详见表1.4-1。

表1.4-1 环境空气评价执行标准(mg/m³)

污染物	取值时间	浓度限值	备注
SO_2	日平均	0.15	(GB 3095-2012)中的二级标准
	1小时平均	0.50	
NO_2	日平均	0.08	
	1小时平均	0.20	
PM_{10}	日平均	0.15	
非甲烷总烃	1小时平均	2	参考《大气污染物综合排放标准详解》

2） 根据沿线地表水环境现状及相关水环境功能区划，地表水环境执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中Ⅱ类、Ⅲ类标准，详见表1.4-2。

表1.4-2 地表水环境评价执行标准(mg/L，pH除外)

污染物	pH	溶解氧	COD_{Mn}	BOD_5	氨氮	石油类	总磷
Ⅱ类	6-9	≥6	≤4	≤3	≤0.5	≤0.05	≤0.1
Ⅲ类	6-9	≥5	≤6	≤4	≤1.0	≤0.05	≤0.2

3） 地下水评价执行《地下水质量标准》(GB/T 14848-93)中的Ⅲ类标准，详见表1.4-3。

表1.4-3 地下水评价执行标准限值(mg/L，pH除外)

序号	项目	标准限值	备注
1	pH值	6.5～8.5	(GB/T 14848-93)中的Ⅲ类标准限值
2	挥发酚	≤0.002	
3	高锰酸盐指数	≤3.0	
4	硝酸盐氮	≤20	
5	亚硝酸盐氮	≤0.02	
6	氨氮	≤0.2	
7	总硬度	≤450	
8	溶解性总固体	≤1000	

4） 噪声评价执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的相应标准，其中站场区域执行 2 类标准，站场周边及管道沿线村庄敏感点执行 1 类标准，详见表 1.4-4。

表 1.4-4 噪声评价执行标准限值[dB(A)]

类别	昼间	夜间	备注
1 类	55	45	(GB 3096-2008)中的标准
2 类	60	50	

1.4.2 污染物排放标准

1） 站场废气排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)中的二级标准，详见表 1.4-5。

表 1.4-5 站场废气排放执行标准

污染物名称	排气筒高度(m)	最高允许排放速率(kg/h)	浓度(mg/m^3)	备注
SO_2	15 20	2.6 4.3	550	GB16297-1996 二级标准
NO_x	15 20	0.77 1.3	240	
非甲烷 总烃	--		4.0	GB 16297-1996 周界外浓度最高点

2） 广东段站场废水排放执行《广东省地方标准水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准，详见表 1.4-6。福建段站场废水排放执行《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)(1999 年局部修订)中的一级标准，详见表 1.4-7，用于站场绿化及道路浇洒的废水同时应满足《城市污水再生利用绿地灌溉水质》(GB/T25499-2010)标准要求，详见表 1.4-8。

表 1.4-6 广东段站场污水排放执行标准(mg/L, pH 除外)

污染物名称	一级标准限值	备注
pH 值	6-9	《广东省地方标准水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段
SS	60	
BOD_5	20	
COD	90	
石油类	5	
动植物油	10	
氨氮	10	
磷酸盐(以 P 计)	0.5	
挥发酚	0.3	

表 1.4-7　福建段站场污水排放执行标准(mg/L，pH 除外)

污染物名称	一级标准限值	备注
pH 值	6-9	《污水综合排放标准》GB8978-1996(1999 年局部修订)
SS	70	
BOD_5	20	
COD	100	
石油类	5	
动植物油	10	
氨氮	15	
磷酸盐(以 P 计)	0.5	
挥发酚	0.5	

表 1.4-8　城市污水再生利用 绿地灌溉水质(mg/L，pH 除外)

污染物名称	标准限值	备注
pH 值	6.0-9.0	《城市污水再生利用绿地灌溉水质》(GB/T25499-2010)
TDS	1000	
BOD_5	20	
氯化物	250	
氨氮	20	
粪大肠菌群(个/L)	200	
氟化物	2.0	
氰化物		

3)　厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)中的 2 类标准，详见表 1.4-8。

表 1.4-8　厂界噪声执行标准[dB(A)]

类　别	昼间	夜间
2	60	50

4)　施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)，标准值见表 1.4-9。

表 1.4-9　建筑施工场界环境噪声排放标准[dB(A)]

昼间	夜间
70	55

1.5 控制污染与保护环境的目标

1.5.1 控制污染与保护环境应达到的目标

1) 控制管道沿线站场的各种污染物排放量，做到达标排放，使管道建成后各站场周围的环境质量不低于现有的功能。

2) 控制和减轻管沟开挖及临时施工便道建设对地表植被和土壤的破坏而造成的水土流失。

3) 控制和减轻管沟开挖及临时施工便道建设对管道沿线林业、农业生态系统的影响，尽量减少对基本农田的占用，落实好分层开挖、分层堆放、分层回填和农田的恢复措施。

4) 控制沿线穿跨越河流对地表水体的影响，特别注意控制III类及III类以上水体河流周围的施工活动，防止由于施工等活动，影响地表水体和地下水体功能。

5) 控制和减轻隧道及渣场建设对周围植被的影响，落实弃渣场的植被恢复工作；防止由于隧道建设对周边饮用水源造成影响。

1.5.2 沿线主要环境敏感目标

1.5.2.1 环境保护目标以及生态敏感区

根据调查，本工程不穿越自然保护区、世界文化和自然遗产地等特殊生态敏感区以及湿地公园、种质资源保护区、风景名胜区、森林公园以及野生动植物天然集中区和重要的水生生物三场等重要生态敏感区。

管道沿线近距离生态环境保护目标主要为距离本项目相对较近的两个自然保护区，分别为山门山苏铁蕨自然保护区和鸡公嶂自然保护区。

本工程管道沿线近距离的生态保护目标详见表 1.5-1，图 1.5-1。

1.5.2.2 水环境保护目标

本工程未穿越地表水源保护区，主要水环境保护目标为沿线穿越的重要水体，即III类以上河流水体。本工程管道沿线穿越的重要地表水体见表 1.5-2，近距离水源保护区见表 1.5-1。

本工程未穿越地下水源保护区，管道沿线村庄绝大多数饮用自来水，部分饮用地表水，沿线地下水井多为当地居民用于农灌的水井，山区地段有部分居民利用集水池和渗水井收集山泉水或地表水供饮用，本工程地下水环境保护目标主要为隧道周边评价范围内出露的山泉水，详见表 1.5-3。

表 1.5-1　管道沿线环境保护目标情况

类别	序号	名称	所在地	级别	与本工程关系
自然保护区	1	潮州韩江鼋、花鳗鲡自然保护区	广东省潮州市	市级	改线避绕，位于管线南约 2000m
	2	潮安凤凰溪自然保护区	广东省潮州市	县级	未穿越，位于管线东南侧 1400m
	3	潮安凤凰山自然保护区	广东省潮州市	省级	未穿越，位于管线东北侧 1300m
	4	山门山苏铁蕨自然保护区	广东省潮州市	市级	未穿越，位于管线东侧 220m
	5	丰顺县大坝自然保护区	广东省梅州市	县级	未穿越，位于管线南侧 820m
	6	大埔县龙坪咀自然保护区	广东省梅州市	县级	未穿越，位于管线北侧 1km
	7	揭东桑浦山-双坑自然保护区	广东省揭阳市	省级	未穿越，位于管线南侧约 3.1km
	8	揭东新西河自然保护区	广东省揭阳市	县级	未穿越，位于管线南侧 3.3km
	9	紫金县留墩嶂自然保护区	广东省河源市	县级	未穿越，位于管线北侧约 240m
	10	状元峰自然保护区	广东省河源市	县级	未穿越，位于管线北侧 1.7km
	11	鸡公嶂自然保护区	广东省河源市	县级	未穿越，位于管线南侧 170m
	12	龙门黄草坪自然保护区	广东省惠州市	县级	未穿越，位于管线北侧 503m
森林公园	13	释迦岽森林公园	广东省梅州市	县级	未穿越，位于管线南侧 2.3km
	14	西岩山森林公园	广东省潮州市	县级	改线避绕，位于管线南侧 800m
	15	天宝山森林公园	福建省漳州市	省级	未穿越，位于西三线东段漳州分输清管站北侧 50m

续表 1.5-1　管道沿线环境保护目标情况

类别	序号	名称	所在地	与本工程关系
水源保护区	16	增城区荔城水厂水源保护区	广东省广州市	未穿越，位于管线西侧 150m
	17	麻榨镇鳌溪河饮用水水源保护区	广东省惠州市	改线避绕，位于管线北侧 150m
	18	梅树下水库饮用水源保护区	广东省河源市	未穿越，位于管线北侧 791m
	19	古竹新坑水库输水渠水源保护区	广东省河源市	未穿越，位于管线北侧 920m
	20	梅林中学门口饮用水源保护区	广东省梅州市	未穿越，位于管线北侧 405m
	21	埔南村老湖水库饮用水源保护区	广东省梅州市	未穿越，位于管线南侧 1572m
	22	揭东县北河上游至锡中河段饮用水源保护区	广东省揭阳市	未穿越，位于管线南侧 200m
	23	揭西县五经富饮用水源保护区	广东省揭阳市	改线避绕，位于管线北约 150m
	24	揭阳市新西河水库水源保护区	广东省揭阳市	未穿越，位于管线南侧 3.2km
	25	潮州市饮用水源保护区	广东省潮州市	未穿越，位于管线南约 3.6km
	26	西坑水库饮用水源保护区	广东省潮州市	未穿越，位于管线南侧 1.2km
	27	食饭溪饮用水源保护区	广东省潮州市	未穿越，位于管线东侧 1.3km
	28	饶平县饮用水源保护区	广东省潮州市	未穿越，位于管线东侧 5.6km
	29	靖城镇自来水厂水源保护区	福建省漳州市	未穿越，位于管线西北约 100m
	30	天宝镇饮用水源保护区	福建省漳州市	未穿越，位于管线东南约 500m

续表 1.5-1　管道沿线环境保护目标情况

类别	序号	名称	所在地	与本工程关系
生态严控区	31	广州市生态严控区	广州市增城区、惠州市龙门县	穿越生态严控区 6.252km
	32	河源市生态严控区	河源市紫金县	穿越生态严控区 2.186km
	33	梅州市生态严控区	梅州市丰顺县	穿越生态严控区 5.192km
	34	潮州市生态严控区	潮州市潮安区	穿越生态严控区 8.482km
	35	梅州市生态严控区	梅州市大埔县	穿越生态严控区 1.40km
其他	36	基本农田		管道沿线基本农田
	37	重点保护野生动植物		管道沿线重点保护野生动植物

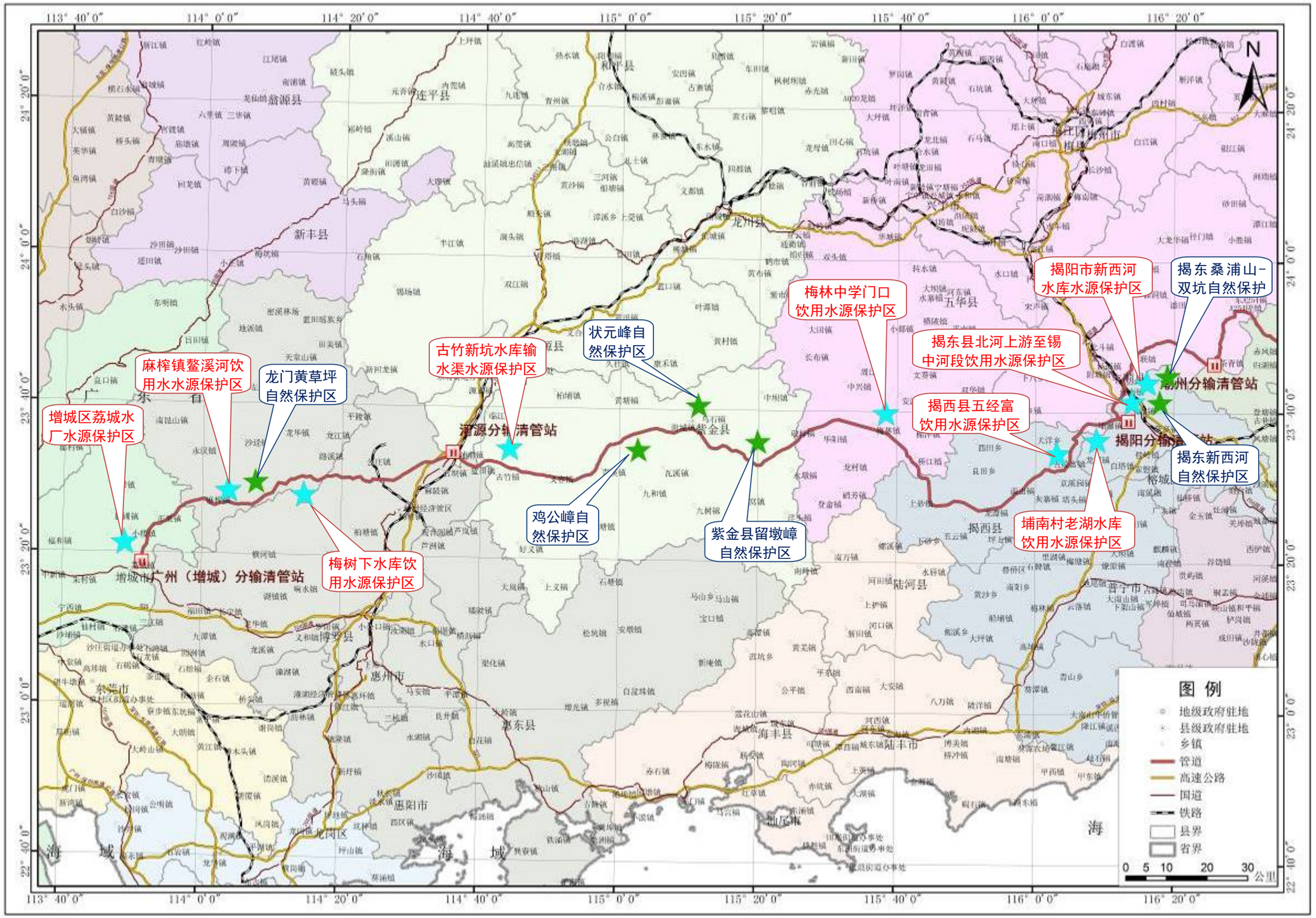


图 1.5-1　管道沿线环境敏感目标分布示意图(1)

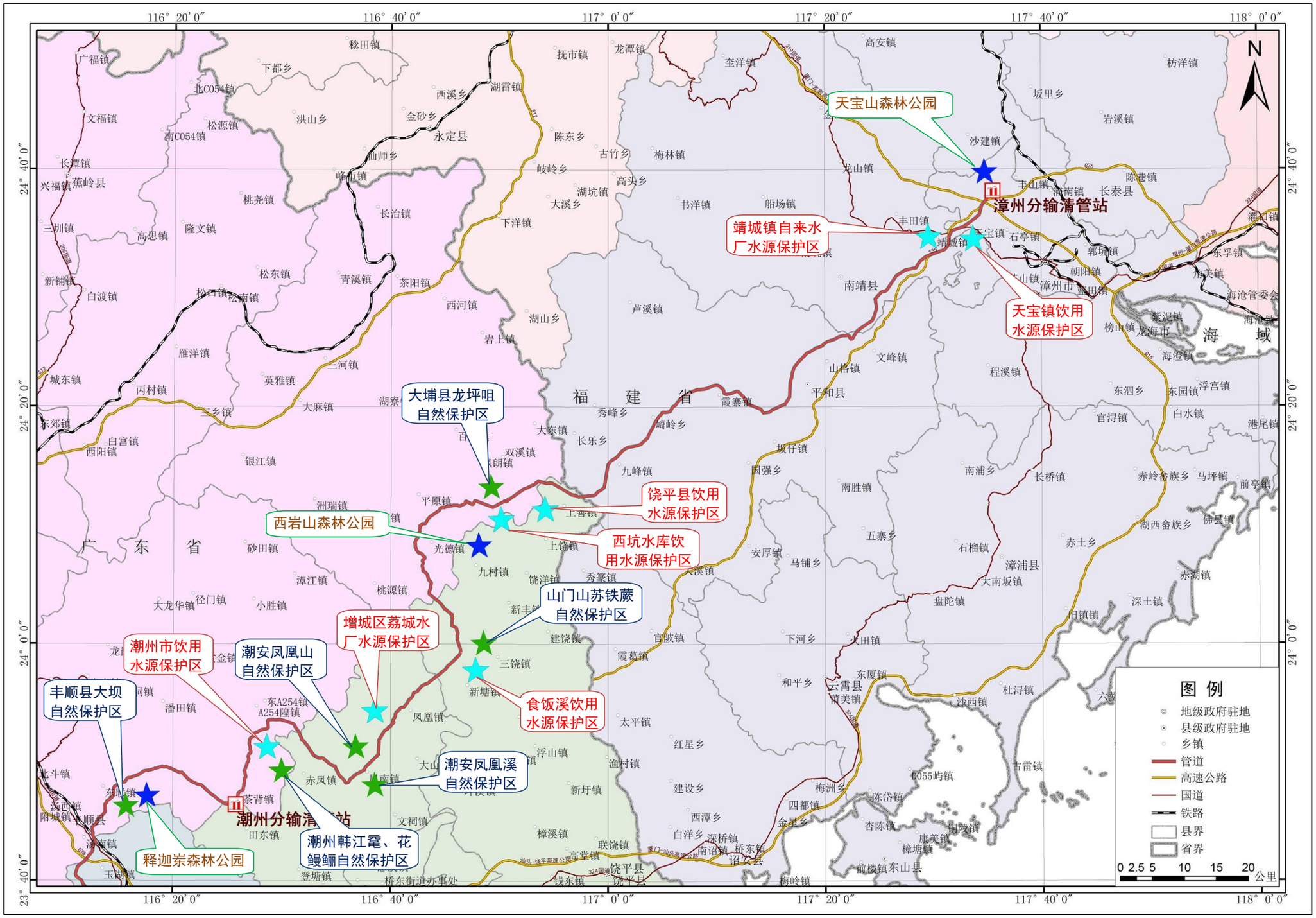


图 1.5-1　管道沿线环境敏感目标分布意图(2)

表 1.5-2　管道沿线重要地表水体

序号	河流名称	备注	所在行政区划	穿越长度(m)	穿越方式	水体主导功能	穿越处水质目标
1	公庄河	中型	广东省惠州市博罗县	600	定向钻	农	Ⅲ
2	东江	大型	广东省惠州市博罗县/河源市江东新区	1400	定向钻	饮工农航	Ⅱ
3	秋香江	中型	广东省河源市紫金县	700	定向钻	饮农	Ⅱ
4	秋香江支流	中型	广东省河源市紫金县	550	定向钻	饮农	Ⅱ
5	琴江	中型	广东省梅州市五华县	550	定向钻	农饮	Ⅱ
6	横江河	中型	广东省揭阳市揭西县	600	定向钻	综	Ⅱ
7	五经富河	中型	广东省揭阳市揭西县	700	定向钻	综	Ⅱ
8	北河	中型	广东省梅州市丰顺县	700	定向钻	综	Ⅱ
9	韩江	大型	广东省梅州市丰顺县	1200	盾构隧道	农航	Ⅱ
10	食饭溪	小型	广东省潮州市饶平县	80	大开挖	农	Ⅲ
11	础溪 1	中型	福建省漳州市平和县	200	大开挖	--	Ⅲ
12	础溪 2	中型	福建省漳州市平和县	220	大开挖	--	Ⅲ
13	础溪 3	中型	福建省漳州市平和县	220	大开挖	--	Ⅲ
14	础溪 4	中型	福建省漳州市平和县	180	大开挖	--	Ⅲ
15	花山溪	中型	福建省漳州市平和县	180	大开挖	渔业用水	Ⅲ
16	高磡溪	中型	福建省漳州市平和县	210	大开挖	渔业用水	Ⅲ
17	九龙江 1(西溪)	大型	福建省漳州市	1000	钻爆隧道	渔业用水	Ⅲ
18	文峰溪	中型	福建省漳州市平和县	180	大开挖	渔业用水	Ⅲ
19	九龙江 2	中型	福建省漳州市平和县	300	大开挖	渔业用水	Ⅲ

表 1.5-3　管道沿线重点地下水环境保护目标

序号	保护目标名称	所在地	服务人口	与本工程关系
1	泉水	龙门县双水村	约 20 户， 100 人	溢塘隧道出口东约 100m
2	泉水	平和县金光村	约 35 户，145 人	大坑隧道出口东约 200m

1.5.2.3　声环境保护目标

本工程的声环境保护目标为站址周边 200m 范围和管道沿线两侧 200m 范围的人口集中区和社会关注区。

1.5.2.4　环境风险保护目标

本工程的环境风险保护目标为站址周边 5km 范围和管道沿线两侧 200m 范围的人口集中区和社会关注区。

管道沿线两侧 200m 范围的人口集中区和社会关注区详见附表 1，站址周边 5km 范围的人口集中区和社会关注区详见附表 2。

1.6　评价工作等级和评价范围

根据《环境影响评价技术导则》(HJ 19-2011、HJ/T2.3-93、HJ2.2-2008、HJ 610-2016、HJ2.4-2009、HJ/T169-2004)中的有关规定确定本项目各环境要素的评价工作等级。

1.6.1　环境空气

1)　评价等级

本项目无压气站，各站场均不设置加热设施。正常工况下，拟建项目不会排放大气污染物。在清管作业、分离器检修等非正常工况下，相关站场会通过放空系统排放的少量天然气，排放方式为间断排放，主要污染物为烃类。

1)　评价等级

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2008)，判定大气环境影响评价工作等级时，需选择正常排放的主要污染物进行估算计算。拟建工程正常情况不排放大气污染物，因此环境空气影响进行简单分析即可。

考虑到在清管作业等非正常工况下，会有少量烃类排放，因此本次评价将依据三级评价的标准对清管作业排放的废气影响情况进行评价。

2)　评价范围

以各站污染源为中心，直径为 5km 的圆形区域。

1.6.2　地表水环境

1)　评价工作等级

本工程施工期，管道敷设要穿越一些河流，穿越过程中不向河流排放

污水。运行期站场将产生极少量的生活、生产污水，污染物类型简单。按《环境影响评价技术导则》(HJ/T 2.3-93)的分级原则，确定地表水环境影响评价工作等级为三级。

2） 评价范围

地表水评价范围为河流穿越段上游200m至下游1km范围内的区域。

1.6.3 地下水环境

1） 评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》(HJ 610-2016)，本工程属III类建设项目，根据III类项目评价等级的规定，具体见表1.6-1。

表1.6-1 III类项目地下水影响评价工作级别划分判据表

项目类别 环境敏感程度	III类项目
敏感	二级
较敏感	三级
不敏感	三级

本项目不涉及集中式饮用水水源(包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源)准保护区；不涉及热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区等环境敏感区和其他地下水环境相关的保护区，地下水环境敏感程度为不敏感，因此地下水评价等级确定为三级。

2） 评价范围

地下水环境评价范围：管道中心线两侧各200m的带状范围；山岭隧道调查评价范围为管道两侧及进出口下游 200m 范围；站场评价范围为上游100m、两侧外延100m、下游300m。

1.6.4 噪声

1） 评价等级

根据现场调查，管道沿线各站场所在区域为 2 类区，按《环境影响评价技术导则声环境》(HJ/T2.4-2009)中声环境评价工作等级划分原则，确定本工程的噪声影响评价工作等级为二级。

2） 评价范围

施工期声环境评价范围确定为管道中心线两侧各200m范围；运行期声环境评价范围确定为各站场厂界外200m。

1.6.5 生态环境

1） 评价等级

根据本工程的特点，其影响主要集中在管线两侧的带状区域内，除站场为永久占地外，管道沿线在采取恢复措施后，均可恢复。工程建设及运行后，新增的人工景观单元(如沿线站场、阀室等)相对封闭，且面积较小，未穿越自然保护区、世界文化和自然遗产地等特殊生态敏感区，未穿越风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地、原始天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、重要水生生物的自然产卵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等重要生态敏感区，但工程设计广东省生态，且管线跨越范围大(大于 100km)，按照《环境影响评价技术导则》(HJ T19-2011)中评价工作等级划分原则，确定本项目生态环境影响评价的工作等级为一级。

2） 评价范围

评价范围确定为管道中心线两侧各 500m 的带状范围。

1.6.6 环境风险

1） 评价等级

本项目输送介质为天然气，属易燃、易爆危险物，且属于重大危险源。按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169－2004)划分原则，确定本工程环境风险评价等级为一级。

2） 评价范围

评价调查范围为管道中心线两侧各 200m 及工艺站场周围 5km 范围。

评价工作等级和范围见表 1.6-2。

表 1.6-2 评价工作等级和范围

序号	环境要素	工作等级	评价范围
1	环境空气	三级	以各站污染源为中心，直径为 5km 的圆形区域。
2	地表水环境	三级	地表水：河流穿越段上游 200m 至下游 1km 范围内的区域。
3	地下水环境	三级	管道中心线两侧各 200m 的带状范围；山岭隧道调查评价范围为管道两侧及进出口下游 200m 范围；站场评价范围为上游 100m、两侧外延 100m、下游 300m。
4	声环境	二级	施工期声为管道中心线两侧各 200m 范围；运行期为各站场厂界外 200m 范围。
5	生态环境	一级	管道中心线两侧各 500m 的带状范围。
6	环境风险	一级	管道中心线两侧各 200m 及工艺站场周围 5km 范围的居民等。

1.7 环境影响要素识别和评价因子确定

1.7.1 环境影响要素识别

本项目施工期的环境影响主要为管道在施工过程中由于运输、施工作业带的整理、管沟的开挖、布管等施工活动对周围环境产生的不利影响。一种影响是对土壤扰动和自然植被等的破坏，这种影响是比较持久的，在管道施工完成后的一段时间内仍将存在。另一种是在施工过程中产生的“三废”排放对环境造成的影响，这种影响是短暂的，待施工结束后将随之消失。在营运期，由于输气管道敷设在地下，进行密闭输送，管道进行了防腐处理，在正常情况下，不会有污染物排放。本项目在运行期污染源主要为各工艺站场产生的废水、废气、固体废物及噪声。

1） 施工期影响

(1) 施工期生态环境影响

工程施工期间对生态环境的影响主要是施工期间土石方工程的开挖引起自然地貌的改变和地表自然及人工植被的破坏，引起对土地利用的改变，生物量和生产力的变化，由此引发的区域生态环境的破坏；施工中临时道路、临时施工场地、弃渣场占用耕地、林地及其它土地导致农业、林业生态系统发生较大变化；穿越河流、池塘等产生的弃渣和施工行为对当地地表水环境质量的影响；隧道施工中产生的弃渣，若处置不当，会造成新的水土流失，增加了区域内的水土流失量，加剧了环境的破坏。

(2) 施工期污染影响

管道施工期废水主要来自施工人员在施工作业中产生的生活污水、管道安装之后清管试压排放的废水以及隧道施工过程产生的废水。施工废气主要来自地面开挖、钻爆隧道施工和运输车辆行驶产生的扬尘及施工机械(柴油机)排放的烟气。施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃泥浆、工程弃渣和施工废料等。噪声源主要来自施工作业机械，如挖掘机、电焊机、定向钻、盾构机和凿岩机等，其强度在 85～100dB(A)。

2） 运行期环境影响

(1) 正常和非常工况

正常工况下主要为站场清管作业和分离器检修时排放的少量天然气对大气环境的影响；非正常工况时，系统超压和站场检修时经放空装置直接

排放的天然气或燃烧后排放的废气对大气环境的影响。

各工艺站场产生的生活污水和少量不定期排放的设备冲洗水对地表水环境的影响。各工艺站场产生的生活垃圾、清管作业以及分离器检修产生的少量固体粉末对环境的影响。站场设备噪声对厂界声环境质量的影响。

(2) 事故状态

事故状态的环境影响包括输气管线、工艺站场发生泄漏、爆炸、火灾等事故风险对周围环境和人员的影响。

1.7.2 评价因子确定

项目主要环境影响评价因子见表 1.7-1。

表 1.7-1 环境影响评价因子

分类	环境要素	主要评价因子
环境现状评价因子	环境空气	SO_2、NO_2、PM_{10}、非甲烷总烃
	地表水	pH 值、溶解氧、COD_{Mn}、BOD_5、氨氮、石油类、总磷、悬浮物
	地下水	pH、总硬度、高锰酸盐指数、挥发酚、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、溶解性总固体
	噪声	区域环境噪声 LAeq
	生态	植被类型、土壤类型、动物
污染评价分析及预测因子	环境空气	非甲烷总烃
	地表水	COD、氨氮、悬浮物
	地下水	COD、氨氮、SS
	噪声	厂界噪声、施工期噪声
	生态	植被、动物、生物量、生物多样性

1.8 评价内容和评价重点

1.8.1 评价内容

评价的主要内容包括工程分析、环境现状调查(生态环境、环境空气、水环境及声环境)、建设项目对环境可能造成影响的分析和预测(生态环境、环境空气、水及噪声)、环境风险评价、路由评价、环境保护措施及其经济、技术论证、环境管理与环境监测计划、评价结论和建议等。

1.8.2 评价重点

针对本工程特点、环境特征及沿线的敏感保护目标，确定本项目环评以施工期的生态环境影响评价、河流及山体隧道穿越段的影响分析以及运行期的环境风险评价为重点，并对工程上采用的环保措施进行论证，提出改进措施及环境管理计划。

1） 阐明管道经过地区的物种多样性、生态功能、管道穿越的主要影响并提出切实可行的保护措施。

2） 对于管道沿线涉及的敏感区域，在做好其现状调查工作的同时，重点评价管道穿越该区域的影响程度，在可接受的范围内，提出减缓和预防措施，使其影响为最小。

3） 从预防破坏、工程恢复、异地补偿和重点区域进行生态建设等方面，提出生态环境保护、恢复和重建措施和方案。

4） 对于重要河流穿越段的影响分析，详细调查了评价区域河流、水系、流域分布情况，结合当地水环境功能区划，分析工程选择的河流穿越位置以及施工期选择的合理性，评价可能的影响范围和影响程度，同时提出减缓和预防措施。

5） 环境风险评价重点为分析管道、站场事故对近距离居民的影响以及事故对环境的次生影响，提出事故防范、应急和处置措施，制定可操作性强的事故应急预案。

1.9 评价方法

由于本工程为线路工程，本评价将按“点段结合、以点带面，突出重点、反映全线”的方法开展工作。结合本工程各评价区段环境特征和各评价要素的评价工作等级，对环境影响因素进行识别和筛选，有针对、有侧重地对环境要素进行监测与评价。同时考察和调查国内现有管道施工期和运行期存在的环境问题，获取有关管道建设和运行中的环境影响因素及污染源的有关资料。参考类比调查的结果，选择适当的模式和参数，定量或定性地分析项目施工期间和投产运行后对周围环境的影响，及非正常、事故状态下的影响，针对评价结果反映出的主要问题，结合国内外现有方法提出预防和恢复措施；结合工程沿线各城镇发展规划、环境保护规划、生态保护规划等，论证管线路由走向和站场选址的环境可行性；最后综合分析各章节评价结论，给出该项目建设的环境可行性结论。

2 建设项目概况

2.1 项目名称

建设项目名称：西气东输三线闽粤支干线工程。

2.2 项目性质及地理位置

该项目属新建项目。

西气东输三线闽粤支干线工程起于广东省增城区广州(增城)分输清管站(西气东输二线广州—深圳支干线 6"阀室围墙外邻建)，终于西气东输三线东段(吉安-福州)干线漳州分输清管站，全线途经广东、福建共2个省，共包括广州市、惠州市、河源市、梅州市、揭阳市、潮州市、漳州市共 7个地市，总长度为595km。

管道沿线行政区划统计见表2.2-1，线路走向见图2.2-1。

表2.2-1 沿线行政区划统计

行政区划		线路长度(km)	
广州市	增城区	20.5	20.5
惠州市	龙门县	43.8	82.1
	博罗县	38.3	
河源市	源城区	6.7	105.1
	江东新区	13.1	
	紫金县	85.3	
梅州市	五华县	44	125.8
	丰顺县	50.8	
	大埔县	31.0	
揭阳市	揭西县	63.0	75
	揭东区	12.0	
潮州市	潮安县	69.2	84.2
	饶平县	15.0	
漳州市	平和县	65.4	102.3
	南靖县	24.8	
	芗城区	12.1	
合计			595

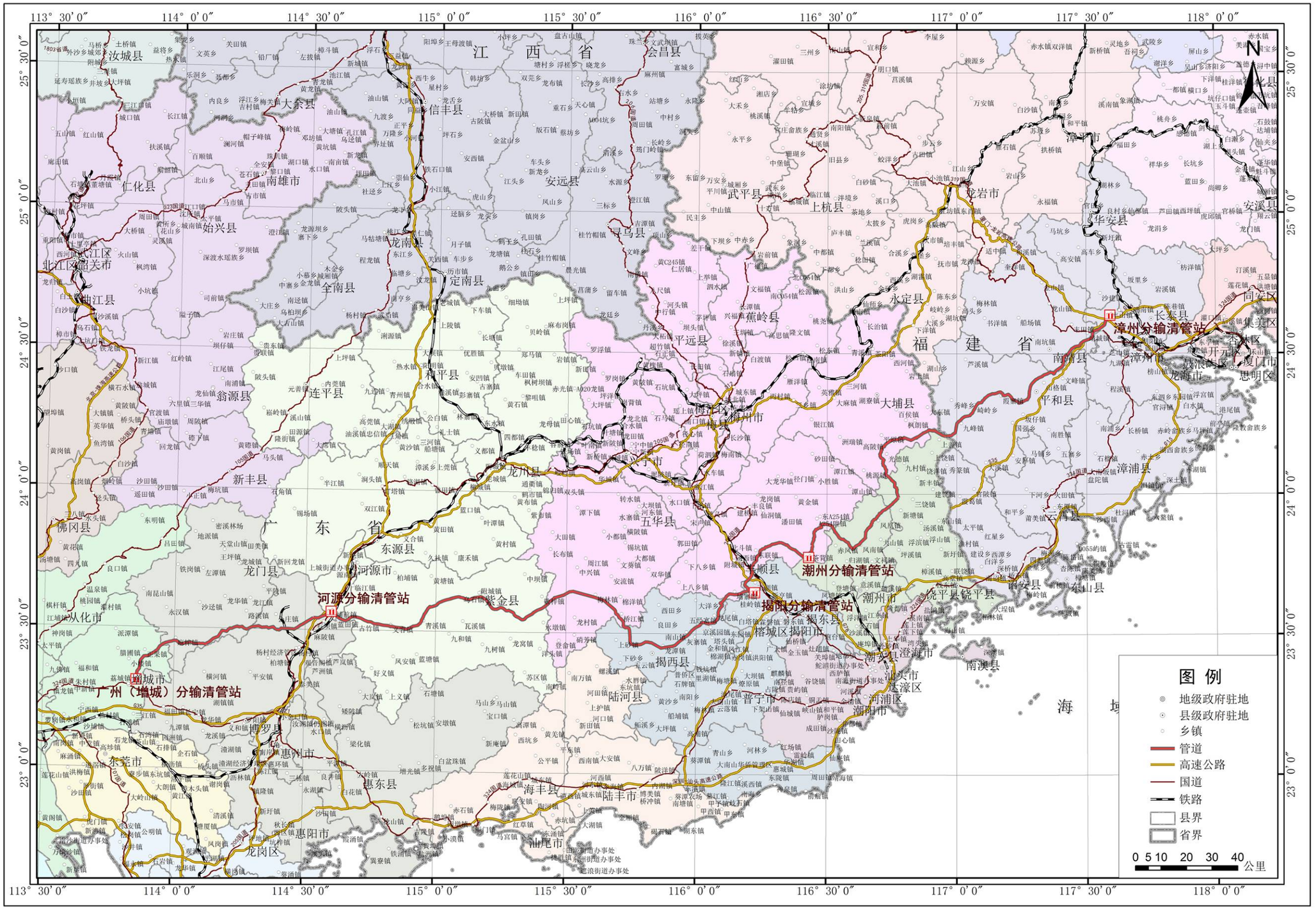


图 2.2-1　西气东输三线闽粤支干线工程线路走向示意图

2.3 规模及投资

西气东输三线闽粤支干线全长 595km，管径 813mm，设计压力 10MPa，全线设计输量为 58.1×$10^8$$m^3$/a，共设置站场 5 座，分别为广州(增城)分输清管站、河源分输清管站、揭阳分输清管站、潮州分输清管站及漳州分输清管站，设置阀室 26 座，其中监控阀室 9 座，监视阀室 17 座。

闽粤支干线分二期建设，一期建设广州(增城)分输清管站-潮州分输清管站段管道工程，长 380km，含广州(增城)分输清管站、河源分输清管站、揭阳分输清管站和潮州分输清管站以及揭阳维修队；二期建设潮州分输清管站-漳州分输清管站段管道工程(含漳州分输清管站)，并扩建揭阳维修队为揭阳维抢修队。其中，一期管道广州(增城)分输清管站-潮州分输清管站段，长 380km，设计输量为 58.1×$10^8$$m^3$/a，设计管输能力 2183×$10^4$$m^3$/d；建成后全线设计输量为 58.1×$10^8$$m^3$/a，设计管输能力 2183×$10^4$$m^3$/d。

管道技术参数见表 2.2-2。

表 2.2-2 西三线闽粤支干线全线管道技术参数

线路区段	线路长度 (km)	管径 (mm)	设计压力 (MPa)	设计输量 ($10^8$$m^3$/a)	设计管输能力 ($10^4$$m^3$/d)
一期工程广州(增城)-潮州	380	813	10	58.1	2183
二期工程潮州-漳州	215	813	10	-	-
闽粤支干线全线合计	595	813	10	58.1	2183

该项目工程建设投资合计 65.48×10^8 元，其中一期工程项目总投资 35×10^8 元，二期工程项目总投资 30.48×10^8 元。

2.4 气源组份及物性参数

本工程主要来自土库曼斯坦气、乌兹别克斯坦气和哈萨克斯坦气进口天然气，部分来自新汶公司和庆华公司在新疆的煤制气，远期有中俄西线输送的进口俄罗斯天然气作为补充。

2.4.1 气质组分及主要物性

(1)中亚进口天然气组分

根据中国-中亚天然气管道 C 线工程可行性研究报告，中亚进口天然气组分见表 2.4-1 至表 2.4-3。

表 2.4-1　土库曼斯坦购销协议气天然气组分及物性

内容	单位	数量
1.组分		
CH_4	% mol	≥92
C_2H_6	% mol	≤6
C_3H_8	% mol	≤3
C_4H_{10}	% mol	≤2
C_5+	% mol	≤0.5
N_2	% mol	≤2
CO_2	% mol	≤2
O_2	% mol	≤0.5
H_2S	mg/m^3	＜7
2.硫醇	mg/m^3	＜30
3.总硫	mg/m^3	≤100
4.低热值	kJ/m^3	33285±418.7
5.水露点 在 7.0 MPa 压力下	℃	在冬季≤-7；在夏季≤-2
6.烃露点 在 7.0 MPa 压力下	℃	在冬季≤-5；在夏季≤-5

表 2.4-2　乌兹别克斯坦加兹里天然气组分及物性

内容	单位	冬季(11 月～4 月)	夏季(5 月～10 月)
1.组分			
CH_4	% mol	92.93	93.98
C_2H_6	% mol	3.42	3.30
C_3H_8	% mol	0.78	0.71
iC_4H_{10}	% mol	0.14	0.11
nC_4H_{10}	% mol	0.19	0.15
C_5H_{12+}	% mol	0.18	0.13
H_2S	% mol	-	-
N_2	% mol	0.96	0.61
CO_2	% mol	1.40	1.71
总量	% mol	100.0	100.0
2.分子量	Kg/mol	17.496	17.443
3. 20℃，760mm 汞柱下的密度	kg/m^3	0.729	0.727
4.低发热值，（正常）	$10^3kal/m^3$	8213	8178
5.硫化氢的质量浓度	mg/m^3	5.2	5.0
6.硫醇的质量浓度	mg/m^3	16.0	16.0
7.经过天然气干燥设施后的水露点	℃	-8	-3
8.烃露点	℃	-5	0

表 2.4-3　哈萨克斯坦天然气组分及物性

1.组分	单位	别依涅乌来气	巴佐伊来气
CH_4	% mol	94.757	91.579
C_2H_6	% mol	2.307	3.886
C_3H_8	% mol	0.3	1.356
iC_4H_{10}	% mol	0.036	0.231
nC_4H_{10}	% mol	0.059	0.266
iC_5H_{12}	% mol	0.012	0.090
nC_5H_{12}	% mol	0.015	0.068
C_6H_{14}	% mol	0.008	0.099
CO_2	% mol	0.593	1.307
N_2	% mol	1.864	1.384
H_2S	% mol	0.00006	0
2.压缩因子	/	0.9969	0.9966
3. 0℃，latm 下的密度	kg/m^3	0.7574	0.7985
4.比热	KJ/(kgmol.℃)	35.66	36.73
5.硫醇的质量浓度	g/m^3	0.004	0

工艺计算时采用土库曼斯坦的天然气的组分，见表 2.4-4 至表 2.4-5。

表 2.4-4　土库曼斯坦天然气的组分

组　分	C1	C2	C3	iC4	nC4
Mol%	92.5469	3.9582	0.3353	0.1158	0.0863
组　分	iC5	CO_2	N_2	H_2S	
Mol%	0.221	1.8909	0.8455	0.0001	

表 2.4-5　土库曼斯坦天然气主要物性参数

物性名称	低位发热值(MJ/Nm^3)	密度(kg/Nm^3)	相对密度(标准状态)
数值	36.683	0.785	0.607

(2)庆华公司新疆煤制气气质组分及主要物性(见表 2.4-6)

表 2.4-6　庆华公司新疆煤制天然气主要物性参数

组分	CH_4	C_2H_6	CO_2	H_2	CO	N_2	Ar
Mol%	94.67	0.02	0.15	1.31	0.01	3.58	0.26

2.4.2　进入本管道的气质和物性要求

本工程气源来自西三线和西二线，气质与其要求保持一致。

1)　水露点

6 月 1 日～9 月 30 日，水露点温度控制为：4MPa 下，-5℃；10 月 1 日～

5 月 31 日，水露点温度控制为：4MPa 下，-12℃。

2） 烃露点

根据西三线地域地温和工作条件建议：

6 月 1 日～9 月 30 日，控制临界凝析温度为：-5℃。

10 月 1 日～5 月 31 日，控制临界凝析温度为：-10℃。

3） 硫化氢

因西三线天然气管道压力高，管输气质的 H_2S 含量按我国一类气质的标准控制，即低于 6mg/Nm^3。

4） 组分限制

根据对土库曼斯坦气体组分的拆分计算，若气质组分中 C5+中仅为 C5 和 C6，则 C5+的 mol 百分含量为 0.221%可以满足西三线气质组份要求。

2.5 项目组成及工程量

该工程主要建设项目有线路工程，包括输气管线干线 595km，河流、公路、铁路穿越工程；站场工程(共 5 座站场)，工程分两期建设，各期主要工程量见表 2.5-1 和表 2.5-2。

表 2.5-1　西气东输三线闽粤支干线工程(一期)主要工程量

序号	项　目	单位	数量	备注
1.	线路			
1.1	输气管道			
	Φ813、X70	km	380	
1.2	管道防腐层			
1.2.1	Φ813 三层 PE 防腐层加强级	10^4m^2	55.5	约 200km
1.2.2	Φ813 三层 PE 防腐层普通级	10^4m^2	42.5	约 180km
1.3	大型穿跨越及山体隧道			
1.3.1	河流大型穿越	m/处	1400/1	
1.3.2	河流中型穿越	m/处	4400/7	
1.3.3	山体隧道	m/处	20816/19	
1.4	线路阴极保护站	座	4	
1.5	线路截断阀室	座	17	
1.6	水工保护	m^3	466800	浆砌石
1.7	道路			
1.7.1	新建施工便道	km	80	
1.7.2	整修施工便道	km	49	
2	站场			
2.1	首站 (或接收站)	座	1	首站(广州增城分输清管站)与西二线广深支干线 6#阀室邻建
2.2	分输站和末站	座	3	
3	通信			
3.1	硅芯管通信线路	km	380	
3.2	新建 STM-16 光传输站	座	5	
4	供配电			
4.1	外部供电线路	km	14	
4.2	变电站	座	4	
5	公用工程			
5.1	总图			
5.1.1	征地面积	m^2	119002	站场部分占地
5.1.2	绿化面积	m^2	8500	
5.2	给排水及消防			
5.2.1	外部供水管线	km	1	
5.2.2	水源井	口	1	
5.2.3	污水处理装置	套	4	
6	维修队	处	1	随一期新建揭阳维修队

表 2.5-2　西气东输三线闽粤支干线工程(二期)主要工程量

序号	项　目	单位	数量	备注
1.	线路			
1.1	输气管道			
	Φ813、X70	km	215	
1.2	管道防腐层			
1.2.1	Φ813 三层 PE 防腐层加强级	10^4m^2	36	约 130km
1.2.2	Φ813 三层 PE 防腐层普通级	10^4m^2	29	约 85km
1.3	大型穿跨越及山体隧道			
1.3.1	河流大型穿越	m/处	2200/2	
1.3.2	河流中型穿越	m/处	1840/9	
1.3.3	山体隧道	m/处	11509/6	
1.4	线路阴极保护站	座	2	
1.5	线路截断阀室	座	9	
1.6	水工保护	m^3	260700	浆砌石
1.7	道路			
1.7.1	新建施工便道	km	42	
1.7.2	整修施工便道	km	17	
2	站场			
2.1	首站(或接收站)	座	/	
2.2	分输站(或末站)	座	1	末站依托西三线漳州分输清管站合建
3	通信			
3.1	硅芯管通信线路	km	215	
3.2	STM-16 光传输站	座	1	
4	供配电			
4.1	外部供电线路	km	6	
4.2	变电站	座	0	
5	公用工程			
5.1	总图			
5.1.1	征地面积	m^2	0	站场占地
5.1.2	绿化面积	m^2	0	
5.2	给排水及消防			
5.2.1	外部供水管线	km	0	
5.2.2	水源井	口	0	
5.2.3	污水处理装置	套	0	依托西三线漳州分输清管站
6	维抢修队	处	1	在一期揭阳维修队基础上 扩建为揭阳维抢修队

2.6　线路工程

2.6.1　线路走向

西气东输三线闽粤干线工程线路总长约 595km，沿途各行政辖区线路走向如下：

1)　广东省境内段

(1) 增城区

管道由增城区广州(增城)分输清管站出站后，向东北方向敷设，经高溪、东汾村、到蔚村、佛岭下后进入龙门县境内。区段内管道长度为20.5km。

(2) 龙门县

管道进入龙门县后，往东南方向敷设，经墩围村、麻榨镇、鳌溪村后进入博罗县境内。区段内管道长度为43.8km。

(3) 博罗县、河源市

管道进入博罗县后，向东敷设，经白石岭、坪下村后至柏塘镇北，然后折向东北方向敷设，经上青岭、柏新村、石坝镇后进入河源市源城区。管道进入河源市源城区到达河源分输清管站后，折向东南方向，经埔前镇后再次进入博罗县境内。管道再次进入博罗县境内后，继续向东敷设，经蓝田镇后穿越东江进入紫金县境内。博罗县内管道长度为38.3km，河源市源城区内管道长度为19.8km。

(4) 紫金县

管道进入紫金县境内后，继续向东沿省道S340敷设，经古竹镇、义容镇、青溪镇后至紫金县南，然后折向东南沿省道S242敷设，经龙湖村、应求排、印子头后在折向东北经敬梓镇后进入五华县境内。区段内管道长度为85.3km。

(5) 五华县

管道进入五华县境内后，向东南方向敷设，经华阳镇、梅林镇、桥江镇后进入揭西县境内。区段内管道长度为44km。

(6) 揭西县

管道进入揭西县境内后，沿省道 S238 继续向东南方向敷设，经陈屋楼、龙潭镇后折向东北沿省道S335敷设，经南山镇、灰寨镇、京溪园镇、五经富镇后进入丰顺县境内。区段内管道长度为63km。

(7) 揭东区、丰顺县、潮安区

管道进入丰顺县境内后，继续沿省道S335向东北方向敷设，经埔寨镇后进入揭阳市揭东区境内。管道进入揭阳市境内后，继续向东北方向敷设，经玉湖镇观音山村、东寮村、坪上村后再次进入丰顺县。然后继续向

东北方向敷设，经龙潭村、坑尾后折向东南进入潮州市潮安区，到达潮州分输清管站。出站后向东北方向沿省道S233敷设，经黄竹径后再次进入丰顺县境内。然后经茶背镇、大溪背、石壁仔、下围村、葛布村后穿越韩江，然后折向东南，经长田村、下栏后村再次进入潮安区范围。然后继续向东南方向敷设，经葵山村、水口、碗窑村后折向东北方向，然后经凤南镇、石古脚、兴塘、凤凰镇后进入饶平县范围。揭东区内管道长度为12km，丰顺县内管道长度为50.8km，潮安区内管道长度为692km。

(8) 饶平县、大埔县

管道进入饶平县境内后，继续沿省道 S334 向东北方向敷设，经新塘镇、三饶镇、新丰镇、饶洋镇、上饶镇后进入大埔县范围。然后经竹筒坑后再次进入饶平县。沿省道S334继续往东北敷设，经柏林、将军山、同罗珂后进入福建省平和县境内。饶平县内管道长度为 15km，大埔县内管道长度为31km。

2) 福建省境内段

(1) 平和县

管道进入平和县范围后，沿省道 S207 继续向东北方向敷设，经九峰镇、霞寨镇、平和县、山格镇后进入南靖县范围。区段内管道长度为65.4km。

(2) 南靖县

管道进入南靖县范围后，沿福诏高速继续向东北方向敷设，经下时、后坑、卢桥头后穿越西溪后进入漳州市芗城区。区段内管道长度为24.8km。

(3) 漳州市

管道进入漳州市芗城区境内后，继续往东北方向敷设，经墨溪村、天宝镇、高林后到达漳州分输清管站。区段内管道长度为12.1km。

2.6.2 沿线地区等级划分

2.6.2.1 划分标准

根据沿线人文状况，按照规范有关规定，沿管道中心线两侧各200m范围内，任意划分成长度为 2km 并能包括最大聚居户数的若干地段，按划定地段内的户数划分为四个等级。在农村人口聚集的村庄、大院、住宅楼，

应以每一独立户作为一个供人居住的建筑物计算。

一级地区：户数在 15 户或以下的区段；

二级地区：户数在 15 户以上、100 户以下的区段；

三级地区：户数在 100 户或以上的区段，包括市郊居住区、商业区、工业区、发展区以及不够四级地区条件的人口稠密区；

四级地区：系指四层及四层以上楼房(不计地下室层数)普遍集中、交通频繁、地下设施多的区段。

当划分地区等级边界线时，边界线距最近一幢建筑物外边缘应大于或等于 200m。

在一、二级地区内的学校、医院以及其它公共场所等人群聚集的地方，应按三级地区选取设计系数。

当一个地区的发展规划，足以改变该地区的现有等级时，应按发展规划划分地区等级。

管道沿线地区等级的划分应考虑施工的可操作性，地区等级不宜频繁变化，以方便施工和管理。

2.6.2.2 沿线地区等级划分

按沿线居民户数、建筑物密集程度、穿跨越工程并考虑各地方发展规划等因素，管道沿线地区等级划分情况见表 2.6-1。

表 2.6-1 沿线地区等级划分

序号	地区等级	线路长度(km)
1	二级地区	472
2	三级地区	123
合计		595

2.6.3 管道敷设

2.6.3.1 一般地段管道敷设

1) 管沟形式

根据《输气管道工程设计规范》(GB 50251-2015)的有关条款规定，结合本工程特点，管顶覆土厚度一般不小于 1.2m，管沟挖深一般地段为 2.2m；对于石方、卵石地段管沟挖深应增加 0.2m，以便设置垫层保护管道防腐层，另外为了减少工程投资，对于管道通过的石方地段，可以适当降

低管道埋深，一般不小于 1m。一般地段管沟边坡为 1：0.5～1：0.75，石方地段管沟边坡为 1：0.2。管沟的开挖宽度按照《输气管道工程设计规范》(GB 50251-2015)的要求，根据工程地质条件、管径和施工措施确定，不同地段管沟断面示意见图 2.6-1。

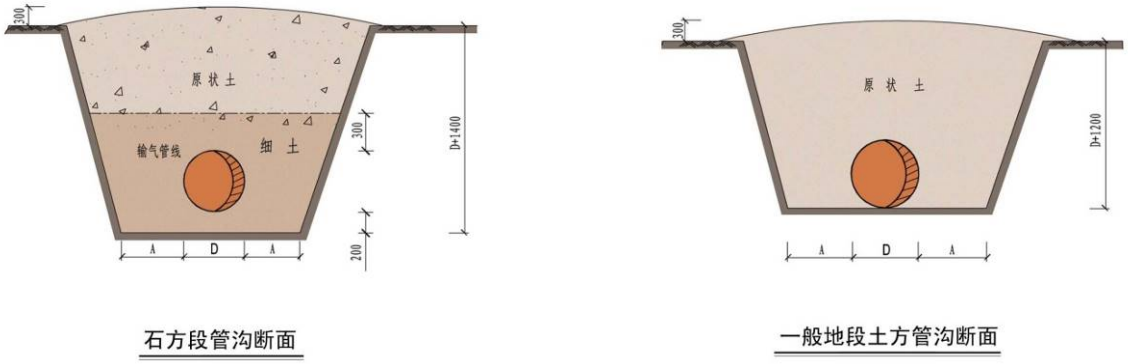


图 2.6-1　不同地段管沟断面示意图

2)　施工作业带

本工程施工作业带宽度为 24m，经济作物、林地、旱田地段作业带宽度控制在 20m。施工作业带示意见图 2.6-2。

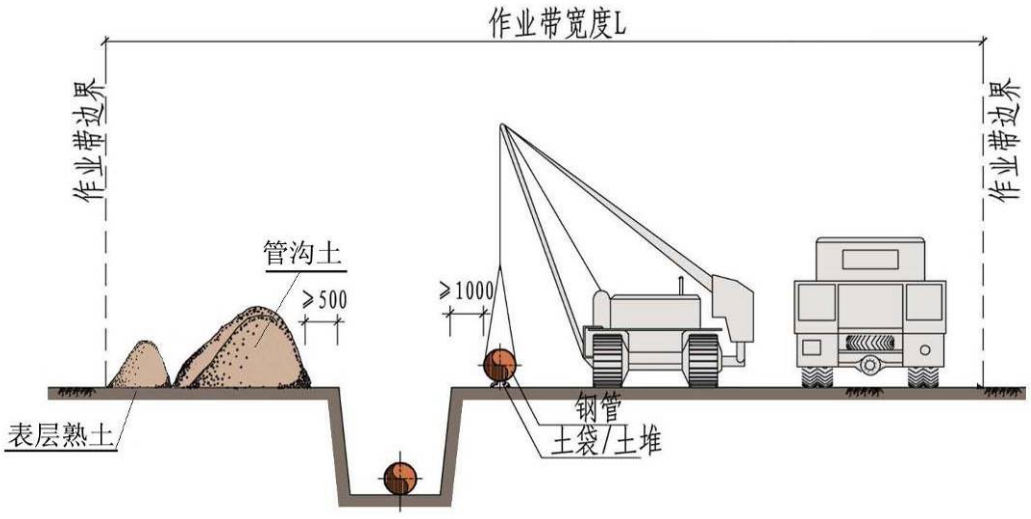


图 2.6-2　管道施工作业带示意图

2.6.3.2　特殊地段管道敷设

本工程线路经过广东、福建两省，地貌类型较多，局部地段灾害地质

较发育，这些地段的设计、施工需要采取一些特殊的处理方法和保护措施，以确保证管道的稳定与安全。

1） 灾害地质地段管道敷设

(1) 崩塌、滑坡

对于受地形条件的限制，管道无法避让滑坡的情况，应对通过滑坡段的管道进行保护。如设置抗滑桩、抗滑挡土墙，同时设置截、排水沟等多种治理措施。

对于坡体较薄的崩塌、滑坡，应将管道置于稳定的岩层或土层中，并采取适当工程措施。

(2) 泥石流

泥石流是山地灾害所特有的一种危害性极大的特殊洪流，因其来势迅猛，并裹挟有大量的固体物质(如泥砂、石块等占泥石流总体积的15%以上)，所以带给管线的破坏是灾难性的。危害程度严重的泥石流，管线必须避开；危害程度中等的泥石流，管线原则上也应避开或只能在洪积扇通过，但避免直穿洪积扇，应在沟口设桥(墩)通过。桥位应避开河床弯曲处，宜采取一跨或大跨度跨越；危害程度较小的泥石流，管线可在洪积扇通过，但不能改沟、并沟，并宜分段设桥和采取排洪、导流等防治措施。

根据建设单位提供的信息：本工程已对这些地区煤炭采空的情况或煤矿分布的情况进行了详细调查，并尽可能绕避了采空区。如管线绕行困难或者绕行不合理，则需后续进行专题研究，采取对应措施对管道加以保护。

2.6.4 穿跨越工程

2.6.4.1 河流穿跨越

1） 大中型河流穿跨越

本工程河流大型穿越工程3处，累计穿越长度约3.6km，中型河流、沟渠穿越16处，累计穿越长度约6.24km，主要穿越工程统计及穿越方案见表2.6-1。

2） 小型河流、沟渠穿跨越

小型河流及冲沟采用大开挖方式穿越，管道埋深在冲刷线0.5m以下，并应恢复河岸原貌，必要时采取浆砌石或灰土草袋进行护岸或护坡。另外，还应考虑采用压重块进行稳管，以防管道漂浮。详见表2.6-2。

表 2.6-1　重要河流穿越工程

序号	河流名称	所在行政区划	穿越长度(m)	穿越方式	穿越工程等级
1	东江	广东省惠州市博罗县/河源市江东新区	1400	定向钻	大型
2	韩江	广东省潮州市留隍镇	1200	盾构隧道	
3	九龙江 1(西溪)	福建省漳州市天宝镇	1000	钻爆隧道	
4	公庄河	广东省惠州市博罗县	600	定向钻	中型
5	秋香江	广东省河源市紫金县	700	定向钻	
6	秋香江支流	广东省河源市紫金县	550	定向钻	
7	琴江	广东省梅州市五华县	550	定向钻	
8	横江河	广东省揭阳市揭西县	600	定向钻	
9	五经富河	广东省揭阳市揭西县	700	定向钻	
10	北河	广东省梅州市丰顺县	700	定向钻	
11	东门溪	广东省潮州市绕平县	150	大开挖	
12	九峰溪(础溪)4	福建省漳州市平和县	180	定向钻	
13	九峰溪(础溪)3	福建省漳州市平和县	220	大开挖	
14	九峰溪(础溪)2	福建省漳州市平和县	220	大开挖	
15	九峰溪(础溪)1	福建省漳州市平和县	200	大开挖	
16	高磡溪	福建省漳州市平和县	210	大开挖	
17	花山溪	福建省漳州市平和县	180	大开挖	
18	九龙江	福建省漳州市平和县	300	大开挖	
19	文峰溪	福建省漳州市平和县	180	大开挖	
	合计		9840		

表 2.6-2　小型河流穿越工程

序号	名称	桩号	穿越长度(m)	穿越方式	防护措施
1	河流	AA005～AA006	80	开挖	浆砌石挡土墙护岸+浆砌石防冲墙
2	河流	AA019～AA020	50	开挖	浆砌石挡土墙护岸+浆砌石防冲墙
3	河流	AA045～AA046	55	开挖	浆砌石挡土墙护岸+浆砌石防冲墙
4	河流	AA093～AA094	50	开挖	浆砌石挡土墙护岸+浆砌石防冲墙
5	河流	AB040～AB041	70	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
6	河流	AB055～AB056	60	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
7	河流	AB069～AB070	55	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
8	河流	AC046～AC047	60	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
9	河流	AD002～AD003	120	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
10	河流	AE025+102m	50	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
11	河流	AE031+100m	130	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
12	河流	AE035+100m	50	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
13	河流	AE038+130m	60	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
14	河流	AE093+10m	50	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
15	义容河	AE095-AE096	110	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
16	河流	AE097+225m	50	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
17	河流	AE113+12m	80	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙

序号	名称	桩号	穿越长度(m)	穿越方式	防护措施
18	青溪	AE186+31m	110	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
19	河流	AE202-AE203	80	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
20	河流	AE328	50	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
21	河流	AE332	50	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
22	河流	AE333	50	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
23	河流	AE345	50	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
24	沟渠	AF135+100	50	开挖	浆砌石挡土墙+浆砌石防冲墙
25	河流	AG063～AG064	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙
26	河流	AG063～AG064	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙
27	河流	AG063～AG064	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙
28	河流	AG065～AG066	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙
29	河流	AG067～AG068	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙
30	河流	AG164～AG165	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙+护底
31	河流	AG167～AG167	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙+护底
32	河流	AG172～AG173	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙+护底
33	河流	AG296～AG297	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙+护底
34	沟渠	AH010g～AH011g	50	开挖	混凝土水渠恢复
35	河流	AH023g～AH024g	60	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙
36	沟渠	AH059g～AH060g	50	开挖	混凝土水渠恢复
37	桔子头溪	AH063g～AH064g	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙
38	桔子头溪	AH067g～AH068g	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙
39	河流	AI004～AI005	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙
40	沟渠	AI020～AI021	50	开挖	混凝土水渠恢复
41	河流	AI056～AI057	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙
42	空下溪	AI059～AI060	120	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙
43	河流	AI064～AI065	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙
44	河流	AI066～AI067	50	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙
45	食饭溪	二期	80	开挖	浆砌石护岸+浆砌石防冲墙

2.6.4.2　山体隧道穿越

管线在一些地势较高的山区通过时，考虑到大落差给输送工艺带来的影响和要尽量少破坏自然环境，在一些地段采用隧道。全线共设山区隧道25处，总长度约32.411km，见表2.6-3。

1)　隧道内衬砌支护

根据各隧道所处的工程地质情况，III级及III级以下围岩采用现场浇筑整体式混凝土衬砌；Ⅳ级围岩采用喷射混凝土局部加螺纹钢筋(直径 20mm)砂浆锚杆支护；Ⅴ类围岩采用喷射混凝土防护。隧道底部做混凝土铺底。

2)　隧道开凿后，开掘出的废渣，除部分作为水工保护砌石利用外，

选择适当的渣场堆放，并做坡脚防护及恢复植被。

表 2.6-3　管道沿线隧道分布情况

序号	名称	行政区划	长度(m)	最大埋深(m)	穿越方案	渣场面积(m^2)		备注
1	溢塘隧道	惠州市龙门县	1392	270	钻爆隧道	入口	5874	一期
						出口	5874	
2	坪山隧道	惠州市龙门县	1592	300	钻爆隧道	入口	6718	
						出口	6718	
3	坪岭隧道	惠州市博罗县	552	70	钻爆隧道	入口	2440	
						出口	2219	
4	白眉寨隧道	河源市紫金县	721	80	钻爆隧道	入口	6085	
						出口	无，运至出口	
5	时禾石隧道	梅州市五华县	1361	160	钻爆隧道	入口	5747	
						出口	5740	
6	马石牌隧道	揭阳市揭西县	275	85	钻爆隧道	入口	1200	
						出口	1120	
7	六湖凸隧道	揭阳市揭西县	2166	236	钻爆隧道	入口	9040	
						出口	9241	
8	龙潭 1#隧道	揭阳市揭西县	586	105	钻爆隧道	入口	4946	
						出口	无，运龙潭 2#出口	
9	龙潭 2#隧道	揭阳市揭西县	605	115	钻爆隧道	入口	无，运至出口	
						出口	9032	
10	龙潭 3#隧道	揭阳市揭西县	477	85	钻爆隧道	入口	无，运龙潭 2#出口	
						出口	无，运龙潭 2#出口	
11	南山隧道	揭阳市揭西县	702	140	钻爆隧道	入口	3010	
						出口	2915	
12	东坑隧道	梅州市丰顺县 揭阳市揭东区	1926	255	钻爆隧道	入口	8135	
						出口	8120	
13	吉平隧道	梅州市丰顺县	1206	250	钻爆隧道	入口	5130	
						出口	5049	
14	园潭隧道	梅州市丰顺县	691	290	钻爆隧道	入口	4017	
						出口	1815	
15	横东 1#隧道	梅州市丰顺县	787	255	钻爆隧道	入口	3442	
						出口	3200	
16	横东 2#隧道	梅州市丰顺县	658	210	钻爆隧道	入口	无，运横东 1#出口	
						出口	5554	
17	高棚隧道	梅州市丰顺县	1803	290	钻爆隧道	入口	8107	
						出口	7110	
18	鸡啼隧道	梅州市丰顺县	1379	140	钻爆隧道	入口	5420	
						出口	6219	
19	白水砌隧道	梅州市丰顺县	1937	300	钻爆隧道	入口	8228	
						出口	8120	
20	大伦坪隧道	漳州市平和县	2813	420	钻爆隧道	入口	12044	二期
						出口	10730	
21	高田仔 1#隧道	漳州市平和县	2178	150	钻爆隧道	入口	7309	
						出口	12210	

22	高田仔 2#隧道	漳州市平和县	1281	260	钻爆隧道	入口	无，运高田仔 1#出口	
						出口	6800	
23	大坑隧道	漳州市平和县	2112	210	钻爆隧道	入口	9312	
						出口	8010	
24	大茂山隧道	漳州市南靖县	2460	295	钻爆隧道	入口	10421	
						出口	10250	
25	公山尾隧道	漳州市南靖县	751	140	钻爆隧道	入口	3236	
						出口	3050	
	合计		32411			271058		

根据隧道的净断面尺寸应满足管道安装、检修、施工和各种安全间隙等要求。原则上闽粤支干线(管径Φ813mm)隧道断面设为 3.0m×3.0m；隧道形式为直墙圆弧拱形，围岩条件不利时设置仰拱。典型的隧道断面如下：

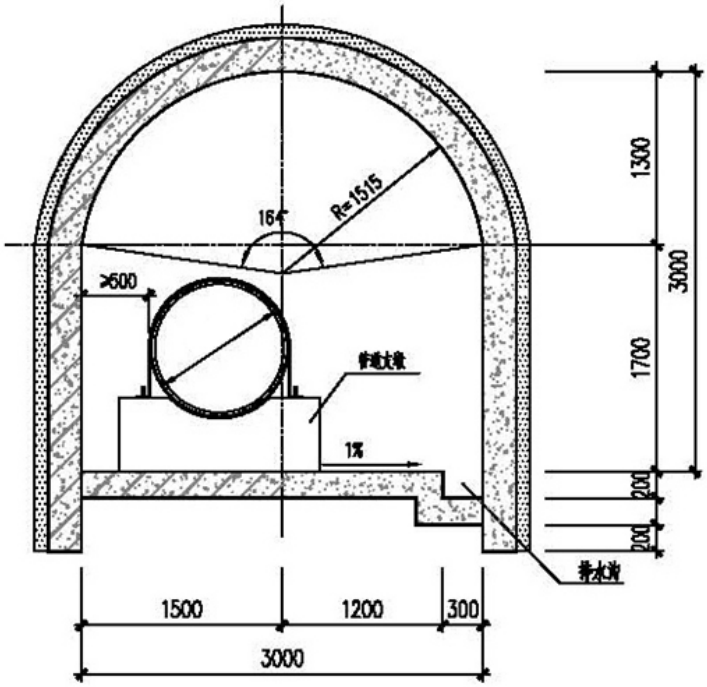


图 2.6-3　隧道断面及管道敷设断面示意图

2.6.4.3　铁路、公路穿越

本工程线路共穿越铁路 4 次、高速公路 20 次、高等级公路 34 次。

铁路穿越一般采用顶钢筋混凝土箱涵方式，箱涵采用 2m×2m。管道在箱涵内敷设，管顶覆土 0.8m，箱涵两端砌砖封堵。

高速公路和高等级公路穿越一般采用顶管方式施工，对于受地形限制，地质条件限制，顶管施工无法实施的，须取得公路主管部门同意后，选择车流量较小时段，采用开挖加套管敷设方式。

等级较低的公路穿越经公路主管部门同意可采取开挖施工。

2.6.5 防腐

2.6.5.1 管道防腐

1) 外防腐层

本工程管道外防腐层采用三层 PE 外防腐层，根据本工程的具体情况，大、中型河流穿跨越、铁路穿越、带套管的等级公路及隧道穿越段，施工条件困难,对防腐机械强度要求高的山区石方地段，采用加强级防腐；其余地段为普通级防腐。

在定向钻穿越地段，为防止穿越时砾石、岩石等坚硬物质对管道防腐层造成损坏，在管道防腐层外包覆一层硬度较大、抗划伤能力强的环氧玻璃钢等刚性材料，作为管道防腐层外的机械防护层，确定防腐层的完整性。在定向钻管道回拖后，应对穿越段管道防腐层完整性进行评估，并依据评估情况采用必要的防护措施。

根据《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》(GB/T23257-2009)，三层 PE 外防腐层的环氧底层厚度≥120μm；Φ813 管普通级防腐层总厚度≥3.0mm；加强级防腐层总厚度≥3.7mm。

2) 内涂层

本工程管道内涂层为双组分环氧涂料，管道内涂敷后钢管内表面当量粗糙度应≤10μm；内涂层干膜厚度≥65μm。

3) 阴极保护

本工程阴极保护采用强制电流保护方案,设 5 座阴极保护站。具体位置见表 2.6-3。

表 2.6-3 本工程阴极保护站设置

序号	阴保站编号	里程(km)	与站场、阀室关系
1	1#阴极保护站	0	与广州(增城)站合建
2	2#阴极保护站	101.4	与河源分输清管站合建
3	3#阴极保护站	211.2	与 10#阀室(A 类监控)合建
4	4#阴极保护站	328.5	与揭阳分输清管站合建

5	4#阴极保护站	380	与潮州分输清管站合建
6	5#阴极保护站	550.0	与 25#阀室(A 类监控)合建

2.6.5.2　站场及阀室管道和设备防腐

站内露空设备、管道采用涂装防腐涂料的方案防腐，涂层结构和配套方案为：环氧富锌底漆(底层)--环氧云铁防锈漆(中间层)--氟碳或聚硅氧烷面漆(面层)，涂层总厚度应≥200μm。

站内埋地管道选择外防腐层方案为：

1)　对管径规格集中，累计长度相对较长的管道(如：与站外线路管道、放空管等管径一致的管道)，采用三层 PE 外防腐层。

2)　对不适合在作业线上预制的短或小口径管道采用无溶剂液体环氧再外缠绕聚乙烯粘胶带防腐，以提高抗水汽渗透和保证防腐层的完整性。

3)　埋地阀门、三通和汇管等异性管件采用粘弹体防腐材料进行防腐。

2.6.6　施工与维修道路

根据本工程管道沿靠公路和铁路情况，以及管道通过区域内乡间道路分布情况，根据管道施工和管理需要，对于长距离无公路、铁路和简易道路可利用处，拟新修伴行道路；对于短距离无公路、铁路和简易道路可利用处，拟修建施工便道，施工便道设置原则如下：

1)　施工便道按照普通砂石路等级设计，路基 4.5m，路面 3.5m，砂石路面，回头曲线最小半径不小于 10m，坡度能适应运送管道。

2)　尽量利用原有的道路或废弃的道路，在此基础上拓宽或者整修。

本工程道路设置情况见表 2.6-4。

表 2.6-4　本工程施工便道设置情况(单位：km)

行政区划	临时施工便道	
	新修	整修
漳州市	23	12
潮州市	18	10
揭阳市	18	10
梅州市	18	10
河源市	22	12
惠州市	18	10
广州市	4	2
合计	122	66

2.6.7　线路截断阀室

为了在管道发生事故时减少天然气的泄漏量、减轻管道事故可能造成的次生灾害，便于管道的维护抢修，应在沿线每隔一定距离和特殊地段设置线路截断阀室。其最大间距值符合下列要求：

一级地区　　≤32km

二级地区　　≤24km

三级地区　　≤16km

四级地区　　≤8km

大型穿跨越工程两侧以及管道通过全新世活动断裂带两侧均设置阀室，设置截断阀室时，应选择交通方便，地形开阔，地势较高的位置。

本工程共设置线路截断阀室 26 座，其中监视阀室 17 座、监控阀室 9 座，全线截断阀室设置情况详见表 2.6-5。

表 2.6-5　全线站场、阀室设置情况

名称	类型	里程(km)	间距(km)	分期
广州(增城)分输清管站		0.95	0.95	一期
1#阀室	监视	21.4	21.4	
2#阀室	监视	44.7	23.3	
3#阀室	B 类监控	64.9	20.2	
4#阀室	监视	84.3	19.4	
河源分输清管站		101.4	16.8	
5#阀室	监视	112.1	11.7	
6#阀室	监视	125.6	13.5	
7#阀室	B 类监控	145.1	19.5	
8#阀室	监视	164.4	19.3	
9#阀室	监视	187.2	22.8	
10#阀室	A 类监控	211.2	24	
11#阀室	监视	232.9	21.7	
12#阀室	监视	251.1	18.2	
13#阀室	B 类监控	266.2	15.1	
14#阀室	监视	282.1	15.9	
15#阀室	监视	306.6	24.5	
揭阳分输清管站		328.5	25.3	
16#阀室	监视	352.5	24	
17#阀室	监视	362.8	10.3	
潮州分输清管站		380	17.2	
18#阀室	B 类监控	407.7	12	二期
19#阀室	监视	422.7	15	
20#阀室	B 类监控	438.7	16	
21#阀室	B 类监控	455	16.3	
22#阀室	A 类监控	478	23	
23#阀室	监视	502	24	
24#阀室	监视	526	24	
25#阀室	A 类监控	550	24	
26#阀室	B 类监控	574	24	
漳州分输清管站		595	21	

2.6.8　线路用管

本工程线路用管情况见表 2.6-6。

表 2.6-6　管道壁厚、管型及管材方案

管段范围	焊管类型	钢管外径(mm)	计算壁厚(mm)	选用壁厚(mm)	钢级	长度(km)	焊管用量(10^4t)
闽粤支干线	螺旋	Φ813	14	14.3	X70	409.7	10.98
	直缝	Φ813	14	14.3	X70	44.5	1.25
	直缝	Φ813	16.8	17.5	X70	137	4.69
	直缝	Φ813	19.1	19.1	X70	3.8	0.16
合计						595	17.08

2.6.9　管道沿线水工保护和水土保持措施

根据以往的工程经验以及本工程的实际情况，可因地制宜地采用以下措施对管道进行防护。

1)　浆砌石护坡(护岸)：在河岸、沟岸以及陡坡、陡坎上开沟敷设管线时，由于稳定的原状土被扰动，管沟回填土受水冲刷极易流失，因此需要在河流、沟渠两岸及坡度较大的陡坡、陡坎上采用浆砌石护坡(护岸)。

2)　浆砌石截水墙：管线经过陡坡、陡坎时，为防止雨水冲刷管沟，通常在管沟内每隔一定距离设置一道浆砌石截水墙。一般从管底做起，直至地表面坡顶。

3)　浆砌石挡土墙：对管道附近不稳定土体，如小型滑坡、塌方体或在陡坡上直接开挖管沟时，为稳定此坡体，在其下部设置浆砌石挡土墙。

4)　草袋堡坎：管道建设中，应采用草袋堡坎的形式对田地坎进行恢复，以保护农田的正常耕作。

5)　地下防冲墙：为防止坡降较大、土质松软的河床或沟底下切，造成管道埋深变浅，一般在管道穿越的下游适当位置设置地下防冲墙，以防河床表面的土石被冲走，从而保证管道安全埋深。由于这种水工保护措施提高了原有河床面，抬高了水位，在其下游一般都会产生跌水，对防冲墙的基础形成掏刷，因此要求地下防冲墙的墙顶不能高出原河床。

6)　浆砌石截(排)水沟：　当管道顺坡敷设或横切山坡时，此种方式可有效控制管道附近水流方向，将汇集到管沟的水流引至管沟区以外，使其不致对管道造成危害。

7)　浆砌石谷坊：一般在冲沟的沟头部位设置浆砌石谷坊，固沟稳坡，防止溯源侵蚀和侧向侵蚀。

8)　植生带：由于管道施工造成了作业带内的植被破坏，为了尽快覆盖和固定裸露的坡体表面，在坡面上采用植生带保护措施，防止水土流失。

2.7　工艺站场

2.7.1　工艺站场设置

闽粤支干线共设置 5 座工艺站场，其中首站广州(增城)分输清管站在西二线广州—深圳支干线 6″阀室围墙外邻建，末站漳州分输清管站与西三线东段干线漳州分输清管站合建，3 坐中间站场分别为河源分输清管站、

揭阳分输清管站和潮州分输清管站。

管道沿线站场设置见表 2.7-1。

表 2.7-1　管道沿线站场设置情况

站场名称	里程(km)	所在地理位置	备注
广州(增城)分输清管站)	0	广东广州增城市鸡心岭	新建
河源分输清管站	101.4	广东河源市源城区埔前镇莲塘岭村	新建
揭阳分输清管站	328.5	广东省揭阳市揭东区玉湖镇洋边村	新建
潮州分输清管站	380	广东省潮州市潮安县登塘镇黄竹径	新建
漳州分输清管站	595	福建漳州市芗城区石亭镇	已建

2.7.2　站场工艺

2.7.2.1　广州(增城)分输清管站

广州(增城)分输清管站与西二线广深支干线 6#阀室临建，位于广东省广州市境内，其主要功能由西二线广深支干线来气向本工程输气，供气能力为 2183×$10^4$$Nm^3$/d，站场设计压力 10MPa。

1)　主要流程及功能设置

(1)　正常输送流程

西二线广深支干线来气，经站内过滤分离器、计量调压后，向河源分输清管站方向输气。

(2)　清管器收发流程

站内设置清管器接收和发送流程，可接收河源分输清管站方向来清管器和向河源分输清管站方向发送清管器。

(3)　反向输送流程

河源分输清管站来气进入过滤分离器后经计量调压后去西二线广深支干线。

(4)　辅助流程

站内的辅助流程主要为事故状态及维修时的放空和排污。

2)　主要工艺设施

(1)　在线气质分析设备

站内进站端设置一套在线气质分析设备，主要用于气质色谱分析及气体 H_2S 含量、总硫、水露点、烃露点等参数的测定。

(2) 清管设备

站内设置 1 路 DN800 的收(发)球筒。

(3) 过滤设备

站内设置过滤分离器 2 台，1 用 1 备，对接收的天然气进行过滤处理以保证去用户的天然气的气质要求。

(4) 紧急截断系统

为了减少事故状态下天然气的损失和保护站场安全，在进、出站管线上设置紧急切断阀(ESD)，用于 ESD 状态下的站内天然气放空。

(5) 调压系统

站内设置 2 路调压阀，1 用 1 备，用于对去广州方向和广州方向来气反输去河源方向天然气压力和流量的控制。

(6) 计量系统

站内设置 1 套计量橇，用于计量去西二线的天然气，设置 3 路超声波流量计，2 用 1 备。

(7) 放空、排污系统

站内放空系统采用具有节流截止功能的放空阀，各放空管线连接至放空立管集中放空。清管设备和汇气管道上设置排污截止阀，排污罐采用密闭带压排放方式，新建排污罐。

2.7.2.2 河源分输清管站

河源分输清管站位于广东省惠州市境内，该站为新建站场，设计分输量为 783.2×10^{4}Nm^3/d，站场设计压力 10MPa。设置 3 路分输支路，分别为河源新奥燃气、河源华润燃气、广东中油道格拉斯供气用户。

1) 主要流程及功能设置

(1) 正常输送流程

上游天然气进入站内进口汇管后进过滤分离器，然后经计量调压后去河源市分输用户。

(2) 清管器发送流程

河源分输清管站站内设置清管器接收和发送流程，可以接收揭阳分输清管站及广州(增城)站方向来的清管器，同时可以向揭阳分输清管站和广州(增城站)方向发送清管器。

(3) 预留流程

考虑到站场周边潜在的用气需求，预留了 2 个 DN200 的手动阀门。

(4) 反向输送流程

揭阳方向来气 1 路进入过滤分离器后经计量调压后去分输用户，另 1 路去西二线方向。

(5) 辅助流程

站内的辅助流程主要为事故状态及维修时的放空和排污。

2) 主要工艺设施

(1) 在线气质分析设备

站内进站端设置一套在线气质分析设备，主要用于气质色谱分析及气体 H_2S 含量、总硫、水露点、烃露点等参数的测定。

(2) 清管设备

站内设置 2 路 DN800 的收球筒。

(3) 过滤设备

河源分输清管站站内设置过滤分离器 2 台，1 用 1 备，对接收的天然气进行过滤处理以保证去用户的天然气的气质要求。

(4) 紧急截断系统

为了减少事故状态下天然气的损失和保护站场安全，在进、出站管线上设置紧急切断阀(ESD)，用于 ESD 状态下的站内天然气放空。

(5) 调压系统

站内每路分输用户均设置 2 路调压橇，1 用 1 备，用于对河源新奥燃气、河源华润燃气、广东中油道格拉斯供气用户天然气压力和流量的控制。

(6) 计量系统

站内站内每路分输用户设置 1 套计量橇，用于计量去河源新奥燃气、河源华润燃气、广东中油道格拉斯供气用户的天然气，每套计量橇设置 2 路超声波流量计，1 用 1 备。

(7) 燃料气处理橇

站内设燃料气处理橇 1 套，对燃料气进行过滤、加热、调压、计量。站内燃气发电机和日常生活供燃料气。

(8) 放空、排污系统

站内放空系统采用具有节流截止功能的放空阀，各放空管线通过放空汇管连接至放空立管集中放空，新建放空立管。清管设备和汇气管道上设置排污截止阀，排污罐采用密闭带压排放方式，新建排污罐。

2.7.2.3 揭阳分输清管站

揭阳分输清管站位于广东省揭阳市玉湖镇境内，为新建分输站。设计分输量为 833.7×10^{4}Nm^3/d，站场设计压力 10MPa。设置 2 路分输支路，分别为昆仑燃气揭阳支线和梅州中国燃气用户。

1) 主要流程及功能设置

(1) 正常输送流程

上游天然气进入站内进口汇管后进过滤分离器，分 2 支路，一路经计量调压后去昆仑燃气揭阳综合利用项目用户，一路经计量后去梅州中国燃气。

(2) 清管器发送流程

揭阳分输清管站站内设置清管器收发送流程，可以接收上游来清管器或向下游发送清管器。

(3) 预留流程

考虑到站场周边潜在的用气需求，除了预留了 2 个 DN200 的手动阀门外，还给广东石化支路和梅州石化支路预留。

(4) 反向输送流程

潮州方向来气 1 路进入过滤分离器后经计量调压后去分输用户，另 1 路去上游河源方向。

(5) 辅助流程

站内的辅助流程主要为事故状态及维修时的放空和排污。

2) 主要工艺设施

(1) 在线气质分析设备

站内进站端设置一套在线气质分析设备，主要用于气质色谱分析及气体 H_2S 含量、总硫、水露点、烃露点等参数的测定。

(2) 清管设备

站内设置一路DN800收球筒，一路DN800发球筒和一路DN600发球筒，

其中 DN600 发球筒属于昆仑燃气揭阳支线工程量。

(3) 过滤设备

揭阳分输清管站站内设置过滤分离器 2 台，1 用 1 备，对接收的天然气进行过滤处理以保证去用户的天然气的气质要求。

(4) 紧急截断系统

为了减少事故状态下天然气的损失和保护站场安全，在进、出站管线上设置紧急切断阀(ESD)，用于 ESD 状态下的站内天然气放空。

(5) 调压系统

站内设置 2 套调压橇，1 套用于对去昆仑燃气支线户的天然气压力和流量的控制，2 路设置，1 用 1 备；1 套用于对去梅州中国燃气支路的天然气压力和流量的控制，2 路设置，1 用 1 备。

(6) 计量系统

站内设置 2 套计量橇，分别用于计量去昆仑燃气揭阳综合利用项目用户、梅州中国燃气的天然气，分别设置 2 路超声波流量计，1 用 1 备。

(7) 自用气处理橇

站内设自用气处理橇 1 套，对燃料气进行过滤、加热、调压、计量。为站内燃气发电机和日常生活供燃料气。

(8) 放空、排污系统

站内放空系统采用具有节流截止功能的放空阀，各放空管线通过放空汇管连接至放空立管集中放空，新建放空立管。清管设备和汇气管道上设置排污截止阀，排污罐采用密闭带压排放方式，新建排污罐。

2.7.2.4 潮州分输清管站

潮州分输清管站位于广东省潮州市登塘镇境内，为新建分输站。设计分输量为 $566.1\times10^4Nm^3/d$，站场设计压力 10MPa，主要为昆仑燃气潮州高压管网供气。

1) 主要流程及功能设置

(1) 正常输送流程

上游天然气经过滤分离器后再经计量和调压去分输用户。

(2) 预留功能

考虑潜在用户要求，在过滤器后预留 2 路 DN200 手动阀门。

(3) 反向输送流程

漳州分输清管站方向来气 1 路进入过滤分离器后经计量调压后去分输用户，另 1 路去上游揭阳分输清管站方向。

(4) 辅助流程

站内的辅助流程主要为事故状态及维修时的放空和排污。

2) 主要工艺设施

(1) 在线气质分析设备

站内进站端设置一套在线气质分析设备，主要用于气质色谱分析及气体 H_2S 含量、总硫、水露点、烃露点等参数的测定。

(2)清管设备

站内设置 1 路 DN600 收发球筒，去昆仑燃气潮州高压管网项目。

(3) 过滤设备

站内设置过滤分离器 2 台，对接收的天然气进行过滤分离处理以保证去用户的天然气的气质要求，按 1 用 1 备运行。

(4) 紧急截断系统

为了减少事故状态下天然气的损失和保护站场安全，在进、出站管线上设置紧急切断阀(ESD)，用于 ESD 状态下的站内天然气放空。

(5) 调压系统

站内共设置 2 套调压橇，分别用于对去昆仑燃气潮州高压管网项目、昆仑燃气支线用户天然气压力和流量的控制， 1 用 1 备设置。

(6) 计量系统

站内分输支路设置 1 套计量橇，用于计量去分别用于对去昆仑燃气潮州高压管网项目、昆仑燃气支线用户分输用户的天然气，计量橇各设置 2 路超声波流量计，1 用 1 备。

(7) 自用气处理橇

站内设自用气处理橇 1 套，对燃料气进行过滤、加热、调压、计量。为站内燃气发电机和常生活供燃料气。

(8) 放空、排污系统

站内放空系统采用具有节流截止功能的放空阀，各放空管线通过放空汇管连接至放空立管集中放空，新建放空立管。清管设备和汇气管道上设

置排污截止阀，排污罐采用密闭带压排放方式，新建排污罐。

2.7.2.5　漳州分输清管站

漳州分输清管站位于福建漳州市芗城区石亭镇境内，与西三线东段干线漳州分输清管站合建。闽粤支干线的收发球区及相应设备(发球筒及相应阀门)为本工程范围，其余均为西三线东段工程范围。

1)　主要流程及功能设置

(1)　正常输送流程

西三东漳州分输站来气经出站管线去下游潮州分输站。

(2)　清管器发送

站内设置清管器发送流程，可向下游干线管道发送清管器。

(3)　辅助流程

站内的辅助流程主要为事故状态及维修时的放空。

2)　主要工艺设施

(1)　清管设备

站内设置一个DN800的发球筒。

(2)　紧急截断系统

为了减少事故状态下天然气的损失和保护站场安全，在站场进、出站管线上设置紧急切断阀(ESD)，用于ESD状态下的站内天然气放空。

(3)　放空系统

站内放空系统采用具有节流截止功能的放空阀，放空管线连接至原西三东漳州分输清管站放空系统。

各站主要输送流程见表2.7-2。

表 2.7-2　各站主要输送流程

站场名称	所在地理位置	天然气正常输送流程
广州(增城)分输清管站	广东广州增城市鸡心岭	西二线广深支干线 6#阀室→本站→河源分输清管站
河源分输清管站	广东河源市源城区埔前镇莲塘岭村	广州(增城)分输清管站→本站→河源市分输用户(河源新奥燃气、河源华润燃气、广东中油道格拉斯供气用户)、揭阳分输清管站
揭阳分输清管站	广东省揭阳市揭东区玉湖镇洋边村	河源分输清管站→本站→揭阳市分输用户(昆仑燃气揭阳支线、梅州中国燃气用户)、潮州分输清管站
潮州分输清管站	广东省潮州市潮安县登塘镇黄竹径	揭阳分输清管站→本站→潮州市分输用户(昆仑燃气潮州高压管网供气)
漳州分输清管站	福建漳州市芗城区石亭镇	西三线东段干线漳州分输清管站→本站→潮州分输清管站

2.7.3　站场设备

各站场主要设备详见表 2.7-3。

表 2.7-3　各站主要设备

序号	设备及规格	单位	广州(增城)分输清管站	河源分输清管站	揭阳分输清管站	潮州分输清管站	漳州分输清管站
一	过滤分离设备						
1	过滤分离器	台	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1
二	清管设施						
1	清管器收发设备	套	1	1	1	1	1
三	放空系统						
1	放空立管(DN300，高 15m)	套	1	1	1	1	1
四	排污罐						
1	$10m^3$排污罐	台				1	
2	$20m^3$排污罐	台	1	1	1		

2.7.4　站场给排水

2.7.4.1　水源及用水量

1)　水源

(1)　广州(增城)分输清管站

广州(增城)分输清管站位于广东省增城市光辉村，距该站约 50m 处有当地给水主管线 1 条，接入点管径为 dn100，水压为 0.3MPa，供水量可满足该站最高日用水量需求，广州(增城)分输清管站给水依托该给水管线。

(2)　河源分输清管站

河源分输清管站位于广东省河源市源城区埔前镇，距该站约 50m 处有当地市政给水管网，接入点管径为 dn150，水压为 0.15MPa，河源分输清管

站给水依托该市政管网。

(3) 揭阳分输清管站及维修队

揭阳分输清管站及维(抢)修队位于广东省揭阳市揭东区玉湖镇赤龙围村，距该站约 30m 处有当地市政给水管网，接入点管径为 dn200，水压为 0.2MPa，揭阳分输清管站及维(抢)修队给水依托该市政管网。

(4) 潮州分输清管站

潮州分输清管站位于广东省潮州市潮安区登塘镇黄竹径村，站场周围无供水管网可以依托，拟建站址附近地下水源丰富，水质良好，单井出水水量均可达 10m^3/h，井深在 100m 以内，该站场采用地下水作为水源。

2) 用水量

各站用水统计见表 2.7-4。

表 2.7-4 各站用水量

给水类别	水量	水质标准	备注
生活用水	3.15m^3/d	符合《生活饮用水水质卫生规范》	各站定员 9 人，用水量按 350L/人·d 考虑。
设备冲洗水	3.0m^3/次		
绿化用水	5.0m^3/d		包括绿化、浇洒道路
其它用水	4.0m^3/d		未预见水量及管网漏失水量
最高日用水量	15.15m^3/d		

2.7.4.2 排水

1) 排水方案

各站场排水均采取雨污分流制排水方式。各新建站场综合值班室、门卫等产生的生活污水通过埋地排水管道收集，以标准坡度重力流排入化粪池进行预处理，之后排入站场新建的生活污水处理装置进行生化处理，再经深度处理后，排入站内污水集水池，用作站内绿化或道路浇洒。生产废水主要为设备场地冲洗水，水量很小，在站内无组织排放。

2) 排水量

本工程各站统计见表 2.7-5。

表 2.7-5 各站排水统计

污水类别	污水来源	排水规律	污水量	污水水质	备注
生产废水	设备场地冲洗水	间歇	2.4m³/次	含少量泥沙	1 周 1 次
生活污水	粪便污水及洗涤污水	间歇	2.8m³/d	含 N.P 等	
合计			5.2m³/d		

2.8 自动控制

闽粤支干线作为西三线的支干线，自控水平与西气东输三线管道工程的自控水平保持一致，采用以工业控制计算机为核心的监控与数据采集系统，即 SCADA 系统。由设置在北京的中国石油油气管网调控中心作为主调度控制中心，廊坊调度控制中心作为备用调度控制中心，负责该管道的集中监控、优化运行和统一调度管理。

福建段由西气东输管道公司厦门管理处负责运行管理，东段由西气东输管道公司广东管理处负责运行管理。在西气东输管道公司所属的厦门管理处、广东管理处设置显示终端，监视所属站场的运行情况。

根据输送工艺的情况，在各站场分别设置站控系统，在需要进行远控的监控阀室设置远程终端装置 RTU，在需要进行远程监视的线路阀室设置截断阀远程监视集成设备，由 SCADA 调度控制中心负责对该输气管道各站、监控阀室、监视阀室及阴极保护站等的远距离数据采集、监视控制、安全保护和统一调度管理。本工程除站控系统外，还相应设置安全度等级暂定为SIL2 级的安全仪表系统、可燃气体检测与报警系统、火灾检测与报警系统。电力系统的监控数据与阴极保护监控系统的数据也纳入到自控系统中。

与站场和监控阀室合建的各阴极保护站的相关阴极保护数据通过站场控制系统或监控阀室 RTU 实现数据上传，由调控中心进行统一调度管理；与监视阀室合建的各阴极保护站的相关阴极保护数据通过设置 RTU 实现数据上传，由调控中心进行统一调度管理。

整个输气管道工程 SCADA 系统的控制分为三级：

第一级为调度控制中心级。该级具有对全线及各站场进行监控、调度管理和优化运行等功能。

第二级为站场控制级。即分别设置在站场、监控阀室和阴极保护站的

自动化系统，是 SCADA 系统的基础部分。它可实现对站内工艺变量及设备运行状态的数据采集、监视控制及联锁保护。

第三级为就地控制级。是指站内单体设备或子系统的就地独立控制，也包括可就地进行开、关操作阀门的控制。

SCADA 系统的控制权限由调度控制中心确定，经调度控制中心授权后，才允许操作人员通过站控系统或 RTU 对各站进行授权范围内的工作。正常情况下，各站场由调控中心对其进行远方控制、管理；当数据通信系统发生故障或调度控制中心计算机系统发生故障或调度控制中心出现不可抵御的灾害时，第二级控制即站控制室获取控制权，可对站内生产工艺过程进行全面监控；当进行设备检修或事故处理时，可采用就地手动操作控制，即实现第三级控制。

2.9 消防

根据《石油天然气工程设计防火规范》GB50183-2015 站场分级规定，本工程站及末站为五级站。

2.9.1 消防方案

1) 扑灭天然气火灾的根本措施在于切断气源，本工程沿线各站的工艺装置已充分考虑了气源切断装置的可靠性和灵活性。

2) 根据《石油天然气工程设计防火规范》GB50183-2015 各五级站均不设消防给水系统。

3) 根据《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005 各站及阀室均配置一定数量的便携式灭火器材。

4) 与地方消防部门紧密联系，设消防报警电话，最大可能地调用当地的消防力量。

2.10 站场供电

管道沿线大部分地区的供电条件较好，地方电力部门能够为西气东输三线工程提供安全可靠的供电电源。

根据规范 GB50251-2015《输气管道工程设计规范》、GB50052-2009《供配电系统设计规范》，确定各站按二级负荷考虑，电源可由就近电网供电。

2.11 土地占用情况

本工程占地分为永久占地和临时占地，永久占地主要是站场、阀室、

标志牌及里程桩占地，临时占地主要为施工作业带、临时施工便道等。

本工程永久占地 47.0669×10^4㎡，不涉及基本农田，临时占地 1492.8×10^4㎡，其中涉及基本农田 496.4×10^4㎡，详见表 2.11-1。

表 2.11.1　土地占用情况(10^4m^2)

序号	行政区划		永久占地						临时占地	
			站场	阀室	伴行路	整修伴行路	警示牌标志桩	渣场	施工带	临时施工便道
1	广东	广州市	2.7	0	0	0	0.345	0	50.4	4.1197
		惠州市	0	1.0795	0	0		2.9843	204	16.6748
		河源市	2.7022	1.471	0	0		0.6085	252	20.5983
		梅州市	0	1.3208	0	0		9.9153	206.4	16.871
		揭阳市	3.7725	1.0816	0	0		4.0605	204	16.6748
		潮州市	2.7255	1.4422	0	0		0	206.4	16.871
2	福建	漳州市	0	1.3208	0	0		9.5372	256.8	20.9906
小计			11.9002	7.7159	0	0		27.1058	1380	112.8
合计			47.0669						1492.8	

2.12 组织机构及人员编制

2.12.1 组织机构

西三线闽粤支干线充分利用中国石油西气东输管道公司在管道沿线已有的管理资源，预设的管理处全部依托西气东输管道公司已有相关管理处进行运营管理。闽粤支干线管道福建段依托配套西三线东段(吉安-福州)建设而新成立的厦门管理处进行运行管理，广东段则全部依托已有的广东管理处进行运行管理。区域管理处的具体设置情况见表 2.12-1。

表 2.12-1 区域管理处设置情况

所属管道公司	管理处	管理范围
西气东输管道公司	广东管理处(依托)	广东境内干线、支线及站场
	厦门管理处(依托)	福建境内干线、支线及站场

2.12.2 人员编制

本工程总定员人数为 97 人，一期工程管道建设新增定员 77 人，二期工程管道建设新增定员 20 人。

表 2.12-2 新增人员配置

序号	站场	新增人数	备注
(一)	闽粤支干线一期(广州增城-潮州)		
1	广东管理处	15	机关管理人员
2	广州(增城)分输清管站	12	在广深支干线 6"阀室围墙外邻建
3	河源分输清管站	12	新建站
4	揭阳分输清管站	12	新建站
5	揭阳维修队	14	新增
6	潮州分输清管站	12	新建站
	一期工程小计	77	
(二)	闽粤支干线二期(潮州-漳州)		
1	揭阳维抢修队	16	在一期已设揭阳维修队的基础上，随二期管道扩建
2	漳州分输清管站	4	该站内闽粤支干线工程的工艺区主要依托厦门管理处漳州分输清管站运行管理,在该站为闽粤支干线福建段增加管道保护人员 4 人，两班倒。
	二期工程小计	20	
	一期、二期工程合计	97	

2.13 清洁生产

2.13.1 输送介质的清洁性分析

本项目输送介质为天然气。天然气既是清洁的原料，也是洁净、高效、优质、安全的清洁能源，其热值高，常见燃料的发热量见表 2.13-1。

表 2.13-1 常用燃料的发热量(kJ/kg)

燃料名称	标准煤	焦炭	石油	煤油	柴油	汽油	天然气
发热量	29308	29726	41031～43961	46055	42705	46055	32657.3～46264.4

由表 2.13-1 可知，单位质量天然气发热量高于单位质量煤、焦炭的发热量，与汽油、柴油的单位质量发热量相当。

作为清洁燃料，天然气在燃烧过程中只产生 CO_2 和水，对大气环境影响很小，因此广泛用于民用燃料、工业燃料和发电。与煤相比，天然气不含灰份，其燃烧后产生的 NO_x 仅为煤的 19.2%，产生的 CO_2 仅为煤的 42.1%，极大地降低了对环境空气的污染。

2.13.2 原辅材料的清洁性分析

本工程管道外防腐层选用环氧粉末聚乙烯复合结构(三层 PE)，与过去曾普遍使用的煤焦油沥青防腐材料相比，这种材料有较明显的优势，具体对比情况见表 2.13-2。

表 2.13-2 两种防腐材料对比

	三层 PE	煤焦油沥青
优点	绝缘性能好，耐磨、耐温度变化，吸水率低，耐植物根茎穿透，耐冲击，使用寿命长	防腐性能好，耐酸、碱、盐及微生物腐蚀，吸水率低，不怕植物根扎，使用寿命长
缺点	耐老化性能较差，与焊缝结合力较差，耐阴极剥离性能较差，补口、补伤工艺复杂，费用高	绝缘电阻不高、机械性能差，低温发脆、易污染环境，不耐土壤应力，抗冲击力差，维修工作量大

煤焦油沥青防腐材料最主要的缺点是在生产、涂敷使用过程中会产生对人体及环境有害的沥青烟，敷设在地下的管道，防腐层内的有害物质还会为地下水浸出，污染地下水；而三层 PE 就不存在这个问题。

因此本工程防腐材料的选择满足清洁生产的要求。

2.13.3 输送工艺及生产设备的清洁性分析

2.13.3.1 输送工艺

1） 优化工艺方案，减小能源消耗

(1) 设计压力为 10MPa，减少了沿线的压降损失，在距离长、输量大的情况下，运行压力高，输气经济，可大大降低能耗。

(2) 优化工艺参数，选择合适的压缩比，合理布设中间站，减少中间燃料消耗。

(3) 采用内涂层输送工艺，降低管道摩阻，根据经验，可提高管道输量 6%～10%，最多达 18%，或在相同输量下，降低管输能耗 27%。

(4) 通过管道完整性管理，不仅可以大大降低管道事故发生率，而且能够避免不必要和无计划的管道维修和更换，不仅可以降低输气管道的天然气损耗，提高管输经济效益，而且降低管道运行风险，具有巨大的社会效益和环境效益。

2） 设置截断阀，减少输气管道的天然气损失

通过设置截断阀，将全线管道分成不大于 24km 的若干小段。在管道发生断裂或重大泄漏时，通过截断阀内压降速率感测系统，事故段两端的截断阀自动关闭，将管输天然气的损失减小至最低程度。同样管道检修时，也可通过关闭检修段上下游截断阀，来减小天然气的放空量，将管输天然气的损失限制在局部范围内。

3） 采用密闭不停气清管流程，减少清管作业时天然气放空损耗

本工程工艺站场采用半自动密闭清管流程，在清管操作时，实现不停气清管，避免清管过程中天然气大量放空。通过合理设置清管作业放空管段的长度，减少清管过程中的天然气放空损耗。

4） 采用节能设施，减少各输气站场的能耗

(1) 选用密封性能好、使用寿命长、能耗少的阀门和设备，避免或减少阀门等设备由于密封不严产生天然气泄漏及耗电量大而造成的能源损耗；

(2) 供电系统合理化、选用高效节能的电气设备和节能型灯具，以达到节能目的；

5） 采用合理的防腐方式，保证管道运输的安全性

本工程将采用防腐层和阴极保护联合保护的方案对管道进行保护，保证管道的长期安全运转。本工程管道外防腐层全线采用环氧粉末聚乙烯复

合结构(三层 PE)。一般地段埋地管线采用普通级三层 PE，穿越铁路、公路、河流、山体等处管线采用加强级三层 PE 防腐。合理的防腐方式减少了由于管道腐蚀引起事故发生的可能性。

6) 采用管道完整性管理，提高整体运营水平

通过管道完整性管理，不仅可以大大降低管道事故发生率，而且能够避免不必要和无计划的管道维修和更换，不仅可以降低输气管道的天然气损耗，提高管输经济效益，而且降低管道运行风险，具有巨大的社会效益。

通过采取以上先进的输送工艺技术，本工程天然气输送的单位能耗为 3.102MJ/10^4m^3·km，与国内同类输气管道相比，能耗达到了国内长输管道的技术水平；美国输气管道每输送 1000km 的天然气，单位周转量综合能耗指标为 8.9MJ/10^4m^3·km；原西德《西德煤气供应技术手册》(1990 年版)规定：对于洲际(5000 km)输气管道，燃气消耗量占管道输气量的比例为 10%。与上述国外输气管线相比，本管道工程能耗指标处于世界先进水平，满足清洁生产的要求。

2.13.3.2 清洁的生产设备及设施

1) 采用 SCADA 系统实施优化运行和管理

本工程站场控制使用了世界上较为先进的 SCADA 自动控制系统，使输送介质的工艺条件实现由计算机自动控制，减少了由于人工控制而产生的生产损耗；同时由于 SCADA 系统拥有事故自动报警、停车装置，当管道出现问题时能够及时切断介质输送系统，保证输气管道安全、可靠、高效、经济地运行，最大限度地减少由于事故引发的环境污染事故，减少事故停运及天然气损失，提高生产技术水平、操作效率和经济效率。

2) 设置清管装置，定期清管，提高管道输送效率

本设计中输气站场设置清管球(器)收发装置，定期清管，减小天然气输送压力损耗，提高管输效率，达到节能的目的。

从以上分析可以看出，本工程设备配置能够满足清洁生产需求。

2.14 维修及抢修

2.14.1 维护维修的主要任务

1) 一般性维护是根据操作规程对设备进行日常的维护保养。对电气、仪表、阴保、计量、通信及其操作控制系统、站场水、电、气、暖等生活设施的日常维护和修理，常用易损零部件的配制、更换。

2) 例行维修是定期对设施进行检查、修复和保养。对线路工程、站场设施及其辅助生产设施、沿线水工保护构筑物的定期检查、维护及修理。

3) 计划性检修主要是对线路截断阀室、阴极保护站、场站设备、阀门及辅助生产设备的检测与维修。

2.14.2 抢修的主要任务

抢修主要指在各种突发事故情况下，在尽可能短的时间内排除故障，恢复生产的作业过程。根据输气管道事故的严重程度和造成的影响范围将分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ级突发事件进行相应处理。

2.14.3 维抢修机构设置

该地区已经建设了广州维抢修中心、福建维抢修队等维抢修队伍，综合考虑本条管道工程维抢修作业的需要，新建揭阳维抢修队，与揭阳分输清管站合建。维抢修机构设置和管辖范围如表 2.14-1 所示。

表 2.14-1 维抢修机构设置和管辖范围

序号	机构名称	管辖范围	备注
1	广州维抢修中心	广州(增城)分输清管站——7#阀室	依托 维抢修作业
2	揭阳维抢修队	7#阀室——潮州分输清管站	新建 维抢修作业
3	厦门维抢修队	潮州分输清管站—漳州分输清管站	配合抢修作业

2.15 项目实施进度

本工程按照“整体核准，分期建设,分期验收，分期投产”原则实施，一期工程(广州增城-潮州)预计 2019 年建成，二期工程(潮州-漳州)预计 2020 年 12 月建成。

3 工程分析

本管道工程建设对环境的影响分为施工期和运行期两个阶段。施工期对环境的影响主要表现为各种施工活动对生态环境的影响；运行期对环境的影响主要是各站场排污对环境的影响，以及事故状态下的环境风险。

3.1 施工期环境影响分析

3.1.1 施工过程分析

管道施工一般可分为线路施工和站场施工,整个施工由具有一定施工机械设备的专业化队伍完成。其过程概述如下：

1) 在线路施工时，首先要清理施工现场，并修建必要的施工道路(以便施工人员、施工车辆、管材等进入施工场地)。在完成管沟开挖、铁路、公路穿越、河流穿越等基础工作以后，按照施工规范，将运到现场的管道进行焊接、补口、补伤、防腐，然后下到管沟内。

2) 建设工艺站场时，首先要清理场地，然后安装工艺装置，并建设相应的辅助设施。

3) 以上建设完成以后，对管道进行试压，然后覆土回填，清理作业现场，恢复地貌、恢复地表植被；对站场进行绿化。

管道建设的施工过程及主要影响见图 3.1-1。

3.1.2 施工期环境影响因素分析

从管道施工过程可以看出，施工期对环境的影响主要来自开挖管沟、建设施工便道活动中施工机械、车辆、人员践踏等对土壤的扰动和植被的破坏，工程占地对土地利用类型以及对农林业生产的影响；河流等穿跨越对地表水体的影响；隧道穿越等产生的弃渣可能引起的水土流失等。此外，施工期间各种机械、车辆排放的废气和噪声、施工产生的固体废物、管道试压产生的废水等，也将对环境产生一定的影响。

3.1.2.1 清理场地、开挖管沟、修筑施工便道

根据工程资料，本工程管道主要采用埋地方式敷设。在管道施工中，施工带范围内的土壤和植被都可能受到扰动和破坏，尤其是在开挖管沟约 2m～3m 的范围内，破坏严重。

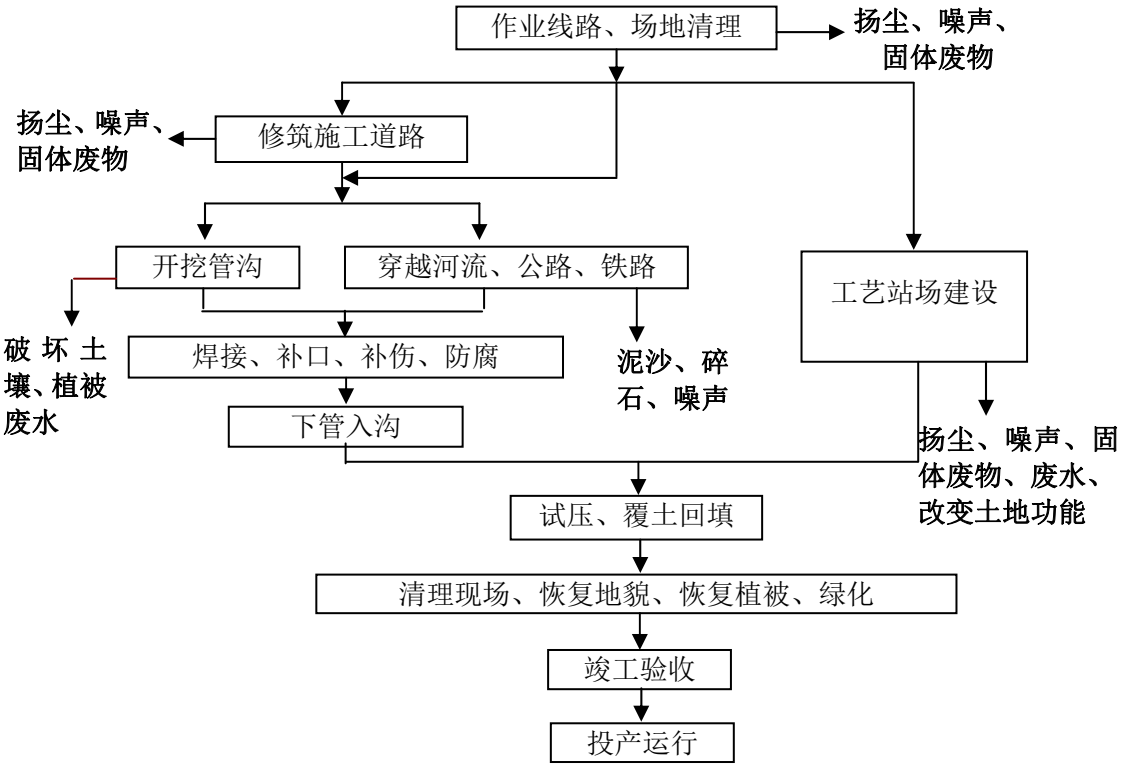


图 3.1-1　管道及站场施工流程及影响示意

本工程沿线经过了不同的地貌类型，在不同的地貌区段开挖管沟和建设施工便道产生的影响也不尽相同。

1）　低山丘陵地段

在丘陵及低山地段作业时，施工作业带宽度 20-24m。工程建设将影响农业生产，边墙恢复不当还将导致水土流失；对于林地区段，施工作业带范围内林木将被砍伐，其施工过程不仅对作业带内植被造成较大的破坏、也将产生一定量的弃石渣。这些弃石渣若处置不当，将造成水土流失和植被的破坏。

2）　平原地段

管线经过区以农田为主，开挖管沟造成的土体扰动将使土壤的结构、组成及理化特性等发生变化，进而影响农作物的生长，造成农业生产减产。

3.1.2.2　穿跨越工程

本工程穿跨越工程包括河流穿越工程、公路铁路穿越工程以及隧道工程。

1）　河流穿跨越

(1)　大开挖穿越

本工程管道大开挖方式穿越的河流较多。大开挖方式穿越河流，适合于河水较浅、水流量较小、河漫滩较宽阔的河流，施工作业一般选在枯水期进行。当需施工作业的河流水量较大时，采取围堰导流方式施工(见图3.1-2、图3.1-3)，首先在河流一侧开挖导流渠，然后在穿越管道上下游各12m处(如管线埋深较深，可根据现场情况加大距离)修筑两条拦水坝，坝顶宽度及坡比应视河水深度、流速及河床情况而定，一般顶宽 3m，设备通道的筑坝顶宽应为 5m，坡比 1：2。坝体高于水面 1m，坝体平均高度为 4m。上下游拦水坝均采用麻袋或草袋装土砌筑，坝体的外侧为麻袋内侧为草袋。考虑到坝体的防渗功能，可在两条坝的迎水面上用无纺布作防渗层，在施工期间派人定时进行巡检，防止有河水将坝体冲垮。完成围堰后，立即用抽水泵将围堰内的明水进行强排。

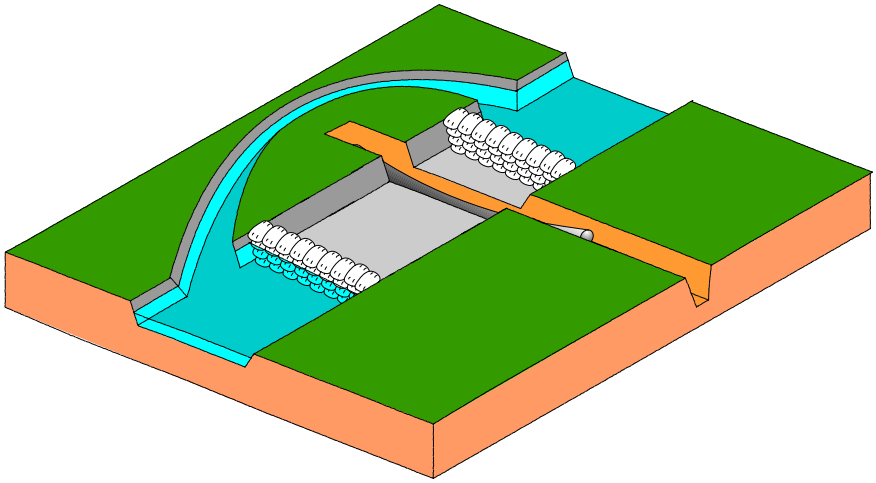


图 3.1-2　围堰导流穿越河流

大开挖方式穿越河流的主要影响表现为增加河水泥沙量，管沟回填后，多余的土石方处置不当，会造成水土流失。施工中应选在枯水期进行。采用管段上加混凝土压块进行稳管处理，管道埋深在河底稳定层中，管顶埋深约在冲刷层以下 0.5m，回填物由下至上由细到粗，河床底砌筑干砌片石，两岸陡坡设浆砌块石护岸。另外，大开挖穿越河流、沟渠的影响还表现为增加河水泥沙量，管沟回填后，多余的土石方处置不当，会造成水土流失或阻塞河道。

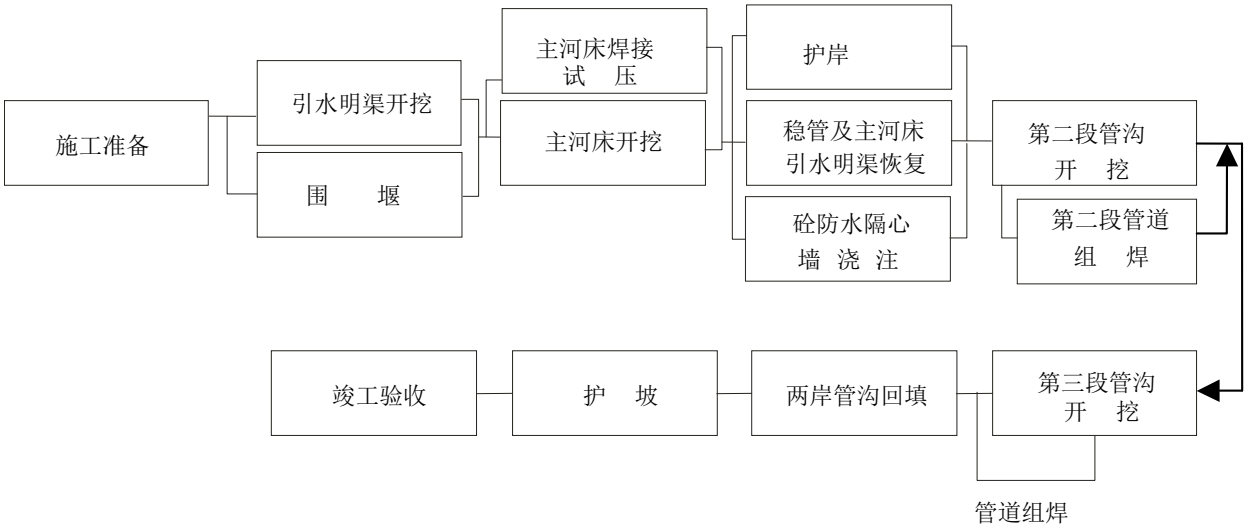


图 3.1-3　导流明渠穿越河流施工流程

(2)　定向钻穿越

定向钻穿越大中型河流是目前较为常见的技术方法，是应用垂直钻井中所采用的定向钻技术发展起来的。其施工方法是先用定向钻机钻一个导向孔，当钻头在对岸出土后，撤回钻杆，并在出土端连接一个根据穿越管径而定的扩孔器和穿越管段。在扩孔器转动(配以高压泥浆冲切)进行扩孔的同时，钻台上的活动卡盘向上移动，拉动扩孔器和管段前进，使管段敷设在扩大了的孔中，详见施工示意图 3.1-4～图 3.1-6。

定向钻系统主要包括钻机、动力源、泥浆系统、钻具、控向测量仪器及重型吊车、推土机等辅助设备。其穿越施工场地要求较大，一般场地长度应满足管段(8m/根～12m/根)的组装要求；施工机具庞大，大型钻机全套设备总重量达 115t；对运输车辆和道路也有一定的要求。一般定向钻施工的出、入场地平面布置见图 3.1-7～图 3.1-8。

定向钻穿越可常年施工，不受季节限制；工期短，质量好，不影响河流通航和防洪，可保证埋深；对水生生物和河流水质均不会造成影响。但定向钻施工也会产生一些环境问题，主要包括：施工场地的临时占地(预计需临时占地 2000m^2)；施工现场的钻屑沉淀池和泥浆收集池有可能泄漏污染水体；施工结束后还将产生废弃泥浆和钻屑(估计产生废钻屑 550m^3；废弃泥浆以全部泥浆用量的 40%计，为 200m^3～226m^3)。

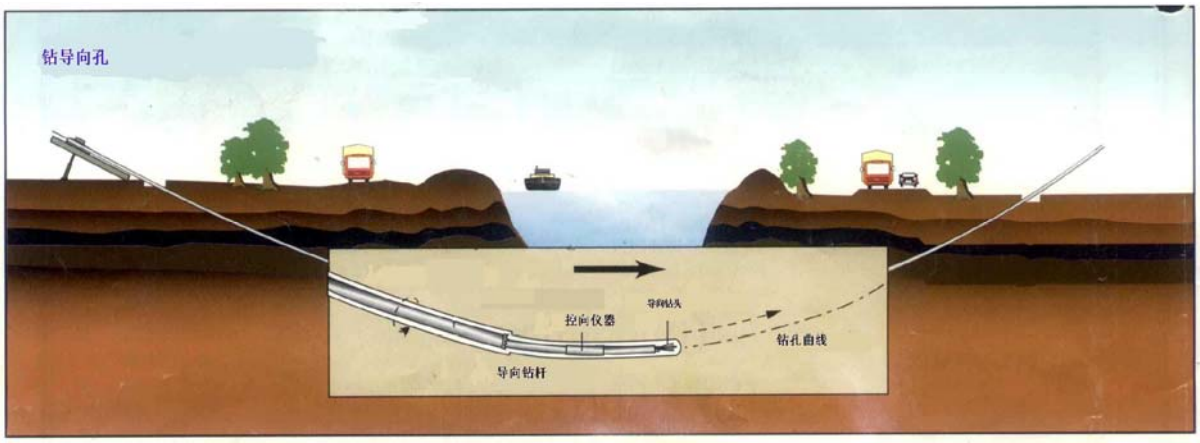


图 3.1-4　钻导向孔示意

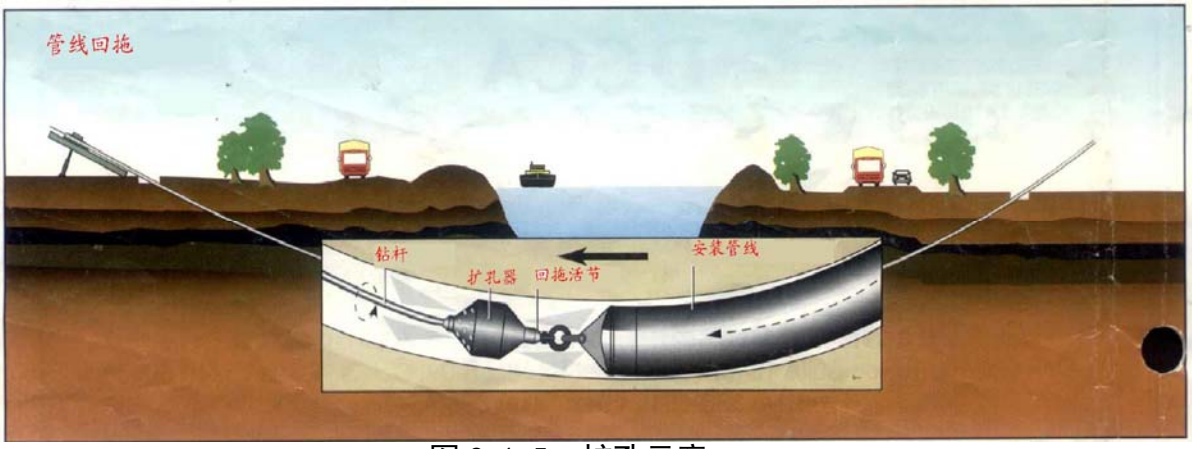


图 3.1-5　扩孔示意

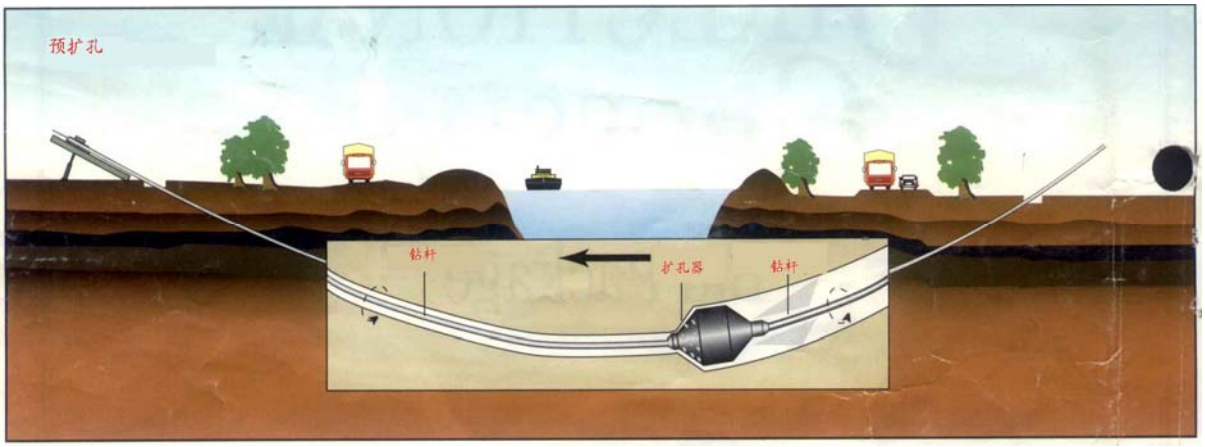


图 3.1-6　管线回拖示意

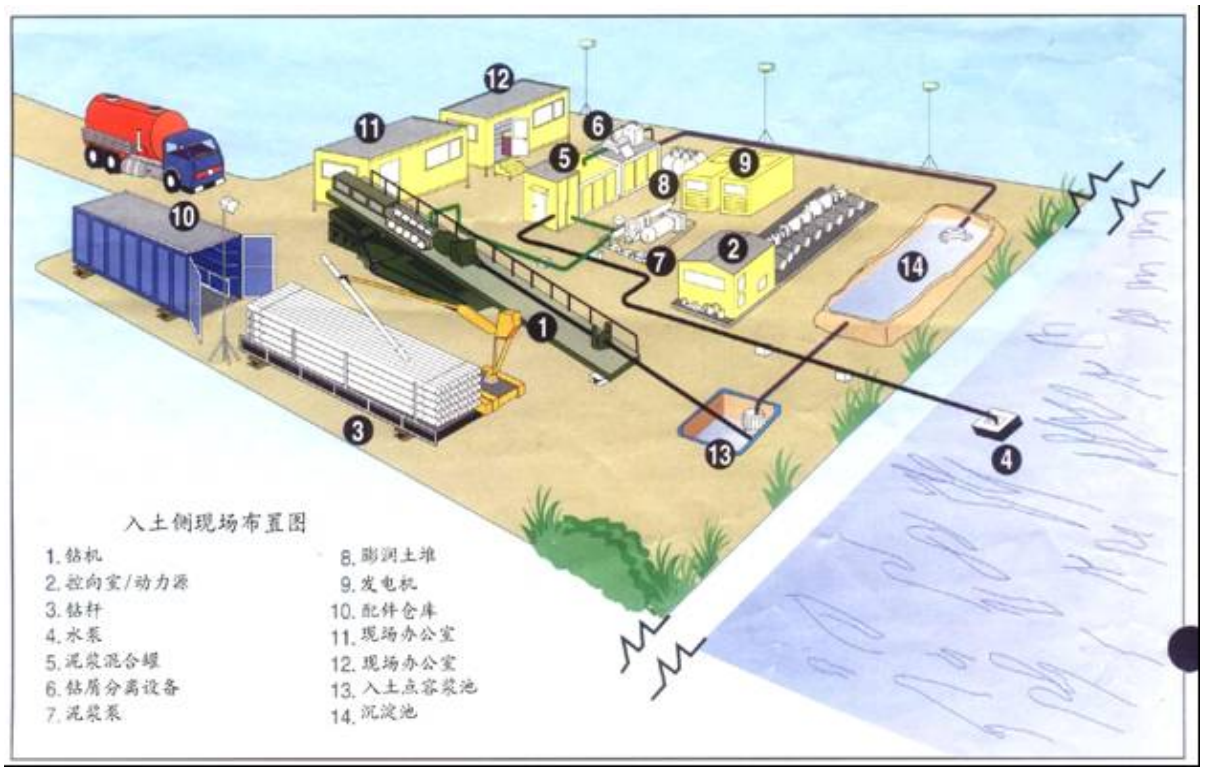


图 3.1-7　入土场地示意

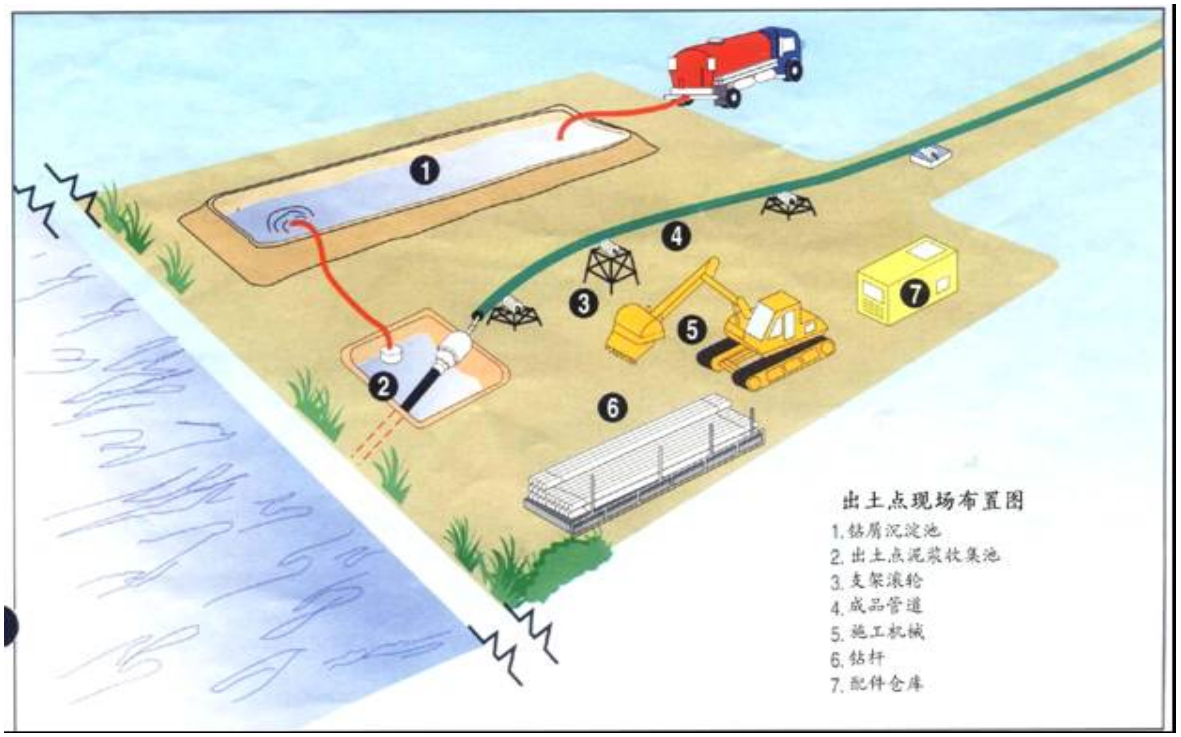


图 3.1-8　出土场地示意

施工所用泥浆的主要成分是膨润土和少量(一般为 5%左右)的添加剂(羧甲基纤维素钠 CMC)，按固废分类标准为一般固废。钻屑和废弃泥浆一旦进入水体会使河水中悬浮物显著升高，其他影响较小。对废泥浆，经当地环保部门的允许，经固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中，上面覆土，保证恢复原有地貌；对废钻屑，一般可用来加筑堤坝或平整场地，对周围环境和水体水质影响不大。

(3) 隧道穿越

隧道穿越技术已比较成熟，我国早在70年代初建设东北输油管道时，曾在抚顺市和沈阳市两次使用隧道成功地穿越了浑河；西气东输一线也在延水关采用隧道方式穿越了黄河；西气东输二线、西气东输三线也采用隧道的方式穿越长江、黄河等大型河流。隧道穿越的主要优点是便于管理和维修检查，对水生生物和河流水质均不会造成影响，并可同时进行多条管道穿越；缺点是工期长，会产生大量的弃土石方。施工临时占地和弃土石方的堆放是主要环境问题，本工程韩江和九龙江 1(西溪)采用隧道方式穿越。

2) 公路、铁路穿越

铁路穿越采用顶箱涵方式敷设，高速公路及高等级公路采用顶管方式敷设。顶管/顶箱涵法施工是在地下工作坑内，借助顶进设备的顶力将管子或箱涵逐渐顶入土中，并将阻挡管道向前顶进的土壤，从中用人工或机械挖出。这种方法比开槽挖土减少大量土方，并节约施工用地，特别是要穿越建筑物时，采用此法更为有利。施工中除产生少量的弃土外，对环境影响不大。低等级路采用大开挖方式施工，将造成短时交通影响和少量弃土。管道穿越公路、铁路施工方式断面示意分别见图3.1-19—图3.1-11。

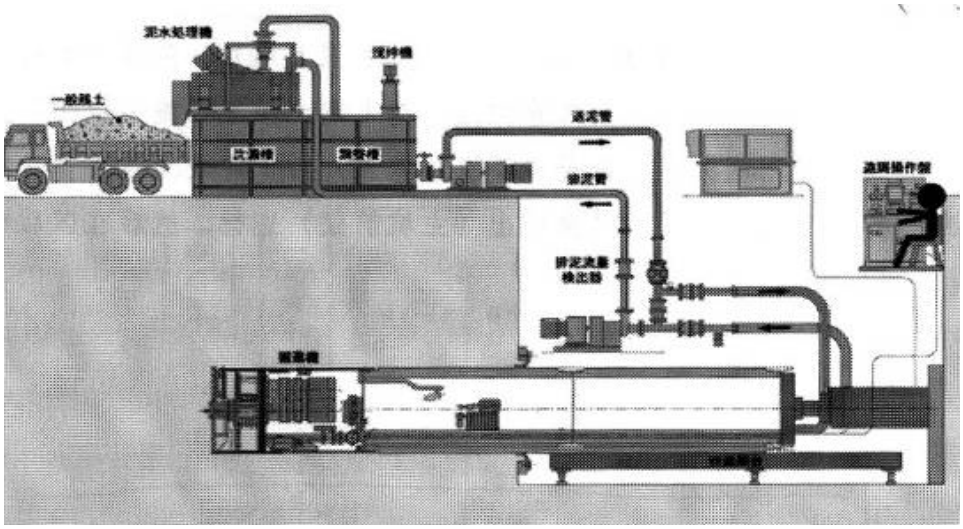


图 3.1-9　顶管穿越示意

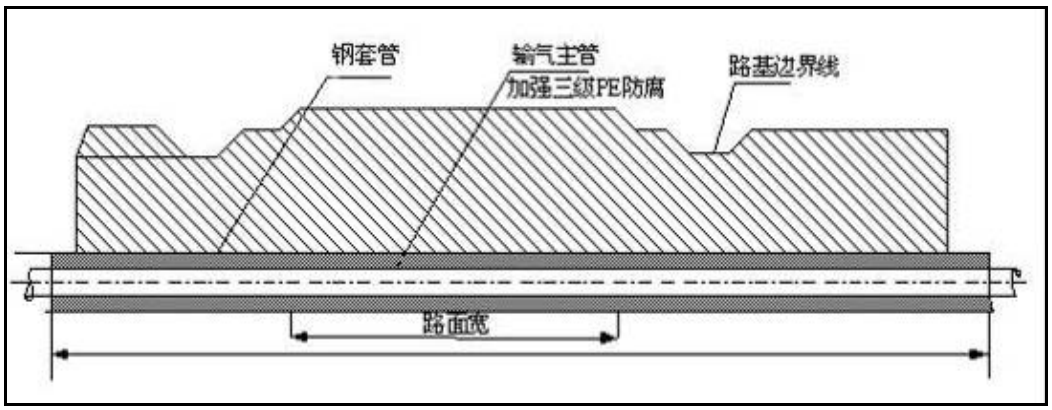


图 3.1-10　公路穿越施工方式断面示意

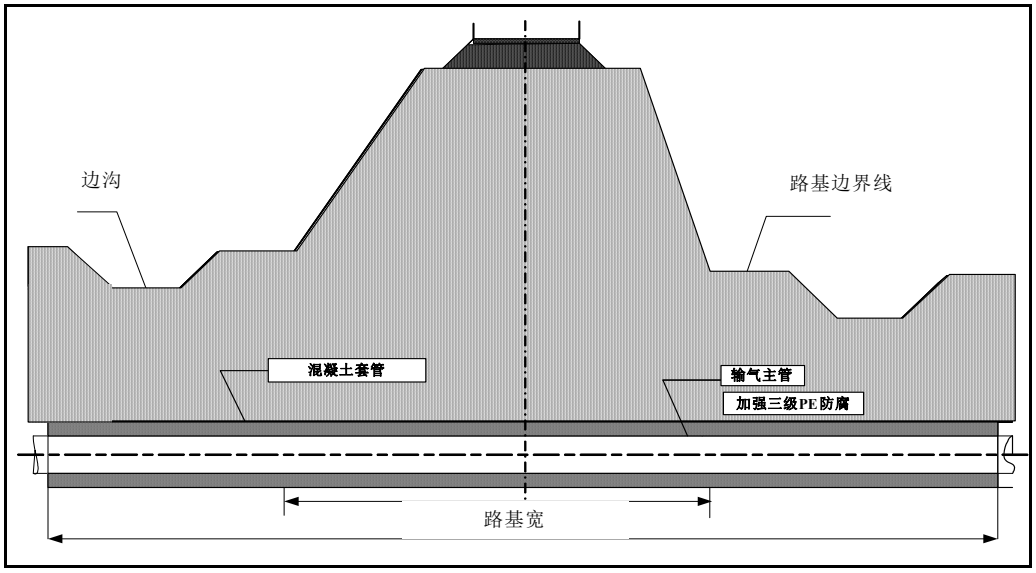


图 3.1-11　铁路穿越施工方式断面示意

3) 山体隧道穿越

隧道建设期间需要修建引道路基与施工便道、开挖洞口边坡以及就地取材，开采建设用的石料，这些工程都需要开挖山体，损害原有植被，导致水土流失，并且对山体造成扰动，有可能引发滑坡、崩塌等地质灾害，破坏自然环境。并有可能对社会环境也产生一定的影响，如占用耕地等。

隧道开挖中产生的大量弃渣如果堆积处理不当，将占用土地资源，破坏原有地貌，引起泥石流，产生水土流失。隧道的建设材料及弃渣主要依靠汽车运输，如果管理不善将在运输沿线产生抛洒、烟尘污染。

在地下水发育地区，隧道的开挖有可能破坏地下水径流，造成周围地下水位下降，破坏生态。隧道施工中如发生塌方冒顶，或在地表产生裂缝，隧道发生涌水，影响隧道顶地表的自然环境。

3.1.2.3 站场阀室建设

站场、阀室的建设，将永久占用一定数量的土地，改变了土地使用功能，对农业生产造成一定的影响。本工程将永久占地 47.07hm^2。

3.1.2.4 其他影响

包括施工机械、车辆产生的噪声、管道试压水等。

1) 施工机械、车辆与噪声

目前我国管道建设施工中使用的机械、设备和运输车辆主要有：挖掘机、推土机、轮式装载车、吊管机、各类电焊机、柴油发电机组等。各种施工机械及车辆的噪声情况参见表 3.1-1(表中数值为陕京输气管道施工现场测试值)。由于管道属于线性工程，局部地段的施工周期较短，因此，施工产生的噪声只对局部环境造成短时影响。

表 3.1-1 管道工程施工机械噪声测试值

序号	机械、车辆类型	测点位置(m)	噪声值(dB(A))
1	挖掘机	5	84
2	推土机	5	86
3	电焊机	1	87
4	轮式装载车	5	90
5	吊管机	5	81
6	冲击式钻机	1	87
7	柴油发电机组	1	98

2) 管道试压

管道试压管段最大为 24.1km，一般采用清洁水，管道试压后每段排放的最大废水量约 $1.25\times10^4m^3$，水中的主要污染物为悬浮物，处置方式一般是经沉淀池沉淀后，经当地环保部门同意，选择合适地点排放。

3） 施工营地

本工程全线不设施工营地，施工队伍全部依托当地社会资源。

施工期施工产生的主要环境影响汇总于表 3.1-2。

表 3.1-2 施工期主要环境影响

主要施工活动	主要影响	影响范围或产生量
清理施工带、开挖管沟、修建施工便道	1 临时占地改变土地使用功能 2 土壤扰动将使土壤的结构、组成及理化特性等发生变化 3 植被遭到破坏，农业损失、林地被砍伐等 4 弃土处置不当会产生水土流失	影响局限在施工带(20-24m)范围内
河流穿越	1 河流大开挖施工可能污染水体、弃土不当堵塞河道 2 定向钻施工将临时占用土地，并将产生弃土和废弃泥浆 3 隧道施工将临时占用土地，并将产生大量弃土	弃土(用于筑路)，废弃泥浆干化后覆土掩埋恢复种植
山体隧道穿越	1 对山体造成扰动，有可能引发滑坡、崩塌等地质灾害，破坏自然环境。 2 弃渣如果堆积处理不当，将占用土地资源，破坏原有地貌，引起泥石流，产生水土流失。 3 隧道的建设材料及弃渣如果管理不善将在运输沿线产生抛洒、烟尘污染。 4 在地下水发育地区，隧道的开挖有可能破坏地下水径流，造成周围地下水位下降，破坏生态。 5 隧道施工中如发生塌方冒顶，或在地表产生裂缝，发生涌水，影响隧道顶部地表的自然环境。	施工区及地下水下游地区
建设站场	改变土地使用功能，使耕地、林地面积减少或影响其他功能	站场征地范围内
管道试压、施工机械冲洗	水体可能受污染	试压废水排放量≤$1.25\times10^4m^3$
施工活动	产生噪声、扬尘、汽车尾气、施工机械废气	局部影响
施工人员活动	产生生活污水、生活垃圾	管道沿线作业区内

3.1.3 施工期“三废”污染源及影响分析

1） 废气

施工废气主要来自地面开挖、隧道施工和运输车辆行驶产生的扬尘以及施工机械(柴油机)排放的烟气。

由于开挖埋管过程为逐段进行，施工期较短，在加强管理的情况下，开挖过程产生的扬尘等污染物对环境的影响较小。

除开挖施工外，管线在定向钻和顶管穿越等大型机械施工中，由于使用柴油机等设备，将有少量的燃烧烟气产生，主要污染物为 SO_2、NO_x、C_mH_n

等。由于废气量较小，且施工现场均在野外，有利于空气的扩散，同时废气污染源具有间歇性，因此对局部地区的环境影响较轻。

2) 废水

管道施工期废水主要来自施工人员在施工作业中产生的生活污水、管道安装完后清管试压排放的废水以及隧道施工过程产生的废水。

(1) 生活污水

施工人员生活污水产生量按 75L/人·日计算，COD 浓度按 300mg/L 计算。根据类比调查，一般地段管线施工生活污水和 COD 排放量分别为 $26m^3/km$ 和 7.8kg/km。在隧道施工地，施工速度为 15m/d 左右，生活污水和 COD 排放量分别为 $321m^3/km$ 和 96.4kg/km。根据以往施工经验，施工队伍的吃住一般租用当地民房，同时施工是分段分期进行，具有较大的分散性，局部排放量很小，因此施工期生活污水主要依托当地的生活污水处理系统；本工程不设施工营地，主要依托沿线社会资源，生活污水依托当地污水处理系统处理。

(2) 清管、试压排水

管道工程分段试压前应采用清管器进行清管，并应不少于两次。清管扫线应设置临时清管器收发设施，并不应使用站内设施。清管扫线的合格标准：管道末端排出的水必须是无泥沙、无铁屑的洁净水，清管器到达末端时必须基本完好。

管道工程分段试压以测试管道的强度和严密性，试压介质为洁净水，以高点压力表为准。一般地段试验压力：强度试验压力为 1.25 倍设计压力，稳压 4h；严密性试验压力为 1.1 倍设计压力，稳压 4h。穿越大、中型河流、铁路、二级(含)以上公路、高速公路的管段，应单独进行试压：强度试验压力为 1.5 倍设计压力，稳压 4h；严密性试验压力为 1.1 倍设计压力，稳压 4h。

管道工程清管、试压一般采用无腐蚀性的清洁水进行分段试压，可重复利用，试压用水重复利用率可达 50%以上。本项目管道工程每段清管试压最大用水量为 $1.25\times10^4m^3$。

(3) 隧道施工废水

隧道施工废水经隧道洞口沉淀池、收集、处理后回用于施工或场地降

尘洒水，隧道涌水经沉淀池沉淀后用于施工，多余部分涌水经监测合格后运至当地环保部门许可的地点放置处理。所以，隧道施工废水妥善处理后对地下水水质影响较小。

3) 固体废物

施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、钻屑及废弃泥浆、工程弃土、工程弃渣和施工废料等。

(1) 生活垃圾

施工人员生活垃圾产生量按 1.1kg/人·日计算。根据类比调查，一般地段管线施工生活垃圾产生量为 0.38t/km。在采用钻爆隧道施工地，生活垃圾的产生量为 4.7kg/km。本项目施工期施工人员产生的生活垃圾经分段收集后，依托当地职能部门处置；无依托时，施工营地排放的生活污染物统一收集后，送至当地环保部门指定地点。

(2) 废弃泥钻屑及浆

本项目大、中型河流穿越主要采用隧道、定向钻等技术。定向钻施工需使用配制泥浆，其主要成份为膨润土，含有少量 Na_2CO_3，施工过程中泥浆可重复利用，到施工结束后剩余泥浆(约为泥浆总量的 40%)，经当地环保部门的允许，经固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中，上面覆土，保证恢复原有地貌；对废钻屑，一般可用来加筑堤坝或平整场地，对周围环境和水体水质影响不大。

(3) 施工废料

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条、防腐作业中产生的废防腐材料及施工过程中产生的废混凝土等。根据类比调查，施工废料的产生量约为 0.2t/km，本项目施工过程产生的施工废料量约为 115t。施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。

(4) 工程弃土、弃渣

施工过程中土石方主要来自管沟开挖、穿跨越、修建施工便道和伴行道路以及输气工艺站场。本工程在建设中土石方量依据各类施工工艺分段进行调配，按照地貌单元及不同施工工艺分别进行平衡，尽量做到各类施工工艺及各标段土石方平衡。

本管道工程弃渣包括隧道施工、管道施工作业带、修建和整修伴行道

路以及修建施工便道产生的弃渣。

隧道产生土石方集中堆放在弃渣场。本管道工程土石方平衡情况详见表 3.1-3。

表 3.1-3　管道施工土石方情况统计

项目	区段	挖方(10^4m^3)	填方(10^4m^3)	余方(10^4m^3)	处置方式
一般区段	广东	163.8	142.77	21.03	平撒在施工带上或选择凹地堆放，农田区还可用于置换田埂土
	福建	74.9	69.34	5.56	
山体隧道	广东	25.06	0	25.06	填于弃渣场，最后覆土恢复植被，弃渣场设于隧道的两端
	福建	11.68	0	11.68	
河流穿越	大开挖穿越	12.14	12.06	0.08	用于河堤加固，或填至低洼地，或堆积于穿越区岸坡背水处(应与当地政府和水保管理部门协商)
	定向钻	-	-	废钻屑：1259m^3	废泥浆经固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中，上面覆土，保证恢复原有地貌;废钻屑用来加筑堤坝或平整场地
		-	-	废泥浆：195m^3	
	隧道	2.07	0	2.07	填于弃渣场，最后覆土恢复植被

3.2　运行期间环境影响分析

本管道运行期间，正常情况下对环境的影响主要来自工艺站场的排污。

3.2.1　工艺过程分析

本工程共设置 5 座站场，站场功能全部为分输清管站，主要工艺流程为天然气进入站内，经过滤分离、计量、调压后向用户分输，其余天然气经干线管道越站输送至下游。分输站站内设清管器接收、发送设备。分输站工艺污染源排放情况见图 3.2-2。

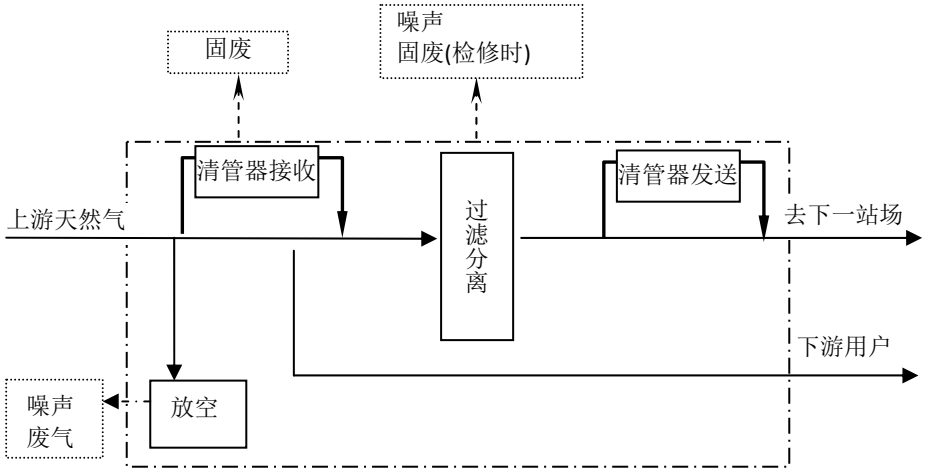


图 3.2-2　分输清管站污染工艺流程图

3.2.2　环境影响分析

3.2.2.1　大气环境影响分析

大气污染源主要为站场清管作业或事故条件下超压排放的天然气也对环境产生轻微影响。

1)　清管作业

由于管线每年进行1次～2次清管作业，清管作业时收球筒有极少量天然气将通过各站场外高15m，直径300mm的放空立管排放。清管收球作业天然气排放量约为20m^3/次。

2)　分离器检修

分离器需要定期检修，一般每年进行一次。分离器检修产生的少量天然气通过工艺站场外的放空系统直接排放。根据类比调查，每次分离器检修天然气排放量约为10m^3。

4)　超压放空

系统超压时将排放一定量的天然气。废气直接冷排，根据有关资料和类比调查，放空频率为1次/年～2次/年，每次持续时间几十秒～5min。

放空排放的天然气中主要成分为甲烷，由本工程输送的天然气性质得知，天然气中H_2S≤6mg/m^3，因此放空排放的天然气中主要污染物为总烃。

分离器检修、清管作业及超压放空时大气污染物排放情况见表3.2-2。

表 3.2-2　运行期大气污染物排放情况

序号	污染源名称	烟气排放量(m^3/h)	污染物名称	排放量(kg/h)	排放规律	排放高度
1	天然气冷排放	≤1.2×10^4	总烃	9466.286	非正常工况2～5min	15m
			非甲烷总烃	1580.571		
2	分离器检修及清管作业	≤20m^3/次	总烃	14.40	1～2次/年	/
			非甲烷总烃	0.84		

3.2.2.2　水环境影响分析

运行期产生的污水主要为生产废水和生活污水，生产废水主要污染物为悬浮物及杂质，生活污水中主要污染物为 SS、COD 等，浓度分别为100mg/L～300mg/L、250mg/L～500mg/L。

各站场排水均采取雨污分流制排水方式。各新建站场综合值班室、门卫等产生的生活污水通过埋地排水管道收集，以标准坡度重力流排入化粪池进行预处理，通过化粪池预处理后排入站场生活污水处理装置进行生化处理，然后经深度处理后，排入站内污水集水池，用作站内绿化或道路浇洒。

3.2.2.3　噪声环境影响分析

各工艺站场的主要噪声源包括分离器、调压设备、放空系统等，放空系统噪声在检修或紧急事故状态下产生。主要噪声源强见表3.2-3。

表3.2-3　工程运行期各站场主要噪声源强

序号	主要噪声设备	噪声强度范围(dB(A))	备注
1	汇气管	70～80	连续
2	过滤分离器	65～70	
3	调压系统	75～85	
4	放空系统	90～105	间断

项目拟采用的防噪降噪措施主要有：合理设计控制站内管线流速；选用低噪声设备；在站场平面布置时放空管布置在远离村庄的一侧。

3.2.2.4　固体废物环境影响分析

各站场产生的固体废物除生活垃圾外，在分离器检修(除尘)、清管收球作业时会有一定量产生。

1)　清管收球作业

管道运行期间产生的固体废物极少，主要是由天然气中的杂质对管道内壁的轻微腐蚀产物和由于输气压力变化而产生的液滴组成。有收球装置

的工艺站场在每次清管作业时将产生10kg～20kg废渣。主要成份为氧化铁粉末和粉尘，属于一般固废。定期收集清运并集中处理，对环境影响较小。

2） 分离器检修

在站场分离器检修中，是通过自身压力排尘的，需将清除的废物导入排污罐中，废渣产生量每站约为几公斤，主要成份为粉尘。该部分废物存于排污罐中，定期收集清运并集中处理，对环境影响较小。

3） 生活垃圾

各站场生活垃圾集中收集，定期送至垃圾处理场处理。

工程运行期固体废物排放情况详见表3.2-4。

表3.2-4 固体废物排放情况统计

序号	污染源名称	主要成分	产生量	类别	处理及去向
1	生活垃圾	-	29.1t/a	一般固废	集中收集，定期送至垃圾处理场处理
2	清管废渣	粉尘、氧化铁粉末	200kg/ a	一般固废	排入排污罐存放、定期清运集中处理
3	分离器检修	粉尘	25kg/ a	一般固废	

3.2.3 运行期污染物排放汇总

工程运行期间站场各类污染物排放情况见表3.2-5。

表3.2-5 运行期各站污染物排放情况汇总

名称	污染源名称	排放量	污染物名称	排放规律	处理及去向
水污染物	场地、设备冲洗水	≤2.4m³/次	机械杂质、SS	1次/周	无组织排放
	生活污水	≤2.8m³/d	NH_3-N、N、P等	间断	处理后用作绿化、农灌

大气污染物	污染源名称	排放量(Nm^3/h)	污染物名称	污染物排放量(kg/h)	排放规律	排放高度	去向
	放空立管	≤1.2×10^4	总烃	9466.286	间断	15m	大气
			非甲烷总烃	1580.571			
	分离器检修 清管作业	20	总烃	14.40	1～2次/年		
			非甲烷总烃	0.84			

噪声	主要噪声设备	噪声级(dB(A))	发生规律
	汇气管	70～80	连续
	旋风分离器	65～70	连续
	调压系统	75～85	连续
	放空系统	90～105	间断

固体废物	污染源名称	主要成分	排放量	处理及去向
	生活垃圾	-	29.1t/a	定期清运到指定地点掩埋
	清管作业废渣	粉尘、氧化铁粉末	200kg/ a	排入排污罐存放
	分离器检修	粉尘	25kg/ a	

3.3 依托工程分析

本工程漳州分输清管站与西三线东段漳州分输清管站合建，生活污水处理设施依托西三线东段已建设施，西三线东段项目于2012年7月获得环境保护部批复,2012年10月开工建设，目前已建设完成，正开展竣工环境保护验收工作。西三线东段漳州分输清管站建有一体化污水处理设备，生活污经处理达标后，首先用作站内绿化及站内道路浇洒，剩余污水用于站场周围农田、水田农灌。

本工程在漳州分输清管站新增定员 4 人，两班倒，每班两人，西三线东段漳州分输清管站已建生活污水处理设施可以依托。

4 沿线地区环境概况

4.1 区域自然环境概况

4.1.1 地形地貌

沿线地貌类型多样，有低山、丘陵、台地和平原。以低山丘陵为主，其次为平原。自东向西低山为凤凰山-大芹山低山及其余脉、莲花山、罗浮山和九连山脉，四列山脉近北东南西走向，山势较高，相对高差大。低山间相间分布河谷平原和丘陵。东北漳州平原、中部揭阳平原和西部东江、琴江和增江等河谷平原地势低，沿线地势呈坡状起伏，海拔一般在1000～80m之间。

图 4.1-1 九连山脉

图 4.1-2　揭西丘陵

图 4.1-3　河源罗浮丘陵

图 4.1-4　揭西莲花山

图 4.1-5　潮州凤凰山

图 4.1-6　漳州平原

4.1.2　气象气候

广东省位于中国大陆的最南部，属于低纬度的热带和亚热带湿润季风气候，年平均气温从北向南逐步升高，夏长冬短，各地年内雨量季节分配极不均匀，4 月～9 月为雨季。

福建省属亚热带湿润季风气候，西北有武夷山脉阻挡寒风，东南又有海风调节，温暖湿润为气候的显著特色。以福州－福清－永春－漳平－上杭一线为界，可分为中亚热带和南亚热带。其主要特征：一是季风气候显著。二是冬短夏长，热量资源丰富。三是冬暖，南北温差大；夏凉，南北温差小。四是雨、干季分明，水资源充沛。五是地形复杂致使气候多样。夏秋之交常受台风的影响。每年-6 月降水最多，夏秋之交多台风，常有暴雨。

沿线各市主要气象要素见下表。

表 4.1-1　闽粤支干线沿线气象参数

要素 \ 地名		漳州市	潮州市	揭阳市	梅州市	河源市	惠州市	增城市
气　温(℃)	多年平均	16～21	21.4	21.4	21.2～22.3	20～21	21.8	21.6
	极端最高	40.9	39	-	39.6	-	38.4	38.2
	极端最低	-7.5	-0.5	-	-2.4	-	-2.4	-1.9
年降水量(mm)	多年平均	1101～2279	1685.5	1723	1289.3	1881.8	1827.6	1960.0
	最多	3079	-	-	1712.5	-	2626.9	2691.7
	最少	-	-	-	1016.3	-	1010.8	1206.4
风　速(m/s)	多年平均	1.2～4.5	1.5～3.5	1.8	0.96	3～4	1.7	2.3
	最　大	-	52	52.1	-	40	31.3	28.6
	主导风向	NE 或 SW	N 或 S	N	-	NNW	E	N
相对湿度(%)		82	75～85	70	-	77	81.2	84
多年平均日照数(h)		1889	1986	1900	1946.1	2051.1	2014.9	1953.5
多年平均年蒸发量(mm)		1472	1232	2018	-	1393. 6	1751.2	1450.5

4.1.3　沿线主要水文概况

本段线路河流属东南沿海诸河独立水系，主要有粤东韩江、榕江水系和广东东江水系与福建九龙江等诸河独立水系。

1)　东江水系

广东东江，属珠江流域。珠江流域由西江、北江、东江及珠江三角洲诸河四个水系组成，本线路工程仅涉及东江水。珠江流域主要特点是汛期降水强度大，汇流速度快，容易形成峰高量大历时长的流域性洪水，对经济发达的珠江下游及三角洲造成严重威胁。枯水期也会连续三个月无雨或少雨，造成春旱或秋旱。管线主要通过东江水系。

东江属我国南方大河珠江的支流，在中国广东省东部，发源于江西省寻乌县、定南县、安远县。上源称寻邬水，西南流入广东省，经龙川县(汇支流浰江)，至惠州市折向西，过东莞县流入珠江，在狮子洋出虎门入海。干流全长约 523km，总落差约 440m，流域面积 32275 km^2，流量 700m^3/s。龙川县以下可通航。连接赣粤港三地，是香港特别行政区及广东

省河源、惠州、东莞、深圳、广州等城市的主要饮水资源，关系着东江流域和珠三角区域的经济发展和香港的繁荣稳定。主要支流有安远水、篛江、新丰江、秋香江、西枝江和增江等。

图 4.1-7　东江

2)　榕江水系

榕江是广东潮汕第二大河流，由南、北两河汇合而成。南河是榕江的主流，干流长 17 5km，发源于普宁市峨眉嶂山地西部后溪乡南水凹村附近的禾坑。北河全长 92km，起源于丰顺县西北部莲花山脉东南坡桐子洋村附近。榕江流域面积达3512km^2。榕江环绕揭阳市区流经汕头出海，是广东省著名深水河，可进出 3000～5000t 级货轮，直航香港和广州、上海、湛江等地。联络线主要穿越榕江南河的支流。

3)　韩江水系

韩江源出赣、闽、粤三省交界山地，经大埔县的三河坝梅江与汀江汇合后称韩江，是广东省第二大江，是潮汕最大的河流。从发源地至东溪出海口，全长 470km，落差 920m，流域总面积达 30112km^2。韩江径流主要由降雨产生，年降水量与年径流量成正比。韩江每年汛期一般为 4 月至 9 月，最高峰出现在 6 月。

图 4.1-8　韩江

4)　九龙江水系

九龙江是福建第二大河，水量丰富，年径流量稳定，年内季节性变化甚大，丰水期径流量大，枯水期径流量小，河流干线长度 285km，流域面积 14741km^2。由北溪、西溪两大支流及南溪组成，于龙海市石码镇和浮宫入海。

该江支流之一的北溪， 为九龙江干流，干流长度 274km。西溪发源于博平岭，全长 172km，流域面积 3940km^2，水系呈扇状，中、上游流域面积占全流域总面积的 86.8%，郑店以上西溪属山地性河流，河谷狭窄，河道坡降大，可达 15‰以上，郑店以下，河谷宽广，河道坡降仅 3‰。西溪年平均流量为 117 m^3/s，最大流量为 610m^3/s。西溪多年平均含沙量 0.22kg/m^3，最大含沙量 2.54kg/m^3，年输沙量 7.71×10^{5}t。

图 4.1-9　九龙江 1(西溪)

4.1.4　工程地质及地质灾害

1）　滑坡和崩塌

经调查和现场踏勘，闽粤支干线沿线翻越罗霄山、博平岭山、戴云山、莲花山、凤凰山和罗浮山等山区均发育有不同程度的滑坡崩塌，管道施工建设也有发生滑坡灾害的可能性。沿线滑坡类型主要有碎石土滑坡和基岩滑坡。

崩塌也多发生在上述山区，由于山体陡峻，沟谷深切，岩体节理、裂隙发育，切割岩体，裂面倾向亦多与坡面倾向相一致或斜交，裂面倾角较陡，一般均大于 60°，有的近乎直立。在雨水入渗、人工开挖等诱发因素的影响下，极易发生崩塌。

对滑坡、崩塌等地质灾害以绕避为主，无法绕避的应采取相应的工程处理等措施，尽量缩短管道斜切斜坡长度，避免因施工引起的次生灾害。

2）　泥石流

特定的地形形态和坡度、丰富的疏松土石供给以及集中的水源补充，是发生泥石流的三项必要条件。而这些条件又受控于地质环境、气候、植被等诸因素及其组合状况。地质环境因素中以地貌形态、地层岩性、地质构造、新构造活动、地震等对泥石流生成影响最大。

3）　地面沉降和地裂缝

地面沉降和地裂缝活动灾害关系极为密切，地面沉降使积水下渗和非均匀差异沉降加速地裂缝的活动及其致灾作用，地裂缝则为积水下渗提供了通道，造成水污染和沉降沿裂缝快速发展。

此外，在沿线局部地段的煤矿采空区内也可能出现局部地面塌陷和地裂缝。

4) 采空区和压矿

闽粤支干线沿线地段局部含煤，已有部分煤矿开采，形成采空区。采空区内可能出现局部塌陷和地裂缝。管线要采取避让或预留煤柱等措施。

4.1.5 主要活动断裂及地震特性

本区区域大地构造单元主要属华南褶皱系，为加里东期形成的地槽褶皱系。

潮汕和揭阳地区曾发生多次破坏性地震，经国家地震部门确认的 5.0 级以上(含 5.0 级)共有 10 次。最大的一次是 1918 年 2 月 13 日发生在南澳—南澎海域的 7.3 级地震，其次是潮州 1067 年 11 月 6 日的 6.8 级地震，揭阳 1895 年 8 月 30 日的 6 级地震。北部与线路相邻较近的河源 1962 年曾发生过 6.1 级地震。

本段管线沿线抗震设防烈度和设计基本地震加速度峰值变化很大。根据《中国地震动峰值加速度区划图》与《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)，确定拟建线路沿线经过区域的抗震设防烈度和设计基本地震加速度值，详见下表。

表 4.1-2 管道线路抗震设防参数表

省	市、县	抗震设防烈度(°)	设计基本地震动峰值加速度值(g)	设计地震分组
广东省	增城区	Ⅵ	0.05	第一组
	惠州市	Ⅵ	0.05	第一组
	河源市	Ⅵ	0.05	第一组
	梅州市	Ⅵ	0.05	第一组
	揭阳市	Ⅶ	0.15	第一组
	潮州市	Ⅷ	0.20	第一组
福建省	漳州市	Ⅶ	0.15	第一组

4.2 沿线行政区划

西气东输三线闽粤支干线工程途经广东、福建共 2 个省，广州市、惠州市、河源市、梅州市、揭阳市、潮州市和漳州市共 7 个地市，总长度为

595km。

表 4.2-1　沿线行政区划统计

行政区划		线路长度(km)	
广州市	增城区	20.5	20.5
惠州市	龙门县	43.8	82.1
	博罗县	38.3	
河源市	源城区	6.7	105.1
	江东新区	13.1	
	紫金县	85.3	
梅州市	五华县	44	125.8
	丰顺县	50.8	
	大埔县	31.0	
揭阳市	揭西县	63.0	75
	揭东区	12.0	
潮州市	潮安县	69.2	84.2
	饶平县	15.0	
漳州市	平和县	65.4	102.3
	南靖县	24.8	
	芗城区	12.1	
合计			595

4.3　站场周围环境概况

1)　广州(增城)分输清管站

拟建站址位于广东广州增城市鸡心岭，　南侧为混凝土村道，交通较便利，社会依托条件较好,站址场地属于平原地貌。站址西南侧 500m 为光辉村，站址目前为蔬菜大棚。

2)　河源分输清管站

拟建站址位于广东河源市源城区埔前镇莲塘岭村，距离 G205 国道约 1km，西、南侧为混凝土乡道，交通较便利，社会依托条件较好，站址场地属于平原地貌。站址西南侧 120m 为下窝子。站址目前为林地。

3)　揭阳分输清管站

拟建站址位于广东省揭阳市揭东区玉湖镇洋边村，西侧为混凝土乡道，交通较便利,社会依托条件较好，站址场地属于平原地貌。站址西北侧 200m 为丁塔坑，站址西南 500m 为马联。站址现状为香蕉树、橘树。

4） 潮州分输清管站

拟建站址位于广东省潮州市潮安县登塘镇黄竹径，紧邻 233 省道，交通较便利，社会依托条件较好,站址场地属于平原地貌。站址西侧 500m 为黄竹径。站址目前为林地。

5） 漳州分输清管站

拟建站址位于福建省漳州市芗城区石亭镇，距夏蓉高速约 4km,南侧为混凝土村道，交通较便利，社会依托条件较好，站址东侧 500m 为布坑村。该站为已建站场，目前已经建成。

图 4.3-1 广州(增城)分输清管站站址周边环境现状

图 4.3-2　河源分输清管站站址周边环境现状

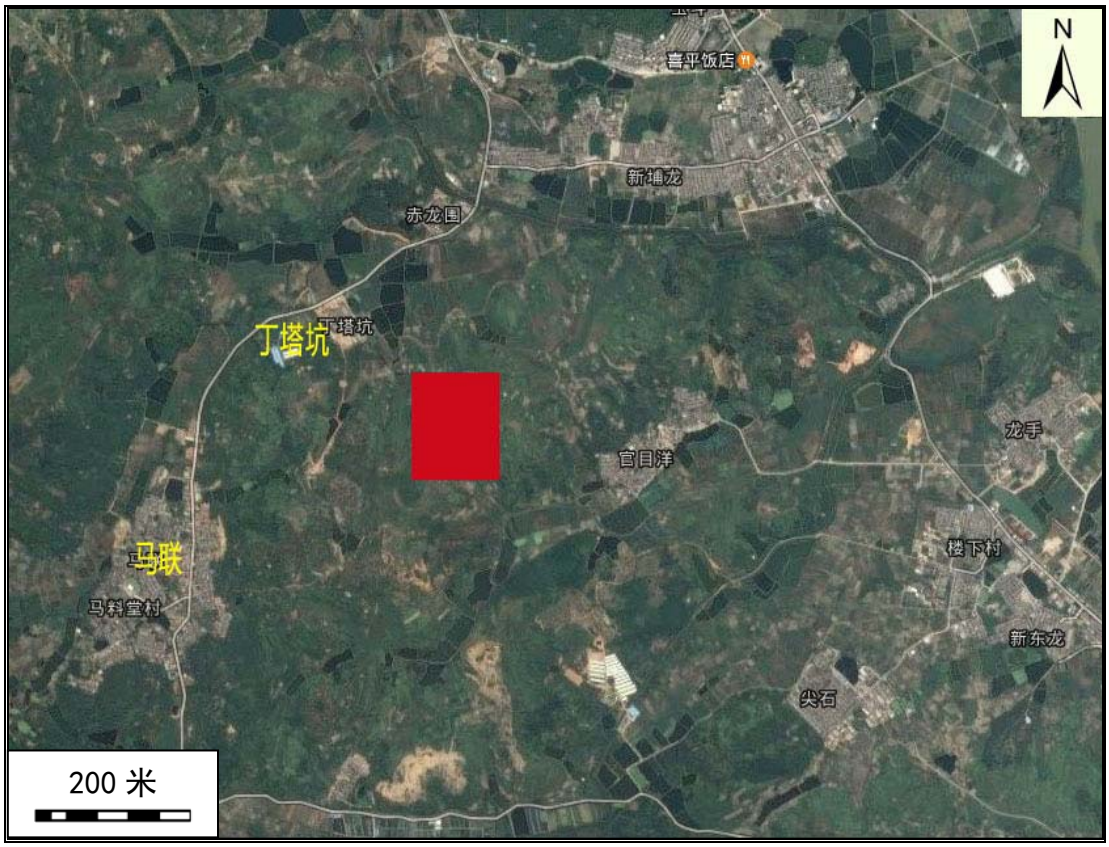


图 4.3-3　揭阳分输清管站站址周边环境现状

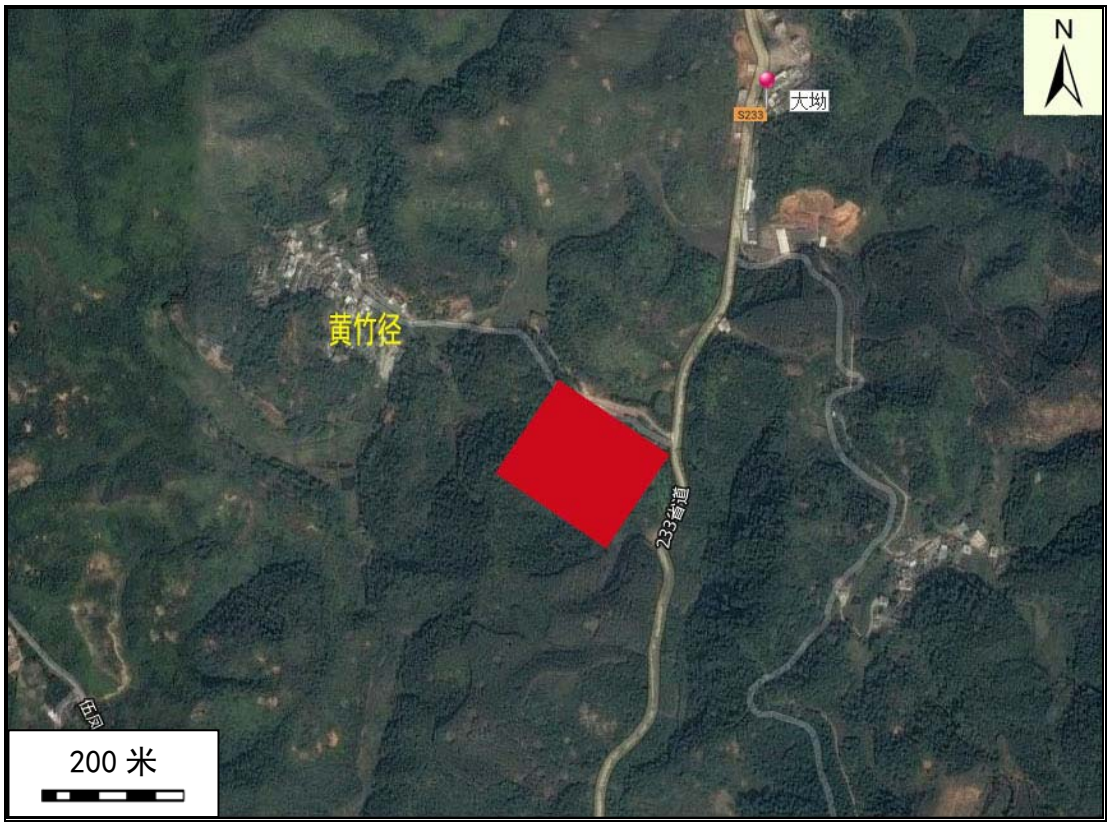


图 4.3-4　潮州分输清管站站址周边环境现状

图 4.3-5　漳州分输清管站站址周边环境现状

5 生态环境影响评价

5.1 生态环境现状调查

本工程生态环境现状调查采用现场踏勘，收集科研机构、政府部门等已有的规划报告、科考报告、研究论文、研究成果等资料，结合遥感、卫片分析等方法进行。重点对生态敏感地段进行详细调查。

生态环境现状调查与评价采用现场调查和卫星遥感影像图片解译相结合的方法，对评价区生态环境现状作出评价。利用该区域 TM 卫星影像及收集的相关资料，初步判断项目区周围土地利用、植被、敏感目标状况，从中找出分辨困难的点位；然后进行现场考察，进一步明确评价区内土地利用类型、植被类型、敏感目标保护状况等生态环境质量现状，从而确定卫片中模糊点的生境组成；在实地调查的基础上，确定典型的群落地段进行样方调查。最后利用软件将 TM 卫片与地形图、植被图、管线走向图等纠正对准，经人工目视解译，提取评价区内土地利用数据、植被数据，依据各项数据和图表对生态环境现状给出定量与定性的评价。

5.1.1 生态功能区划

生态功能区划是依据区域生态环境敏感性、生态服务功能重要性以及生态环境特征的相似性和差异性而进行的地理空间分区。

本工程经过区内地形以丘陵山地为主要特征，自然植被类型以常绿阔叶林和常绿阔叶林、常绿针叶林、针叶混交林为主。根据《全国生态功能区划》，管线所经过的地区绝大部分属于生态调节功能一级区，水源涵养功能区二级区、粤东闽东南丘陵山地常绿阔叶林水源涵养三级功能区；另外，还有一小部分属于农产品提供一级区、农产品提供二级区、粤东丘陵平原农产品提供三级功能区。

根据《广东省环境保护规划纲要(2006-2020 年)》和《福建省生态功能区划》，管线沿线经过了 13 个生态功能区，分属 4 个生态区 7 个生态亚区。

管线在各省经过的详细生态功能区如下：

1) 广东省段生态功能区划

本工程在广东省境内长约 468km，管道自西向东依次穿越《广东省环境保护规划纲要(2006-2020 年)》划定的的南岭山地丘陵常绿阔叶林生态区、

滇桂粤中部-闽南山地丘陵常绿阔叶林生态区。管道在广东境内穿越生态功能区及在各生态功能区穿越长度情况见表 5.1-1。

表 5.1-1　闽粤支干线广东段穿越生态功能区情况

序号	生态区	生态亚区	生态功能区	管道长度(km)
1	南岭山地丘陵常绿阔叶林生态区	九连山－滑石山常绿阔叶林生态亚区	北江中游山地丘陵水土保持生态功能区	62.5
2	滇桂粤中部-闽南山地丘陵常绿阔叶林生态区	粤东闽东南丘陵山地季风常绿阔叶林生态亚区	饶平东北部丘陵山川林农复合水土保持生态功能区	9.7
3			莲花山脉生物多样性保护与水土保持生态功能区	173.3
4			梅州河谷农业与水土保持生态功能区	15
5			紫金山川谷地农林与城镇经济生态功能区	57.6
6			东源－紫金丘陵林农复合水土保持区	43.3
7			惠州－河源山川谷地旱作生态农业生态功能区	56.6
8			增城－博罗丘陵山川林农复合水土保持生态功能区	10.6
9		闽南粤北滨海城镇生态亚区	潮汕平原生态农业－城市经济生态功能区	39.4
合计				468

2)　福建省段生态功能区划

本工程福建省境内长约 107km，管道自西向东依次穿越《福建生态功能区划》的滇桂粤中部-闽南山地丘陵常绿阔叶林生态区、浙闽山地丘陵常绿阔叶林生态区。管道在福建境内穿越生态功能区及在各生态功能区穿越长度情况见表 5.1-2。

表 5.1-2　闽粤支干线福建段穿越生态功能区情况

序号	生态区	生态亚区	生态功能区	管道长度(km)
1	滇桂粤中部-闽南山地丘陵常绿阔叶林生态区	闽南粤北滨海城镇生态亚区	厦门-漳州外围城镇和城郊农业生态功能区	13.1
2		粤东闽东南丘陵山地季风常绿阔叶林生态亚区	九龙江下游茶果园生产与土壤保持生态功能区	50.9
3	浙闽山地丘陵常绿阔叶林生态区	武夷山山地森林与盆谷农业生态亚区	永定-平和界山区域山地自然生态恢复与维护和水源涵养生态功能区	28.6
4		浙南闽中闽东丘陵森林与农业生态亚区	九龙江西溪上游山地自然生态恢复与维护和水源涵养生态功能区	14.4
合计				107

5.1.2　管道沿线生态环境现状调查

5.1.2.1　广东段生态环境现状调查

管线在该区域主要包括广东省境内广州市、惠州市、河源市、梅州市、揭阳市和潮州市段，管线在该区域长度约为 468km。调查时间为 2013 年 8 月 31～9 月 2 日；2015 年 11 月 18～20 日；2017 年 3 月 10～12 日。

该段管线总体呈东西走向，所经地区为岭南丘陵区，地貌类型主要为低海拔丘陵、低海拔平原、低海拔山地、中海拔山地等地貌。本区地处南亚热带湿润性季风区，气候总体特征表现为热量丰富、季风明显、气温较高、光照充裕、雨水充沛、无霜期长。本区水土流失以水力侵蚀为主，属强烈侵蚀区，水土流失面积占 16.61%。本区暴雨频繁，人口密度大，垦殖指数高，河网密集，工程占地以疏林和耕地地为主。

1)　植被现状

评价区位于广东中部和东部低山丘陵地区，此亚热带地区的植物是属于我国广大亚热带植物区系的一部分。但由于受南岭地形的影响，区内的植物区系成分又与中亚热带所属的泛北极植物区系有很大差异，但是和喜马拉雅与华东(包括台湾)的植物区系有紧密联系。

从自然带和植被带来看，评价区在广东中部地区具有热带和亚热带之间的纬度过渡带性质，主要为热带－亚热带型。评价区在广东东部地区的纬度较高，冬季气温较低、湿润，植被的湿润性和常绿性较强，东部植物群落组成成分掺杂不少华中、华东区系成分。

由于该地区开发历史悠久，临近珠三角大都市群，人类活动十分频繁，人口众多，经济社会较为发达，由于垦殖历史长，导致生态环境已经发生巨大的变化，原生植被受到破坏和改观，虽然属于常绿阔叶林区域，但大面积分布的是次生植被和栽培植被。自然植被逐渐被人工栽培植被所代替，因此，评价区内植被类型主要以人工植被为主，间有自然植被。

调查发现，自然植被分布于局部地段，根据吴征镒中国植被分类系统，评价区自然植被可分为马尾松混交林、毛竹林、杉木林、丘陵低山灌丛、低山灌草丛、水生植被等，其中低山灌草丛主要有芒萁群落、白茅群落、五节芒群落、蕨群落等，水生植被主要分布在低洼湿地，地面经常积水或常年积水的沟渠或池塘，主要有凤眼莲群落、紫萍和浮萍群落、芡实群落、

眼子菜群落、莲群落等。开垦地段周边自然植被最多的是以农田杂草为优势种的植物群落，如白茅(*Imperata cylindrica*)、金色狗尾草(*Setaria pumila*)、葎草(*Humulus scandens*)、马唐(*Digitaria sanguinalis*)、苍耳(*Xanthium sibiricum*)、鳢肠(*Eclipta prostrata*)、地桃花(*Urena lobata*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、牛筋草(*Eleusine indica*)等，主要分布在田埂、道路旁、撂荒地、堤岸边、荒地等地。管道沿线植被类型详见图 5.1-1。

——马尾松混交林

马尾松属于喜暖性的亚热带区系成分，在评价区范围内以人工种植的马尾松为主，群落疏散，主要分布在评价区的东部山区。

评价区范围内马尾松混交林群落乔木层以马尾松为优势种，平均高 5m，胸径 7cm—12cm，长势较一般，其他乔木树种有杉木等。林下灌木层以檵木为优势种，其他主要种类还有桃金娘、野牡丹、栀子、胡枝子、盐肤木、山苍子、蔷薇属、冬青属等；草本层以五节芒、芒萁为优势种，常见伴生草本植物有中华里白、莎草、芒萁、蕨、毛蕨属、石松属、狗脊蕨、淡竹叶、玉叶金花、菝葜、白茅等常见植物。

——毛竹林

毛竹林在评价区分布范围广，从广州周边低海拔地区到东部山区均有种植。毛竹林外貌整齐、结构单一，林冠起伏不大，成单层水平郁闭。毛竹平均高为 16m，胸径 10cm 左右。以毛竹为优势种，伴生有马尾松、杉木等树种；灌木有檵木、胡枝子、铃木属、牡荆等；草本常见植物有芒萁、肖梵天花、五节芒、菝葜、地茎、狗牙根、狗脊蕨、白茅、海金莎、小蓬草、鬼针草等。

——杉木林

杉木林在广东境内分布东部山区分布范围较广。杉木林主要为人工林，林冠外貌整齐，植株分布均匀。该群落以杉木为绝对优势，平均高 9m，平均胸径 12cm，群落外貌整齐，层次分明、生长较好，林下灌木层组成种类较多，常见的种类有檵木、盐肤木、盐肤木、野漆、野牡丹、木荷、乌药、山胡椒、油茶、石斑木、悬钩子属、菝葜等；草本层以芒萁为优势种，常伴生有白茅、五节芒、海金沙、狗脊蕨、狗牙根、铁线蕨、卷柏属、淡竹

叶等常见植物。

——灌丛

灌丛植物主要分布在评价区的东部低山、丘陵等地，分布面积较大。灌木主要以桃金娘、檵木、油茶、石斑木、栀子、赤楠、多种冬青、盐肤木、山胡椒、算盘子等为主。草本植物常见有白茅和芒萁，其次有芒、莎草、蕨、狗脊蕨、海金沙、菝葜等。群落中常见散生一些马尾松和杉木，或萌生的木荷等乔木。

——灌草丛

灌草丛是评价区的主要群落类型之一，在评价区范围内的撂荒田地、沟谷、路旁和山脚边缘均可见灌草丛的分布。

灌草丛植物主要有芒萁、白茅、芒、狗牙根、鳢肠、狗脊蕨、大蓟、一年蓬、狗尾草、葎草、小蓬草、肖梵天花、鬼针草、马唐、苍耳、牛筋草、金钮扣、肖梵天花、飞扬草等。

——凤眼莲群落

在评价区的部分水流和池塘有分布，在水体浑浊，肥力高的水域中，凤眼莲生长快、繁殖盛。凤眼莲具匍匐枝或匍匐茎，有繁茂的根系沉入水中，紧密相连，构成群落的外貌很整齐，盖度很高。群落内常混生有大藻、满江红、浮萍、紫萍等浮水植物。在盖度不大的情况下，水内有金鱼藻、黑藻及菹草等沉水植物生长。

——紫萍、浮萍群落

紫萍、浮萍群落生长在评价区内的溪沟、池塘及湖泊静止的水域中。紫萍为浮水细小草本，叶状体浮生水面。它与浮萍混生水面，组成群落。它们繁殖迅速、生长快。紫萍与浮萍有时可以分别形成单优势或单种群落。

图 5.1-1　评价区范围内植被类型(广东省)

根据沿线生态现状调查结果，分三个区段选取典型群落区段进行样方

调查。第一区段是从广州(增城)分输清管站至河源分输清管站，该区段主要土地利用类型为建设用地、水田、果园，农田主要种植水稻、油菜等作物，还有少量旱地、路旁绿化苗圃、荒草地和河流水面。在该区段共设置了 5 处样地，调查结果详见表 5.1-3～表 5.1-7。

表 5.1-3　广东段样方调查情况(1 号样方)

样地名称：河源分输站				样地号：			样方面积：10m*10m		
经度：114°35'57.22″				纬度：23°33'58.71″			海拔(m)：57		
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20151118					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	桉	Eucalyptus robusta	营养期	21	COP1	150	80	乔木	
2	白背叶	Mallotus apelta	营养期	3	SOL	100	30	灌木	
3	乌桕	Sapium sebiferum	营养期	3	SOL	100	30	灌木	
4	马缨丹	Lantana camara	花果期	7	SP	120	40	灌木	
5	海金沙	Lygodium japonicum	营养期	2	UN	100	2	藤本	

表 5.1-4　广东段样方调查情况(2 号样方)

样地名称：公庄河穿越				样地号：				样方面积：2m*2m	
经度：114°25'55.33"				纬度：23°27'38.21"				海拔(m)：29	
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20130901					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	含羞草	Mimosa pudica	果期	20	COP1	40	40	灌木	
2	假臭草	Praxelis clematidea	花果期	30	COP1	30	30	草本	
3	银合欢	Leucaena leucocephala	营养期	2	UN	150	40	灌木	
4	鬼针草	Bidens pilosa	果期	5	SP	40	20	草本	
5	地桃花	Urena lobata	果期	10	SP	100	60	草本	
6	白茅	Imperata cylindrica	果期	15	SP	80	60	草本	
7	野甘草	Scoparia dulcis	花果期	2	UN	30	3	草本	

表 5.1-5　广东段样方调查情况(3 号样方)

样地名称：隧道 1				样地号：			样方面积：10m*10m		
经度：114°10'41.60"				纬度：23°26'13.72"			海拔(m)：126		
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20151118					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	青皮竹	Bambusa textilis	营养期	70	COP1	1200	70	高大草本	
2	异叶榕	Ficus heteromorpha	营养期	30	COP1	50	30	灌木	
3	白背叶	Mallotus apelta	营养期	10	SP	60	15	灌木	
4	土茯苓	Smilax glabra	营养期	10	SP	40	5	灌木	

表 5.1-6　广东段样方调查情况(4 号样方)

样地名称：黄草坪、岭头坪				样地号：			样方面积：10m*10m		
经度：114°06'34.66"				纬度：23°26'48.92"			海拔(m)：69		
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20151118					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖 度/%	生活型	备注
1	青皮竹	Bambusa textilis	营养期	300	COP3	1500	80	高 大 草本	
2	半边旗	Pteris semipinnata	营养期	10	SP	20	4	草本	
3	地桃花	Urena lobata	营养期	8	SP	10	2	草本	

表 5.1-7　广东段样方调查情况(5 号样方)

样地名称：广州(增城)分输清管站				样地号：				样方面积：1m*1m	
经度：113°51'29.05"				纬度：23°18'41.29"				海拔(m)：16	
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20151118					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	假臭草	Praxelis clematidea	果期	120	COP2	50	70	草本	
2	香附子	Cyperus rotundus	果期	30	COP1	50	30	草本	
3	金腰箭	Synedrella nodiflora	花果期	2	UN	30	2	草本	
4	鳢肠	Eclipta prostrata	花果期	2	UN	5	1	草本	

第二区段是从河源分输清管站至揭阳分输清管站，该区段土地利用以水田、旱地以及丘陵山地林地为主，农田主要种植水稻、花生、甘蔗等，还有建设用地、荒草地，其它是丘陵山地植被。在该区段共设置了 7 处样地，调查结果详见表 5.1-8～表 5.1-14。

表 5.1-8　广东段样方调查情况(6 号样方)

样地名称：五经富水穿越				样地号：				样方面积：1m*1m	
经度：116°04'25.10"				纬度：23°35'3.24"				海拔(m)：34	
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20151119					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	象草	Pennisetum purpureum	花果期	40	COP1	200	70	草本	
2	苎麻	Boehmeria nivea	花果期	30	COP1	90	30	草本	
3	鸭跖草	Commelina communis	花果期	20	COP1	30	10	草本	
4	海金沙	Lygodium japonicum	营养期	5	SP	10	5	草本	
5	假臭草	Praxelis clematidea	花果期	10	SP	25	5	草本	

表 5.1-9　广东段样方调查情况(7 号样方)

样地名称：琴江穿越点				样地号：				样方面积：1m*1m	
经度：115°36'22.32″				纬度：　23°37'48.57″				海拔(m)：142	
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20130901					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	丁香蓼	Ludwigia prostrata	花果期	1	UN	40	2	草本	
2	牛筋草	Eleusine indica	花果期	10	SP	40	30	草本	
3	假臭草	Praxelis clematidea	花果期	3	SOL	20	5	草本	
4	稗	Echinochloa crusgalli	花果期	1	UN	30	2	草本	
5	刺苋	Amaranthus spinosus	花果期	1	UN	40	2	草本	

表 5.1-10　广东段样方调查情况(8 号样方)

样地名称：秋香江穿越				样地号：			样方面积：1m*1m		
经度：115°07'20.61"				纬度：23°37'0.43"			海拔(m)：137		
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20130901					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	合萌	Aeschynomene indica	花果期	2	UN	160	80	草本	
2	假臭草	Praxelis clematidea	花果期	50	COP1	80	20	草本	
3	小飞蓬	Conyza canadensis	花果期	1	UN	10	2	草本	
4	白花鬼针草	Bidens pilosa var. radiata	花果期	100	COP1	10	50	草本	
5	狗牙根	Cynodon dactylon	营养期	20	COP1	10	10	草本	
6	飞扬草	Euphorbia hirta	花果期	20	COP1	10	10	草本	

表 5.1-11　广东段样方调查情况(9 号样方)

样地名称：鸡公嶂自然保护区外围				样地号：				样方面积：1m*1m	
经度：114°58'54.16"				纬度：23°35'10.11"				海拔(m)：165	
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20130901					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	木薯	Manihot esculenta	营养期	1	UN	100	80	灌木	
2	假臭草	Praxelis clematidea	花果期	15	SP	80	20	草本	
3	小飞蓬	Conyza canadensis	花果期	1	UN	50	2	草本	
4	母草	Lindernia crustacea	花果期	50	COP1	8	5	草本	

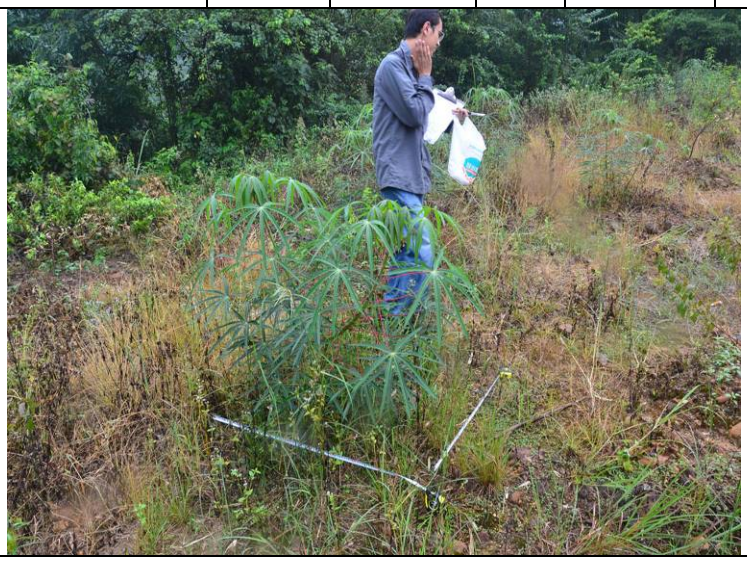


表 5.1-12　广东段样方调查情况(10 号样方)

样地名称：东江穿越点草本				样地号：				样方面积：1m*1m	
经度：114°39'22.23"				纬度：23°32'13.08"				海拔(m)：47	
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20151118					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多多度	高度/cm 平均	盖度/%%	生活型	备注
1	响铃豆	Crotalaria albida	花果期	10	SP	1500	70	草本	
2	海金沙	Lygodium japonicum	营养期	2	UN	80	20	草本	
3	半边旗	Pteris semipinnata	营养期	5	SP	80	30	草本	
4	假臭草	Praxelis clematidea	花果期	15	SP	30	10	草本	
5	微甘菊	Mikania micrantha	花果期	10	SP	50	5	藤本	

表 5.1-13　广东段样方调查情况(11 号样方)

<table>
<tr><td colspan="4">样地名称：东江穿越点乔木</td><td colspan="3">样地号：</td><td colspan="3">样方面积：10m*10m</td></tr>
<tr><td colspan="4">经度：114°39’22.23″</td><td colspan="3">纬度：23°32’13.08″</td><td colspan="3">海拔(m)：47</td></tr>
<tr><td colspan="4">调查人：钱者东、李中林等</td><td colspan="6">调查日期：20151118</td></tr>
<tr><td rowspan="2">种号</td><td rowspan="2">中文名</td><td rowspan="2">拉丁名</td><td rowspan="2">物候期</td><td>株(丛)数</td><td rowspan="2">多多度</td><td>高度/cm</td><td rowspan="2">盖度/%</td><td rowspan="2">生活型</td><td rowspan="2">备注</td></tr>
<tr><td>实生</td><td>平均</td></tr>
<tr><td>1</td><td>桉</td><td>Eucalyptus robusta</td><td>营养期</td><td>23</td><td>COP1</td><td>1500</td><td>70</td><td>乔木</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10">
</td></tr>
</table>

表 5.1-14　广东段样方调查情况(12 号样方)

样地名称：揭阳分输清管站				样地号：			样方面积：1m*1m		
经度：116°13'22.58"				纬度：23°39'2.20"			海拔(m)：16		
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20151119					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	地毯草	Axonopus compressus	营养期	100	COP1	7	60	草本	
2	母草	Lindernia crustacea	花果期	2	UN	6	2	草本	
3	假臭草	Praxelis clematidea	花果期	8	SP	5	10	草本	
4	丁香蓼	Ludwigia prostrata	花果期	3	SOL	7	2	草本	
5	狗牙根	Cynodon dactylon	营养期	150	COP1	6	50	草本	

第三区段：从揭阳分输清管站字广东、福建省界，该区段土地利用以丘陵旱地、洼地水田、山次林、人工次生林为主，主要种植水稻和花生，还有一些建设用地以及一些水面，植被类型主要是人工植被，自然植被以山地植被、路旁杂草和荒草地为主。本次调查在该区段共设置了 10 处样地，调查结果见表 5.1-15～表 5.1-23。

表 5.1-15　广东段样方调查情况(13 号样方)

样地名称：隧道 2				样地号：			样方面积：5m*5m		
经度：116°50'8.50"				纬度：24°05'3.44"			海拔(m)：124		
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20151120					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	牡荆	*Vitex negundo* var. *cannabifolia*	果期	10	SP	120	80	灌木	
2	地桃花	*Urena lobata*	果期	5	SOL	30	15	灌木	
3	排钱树	*Phyllodium pulchellum*	果期	1	UN	20	2	灌木	
4	假臭草	*Praxelis clematidea*	果期	15	SP	30	10	草本	
5	白背叶	*Mallotus apelta*	营养期	2	UN	120	5	灌木	

表 5.1-16　广东段样方调查情况(14 号样方)

样地名称：食饭溪穿越				样地号：			样方面积：10m*10m		
经度：116°47'22.55"				纬度：24°00'14.16"			海拔(m)：83		
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20151120					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	青皮竹	Bambusa textilis	营养期	30	COP1	1200	90	高大草本	
2	水东哥	Saurauia tristyla	营养期	10	SP	80	20	灌木	
3	海金沙	Lygodium japonicum	营养期	10	SP	40	4	藤本	
4	小果菝葜	Smilax davidiana	营养期	5	SP	45	8	灌木	

表 5.1-17　广东段样方调查情况(15 号样方)

样地名称：隧道 3				样地号：			样方面积：5m*5m		
经度：116°37'44.39"				纬度：23°49'44.14"			海拔(m)：92		
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20151119					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	马尾松	Pinus massoniana	营养期	3	SOL	300	70	乔木	
2	桉	Eucalyptus robusta	营养期	2	UN	500	60	乔木	
3	五节芒	Miscanthus floridulus	果期	15	SP	120	40	草本	
4	盐肤木	Rhus chinensis	营养期	1	UN	150	30	灌木	

表 5.1-18　广东段样方调查情况(16 号样方)

样地名称：隧道 4				样地号：			样方面积：5m*5m		
经度：116°37’33.74″				纬度：23°49’26.55″			海拔(m)：76		
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20151119					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	芒萁	Dicranopteris pedata	营养期	10	SP	50	25	草本	
2	小果菝葜	Smilax davidiana	营养期	3	SOL	40	15	灌木	
3	海金沙	Lygodium japonicum	营养期	8	SP	80	20	藤本	
4	黄樟	Cinnamomum parthenoxylon	营养期	5	SP	200	70	乔木	
5	蜈蚣草	Eremochloa ciliaris	营养期	2	UN	80	40	草本	
6	杉木	Cunninghamia lanceolata	营养期	1	UN	150	50	乔木	

表 5.1-19　广东段样方调查情况(17 号样方)

样地名称：韩江穿越				样地号：			样方面积：2m*2m		
经度：116°28'47.85"				纬度：23°53'0.91"			海拔(m)：34		
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20151119					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	甜根子草	Saccharum spontaneum	果期	2	UN	300	80	草本	
2	葛	Pueraria montana var. lobata	营养期	3	SOL	40	20	藤本	
3	银合欢	Leucaena leucocephala	果期	1	UN	2600	50	灌木	
4	鸡矢藤	Paederia scandens	营养期	2	UN	45	3	藤本	

表 5.1-20　广东段样方调查情况(18 号样方)

样地名称：潮州分输清管站				样地号：			样方面积：1m*1m		
经度：116°25'41.68"				纬度：23°46'28.66"			海拔(m)：175		
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20151119					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	芒萁	Dicranopteris pedata	花果期	10	Sp	30	14	草本	
2	桉	Eucalyptus robusta	营养期	1	UN	70	30	乔木本	
3	香附子	Cyperus rotundus	花果期	20	COP1	40	10	草本	
4	茶	Camellia sinensis	营养期	2	UN	50	15	灌木	
5	海南菜豆树	Radermachera hainanensis	营养期	3	SOL	45	20	小乔木	
6	狗脊	Woodwardia japonica	营养期	5	SP	44	20	草本	

表 5.1-21　广东段样方调查情况(19 号样方)

样地名称：桑浦山-双坑保护区外围			样方号：			样方面积：5m*5m			
经度：116°20'26.40"			纬度：23°44'51.25"			海拔(m)：605			
调查人：钱者东、李中林等			调查日期：20151119						
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度/%	生活型	备注
1	杉木	Cunninghamia lanceolata	营养期	1	UN	300	80	乔木	
2	五节芒	Miscanthus floridulus	果期	3	SOL	100	30	草本	
3	蔓九节	Psychotria serpens	果期	5	SP	10	20	藤本	

表 5.1-22　广东段样方调查情况(20 号样方)

样地名称：新西河自然保护区外围	样地号：	样方面积：1m*1m
经度：116°17'3.54"	纬度：23°42'10.10"	海拔(m)：222
调查人：钱者东、李中林等	调查日期：20130902	

种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度%	生活型	备注
1	蕨	Pteridium aquilinum var. latiusculum	营养期	10	SP	40	30	草本	
2	盐肤木	Rhus chinensis	营养期	5	SP	30	10	灌木	
3	阔叶丰花草	Borreria latifolia	营养期	3	SOL	30	2	草本	

表 5.1-23　广东段样方调查情况(21 号样方)

样地名称：榕江北河穿越点				样地号：			样方面积：1m*1m		
经度：116°14'37.23"				纬度：23°39'38.99"			海拔(m)：12		
调查人：钱者东、李中林等				调查日期：20130902					
种号	中文名	拉丁名	物候期	株(丛)数 实生	多度	高度/cm 平均	盖度%	生活型	备注
1	白花鬼针草	Bidens pilosa var. radiata	花果期	200	COP1	50	90	草本	
2	五爪金龙	Ipomoea cairica	花果期	10	SP	40	5	草本	
3	假臭草	Praxelis clematidea	花果期	2	UN	30	5	草本	

2)　土壤现状

根据沿线调查，评价区土壤区划为东部湿润土壤区，赤红壤带，华南低山丘陵赤红壤、黄壤、水稻土地区。管道沿线地区土壤主要为砖红性红壤、红壤、南方水稻土等。

砖红性红壤:分布于广东省大陆中部以南海拔 800m 以下的低山丘陵区。土壤 pH 值一般 4.5-5.5，有机质含量低于 4-6%。地带性植被是亚热带常绿季雨林，但现多成为亚热带草坡类型。

红壤：分布于广东省大陆中部以北海拔 700m 以下的低山和丘陵地。土壤 pH 值一般 4.5-6.0，有机质含量低于 3-6%。地带性植被是亚热带常绿阔叶林，但多沦为亚热带草坡类型。

水稻土：水耕熟化过程所形成，主要耕作土壤。只要有水灌溉，山腰甚至山顶，随处可见。

3)　土地利用现状

根据遥感解译统计,管线两侧 500m 范围内土地利用以林地和耕地为主，

分别占评价区总面积的 54.43%、 37.28%。林地主要为有林地和疏林地，分布在山地丘陵区，见表 5.1-24。

表 5.1-24　管线两侧 500m 范围内的土地利用现状

土地利用类型		面积(ha)	百分比
林地	有林地	19595.61	41.87
	灌木林	1084.01	2.32
	疏林地	3311.58	7.08
	其它林地	1481.53	3.17
	小计	25474.73	54.43
草地	高覆盖度草地	2681.79	5.73
	中覆盖度草地	414.12	0.88
	低覆盖度草地	0	0.00
	小计	3095.91	6.62
耕地		17444.74	37.28
水域		204.79	0.44
建筑交通等其他用地		551.39	1.18
未利用地		28.44	0.06
合计		46800	100

4)　主要生态问题及保护目标

该区段的主要生态问题是人类活动干扰强度大；生态系统结构单一，生态功能衰退；森林资源过度开发导致植被破坏、土壤侵蚀严重。主要生态保护方向为：建立生态功能保护区，加强保护与管理，严格保护自然植被；加强生态恢复与生态建设，治理土壤侵蚀，提高生态系统的水源涵养功能；控制水污染，禁止导致水体污染的产业发展。

5.1.2.2　福建段生态环境现状调查

该段管线主要分布于福建省漳州市境内，主要经过漳州市芗城区、南靖县和平和县,管线在该区域长度约为 107km。调查时间为 2013 年 9 月 11～9 月 27 日；2015 年 11 月 25～29 日；2017 年 3 月 2～5 日。

管道沿线以低山、丘陵地貌为主，地层岩性主要为花岗岩，土壤以红壤、黄壤、水稻土为主，植被主要为常绿阔叶林。本区地处中亚热带南部季风气候区，多年平均降水量 1500m～1800mm。本区以水力侵蚀为主，局部伴有崩岗侵蚀，属中度-强烈侵蚀区。管线在该区段地形起伏较大，局部山体需采用隧道通过。

1)　植被现状

本区段所处纬度较低，热量条件较好，原生植被常绿阔叶林多已遭破坏，现存的多为次生林、人工林或残林。较大面积次生林主要树种有马尾松、毛竹、甜槠、青冈栎等。由于过度砍伐，成熟林、中龄林很少，在河谷及地势平坦的地带主要为农田栽培植被。

——马尾松林(Form. *Pinus massoniana*)：马尾松属于喜暖性的亚热带区系成分，在评价区范围内以人工种植的马尾松为主，群落疏散，以马尾松疏林为主，翠绿色，较平整，层次分明。

评价区范围内主要分布于九峰镇军溪村和福坑村附近山体，该群落样地乔木层以马尾松为优势种，平均高 5m，胸径 7cm—12cm，长势较一般，其他乔木树种有木荷(*Schima superba*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、千年桐(*Vernicia fordii*)等,层盖度为40%。林下灌木层以檵木(*Lorpetalum chinensis*)为优势种,其他主要种类还有桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、黄桅子(*Gardomyrtus tomentosa*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、黑面神(*Breynia fruticosa*)、野牡丹(*Melastoma candidum*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、黄瑞木(*Anneslea rubriflora*)、山苍子(*Litsea cubeba*)、车桑子(*Dodonaea viscosa*)；草本层以五节芒为优势种，草本层层盖度 60%，植株高度在 0.5～1.2m，其他草本植物高度在 0.4～1.5cm 之间，常见伴生草本植物有芒萁(*Dicranopteris pedata*)、纤毛鸭嘴草(*Ischaemum indicum*)、中华里白(*Hicriopteris chinensis*)、黑莎草(*Gahnia tristis*)、狗脊蕨(*Woodwardia japonica*)、淡竹叶(*Lophatherum gracile*)、玉叶金花(*Mussaenda pubescens*)、菝葜(*Smilax china*)等常见抗性强的植物。

——杉木林(*Form. Cunninghamia lanceolata*)

杉木林在福建境内分布范围广，数量多，仅此于马尾松林。杉木林主要为人工林，部分为半人工林或天然次生林，林冠外貌整齐，呈深绿色或灰绿色，植株分布均匀，高度也比较一致，树干圆满通直，自然整枝良好，在评价区范围内布不多。该群落以杉木为绝对优势，平均高 10m，平均胸径 14cm，群落外貌整齐，生长较好，植被盖度可达 80%，林下灌木层组成种类较多，常见的种类有檵木、鹅掌柴、毛冬青、盐肤木、野漆、石斑木等，层高度在 0.3～1.5m，层盖度在 40%左右；草本层以芒萁为优势种，常伴生有五节芒、菝葜、海金沙、狗脊蕨、铁线蕨等常见植物。

——毛竹林(Form. *Phyllostachys heterocycla*)

本次调查的毛竹林样方位于九峰镇军溪村附近，样方内共有毛竹(*Phyllostachys heterocycla*)39 株，平均高为 17m，胸径在 8cm-11cm 之间。乔木层盖度在 70%左右，以毛竹为优势种，伴生有马尾松(*Pinus massoniana*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、木荷(*Schima superba*)等树种；灌木层盖度在 30%左右，以为檵木(*Lorpetalum chinensis*)优势种，伴生种有盐肤木(*Rhus chinensis*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、野漆(*Toxicodendron succedannea*)等；草本层盖度约 70%，常见种有芒萁(*Dicranopteris pedata*)、肖梵天花(*Urena procumbens*)、大蓟(*Cirsium japonicum Fisch*)、五节芒(*Miscanthus floridulu*)、菝葜(*Smilax china*)、多花野牡丹(*Melastoma polyanthum*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、狗脊蕨(*Woodwardia japonica*)、白茅(*Imperata cylindrica*)、海金莎(*Lygodium japomicum*)、小蓬草(*Conyza canadensis*)、积雪草(*Centella asiatica*)、鬼针草(*Bidens pilosa*)等。

——巨尾桉林(Form. *Phyllostachys heterocycla* cv *pubesceus*)

巨尾桉属桃金娘科，是由巨桉和尾叶桉两种桉属植物杂交的速生树种。原产于东南亚国家，该种植物适应性强、根系发达、生势旺盛，冠幅宽阔，主干通直，树木生长期短，种植 5-6 年可砍伐，是造纸和家具、建材的优良用材，经济效益可观。本项目沿线均有较大面积的人工巨尾桉林分布。

本次调查样地位于南靖县靖城镇山边村及山城镇五小村附近山体，该群落受人工管护影响，林下植被较简单，以乔木层为主，乔木层以巨尾桉为优势种，在 10×10m^{2}的样方中有巨尾桉 37 株，平均高度 17m，平均胸径 8cm，无其他乔木树种分布，乔木层盖度 50%；林下灌木种类多为一些常见的或抗逆性较强的广布种，主要优势种包括黄瑞木(*Adinandra millettii*)、细枝柃(*Eurya loquainna*)、石斑木(*Loropetalum chinese*)、野漆(*Toxicodendron succedaneum*)、黑面神(*Breynia fruticosa*)、盐肤木等，层盖度 30%；草本层以芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)为优势种，层高度在 0.5m 左右，其他常见伴生草本植物有蕨(*Pteridium aquilinum*)、山麦冬(*Liriope spicata*)、糯米团(*Gonostegia hirta*)、鬼针草(*Bidens*

pilosa)、叶下珠(*Phyllanthus urinaria*)、狗牙根(*Cynodondactylon*)、一年蓬(*Erigeron annuus*)、火炭母(*Polygonum chinense*)、白花地胆草(*Elephantopus scaber*)等。

——灌草丛

灌草丛是评价区的主要群落类型之一，在评价区范围内的撂荒田地、沟谷、路旁和山脚边缘均可见五节芒草丛的分布，这是地表植被被反复强度干扰的结果。该群落外貌整齐，结构单一，呈现密集的丛草状。

本样地位于拟建管道经过的崎岭乡新村附近，以五节芒(*Miscanthus floridulu*)占主要优势种，高度 1.3～2.6m，群落盖度达 90%。群落外貌密集整齐，呈密集丛草状，结构单一，层次少，其它的草本植物种类零星分布，主要有芒萁(*Dicranopteris pedata*)、白茅(*Imperata cylindrica*)、芒(*Miscanthus sinensis*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、狗脊蕨(*Woodwardia japonica*)、大蓟(*Cirsium japonicum*)、一年蓬(*Erigeron annuus*)、小蓬草(*Conyza canadensis*)、肖梵天花(*Urena lobata*)、积雪草(*Centella asiatica*)、鬼针草(*Bidens pilosa*)等。

本工程沿线植被类型详见图 5.1-2，植被样方调查详见表 5.1-25～表 5.1-29。

图 5.1-2　评价区范围内植被类型(福建省)

表 5.1-25　福建段植被样方调查情况(1 号样方)

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td rowspan="2">马尾松群丛</td><td colspan="3">群落样地环境特征</td></tr>
<tr><td>海拔</td><td>坡向</td><td>坡度</td></tr>
<tr><td>地　点</td><td>九峰镇军溪村</td><td>465</td><td>东</td><td>10°</td></tr>
<tr><td>地理坐标</td><td colspan="4">24° 12’34.68″北，116° 58’24.65″东</td></tr>
<tr><td>群落层次</td><td>三层</td><td colspan="2">群落总盖度</td><td>80%</td></tr>
<tr><td></td><td>群落种类组成</td><td colspan="3">植物群落状况</td></tr>
<tr><td>乔木层</td><td>马尾松(Pinus massoniana)、杉木(Cunninghamia lanceolata)、木荷(Schima superba)、千年桐(Vernicia fordii)等</td><td colspan="3">层盖度约 40%，乔木树种平均高 5m，胸径 7-12cm</td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>灌木层以檵木(Lorpetalum chinensis)为优势种，其他主要种类还有桃金娘(Rhodomyrtus tomentosa)、黄桅子(Gardomyrtus tomentosa)、胡枝子(Lespedeza bicolor)、黑面神(Breynia fruticosa)、野牡丹(Melastoma candidum)、盐肤木(Rhus chinensis)、黄瑞木(Anneslea rubriflora)、山苍子(Litsea cubeba)、车桑子(Dodonaea viscosa)</td><td colspan="3">层盖度 40%，高度为 1.5-2.2m 之间。</td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>草本层以五节芒(Miscanthus floridulu)为优势种，伴生有芒萁(Dicranopteris pedata)、纤毛鸭嘴草(Ischaemum indicum)、中华里白(Hicriopteris chinensis)、黑莎草(Gahnia tristis)、狗脊蕨(Woodwardia japonica)、淡竹叶(Lophatherum gracile)、玉叶金花(Mussaenda pubescens)、菝葜(Smilax china)等。</td><td colspan="3">草本层层盖度 60%，植株高度在 0.5-1.2m，其他草本植物高度在 0.4-1.5cm 之间。</td></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
</table>

表 5.1-26　福建段植被样方调查情况(2 号样方)

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td rowspan="2">杉木林</td><td colspan="3">群落样地环境特征</td></tr>
<tr><td>海拔</td><td>坡向</td><td>坡度</td></tr>
<tr><td>地　点</td><td>九峰镇军溪村附近</td><td>429</td><td>西南</td><td>5°</td></tr>
<tr><td>地理坐标</td><td colspan="4">24° 12’44.62″北，116° 58’10.11″东</td></tr>
<tr><td>群落层次</td><td>三层</td><td colspan="2">群落总盖度</td><td>60%</td></tr>
<tr><td></td><td>群落种类组成</td><td colspan="3">植物群落状况</td></tr>
<tr><td>乔木层</td><td>去乔木层以杉木(Cunninghamia lanceolata)为优势种，其他乔木树种有马尾松、毛竹等。</td><td colspan="3">层盖度约 60%，胸径从 7-14cm 不等，植株平均高约 12m</td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>灌木层稀疏，分布有以檵木(Lorpetalum chinensis)、牡荆(Vitex negundo)、苎麻(Boehmeria nivea)、臭牡丹(Clerodendrum bungei)等</td><td colspan="3">灌木层盖度约 20%，平均高度 1.8m。</td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>草本层狗尾草(Setaria viridis)为优势种，其他草本植物有藿香蓟(Ageratum conyzoides)、一年蓬(Erigeron annuus)、火炭母(Polygonum chinense)、龙葵(Solanum nigrum)、心叶黄花稔(Sida cordifolia)、鼠麴草(Gnaphalium affine)、肖梵天花(Urena lobata)、车前(Plantago asiatica)、狗牙根(Cynodon dactylon)等。</td><td colspan="3">层盖度约 60%，高度在 0.3-1.1 m 之间。</td></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
</table>

表 5.1-27　福建段植被样方调查情况(3 号样方)

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td rowspan="2">毛竹林</td><td colspan="3">群落样地环境特征</td></tr>
<tr><td>海拔</td><td>坡向</td><td>坡度</td></tr>
<tr><td>地　点</td><td>九峰镇军溪村附近</td><td>437</td><td>南</td><td>12°</td></tr>
<tr><td>地理坐标</td><td colspan="4">24° 12’36.63″北，116° 58’14.17″东</td></tr>
<tr><td>群落层次</td><td>三层</td><td colspan="2">群落总盖度</td><td>70%</td></tr>
<tr><td></td><td>群落种类组成</td><td colspan="3">植物群落状况</td></tr>
<tr><td>乔木层</td><td>该群落样地内有毛竹(Phyllostachys heterocycla)39 株，伴生有马尾松(Pinus massoniana)、杉木(Cunninghamia lanceolata)、木荷(Schima superba)等树种，每个样地约 5-8 株。</td><td colspan="3">层盖度为 70%，以毛竹为主，植株胸径 8-11cm、高 17m，其他乔木胸径 5-16cm，树高 10m 左右</td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>灌木层以檵木(Lorpetalum chinensis)为优势、伴生有盐肤木(Rhus chinensis)、胡枝子(Lespedeza bicolor)、野漆(Toxicodendron succedannea)、毛冬青(Ilex pubescers)、乌饭(Vaccinium bracteatum)、黄瑞木(Anneslea rubriflora)、冬青(Ilex purpurea)、鹅掌柴(Schefflera octophylla)、山油麻(Trema cannabina var. dielsiana)、山苍子(Lissea cubeba)等。</td><td colspan="3">层盖度约 30%，桃金娘高约 1.2m，灌木层高在 0.8-1.9m 之间。</td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>草本层以芒萁(Dicranopteris pedata)为优种，伴生草本植物有肖梵天花(Urena procumbens)、大蓟(Cirsium japonicum Fisch)、五节芒(Miscanthus floridulu)、菝葜(Smilax china)、多花野牡丹(Melastoma polyanthum)、狗牙根(Cynodon dactylon)、狗脊蕨(Woodwardia japonica)、白茅(Imperata cylindrica)、海金莎(Lygodium japomicum)、小蓬草(Conyza canadensis)、积雪草(Centella asiatica)、鬼针草(Bidens pilosa)等。</td><td colspan="3">草本层层盖度 70%，主要以芒萁为优势种，植株高度在 20～30cm，五节芒高度在 40-100cm 之间，其他草本植物高度在 10～70cm 之间。</td></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
</table>

表 5.1-28　福建段植被样方调查情况(4 号样方)

植被类型	巨尾桉林	群落样地环境特征		
		海拔	坡向	坡度
地　点	南靖县靖城镇山边村	68m	东北	10°
地理坐标	24° 31’40.41″北，117° 28’1.34″东			
	群落种类组成	植物群落状况		
乔木层	以巨尾桉(*Phyllostachys heterocycla* cv *pubesceus*)构成的单优势种，无其他乔木树种分布。	层盖度约 50%，平均胸径为 8cm，植株平均高度 17m		
灌木层	灌木层以黄瑞木(*Adinandra millettii*)为优势，另有细枝柃(*Eurya loquainna*)、石斑木(*Loropetalum chinese*)、野漆(*Toxicodendron succedaneum*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、毛果算盘子(*Glochidion eriocarpum*)等。	灌木层盖度约 30%，平均高度 1.8m。		
草本层	草本层以芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)为优势，伴生有蕨(*Pteridium aquilinum*)、糯米团(*Gonostegia hirta*)、鬼针草(*Bidens pilosa*)、叶下珠(*Phyllanthus urinaria*)、狗牙根(*Cynodondactylon*)、一年蓬(*Erigeron annuus*)、火炭母(*Polygonum chinense*)、白花地胆草(*Elephantopus scaber*)等	层盖度约 25%，高度在 0.3-1.0m 之间。		

表 5.1-29　福建段植被样方调查情况(5 号样方)

<table>
<tr><td rowspan="2">植被类型</td><td rowspan="2">五节芒灌草丛</td><td colspan="3">群落样地环境特征</td></tr>
<tr><td>海拔</td><td>坡向</td><td>坡度</td></tr>
<tr><td>地　点</td><td>崎岭乡新村附近</td><td>537</td><td>南</td><td>8°</td></tr>
<tr><td>地理坐标</td><td colspan="4">24° 20'0.39"北，117°　5'59.06"东</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">群落种类组成</td><td colspan="2">植物群落状况</td></tr>
<tr><td>草本层</td><td colspan="2">草本层以五节芒(Miscanthus floridulu)为优势种，伴生有芒萁(Dicranopteris pedata)、白茅(Imperata cylindrica)、芒(Miscanthus sinensis)、狗牙根(Cynodon dactylon)、狗脊蕨(Woodwardia japonica)、大蓟(Cirsium japonicum Fisch. ex DC.)、一年蓬(Erigeron annuus)、小蓬草(Conyza canadensis)、肖梵天花(Urena lobata)、积雪草(Centella asiatica)、鬼针草(Bidens pilosa)等。</td><td colspan="2">草本层层盖度 90%，主要以五节芒为优势种，植株高度在 1.3～2.6m，其他草本植物高度在 0.4～1.1cm 之间。</td></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
</table>

2)　土壤现状

该区土壤类型多种多样，自然土壤以地带性红壤为主，其次有紫色土、石灰土等，广泛分布于低山丘陵区。农业土壤以水稻土为主，其中又以丘陵山地的渗育水稻土(黄泥田)占大部分。盆谷区有潴育水稻土(灰泥田和潮砂田)，还有一部分紫泥田和潜育水稻土(烂泥田)。丘陵坡地还分布有旱作红壤(红泥土和红泥砂土)。

本土壤区由于森林迭遭破坏，不少地方水土流失加剧。水土流失导致自然土壤土层浅化，土壤干燥，有机质及氮、磷、钾含量少，自然肥力降低。农业土壤有机质及速效养分含量较少，土质粘，耕层浅，尤其是渗育水稻土(黄泥田、紫泥田)存在浅、酸、瘦、旱等不良性状，加以耕作管理

粗放，灌溉条件差，土壤肥力较低。

3) 土地利用现状

根据现场调查和遥感解译资料可知，本段管线两侧各500m的评价范围内，评价区面积为 10700hm^2。该区域内的土地利用类型以林地为主，其次为耕地，再次为草地，其它用地面积较少。评价区林地面积为4261.83ha，占评价区总面积的 39.83%；耕地为 3577.55ha，占评价区域总面积的33.44%;。评价区土地利用类型见表5.1-30和生态遥感图集。

表5.1-30 管线两侧500范围内的土地利用现状

土地利用类		面积(ha)	百分比
林地	有林地	1583.07	14.80
	灌木林	73.27	0.68
	疏林地	1037.88	9.70
	其它林地	1567.62	14.65
	小计	4261.83	39.83
草地	高覆盖度草地	1011.72	9.46
	中覆盖度草地	912.18	8.53
	低覆盖度草地	329.43	3.08
	小计	2253.33	21.06
耕地		3577.55	33.44
水域		83.02	0.78
建筑交通等其他用地		436.88	4.08
未利用地		87.39	0.82
合计		10700	100

4) 主要生态问题及保护目标

该区段的主要生态问题是森林生态系统明显退化，生态服务和生产服务功能下降，生态环境比较脆弱；矿山生态破坏比较严重，引发局部地区的地质灾害；农业面源污染逐年加重。主要生态保护目标为强化水土流失治理；发展优质高效的生态农业，建设无公害食品和绿色食品基地；工矿企业污染治理和矿山生态恢复。

5.1.3 野生动物现状

陆生脊椎动物的调查主要包括以下三个过程：

1)查阅文献资料。查阅以往的调查资料，主要参考资料包括《中国两栖动物图鉴》《中国爬行动物图鉴》《常见鸟类野外识别手册》《中国鸟类野外手册》《中国兽类野外手册》和《中国动物志》等，该方法主要适合两栖、

爬行和部分鸟类、兽类物种资源调查，获得评价区内陆生脊椎动物的基本组成情况。

2)走访调查。通过走访评价区范围内及其周边附近的居民，对照动物图鉴向他们核实曾经所见动物种类、数量、时间、地点等信息。

3)实地调查。受季节的影响，主要是对鸟类进行了调查，主要采用样线法和样点法完成，调查时观察记数所见鸟类种类、数量以及痕迹。

根据有关资料记录，配合专家咨询，评价区内野生动物的种类比较贫乏，由于生态环境多为村庄、农田，因此野生动物主要以农区小型啮齿类动物、两栖爬行类和一些鸟类为主，在一些湿地区段，会有少量湿地鸟类栖息分布。

1) 两栖类

评价区内两栖动物主要为蟾蜍科的黑眶蟾蜍(Bufo melanostictus)、蛙科的泽蛙和沼蛙，均为无尾目种类。其中，黑眶蟾蜍广泛较广，主要分布于农田、沟渠、池塘等水域和近水环境。

2) 爬行动物

评价区内爬行动物中以游蛇科种类最多，余下为石龙子科和壁虎科。

游蛇科种类主要生活于路边草丛、水沟及附近草丛内，评价区内常见爬行类中，蛇类有中国水蛇、乌梢蛇等南方种类；石龙子科铜蜓蜥主要分布于低海拔地区、平原及山地阴湿草丛中以及荒石堆或有裂缝的石壁处；壁虎科种类主要生活于建筑物的缝隙及岩缝、石下、树下或草堆柴堆内。均为本区域常见种类；龟鳖类主要有鳖、乌龟等，主要分布于水域湿地区域，由于具有较高经济价值而遭到过度捕捞，现在野生个体已经非常稀少。

3) 鸟类

大多数鸟类适应的生境范围较广，同一物种可能有一种以上的生态类型，因此各个生境的鸟类种类有所重叠。根据生态类型划分，评价区内水域鸟类有池鹭(Ardeola bacchus)、普通翠鸟(Alcedo atthis)、绿头鸭、斑嘴鸭等；鹌鹑、山斑鸠、珠颈斑鸠等，主要分布于次生林及荒地、灌丛区域,农田区域也较为常见。林鸟有大山雀(Parus major)、棕背伯劳(Lanius schach)等；农田村庄鸟类有家燕(Hirundo rustica)、金腰燕(Hirundo daurica)、麻雀等。

4) 哺乳类

评价区人类活动剧烈，无大型兽类分布。农田及村庄附近主要为一些小型兽类如东方蝙蝠(Vespertilio sinensis)、小家鼠(Mus musculus)、褐家鼠(Rattus norvegicus)等，林间主要分布的的兽类是野猪(Sus scrofa)、猪獾(Arctonyx collaris)等。由于种类较少，没有典型的分布规律。从生态类型上看，均为农田村庄兽类。

5) 鱼类

评价区穿越一些河流和村庄旁的池塘，池塘中养殖的有青鱼(Mylopharyngodon piceus)、鲶鱼(Silurus asotus)、乌鳢(Channa argus)、鲤(Cyprinus carpio)、鲢(Hypophthalmichthys molitrix)等；河流中数量较多的是鲫(Carassius auratus)、泥鳅(Misgurnus anguillicaudatus)、草鱼(Ctenopharyngodon idellus)等。

5.1.4 重点保护野生动、植物

5.1.4.1 重点保护野生动物

根据现场调查和查阅资料，评价范围内有国家二级保护动物 8 种，分别是红隼、花田鸡、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、草鸮等，主要分布在工程沿线的林地、灌丛草地、湿草地、沼泽地带，以及河口、沼泽、河溪、湖塘、水库内，详见表 5.1-31 和表 5.1-32。

表 5.1-31 重点保护野生动物名录

序号	名称	拉丁名	保护级别
1	红隼	*Falco tinnunculus interstinctus*	国家Ⅱ级
2	花田鸡	*Porzana exquisita*	国家Ⅱ级
3	褐翅鸦鹃	*Centropus sinensis sinensis*	国家Ⅱ级
4	小鸦鹃	*Centropus bengalensis lignator*	国家Ⅱ级
5	草鸮	*Tyto capensis chinensis*	国家Ⅱ级
6	青鼬	*Martes flavigula*	国家Ⅱ级
7	白鹇	*Lophura nycthemera*	国家Ⅱ级
8	花鳗鲡	*Anguilla marmorata*	国家Ⅱ级

表 5.1-32　重点保护野生动物分布范围

序号	种名	保护级别	栖息特点
1	红隼	II	通常栖息在山区植物稀疏的混合林、开垦耕地及旷野灌丛草地，喜欢单独活动，尤以傍晚时最为活跃。
2	花田鸡	II	冬候鸟，主要栖息于湿草地和沼泽地带，常在河边或湖边的草丛中活动和觅食。大多在黎明和傍晚活动，白天常藏匿在草丛中。主要以水生昆虫、甲壳类和水藻等为食。性甚隐蔽。
3	褐翅鸦鹃	II	栖息于 1000 米以下的低山丘陵和平原地区的林缘灌丛、稀树草坡，喜欢单个或成对活动，它善于隐蔽，遇到干扰或有危险的时候就很快藏在地上草丛或灌丛中。
4	小鸦鹃	II	栖息于低山丘陵和开阔鲍山脚平原地带的灌丛、草丛、果园和次生林中。常单独或成对活动。性机智而隐蔽，稍有惊动，立即奔入稠茂的灌木丛或草丛中。
5	草鸮	II	栖息于山麓草灌丛中，以鼠类、蛙、蛇、鸟卵等为食，叫声响亮刺耳。
6	青鼬	II	生活在山地森林或丘陵地带，穴居在树洞及岩洞中，善于攀缘树木陡岩，行动敏捷。
7	白鹇	II	留鸟。栖息于多林的山地，喜在浓密竹丛中间活动，从山下直到海拔 1500 米的高处都有它活动。白天隐匿不见，晨昏活动。
8	花鳗鲡	II	花鳗鲡为典型降河洄游鱼类之一。生长于河口、沼泽、河溪、湖塘、水库等内。性情凶猛，体壮而有力。白昼隐伏于洞穴及石隙中，夜间外出活动，捕食鱼、虾、蟹、蛙及其它小动物，也食落入水中的大动物尸体。能到水外湿草地和雨后的竹林及灌木丛内觅食。

根据《广东省重点保护陆生野生动物名录》和《福建省重点保护野生动物名录》，评价区内分布的福建省重点保护野生动物有黄鼬、苍鹭、草鹭、大白鹭、白鹭、戴胜、金腰燕、家燕、灰喜鹊、喜鹊、画眉等；评价区内分布的广东省重点保护野生动物有沼蛙、棘胸蛙。这些动物主要分布在工程沿线的林地、灌丛、沼泽地带，以及河流、沼泽、河溪、湖塘、水库内，分布范围较广。

5.1.4.2　重点保护野生植物

依据《国家重点保护野生植物名录》(第一批，1999)植被调查中未见有国家重点保护野生植物分布。在坪山隧道、坪岭隧道附近发现有古树名木，分别为榆树(*Ulmus pumila*)(树龄约 200 年)和荔枝(*Litchi chinensis*)(树龄约 150 年)，并挂牌保护。零星分布的重点保护植物有苏铁(*Cycas revolute*)、樟(*Cinnamomum camphora*)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)和银杏(*Ginkgo biloba*)，均为人工栽培树种。

5.1.5 生态严控区

根据《广东省环境保护规划纲要》，结合现场勘查，本项目线路方案在广东省境内涉及严格控制区路段共有 5 处，分别位于广州市增城区-惠州市龙门县(交界处)、河源市紫金县、梅州市丰顺县、潮州市潮安区、梅州市大埔县境内，其他市区不涉及严格控制区。为方便区分，将所涉及的 5 处生态分别编号为 A、B、C、D、E 五个区，本项目与严格控制区位置关系详见表 5.1-33 和图 5.1-3。

其中穿越 A、B、C 三个严格控制区的线路属于一期建设工程(即增城-潮州段)，而穿越 D、E 两个严格控制区的线路属于二期建设工程(即潮州-漳州段)。

表05.1-33　管道穿越严格控制区情况

序号	穿越地区		桩号	长度 km	工程组成	备注
1	A区	广州增城区	AA097-AB009+115m	1.297	该段管线主要为一般线路段埋地敷设	无山岭隧道、河流大中型穿越及站场、阀室。
		惠州龙门县	AB009+115m-AB032	4.955	该段主要为顺坡埋地敷设、沿山间谷地埋地敷设，在AB017桩设有1#监视阀室。	无山岭隧道、河流大中型穿越及站场。
小计				6.252		
2	B区	河源紫金县	AF236+50m-AF242+120m	1.189	该段管线沿山间谷地埋地敷设	严控区内无山岭隧道、河流大中型穿穿越及站场、阀室。但在AF242+120m－AF257桩(非严控区内)之间设有一座720m长隧道，进口桩号为AF256，出口桩号为AF257，进出口均在严控区范围之外。
			AF257-AF262+20m	0.997	该段管线沿山间谷地埋地敷设	
小计				2.186		
3	C区	梅州丰顺县	AI127+118m-AI129	0.308	该段管线沿山间谷地埋地敷设	无山岭隧道、河流大中型穿越及站场、阀室。
			AI139-AI153+140m	2.696	该段管线沿山间谷地埋地敷设，在AI146-AI147桩之间设有17#阀室	无山岭隧道、河流大中型穿越及站场。
			AI156+90m-AI165+105m	1.176	该段管线为顺坡埋地敷设	无山岭隧道、河流大中型穿越及站场、阀室。
			AI181+400m-AI181+1120m	0.720	该段管线为隧道穿越，隧道进口桩号为AI181，出口桩号为AI182	隧道进出口均在严控区范围外，无河流大中型穿越及站场、阀室。
			AI201+40m-AI201+332m	0.292	该段管线为一般线路段埋地敷设	无山岭隧道、河流大中型穿越及站场、阀室。
小计				5.192		
4	D段	潮州潮安区	AK064+847m-AK064+1231m	0.375	该段管线为隧道穿越，隧道进口桩号为AK064，不在严控区范围内；出口桩号为AK064+1231m，在严控区范围内。	隧道进口在严控区范围外，出口在严控区范围内，无河流大中型穿越及站场、阀室。

序号	穿越地区		桩号	长度 km	工程组成	备注
			AK064+1231m-AK064+2018m	0.787	该段管线为山区丘陵敷设	无山岭隧道、河流大中型穿越及站场、阀室。
			AK064+2018m- AK065+697m	2.305	该段管线为隧道穿越，隧道进口桩号为AK064+2018m，出口桩号 AK065+697m，进出口均在严控区范围内	无河流大中型穿穿越及站场、阀室。
			AK065+697m-AK065+1228m	0.531	该段管线为山区丘陵敷设	无山岭隧道、河流大中型穿越及站场、阀室。
			AK065+1228m-AK065+2463m	1.283	该段管线为隧道穿越，隧道进口桩号为AK065+1228m，出口桩号 AK065+2463m，进出口均在严控区范围内	无河流大中型穿越及站场、阀室。
			AK065+2463m-AK065+2767m	0.304	该段管线为山区丘陵敷设	无山岭隧道、河流大中型穿越及站场、阀室。
			AK065+2767m- AK066+888m	1.783	该段管线为隧道穿越，隧道进口桩号为AK065+2767m，出口桩号 AK066+888m，进出口均在严控区范围内	无河流大中型穿越及站场、阀室。
			AK066+888m-AK066+2002m	1.114	该段管线为顺坡埋地敷设	无山岭隧道、河流大中型穿越及站场、阀室。
小计				8.482		
5	E段	梅州大埔段	AK113+153m-AK115+150m	1.34	该段管线为隧道穿越，隧道进口桩号为AK111+507，不在严控区范围内；出口桩号为 AK115+150m，在严控区范围内。	无河流大中型穿越及站场、阀室。
			AK115+150m-AK116	0.06	该段管线为顺坡埋地敷设	无山岭隧道、河流大中型穿越及站场、阀室。
小计				1.40		
合计				23.512		

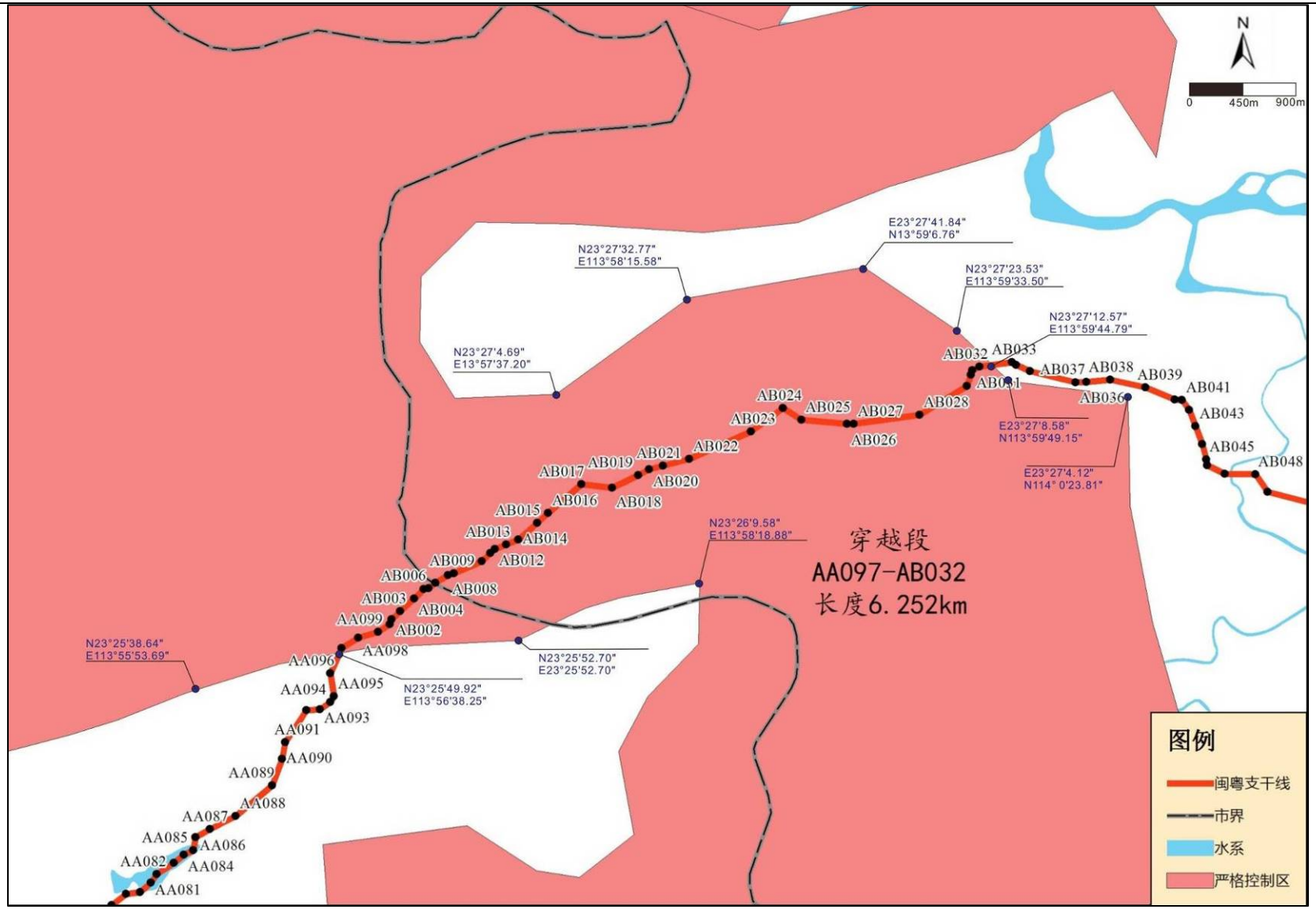
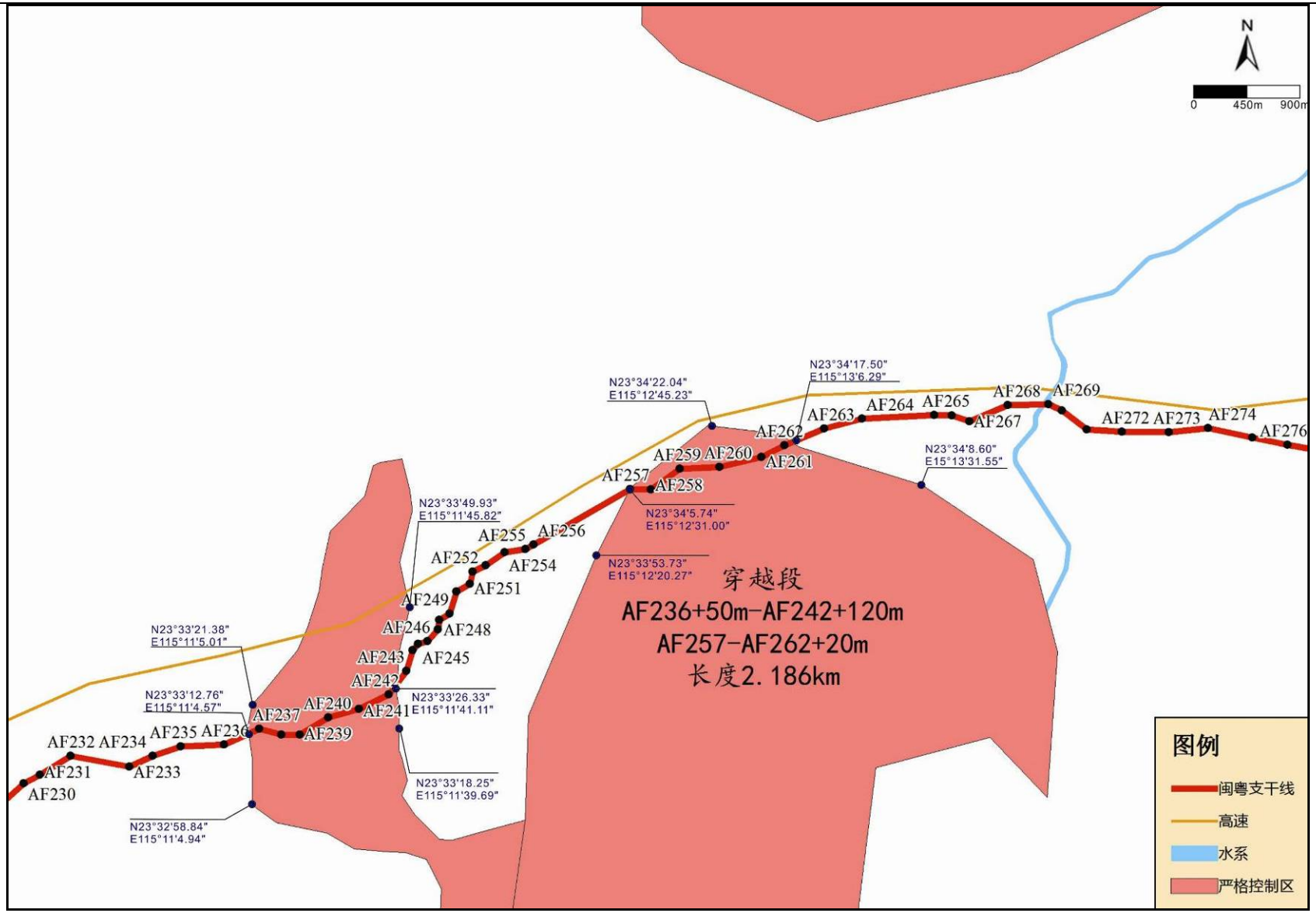


图 5.1-3-1　管道与广东省严格控制区位置关系图(广州增城区-惠州龙门县段 A 区)



5.1-1-2　管道与广东省严格控制区位置关系图(河源紫金县 B 区)

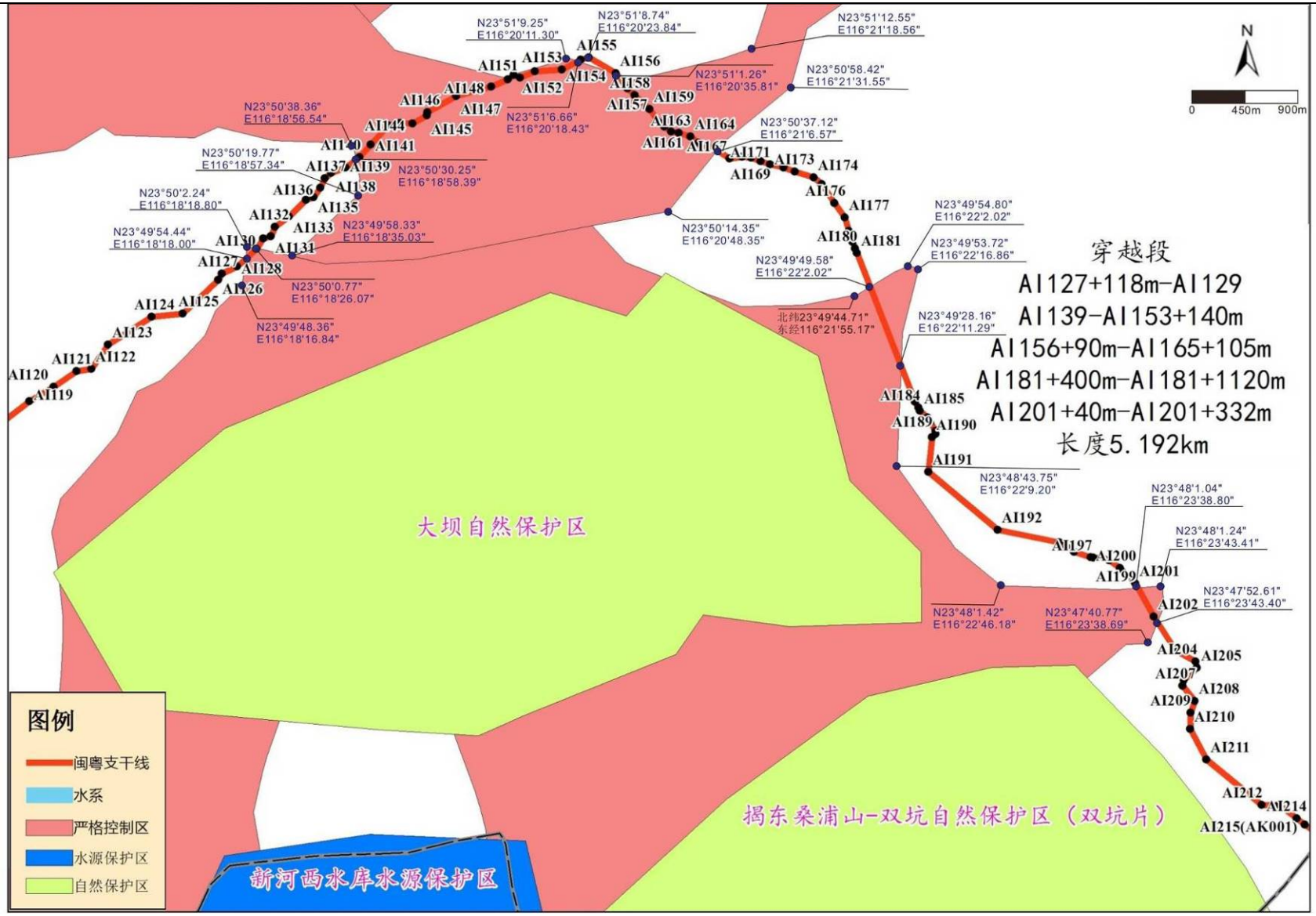


图 5.1-2-3　管道与广东省严格控制区位置关系图(梅州丰顺县 C 区)

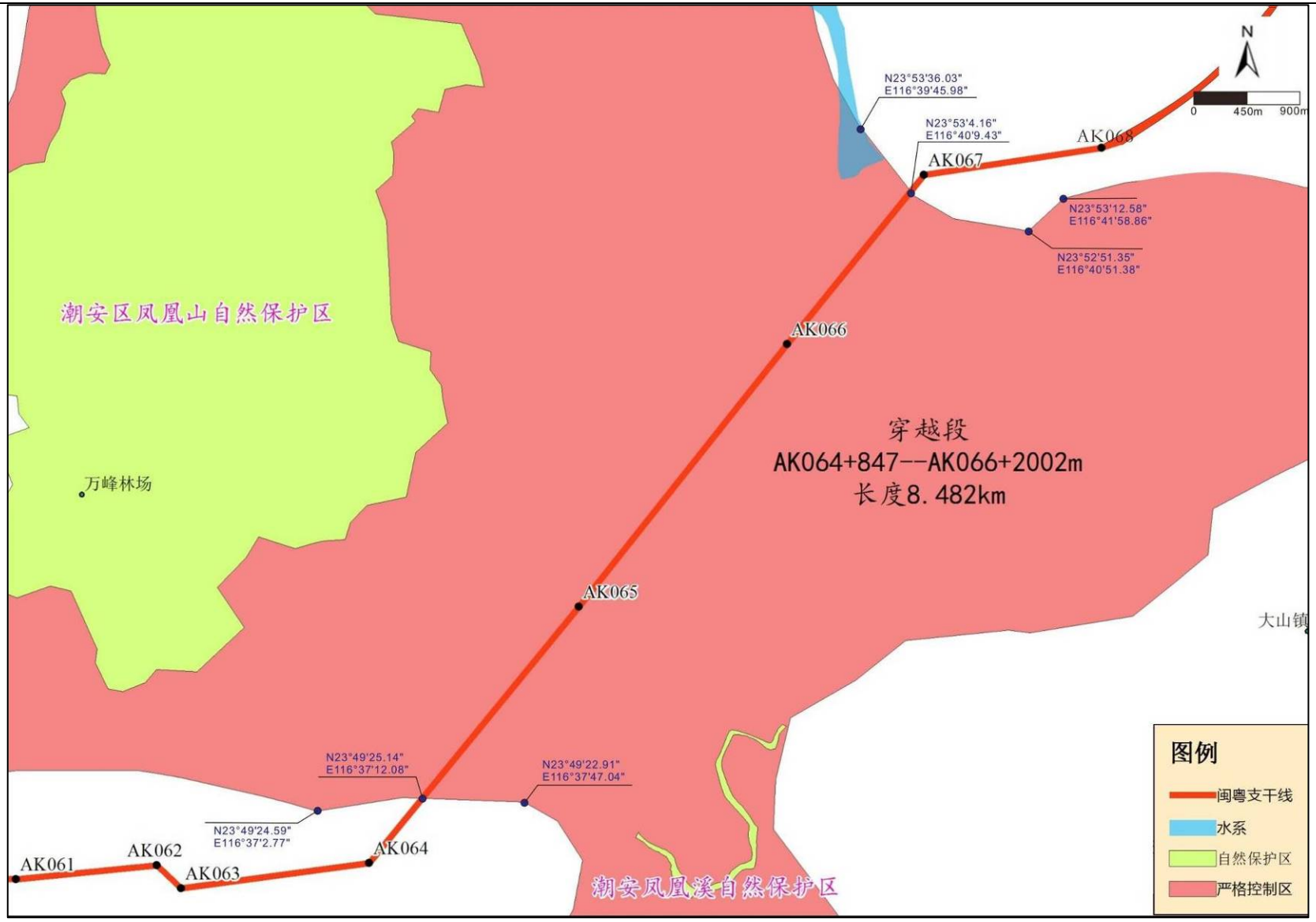


图 5.1-3-4　管道与广东省严格控制区位置关系图(潮州潮安区 D 区)

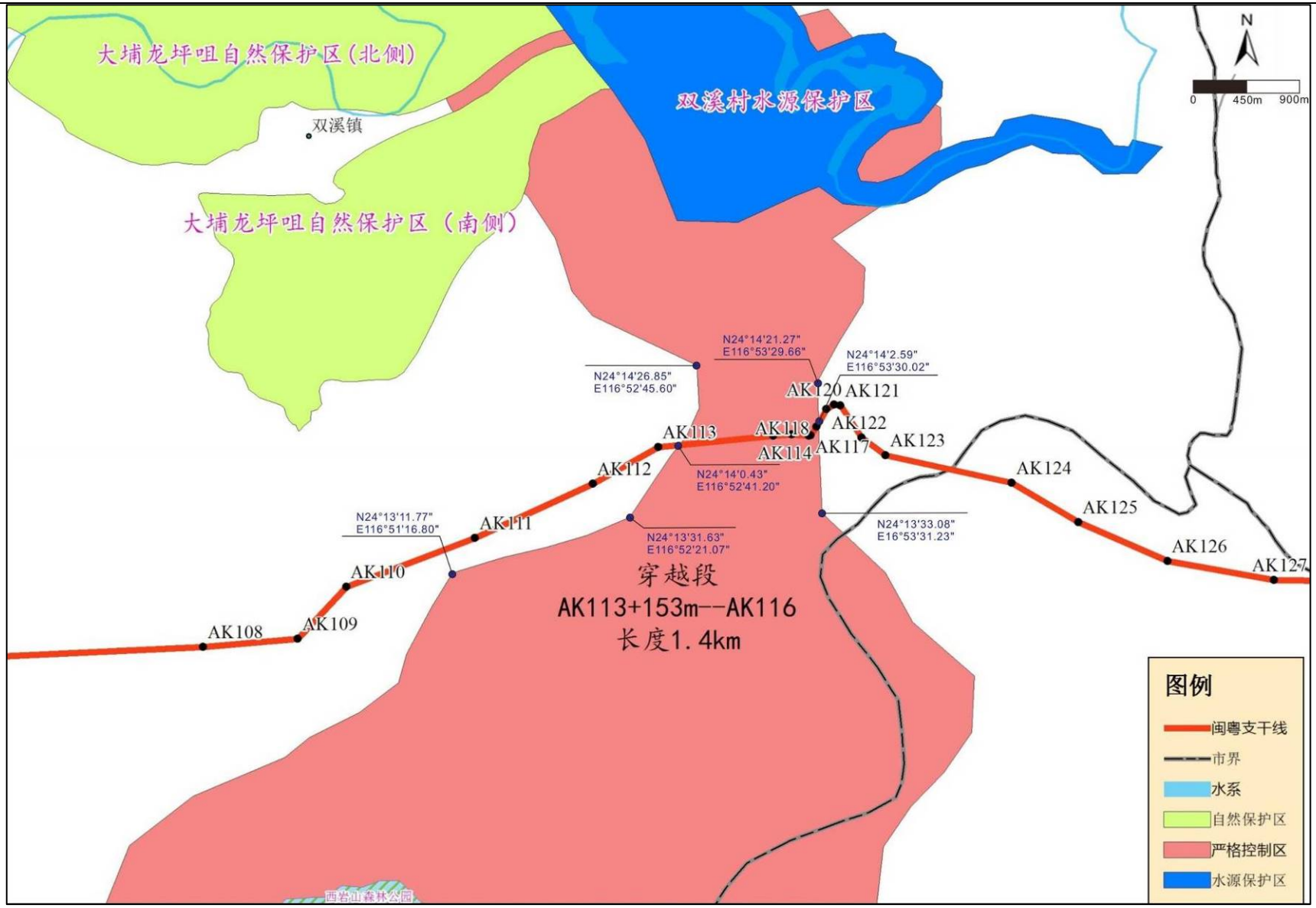


图 5.1-4-5　管道与广东省严格控制区位置关系图(梅州大埔县 E 区)

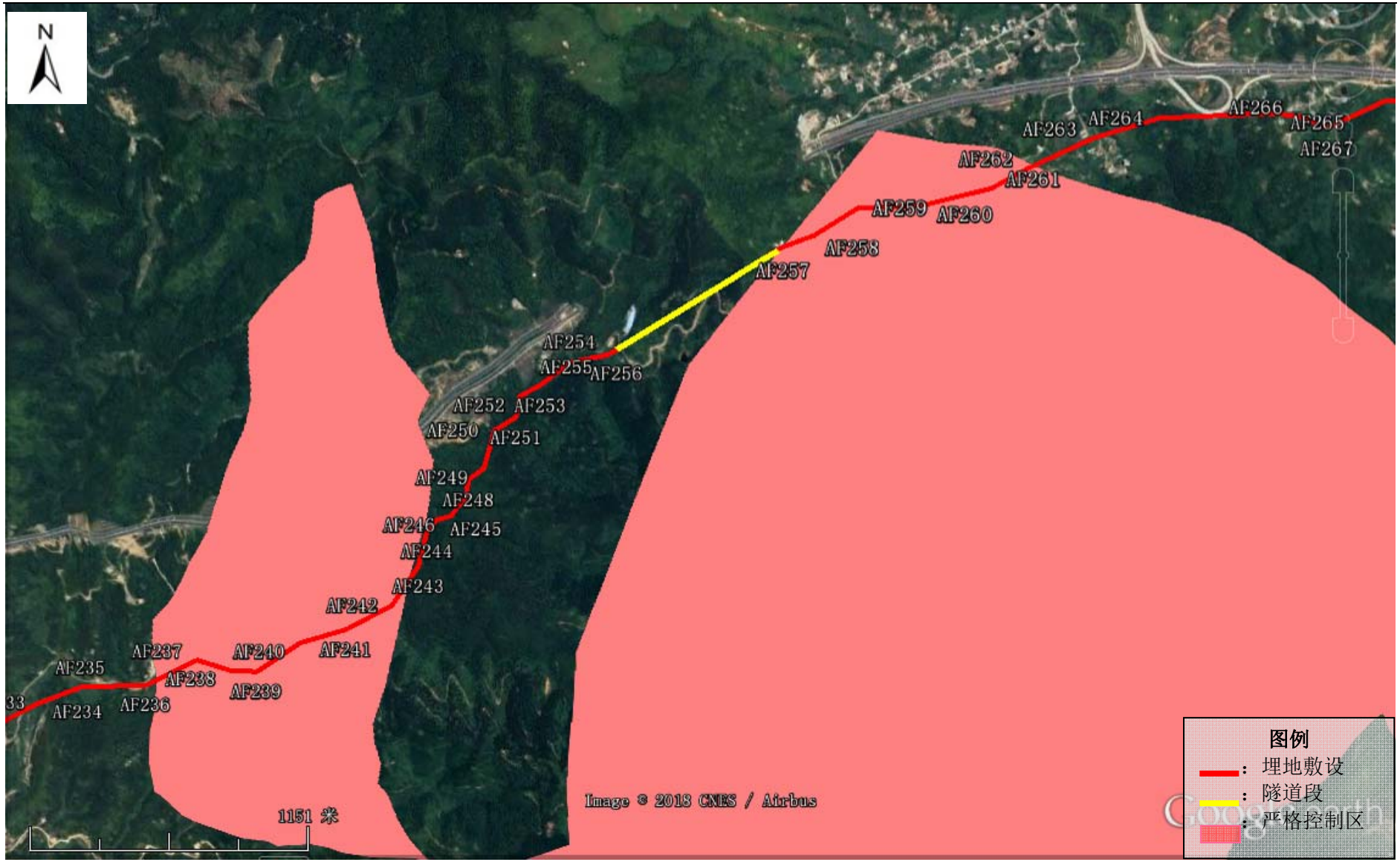


图 5.1-5-6　紫金段(B 区)管道工程组成图

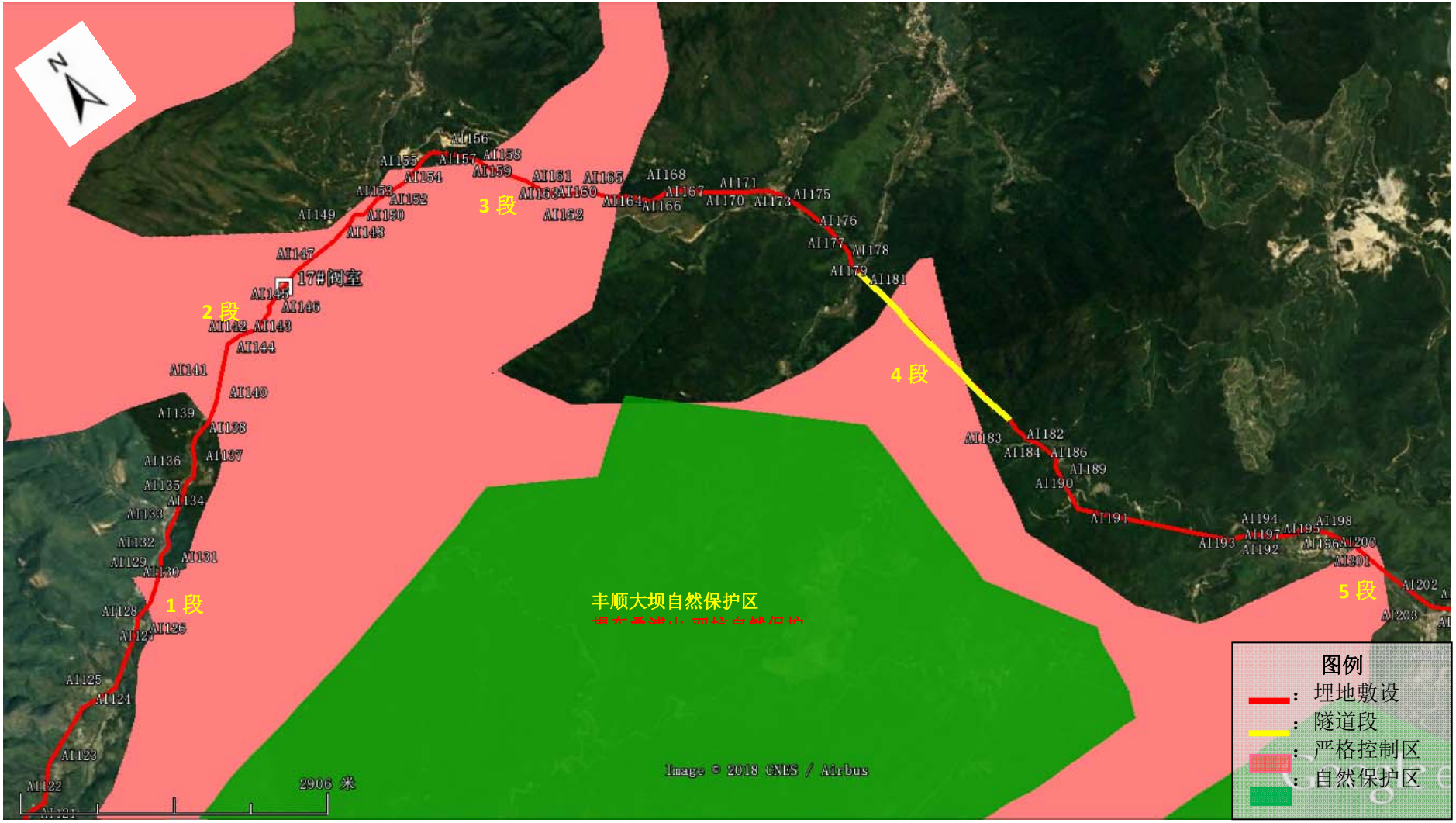


图 5.1-6-7　丰顺段(C 区)管道工程组成图

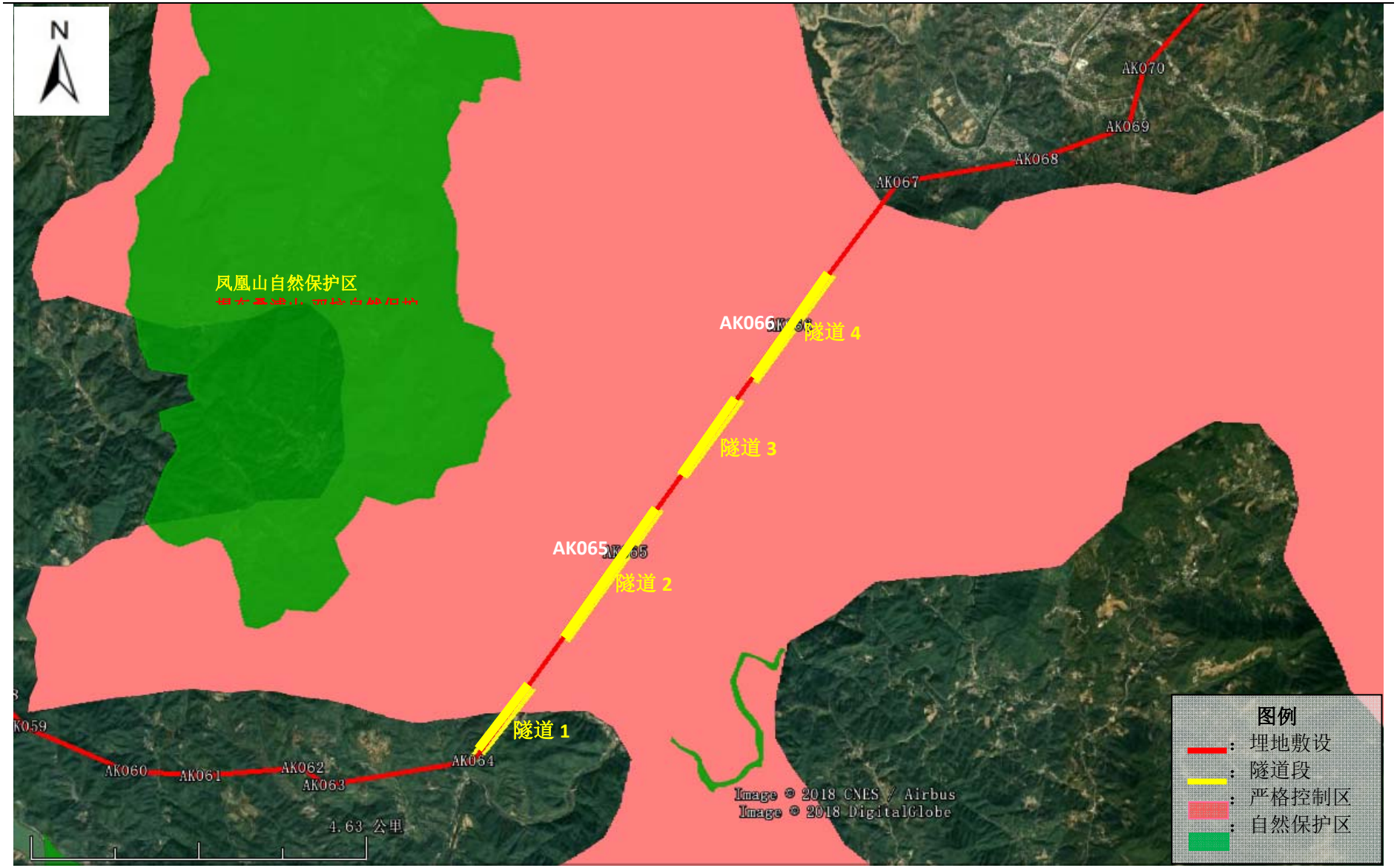


图 5.1-7-8　潮安段(D 区)管道工程组成图

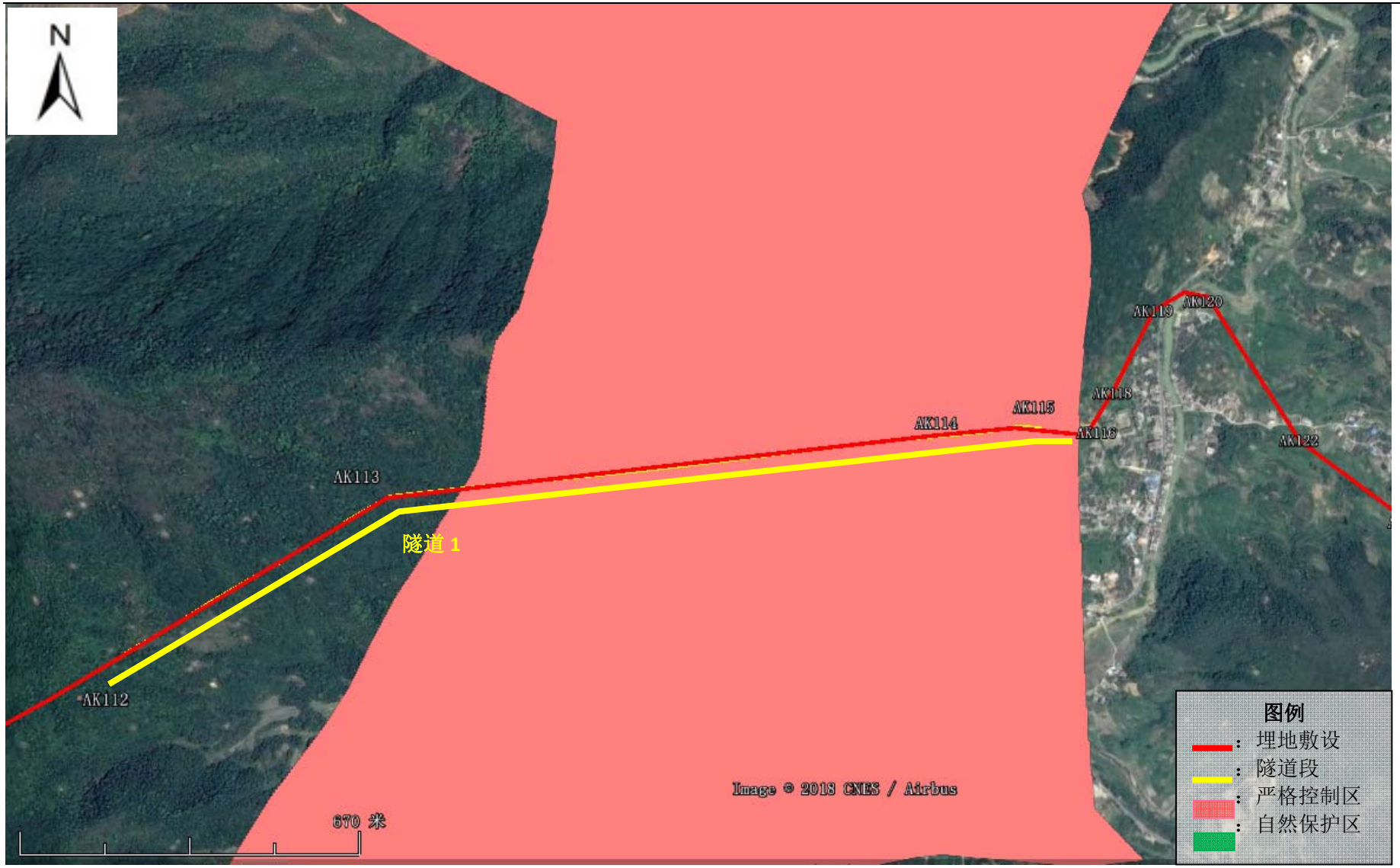


图 5.1-8-9　大埔段(E 区)管道工程组成图

1） 严格控制区 A 区(增城-龙门段)

(1) 增城-龙门段所处严格控制区总体概况

增城-龙门段所处严控区总体呈南北走向，该严格控制区范围较大，穿越广州从化区、增城区以及惠州的龙门县、博罗县，面积达到了 828 平方千米，南北走向控制范围达到了 65km。经线路论证，本项目从严控区中部穿越，不涉及自然保护区。该线路总长度为 7.98km，其中穿越严格控制区的长度约为 6.252km。整个线路沿低洼地带管沟形式的铺设，并未涉及山岭隧道穿越线路。整体而言，本工程穿越的增城-龙门段所处严格控制区地势平缓，海拔较低，人为干扰较大，生态系统保存一般，其严格控制区类型以次生生态系统为主；线路北侧纬生态系统连通区，海拔相对较低，工程穿越处最高山体仅为 330m，将其划入严格控制区，可能是出于保护两侧生态系统完整性的需要。

(2) 本项目涉及的严控区增城-龙门段概况

本工程涉及严格控制区增城-龙门段，总长约6.252 km，其中增城区境内穿越长度为1.297km，龙门县境内穿越长度为4.955km。该段主要为一般埋地敷设、顺坡埋地敷设、沿山间谷地埋地敷设，无山岭隧道穿越以及河流大中型穿跨越工程，在该严格控制区域内也未设置站场，但在 AB017 桩附近设有 1#监视阀室(位于龙门县麻榨镇内)。

据现场调查，该段沿乡道方向铺设，管道施工范围处于当地村民主要活动带边缘，该区域地形平缓，大部分被人为开发为果园和经济林。植物群落主要是马尾松、山乌桕混交林，马尾松、桉树混交林，山乌桕—盐肤木—类芦群落，芒萁群落，五节芒群落，生态环境质量一般。

综合：本工程涉及严格控制区增城-龙门段，位于所处严格控制区的中间位置，植被较简单，以人工林为主，工程范围多靠近村庄边缘，人为活动较多，生态系统受人为干扰较大。

2） 严格控制区 B 段(河源紫金县段)

(1) 紫金段所处严格控制区总体概况

紫金段所在严格控制区控制区面积约 26.42km^2，南北向长度约 10.2km，该线路长 10.83km，分两段先后穿越严格控制区，长度约为 2.186km，穿越桩号为AF236+50m-AF242+120m段、AF257-AF262+20m段。线

路主要是沿汕湛高速南侧敷设，基本平行于高速公路。线路敷设地貌以山间沟谷为主，地势相对较为平缓，人类活动频繁，已有多处土地已被开垦为耕地。线路穿越林地长度约 4.5km，林地植被也多为桉树，交通便捷，管道施工后，植被恢复周期较短。

(2) 严格控制区紫金县段

本工程涉及严格控制区河源市紫金县段自西向东途经河源市紫金县瓦溪镇及紫城镇，在 S14 汕湛高速南侧与其同向而行，穿越该段严格控制区的总长度约为 2.186km，分两段穿越，其中 AF236+ 50m-AF242+120m 段长 1.189km，AF257- AF262+20m 段长 0.997km。主要为沿山间谷地埋地敷设，区域内无山岭隧道穿越以及河流大中型穿跨越工程，并且在该区域内也未设置站场及阀室。在桩号 AF242+120m- AF257 段(非严控区内)之间设有一座山岭隧道，但隧道的进出口均在严格控制区范围之外。

据现场调查，该段沿山间谷地埋地敷设，在桩号 AF242+120m- AF257 段(非严控区内)之间设有一座山岭隧道。调查队伍沿山体道路进行采样，该区域植被分布主要是：桉树林，松杉混交林，山乌桕、木荷林，马尾松、桉树混交林群落，植物生长较茂盛，林下灌木层以九节芒、白茅、象草为主，植被生长旺盛。

综合：本工程涉及严格控制区紫金段，位于所处严格控制区的北部位置，植被种类不多，多以人工林为主，人为活动较频繁，生态系统受人为干扰较强。

3) 严格控制区 C 区(丰顺段)

(1) C 区所处严格控制区总体概况

丰顺段所在严格控制区范围较大，面积达到了 785km^2，南北走向控制范围达到了 45km，东西走向控制范围达到了 55km，而本工程输气管道方向是从揭阳站向潮州站前进，为避开生态敏感点，最终确定线路长度约为 51.5km，穿越严格控制区的长度约为 5.192km(其中 AI127+118m- AI129 段长约 0.308km，AI139-AI153+140m 段长约 2.696km，AI156+90m-AI165+105m 段长约 1.176km，AI181+400m-AI181+1120m 段长约 0.72km，AI201+40m-AI201+332m 长约 0.292km)。从线路总体走向来看，该方案的线路顺畅性较差，但该方案不穿越沿线水源保护区，沿线低洼地带较多，管

道线路主要是管沟形式的铺设，并无河流穿穿越，但在AI181+400m-AI181+1120m 段之间的山体较高，该段采取隧道形式穿越，但隧道的进口和出口均不落在严格控制区范围内。

整体而言，本工程穿越的丰顺段所处严格控制区不涉及自然保护区，但因山体海拔较高，人为干扰较少，生态系统保存较完整。

(2) 本项目涉及严格控制区 C 区情况

梅州丰顺段全长 5.192km，该段管道线路从桩号 AI127+118m-AI129 段、AI139-AI153+140m 段、AI156+90m- AI165+105m 段、AI201+40m-AI201+332m 段 4 段全长共 4.472km，主要为埋地敷设，无大中型河流穿跨越工程，但在 AI181+400m- AI181+1120m 段之间的山体较高，该段采取隧道形式穿越，但隧道的进、出口在严格控制区范围之外。工程在严格控制区内未设置站场，在桩号 AI139-AI153+140m 段内设有 17#监视阀室一座。

本工程涉及严格控制区丰顺段长约 5.19km，该段均位于丰顺县境内。据现场调查，该段主要沿山体铺设，调查队伍沿道路进入山林进行采样，道路处于当地村民主要活动带廊道边缘，该区域植被以马尾松和桉树林为主，另有部分区域人工种植毛竹，植物生长较茂盛。本工程 AI156+90m-AI165+105m 主要为坡度平缓的小山坡，植被以桉树林为主，大约已种植逾 3 年，植被生长较繁茂。

综合：本工程涉及严格控制区丰顺段 AI156+90m-AI165+105m 植被较简单，以人工林为主，工程范围多靠近村庄边缘，人为活动较多，生态系统受人为干扰较大。

4) 严格控制区 D 区(潮州段)

(1) 严格控制区 D 区总体概况

本工程管线(AK064+847m-AK066+2002m 段)段穿越位于潮州市潮安区严格控制区(D 区)，穿越长度约为 8.482km，D 区所在严控区区域包括了潮安凤凰溪自然保护区，且距离本工程管线东北侧约 1.3km 有一个幽谷逸林旅游区。

广东潮安凤凰山省级自然保护区地处潮安区西北部，于 2001 年 12 月 31 日经省人民政府审批成立。保护区位于凤凰主峰南坡，面积 2812 公顷，

是韩江流域的发源地之一，海拔在 250-1497m 之间，属中山地形；森林覆盖率 95.6%，年均气温 19℃，降雨量 2000mm 以上。保护区境有云豹、豹、蟒蛇、穿山甲等 34 种国家Ⅰ、Ⅱ级保护动物；野生维管植物 1281 种，其中有南方红豆杉、桫椤、异形玉叶金花、苏铁蕨等几十个品种的国家Ⅰ、Ⅱ级保护植物。广东潮安凤凰山省级自然保护区是潮汕地区唯一的"森林和野生动植物资源湿地型"的综合性省级自然保护区。

幽谷逸林旅游区位于广东省潮安区归湖镇高原枋土村，是一处恬静、秀美的自然生态旅游区。旅游区藏于山谷之中，有 6 个大小不一形态各异的水流瀑布，其溪流奔泻逶迤而下，其最高达 100 米。浓郁亚热带森林特色的山沟峡谷，清澈见底的清潭、深幽宁静的石洞、千姿百态的岩石、荆棘丛生的原始雨林灌木，步步有景。松岩观涛、情人石、处女泉、千年藤、奇特古榕树、罕见的竹柏树以及休闲亭台坐在青山绿水之中。还有无污染蔬菜，瓜果、生姜、茶叶及家养的禽畜及自制的糯米酒、青梅酒等丰富的绿色健康食品。就目前而言，该严格控制区 D 区因山体连绵，虽未划定自然保护区，但可能属典型原生生态系统，总体划定相对较合理。

(2) 本工程涉及严格控制区 D 区段情况

潮州市潮安段(AK064+847m-AK066+2002m 段)全长 8.482m，该段管道线路从桩号 AK064+847m- AK064+1231m、AK064+2018m- AK065+697m、AK065+1228m- AK065+2463m、AK065+2767m- AK066+888m，4 段均为隧道段，全长为 5.746km；从桩号 AK064+1231m-AK064+2018m、AK065+697m-AK065+1228m、AK065+2463m- AK065+2767m、AK066+888m-AK066+2002m 段均为顺坡埋地敷设，全长 2.736km。该段在严格控制区内也并未设置站场、监控阀室。

本段位于潮州市境内，穿越凤凰山，凤凰镇大山阻隔处以隧道贯穿。根据样方调查结果，主要植被类型是：马尾松、荷木混交林，马尾松林，杉木林，毛竹林，五节芒群落，多为人工次生林，临近村庄，人为活动干扰相对较大，总体而言，严格控制区 D 段受人为干扰较大，由于种植时间较长，已发展成为半人工半自然林，林下植被较好。

5) 严格控制区 E 区

(1) 严格控制区 E 区概况

本工程严格控制区(E 区)AK289-AK292 位于梅州市大埔县，E 区所在严控区穿越有大埔县和潮安区饶平县，严控区内有大埔县龙坪咀县级自然保护区和西岩山省级森林公园。

西岩山省级森林公园位于广东省潮州市饶平县，经营面积 722.45 公顷，立西岩山省级森林公园地理坐标和四界范围：地理坐标为：东经 116°50′42″—116°51′45″，北纬 24°09′28″—24°11′15″；四界范围：西面从海拔 1255.7 米上尖纪山山顶(沿山脊往东至)海拔 1174.2 米英子石崇山山顶(沿山脊往南至)海拔 925.2 米麻石纪山山顶(沿山脊往南至)海拔 964.7 米山猪文山山顶(沿山脊往南至)海拔 701.5 米山山顶(沿山脊往南至)海拔 651.0 米山腰(沿 651.0 米等高线往西北至)第一条溪流交界处(沿溪流往南至)海拔 512.0 米山腰(沿 512.0 米等高线往东至)九村水溪流边(沿九村水溪流西边往东北跨九村水溪流后至)倒转坑(沿九村水溪流东边往北至)茶园(沿溪流往东跨九村水溪流后至)笔架山正北海拔 1025.0 米处(往东北至)海拔 1081.0 米山山顶(往北至)海拔 1056.6 米大雾崇山山顶(沿山脊往北至)大埔县交界海拔 936.0 米山山顶(沿县界往北至)海拔 937.0 米山山顶(沿县界往西至)上尖纪。范围不含禾塘窠四周 78.39 公顷、大坪西南侧 1.41 公顷、铁钳窠 4.16 公顷、水庵电站北面 4.97 公顷和三湖南面 2.92 公顷林地)。

大埔县龙坪咀自然保护区保护区其面积为 4054.1 公顷。

(2)　本工程穿越严格控制区 E 区情况

梅州市大埔段(AK113+153m-AK116 段)全长 1.4km，该段管道线路从桩号 AK113+153m-AK115+150m 段为隧道段，全长约为 1.34km，出口桩号为 AK115+150m，在严控区范围内；桩号 AK115+150m-AK116 段为顺坡埋地敷设，全长约为 0.06km。该段在严格控制区内也并未设置站场、阀室。

本项目穿越严格控制区(E 区)，属大埔县县内。该段区域穿越马鞍山，山顶人为干扰少，山脚有小山庄。山体植被多以马尾松、杉树、桉树为主，灌草植被相对较丰富。山脚处受人为活动干扰影响，植被状况一般。总体而言，本项目所经严格控制区(E 段)植被状况一般。

5.2　生态环境影响分析

本工程对生态环境的影响主要表现在施工期。本工程管道线路长

595km，施工带宽 24m。因此，影响范围较广且呈带状分布。

该项目对生态环境的影响主要表现为开挖管沟、敷设管道、建设站场、修筑施工道路等工程活动对植被的破坏、对土壤环境的破坏、占用土地、改变土地利用性质等，即打破了地表的原有平衡状态。若恢复治理措施不当，土壤的每一个新坡面，每条新车印都可能 形成新的侵蚀起点，从而加重当地的水土流失，并影响农业生产，使当地农民的收入受到一定的损失。

5.2.1　工程占地情况

本工程施工活动碾压、扰动、占用土地主要包括管道敷设占地、站场占地，其中站场占地为永久占地，本工程站场永久占地均不属于基本农田。管道敷设及施工便道建设以临时占地为主。本工程施工活动占压、扰动土地情况见表 5.2-1。由表中可以看出，本工程施工活动预计总扰动面积 1539.9ha。

表 5.2-1　西气东输三线闽粤支干线工程扰动占用土地情况统计结果

行政区段	工程活动类型	占地性质	土地利用类型(ha)															
			林地					草地				耕地	水域	建筑交通等其他用地	未利用地			合计
			有林地	灌木林	疏林地	其它林地	小计	高覆盖度草地	中覆盖度草地	低覆盖度草地	小计				滩地	裸岩石砾地	小计	
福建省	线路	临时	25.77	23.99	0	41.67	91.43	29.15	23.72	6.68	59.55	96.57	0.94	7.76	0.55	0	0.55	256.8
		永久	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	站场	永久	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	阀室	永久	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.32	0	0	0	0	0	1.32
	道路	永久	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		临时	0	0	20.99	0	20.99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.99
	渣场	永久	0	0	0	0	0	0	9.54	0	9.54	0	0	0	0	0	0	9.54
	小计	临时	25.77	23.99	20.99	41.67	112.42	29.15	23.72	6.68	59.55	96.57	0.94	7.76	0.55	0	0.55	277.79
		永久	0	0	0	0	0	0	9.54	0	9.54	1.32	0	0	0	0	0	10.86
	合计		25.77	23.99	20.99	41.67	112.42	29.15	34.68	6.68	70.51	97.89	0.94	7.76	0.55	0	0.55	290.18
广东省	线路	临时	425.22	54.75	53.24	12.21	545.42	71.16	4.82	22.80	94.19	468.96	4.90	8.97	0.76	0	0.76	1123.20
		永久	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0.35	0	0	0	0	0	0	0.35
	站场	永久	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.90	0	0	0	0	0	11.90
	阀室	永久	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.39	0	0	0	0	0	6.39
	道路	永久	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		临时	0	38.72	23.09	30	91.81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91.81
	渣场	永久	0	0	0	0	0	17.57	0	0	17.57	0	0	0	0	0	0	17.57
	小计	临时	425.22	93.47	76.33	42.21	637.23	71.16	4.82	18.21	94.19	468.96	4.9	8.97	0.76	0	0.76	1215.01
		永久	0	0	0	0	0	17.57	0	0.35	17.92	18.3	0	0	0	0	0	36.21
	合计		425.22	93.47	92.53	42.21	653.43	94.6	11.75	18.56	124.91	487.26	4.9	8.97	0.76	0	0.76	1280.23
合计	线路	临时	450.99	78.74	53.24	53.88	636.85	100.31	28.54	24.89	153.74	565.53	5.84	16.73	1.31	0	1.31	1380
		永久	0	0	0	0	0	0	0	0.35	34.75	0	0	0	0	0	0	34.75
	站场	永久	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.9	0	0	0	0	0	11.9
	阀室	永久	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.72	0	0	0	0	0	7.72
	道路	永久	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		临时	0	38.72	44.08	30	112.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112.8
	渣场	永久	0	0	0	0	0	18.14	8.96	0	27.10	0	0	0	0	0	0	27.1
	小计	临时	450.99	117.46	97.32	83.88	749.65	100.31	28.54	24.89	153.74	565.53	5.84	16.73	1.31	0	1.31	1492.8
		永久	0	0	0	0	0	17.57	9.54	0.35	27.46	19.62	0	0	0	0	0	47.07
	合计		450.99	117.46	97.32	83.88	749.65	117.88	38.08	25.24	181.2	585.15	5.84	16.73	1.31	0	1.31	1539.87

1） 临时占地的影响

临时占地发生在施工期，包括管道开挖、穿越工程、施工便道、临时工棚、料场等。由于对这些土地的临时占用，对管道沿线的土地利用产生影响，并临时改变了土地利用形式，影响了土地的原有功能，使沿线地区的农林牧业生产受到暂时性影响。这种影响会延续到施工结束后的一段时间内。

根据实地调查及遥感影象资料解译分析，临时占地中草地 153.74hm^2、耕地 565.53hm^2、林地 749.65hm^2。造成的林业和粮食的损失从绝对量来看达数千吨，但由于这种影响发生在一个非常狭窄的长达 595km 的带状区域，因而不论是从局地来看还是从整个沿线区域来看，所占比例甚小，对区域的农林业生产只会产生很小的暂时性的影响。施工结束后，一般 1 年(对于耕地)或 2～3 年(对于草场)或 5～6 年(对于灌丛林地)内基本上可恢复原有的土地利用功能。因此，施工期临时占地对整个区域土地利用和经济的不利影响是非常有限的。

2） 永久占地的影响

永久占地主要包括场站、线路三桩占地、隧道渣场占地等，这些设施对土地的占用是永久性的，对土地利用的影响也是永久性的。永久占用土地自施工期就已开始，并在整个运营期内一直持续，即对沿线土地利用产生不可逆的影响。本项目永久占地 47.07hm^2。由于这些土地被占用，使其将永久失去原有的生物生产功能和生态功能。然而，这些设施占地面积较小(相对整个管道沿线来讲)，对当地的土地利用影响较小。

5.2.2 主要工程活动对生态环境的影响分析

5.2.2.1 敷设管道、修建道路对生态环境的影响

管线主要沿沟谷、平缓地带敷设，部分区段需要翻越山体。施工活动将破坏自然植被，工程施工过程中将开挖地表覆盖层，破坏植被，扰动土层，造成山体岩石暴露，产生大量弃石(土)渣，加剧该地区的水土流失。管线爬坡或沿坡脚敷设，放炮开挖管沟可能诱发零星崩塌发生。此外，开挖管沟产生的弃土石方处理不当，也会对生态环境造成严重影响，在以往工程中曾发生过弃土石顺山坡倾倒的现象，造成青山坡变成了砾石堆，甚至堵塞河道，造成严重水土流失。

管线经过的区以农田为主，因此施工活动还会对农业生产造成一定影响。

5.2.2.2　穿跨越河流对生态环境的影响

本工程河流大型穿越工程 3 处，累计穿越长度约 3.6km，中型河流穿越 16 处，累计穿越长度约 6.24km。穿越方式有盾构隧道、钻爆隧道、定向钻和大开挖等。

本工程将采用盾构隧道穿越韩江，采用钻爆隧道穿越九龙江，采用定向钻方式穿越东江、公庄河、秋香江及其支流、琴江、五经富河、横江河、北河等河流，其余河流采用大开挖方式。

1)　非开挖方式穿越河流的影响分析

(1)　盾构隧道、钻爆隧道和定向钻方式穿越河流不直接接触水体,不影响河流防洪等正常使用功能，安全性高，只要妥善处理好施工废物，不会影响河流水质，也不会影响水生生物物种的种类。

(2)　非开挖方式穿越河流需要一定的施工场地，施工活动将导致施工场地范围内的全部植被遭到破坏。但这种影响是临时的，施工结束后，即可对其进行恢复。

(3) 定向钻施工现场的钻屑沉淀池和泥浆收集池有可能泄漏污染水体。根据已有工程的施工现场来看，钻屑沉淀池和泥浆收集池都经过了防渗处理，且有一定的余量，一般不会发生泄漏污染水体。

施工所用泥浆无毒且无有害成份。对废泥浆的处置一般采用固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中并覆土恢复植被的方法；对废钻屑，一般可用来加筑堤坝或平整场地，对周围环境和水体水质影响不大。

2)　大开挖穿越河流的影响分析

大开挖方式穿越河流，一般采用围堰导流方式，会有暂时阻隔河流流水，增加河水中泥沙含量，产生水土流失的问题。但这种影响只是暂时的，在河水流过一段距离后，由于泥沙的重新沉积会使河水的水质恢复到原有状况。

施工活动扰动水体，对鱼类有驱赶作用，使鱼类远离施工现场，迁到其他地方，使施工区域鱼类密度显著降低。

此外，施工活动产生的车辆冲洗水、冷却水，施工人员产生的生活垃

圾、生活污水等可能会影响河流水质。若施工中加强管理，注意不要将施工中洒落的机油流入河中，施工结束后，做好河床、河堤的恢复工作，可以说对水生生态环境的影响是暂时的，而且影响较小。

5.2.2.3　穿越公路、铁路对生态环境的影响分析

本工程线路共穿越铁路 4 次、高速公路 20 次、高等级公路 34 次。对于高等级公路和铁路工程拟采用顶管方式穿越，一般公路以及砂石路采用分段开挖埋管方式穿越。公路、铁路顶管穿越产生的弃土(石)，将用于修筑路基。

穿越公路、铁路工程施工期较短，可以采取集中施工方式进行，缩短施工期限，这种影响属于短期行为，施工结束后影响就会消失，施工过程中只要安排好工程进度，搞好施工管理，对生态环境和景观格局带来的影响较小。

5.2.2.4　站场、阀室建设对生态环境的影响分析

本工程共设置 5 座工艺站场，线路截断阀室 25 座。站场和阀室设置情况见表 2.6-5。

这些建筑物属永久性建筑物，永久占用土地面积 19.62hm^2。站场建设的主要环境影响是改变了原土地的利用类型。站场占地以农田为主，由于对这些土地的永久占用，将造成当地耕地数量的减少。然而，相对于全线施工扰动面积而言，永久占地面积很少，对当地土地利用的影响较小。

另外，站场建设将形成永久性建筑物，局部原生态景观彻底改变。但是从整体来看对景观的生态格局影响不大。

5.2.2.5　隧道工程对生态环境的影响

本管道工程部分山体将采用隧道方式穿越，将开挖山体隧道 25 座，总长约 32.4km，见表 2.6-2。

大部分山体隧道建设处植被茂密，主要为次生林、灌丛及灌草丛植被。隧道施工的主要环境影响为施工场地、临时渣场等临时占地以及大量的弃渣及施工涌水等对自然生境的破坏，如果处置措施不当。会造成严重水土流失。

1)　施工占地

根据已有工程经验，隧道两侧洞口施工需临时占地，占地面积约

5000㎡～8000㎡，必将使该区域范围内的植被受到破坏。

2） 弃土弃石

本工程全线 25 座隧道，大部分隧道位于山涧河谷之上，部分隧道进出口有河道，其隧道弃土石渣若不合理处置，任意堆放或沿河堤倾倒，不仅将占用土地，破坏地表植被或淤积河道，而且将成为水土流失发生的物质来源。

(1) 渣场的选择

由于管线穿越山体隧道较多，故产生的弃土弃石相对较多，因此弃渣的堆放、渣场的合理选址显得尤为重要。本工程对渣场设计选址原则如下：

渣场不应挤占河道，少占林地、农田；同时应考虑其位置在地质条件上稳定，避免诱发地质灾害。

根据以上原则，本工程渣场初步设置位置情况见表 5.2-3。

(2) 弃渣的处理

根据工程分析，25 座山体隧道弃渣量约为 36.74×10^4㎥。根据可研，对于隧道弃渣除部分选择适当的渣场堆放，并做工程防护及恢复植被外,还可以作为水工保护砌石利用。另外,根据已有工程经验，隧道弃渣还可用于修建道路和地方基建。

(3) 渣场的主要环境影响

本工程 25 个隧道的渣场周围情况详见表 5.2-3。根据现场踏勘，本工程涉及到的 25 个隧道弃渣场大部分布置于山间凹地和地势相对平缓的缓坡上，弃渣场占用土地以疏林地和灌草丛为主。地表自然植被为工程区所在区域内常见植被。工程施工会消除施工区内的植物个体，使相关种类的个体数量减少，但受影响的个体数量非常有限，工程建设不会造成相关区域植物种群数量的明显改变，不会造成植物种类的减少和植物区系的改变。在采取了必要的水土保持措施后(挡渣墙、排水沟等)和植被恢复措施后，渣场建设所造成的植物资源的影响会逐渐消失。工程运行期间，不会对植物资源造成影响较小。但从目前所选渣场位置来看，部分渣址区植被茂密，且为茂密的马尾松林地、毛竹林地。

3） 隧道工程对地表植被的影响分析

隧道开挖修建可能造成的局部地表水流失和地下水下降，对地表植被

的生长会带来不利影响。

隧道建设对植被的影响主要集中在隧道的进出口处。由于施工占地，弃渣的临时堆放等，必将使该区域范围内的植被受到破坏。因此在隧道施工前应对各隧道进出口植被进行调查，确认有无需保护的物种和可移栽的物种，同时在隧道施工开挖过程中，采取超前探水和防堵水措施，防止地下水流失，保护地表植被。

4) 隧道排水的影响

隧道施工中有少量含泥砂污水流出，污水会顺地势流入周围荒地或附近河道，将造成河水暂时性的浑浊，对环境和水体影响不大。

5) 爆破开挖隧道的噪声影响

爆破开挖隧道时会产生强噪声和震动，对隧道附近居民点影响较大，施工采用小药量水平爆破，减轻噪声，减小震动。沿线大部分隧道工程远离居民点，一般均在 2km 以外，噪声影响不大。

表 5.2-2　管道沿线山体隧道现状

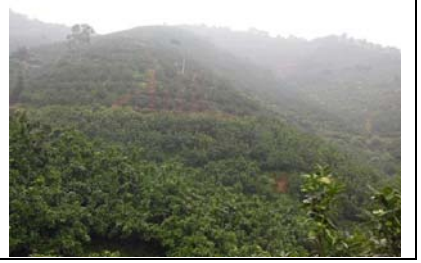
编号	隧道名称	位置	长度(m)	植被类型			
				进口植被	进口现状照片	出口植被	出口现状照片
1	溢塘隧道	惠州市龙门县	1392	洞口处为马尾松林桉树林，其他植物主要有田麻、假臭草、小飞蓬、芦苇等。		出洞口处为桉树林，林下植被稀少，以常见灌木和草本植物为主。	
2	坪山隧道	惠州市龙门县	1592	洞口处为桉树林，林下植被稀少，以常见灌木和草本植物为主。		出洞口处主要为次生林，种类有青冈、樫木、盐肤木等，夹杂少量人工桉树林。	
3	坪岭隧道	惠州市博罗县	552	进口植被主要是马尾松林，在山坡种植有荔枝、芭蕉等，林下有赛葵、微甘菊、翅荚决明等。		出洞口处为竹林，竹林下主要有白背叶、土茯苓、狗脊等。	

4	白眉寨隧道	河源市紫金县	721	进口附近主要为灌木、竹林、蕨类植物，植被茂密。		出口附近主要为青冈、丝栗栲阔叶林，林下常见植物有盐肤木、野山渣、山乌桕、天仙果、五节芒等。	
5	时禾石隧道	梅州市五华县	1361	进口附近主要为高大灌木、竹林、蕨类植物，植被茂密。		出口附近主要为毛竹林、桉树林	
6	马石牌隧道	揭阳市揭西县	275	隧道进口为松树、灌木和杂草		出口处多为毛竹林，重要的经济用材林，在当地分布较广泛，林下植被常见有海金沙、三棱莎草、芒等	
7	六湖凸隧道	揭阳市揭西县	2166	洞口处为杉木林，夹杂桉树、樟树、马尾松、芭蕉等；灌木有合轴荚蒾、牡荆等。		出口植被以马尾松林为主，夹杂桉树、秋枫等。林下植物主要有蜈蚣草、石松、象耳芋、假地豆等。	

8	龙潭1#隧道	揭阳市揭西县	586	进口主要为杂草及灌木。		出口主要为毛竹林，林下种类有山矾、檵木、乌药、芒萁等	
9	龙潭2#隧道	揭阳市揭西县	605	进口及附近山坡上植被茂密，以马尾松林为主。		出口及附近山坡上植被茂密，主要为灌草丛。	
10	龙潭3#隧道	揭阳市揭西县	477	进口及附近山坡上植被茂密，以马尾松幼林主，盖度60%左右，林下植被有檵木、山乌桕、五节芒、芒萁等		出口及附近山坡上植被茂密，以灌木、杂草为主，主要为马尾松	
11	南山隧道	揭阳市揭西县	702	进口附近主要为松树、桉树和低矮灌木等。		出口多为松树、桉树、竹林和低矮灌木等常绿植物。	

12	东坑隧道	梅州市丰顺县/揭阳市揭东区	1926	洞口处为马尾松林，夹杂银合欢、樟等。林下植物主要有假臭草、马樱丹、鸭跖草等。		出口植被以人工橄榄林为主，林下植物主要有丰花草、地桃花、小飞蓬、芒萁等。	
13	吉平隧道	梅州市丰顺县	1206	马尾松疏林，高 8m 左右，胸径 10-15cm,林下植被稀少，常见有檵木、盐肤木、芒萁等		丝栗栲、马尾松混交林，常见乔木有青冈、枫香、山乌桕等，林下常见植物有了哥王、苦竹、黄瑞木、五节芒等	
14	园潭隧道	梅州市丰顺县	691	进口附近主要为竹林、树林。		出口附近主要为蜜柚、茶树种植地。	
15	横东1#隧道	梅州市丰顺县	787	进口附近主要为松树、桉树和低矮灌木等。		出口处多为马尾松树、桉树、竹林，林下植被有乌饭、小叶石楠、檵木、芒萁等低矮灌草丛。	

16	横东2#隧道	梅州市丰顺县	658	洞口处为杉木林，乔木层树种还有少量的毛竹、马尾松等，林下植物主要以檵木、黄瑞木、山乌桕、芒萁、五节芒为主，植被覆盖度约 95%。		洞口植被茂盛，主要为杂草、灌木、松树等，洞口外侧为蜜柚种植区	
17	高棚隧道	梅州市丰顺县	1803	洞口植被为柚子林和茶树，植被较茂密。		洞口植被较密，为柚子林。	
18	鸡啼隧道	梅州市丰顺县	1379	洞口植被为柚子林，植被较茂密		洞口下方约 7m 为一溪沟，洞口植被较密，为柚子林	
19	白水砌隧道	梅州市丰顺县	1937	洞口处为毛竹林，林下植物主要以大青、黄瑞木、芒萁、五节芒为主，植被覆盖度约 95%。洞口下方山体为柚子果园。		洞口处为芒萁草丛，植被覆盖度约 35%。	

20	大仑坪隧道	福建省漳州市平和县	2813	洞门处为经济林地，主要种植柚子林，植被较稀疏。		洞口处为柚子果园。	
21	高田仔1#隧道	福建省漳州市平和县	2178	洞门位于路边，上方为柚子林地，植被较稀疏，距洞口北东方向约50m处有一冲沟。		洞门位于路边，植被较稀疏，洞口上方主要为柚子林地，坡体有少量杂草；洞口下方发育一条南东走向的溪流。	
22	高田仔2#隧道	福建省漳州市平和县	1281	洞口处为柚子果园		洞口处为柚子果园	
23	大坑隧道	福建省漳州市平和县	2112	洞口植被为柚子林		洞口植被较稀疏，以柚子和杂草为主	

24	大茂山隧道	福建省漳州市南靖县	2460	隧洞口附近植被主要为毛竹林林和小面积的杉木林，林下植被以檵木、盐肤木等常见的灌木和草本植物为主。		洞口处植被为人工种植的巨尾桉林，林下植被稀少，以常见灌木和草本植物为主。	
25	公山尾隧道	福建省漳州市南靖县	751	洞口处主要以次生性灌木林地，主要灌木种类有青冈幼树、丝栗栲幼树、檵木、盐肤木等，草本植物主要以五节芒为主，植被覆盖度约85%。		洞口处植被为人工种植的巨尾桉林，林下植被稀少，以常见灌木和草本植物为主。	

表 5.2-3　管道沿线山体隧道渣场设置情况

编号	名称	位置	长度(m)	渣场面积(m^2)	渣场现状
1	溢塘隧道	惠州市龙门县	1392	11496	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口下方的荒草地；出口渣场位于出洞口下方约 400m 的灌丛。
2	坪山隧道	惠州市龙门县	1592	14333	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口下方的荒草地，种有少量果树；出口渣场位于出洞口下方的凹地，目前场地为果园。
3	坪岭隧道	惠州市博罗县	552	20428	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口下方的荒草地；出口渣场位于洞口附近凹地，目前场地为灌丛。
4	白眉寨隧道	河源市紫金县	721	13882	进洞口设置 1 处渣场，位于隧道入口南侧山间谷地，坡地大部分区域被五节芒覆盖，山下为马尾松林。
5	时禾石隧道	梅州市五华县	1361	4792	进、出洞口各设置 1 处渣场，入口渣场位于隧道入口西北侧山坳地，主要为马尾松，杉木等植被，植被长势较好，地被植物以芒萁为主。出口渣场位于隧道出口西侧山坳地，植被为五节芒草丛，山上为马尾松米槠构成的针阔混交林，林下植被以乌饭、檵木、芒萁、五节芒等为主。
6	马石牌隧道	揭阳市揭西县	275	9630	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口下方的灌草丛；出口渣场位于出洞口下方的灌草丛。
7	六湖凸隧道	揭阳市揭西县	2166	20336	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口下方的灌草丛；出口渣场位于出洞口下方的灌草丛。
8	龙潭 1#隧道	揭阳市揭西县	586	13507	进洞口设置 1 处渣场，位于进洞口下方的荒草地；出口渣场与龙潭 2#隧道出口渣场共用。
9	龙潭 2#隧道	揭阳市揭西县	605	35427	出洞口设置 1 处渣场，渣场位于出洞口下方的山间凹地，植被为灌草丛。
10	龙潭 3#隧道	揭阳市揭西县	477	--	不单独设置渣场，进出口渣场与龙潭 2#隧道出口渣场共用。
11	南山隧道	揭阳市揭西县	702	13040	进、出洞口各设置 1 处渣场，入口渣场位于隧道口的西侧的山坳地，主要植被有马尾松、毛竹、五节芒等。出口渣场位于隧道口东侧附近的山间凹地，山间沟谷，主要植被为马尾松、杉木林。
12	东坑隧道	梅州市丰顺县/揭阳市揭东区	1926	16703	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口附近的草丛和少量农田场地；出口渣场位于出洞口下方的橄榄林。

13	吉平隧道	梅州市丰顺县	1206	19078	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口附近的荒草地；出口渣场位于出洞口下方的灌草丛。
14	园潭隧道	梅州市丰顺县	691	18426	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口附近的茶园；出口渣场位于出洞口下方的荒草地。
15	横东 1#隧道	梅州市丰顺县	787	11724	渣场分别选在隧道进口北侧和隧道出口北侧的山间沟谷中，进口拟建渣场为林地，为马尾松纯林，有少量次生阔叶树种分布，地被植物以芒萁、五节芒为优势种。出口渣场为弃荒菜地，山上为马尾松疏林地，常见地被植物为野古草、五节芒、狗脊蕨、芒萁等。
16	横东 2#隧道	梅州市丰顺县	658	11564	进口渣场与横东 1#隧道出口渣场共用；出洞口设置 1 处渣场，位于出洞口下方的茶园。
17	高棚隧道	梅州市丰顺县	1803	6556	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口附近的废弃料场；出口渣场位于附近的一块平地。
18	鸡啼隧道	梅州市丰顺县	1379	9525	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口附近的山凹地，现状为废弃采石场；出口渣场位于出洞口下方的灌丛。
19	白水砌隧道	梅州市丰顺县	1937	12262	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口下方的荒草地；出口渣场位于出洞口附近的灌丛。
20	大仑坪隧道	福建省漳州市平和县	2813	22774	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口附近的山坳地；出口渣场位于出洞口下方的荒地。
21	高田仔 1#隧道	福建省漳州市平和县	2178	17519	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口附近的柚子果园；出口渣场位于出洞口下方的柚子果园。
22	高田仔 2#隧道	福建省漳州市平和县	1281	10800	进口渣场与高田仔 1#隧道出口渣场共用；出洞口设置 1 处渣场，位于出洞口下方的柚子果园。
23	大坑隧道	福建省漳州市平和县	2112	17322	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口附近的柚子果园；出口渣场位于出洞口下方的柚子果园。
24	大茂山隧道	福建省漳州市南靖县	2460	20671	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于洞口下方的香蕉果园；出口渣场位于出洞口的山谷地，目前场地为巨尾桉林和五节芒草丛地，植被简单。
25	公山尾隧道	福建省漳州市南靖县	751	6286	进、出洞口各设置 1 处渣场，进口渣场位于进洞口附近的香蕉果园，场地内除香蕉外，主要为草丛和少量农田场地；出口渣场位于出洞口下方的凹地，目前场地为香蕉果园。

5.2.3　对陆生生物的影响

本工程沿线经过区以山地丘陵为主，自然植被覆盖度相对较高。管道沿线的自然植被主要以暖温性针叶林和暖温性稀树灌木草丛。区内天然林树种繁多，分布最广的是马尾松混交林、毛竹林、杉木林，其次是木荷林、米槠、红栲林、杨等。灌木林主要有油茶林、芒萁灌草丛。农作植被主要有水稻、各种时令蔬菜等，它们大都分布在评价区的村庄周边地势平缓区域。果林植被主要包括柑桔、枇杷、板栗、香蕉、龙眼、荔枝等，上述果林植被主要分布在评价区山体中下部的缓坡、低丘和一些园地，它们大都呈斑块状分布，其中，在漳州以香蕉、荔枝居多。

5.2.3.1　对植物区系和种类的影响

评价区内的植物都是区域内分布广泛的常见种和广布种。工程施工会消除施工区内的植物个体，使相关种类的个体数量减少，但受影响的个体数量非常有限，工程建设不会造成相关区域植物种群数量的明显改变，不会造成植物种类的减少和植物区系的改变。工程运行期间，不会对植物资源造成任何影响。

管道施工期间一次性的干扰和破坏将影响植物的生长和物种多样性。管线竣工土石回填后，周围植物渐次侵入，植被开始恢复。根据生态学观点，施工过程是对植被及其生态系统的一次性扰动，这种扰动一旦结束，则由施工形成的次生裸地便开始向顶级植物群落方向演替。

按照生态学理论，管道沿线的植被破坏具有暂时性，一般将随施工完成而终止。根据管线所经地区的土壤、气候等自然条件分析，施工结束后，周围植物渐次侵入，开始恢复演替过程。要恢复植被覆盖，草本最先进入，可能需要 1～2 年，灌木侵入需要 5～10 年。采用人工植树种草的措施，可以加快恢复进程，2～3 年恢复草本植被，3～5 年恢复灌木植被，10～15 年恢复乔木植被。沼泽、湿地、草甸地带植被恢复时间约 3～5 年。但是，恢复的含义并非是完全恢复原施工前的植被种类组成和相对数量比例，而只是恢复至种类组成近似，物种多样性指数值近似的状态，但仍有所降低。

本管道工程沿线降雨丰富，植被自然恢复相对较容易，但沿线部分山地丘陵区，土层瘠薄、成土速率低，地表土层及植被一旦遭破坏，将很难恢复，导致岩石暴露。施工结束后，应做好土层的恢复，以保证植被的恢

复。

5.2.3.2　对一般陆栖脊椎动物的影响

工程施工期对陆栖脊椎动物的不良影响主要表现为栖息地丧失、人类干扰加重和对动物通道的阻隔。

工程施工期人类活动干扰加重可能对动物的活动产生一定影响，但工程建设的大部分地段已是受人类活动强烈影响的区域，且大多数地段沿现有公路布线，原有的人为干扰已经很严重，大多数物种对干扰已经适应，所以施工期人类活动对野生动物的影响不明显。此外，工程影响是短期的，施工结束后将进行土地复垦和植被恢复，多数动物有重返原环境的条件和可能。

5.2.3.3　对鸟类的影响

本工程沿线林地分布较多，野生动物分布较多，森林是野生动物栖息、迁移、觅食等活动的主要场所，工程施工将影响野生动物的生存环境，尤其管道沿线分布有稚科的鸟类，该类鸟活动范围较小，更易受到工程活动的影响。工程活动对野生动物的影响主要表现在以下几个方面：

1）　在施工管线穿越森林时，施工场地将在林地中形成干扰走廊，影响到野生动物的迁移与觅食，施工的噪音影响野生动物的栖息，特别是隧道施工爆破，对栖息在附近的鸟兽造成一定程度的惊吓，在爆破期间鸟兽纷纷逃离施工现场，飞迁到周围隐蔽安全区域生活；如在夜晚施工，灯光也会影响到鸟类的栖息，甚至影响到候鸟的迁移等；堆放的生活垃圾以及废弃物也对野生动物物种的生存产生影响。

2）　工程施工时，施工人员对野生动物可能的捕杀会影响到野生动物的种类与数量，甚至会影响珍稀野生动物种类的存在；

3）　施工期如处在野生动物的繁殖季节，则会影响到野生动物的生殖繁衍。

但施工期一般只有 2～4 个月，只要加强管理，工程对野生保护动物的影响是可控的。

5.2.3.4　对珍稀濒危保护动物的影响

评价区内有国家 II 级重点保护野生动物 8 种。根据生境条件和相关调查资料，II 级保护鸟类中红隼为猛禽，因为其活动范围大而进入评价区内

觅食，但并不在此繁殖，故工程建设不会对其产生明显影响。草鸮白天习惯栖息于灌草丛中，喜欢夜间活动，施工活动中人员活动和产生的噪声，会对施工场地附近的草鸮产生一定的影响；褐翅鸦鹃和小鸦鹃主要栖息于1000 米以下的低山丘陵和平原地区的林缘灌丛、稀树草坡、河谷灌丛、草丛和芦苇丛中，也出现于靠近水源的村边灌丛和竹丛等地方，但很少出现在开阔的地带。但是，鸦娟的活动范围相对较小，施工活动可能对褐翅鸦娟和小鸦鹃产生暂时的驱赶作用，待施工结束后，随着施工作业带植被和生境的恢复，这种影响就会逐渐消失。

综上所述，工程施工和运营不会对上述国家重点保护动物在当地的生存、繁衍及种群密度造成明显影响。

5.2.4　对水生生物的影响分析

大开挖方式穿越河流会暂时性阻断河流，增加水质的混浊度，影响水生生物的生存环境等，但是这种影响是暂时的，施工结束后能够恢复到原有状况，因此对水生生物的影响较小。

隧道方式对河流水体没有扰动，因此以上几种施工方式不会对水生生物造成影响。

1)　对浮游生物影响

施工排污影响浮游生物(藻类和浮游动物)。施工期生活污水、生活垃圾、管道安装完后清管和试压过程排放的废水、施工机械机修及工作时油污跑冒滴漏产生的含油污水等的排放必然会对水质产生一定程度的污染，造成浮游生物种类组成和优势度的变化。另外，路面开挖后裸露的土石，工程的弃土弃渣，在雨水冲刷下形成路面径流也会进入水体，这些施工材料将会导致水体浑浊，破坏浮游生物的生长环境。

2)　对底栖动物影响

水体底层为富含有机质的泥炭层，施工期水体底泥被搅动、搬运或疏挖后，底栖动物也将随底泥的取走而死亡或迁移它地。施工期间由于各种原因造成了对河流、水库的水质的破坏，而蜉蝣目幼虫、毛翅目幼虫和鞘翅目幼虫均为适应栖息于较洁净水体的物种，污染必然造成此类物种的减少。施工结束后一些耐污抗低氧的底层生物如摇蚊类幼虫较快能够得到恢复，但短期内不会出现软体动物。当水生植物有所恢复后，吸附水草生活

的虾、螺会逐渐增多，大型底栖动物也可望得到恢复。因沿线水生底栖动物在附近其它地区相似的环境中亦有分布，并非是本地区的特有种，从物种保护的角度看，工程的建设不会导致这些物种的消亡。

3) 对鱼类的影响

施工使水质受到一定程度破坏，浮游生物、底栖动物等饵料生物量的减少，改变了原有鱼类的生存、生长和繁衍条件，鱼类将择水而栖迁到其它地方，施工区域鱼类密度显著降低。

施工期在水下作业时，搅动水体和河床底泥，局部范围内破坏了鱼类的栖息地，对鱼类有驱赶作用，也会使鱼类远离施工现场，迁到其他地方，使施工区域鱼类密度显著降低。鱼类等水生生物生存空间的减少导致食物竞争加剧，致使种间和种内竞争加剧，鱼类的种群结构和数量都会发生一定程度的变化而趋于减少。

另外，施工活动还会使渔业产量下降。沿线河流以鲤形目和鲶形目鱼类为主，且多为经济鱼类，主要有鲢鱼、草鱼、鲤鱼、鲫鱼、黄鳝等等，产卵一般为每年的 4 月～8 月的丰水期，其产卵场一般在河道宽窄相间处。如果在此季节施工，对鱼的产卵会产生一定影响。穿越点一般选在河道较窄处，影响面积相对较小。因此施工活动应尽量安排在枯水季节，以免对对鱼的产卵构成直接影响。

5.2.5 运行期生态环境影响分析

1) 正常运行

管道正常运行期间对环境的影响较小，主要是清管排放的残渣会对土壤造成一定的影响。因此，在清管时只要做好回收工作，就可将其对土壤环境的影响降至最低程度。此外，管道在运行期间，地表土壤温度比相邻地段高，蒸发量加大，土壤水分减少，从而进一步影响到管道上面及两侧一定范围内的植物生长，可能会因此减少农作物和牧草的产量，通过灌溉、合理耕作等措施，预计对管道沿线生物的影响很小。

2) 事故状态

事故是指因工程质量低劣、管理方面的疏漏、自然因素(地震、洪水冲刷)及人为破坏等原因造成输气管道的破损、断裂，致使大量天然气泄漏，造成火灾等。事故发生的可能性是存在的，但只要做好预防工作，事故发

生的概率可以下降，造成的危害损失可以减少。

由于天然气的主要成分是甲烷，其含量可达97%以上，甲烷是无色、无味的可燃性气体，比重小于空气，如果发生泄漏，绝大部分很快会扩散掉，在没明火的情况下，不会发生火灾，不会对生态环境造成危害。如有火源，可引起燃烧爆炸事件，可能会引发森林火灾，导致植被大面积的破坏，从而对生态环境产生重大影响。

5.2.6　对农业生产的影响

在施工期间，由于开挖填埋、机械与车辆碾压、人员践踏等影响，将使施工带范围内的农田植被遭到破坏，使植物赖以生长的土壤环境受到扰动，对农田灌溉系统造成一定的影响，最终将表现为对农业生产的影响。管道敷设给农业生产带来的影响是暂时性的，待工程结束后，经过一定时间，可以恢复原有生产能力。

据工程分析，本工程管道施工带宽度为24m，即在施工期间，由于开挖填埋、机械与车辆碾压、人员践踏等影响，将使该范围内的农田植被遭到破坏。管道工程给农业生产带来的影响可以分为两种类型：一种是永久性的，一种是暂时性的。永久性的影响是指由于永久占用耕地给农业生产带来的损失，如站场；暂时性的影响是指由于临时占用土地，待工程结束后，经过一定时间，可以恢复原有生产能力的影响，如开挖管沟给农业带来的损失。

本工程所经地区，有八山一水一分田之称，可耕作土地较少，比较珍贵，因此，工程应尽可能减少耕地和优质园地的占用。

两类影响所带来的损失分别按下式计算：

$Y_1=S_1 \cdot W_1$

$Y_2=S_2(W_1-W_2)(n+1)/2+S_3 \cdot W_1$

式中：Y_1－永久性农业损失(一般以3年计)，kg；

S_1－每一农业区每一土地类型管道永久占用面积，ha；

W_1－每一农业区每一土地类型单位面积产量，kg；

Y_2－暂时性损失，kg；

S_2－管沟施工区域面积，ha；

S_3—施工带区域面积，ha；

W_2—管沟施工后单位面积作物产量，kg；

n—土地产量恢复至施工前状态所需时间(年)。

根据表 5.2-1 可知，本工程施工占用农田 585.15ha，其中约有 565.53ha 为临时占用，19.62ha 为永久占用。管道沿线所涉及农田大多为粮食作物，应以管道施工对粮食产量的影响作为评价标准(按照平均产量 6000kg/hm^2 计算)。

由于管道的开挖和敷设是分段进行的，每段施工期为 1-3 个月，因而只会耽误一季农作物收成，施工结束后，下一季可恢复种植。有关研究表明上述农田在管道施工后需要 2 季-3 季恢复，因此，估算本工程将造成管道沿线农作物产量损失 445.33×10^4kg(永久损失部分按损失 3 季产量计)。按照每公斤产量 1.6 元计算，则损失费用为 712.52×10^4 元。

5.2.7　评价区生产能力变化情况分析

由表 5.2-1 可知，本工程将扰动、占用耕地 585.15ha、林地 765.85ha，其中永久占用耕地 19.62ha，林地 16.2ha。

除站场和阀室永久占地外，其余占地在采取一定措施后均可以恢复。由于管道两侧 5m 范围内禁止种植深根植物，因此管线所经过的林地需改种农作物或草。

经计算，评价区内工程扰动植被的生物量变化情况见表 5.2-5。

由表 5.2-5 可以看出，工程建设后，生物量总计将减少 3247.454t，占施工前总生物量的 0.1%。因此，工程对自然体系生产能力影响较小，评价区自然体系基本可以恢复稳定状态。

表 5.2-5　本工程占地生物量减少情况

土地类型	评价区面积(ha)	扰动占用土地面积(ha)	施工前生物量(t)	施工后生物量(t)	生物量减少(t)	比例
耕地	21022.29	585.15	241756.335	241530.705	225.63	19.62
草地	5349.24	195.42	36374.832	36091.408	283.424	41.68
林地	29736.56	765.85	2973656	2970917.6	2738.4	16.2
合计	56108.09	1546.42	3251787.167	3248539.713	3247.454	41.373

5.2.7 对生态严控区的影响分析

5.2.7.1 施工期影响分析

本工程对生态环境的影响主要表现在施工期。本项目涉及的严格控制区管道长度约为 23.512km，施工带宽 20m。因此，影响范围较广且呈带状分布。

该项目对生态环境的影响主要表现为开挖管沟、敷设管道、修筑施工道路等工程活动对植被的破坏、对土壤环境的破坏、占用土地、改变土地利用性质等，即打破了地表的原有平衡状态。若恢复治理措施不当，土壤的每一个新坡面，每条新车印都可能形成新的侵蚀起点，从而加重当地的水土流失，并影响农业生产。

1）临时占地的影响

临时占地发生在施工期，包括管道开挖、穿越工程、施工便道、临时工棚、料场等。由于对这些土地的临时占用，对管道沿线的土地利用产生影响，并临时改变了土地利用形式，影响了土地的原有功能，使沿线地区的农林牧业生产受到暂时性影响。这种影响会延续到施工结束后的一段时间内。

不论是从局地来看还是从整个沿线区域来看，项目所占严格控制区比例甚小，对区域的农林业生产只会产生很小的暂时性的影响。施工结束后，一般1 年(对于耕地)或2～3 年(对于草场)或5～6 年(对于灌丛林地)内基本上可恢复原有的土地利用功能。因此，施工期临时占地对整个区域土地利用和经济的不利影响是非常有限的。

2）永久占地的影响

永久占地主要是站场、阀室、标志桩及警示牌占地，这些设施对土地的占用是永久性的，对土地利用的影响也是永久性的。永久占用土地自施工期就已开始，并在整个运营期内一直持续，即对沿线土地利用产生不可逆的影响。本项目涉及的严格控制区管道长度约为23.512km，不设站场，但 1#阀室位于严格控制区 A 区，17#阀室位于严格控制区 C 区内，不涉及基本农田，其主要为标志桩及警示牌占地，在严格控制区内的永久占地约为1756m^2，永久占地面积较小(相对整个管道沿线来讲)，对当地的土地利用影响较小。

3) 敷设管道、修建便道对生态环境的影响

管线主要一般埋地敷设、顺坡埋地敷设、沿山间谷地埋地敷设，部分区段需要翻越山体。施工活动将破坏自然植被，工程施工过程中将开挖地表覆盖层，破坏植被，扰动土层，造成山体岩石暴露，施工过程产生的弃石(土)渣，会影响该地区的水土流失。管线爬坡或沿坡脚敷设，开挖管沟可能诱发零星崩塌发生。此外，弃土石方处理不当，也会对生态环境造成严重影响。为此，本工程的《水土保持专项评价报告》和《西气东输三线闽粤支干线环境影响报告书》对此进行了详细的设计，对于敷设管道可能引起的生态环境破坏及水土流失等影响做了针对性的防治措施。因此，本评价报告认为施工便道建设影响是暂时的，通过及时设置水土保持措施后对环境影响不大。

4) 隧道施工对生态环境的影响分析

本工程涉及严格控制区段隧道共 6 座，其中丰顺段在 AI181+400m-AI181+1120m 段之间的山体采取隧道形式穿越，长度 0.72km；该段隧道的进出口均不落在严格控制区范围内；而潮安段从桩号 AK064+847m-AK064+1231m、AK064+2018m- AK065+697m、AK065+1228m-AK065+2463m、AK065+2767m- AK066+888m，4 段均为隧道段，全长为 5.746km，其中隧道 1-4(隧道 1 仅出口位于区内)位于严格控制区内；大埔段从桩号 AK113+153m-AK115+150m 段为隧道段，全长约为 1.34km，该段出口位于严格控制区内。

(1) 隧道施工景观影响

本工程涉及严格控制区段的 6 座隧道，其中 5 座是 1km 内的短隧道，另外有 1 座为 1.34km 的隧道。隧道对山体景观影响相对较小，主要表现为隧道口施工对植被破坏、水土流失的影响。隧道施工将会破坏隧道口及其周边区域的植被和土壤，影响山体的景观完整性，并给视觉带来较强的冲击作用。隧道工程对景观的影响即源于施工期内隧道口及其周边区域植被和土壤临时性的破坏。此类景观影响将随着运营后植被的恢复逐渐得到改善。

隧道景观，应与自然环境融为一体，相互协调，同时还有诱导视线的功能。除隧道口施工外，隧道施工作业大部分均在山体内部进行，对施工

所在区域山体景观生态影响极其有限。而施工结束后对植被的恢复及绿化措施的实施，将有助于隧道景观的生态恢复。

总体而言，本工程涉及严格控制区路段隧道数量较少及长度较小，隧道施工对于评价区域内景观生态影响较小。

(2) 隧道工程对植被生态的影响分析

隧道工程施工对隧道口周边植被将产生较大影响，主要包括隧道开挖、施工车辆辗压、施工人员践踏、施工废气粉尘等对周边植被的破坏和负面影响。

从前面环境现状调查可知，隧道进出口周围植被多为桉树林、马尾松林和灌丛。各隧道口未发现国家或省级保护植物资源，影响较小。

因此，施工结束后，应据隧道出口处气候条件、土壤类型、水资源状况等各方面情况，制定合适的植被修复方案，选种适宜的植物物种进行绿化，及时对因施工损失的植被生物量进行弥补。因其中全部隧道出入口植被一般较为简单，以马尾松林、荔枝林为主，并有少量橡胶林、灌丛和桉树林，在植被绿化过程中，一般 3 年可使生物量得到补偿。

此外，隧道施工将产生较多土方，由于隧道施工一般较早于其他路段，工程挖方需设临时弃渣场即时处置。土方的转移及堆放将对临时弃渣场及其邻近区域的植被带来毁灭性的破坏，因此，根据施工安排，严格控制区内不设置临时弃渣场，做到随产随清，以免造成水土流失，进而影响到周边区域植物的生长。土方得到利用或进行转移后，应尽快根据地利条件，进行植被恢复绿化工作，减少隧道施工弃渣对环境的不利影响。

5) 施工便道建设对生态环境的影响

为了便于管道施工，方便施工机械设备和钢管等物资进场，本工程需在严控区内新建便道 810m，扩建 100m。严控区内的施工便道修建和扩建用地类型主要以灌木林地和耕地为主，乔木林地次之。修建施工便道将产生一定的土石方量，破坏地表植被，改变土壤结构，对原地形地貌产生一定的影响。为此，本工程的《水土保持专项评价报告》和《西气东输三线闽粤支干线环境影响报告书》对此进行了详细的设计，对于施工便道可能引起的生态环境破坏及水土流失等影响做了针对性的防治措施。因此，本评价报告认为施工便道建设影响是暂时的，通过及时设置水土保持措施后对

环境影响不大。

6） 对陆生生物的影响

评价区位于广东中部和东部低山丘陵地区，此亚热带地区的植物是属于我国广大亚热带植物区系的一部分。从自然带和植被带来看，评价区在广东中部地区具有热带和亚热带之间的纬度过渡带性质，主要为热带－亚热带型。评价区在广东东部地区的纬度较高，冬季气温较低、湿润，植被的湿润性和常绿性较强。

由于该地区开发历史悠久，临近珠三角大都市群，人类活动十分频繁，人口众多，经济社会较为发达，由于垦殖历史长，导致生态环境已经发生巨大的变化，原生植被受到破坏和改观，虽然属于常绿阔叶林区域，但大面积分布的是次生植被和栽培植被。自然植被逐渐被人工栽培植被所代替，因此，评价区内植被类型主要以人工植被为主，间有自然植被。

7） 对植物区系和种类的影响

评价区内的植物都是区域内分布广泛的常见种和广布种。由于人类活动频繁，大面积分布的是次生植被和栽培植被。自然植被逐渐被人工栽培植被所代替，因此，评价区内植被类型主要以人工植被为主，间有自然植被。

工程施工会消除施工区内的植物个体，使相关种类的个体数量减少，但受影响的个体数量非常有限，工程建设不会造成相关区域植物种群数量的明显改变，不会造成植物种类的减少和植物区系的改变。工程运行期间，不会对植物资源造成任何影响。

管道施工期间一次性的干扰和破坏将影响植物的生长和物种多样性。管线竣工土石回填后，周围植物渐次侵入，植被开始恢复。根据生态学观点，施工过程是对植被及其生态系统的一次性扰动，这种扰动一旦结束，则由施工形成的次生裸地便开始向顶级植物群落方向演替。

按照生态学理论，管道沿线的植被破坏具有暂时性，一般将随施工完成而终止。根据管线所经地区的土壤、气候等自然条件分析，施工结束后，周围植物渐次侵入，开始恢复演替过程。要恢复植被覆盖，草本最先进入，可能需要 1～2 年，灌木侵入需要 5～10 年。采用人工植树种草的措施，可以加快恢复进程，2～3 年恢复草本植被，3～5 年恢复灌木植被，10～

15 年恢复乔木植被。沼泽、湿地、草甸地带植被恢复时间约 3～5 年。但是，恢复的含义并非是完全恢复原施工前的植被种类组成和相对数量比例，而只是恢复至种类组成近似，物种多样性指数值近似的状态，但仍有所降低。

本管道工程沿线降雨丰富，植被自然恢复相对较容易，但沿线部分山地丘陵区，土层瘠薄、成土速率低，地表土层及植被一旦遭破坏，将很难恢复，导致岩石暴露。施工结束后，应做好土层的恢复，以保证植被的恢复。

8) 施工期对野生动物的影响分析

根据有关资料和现场调查，本工程所涉及严格控制区内，未发现《国家重点保护野生动物名录》、《广东省重点保护陆生野生动物名录》中保护的野生动物种类。施工区面积较小，野生动物种类、数量相对较贫乏，无珍稀保护、领域性较固定的野生动物栖息、觅食活动场所。

(1) 动物栖息地的影响

工程永久和临时占地缩小了野生动物的栖息空间，割断了部分陆生动物的活动区域、迁移途径、栖息区域、觅食范围等，从而对动物的生存产生一定的影响。拟建项目占地范围内的穴居动物如大部分鼠类等，由于其洞穴被破坏，导致其被迫迁徙到新环境中去，在熟悉新环境的过程中，遇到缺食、天敌等的机会变大，受到的影响也较大。由于评价区植被多在海拔 350m 以下，海拔高度变化不大，在大的尺度上具有相同的生境，因此，评价区内有许多动物的替代生境，动物比较容易找到栖息场所。另外，工程施工范围小，工程建设对野生动物影响的范围不大且影响时间较短，因此对动物不会造成大的影响。同时可随植被的恢复而缓解、消失。管线经过的区域，当植被恢复后，它们仍可回到原来的领域。

两栖动物主要栖息于鱼塘、农灌渠内，管线铺设期间可能导致水质变化的因素有以下几个方面：由于施工材料的堆放，随着雨水的冲刷进入水域，造成水质的污染；施工人员产生的生活垃圾、废水如果直接排入河道也会造成水质的污染；施工过程中施工材料对水质的直接污染。由于施工导致水域附近的生态环境发生变化：施工人员的进入使该地区的人口密度增加，人为活动增加，如不加强管理施工人员可能捕食一些经济蛙类等，

使该种群数量暂时的减少；另外如果夜间施工，施工照明也会对两栖类的捕食产生影响。总体而言，施工期对两栖类动物影响较大，但属于短期影响，施工后，两栖类生活环境会渐渐还原。

在低海拔分布的蜥蜴类及蛇类等爬行动物，由于工程建设占地影响，永久占地范围内的这类动物将向上迁移或暂时迁移到工程影响区外生境相似的地区。施工人员的进入惊扰，也将扩大对爬行动物的影响范围。由于工程影响区植被覆盖率较高，环境状况良好，爬行动物能够较容易找到新的栖息地。但应该加强宣传教育防止施工人员随意捕杀蛇类。由于本工程建设影响的范围有限，只要采取相应的环保措施，工程对爬行动物的影响较小，且主要是在施工期的影响。

此外，对于部分低海拔灌丛、草丛中栖息的鸟、兽，其栖息地将会小部分破坏，特别是施工期对这些动物有较大的影响，因为临时路的建设必然会对低海拔的灌丛带来较大的破坏。

另外随着项目的建设，一些啮齿目的小型兽类分布区将有所扩大，这类动物在人类经济活动频繁的地区密度将有一定程度的上升，特别是那些作为自然疫源性疾病传播源的小型兽类，将增加与人类及其生活物资的接触频率，有可能将对当地居民的健康构成威胁。

施工期对野生动物影响是必然的，是不可完全避免的，但这种影响由于只涉及在施工区域，范围较小，而且整个施工区的环境与施工区以外的环境十分相似，施工区的野生动物较容易就近找到新的栖息地，这些野生动物不会因为工程的施工推动栖息地而死亡，种群数量也不会有大的变化，但施工区的野生动物密度会明显降低，施工结束后可恢复正常。

(2) 施工机械和施工方式对动物的影响

施工人员及施工机械、车辆的噪声以及施工人员对沿线附近野生动物的狩猎，这将迫使动物离开在管道沿线附近区域。施工噪声对森林动物中的林栖鸟类，林中栖息的鼠类、爬行类等的影响较大。如噪声可使鸟羽毛脱落，不产卵，甚至会使其内出血和死亡。因此，在施工期，应尽量避免夜间高噪声施工，并强化施工人员教育，做好野生动物保护工作。

(3) 施工人员对动物的影响

施工期，工作人员在遇到野生动物时，可能将其杀害，或有意在工程

范围周边寻找有价值的野生动物，从而对野生动物造成直接伤害。而施工人员随意践踏、折损或破坏工程占地范围外地表植被的行为，将使野生动物减少栖息地或觅食场所，造成对野生动物的间接影响。因此，应规范施工，加强管理，增强施工人员环保意识，尽量减少对动物的影响，尽量减少对自然生态系统的影响。

此外，施工进程的安排也应注意，避免临时占地占用严格控制区，也要控制路基边坡的范围，减少对山体的开挖，尽量留给动物足够的迁移时间和空间。

5.2.7.2　对不同严格控制区的综合影响

1)　严格控制区 A 区

(1) 严格控制区类型：本工程涉及的严格控制区增城-龙门段，未划定为自然保护区、森林公园等生态敏感区及水源保护区，未涉及重要水体水源涵养林，因连接从化和博罗山体保持连通，具有潜在保护价值，可形成人为活动对生态系统干扰的缓冲地带，有利于南面县交界处山体生态系统完整性的保护，属于具有潜在的较大生态服务功能价值的区域。

(2) 保护对象：施工区内没有发现《国家重点保护野生植物名录》中受保护的植物种类及珍稀濒危植物种类、古树名木等。

根据有关资料和现场调查，施工区未发现《国家重点保护野生动物名录》、《广东省重点保护陆生野生动物名录》中保护的野生动物种类。

(3) 影响分析：该段管道线路主要是管沟形式的铺设，并无河流穿穿越，无山岭隧道穿越线路，该段在严格控制区内也并未设置站场。施工临时用地，包括施工作业带、临时施工便道等，因施工作业，部分植被将受到损失，但能够通过工程和生物措施恢复。

2)　严格控制区 B 区

(1)　严格控制区类型：本工程涉及严格控制区河源市紫金段，未划定为自然保护区、森林公园等生态敏感区及水源保护区，未涉及重要水体水源涵养林，该区域为紫金县区域，有山体相通，对连接北侧和南侧的生态敏感区具有一定作用，将该处划定为严格控制区，有利于保持自然保护区和北侧规划的自然保护区生态系统的连通及完整性，应属于具有潜在的重大生态服务功能价值的区域。

(2) 保护对象：施工区内没有发现《国家重点保护野生植物名录》中受保护的植物种类及珍稀濒危植物种类、古树名木等。根据有关资料和现场调查，施工区未发现《国家重点保护野生动物名录》、《广东省重点保护陆生野生动物名录》中保护的野生动物种类。周边山体以马尾松林和桉树林为主。

(3) 影响分析：施工期的影响仅发生在线路两侧小范围内，工程建成和运行后，整个评价区内总体林地覆盖率变化不大，因此，对占地范围内植被生态虽有较大影响，但总体生态效应将不会发生大的改变。工程完成初期，项目的绿化和植被恢复等工作需及时实施。

3) 严格控制区 C 区

(1) 严格控制区类型：本工程涉及严格控制区 C 区，未划定为自然保护区、森林公园等生态敏感区及水源保护区，未涉及重要水体水源涵养林，因邻近丰顺县与潮州市交界区，山体保持连通，具有潜在的生态保护价值，可形成人为活动对生态系统干扰的缓冲地带，有利于南面潮州市和丰顺县交界处山体生态系统完整性的保护，属于具有潜在的较大生态服务功能价值的区域。

(2) 保护对象：施工区内没有发现《国家重点保护野生植物名录》中受保护的植物种类及珍稀濒危植物种类、古树名木等。

根据有关资料和现场调查，施工区未发现《国家重点保护野生动物名录》、《广东省重点保护陆生野生动物名录》中保护的野生动物种类。

(3) 影响分析：该段管道线路主要为埋地敷设，无大中型河流穿穿越工程，但在 AI181+400m- AI181+1120m 段之间的山体较高，该段采取隧道形式穿越，但隧道的进、出口在严格控制区范围之外。工程在严格控制区内未设置站场，在桩号 AI139-AI153+140m 段内设有 17#监视阀室一座。施工临时用地，包括施工作业带、临时施工便道等，因施工作业，部分植被将受到损失，但能够通过工程和生物措施恢复；

4) 严格控制区 D 区

(1) 严格控制区类型：本工程涉及严格控制区 D 区，未划定为自然保护区、森林公园等生态敏感区及水源保护区，未涉及重要水体水源涵养林，该区域为潮州市区域，有山体相通，对连接北侧和南侧的生态敏感区

具有一定作用，将该处划定为严格控制区，有利于保持自然保护区和北侧规划的自然保护区生态系统的连通及完整性，应属于具有潜在的重大生态服务功能价值的区域。

(2) 保护对象：施工区内没有发现《国家重点保护野生植物名录》中受保护的植物种类及珍稀濒危植物种类、古树名木等。根据有关资料和现场调查，施工区未发现《国家重点保护野生动物名录》、《广东省重点保护陆生野生动物名录》中保护的野生动物种类。周边山体以马尾松林和桉树林为主。

(3) 影响分析：施工期的影响仅发生在线路两侧小范围内，工程建成和运行后，整个评价区内总体林地覆盖率变化不大，因此，对占地范围内植被生态虽有较大影响，但总体生态效应将不会发生大的改变。工程完成初期，项目的绿化和植被恢复等工作需及时实施。

5) 严格控制区 E 区

(1) 严格控制区类型：E 区位于大埔县区域，本工程包含 E 区因东、西、南三面均为山脉，北面又因 S113 辐射造成的密集人为活动带，山体与周边基本无连通，形成相对独立的生态系统，具有一定的生态保护价值。应属于具有重大生态服务功能价值的区域。

(2) 保护对象：施工范围内没有发现《国家重点保护野生植物名录》中受保护的植物种类及珍稀濒危植物种类、古树名木等。根据有关资料和现场调查，施工区未发现《国家重点保护野生动物名录》、《广东省重点保护陆生野生动物名录》中保护的野生动物种类。

(3) 影响分析：施工期的影响仅发生在线路两侧小范围内，工程建成和运行后，整个评价区内总体林地覆盖率变化不大，因此，对占地范围内植被生态虽有较大影响，但总体生态效应将不会发生大的改变。对区域景观的影响也是短暂和较小的范围内，工程完成初期，项目的绿化和植被恢复等工作及时实施将会使生态景观恢复到原貌。

5.3 生态环境保护措施

为减缓对生态环境的破坏和影响，应加强施工期间的生态保护措施。

5.3.1　一般性措施

5.3.1.1　加强施工期环境管理，强化施工人员环保意识，规范施工

1）　教育职工爱护环境，保护施工场所周围的一草一木，不随意摘花、折木，严禁砍伐、破坏施工区以外的作物和树木。教育方式可以采用向职工发放施工手册的方式，并要组织施工人员认真学习。

2）　划定施工作业范围和路线，不得随意扩大，按规定进行操作。严格控制和管理运输车辆及重型机械施工作业范围，尽可能减少对土壤和农田作物的破坏。

3）　严禁施工材料乱堆乱放，划定适宜的堆料场，以防对植物的破坏范围扩大。

5.3.1.2　作好施工组织安排工作

1）　应根据当地农业活动特点，组织本工程施工，减轻对农业生产破坏造成的损失。应尽量避免在收获时节进行施工。

2）　合理安排施工进度，要尽量避开雨季施工，在穿越河流、水渠时，应避开汛期，以减少洪水的侵蚀。施工中要作到分段施工，随挖、随运、随铺、随压，不留疏松地面。

3）　提高工程施工效率，缩短施工时间，同时采取边铺设管道边分层覆土的措施，减少裸地的暴露时间。

5.3.1.3　严格遵守操作规程

在敷设管道的地方，应执行分层开挖的操作制度，即表层土与底层土分开堆放；管沟填埋时，也应分层回填，即底土回填在下，表土回填在上。本工程所经区域表土中的有机质，对维持土壤的肥力特别重要。所有的表土都应标明并分开堆放，并把它们洒在进行恢复植被作业的地区。尽可能保持作物原有的生活环境。回填时，还应留足适宜的堆积层，防止因降水、径流造成地表下陷和水土流失。

对于山区段，表土与底土很难实施分开堆放，建议将表土装入编织袋，装有表土的编织袋可用于做临时挡墙、临时护坡。

5.3.1.4　作好施工后的恢复工作

1）　做好土地的复垦工作。施工结束后，施工单位应负责清理现场。凡受到施工车辆、机械破坏的地方都要及时修整，恢复原貌，植被一时难

以恢复的可在来年予以恢复。

2） 对沿线各站场场内及其周边应进行绿化，绿化率应不小于15%，并且确保长效绿化。

3） 进行山坡、冲沟地段相关工程防护物的检查、修缮及加固。

5.3.1.5 合理利用弃土

施工弃土主要来自于管沟开挖、敷设过程置换出来的土石方。

1） 对一般性管沟开挖、敷设施工活动，弃土的处置有几种方法：在农田地段可将弃土用于修复田埂，或者用于修缮沟渠和田间机耕道等；在河道地段可用于维修河堤，或填至低洼地用于造地等，还可堆积于穿越区岸坡背水处，但应与当地政府和水保管理部门协商，征得同意。由于管道开挖回填后剩余的土方量非常小，按照上述办法处理后，弃土石将完全消化，管道沿线不用修建弃渣场。

2） 对于山体隧道施工活动

(1) 根据已有工程经验优质石渣可以利用，如用于修建道路或用于地方基建。

(2) 渣场应修建拦渣坝，且应先建坝后弃渣，将弃渣全部拦蓄在沟头坝内，减免弃渣淤塞下游河道，减小下游入河入库泥沙。应设置完善的排洪设施，避免形成泥石流等地质灾害。以上渣场在拦渣坝淤满后，应覆土绿化，以防止暴雨形成的洪水冲刷而引起的水土流失。

3） 对于河流隧道施工活动

(1) 在河流两岸设置弃渣场，渣场可选在河流两岸隧道口附近的凹地，并应修建拦渣坝，减免弃渣淤塞下游河道，减少下游入河入库泥沙。以上渣场在拦渣坝淤满后，应覆土恢复植被或开垦为农田，以防止暴雨形成的洪水冲刷而引起的水土流失。

(2) 隧道产生的弃渣还可铺设于江河两岸的堤防和压浸台，用于加固堤防。

5.3.1.6 做好沿线珍稀保护植物的核查工作

工程林地段清表前聘请专业人员辨识受保护物种，必要时应采取移栽措施。如发现有国家重点保护植物，要报告当地相关主管部门，采取适当的保护措施，对于木本植物的较小(胸径10cm以下)植株进行移植，木本植

物的较大植株和草本植物采种繁殖；对于古树名木应避绕。

5.3.2　不同区段的施工期环境保护措施

5.3.2.1　山地丘陵区

1)　敷设管道、修建施工便道

(1)　山地区

管道横坡、爬坡敷设时，管沟开挖前先对管道作业带的表土和表层风化壳进行剥离和保护(剥离的表层土集中堆放，在堆体四周坡脚采用土工布覆盖或装入编织袋进行保护)；管沟开挖过程中，应对开挖土石方进行合理堆放，集中堆放于管沟一侧，并及时采取临时防护措施；应采取综合水土保持防治措施。在施工前布设好挡渣墙、排水沟等,施工过程中还应控制爆破药量，尽量减少对周边环境的破坏和影响；管道敷设完毕后，对失稳边坡、裸露母质采取护坡、固土措施，并配套坡面水系工程，防止诱发崩岗；及时进行表土还原与土地平整，根据原土地利用类型进行恢复，具体如下：

① 管道穿越林地时，在管沟中心线两侧 5m 范围内种草，5m 范围以外的扰动面按照原有树种或选择适生树种进行混交造林，林下撒播草籽恢复植被。

② 管道穿越草地和荒山荒坡时，选择适生的草种恢复植被。

③ 管道穿越坡耕地和梯田时，采取恢复田埂和坡改梯措施，完善坡面排水系统，恢复耕地。

(2)　平地敷设

管沟开挖前先对管道作业带的表土进行剥离和保护(集中单独堆放，采用土工布覆盖)；管沟开挖过程中，应对开挖土石方进行合理堆放，集中堆放于管沟一侧，并及时采取临时防护措施；管道敷设完毕后，应及时回填，实施表土还原和土地平整，对破坏的农田恢复农田田坎、灌排沟渠及田间道路等。

(3)　环境敏感及生态严控区

敷设管道及修建施工便道，不得进入环境敏感区和生态严控区。在上述区域奋进施工过程中，应主动与地方主管部门沟通，排查敏感区及生态严控区范围，确保工程不进入敏感区和严控区范围。

2)　山体隧道穿越

山体隧道施工过程中，应将弃渣运至弃渣场集中堆放，禁止弃渣乱堆、乱放。对隧道施工场地，施工前应进行表土剥离并保护；施工完毕后，实施表土还原和土地平整，采取植物措施。

3） 河流穿越

隧道法穿越大型河流时，施工前应对施工场地的表土进行剥离和保护，并设置泥浆池；施工中产生的废弃泥浆经处理后排入泥浆池内；施工结束后，实施表土还原和土地平整，恢复原土地利用类型。

围堰大开挖穿越大、中型河流，应避开汛期施工，围堰拆除的弃渣应返回原取土场。施工结束后，对施工破坏的河岸进行防护。

直接开挖穿越小型河流和沟渠时，多余土石方就近洼地填埋并夯实，施工结束后，对施工破坏的河岸进行防护。

4） 公路及铁路穿越

顶管穿越铁路和公路时，施工前应对施工场地的表土进行剥离和保护；施工结束后，实施表土还原和土地平整，恢复原土地利用类型。

直接开挖穿越公路时，施工过程中注意处理好建设垃圾；施工结束后，按原公路标准恢复道路路面、排水沟和行道树。

5） 站场阀室

站场施工前，应将表土进行剥离和保护；施工过程中，需设置临时排水沟、沉沙池，对挖方土采取临时覆盖措施；在有坡度的地方建设站场，还需在场地周边设置拦挡、护坡、排水工程，排水沟与自然水系顺接；施工结束后，应处理好建筑垃圾，对非硬化地面实施表土还原和土地平整，进行绿化美化。进场道路的排水、绿化措施与站场内道路、排水一体化设计施工。

6） 弃渣场

隧道弃渣集中堆放于指定弃渣场。堆渣前，应对表土进行剥离和保护，并遵循“先拦后弃”的原则，修筑挡渣墙，在距离渣体上缘 5m 的沟坡上修筑截水沟，与自然水系顺接；弃渣结束后，实施表土还原和渣面整治工程，植树种草恢复植被。

7） 施工过程中，加强施工人员的管理，禁止施工人员对野生植被滥砍滥伐，严禁捕猎，严格限制人员的活动范围，破坏沿线的生态环境；

8） 工程施工占有林地和砍伐树木，管线通过生态林时，应向林业主管部门申报。

5.3.2.2 农田区

1） 要尽量避开农作物生长季节，以减少农业生产的损失。

2） 要注意对熟化土壤的保护和利用：在施工前，首先要把表层的熟化土壤尽可能地推到合适的地方并集中起来；待施工结束后，再施用到要进行植被建设的地段，使其得到充分、有效的利用。

3） 施工完毕后，作好现场清理、恢复工作，包括田埂、农田水利设施等。

4） 对于施工破坏的农田防护林，由于管线两侧 5m 范围内禁止种植深根植物，因此需改种浅根植物，也可种植农作物。管线两侧 5m 以外可恢复农田防护林。

5） 植物护坡：管线破坏的灌溉渠道填方段或田坎，为保护坡面，防止风蚀，均应按植物护坡技术要求种植，种植可根据当地立地条件选择两种草种进行混播。

5.3.3 山体隧道穿越段生态保护措施

1） 渣场的选址应在综合考虑地形、地貌以及隧道施工除渣方式、运渣距离等因素的基础确定，可选在隧道洞口两端的荒沟沟头或沟掌或低洼地。

弃渣场采用浆砌石挡墙的支挡型式，并设置好截、排水沟，且不可阻挡河道及泄洪通道，宜结合实际情况进行坡面绿化、顶面复耕。

2） 渣场堆渣前应修建拦渣坝，且应先建坝后弃渣，将弃渣全部拦蓄在沟头坝内，减免弃渣淤塞下游河道，减小下游入河入库泥沙。以上渣场在拦渣坝淤满后，应覆土绿化，以防止暴雨形成的洪水冲刷而引起的水土流失。

3） 弃渣场设置挡渣墙，弃渣场上缘设导排水沟，若弃渣场布置在冲沟内，还应设置排水涵管。

4） 对施工过程中产生的渣石可选择强度较高的部分，进行破碎后作为补砌的粗骨料；一部分弃土石方可以卖给附近农民，以减少弃渣数量。

5） 施工场地平整前进行表层土剥离，用于后期场地绿化覆土。剥离

的表层土集中堆放，在堆体四面坡脚采用填土编织袋进行临时维护。

6） 沿施工场地边界布设临时排水边沟，并在场地排水出口处布设沉沙池，使施工场地雨水径流经沉沙池沉淀后，接入周边自然排水系统。

7） 对于隧道内可能产生的涌水、渗水情况，尽量采取注浆堵水的方式，防止大量地下水流失。进行排水工程的同时，预设居民饮用生活水等的补救措施。

8） 隧道施工期间要限制炸药用量，减少对围岩裂缝的影响；加强地面井泉监测和洞内涌水量监测。

9） 施工结束后，将先期剥离表层土均匀回填于施工场地，并采用灌草结合的方式恢复地表植被。渣场使用完毕后根据具体情况可填土，种植适宜生长的植物。

5.3.4 基本农田保护方案

1） 对于本工程所涉及的永久占地和临时占地都应按有关土地管理办法的要求，逐级上报有批准权的政府部门批准。对于永久占地，应纳入当地的土地利用规划中，并按有关土地管理部门要求认真执行。

2） 本工程临时占地中，部分是基本保护农田，对于临时占地除在施工中采取措施减少基本农田破坏外，在施工结束后，应做好基本农田的恢复工作。除补偿因临时占地对农田产量的直接损失外，还应考虑施工结束后因土壤结构破坏对农作物产量的间接损失以及土壤恢复的补偿费等。

施工中虽采用了分层开挖、分层回填措施，但耕层土养分也会大量流失，需进行土壤恢复。主要措施可采用经费补偿，增施农家肥措施。

3） 对于永久占地，根据《基本农田保护条例》的要求，将所占耕地的耕作层土壤用于新开垦耕地、劣质地或其他耕地的土壤改良。

4） 通过向沿线相关的土地管理部门了解，得知对于工程永久占用的基本农田，应按照规定程序办理征地手续，并交纳基本农田开发补偿费,同时缴纳基本农田建设基金。以上所交纳费用，专门用于耕地开发和农田建设。土地管理部门将在以后的土地利用规划中对基本农田的分布进行相应的调整，以确保基本农田数量不减少。

5.3.5 生态严控区段保护措施

生态严控区各段生态保护措施详见表 5.3-1。

表 5.3-1　严控区段生态环境保护措施

区域	保护目标	避让措施	减缓措施					恢复措施
			桩号	地貌	土地利用类型	敷设方式	减缓措施	
A区	水土保持	总线路： 1、分段施工； 2、不设施工营地，施工人员租住在沿线村镇出租房； 3、严控区内不设置取土场、弃渣场； 4、不设置站场。 阀室 1、优化阀室设计，尽量缩短进场道路，减少永久用地面积； 2、阀室总图布置时，要与管道线路充分结合，减小严控区内的管线转角，缩小临时用地面积.。 3、施工期间合理安排施工工序，合理布置作业空间，避免造成额外用地。	总线路	/	/	/	1、应优化严控区内的阀室设计，尽量减小阀室占地面积； 2、施工作业带严格控制在20m范围内； 3、合理安排工期，避免在雨季进行大面积管沟开挖，防止造成严重水土流失； 4、优化施工便道设计，尽量借用现有道路和施工作业带作为设备进场路线，减少临时用地面积； 5、合理安排施工程序，管沟回填后即刻进行实施施工作业面恢复措施。	1、施工便道应恢复为原有植被类型； 2、施工作业带占用果园、耕地的要全部恢复原有植被类型；占用林地的线路段，在管道中心线各5m范围内种植浅根植物，其余占用林地恢复原貌。
			AA097-AA099+50m	山间谷地	耕地	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石堡坎	耕地恢复
			AA099+50m-AB009	山间谷地	果园	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石堡坎	果园恢复
			AB009-AB009+115m	丘陵	林地	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石挡土墙，浆砌石堡坎	种草+植树
			AB009+115m-AB014+130m	丘陵	林地，鱼塘	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石挡土墙，浆砌石堡坎	种草+植树
			AB014+130m-AB017+20m	山间谷地	果园	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石堡坎	果园恢复
			AB017+20m-AB017+190m	丘陵	林地	埋地敷设	梯田恢复，浆砌石挡土墙，干砌石堡坎	种草+植树
			AB017+190m-AB022+180m	山间谷地	果园	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石堡坎	果园恢复
			AB022+180m-AB023+80m	丘陵	林地	埋地敷设	梯田恢复，浆砌石挡土墙，干砌石堡坎	种草+植树

区域	保护目标	避让措施	减缓措施					恢复措施
			桩号	地貌	土地利用类型	敷设方式	减缓措施	
			AB023+80m-AB026	山间谷地	果园	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石堡坎	果园恢复
			AB026-AB028	山间谷地	林地	埋地敷设	浆砌石堡坎，干砌石堡坎	种草+植树
			AB026-AB032	山间谷地	耕地，果园	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石堡坎	耕地或果园恢复
B区	水土保持和生物多样性	1、分段施工； 2、不设施工营地，施工人员租住在沿线村镇出租房； 3、严控区内不设置取土场、弃渣场； 4、不设置站场及阀室； 5、为减少对该区域生物多样性的破坏，线路主要穿越严控区边缘，不往腹地内铺设。	总线路	/	/	/	1、施工作业带控制在20m范围内； 2、合理安排工期，避免在雨季进行大面积管沟开挖，造成严重水土流失； 3、优化施工便道设计，尽量借用现有道路和施工作业带作为设备进场路线，减少临时用地面积； 4、合理安排施工程序，管沟回填后即刻进行实施施工作业面恢复措施。	1、施工便道应恢复为原有植被类型； 2、施工作业带占用果园、耕地的要全部恢复原有植被类型；占用林地的线路段，在管道中心线各5m范围内种植浅根植物，其余占用林地恢复原貌，尽量采用该地原有植被类型进行修复。
			AF236+50m-AF242+120m	山间谷地	林地	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石挡土墙，浆砌石堡坎	种草+植树
			AF257-AF258	山间谷地	耕地	埋地敷设	浆砌石堡坎	耕地恢复
			AF258-AF259	山间谷地	林地	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石挡土墙	种草+植树
			AF259-AF260	丘陵	林地	埋地敷设	浆砌石挡土墙，浆砌石堡坎	种草+植树
			AF260-AF261	山间谷地	林地	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石堡坎	种草+植树
			AF261-AF262+20m	山间谷地	耕地，鱼塘	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石挡土墙，浆砌石堡坎，干砌石堡坎	耕地、鱼塘恢复

区域	保护目标	避让措施	减缓措施					恢复措施
			桩号	地貌	土地利用类型	敷设方式	减缓措施	
C区	生物多样性和水土保持	总线路： 1、分段施工； 2、不设施工营地，施工人员租住在沿线村镇出租房； 3、严控区内不设置取土场、弃渣场； 4、不设置站场； 5、为减少对该区域生物多样性的破坏，线路主要穿越严控区边缘，不往腹地内铺设。 阀室 1、优化阀室设计，尽量缩短进场道路，减少永久用地面积； 2、阀室总图布置时，要与管道线路充分结合，减小严控区内的管线转角，缩小临时用地面积.。 3、施工期间合理安排施工工序，合理布置作业空间，避免造成额外用地。	总线路	/	/	/	1、受相关规范要求，该严控区内需设置一个阀室(17#阀室)，应优化阀室设计，尽量减小阀室占地面积。 2、施工作业带控制在20m范围内； 3、合理安排工期，避免在雨季进行大面积管沟开挖，造成严重水土流失； 4、优化施工便道设计，尽量借用现有道路和施工作业带作为设备进场路线，减少临时用地面积； 5、合理安排施工程序，管沟回填后即刻进行实施施工作业面恢复措施。	1、施工便道应恢复为原有植被类型； 2、施工作业带占用果园、耕地的要全部恢复原有植被类型；占用林地的线路段，在管道中心线各5m范围内种植浅根植物，其余占用林地恢复原貌，尽量采用该地原有植被类型进行修复； 3、高陡边坡、隧道口处采用植物喷播进行植被恢复。
			AI127+118m-AI129	山间谷地	耕地，果园	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石堡坎	耕地、果园恢复
			AI139-AI142	山间谷地	耕地，鱼塘	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石堡坎，干砌石堡坎，草袋素土堡坎	种草
			AI142-AI143	山间谷地	林地	埋地敷设	浆砌石挡土墙	种草+植树
			AI143-AI145	山间谷地	耕地	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石堡坎，干砌石堡坎	耕地恢复
			AI145-AI146	山间谷地	道路	埋地敷设	浆砌石排水边沟	种草
			AI146-AI147	丘陵	果园，林地	埋地敷设	梯田恢复，浆砌石挡土墙，浆砌石堡坎，干砌石堡坎	果园恢复，种草+植树
			AI147-AI152	山间谷地	耕地，鱼塘	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石堡坎，干砌石堡坎，草袋素土堡坎	种草
			AI152-AI153+140m	山间	耕地，鱼	埋地	浆砌石排水渠，浆砌石堡坎，干砌石	种草

区域	保护目标	避让措施	减缓措施					恢复措施
			桩号	地貌	土地利用类型	敷设方式	减缓措施	
				谷地	塘	敷设	堡坎，草袋素土堡坎	
			AI156+90m-AI165+105m	丘陵，低山	林地	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石挡土墙，浆砌石堡坎	种草+植树
			AI181+400m-AI181+1120m	低山	林地	隧道穿越	隧道穿越，不破坏地表植被	无
			AI201+40m-AI201+332m	山间谷地	耕地	埋地敷设	浆砌石挡土墙护岸，浆砌石堡坎，干砌石堡坎	耕地恢复
D区	生物多样性和水土保持	总线路： 1、分段施工； 2、不设施工营地，施工人员租住在沿线村镇出租房； 3、严控区内不设置取土场、弃渣场； 4、不设置站场； 5、为减少对该区域生物多样性的破坏，线路主要穿越严控区边缘，不往腹地内铺设。	总线路	/	/	/	1、施工作业带控制在20m范围内； 2、合理安排工期，避免在雨季进行大面积管沟开挖，造成严重水土流失； 3、优化施工便道设计，尽量借用现有道路和施工作业带作为设备进场路线，减少临时用地面积； 4、合理安排施工程序，管沟回填后即刻进行实施施工作业面恢复措施。	1、施工便道应恢复为原有植被类型； 2、施工作业带占用果园、耕地的要全部恢复原有植被类型；占用林地的线路段，在管道中心线各5m范围内种植浅根植物，其余占用林地恢复原貌，尽量采用该地原有植被类型进行修复； 3、高陡边坡、隧道口处采用植物喷播进行植被恢复。
			AF236+50m-AF242+120m	低山	林地	隧道穿越	浆砌石排水渠，浆砌石挡土墙，浆砌石堡坎	种草+植树
			AK064+1231m-AK064+2018m	丘陵	林地	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石挡土墙，浆砌石堡坎	种草+植树
			AK064+2018m- AK065+697m	低山	林地	隧道穿越	隧道穿越，不破坏地表植被	无
			AK065+697m-AK065+1228m	丘陵	林地	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石挡土墙，浆砌石堡坎	种草+植树

区域	保护目标	避让措施	减缓措施					恢复措施
			桩号	地貌	土地利用类型	敷设方式	减缓措施	
			AK065+1228m-AK065+2463m	低山	林地	隧道穿越	隧道穿越，不破坏地表植被	无
			AK065+2463m-AK065+2767m	丘陵	林地	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石挡土墙，浆砌石堡坎	种草+植树
			AK065+2767m- AK066+888m	低山	林地	隧道穿越	隧道穿越，不破坏地表植被	无
			AK066+888m-AK066+2002m	丘陵	果园	埋地敷设	梯田改造，浆砌石排水渠，浆砌石挡土墙，干砌石堡坎	果园恢复
E区	生物多样性和水土保持	总线路 1、分段施工； 2、不设施工营地，施工人员租住在沿线村镇出租房； 3、严控区内不设置取土场、弃渣场； 4、不设置站场； 5、为减少对该区域生物多样性的破坏，线路主要穿越严控区边缘，不往腹地内铺设。	总线路	/	/	/	1、施工作业带控制在20m范围内； 2、合理安排工期，避免在雨季进行大面积管沟开挖，造成严重水土流失； 3、优化施工便道设计，尽量借用现有道路和施工作业带作为设备进场路线，减少临时用地面积； 4、合理安排施工程序，管沟回填后即刻进行实施施工作业面恢复措施。	1、施工便道应恢复为原有植被类型； 2、施工作业带占用果园、耕地的要全部恢复原有植被类型；占用林地的线路段，在管道中心线各5m范围内种植浅根植物，其余占用林地恢复原貌，尽量采用该地原有植被类型进行修复； 3、高陡边坡、隧道口处采用植物喷播进行植被恢复。
			AK113+153m-AK115+150m	低山	林地	隧道穿越	隧道穿越，不破坏地表植被	无
			AK115+150m-AK116	丘陵	林地，果园	埋地敷设	浆砌石排水渠，浆砌石挡土墙，浆砌石堡坎	果园恢复，种草+植树

5.3.6　生态影响的补偿

本工程总占地约1539.9hm^2，其中要破坏一部分林地和农田，使生境受到影响，因此，应给与一定的补偿。目前我国关于生态补偿立法工作已全面展开，但还没有补偿标准，本报告对于自然生境按照采取人工方式恢复生境所需费用进行估算；对于农田，一般采取将土地平整后交由农民恢复种植的方式，只记土地平整费，恢复种植费不计入内。工程沿线生态补偿估算结果见表5.3-1。

表5.3-1　生态补偿投资估算

行政区	补偿内容	数量(hm^2)	投资(×10^{4}元)
福建	植被恢复	280.82	365.07
	管道沿线土地平整	290.18	290.18
	站场绿化	1(座)	10
	小计		665.25
广东	植被恢复	1265.6	1645.28
	管道沿线土地平整	1280.23	1280.23
	站场绿化	4(座)	40
	小计		2965.51
合计	植被恢复	1487.57	2010.35
	管道沿线土地平整	1198.03km	1570.41
	站场绿化	5(座)	50
总计			3630.76

6 地表水环境影响评价

6.1 管道沿线地表水环境现状调查与评价

6.1.1 管道沿线地表水分布概况

西气东输三线闽粤支干线工程穿越大型河流 3600m/3 次，穿越中型河流 6140m/16 次。管道经过的各河流属东南沿海诸河独立水系，主要有东江水系、榕江水系韩江水系、九龙江水系等诸河独立水系，详见图 6.1-1。

根据《广东省地表水(环境)功能区划》和《福建省水(环境)功能区划》，确定穿越水质目标为III类及以上水体共 19 次，详见表 6.1-1 所示。本节将在全面介绍沿线水环境状况的基础上，根据工程分析中确定的环境敏感点段重点分析具有饮用水源地功能的地表水体。

6.1.1.1 东江水系

东江，属珠江流域。珠江流域由西江、北江、东江及珠江三角洲诸河四个水系组成，本线路工程仅涉及东江水。珠江流域主要特点是汛期降水强度大，汇流速度快，容易形成峰高量大历时长的流域性洪水，对经济发达的珠江下游及三角洲造成严重威胁。枯水期也会连续三个月无雨或少雨，造成春旱或秋旱。

东江发源于江西省寻乌县、定南县、安远县。上源称寻邬水，西南流入广东省，经龙川县(汇支流浰江)，至惠州市折向西，过东莞县流入珠江，在狮子洋出虎门入海。龙川县以下可通航。连接赣粤港三地，是香港特别行政区及广东省河源、惠州、东莞、深圳、广州等城市的主要饮水资源，关系着东江流域和珠三角区域的经济发展和香港的繁荣稳定。主要支流有安远水、篑江、新丰江、秋香江、西枝江和增江等。

本工程在东江水系范围内主要穿越了东江、秋香江及其支流、公庄河等河流。

1) 东江

东江，古称湟水、循江、龙川江等，珠江水系干流之一。发源于江西省安远县三百山，在安远境内汇成镇江河，在定南县内为九曲河。向西南流经广东省龙川县、东源县、紫金县、惠城区、博罗县至东莞市石龙镇进入珠江三角洲，于增城区禺东联围东南汇入狮子洋。干流在龙川县合河坝以上称寻邬水，汇贝岭水后始称东江。干流全长约 523km，总落差约 440m，

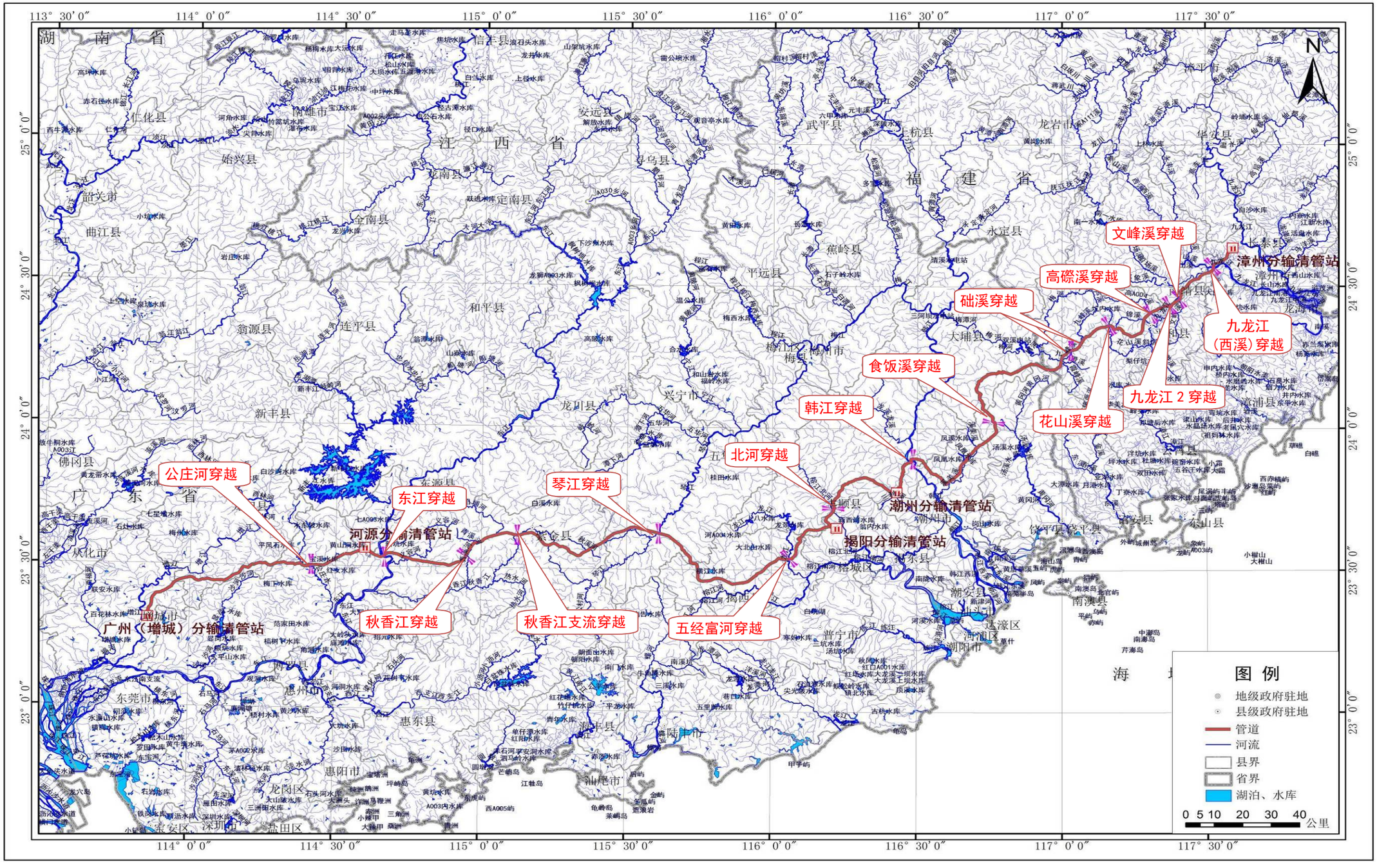


图 6.1-1　管道沿线水系图

表 6.1-1　管道沿线重要河流穿越情况

序号	河流名称	备注	所在行政区划	穿越长度(m)	穿越方式	水体主导功能	穿越处水质目标
1	公庄河	中型	广东省惠州市博罗县	600	定向钻	农	Ⅲ
2	东江	大型	广东省惠州市博罗县/河源市江东新区	1400	定向钻	饮工农航	Ⅱ
3	秋香江	中型	广东省河源市紫金县	700	定向钻	饮农	Ⅱ
4	秋香江支流	中型	广东省河源市紫金县	550	定向钻	饮农	Ⅱ
5	琴江	中型	广东省梅州市五华县	550	定向钻	农饮	Ⅱ
6	横江河	中型	广东省揭阳市揭西县	600	定向钻	综	Ⅱ
7	五经富河	中型	广东省揭阳市揭西县	700	定向钻	综	Ⅱ
8	北河	中型	广东省梅州市丰顺县	700	定向钻	综	Ⅱ
9	韩江	大型	广东省梅州市丰顺县	1200	盾构隧道	农航	Ⅱ
10	食饭溪	小型	广东省潮州市饶平县	80	大开挖	农	Ⅲ
11	九峰溪(础溪)1	中型	福建省漳州市平和县	200	大开挖	--	Ⅲ
12	九峰溪(础溪)2	中型	福建省漳州市平和县	220	大开挖	--	Ⅲ
13	九峰溪(础溪)3	中型	福建省漳州市平和县	220	大开挖	--	Ⅲ
14	九峰溪(础溪)4	中型	福建省漳州市平和县	180	定向钻	--	Ⅲ
15	花山溪	中型	福建省漳州市平和县	180	大开挖	渔业用水	Ⅲ
16	高磜溪	中型	福建省漳州市平和县	210	大开挖	渔业用水	Ⅲ
17	九龙江 1(西溪)	大型	福建省漳州市	1000	钻爆隧道	渔业用水	Ⅲ
18	文峰溪	中型	福建省漳州市平和县	180	大开挖	渔业用水	Ⅲ
19	九龙江 2	中型	福建省漳州市平和县	300	大开挖	渔业用水	Ⅲ

流域面积 32275km^2，流量 700m^3/s。

如图 6.1-2 所示，拟建工程于河源市江东新区采用定向钻方式穿越东江。

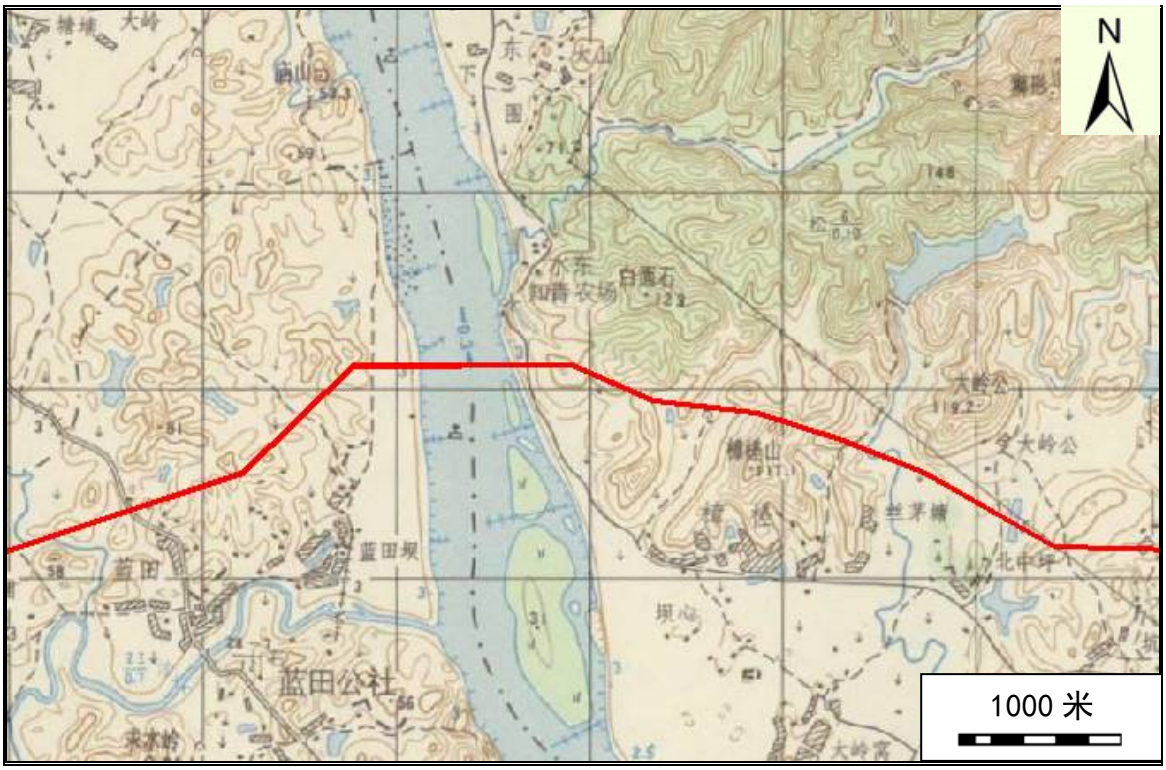


图 6.1-2　东江穿越位置示意

2）　秋香江

秋香江，秋香江古名秋乡江，亦名秋溪、榄溪。珠江水系干流东江的一级支流。位于广东省紫金县县中部，发源于紫金县乌石乡榕林村与龙窝镇、水墩乡交界的榴墩嶂。自东北向西南流经乌石、紫城镇、附城、瓦溪、九和、蓝塘、凤安、好义、古竹等 9 个乡镇，在古竹镇的江口村汇入东江。干流长 144km，流域面积 1669km^2。主要支流有围澳水、青溪河、龙渡水、南山水等。其中紫金县境内为 1590.5km^2，占紫金县土地面积的 46%；河道平均坡降为 4.8‰。秋香江流域地形，中、上游为山地，下游为丘陵。根据蓝塘水文站实测，秋香江最大洪峰流量为每秒 1540m^3(1979 年 9 月 24 日)，最小流量每秒 0.14m^3(1977 年 5 月 9 日)。多年平均径流量为 44.6m^3/s。

如图 6.1-3 所示，拟建工程于紫金县格岗采用定向钻方式穿越秋香江及其支流。

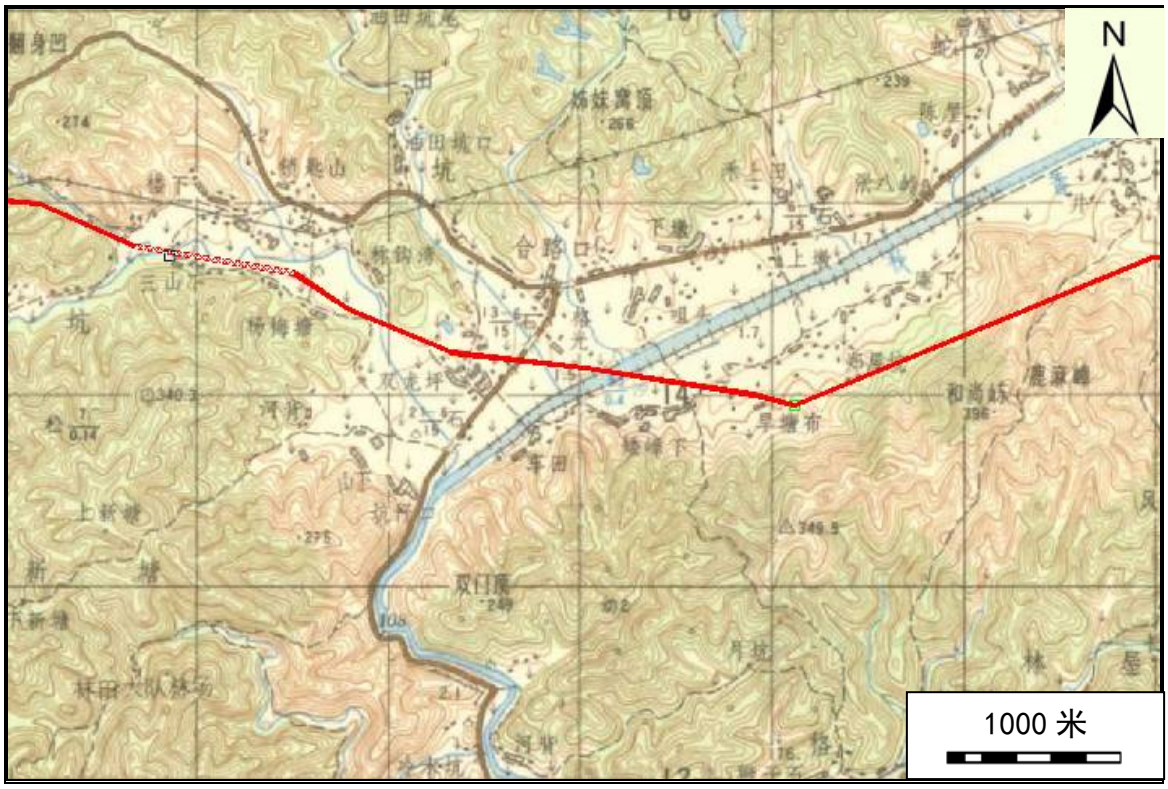


图 6.1-3　秋香江穿越位置示意

3)　公庄河

公庄河为珠江水系东江右岸支流，是广东省东南部的一条河流。源自博罗县糯斗柏，于博罗县泰美镇沐村汇入东江。集水面积 1197km^2，河长 82km，河道平均坡降 0.51‰。

如图 6.1-4 所示，拟建工程于博罗县大岭下村采用定向钻方式穿越公庄河。

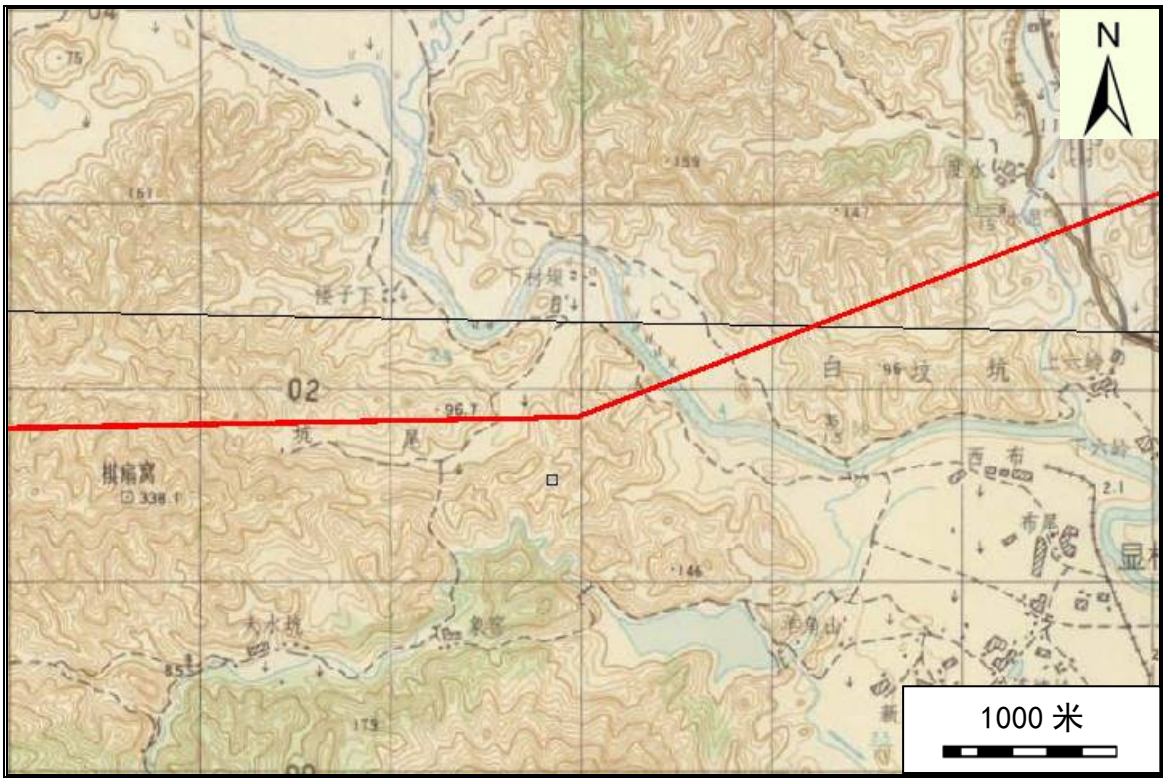


图 6.1-4　公庄河穿越位置示意

6.1.1.2　榕江水系

榕江是广东潮汕第二大河流，由南、北两河汇合而成。榕江环绕揭阳市区流经汕头出海，是广东省著名深水河，可进出 3000t～5000t 级货轮，直航香港和广州、上海、湛江等地榕江，在汕头市曾名揭阳河、鲶江，南海水系河流。由主干流南河和一级支流北河汇成，榕江以南河为主干流，发源于广东省汕尾市陆河县凤凰山，流经汕尾市陆河县、揭阳市普宁、潮阳县，于汕头市牛田洋入海。榕江全长 175km，榕江流域面积达 3512km^2，平均年径流量 31.1×10^{8}m^3，河流平均比降 0.493‰。

东桥园站(集水面积 2016km^2)实测多年(1956—1987 年)平均年径流量 31.1×10^{8}m^3，年径流深为 1542.7mm，多年平均输沙量 61.9×10^{4}t，侵蚀模数为 307t/a·km^2。普宁县段，江面宽窄相间，扩缩在 180m-600m 之间，坡降 0．3%-0.5%，多年平均径流深 1139mm，多年平均径流量 5.103×10^{8}m^3。榕江主流上游集水面积 1310km^2，于石牌镇处入境后基本以河为界，南岸为普宁县境。高水位常出现于 6 月-9 月，南溪镇部分河段和洪阳河下游 14km 河段为潮感区，潮水位一般 1.7m，大潮水位 2.1m。

本工程在榕江水系范围内主要穿越了北河、横江河、五经富河等河流。

1） 北河

北河，俗称北溪，是注入榕江主要一级支流，发源于丰顺县猴子岽南麓的北斗桐梓洋，初名北斗水。沿途有石湖、坡内、汶水、新西河水、车田河水等注入，向东南流经揭阳县城西面，有大沟透与吊桥河将南北二河水沟通，再向下流，至曲溪下边有二级支流枫江水汇入，最后在双溪咀与南河汇合。集水面积 1629km^2，河长 92km(在汕头市境内集水面积 647km^2，河长 50km)。

如图 6.1-5 所示，拟建工程于梅州市丰顺县采用定向钻方式穿越北河。

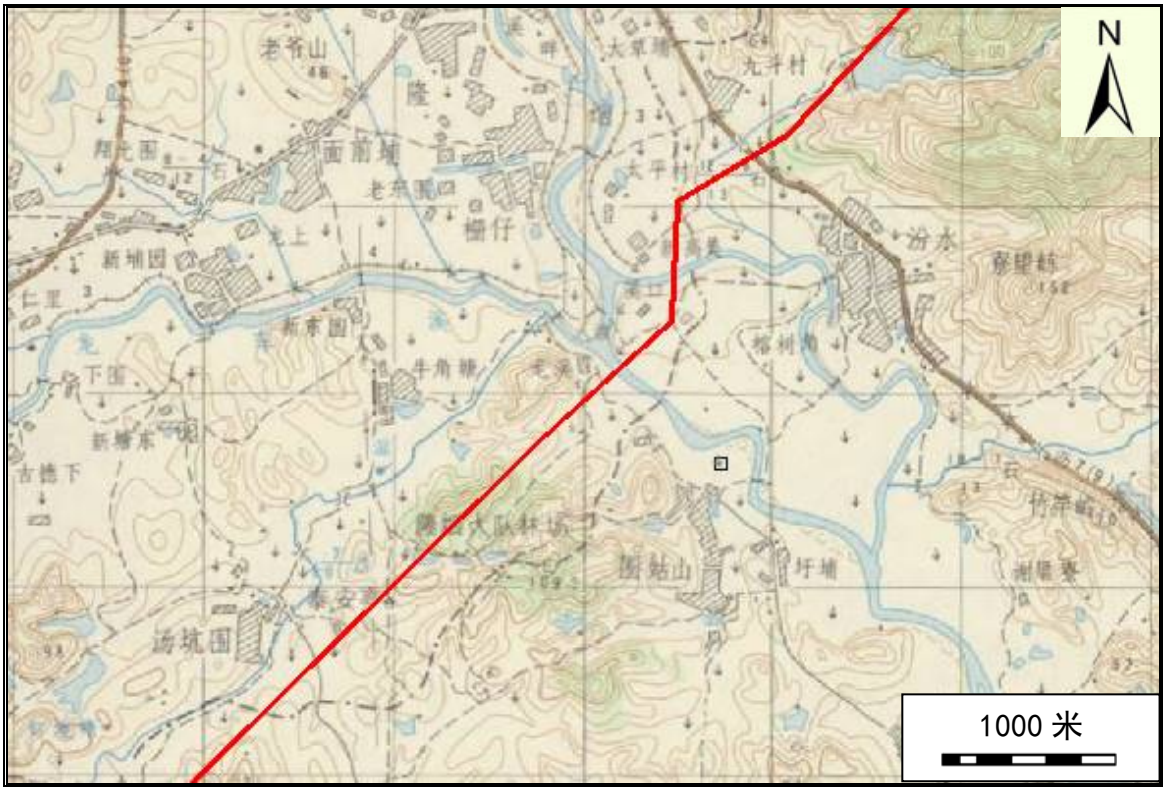


图 6.1-5 北河穿越位置示意

2） 横江河

横江河，又名河婆水，发源于五华县双髻山，流经揭西县河婆注入南河。横江河集水面积 219km^2，河长 39km，在揭西县境内全长 36.9km，年均流量 10.4m^3/s，坡降 12.40%。

如图 6.1-6 所示，拟建工程于揭西县河婆镇采用定向钻方式穿越横江河。

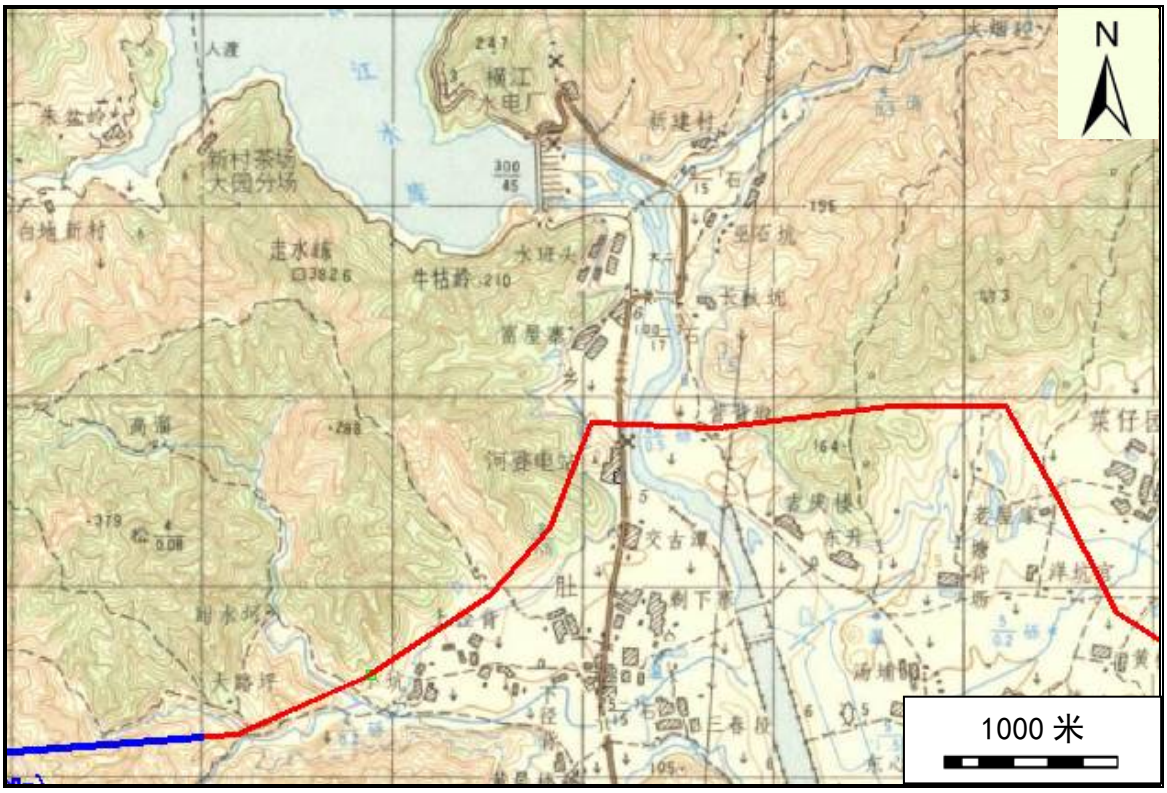


图 6.1-6　横江河穿越位置示意

3)　五经富河

五经富河，又名玉湖水。发源于丰顺县楼子嶂，流经揭西县玉湖注入南河。集水面积 719km^2(在汕头市境内 426km^2)，河全长 76km(在汕头市境内 32km)，年均流量 25.2m^3/s，坡降 5.46%。如图 6.1-7 所示，拟建工程于揭西县龙湖采用定向钻方式穿越五经富河。

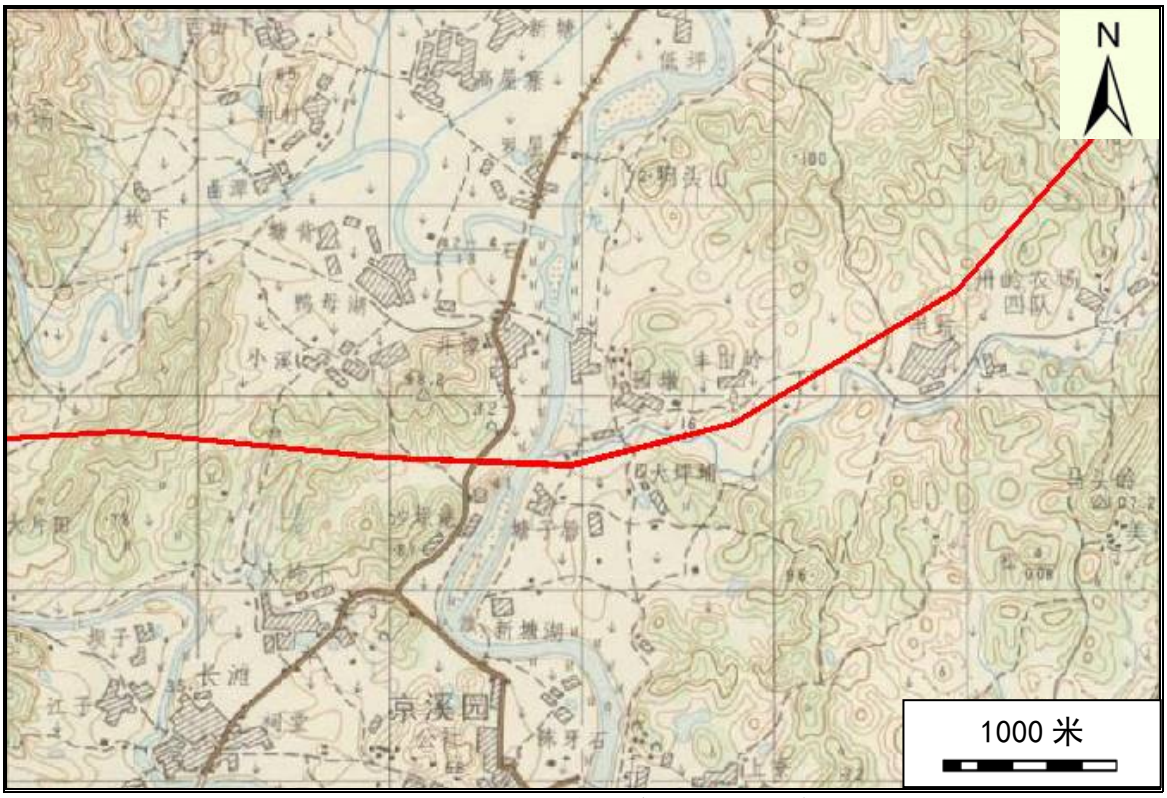


图 6.1-7　五经富河穿越位置示意

6.1.1.3　韩江水系

韩江源出赣、闽、粤三省交界山地，经大埔县的三河坝梅江与汀江汇合后称韩江，是广东省第二大江，是潮汕最大的河流。从发源地至东溪出海口，全长 470km，落差 920m，流域总面积达 30112km^2。韩江径流主要由降雨产生，年降水量与年径流量成正比。韩江每年汛期一般为 4 月至 9 月，最高峰出现在 6 月。

韩江水系以广东省梅州市三河坝为界，分梅江、汀江和韩江中下游三大河段，韩江分别发源于福建省宁化县武夷山南段和广东省陆河县乌突山七星岽，由北向南东流经粤、闽两省，在汕头市分五个出海口入南海。从发源地至东溪出海口，上游流经福建长汀、武平、上杭、永定、平和，穿山南下在汕头附近注入南海，全长 470km，落差 920m，流域总面积达 30112km^2。

韩江流域北面的武夷山杉岭背斜是韩江、赣江的天然分界线；东北面与闽江支流九龙溪以不明显的山地为分水岭；南面以阴那山及八乡山地构成韩江、榕江二江的分水岭；东面由凤凰山脉与独流入海的黄岗河分隔；西面为不明显的山地与东江分水。韩江流域是广东省除珠江流域以外的第

二大流域。流域范围包括广东、福建、江西三省部分区域，流域面积30112km^2，其中汀江为 11802km^2，梅江为 13929km^2，韩江干流(三河坝～潮安)为3346km^2，韩江三角洲(潮安以下)为1035 km^2；按省划分，广东省17851km^2(占59.3%)，福建省12080km^2(占40.1%)，江西省181km^2(占0.6%)。

韩江上游支流众多。梅江河段和汀江河段都发源于武夷山杉岭及南岭丘陵区，源短流急，梅江河段一级支流主要有五华河，窟河，梅潭河，宁江，松源河等。汀江河段一级支流主要有濯田河、桃澜溪、旧县河、黄潭河、永定河、金丰溪等。韩江中游支流多且短，中游都发源于凤凰山脉及丘陵区，一级支流主要有凤凰溪、文桂水、石坑水、桂坑水、峙溪水、秋溪水、石陂水、坎下湖水、金沙溪、铁东水、江东水等。韩江下游在广东省潮州市广济桥附近呈扇形分为 3 条支流。东北面的一支名为北溪，中间一支称为东溪，西面一支称为西溪。最后注入南海。

本工程在榕江韩江水系范围内主要穿越了韩江及其支流琴江等河流。

1) 韩江

韩江古称员江，恶溪，后称鄂溪。源出赣、闽、粤三省交界山地，经大埔县的三河坝梅江与汀江汇合后称韩江，是广东省第二大江，是潮汕最大的河流。韩江上游由梅江和汀江汇合而成，梅江为主流，发源于广东省紫金县上峰，由西南向东北流经广东省的五华、兴宁、梅县、梅州和大埔等市、县，在三河坝与汀江汇合；汀江发源于福建省宁化县的赖家山，由北向南流经福建省的 长汀、武平、上杭、永定等县和广东省的大埔县。梅、汀两江汇合后称韩江，由北向南流经广东省的丰顺、潮安等县，至湖州市进入韩江三角洲河网区，分东、西、北溪流经澄海、汕头等市注入南海。以梅江为源头，干流总长470km。

韩江径流主要由降雨产生，年降水量与年径流量成正比。韩江每年汛期一般为4月至9月，最高峰出现在6月。2005年韩江(平和芦溪、九峰溪)水资源量为8.98×10^{8}m^3。其中，地表水资源量为8.98×10^{8}m^3，比多年平均少2.1%，地下水资源量2.17×10^{8}m^3,重复计算量为2.17×10^{8}m^3。

如图 6.1-8 所示，拟建工程于梅州市丰顺县留隍镇新铺村采用定向钻方式穿越韩江。

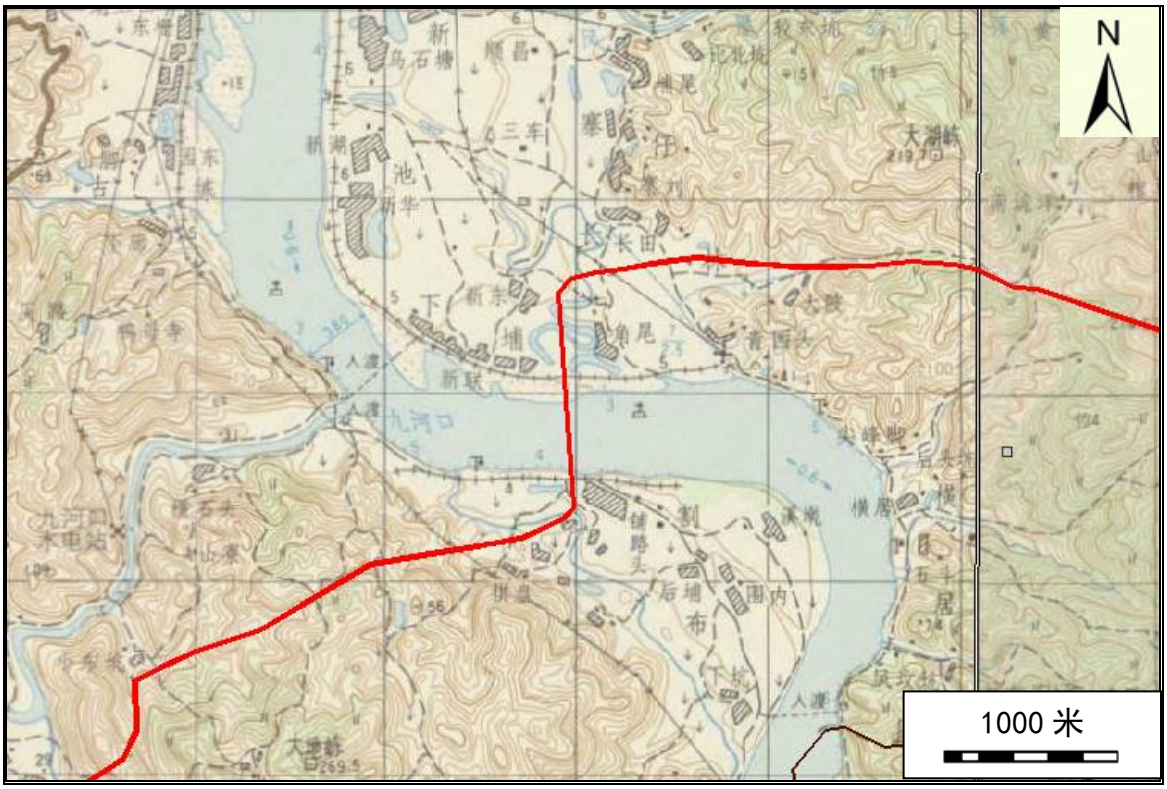


图 6.1-8　韩江穿越位置示意

2)　琴江

琴江，古名右别溪，广东省沿海河流韩江河源段，起自韩江源头广东省紫金县七星岽，止于五华县水寨镇河段，长 117km。流域面积 2871km^2，坡降 1.1‰，年均流量 48.2m^3/s。河段流经紫金县、五华县，主要支流有：北琴江(又名华阳河)、白泥河(又名优河)、周江河、洑溪河(又名平安河)、大都河、蕉州河、小都河等。

在五华县境，琴江从登畲镇吉祥村入境，自西南流向东北，经龙村、梅林、安流、文葵、锡坑、横陂、水寨镇，广西省志载，下游始称梅江，流长 117km。琴江继续东流，经河东，在大坝镇大湖村与五华河汇合，流经油田新利出境至兴宁县水口，注入梅江河段，全长 136.5km(县内 100km)，流域面积 2871km^2(县内 1909km^2)。

如图 6.1-9 所示，拟建工程于五华县梅林镇采用定向钻方式穿越琴江。

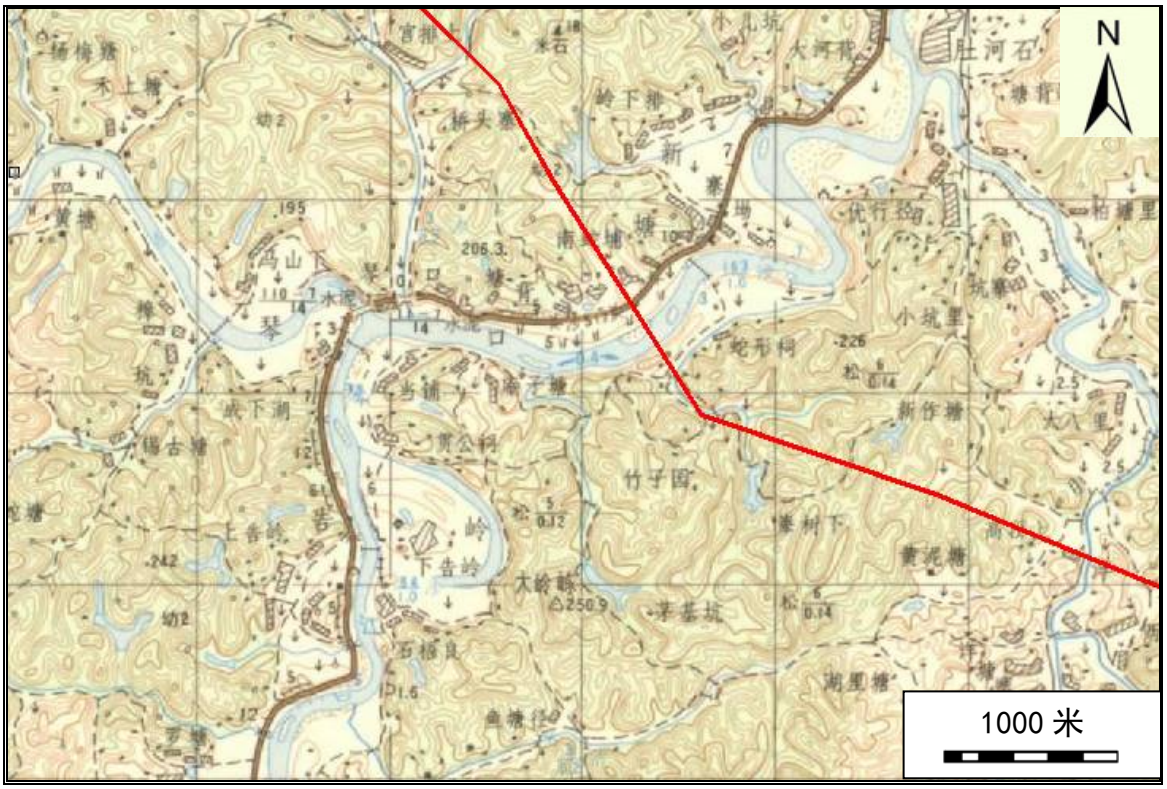


图 6.1-9　琴江穿越位置示意

6.1.1.4　九龙江水系

九龙江是福建第二大河，水量丰富，年径流量稳定，年内季节性变化甚大，丰水期径流量大，枯水期径流量小，河流干线长度 285km，流域面积 14741km^2。由北溪、西溪两大支流及南溪组成，于龙海市石码镇和浮宫入海。

九龙江水量充沛，迳流量在年际与年内分配不均匀，丰水年与枯水年迳流相差大可达 3.3 倍，年内丰水期与枯水期迳流相差更大，西溪曾达 4.3 倍，最大月迳流量可为最小月迳流量的 6.6 倍。因此，丰水期因迳流冲刷引起河水中污染物浓度增高，枯水期则流量变小，污净比增大而使河水污染加重。水土流失严重，西溪年均输沙量 103.72×10^{4}t，北溪年均输沙量达 202.49×10^{4}t，造成下游河段淤积，每年夏秋之交台风季节，洪水泛滥，给工农业生产带来严重损失。2005 年九龙江流域平均降水量 1936mm，水资源量为 162.79×10^{8}m^3，占漳州市地表水资源总量的 64.7%。

九龙江水系部分河流水文见表 6.1-2。

表 6.1-2　九龙江水系部分河流水文情况

河流名称	水文站名称	径流量（$\times10^8m^3$）	年平均径流深度(mm)	年平均流量(m^3/s)	最大流量(m^3/s)	最小流量(m^3/s)	河道坡度(‰)
北溪干流	浦南	82.3	967.8	260	9400	21.1	2.4
西溪干流	郑店	36.8	1077.0	11.67	6164	2.05	3.1
船场溪	船场	8.79	1112.4	27.8	1460	0.04	5.5
芗江	龙山	5.36	1106.5	17.0	846	0.70	—

本工程在九龙江水系范围内主要穿越了九龙江、文峰溪、花山溪、高礤溪、础溪等河流。

1)　九龙江 1(西溪)

西溪为九龙江的主要支流，其正源是船场溪，发源于龙岩市适中乡南部适方山，支流有花山溪、黄溪、永丰溪、龙山溪等。西溪(郑店断面)年平均流量为 117m^3/s，最大年平均流量与最小年平均流量之比为 2.95 倍。实测最大流量为 6140 m^3/s(1960 年 6 月 10 日)，最小流量为 2.78 m^3/s(1963 年 5 月 25 日)。西溪流量的季节变化较明显，5 月～9 月为丰水期，流量占全年 45.0%；12 月至翌年 2 月为枯水期，最小水月在冬季的 1 月，其流量平均占全年的 2.9%。西溪流程短小，整个流域又靠近沿海，受台风影响较大，流量变化大，最大月平均流量和最大洪峰流量都可能在春季或夏秋两季之间出现。穿越断面下游约 3km 处为郑店水文站，于 1952 年设立，控制流域面积 3419km^2，约占整个西溪流域的 86.8%，为西溪主要控制站；设计洪水可由郑店水文设计洪水计算成果进行推算。郑店以上，西溪各支流均属山地性河流，河谷狭窄，河道坡降大，可达 15‰以上；郑店以下为平原性河流，河谷宽广，河道坡降小，仅 3‰。郑店以上，西溪以冲刷作用为主，郑店以下，西溪以堆积作用为主。西溪全长 172km，流域面积 3940km^2。

如图 6.1-10 所示，西溪穿越地处福建省漳州市南靖县靖城镇，穿越入土点位于靖城镇湖林村东南方向 0.4km；出土点位于靖城镇珩坑村西北方向约 0.3km，距离北大路 0.6km，可以通过乡村道路及堤坝直接到达穿越处，交通较为便利。西溪穿越处宽约 330m 左右，中线上最大水深约 6m。根据水文冲刷资料，场区 100 年一遇洪水流量为 8594m^3/s。西溪属于常年性河流，上游河道较弯曲，呈“S”字型展布，下游河道有分支，穿越断面处河道较顺直。西溪总体流向为北东向，穿越断面附近流向为 NE21°。河流总体上

为淤积性河床，地层分布稳定，经现场实地调查，河水平时流速较缓慢，雨季有洪水通过时，河床存在轻微冲刷，河床基本处于稳定状态。穿越处河流现状见图 6.1-11。

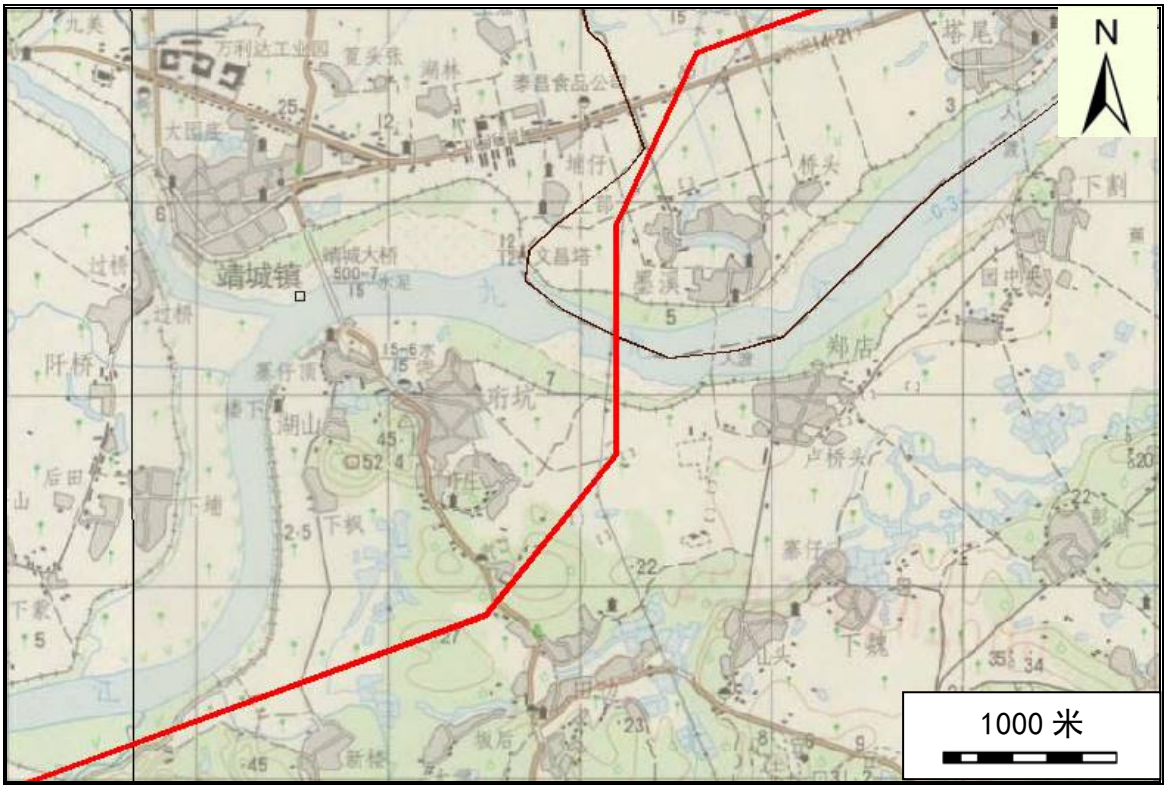


图 6.1-10　西溪穿越位置示意

a. 穿越右岸　　b. 穿越左岸

图 6.1-11　九龙江(西溪)穿越处现状

2)　九龙江 2

九龙江是漳州第一大河，发源于博平岭和戴云山脉，由北溪和西溪两大水系组成，总干流长度 285km，水系全长 1923km，漳州境内流域面积7566km^2。北溪自华安西陂进入漳州市，有仙都溪，龙津溪等支流；西溪有船场溪、永丰溪、芗江、花山溪四条主要支流于靖城汇合流经漳州市区，西溪和北溪在龙海福河汇合后分南、中、北港注入厦门港。九龙江北溪自潭口以上河段，西溪自靖城以上河段，坡降陡，流急险滩，河水流量变化大，下游进入漳州平原后河谷开朗，河面宽阔，水流平缓，河床淤高。

如图 6.1-12 所示，九龙江穿越地处福建省漳州市平和县白塞尾附近，穿越位置距平和县以北约 10.0km。穿越点位于平和县白寨仔，场区附近有省道通过，交通较为便利。穿越场地地处低山间河谷与河谷盆地交界边缘地带，地势较开阔，地形较平坦，河谷形态呈喇叭口状。穿越断面处勘察期间河水面宽约 60m，穿越中线上最大水深约 3m。地层揭露为粉质黏土、细砂、圆砾、花岗岩、凝灰岩，地层相对稳定层，穿越断面处河道较顺直，河岸西北岸高于东南岸，勘察时调查，河床曾变迁，河床向西北岸偏移约200m，穿越河段枯水期主流线不偏，洪水期河槽内河水满槽，可淹没两岸大棚，同时九龙江穿越河床段存在采砂现象，河床可能会存在沙坑，建设管道应考虑河床采砂的影响，总体而言河床在纵向上较不稳定。穿越位置西北岸位于 207 省道外侧，土质岸坡，呈土坎状，高度约为 4m，坡度大约为 60°，坡脚长满杂树、灌木，抗冲刷能力较强，坡脚不易被水流淘蚀；东岸地势平缓，地表多为大棚，无明显冲刷侵蚀现象，岸坡较为稳定。穿越处河流现状见图 6.1-13 所示。

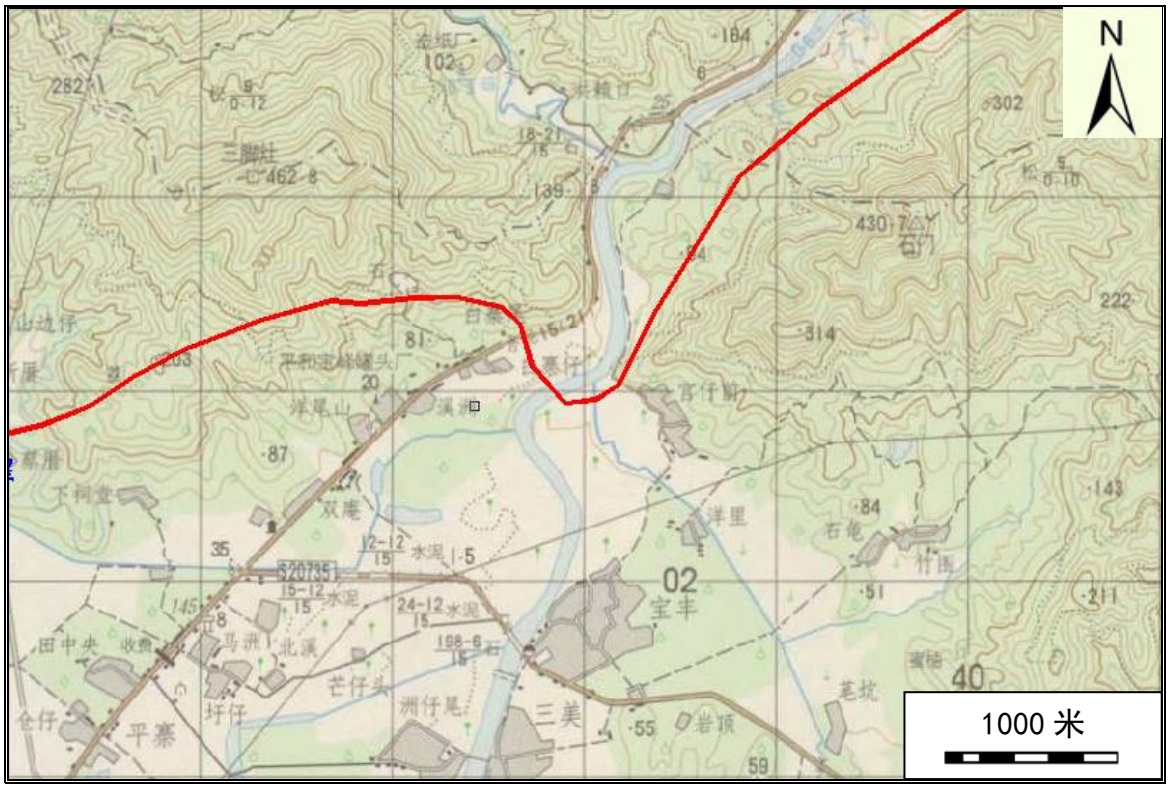


图 6.1-12　九龙江第二次穿越位置示意

图 6.1-13　九龙江第二次穿越位置现状

3)　文峰溪

文峰溪发源于峨嵋山的东北向，由柴船溪、石鸡母溪、前埔溪、内东溪、宝桥溪、小田坑溪等 6 条支流汇合而成。从南向北纵贯文峰乡，流入

南靖境内，汇入九龙江西溪。河长 20.4km，集雨面积 168.5km^2，年均径流量 1.7×10^{8}m^3。据 1985 年水土流失普查，1949 年至 1985 年，文峰溪的含沙量 0.212kg/m^3，输沙量 3.48×10^{4}t/a。

如图 6.1-14 所示，文峰溪穿越地处福建省漳州市平和县。文峰溪属于常年性河流，上、下游河道较弯曲，呈“S”字型展布，穿越断面处河道较顺直，河漫滩较发育。文峰溪总体流向为北东向，穿越断面附近流向为 NE49°。穿越断面处河床水面宽 30m，穿越中线上最大水深约 1.5m。勘察期有 20m 宽度有水，其余河漫滩处生有杂草，非暴雨天气水深较浅，约 0.4m～1.0m，暴雨天气流量增加较大，水位抬升 0.5m 左右，枯水期为 12 月至翌年 2 月，丰水期为 5 月～9 月。河床两岸对称，为“U”型河，河床底部平缓。河流总体上为淤积性河床，地层分布稳定，经现场实地调查，河水平时流速较缓慢，雨季有洪水通过时，河床存在轻微冲刷，河床基本处于稳定状态。穿越处河流现状见图 6.1-15。

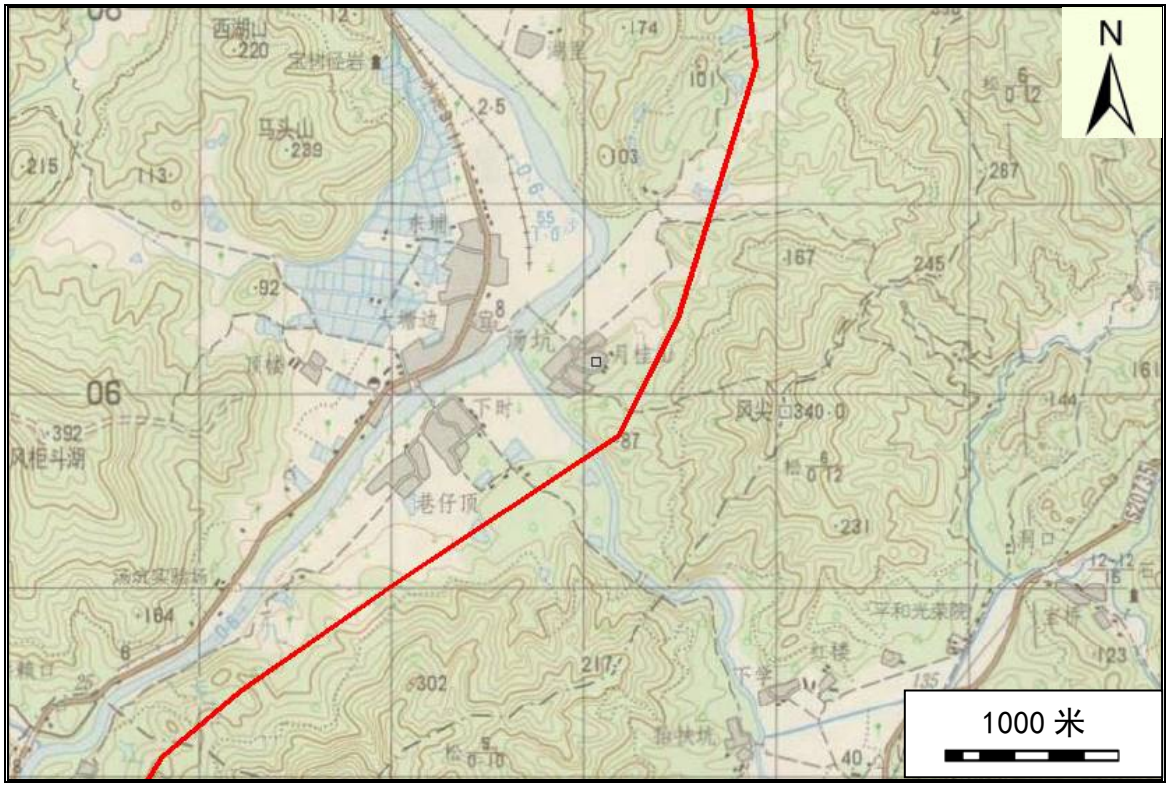


图 6.1-14　文峰溪穿越位置示意

图 6.1-15　文峰溪穿越处现状

4)　花山溪

花山溪(又名琯溪)系九龙江花山 4 大支流之一，发源于平和县双尖山东北部。由南胜溪、枋埔溪、高磜溪等分流汇成，流经霞寨、国强、坂仔、小溪、山格等乡(镇)，至南靖县城汇船场溪入花山干流。河长 64.2km，流域面积 858km^2，河道比降 4.7‰，高差 932m；多年年均径流量 8.36×10^{8}m^3；水能理论蕴藏量 2.66×10^{4}kw(其中干流 1.97×10^{4}kw)，可开发 1.88×10^{4}kw，已开发 0.46×10^{4}kw。70 年代起，先后建成深渡、白沙、高坑、坂仔等骨干电站，形成流域梯级开发格局。据 1985 年水土流失普查，1949 年至 1985 年，花山溪平均淤积高 1.2m～1.7m，含沙量 0.212kg/m^3，输沙量 17.72×10^{4}t/a。目前花山溪因河道淤塞已不能通航。

如图 6.1-16 所示，花山溪穿越地处福建省漳州市平和县小溪镇，穿越入土点位于小溪镇厝丘村东南方向 0.4km；出土点位于小溪镇下溪埔东南方向约 0.5km，距离 S2070.18km，可以通过乡村道路到达穿越处，交通较为便利。花山溪穿越处宽约 20m 左右，勘察期间有水，非暴雨天气水深较浅，约 0.5m～1.0m，暴雨天气流量增加较大，水位抬升 0.5m 左右，枯水期为 12 月至翌年 2 月，丰水期为 5 月～9 月。花山溪属于常年性河流，上、下游河道较弯曲，呈“S”字型展布，穿越断面处河道较顺直，河漫滩不发育。花山溪总体流向为北东向，穿越断面附近流向为 NE18°。河床两岸对称，为“U”型河，河床底部平缓。河流总体上为淤积性河床，地层分布稳定，

经现场实地调查，河水平时流速较缓慢，雨季有洪水通过时，河床存在轻微冲刷，河床基本处于稳定状态。穿越处河流现状见图 6.1-17。

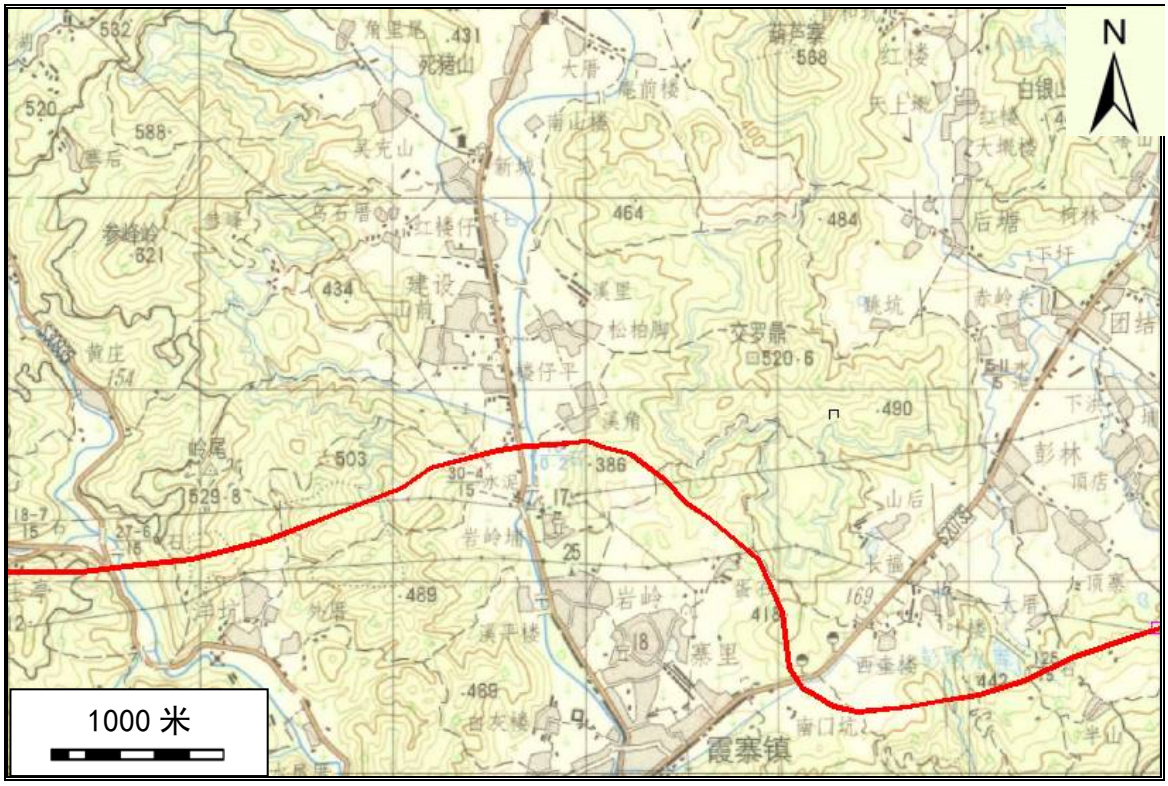


图 6.1-16　花山溪穿越位置示意

图 6.1-17　花山溪穿越处现状

5）　高磡溪

高磡溪为花山溪的支流，高磡溪与其它分流汇成花山溪，系九龙江西溪 4 大支流之一，流经霞寨、国强、坂仔、小溪、山格等乡(镇)，至平和县城汇船场溪入西溪干流。

如图 6.1-18 所示，高磡溪穿越地处福建省漳州市平和县山格镇，穿越入土点位于山格镇石盘仔村西南方向 0.32km；出土点位于山格镇行林厝村以东约 0.31km，距 S207 约 3.9km，距山旧线 2.5km，可以通过乡村道路到达穿越处，交通较为便利。高磡溪穿越处宽约 17m 左右，勘察期有水，非暴雨天气水深较浅，约 0.5m～1.0m，暴雨天气流量增加较大，水位抬升 0.5m 左右。高磡溪属于常年性河流，上、下游河道较弯曲，呈“S”字型展布，穿越断面处河道较顺直，河漫滩较发育。高磡溪总体流向由东向西。河床两岸对称，为“U”型河，河床底部平缓。河流总体上为淤积性河床，地层分布稳定，经现场实地调查，河水平时流速较缓慢，雨季有洪水通过时，河床存在轻微冲刷，河床基本处于稳定状态。

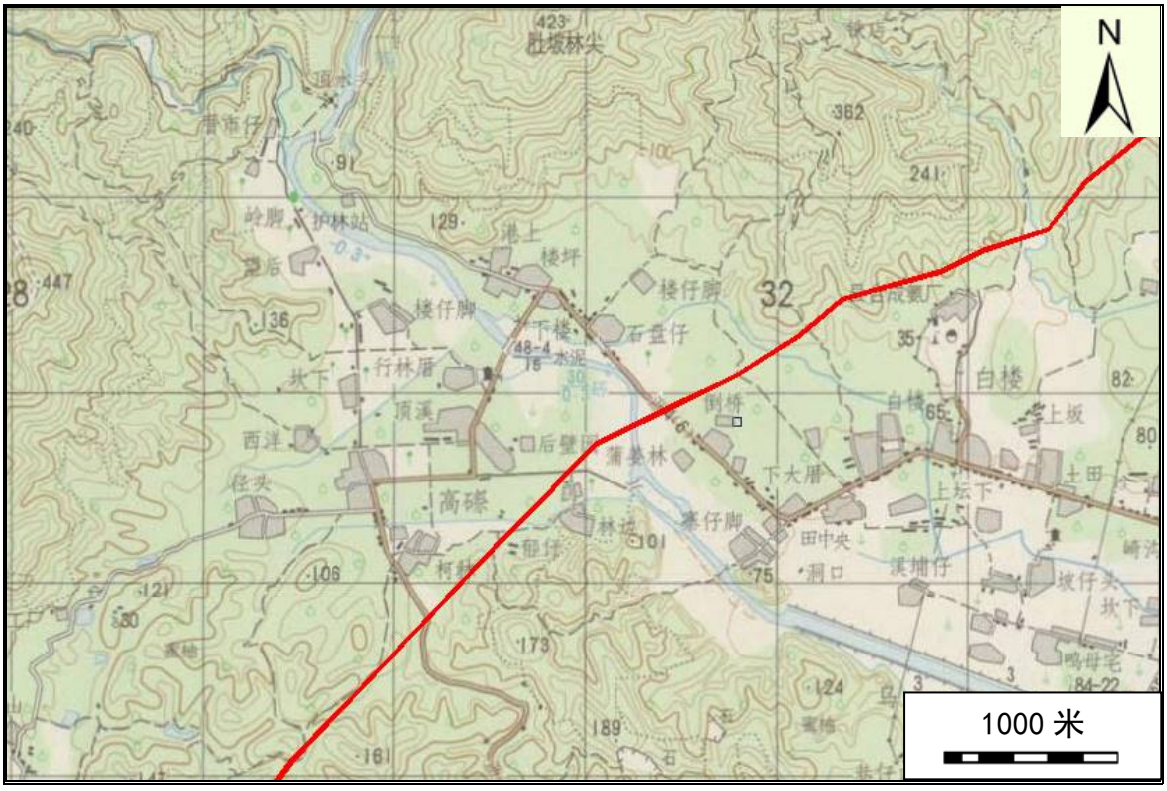


图 6.1-18　高磡溪穿越位置示意

图 6.1-19　高磜溪穿越处现状

6)　础溪

础溪发源于双尖山西部，向南流经崎岭、九峰入广东大埔县与芦溪溪汇合流入韩江。河长 40.7km，集雨面积 368.2km^2，年均径流量 3.91×10^{8}m^3。础溪 1 由桂竹溪、高山溪、大芹双溪、黄田溪 4 条主要支流汇合而成。勘察期间础溪河水位 381.38m～381.42m，流量约 60L/s，经调查穿越断面最高洪水位为 389.78m。

(1)　础溪 1 号穿越

如图 6.1-20 所示，础溪 1 号穿越地处福建省漳州市平和县崎岭乡崎岭铺附近，穿越距平和县约 30.0km。穿越点位于崎岭乡崎岭铺附近，207 省道通过场区内，交通较为便利。

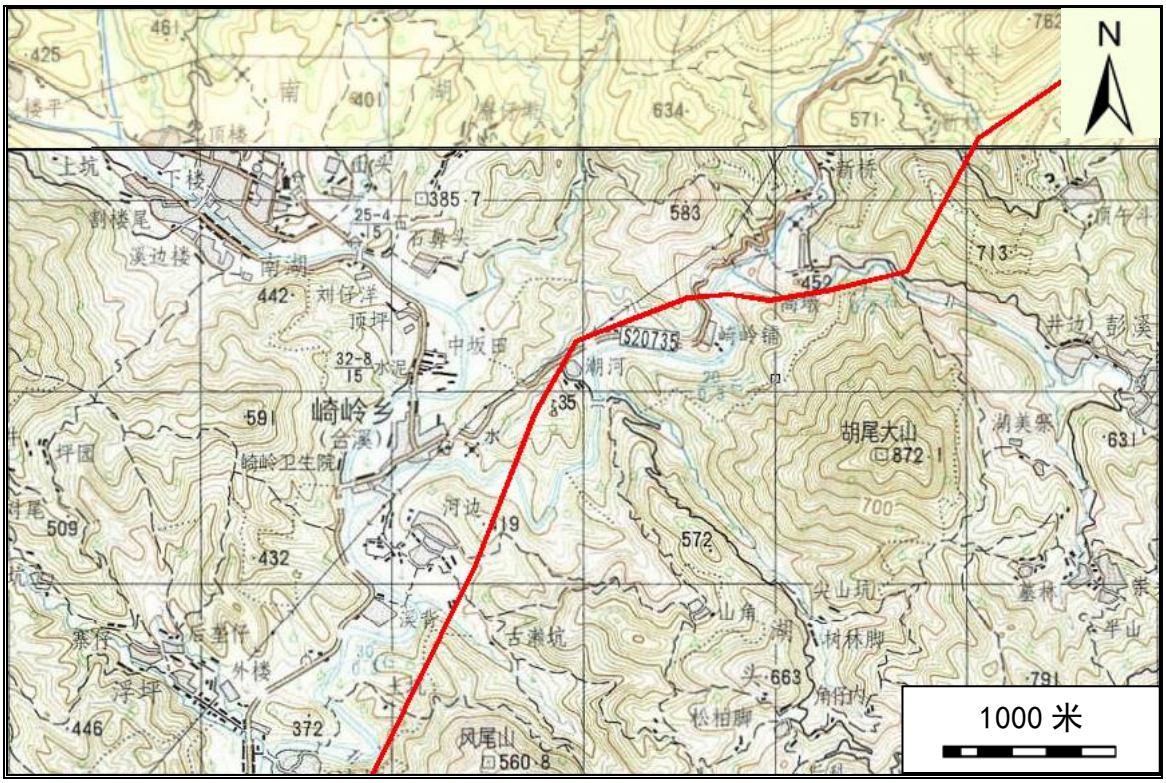


图 6.1-20　础溪穿越位置示意

拟建场区入土点位于 207 省道内侧山坡，出土点为河流岸边缓坡上，地形起伏较大，呈 V 字形，两岸种植蜜柚，岸边长满杂树、杂草。穿越断面处河水面宽 3m～4m，穿越中线上最大水深约 0.2m。穿越断面处河道较顺直，河床两岸较对称，为“V”型河。勘察时对该段河床进行了调查，河道无变迁，河床稳定性较好。穿越位置无凹槽，岸坡平缓、顺直。穿越河段枯水期主流线不偏，洪水期河槽内河水满槽，易淹没河岸平地，东岸位于 207 省道外侧，岩质岸坡，平均坡度约 28°，局部为 70°，抗冲刷能力较强，坡脚不易被水流淘蚀；西岸为山地缓坡，多为台坎，平均坡度约 20°，无冲刷侵蚀现象，岸坡较为稳定。穿越场地地貌属低山间河谷地貌，地形较起伏。河道右侧为国道，河道两侧种植蜜柚，靠近河岸多为杂草、杂树等原生植物，穿越场地概况见图 6.1-21。

图 6.1-21　础溪 1 号穿越处现状

(2)　础溪 2 号穿越

如图 6.1-22 所示，础溪 2 号穿越地处福建省漳州市平和县崎岭乡潮河村，穿越距崎岭乡镇约 2.0km，穿越入土点位于崎岭乡潮河村村口，207 省道内侧；出土点位于崎岭乡潮河村东侧约 0.3km；穿越穿过 207 省道，交通较为便利。

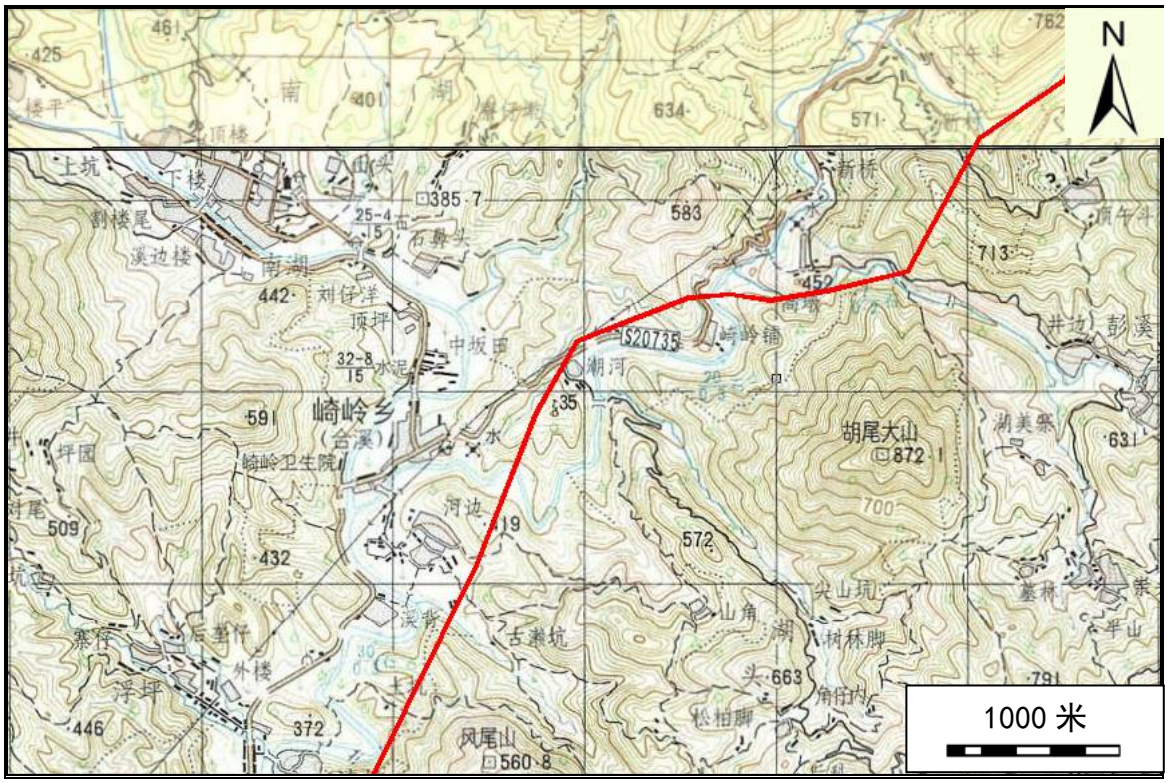


图 6.1-22　础溪 2 号穿越位置示意

拟建场区入土点位于山坡坡脚，出土点地势较开阔，岩质河床，属山间侵蚀河谷，地面高程在 360.0m～405.0m。础溪穿越北岸为缓坡地带，上游坡度较陡，下游较缓，平均坡度约 25°； 础溪穿越南岸以一级阶地为主，阶地面坡度较缓，平均坡度约 10°，阶地后缘为山地陡坡，陡坡坡度约 50°，阶地面距离河面高度 3m～5m。勘察期间水面宽 5m～18.5m，水深约 0.4m，两岸河堤均为人工护堤，高 1.2m～3.0m，河岸两侧目前多人为改造农田，种植蜜柚等经济作物。穿越场地内有 207 省道通过，位于入土点和河面之间，距离入土点约 40m，距离河面约 60m，道路两旁均有人工填土。穿越场地现状见图 6.1-23。

图 6.1-23　础溪 2 号穿越处现状

(3)　础溪 3 号穿越

如图 6.1-24 所示，础溪 3 号穿越地处福建省漳州市平和县九峰镇础溪村，穿越距平和县约 40.0km，距离九峰镇约 4.0km，穿越入土点位于九峰镇田心村西侧；出土点位于九峰镇础溪村北侧安顺加油站附近；207 省道位于出土点外侧，交通较为便利。

拟建场区出入点均位于一级阶地，地势开阔平缓，土点位于 207 省道前缘陡坎之下阶地上，砂质河床，属淤积性河谷，地面高程在 288.0m～295.0m(除河床、河堤外)，相对高差约 7.0m。础溪 3 号穿越北岸为一级阶地，阶地后缘为缓坡台地，地势平缓开阔；础溪 3 号穿越南岸以一级阶地为主，阶地平缓，阶地后缘为一陡坎，207 省道由陡坎上经过，陡坎坡度约 70°，相对高差约 7.0m。勘察期间水面宽 20.0m～50.0m，水深 0.5m～1.8m，两岸均无人工护堤，河岸两侧目前多人为改造农田，种植蜜柚、水稻、蔬菜等经济作物。穿越场地内有 207 省道通过，位于出土点外侧，距离出土点约 30.0m，距离河面约 100.0m；距离出土点 70.0m 有一加油站，位于 207 省道外侧。穿越场地现状见图 6.1-25。

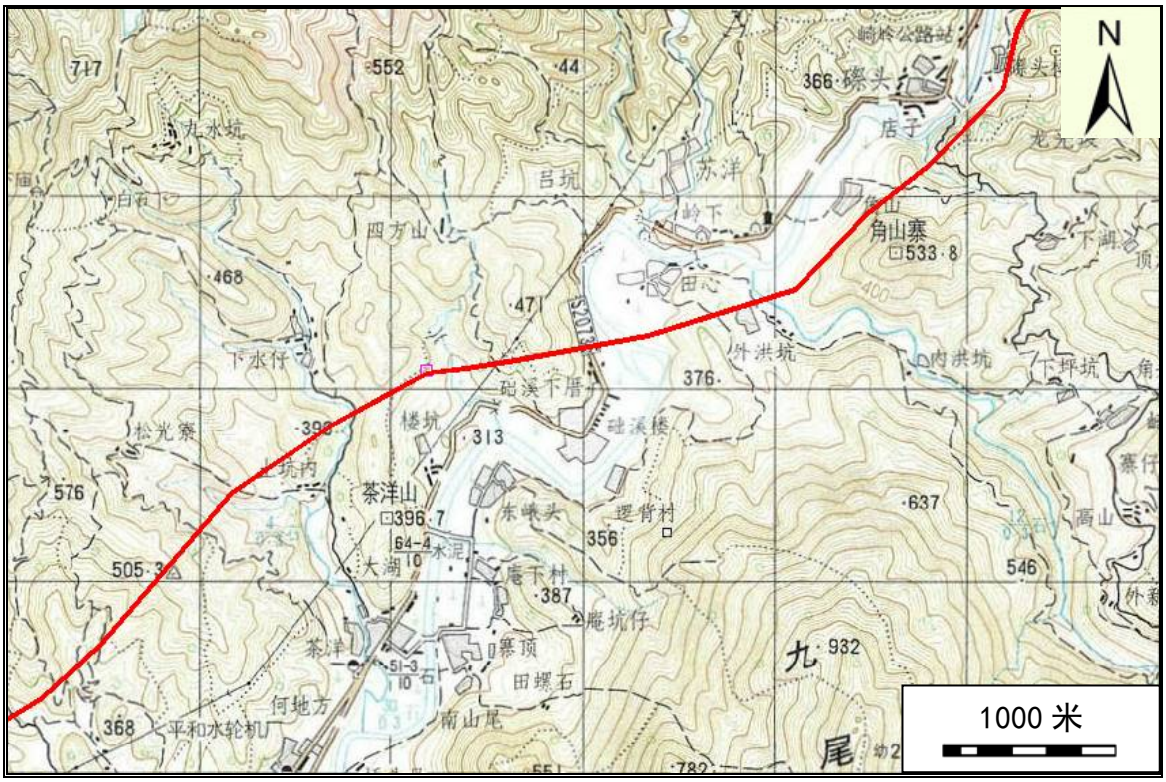


图 6.1-24　础溪 3 号穿越位置示意

图 6.1-25　础溪 3 号穿越处现状

(4)　础溪 4 号穿越

如图 6.1-26 所示，础溪 4 号穿越地处福建省漳州市平和县九峰镇，穿越距九峰镇约 2.0km，穿越入土点位于九峰镇下坪村东南方向 1.5km；出土

点位于九峰镇黄田村东北方向约 0.45km，距离省道 207 约 1.5km，可以通过乡村道路到达穿越处，交通较为便利。

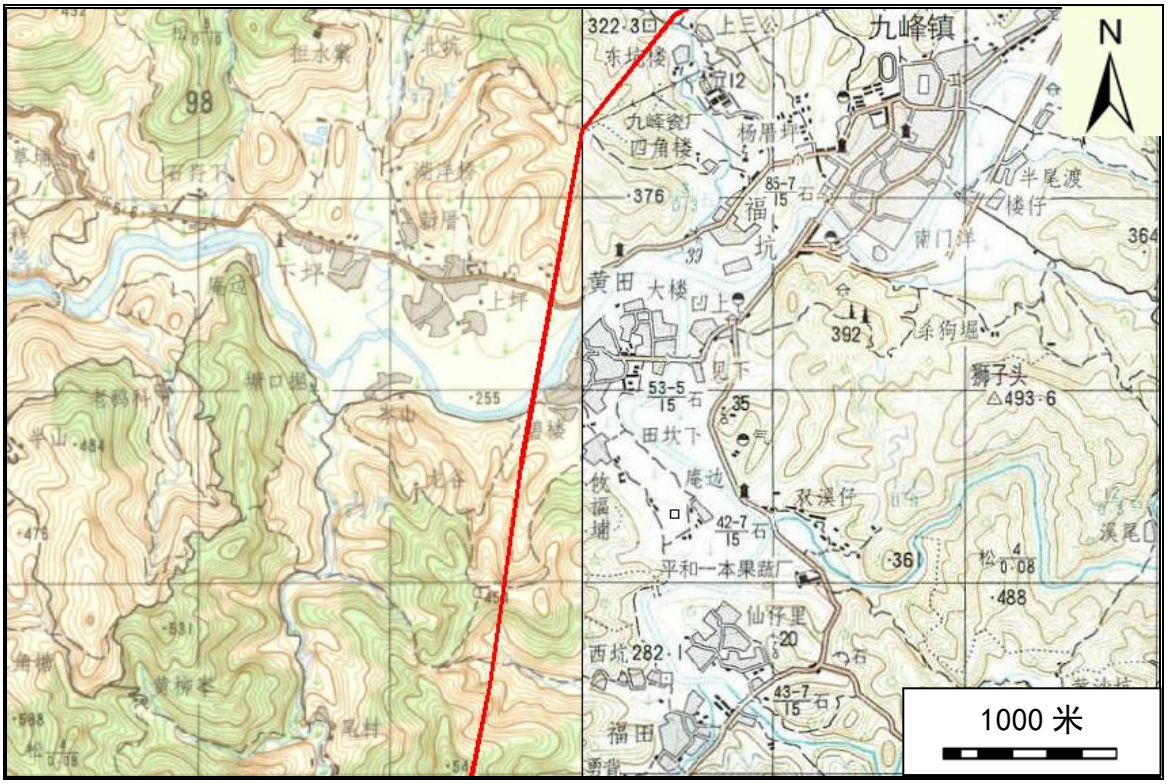


图 6.1-26　础溪 4 号穿越位置示意

拟建场区出入土点地势均较开阔，处于阶地上，地面高程在 260.0m～270.0m(除河床、河堤外)，地形南高北低，高差约 8.0m。勘察期间水面宽约 60m，水深约 1.2m，砂质河床，属淤积性河谷。础溪穿越北岸为一级阶地，地形开阔平缓； 础溪穿越南岸以二级阶地为主，属于基座阶地，一级阶地部分缺失，地形开阔平缓，阶地后缘为山地缓坡，坡度约 25°，阶地前缘为临河陡坎，距离河面高度 4m～5m。河岸两岸目前多人为改造农田，种植蜜柚等经济作物，两岸均无人工护堤。穿越场地现状见图 6.1-27。

图 6.1-27　础溪 4 号穿越处现状

6.1.2　沿线地表水源保护区

本工程沿线未穿越地表水源保护区，管道与沿线近距离保护区的位置关系详见表 6.1-3，各保护区范围详见表 6.1-4。

表 6.1-3　管道沿线近距离地表水水源保护区

序号	名称	所在地	与本工程关系
1	增城区荔城水厂水源保护区	广东省广州市	未穿越，位于管线西侧 150m
2	麻榨镇鳌溪河饮用水水源保护区	广东省惠州市	改线避绕，位于管线北侧 150m
3	梅树下水库饮用水源保护区	广东省河源市	未穿越，位于管线北侧 791m
4	古竹新坑水库输水渠水源保护区	广东省河源市	未穿越，位于管线北侧 920m
5	梅林中学门口饮用水源保护区	广东省梅州市	未穿越，位于管线北侧 405m
6	埔南村老湖水库饮用水源保护区	广东省梅州市	未穿越，位于管线南侧 1572m
7	揭东县北河上游至锡中河段饮用水源保护区	广东省揭阳市	未穿越，位于管线南侧 200m
8	揭西县五经富饮用水源保护区	广东省揭阳市	改线避绕，位于管线北约 150m
9	揭阳市新西河水库水源保护区	广东省揭阳市	未穿越，位于管线南侧 3.2km
10	潮州市饮用水源保护区	广东省潮州市	未穿越，位于管线南约 3.6km
11	西坑水库饮用水源保护区	广东省潮州市	未穿越，位于管线南侧 1.2km
12	食饭溪饮用水源保护区	广东省潮州市	未穿越，位于管线东侧 1.3km
13	饶平县饮用水源保护区	广东省潮州市	未穿越，位于管线东侧 5.6km
14	靖城镇自来水厂水源保护区	福建省漳州市	未穿越，位于管线西北约 100m
15	天宝镇饮用水源保护区	福建省漳州市	未穿越，位于管线东南约 500m

表 6.1-4　水源保护区区划

名称	保护区分区	水域保护范围	陆域保护范围
饶平县饮用水源保护区	一级保护区	黄冈河高堂水闸至黄冈大桥河段的水域；	应一级保护区两岸河堤外坡脚向陆纵深 1000m 的陆域范围。
	二级保护区	黄冈河汤溪水库全部水域；汤溪水库库区北端至高堂水闸河段的水域；黄冈大桥至东溪水闸的水域；	汤溪水库设计水位向陆纵深 100m 的集雨区；相应二级保护区水域河堤外坡脚向陆纵深 1000m 的陆域范围。其中黄冈大桥至东溪水闸为岸线至防洪堤背水坡。
	准保护区	上文发源地至汤溪水库库区北端的水域	—
食饭溪饮用水源保护区	一级保护区	水域长度为三饶镇水厂食饭溪取水口上游 1500 米至水厂取水口下游 100 米处共 1600 米长河段，水域宽度为 5 年一遇洪水淹没的区域。	自一级保护区水域沿岸纵深 50 米的陆域范围；若两岸有河堤的则为至堤围外坡脚线以内陆域。
	二级保护区	一级保护区上边界向上游延伸 2500 米、下边界向下游延伸 200 米，水域宽度为一级保护区向外 10 年一遇洪水淹没的区域。	自一级和二级保护区水域沿岸纵深 1000 米除一级保护区以外的陆域；若两岸有河堤的则纵深至堤围外坡脚线以内陆域；如超出集雨区界，则该处陆域二级保护区只划分到集雨区界线处。
西坑水库饮用水源保护区	一级保护区	西坑水库 434 米正常水位线以下的全部水域面积。	西坑水库 434 米正常水位线向陆纵深 200 米的陆域。如超出集雨区界，则该处陆域一级保护区只划分到集雨区界线处。
	二级保护区	西坑水库 434 米正常水位线以上的水域面积。	西坑水库集雨区除一级保护区以外的陆域。
潮州市区饮用水源保护区	一级保护区	韩江潮州河段竹竿山水厂吸水点上溯 1000m，下溯至桥东水厂吸水点下游 500m 河段的水域；西溪枫溪水厂吸水点上溯 1000m，下溯 500m 河段的水域；	相应一级保护区水域两岸河堤外坡脚向纵深 1000m 陆域范围。其中西岸从环城北路与环城东路交叉点起至桥东水厂吸水点下游 500m 为岸线至防洪堤背水坡。东岸从桥东水厂至该厂吸水点下游 500m 为岸线向陆纵深 200m 的陆域范围。
	二级保护区	竹竿山水厂吸水点上游 1000m 上溯至归湖金洲岛北端的水域；以西溪枫溪水厂吸水点上游 1000m 上溯至以桥东水厂吸水点下游 500m 的水域；	相应二级保护区水域两岸河堤外坡脚向纵深 1000m 陆域范围。包括金洲岛、沙洲岛。其中西岸从桥东水厂吸水点下游 500m 至南堤路与护堤交接点为岸线至防洪堤背水坡。东岸从桥东水厂吸水点下游 500m 至固溪为岸线向陆纵深 200m 的陆域范围。
	准保护区	上游赤风、下游东溪蓬洞河、西溪大衙交界断面除一、二级保护区河段外的水域。	—
揭西县五经富饮用水源保护区	一级保护区	龙颈水库库区至潭村约 500 米水域	相应一级保护区水域两岸河堤外坡脚向陆纵深 50 米陆域

名称	保护区分区	水域保护范围	陆域保护范围
揭东县北河上游至锡中河段饮用水源保护区	一级保护区	锡场潭王至锡中河段	两岸向陆纵深 50 米集水面积内
	二级保护区	锡中以上除一级保护区以外其他区域	
埔南村老湖水库饮用水源保护区	一级保护区	老湖水库正常水位线以下的全部水域。	老湖水库正常水位线向陆纵深 200 米陆域范围。
	二级保护区	—	整个流域(一级保护区陆域外区域)。
梅林中学门口饮用水源保护区	一级保护区	水域长度为取水口上游 650 米梅林大桥处和下游 100 米的河段；水域宽度为 5 年一遇洪水淹没的区域。	一级保护区水域沿岸向陆纵深 50 米的陆域范围。
	二级保护区	水域长度为一级保护区上边界向上延伸 2500 米，下边界向下游延伸 200 米；水域宽度为一级保护区向外 10 年一遇洪水淹没的区域。	二级保护区陆域沿岸长度不小于一级保护区和二级保护区水域保护区河长，沿岸纵深范围自一级保护区陆域和二级保护区水域向外 1000 米。
古竹新坑水库输水渠水源保护区	一级保护区	①取水井(E114.7019°，N23.5640°)处至新坑水库大坝处的新坑水库输水渠水域(除输水渠密闭、穿山部分外)，长约 3.4 公里；②新坑水库正常水位线(96.3 米)以下的全部新坑水库水域。	新坑水库输水渠一级保护区水域沿线(除输水渠密闭、穿山、高架部分外)，含有护堤处以护堤外侧为界，无护堤处则向陆延伸至第一重山山脊线处的陆域范围。
	二级保护区	—	新坑水库正常水位线(96.3 米)沿岸向陆延伸至第一重山山脊线的陆域范围。
麻榨镇鳌溪河饮用水水源保护区	一级保护区	鳌溪河取水口上游 1500m 至下游 100m 的河道水域	一级保护区水域两岸向陆纵深 50m 的陆域范围。
	二级保护区	鳌溪河取水口上游 4000m(包括汇入支流,不超过河流长度)至下游 300m 的河道水域，不包括一级保护区范围。	一级、二级保护区水域两岸向陆纵深 1000m，不超过相应分水岭范围，不包括一级保护区范围。

6.2 管道沿线地表水环境质量现状调查与评价

为了解地表水的环境质量现状，本次评价委托广州京诚监测技术有限公司、厦门建环检测技术有限公司对工程穿越的重要河流水质进行了采样分析。

1) 监测断面布设

监测断面布设见表 6.2-1。

表 6.2-1　监测断面布设

序号	河流名称	所在地址	监测断面经纬度坐标	水质类别
1	韩江	梅州市丰顺县	N：23° 52’56.3″；E：116° 28’44.5″	II
2	北河	梅州市丰顺县	N：23° 40’20.9″；E：116° 15’03.2″	II
3	五经富河	揭阳市揭西县	N：23° 36’46.4″；E：116° 04’40.1″	II
4	横江河	揭阳市揭西县	N：23° 27’56.8″；E：115° 49’11.8″	II
5	琴江	梅州市五华县	N：23° 37’28.7″；E：115° 36’36.6″	II
6	秋香江	河源市紫金县	N：23° 36’49.3″；E：115° 07’33.4″	II
7	东江	惠州市博罗县/河源市江东新区	N：23° 31’56.5″；E：114° 39’51.2″	II
8	公庄河	惠州市博罗县	N：23° 27’31.2″；E：114° 26’31.8″	III
9	九峰溪	漳州市平和县	E：117°00’02″，N：24°14’12″	III
10	高磜溪	漳州市平和县	E：117°19’07″，N：24°24 ’02″	III
11	文峰溪	漳州市平和县	E：117°24’46″，N：24°26’45″	III
12	花山溪	漳州市平和县	E：117°22’47″，N：24°25 ’39″	III
13	九龙江 1	漳州市	E：117°31’07″，N：24°34’03″	III

2)　监测时间：

2015 年 7 月 3 日～7 月 4 日，2015 年 12 月 5 日～12 月 6 日，分两次进行监测。

2)　监测项目

监测项目：pH、BOD_5、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、悬浮物、总磷和石油类等 8 项。

3)　评价标准

评价标准为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II、III类标准。

表 6.2-2　地表水环境评价执行标准(mg/L，pH 除外)

污染物	pH	BOD_5	DO	高锰酸盐指数	氨氮	SS	总磷	石油类
II类标准值	6～9	≤3	≥6	≤4	≤0.5	—	≤0.1	≤0.05
III类标准值	6～9	≤4	≥5	≤6	≤1.0	—	≤0.2	≤0.05

4)　评价方法

采用单项标准指数法对地表水的监测结果进行现状评价。

(1)　一般水质参数标准指数

计算公式：

$$S_{ij}=C_{i,j}/C_{si}$$

式中：

S_{ij} 为单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数；

$C_{i,j}$ 为水质参数 i 在第 j 点的实测浓度值，mg/L；

C_{si} 为水质参数 i 的地表水水质标准，mg/L。

(2) pH 值的标准指数

计算公式：

$$S_{pH,j}=\frac{7.0-pH_j}{7.0-pH_{sd}},pH_j\le 7.0$$

$$S_{pH,j}=\frac{pH_j-7.0}{pH_{su}-7.0},pH_j>7.0$$

(3) DO 的标准指数

计算公式：

$$S_{DO,j}=\frac{\left|DO_f-DO_j\right|}{DO_f-DO_s},DO_j\ge DO_s$$

$$S_{DO,j}=10-9\frac{DO_j}{DO_s},DO_j<DO_s$$

$$DO_f=468/(31.6+T)$$

水质参数的标准指数＞1，表明该水质参数超过了规定的水质标准，已经不能满足使用要求。

5) 监测及评价结果

监测结果显示，悬浮物监测结果为 11 mg/L -27 mg/L，除文峰溪的氨氮、总磷数值略有超标外，其他河流各项水质指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)相应要求，水质现状较好。

文峰溪的氨氮、总磷超标倍数分别为 0.34～0.42、0.74～0.76。分析超标原因可能为：监测断面两岸及上游居民人口众多且主要为农村，因此居民多使用渗坑排放生活污水，并使用简易旱厕，无防渗措施；区域内耕地所施用化肥、农药等雨季时随着雨水进入河道，对水质造成了一定影响。

表 6.2-3　地表水监测结果(mg/L，pH 除外)

序号	采样日期	检测项目 / 采样地点	pH	悬浮物	溶解氧	五日生化需氧量	高锰酸盐指数	氨氮	总磷	石油类
1	7-3	韩江	6.59	16	6.2	2.8	3.6	0.472	0.05	＜0.01
2	7-4		6.60	17	6.5	2.7	3.8	0.463	0.05	＜0.01
3	7-3	北河	6.61	17	6.1	2.8	3.8	0.452	0.07	＜0.01
4	7-4		6.60	18	6.2	2.8	3.5	0.443	0.08	＜0.01
5	7-3	经富河	6.63	17	6.6	2.3	3.4	0.422	0.06	＜0.01
6	7-4		6.58	17	6.8	2.4	3.6	0.415	0.04	＜0.01
7	7-3	横江河	6.63	19	6.6	2.3	3.4	0.422	0.06	＜0.01
8	7-4		6.58	21	6.8	2.4	3.6	0.415	0.04	＜0.01
9	7-3	琴江	6.71	18	6.3	2.3	3.5	0.396	0.05	＜0.01
10	7-4		6.66	19	6.5	2.3	3.5	0.389	0.05	＜0.01
11	7-3	秋香江	6.56	16	6.4	2.2	3.7	0.476	0.06	＜0.01
12	7-4		6.68	17	6.3	2.6	3.8	0.489	0.07	＜0.01
13	7-3	东江	6.65	24	6.6	2.8	3.9	0.495	0.05	＜0.01
14	7-4		6.67	25	6.8	2.7	3.9	0.487	0.05	＜0.01
15	7-3	公庄河	6.70	23	5.7	3.7	5.6	0.606	0.06	＜0.01
16	7-4		6.68	21	6.1	3.5	5.5	0.599	0.07	＜0.01
17	12-5	九峰溪	7	12	6.2	2.4	2.9	0.869	0.135	<0.01
18	12-6		7.02	18	6.8	2.7	3.2	0.903	0.147	<0.01
19	12-5	高磜溪	7.12	11	6.8	1.5	1.8	0.3	0.082	<0.01
20	12-6		7.14	14	6.7	1.6	2.1	0.325	0.096	<0.01

序号	采样日期	检测项目 / 采样地点	pH	悬浮物	溶解氧	五日生化需氧量	高锰酸盐指数	氨氮	总磷	石油类
21	12-5	文峰溪	7.19	21	6.5	3.1	3.5	1.34	0.351	<0.01
22	12-6		7.17	26	6.4	3.4	3	1.42	0.348	<0.01
23	12-5	花山溪	6.89	17	7.2	1.5	1.8	0.427	0.17	<0.01
24	12-6		6.84	13	7.3	1.7	1.4	0.407	0.175	<0.01
25	12-5	九龙江	6.98	27	6.2	3.2	3.6	0.601	0.185	<0.01
26	12-6		6.96	25	6.5	3.1	2.8	0.573	0.173	<0.01

表 6.2-4　地表水检测结果评价($S_{i,j}$($S_{ph,j}$/$S_{DO,j}$))

序号	采样日期	检测项目 / 采样地点	pH	溶解氧	五日生化需氧量	高锰酸盐指数	氨氮	总磷	石油类
1	7-3	韩江	0.41	0.92	0.93	0.90	0.94	0.50	0.10
2	7-4		0.40	0.79	0.90	0.95	0.93	0.50	0.10
3	7-3	北河	0.39	0.96	0.93	0.95	0.90	0.70	0.10
4	7-4		0.40	0.92	0.93	0.88	0.89	0.80	0.10
5	7-3	经富河	0.37	0.75	0.77	0.85	0.84	0.60	0.10
6	7-4		0.42	0.67	0.80	0.90	0.83	0.40	0.10
7	7-3	横江河	0.37	0.75	0.77	0.85	0.84	0.60	0.10
8	7-4		0.42	0.67	0.80	0.90	0.83	0.40	0.10
9	7-3	琴江	0.29	0.88	0.77	0.88	0.79	0.50	0.10
10	7-4		0.34	0.79	0.77	0.88	0.78	0.50	0.10
11	7-3	秋香江	0.44	0.83	0.73	0.93	0.95	0.60	0.10
12	7-4		0.32	0.88	0.87	0.95	0.98	0.70	0.10
13	7-3	东江	0.35	0.75	0.93	0.98	0.99	0.50	0.10
14	7-4		0.33	0.67	0.90	0.98	0.97	0.50	0.10
15	7-3	公庄河	0.30	0.80	0.93	0.93	0.61	0.30	0.10
16	7-4		0.32	0.68	0.88	0.92	0.60	0.35	0.10
17	12-5	九峰溪	0.00	0.84	0.60	0.48	0.87	0.68	0.10
18	12-6		0.01	0.76	0.68	0.53	0.90	0.74	0.10
19	12-5	高磡溪	0.06	0.76	0.38	0.30	0.30	0.41	0.10
20	12-6		0.07	0.77	0.40	0.35	0.33	0.48	0.10
21	12-5	文峰溪	0.10	0.80	0.78	0.58	1.34	1.76	0.10
22	12-6		0.09	0.81	0.85	0.50	1.42	1.74	0.10
23	12-5	花山溪	0.11	0.70	0.38	0.30	0.43	0.85	0.10
24	12-6		0.16	0.69	0.43	0.23	0.41	0.88	0.10

序号	采样日期	检测项目 / 采样地点	pH	溶解氧	五日生化需氧量	高锰酸盐指数	氨氮	总磷	石油类
25	12-5	九龙江	0.02	0.84	0.80	0.60	0.60	0.93	0.10
26	12-6		0.04	0.80	0.78	0.47	0.57	0.87	0.10

6.3 地表水环境影响分析与评价

6.3.1 施工期主要废水来源及影响分析

管道施工期废水主要来自施工人员在施工作业中产生的生活污水及管道安装完后清管试压排放的废水。

1) 生活污水

施工人员生活污水产生量按 75L/人•日计算，COD 和氨氮的浓度分别按 300mg/L 和 30mg/L 计算。根据西二线、西三线东段等工程施工过程类比调查，一般地段管线施工生活污水、COD 和氨氮排放量分别为 26m^3/km、7.8kg/km 和 0.78kg/km。在采用钻爆隧道施工时，每条隧道平均施工人员 40～50 人/d，双向掘进时施工速度为 8m/d 左右，故隧道施工时生活污水、COD 和氨氮排放量分别为 469m^3/km、140.7kg/km 和 14.07kg/km。

本工程全线不设施工营地，施工队伍全部依托当地社会资源。因此施工期生活污水主要依托当地的生活污水处理系统

2) 清管、试压排水

按地区等级和地形特点对试压管段进行分段，管道工程清管、试压一般采用无腐蚀性的清洁水进行分段试压，可重复利用，试压用水重复利用率可达 50%以上，管道试压后平均废水排放量约为 625kg/km。试压水应尽量重复利用，水中的主要污染物为悬浮物(≤70mg/L)，试压废水的处置方式一般是在征得地方环境保护主管部门的许可后选择合适的地点排放，试压废水对环境的影响不大。

6.3.2 管道穿越对地表水体的影响分析

施工期对地表水的影响发生在河流穿越施工过程中，根据沿线河流的水文、地质和环境特征，分别采用大开挖、定向钻、钻爆隧道、盾构隧道等方式穿越。其中定向钻、钻爆隧道、盾构隧道等方式穿越均从河床以下通过，穿越施工不会直接影响河流水质；大开挖穿越对河流水质有一定影响。

本工程穿越重要河流 19 次。施工中各河流穿越方式见表 6.1-1。

6.3.2.1 大开挖对地表水体的影响分析

1) 施工过程分析

本工程采用大开挖方式穿越河流较多，开挖方式适合于河水较浅、水

量较少、河漫滩较宽阔的河流，施工作业一般选在枯水期进行。在河流一侧开挖导流渠，然后开挖河床管沟，采用管段上加混凝土压块进行稳管处理，管道埋深在河底稳定层中，管顶埋深约在冲刷层以下 1.5m。待施工完成后，经覆土复原，使河床稳固。

对于中、小河沟渠的开挖，一般在非汛期进行。每年 6 月～9 月份的汛期，水位高出非汛期水位 1m 左右，给施工带来更大难度。施工过程中一般先采用草袋围堰，截流两端水源，然后再进行大开挖，并在管线通过后恢复河床原貌。

当需施工作业的河流水量较大时，采取围堰导流方式施工，对于水塘，先进行围堰抽水，再开挖，施工时，在河床内挖沟铺设施工时，对河床有暂时性破坏，施工完成后，经覆盖复原，对河流河床和面貌不产生影响；

2) 穿越方式比选

从环境保护角度考虑，凡采取大开挖穿越的河流都是在多方案比选的基础上确定的施工方式，例如九龙江 2 为中型穿越且水质类别高(III类)，采用大开挖方式对河流扰动性较大，穿越方式的确定是根据穿越处水文地质、地形、地貌状况、设计规范及环境保护等多方面因素，经多方案严格比选后最终确定的。

九龙江 2 穿越河段地层主要为细砂、圆砾，开挖时容易坍塌，施工时开挖管沟宜适当拓宽管沟或打护坡桩防止大范围坍塌。管道穿越处地质构造较为复杂，两岸岩性不同，物探成果推测里程 K0+1185-K0+1220m 为构造破碎带，可能会增加施工难度。河流穿越断面枯水期、平水期河槽水量很小，深度约 2m～3m，水面宽度约 60m，水流平缓，有利于大开挖穿越。因此， 管沟开挖时适当加宽或采用打护坡桩等方案防止开挖层产生大范围坍塌，同时在管沟上游采取适当的隔渗措施以利于管沟开挖后的降水和排水工作，采用大开挖方式穿越是可行的。

3) 大开挖施工对水环境的影响

在开挖穿越施工中，对河流水质会产生短期影响。主要表现为：

——会使周边河水中泥沙含量、悬浮物显著增加，短期内影响水质；

——各项机械施工作业可能导致污染物(机油)渗漏，对地表水体造成污染；

——管沟回填多余土石方处置不当可能造成河道淤积和水土流失；

——开挖管沟、穿越施工期间，施工人员产生的生活污水、生活垃圾会影响河流水质；

——管道经过一些河滩低洼地区时，由于地下水位埋深普遍较浅，管沟开挖过程将有渗水产生，其中的污染物(泥沙、悬浮物，施工机械渗漏的石油类物质)可能会影响河流水质。

4) 采取的环保措施

在穿越施工期间，只要采取以下强化管理等措施，管道施工对河流影响会很小。大开挖穿越施工中应采取的主要环保措如下：

——采取开挖方式施工时，建设单位应该对本项目的线路选择及河渠穿越点的选择上，要充分考虑地表水功能和类型，同时要取得水利部门、规划部门、农业部门和环保部门认可，在施工期间尽量使地表水水质的影响降至最低。

——建设单位应加强施工期环境管理，管沟开挖、临时道路修建、河流、水渠穿越施工应避开雨季，减少水土流失和对水生生态系统的影响；

——必须选择在枯水期施工；

——严格施工组织，优化施工方案，尽量缩短施工时间；

——严格执行地方河道管理中有关规定；

——严禁向河道排放管道试压水；

——严禁在河流两堤外堤脚内建立施工营地和施工临时厕所；

——严禁在河流及近岸内清洗施工机械、运输车辆；

——严禁向河道内排放污水和固体废物；

——在穿越河流的两堤不准给施工机械加油或存放油品储罐，不准在河流主流区和漫滩区内清洗施工机械或车辆。机械设备若有漏油现象要及时清理散落机油；

——注意不要将两岸施工现场的洒落机油等污染物落入河流；

——施工结束后，应尽量使施工段河床恢复原貌，管沟回填后多余土石方可均匀堆积于河道穿越区岸坡背水侧，压实、或用于修筑堤坝；必须注意围堰土在施工结束后的清理工作，避免阻塞河道，应严格执行河道管理的有关规定，尽量减少对堤坝等水工安全设施的影响。

根据现状调查，采取大开挖穿越的河流中，为了保护地表水，最大限度的减轻大开挖施工对穿越水体的影响，在穿越施工期间，要严格执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)及地方河道管理中有关规定，尽量减少对水工设施的影响；并严格实施关于大开挖施工方式的有关环境保护要求及相应保护措施。

6.3.2.2　定向钻穿越对地表水体的影响

从表 6.1-1 中可以看出，本工程采取定向钻穿越的河流 8 条。

1)　定向钻施工方式

定向钻穿越是一种先进的管道穿越施工方法。定向钻穿越的管道孔在河床以下，距离河床 10m 以上，具有不破坏河堤、不扰动河床等优点。施工不会对河床中水流、水温、水利条件及水体环境产生直接影响，也不影响航运和船舶抛锚；施工地点距离穿越水域的水面一般较远，施工作业废水不会污染水体。施工用泥浆的主要成分是膨润土和少量(一般为 5%左右)的添加剂(羧甲基纤维素钠 CMC)，无毒、无油及无有害成分。泥浆池设在入土场地和出土场地中，池底均铺设防渗材料以防渗漏；同时，泥浆池的大小设计也留有一定的余量，以防雨水冲刷外溢。

2)　定向钻施工主要影响

——　施工时，对河堤两侧土层会暂时破坏；

——　钻屑沉淀池和泥浆收集池中污染物外溢或泄漏可能污染水体；

——　施工结束后还将产生一定量的固体废物(主要是废弃泥浆和钻屑)；

——　施工过程产生的生活污水和生活垃圾等。

3)　采取的措施

针对本工程而言，为了最大限度的减轻定向钻施工对穿越水体的影响，施工过程中必须实施以下环保措施：

——　禁止向水体内排放一切污染物。

——　定向钻穿越敏感水体，两侧大堤堤脚内不得设置施工材料堆放场地，禁止设立施工营地；禁止在施工场地建临时厕所，防止生活污水和生活垃圾直接进入河道。

——　禁止在河流两岸堤防以内给施工机械加油、存放油品储罐、清

洗施工机械和排放污水。

——　泥浆池要按照规范设立，其容积要考虑30%的余量，以防雨水冲刷外溢，泥浆池底要采用防渗膜进行防渗处理，保证泥浆不渗入地下。

——　施工结束后，产生的废弃泥浆经分离后进行固化处理，可汲取西气东输干线工程定向钻穿越的处理经验，与当地签定处理协议(一般移交当地农民处理)；也可留在泥浆池中，固化后覆土掩埋恢复种植；分离出的污水可运走，经处理达标后排放；废钻屑用于加筑堤坝和进行场地恢复等。

——　施工多余土方可用于沿岸护堤，不得随意弃置。

——　施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失。

6.3.2.3　盾构隧道穿越对地表水体的影响

盾构隧道穿越是一种先进的施工工艺，由于适用地层类型范围广、施工不受季节影响、工程风险较低和安全性高等优点，近年来在我国各地大江大河穿越等重要的控制性工程上得到了广泛的应用。管道敷设在盾构隧道内，不但可以定期检修维护，而且一旦出现管道破损，可以立刻关闭两岸的远控截断阀，及时进行维修或更换管段。本工程采用盾构隧道穿越韩江。

盾构隧道穿越对河流水质不会直接产生影响。但盾构竖井井口处均为荒山荒地，在施工过程中各种施工机械作业可能产生少量洒落机油，洒落的机油对土壤会产生污染，在地下水位埋深较浅的地方还可能会污染地下水。针对盾构隧道产生各种环境影响，提出如表6.3-1的环保措施。

表6.3-1　钻爆、盾构隧道施工须实施的环保措施

施工可能造成的环境影响	应采取的环保措施
水体水质变差	禁止向水体内排放一切污染物。
生活污水和生活垃圾污染水体	禁止在施工营地建临时厕所，防止生活污水和生活垃圾直接进入河道。
油类污染地表水或岸区地下水	在河流两岸堤防以内不准给施工机械加油或存放油品储罐，不准清洗施工机械、排放污水；施工过程和结束后，机械设备若有漏油或少量机油洒落，应及时清理散落机油。

钻屑可能污染地表水	废钻屑用于加筑堤坝和进行场地恢复等，对周围环境影响不大。
管内涌水外排	管内涌水外排到河流之前应进行简易沉淀。
弃渣和弃土污染水体	施工过程中产生的弃渣和弃土要堆放在指定的渣土场，不准随意堆弃，不能影响河道水质。
可能引起水土流失	施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失。

6.3.2.4　钻爆隧道穿越对地表水体的影响

钻爆隧道穿越方式，施工技术成熟，施工对河道无影响，不受洪水季节的限制，不会影响河道航运；钻爆隧道穿越不但可以保证管道的埋设深度，而且也有利于管道的运行维护和安全。

根据九龙江(西溪)的水文和地质条件，对这些河流的穿越均采用钻爆隧道施工方式。为了保证施工的安全性，大多数河流采用“竖井+平巷+竖井”的形式；有些河流在条件许可的情况下，也可适当采用“斜井+平巷+斜井”的形式;对于有防洪大堤的大型河流,竖井一般设在大堤坡脚外 100m，有特殊要求的可按 150m 设置，考虑管道施工时的吊装安全要求，竖井直径不小于 10m；隧道结构防水按四级考虑，混凝土抗渗标号不低于 S10。采取“防、排、堵、截相结合，因地制宜，综合治理”的原则；对于水下隧道，施工全程采用超前地质预报和超前探水钻探措施对地层的状况及涌水情况进行预报，并对可能发生涌水的断层破碎带等不良地段采取超前帷幕注浆止水。由于施工过程完全在河床以下完成，穿越施工过程，对河流中的水质不会产生直接影响。针对可能产生的各种环境影响提出的环保措施见表 6.3-1。

6.3.2.5　工程建设对地表水水源保护区的影响分析

1)　影响分析

本工程为了最大程度的避免工程建设对保护区的影响，经过实地勘察对线路进行了调整，全线未穿越地表水水源保护区，工程的建设不会对沿线水源保护区直接产生影响。但从地形、地势来看，管线陆域敷设时有部分路段与保护区边界距离较近，施工时生活污水、生活垃圾、弃渣以及弃土等污染物的不当排放也可能会对保护区产生一定的影响，各项机械施工作业可能导致污染物(机油)渗漏随地势下渗污染保护区。

2)　环保措施

为了杜绝工程建设过程对沿线水源保护区和周边陆域的影响，除了上

述大开挖穿越应实施的环保措施以外，还应做到以下几点：

——施工前应向当地环保和水利部门通报施工方案和进度安排，并在他们的监督下施工；

——尽量选在枯水期流量最小的时段施工；

——按照当地环保部门给定的水源地范围，现场拉线做标志，管道施工活动在拉线之外，不进入保护区；

——工业垃圾(焊条头、砂轮、涂漆刷等)和生活垃圾每天应分类及时清除回收，运到施工场地以外适当的垃圾处理场，并妥善处理。

6.3.4　运行期地表水环境影响分析

本管道运行期间，由于采用密闭输送，正常情况下对环境的影响主要来自工艺站场产生的生活污水和清管废水，所以有关水环境影响也集中在站场周边。

6.3.4.1　站场排水量及污水水质

各站场新增排水量及污水水质，见表 6.3-2。

表 6.3-2　各站场新增排水统计(单站)

污水类别	污水来源	排水规律	污水量	污水水质	备注
生产废水	设备场地冲洗水	间歇	2.4m^3/次	含少量泥沙	1 周 1 次
生活污水	粪便污水及洗涤污水	间歇	2.8m^3/d	含 N.P 等	
合计			5.2m^3/d		

6.3.4.2　排水方案

各站场排水均采取雨污分流制排水方式。各新建站场综合值班室、门卫等产生的生活污水通过埋地排水管道收集，以标准坡度重力流排入化粪池进行预处理，通过化粪池预处理后排入站场新建生活污水处理装置进行生化处理，然后经深度处理后，排入站内污水集水池，用作站内绿化或道路浇洒。

综上所述，本工程各站场在运行期排水量较小，水质特征单一，易于处理，所有污水达标处理后首先用作站内绿化及站内道路浇洒，对周边地表水环境造成的影响很小。

6.3.5　运行期事故状态下水环境影响分析

正常工况下，由于输气管线是全封闭系统，输运的天然气不会与管线

穿越的河流水体之间发生联系，采用外防腐层和强制电流阴极保护联合方式，如不发生泄漏事故，正常运营期对穿越河流不会造成影响，对周边水环境基本无任何影响，仅在发生泄漏事故的状态下才会对地表水环境造成污染影响，管线穿越河流时埋设在穿越河流河床设计冲刷线以下稳定层内，即使发生破裂事故，其泄漏的天然气会慢慢的泄漏到大气中，会对大气环境造成一定的影响，天然气对水质的影响较小，但管道的维修和维护将会对地表水环境造成一定的影响，应在维修与维护工作中注意对地表水体的保护。

7 地下水环境影响评价

7.1 管道沿线地下水环境现状调查

7.1.1 管道沿线地层概况

7.1.1.1 广州段

管道沿线出露的地层主要为泥盆系、石炭系、二叠系、侏罗系、白垩系、古近系、新近系和第四系(Q)。现将地层岩性由老到新分述如下：

1) 泥盆系(D)

(1) 泥盆系中-下统(D_{1-2})

桂头群($D_{1-2}gt$)：岩性为灰、紫色石英砂岩夹页岩及砾岩，局部有变质片岩、板岩互层。层厚 53m～583m。主要分布于增城市境内。

(2) 泥盆系中统(D_2)

老虎峪组(D_2l)：灰、紫红色厚层状细砂岩、粉砂岩互层夹泥质页岩，底部一层厚 2m～10m 砂砾岩。层厚 333m～457m。评估区内主要分布于龙门县境内。

(3) 泥盆系上统(D_3)

天子岭组(D_3t)：为浅海相碳酸盐类沉积，以灰-灰黑色薄-中厚层泥质灰岩、块状灰岩为主。层厚 50m～130m。主要分布于龙门县境内。

帽子峰组(D_3m)：为滨海-陆相细碎屑沉积，主要为灰绿、紫红、黄褐色厚层状细粒石英砂岩、粉砂岩、板岩、页岩互层，夹不等粒铁质砂岩、石英云母片岩，层厚 156m～791m。评估区内主要分布于龙门县和增城市境内。

2) 石炭系下统(C_1)

测水段组(C_1dc)：为一套海陆交互项含煤碎屑沉积。岩性为灰色、灰褐色砂砾岩、砂岩、泥质粉砂岩、炭质泥岩，夹煤层。层厚 178m～299m。评估区内主要分布于龙门县、增城市及从化市境内。

石磴子段组(C_1ds)：为海相碳酸盐类沉积，主要为深灰黑色块状灰岩，多方解石细脉，岩溶发育。层厚 20m～134m。评估区内主要分布于龙门县境内。

孟公坳组(C_1ym)：为深灰色厚层状灰岩，底部为黄褐色泥质页岩、粉砂质页岩及粉砂岩互层。层厚＞100m。评估区内主要分布于龙门县境内。

3) 三叠系上统(T_3)

小坪组(T_3x)：岩性为灰白、灰黑等色长石石英砂岩与灰黑色薄层状粉砂岩、泥质粉砂岩互层，夹炭质泥岩，底部为含砾长石石英砂岩，含丰富的动植物化石。层厚 457～1229m。评估区内主要分布于揭西县境内。

4) 侏罗系(J)

(1) 侏罗系下统(J_1)

蓝塘群(J_1ln)：为浅海相砂泥质碎屑岩建造，主要岩性为含砾砂岩、细砂岩、炭质泥质页岩。层厚＞2579m。评估区内主要分布于揭西县、紫金县及博罗县境内。

金鸡群(J_1jn)：灰黑色、紫灰色薄层状细粒石英砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩互层，夹少量砂砾岩、含砾砂岩、炭质泥岩、薄煤层，层厚＞196m。评估区内主要分布于潮州市境内。

(2) 侏罗系上统(J_3)

高基坪群(J_3gj)：为一套内陆湖泊相中-酸性火山岩及火山碎屑岩建造。岩性为英安斑岩、流纹质凝灰熔岩、凝灰岩、凝灰质砾岩夹砂岩。层厚＞818m。评估区内主要分布于揭西县、增城市及从化市境内。

兜岭群(J_3dl)：为一套内陆湖泊相中-酸性火山岩及火山碎屑岩建造。岩性为流纹斑岩、安山玢岩、流纹斑岩及中酸性火山碎屑岩夹页岩。层厚 981m～2377m。主要分布于饶平县、潮州市境内。

热水洞组(J_3r)：为一套内陆湖泊相中-酸性火山岩及火山碎屑岩建造。岩性为灰黑、暗绿色(风化后为浅红、黄白色)致密块状凝灰质流纹斑岩夹角砾凝灰流纹斑岩。局部夹厚 20m～30m 的黑色泥质粉砂岩及细砂岩。层厚＞400m。主要分布于从化市境内。

5) 白垩系上统(K_2)

南雄群(K_2nn)：为一套内陆湖泊相碎屑岩夹火山岩建造，主要为紫红色、黄红色页岩夹细砂岩、泥灰岩、钙质页岩、钙质砂岩及含砾砂岩，层厚＞160m。评估区内主要分布于揭西县、五华县境内。

6) 古近系(E)

丹霞群(Edn)：为紫红色、砖红色细砂岩、砂岩、砾岩、含砾砂岩、泥岩及泥灰岩，层厚 342m～1334m。评估区内主要分布于紫金县、博罗县境内。

7） 新近系(N)

岩性主要为紫红色多质岩屑中-粗砾岩夹含砾砂岩、向南东向变为泥质石英粉砂岩夹砂岩、细粒岩及玄武岩，层厚＞600m。评估区内主要分布于博罗县境内。

8） 第四系(Q)

(1） 第四系更新统(Qp)：岩性为砾石、砂砾、砂质粘土。层厚＞10m。主要分布于评估区内揭东县K106～K114段,龙门县K393～K396、K420～K424段，从化市K493～K497段。

(2） 第四系全新统(Qh)：岩性主要为砂砾石、中粗砂、粉细砂、粘土，局部地段分布有淤泥质粘土层。层厚＞2m～94m。全新统在评估区内广泛分布，淤泥质粘土层主要分布于K32～K35、K80～K83、K156～K157、K180～K182、K341～K343、K409～K410段，位于韩江、东江等大、中型河流沿岸。

7.1.1.2 福建段

管道沿线福建段分布的地层有第四系全新统(Q_h)和第四系更新统(Q_p)，白垩系下统(K_1)，三叠系上统(T_3)，侏罗系上统(J_3)、侏罗系下统(J_x)等，详见表7.1-1。管道沿线地层由老到新分述如下：

1） 三叠系(T)

三叠系上统文宾山组(Tw)：为浅灰白色长石石英砂岩、含砾砂岩、粉砂岩、泥岩夹煤层、煤线，局部夹安山岩及英安质火山碎屑岩或熔岩，厚96m～2166m。仅分布于闽粤支干线(福建段)CK4+000～CK24+000 段。

2） 侏罗系(J)

(1） 侏罗系下统(J_1)象牙群

下村组(Jx)：为一套以陆相沉积为主，后期夹有海相沉积的碎屑岩系，下粗上细组成一沉积旋回，可分为上、下两个岩性段。下段以石英砂岩、砂岩为主，夹粉砂岩、细砂岩及含砾石英砂岩、砂砾岩；上段以细粒石英砂岩、粉砂岩为主，夹泥岩及含砾石英砂岩。仅分布于闽粤支干线(福建段)CK24+000～CK46+000 段 。

(2） 侏罗系上统(J_3)

南园群(JKN)：分布于福建省东部，自下而上包括鹅宅组Je、赤水组Jch。以流纹质或流纹英安质凝灰熔岩、流纹岩及凝灰质砂砾岩、砂泥岩为主，

偶有硅质岩、安山岩及英安岩，下与漳平组及更老地层呈明显不整合接触，上为石帽山群不整合覆盖。广泛分布福建支干线管线沿线。

① 鹅宅组(J_3e)：上段岩性为灰色流纹岩、流纹质凝灰熔岩、熔结凝灰岩、凝灰岩夹砂页岩。下段岩性为深灰色安山岩、英安岩、凝灰熔岩夹砂砾岩。

② 赤水组(J_3ch)： 上段岩性为灰、灰紫色流纹岩、流纹质熔结凝灰岩、凝灰熔岩、凝灰岩。下段岩性为深灰色英安岩、英安质凝灰熔岩、熔结凝灰岩夹砂泥岩。

3) 第四系(Q)

第四系有残积、冲积、洪积、海积及风积等。岩性为砾、砂、红土、粘土类夹泥炭层,厚0.5～178m。

表 7.1-1 管道沿线福建段地层简表

界	系	统	群	组	段	地层代号	主要岩性
新生界	第四系					Qh	砂砾石、砂、粘土、淤泥、淤泥质粘土,含贝壳和炭化木等
						Qp	粘砂土、泥质砂砾卵石、含砾粘土等
中生界	侏罗系	上统	南园群	赤水组		J_3ch	深灰色英安岩，英安质凝灰岩、熔结凝灰岩夹砂泥岩，底部为英安质火山角砾岩
				鹅宅组	上段	J_3e2	流纹质熔结凝灰岩、凝灰岩、流纹岩夹沉凝灰岩
					下段	J_3e1	英安质熔结凝灰岩、安山岩、英安岩
		下统	象牙群	下村组		Jx	下段以石英砂岩、砂岩为主，夹粉砂岩、细砂岩及含砾石英砂岩、砂砾岩；上段以细粒石英砂岩、粉砂岩为主，夹泥岩及含砾石英砂岩
	三叠系	上统		文宾山组		Tw	浅灰白色长石石英砂岩、含砾砂岩、粉砂岩、泥岩夹煤层、煤线，局部夹安山岩及英安质火山碎屑岩或熔岩

7.1.2 管道沿线构造概况

7.1.2.1 广州段

管道沿线在大地构造上属于华南褶皱系，为加里东期形成的地槽褶皱系。区内地质构造比较复杂，以断裂为主。

管道沿线主要发育有四条断裂带和三条断裂，以NE向为主，其次为EW、

NW向。NE向断裂具有长期和多次活动的特点，是板块构造挤压和陆壳表现，为震源构造，控制地震、地热的总体分布，也可成为发震构造。EW向断裂为NE向断裂的派生构造。NW向断裂形成较晚，具体控制地热带分布，常常成为发震构造，两者交会处多为地震集中地段。管道沿线发育的断裂主要为恩平-新丰断裂带F1、河源断裂带F2、莲花山断裂带F3、佛冈-丰良断裂带F4、紫金-博罗断裂F5、饶平-大埔断裂F6和河婆-惠来断裂F7。

1） 恩平-新丰断裂带F1：恩平-苍城、鹤城-金鸡、广州-从化、连平-新丰诸断裂的总称。总体走向40°，广东境内长约450km，宽5km-20km。

2） 河源断裂带F2：展布于龙川县、河源市、博罗罗、中山市一带，呈波状延长约400km，宽20km～30km，由一系列次级断裂组成。断裂带形成于印支运动，此后活动频繁，以燕山期活动最强烈。近代该区地震频繁，并于1962年发生过6.1级地震。

3） 莲花山断裂带F3：沿莲花山山脉往东北经丰顺县、梅县、大埔县进入福建，南西至海丰县、惠东县、深圳宝安分别于大亚湾、深圳湾进入南海，广东境内长500km，宽20km～40km，局部达60km。历史上，该带也常发生破坏性地震。

4） 佛冈-丰良断裂带F4：分布怀集县、佛冈县、河源市、五华县、丰顺县、潮安县一线省内延长约600km，宽20km～70km，地表表现为一系列东西向的冲断裂，下为潜伏基底断裂。

5） 紫金-博罗断裂F5：由紫金-博罗及樟木头两条断裂组成，单条长200km以上。地层普遍发育糜棱岩化、角砾岩化、硅化、片理化，宽度10m～15m，断面倾向南东，倾角40～80°，局部陡立或北西倾斜；沿断裂旋卷构造发育，最发育期在燕山晚期，现仍有活动。

6） 饶平-大埔断裂F6：粤东北的平远县、蕉岭县、梅县、大埔县、饶平县一带，两端延入赣、闽两省，广东省内长约150km，主要由双溪、帽山、嶂溪、竹笈断裂组成，发育于晚三叠世-白垩纪地层中，有燕山期岩浆岩追踪叠置。沿断裂发育构造透镜体、压碎岩及片理、劈理、节理密集带。

7） 河婆-惠来断裂F7：揭西、惠来一带北西可能延入河源、连平，断续延长200km，由鸭池肚、船埔头、大坪、华山等10多条断裂组成，发育于不同时代的地层中并控制了燕山期花岗岩、火山岩的分布，复又切割它们。

断裂中挤压破碎带、糜棱岩化、片理化、绿泥石化、云英岩化、叶腊石化发育。早期具张剪性，晚期具压剪性。

7.1.2.2 福建段

闽粤支干线(福建段)处于闽东火山断拗带的南侧，地质构造显示受闽东断拗带影响特征，闽东火山断拗带为中生代火山岩喷发带及断块构造发育区。管道沿线构造活动较强烈，主要为燕山期和喜玛拉雅期构造运动，以燕山期形成的构造形迹遍及全区，奠定了基底构造格架。管道沿线大面积出露侏罗系上统火山岩、燕山期岩浆岩。主要断裂分述如下：

1) 南靖-厦门断裂

该断裂带分布于厦门、漳州、南靖等地，走向东西，倾角60°以上。长约110km，宽5m～20km。由浅变质带、断裂、走向东西的侵入体等组成。该断裂带恰是九龙江入海地带，漳州以东河道和港湾均为东西向。九龙江北岸普遍发育III 级阶地或红土台地，第四系厚度不超过10m，更新世地层主要出露分布在II 级或III 阶地上；南岸几乎未见红土台地及阶地，更新世地层深埋于全新统海积层之下，第四系厚达81m。断裂带中温泉众多，基本上沿东西向断裂出露。沿断裂产生片理化带。重力场及航磁均存在异常带，卫片也有所显示。漳州在1445 年和1791 年曾分别发生过烈度VIII 度和VII 的破坏性地震，现今该区仍是弱震的密集区。

2) 上杭-云宵断裂

该断裂带分布于上杭、永定、云霄、东山一带，向北西延至江西吉安，总体走向315°，由规模较大的断裂、断陷盆地、侵入体组成，省内长约200km，宽20km。该断裂带推测在加里东运动强烈褶皱时开始发生，使北东走向分布的早古生代地层，从该断裂带往西南缺失，沿断裂带热流上升，形成走向北西的混合岩带和混合花岗岩带。华力西和印支期，造成断裂带两侧晚古生代地层沿走向不连续。燕山早期，断裂带活动达到高潮，发生大规模岩浆侵入，形成长180km，宽15km 的北西向花岗岩带，并在永定与云霄之间普遍发育片理化带和挤压破碎带及扭压带。燕山晚期，断裂带的力学性质由压性转为张性，形成上杭断裂及其受控制的红色盆地，长50km以上走向北西320°，断裂倾向北东，倾角60°。断裂西南侧为北西走向花岗岩体，东北侧为白垩系断陷盆地。该断裂经过平和区域与闽粤支线管道

CK80～CK81 区间斜向相交穿越。

7.1.3 管道沿线区域水文地质概况

地下水赋存特征由于受地质构造、岩性、风化作用和地形地貌等因素影响，地下水的成因类型、分布与埋藏条件各不相同。根据含水层介质特征，地下水赋存条件、水动力特征及其富水性和透水性之不同，管道沿线地下水类型主要分为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水和和碳酸盐岩岩溶裂(溶)隙水。

7.1.3.1 广州段

1) 地下水类型

管道沿线在广州段地下水类型主要包括松散岩类孔隙水、基岩裂隙水和碳酸盐岩岩溶裂(溶)隙水。

(1) 松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水在管道沿线分布较广，主要集中于山区、山间谷(盆)地、平原地区和河两岸阶地。含水层主要为砂砾(卵)石、中、粗沙、亚砂土、粉砂粘土、砂质粘土层，厚度为 3m～35m，水位埋深 0.2m～7m，单井涌水量 35m^3/d～4997m^3/d，水量丰富，水质良好，矿化度<0.10～4.95g/L，水化学类型：HCO_3-Na·Ca、HCO_3·Cl-Na·Ca。在揭西县段孔隙潜水为主，局部微承压，并有多层含水结构。山间谷(盆)地地区单井涌水量 111m^3/d～656m^3/d，水量中等；平原地区地下水贫乏-中等。地下水主要受大气降水补给。

(2) 基岩裂隙水

管道沿线基岩裂隙水主要包括碎屑岩类裂隙水和块状岩类裂隙水。

① 碎屑岩类裂隙水

碎屑岩类裂隙水广泛分布于管道沿线饶平县、潮安县中生界侏罗系火山碎屑岩中、砂岩中。含水层岩性为英安斑岩、流纹质斑岩、流纹质凝灰岩、安山玢岩和砂岩。裂隙发育，表土层厚度一般 25m，植被较好。地下迳流模数 6.008L/S·km^2～11.616L/S·km^2，地下水化学类型 HCO_3-Ca、HCO_3Cl-Na，矿化度 0.035g/L～0.045g/L 。大部分地区水量中等，少部分地区贫乏。

② 块状岩类裂隙水

块状岩类裂隙水主要为风化裂隙潜水，广泛分布于管道沿线饶平县、潮

安县、揭东县、五华县、紫金县、博罗县、龙门县。含水层主要为黑云母花岗岩、角闪石黑云母花岗岩、二长花岗岩、石英闪长岩、黑云母花岗闪长岩、黑云母花岗岩、花岗斑岩。裂隙发育，主要赋存在风化带，风化层厚 2m～20m 不等，局部达 40m。常以下降泉形式出露于沟坡谷底，泉流量 0.05L/s～0.38L/s。富水性变化大，平均地下迳流模数 6.080L/S·km^2～18.92 L/S·km^2,单井水量 1.5m^3/d～40m^3/d,地下水化学类型 HCO_3·SO_4-Na、C1·HCO_3-Na·Ca、HCO_3-Na·Ca 和 HCO_3-Na 型，矿化度 0.021g/L～0.579g/L。

③ 层状岩类裂隙水

块状岩类裂隙水主要为风化裂隙潜水，广泛分布于管道沿线饶平县、潮安县、揭东县、紫金县、博罗县、龙门县。含水层主要为流纹质斑岩、安山玢岩，粉砂岩夹炭质泥岩、砂岩、石英砂岩、砂页岩。多以下降泉形式出露在谷底，泉流量为0.05L/s～2.552L/s，地下水径流模数＞12L /s·km^2,单井涌水量为1.5m^3/d～250m^3/d。属HCO_3-Na·Ca、HCO_3·C-Ca·Na、HCO_3-Ca 、HCO_3·C-Na·Ca型为主型水，矿化度0.02g/L～0.18g/L。富水性贫乏-丰富。在增城市、从化市一带以风化裂隙水为主，随裂隙或岩层排泄、微承压，泉流量1.654L/s，中等含水量。水质为HCO_3-Ca型水和HCO_3-Na·Mg，矿化度0.2g/L。

(3) 碳酸盐岩裂隙溶洞水

碳酸盐岩裂隙溶洞水主要分布于龙门县(龙江、龙门一带)、增城市(增城市派潭镇一带)、从化市。含水层岩性主要为泥质灰岩、灰岩，多为覆盖型。龙门县龙江岩溶盆地，第四系厚 17.81m～26.56m，溶洞发育在 10m～60m。单井涌水量 1972.0m^3/d，单孔涌水量 1101.3～3374.3 m^3/d 为 HCO_3-Ca 或 HCO_3-Ca·Na 型水，矿化度 0.197g/mg～0.257g/mg。富水较好。增城市、从化市一带地表岩溶发育，处于当地侵蚀基准面以上，岩溶水接受降雨补给后，贮存条件较差，继续漏失，因而泉点少、水量少，旱季干枯。

2) 地下水补给径流排泄条件

(1) 地下水的补给

管道沿线雨量充沛，基岩节理裂隙中等发育，通道性较好，利于大气降水的入渗补给和地下水的径流补给。低山、丘陵区地下水的补给主要来源于大气降水入渗；沟谷、平原区及滨海区地下水的补给来源除大气降水

的入渗补给外，局部有地表水体下渗渗透补给。

(2) 地下水径流和排泄

低山、丘陵区的切割密度和切割深度较大，基岩裂隙水普遍具有埋藏浅，径流短和动态变化大的特点。大气降雨渗入形成地下水后，一部分在其附近以泉的形式泄露地表；但断裂常切穿不同含水岩组，成为深循环地下水的径流通道。

丘陵区过渡到冲积平原和河口区，地下水一部分侧向补给第四系孔隙水，一部分排泄成为地表水，还有一部分转为隐伏基岩裂隙水。据区域资料，地下径流速度缓慢。而平原区则因地形平坦，径流更加滞缓，一些地方地下水与地表水位近乎一致，使地下水宣泄不畅而形成洼地。

管道沿线地下水位随地形变化，河谷平原及滨海区水位埋深较浅，地下水的稳定水位埋深多为 1m～3m；低山区和丘陵区地下水埋藏较深，稳定水位埋深多为 4m～8m。地下水位的变化与地下水的赋存、补给及排泄关系密切，地下水动态变化具季节性。

7.1.3.2 福建段

1) 地下水类型

管道沿线在福建段地下水类型主要包括松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。

(1) 松散岩类孔隙水

① 残坡积松散岩类孔隙水

管道沿线岩石风化较为强烈，含水岩组岩性为花岗岩类和火山岩类风化形成的砂质粘土、粘质砂土。其透水性较差，富水程度微弱，常见泉流量为0.01L/s～0.1L/s，民井水量一般小于10m^3/d，地下水主要受大气降水补给，部分亦受基岩裂隙水的补给。

② 滨海平原松散岩类孔隙水

滨海平原松散岩类孔隙水主要分布于沿海各大河口平原和滨海各港湾地带。大部分地区为海相沉积，下部为陆相沉积，一般构成两个承压含水层，局部为潜水。含水层岩性主要为砂、砂砾石，富水性较好，单孔水量一般100m^3/d～500m^3/d，富水处水量可达1000m^3/d。主要补给来源为大气降水和基岩裂隙水，局部地段亦受河水补给。

③ 山间盆地松散岩类孔隙水

山区第四系盆地呈串珠状沿河分布，面积狭小。含水岩组为全新统冲积层、更新统洪积层。含水层岩性为中细砂、砾卵石或含泥砾卵石，厚度小，一般为20m～30m，水量以小于100m^3/d为主，富水处水量可达100m^3/d～500m^3/d。

④ 岛屿半岛地区松散岩类孔隙水

岛屿半岛地区松散岩类孔隙水主要分布于管道沿线的一线河流阶地，含水层岩性为全新统和更新统风积及海积砂、砂砾石层，平均厚度5.14m～18.9m，单孔水量一般100m^3/d～500m^3/d，富水处最大可达2000m^3/d。

(2) 基岩裂隙水

基岩裂隙水包括侵入岩、火山岩等，此类地下水水量大小与降水、植被、岩性、地貌、构造等因素有关。每个盆地均为一独立的水文地质单元，补给限于分水岭之内，主要接受大气降水补给，在沟谷和断裂带较富水。

① 层状岩类裂隙水

层状岩类裂隙水主要分布于管道沿线CK15-CK24 段。含水层为三叠系上统文宾山组(T_w)，岩性为浅灰白色长石石英砂岩、含砾砂岩、粉砂岩、泥岩夹煤层、煤线，局部夹安山岩及英安质火山碎屑岩或熔岩。地下迳流模数6.012-11.616L/(S·km^2)，地下水化学类型为HCO_3-Ca、HCO_3—Na，矿化度0.035g/L～0.043g/L 。

② 侵入岩裂隙水

侵入岩裂隙水在管道沿线广泛分布，含水岩组岩性以花岗岩类为主。地下水赋存于构造裂隙和风化裂隙中，泉流量沿海一般小于0.3L/s，山区0.014L/s～0.5L/s；单孔水量多小于60m^3/d，部分大于100m^3/d，最大达1000m^3/d。

③ 火山岩裂隙水

火山岩裂隙水在管道沿线均有分布。含水岩组岩性为凝灰熔岩、凝灰岩、流纹质熔岩、安山岩、玄武岩及砂页岩、砾岩等。泉流量为0.05L/s～0.2L/s，单孔水量一般小于100m^3/d，富水处水量一般不超过500m^3/d。富水条件同侵入岩相似、但富水性较侵入岩差。当地表降雨沿裂隙入渗后形成基岩风化孔隙裂隙水，地下水位升高，动水压力增大，使斜坡岩土体容重

增大，易造成崩塌、滑坡地质灾害。另外，一些基岩裂隙水导致软弱层软化，对结构面起润滑作用，易形成岩质或岩土混合质崩塌、滑坡。

2) 地下水补给径流排泄条件及动态变化

管道沿线地下水主要补给来源为大气降水。盆地内的地下水位、水量与降雨量相关系数为0.88～0.90。地下水接受大气降水的补给范围主要限于山地、谷地和盆地分水岭以内。沿海平原近河处的地下水在洪水期或开采情况下，可接受地表水侧向补给。地下水径流途径短，循环深度较浅，因而排泄于地表较快。地下水动态多年变化出现水量逐年减少的趋势，其主要原因是植被减少引起降水渗入量减少，以及过量的开采所致。年内动态变化一般是：补给区较大，排泄区较小。在松散孔隙含水岩组中，水位年变幅为1.5m～5.0m，水温变幅4℃～16℃，与气温相关。而基岩裂隙水在排泄区流量最大值与平均值之比为1.6：10.1。在补给区基岩裂隙水流量变化均很大，泉的最大流量与最小流量之比可达10000，直至干涸。第四系孔隙水年内变化一般最大值与最小流量在2倍左右。

7.1.4 新建站站址区域水文地质概况

1) 广州(增城)分输清管站

—— 地下水类型及特征

广州(增城)分输清管站所在区域地下水主要为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水。

① 松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水含水层主要为第四系冲、洪积砂、砾层，含水层厚度较稳定，单井涌水量＞1000m^3/d。水化学类型主要为 HCO_3^-Na(Ca)，矿化度0.07～0.15g/L。地下水位埋深较浅，地下水的稳定水位埋深多为 1.0m～3.5m

② 基岩裂隙水

广州(增城)分输清管站所在区域基岩裂隙水主要为块状岩类裂隙水。其岩性为花岗岩类。受广州-从化断裂带影响，发育有北东向断层，裂隙发育，有利于地下水聚集和赋存。水量属中等，泉流量较小，均值 0.38L/s。水质以 HCO_3^-Na·Ca 和 HCO_3^-Na 型水为主，矿化度 0.02～0.08g/L。

—— 地下水的补给、径流及排泄

广州(增城)分输清管站所在区域地下水补给主要来源于大气降水入渗，排泄主要以蒸发及排泄于河流。基岩节理裂隙中等发育，通道性较好，利于大气降水的入渗补给和地下水的径流补给。

2) 河源分输清管站

—— 地下水类型及特征

根据含水介质特征，地下水赋存条件、水动力特征及其富水性和透水性之不同，河源分输清管站所在区域地下水类型划分为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水两大类型。

① 松散岩类孔隙水

该类地下水含水层为第四系冲洪积砂、砾石层，厚度 3～10m。水位埋深较浅，为弱～微透水性，渗透系数较小，水质良好，地下水矿化度＜0.3g/l，常见水化学 类型为：HCO_3^-Na·Ca、HCO_3·Cl^-Na·Ca 型为主。地下水位埋深较浅，地下水的稳定水位埋深多为 1.0m～2.5m。地下水位的变化与地下水的赋存、补给及排泄关系密切，地下水动态变化具季节性。

② 基岩裂隙水

河源分输清管站所在区域基岩裂隙水为层状基岩裂隙水。含水层岩性为新近系、古近系砂岩，砂岩夹炭质泥岩，局部为石英砂岩。水量中等-贫乏，泉流量 0.1-1L/s，涌水量 50～250m^3/d。水质类型繁多。地下水化学类型为：HCO_3·C-Ca·Na 、HCO_3^-Ca·Na 、HCO_3^-Ca、HCO_3·C-Na·Ca 型为主，次为：HCO_3^-Na·Ca、HCO_3·C-Na·Mg、$HCO_3SO_4^-$Na·Ca·Mg。矿化度 0.02～0.18g/l。

—— 地下水的补给、径流及排泄

河源分输清管站所在区域地下水补给主要来源于大气降水入渗，排泄主要以蒸发及排泄于河流。基岩节理裂隙中等发育，通道性较好，利于大气降水的入渗补给和地下水的径流补给。

3) 揭阳分输清管站

根据含水介质特征，地下水赋存条件、水动力特征及其富水性和透水性之不同，揭阳分输清管站所在区域地下水类型划分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。

① 松散岩类孔隙水

该类地下水含水层岩性以砂砾、中、粗沙为主，含水层厚度一般 在5.25m～17.21m，水位埋深 0.5m～1.0m，水量贫乏，民井单位涌水量0.0991/s.m，单井涌水量 42.7m^3/d。松散岩类孔隙水的补给来源主要为大气降水入渗，其次为地表水体下渗补给。地下水位的变化与地下水的赋存、补给及排泄关系密切，地下水动态变化具季节性。

② 基岩裂隙水

基岩裂隙水主要为块状岩类裂隙水，基岩为花岗岩。地下水多赋存于风化裂隙带中，呈不连续分布，常以下降泉形式出露于沟坡谷底，富水性中等，泉流量 0.140L/s～0.374L/s。基岩节理裂隙中等发育，通道性较好，利于大气降水的入渗补给和地下水的径流补给，地下水的补给主要来源于大气降水入渗，具有埋藏浅，径流短和动态变化大的特点

4) 潮州分输清管站

潮州分输清管站所在区域地下水类型主要为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。

① 松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水含水层为第四系冲洪积砂、砾石层，厚度 3m～10m。地下水位埋深为 0.50m～4.80m，年水位在丰、枯水期最大变幅 1.49m～2.16m，单井涌水量 35m^3/d～50m^3/d，水质主要为 HCO_3·Cl-Na·Ca 型，矿化度 0.12g/L～0.31g/L。松散层孔隙水主要来自大气降雨和地表溪流渗入补给。

② 基岩裂隙水

基岩裂隙水分为层状基岩裂隙水和块状岩类裂隙水。

——层状基岩裂隙水：该裂隙水含水层岩性为砂岩、粉砂岩。泉流量为 0.05～0.51/s，地下水径流模数＞12L/s·km^2，单井涌水量为 1.5～40m^3/d。属 HCO_3-Na·Ca 型水，矿化度 0.02g/L～0.07g/L。富水性中等。

——块状岩类裂隙水：岩性为黑云母花岗岩。泉点流量为 0.05L/s～0.32L/s，地下径流模数 6.76L/s·km^2～10.66L/s·km^2。单井水量 1.5m^3/d～40m^3/d，属 HCO_3·Cl-Na·Ca 型 水，矿化度 0.03g/L～0.09g/L。

——基岩裂隙水补径排：基岩裂隙水由松散层孔隙水渗入补给。当大气降雨降落地面后，一部分汇集沟谷之中形成地表迳流；另一部分则渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下

水迳流。地下水迳流运移过程中，含水层被水文网切割，地下水溢出地表转化为地表水；有时地下水直接汇入地表水体，构成地表水排泄。

7.1.5　新建站场周边居民饮用水情况

本工程沿新建的 4 座站场。广州(增城)分输清管站、河源分输清管站和揭阳分输清管站周边居民用水均为自来水；潮州分输清管站周边村庄居民用水原为自来水。据现场调查，目前黄竹径村由于供水水管道损坏，没有维修，个别居民自家打井取水。各站场周边居民饮用水情况见表 1。

表 7.1-2　管道沿线站场边居民饮用水情况

站场名称	所在地理位置	周边居民用水情况
广州(增城)分输清管站	广东广州增城市鸡心岭	自来水
河源分输清管站	广东河源市源城区埔前镇莲塘岭村	自来水
揭阳分输清管站	广东省揭阳市揭东区玉湖镇洋边村	自来水
潮州分输清管站	广东省潮州市潮安县登塘镇黄竹径	周边村庄居民用水均为自来水。目前，由于黄竹径村供水水管道损坏，没有维修，个别居民自家打井取水。

7.2　管道沿线地下水环境质量现状监测及评价

根据管道沿线穿越地区的水文地质条件及本项目特点，本次评价委托广州京诚监测技术有限公司、厦门建环检测技术有限公司对管道沿线的地下水境质量现状进行了现状监测。针对管道沿线近距离分散水井、隧道进出口近距离水井、站场及其周边地下水均布设了地下水监测点。

1)　监测点位置

地下水监测布点原则：对主要开采目的层实施监测原则；对各种类型地下水兼顾原则；对地下水保护目标及风险事故易发地段(场站)实施监控原则；平均布控原则。各监测点监测时间及位置见表 7.2-1。

表 7.2-1　地下水环境质量现状监测点布设

分类	监测点位	监测时间	监测点与本工程关系	井深(m)	备注
隧道进、出口	东坑隧道进口溪水	2015 年 7 月、12 月	隧道进口北约 300m	--	隧道进口，上游
	大坑隧道出口金光村		隧道出口东约 200m	--	隧道进口，下游
	溢塘隧道出口泉水		隧道出口东侧约 100m	--	隧道出口，上游
	六湖凸隧道出口集水池		隧道出口东北约 150m	--	隧道出口，下游
	龙潭 1#隧道出口螺丝角		距离隧道出口约 80m	--	隧道出口，下游
	横东隧道出口横东村		距离隧道出口约 300m	--	隧道出口，上游
	大茂山隧道出口塘边村		距离隧道出口约 200m	--	隧道出口，上游
分散井	兴心堂		该水井位于管道北约 220m	15	井水，上游
	新东		该水井位于管道北约 180m	17	井水，上游
	梅江村		该水井位于管道北约 160m	8	井水，下游
	溢塘		该水井位于管道北约 150m	12	井水，下游
	何家田		该水井位于管道南约 160m	15	井水，下游
	大湖		该水井位于管道西北约 190m	12	井水，上游
	新四村		该水井位于管道西北约 260m	12	井水，上游
	塘尾		该水井位于管道南侧约 200m	10	井水，上游
	员墩村		该水井位于管道北侧约 140m	8	井水，上游
	南山		该水井位于管道南侧约 220m	9	井水，下游
	五经富镇		该水井位于管道西北约 450m	11	井水，下游
	新村		该水井位于管道西约 300m	12	井水，下游
	上村(军溪村)		该水井位于管道南侧约 120m	8	井水，下游
站场	潮州分输清管站黄竹径		该水井位于管道西北约 420m	9	井水，上游
	揭阳分输清管站丁塔坑		该水井位于管道东北约 80m	85	井水，上游
	河源分输清管站下窝子		该水井位于管道东北约 100m	10	井水，上游
	广州(增城)分输清管站光辉村		该水井位于管道西约 400m	10.5	井水，下游

2)　监测项目

监测项目为：pH、高锰酸盐指数、总硬度、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、总大肠菌群、溶解性总固体。

3)　监测频次、监测方法

监测频次：一次性监测。

监测方法：按《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2004)中规定方

法进行。

4) 评价标准

评价标准为《地下水质量标准》(GB/T14848-93)Ⅲ类标准。详见表7.2-2。

表7.2-2 地下水质量标准(mg/L，pH值、细菌总数除外)

项目	评价标准(Ⅲ类)	项目	评价标准(Ⅲ类)	项目	评价标准(Ⅲ类)
pH	6.5～8.5	硝酸盐氮	≤20	总大肠菌群(个/L)	≤3
高锰酸盐指数	≤3.0	亚硝酸盐氮	≤0.02	溶解性总固体	≤1000
总硬度	≤450	氨氮	≤0.2		

5) 评价方法

采用单项标准指数法对地下水的监测结果进行现状评价。

6) 监测与评价结果

地下水环境质量现状监测结果见表7.2-3，评价结果见表7.2-4。

表7.2-3　管道沿线地下水环境质量现状监测结果(mg/L，pH、总大肠菌群除外)

监测项目 监测点位	序号	pH	高锰酸盐指数	总硬度	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	氨氮	挥发酚	总大肠菌群	溶解性总固体
溢塘隧道出口泉水	1	7.11	2.2	265	1.7	0.002	0.07	＜0.0005	未检出	410
六湖凸隧道出口集水池	2	7.13	2.3	234	1.6	0.002	0.06	＜0.0005	未检出	386
东坑隧道进口溪水	3	7.21	1.9	186	2.1	0.002	0.08	＜0.0005	未检出	433
大湖	4	7.22	1.7	157	1.8	<0.001	0.06	＜0.0005	未检出	297
新四村	5	7.16	1.9	221	1.5	<0.001	0.06	＜0.0005	未检出	323
龙潭 1#隧道出口螺丝角	6	7.15	1.8	145	2.2	<0.001	0.07	＜0.0005	未检出	306
塘尾	7	7.2	1.5	176	2.4	0.002	0.05	＜0.0005	未检出	320
员墩村	8	7.17	1.4	213	1.9	0.002	0.05	＜0.0005	未检出	316
南山	9	6.98	2.2	165	1.6	<0.001	0.06	＜0.0005	未检出	289
五经富镇	10	7.1	2.3	174	1.7	<0.001	0.07	＜0.0005	未检出	331
潮州分输清管站黄竹径	11	6.85	2.2	1897	1.7	<0.001	0.07	＜0.0005	未检出	319
揭阳分输清管站丁塔坑	12	6.92	2.5	145	1.5	0.002	0.08	＜0.0005	未检出	257

续表7.2-3　管道沿线地下水环境质量现状监测结果(mg/L，pH、总大肠菌群除外)

监测项目 监测点位	序号	pH	高锰酸盐指数	总硬度	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	氨氮	挥发酚	总大肠菌群	溶解性总固体
河源分输清管站下窝子	13	7.18	2.4	247	2.2	<0.001	0.08	＜0.0005	未检出	432
广州(增城)分输清管站光辉村	14	7.22	1.9	187	1.8	0.002	0.06	＜0.0005	未检出	369
横东隧道隧道出口横东村	15	7.27	1.7	234	1.6	0.001	0.06	＜0.0005	未检出	407
兴心堂	16	7.18	1.3	256	1.6	0.001	0.08	＜0.0005	未检出	356
新东	17	7.23	1.5	175	2.3	0.001	0.05	＜0.0005	未检出	289
梅江村	18	7.24	1.2	213	2.4	0.001	0.07	＜0.0005	未检出	330
溢塘	19	7.27	1.6	165	1.9	<0.001	0.05	＜0.0005	未检出	345
何家田	20	7.18	18	175	1.5	0.001	0.07	＜0.0005	未检出	359
大茂山隧道出口塘边村	21	7.05	0.76	65	0.54	<0.001	0.085	<0.0003	<3	232
大坑隧道出口金光村	22	7.09	0.65	73	0.52	<0.001	0.102	<0.0003	<3	209
新村	23	7.07	0.81	81	0.38	<0.001	0.096	<0.0003	<3	215
上村(军溪村)	24	7.06	0.73	69	0.46	<0.001	0.087	<0.0003	<3	221

表7.2-4　管道沿线地下水环境质量现状评价结果

监测项目 监测点位	评价结果	pH	高锰酸盐指数	总硬度	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	氨氮	挥发酚	总大肠菌群	溶解性总固体
溢塘隧道出口泉水	标准指数	0.07	0.73	0.59	0.09	0.1	0.35	0.13	–	0.41
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	–	0
六湖凸隧道出口集水池	标准指数	0.09	0.77	0.52	0.08	0.1	0.3	0.13	–	0.39
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	–	0
东坑隧道进口溪水	标准指数	0.14	0.63	0.41	0.11	0.1	0.4	0.13	–	0.43
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	–	0
大湖	标准指数	0.15	0.57	0.35	0.09	0.03	0.3	0.13	–	0.30
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	–	0
新四村	标准指数	0.11	0.63	0.49	0.08	0.03	0.3	0.13	–	0.32
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	–	0
龙潭 1#隧道出口螺丝角	标准指数	0.10	0.60	0.32	0.11	0.03	0.35	0.13	–	0.31
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	–	0

续表7.2-4　管道沿线地下水环境质量现状评价结果

监测项目 监测点位	评价结果	pH	高锰酸盐指数	总硬度	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	氨氮	挥发酚	总大肠菌群	溶解性总固体
塘尾	标准指数	0.13	0.50	0.39	0.12	0.1	0.25	0.13	–	0.32
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	–	0
员墩村	标准指数	0.11	0.47	0.47	0.10	0.1	0.25	0.13	–	0.32
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	–	0
南山	标准指数	0.04	0.73	0.37	0.08	0.03	0.3	0.13	–	0.29
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	–	0
五经富镇	标准指数	0.07	0.77	0.39	0.09	0.03	0.35	0.13	–	0.33
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	–	0
潮州分输站黄竹径	标准指数	0.10	0.73	4.22	0.09	0.03	0.35	0.13	–	0.32
	超标倍数	0	0	3.22	0	0	0	0	–	0
揭阳分输清管站丁塔坑	标准指数	0.05	0.83	0.32	0.08	0.10	0.40	0.13	–	0.26
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	–	0
河源分输清管站下窝子	标准指数	0.12	0.80	0.55	0.11	0.03	0.40	0.13	–	0.43
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	–	0

续表 7.2-4　管道沿线地下水环境质量现状评价结果

监测项目 监测点位	评价结果	pH	高锰酸盐指数	总硬度	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	氨氮	挥发酚	总大肠菌群	溶解性总固体
广州(增城)分输清管站光辉村	标准指数	0.15	0.63	0.42	0.09	0.10	0.30	0.13	-	0.37
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	-	0
横东隧道隧道出口横东村	标准指数	0.18	0.57	0.52	0.08	0.05	0.30	0.13	-	0.41
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	-	0
兴心堂(6#)	标准指数	0.12	0.43	0.57	0.08	0.05	0.40	0.13	-	0.36
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	-	0
新东(7#)	标准指数	0.15	0.50	0.39	0.12	0.05	0.25	0.13	-	0.29
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	-	0
梅江村(8#)	标准指数	0.16	0.40	0.47	0.12	0.05	0.35	0.13	-	0.33
	超标倍数	00	0	0	0	0	0	0	-	0
溢塘(9#)	标准指数	0.18	0.53	0.37	0.10	0.03	0.25	0.13	-	0.35
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	-	0
何家田(10#)	标准指数	0.12	6.00	0.39	0.08	0.05	0.35	0.13	-	0.36
	超标倍数	0	5．0	0	0	0	0	0	-	0

续表 7.2-4　管道沿线地下水环境质量现状评价结果

监测项目 监测点位	评价结果	pH	高锰酸盐指数	总硬度	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	氨氮	挥发酚	总大肠菌群	溶解性总固体
大茂山隧道出口塘边村	标准指数	0.83	0.25	0.14	0.03	<0.05	0.43	<0.15	0.23	<1
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大坑隧道进口金光村	标准指数	0.83	0.22	0.16	0.03	<0.05	0.51	<0.15	0.21	<1
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0
新村	标准指数	0.83	0.27	0.18	0.02	<0.05	0.48	<0.15	0.22	<1
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0
上村(军溪村)	标准指数	0.83	0.24	0.15	0.02	<0.05	0.44	<0.15	0.22	<1
	超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0

由表 7.2-3 和表 7.2-4 可以看出：除潮州分输站黄竹径监测井的总硬度超标 3.22 倍，何家田监测井的高锰酸盐指数超标 5 倍外，其余监测井的各项监测指标均满足《地下水质量标准》(GB/T14848-93)Ⅲ类水质要求。

超标原因：黄竹径监测井中总硬度超标的原因是由于原生地质环境造成的；何家田监测井高锰酸盐指数超标的原因主要是由于村庄附近农田施用化肥，其中的有机物经降雨淋滤作用，溶解后随降雨入渗土壤，进而污染地下水。

7.3 地下水环境影响分析

7.3.1 施工期对地下水的影响分析

本工程管道沿途经过 2 省 7 地市，局部地形变化较大。管道设计埋深约 1.2m。管道沿线有些地段山势陡峭，山体坡度超出施工车辆安全爬行的坡度，对Φ813 mm 大口径管道的运送、布管和焊接等都无法完成，须设置隧道穿越。西气东输三线闽粤支干线工程设计隧道 25 处，总长度约 32.411km。隧道施工使原有的地质结构受到破坏，裂隙增多或新增裂隙，使地下水水动力条件发生局部的改变，对地下水量较大的隧道穿越段将产生较大影响，可能出现突涌水现象，既影响施工又造成水资源大量浪费，甚至影响周围居民生活；敷设管道施工过程中产生的防渗剂、辅料等下渗将对地下水造成不同程度的影响。

7.3.1.1 山体隧道穿越点地质与水文地质条件

本工程设计的 25 条隧道拟采用直墙圆弧拱形断面，断面尺寸为 3.0m×3.0m，隧道内管道采用沟埋敷，弃渣均考虑外运堆放或现场修筑砌渣场。

隧道开挖地段的围岩多为志留系黄坪组及中上统泥岩，古生界碧口群，泥盆系的千枚岩、灰岩互层、白云质岩，三叠系下统铜街子组泥岩，侏罗系砂岩和泥岩等。天然状态下裂隙呈闭合状，发育深度 2m～3m。地下水类型以第四系残坡积层孔隙潜水、基岩裂隙水为主，第四系松散岩类孔隙潜水主要分布于地形坡度较缓的表层沉积物中，储水介质有限，富水性差，以接受大气降水补给为主，沿残坡积碎石层孔隙径流，以人工开采和泉的形式排泄；基岩裂隙水分布于岩石表层风化裂隙中，含水裂隙类型以风化裂隙为主，裂隙主要发育于岩层上部且分布极不均匀，富水性差，以接受大气降水补给为主，沿裂隙径流，以泉的形式排泄。隧道穿越区野外调查

期间，尚未发现富水断裂和导水断裂。隧道经过地区人口密度小、地下水资源有限，是该区地下水开发利用程度较低的主要原因。

部分隧道进出口附近或山下有零星民宅，施工期，隧道开挖可能局部出现地下水渗出，短时间内造成部分地段地下水流失，但由于山顶残坡积层、风化裂隙带与隧道开拓作业面间垂向距离大，岩体完整性好、其间没有大的富水、导水断裂与之沟通，第四系孔隙潜水、风化裂隙水沿节理裂隙向下部隧道发生大的渗漏可能性小。施工期隧道内部分地段可能出现的地下水渗出现象，在隧道衬砌、喷锚完成后，其影响即行消失。现就沿线设计的 25 处隧道分类进行分析。

为了解隧道穿越对地下水的影响，将山体隧道穿越及穿越点的地质情况与水文地质条件进行了总结，详见表 7.3-1。

表 7.3-1　主要山体隧道穿越基本情况

序号	隧道名称	隧道地点	隧道长度(m)	涌水量(m^3/d)	地质构造	地层岩性	水文地质条件
1	溢塘隧道	惠州市龙门县	1392	112.10	隧道区发育 1 条断层，4 组节理裂隙。	隧址区主要发育有第四系全新统残坡积层，下伏基岩为震旦系下统板岩、灰岩。	第四系孔隙水主要埋藏于隧道洞口低洼处残坡积土层松散岩类孔隙中，透水性及富水性弱，含水量小；隧址区基岩裂隙水主要赋存于断裂破碎带及节理裂隙密集带部位，以及强风化-中等风化的板岩、灰岩的节理裂隙发育部位。接受大气降水补给，向地势低凹处排泄。
2	坪山隧道	惠州市龙门县	1592	81.41	隧址区主要发育 2 组节理裂隙。	隧址区主要发育第四系全新统残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统黑云母花岗岩。	隧址区第四系松散岩类孔隙水主要赋存于残积土层中，透水性及富水性弱。基岩裂隙水赋存于赋存于黑云母花岗岩裂隙中，主要受大气降水补给，向地势低凹处排泄或以泉水的形式排出。
3	坪岭隧道	惠州市博罗县	552	66.13	隧道区发育有 3 组节理裂隙及密集带。	隧址区地层主要为第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统花岗岩。	第四系松散岩类孔隙水主要赋存于残坡积土松散岩类孔隙中，水量小；基岩裂隙水主要赋存于花岗岩裂隙中，水量小。主要受大气降水补给，向地势低凹处排泄。
4	白眉寨隧道	河源市紫金县	721	57.10	隧址区主要发育 1 处岩性接触破碎带和 2 处节理密集破碎带。	隧址区主要发育第四系残积土地层、侏罗系中统地层、三叠系上统～侏罗纪下统地层。	松散岩类孔隙水分布于低洼地区的沟谷中的第四系地层，水量小。隧址区所在区域出露基岩主要为花岗岩和炭质板岩等，受构造、风化影响，节理裂隙十分发育。基岩裂隙水赋存于基岩裂隙中，接受大气降水及上部孔隙水补给，径流较短，多沿节理、裂隙向地势低凹处排泄。
5	时禾石隧道	梅州市五华县	1361	76.41	隧址区主要主要发育有 3 组节理裂隙。	隧址区地层主要发育第四系全新统残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统花岗岩。	第四系孔隙水主要赋存于砾质黏性土层中，透水性及富水性弱。基岩裂隙水赋存于基岩裂隙中，主要受大气降水补给，沿基岩风化裂隙、构造裂隙等向地势低凹处排泄或在地形适当部位以泉水的形式排出，含水量一般较小，但在断裂破碎带、节理密集带部位，含水量丰富。
6	马石牌隧道	揭阳市	275	31.80	隧址区发育 2 条节理密集带。	隧址区地层主要发育第四系残积层，下伏基岩为侏罗系	第四系孔隙水主要赋存于含砂黏性土层中，透水性及富水性弱。基岩裂隙水主要赋存于节理裂隙密集

		揭西县				上统～白垩系下统南山村组变质粉砂岩。	带部位，以及强、中等风化花岗闪长岩裂隙中。主要受大气降水补给，以渗流的方式向低洼处流动、以泉水的形式排出。
7	六湖凸隧道	揭阳市 揭西县	2166	168.56	隧址区发育 1 条断层，4 组节理裂隙。	隧址区主要发育第四系残坡积层，下伏基岩为凝灰岩和砂质页岩。	第四系松散岩类孔隙潜以第四系残坡积层黏性土为主，水量小，透水性及富水性弱；基岩裂隙水赋存于砂质页岩、凝灰岩裂隙中，主要受大气降水补给，向地势低凹处排泄。
8	龙潭 1#隧道	揭阳市 揭西县	586	37.93	隧址区发现节理密集带 2 处。	隧址区地层主要发育第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统花岗岩。	第四系孔隙水主要赋存于残坡积黏性土中，透水性及富水性弱；基岩裂隙水要赋存于强风化岩及中等风化岩层中节理裂隙发育部位，具有一定的透水性、富水性。主要来自大气降雨渗入补给，以渗流的方式向低洼处流动或以泉水的形式排出。
9	龙潭 2#隧道	揭阳市 揭西县	605	53.18	隧址区存在节理裂隙密集带 3 处	隧址区地层主要为第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统粗粒、中-细粒花岗岩。	第四系松散岩类孔隙潜水赋存于残坡积黏性土层中，透水性及富水性弱。基岩裂隙水属于块状基岩裂隙水，主要分布于丘陵区，富水性较贫乏，渗透性弱，水量较小，局部节理裂隙密集带、断裂破碎带及不同围岩接触带富水性较好，水量较大。地下水以接受大气降水的补给为主，径流受地形地貌控制明显，大部分以河床为相对排泄基准面。
10	龙潭 3#隧道	揭阳市 揭西县	477	36.99	隧址区发育多组节理裂隙。	隧址区地层主要为第四系残坡积层、侏罗系上统花岗岩和三叠系上统侏罗纪下统变质砂岩。	隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和结晶岩类裂隙水。第四系孔隙水以残坡积粉质黏土为主，透水性和富水程度较差。隧址区内基岩为辉绿岩，受构造影响，裂隙较发育，具有一定的透水性、富水性。主要接受大气降水入渗补给，以泉的形式排泄。
11	南山隧道	揭阳市 揭西县	702	50.92	隧址区发育发育有有 3 处节理裂隙密集带、2 处断裂破碎带。	隧址区地层主要为第四系全新统残坡积土，下伏基岩为侏罗系上统花岗岩，三叠系上统侏罗纪下统长石石英砂岩。	第四系松散岩类孔隙潜水主要赋存于残坡积土中，透水性及富水性弱；基岩裂隙水赋存于基岩裂隙中，主要受大气降水补给，并受岩石完整性及裂隙发育、开启程度制约，沿基岩风化裂隙、构造裂隙等向地势低凹处排泄或在地形适当部位以泉水的形式排出，含水量一般较小，但在断裂破碎带、节理密集

							带部位，含水量丰富。
12	东坑隧道	梅州市丰顺县/揭阳市揭东区	1926	127.62	隧址区发育有 3 组节理裂隙密集带。	隧址区第四系主要以黏性土为主，下伏基岩为侏罗系上统全风化、强风化、中等风化花岗岩。	隧址区孔隙水含水层主要以砂质黏性土为主，透水性弱～中等，富水程度较弱；基岩裂隙水赋存于花岗岩裂隙中，中等～强富水。主要接受大气降雨渗入补给，具有径流途径短、就地补给就地排泄的特点。
13	吉平隧道	梅州市丰顺县	1206	69.66	隧道出口附近发育有 1 条断层、5 条节理密集带。	隧隧址区地层主要为第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统兜岭群的花岗闪长岩地层。	隧址区地下水类型主要为第四系松散岩类孔隙水和结晶岩类裂隙水。第四系松散岩类孔隙水赋存于残坡积土中，透水性及富水性弱；结晶岩类裂隙水：该裂隙水主要赋存于节理裂隙密集区，以及强或中等风化结晶岩类岩中。主要受大气降水补给，向地势低凹处排泄。
14	园潭隧道	梅州市丰顺县	691	80.41	隧址区主要发育 3 组节理裂隙。	隧址区地层为第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统兜林群流纹英安岩。	第四系孔隙水以含碎石粉质黏土为主，该层透水性和富水程度较差；隧址区内基岩为流纹英安岩，具有一定的透水性、富水性。主要接受大气降水入渗补给，向沟谷低洼处排泄。
15	横东 1#隧道	梅州市丰顺县	787	91.92	隧道洞身存在节理密集带，节理密集带延伸方向附近岩体破碎	管道穿越处岩土层主要为第四系残积层，下伏基岩主要为侏罗系上统兜岭群的辉绿岩、闪长岩、花岗岩地层。	第四系松散岩类孔隙水主要分布于山谷低洼、平缓及进洞口处。透水性及富水性弱。基岩类裂隙水含水介质主要为花岗岩，在节理裂隙密集区、断层部位，富水性强；在强或中等风化结晶岩类中，富水性弱～中等。主要受大气降水补给，向地势低凹处排泄。
16	横东 2#隧道	梅州市丰顺县	658	116.28	隧道洞身发育 2 条断层；发育 2 段节理裂隙密集带及多组节理裂隙。	隧址区地层主要为第四系残、坡积层，下伏基岩为侏罗系上统兜林群上组中段流纹英安岩。	隧址区内孔隙水含水层主要以粉质黏土为主，透水性及富水程度弱；隧址区基岩主要为流纹英安岩，裂隙水的富水性弱～中等。主要接受大气降水渗入补给，以地表径流排泄于地表。
17	高棚隧道	梅州市丰顺县	1803	65.87	隧道洞身存在一条北东南西向分布的断层 F1，发育有 4 组节理裂隙。	隧址区地层为第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统兜林群上组中段凝灰熔岩。	第四系松散岩类孔隙潜水含水层由含碎石粉质黏土为主，透水性较差，富水程度较弱。隧址区基岩为凝灰熔岩，裂隙水具有一定的透水性、富水性。主要接受大气降水渗入补给，以地表径流排泄于地表。
18	鸡啼隧道	梅州市	1379	66.97	隧道出口和洞身各	隧址区地层主要为第四系	第四系松散岩类孔隙潜水含水层由含碎石粉质黏土

		丰顺县			发育 1 条断层；隧址区发育有 4 组节理裂隙。	残、坡积层；下伏基岩为凝灰熔岩和花岗岩。	为主，透水性较差，富水程度较弱。隧址区基岩为凝灰熔岩和花岗岩。主要接受大气降水渗入补给，以地表径流排泄于地表。
19	白水砌隧道	梅州市丰顺县	1937	80.41	隧址区发育 4 条次级断层，3 组节理裂隙。	隧址区主要发育有第四系残坡积层含碎石粉质粘土、第四系崩坡积层碎石土、下伏基岩为花岗闪长岩、凝灰质砂岩。	隧址区内孔隙水主要埋藏于隧道进出口，以碎石土为主，透水性较好，富水程度较弱。隧址区内基岩主要为凝灰质砂岩、安山岩和花岗闪长岩，透水性中等。主要是来自大气降雨渗入补给。
20	大仑坪隧道	福建省漳州市平和县	2813	165.30	隧道进出口附近各发育一条断层；发育 1 处节理密集带，4 组节理裂隙。	隧址区发育有第四系残坡积层，下伏基岩为凝灰熔岩，砂岩。	隧址区内孔隙水主要埋藏于进出口表层土层内，该层透水性较好，富水程度较差。隧址区内基岩主要为石英砂岩和凝灰熔岩。主要来自大气降雨渗入补给。
21	高田仔 1#隧道	福建省漳州市平和县	2178	62.68	隧址区发育 2 条断层 3 处节理密集带。	隧址区地层有发育第四系残坡积层，下伏基岩为凝灰熔岩、凝灰质砂岩。	隧道洞口段为第四系松散岩类孔隙潜水，含水层为含碎石土层，透水性较好，富水程度较弱；洞身段基岩为裂隙孔隙水，含水层为凝灰质砂岩和凝灰熔岩。主要来自大气降雨渗入补给，以地表径流排泄。
22	高田仔 2#隧道	福建省漳州市平和县	1281	100.94	隧址区发育 2 条断层 3 处节理密集带。	隧址区发育有第四系残坡积层，下伏基岩为花岗斑岩、凝灰熔岩和砂岩。	隧道洞口段为第四系松散岩类孔隙潜水，含水层为含碎石土层，透水性较好，富水程度较弱；洞身段基岩为裂隙孔隙水，含水层为砂岩、花岗岩和凝灰熔岩。主要来自大气降雨渗入补给，以地表径流排泄。
23	大坑隧道	福建省漳州市平和县	2112	114.03	隧址区发育 1 条北东向分布的断层 F1，2 处节理密集带，4 组节理裂隙。	隧址区地层主要为第四系全新统残坡积粉质黏土，基岩为花岗岩和凝灰质砂岩。	第四系松散岩类孔隙潜水含水层以碎石为主，透水性较好，富水程度较弱。洞身段为基岩裂隙水，基岩为为流纹状晶屑凝灰岩和凝灰熔岩，岩层透水性中等。主要接受大气降水渗入补给，以地表径流排泄于地表。
24	大茂山隧道	福建省漳州市南靖县	2460	89.16	隧址区发育有 2 条断层，发育 1 段节理裂隙密集带(J1)及多组节理裂隙。	隧址区主要发育有第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统兜林群上组中段凝灰岩及侏罗系下统梨山组下段砂岩。	隧址区地下水类型为第四系孔隙水和基岩裂隙水。孔隙水主要埋藏于隧道进出口外侧低洼处含碎石粉质黏土内，透水性弱～中等，富水程度较弱。基岩主要为凝灰岩，隧道进口段为砂岩。岩层整体透水性中等，中等～强富水；主要接受大气降水入渗补给。

25	公山尾隧道	福建省漳州市南靖县	751	24.73	隧址区主要发育有4组节理裂隙，隧道出口存在一条断层F1。	隧址区覆盖第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系下统梨山组下段砂岩及三叠系上统大坑组上段粉砂岩。	地下水类型主要为基岩裂隙潜水。含水层岩性为砂岩、粉砂岩，裂隙较发育，具有一定的透水性、富水性。出口段的断层破碎带部位，渗透性、富水性较好。 基岩裂隙潜水主要接受大气降水入渗补给。

7.3.1.2　隧道施工涌水对地下水的影响

通过以上分析，根据隧道穿越段水文地质条件、地质构造和地层岩性，选择地下水类型不同、地下水水量较大、隧址区有断裂带且裂隙发育、隧道进出口有居民及地下水环境保护目标、隧道穿越对地下水可能造成较大影响的隧道作为重点进行详细评述。

1） 溢塘隧道

溢塘隧道位于广东省惠州市龙门县，隧道进口位于惠州市龙门县井水村，该村有居民 40 余户，约 180 人；出口位于惠州市龙门县双水村，该村有居民 20 户，约 100 人；隧道进口西南侧约 800m 处有一集水池，为井口附近井水村居民生活和生产用水；隧道出口东侧约 100m 处有一泉水，为出口附近双水村居民生活和生产用水；隧道顶部无居民、水井、泉水、水库等分布。隧道长度为 1392m。隧道进、出口地貌见图 7.3-1 和图 7.3-2，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-1 隧道进口地形地貌

图 7.3-2 隧道出进口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属构造剥蚀低山丘陵地貌单元，山体呈南北向展布，“V”型沟谷发育，山体整体地势起伏较大，自然坡度一般 35°～60°，局部山体陡峭，坡度达 60°以上。

——地层

隧址区及其附近主要发育的地层主要为第四系全新统残坡积层，下伏基岩为震旦系下统板岩、灰岩。

——地质构造

隧址区震旦系大纽山组板岩中发育 1 条断层，该断层造成区内岩石破碎，节理裂隙密集发育，主要发育有 4 组节理裂隙。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)和《建筑抗震设计规

范》(GB50011-2010)综合确定，场区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度为 0.05g，设计地震分组为第一组，地震动反应谱特征周期为 0.35s。

(2) 水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙潜水。

——第四系松散岩类孔隙潜水

隧址区第四系孔隙水主要埋藏于隧道洞口低洼处残坡积土层松散岩类孔隙中，透水性及富水性弱，含水量小，受大气降水及高地势地下水、地表水补给，以渗流的方式向低洼处径流排泄或蒸发排泄。

——基岩裂隙水

隧址区内基岩裂隙水主要赋存于断裂破碎带及节理裂隙密集带部位，以及强风化岩及中等风化岩中节理裂隙发育部位。接受大气降水补给，并受岩石完整性及裂隙发育、开启程度制约，沿基岩风化裂隙、构造裂隙、断裂破碎带和节理裂隙密集带等向地势低凹处排泄。

——地下水补给、径流、排泄

地下水的补给主要是来自大气降雨渗入补给。当大气降雨降落地面后，大部分汇集于隧址区内的山间沟谷之中形成地表迳流；另一部分则通过松散土层孔隙、基岩裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。

(3) 隧道施工对地下水的影响

根据隧址区的地质和水文地质条件可知，隧道进、出口主要为第四系松散岩类孔隙水，含水层以残坡积土为主，透水性及富水性弱，在隧道进、出口施工时，可能发生滴水状出水，对地下水影响较小；隧道洞身段基岩主要为板岩、灰岩，基岩裂隙较发育，围岩主要发育有 1 条断层，4 组节理裂隙。在断层破碎带及节理裂隙发育处，岩层渗透性较好，富水程度较好。隧道施工过程中，若遇到浅埋段、节理裂隙密集带、断层破碎带、不同围岩接触带可能发生集中涌水，可能会产生大量突涌水涌沙现象，对地下水影响较大。隧道建设将造成地下水流场和水动力条件发生局部改变，形成新的地下水排泄通道，会有大量的地下水涌出地面，以地表径流形式流失和浪费，可能会使进出口附近的泉水水量减少甚至消失，从而会影响隧道进口附近井水村居民和出口附近双水村居民生活和生产用水。因此，施工

前必须进行详细勘察。

(5) 地下水保护措施

根据隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，溢塘隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——设计施工应采取有效的防、排水措施：进、出口进行人工放坡，并采取支护措施，加强衬砌，按照“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”的原则设置防、排水系统。

——施工前，加强工程地质测绘、钻探、物探等勘察工作。特别是对物探揭示的断层破碎带，应进一步查明断层的性质，若为含水断层，必须采取注浆堵水措施，提前切断水源，避免突涌水现象发生。

——隧址区断层、节理裂隙发育，围岩发育 1 条断层，4 组节理裂隙。尤其是在断层、节理密集带延伸方向附近，岩体破碎。在掘进前期，要进行长距离超前地质预报、超前探水，在隧道开挖附近进行中、短距离探水，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工前，对隧道进、出口附近村庄可能受影响的水源，要有可靠的替代方案，可以在原泉眼上游或附近寻找新的泉眼，保证居民饮用水得到及时有效的供给。

——建立补偿机制，预留应急费用。若隧道进口附近井水村和出口附近双坑水村居民生活和生产用水受到影响，应对居民进行补偿。

——施工过程中，对隧址区发育的断层破碎带，及时实施超前钻孔注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——对隧道围岩岩性接触带等地段加强超前管棚、超前锚杆、超前注浆和挂网锚喷初期支护措施，及时对开挖岩面进行封闭和支护。遇岩体破碎地段采用钢格栅和钢筋混凝土加强初期支护和二次衬砌。

——隧道开凿后应进行砼衬砌，防止地下水渗入隧道内。

——隧道施工过程中，严禁超挖、欠挖；必须采用混凝土泵浇注混凝土，确保隧道衬砌厚度和衬砌质量，尤其是对隧道顶部必须充填密实。

——施工过程中，若发生大量涌水致使隧道进、出口附近的泉流量断流，影响隧道进口附近井水村和出口附近双坑水村居民生活和生产用水，应急

时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧道进、出口附近沟谷中的泉水进行勘查测量，关注地下水的变化情况，及时了解隧道建设对隧道进口附近井水村和出口附近双坑水村居民用水的影响程度。

2） 坪山隧道

坪山隧道道地处广东省惠州市龙门县，隧道顶部无居民，隧道顶部无水井、泉水、水库等分布。隧道长度 1592m，进、出口地貌见图 7.3-3 和图 7.3-4，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-3 隧道进口地形地貌

图 7.3-4 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区地貌单元属构造剥蚀低山地貌单元，隧道穿越地段地形相对起伏较大，局部地势较陡，“V”型沟谷发育，隧址区山体呈北东向展布，区内平均海拔约 350m。山体总体自然坡度一般 38°～50°，上部山体地势起伏不大，相对平缓，坡度多在 25～35º之间，局部坡度较缓，约 15°，下部山体相对较陡，坡度多在 35～50°。

——地层

隧址区主要发育第四系全新统残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统黑云母花岗岩。

——地质构造

隧址区主要发育 2 组节理裂隙。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)和《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)综合确定，场区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度为 0.05g，设计地震分组为第一组，地震动反应谱特征周期为 0.35s。

(2) 水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水。

——第四系松散岩类孔隙潜水

隧址区孔隙水主要第四系孔隙水主要赋存于残积土层中，透水性及富水性弱。受大气降水及高地势地下水、地表水补给，以渗流的方式向低洼处流动。

——基岩裂隙水

基岩裂隙水赋存于赋存于黑云母花岗岩裂隙中，主要受大气降水补给，并受岩石完整性及裂隙发育、开启程度制约，沿基岩风化裂隙、构造裂隙及构造破碎带等向地势低凹处排泄或以泉水的形式排出，含水量一般较小，但节理密集带部位含水量丰富。

——地下水补给、径流、排泄

隧址区地下水的补给主要是来自大气降雨渗入补给。当大气降雨降落地面后，大部分汇集于隧址区内的山间沟谷之中形成地表迳流；另一部分则通过松散土层孔隙、基岩裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧道进、出口地下水主要为赋存于残积土层中的第四系松散岩类孔隙潜水，透水性及富水性弱。若在雨季隧道施工，可能出现滴水状现象，对地下水影响较小；隧道洞身段节理裂隙较发育，地下水赋存于黑云母花岗岩裂隙中。洞身段发育 2 组节理裂隙，在节理裂隙密集带，某些地段裂隙贮水，雨季施工中，可能会发生一定规模的涌水，在其影响范围内，可能会使地下水位下降。隧道施工对地下水影响较大。

(4) 地下水保护措施

根据隧道隧址区地质构造、地质及水文地质条件，结合隧道开挖对地下水的环境影响，隧道施工时，除了执行隧道施工的一般措施外，还应采

取以下措施：

——施工前，查明隧址区节理裂隙的发育情况及其富水性；按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工中，对隧址区发育的节理裂隙，应采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生。

——施工过程及运营期对隧道进出口及洞身段地下水进行监测，及时了解隧道建设对地下水的影响程度

3) 坪岭隧道

坪岭隧道地处广东省惠州市博罗县，隧道进口及顶部均无居民、水井、泉水、水库等分布。隧道长度 552m，进、出口地貌见图 7.3-5 和图 7.3-6，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-5 隧道进口地形地貌

图 7.3-6 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属构造剥蚀低山丘陵地貌单元，隧址区山体呈北东向展布，“U”型沟谷发育，山体整体地势起伏较大，自然坡度一般 32°～60°，局部山体陡峭，坡度达 60°以上。隧道穿越山体，地形起伏大，区内平均海拔约 248.00m。

——地层

隧址区地层主要为第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统花岗岩。

——地质构造

隧道区发育有 3 组节理裂隙及密集带。

——地震

根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)附录 A、《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)附录 A、《中国地震动反应谱特征周期区划图》(GB18306-2001)附录 B，穿越场地的抗震设防烈度为 6 度(图 6.1)，设计地震分组为第一组，设计基本地震加速度度值为 0.05g，特征周期为 0.35s。

(2) 水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水。

——第四系松散岩类孔隙潜水：该孔隙水主要赋存于残坡积土松散岩类孔隙中，水量小，受大气降水及高地势地下水、地表水补给，以渗流的方式向低洼处流动或以泉水的形式排出。

——基岩裂隙水：该裂隙水主要赋存于花岗岩裂隙中，主要受大气降水补给，并受岩石完整性及裂隙发育、开启程度制约，沿基岩风化裂隙、构造裂隙等向地势低凹处排泄，水量较小

——地下水补给、径流、排泄

隧址区地下水的补给主要是来自大气降雨渗入补给。当大气降雨降落地面后，大部分汇集于隧址区内的山间沟谷之中形成地表迳流；另一部分则通过松散土层孔隙、基岩裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧址区发育有 3 组节理裂隙及密集带。隧道洞口段为第四系松散岩类孔隙潜水，含水层为残坡积土，透水性及富水性弱，隧道开挖中可能发生水滴状漏水象，对地下水影响较小。洞身段主要为花岗岩，岩体节理裂隙发育，发育有 3 条节理密集破碎带，该地段富水性强；洞身其他地段为强或中等风化花岗岩，富水性弱～中等，在洞身段施工时，遇到发育的节理密集破碎带及强或中等风化花岗岩带，可能会发生突涌水现象，将会有大量地下水涌出，可能对地下水会造成很大影响。

(4) 地下水保护措施

隧道施工过程中，为了减少地下水的流失，保护地下水资源，隧道施

工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——隧址区在节理裂隙发育段，岩体渗透系数将增大，透水性较好。施工前做好地下水预探，加强地质预报，加强超前管棚、超前锚杆、超前注浆和挂网锚喷初期支护措施，及时对开挖岩面进行封闭和支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工中，对隧址区发育的节理裂隙及强或中等风化花岗岩地带，应采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生。

——隧址区需用砼进行衬砌，加强全断面超前探水、探软弱夹层、超前与初期支护，防止地下水渗入隧道内。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧址区地下水进行监测，及时了解隧道建设对地下水的影响程度。

4) 白眉寨隧道

白眉寨隧道地处广东省河源市紫金县，隧道进口位于紫城镇石坳背村；隧道出口位于紫城镇车洞村西南面约 940m 处。隧道进、出口及顶部无居民、水井、泉水、水库等分布。隧道长度 721m，进、出口地貌见图 7.3-7 和图 7.3-8，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-7 隧道进口地形地貌

图 7.3-8 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区地貌单元属低山地貌，山体呈近似南北向展布，山体间有一“U”型鞍部，地势起伏较大，自然坡度35°～60°，局部山体陡峭，坡度达70°以上，区内最高海拔456m，最低海拔301m，相对高差达155m。。

——地层

隧址区主要发育第四系残积土地层、侏罗系中统地层、三叠系上统～侏罗纪下统地层。

——地质构造

隧址区地质构造较复杂，依据区域地质资料，通过对场区进行的工程地质测绘，结合物探解译成果，推断隧道轴线区域存在 1 处岩性接触破碎带和2处节理密集破碎带。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306－2015)，场区抗震设防烈度为6度，设计基本地震加速度为0.05g，地震动反应谱特征周期为0.35s，设计地震分组为第一组。

(2)　水文地质条件

隧址区地下水类型为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。

——松散岩类孔隙水：隧址区所在区域整体地形切割强烈，沟谷、溪流较发育，松散岩类孔隙水分布于低洼地区的沟谷中的第四系地层，水量小，主要由大气降水及地表水补给、径流途经较短、多以下降泉的形式排出。

——基岩裂隙水：隧址区所在区域出露基岩主要为花岗岩和炭质板岩等，受构造、风化影响，节理裂隙十分发育。基岩裂隙水赋存于基岩裂隙中，接受大气降水及上部孔隙水补给，径流较短，多沿节理、裂隙向地势低凹处排泄，水量较小。

——地下水补给、径流、排泄：隧址区地下水的补给主要是来自大气降雨渗入补给。当大气降雨降落地面后，大部分汇集于隧址区内的山间沟谷之中形成地表径流；另一部分则通过松散土层孔隙、基岩裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流，主要排泄方式为蒸发和地表径流。

(3)　隧道施工对地下水的影响

在隧道进、出口主要为第四系松散岩类孔隙潜水，地下水赋存于含碎石的砂质黏性土孔隙之中，透水性弱～中等，富水程度较弱，在隧道施工过程中，可能会有少量涌水，对地下水影响较小；隧道洞身段围岩节理、裂隙较发育，地下水赋存于花岗斑岩的风化裂隙、构造裂隙之中。洞身段发育 1 处岩性接触破碎带和 2 处节理密集破碎带，在岩性接触破碎带及节理裂隙延伸方向附近岩体破碎，某些地段裂隙贮水，施工过程中可能会造成洞室大规模涌水，随着隧道内地下水的不断排出，地下水水力坡度加大，流速加快，以地表径流形式流失和浪费，对隧址区地下水影响较大。

(4) 地下水保护措施

根据隧址区断层、节理裂隙、隧道深度等与地下水水位关系以及隧址区地质、水文地质条件，结合隧道开挖对地下水的环境影响，隧道施工时，除了执行隧道施工的一般措施外，还应采取以下措施：

——施工前，加强工程地质测绘，查明隧址区岩性接触破碎带位置、节理裂隙的发育情况及其富水性，并详细分析地质构造对隧道可能产生的影响；

——施工前，对隧址区发育的岩性接触破碎带采取地质预报，超前长距离探水，提前割断水源；按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施

——施工中，对隧址区发育的节理裂隙，应采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生。

——施工中，对隧址区发育的岩性接触破碎带，及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程及运营期对隧址区地下水进行监测，及时了解隧道建设对地下水的影响程度。

5) 时禾石隧道

禾石隧道位于广东省梅州市五华县，隧道进口距离梅州市五华县桥江镇大湖村约 2.5km，出口距离大湖村约 1.2km。隧道进口东北方向分布有 3 户居民，隧道出口西北侧分布有 2 户居民，隧道顶部无居民；隧道进口东南方向约 175m 有一水塘，为附近居民生产生活用水，水源来自隧道进口对面山体地表水体汇集，本工程隧道不涉及；隧道出口居民用水从远处拉水；

隧道出口及顶部无其他水井、泉水、水库等分布。隧道长度 1361m，进、出口地貌见图 7.3-9 和图 7.3-10，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-9　隧道进口地形地貌

图 7.3-10　隧道出口地形地貌

(1)　地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属构造剥蚀低山丘陵地貌单元，山体呈近南北方向展布，“V”型沟谷发育，山体整体地势起伏较大，自然坡度一般 30°～60°，局部山体陡峭，坡度达 60°以上。隧道穿越山体，地形起伏大，区内最高海拔约 420m，最低海拔 240.00m，相对高差约 180m，平均海拔约 329.36m。

——地层

隧址区地层主要发育第四系全新统残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统花岗岩。

——地质构造

隧址区岩体节理裂隙较发育，通过对隧址区节理裂隙测量统计，主要发育有三组节理裂隙。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306－2015) 场区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度为 0.05g，设计地震分组为第一组，地震动反应谱特征周期为 0.35s。

(2)　水文地质条件

隧址区地下水类型为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两类。

松散岩类孔隙水分布情况：一是呈条带状分布于溪流两侧冲积土层孔隙中，含水量小，受大气降水及高地势地下水、地表水补给，以渗流的方式向低洼处径流排泄或蒸发排泄。二是分布于低洼处的残坡积土层孔隙中，含水量小，受大气降水补给，以渗流的方式向低洼处径流排泄或蒸发排泄，以及在地形适当部位以泉水的形式排出。三是分布于河流两侧阶地、漫滩、河床冲洪积土层孔隙中，含水量丰富，受大气降水及高地势地下水、地表水补给，以渗流的方式向低洼处径流排泄或蒸发排泄，以及人工水井取水排泄。

基岩裂隙水赋存于基岩裂隙中，主要受大气降水补给，并受岩石完整性及裂隙发育、开启程度制约，沿基岩风化裂隙、构造裂隙等向地势低凹处排泄或在地形适当部位以泉水的形式排出，含水量一般较小，但在断裂破碎带、节理密集带部位，含水量丰富。

(3)　隧道施工对地下水的影响

第四系孔隙水主要赋存于隧道进出口的砾质黏性土层中，透水性及富水性弱，隧道施工中渗漏水量可能较小，对地下水影响较小；洞身段基岩主要为花岗岩，在断裂破碎带、节理密集带部位，含水量丰富，隧址区发育 3 组节理密集带，节理密集带延伸方向附近岩体破碎，富水性强。隧道施工过程中，若遇到节理裂隙密集带，可能会有大量地下水涌出，以地表径流形式流失和浪费，对地下水影响较大。由于施工过程中及时采取措施，对于洞身段节理裂隙发育的密集带，将及时采取衬砌封堵水措施，避免突涌水现象发生，隧道施工可能对地下水较小。隧道进出均无居民用的水源，因此，隧道建设对居民用水没有影响。

(4)　地下水保护措施

隧道施工过程中，为了减少地下水的流失，保护地下水资源，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——隧址区在节理裂隙密集带，岩体渗透系数将增大，透水性较好。施工前做好地下水预探，加强地质预报，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，对隧址区发育的节理裂隙密集带，及时实施灌浆处理、衬砌防水等探、堵、防水措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生，

减少地下水的流失。

——施工过程中，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工过程及运营期对隧址区地下水进行监测，及时了解隧道建设对地下水的影响程度。

6) 马石牌隧道

广东省揭阳市揭西县，隧道进口距离五云镇头背村约 270m，隧道出口距离五云镇马石牌村约 350m，隧道进、出口及顶部无其他居民、水井、泉水、水库等分布。隧道长度 275m，进、出口地貌见图 7.3-11 和图 7.3-12，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-11 隧道进口地形地貌

图 7.3-12 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属剥蚀低山地貌，山体呈南北向展布，山体两侧“V”型沟谷发育，地势起伏较大，自然坡度 35°～60°，局部山体陡峭，坡度达 70°以上，区内最高海拔 196.39m，最低海拔 100.22m，相对高差达 96.17m。

——地层

隧址区地层主要发育主要为第四系残积层，下伏基岩为侏罗系上统～白垩系下统南山村组地层，岩性主要为变质粉砂岩。

——地质构造

隧址区地质构造较复杂，隧道轴线区域存在 2 条节理密集破碎带，节理密集破碎带延伸方向附近岩体破碎。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306－2015) 抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.35s，设计地震分组为第一组。

(2) 水文地质条件

隧址区地下水类型为松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水。

——松散岩类孔隙水：主要分布于附近的沟谷区域，地下水赋存与碎石土、含碎石粉质黏土等松散岩类孔隙中，水量小，主要由大气降水及地表水补给、径流途经较短、多以下降泉的形式排出。

——基岩裂隙水：遂址区出露基岩主要为变质砂岩，受构造、风化作用，节理裂隙较发育。基岩裂隙水主要赋存于岩层节理裂隙密集区以及强或中等风化岩类中。前者含水层赋存空间大，富水性强，后者富水性弱～中等，受大气降水补给，径流较短，多沿节理、裂隙向地势低凹处排泄，水量较小。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧道进出口的第四系孔隙水主要赋存于碎石土、含碎石粉质黏土等松散岩类孔隙中，水量小，透水性及富水性弱，隧道开挖中可能发生水滴状漏水象，对地下水影响较小；洞身段地下水类型主要为基岩裂隙水，赋存于岩层节理裂隙密集区以及强或中等风化变质砂岩中，富水性弱～强。隧址区发育 2 条节理密集带，节理密集带延伸方向附近岩体破碎，富水性强。隧道施工过程中，若不采取任何措施，将会发生突涌水现象，对地下水影响较大。

(4) 地下水保护措施

隧道施工过程中，为了减少地下水的流失，保护地下水资源，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——隧址区在节理裂隙密集带，岩体渗透系数将增大，透水性较好。施工前做好地下水预探，加强地质预报，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，对隧址区发育的节理裂隙密集带，及时实施灌浆处理、衬砌防水等探、堵、防水措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工过程及运营期对隧址区地下水进行监测，及时了解隧道建设对地下水的影响程度。

7） 六湖凸隧道

六湖凸隧道于广东省揭阳市揭西县，隧道进口距离揭西县五云镇梅江村约 860m，该村有 40 余户，170 余人；隧道出口距离河婆镇小坑村约 1.9km，该村有 60 余户，200 余人。隧道顶部无居民。隧道出口东北约 150m 有一溪水集水池，为出口附近小坑村居民生活和生产用水，进口居民用水为自来水；隧道进口及顶部无其他水井、泉水、水库等分布。隧道长度 2166m，进、出口地貌见图 7.3-13 和图 7.3-14，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-13 隧道进口地形地貌

图 7.3-14 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属构造剥蚀低山丘陵地貌单元，山体呈北东向展布，“V”型沟谷发育，山体整体地势起伏较大，自然坡度一般 38°～55°，局部山体陡

峭，坡度达 60°以上。区内最高海拔 431.50m，最低海拔 101.40m，相对高差达 431.50m，平均海拔约 238.00m。

——地层

隧址区主要发育第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统—白垩系下统南山村组凝灰岩和三叠系上统艮口群砂质页岩。

——地质构造

隧址区在三叠系上统艮口群砂质页岩中发育 1 条断层(F1)，4 组节理裂隙。

——地震

根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)附录 A、《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)附录 A、《中国地震动反应谱特征周期区划图》(GB18306-2001)附录 B，穿越场地的抗震设防烈度为 6 度(图 6.1)，设计地震分组为第一组，设计基本地震加速度度值为 0.05g，特征周期为 0.35s。

(2) 水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水。

——第四系松散岩类孔隙潜水

隧址区孔隙水主要分布于隧道进出口外侧低洼处土层内，以第四系残坡积层黏性土为主，水量小，透水性及富水性弱，受大气降水及高地势地下水、地表水补给，以渗流的方式向低洼处流动或以泉水的形式排出。

——基岩裂隙水

基岩裂隙水赋存于砂质页岩、凝灰岩裂隙中，主要受大气降水补给，并受岩石完整性及裂隙发育、开启程度制约，沿基岩裂隙及断裂构造破碎带等向地势低凹处排泄。其中，在断裂构造破碎带部位，含水丰富。

——地下水补给、径流、排泄

隧址区地下水的补给主要是来自大气降雨渗入补给。当大气降雨降落地面后，大部分汇集于隧址区内的山间沟谷之中形成地表迳流；另一部分则通过松散土层孔隙、基岩裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧道进、出口主要为第四系松散岩类孔隙潜水，地下水赋存于含砂砾

颗粒的砂质黏性土孔隙之中，透水性及富水性弱，若在雨季隧道施工，可能出现滴水现象，对地下水影响较小；隧道洞身段围岩断层、节理裂隙较发育，地下水赋存于砂质页岩、凝灰岩裂隙中。洞身段发育 1 条断层，4 组节理裂隙，在断裂破碎带、不同围岩接触带部位，以及强风化岩及中等风化岩中节理裂隙发育部位，其富水性和渗透性强，某些地段裂隙可能贮水，施工过程中可能会发生大规模突涌水，使隧址区影响范围内地下水水位下降，可能会使隧道出口附近溪水流量减少甚至断流，进而对隧道出口附近小坑村居民生活和生产用水造成较大影响。因此，施工前应进行详细的勘察。

(4) 地下水保护措施

根据六湖凸隧道隧址区断层、节理裂隙、以及隧址区地质和水文地质条件，结合隧道开挖对地下水的环境影响，六湖凸隧道施工时，除了执行隧道施工的一般措施外，还应采取以下措施：

——施工前，加强工程地质测绘，查明隧址区断层性质、节理裂隙的发育情况及其富水性，并详细分析地质构造对隧道可能产生的影响；

——施工前，对隧址区发育的断层采取地质预报，超前长距离探水，提前割断水源；按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工前，对隧道出口附近村庄可能受影响的水源，要有可靠的替代方案，保证居民饮用水得到及时有效的供给。

——建立补偿机制，预留应急费用。若隧道出口附近小坑村居民生活和生产用水受到影响，应对居民进行补偿。

——施工中，对隧址区发育的节理裂隙，应采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生。

——施工中，对隧址区发育的断层破碎带，及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，若发生大量涌水致使隧道出口附近的溪水流量断流，影响隧道出口附近小坑村居民生活和生产用水，应急时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧道出口附近的溪水进行勘查

测量，关注地下水的变化情况，及时了解隧道建设对隧道出口附近小坑村居民用水的影响程度。

8） 龙潭1#隧道

龙潭 1#隧道位于广东省揭阳市揭西县龙潭镇，隧道进口距离揭西县龙潭镇陂尾村约 500m，出口距离龙潭罗丝阁村约 80m，该村有 30 余户，120 余人，隧道进口及顶部无其他居民。隧道进出口及顶部无水井、泉水、水库等分布，出口附近龙潭罗丝阁村居民用水为自来水。隧道长度 586m，进、出口地貌见图 7.3-15 和图 7.3-16，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-15 隧道进口地形地貌

图 7.3-16 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属构造剥蚀低山丘陵地貌单元，山体呈东西向展布，“V”型沟谷发育，山体整体地势起伏较大，自然坡度一般 25°～40°，局部山体陡峭，坡度达 50°以上。隧道穿越山体，地形起伏大，区内最高海拔 162.00m，最低海拔 45.00m，相对高差达 117.00m，平均海拔约 103.50m。

——地层

场区及其附近主要发育第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统花岗岩。

——地质构造

结合隧址区地质调绘成果，发现节理密集带 2 处。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，隧址区地震动峰值加

速度 0.10g、地震动特征周期 0.35s、抗震设防烈度为 7 度、设计地震分组为第一组。

(2) 水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水。

——第四系松散岩类孔隙水：该孔隙水主要分布于谷地、河流阶地、溪流两侧等，主要含水层为砂、卵(碎)石层等，富水程度中等～强。主要由大气降水及高地势地下水、地表水补给，以渗流的方式向低洼处流动。

——基岩裂隙水：该裂隙水属于块状基岩裂隙水，主要分布于丘陵区，富水性较贫乏，渗透性弱，水量较小，局部节理裂隙密集带、断裂破碎带及不同围岩接触带富水性较好，水量较大。地下水以接受大气降水的补给为主，径流受地形地貌控制明显，大部分以河床为相对排泄基准面，地下水接受补给后，自局部的分水岭向沟谷中以散流的形式排泄，具有径流途径短、就地补给就地排泄的特点。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧道进出口的第四系孔隙水主要赋存于残坡积黏性土中，透水性及富水性弱，隧道开挖中可能发生水滴状漏水象，对地下水影响较小；洞身段主要为花岗岩，节理裂隙发育，洞身段发育 2 组节理裂隙，节理密集带延伸方向附近岩体破碎，隧道施工过程中，若遇到节理密集带，容易发生突涌水现象，将有大量的地下水涌出地面，以地表径流形式流失和浪费，对地下水影响较大。由于出口附近龙潭罗丝阁村居民用水为自来水，因此，隧道对龙潭罗丝阁村居民生活和生产用水影响较小。

(4) 地下水保护措施

隧道施工过程中，为了减少地下水的流失，保护地下水资源，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——隧址区在节理裂隙密集带，岩体渗透系数将增大，透水性较好。施工前做好地下水预探，加强地质预报，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，对隧址区发育的节理裂隙密集带，及时实施灌浆处理、衬砌防水等探、堵、防水措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧道附近地下水进行监测，关注地下水的变化情况，及时了解隧道建设对隧道附近地下水影响。

9） 龙潭2#隧道

龙潭 2#隧道位于广东省揭阳市揭西县龙潭镇，隧道进口距离龙潭镇双龙楼村约 580m，隧道出口距离龙潭镇砂隆村约 600m。隧道进出口附近及顶部无居民、水井、泉水、水库等分布。隧道长度 605m，进、出口地貌见图 7.3-17 和图 7.3-18，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-17 隧道进口地形地貌

图 7.3-18 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属构造剥蚀低山丘陵地貌单元，山体呈南北向展布，“V”型沟谷发育，山体整体地势起伏较大，自然坡度一般 25°～45°，局部山体陡峭，坡度达 50°以上。隧道穿越山体，地形起伏大，区内最高海拔 196.80m，最低海拔 60.00m，相对高差达 136.80m，平均海拔约 128.40m。

——地层

场区及其附近上覆地层为第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统粗粒、中-细粒花岗岩。

——地质构造

隧址区部分区段岩体破碎，存在节理裂隙密集带 3 处。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)，地震动峰值加速度 0.10g、地震动特征周期 0.35s、抗震设防烈度为 7 度、设计地震分组为第一组。

(2) 水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水。

第四系松散岩类孔隙水主要分布于谷地、河流阶地、溪流两侧等，主要含水层为砂、卵(碎)石层等，富水程度中等～强。主要由大气降水及高地势地下水、地表水补给，以渗流的方式向低洼处流动。

基岩裂隙水属于块状基岩裂隙水，主要分布于丘陵区，富水性较贫乏，渗透性弱，水量较小，局部节理裂隙密集带、断裂破碎带及不同围岩接触带富水性较好，水量较大。地下水以接受大气降水的补给为主，径流受地形地貌控制明显，大部分以河床为相对排泄基准面，地下水接受补给后，自局部的分水岭向沟谷中以散流的形式排泄，具有径流途径短、就地补给就地排泄的特点。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧址区发育 3 组节理裂隙。隧道进、出口地下水类型为第四系松散岩类孔隙水，该裂隙水赋存于残坡积黏性土层中,透水性及富水性弱，在隧道进、出口施工时，可能会以滴水状漏水涌出，对地下水影响较小；隧道洞身段基岩为粗粒、中-细粒花岗岩，节理裂隙发育，洞身段发育 3 组节理裂隙，节理密集带延伸方向附近岩体破碎，某些地段裂隙贮水。施工过程中，可能会发生突涌水涌砂现象，对地下水影响较大。因此，施工前，一定要进行详细勘察。

(4) 地下水保护措施

根据隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——施工前，查明隧道洞身段节理裂隙发育处位置，在掘进前期，要进行长距离超前地质预报、超前探水，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失；按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工过程中，对隧址区发育的节理裂隙密集带，及时实施超前钻孔注浆止水、灌浆处理、衬砌防水等探、堵、防水措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工期及运行期，对隧道附近地下水进行监测，关注地下水的变化情况，及时了解隧道建设对地下水的影响。

10) 龙潭3#隧道

龙潭 3#隧道地处广东省揭阳市揭西县，隧道进口距离龙潭镇仓下楼村约 1.1km，隧道出口距离龙潭镇砂隆村约 550m。隧道进、出口及顶部无居民。隧道顶部无水井、泉水、水库等分布，隧道长度 477m，进、出口地貌见图 7.3-19 和图 7.3-20，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-19 隧道进口地形地貌

图 7.3-20 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

址区属构造剥蚀低山丘陵地貌单元，山体呈南北向展布，“V”型沟谷

发育，山体整体地势起伏较大，自然坡度一般 25°～50°，局部山体陡峭，坡度达 50°以上。区内最高海拔 162.0m，最低海拔 45.0m，相对高差达 117.0m，平均海拔约 103.5m。

——地层

隧址区地层主要发育第四系残坡积层、侏罗系上统花岗岩和三叠系上统侏罗纪下统变质砂岩。

——地质构造

隧址区主要发育多组节理裂隙。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)，穿越场地的抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第一组，设计基本地震加速度度值为 0.10g，特征周期为 0.35s。

(2) 水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和结晶岩类裂隙水。

——第四系松散岩类孔隙水：该孔隙水主要分布于谷地、河流阶地、溪流两侧等，主要含水层为砂、卵(碎)石层等，富水程度中等～强。主要由大气降水及高地势地下水、地表水补给，以渗流的方式向低洼处流动。

——基岩裂隙水：该裂隙水属于块状基岩裂隙水，主要分布于丘陵区，富水性较贫乏，渗透性弱，水量较小，局部节理裂隙密集带、断裂破碎带及不同围岩接触带富水性较好，水量较大。地下水以接受大气降水的补给为主，径流受地形地貌控制明显，大部分以河床为相对排泄基准面，地下水接受补给后，自局部的分水岭向沟谷中以散流的形式排泄，具有径流途径短、就地补给就地排泄的特点。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧道洞口段为第四系松散岩类孔隙潜水，含水层以残坡积粉质黏土为主，该层透水性和富水程度较差，隧道施工中可能发生水滴状漏水现象，对地下水影响较小；洞身段基岩为花岗岩和变质砂岩，节理裂隙发育，隧址区主要发育多组节理裂隙，该段岩体渗透系数将增大，透水性较好，施工中，如遇到节理裂隙带、不同岩性变化处，可能出现突然涌水或涌沙现象，对地下水影响较大。施工前，一定要进行详细地质、水文地质勘察。

(4) 地下水保护措施

隧道施工过程中，为了减少地下水的流失，保护地下水资源，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——隧址区在节理和裂隙发育段，岩体渗透系数将增大，透水性较好。施工前做好地下水预探，加强地质预报，提前割断水源，及时实施超前小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，遇到不同岩性段，应采取喷混凝土初期支护，加强超前注浆和挂网锚喷初期支护措施，及时对开挖岩面进行封闭和支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——隧址区富水性虽然弱，但隧道仍需用砼进行衬砌，加强全断面超前探水、探软弱夹层、超前与初期支护，防止地下水渗入隧道内。

——施工过程及运营期对隧址区地下水进行监测，及时了解隧道建设对地下水的影响程度。

11) 南山隧道

南山隧道位于广东省揭阳市揭西县，隧道进口距离埝坑村约 850m，隧道出口距南山镇约 1.3km。隧道进、出口及顶部均无水井、泉水、水库等分布。隧道长度 702m，进、出口地貌见图 7.3-21 和图 7.3-22，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-21 隧道进口地形地貌

图 7.3-22 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区地貌单元属构造剥蚀低山丘陵区，隧道穿越地段地形整体地形起伏较大，只在隧道进口地段山体起伏相对较缓。隧址区山体呈北西向展布，隧道穿越区段最高平均海拔约 422m。山体总体自然坡度一般 35°～45°，局部坡度较缓。

——地层

隧址区地层主要为第四系全新统残坡积土，下伏基岩为侏罗系上统花岗岩，三叠系上统侏罗纪下统长石石英砂岩。

——地质构造

隧址区发育有有 3 处节理裂隙密集带、2 处断裂破碎带。

——地震

据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)，地震动峰值加速度 0.10g、地震动特征周期 0.35s、抗震设防烈度为 7 度、设计地震分组为第一组。

(2) 水文地质条件

隧址区地下水类型为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两类。

——松散岩类孔隙水：一是呈条带状分布于溪流两侧冲积土层孔隙中，含水量小，受大气降水及高地势地下水、地表水补给，以渗流的方式向低洼处径流排泄或蒸发排泄。二是分布于低洼处的残坡积土层孔隙中，含水量小，受大气降水补给，以渗流的方式向低洼处径流排泄或蒸发排泄，以及在地形适当部位以泉水的形式排出。含水量丰富，受大气降水及高地势地下水、地表水补给，以渗流的方式向低洼处径流排泄或蒸发排泄，以及人工水井取水排泄。

——基岩裂隙水：赋存于基岩裂隙中，主要受大气降水补给，并受岩石完整性及裂隙发育、开启程度制约，沿基岩风化裂隙、构造裂隙等向地势低凹处排泄或在地形适当部位以泉水的形式排出，含水量一般较小，但在断裂破碎带、节理密集带部位，含水量丰富。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧址区发育有 3 处节理裂隙密集带、2 处断裂破碎带。隧道洞口段为第四系松散岩类孔隙潜水，含水层为残坡积土中，透水性及富水性弱，隧道开挖中可能发生水滴状漏水象，对地下水影响较小；洞身段主要为花岗闪

长岩和长石石英砂岩，岩体节理裂隙发育，发育有 3 处节理裂隙密集带、2 处断裂破碎带，该地段富水性强，在某些裂隙贮水段、断裂破碎带及岩性变化处施工时，可能出现突然涌水或涌沙现象，对地下水影响较大。施工前，一定要进行详细的地质、水文地质勘察。

(4) 地下水保护措施

隧道施工过程中，为了减少地下水的流失，保护地下水资源，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——隧址区，在断裂破碎带、岩性变化处及节理裂隙发育段，岩体渗透系数将增大，透水性较好。施工前做好地下水预探，加强地质预报，加强超前管棚、超前锚杆、超前注浆和挂网锚喷初期支护措施，及时对开挖岩面进行封闭和支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——隧址区需用砼进行衬砌，加强全断面超前探水、探软弱夹层、超前与初期支护，防止地下水渗入隧道内。

——施工期及运行期，对隧道附近的地下水进行监测，关注地下水的变化情况，及时了解隧道建设对隧道附近地下水的影响程度。

12) 东坑隧道

东坑隧道位于广东省揭阳市与梅州市交界处，隧道进口距离梅州市丰顺县埔寨镇东坑约 390m，该村约有 20 户 70 人；隧道出口距离揭阳市揭东区玉湖镇观音山村约 1.5km 该村约有 40 户 130 人；隧道顶部无居民。隧道进口北约 300m 有一溪水集水池，为进口附近中心村居民生活和生产用水；隧道出口东约 200m 有一溪水集水池,为出口附近观音山村居民生活和生产用水；隧道顶部无水井、泉水、水库等分布。隧道长度 1926m，进、出口地貌见图 7.3-23 和图 7.3-24，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-23　隧道进口地形地貌

图 7.3-24　隧道出口地形地貌

(1)　地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属构造剥蚀低山丘陵地貌单元，山体呈南北向展布，“V”型沟谷发育，山体整体地势起伏较大，自然坡度一般 25°～55°，局部山体陡峭，坡度达 60°以上。区内平均海拔约 178.00m。

——地层

隧址区主要发育第四系残坡积层，以黏性土为主，局部含砂砾颗粒；下伏基岩为发育侏罗系上统全风化、强风化、中等风化花岗岩。

——地质构造

隧址区岩体节理较发育，主要发育有 3 组节理裂隙密集带。

——地震

根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)附录 A、《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)附录 A、《中国地震动反应谱特征周期区划图》(GB18306-2015)附录 B，穿越场地的抗震设防烈度为 7 度(图 6.1)，设计地震分组为第一组，设计基本地震加速度度值为 0.15g，特征周期为 0.35s。

(2)　水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水。

——第四系松散岩类孔隙潜水

隧址区孔隙水主要埋藏于隧道进出口外侧低洼处土层内，以砂质黏性土为主，局部含砂砾颗粒，透水性弱～中等，富水程度较弱，其补给源主要为大气降水，局部受基岩裂隙水侧向补给，地下水受降雨影响明显。

——基岩裂隙水

隧址区地下水类型主要为基岩裂隙水。基岩裂隙水赋存于花岗岩裂隙中，中等～强富水；局部断裂破碎带、节理密集带部位强富水，透水性强。受大气降水补给，并受岩石完整性及裂隙发育、开启程度制约，沿基岩裂隙及构造破碎带等向地势低凹处排泄，水量较小。

——地下水补给、径流、排泄

隧址区地下水的补给主要是来自大气降雨渗入补给。当大气降雨降落地面后，大部分汇集于隧址区内的山间沟谷之中形成地表迳流；另一部分则通过松散土层孔隙、基岩裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流，具有径流途径短、就地补给就地排泄的特点。

(3) 隧道施工对地下水的影响

在隧道进、出口主要为第四系松散岩类孔隙潜水，地下水赋存于含砂砾颗粒的砂质黏性土孔隙之中，透水性弱～中等，富水程度较弱，在隧道施工过程中，可能会有少量涌水，对地下水影响较小；隧道洞身段围岩节理、裂隙较发育，地下水赋存于花岗岩的风化裂隙中。洞身段发育 3 组节理裂隙密集带，在节理裂隙密集带及其延伸方向附近岩体破碎，某些地段裂隙贮水，施工过程中可能会造成洞室大规模涌水，随着隧道内地下水的不断排出，地下水水力坡度加大，流速加快，以地表径流形式流失和浪费，使隧址区影响范围内地下水水位下降，可能会使隧道进、出口附近溪流水量减少甚至断流，从而会影响隧道进口附近中心村居民和出口附近观音山村村民生活和生产用水。

(4) 地下水保护措施

根据东坑隧道隧址区地质构造、隧址区地质和水文地质条件，结合隧道开挖对地下水的环境影响，隧道施工时，除了执行隧道施工的一般措施外，还应采取以下措施：

——施工前，查明隧址区节理裂隙的发育情况及其富水性。

——施工前，对隧道进、出口附近村庄可能受影响的水源，要有可靠的替代方案，保证居民饮用水得到及时有效的供给。

——建立补偿机制，预留应急费用。若隧道进、出口附近中心村和观

音山村部分居民生活和生产用水受到影响，应对居民进行补偿。

——施工中，对隧址区发育的节理裂隙，应采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生。按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工过程中，若发生大量涌水致使隧道进、出口附近的溪水流量断流，影响隧道进、出口附近中心村和观音山村部分居民生活和生产用水，应急时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧道出口附近的溪水进行勘查测量，关注地下水的变化情况，及时了解隧道建设对隧道进、出口附近中心村和观音山村部分居民用水的影响程度。

13） 吉平隧道

吉平隧道位于广东省梅州市丰顺县，隧道进口位于丰顺县汤坑镇东秀村 2.3km，隧道出口距离汤坑镇吉平村 286m。隧道进出口及顶部无居民、水井、泉水和水库等。隧道长度 1206m，进、出口地貌见图 7.3-25 和图 7.3-26，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-25 隧道进口地形地貌

图 7.3-26 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区地貌单元属构造剥蚀低山丘陵区，隧道穿越山体，地形起伏较大，进口处山体坡度约 35°，出口处山体坡度约 50°。山体整体地势起伏

较大，自然坡度一般 25°～55°，局部山体陡峭，坡度达 60°以上。

——地层

隧隧址区地层主要为第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统兜岭群的花岗闪长岩。

——地质构造

隧道所在区域属于华南板块的东南缘。隧道出口附近有 1 条断层、5 条节理密集带区域，其延伸方向附近岩体破碎。

——地震

据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)和《中国地震动参数区划图》(GB 18306－2015)，饶平县设计基本地震加速度值为 0.15g，地震动反应谱特征周期值为 0.40s，抗震设防烈度为 7 度，拟建隧道区设计地震分组为第一组。

(2) 水文地质条件

隧址区地下水类型主要为第四系松散岩类孔隙水和结晶岩类裂隙水。

第四系松散岩类孔隙水：该孔隙水赋存于残坡积土中，透水性及富水性弱，受大气降水及高地势地下水、地表水补给，以渗流的方式向低洼处流动或以泉水的形式排出。

结晶岩类裂隙水：该裂隙水主要赋存于节理裂隙密集区，以及强或中等风化结晶岩类岩中。前者含水层赋存空间大，富水性强，后者富水性弱～中等。主要受大气降水补给，受岩石完整性及裂隙发育、开启程度制约，沿基岩风化裂隙、构造裂隙等向地势低凹处排泄，水量较小。

勘察期间隧道穿越区域的地下水水位埋深为 5.8m～10.4m，地下水水位年变幅为 3m～5m。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧道出口附近发育有 1 条断层、5 条节理密集带区域。隧道进、出口地下水类型为第四系松散岩类孔隙水，透水性及富水性弱，隧道进口施工时，可能会以滴水状漏水涌出，对地下水影响较小；在隧道出口附近发育 1 条断层、5 条节理密集带，断层及节理密集带延伸方向附近岩体破碎，某些地段裂隙贮水，隧道出口施工中，可能会发生突涌水涌砂现象，对地下水影响较大；隧道洞身段基岩为花岗闪长岩，局部节理发育段岩体破碎，地下

水主要为基岩裂隙水，中等富水，岩层整体渗透性中等，施工中，可能会呈线状、面状或股状出水，对地下水影响较大。隧道建设将造成地下水流场和水动力条件发生局部改变，形成新的地下水排泄通道，会有大量的地下水涌出地面，对地下水影响较大。

可能会使进口附近的泉水水量减少甚至消失。

(4) 地下水保护措施

根据隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——施工前，查明隧道出口段断层的性质，如果是导水断层，采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生。

——隧址区断层、节理裂隙发育，尤其是在断层、节理密集带延伸方向附近，岩体破碎。在掘进前期，要进行长距离超前地质预报、超前探水，在隧道开挖附近进行中、短距离探水，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工前，对隧道进口附近村庄可能受影响的水源，要有可靠的替代方案，可以在原泉眼上游或附近寻找新的泉眼，保证居民饮用水得到及时有效的供给。

——施工过程中，对隧址区发育的断层破碎带，及时实施超前钻孔注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——洞身段施工时，Ⅴ和Ⅵ级围岩地段采用“先探测、管超前、预注浆、短进尺、弱爆破、强支护、紧封闭、勤量测”的方法施做，避免突涌水现象发生。

——对隧址区较发育的节理密集带破碎处，应采取灌浆处理，对沟内流水进行合理疏导设计，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧道附近地下水进行监测，及时了解隧道建设对隧道附近地下水的影响程度。

14) 园潭隧道

园潭隧道位于广东省梅州市丰顺县，隧道进口距离丰顺县东联镇园潭村约 150m，隧道出口距离横东村散户约 102m。隧道进、出口及顶部无居民，隧道顶部无水井、泉水和水库。隧道长度 691m，进、出口地貌见图 7.3-27 和图 7.3-28，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-27　隧道进口地形地貌

图 7.3-28　隧道出口地形地貌

(1)　地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属低山区，区内切割强烈，“V”型沟谷发育，山体隆起，地势中间高四周低，起伏大，测量范围内山顶高程约 521m，最低海拔高程约 106m，高差达 415m。山体地势整体较陡峭，隧道西侧整体坡度约 30°。进口段山体坡度较缓；洞身段山体地势起伏大，坡度多在 35°～45°之间，局部坡度较陡，约 50°左右。基岩出露较少，多集中在隧道两侧沟谷处。

——地层

拟建隧道穿越岩土层主要有第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统兜林群流纹英安岩。

——地质构造

通过对场区进行的工程地质测绘，场区内未发现明显断裂构造痕迹，主要发育 3 组节理裂隙。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306－2001)(2008 年国家标准第 1 号修改单)场区地震峰值加速度值为 0.15g，地震动反应谱特征周期 0.40s，

抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第一组。

(2) 水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙潜水。

——第四系孔隙含水层

第四系孔隙水主要赋存于隧道进出口外侧的溪流两旁的土层内。土层厚度分布不均，以含碎石粉质黏土为主，该层透水性较差，因此第四系孔隙含水层富水程度较差。

——基岩裂隙含水层

隧址区内基岩为流纹英安岩，受构造影响，裂隙较发育，具有一定的透水性、富水性。特别是洞身段的断裂破碎带、节理密集带部位，渗透性、富水性较好。

——地下水补给、径流、排泄

基岩裂隙主要接受大气降水入渗补给。当大气降雨降落地面后，一部分降雨以地表面流的形式向沟谷低洼处排泄；一部分则通过裸露岩土层孔隙、裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。地下水迳流过程中，含水层被水文网切割，地下水沿基岩裂隙溢出地表转化为泉水。在开采条件下或人为改变其水动力条件下(如洞室开挖)，会引起水力条件的改变，具有水位差，地下水迳流排泄加快。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧址区未发现断裂通过。在隧道围岩发育 3 组构造节理。隧道洞口段为第四系松散岩类孔隙潜水，含水层以含碎石粉质黏土为主，该层透水性较差，含水层富水程度较差，隧道开挖中可能发生水滴状漏水象，对地下水影响较小；洞身段主要为流纹英安岩，岩体破碎，节理、裂隙发育，在某些裂隙贮水段施工时，可能出现突然涌水或涌沙现象，对地下水影响较大。

隧道建设将造成地下水流场和水动力条件发生局部改变，形成新的地下水排泄通道，会有大量的地下水涌出地面，以地表径流形式流失和浪费，可能会使进、出口附近的泉水水量减少甚至消失。

(4) 地下水保护措施

隧道施工过程中，为了减少地下水的流失，保护地下水资源，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——隧址区在节理和裂隙发育段，岩体渗透系数将增大，透水性较好。施工前做好地下水预探，加强地质预报，提前割断水源，及时实施超前小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工前，对隧道进、出口附近村庄可能受影响的水源，要有可靠的替代方案，可以在原泉眼上游或附近寻找新的泉眼，保证居民饮用水得到及时有效的供给。

——隧道洞口段流纹英安岩为全风化～强风化，节理裂隙发育，施工过程中，应采取喷混凝土初期支护，加强超前管棚、超前锚杆、超前注浆和挂网锚喷初期支护措施，及时对开挖岩面进行封闭和支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——隧址区富水性虽然弱，但隧道仍需用砼进行衬砌，加强全断面超前探水、探软弱夹层、超前与初期支护，防止地下水渗入隧道内。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧道附近地下水进行监测，及时了解隧道建设对隧道附近地下水的影响程度。

15) 横东1#隧道

横东 1#隧道位于广东省梅州市丰顺县，隧道进口距离横东村散户约200m，隧道出口距离横东村约 300m。隧道进、出口及顶部无其他居民，隧道进、出口及顶部均无水井、泉水和水库。隧道长度 787m，进、出口地貌见图 7.3-29 和图 7.3-30，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-29　隧道进口地形地貌

图 7.3-30　隧道出进口地形地貌

(1)　地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区地貌单元属构造剥蚀低山丘陵区，所在山体地形起伏较大，隧址区山体呈南北向展布，“U”型沟谷较发育，区内最高海拔 705.40m，最低海拔 307.20m，相对高差达 398.20m，平均海拔约 450m。山体整体地势起伏较大，自然坡度一般 40°～55°，局部山体陡峭，坡度达 55°以上。

——地层

管道穿越处岩土层主要为第四系残积层，下伏基岩为侏罗系上统兜岭群的辉绿岩、闪长岩、花岗岩地层。

——地质构造

隧道洞身存在节理密集带，节理密集带延伸方向附近岩体破碎。

——地震

据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)和《中国地震动参数区划图》(GB 18306－2001)，饶平县设计基本地震加速度值为 0.15g，地震动反应谱特征周期值为 0.40s，抗震设防烈度为 7 度，拟建隧道区设计地震分组为第一组。

(2)　水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙水与基岩类裂隙水。

第四系松散岩类孔隙水：为上全新统残坡积层孔隙潜水含水岩组。该类含水层为第四系残坡积成因，分布于山谷低洼、平缓及进洞口处。主要

赋存于残坡积土中，透水性及富水性弱，受大气降水及高地势地下水、地表水补给，以渗流的方式向低洼处流动或以泉水的形式排出。

基岩类裂隙水：含水介质为花岗岩，地下水主要赋存于基岩裂隙中，水量因裂隙、成因和发育程度而有较大差异，在节理裂隙密集区、断层部位，富水性强；在强或中等风化结晶岩类中，富水性弱～中等。主要受大气降水补给，并受岩石完整性及裂隙发育、开启程度制约，在节理密集带、断层部位含水较丰富，沿基岩风化裂隙、构造裂隙等向地势低凹处排泄，水量较小。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧道洞身及其附近发育节理密集带。隧道进、出口主要为松散堆积物孔隙水，富水性差，隧道进口施工时，涌漏水量可能较小，对地下水影响较小；在隧道洞身发育有节理密集带，节理密集带延伸方向附近岩体破碎，断层延伸方向附近岩体破碎，某些地段裂隙贮水，施工中，可能会发生突涌水涌砂现象，对地下水影响较大；隧道洞身段基岩为辉绿岩、闪长岩、花岗岩地层，以及受断层构造影响挤压破碎的断层角砾岩，节理密集带延伸方向附近岩体破碎，隧道施工过程中，若遇到节理密集带、不同岩性变化处，容易发生突涌水现象，将有大量的地下水涌出地面，以地表径流形式流失和浪费，对地下水影响较大。

(4) 地下水保护措施

根据隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——施工前，查明隧址区节理密集带发育地带，采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生。

——隧址区节理裂隙发育，尤其是在节理密集带延伸方向附近，岩体破碎。在掘进前期，要进行长距离超前地质预报、超前探水，在隧道开挖附近进行中、短距离探水，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工前，对隧道进口附近村庄可能受影响的水源，要有可靠的替代方案，保证居民饮用水得到及时有效的供给。

——施工过程中，对隧址区发育的断层破碎带，及时实施超前钻孔注

浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——对隧址区较发育的节理密集带破碎处，应采取灌浆处理，对沟内流水进行合理疏导设计，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧道附近地下水进行监测，及时了解隧道建设对隧道附近地下水的影响程度。

16) 横东2#隧道

横东 2#隧道地处东省梅州市丰顺县，隧道进口距离横东村约 300m。隧道进、出口及顶部无居民、水井、泉水、水库等分布。隧道长度为 658m。隧道进、出口地貌见图 7.3-31 和图 7.3-32，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-31 隧道进口地形地貌

图 7.3-32 隧道出进口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属低山区，区内切割强烈，山体隆起，地势中间高四周低，起伏大，隧址区内山顶高程约 660 m，最低海拔高程约 410 m，高差达 250m。

——地层

隧址区地层主要为第四系残、坡积层，下伏基岩为侏罗系上统兜林群上组中段流纹英安岩。

——地质构造

隧道洞身发育 2 条断层，断层延伸方向附近岩体破碎；发育 2 段节理裂隙密集带(J1～J2)及多组节理裂隙。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306－2001)(2008 年国家标准第 1 号修改单)场区地震峰值加速度值为0.15g,地震动反应谱特征周期0.40s，抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第一组。

(2) 水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙潜水。

① 第四系孔隙含水层

隧址区内孔隙水主要埋藏于隧道进出口外侧低洼处土层内，埋深一般1m～2m，含水层岩性以粉质黏土为主，透水性及富水程度弱，其补给源主要为大气降水，局部受基岩裂隙水侧向补给，地下水受降雨影响明显。

② 基岩裂隙含水层

该裂隙水主要赋存于碎块状强风化流纹英安岩及中等风化流纹英安岩节理裂隙发育部位，埋深一般较大，其富水性一般受地形地貌、岩性及节理裂隙、构造发育程度控制。整体富水性弱～中等，节理裂隙密集区及断层部位富水性强。

③ 地下水补给、径流、排泄

隧址区地下水的补给主要是来自大气降雨渗入补给。当大气降雨降落地面后，大部分汇集于隧址区内的山间沟谷之中形成地表迳流；另一部分则通过松散土层孔隙、基岩裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧道洞身发育2条断层,2段节理裂隙密集带(J1～J2)及多组节理裂隙。隧道洞口段为第四系松散岩类孔隙潜水，洞口含水层由第四系全新粉质黏土组成，透水性和富水性弱，隧道开挖可能发生淋雨状出水，对地下水影响较小；隧道洞身段为流纹英安岩基岩裂隙水，构造裂隙发育，发育 2 条断层，2 段节理裂隙密集带(J1～J2)及多组节理裂隙，断层延伸方向附近岩体破碎。施工中，若遇到断层破碎带、节理裂隙密集区，某些地段节理贯通、裂隙可能贮水，施工过程中可能出现突然涌水或涌沙现象，对地下水

影响较大。隧道建设将在一定程度上改变隧址区原有的地下水径流及排泄条件，形成新的地下水排泄通道。

(4) 地下水保护措施

隧道施工过程中，为了减少地下水的流失，保护地下水资源，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——施工前，查明隧址区断层的性质，如果是导水断层，采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生。

——施工前，进一步查清隧道与其周围泉等水力联系，制定详细、可靠的隧道施工防治水方案和应急措施，确保导(充)水裂隙和地下水侵蚀性较强地段堵(治)水措施的有效性。

——隧址区断层、节理裂隙发育，尤其是在断层延伸方向附近，岩体破碎。在掘进前期，要进行长距离超前地质预报、超前探水，在隧道开挖附近进行中、短距离探水，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，对隧址区发育的断层破碎带，节理裂隙发育处及时实施超前钻孔注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——对隧址区较发育的基岩裂隙应采取灌浆处理，对沟内流水进行合理疏导设计，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧道附近地下水进行监测，及时了解隧道建设对隧道附近地下水的影响程度。

17) 高棚隧道

高棚隧道地处广东省梅州市丰顺县，属于山岭隧道。隧道进、出口及顶部无居民、水井、泉水和水库等分布。隧道长 1803m，进、出口地貌见图 7.3-33 和图 7.3-34，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-33　隧道进口地形地貌

图 7.3-34　隧道出口地形地貌

(1)　地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属中低山区，区内切割强烈，“U”型沟谷发育，山体呈近南北向展布，地势西高东低，南低北高，平均海拔 500m，山体地势整体较陡峭，整体坡度约 28°，上部山体整体地势起伏不大，山体坡度多在 25°～30º之间。

——地层

隧址区地层为第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统兜林群上组中段凝灰熔岩。

——地质构造

隧道洞身存在一条北东南西向分布的断层 F1，断层延伸方向附近岩体破碎，发育有 4 组节理裂隙。

——地震

据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)和《中国地震动参数区划图》(GB 18306－2001)国家标准第 1 号修改单，平和县设计基本地震加速度值为 0.10g，地震动反应谱特征周期值为 0.40s，抗震设防烈度为 7 度，拟建隧道区设计地震分组为第二组。

(2)　水文地质条件

地下水类型主要为基岩裂隙潜水和第四系松散岩类孔隙潜水。

①　第四系孔隙含水层

第四系孔隙水主要赋存于隧道出口的土层内。土层厚度分布不均，以含碎石粉质黏土为主，该层透水性较差，富水程度较差。

② 基岩裂隙含水层

隧址区内基岩为凝灰熔岩，受构造影响，裂隙较发育，具有一定的透水性、富水性。特别是洞身段的断层破碎带、节理密集带部位，渗透性、富水性较好。

③ 地下水补给、径流、排泄

基岩裂隙潜水主要接受大气降水入渗补给。当大气降雨降落地面后，一部分降雨以地表面流的形式向沟谷低洼处排泄；一部分则通过裸露岩土层孔隙、裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。地下水迳流过程中，含水层被水文网切割，地下水沿基岩裂隙溢出地表转化为泉水。在开采条件下或人为改变其水动力条件下(如洞室开挖)，会引起水力条件的改变，具有水位差，地下水迳流排泄加快。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧道洞身发育 1 条北东南西向分布的断层 F1，围岩中发育有 4 组节理裂隙。隧道进、出口地下水主要赋存于含碎石粉质黏土之中，透水性和富水性较差。在隧道进、出口施工中，可能以滴水渗水为主，对地下水影响较小；隧道洞身段为基岩裂隙水，发育 1 条断层，断层延伸方向附近岩体破碎，隧道施工过程中，遇到断层破碎带、节理裂隙较发处，容易发生突涌水现象，将有一定量的地下水涌出地面，以地表径流形式流失和浪费，对地下水影响较大。

(4) 地下水保护措施

为了减小隧道施工对地下水影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

根据隧道隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道施工的一般措施外，还应采取以下措施：

——施工前，查明隧址区断层的性质，如果是导水断层，采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施。

——隧道进出口清理残坡积含碎石粉质粘土或进行明洞支护开挖，同

时进行沟内流水的合理疏导设计，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——隧址区断层、节理裂隙发育，尤其是在断层延伸方向附近，岩体破碎。在掘进前期，要进行长距离超前地质预报、超前探水，在隧道开挖附近进行中、短距离探水，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，对隧址区发育的断层破碎带，节理裂隙发育处及时实施超前钻孔注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——由于隧址区地下水主要补给来源为大气降水，含水层的富水性受降雨的制约，建议施工选择在枯水期，涌水量不会太大，对地下水的影响也会减小。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧道附近地下水进行监测，及时了解隧道建设对隧道附近地下水的影响程度。

18） 鸡啼隧道

鸡啼隧道地处广东省梅州市丰顺县，属于山岭隧道。隧道进、出口附近及顶部均无居民、水井、泉水和水库。隧道长度 1379m。隧道进、出口地貌见图 7.3-35 和图 7.3-36，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-35 隧道进口地形地貌

图 7.3-36 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属中低山区，区内切割强烈，“U”型沟谷发育，山体呈近南北向展布，地势西高东低，南低北高，平均海拔500m。

——地层

隧址区地层主要发育第四系残、坡积层，下伏基岩为侏罗系上统兜林群上组中段凝灰熔岩和燕山早期花岗岩。

——构造

隧道出口和洞身各发育 1 条断层，断层延伸方向附近岩体破碎；发育有4组节理裂隙。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306－2001)(2008 年国家标准第1号修改单)场区地震峰值加速度值为0.10g,地震动反应谱特征周期0.45s，抗震设防烈度为7度，设计地震分组为第三组。

(2)　水文地质条件

——地下水类型

地下水类型主要为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙潜水。

①　第四系孔隙含水层

隧址区内孔隙水主要埋藏于隧道进、出口外侧低洼处的土层内。土层以含碎石粉质黏土为主，透水性较差，富水程度较弱，其补给源主要为大气降水，局部受基岩裂隙水侧向补给，地下水受降雨影响明显。

②　基岩裂隙含水层

隧址区内基岩主要为凝灰熔岩和花岗岩，基岩裂隙较发育。强风化层较厚，结构较松散，裂隙较发育，岩层透水性中等。中等风化及微风化层，裂隙发育稍差，含有地下水；但在断裂破碎带部位，含水丰富。

②　地下水补给、径流、排泄

隧址区地下水的补给主要是来自大气降雨渗入补给。当大气降雨降落地面后，大部分汇集于隧址区内的山间沟谷之中形成地表迳流；另一部分则通过松散土层孔隙、基岩裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流，向地势低洼处排泄。

(3)　隧道施工对地下水的影响

隧道出口和洞身分别发育 1 条断层，洞身段发育有 4 组节理裂隙。隧道进、出口主要为松散堆积物孔隙水，富水性差，隧道进口施工时，涌漏水量可能较小，对地下水影响较小；在隧道出口附近发育有断层破碎带，某些地段裂隙贮水，施工中，可能会发生大量涌水，对地下水影响较大；隧道洞身段为基岩裂隙水，该裂隙水主要分布在凝灰熔岩和花岗岩的基岩裂隙中；洞身段围岩节理、裂隙较发育，发育 1 条断层，断层延伸方向附近岩体破碎，隧道施工过程中，遇到节理、裂隙较发育处、断层破碎带及不同岩性变化处，容易发生突涌水现象，将有大量的地下水涌出地面，以地表径流形式流失和浪费，对地下水会造成很大影响。

(4) 地下水保护措施

根据隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——施工前，查明隧址区 1 条断层的性质，如果是导水断层，采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施。

——进、出口清理残坡积含碎石粉质粘土或进行明洞支护开挖，同时进行沟内流水的合理疏导设计，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——隧址区断层、节理裂隙发育，尤其是在断层延伸方向附近，岩体破碎。在掘进前期，要进行长距离超前地质预报、超前探水，在隧道开挖附近进行中、短距离探水，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。同时进行沟内流水的合理疏导设计。

——施工过程中，对隧址区发育的断层破碎带，及时实施超前钻孔注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——隧道出口附近发育的断层，施工过程中在强降雨作用下，易发生坍塌，应及时进行支护，建议作为堑坡开挖，并作锚杆挂网喷浆。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧道附近地下水进行监测，及

时了解隧道建设对隧道附近地下水的影响程度。

19） 白水砌隧道

白水砌隧道地处广东省梅州市丰顺县，隧道出口距离坑尾村约 180m。隧道进、出口及顶部均无居民、水井、泉水和水库等分布。隧道长度为 1937m。隧道进出口地貌见图 7.3-37～图 7.3-38，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-37 隧道进口地形地貌

图 7.3-38 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属低山丘陵区，区内切割强烈，山体呈近南北向展布，地势东高西低，南高北低，平均海拔 500m。

——地层

隧址区主要有第四系残坡积层含碎石粉质粘土、第四系崩坡积层碎石土、下伏基岩为燕山早期第二次侵入花岗闪长岩，侏罗系上统兜林群下组凝灰质砂岩。

——地质构造

隧址区发育 4 条次级断层，3 组节理裂隙。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306－2001)(2008 年国家标准第 1 号修改单)场区地震峰值加速度值为0.10g,地震动反应谱特征周期0.45s，抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第三组。

(2) 水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙潜水。

① 第四系松散岩类孔隙水

隧址区内孔隙水主要埋藏于隧道进出口、山顶台地及洞身斜坡表层土层内。土层厚度分布不均，隧道进出口与山顶台地坡度较缓地带较厚，洞身斜坡坡度较陡地带土层较薄，以碎石土为主，透水性较好，富水程度较弱。补给源主要为大气降水，局部受基岩裂隙水侧向补给，大气降水一部分沿坡面向下排泄，一部份下渗至下伏的基岩中。

② 基岩裂隙含水层

隧址区内基岩主要为凝灰质砂岩和花岗闪长岩，基岩裂隙较发育，基岩强风化层较厚，结构较松散，孔隙较发育，岩层透水性中等。中风化凝灰质砂岩为中等透水层，强风化花岗闪长岩为弱透水层，微风化凝灰质砂岩和花岗闪长岩均为弱透水层；推断断层带岩体破碎，孔隙发育，透水性中等。

③ 地下水补给、径流、排泄

隧址区地下水的主要是来自大气降雨渗入补给。当大气降雨降落地面后，大部分汇集于隧址区内的山间沟谷之中形成地表迳流；另一部分则通过松散土层孔隙、基岩裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧址区隧址区发育 4 条次级断层，3 组节理裂隙。隧址区地下水类型主要为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙潜水。隧道进出口主要为第四系松散岩类孔隙水，富水程度较弱。在隧道进、出口施工时，可能发生小股流出水，对地下水影响较小；洞身段虽然富水性差，但断层、节理裂隙发育，在断层破碎带及某些地段裂隙贮水，施工过程中若遇到断层破碎带、节理裂隙发育处、岩性变化处以及含水量较丰富的凝灰岩地区，可能出现突然涌水或涌沙现象，对地下水影响较大。

(4) 地下水保护措施

为了保护地下水资源，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——施工前，查明隧址区断层性质、节理、裂隙、破碎带的发育情况及其富水性。

——隧址区断层破碎带、节理裂隙较发育，在岩石破碎带和裂隙密集带，岩体渗透系数将增大，透水性较好。施工前做好地下水预探，加强地质预报，超前长距离探水，提前割断水源，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工过程中，对隧址区发育的断层、节理、裂隙、破碎带，及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，隧址区需用砼进行衬砌，防止地下水渗入隧道内。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧道附近地下水进行监测，及时了解隧道建设对隧道附近地下水的影响程度。

20) 大伦坪隧道

大伦坪隧道地处福建省漳州市平和县，隧道进口距离平和县竹坑东约200m；隧道出口距离于平和县甘坑村约200m，该村有25户约100人；隧道进口及顶部无居民。隧道出口东约300m有一集水池，其水源位于出口西上坡约300m，该泉水为出口附近居民生活和生产用水；隧道进口及顶部均无水井、泉水和水库。隧道长度2813m，进、出口地貌见图7.3-39和图7.3-40，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图7.3-39 隧道进口地形地貌

图7.3-40 隧道出进口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属中低山区，区内切割强烈，山体呈近南北向展布，地势西高东低，南低北高，平均海拔 580m。山体地势整体陡峭，山体两侧坡体上部相对较陡，坡度 36°～50º，中下部相对稍缓，坡度 10°～30º。隧道走向 271º。

——地层

隧址区发育有第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统兜林群上组中段凝灰熔岩，侏罗系上统兜林群下组砂岩。

——地质构造

隧道进出口附近各发育一条断层 F1、F2，受其影响，隧道进出口段围岩岩体较破碎。隧道洞身在燕山期石英砂岩中存在一条南西向分布的断层 F3，断层延伸方向附近岩体破碎；隧址区域内发育 1 处节理密集带，发育于侏罗系石英砂岩中；隧道岩体中主要发育有 4 组节理裂隙。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306－2001)(2008 年国家标准第 1 号修改单)场区地震峰值加速度值为0.10g,地震动反应谱特征周期0.45s，抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第三组。

(2)　水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙水与基岩类裂隙水。

①　第四系孔隙含水层

隧址区内孔隙水主要埋藏于隧道进出口及洞身斜坡表层土层内，赋存于碎石土地层中，该层透水性较好，富水程度较差。隧道进出口坡度较缓地带较厚，洞身斜坡坡度较陡地带土层较薄，以碎石土为主，透水性较好；同时斜坡坡度较陡，大气降水一部分沿坡面向下排泄，一部份下渗至下伏的基岩中。其补给源主要为大气降水，局部受基岩裂隙水侧向补给，地下水受降雨影响明显。

②　基岩裂隙含水层

隧址区内基岩主要为石英砂岩和凝灰熔岩，基岩裂隙较发育，强风化层较厚，结构较松散，孔隙较发育，中风化凝灰熔岩为中等透水层，微风化凝灰熔岩和石英砂岩均为弱透水层；推断断层带岩体破碎，孔隙发育，

透水性中等，透水性中等。

③ 地下水补给、径流、排泄

隧址区地下水主要来自大气降雨渗入补给。当大气降雨降落地面后，大部分汇集于隧址区内的山间沟谷之中形成地表迳流；另一部分则通过松散土层孔隙、基岩裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧址区未见大规模断裂构造，隧道进、出口附近各发育 1 条断层 F1、F2，隧道洞身发育 1 条断层 F3。隧址区域内发育 1 处节理密集带 J1 和 4 组节理裂隙。地下水类型为第四系孔隙水和基岩裂隙水。第四系松散岩类孔隙潜水主要埋藏于隧道进、出口，透水性中等，富水程度差。但是在隧道进、出口附近各发育 1 条断层 F1、F2，受其影响，隧道进出口段围岩岩体较破碎，在隧道进、出口施工时，可能发生突水、突泥现象，对地下水影响较大；洞身段受构造影响，在燕山期石英砂岩中发育 1 条南西向分布的断层 F3，断层延伸方向附近岩体破碎；隧址区域内在侏罗系石英砂岩中发育 1 处节理密集带 J1 和 4 组节理裂隙。隧址区石英砂岩和凝灰熔岩地区地层含水量较丰富，施工过程中若遇到断层破碎带、节理密集带、岩性变化处，以及在石英砂岩和凝灰熔岩地区施工，可能会有大量地下水涌出，以地表径流形式流失和浪费，可能会使出口附近泉水流量减少或消失，对出口附近甘坑村居民生活和生产用水造成很大影响。

(4) 地下水保护措施

为了充分利用水资源，不因隧道建设浪费大量水资源，根据隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——施工前，查明隧址区断层性质、节理、裂隙、破碎带的发育情况及其富水性。

——设计施工应采取有效的防、排水措施；进出口清理残坡积碎石土或进行明洞支护开挖，同时进行沟内流水的合理疏导设计，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施。

——隧道进、出口及洞身段均发育有断层，隧址区域内发育 1 处节理

密集带，岩体渗透系数将增大，透水性较好。施工前做好地下水预探，加强地质预报，超前长距离探水，提前割断水源，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工前，对隧道出口附近村庄可能受影响的水源，要有可靠的替代方案，可以在原泉眼上游或附近寻找新的泉眼，保证居民饮用水得到及时有效的供给。

——建立补偿机制，预留应急费用。若隧道出口附近居民生活和生产用水受到影响，应对居民进行补偿。

——施工过程中，对隧址区发育的断层破碎带、节理密集带、节理裂隙以及岩性变化处，及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，隧址区需用砼进行衬砌，防止地下水渗入隧道内。

——施工过程中，若发生大量涌水致使隧道出口附近的泉水流量消失，影响隧道出口附近居民生活和生产用水，应急时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧道出口附近的泉水进行监测，及时了解隧道建设对隧道出口附近居民用水的影响程度。

21） 高田仔1#隧道

高田仔 1#隧道地处福建省漳州市平和县，隧道进口距离平和县西坑村约 1.1km，隧道出口距离平和县高天仔约 200m。隧道进口附近有 8 户约 30 人；隧道出口附近及顶部无居民。隧道进口西约 500m 有一泉水集水池，为进口附近居民生活和生产用水；隧道出口及顶部无水井、泉水和水库。隧道长度为 2178m。隧道进出口地貌见图 7.3-41～图 7.3-42，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-41　隧道进口地形地貌

图 7.8-42　隧道出口地形地貌

(1)　地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属低山丘陵区，区内切割强烈，山体呈北西-南东向展布，地势北东高南西低，平均海拔 200m，山体进口侧坡体下部较缓，平均坡度约 15°～25º，隧道走向 216º。

——地层

隧址区地层主要有发育第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统兜林群上组下段凝灰熔岩，侏罗系上统兜林群下组凝灰质砂岩。

——地质构造

隧址区发育 2 条断层 F1、F2，断层延伸方向附近岩体破碎。F1 断层发育于燕山期凝灰质砂岩中，总体呈南东走向；F2 断层发育于燕山期凝灰质砂岩中，总体呈南东走向。隧址区域内发育 3 处节理密集带。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306－2001)(2008 年国家标准第 1 号修改单)场区地震峰值加速度值为 0.10g，地震动反应谱特征周期 0.45s，抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第三组。

(2)　水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙潜水。

——第四系孔隙含水层

隧址区内孔隙水主要埋藏于隧道进出口及洞身斜坡表层土层内。土层厚度分布不均，隧道进出口坡度较缓地带较厚，洞身斜坡坡度较陡地带土层

较薄，以碎石土为主，透水性较好，富水程度较弱。其补给源主要为大气降水，局部受基岩裂隙水侧向补给，地下水受降雨影响明显。；大气降水一部分沿坡面向下排泄，一部份下渗至下伏的基岩中

——基岩裂隙含水层

隧址区内基岩主要为凝灰质砂岩和凝灰熔岩，基岩裂隙较发育，强风化层较厚，结构较松散，孔隙较发育，岩层透水性中等。中风化凝灰熔岩为中等透水层，微风化凝灰岩为弱透水层；推断断层带及节理密集带岩体破碎，孔隙发育，透水性中等。

——地下水补给、径流、排泄

隧址区地下水的补给主要是来自大气降雨渗入补给。当大气降雨降落地面后，大部分汇集于隧址区内的山间沟谷之中形成地表迳流；另一部分则通过松散土层孔隙、基岩裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。

(3) 隧道施工对地下水的影响

高田仔 1#隧道穿越地段未见大规模断裂和褶皱等构造。在隧道进、出口主要为第四系松散岩类孔隙潜水，地下水赋存于松散堆积物孔隙之中，透水性好，富水程度较弱，在隧道施工过程中，砂子和水可能一起涌出，可能对地下水影响较小；隧道洞身段围岩节理、裂隙较发育，地下水赋存于岩石的风化裂隙、构造裂隙之中，隧址区凝灰熔岩和砂岩地区地层含水量较丰富，施工过程中若遇到断层破碎带、节理密集带、岩性变化处，以及在凝灰熔岩和砂岩地区施工，可能会造成洞室大规模涌水，随着隧道内地下水的不断排出，地下水水力坡度加大，流速加快，以地表径流形式流失和浪费，对地下水影响较大。可能会使隧道进口附近泉水流量减少甚至消失，对进口附近居民生活和生产用水造成很大影响，因此，隧道施工前必须进行详查。

(5) 地下水保护措施

根据隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——隧址区岩体中断层、节理、裂隙较发育，施工前，查明断层的性质，如果是导水断层，采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施。

——对隧道进、出口清理残坡积含碎石土或进行明洞支护开挖，同时进行沟内流水的合理疏导设计，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工前，对隧道进口附近村庄可能受影响的水源，要有可靠的替代方案，可以在原泉眼上游或附近寻找新的泉眼，保证居民饮用水得到及时有效的供给。

——建立补偿机制，预留应急费用。若隧道进口附近居民生活和生产用水受到影响，应对居民进行补偿。

——施工过程中，对隧道隧址区发育的断层破碎带，及时实施超前钻孔注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——隧道隧址区节理裂隙均较发育。因此，施工过程中，为了避免裂隙充填物被冲刷将引起的涌水量增加，应及时衬砌封堵水。

——施工过程中，若发生大量涌水致使隧道进口附近的泉水流量消失，影响隧道进口附近居民生活和生产用水，应急时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧道进口附近的泉水进行监测，及时了解隧道建设对隧道进口附近西坑村居民用水的影响程度。

22) 高田仔2#隧道

高田仔 2#隧道地处福建省漳州市平和县，隧道进口距离小溪镇产坑村约 1.6km；出口距离坂仔镇西坑村约 0.97km，隧道进、出口附近及顶部均无居民、水井、泉水和水库。隧道长度为1281m。高田仔 2#隧道进出口地貌见图 7.3-43～图 7.3-44，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图 7.3-43　隧道进口地形地貌

图 7.3-44　隧道出口地形地貌

(1)　地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属低山丘陵区，区内切割强烈，山体呈北东-南西向展布，地势西高东低，平均海拔 380m。山体两侧坡体坡度整体较缓，平均坡度约 15°～30°，山顶及冲沟两侧坡体相对较陡，局部可达 45°～50°，隧道走向 258°。

——地层

隧址区发育有第四系残坡积层，下伏基岩为燕山晚期第二次侵入花岗斑岩，侏罗系上统兜林群上组下段凝灰熔岩，侏罗系上统兜林群下组砂岩。

——地质构造

隧址区发育有 2 条断层 F1、F2，断层延伸方向附近岩体破碎，F1 断层发育于燕山期凝灰熔岩中，总体呈南东走向，F2 断层发育于燕山期凝灰质砂岩中，总体呈南西走向。隧址区域内存在 3 处节理密集带。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306－2001)(2008 年国家标准第 1 号修改单)场区地震峰值加速度值为 0.10g，地震动反应谱特征周期 0.45s，抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第三组。

(2)　水文地质条件

隧址区地下水类型主要为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙潜水。

——第四系孔隙含水层

隧址区内孔隙水主要埋藏于隧道进出口及洞身斜坡表层土层内。土层

厚度分布不均，隧道进出口坡度较缓地带较厚，洞身斜坡坡度较陡地带土层较薄，以粉质粘土为主，透水性较好，富水程度较弱；其补给源主要为大气降水，局部受基岩裂隙水侧向补给，大气降水一部分沿坡面向下排泄，一部份下渗至下伏的基岩中。

——基岩裂隙含水层

隧址区内基岩主要为砂岩、花岗岩和凝灰熔岩，基岩裂隙较发育，强风化层厚度一般，结构较松散，孔隙较发育，岩层透水性中等，中风化凝灰熔岩为中等透水层，微风化凝灰熔岩为弱透水层；推断断层带岩体破碎，孔隙发育，透水性强。

——地下水补给、径流、排泄

隧址区地下水的补给主要是来自大气降雨渗入补给。当大气降雨降落地面后，大部分汇集于隧址区内的山间沟谷之中形成地表迳流；另一部分则通过松散土层孔隙、基岩裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧道穿越地段均未见大规模断裂和褶皱等构造。在隧道进、出口主要为第四系松散岩类孔隙潜水，地下水赋存于松散堆积物孔隙之中，透水性好，富水程度较弱，在隧道施工过程中，砂子和水可能一起涌出，可能对地下水影响较小；隧道洞身段围岩节理、裂隙较发育，地下水赋存于岩石的风化裂隙、构造裂隙之中，隧址区凝灰熔岩和砂岩地区地层含水量较丰富，施工过程中若遇到断层破碎带、节理密集带、岩性变化处，以及在凝灰熔岩和砂岩地区施工，可能会造成洞室大规模涌水，随着隧道内地下水的不断排出，地下水水力坡度加大，流速加快，以地表径流形式流失和浪费，对地下水影响较大。

(4) 地下水保护措施

根据隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——隧道隧址区岩体中断层、节理、裂隙较发育，施工前，查明断层的性质，如果是导水断层，采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施。

——对隧道进、出口清理残坡积含碎石土或进行明洞支护开挖，同时

进行沟内流水的合理疏导设计，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工过程中，对隧道隧址区发育的断层破碎带，及时实施超前钻孔注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——隧道隧址区节理裂隙均较发育。因此，施工过程中，为了避免裂隙充填物被冲刷将引起的涌水量增加，应及时衬砌封堵水。

——施工过程及运营期，对隧道隧址区地下水进行监测，及时了解隧道建设对地下水的影响程度。

23) 大坑隧道

大坑隧道地处福建省漳州市平和县，隧道入口距离平和县牛头仑1.2km；隧道出口距离平和县金光村400m。隧道进口及顶部无其他居民。隧道出口东约200m出露泉水，为出口附近金光村居民生后和生产用水；隧道进口及顶部均无水井、泉水和水库。隧道长2112m。大坑隧道进出口地貌见图7.3-45和图7.3-46，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图7.3-45 隧道进口地形地貌

图7.3-46 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属低山丘陵区，区内切割强烈，山体呈近南北向展布，地势东高西低，南高北低，平均海拔300m。山体两侧坡体上部较陡，坡度35°～58º，坡脚处相对较缓，坡度10°～30º，隧道走向185º。

——地层

隧址区出露地层主要为第四系全新统残坡积粉质黏土，燕山早期第二次侵入花岗岩，侏罗系上统兜林群下组凝灰质砂岩。

——地质构造

隧址区发育 1 条北东向分布的断层 F1，断层延伸方向附近岩体破碎；发育 2 处节理密集带，隧道岩体中主要发育有 4 组节理裂隙。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306－2001)(2008 年国家标准第 1 号修改单)场区地震峰值加速度值为0.10g,地震动反应谱特征周期0.45s，抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第三组。

(2)　水文地质条件

隧址区地下水类型均为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙潜水。

——第四系孔隙含水层

隧址区内孔隙水主要埋藏于隧道进出口、山顶台地及洞身斜坡表层土层内。土层厚度分布不均，隧道进出口与山顶台地坡度较缓地带较厚，洞身斜坡坡度较陡地带图层较薄，以碎石土为主，透水性较好，富水程度较弱。其补给来源主要为大气降水，局部受基岩裂隙水侧向补给，地下水受降雨影响明显。大气降水一部分沿坡面向下排泄，一部份下渗至下伏的基岩中。

——基岩裂隙含水层

隧址区内基岩主要为流纹状晶屑凝灰岩和凝灰熔岩，基岩裂隙较发育，强风化层较厚，结构较松散，孔隙较发育，岩层透水性中等。中风化凝灰熔岩为中等透水层，微风化凝灰熔岩和凝灰岩均为弱透水层；推断断层带岩体破碎，孔隙发育，透水性中等。

——地下水补给、径流、排泄

隧址区地下水的补给主要是来自大气降雨渗入补给。当大气降雨降落地面后，大部分汇集于隧址区内的山间沟谷之中形成地表迳流；另一部分通过松散土层孔隙、基岩裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。

(3)　隧道施工对地下水的影响

隧址区发育 1 条北东向分布的断层 F1，断层延伸方向附近岩体破碎；发育 2 处节理密集带，隧道岩体中主要发育有 4 组节理裂隙。隧道进、出口主要为第四系松散岩类孔隙潜水，地下水赋存于第四系全新统残坡积粉质黏土之中，透水性好，富水程度较差，在隧道施工过程中，可能会出现点状、线状漏水，对地下水影响较小；隧道洞身段基岩裂隙较发育，强风化层较厚，结构较松散，孔隙较发育。地下水赋存于凝灰熔岩的中风化裂隙之中，岩层透水性中等。在含水量较丰富的凝灰岩地区施工，或施工过程中若遇到断层破碎带、节理密集带、岩性变化处，可能会发生突水、突泥现象，对地下水影响较大。可能会使出口附近泉水流量减少或消失，对出口附近金光村居民生活和生产用水造成很大影响。因此，施工前必须进行详细勘察。

(4) 地下水保护措施

根据隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

——隧址区燕山期凝灰质砂岩中发育 1 条断层。施工前，查明断层的性质，如果是导水断层，采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施。

——隧址区在花岗岩和凝灰质砂岩中分别发育 1 处节理密集带，隧道洞身段发育有 4 组节理裂隙。隧道掘进前期，要进行长距离超前地质预报、超前探水，在隧道开挖附近进行中、短距离探水，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——隧道洞身段断层、裂隙发育。施工过程中，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。同时进行沟内流水的合理疏导设计。

——施工前，对隧道出口附近村庄可能受影响的水源，要有可靠的替代方案，可以在原泉眼上游或附近寻找新的泉眼，保证居民饮用水得到及时有效的供给。

——建立补偿机制，预留应急费用。若隧道出口附近居民生活和生产用水受到影响，应对居民进行补偿。

——施工过程中，对隧址区发育的断层破碎带，及时实施超前钻孔注

浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，若发生大量涌水致使隧道出口附近的泉水流量消失，影响隧道出口附近居民生活和生产用水，应急时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。

——施工过程中及运行期，对隧道出口附近的泉水进行监测，及时了解隧道建设对隧道出口附近居民用水的影响程度。

24) 大茂山隧道

大茂山隧道地处福建省漳州市南靖县，隧道进口距离南靖县张渠村约1.5km；出口距离南靖县鸿布村约200m。隧道进口及顶部无水井、泉水和水库等分布。隧道长度为2460m。隧道进出口地形地貌见图7.3-47～图7.3-48，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图7.3-47 隧道进口地形地貌

图7.3-48 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属低山区，区内切割强烈，山体隆起，地势中间高四周低，起伏大，隧址区内山顶高程约492m，最低海拔高程约42m，高差达450m。山体地势整体较陡峭，整体坡度约28°，隧道走向216º。

——地层

隧址区主要发育有第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系上统兜林群上组中段凝灰岩及侏罗系下统梨山组下段砂岩。

——地质构造

隧址区发育有 2 条断层。隧道洞身存在一条北西——南东向分布的断层 F1 和近东西向分布的断层 F2，断层延伸方向附近岩体破碎。发育 1 段节理裂隙密集带(J1)及多组节理裂隙。

——地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306－2001)(2008 年国家标准第 1 号修改单)场区地震峰值加速度值为0.10g,地震动反应谱特征周期0.40s，抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第二组。

(2) 水文地质条件

隧址区地下水类型为第四系孔隙水和基岩裂隙水。

① 第四系孔隙含水层

隧址区内孔隙水主要埋藏于隧道进出口外侧低洼处土层内，以含碎石粉质黏土为主，局部为碎石，透水性弱～中等，富水程度较弱，其补给源主要为大气降水，局部受基岩裂隙水侧向补给，地下水受降雨影响明显。

② 基岩裂隙含水层

隧址区内基岩主要为凝灰岩，隧道进口段为砂岩。基岩裂隙发育，强风化层厚度大，结构松散，孔隙较发育，岩层整体透水性中等，中等～强富水；局部断裂破碎带部位强富水，透水性强。

② 地下水补给、径流、排泄

隧址区地下水补给、迳流、排泄受大气降雨、岩性、地貌条件和区域水文网切割深度所控制。

隧址区地下水的补给主要是来自大气降雨渗入补给。当大气降雨降落地面后，大部分汇集于隧址区内的山间沟谷之中形成地表迳流；另一部分则通过松散土层孔隙、基岩裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。

(3) 隧道施工对地下水的影响

隧址区分布 2 条断层，发育 1 段节理裂隙密集带(J1)及多组节理裂隙。隧道所经地区地下水类型主要为第四系孔隙水和基岩裂隙水。在隧道进、出口主要为第四系孔隙潜水，地下水赋存于粉质黏土之中，局部为碎石，透水性弱～中等，富水程度较弱。在隧道进、出口施工时，可能发生线状、面状涌水现象，对地下水影响较小；隧道洞身段围岩断层、节理、裂隙较

发育，是地下水潜在的富聚地带。施工过程中若遇到断层破碎带、节理裂隙较发育和岩性变化处，可能会有大量地下水涌出，以地表径流形式流失和浪费，可能会对地下水造成较大影响。因此，施工前，必须查明隧址区的地质构造及水文地质条件。

(4) 地下水保护措施

根据大茂山隧道隧址区断层、节理裂隙、隧道深度等与地下水水位关系以及隧址区地质、水文地质条件，结合隧道开挖对地下水的环境影响，隧道施工时，除了执行隧道施工的一般措施外，还应采取以下措施：

——施工前，查明隧址区断层性质、破碎带、节理、裂隙的发育情况及其富水性。

——施工前，对隧址区发育的断层采取地质预报，超前长距离探水，提前割断水源；按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施

——施工中，在断层破碎带处应采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工中，对隧址区发育的节理、裂隙以及岩性变化处，及时实施了超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免了突涌水现象发生，减少了地下水的流失。

——施工中，隧道用砼进行衬砌，避免了地下水渗入隧道内。

——施工中，隧道排水经排水沟排放至沉淀池，处理达标后首先考虑施工用水，多余就近排放。

——施工前、施工过程中及运行期，对隧道进、出口附近地下水进行监测，及时了解隧道建设对地下水的影响程度。

——运行期隧道中的排水量较小，通过排水沟排放至沉淀池，沉淀后就近排放。

(4) 地下水保护措施

根据隧道隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道施工的一般措施外，还应采取以下措施：

——隧址区某些地段裂隙贮水，在隧道掘进前期进行长距离超前地质预报、超前探水，在隧道开挖附近进行中、短距离探水，提前割断水源，

避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——地下水的存在对隧道围岩稳定性不利，设计施工应采取有效的防、排水措施：进出口处进行人工放坡，并清理残坡积覆盖层或进行明洞支护开挖，加强衬砌，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

——施工过程及运营期对隧道附近地下水进行监测，及时了解隧道建设对地下水的影响程度。

25） 公山尾隧道

公山尾隧道地处福建省漳州市南靖县，隧道进口距离南靖县山边村约450m，隧道出口位距离南靖县沥阳村约500m，隧道进口南约450m有一口水井，供进口附近居民生活和生产用水；隧道出口西北约550m有一口水井，供出口附近居民生活和生产用水；隧道顶部无水井、泉水和水库。隧道长度为751m。隧道进出口地形地貌见图7.3-49～图7.3-50，其剖面位置、水文地质剖面图见附图。

图7.3-49 隧道进口地形地貌

图7.3-50 隧道出口地形地貌

(1) 地质构造与工程地质条件

——地形地貌

隧址区属中低山区，山体呈近南北向展布，地势西高东低，南低北高，走向245º，平均海拔100m。山体地势整体较陡峭，整体坡度约30°，上部山体整体地势起伏较大，局部存在基岩出露。公山尾隧道属越岭隧道。

——地层

隧址区第四系残坡积层，下伏基岩为侏罗系下统梨山组下段砂岩及三叠系上统大坑组上段粉砂岩。

——地质构造

福建省位于欧亚大陆板块的东南缘，华南褶皱层东部的闽东火山新拗带的次级，在北东南西向构造的作用下，岩体节理较发育。隧址区主要发育有 4 组节理裂隙，隧道出口存在一条断层 F1，断层延伸方向附近岩体破碎。

——地震

据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)和《中国地震动参数区划图》(GB 18306－2001)国家标准第 1 号修改单，南靖县设计基本地震加速度值为 0.10g，地震动反应谱特征周期值为 0.40s，抗震设防烈度为 7 度，拟建隧道区设计地震分组为第二组。

(2)　水文地质条件

隧址区地下水类型为基岩裂隙潜水。隧址区内基岩为砂岩、粉砂岩，受构造影响，裂隙较发育，具有一定的透水性、富水性。特别是出口段的断层破碎带部位，渗透性、富水性较好。

基岩裂隙潜水主要接受大气降水入渗补给。当大气降雨降落地面后，一部分降雨以地表面流的形式向沟谷低洼处排泄；一部分则通过裸露岩土层孔隙、裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。地下水迳流过程中，含水层被水文网切割，地下水沿基岩裂隙溢出地表转化为泉水。在开采条件下或人为改变其水动力条件下(如洞室开挖)，会引起水力条件的改变，具有水位差，地下水迳流排泄加快。

(3)　隧道施工对地下水的影响

隧址区未见大规模断裂构造。隧道进口浅埋段段为碎石土、全～强风化粉砂岩、砂岩且岩体破碎，富水性贫乏，施工时可能多呈点线状、小股状出水，对地下水影响较小；隧道出口段的发育有断层破碎带，渗透性、富水性较好，施工时可能出现突然涌水或涌沙现象，对地下水影响较大；洞身段为发育有 4 组节理、裂隙，在施工过程中，若遇到岩石破碎带、裂

隙密集带及岩性变化处，岩体渗透系数将增大，某些地段裂隙贮水，可能出现突然涌水或涌沙现象，对地下水影响较大。隧道建设将会改变地下水补径排条件，在其影响范围内可能会使地下水水位下降，造成隧道进口南450m水井、出口西北550m水井水量减少甚至干枯，可能会对进、出口附近居民生活和生产用水造成很大影响。

(4) 地下水保护措施

为保护地下水资源，不因隧道建设浪费大量水资源，将这种影响降至最低，隧道建设期间应采取以下保护措施：

★ 隧道施工采取的一般措施

① 施工前采取的措施

——隧道穿越区地下水保护的总体原则为“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”。施工前应进行详细的地质和水文地质条件勘查，查明隧址区岩性结构及其富水性，重点关注隧址区的构造节理及破碎带的富水性。

——施工前，查清隧道与其周围井、泉、山涧溪流关系，制定详细、可靠的隧道施工防治水方案和应急措施，确保导(充)水断裂破碎带和地下水侵蚀性较强地段堵(治)水措施的有效性。

——隧址区节理、裂隙均比较发育，在岩石破碎带和裂隙密集带，岩体渗透系数将增大，透水性较好。施工前做好地下水预探，加强地质预报，超前长距离探水，提前割断水源。

——地下水量受降水影响较大的隧址区，根据地下水情况与居民生活用水状况，合理安排施工时间。

——地下水的存在对隧道围岩稳定性不利，设计施工应采取有效的防、排水措施。

——施工前应进行详细的地质和水文地质条件勘查，查明隧址区岩性结构及其富水性，重点勘察隧道周围具有可开采利用的水源。

——施工前，查清隧道与其周围井、泉、山涧溪流的水力联系，以及地下水的赋存规律和补、径、排条件，圈定具有开采利用的新水源靶区。

——槽车应急供水。对可能受到影响的居民饮用水源要有可靠的应急水源，保证居民饮用水得到及时有效的供给。可以在施工现场准备供水槽车，以便为受影响居民及时提供应急水源。

——建立补偿机制，预留应急费用。对受影响的居民用水进行补偿，作为迁居等的费用。

——隧道施工前做好隧道排水拦蓄工程，收集地下排水。部分排水用于施工用水。

② 施工中采取的措施

——合理设计施工方式，严格施工程序。为了尽量减少爆破作业对围岩完整性的破坏，设计要求施工中应浅打眼，少装药。

——在开挖过程中，设计对完整岩质层采用光面爆破、对破碎岩层采用预裂爆破作业，可有效的减少爆破对围岩和破碎岩石的扰动，保证保留岩体免遭破坏，减少超、欠挖和支护工作量，增加岩壁的稳定性。尽量少用爆破措施，如必须采用，应有限制使用炸药用量，以减少对围岩裂隙的影响。

——对于隧址区节理、裂隙比较发育处，在岩石破碎带和裂隙密集带施工时，应及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——若隧道出现大量涌水时，首先迅速撤离坑道内作业人员，转移设备，及时排水、注浆堵水；对涌水段采用格栅钢架支护，防止冒顶，并必须做到边开挖，边进行锚喷支护和二次衬砌的施工。

——隧道施工过程中，若施工漏水影响附近居民用水时，按照制订的应急预案，在第一时间内尽快上报公司主管领导，通知附近居民，密切关注地下水变化情况。

——施工过程中，若发生大量涌水致使隧道进、出口附近的泉水、溪水断流或水井水枯竭，影响隧道进出口附近居民生活和生产用水，应急时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。

——施工过程中的涌水，一部分水用于施工外，其它涌水经沉淀处理，监测合格后排入附近沟谷。

——加强隧道附近泉及洞内涌水量监测，关注地下水的变化情况。如

发现前方出现异常状况，如围岩破碎，裂隙发育，钻孔水流量大等，应立即停止掘进，采用注浆堵水措施。可采用长导管注浆和小导管注浆两种方式进行堵水。

③ 运行期采取的措施：

——运行期隧道中的排水量较小，通过排水沟排放至围堰蓄水池或沉淀后排入附近沟谷。

——运行期，对隧道进、出口附近的地下水进行监测，及时了解隧道建设对地下水的影响程度。

★ 根据隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，公山尾隧道施工时，除了执行隧道施工的一般措施外，还应采取以下措施：

——隧址区节理、裂隙、破碎带较发育，在岩石破碎带和裂隙密集带，岩体渗透系数将增大，透水性较好。施工前做好地下水预探，加强地质预报，超前长距离探水，提前割断水源，及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工前，查明隧址区断层性质、节理、裂隙、破碎带的发育情况及其富水性。

——施工前，对隧道出口发育的断层采取地质预报，超前长距离探水，提前割断水源；按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施；采取注浆堵水、衬砌防水等探、堵、防水措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工前，对隧道进、出口附近村庄可能受影响的水源，要有可靠的替代方案，可以在保证居民饮用水得到及时有效的供给。

——建立补偿机制，预留应急费用。若隧道进口附近居民生活和生产用水受到影响，应对居民进行补偿。

——施工过程中，对隧址区发育的断层、节理、裂隙、破碎带，及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

——施工过程中，隧址区需用砼进行衬砌，防止地下水渗入隧道内。

——施工过程中，若发生大量涌水致使隧道进、出口附近的井水水量干

枯，影响隧道进、出口附近居民生活和生产用水，应急时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。

——施工过程及运营期，对隧道进、出口附近井水流量和水位进行监测，及时了解隧道建设对进、出口居民生产用水的影响程度。

7.3.1.3　山体隧道施工工艺对地下水环境影响

在隧道施工方面，主要有两种施工方法：一种为钻爆法施工，即传统的打眼、放炮、化整为零的掘进方法；另一种为采用掘进机整体掘进。两种施工方法相比较，钻爆法施工具有资金、设备投放少，成本低廉，适应于各种自然环境和地质结构，快速、机动、灵活和适应力强等特点，在我国的隧道施工中被广泛采用；掘进机法具有开挖面、围岩有较好的稳定性，几乎没有超挖等特点，最适合于开挖运输隧道、导洞和不衬砌的隧道，但其需要较长的前期准备时间，对于硬岩开挖不太适用。

本工程采用钻爆隧道施工，虽然此法具有以上的优点，但是在施工过程中由于爆破的震动作用，对围岩的稳定性有较大影响，甚至有发生岩爆的可能，风险较大；采用爆破方法施工，超前挖是普遍现象，不但增加工程量，而且造成凹凸不平的岩面，给隧道衬砌的防水施工带来较大的困难。

本工程设计的山体隧道中，多个隧址区(如大茂山隧道洞身段发育有 2 条断层、公山尾隧道出口分别发育 1 条断层；大仑坪隧道岩体中主要发育有 4 组节理裂隙，等等)有不良地质构造，如岩断层破碎带、构造破碎带、节理裂隙发育等等，围岩的稳定性较差；地下水多为构造裂隙水、基岩裂隙水。施工过程中，由于钻爆使原有的地质结构受到破坏，岩层的物理性能发生变化，裂隙增加，易引发坍塌、涌水、涌泥等地质灾害，存在较大的风险；同时对地下水也造成一定影响，将在一定程度上改变隧址区原有的地下水补给、迳流及排泄条件。为施工过程的安全，将隧道建设对自然生态系统、地下水的影响降至最低，在确定施工方案前，对隧址区进行详细的地质、水文地质、工程地质勘探，明确具体的地质构造，确定断裂是否导水等等。根据地质、水文地质、工程地质资料科学合理地安排施工方案。如施工前，要查明断层位置、是否导水断层及其富水性等处理措施；超前探水，灌浆堵水；限制炸药用量，合理设计爆破方案，如一次爆破的所有炮孔分成多段按顺序起爆，合理的不偶合装药和空气间隔装药结构，

提高钻孔的准确度等等，采取支撑防护措施，合理设计排水设施等等，减少对围岩的影响。

隧道施工废水经隧道洞口沉淀池、收集、处理后回用于施工或场地降尘洒水，隧道涌水经沉淀池沉淀后用于施工，多余部分涌水经监测合格后运至当地环保部门许可的地点放置处理。所以，隧道施工废水妥善处理后对地下水水质影响较小。

7.3.1.4　隧道穿越区地下水监控方案与保护措施

针对隧道穿越对地下水造成的影响，隧道穿越区地下水保护的总体原则为“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”。主要以堵为主、以排为辅、尽量不排，尽量减少地下水的排泄。

生活和生产用水的水源安全是山区居民定居生活的基本条件，部分隧道进出口周围的泉水为其附近居民生活或生产补充用水。隧道施工漏水的处理应坚持“以堵为主，防治结合”的原则，施工前进行详细的地质和水文地质勘察，查清地下水的赋存规律和补、径、排条件，查清隧道与保护目标的关系，制定详细、可靠的隧道施工防治水方案，确保导(充)水断裂破碎带和地下水侵蚀性较强地段堵(治)水措施的有效性。对可能枯竭的饮用水源要有可靠的替代方案，保证居民用水得到及时有效的供给。

(1)　施工作业前

——详细调查居民生活饮用水源的位置(包括与隧道的相对关系)、水量、水质(进行水质监测)和水资源保证率等。

——寻找替代水源。对可能受到影响的饮用水源要有可靠的替代方案，保证居民饮用水得到及时有效的供给。可以在隧址区地下水上游寻找新的泉水，避免由于漏水影响居民用水，或准备供水槽车，以便为居民生活提供应急水源，并启动供水应急预案(应急预案见风险章节)。

——查明断层的含水性、岩层的稳定程度和地下水流情况(有无长期补给来源、雨季水量有无增长)等，分别采用引、堵、越、绕等措施进行处理。

——地下水量受降水影响较大的隧址区，根据地下水情况与居民生活用水状况，合理安排施工时间。

——对隧道顶部及其周边的地下水水位进行勘查测量，对隧道顶部及其区周边的泉水(下降泉和上升泉)流量进行监测，对周边居民生活饮用水

源水质进行监测具体点位设置：隧道顶部中间部位、两侧各一个监测点。

(2) 施工过程中

——在裂隙较发育地段隧道施工应采用超前钻孔探水，若探水孔水流量较大应先对探水孔进行封堵后根据地质情况进行防水。

——合理设计施工方式，严格施工程序。为了尽量减少爆破作业对围岩完整性的破坏，设计要求施工中应浅打眼，少装药。在开挖过程中，设计对完整岩质层采用光面爆破、对破碎岩层采用预裂爆作业，可有效的减少爆破对围岩和破碎岩石的扰动，保证保留岩体免遭破坏，减少超、欠挖和支护工作量，增加岩壁的稳定性。尽量少用爆破措施，如必须采用，应有限制使用炸药用量，以减少对围岩裂隙的影响。对完整岩质岩层采用光面爆破、对破碎岩层采用预裂爆破作业。

——隧道防排水应采取“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”的原则。对于隧道内可能产生的涌水、渗水情况，尽量采取注浆堵水的方式，防止大量地下水流失。对于涌水，一部分水用于施工外，其它涌水在地形适宜的地段拦蓄，经沉淀后可作为当地居民补充灌溉用水。

——加强地面井泉监测及洞内涌水量监测，在隧道顶部、两侧设置三个监测点，关注地下水的变化情况。

——如发现前方出现异常状况，如围岩破碎，裂隙发育，钻孔水流量大等，应立即停止掘进，采用注浆堵水措施。可采用长导管注浆和小导管注浆两种方式进行堵水。

——定期(1 次/月)对隧道顶部及其周边的地下水水位进行勘查测量，对隧道顶部及其区周边的泉水(下降泉和上升泉)流量进行监测，对周边居民生活饮用水源水质进行监测。

(3) 施工结束后

——对隧道弃渣回填；对居民生产生活用水水源持续监控一定时间。

——定期(1 次/2 年)对地下水水位和泉水流量进行监测。施工完成后，对居民生产生活用水水源持续监控一定时间。

7.3.1.5 管道施工对平原地区地下水影响分析

本工程管道沿线经过的地貌有低山、丘陵、台地和平原。平原区地下水类型为松散岩类孔隙水。

管道通过平原地区对地下水的影响主要发生在施工期，施工活动对地下水的影响主要为管沟开挖对地下水补径排条件以及对水质的的影响。施工活动潜在污染源有施工生活污水、施工过程中的辅料、废料和生产废水。

1） 管道施工对地下水补径排条件的影响

根据可研，本工程管道管径为Φ813mm。通过对管道沿线的地质、水文地质条件进行综合分析，结合线路所经地区的水文、气候特点，本工程管道采用埋地敷设方式。根据《输气管道工程设计规范》的有关条款规定，结合本工程特点，管顶覆土厚度一般不小于 1.2m，管沟挖深一般地段为2.2m；对于石方、卵石地段管沟挖深应增加 0.2m；对河床地层为砂土以及砂卵砾石石土的河道，管道埋设在设计最大冲刷线下 1.0m～2.0m。本工程管径为 813mm。因此，管道在一般地段最大挖深为 2.2m，河谷地区管沟挖深 3.2m～4.2m。

本工程管道沿线在平原区主要为第四系松散岩类孔隙水，在福建段，该类型地下水主要分布于河流阶地及一些山间、山前冲、洪积坡地平原地区，含水层岩性主要为中细砂、砂砾石、砂质粘土、粘质砂土，水位埋深0.5m～5m。广州段该类型地下水主要分布于河流阶地、各大河口平原和滨海各港湾地带，地下水埋深 0.2m～7m。

根据水文地质资料和地下水现状调查资料，管道在沿线一般地段施工，若地下水埋深大于 2.2m，管沟开挖深度小于地下水埋深，施工活动对地下水影响很小；若地下水埋深小于 2.2m，管沟开挖深度大于地下水埋深，施工活动将对地下水产生影响，可能会改变地下水径排条件。在管道沿线的河谷地区，当地下水水位小于 3.2m～4.2m 时，管沟挖深大于地下水水位，施工活动将会改变地下水径流方向和排泄条件，但不会阻断地下水径流，同时对地下水水质也会产生污染；当地下水水位大于 3.2m～4.2m 时，管沟挖深小于地下水水位，施工活动对地下水影响很小。

2） 管道施工对地下水水质的影响

施工过程中不设营地，施工队伍的吃住一般依托当地的旅馆和饭店或者租用当地民房，同时施工是分段分期进行，具有较大的分散性，局部排放量很小，生活污水、生活垃圾利用现有设施进行处理，对地下水的影响很小；施工过程中的辅料、废料等在降水淋滤作用下产生的浸出液渗入地

下含水层，将对地下水造成不同程度的影响，其影响程度决定于下渗量及其非饱和地带的厚度、岩性和对污染物的阻滞、吸附分解等自然净化能力。

地势平坦的平原区地下水主要为孔隙水，施工过程中的辅料、废料经降雨淋滤后，容易通过民井、坑塘、河流等渗入含水层，污染地下水。浅层孔隙水污染可能受到的影响较严重，而深部由于多个粘土隔水层的存在，孔隙水仍不易受到污染。

7.3.1.6　管道施工对岩溶地区地下水影响分析

岩溶水主要分布在广州段龙门县(龙江、龙门一带)、增城市(增城市派潭镇一带)地段。碳酸盐岩岩溶水主要为含水层岩性主要为泥质灰岩、灰岩，多为覆盖型。

1)　岩溶水特点

(1)　岩溶地下水分布的不均匀性

由于岩溶分布和发育的不均匀性，岩溶水埋藏条件复杂，含水层的富水性强弱悬殊，极不均匀。在同一标高范围内或同一地段内，有的在几米或几十米范围内，其富水性相差可达数十倍，甚至在千倍以上。一般情况是岩溶发育强烈，溶洞充填物少的地段富水性强；反之，富水性弱。在垂直剖面内浅部岩溶发育强烈，富水性强，深部岩溶发育弱，富水性弱。

(2)　岩溶地下水水力联系密切

由于可溶性岩层中存在大量溶洞和溶蚀裂隙，溶洞与溶洞、溶洞与溶蚀裂隙之间互相联通，因而使岩溶水具有密切的水力联系和较强的传递能力。一般讲来，岩溶发育，富水性强的地段，岩溶水水力联系密切，水力传递能力强、速度快；反之，水力联系程度就相对减弱，平行于岩溶发育方向或断裂带走向的纵向流，岩溶水水力传递能力强；垂直于岩溶发育方向或断裂带走向的横向流，岩溶水水力传递能力差。

(3)　岩溶地下水流量季节变化幅度大

由于岩溶地下水与地表水联系密切，由于存在地下通道，岩溶地下水往往与几处地表汇水区相连，因此，岩溶地下水水流量的季节变化幅度很大，地下水与降雨量密切相关，地下水位与流量随降雨多寡而有很大变幅，雨季比枯水期流量往往增加几倍、几十倍。

(4)　岩溶水动态多变，常具有反复性

在天然条件下，与排泄条件较差的地下水通道相联系的漏斗、消水洞和溶蚀裂隙，往往随季节变化具有反复性，表现为间歇性或周期性的泄水与涌水。消水洞排水不畅的槽谷、溶蚀洼地和坡立谷在雨季就会出现短期积水。人工排、蓄水，也容易引起岩溶水动态的改变。

(5) 岩溶水量计算不易

由于地质构造关系和地下分水岭的存在，使地下水变得格外复杂，地下水量计算不易，因而造成水害。地表水与地下水联系极为紧密，且具有负向补给，因而流量也不易计算。

2) 管道施工对岩溶水的影响

地下水主要赋存于泥质灰岩、灰岩的溶隙、溶孔和溶洞中，富水性不均匀，总体富水性强。地下水埋深一般较大。地下水接受大气降水的入渗补给，以泉的形式排泄，水位季节变化较大。从岩溶水的特点可知，岩溶水防护条件差，基本不具备阻止或减缓污染源扩散迁移的能力，自净能力低，岩溶水系统具有独特的补给、径流、排泄特点，施工过程中辅料、废料经降雨淋滤后的污染物渗漏，使岩溶含水层极易发生污染，其影响主要表现在如下几个方面：

(1) 管道施工过程中渗漏的污染物未经第四系覆盖层的过滤就直接通过出露地表的岩溶溶洞等途径灌入补给岩溶含水层。

(2) 地下水主要沿岩溶通道径流，速度快，所以含水层的过滤、吸附作用微弱，也难以进行人为驱散和稀释。

(3) 污染物的运移难以像地表水系统那样直接进行观测。

(4) 污染物的流动路线在地形地貌、地面坡度上没有明显的标志。

本工程管道沿线分布的岩溶水绝大部分为覆盖型岩溶水。对于覆盖型岩溶水，其上部有较大厚度的松散层，岩性为粘土、粉质粘土，弱透水一不透水，岩溶水不易遭受污染。

3) 岩溶区管道勘察设计及施工方式建议

(1) 岩溶地区管道勘察设计建议

——查明管道沿线岩溶形态特征，系统分析可能存在的岩溶病害隐患，是岩溶区管道工程勘察的重要内容。

——对于裸露型岩溶区，应重点调查地面岩溶天窗、竖井、落水洞、

地下河、岩溶泉、大型岩溶沟槽等的分布，这些工作，可直接通过地面调查，实施线路岩溶工程地质测绘方式进行。

——对于覆盖土层厚度小于 20m 的浅覆盖型岩溶区，应重点考虑岩溶土洞等问题。从目前情况看，通过地质雷达，可以有效探测出埋深 10m 以内、直径 1m 左右的土洞。此外，还应进一步调查这些地区线路周边地下水的开采情况，如有大型开采井，则应根据改线绕避。

——对无充填的落水洞、岩溶漏斗等，在探明其深度的基础上，应采取填筑工程措施进行防治处理；对有充填物的落水洞、岩溶漏斗等，若充填物物理力学指标不能达到设计要求，应采用注浆、旋喷法进行加固。

——对于站场地基，应采用综合地球物理勘探和物探结合的方法，查明隐伏溶洞、土洞，评价地基承载力及洞穴稳定性问题。

(2) 管道施工方式建议

为了保护岩溶环境，根据管道工程特点，在岩溶区建议采取以下原则敷设管道，以保护地下水环境。

——岩溶塌陷：以跨越为主，增加直接座落在完整基岩的固定墩，柔性连接；施工便道的塌陷(土洞)直接回填片石。

——溶洞竖井天窗：采用绕避方式。

——尽量减少管沟工程，特别是在土层厚度较小(小于 5m)的裸露、半裸露型岩溶区，应以跨越方式为宜，起支撑作用的固定墩基础应直接坐落在完整基岩上，以减少因开挖、平整或弃土堆放造成岩溶生态系统、地面排水系统的破坏。

——管道经过裸露型岩溶石山，植被稀少，如不适合跨越，建议以隧道方式穿越，避免对地表岩溶系统造成破坏，由于这些地区隧道穿越的是包气带，大规模的突水突泥问题不会很严重。

——对地表位于洼地、谷底底部的落水洞和竖井，如绕避困难，应采用跨越方式，而且避免施工工程造成落水洞和竖井的堵塞。

——加厚管壁，提高管道强度。

——加强施工管理，防止弃土石渣堵塞岩溶系统。

7.3.1.7 地下水影响防治的措施和建议

根据本工程特点、管道沿线的地质环境，并结合管道工程建设的经验

和教训，为最大限度地减少对地下水环境的影响，防止地下水污染，应采取以下措施：

——对管道施工、运行过程中可能产生的环境影响以预防为主，要求建设单位必须制定环境保护管理的具体措施，加强环境管理，预防对地下水产生不利影响。

——管道埋设要精心施工，并且选择优质材料避免管道破裂等意外事故发生，避免事故抢维修过程中的废物、废料对地下水造成污染。

——地下水埋深小于 2.2m 的区域，在管道埋设时，应在管道上部填充砂砾，以尽量减少地下水流的阻力，增加渗透率，最大限度地减少地下水位上升，从而达到减轻地下水环境影响的目的。

——施工现场的工业垃圾(焊条头、砂轮、涂漆刷等)和生活垃圾每天应分类及时回收。

——管道施工时，应仔细检查施工设备，禁止在开挖管沟内给施工设备加油、存放油品储罐、清洗施工机械和排放污水，防止漏油、生活污水污染土地和地下水；一旦出现较大面积的污染，应及时截断污染扩散途径，使污染物在原地净化处理，尽快排除污染源。

——做好施工影响范围内的地下水水位、水量和水质监控工作，发现影响居民生活和生产用水时应予及时解决。

——施工结束后要尽快恢复原貌。

7.3.2　运行期地下水环境影响分析

7.3.2.1　影响分析

运行期正常工况下，由于输气管线是全封闭系统，输送的天然气不会与地下水发生联系，其污染源主要集中在各站场，主要为生活污水、生产废水及固体废物渗滤液。本工程各站场运行期间潜在地下水污染源识别见表 7.3-1。

表 7.3-1　本工程站场区潜在地下水污染源识别

分类	污染源名称		主要成分	处理及去向
废水	生活污水	化粪池中污水	COD、氨氮等	经排水管网收集后首先进入化粪池预处理，然后进入地埋式生活污水处理系统，出水水质可达到污水综合排放标准Ⅰ级标准，达标出水用于绿化、浇洒道路。
固废	一般固废	生活垃圾	-	排入有盖的垃圾桶，定期清运到指定地点，统一处理。

		清管废渣	粉尘、氧化铁粉末	排入站内排污罐后集中处理，定期清运。
		分离器检修	粉尘、石油类	

1） 生活污水和生产废水对地下水环境的影响分析

各工艺站场站内排水采用分流制排放方式。道路喷洒、设备场地冲洗等废水，仅含有少量泥沙，采用无组织方式排放；建筑物等排放的生活污水采取组织排水方式排放。站内值班人员生活污水采取组织排水方式排放。站内组织排放的污水经污水管道汇集以重力流方式排至化粪池预处理，然后进入地埋式生活污水处理系统，达标的污水经提升用作站内绿化或道路浇洒。

本工程各站场在运行期排水量较小，水质特征单一，易于处理，对周边地下水环境造成的影响很小。但管道的维修和维护将会对地下水环境造成一定的影响。

2） 固体废物渗滤液对地下水环境的影响分析

本工程运行期固体废物主要有生活垃圾、清管废渣和分离器检修产生的固体废物。生活垃圾排入有盖的垃圾桶，定期清运到指定地点，统一处理；清管废渣的主要成分为粉尘、氧化铁粉末，分离器检修产生的固体废物主要成分：粉尘、石油类，均排入站内排污罐后集中处理，定期清运。从生活垃圾、清管废渣和分离器检修产生的固体废物处理方式上分析，其不会产生渗滤液，对地下水影响较小。

3） 运行期各站场对周边饮用地下水的居民影响分析

由于广州(增城)分输清管站、河源分输清管站、揭阳分输清管站周边村庄居民用水均为自来水，因此，各站场运行期对其周边居民生活和生产用水基本无影响。

潮州分输清管站周边大部分村庄居民用水为自来水。目前只有黄竹径村居民暂时取用水井水，当地正重新修建自来水管道，因此，潮州分输清管站运行期对其周边居民生活和生产用水基本无影响。

7.3.2.2 地下水保护措施

管道沿线地下水保护应坚持“注重源头控制、强化监控手段、污水集中处理、完善应急响应系统建设”的原则，其宗旨是采取主动控制，避免

泄漏事故发生。

1） 注重源头控制：主要是在输气管道的工程设计、施工、运行管理等方面采取控制措施，防止或将天然气泄漏的可能性降到最低限度。

2） 强化监控手段：采取先进的、自动化程度高的管线检漏、报警和定位系统，达到实时监控、准确及时报警和定位、快速处理泄漏事故，将泄漏事故发生和持续的时间控制在最短范围内，将其造成的影响控制在最小范围内。同时，与主体工程的监测制度和装置相结合，制定完善的监测制度、配备先进的监测仪器和设备。

3） 污水集中处理：管道沿线各场站生产废水、生活污水集中处理后用于绿化或给站外道路洒水。

4） 做好站场内防渗措施，运行期内须注意废水的收集和处理工作，对排污罐进行定期检查，站场应杜绝生产和生活废水泄漏，防止对周围地下水造成污染。

5） 做好站场内化粪池和排污罐等处的防渗措施，运行期内须注意废水的收集和处理工作，对排污罐进行定期检查，站场应杜绝生产和生活废水泄漏，防止对周围地下水造成污染。

(1） 化粪池防渗措施：①各站场生活污水处理前期用的化粪池均采用玻璃钢材质，其具有严密性好、不渗漏等特点。化粪池结构尺寸及土建安装均按照国家标准图集 14SS706《玻璃钢化粪池选用与埋设》设计、建设。②建议化粪池基坑底部以黏土做底层铺设。

(2） 排污罐防渗措施：①清管作业和分离器检修固废存放的排污罐为金属材料制造(如图 7.3-51 所示)，各站均设置排污罐(潮州分输清管站为 10m^3 排污罐；揭阳分输清管站、河源分输清管站、增城末站分别为 20m^3 排污罐)，架空在地面上放置。②建议在罐底与架空地面上铺设土工防渗膜或进行混凝土防渗。

图 7.3-51　典型站场排污罐示意图

(3)　垃圾桶防渗措施：建议放置垃圾桶的地面进行混凝土防渗。

6)　地下水环境监测与管理

各站均设置排污罐(潮州分输清管站为 10m³ 排污罐；揭阳分输清管站、河源分输清管站、增城末站分别为 20m³ 排污罐)，为了保护地下水环境，建议按照《环境影响评价技术导则-地下水环境》(HJ 610-2016)中的要求进行地下水环境监测与管理。

(1)　建立地下水环境监测管理体系

按照《环境影响评价技术导则-地下水环境》(HJ 610-2016)中的要求，本工程应建立地下水环境监测管理体系，包括制定地下水环境影响跟踪监测计划、建立地下水环境影响跟踪监测制度、配备先进的监测仪器和设备，以便及时发现问题、采取措施。

(2)　设置跟踪监测点

按照《环境影响评价技术导则-地下水环境》(HJ 610-2016)中的要求，本工程需至少在每座站场所在区域的下游设置 1 个跟踪监测点。

(3)　制定地下水环境跟踪监测与信息公开计划

信息公开计划应至少包括建设项目特征因子的地下水环境监测值，并应编制跟踪监测报告。

8 声环境影响评价

8.1 环境现状调查及评价

8.1.1 站场周围声环境敏感点调查

本工程全线共设置 5 座工艺站场，全部为分输清管站。根据现场调查，各站周围声环境敏感点分布情况见表 8.1-1。

表 8.1-1 拟建各站站址周围声环境敏感点分布情况

序号	站 场	所在省、市县		声环境现状
1	广州(增城)分输清管站	广东	广州市	拟建站址位于广东广州增城市鸡心岭，站址西南侧 500m 为光辉村。
2	河源分输清管站		河源市	拟建站址位于广东河源市源城区埔前镇莲塘岭村，站址西南侧 120m 为下窝子。
3	揭阳分输清管站		揭阳市	拟建站址位于广东省揭阳市揭东区玉湖镇洋边村，站址西北侧 200m 为丁塔坑，站址西南 500m 为马联。
4	潮州分输清管站		潮州市	拟建站址位于广东省潮州市潮安县登塘镇黄竹径，站址西侧 500m 为黄竹径。
5	漳州分输清管站	福建	漳州市	拟建站址位于福建省漳州市芗城区石亭镇，站址东侧 500m 为布坑村。

8.1.2 站场声环境现状监测与评价

本次评价委托广州京诚监测技术有限公司对站址及周围村庄声环境质量进行监测。

1) 监测点的布设

根据工程及拟建各站址周围环境状况，选择广州(增城)分输清管站、河源分输清管站、揭阳分输清管站、潮州分输清管站 4 座站场进行声环境现状监测，在各站站址及附近村庄布设监测点位，详见图 9.1-1-图 9.1-4。

2) 监测时间及监测方法

本次声环境质量现状监测时间为 2015 年 7 月 3 日，监测 1 天，昼、夜时段监测(昼间 6：00-22：00，夜间 22：00-次日凌晨 6：00)，监测方法按照《声环境质量标准》(GB3096-2008)执行。

3) 评价方法

声环境质量现状评价采用单项指标法，将噪声监测值与功能区昼间及夜间标准限值进行比较，分析各站站址及周围村庄的声环境质量。

本工程站场区域执行 2 类标准，站场周边及管道沿线村庄敏感点执行 1

类标准。

4) 监测结果与评价

各监测点位声环境监测及评价结果见表 8.1-2。

表 8.1-2 噪声监测结果及评价

站场名称	测点位置		时间	监测结果(dB(A))		达标情况
				昼 间	夜 间	
潮州分输清管站	站址	站址	2015.7.3	47.6	39.4	达标
	村庄	黄竹径		46.0	39.5	达标
		大坳		49.3	41.8	达标
揭阳分输清管站	站址	站址	2015.7.3	53.9	44.1	达标
	村庄	丁塔坑		54.5	42.5	达标
河源分输清管站	站址	站址	2015.7.3	53.2	44.1	达标
	村庄	下窝子		51.5	42.7	达标
广州(增城)分输清管站	站址	站址	2015.7.3	52.6	43.8	达标
	村庄	光辉村		54.5	44.7	达标
1 类标准值				55	45	
2 类标准值				60	50	

根据表中评价结果可知，各站站址区域低于《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准，站场周边村庄敏感点低于《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 1 类标准，声环境质量现状良好。

8.2 施工期噪声环境影响分析

1) 管道及站场施工

管道线路施工由专业队伍采用机械化方式完成，对声环境的影响主要是由施工机械、车辆造成的，此外，在山区石方段采用爆破方式开沟以及隧道钻爆施工时会产生较强噪声，特别是隧道洞口附近有居民分布的，施工会产生一定的影响，应作好同居民的沟通、补偿工作。

据调查，目前我国管道建设施工中使用的机械、设备和运输车辆主要有：挖掘机、推土机、轮式装载车、起重机、冲击式钻机、柴油发电机组等，这些机械、设备和车辆会随着不同施工工序而使用，如：在管沟开挖时使用挖掘机，管道运输和布管时使用运输车辆，焊口时使用电焊机和发电机，下沟时使用吊管机，管沟回填时使用推土机等。以往曾经在管道施工中对上述机械、设备等的噪声值进行过实测，结果见表 8.2-1。

表 8.2-1　管道工程施工机械噪声测试值

序号	机械、车辆类型	测点位置(m)	噪声值(dB(A))
1	挖掘机	5	84
2	推土机	5	86
3	电焊机	1	87
4	轮式装载车	5	90
5	吊管机	5	81
6	冲击式钻机	1	87
7	柴油发电机组	1	98

将各种施工机械等近似为点声源，仅考虑距离衰减进行计算，可得到施工期各种机械等在不同距离处的噪声贡献值，结果见表 8.2-2。

表 8.2-2　主要施工机械在不同距离处的噪声估算值

机械名称	离施工点不同距离的噪声值(dB(A))				
	10m	50m	100m	150m	200m
挖掘机	78	64	58	54	52
推土机	80	66	60	56	54
电焊机	67	53	47	43	41
轮式装载车	84	70	64	60	58
吊管机	75	61	55	51	49
冲击式钻机	67	53	47	43	41
柴油发电机组	78	64	58	54	52

由表 8.2-2 可以看出，昼间主要机械在 50m 以外均不超过建筑施工场界昼间环境噪声限值(昼间 70dB(A))，而在夜间的不超标(夜间 55dB(A))距离要大于 200m。

根据现场调查，输气管道沿线 200m 范围内有村庄分布，这些村镇距离管道相对较近，在施工过程中，将会受到一定程度的施工噪声影响。但由于管道在局部地段的施工周期一般为几个星期，因此其影响时间相对来说较短，只要在施工期间避免夜间施工，同时作好与当地村民的沟通，其产生的噪声影响是可以接受的。至于沿线大部分地段，离居民居住区较远(>200m)，施工噪声一般影响较小。

站场施工持续时间相对较长，噪声影响可能持续数月以上，且由于振捣混凝土需要使用平板振动器和振动棒，产生的噪声强度大、影响较远。

根据调查，距周围村庄距离较近(＜150m)的站场主要为河源分输清管站，西南侧 120m 为下窝子村，施工过程中会对村庄居民产生不同程度的噪声影响，应做好同居民的沟通、补偿工作，避免夜间施工。其它站场距离

村庄较远，一般不会出现噪声扰民问题。

2) 钻爆隧道施工

钻爆隧道施工噪声主要分为三类：

1)爆破噪声：隧道土方和砂砾料采集和挖掘时局部地段需用定向爆破，爆炸噪声都会对周围环境产生影响。

2)交通噪声：汽车运输交通噪声。

3)机械噪声：道路和隧道建设施工过程使用的机械主要有：装载机、推土机、挖掘机、压路机、搅拌机、载重车、发电机、打桩机等，这些施工机械噪声将会对环境产生一定的噪声影响。

施工机械运行时在距离声源5m处的噪声约为84～100dB(A)，联合作业时叠加影响更加突出。这些突发性非稳态噪声源将对施工人员、周围人群生活和野生动物活动产生一定的不利影响。

钻爆隧道主要施工机械噪声源强见表 8.2-3。

表 8.2-3 主要施工机械噪声源强 单位：dB(A)

	隧道施工						
设备	装载机	推土机	挖掘机	搅拌机	发电机	载重车	爆破噪声
声值	84	86	90	87	90	90	90

将施工噪声源近似作为点声源处理，根据点声源衰减模式，可估算其施工期间离噪声源不同距离处的噪声值，采用《建筑施工场界噪声标准》(GB12523-2011)和《声环境质量标准》(GB3096-2008)进行评价。

隧道施工期噪声预测结果见表 8.2-4。

表 8.2-4 主要施工机械噪声影响(dB(A))

阶段	机械名称	5m	10m	30m	50m	80m	100m	150m	200m	250m	300m
隧道工程	装载机	84	78	71	64	59	58	54	52	50	48
	推土机	86	80	73	66	61	60	56	54	52	50
	挖掘机	90	84	77	70	65	64	60	58	56	54
	搅拌机	87	81	74	67	62	61	57	55	53	51
	发电机	90	84	77	70	65	64	60	58	56	54
	载重车	90	84	77	70	65	64	60	58	56	54
	爆破(洞口)	90	84	77	70	65	64	60	58	56	54
	挖掘机、装载机、载重车	95	89	80	72	68	66	63	60	56	54
	挖掘机、装载机、推土机	93	88	79	71	67	65	62	60	56	54
标准	昼间：70dB(A)；夜间：55dB(A) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)										

注：1、数据来源：《连霍国家高速道路乌苏-赛里木湖段一级改高速道路项目环境影响评价》新疆维吾尔自治区环境保护技术咨询中心现场实测。

由表 8.2-4 可知，挖掘机、载重车等部分机械施工时噪声较大。施工机械噪声在离施工点50m处，昼间等效A声级大部分达标；3台施工机械同时工作时，在离施工点 50m 处，昼间等效 A 声级均超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》。在距离300m以外区域，其昼、夜间噪声值均符合《声环境质量标准》(GB3096-2008)中规定的1类标准。

本工程九龙江 1(西溪)隧道入口距离郑店村 491 米，出口距离墨溪村 116 米。隧道施工中会产生不同程度的噪声影响，隧道工程施工爆破一般都在昼间进行，且爆破次数很少，需做好居民的沟通、补偿工作，避免夜间施工。

8.3 运行期噪声环境影响分析

8.3.1 站场噪声源

由工程分析可知，本管道工程等站场主要噪声源为分离器(过滤器)、汇管、调压装置，均集中布置在各站工艺装置区内等，高噪声设备数量较少，声源强度相对较低。

此外，当各站发生异常超压或站场检修时，放空系统会产生强噪声，噪声值在90dB(A)～105dB(A)之间。

表 8.3-1 各站场主要噪声源情况

发声设备	数 量(台套)	声源强度(dB(A))	备 注
调压系统	1+1	75～85	连续
分离器	1+1	65～75	连续
放空系统	1	90～105	偶尔

8.3.2 噪声影响预测

1) 预测模式

预测模式如下：

$L_{oct}(r)=L_{oct}(r_0)-20Lg(r/r_0)-\triangle L_{oct}$

式中：

$L_{oct}(r)$—点声源在预测点产生的倍频带声压；

$L_{oct}(r_0)$—参考位置 r_0 处的倍频带声压级；

r —预测点距声源的距离，m；

r_0—参考位置距声源的距离，m；

$\triangle L_{oct}$ —各种因素引起的衰减量(包括声屏障、遮挡物和空气吸收、地面效应引起的衰减量)。

2) 预测结果及分析

① 厂界噪声预测

将主要噪声源取高值叠加后代入模式，结合平面布置图，计算厂界和周围居民点噪声贡献情况，结果见表 8.3-2。

表 8.3-2 厂界噪声影响预测结果(dB(A))

站 场	东	南	西	北
广州(增城)分输清管站	43.4	38.8	36.8	41.5
河源分输清管站	40.7	35.6	41.2	37.7
揭阳分输清管站	37.7	29.4	40.7	38.0
潮州分输清管站	41.5	35.4	41,7	38.0
漳州分输清管站	38.1	34.2	40.9	39.6

由上表可见，各站厂界噪声贡献值均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)2 类标准，不会对周围环境产生大的影响。

② 敏感点噪声预测

根据调查，漳州分输清管站、潮州分输站、河源分输清管站、增城末站周围 200 范围内无村庄等声环境敏感点，揭阳分输清管站西北 200m 处为丁塔坑村，河源分输清管站西南 120m 处为下窝子村。因此，本次评价分别对揭阳分输清管站、河源分输清管站周围近距离村庄声环境进行预测。敏感点噪声预测结果见表 8.3-3。

表 8.3-3 敏感点噪声影响预测结果(dB(A))

站场名称	村庄与站场位置关系	本底值		贡献值	叠加值	
		昼	夜		昼	夜
揭阳分输清管站	西北 200m 丁塔坑	54.5	42.5	30.4	54.5	42.8
河源分输清管站	西南 120m 下窝子	51.5	42.7	28.5	51.5	42.9

根据表 8.3-3 预测结果，丁塔坑村、下窝子村环境噪声背景值叠加各站噪声贡献值后，仍满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 1 类标准，各站厂界噪声不会对周围居民产生大的影响，不会产生噪声扰民问题。

3) 非正常工况

当气管道站场检修或发生异常超压时，放空立管会产生强噪声，其噪声值约为100dB(A)，发生概率很小(1～2次/年)，且持续时间很短(为瞬时强噪声)。仅考虑噪声随距离衰减，其噪声影响预测结果见表8.3-4。

表8.3-4　　火炬放空噪声影响预测结果(dB(A))

噪声源	源强	距离					
		10m	50m	80m	100m	150m	200m
火炬放空	100	80	66	62	60	56.5	54

根据表8.3-4，在距离100m处，其噪声贡献值可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)中“4.1.3 夜间偶发噪声的最大声级超过限值的幅度不得高于 15 dB(A)”的要求（农村地区夜间 60dB(A)）。根据工程总平面布置图及及现场核实，本工程各站放空立管周围100m范围内无居民点，建议各站场放空立管的噪声控制距离为100m。

出于安全考虑，目前放空立管暂无特殊降噪措施，但鉴于放空噪声具有突然性且影响较大，因此，除异常超压情况外，有控制的放空尽量安排在白天进行，并在放空前应及时告知周围居民并做好沟通工作。

9 环境空气影响评价

根据本工程建设和运行的特点，可将本工程对环境空气的影响分为施工期和运行期两个阶段。在工程施工期，管道管沟开挖、沿线站场及施工便道建设产生的扬尘，施工机械、车辆产生的废气会对施工场地周围的环境空气造成一定的影响；在工程运行期，主要是管道沿线工艺站场产生的废气对周围环境空气产生一定的影响。

9.1 环境空气质量现状调查与评价

9.1.1 环境空气质量现状调查

本工程全线共设置 5 座工艺站场，根据工程分析、站场功能和周围的环境概况，重点对广州(增城)分输清管站、河源分输清管站、揭阳分输清管站以及潮州分输清管站 4 个新建站场所在区域的环境空气质量现状进行监测。

9.1.1.1 监测项目

监测项目为 SO_2、NO_2、PM_{10}以及非甲烷总烃。

9.1.1.2 监测点的布设

本次监测点位设置情况见表 9.1-1，图 9.1-1-图 9.1-4。

表 9.1-1 各站场监测点位设置情况

站场名称	监测点位	具体位置	监测时间	监测单位
潮州分输站	1#	站址区	2015.7.02-7.08	广州京诚监测技术有限公司
	2#	黄竹径,位于站场西侧 500m 处		
揭阳分输清管站	3#	站址区		
	4#	丁塔坑，位于站场西北侧 200m 处		
河源分输清管站	5#	站址区，		
	6#	下窝子，位于站场西南侧 120m 处		
广州(增城)分输清管	7#	站址区		
	8#	光辉村，位于站场西南侧 500m 处		

9.1.1.3 监测时间及频率

各站场监测时间见表 9.1-1，各污染因子监测频率见表 9.1-2。

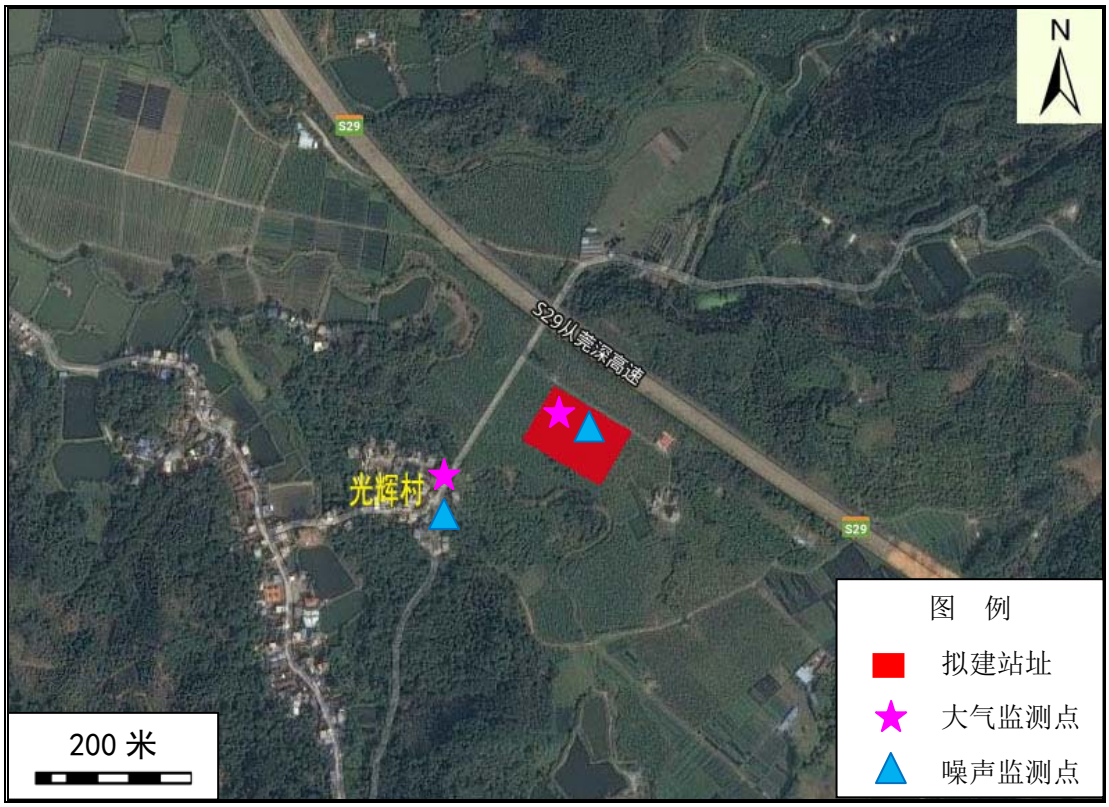


图 9.1-1　广州(增城)分输清管站监测布点图

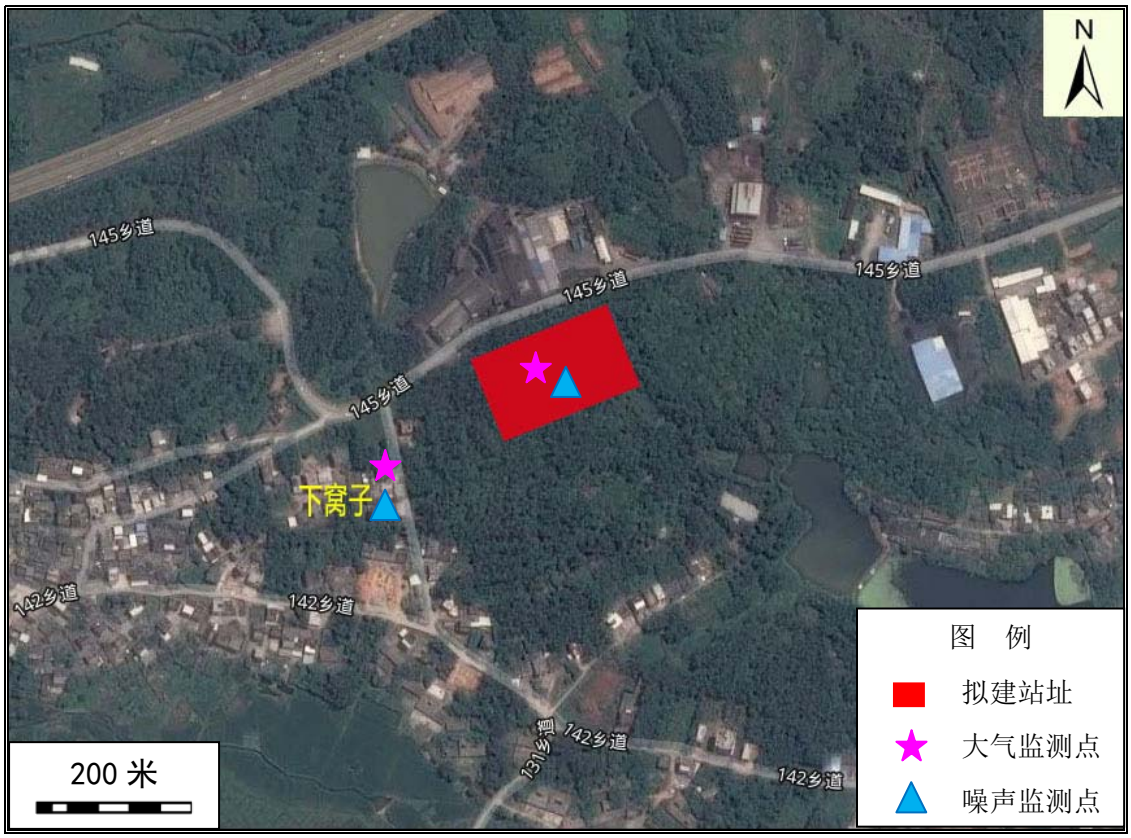


图 9.1-2　河源分输清管站监测布点图

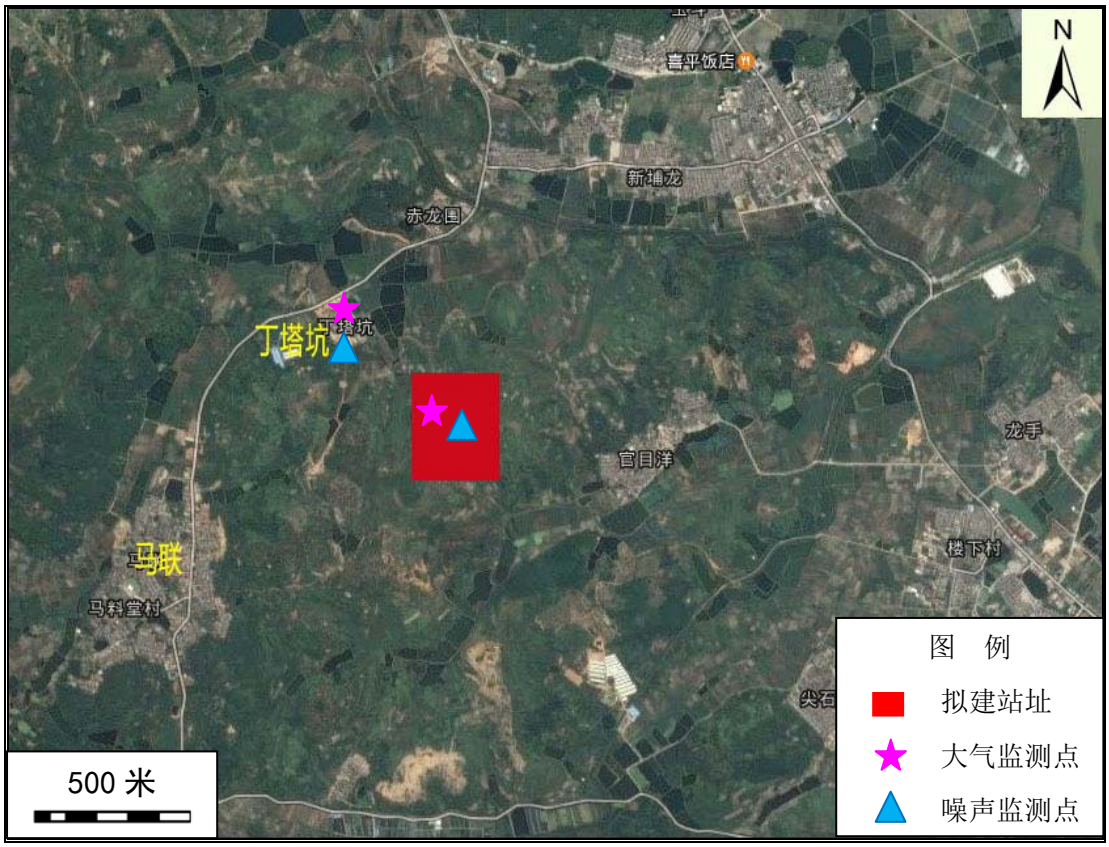


图 9.1-3　揭阳分输清管站监测布点图

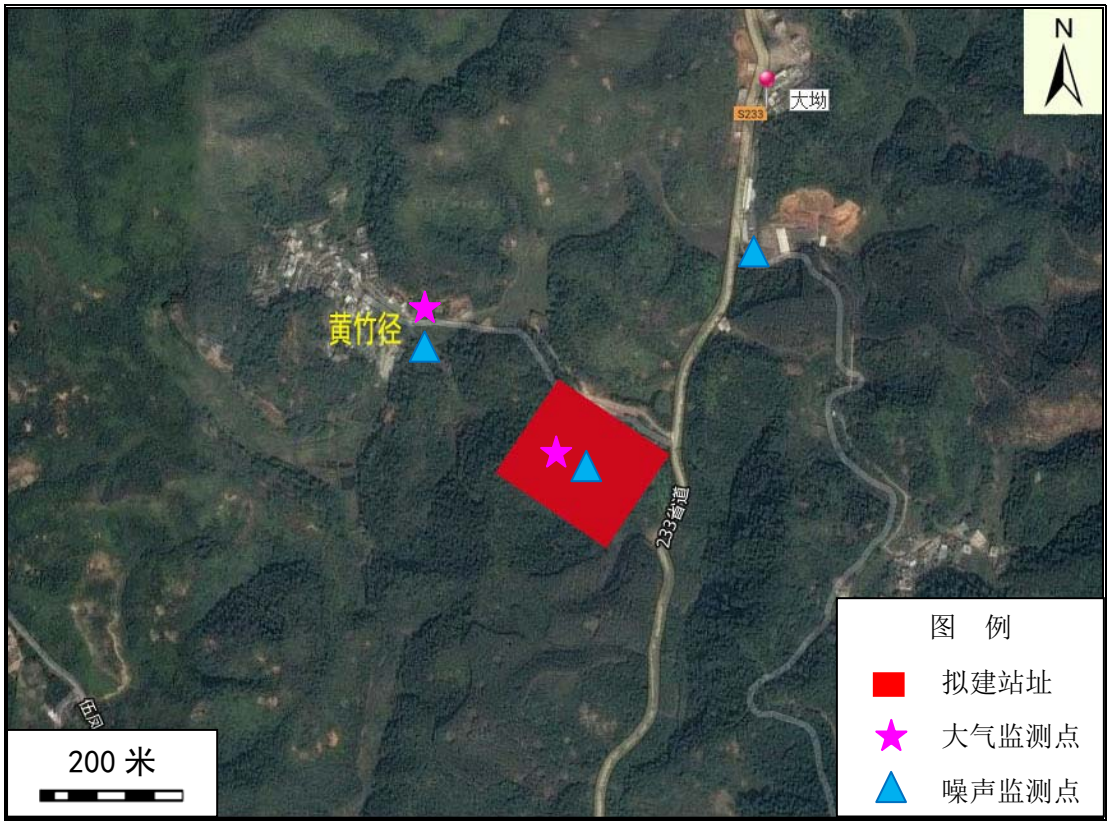


图 9.1-4　潮州分输清管站监测布点图

表 9.1-2　采样时间及监测频率

监测因子	监测项目	监测频次
SO_2	日均值	连续监测 7 天，每天至少有 20h 采样时间
NO_2	小时值	连续监测 7 天，每小时至少有 45min 采样时间
PM_{10}	日均值	连续监测 7 天，每天至少有 20h 的采样时间
非甲烷总烃	一次值	每日 4 次，每日 08、10、12、14 时采样

9.1.1.4　监测结果统计

各站场环境空气质量监测结果见表 9.1-3～表 9.1-6。

表 9.1-3　潮州分输清管站环境空气质量监测结果(mg/m^3)

监测点位	监测日期	NO_2		SO_2		PM_{10} (日均值)	NMHC(一次值)
		小时值	日均值	小时值	日均值		
1#站址区	7.02	0.011-0.023	0.018	0.017-0.035	0.026	0.053	0.11-0.19
	7.03	0.009-0.022	0.015	0.015-0.029	0.023	0.054	0.08-0.21
	7.04	0.010-0.022	0.016	0.013-0.034	0.025	0.059	0.08-0.19
	7.05	0.008-0.026	0.017	0.015-0.037	0.027	0.042	0.10-0.20
	7.06	0.008-0.023	0.015	0.016-0.023	0.020	0.051	0.07-0.19
	7.07	0.008-0.018	0.013	0.018-0.027	0.023	0.052	0.06-0.19
	7.08	0.014-0.026	0.021	0.020-0.030	0.025	0.045	0.09-0.15
2#黄竹径	7.02	0.018-0.025	0.023	0.017-0.035	0.027	0.032	0.13-0.21
	7.03	0.017-0.033	0.028	0.023-0.041	0.034	0.048	0.11-0.17
	7.04	0.012-0.029	0.019	0.024-0.039	0.031	0.035	0.09-0.20
	7.05	0.009-0.028	0.018	0.025-0.042	0.035	0.036	0.09-0.21
	7.06	0.008-0.024	0.017	0.015-0.031	0.026	0.038	0.07-0.22
	7.07	0.015-0.034	0.023	0.022-0.037	0.027	0.038	0.10-0.23
	7.08	0.012-0.026	0.021	0.022-0.033	0.027	0.033	0.10-0.20

表 9.1-4　揭阳分输清管站环境空气质量监测结果(mg/m^3)

监测点位	监测日期	NO_2		SO_2		PM_{10} (日均值)	NMHC(一次值)
		小时值	日均值	小时值	日均值		
3#站址区	7.02	0.015-0.034	0.026	0.018-0.041	0.025	0.048	0.10-0.18
	7.03	0.013-0.032	0.022	0.019-0.032	0.027	0.052	0.11-0.22
	7.04	0.013-0.031	0.022	0.021-0.048	0.033	0.054	0.15-0.19
	7.05	0.015-0.026	0.017	0.021-0.039	0.028	0.049	0.11-0.24
	7.06	0.011-0.028	0.018	0.018-0.043	0.031	0.053	0.11-0.19
	7.07	0.011-0.025	0.017	0.021-0.037	0.028	0.054	0.09-0.27
	7.08	0.009-0.026	0.019	0.020-0.041	0.031	0.058	0.12-0.23
4#丁塔坑	7.02	0.016-0.034	0.026	0.026-0.047	0.034	0.042	0.07-0.20
	7.03	0.018-0.033	0.025	0.017-0.035	0.026	0.034	0.06-0.24
	7.04	0.018-0.035	0.027	0.022-0.041	0.032	0.037	0.11-0.29
	7.05	0.016-0.034	0.021	0.028-0.046	0.035	0.041	0.09-0.24
	7.06	0.024-0.038	0.029	0.022-0.046	0.038	0.045	0.10-0.25
	7.07	0.011-0.044	0.030	0.015-0.049	0.034	0.039	0.08-0.26
	7.08	0.023-0.039	0.028	0.017-0.046	0.031	0.032	0.09-0.27

表 9.1-5　河源分输清管站环境空气质量监测结果(mg/m³)

监测点位	监测日期	NO_2		SO_2		PM_{10} (日均值)	NMHC (一次值)
		小时值	日均值	小时值	日均值		
5#站址区	7.02	0.016-0.037	0.024	0.021-0.043	0.032	0.054	0.12-0.24
	7.03	0.014-0.045	0.030	0.029-0.054	0.037	0.057	0.08-0.23
	7.04	0.019-0.031	0.024	0.023-0.043	0.031	0.072	0.11-0.25
	7.05	0.012-0.036	0.022	0.026-0.038	0.032	0.056	0.13-0.27
	7.06	0.017-0.041	0.029	0.019-0.052	0.038	0.058	0.13-0.26
	7.07	0.015-0.044	0.031	0.022-0.034	0.028	0.052	0.09-0.24
	7.08	0.011-0.026	0.021	0.024-0.041	0.032	0.063	0.11-0.22
6#黄竹径	7.02	0.008-0.023	0.014	0.018-0.041	0.025	0.052	0.08-0.19
	7.03	0.006-0.025	0.017	0.020-0.031	0.023	0.057	0.10-0.24
	7.04	0.007-0.019	0.013	0.021-0.032	0.026	0.056	0.07-0.21
	7.05	0.009-0.019	0.013	0.021-0.047	0.034	0.058	0.10-0.23
	7.06	0.011-0.027	0.019	0.018-0.037	0.027	0.063	0.10-0.23
	7.07	0.006-0.019	0.014	0.019-0.042	0.032	0.054	0.09-0.21
	7.08	0.006-0.021	0.015	0.022-0.038	0.029	0.072	0.08-0.19

表 9.1-6　广州(增城)分输清管环境空气质量监测结果(mg/m³)

监测点位	监测日期	NO2		SO2		PM10 (日均值)	NMHC (一次值)
		小时值	日均值	小时值	日均值		
7#站址区	7.02	0.011-0.024	0.017	0.027-0.051	0.036	0.053	0.12-0.21
	7.03	0.006-0.019	0.015	0.025-0.050	0.037	0.054	0.12-0.25
	7.04	0.009-0.026	0.018	0.024-0.052	0.039	0.070	0.15-0.18
	7.05	0.014-0.023	0.019	0.023-0.061	0.041	0.052	0.15-0.25
	7.06	0.015-0.025	0.020	0.025-0.051	0.038	0.063	0.11-0.21
	7.07	0.009-0.018	0.014	0.022-0.045	0.036	0.053	0.15-0.21
	7.08	0.009-0.027	0.017	0.027-0.053	0.039	0.045	0.12-0.20
8#光辉村	7.02	0.005-0.017	0.012	0.021-0.039	0.028	0.045	0.09-0.19
	7.03	0.005-0.011	0.009	0.018-0.037	0.026	0.041	0.09-0.22
	7.04	0.008-0.023	0.017	0.020-0.034	0.026	0.046	0.10-0.16
	7.05	0.009-0.022	0.016	0.018-0.035	0.027	0.048	0.12-0.22
	7.06	0.009-0.022	0.016	0.019-0.031	0.024	0.058	0.09-0.17
	7.07	0.007-0.013	0.009	0.022-0.032	0.027	0.048	0.11-0.18
	7.08	0.007-0.029	0.018	0.021-0.032	0.025	0.050	0.08-0.18

9.1.2　环境空气质量现状评价

9.1.2.1　评价标准

环境空气评价执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中的二级标准。其中非甲烷总烃参考《大气污染物综合排放标准详解》。详见表 1.4-1。

9.1.2.2　评价方法

采用标准指数法对评价区环境空气质量现状进行评价，计算公式如下：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{0i}}$$

其中：P_i——污染物 i 的标准指数；

C_i——污染物 i 的实测浓度，mg/m^3；

C_{0i}——污染物 i 的评价标准，mg/m^3；

9.1.2.3　评价结果

各站场环境空气质量现状评价结果见表 9.1-7。

表 9.1-7　各站场环境空气质量现状评价结果

监测点位		标准指数				
		P(NO_2)		P(SO_2)		P(PM_{10})
		小时值	日均值	小时值	日均值	
潮州分输清管站	1#	0.040-0.130	0.163-0.263	0.026-0.074	0.133-0.180	0.280-0.393
	2#	0.040-0.170	0.213-0.350	0.030-0.084	0.173-0.233	0.213-0.320
揭阳分输清管站	3#	0.045-0.170	0.213-0.325	0.036-0.096	0.167-0.220	0.320-0.387
	4#	0.055-0.220	0.263-0.375	0.030-0.098	0.173-0.253	0.213-0.300
河源分输清管站	5#	0.055-0.225	0.263-0.388	0.038-0.108	0.187-0.253	0.347-0.480
	6#	0.030-0.135	0.163-0.238	0.036-0.094	0.153-0.227	0.347-0.480
广州(增城)分输清管	7#	0.030-0.135	0.175-0.250	0.044-0.122	0.240-0.273	0.300-0.467
	8#	0.025-0.145	0.113-0.225	0.036-0.078	0.160-0.187	0.273-0.387

由表 9.1-3～表 9.1-6 以及表 9.1-7 可见，各站场站址区域及周边环境空气当中 NO_2 小时浓度范围在 0.005mg/m^3-0.045mg/m^3 之间，标准指数值范围在 0.025-0.225 之间，未超标；NO_2 日均浓度范围在 0.013mg/m^3-0.031mg/m^3 之间，标准指数值范围在 0.163-0.388 之间，未超标；SO_2 小时浓度范围在 0.013mg/m^3-0.061mg/m^3 之间，标准指数值范围在 0.026-0.122 之间，未超标；SO_2 日均浓度范围在 0.020mg/m^3-0.041mg/m^3 之间，标准指数值范围在 0.133-0.273 之间，未超标；PM_{10} 日均浓度范围在 0.032mg/m^3-0.072mg/m^3 之间，标准指数值范围在 0.213-0.480 之间，未超标。各站场环境空气质量均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准。

各站场环境空气当中非甲烷总烃浓度范围在 0.06mg/m^3-0.29mg/m^3 之间，低于《大气污染物综合排放标准详解》中的 2mg/m^3。

9.2 施工期环境空气影响分析

本工程施工期对大气环境的影响较小，仅施工过程中产生的扬尘及施工机械、车辆排放的废气会对大气环境产生短期、轻微的影响。

9.2.1 施工扬尘

施工扬尘主要来自：土方的开挖、堆放、回填，施工建筑材料的装卸、运输、堆放和混凝土拌合等以及施工车辆运输产生的扬尘。

通过类比调查，在一般地段，无任何防尘措施的情况下，施工现场对周围环境的污染约在150m范围内，TSP最大污染浓度是对照点的6.39倍。而在有防尘措施(围金属板)的情况下，污染范围为 50m 以内区域，最高污染浓度是对照点的4.04倍,最大污染浓度较无防尘措施降低了0.479mg/m^3。类比数据参见表9.2-1。

表9.2-1 某施工场界下风向TSP浓度实测值(mg/m^3)

防尘措施	工地下风向距离(m)						工地上风向(对照点)
	20	50	100	150	200	250	
无	1.303	0.722	0.402	0.311	0.270	0.210	0.204
有(围金属板)	0.824	0.426	0.235	0.221	0.215	0.206	

9.2.2 施工废气

施工废气主要来自施工机械驱动设备排放的废气和运输车辆尾气。据有关资料分析，施工废气污染物影响距离为施工场所下风向100m左右。

管道工程一般分段施工，施工机械及车辆排放的废气较分散，排放量相对较少，时间较短，对区域环境空气影响较小。

9.3 运行期环境空气影响分析

9.3.1 污染气象特征

管道沿线主要气象特征见4.1.2节。

9.3.2 环境空气影响评价

本工程站场排放的废气主要为站场清管作业时排放的少量非甲烷总烃。本次评价将站场清管作业排放的非甲烷总烃作为预测因子，预测非甲烷总烃对站场周围环境空气的影响。

9.3.2.1 预测源强

根据工程分析，各站场非甲烷总烃排放源强见表9.3-1。

表 9.3-1　预测源强清单

污染源名称	污染因子	排气筒高度 m	排气筒内径 m	烟气出口速度 m/s	烟气出口温度 K	排放工况	排放源强 g/s
站场放空立管	NMHC	15	0.30	0.08	293	间断	0.23

9.3.2.2　预测模式

采用《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2008)推荐的估算模式进行预测和分析。

9.3.2.3　预测结果及分析

通过估算模式计算得到各站场清管作业时不同距离处非甲烷总烃浓度分布情况见表 9.3-2。

表 9.3-2　闽粤支干线各站清管作业排放的非甲烷总烃落地浓度分布情况

距离(m)	估算模式计算结果(mg/m^3)	叠加背景值后的结果(mg/m^3)	备注
10	0.0000	0.2900	
100	0.1328	0.4228	
100	0.1328	0.4228	
144	0.1421	0.4321	最大落地浓度
200	0.1223	0.4123	
300	0.1202	0.4102	
400	0.0963	0.3863	
500	0.0754	0.3654	
600	0.0598	0.3498	
700	0.0506	0.3406	
800	0.0519	0.3419	
900	0.0515	0.3415	
1000	0.0501	0.3401	
1100	0.0479	0.3379	
1200	0.0455	0.3355	
1300	0.0431	0.3331	
1400	0.0407	0.3307	
1500	0.0384	0.3284	
1600	0.0363	0.3263	
1700	0.0343	0.3243	
1800	0.0325	0.3225	
1900	0.0307	0.3207	
2000	0.0291	0.3191	
2500	0.0229	0.3129	

注：表中所叠加的背景值较保守，叠加的均为现状监测的最大值(0.29mg/m^3)。

由表 9.3-2 可见，闽粤支干线各站场清管作业时排放的非甲烷总烃最

大落地浓度预测值为 0.1421mg/m^3，与背景值(0.29mg/m^3)叠加后为0.4321mg/m^3，出现在预测源下风向144m处。

由此可见，清管作业对各站场周围环境空气影响均较小。

10 环境风险评价

10.1 环境风险识别

10.1.1 输送介质危险性识别

本工程输送物质为商品净化天然气，按照《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2015)，天然气属于甲 B 类火灾危险物质。天然气中主要组份为甲烷、乙烷、丙烷等，各主要组分基本性质见表 10.1-1，天然气的危险特性见表 10.1-2，主要组份甲烷的物质特性见表 10.1-3。

由表可见，天然气具有以下危险特性：

1) 易燃性

天然气属于甲类火灾危险物质。对于石油蒸汽、天然气常常在作业场所或储存区弥散、扩散或在低洼处聚集，在空气中只要较小的点燃能量就会燃烧，因此具有较大的火灾危险性。

2) 易爆性

天然气与空气组成混合气体，其浓度处于一定范围时，遇火即发生爆炸。天然气(甲烷)的爆炸极限范围为 5～15(%V/V)，爆炸浓度极限范围愈宽，爆炸下限浓度值越低，物质爆炸危险性就越大。

3) 毒性

天然气为烃类混合物，属低毒性物质，但长期接触可导致神经衰弱综合症。甲烷属“单纯窒息性气体”，高浓度时因缺氧窒息而引起中毒，空气中甲烷浓度达到 25%～30%时出现头晕，呼吸加速、运动失调。

4) 热膨胀性

天然气随温度升高膨胀特别明显。如果站场储存容器遭受暴晒或靠近高温热源，容器内的介质受热膨胀造成容器内压增大而膨胀。这种热胀冷缩作用往往损坏储存容器，造成介质泄漏。天然气储存容器在低温下还可能引起外压失稳。

5) 静电荷聚集性

虽然静电荷主要发生在油品的运输、流动、装卸等工艺中，但是压缩气体从管口或破损处高速喷出时，由于强烈的摩擦作用，也会产生静电。静电的危害主要是静电放电。如果静电放电产生的电火花能量达到或大于

可燃物的最小点火能，就会立即引起燃烧、爆炸。

6) 易扩散性

天然气的泄漏不仅会影响管道的正常输送，还会污染周围的环境，甚至使人中毒，更为严重的是增加了火灾爆炸的危险。当管道系统密封不严时，天然气极易发生泄漏，并可随风四处扩散，遇到明火极易引起火灾或爆炸。

表 10.1-1 天然气主要组分基本性质

组分	甲烷	乙烷	丙烷	正丁烷	异丁烷	其它
	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	$I-C_4H_{10}$	C_5-C_{11}
密度(kg/Nm^3)	0.72	1.36	2.01	2.71	2.71	3.45
爆炸上限%(v)	5.0	2.9	2.1	1.8	1.8	1.4
爆炸下限%(v)	15.0	13.0	9.5	8.4	8.4	8.3
自燃点(℃)	645	530	510	490	/	/
理论燃烧温度(℃)	1830	2020	2043	2057	2057	/
燃烧 1 m^3 气体所需空气量(m^3)	9.54	16.7	23.9	31.02	31.02	38.18
最大火焰传播速度(m/s)	0.67	0.86	0.82	0.82	/	/

表 10.1-2 天然气的危险特性

临界温度℃		-79.48	燃烧热 kJ/kmol	884768.6
临界压力 bar		46.7	LFL(%V/V)	4.56
标准沸点℃		-162.81	UFL(%V/V)	19.13
溶点℃		-178.9	分子量 kg/kmol	16.98
最大表明辐射能 kW/m^2		200.28	最大燃烧率 kg/m^3.s	0.13
爆炸极限%(v)	上限	15	燃烧爆炸危险度	1.8
	下限	5	危险性类别	第 2.1 类 易燃气体
密度 kg/m^3		0.73(压力 1atm，温度 20℃状态下)		

表 10.1-3　甲烷物质特性

类别	项目	甲烷(methane　CAS No.：　74-82-8)
理化性质	外观及性状	无色无臭气体
	分子式/分子量	CH_4/16.04
	熔点/沸点(℃)	-182.5/-161.5
	密度	相对密度(水=1)：0.42(-164℃)；相对蒸气密度(空气=1)：0.56
	饱和蒸汽压(kPa)	53.32(-168.8℃)
	溶解性	微溶于水，溶于醇、乙醚
燃烧爆炸危险性	危险标记	4　易燃气体
	闪点/引燃温度(℃)	-188/538
	爆炸极限(vol%)	爆炸上限%(V/V)：15；爆炸下限%(V/V)：5
	稳定性	稳定
	危险特性	易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其它强氧化剂接触剧烈反应。燃烧(分解)产物：一氧化碳、二氧化碳。
	灭火方法	切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。
	储运注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂等分开存放。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。
毒理性质	毒性	属微毒类。允许气体安全地扩散到大气中或当作燃料使用。有单纯性窒息作用，在高浓度时因缺氧窒息而引起中毒。空气中达到 25%～30%出现头昏、呼吸加速、运动失调。 急性毒性：小鼠吸入 42%浓度×60 分钟，麻醉作用；兔吸入 42%浓度×60 分钟，麻醉作用。
	健康危害	甲烷对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。当空气中甲烷达 25%～30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速。若不及时脱离，可致窒息死亡。皮肤接触液化本品，可致冻伤。
泄漏处置		迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器妥善处理修复检验后再用。
防护措施	呼吸系统防护	一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩带自吸过滤式防毒面具(半面罩)。
	眼睛防护	一般不需要特别防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜。
	身体防护	穿防静电工作服
	手防护	戴一般作业防护手套
	其它	工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。
急救措施	皮肤接触	若有冻伤，就医治疗。
	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。

10.1.2　生产设施风险识别

根据项目工程分析，项目涉及的生产设施主要是场站、阀室、输气管道。其中，站场、输气管道涉及的危险性物料输送量大，对管道的承压、密封和耐腐蚀要求较高，存在因管道破裂发生物料泄露及着火爆炸的可能。

10.1.2.1　场站

各站场主要危险表现为站内设备故障、站场设备或站内管道泄漏及公用工程故障等。引发这些事故的因素主要有：

1)　阀组、法兰、垫片及紧固件危险、有害因素分析

国内阀门、法兰、垫片、紧固件制造厂家较多，由于近几年才开始实行制造许可，管理相对滞后，制造质量参差不齐，其主要的危险、有害因素有：

材料、压力等级选用或使用错误；

制造尺寸、精度等不能满足实际要求；

阀门密封失效，即不能有效地截断管路介质或阀门本身密封失效；

电液、电气自动控制等阀门的控制系统失灵，手动操作阀门的阀杆锈死或操作困难；

管道布置不合理，造成附加应力或出现振动；

设计时未充分考虑到管道振动的影响及对其应力分析存在错误；

使用过程中阀门误动作、阀门限位开关失灵、阀板卡死、顶断阀门架、顶裂阀体等，未按要求进行检验、更换等。

2)　电气设施危险、有害因素分析

电气火灾事故的原因包括电气设备缺陷或导线过载、电气设备安装或使用不当等，从而造成温度升高至危险温度，引起设备本身或周围物体燃烧、爆炸。在输气站场等易燃、爆炸危险环境中，设置有防爆电机、电控阀门、仪器仪表、照明装置及连接电气设施的供电、控制线路等。这些设施、连接一旦发生火灾或故障，将引起电气设备火灾、爆炸事故。

3)　防雷、防静电设施危险、有害因素分析

站场、阀室内大部分管线和设备地上设置有防雷、防静电设施。主要危险、有害因素有：

(1)　系统所设置的防雷、防静电装置的位置、连接方法不正确，造成

防雷、防静电效果达不到设计要求；

(2) 不设置避雷装置，或避雷装置发生故障或消除静电装置失灵；

(3) 防雷、防静电装置采用非良导体材料制造，或年久失修接触不良，造成接地电阻过大，难以起到消除雷电或静电作用

4) 安全附件等危险、有害因素分析

设备上设置有安全阀等安全附件和相应的控制仪器仪表，以确保系统安全。如果安全附件故障，不仅不能对系统起到保护作用，而且有可能直接造成安全事故。

(1) 安全阀

安全阀老化、性能降低甚至断裂；安全阀密封面损坏从而无法达到密封要求；安全阀开启压力过高，使安全阀起不到保护作用，或者开启压力过低，使安全阀经常开启，导致介质经常泄漏或造成事故；安全阀的排放能力不够，使超压的管道、设备不能及时泄压；安全阀漏气；安全阀开启不灵活等原因都可能造成安全事故。

(2) 控制仪器仪表

系统用于控制温度、压力、流量等的控制仪器仪表及站场 PLC 控制系统等，这些仪器仪表及控制系统对整个系统的控制、运行和管理，起着十分重要的作用，如果设备选型不当、制造质量存在问题或系统控制用软件不适合工艺要求，则系统参数如温度、压力、流量等，无法实现有效控制，有可能造成超压、超温、泄漏等安全事故，甚至火灾、爆炸事故，例如压力表指针不动、不回零、跳动严重时，有可能出现超压情况。

5) 清管设施

系统选用的清管球的密封垫片形式不当难以将管道内部的污物清除干净；收发球筒的快开盲板选型不当，容易造成带压伤人事故；管道三通和旁路管道未安装档条或旁路阀门未关严、管道严重变形或管内有较大异物未清除干净等原因堵塞管道时会造成清管器丢失、卡阻，清除卡阻操作不当容易产生管道破裂事故或伤人事故。

6) 其它系统

(1) 计量装置

计量系统主要危险是泄漏引起的火灾爆炸事故，以及计量错误引起的

自控系统误动作等。

(2) 调压装置

调压设备故障，导致下游管道、设备超压，可能引发超压损坏事故，设备材质不合格可能发生天然气泄漏，设备安装时接头处密封不严也可能发生天然气泄漏，泄漏的天然气在空气中达到爆炸极限浓度时，遇明火可发生爆炸事故。

(3) 放空系统

放空系统是天然气在管道事故状态下或者一些正常的工作状态下，对天然气进行放空的系统，如果其放空管出现故障，就要将管道中气体直排进大气，当这些气体与空气混合达到爆炸浓度极限时，存在爆炸危险。当管道运行压力超过设定值时，会有泄压排放，采用直接压力保护阀泄压方式，气体直接排入大气环境，也有发生爆炸的可能性。

10.1.2.2 输气管道

本工程管线属于长输管道，输送的介质具有易燃、易爆危险性。在设计、施工、运行管理过程中，可能存在设计不合理、施工质量问题、腐蚀、疲劳等因素，可能造成阀门、仪器仪表、管线等设备设施及连接部位泄漏而引起火灾、爆炸事故。如输气管道内积水、冰堵事故；过滤器、管道连接法兰处泄漏等。

1) 设计不合理

(1) 材料选材、设备选型不合理

在确定管子、管件、法兰、阀门、机械设备、仪器仪表材料时，未充分考虑材料的强度，若管线的选材不能满足强度要求，管道存在应力开裂危险。

(2) 管线布置、柔性考虑不周

管线布置不合理，造成管道因热胀冷缩产生变形破坏或振动；埋地管道弯头的设置、弹性敷设、埋设地质影响、温差变化等，对运行管道产生管道位移具有重要影响，柔性分析中如果未充分考虑或考虑不全面，将会引起管道弯曲、拱起甚至断裂。管内介质不稳定流动和穿越公路、铁路处地基振动产生的管道振动也可能导致管道位移。

(3) 结构设计不合理

在管道结构设计中未充分考虑使用后定期检验或清管要求，造成管道投入使用后不能保证管道内检系统或清管球的通过，而不能定期检验或清污；或者管道、压力设备结构设计不合理，难以满足工艺操作要求甚至带来重大安全事故。

(4) 防雷、防静电设计缺陷

管道工程如果防雷、防静电设计不合理、设计结构、安装位置等不符合法规、标准要求，会为工程投产后带来很大的安全隐患。

2) 穿越工程危险、有害因素分析

本工程管道在敷设途中，多处穿越公路、铁路及河流水渠，对于穿越段管道，存在以下危险、有害因素：

(1) 河流穿越的影响

本工程穿越大中型河流 19 次，并多次穿越小型河流及冲沟，河流穿越处对管道的破坏形式主要有河床的下切和河岸的扩张两种。山区段河流河床切割较深，大多数河流的河道和河岸的基岩已裸露，因此只要保证管道能进入稳定的基岩层，管道所受的水力破坏就不会太严重；平原段河流河流态势、水文及冲淤变化较大，有的改道频繁，河床地质条件较差。因此在汛期水量急增的情况下，容易造成河床段管道的下切暴露，甚至冲断。河岸垮塌严重，也会造成岸坡管道的暴露悬空。

(2) 隧道穿越

管线在一些地势较高的山区通过时，考虑到大落差给输送工艺带来的影响和要尽量少破坏自然环境，在一些地段采用隧道。全线共设山区隧道 25 处，总长度约 32.411km。

根据各隧道所处的工程地质情况，III级及III级以下围岩采用现场浇筑整体式混凝土衬砌；Ⅳ级围岩采用喷射混凝土局部加螺纹钢筋(直径 20mm)砂浆锚杆支护；Ⅴ类围岩采用喷射混凝土防护。隧道底部做混凝土铺底。

本工程盾构隧道穿越河流处，隧道位于河流百年一遇冲刷线高程 5m 以下，管道安装在隧道内，隧道在管道安装施工完成后回填，管道不会受到人为、冲刷、抛锚等外部影响。

综合比较各种穿越方式，盾构隧道施工是风险最小的穿越方式。相对钻爆隧道施工方式而言，盾构隧道不容易出现塌方、洞内涌水等风险；

(3) 公路、铁路穿越的影响

本工程线路穿越铁路3次，高速公路7次，高等级公路19次。管道穿越铁路一般采用顶钢筋混凝土箱涵方式。管道穿越干线公路(省级以上)、专用公路及沥青、水泥路面等级公路均采用套管进行保护。道路上车辆通过时产生的振动会对管道产生管道应力破坏。

(4) 带套管穿越的影响

管线带套管穿越高等级公路、铁路时，由于套管对阴极保护电流的屏蔽作用，无法使套管内工作管得到应有的保护，为此可研对这些输送管补加牺牲阳极进行保护，可以有效抑制阴极保护失效的影响。

3) 腐蚀、磨蚀

本工程管道所经土壤腐蚀性环境差异较大、土壤电阻率随季节性变化，以及所经区域较复杂，可能存在由杂散干扰引起的波动等因素。容易引起防腐失效，腐蚀既有可能大面积减薄管的壁厚，导致过度变形或爆破，也有可能导致管道穿孔，引发漏气事故。另外，如果管道的阴极保护系统故障或受到人为破坏，使被保护管段短时失去保护，也可能导致管线腐蚀。

在管输工艺过程中，若天然气中所含尘粒等固体杂质未被有效分离清除，同时管输天然气的流速较高，会冲击、磨蚀管道或设备材料表面，在管线转弯处尤为严重，从而可能导致局部减薄、刺漏。

管道接近交流电源输送线路和电气化铁路存在着一定风险。本工程存在电气化铁路穿越段，同时存在高压线路并行段。这些用电设备的接地故障及输气管道的感应过程，都会损坏管道的防腐涂层，从而对管道安全造成威胁。如果保护管道的相应措施不当，输电线路及电气化铁路产生的杂散电流对输气管道防腐层则可能产生破坏作用。

4) 疲劳失效

管道、设备等设施在交变应力作用下发生的破坏现象称为疲劳破坏。所谓交变应力即为因载荷作用而产生随时间周期或无规则变化的应力。交变应力引起的破坏与静应力引起的破坏现象截然不同，即使在交变应力低于材料屈服极限的情况下，经过长时间反复作用，也会发生突然破坏。

管道经常开停车或变负荷，系统流动不稳定，穿越公路、铁路处地基振动产生管道振动等均会产生交变应力。而管道、设备等设施在制造过程中，不可避免的存在开孔或支管连接、焊缝缺陷，这些几何不连续造成应力集中，由于交变应力的作用将在这些部位产生疲劳裂纹，疲劳裂纹逐渐扩展贯穿整个壁厚后，会导致天然气泄漏或火灾、爆炸事故。

5) 施工机械漏油

管道工程施工过程当中以及维抢修过程当中会使用多种施工机械。其中，盾构机、泥水分离器等机械使用柴油作为动力。本工程施工机械会定期保养，漏油的可能性很小。

10.1.3 扩散途径识别

本项目管道泄漏产生的天然气和燃烧后产生的CO均为气态污染物，进入大气环境，通过大气扩散对项目周围大气环境造成危害。

本工程盾构隧道施工过程当中如果发生隧道涌水、施工机械油品泄露，如果处置不当，则可能进入水环境当中。

10.1.4 敏感目标识别

本项目环境风险因素是气态污染物，因此主要环境风险因素是对大气环境的影响，环境风险评价范围内敏感目标是集中性居住区和社会关注点。本项目风险评价范围内的村庄分布情况具体见附表2。

本工程管道沿线近距离的水源保护区、森林公园等详见表 1.5-1，图1.5-1。本工程管道沿线重要地表水体见表 1.5-2。本环评报告中设置了专门的章节对工程建设对各类敏感区的影响均进行了分析评价，本章节部分不再对此进行赘述。

10.1.5 重大危险源识别

本工程是由 5 个输气站场、26 座线路截断阀室、595km 输气管道组成的一个输气系统。将管线每两个截断阀间的管段作为一个单元，按照《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2009)中规定的临界量进行辨识，结果见表10.1-4。

由表 10.1-4 及表 10.1-5 可见，本工程管道各管段天然气在线量均大于50t，属于重大危险源。各站场天然气在线量远小于50t，不属于重大危险源。

表 10.1-4　西气东输三线闽粤支干线工程重大危险源辨识

序号	管段名称	管段长度(km)	管径(mm)	天然气在线量(t)	环境风险因素	是否为重大危险源
1	广州(增城)分输清管-1#阀室	21.4	813	816	该段管道位于广州增城市及惠州市龙门县境内，沿线分布有花岗岩低山区，沉积岩低丘陵地貌，花岗岩高丘陵地貌，零星分布有岩溶地貌。低山区地势较高，山峰呈锥状，风化作用强烈，残坡积土厚度大。丘陵地貌主要分布于山前平原周围，低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错；高丘陵地貌海拔在 500m 以下，丘体多呈短条状，少数呈浑圆状，风化层较厚，残坡积较发育。管道两侧居民分布较多，近距离村庄有坳子头、坡头岭、虾尾、鸦岗、老窑吓、独岗、大厂等。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。	是
2	1#阀室-2#阀室	23.3	813	888	该段管道位于广东省惠州市龙门县境内，沿线分布有花岗岩低丘陵地貌，沉积岩低丘陵地貌，花岗岩高丘陵地貌，零星分布有岩溶地貌。丘陵地貌主要分布于山前平原周围，低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错；高丘陵地貌海拔在 500m 以下，丘体多呈短条状，少数呈浑圆状，风化层较厚，残坡积较发育。管道在该段穿越溢塘隧道。管道附近居民分布较多，近距离村庄主要有西赤、东山、敖溪、东安、显塘等。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。	是
3	2#阀室-3#阀室	20.2	813	770	该段管道位于广东省惠州市龙门县境内，管道处于沉积岩低丘陵地貌区。低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错。管道在该段穿越坪山隧道。管道两侧居民分布较少。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。	是
4	3#阀室-4#阀室	19.4	813	739	该段管道位于广东省惠州市龙门县及博罗县境内，管道处于沉积岩低丘陵地貌区。低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错。管道在该段穿越坪岭隧道，穿越公庄河。管道近距离村庄有悦观湖、糯斗林等。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。	是
5	4#阀室-河源分输清管站	16.1	813	614	该段管道位于广东省惠州市博罗县及河源市源城区境内，管道处于沉积岩低丘陵地貌区。低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错。管道两侧居民不多，近距离村庄有塘子角、下堂、下窝子等。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。	是

续表 10.1-4　西气东输三线闽粤支干线工程重大危险源辨识

序号	管段名称	管段长度(km)	管径(mm)	天然气在线量(t)	环境风险因素	是否为重大危险源
6	河源分输清管站-5#阀室	11.7	813	446	该段管道位于广东省河源市源城区及东江新区境内，管道处于沉积岩低丘陵地貌区。低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错。管道在该段穿越东江。管道两侧居民不多，近距离村庄有瓦窑堂、中甲陂头、蓝田坝等。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。	是
7	5#阀室-6#阀室	13.5	813	514	该段管道位于广东省河源市东江新区及紫金县境内，沿线主要为平原地貌以及沉积岩低丘陵区域。管道两侧居民分布较为密集，近距离村庄有榕丰村、蚊子窝、塘背、乌坭塘、下埔子、半岭、坪山塘、洋湖等。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。	是
8	6#阀室-7#阀室	19.5	813	743	该段管道位于广东省河源市紫金县境内,沿线主要处于沉积岩低丘陵地貌区。低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错。管道两侧居民分布较多，近距离村庄有钟屋排、磨坑、下横岗、横坡、坳下、大同村、吴屋坝、矮厂下、黄屋、大屋家等。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。	是
9	7#阀室-8#阀室	19.3	813	736	该段管道位于广东省河源市紫金县境内，沿线分布有花岗岩低丘陵地貌，与花岗岩高丘陵地貌。丘陵地貌主要分布于山前平原周围，低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错；高丘陵地貌海拔在 500m 以下，丘体多呈短条状，少数呈浑圆状，风化层较厚，残坡积较发育。管道在该段穿越秋香江。管道两侧居民分布较少，近距离村庄有围坪、三社坑口等。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。	是
10	8#阀室-9#阀室	22.8	813	869	该段管道位于广东省河源市境紫金县内，沿线主要为花岗岩低丘陵地貌、沉积岩低丘陵地貌，以及花岗岩高丘陵地貌。丘陵地貌主要分布于山前平原周围，低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错；高丘陵地貌海拔在 500m 以下，丘体多呈短条状，少数呈浑圆状，风化层较厚，残坡积较发育。管道在该段穿越白眉寨隧道，穿越秋香江支流。管道两侧居民分布较多，近距离村庄有仙女埔、湖塘、马塘角、应求排等。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。	是
11	9#阀室-10#阀室	24	813	915	该段管道位于广东省河源市紫金县及梅州市五华县境内，沿线主要为花岗岩高丘陵地貌。高丘陵地貌海拔在 500m 以下，丘体多呈短条状，少数呈浑圆状，风化层较厚，残坡积较发育。管道两侧居民分布较为稀疏，近距离村庄有河径村、横岭下、新开窝虾尾等。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。	是

续表 10.1-4　西气东输三线闽粤支干线工程重大危险源辨识

序号	管段名称	管段长度(km)	管径(mm)	天然气在线量(t)	环境风险因素	是否为重大危险源
12	10#阀室-11#阀室	21.7	813	827	该段管道位于广东省梅州市五华县境内，沿线位于花岗岩低丘陵地貌与花岗岩高丘陵地貌区。丘陵地貌主要分布于山前平原周围，低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错；高丘陵地貌海拔在 500m 以下，丘体多呈短条状，少数呈浑圆状，风化层较厚，残坡积较发育。该段管道穿越琴江。管道两侧居民分布较为稀疏，近距离村庄有崩塘、大拔、石鱼塘、梅北村等。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。	是
13	11#阀室-12#阀室	18.2	813	694	该段管道位于广东省梅州市五华县境内，沿线为花岗岩低丘陵地貌。低丘陵地貌主要分布于山前平原周围，低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错。管道在该段穿越时禾石隧道。管道周围居民分布较为稀疏，近距离村庄有砌下、招田、大湖小湖洞等。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。	是
14	12#阀室-13#阀室	15.1	813	575	该段管道位于广东省梅州市五华县及揭阳市揭西县境内，沿线主要为花岗岩低山区，以及花岗岩高丘陵地貌区。低山区地势较高，切割深，山峰呈锥状，风化作用强烈，残坡积土厚度大。高丘陵地貌海拔在 500m 以下，丘体多呈短条状，少数呈浑圆状，风化层较厚，残坡积较发育。管道在该段穿越马石牌隧道和六湖凸隧道。管道两侧村庄分布较稀疏，近距离村庄有栅下、梅江村等。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。	是
15	13#阀室-14#阀室	15.9	813	606	该段管道位于广东省揭阳市揭西县境内，沿线主要为沉积岩低丘陵地貌。低丘陵地貌主要分布于山前平原周围，低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错。管道在该段穿越龙潭 1#隧道和龙潭 2#隧道，穿越横江河。管道两侧居民分布较为密集，近距离村庄有上径背、新四村、营背埠、洋坑宫、螺丝角、双龙村、老寨下等。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.10g。	是
16	14#阀室-15#阀室	24.5	813	934	该段管道位于广东省揭阳市揭西县境内，沿线主要为花岗岩低丘陵地貌与沉积岩低丘陵地貌。低丘陵地貌主要分布于山前平原周围，低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错。管道在该段穿越龙潭 3#隧道和南山隧道，穿越五经富河。管道两侧近距离村庄有黄竹径、大成岭、分水村、坝子里、树头洋、塘尾、员墩村等。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.10g。	是

续表 10.1-4　西气东输三线闽粤支干线工程重大危险源辨识

序号	管段名称	管段长度(km)	管径(mm)	天然气在线量(t)	环境风险因素	是否为重大危险源
17	15#阀室-揭阳分输清管站	24.7	813	941	该段管道位于广东省揭阳市揭西县及揭东区境内，沿线主要分布有平原地貌以及沉积岩低丘陵地貌。管道在该段穿越东坑隧道。管道近距离村庄有建二村、老虎空、松树岭、坪岭马料塘等。管道所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.10g。	是
18	揭阳分输清管站-16#阀室	21.2	813	808	该段管道位于广东省揭阳市揭东区及梅州市丰顺县境内，沿线主要分布有低丘陵地貌与平原地貌。管道在该段穿越吉平隧道。管道在该段穿越北河。管道近距离村庄有姑山村、九斗。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.10g。	是
19	16#阀室-17#阀室	10.3	813	396	该段管道位于广东省揭阳市揭东区及梅州市丰顺县境内，沿线主要分布有低丘陵地貌与平原地貌。管道近距离村庄有汾水村。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加	是
20	17#阀室-潮州分输清管站	13.7	813	522	该段管道位于广东省梅州市丰顺县及潮州市潮安县境内，沿线主要为花岗岩低丘陵地貌。低丘陵地貌主要分布于山前平原周围，低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错。管道在该段穿越园潭隧道、横东 1#隧道、横东 2#隧道、高棚隧道、鸡啼隧道、白水砌隧道。管道两侧村庄分布较为稀疏，近距离村庄有梅溪村、黄沙田等。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.10g。	是
21	潮州分输清管站-18#阀室	12	813	457	该段管道位于广东省潮州市潮安县与梅州市丰顺县境内，沿线主要为花岗岩低丘陵与高丘陵地貌区域。丘陵地貌主要分布于山前平原周围，低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错；高丘陵地貌海拔在 500m 以下，丘体多呈短条状，少数呈浑圆状，风化层较厚，残坡积较发育。管道在该段穿越韩江。管道近距离村庄为茶背村、九河村等。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.15g。	是
22	18#阀室-19#阀室	15	813	572	该段管道位于广东省梅州市丰顺县与潮州市潮安区境内，沿线主要为沉积岩低丘陵地貌，低丘陵地貌主要分布于山前平原周围，海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错。管道近距离村庄为葛布村等。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.15g。	是

续表 10.1-4　西气东输三线闽粤支干线工程重大危险源辨识

序号	管段名称	管段长度(km)	管径(mm)	天然气在线量(t)	环境风险因素	是否为重大危险源
23	19#阀室-20#阀室	16	813	610	该段管道位于广东省潮州市潮安区，沿线分布有花岗岩低山区地貌以及花岗岩低丘陵地貌，低丘陵地貌主要分布于山前平原周围，海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错。管道两侧近距离村庄有丁心塘、下塘浦、九头坑、凤凰镇、大坪尾、鼎新村等。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.15g。	是
24	20#阀室-21#阀室	16.3	813	621	该段管道位于广东省潮州市潮安区与饶平县境内，沿线地貌比较复杂，分布有火山岩、火山碎屑岩低山区，花岗岩低丘陵地貌，花岗岩高丘陵地貌等。低山地貌区域，切割深，以流水的线状侵蚀为主，风化作用强烈。丘陵地貌主要分布于山地边缘、在流水长期侵蚀、切割下，形态破碎。管道近距离村庄有墩仔尾、下角、田尤、石山铺等。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.15g。	是
25	21#阀室-22#阀室	23	813	877	该段管道位于广东省潮州市饶平县境内，属于花岗岩、火山岩、火山碎屑岩低丘陵地貌区域，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，破碎零散，丘谷交错。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.15g。该段管道位于断块剥蚀火山岩低丘陵区域，丘陵分布零散，形态舒缓，切割浅，多呈垅岗状排列，坡度均在 20° 以下，风化壳 2-5m。管道在该段穿越东门溪。管道两侧近距离村庄有雷锋村、开山、坟前、梨树岗等。管道在该段穿越平潭-东山断裂带。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.10g。	是
26	22#阀室-23#阀室	24	813	915	该段管道位于广东省潮州市饶平县与福建省漳州市平和县，沿线主要为花岗岩高丘陵地貌。高丘陵地貌海拔在 500m 以下，丘体多呈短条状，少数呈浑圆状，风化层较厚，残坡积较发育。管道两侧近距离村庄有逆流村、上大坑王、下大坑王、下善村、永善村等。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.10g。	是
27	23#阀室-24#阀室	24	813	915	该段管道位于福建省漳州市境内，该段管道沿线间或分布有火山岩高丘陵与断块侵蚀低山地貌。火山岩高丘陵区域丘体多呈垅岗状，多与附近山体相连，相对高差较大。断块侵蚀低山地貌区域切割较深，山峰呈锥状，以流水线状侵蚀为主，风化作用强烈，残坡积土厚度大。管道在该段穿越九峰溪。近距离村庄有上村、平等村、积磊村等。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.10g。	是
28	24#阀室-25#阀室	24	813	915	该段管道位于福建省漳州市平和县境内，沿线主要为山间河谷平原，以及花岗岩高丘陵区域。山间河谷平原内有河漫滩、河流阶地和冲洪积扇等，地面平缓，以砂砾、粉沙土、粉质粘土为主，土壤肥沃，水利条件较好。花岗岩高丘陵区域丘顶浑圆，风化强烈，局部基岩裸露，水土流失严重。管道在该段穿越大仑坪隧道、高田仔 1#隧道、高田仔 2#隧道、大坑隧道，穿越高磜溪、花山溪。管道两侧村庄分布较为稀疏。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.10g。	是

续表 10.1-4　西气东输三线闽粤支干线工程重大危险源辨识

序号	管段名称	管段长度(km)	管径(mm)	天然气在线量(t)	环境风险因素	是否为重大危险源
29	25#阀室-26#阀室	24	813	915	该段管道位于福建省漳州市平和县及南靖县境内，沿线分布有冲积平原、火山岩低丘陵以及山间河谷平原。冲积平原区海拔高度在 20m 左右，地势低平，土层深厚，组成物质以细粉砂和粘土为主。山间河谷平原内有河漫滩、河流阶地和冲洪积扇等，地面平缓，以砂砾、粉沙土、粉质粘土为主，土壤肥沃，水利条件较好。管道在该段穿越大茂山隧道、公山尾隧道，穿越九龙江、文峰溪。管道两侧村庄分布较为稀疏。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.15g。	是
30	26#阀室-漳州分输清管站	21	813	800	该段管道位于福建省漳州市南靖县及芗城区境内，沿线地貌为冲积平原，海拔高度在 20m 左右，地势低平，土层深厚，组成物质以细粉砂和粘土为主。管道在该段穿越九龙江 1(西溪)。管道两侧近距离村庄有高林、埔里、林前、柴桥头、路边村、塔尾村等。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.15g。	是

表 10.1-5　站场重大危险源辨识

序号	站场名称	所处省	天然气通量(t)	周围环境敏感性分析	是否为重大危险源
1	广州(增城)分输清管站	广东	11.9	拟建站址位于广东广州增城市鸡心岭， 南侧为混凝土村道，交通较便利，社会依托条件较好,站址场地属于平原地貌。站址西南侧 500m 为光辉村。站场周围 5km 范围内敏感目标见附表 2。	否
2	河源分输清管站	广东	11.9	拟建站址位于广东河源市源城区埔前镇莲塘岭村，距离 G205 国道约 1km，西、南侧为混凝土乡道，交通较便利,社会依托条件较好，站址场地属于平原地貌。站址西南侧 120m 为下窝子。站场周围 5km 范围内敏感目标见附表 2。	否
3	揭阳分输清管站	广东	11.9	拟建站址位于广东省揭阳市揭东区玉湖镇洋边村，西侧为混凝土乡道，交通较便利，社会依托条件较好，站址场地属于平原地貌。站址西北侧 200m 为丁塔坑，站址西南 500m 为马联。站场周围 5km 范围内敏感目标见附表 2。	否
4	潮州分输清管站	广东	11.9	拟建站址位于广东省潮州市潮安县登塘镇黄竹径，紧邻 233 省道，交通较便利，社会依托条件较好,站址场地属于平原地貌。站址西侧 500m 为黄竹径。站场周围 5km 范围内敏感目标见附表 2。	否
5	漳州分输清管站	福建	11.9	拟建站址位于福建省漳州市芗城区石亭镇，距夏蓉高速约 4km,南侧为混凝土村道，交通较便利，社会依托条件较好,站址场地属于林地。站址东侧 500m 为布坑村。站场周围 5km 范围内敏感目标见附表 2。	否

10.1.6　同类管道工程事故调查

10.1.6.1　国外同类事故统计与分析

1)　欧洲

欧洲是天然气工业发展比较早，也是十分发达的地区，经过几十年的发展和建设，该地区的跨国管道已将许多欧洲国家相连，形成了密集复杂的天然气网络系统。为了更有效地掌握输气管道事故发生的频率和原因，1982 年开始，6 家欧洲气体输送公司联合开展了收集所属公司管道事故的调查工作。这项工作得到了各大输气公司的积极响应，并据此成立了一个专门组织即欧洲输气管道事故数据组织(EGIG)。目前，EGIG 已经涵盖了 17 家欧洲主要天然气管道运营单位，管道长度约 14.3×10^4km(管道压力≥1.5MPa.包括 DN 100mm 以下的管道)。这个数据库已经在世界各地的燃气管道安全分析中广泛应用，对提高管道安全发挥了作用。

(1)　事故率统计

2015 年 2 月，EGIG 发布了“9th EGIG report”，对 1970 年～2013 年共 44 年间该组织范围内所辖的输气管道的事故进行统计分析。根据该报告，1970 年～2013 年间，共发生事故 1309 起，每年事故发生次数统计见图 10.1-1。

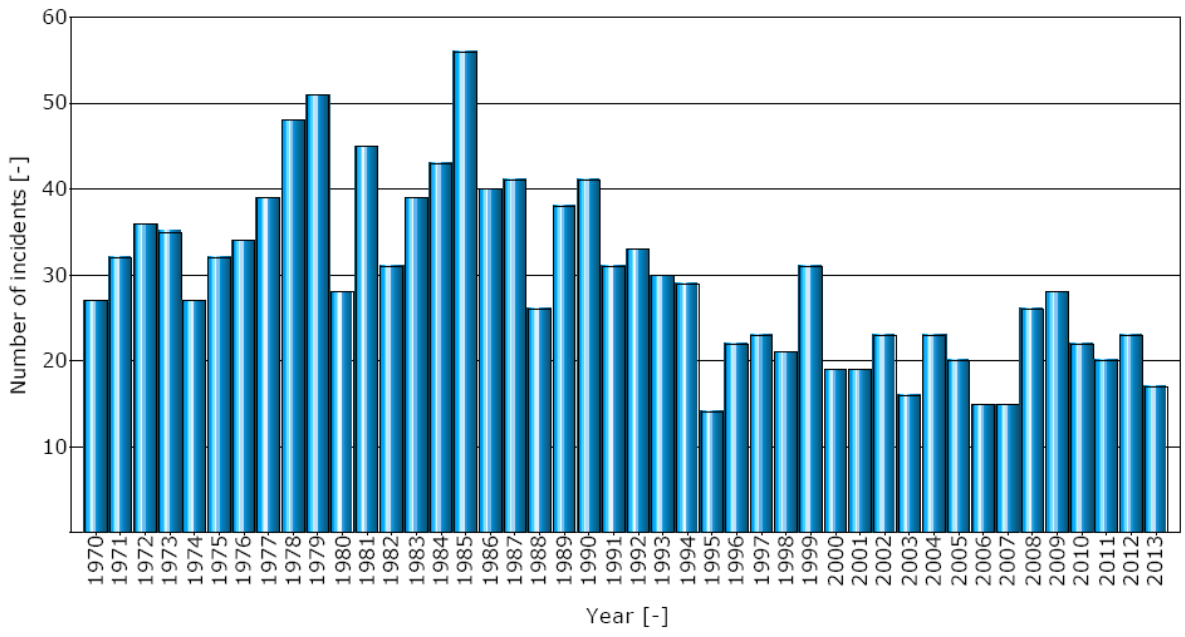


图 10.1-1　1970-2013 年每年事故次数(EGIG)

根据泊松分布定律，EGIG 对在 1970～2013 年 44 年的时间段，1970～2007 年 38 年的时间段、近 40 年、近 30 年、近 20 年、近 10 年及 2009～2013 年的 5 年时间段内管道事故率进行统计，结果见表 10.1-6。总事故率为 0.33/1000km•a，与 1970-2010 年间总事故率 0.35/1000km•a 相比进一步降低。2009-2013 年事故率仅为 0.16/1000km•a。

此外，对 1970～2013 年期间以及 2009～2013 年期间事故率的变化统计情况见图 10.1-2。

表 10.1-6　不同时段事故率统计

统计时段	统计年数	事故次数	统计管道总长(km • a)	事故率(1000km • a)
1970-2007	38	1173	3.15×10^6	0.372
1970-2010	41	1249	3.55×10^6	0.351
1970-2013	44	1309	3.98×10^6	0.329
1974-2013	40	1179	3.84×10^6	0.307
1984-2013	30	805	3.24×10^6	0.249
1994-2013	20	426	2.40×10^6	0.177
2004-2013	10	209	1.33×10^6	0.157
2009-2013	5	110	0.70×10^6	0.158

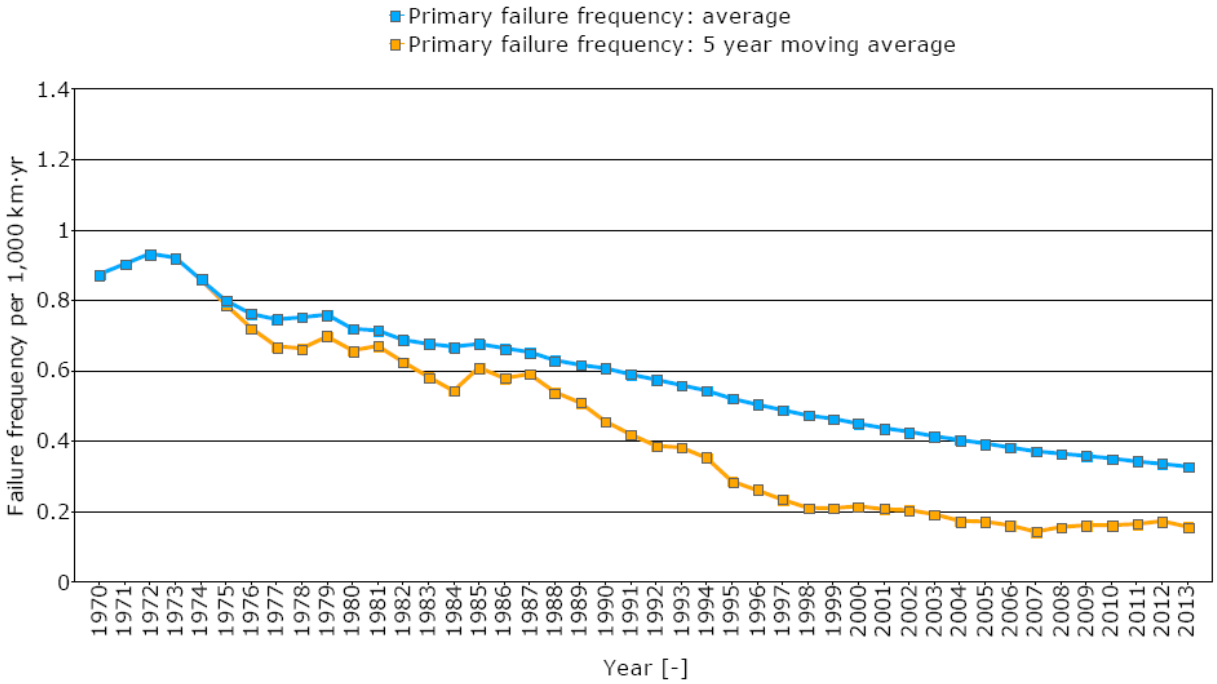


图 10.1-2　1970-2013 年和 2009-2013 年每年事故次数变化情况(EGIG)

由图 10.1-2 可见，1970-2013 年逐年管道事故率和 5 年移动事故率均呈稳步下降的趋势。逐年管道事故率从 0.87/1000km•a(1970 年)下降为

0.33/1000km•a(2013 年)。5 年移动事故率也从 0.86/1000km•a 下降至 0.16/1000km•a。管道事故率正在逐年下降，这主要归功于输气管道的焊接技术、安全管理、自动控制等技术不断完善的结果。

(2) 事故原因统计

根据统计，欧洲输气管道事故主要原因为第三方破坏。近十年来，第三方破坏约占事故总数的 35%；其次是腐蚀，所占比例为 24%；第三是施工和材料缺陷，占总数的 16%，地基位移、其他原因和误操作分居第 4～6 位，详见图 10.1-3。前三项事故原因不仅是造成欧洲输气管道事故的主要因素，而且也是整个世界管道工业中事故率最高的三大因素。

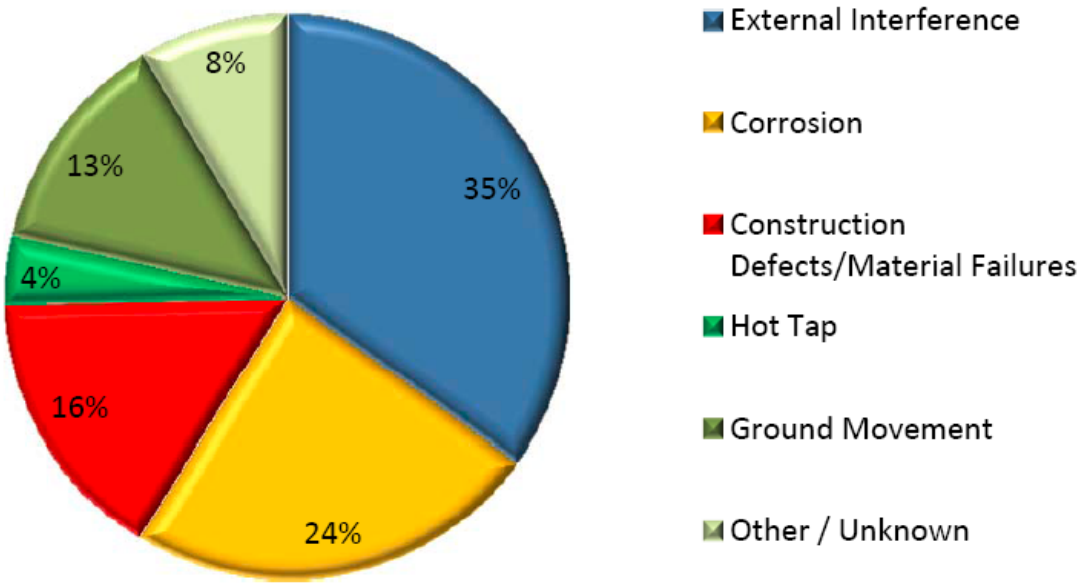


图 10.1-3 2004 年-2013 年欧洲输气管道事故原因统计

事故原因与泄漏孔径之间的关系见图 10.1-4。

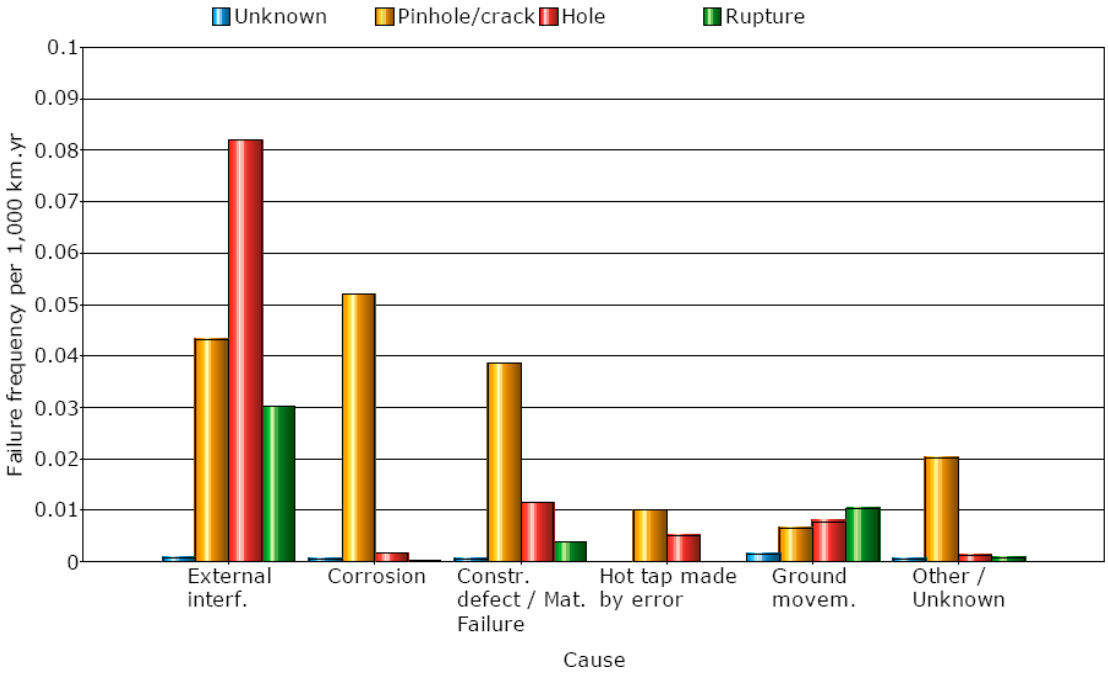


图 10.1-4　事故原因与泄漏孔径的关系

①　第三方破坏

第三方破坏指的是由外在原因或由第三方以及不可抗拒的外力而引发的管道事故，它是造成欧洲输气管道事故的首要原因，近十年来约占事故总数的 35%。随着对如何防止第三方破坏的重视，1970-2013 年由第三方破坏引发的事故率已降至 0.16/1000km•a。

EGIG 调查结果还显示管道事故的发生频率与管道直径、埋深和壁厚均有关系。图 10.1-5 至图 10.1-7 分别列出了因第三方破坏引发的管道事故率与不同管径、埋深和壁厚的关系。

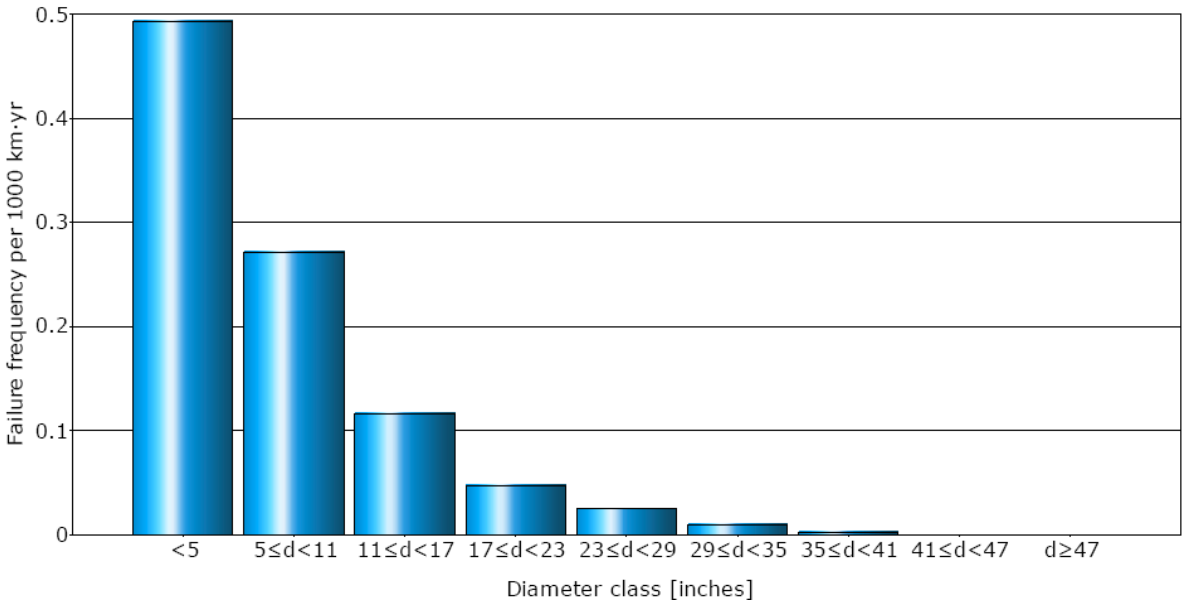


图 10.1-5　1970 年-2013 年第三方破坏引起的管道事故率与管径的关系

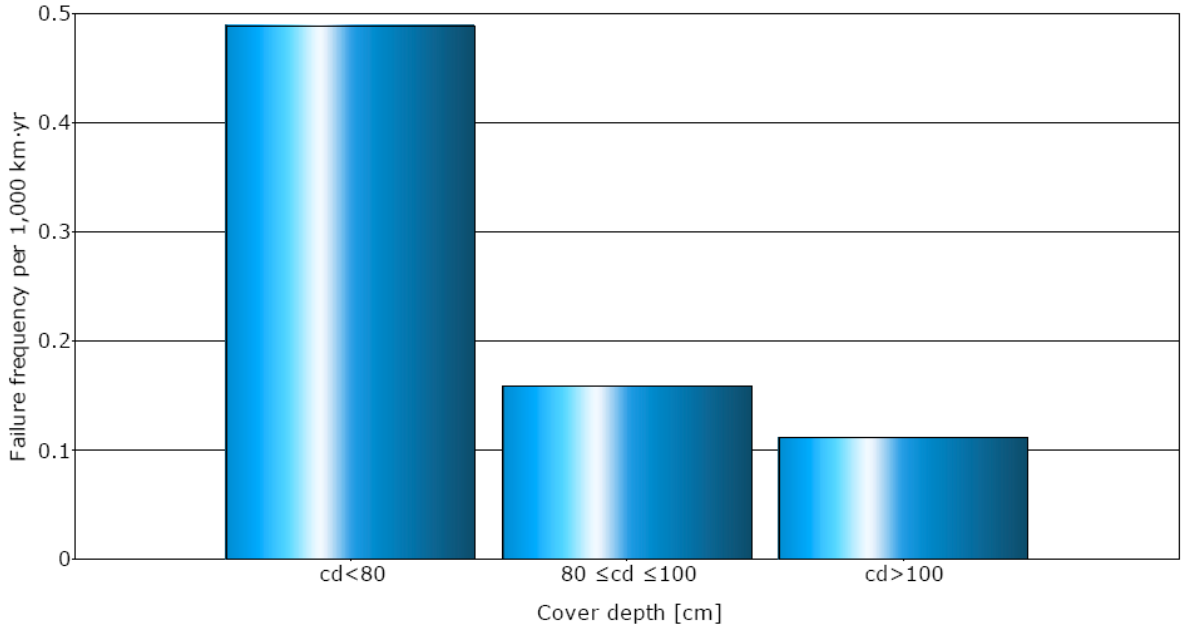


图 10.1-6　1970 年～2013 年第三方破坏引起的管道事故率与埋深的关系

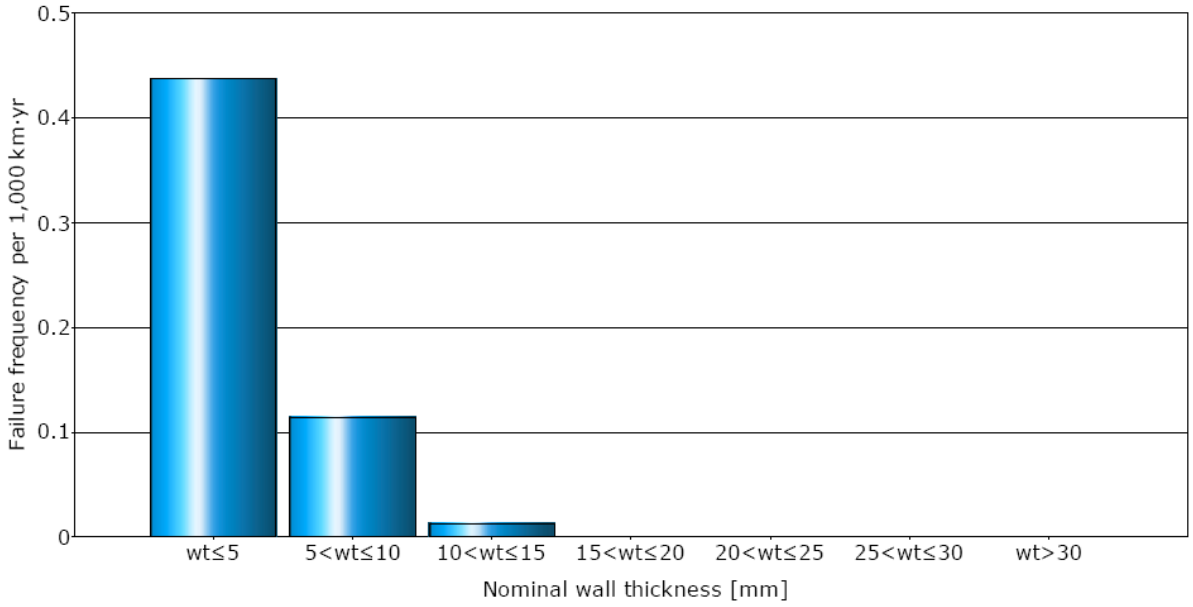


图 10.1-7　1970 年～2013 年第三方破坏引起的管道事故率与壁厚的关系

此外，EGIG 还统计了第三方破坏发生的情况下，管道以不同泄漏形式发生的事故率与管径、埋深和壁厚的关系。图 7.1-8 至图 7.1-10 分别列出了因第三方破坏引发不同泄漏形式的管道事故率与不同管径、埋深和壁厚的关系。

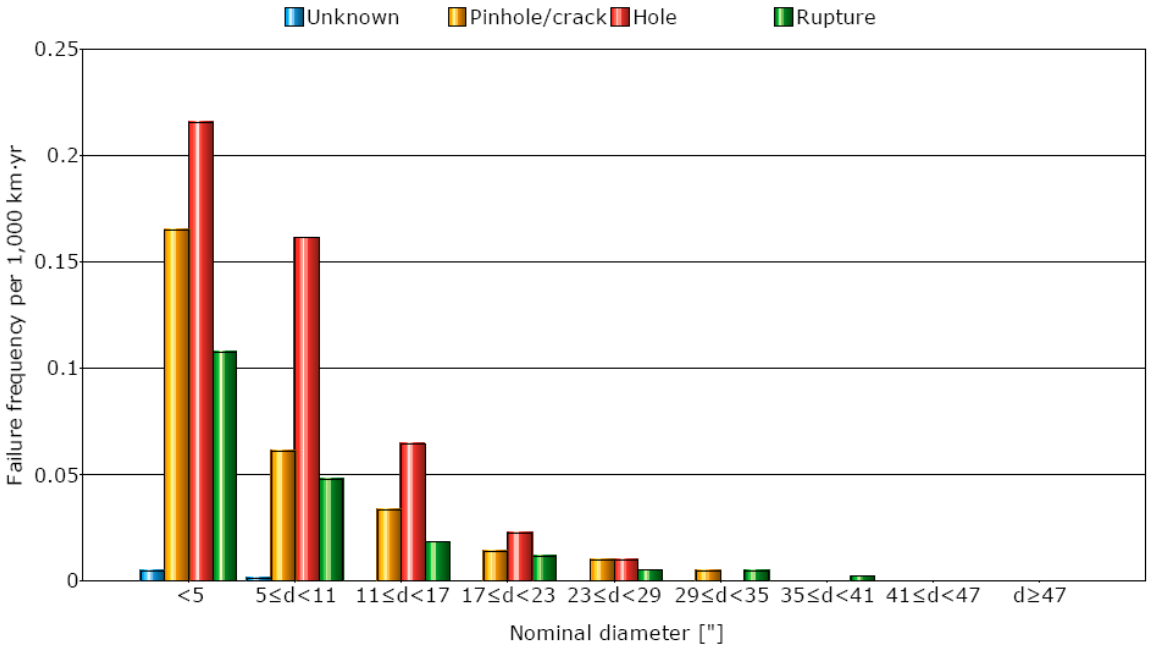


图 10.1-8　1970 年-2013 年第三方破坏引起的不同泄漏形式的
管道事故率与直径的关系

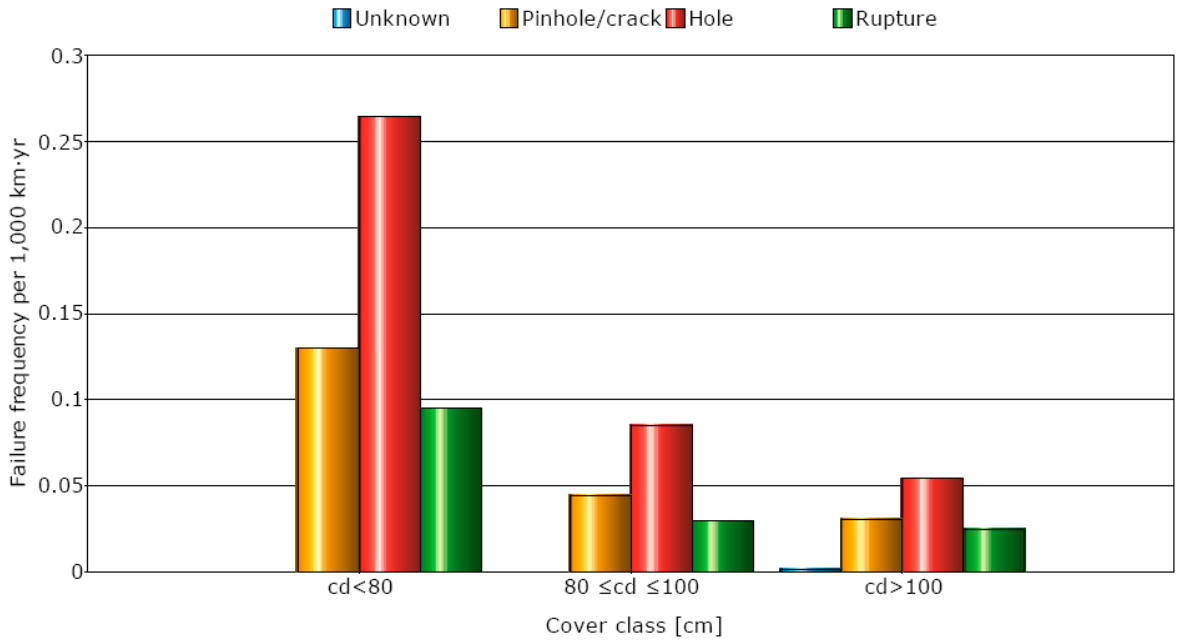


图 10.1-9　1970 年-2013 年第三方破坏引起的不同泄漏形式的管道事故率与埋深的关系

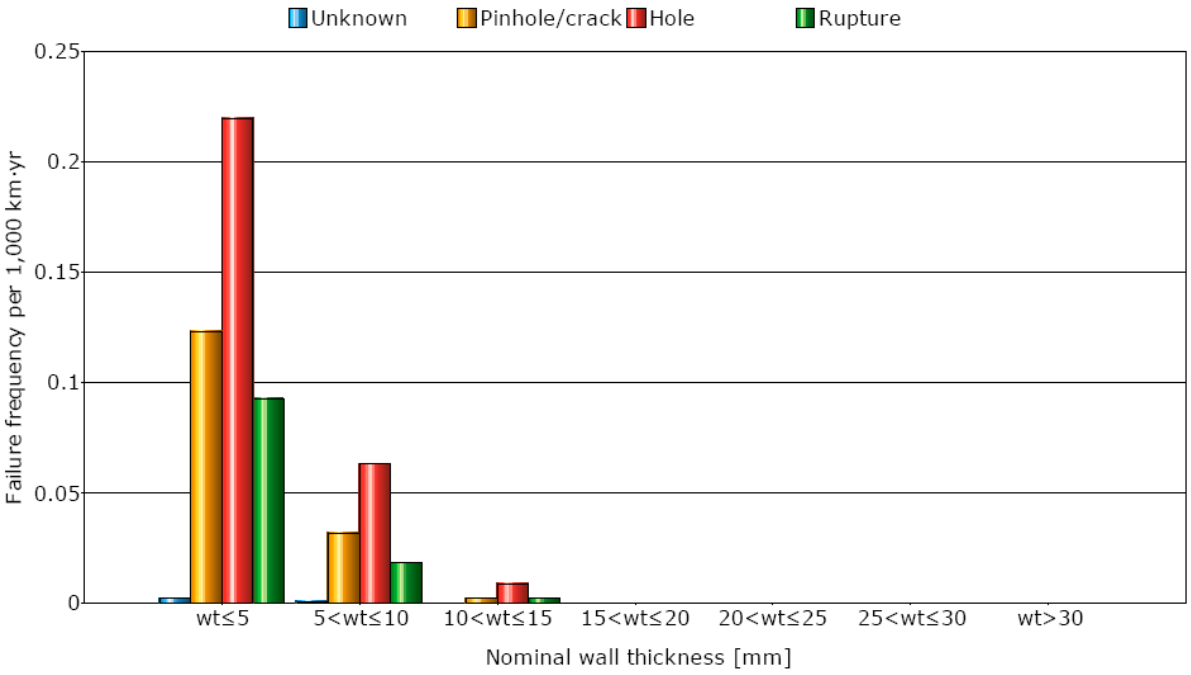


图 10.1-10　1970 年-2013 年第三方破坏引起的不同泄漏形式的管道事故率与壁厚的关系

从图 10.1-5～图 10.1-10，我们可以得出以下结论：事故发生的频率是与管道的壁厚和直径大小有着直接的关系，较小管径的管道，其事故发生频率高于较大管径管道的事故发生频率，因为管径小，管壁相应较薄，容易出针孔或孔洞，所以薄壁管的事故率明显高于厚壁管；管道埋深也与

事故率有着密切的关系，随着管道埋深的增加，管道事故发生率明显下降，这是因为埋深增加可以减少管道遭受外力影响和破坏的可能性；此外，管径越小、埋深越浅、壁厚越薄的管道受到第三方破坏后，造成管道破裂和穿孔的几率就越大。

② 腐蚀

腐蚀也是欧洲输气管道泄漏的主要原因之一，且通常发生在薄壁管上，根据 EGIG 的统计结果，近十年来腐蚀引发的事故率排在第二位，占总数的 24%。图 10.1-11～图 10.1-13 给出了在腐蚀条件下管道发生事故概率与管道建设年代、防腐层类型和壁厚之间的关系。

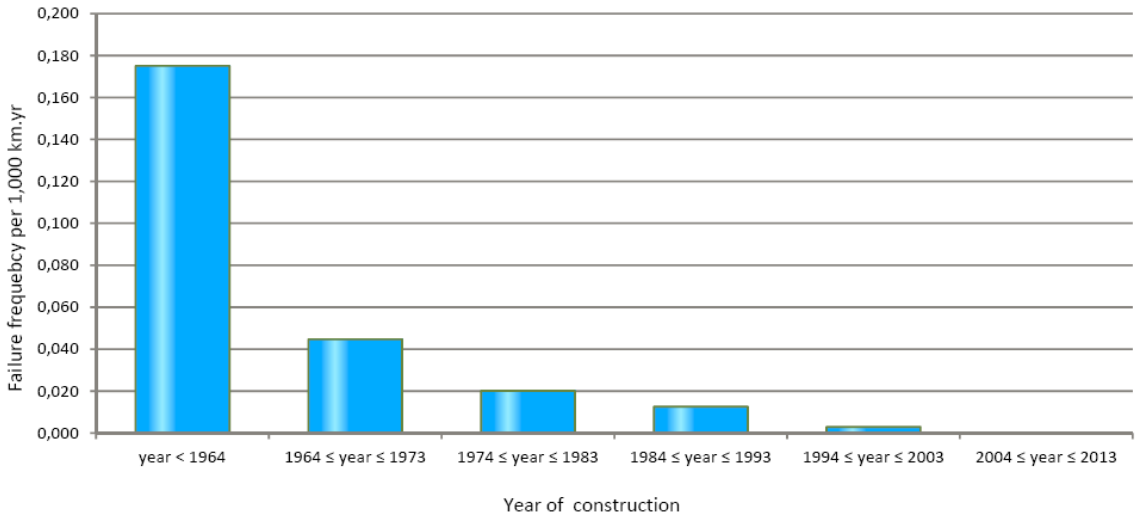


图 10.1-11 1970 年-2013 年因腐蚀而受到破坏的管道事故率与管道建设年代之间的的关系

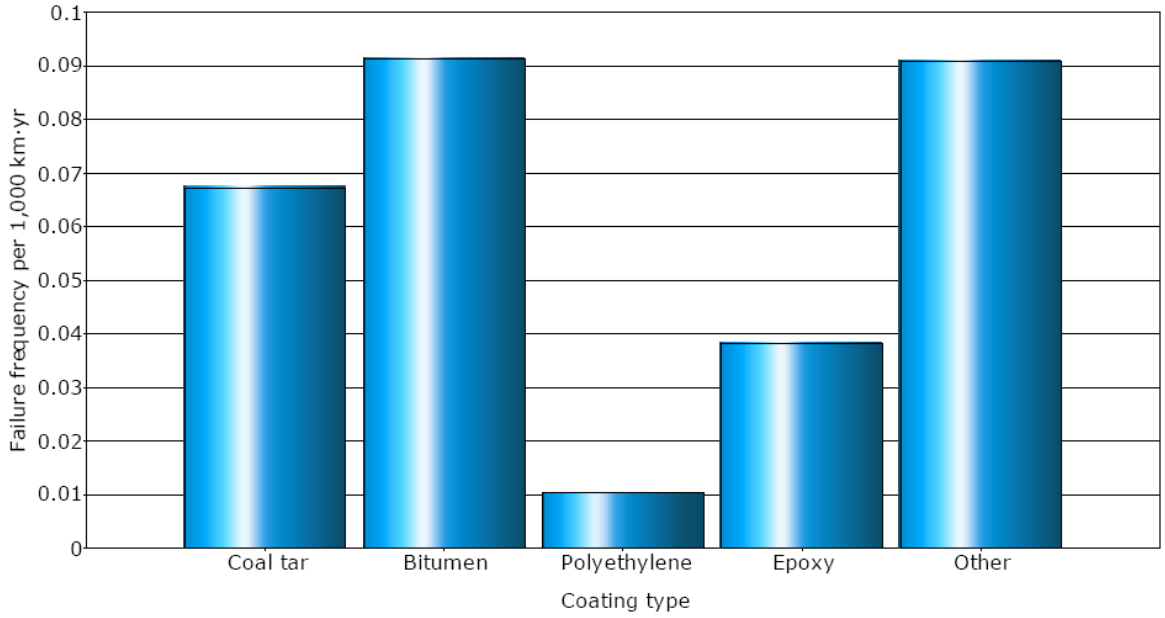


图 10.1-12　1970 年-2013 年因腐蚀而受到破坏的管道事故率与管道防腐层类型之间的的关系

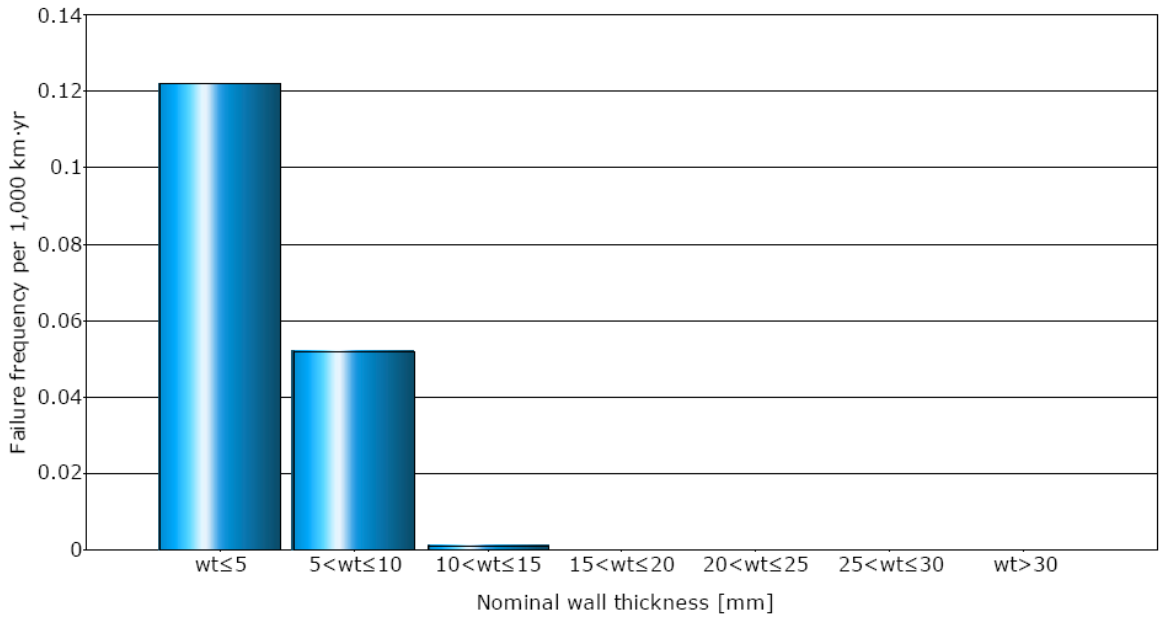


图 10.1-13　1970 年-2013 年因腐蚀而受到破坏的管道事故率与管道壁厚之间的的关系

此外，EGIG 还统计了管道因腐蚀而受到破坏的情况下，管道以不同泄漏形式发生的事故率与管道建设年代、防腐层类型和壁厚的关系。图 10.1-14～图 10.1-16 分别列出了管道因腐蚀而受到破坏的情况下，管道以不同泄漏形式发生的事故率与管道建设年代、防腐层类型和壁厚的关系。

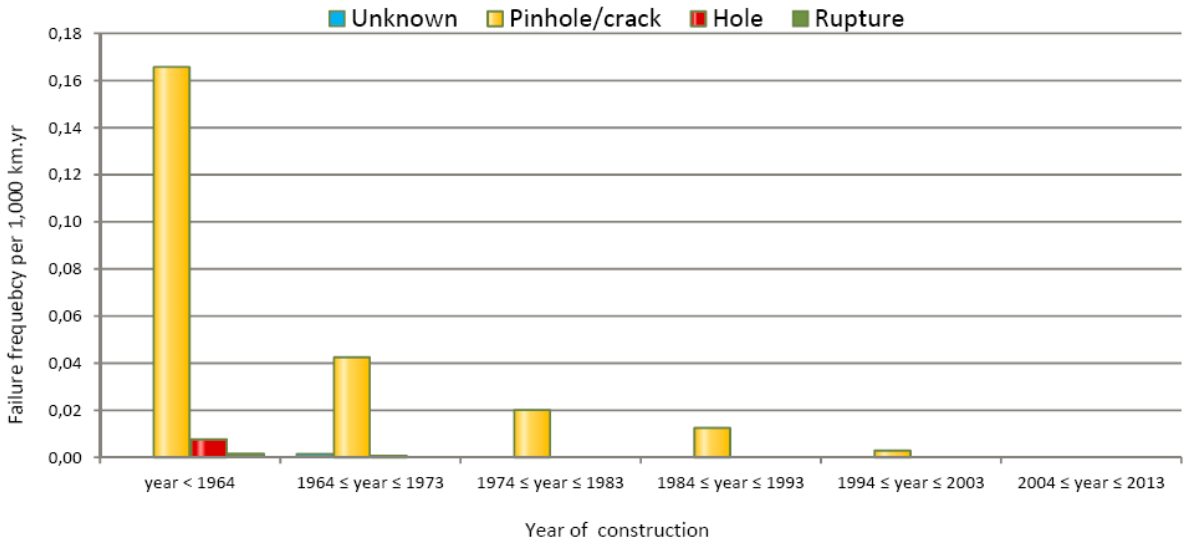


图 10.1-14　1970 年-2013 年因腐蚀破坏引起的不同泄漏形式的管道事故率与管道建设年代之间的的关系

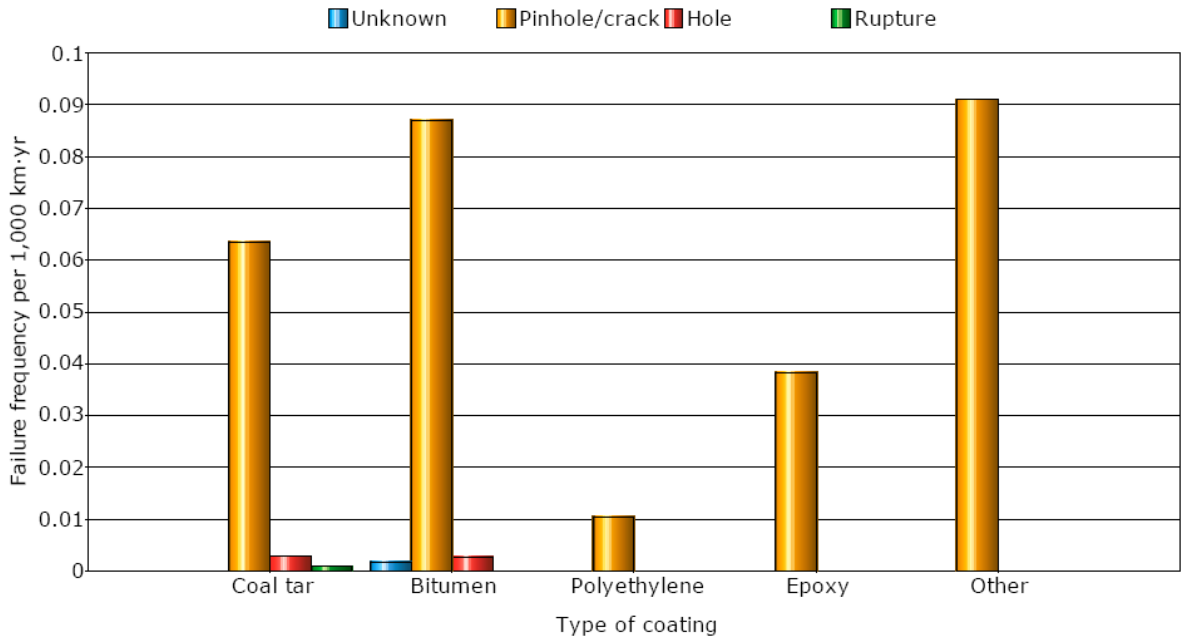


图 10.1-15　1970 年-2013 年因腐蚀破坏引起的不同泄漏形式的管道事故率与管道防腐层类型之间的的关系

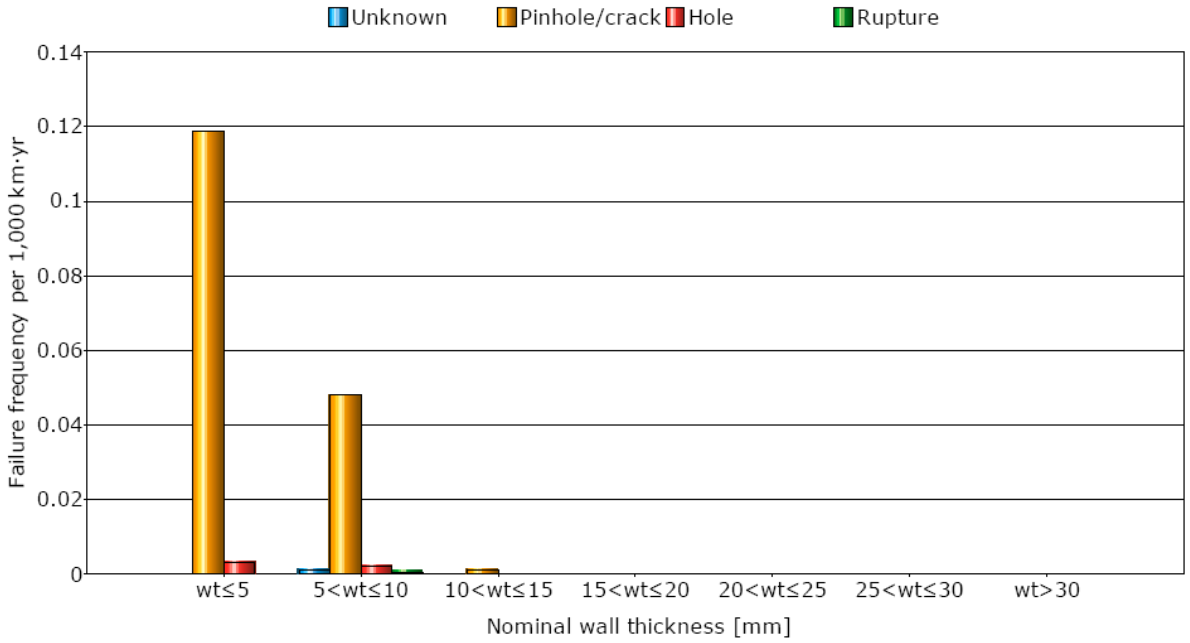


图 10.1-16　1970 年-2013 年因腐蚀破坏引起的不同泄漏形式的管道事故率与管道壁厚之间的的关系

从以上的统计结果可知，我们可以得出以下结论：腐蚀通常会导致管道出现针孔/裂纹而产生微小的泄漏事故，而因腐蚀穿孔的现象比较少，并且只有 1 条 1954 年以前建设的管道发生了腐蚀断裂事故；那些建设年代早并且采用煤焦油防腐层的管道，发生事故的概率就越高；PE 防腐层能够有效地防止管道腐蚀，减少管道因腐蚀而发生事故的概率。

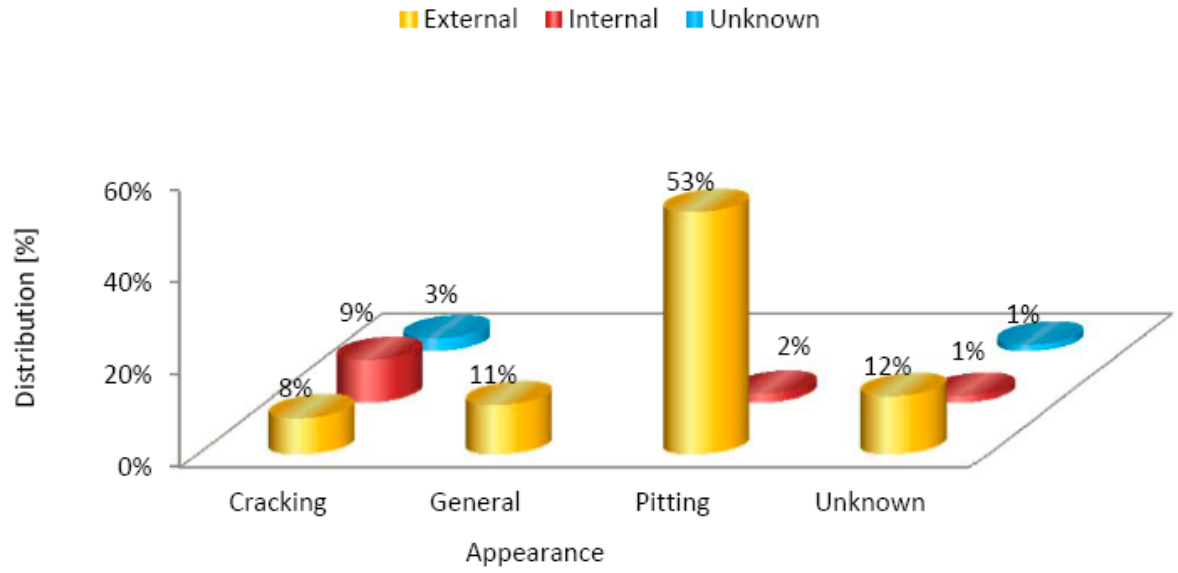


图 10.1-17　1970 年-2013 年不同类型的腐蚀破坏事故统计

如图 10.1-17 所示，EGIG 把腐蚀原因划为三类，在管道因腐蚀而发生事故的统计中，不同腐蚀类型占腐蚀事件的比例见表 10.1-7。

表 10.1-7　不同腐蚀类型占腐蚀事件的比例

腐蚀类型	占腐蚀事件的比例(%)
外腐蚀	84
内腐蚀	12
未知原因	4

③　施工缺陷及材料缺陷

根据 EGIG 的统计，近十年(2004 年-2013 年)来，施工和材料缺陷在欧洲输气管道事故因素中占第三位，所占比例为 16%。EGIG 对 1954 年以来因施工和材料缺陷导致的事故进行了调查(见图 10.1-18)，表明 1963 年以前建设的管道此类原因导致的事故频率相对较高，但是近年来由于管道建设标准不断提高，并采用了更加严格的检测、试压手段和技术，此类事故发生率明显下降。

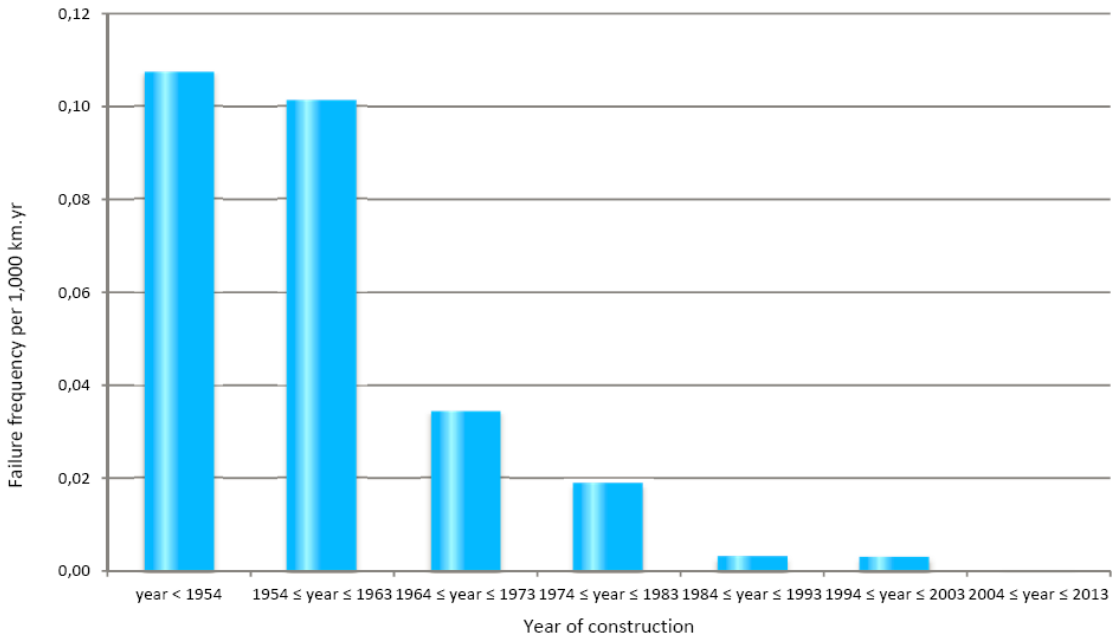


图 10.1-18　1970 年-2013 年期间
因施工缺陷导致的管道事故与管道建设年限之间的的关系

2)　美国

OPS(Office of Pipeline Safety)是美国联邦政府指定的输油和输气

管道管理部门，管道事故资料较详实。

表 10.1-8 所列为 1991-2015 年美国陆上输气管道事故统计。

表 10.1-8　美国输气管道事故统计

年份	长度		事故数次	伤亡数，人		财产损失(美元)	事故危害伤亡/(次·km·a)
	英里	km		死亡	受伤		
1991	285295	459125	59	0	11	$11,054,638	4.06×10^{-7}
1992	283071	455546	50	3	14	$10,020,965	7.46×10^{-7}
1993	285043	458720	81	1	16	$17,582,268	4.58×10^{-7}
1994	293438	472230	52	0	15	$41,386,306	6.11×10^{-7}
1995	288846	464840	41	0	7	$6,818,250	3.67×10^{-7}
1996	285338	459194	62	1	5	$10,947,086	2.11×10^{-7}
1997	287745	463068	58	1	5	$10,056,885	2.23×10^{-7}
1998	295606	475719	72	1	11	$34,165,324	3.50×10^{-7}
1999	290097	466853	42	2	8	$16,526,834	5.10×10^{-7}
2000	293716	472677	65	15	16	$15,206,371	1.01×10^{-6}
2001	284914	458512	67	2	5	$12,095,165	2.28×10^{-7}
2002	297186	478261	57	1	4	$15,878,905	1.83×10^{-7}
2003	295523	475585	81	1	8	$45,406,172	2.34×10^{-7}
2004	296953	477886	83	0	2	$10,573,343	5.04×10^{-8}
2005	294783	474394	106	0	5	$190,703,949	9.94×10^{-8}
2006	293718	472680	107	3	3	$31,024,319	1.19×10^{-7}
2007	294938	474644	87	2	7	$43,589,848	2.18×10^{-7}
2008	297268	478393	94	0	5	$111,992,088	1.11×10^{-7}
2009	298842	480926	92	0	11	$43,988,350	2.49×10^{-7}
2010	299358	481770	107	10	61	$591,011,499	1.38×10^{-6}
2011	299729	482367	118	0	1	$116,643,232	1.76×10^{-8}
2012	298571	480503	104	0	7	$53,504,535	1.40×10^{-7}
2013	298336	480125	106	0	2	$48,412,595	3.93×10^{-8}
2014	297909	479438	132	1	1	$47,858,707	3.16×10^{-8}
2015	297424	478658	143	6	14	$48,732,502	2.92×10^{-7}
平均值	293346	472085	82.6	2.0	9.8	$63,407,205	3.31×10^{-7}

从统计结果可以看出，在 1991 年～2015 年的 25 年里，美国输气管道共发生了 2066 次事故，年平均事故率约为 82.6 次，事故率平均为 1.75×10^{-4} 次/(km•a)，事故伤亡率平均为 3.31×10^{-7}/(次·km·a)。

3) 前苏联

前苏联的石油天然气工业在80年代得到了迅猛发展，这一时期建设的输气管道包括著名的乌连戈依-中央输气管道系统，它把西伯利亚天然气输送到了西欧。前苏联输气管道在几十年的运营中，出现过各种类型的事故，表10.1-9列出的是1981年到1990年期间发生事故的统计结果。各种事故原因统计分析结果列于表10.1-10。

表10.1-9 1981年～1990年前苏联输气管道事故统计数据

年份	事故次数	事故原因								
		外部腐蚀	内部腐蚀	外部干扰	材料缺陷	焊接缺陷	施工缺陷	设备缺陷	违反操作规程	其他原因
1981	88	36	3	15	14	7	11	1	/	1
1982	55	22	3	9	6	5	5	1	/	4
1983	76	39	4	8	10	3	7	/	1	4
1984	87	28	12	9	9	13	9	/	3	4
1985	96	34	5	14	16	13	7	3	2	2
1986	82	21	10	16	10	8	10	2	2	3
1987	93	22	9	26	7	12	6	2	4	5
1988	54	17	4	7	9	4	4	2	3	4
1989	67	11	2	17	10	10	4	5	3	5
1990	54	18	/	6	9	6	2	1	4	8

表10.1-10 1981年～1990年前苏联输气管道事故原因分析

事故原因	事故次数	占总事故的比例(%)
腐蚀	300	39.9
其中：外部腐蚀	(300)	(33.0)
内部腐蚀	(0)	(6.9)
第三方破坏	0	16.9
材料缺陷	0	13.3
焊接缺陷	0	10.8
施工和设备缺陷	82	10.9
其中：施工缺陷	(82)	(8.6)
设备缺陷	(17)	(2.3)
违反操作规程	(17)	2.9
其他原因	40	5.3
合计	752	100

在1981年到1990年10年间，前苏联由于各种事故原因造成输气管道事故共752次，平均事故率为0.46×10^{-3}次/(km·a)。从上两个表的统计结

果可以看出，各种事故原因依其在事故总次数中所占的比例排序为：腐蚀39.9%(其中外腐蚀 33.0%，内腐蚀 6.9%)，第三方破坏 16.9%，材料缺陷13.3%，焊接缺陷 10.8%，施工缺陷 8.6%，违反操作规程、设备缺陷和其他原因所占比例较低，分别为 2.9%、2.3%和 5.3%。不同事故发生频率见图10.1-19。

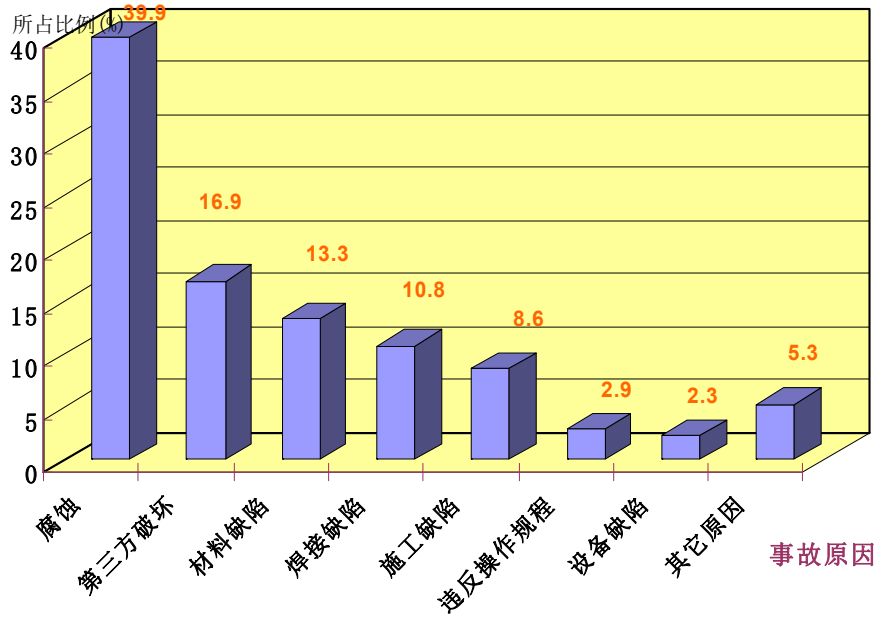


图 10.1-19　事故原因频率分布图

以下对表 10.1-9 和表 10.1-10 中所列事故发生次数和发生原因进行分析和讨论。

(1)　腐蚀

腐蚀是造成输气管道穿孔、泄漏最常见也是最重要的因素。从表 10.1-9 和表 10.1-10 中数据可以看出，1981 年到 1990 年，前苏联因腐蚀造成的输气管道事故累计有 300 次，其中内部腐蚀导致的事故有 52 次，占 10 年间管道事故总数的 6.9%；外部腐蚀导致的事故 248 次，占事故总数的 33.0%，腐蚀在所有事故因素中所占比例最高，也是造成天然气管道事故的最主要原因。前苏联在输气管道的建设中，交通运输方便的敷设地段已基本上采用了制管厂预制的聚合物防腐绝缘覆盖层的钢管，但是由于管材绝缘层的粘附稳定性不够，在管道储存、运输或使用时，绝缘层有脱落现象，同时，

防腐施工、补口条件不稳定，施工不规范及阴极保护的效果欠佳，都影响到了管道整体的防腐效果。

从以上两个表还可以看出，虽然内、外腐蚀导致的事故次数较高，但还是呈逐年下降趋势。这是因为以下几个方面的原因：首先各个部门对腐蚀问题给予了高度重视，相应地提高了防腐材料等级和施工建设标准；二是随着天然气需求量的增长，不断加大管道直径，管道壁厚也随之增加，管材的抗腐蚀性能得到保证；三是有关部门采取了一些从根本上改进输气管道防腐现状的措施，如投资建设了新型的三层复合防腐层生产厂，使这种综合性能优良的防腐层得以大规模应用，同时为了保证外防腐层的涂敷质量，外防腐涂层与制管实现了一体化，外防腐层在管道出厂时已按要求涂敷完成，这样就提高了防腐等级和防腐层质量。管道的现场补口采用能进行冷、热涂敷的绝缘带，该绝缘带的保护寿命很长，提高了现场补口质量。此外，从 1991 年起，前苏联开始启用更高质量的阴极保护系统，对管道进行全面、可靠、安全的保护。采取以上这些措施后，管道腐蚀得到了一定程度的扼制，腐蚀因素导致的事故次数逐年下降。

(2)　第三方破坏

第三方破坏主要指外来原因或第三方责任而引起的管道事故。从上两个表的结果看出，80 年代的 10 年间，前苏联因第三方破坏或影响而导致的管道事故有 127 次，占事故总数的 16.9%，这类因素是仅次于腐蚀的第二大事故因子。其中 1987 年发生次数尤为严重，共有 26 次，其中一个主要原因是当时输气管道上大量削减了巡线人员，削弱了监测和保护工作，当年仅机械损伤就发生了 17 次，超过了前一年一倍之多。因此加强管道巡线和保护，是一个值得注意的问题。

同时我们也看到，1981 年到 1990 年前苏联因腐蚀和第三方破坏造成的事故占到了事故总数的近 50%，可见这两类事故的严重性。

(3)　管材缺陷

在 80 年代前苏联输气管道运行中，管材缺陷是导致事故的第三位原因，在这十年当中共发生了 100 次此类事故，占到了事故总次数的 13.3%，平均每年发生 10 次，其中 1985 年共发生了 16 次材料缺陷导致的事故，是发生次数最多的一年。

管材本身质量差多是因为金属材质及制造工艺的缺陷引起，其中管材卷边、分层、制管焊缝缺陷、管段热处理工艺等均可影响到管材质量。上述的材料缺陷事故多发生在前苏联哈尔泽斯克制管厂等前苏联国内厂家制造的钢管上，只有少数几次是发生在国外进口的管材上，如 1989 年由于管道质量差而导致 10 次事故，只有 1 次事故发生在进口的管材上。这说明当时前苏联的制管质量、水平和其他发达国家相比仍有一定的差距。事实上，80 年代初期在修建乌连戈依-中央输气管道时，前苏联就向德国和日本进口了约 200×10^4t 直径为 1420mm 的钢管。

(4) 焊接缺陷

焊接是管道施工至关重要的环节，焊接质量直接影响到管道的整体质量。管道焊接缺陷主要表现在焊接边缘错位、未焊透与未熔合、夹渣、气孔和裂纹等，这些缺陷大多数由焊工责任心不强、工作不认真以及违反焊接工艺规程所造成的。上面两个表的统计结果显示：前苏联输气管道在 80 年代共发生了 81 次因焊接缺陷导致的事故，占事故总比例的 10.8%，焊接缺陷造成的事故次数排在腐蚀、外部干扰、材料缺陷之后，位居第四。例如 1989 年对铺设通往波尔达夫卡压气站的管道进行试压时，所焊接的 3770 个焊口就有 40 个破裂，出现了不能允许的焊接边缘错位、焊缝未熔合、管壁内部有毛边等缺陷，给管道的安全运行留下了隐患。

应该看到的是，前苏联的焊接技术随着管道建设规模的不断扩大，其水平在世界上遥遥领先，其中开发最为成功的就是无需焊条进行熔化焊接的电阻焊技术，并且在 1983 年修建乌连戈依-中央输气管道建设中已得到了使用。在这条管道的建设中，自动焊接完成了大约 50%的焊接工作，其缺陷率是手工焊接的 52%，检测证明凡是焊接缺陷率高的地方都是与手工焊接有关，特别是用手工焊接的特殊部位，如焊接阀件、管件及补焊的位置，而这些位置是无法用自动焊接完成的。这充分说明提高手工焊接的质量仍是非常重要的。

(5) 施工缺陷和设备缺陷

天然气输气管道是输送易燃、易爆气体的动力管道，它的施工和安装质量直接关系着管道的安全性和可靠性、使用期限和生产管理、维修工作量大小等重要问题。在实际施工过程中，常因施工和设备缺陷造成管道碰

伤及擦伤，进而引发事故。表 10.1-9 和表 10.1-10 结果已经显示出，在所统计的年份内，前苏联输气管道因施工缺陷和设备缺陷引发了 82 次事故，占到全部事故总数的 10.9%，其中 1987 年以后这两类事故的总数比前几年有所下降，说明施工质量问题已经得到了有关部门的重视，并采取了一些行之有效的方法。这其中就包括线路的施工组织由分工明细的专业化作业改为施工流水作业线，按照施工过程的各个环节，把各专业联合起来进行统一管理，如清理和平整线路，管道运输和排管，管道组装焊接，涂敷绝缘与补口，河流、公路、铁路穿跨越，配管及弯管作业等过程也纳入流水作业线内，强化了管理，提高了施工质量。这一经验值得拟建工程借鉴。

(6) 违反操作规程

违反操作规程的情况有很多种，如在施工阶段不按设计或规范要求施工，管道埋深达不到设计要求；在穿越河流或沼泽地施工时，配重块没有按设计要求的数量装配，使管道的稳定性得不到保证；管道下沟时，管沟中有石块、稀泥或积水，防腐层受到破坏；冬季施工时管沟回填土中混杂着冰雪，结果使输气管道投产时就发生上浮，管体内产生的附加应力形成事故隐患等等。同样从上述两个表中可以看出，1981 年到 1990 年间，前苏联输气管道因为违反操作规程而导致的事故有 22 次，占整个管道事故总数的 2.3%，并且在 1987 年以后的各年间此类事故的发生频率仍没有降低，说明违章作业时有发生，仍没有得到完全控制。

分析违章作业得以发生的原因，主要是因为班组长、队长、工地主任在现场对每道工序进行质量检查的水平低；其次是青年工人及工程技术人员对质量问题缺乏责任感；还有安装单位施工进度不协调，造成不同工序间脱节；承包单位对所进行的施工进行技术监督的力度比较薄弱也是其中不可忽视的因素。

综上所述，在整个 80 年代，前苏联输气管道因各种原因导致的事故呈逐年下降趋势，事故次数减少的主要原因是占到事故总数约 40%的腐蚀事故逐年减少，特别是后五年(1986 年～1990 年)减少幅度较大，这期间总计发生的腐蚀事故是 114 次，而头五年(1981 年～1985 年)发生的腐蚀事故次数总共有 186 次，要比后五年多出 1/3 以上。腐蚀事故减少的原因，首先是因为设计、施工和运营各环节都更加注重防腐质量，提高了施工质量，减

少了事故隐患。其次，随着前苏联国内和欧洲天然气需求量的增长，80 年代建设了数条直径在 1220mm～1420mm 的大口径跨国输气管道和国内输气管网。这些管道的管材钢级较高(X70)，管壁相应较大，加之管道运行年限不长，所以事故次数较少。

管道发生事故的频率除与管道所处环境、施工建设过程中的各项标准和规范是否得到切实贯彻和执行有关外，还与管道本身管径和壁厚等属性有一定的关系。表 10.1-11 列出的是 1985 年到 1992 年间前苏联不同直径输气管道事故统计结果。

表 10.1-11　1985 年～1992 年前苏联不同直径输气管道事故次数统计

年份	事故次数	管径(mm)			
		1420	1220	1020	≤820
1985	103	5	25	29	44
1986	77	6	15	19	37
1987	95	5	10	27	53
1988	47	7	6	8	26
1989	69	5	7	21	36
1990	43	7	10	13	13
1991	42	4	14	15	9
1992	21	3	3	5	10
合计	497	1462	1310	1157	228
所占比例(%)	8.5	18.1	27.5	45.9	

表中结果显示，事故发生次数最多的管道直径在 820mm 以下，8 年间共有 228 次，占总数的 45.9%；随着管径的逐步增加，事故发生次数依次减少，管径为 1020mm、1220mm、1420mm 时，事故发生率分别为 27.5%、18.1%和 8.5%；1420mm 的管径，事故平均发生率约为 5%左右，明显低于其他管径的事故发生率，这也说明了建设大直径、壁厚相应增加的输气管道对管道的安全运行是有利的。

图 10.1-20 给出了这一时期天然气输气管道事故发生率随管径大小变化的对应情况。

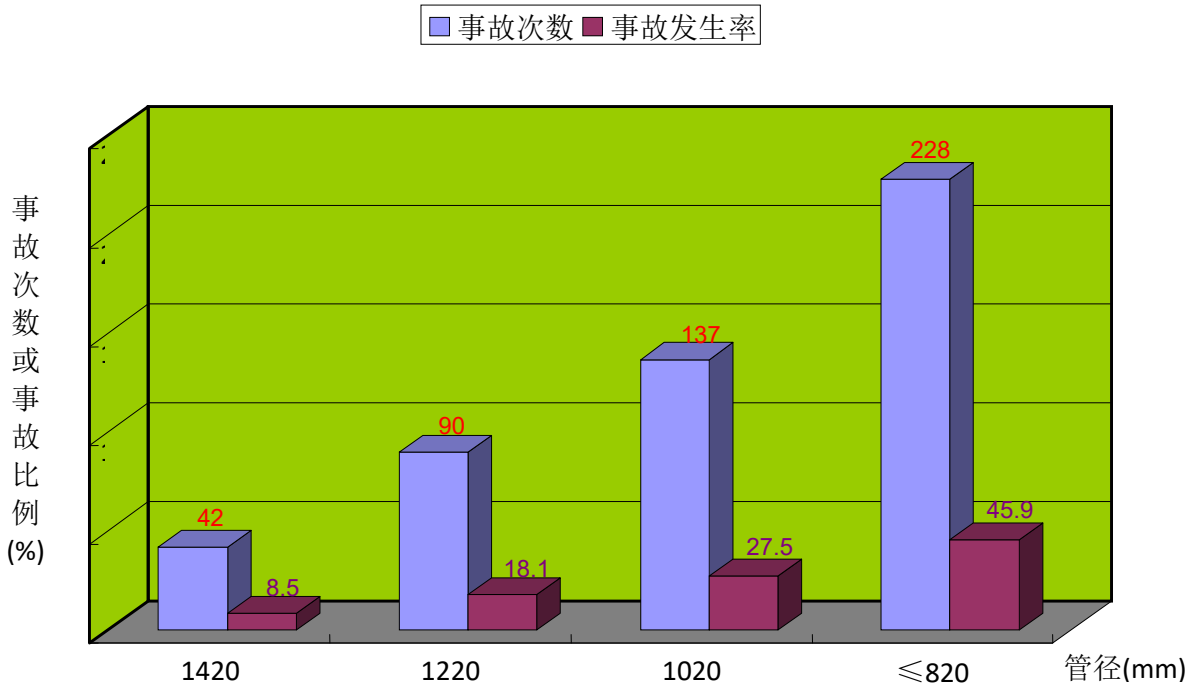


图 10.1-20　不同管径下事故次数与事故率关系图

4)　其它统计资料

(1)　泄漏孔径与点燃概率的统计

表 10.1-12 给出了世界范围内发生管道事故时，天然气泄漏后被点燃的统计数据。结果显示，三种泄漏类型中，以针孔泄漏类型被点燃的概率最小，其次是穿孔，破裂类型特别是管径大于 0.4m 的管道破裂后，天然气被点燃的概率明显增大。

表 10.1-12　天然气被点燃的概率

损坏类型	天然气被点燃的概率($\times 10^{-2}$)
针孔	1.6
穿孔	2.7
破裂(管径＜0.4m)	4.9
破裂(管径≥0.4m)	35.3

(2)　管道性能与不同泄漏类型的统计

事故频率与管道性能之间也有一定关系。表 10.1-13 和表 10.1-14 的数据显示不同壁厚、管径和管道埋深条件下事故频率的统计情况。

表 10.1-13　管道壁厚与不同泄漏类型的关系(事故频率 10^{-3}/km·a)

项目		针孔/裂纹	穿孔	破裂
管道壁厚(mm)	≤5	0.191	0.397	0.213
	5～10	0.029	0.176	0.044
	10～15	0.01	0.03	/
管道直径(mm)	≤100	0.229	0.371	0.32
	125～250	0.08	0.35	0.11
	300～400	0.07	0.15	0.05
	450～550	0.01	0.02	0.02

表 10.1-14　不同埋深管道发生事故的比例

埋深(cm)	不详	0～80	80～100	>100
事故率(10^{-3}次/km•a)	0.35	1.125	0.29	0.25

分析上面两个表的结果可以知道，事故发生的频率与管道的壁厚和直径大小有着直接的关系，较小管径的管道，其事故发生频率高于较大管径管道的事故发生频率，因为管径小，管壁相应较薄，容易出针孔或孔洞，所以薄壁管的事故率明显高于厚壁管；此外，管道埋深也与事故率有着密切的关系，随着管道埋深的增加，管道事故发生率明显下降，这是因为埋深增加可以减少管道遭受外力影响和破坏的可能性。

(3)　施工年代与发生事故的关系

通过调查不同年代施工的管线发生事故情况，了解其相应关系。表 10.1-15 是事故频率与不同施工年代的关系。由表可以看出，1954 年至 1963 年期间建设的管道，由于施工缺陷和材料缺陷导致的事故具有较高的频率。由于采用经过改进的施工标准和严格的检测方法，最近几年这一类事故的频率有所下降。

表 10.1-15　事故频率与施工年代的关系(事故频率 10^{-3}/km·a)

施工年代	施工缺陷	材料缺陷
1954 年以前	0.11	0.02
1954 年～1963 年	0.18	0.06
1964 年～1973 年	0.05	0.04
1974 年～1983 年	0.04	0.03

5) 国外输气管道事故比较

(1) 事故率

由于不同的国家对事故率的统计标准有一定的差异，而且在同一个国家也并不是所有的事故都能得到准确和及时的上报。欧洲、美国、前苏联地区的管道事故率对比见表 10.1-16。

表 10.1-16 欧洲、美国、前苏联输气管道事故率对比

地区或国家	纠正的事故数(10^{-3}次/(km·a))
欧洲	0.33
美国	0.17
前苏联	0.46

(2) 事故原因

比较上述国家和地区输气管道的事故原因，发现尽管事故原因在不同国家所占比例不同，即引起事故的原因排序不同，但结果基本相同，即主要为外力影响、腐蚀、材料及施工缺陷三大原因。

在欧洲和美国，外部影响是造成管道事故的首要原因；在欧洲较小直径管道受外部影响的程度一直高于大直径管道，这主要与管壁厚度与管道埋深有密切关系，随着大直径管道建设数量的增多，外部影响造成的管道事故在欧洲已有所下降；在美国，外部影响造成的管道事故占到全部事故的 50%以上。前苏联外部影响造成的事故占总数的 16.9%，排在腐蚀原因之后，是第二位事故原因。从以上结果可以看出，外部影响是造成世界输气管道事故的主要原因。

比较结果也同时显示，在每年的管道事故中，腐蚀造成的事故比例也比较大。前苏联 1981 年到 1990 年期间因腐蚀造成的事故有 300 次，占全部事故的 39.9%，居该国输气管道事故原因的首位；在美国，1987 年到 2006 年的统计数据中，腐蚀发生了 231 次，占总数的 20.3%，是造成事故的第三位原因；在欧洲，1970 年到 2004 年腐蚀事故率为 16.91%，事故原因排序与美国相同，排在外部影响和材料及施工缺陷之后，位居第三。加拿大的事故中，腐蚀是第一位的原因，所占比例有 45%，其中均匀腐蚀是 27%，应力腐蚀 18%。

材料失效和施工缺陷在美国和欧洲是事故原因的前几位的因素。在美

国，材料缺陷或结构损坏引发的事故有 275 次，占全部事故的 24.2%；欧洲同类事故占总事故的 16%。在前苏联，因材料缺陷、焊接缺陷和施工缺陷导致的事故次数分别是 100 次(13.3%)、81 次(10.8%)和 82 次(10.9%)，合计事故率为 35%，超过了外部影响的比率(16.9%)。由此可见，材料失效和施工缺陷对管道安全运行的危害是比较大的。

10.1.6.2　国内同类事故案例分析

1)　国内输气管道概况

我国天然气工业从 60 年代起步，天然气开发和输送主要集中在川渝地区。经过几十年的的建设和发展，盆地内相继建成了威成线、泸威线、卧渝线、合两线等输气管道以及渠县至成都的北半环输气干线，已形成了全川环形天然气管网，使川东、川南、川西南、川西北、川中矿区几十个气田连接起来，增加了供气的灵活性和可靠性。

进入 90 年代后，随着我国其它气田的勘探开发，在西部地区先后建成了几条有代表性的输气管道，如陕甘宁气田至北京(陕京线)、靖边至银川、靖边至西安的输气管道，鄯善到乌鲁木齐石化总厂的输气管道及正建的涩北-西宁-兰州输气管道。1995 年我国在海上建成了从崖 13-1 气田到香港的海底输气管道。据不完全统计，到 1997 年，我国已建成了近 1×104km 的输气管道。随着总长 4000km 的西气东输工程的建设，我国天然气管道建设已进入了一个高速发展时期。

2)　四川输气管道事故统计和原因分析

川渝地区经过四十余年的天然气勘探开发，目前已成为我国重要的天然气工业基地，从 60 年代开始相继建成了川渝地区南半环供气系统并与 1989 年建成的北半环供气系统相连接，形成了环形输气干线，盆地内至今已建成输气管道约有 5890km，承担着向川、渝、滇、黔三省一市的供气任务，是西南三省一市经济发展的命脉。

下表列出了 1969 年～1990 年四川天然气管道事故统计结果。

表 10.1-17　1969 年～1990 年四川天然气管道事故统计

事故原因	事故次数	事故率(%)
腐蚀	67	43.22
其中：内腐蚀	(46)	(29.67)
外腐蚀	(21)	(13.55)
施工和材料缺陷	60	38.71
其中：施工质量	(41)	(26.45)
制管质量	(19)	(12.26)
不良环境影响	22	14.20
人为破坏及其它原因	6	3.87
合计	155	100

从表中可以看出，在 1969 年～1990 年的 21 年间，四川输气管道共发生 155 次事故，其中腐蚀引发的有 67 次，占事故总数的 43.22%，是导致事故的首要原因；施工和材料缺陷事故共有 60 次，占总数的 38.71%，仅次于腐蚀因素而列于事故原因的第二位；由不良环境影响而导致的事故有 22 次，占到事故总数的 14.20%，位居第三。从表中统计结果可以看出，在统计期间造成输气管道事故的主要原因分别是腐蚀、施工和材料缺陷及不良环境影响。这一统计结果与国外统计结果有相类似的地方，同样表明腐蚀及施工和材料缺陷是影响管道安全运行的主要因素。

下表给出了川渝南北干线净化气管道事故类型的统计数据。纳入统计的天然气事故是指由于各种原因导致管道破损、造成天然气泄漏并影响正常输气的意外事件。统计的输气管道为川渝南北干线净化气输送管道及其支线。其管径为 325mm～720mm，壁厚 6mm～12mm，运行压力 0.5MPa～6.4MPa，管道总长 1621km。

表 10.1-18　川渝南北干线净化气输送管道事故统计(1971 年～1998 年)

事故原因	事故次数				
	71-80(年)	81-90(年)	91-98(年)	合计	百分比(%)
局部腐蚀	12	37	16	65	44.8
管材及施工缺陷	32	19	12	63	43.5
外部影响	1	2	7	10	6.9
不良环境影响	1	3	1	5	3.4
其它	0	2	0	2	1.4
合计	46	63	36	145	100

由上表统计结果显示，在 1971 年～1998 年间，川渝南北干线净化气输

送管道中,因腐蚀引起的管道事故均居各类事故之首,共发生了 65 起，占全部事故的 44.8%；其次是材料失效及施工缺陷，次数与腐蚀事故相当，这两项占输气管道事故的 80%左右；由外部影响和不良环境影响而导致的事故各有 10 次和 5 次，分占事故总数的 6.9%和 3.4%，位居第三、四位。

从上两个表中统计结果可以看出，在统计期间造成输气管道事故的主要原因分别是腐蚀、施工和材料缺陷、外力及不良环境影响。这一统计结果与国外统计结果有相类似的地方，同样表明腐蚀及施工和材料缺陷是影响管道安全运行的主要因素。外力影响虽然比例不高，但有逐年上升的趋势，特别是第三者破坏即人为盗气造成的管道损伤。进入 90 年代以后，随着我国经济飞速发展，地方保护主义及社会环境的变化造成管道侵权事件频频发生，在管道上人为打孔盗油盗气的情况急剧上升，严重危害管道安全，并造成巨大的财产损失，已引起了人们的高度重视。面对第三者破坏愈演愈烈的情况，如何保证本项目不受或少受人为破坏就显得非常重要。

3) 国内 90 年代输气管道事故分析

进入 90 年代，随着陕甘宁气田的勘探开发，我国在西部地区建设了以陕京线、靖西线和靖银线为代表的标志着我国 90 年代输气管道建设技术水平的三条管道。其中 1997 年建成的陕京线是目前国内陆上长度、规模、投资最大的天然气长输管道工程。以上三条管道从 1997 年投产以来，共发生了 2 次事故，均由洪水引发并发生在地质灾害比较多的黄土高原地区，统计结果见下表。

表 10.1-19 90 年代我国主要输气干线事故率*

管道名称	管道长度(km)	运行年限(a)	出现事故次数	出现事故时间	事故率 (10^{-3} 次/km·a)
陕京线	853	2.417	1	1998.8	0.485
靖西线	488.5	3.5	1	1999.9	0.585
靖银线	320	3.083	0	／	0.0
合计	4758(km·a)		2	／	0.42

*：表中运行年限统计到2000年11月

4) 第三者破坏对管道安全运行的危害

第三方破坏是指人为偷油盗气造成的管道损伤以及管道沿线修筑道路、建筑施工、农民耕地等活动引起的管道损伤。值得注意的是，进入 90

年代以后，随着我国经济飞速发展，地方保护主义及社会环境的变化造成管道侵权事件频频发生，在管道上人为打孔盗油盗气的情况急剧上升，严重危害管道安全，并造成巨大的财产损失，已引起了人们的高度重视。

(1) 中油股份管道第三方破坏数据统计与分析下表是中国石油天然气股份有限公司质量安全环保部提供的有关管道第三方破坏(主要指打孔盗油)的情况统计。

表 10.1-20 近几年管道打孔盗油(气)情况统计

年份	打孔次数(次)	停输时间(h)	损失原油(t)	经济损失(万元)
1996	68	285	8436	3686
1997	178	467	18913	3910
1998	756	2154	21319	4504
1999	2458	8126	39322	8797
2000(1～9)	6266	19236	171916	36606
合计	9726	30268	259906	57503

从表中看出，第三方破坏相当严重，损伤次数呈逐年急速上升趋势。

(2) 中沧输气管道第三方破坏情况

中沧线自 1998 年发生第一次打孔盗气案件以来,截止到 2000 年 11 月，已发生了打孔盗气事件 14 次，参见下表。

表 10.1-21 中沧输气管道打孔盗气情况统计

序号	桩号(km+m)	地点	盗气点情况	盗气持续时间(a)
1	11+200	莘县古云乡	珍珠岩厂作为燃料气	0.5
2	11+380	莘县古云乡黄庄	灯具厂作为燃料气	0.5
3	11+500	莘县古云乡黄庄	灯具厂作为燃料气	0.5
4	11+650	莘县古云乡同智营村	玻璃丝棉厂作为燃料气	0.5
5	11+660	莘县古云乡西池村	泡花碱厂作为燃料气	0.5
6	11+770	莘县古云乡王拐村	熔块厂作为燃料气	0.5
7	11+790	莘县古云乡王拐村	熔块厂作为燃料气	0.5
8	11+890	莘县古云乡曹庄村	珍珠岩厂作为燃料气	0.5
9	11+920	莘县古云乡曹庄村	熔块厂作为燃料气	0.5
10	13+180	莘县古云乡邢庄村	熔块厂作为燃料气	0.5
11	14+150	莘县古云乡义和诚公司	玻璃丝棉厂作为燃料气	1
12	14+200	莘县古云乡邢庄村	熔块厂作为燃料气	1
13	280+300	吴桥县北董村	装有阀门	未盗成
14	303	东光县	装有阀门	未盗成

(3) 中-输气管道第三方破坏情况

中-输气管道首起中原油田第二气体处理厂配气站北侧，途经濮阳市、安阳市所属 4 县、15 个乡、112 个自然村，至安阳市西郊东风乡置度村南第一配气站，管道全长 104.5km，投产至今共发生偷气事件 2 次。

(4) 中-输气管道第三方破坏情况

中-输气管道输送中原油田天然气至开封，管道全长 120km，1996 年至今共发生偷气事件 10 次。

(5) 近几年盗油、盗气案件的特点分析

① 由个人作案发展为团伙作案，并有明确分工，踏点、放哨、打孔、盗油、销赃一条龙，配有先进的交通和通讯工具，个别甚至配有枪支；

② 盗油分子活动范围明显扩大：从河南濮阳一带扩大到华北的邯郸、黄骅、大港、靖海，东北大庆和西北长庆油田、马惠宁线。作案分子有些具备专业知识，内外勾结，不易防范；

③ 有些地方打击不力、执法不严，对这些破坏和盗窃国家财产的犯罪分子只按一般偷盗案处理，有些犯罪分子已被反复抓获，拘留几天放出后，又继续作案；

④ 打孔盗油、盗气已严重影响到了管道的安全生产，造成了重大的经济损失。

面对第三者破坏愈演愈烈的情况，如何保证本项目不受人为破坏就显得非常重要。《中华人民共和国石油天然气管道保护法》已于 2010 年 6 月 25 日经十一届全国人大常委会第十五次会议表决通过，并于 2010 年 10 月 1 日起实行。这对保护石油天然气管道安全将起到积极作用，是打击和遏制第三者破坏的有效依据。管道部门更要加大力度进行管道保护法的宣传，强化“保护管道安全就是保护沿线群众自身安全”的教育，并密切与地方有关部门共同协调保护管道，以法律来约束管道保护中的违规行为，做到有法可依，有法必依，严惩罪犯，确保管道安全运行。

5) 事故调查分析

各地区和国家输气管道事故原因在事故总数占前三位的基本上是外部干扰、材料时效和施工缺陷及腐蚀。管道事故的发生频率与直径、壁厚和埋深有关系。事故发生的频率是与管道的壁厚和直径大小有着直接的关系，

较小的管径的管道，其事故发生频率高于较大管径管道的事故发生频率，因为管径小，管壁相应较薄，容易出真空或孔洞，所以薄壁管的事故率明显高于厚壁管；此外，管道埋深也与事故率有着密切的关系，随着管道埋深的增加，管道事故发生率明显下降，这事因为埋深增加可以减少管道受外力影响和破坏的可能性。

我国新疆的西部输气管道(陕京一线、靖西线、靖银线和西气东输工程)由于所采用的设备、材料已接近国际水平，加之防腐材料及手段、自动化水平的提高，设备故障、腐蚀和误操作等原因造成的事故比例将会降低。但由于这些地区自然环境恶劣，灾害性地质较严重，自然灾害方面的事故将会继续发生。对自然灾害特别是地质灾害的防范要从设计、施工等诸方面倍加重视。

拟建项目壁厚按照不同地区类别进行设计，管顶覆土厚度一般不小于1.2m，石方地段埋深一般不小于1m。

从设计上使管道的安全有了一定的保证，同时，随着防腐材料研究的不断发展，其性能越来越好，通过采用这些优良的防腐层(三层 PE)、可靠的阴极保护措施、加强管道的日常维护和外部环境监测等手段，管道的防腐状况得到了有效的改善。

10.1.6.3　小结和建议

总结上述不同国家、地区输气管道的事故原因，发现尽管事故原因在不同国家所占比例不同，即引起事故的原因排序不同，但结果基本相同，即主要为外力影响、腐蚀、材料及施工缺陷等三大原因。以下针对不同原因提出相应的建议：

1)　外力影响：加强与管道沿线地方政府、企事业单位和居民的联系，对与管道相关的工程提前预控，按照《关于加强石油天然气管道保护的通知》(国经贸安全(1999)235 号)中“后建服从先建”的原则，消除管道保护带内的各种事故隐患；加强《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的宣传力度，树立“保护管道安全就是保护沿线群众自身安全”的思想，与西气东输三线工程沿线地方有关部门共同协调，防范和消除第三方破坏；成立统一的管道事故报警中心；建立有关管道管理制度，如巡线工巡线责任制等。发生重大隐患及时上报，及时依法进行交涉，力争得到公正、完

善的解决，避免重大恶性事故发生。同时，在管道沿线增设管道事故报警警示牌，一旦发生情况，沿线群众能够及时给报警中心报警，避免事故扩大化。

2） 腐蚀：采用优良的防腐层(三层 PE)、改进阴极保护措施、加强管道的日常维护和外部环境监测等手段，是防止管道腐蚀的重要内容。设置硫化氢、露点及全组分分析的在线监测系统，以严格控制气体中的硫化氢和水含量，确保管道不发生或少发生内腐蚀事故；采用阴极保护加三层 PE 外防腐层的联合保护方法能确保管道不发生或少发生外腐蚀事故。

3） 材料及施工缺陷：我国早期建设的天然气输送管道，几乎全部采用螺旋焊钢管。此种钢管的焊缝具有应力集中的现象，因而焊缝缺陷引发的事故比直缝钢管概率高。螺旋焊缝钢管制管时，剪边及成形压力造成的刻伤，造成焊接时的焊接缺陷并引起应力集中，在含硫化氢的腐蚀性介质中形成局部阳极。在输气的低频脉动应力作用下，局部腐蚀逐渐扩展成裂纹，在较低的输气压力下即可产生爆管，沿焊缝将管道撕裂。因此，在材料选用方面，应避免选用螺旋焊钢管。近年来，天然气管线普遍采用 API X 系列等级的材质，制管时，采用直缝双面埋弧焊。在施工方面：与国际水平相比，我国原有的管口焊接质量水平较低，常见的缺陷有电弧烧穿、气孔、夹渣和未焊透等。也是引发事故的重要因素。近年来，陕京一线、西气东输一线等一大批新建油气管道工程的焊接质量有了很大的提高，采用了自动埋弧焊工艺，施工水平接近或达到国际先进国家的水平。管口焊接质量把关非常重要，必须严格按照施工工程质量管理要求施工，严格焊缝检验检测，确保工程质量，不留事故隐患。

4） 地质灾害：要根据有关地震资料和设计采用的设防烈度，防止地质不均匀沉降和地震对管道造成的破坏。

5） 拟建工程采用“建管分开”的新型建设模式。建议管理部门从设计开始就先行介入，落实新管道建设开始的各个环节及质量，减少事故发生。

10.2 源项分析

10.2.1 最大可信事故筛选

天然气管道事故危害后果分析见图 10.2-1。当输气管道及其场站发生

事故导致天然气泄漏时，可能带来下列危害：泄漏天然气若立即着火即产生燃烧热辐射，在危险距离内的人会受到热辐射伤害，同时天然气燃烧产生的 CO 可能对周围环境空气造成污染；天然气未立即着火可形成爆炸气体云团，遇火就会发生延时爆炸，在危险距离以内，人会受到爆炸冲击波的伤害，建筑物会受到损坏。

根据《中华人民共和国安全生产法》等法律法规规定，本工程的建设单位已委托有资质的评价机构编制完成了安全预评价报告，有关火灾、爆炸事故后果定量评价在该报告中已有论述。从环境风险角度，本次环境风险评价重点对天然气泄漏及火灾事故伴生的环境空气污染事故的后果进行预测和评价。

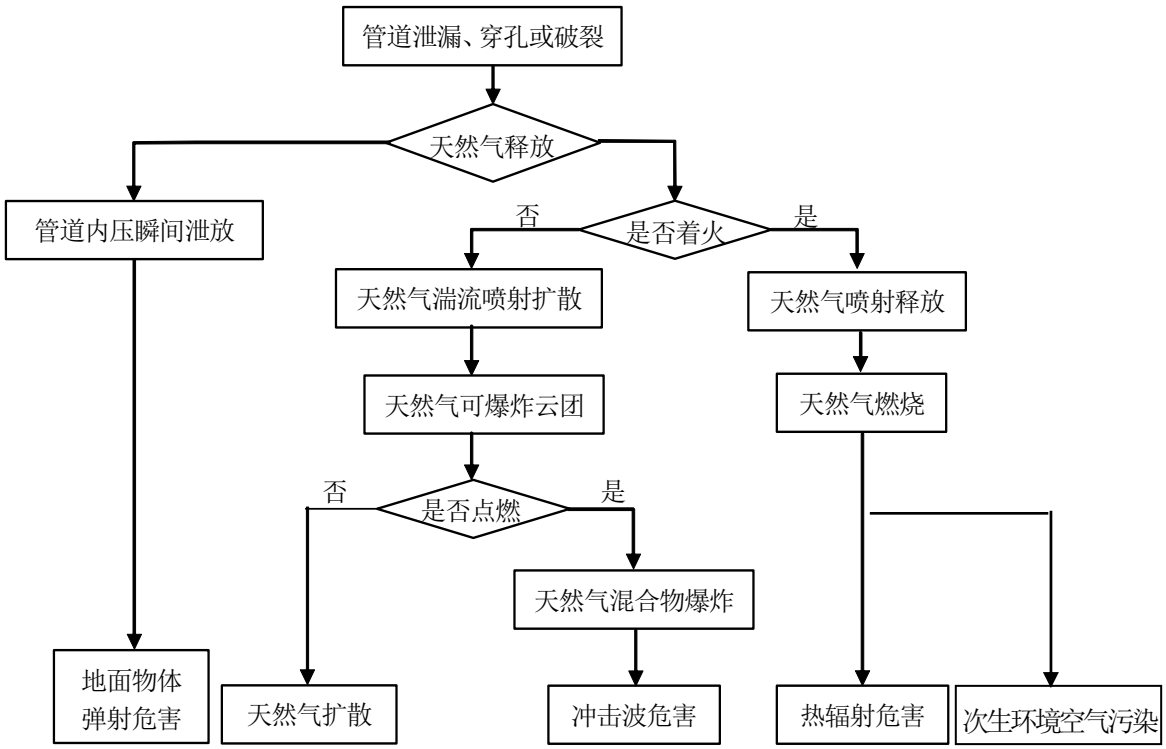


图 10.2-1　天然气管道事故危害后果分析示意图

根据表 10.1-4 中对管道沿线环境风险因素识别和重大危险源辨识结果，以及附表 1 中所列出的管线两侧 200m 范围内居民点分布情况，进行最大可信事故筛选。筛选出的最大可信事故管段见表 10.2-1。

本次评价选择上述四段管道作为最大可信事故发生管段，假定该段管

道破裂发生泄漏事故，分析天然气泄漏后在空气中可能引起燃烧、爆炸，以及由此伴生的空气污染。

表 10.2-1　最大可信事故源项

序号	事故管段名称	压力(MPa)	管径(mm)	长度(km)	事故类型	线路描述
1	6#阀室-7#阀室	10	813	19.5	泄露、火灾	该该段管道位于广东省河源市境内，沿线主要处于沉积岩低丘陵地貌区。低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错。管道两侧居民分布较多，近距离村庄有钟屋排、磨坑、下横岗、横坡、坳下、大同村、吴屋坝、矮厂下、黄屋、大屋家等。所在地区抗震设防烈度Ⅵ，地震动峰值加速度 0.05g。
2	13#阀室-14#阀室	10	813	15.9	泄露、火灾	该段管道位于广东省揭阳市境内，沿线主要为沉积岩低丘陵地貌。低丘陵地貌主要分布于山前平原周围，低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错。管道在该段穿越龙潭 1#隧道和龙潭 2#隧道，穿越横江河。管道两侧居民分布较为密集，近距离村庄有上径背、新四村、营背埯、洋坑宫、螺丝角、双龙村、老寨下等。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.10g。
3	14#阀室-15#阀室	10	813	24.5	泄露、火灾	该段管道位于广东省揭阳市境内，沿线主要为花岗岩低丘陵地貌与沉积岩低丘陵地貌。低丘陵地貌主要分布于山前平原周围，低丘陵地貌海拔在 250m 以下，丘体孤立分散，常呈浑圆状，部分垄岗状，起伏舒缓，破碎零散，丘谷交错。管道在该段穿越龙潭 3#隧道和南山隧道，穿越五经富河。管道两侧近距离村庄有黄竹径、大成岭、分水村、坝子里、树头洋、塘尾、员墩村等。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.10g。
4	25#阀室-漳州分输清管站	10	813	21	泄露、火灾	该段管道位于福建省漳州市境内，沿线地貌为冲积平原，海拔高度在 20m 左右，地势低平，土层深厚，组成物质以细粉砂和粘土为主。管道在该段穿越九龙江 1(西溪)。管道两侧近距离村庄有高林、埔里、林前、柴桥头、路边村、塔尾村等。所在地区抗震设防烈度Ⅶ，地震动峰值加速度 0.15g。

10.2.2　最大可信事故概率

1)　本工程管道事故率总体水平

根据国内外同类管道工程事故率调查统计，国内外管道事故概率详见表 10.1-16。近年来，随着国内管道建设和技术发展，我国管道建设水平已

与国际水平接近。类比欧洲管道，拟建工程管道事故率为 0.33×10^{-3} 次/(km•a)。本项目管道全长 595km。以国内天然气管道事故率为类比基础，本项目管道工程事故总体水平为 0.19 次/a，相当于 5.3 年发生一次，表明本项目在营运期存在发生事故的可能很大，必须引起足够的重视，最大限度地降低外部干扰和施工缺陷及材料失效等方面事故原因出现的可能，使管道能够安全平稳地营运。

2) 最大可信事故概率

通过 10.1.4 节中对事故原因的统计分析可知，管道发生泄漏的原因是第三方破坏导致的情况较多。由表 10.1-13 可知，管径越大发生 100%完全断裂的几率越低，本工程管线为大口径管道(管径为 813mm)，本次评价假定管道发生 100%破裂。

表 10.2-2 最大可信事故概率

序号	名称	长度(km)	管径(mm)	穿孔破裂事故概率(次/年)	天然气点燃概率	穿孔破裂引起火灾爆炸概率(次/年)
1	6#阀室-7#阀室	19.5	813	0.39×10^{-3}	4.9×10^{-2}	1.91×10^{-5}
2	13#阀室-14#阀室	15.9	813	0.32×10^{-3}	4.9×10^{-2}	1.57×10^{-5}
3	14#阀室-15#阀室	24.5	813	0.48×10^{-3}	4.9×10^{-2}	2.35×10^{-5}
4	25#阀室-漳州分输清管站	21	813	0.42×10^{-3}	4.9×10^{-2}	2.06×10^{-5}

根据表 10.1-13 中不同类型破裂事故发生概率，以及破裂事故对应的天然气被点燃事故的概率，计算假定最大可信事故概率，结果详见表 10.2-2。

10.3 事故后果预测

10.3.1 天然气管道泄漏事故影响分析

10.3.1.1 预测因子及预测源强

假定一旦管线因第三方破坏发生破裂事故，管道两边截断阀室在第一时间响应关闭并启动放空程序，大量天然气将从破裂处释放进入环境空气。本次评价按照管道全断裂进行考虑，采用 ALOHA 风险模拟程序，计算管道事故情况下天然气释放速率，详见表 10.3-1，以及图 10.3-1 至图 10.3-4。

表 10.3-1　天然气泄漏事故排放源项

管段名称	压力(MPa)	长度(km)	泄漏口直径(mm)	天然气最大泄漏速率(kg/min)	总泄漏量kg	持续时间(min)	CH_4最大泄漏速率(kg/min)
6#阀室-7#阀室	5.71	19.5	813	76700	382543	超过 60	72203
13#阀室-14#阀室	5.75	15.9	813	72800	250938	47	68532
14#阀室-15#阀室	5.75	24.5	813	79700	459189	超过 60	75027
25#阀室-漳州分输清管站	7.03	21	813	95500	495646	超过 60	89900

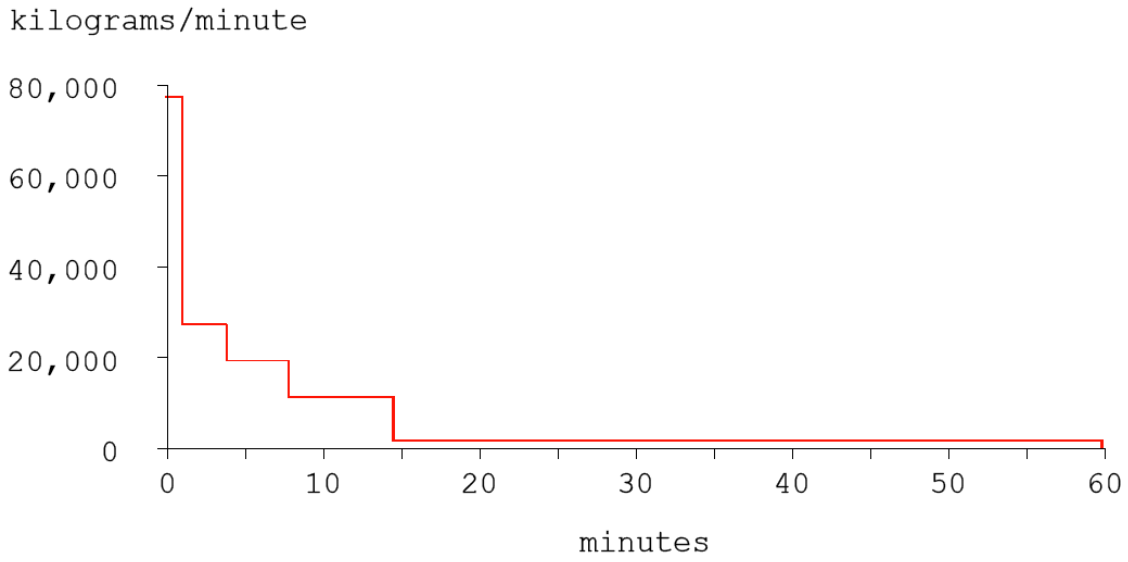


图 11.3-2　6#阀室-7#阀室管段断裂事故天然气释放速率图

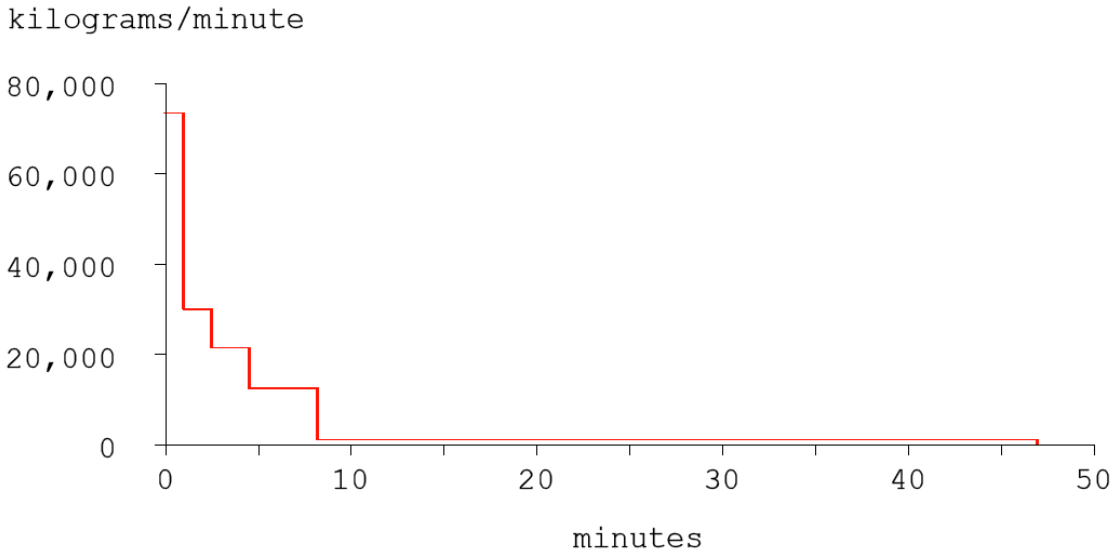


图 11.3-1　13#阀室-14#阀室管段断裂事故天然气释放速率图

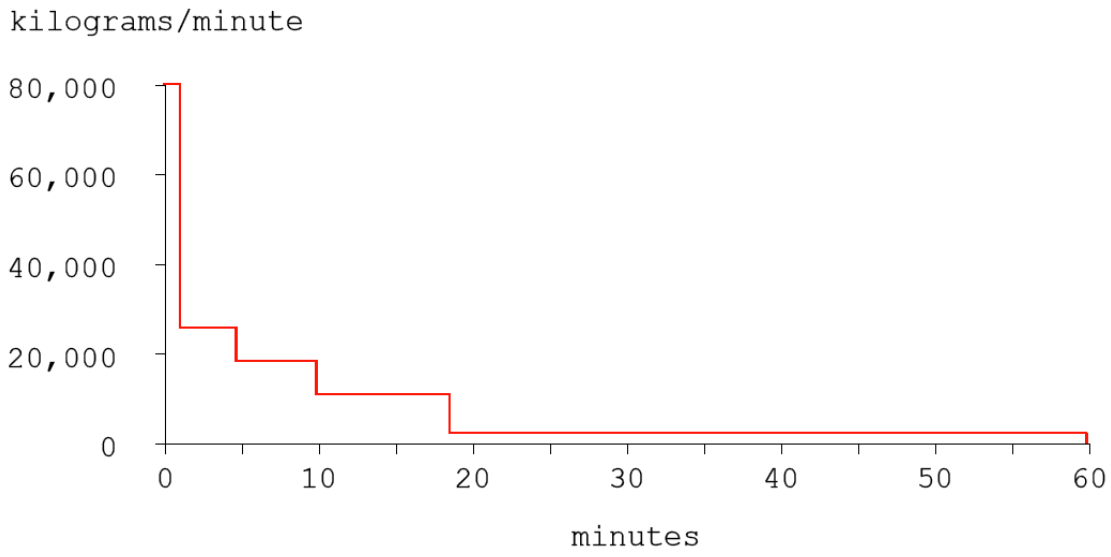


图 11.3-3　14#阀室-15#阀室管段断裂事故天然气释放速率图

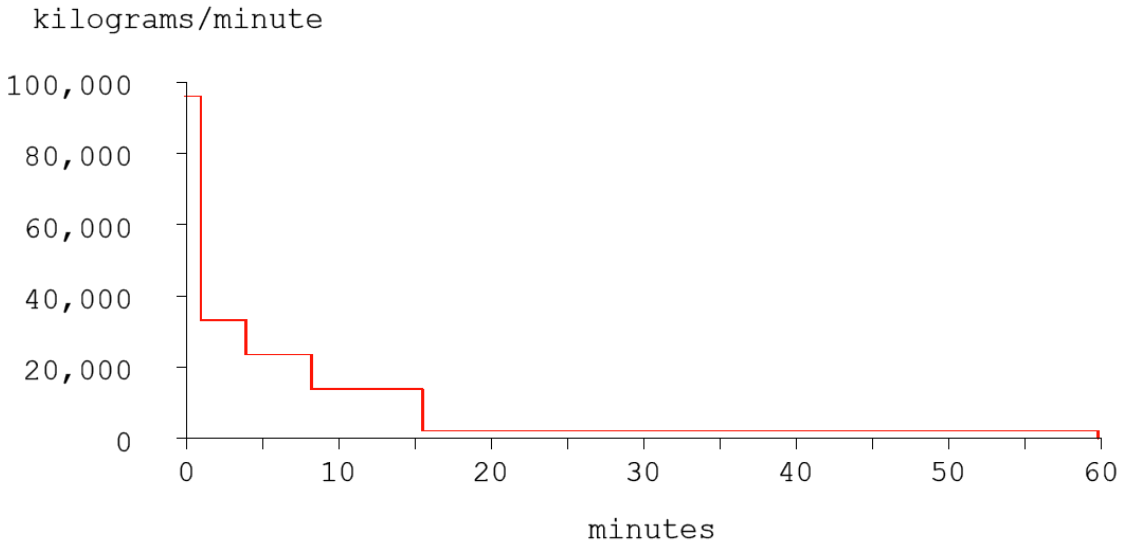


图 11.3-4　25#阀室-漳州分输清管站管段断裂事故天然气释放速率图

由图 11.3-1 至图 11.3-4 可见，6#阀室-7#阀室管段发生破裂事故后，天然气最大泄露速度将达到 76700kg/min，总泄漏量为 382543kg，约 14 分钟后泄漏达到压力平衡，持续泄漏时间超过 1 个小时。

13#阀室-14#阀室管段发生破裂事故后，天然气最大泄露速度将达到 72800kg/min，总泄漏量为 250938kg，约 8 分钟后泄漏达到压力平衡，持续泄漏时间约为 47 分钟。

14#阀室-15#阀室管段发生破裂事故后，天然气最大泄露速度将达到

79700kg/min，总泄漏量为459189g，约18分钟后泄漏达到压力平衡，持续泄漏时间超过1小时。

25#阀室-漳州分输清管站段管道发生破裂事故后，天然气最大泄漏速率将达到95500kg/min，总泄漏量为495646kg，约16分钟后泄漏达到压力平衡，天然气持续泄漏时间超过1小时。

11.3.1.2 预测模式

按最大可信事故源项设定，天然气在大气中的扩散采用《建设项目环境风险评价技术导则》HJ/T169-2004中多烟团模式，模式如下：

$$C(x,y,o)=\frac{2Q}{(2\pi)^{3/2}\sigma_x\sigma_y\sigma_z}\exp\left[-\frac{(x-x_o)^2}{2\sigma_x^2}\right]\exp\left[-\frac{(y-y_o)^2}{2\sigma_y^2}\right]\exp\left[-\frac{z_o^2}{2\sigma_z^2}\right]$$

式中：

$C(x.y.o)$--下风向地面(x,y) 坐标处的空气中污染物浓度(mg/m^3)；

x_o,y_o,z_o--烟团中心坐标；

Q--事故期间烟团的排放量；

σ_X、σ_y、σ_z——为X、Y、Z方向的扩散参数(m)。常取$\sigma_X=\sigma_y$。

11.3.1.3 气象条件

选择管段所在地的年均风速以及静小风不利气象条件进行预测。

11.3.1.4 计算结果及分析

管道泄漏事故排放的 CH_4 在不同气象条件下的影响范围和程度见表11.3-2。

一旦管道发生泄漏事故，两端阀室迅速关闭，在破裂口泄漏天然气将喷射而出形成烟团，由于甲烷气体质量比空气轻，烟团可迅速上升、扩散。本次评价从保守计算角度，未考虑甲烷轻气体的浮力作用，在静风(0.5m/s)和各地年平均风速条件下，甲烷最大落地浓度未超过窒息浓度阈值(178571mg/m^3)，假定事故情景排放的甲烷不会导致周围居民窒息。

表 10.3-2　各管段发生全破裂事故 CH_4 预测结果

管段名称	气象条件	最大落地浓度(mg/m³)	最大落地浓度出现距离(m)	窒息浓度出现的距离(m)	备注
6#阀室-7#阀室	0.5m/s，D	59527	141	/	该管道位于广东省河源市境内，当地年平均风速为 3.0-4.0m/s，本次评价选取下限 3.0m/s。
	0.5m/s，F	26582	405	/	
	3.0m/s，D	11688	796	/	
	3.0m/s，F	6886	1889	/	
13#阀室-14#阀室	0.5m/s，D	56477	141	/	该段管道位于广东省揭阳市境内，当地年平均风速为 1.8m/s
	0.5m/s，F	25185	405	/	
	1.8m/s，D	18496	796	/	
	1.8m/s，F	10896	1889	/	
14#阀室-15#阀室	0.5m/s，D	61853	141	/	该段管道位于广东省揭阳市境内，当地年平均风速为 1.8m/s
	0.5m/s，F	27621	405	/	
	1.8m/s，D	20242	796	/	
	1.8m/s，F	11924	1889	/	
25#阀室-漳州分输清管站	0.5m/s，D	74124	141	/	该管道位于福建省漳州市境内，当地年平均风速为 1.2-4.5m/s，本次评价选取下限 1.2m/s。
	0.5m/s，F	33101	405	/	
	1.2m/s，D	38897	356	/	
	1.2m/s，F	15851	1015	/	

10.3.2　天然气管道火灾次生污染事故影响分析

当管道发生 100%D 口径的完全破裂事故时，高压天然气将从破裂口高速喷射和膨胀。天然气的爆炸危险性很大，其爆炸极限范围为 5～15(%V/V)。当泄漏天然气与空气组成混合气体，其浓度处于该范围内时，遇火即发生爆炸，本次环境风险评价不对延迟爆炸事故影响后果进行预测。只有当天然气泄放到一定程度，遇火源才能稳定燃烧，本次评价将针对此种情景分析天然气燃烧产生的废气污染物的次生环境影响。

10.3.2.1　预测因子及预测源强

天然气泄漏如遇明火燃烧，主要伴生污染物为 CO，其危害浓度见表 10.3-3。预测因子确定为 CO。预测源强见表 10.3-4。

表 10.3-3　CO 危害浓度

序号	阈值名称	数值(mg/m³)	指标来源
1	半致死浓度(4h 大鼠吸入)LC_{50}	2069	《危险化学品安全技术全书》
2	立即威胁生命和健康浓度(IDLH)	1700	《呼吸防护用品的选择、使用与维护》(GB/T 18664-2002)
3	短时间接触容许浓度(PC-STEL)	30	《工作场所有害因素职业接触限值》(GB Z2-2002)

表 10.3-4　天然气泄漏火灾事故源强

管段名称	天然气最大泄漏量(kg/min)	CO 排放量(kg/min)	断裂口直径(mm)	管道压力(MPa)
漳州分输清管站-1#阀室	95500	30.6	813	7.03
14#阀室-15#阀室	79700	25.5	813	5.75
河源分输清管站-5#阀室	72800	23.3	813	5.75
13#阀室-14#阀室	76700	24.5	813	5.71

10.3.2.2　预测模式

采用多烟团模式，同 10.3.1.2 节。

10.3.2.3　气象条件

选择各管段所在地的年均风速以及静小风不利气象条件进行预测。

10.3.2.4　计算结果及分析

假定事故在各类天气条件下 CO 影响后果预测见表 10.3-5。

表 10.3-5　火灾事故 CO 预测结果

管段名称	气象条件	最大落地浓度(mg/m^3)	最大落地浓度出现距离(m)	LC_{50} 距离 m	IDLH 距离 m	PC-STEL 距离m	备注
5#阀室-6#阀室	0.5m/s，D	5.83	283	/	/	/	该管道位于广东省河源市境内，当地年平均风速为3.0-4.0m/s，本次评价选取下限 3.0m/s。
	0.5m/s，F	2.45	864	/	/	/	
	3.0m/s，D	1.05	1656	/	/	/	
	3.0m/s，F	0.43	5489	/	/	/	
13#阀室-14#阀室	0.5m/s，D	5.67	279	/	/	/	该段管道位于广东省揭阳市境内，当地年平均风速为 1.8m/s
	0.5m/s，F	2.39	852	/	/	/	
	1.8m/s，D	1.71	1634	/	/	/	
	1.8m/s，F	0.70	5382	/	/	/	
14#阀室-15#阀室	0.5m/s，D	6.04	283	/	/	/	该段管道位于广东省揭阳市境内，当地年平均风速为 1.8m/s
	0.5m/s，F	2.54	864	/	/	/	
	1.8m/s，D	1.82	1656	/	/	/	
	1.8m/s，F	0.74	5489	/	/	/	
25#阀室-漳州分输清管站	0.5m/s，D	6.93	290	/	/	/	该管道位于福建省漳州市境内，当地年平均风速为1.2-4.5m/s，本次评价选取下限 1.2m/s。
	0.5m/s，F	2.90	888	/	/	/	
	1.2m/s，D	3.52	731	/	/	/	
	1.2m/s，F	1.34	2215	/	/	/	
	0.5m/s，F	2.45	864	/	/	/	
	3.0m/s，D	1.05	1656	/	/	/	
	3.0m/s，F	0.43	5489	/	/	/	

注：“/”表示没有出现。

由表 10.3-5 可见，在静小风，及各地年均风速的不利气象条件下，本工程各段管道破裂火灾事故产生的 CO 最大落地浓度为 6.93mg/m^3，未超过

短时间接触容许浓度 PC-STEL(30mg/m^3)。

因此，管道破裂发生火灾事故时产生的 CO 对管道两侧的敏感点及近距离处的村庄的影响均较小。

10.3.3 站场事故影响分析

该管道管输天然气 H_2S 含量≤6mg/m^3，在站场设备检修、系统超压等工况下，天然气进行冷排，主要污染物为非甲烷总烃。

1) 天然气组分的毒性

该管道输送天然气成分比较单一，组分以甲烷为主，体积百分比大于 84.8%，其余组分包括非甲烷总烃、CO_2 和 N_2 等，天然气中主要组分的毒性见表 10.3-6。

表 10.3-6 天然气主要组分毒性表

天然气主要组分		体积百分比	毒性
甲烷		>92%	甲烷对人体基本无毒，只有单纯性的窒息作用。只有在甲烷浓度增加使空气中氧含量降低到一定程度，才会出现窒息症状。
非甲烷总烃	乙烷	＜8%	属微毒性物质，人吸入体内后几乎不转化，迅速从肺排出。人吸入 61.36mg/m^3 无明显毒害。
	丙烷		本品属微毒，有轻度麻醉和刺激作用。主要作用于中枢神经系统。人在 17.99g/m^3 浓度环境中不受影响。
	丁烷		属微毒性物质，小鼠吸入 LC_{50} 为 680g/m^3(2 小时)。人在 23.73g/m^3 浓度时吸入 10 分钟，产生嗜睡、头晕，严重者昏迷。
	戊烷		属低毒性物质，大鼠致死浓度为 680g/m^3。人在 147.3g/m^3 浓度吸入 10 分钟，未见刺激和麻醉作用。

2) 站场天然气事故冷排放对站场周围 5km 范围内居民的影响

(1) 甲烷

事故情况冷排放时，天然气经 15m 放空火炬排放。天然气中的甲烷轻于空气，不会在地面聚集，因此不会对站场周围敏感点的环境空气造成影响。

(2) 非甲烷总烃

根据预测计算结果，在各种气象条件下，NMCH 最大落地浓度为 8.25mg/m^3，出现在下风向 1021m 处。由于最大落地浓度值远远低于各组分中毒浓度限值，并且排放时间较短，因此，事故冷放空天然气对周围近距离居民区处的环境影响不大。

10.4 风险评价

10.4.1 评价方法

最大可信事故环境风险 R 可按下式计算：

$$R = P \cdot C$$

式中： R--风险值(危害/单位时间）；

P--最大可信事故概率（事件数/单位时间)；

C--最大可信事故造成的危害（损害/事件)。

环境风险评价需要从各功能单元的最大可信事故风险 R_j 中，选出危害最大的作为评价项目的最大可信事故，并以此作为风险可接受水平的分析基础。即：

$$R_{\max} = f\left(R_j\right)$$

最大可信事故下所有有毒有害物质所致的环境危害 C，为各种危害 Ci 的总和：

$$C = \sum_{i=1}^{n} C_i$$

本工程的风险以社会风险表征，即事故发生概率与事故造成人员死亡数之间关系。并与风险可接受值比较，确定本工程环境风险可接受水平。

10.4.2 风险评价

根据本次评价对假定最大可信事故管道发生天然气泄漏事故和火灾次生污染环境事故后果(致死人数)，以及事故发生概率，计算该类事故风险值，结果见表 10.4-1。

表 10.4-1 最大可信事风险值

最大可信事故	泄漏事故			火灾次生污染事故		
	事故概率(次/年)	致死人数	风险值	事故概率(次/年)	致死人数	风险值
6#阀室-7#阀室	0.39×10^{-3}	0	/	1.91×10^{-5}	0	/
13#阀室-14#阀室	0.32×10^{-3}	0	/	1.57×10^{-5}	0	/
14#阀室-15#阀室	0.48×10^{-3}	0	/	2.35×10^{-5}	0	/
25#阀室-漳州分输清管站	0.42×10^{-3}	0	/	2.06×10^{-5}	0	/

由表 10.4-1 可见，本次评价确定的事故管段发生破裂穿孔事故概率最大为 0.48×10^{-3} 次/年，泄漏后引发火灾事故的最大概率为 2.35×10^{-5} 次/年。根据本次评价对天然气泄漏事故以及火灾次生污染环境事故后果(致死

人数)分析，该类事故不会致人死亡。说明本工程环境风险可接受，但在人口密集区等环境风险敏感程度较高区域还需要加强风险防范措施，制定相应的事故应急预案，降低事故发生的可能性并将事故造成的损失降至最低。

石油化工行业的可接受风险值 RL 为 8.33×10^{-5}，本工程的环境风险值低于行业风险值，因此，本工程的环境风险是可以接受的。但仍需要加强风险防范措施，制定相应的事故应急预案，降低风险发生的可能性并将事故造成的损失降至最低。

10.5 事故风险防范措施

10.5.1 设计拟采取的风险事故防范措施

10.5.1.1 管道路由优化

1) 选择线路走向时，充分考虑沿线所经过城镇的总体规划，避开居民区和城镇繁华区、城镇规划区、工矿区和自然保护区，充分考虑当地政府部门的合理意见和建议，合理用地。尽量避开居民区以及不良地质地段、复杂地质地段、地震活动断裂带和灾害地质段。如无法完全避让，也应尽量减少上述地段的通过长度，确保管道长期安全运行。

2) 管道经过活动断裂带时，委托有关部门对地震波对埋地管道的影响进行分析。根据计算确定是否要进行抗震设计。对管道穿越活动断裂带时采取必要的防护措施。

3) 尽量减少与河流、高速公路、铁路等大型建构筑物的交叉。线路尽量避开机场控制区、军事区、车站及其他人口密集场所，避开重点文物保护区。

4) 根据《输气管道工程设计规范》(GB50251－2015)的要求，输气管道通过的地区，应按沿线居民户数和建筑物的密集程度，划分为四个地区等级，并依据地区等级作出相应的管道设计。

5) 对管道沿线人口密集、房屋距管道较近等敏感地区，提高设计系数，增加管道壁厚，以增强管道抵抗外部可能造成破坏的能力。

10.5.1.2 总图布置安全防护措施

1) 本工程各工艺站场建构筑物间距满足安全防火距离，符合《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2015)要求。

2) 管道与地面建构筑物的最小间距符合《石油天然气工程设计防火

规范》(GB50183-2015)、《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)等规范要求。

3） 站场内利用道路和围墙进行功能分区，将生产区和生产管理区分开，以减少生产区和生产管理区的相互干扰，降低危险隐患。

10.5.1.3 工艺设计和设备选择

1） 设计选用质量可靠的管材和关键工艺设备，保证管道的运行安全。

本工程线路用钢管管径为Φ813，采用 X70 钢级钢材。管道壁厚最薄处为 14.3mm，局部加厚至 19.1mm。

2） 管道穿越不同特殊地段，设计采用不同的敷设方式，保证管道安全。如管道穿越铁路、公路，采用加套管保护和提高管道设计系数等方法；管道穿越河流、沟渠等，加大管道埋深。

10.5.1.4 防腐设计

1） 输气管道外防腐

为减轻输气管线腐蚀，输气管道全线采用三层 PE 外防腐层。在穿跨越段、人口密集区、施工条件困难，对防腐机械强度要求高的山区石方地段，采用加强级防腐。

在定向钻穿越地段，为防止穿越时砾石、岩石等坚硬物质对管道防腐层造成损坏，建议必要时在管道防腐层外包覆一层硬度较大、抗划伤能力强的环氧玻璃钢等刚性材料，作为管道防腐层外的机械防护层。

本工程三层 PE 外防腐层的环氧底层厚度≥120μm；普通级防腐层总厚度≥3.0mm；加强级防腐层总厚度≥3.7mm。

2） 管道内涂层

本管线选用加内涂层的工艺方案，内涂层采用双组分环氧涂料，管道内涂敷后钢管内表面当量粗糙度应≤10μm；内涂层干膜厚度≥65μm。

3） 阴极保护

目前国内外对于管线的保护除采用防腐层措施外，普遍的做法是对管道施加阴极保护，阴极保护能对防腐层缺陷部位进行保护，保证管道的安全运行。

根据经验，对于本工程这样大口径、长距离管道，采用外加电流保护法的技术方案。线路阴极保护采用强制电流保护方案。

本工程设 5 座阴极保护站，分别与 2#阀室、潮州分输站、12#阀室、19#阀室以及增城末站合建。

10.5.1.5　自动控制设计安全防护措施

本工程作为西气东输三线输气管道工程的一部分，其调度控制分别纳入到北京主调度控制中心和廊坊备用调度控制中心的西气东输二线的 SCADA 系统中。整个输气管道工程 SCADA 系统的控制分为三级。

SCADA 系统的控制权限由调度控制中心确定，经调度控制中心授权后，才允许操作人员通过站控系统或 RTU 对各站进行授权范围内的工作。正常情况下，各站场由调控中心对其进行远方控制、管理；当数据通信系统发生故障或调度控制中心计算机系统发生故障或调度控制中心出现不可抵御的灾害时，第二级控制即站控制室获取控制权，可对站内生产工艺过程进行全面监控；当进行设备检修或事故处理时，可采用就地手动操作控制，即实现第三级控制。

10.5.1.6　消防措施

在可能发生火灾的各类场所、工艺装置区、主要建筑物、仪表及电器设备间等分别配置一定数量不同类型、不同规格的移动式灭火器材，以便及时扑灭初期零星火灾。站控室、通信机房等以电气类火灾为主的场所设置二氧化碳灭火器，其他场所布置磷酸铵盐干粉灭火器。

10.5.1.7　防雷、防暴、防静电措施

根据《工业与民用电力装置的接地设计规范》(GBJ 50065-2011)中有关规定，设置防静电及接地保护措施。根据《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010)，对站场划分防雷等级：除工艺装置区为第二类建(构)筑物，综合设备间和综合设备间等其它建筑物均按第三类建筑物考虑。按照《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB 50058-2014)的要求设计和使用防爆电器。

10.5.1.8　管道标志桩(测试桩)、警示牌及特殊安全保护设施

为了便于管线的安全运营，根据《管道干线标记设置技术规定》(SY/T 6064-2011)的规定，沿线应设置以下标志桩：

里程桩：管线每公里设置 1 个，每段从 0+000m 开始，一般与点位测试桩合用。

转角桩：管道转弯处要设置转角桩，应设置在转折管道中心线上方。

穿跨越桩：当管道穿越河流及渠道、铁路、高等级公路或穿越公路长度大于 50m 时，应在两侧设置穿跨越桩。

交叉桩：凡是与地下管道、电(光)缆交叉的位置，应设置交叉桩。交叉桩上应注明线路里程、交叉物名称、与交叉物的关系等。

结构桩：当管道外防腐层或管壁发生长距离变化时，在变化位置处设置结构桩，桩上要标明线路里程及变化前后的结构属性等。

设施桩：当管道上有特殊设施时应设置设施桩，桩上要标明管线里程、设施的名称及规格。

警示牌：管道穿越大中型河流、山谷、冲沟、隧道、临近水库及其泄洪区、水渠、人口密集区、地(震)质灾害频发区、地震断裂带、矿山采空区、爆破采石区域、工业建设地段等危险点源需设置警示牌，连续地段没 100m 设置 1 个警示牌，并设置在管道中心线上。

10.5.2　施工阶段的事故防范措施

1)　严格保证各类建设材料的质量，严禁使用不合格产品；

2)　施工过程中加强监理，确保涂层、管道接口焊接等工程施工质量；

3)　制定严格的规章制度，发现缺陷及时正确修补并做好记录；

4)　建立施工质量保证体系，提高施工检验人员水平，加强检验手段；

5)　进行水压实验，严格排除焊缝和母材缺陷；

6)　选择有丰富经验的单位进行施工，并有优秀的第三方对其施工质量进行强有力的监督，减少施工误操作。

10.5.3　运行阶段的事故防范措施

10.5.3.1　运行阶段管道事故防范措施

1)　严格控制输送天然气的气质，定期清管，排除管内的积水和污物，以减轻管道内腐蚀；

2)　定期进行管道壁厚的测量，对严重减薄的管段，及时维修更换，避免爆管事故的发生；

3)　每半年检查管道安全保护系统(如截断阀、安全阀、放空系统等)，使管道在超压时能够得到安全处理，使危害影响范围减小到最低程度。

4)　在铁路、公路、河流穿越点的标志不仅清楚、明确，并且其设置

应能从不同方向，不同角度均可看清。

5） 加大巡线频率，提高巡线的有效性；每天检查管道施工带，查看地表情况，并关注在此地带的人员活动情况，发现对管道安全有影响的行为，应及时制止、采取相应措施并向上级报告。

6） 站场事故放空时，应注意防火。

7） 在运行期，建设单位应加强与当地相关规划管理的沟通，协助规划部门做好管道、场站周边的规划。按《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的要求，在管道线路中心线两侧各五米地域范围内，禁止种植乔木、灌木、藤类、芦苇、竹子或者其他根系深达管道埋设部位可能损坏管道防腐层的深根植物；禁止取土、采石、用火、堆放重物、排放腐蚀性物质、使用机械工具进行挖掘施工；禁止挖塘、修渠、修晒场、修建水产养殖场、建温室、建家畜棚圈、建房以及修建其他建筑物、构筑物。在穿越河流的管道线路中心线两侧各五百米地域范围内，禁止抛锚、拖锚、挖砂、挖泥、采石、水下爆破。但是，在保障管道安全的条件下，为防洪和航道通畅而进行的养护疏浚作业除外。在管道专用隧道中心线两侧各一千米地域范围内，禁止采石、采矿、爆破。因修建铁路、公路、水利工程等公共工程，确需实施采石、爆破作业的，应当经管道所在地县级人民政府主管管道保护工作的部门批准，并采取必要的安全防护措施，方可实施。

进行下列施工作业，施工单位应当向管道所在地县级人民政府主管管道保护工作的部门提出申请：

(1) 穿跨越管道的施工作业；

(2) 在管道线路中心线两侧各五米至五十米和管道附属设施周边一百米地域范围内，新建、改建、扩建铁路、公路、河渠，架设电力线路，埋设地下电缆、光缆，设置安全接地体、避雷接地体；

(3) 在管道线路中心线两侧各二百米和管道附属设施周边五百米地域范围内，进行爆破、地震法勘探或者工程挖掘、工程钻探、采矿。

10.5.3.2 运行阶段站场事故防范措施

1） 各站场严格按防火规范布置平面，站场内的电气设备及仪表按防爆等级不同选用不同的设备；

2） 站内所有设备、管线均应做防雷、防静电接地；

3） 安装火灾设备检测仪表、消防自控设施；

4） 紧急情况下，天然气可越站输送；

5） 在可能发生天然气积聚的场所应按照《石油化工企业可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》(GB50493-2009)的要求设置可燃气体报警装置；

6） 设立紧急关断系统。在管线进出站等处设置紧急切断阀，对一些明显故障实施直接切断，也可通过 SCADA 系统进行远程关断，还可以完成全系统关断；

7） 站场内利用道路进行功能分区，将生产区和生活区分开，减少了生产区和生活区的相互干扰，减少危险隐患，同时便于生产管理；

8） 加强设计单位相互间的配合，做好衔接、交叉部分的协调，减少设计误操作，使总体设计质量为优。

9） 站场发生事故，立即启动事故应急预案；

10） 应立即疏散站场附近的人员。

10.5.4 重点管段风险防范措施

本管道环境风险敏感性较高的重点管段，将采取针对性的风险防范措施见表 10.5-1。

表 10.5-1　重点管段风险风范措施

风险类型	重点区段描述	危害	风险防范措施
滑坡	本工程滑坡点分布较多，具体见本项目地灾报告。	对管道有破坏作用	1）首先须避开严重滑坡地段，对于受地形等限制不得不通过的非严重滑坡地段或者施工后发现的滑坡体，可以考虑采取挡土墙、抗滑桩、抗滑锚杆等措施对滑坡体进行支挡；其次采用向滑动面内灌浆等措施，粘结滑坡体；另外，还可以采用卸荷等方法彻底清除滑坡体。同时，为防止地面水侵入滑动面内，应采取一定的导流措施。 2）修筑明洞、棚洞等防崩塌构筑物；在坡角或半坡设置起拦截作用的挡石墙和拦石网；在危岩下部修筑支柱等支挡加固措施，对易崩塌岩体还可以采用锚索或锚杆串联加固；对岩体中的裂缝、空洞，易采用片石填补、砼灌浆等方法镶补、勾缝，对有水活动的地段，还应设置导流系统。 3）泥石流形成区宜采取植树造林、修建引水、蓄水工程及削弱水动力措施，修建防护工程，稳定土体。流通区宜修建拦沙坝、谷坊，采取拦截固体物质、固定沟床和减缓纵坡的措施。堆积区宜修筑排导沟、倒流堤、停淤场，采取改变流路，疏排泥石流的措施。对于稀性泥石流宜修建截水沟、引水渠和植被措施，以调节径流，消弱水动力。对粘性泥石流宜修筑拱石坝、谷坊、各种支挡结构和造林措施，以稳定土体，遏制泥石流的形成。 4)运行阶段，进行日常巡视监测及定期检查，注意到有滑坡、崩塌和泥石流发生的迹象等隐患，及时采取措施，避免险情发生。
崩塌	本工程滑坡点分布较多，具体见本项目地灾报告。	对管道有破坏作用	1）施工可能引发崩塌的地段应避免在高陡边坡下挖方，同时尽量避免在边坡裂缝发育带挖方。 2）管道穿越丘陵区基岩出露地段，需爆破开挖石方时，应禁止强爆破开挖。在实施开挖爆破前，须仔细观察工作场地及其周围是否有可能产生崩落、滚动的松动岩块、浮石等，或提前予以清除，必须采取措施拦挡，或控制爆破药量。 3）施工时应做到边施工，边监测，发现问题及时处置，避免灾害发生。如遇崩塌，首先可修筑明洞、棚洞等防崩塌构筑物；其次，可在坡脚或半坡设置起拦截作用的挡石墙和拦石网；另外，应在危岩下部修筑支柱等支挡加固措施，对易崩塌岩体还可以采用锚索或锚杆串联加固；同时，对岩体中的裂缝、空洞，易采用片石填补、砼灌浆等方法镶补、勾缝，对有水活动的地段，还应设置排水系统。
泥石流	主要分布在 19#阀室-20#阀室、21#阀室-22#阀室管段，具体见本项目地灾报告。	对管道有破坏作用	1）对潜在发生点进行削坡、清场、加固处理。 2）危岩体或潜在崩塌陡坡对管线存在危害时，将对施工产生的削坡临空面采取挡土墙 3）修筑明洞、棚洞等防崩塌构筑物。 4）在坡角或半坡设置起拦截作用的挡石墙和拦石网。 5）在危岩下部修筑支柱等支挡加固措施，对易崩塌岩体还可以采用锚索或锚杆串联加 固。 6）对岩体中的裂缝、空洞，易采用片石填补、砼灌浆等方法镶补、勾缝。 7）管道深埋并在管沟顶部进行浆砌石加固处理等措施。

续表 10.5-1　重点管段风险风范措施

风险类型	重点区段描述	危害	风险防范措施
地面塌陷	主要分布在 17#阀室-18#阀室、广州(增城)分输清管站-1#阀室管段，具体见本项目地灾报告。	对管道有破坏作用	1) 首先应尽量避开塌陷易发区。 2) 若无法避让可以采用以下方法进行防治：①填堵法：是一种最常用的治理方法，当陷坑内有基岩出露时，首先在坑内投入块石、碎石做成反滤层，然后上覆粘土夯实；陷坑未出现基岩可直接用块石或粘土回填夯实。该法适用于塌陷坑浅的地面塌陷。②跨越法：当塌陷坑较大，回填困难可采用该法，是用坚固的跨越结构把荷载作用在稳定的岩石或土体上。③灌注法：把灌注材料通过钻孔或岩溶洞口进行注浆，其目的是充填空洞及其裂隙，拦截地下水流，加固地基。④深基础法：当塌陷坑深度较大，回填及跨越法无法满足要求时可采用该法，是采用打入桩、钻孔灌注桩、沉井和墩式基础等把拟建物基础置于稳定基岩上。此外还有强夯、控制抽排水强度等方法，均应根据具体情况采用。 3)治理时一般为几种措施综合使用，效果比较好。一般治理从两方面着手：地表治理、地下治理。并针对不同的塌陷成因，因地制宜的采取相应的措施。
河岸侵蚀	本工程管道穿越的各条河流区域。本工程穿越河流具体见表 2.6-1。	对管道有破坏作用	1)设计阶段，充分考虑洪水对工程设施的冲刷、冲蚀危害，设计的管道工程设施应尽量远离冲刷、冲蚀危害的影响范围。 2)施工阶段，施工单位应经常与当地水利部门联系，对管道沿线河流水情有一个全面的了解，对于可能的情况做到早了解早预防。 3)运行阶段，进行日常巡视监测及定期检查，注意河岸的变动，发现隐患，及时采取措施，避免险情发生。
地震因素和活动断裂带	本工程管道经过的大部分地区抗震设防烈度均为 6-7 度。恩平-新丰断裂带、河源断裂带、莲花山断裂带、紫金-博罗断裂带、饶平-大埔断裂带、河婆-惠来断裂带均与本工程管道相交。其他详细情况见本工程地灾报告。	对管道有破坏作用	1) 采用浅埋、砌沟填沙的办法减弱地裂缝竖向错动、垂直差异运动带来的剪切破坏；增设补偿器以减缓张性地裂缝带来的影响； 2) 利用钢管本身特性和回填中粗砂的办法抵减水平扭动作用，加大焊接强度，接头采用柔性连接，隔一段距离安置伸缩管。 3) 断裂带两侧各 300m 范围内，管沟尺寸适当放大，并采用摩擦系数小的砂料进行管沟回填，管沟表面用原状土回填，所有环向焊缝应进行 100% 射线和 100%超声波探伤检查。 4) 断裂带两侧各 1000m 范围内只采用弹性敷设方式，避免弯管；选择韧性、塑性好的管材，适当增加管线壁厚。 5) 选择合理的断裂带穿越角度，不使管道受压屈曲，要在整个穿越段增大管道的柔性。 6)断层区管道不宜采用不同直径和壁厚的钢管；断层过渡段不宜设三通、旁通和阀门等部件；在断裂带两侧适当位置应设置截断阀室。

续表 10.5-1　重点管段风险风范措施

风险类型	重点区段描述	危害	风险防范措施
近距离居民点和人口稠密区	本工程管道两侧的村庄及居民分布情况，具体见附表 1。	一旦发生事故，将对近距离居民生命健康造成威胁	1)　合理选择线路走向：选择线路走向时，尽量避开人口集中区以及城镇发展规划区，以减少由于天然气泄漏引起的泄漏、火灾、爆炸事故对居民危害； 2)　提高设计等级：对管道沿线无法避让的人口集中区、近距离居民区等敏感地区，管道提高设计等级，以增强管道抵抗外部可能造成破坏的能力，具体如下： (1)局部管道壁厚增加至 19.1mm。(2)管道全线采用螺旋缝埋弧焊钢管和直缝埋弧焊钢管。(3)管道外防腐层为三层 PE，部分敏感地段外防腐层为加强级三层 PE。 3)　施工阶段的事故防范措施 (1)在施工过程中，加强监理。管道焊缝采用 100%射线探伤 100%超声波探伤，确保焊口质量。(2)建立施工质量保证体系，提高施工检验人员的水平，加强检验手段；制定严格的规章制度，发现缺陷及时正确修补并做好记录。(3)选择有丰富经验的单位进行施工，并有优秀的第三方对其施工质量进行强有力的监督，减少施工误操作。 4)　运行阶段的事故防范措施 (1)加强《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的宣传力度，普及天然气及管道输送知识，提高近距离居民点和人口集中区居民的安全防护(管道防护和自我保护)意识，发现问题及时报告；制定人口稠密区和近距离居民点专项事故应急预案。(2)定期进行管道壁厚的测量，对严重管壁减薄的管段，及时维修更换，避免爆管事故发生；每半年检查管道安全保护系统(如截断阀、安全阀、放空系统等)，使管道在超压时能够得到安全处理，使危害影响范围减小到最低程度。(3)加大巡线频率，提高巡线的有效性；定期检查管道施工带，查看地表情况，并关注在此地带的人员活动情况，发现对管道安全有影响的行为，应及时制止、采取相应措施并向上级报告；

续表 10.5-1　重点管段风险风范措施

风险类型	重点区段描述	危害	风险防范措施
环境敏感区	本工程沿线近距离的自然保护区、森林公园、大中型河流穿跨越处等敏感区段	一旦发生事故，将对敏感区造成一定的影响	1)　合理选择线路走向：选择线路走向时，尽量避开核心区与缓冲区； 2)　提高管道设计等级、采用加强级三次 PE 防腐层，以增强管道抵抗外部可能造成破坏的能力； 3)　施工阶段的事故防范措施 (1)在施工过程中，加强监理。管道焊缝采用 100%射线探伤 100%超声波探伤，确保焊口质量。(2)建立施工质量保证体系，提高施工检验人员的水平，加强检验手段；制定严格的规章制度，发现缺陷及时正确修补并做好记录。(3)选择有丰富经验的单位进行施工，并有优秀的第三方对其施工质量进行强有力的监督，减少施工误操作。 4)　运行阶段的事故防范措施 (1)加强《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的宣传力度，普及天然气及管输知识，提高群众的安全防护意识，发现问题及时报告；制定重要生态敏感区穿越段专项事故应急预案。(2)定期进行管道壁厚的测量，对严重管壁减薄的管段，及时维修更换，避免爆管事故发生；每半年检查管道安全保护系统(如截断阀、安全阀、放空系统等)，使管道在超压时能够得到安全处理，使危害影响范围减小到最低程度。(3)加大巡线频率，提高巡线的有效性；定期检查管道施工带，查看地表情况，并关注在此地带的人员活动情况，发现对管道安全有影响的行为，应及时制止、采取相应措施并向上级报告。

10.6 应急预案

本工程管理机构为西气东输管道分公司，管道运行调度由中石油调度控制中心负责，管道日常管理由厦门管理处和广东管理处负责。西气东输管道分公司重视突发事件应急管理工作，始终将应急管理工作作为生产运行过程的重要环节。自公司建立 QHSE 体系以来，不断完善 QHSE 体系文件中应急管理的相关体系文件，建立应急管理组织机构，推进维抢修技术与队伍的建设。本工程的应急管理将纳入西气东输管道分公司现有应急管理体系。

本工程可借鉴西气东输等国内已建和在建输气管道工程特点和编制应急预案的经验，编制完善针对本工程的施工应急预案。本章对本管道如何建立事故应急预案进行概括性描述，从事故应急预案制定原则、事故分类、应急预案分级及预案的主要内容、注意事项和演练与修订等方面提出原则性的要求，供有关部门在编制应急预案时参考。

10.6.1 本项目应急预案总体框架

本次环评根据环境风险评价的结果和项目特点，提出应急预案总体框架，具体见图 10.6-1。事故应急预案主要内容及要求见表 10.6-1。

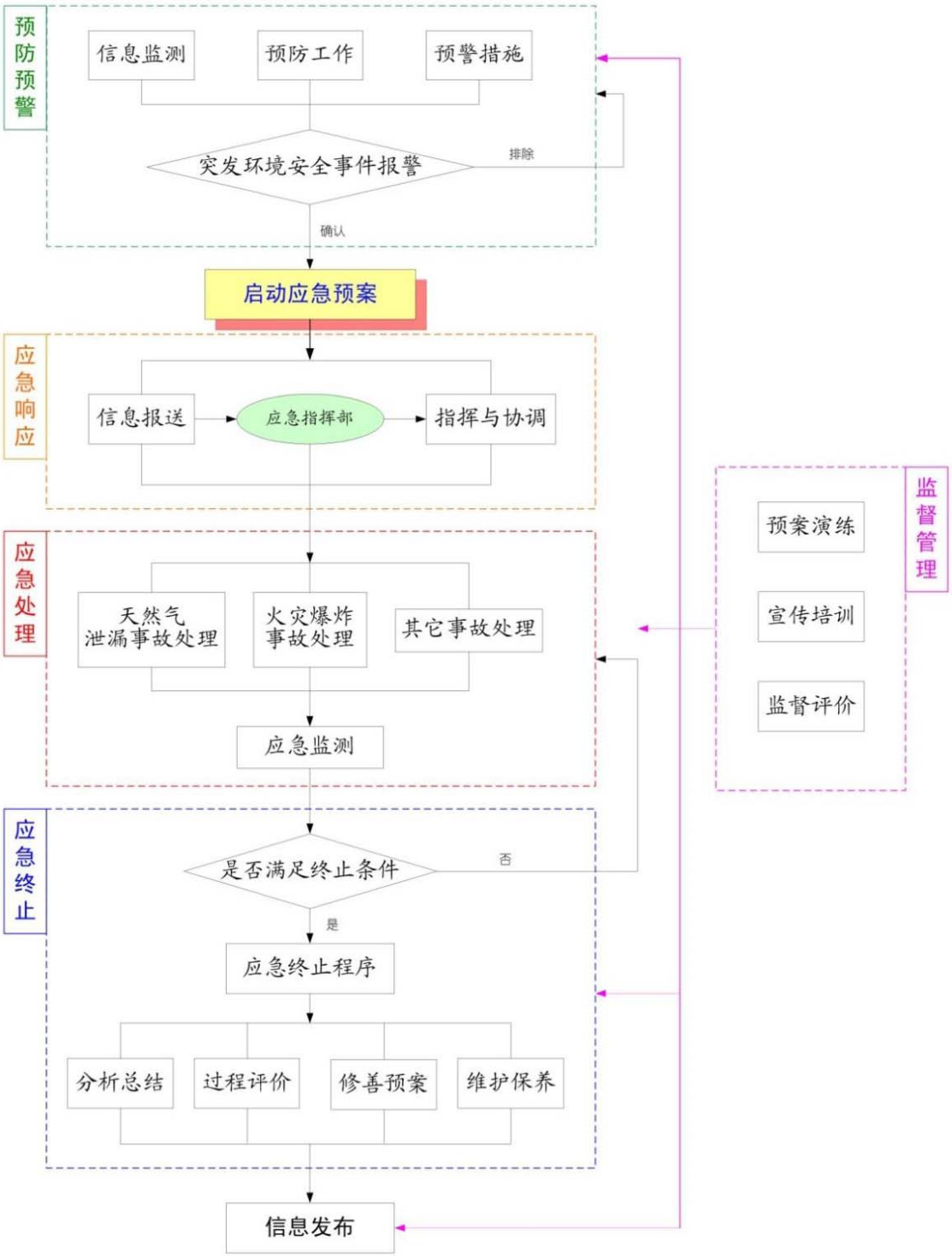


图 10.6-1　应急预案总体框架

表 10.6-1　事故应急预案主要内容及要求

序号	项目	内容及要求
1	总则	
2	应急组织及职责	1)应急组织机构必须能够识别本辖区及下属单位可能发生的事故险情，并有对事故做出正确处理的能力； 2)全面负责站场的安全生产运行，负责制定应急抢险的原则以及编制各类可能发生的工程事故的应急计划，对装置的紧急停工及事故处理做出预案。
3	应急教育与应急演习	1)应急组织机构应做好对各岗位人员的培训，以加强日常应急处理能力的培养和提高； 2)向本站场的职工大力宣传有关生产安全操作规程和人身安全防范知识，减少无意识和有意识的违章操作。对职工进行应急教育，特别是工艺站场的操作人员，向他们提供有关物料的化学性质及其必要的资料。 3)对应急计划中有关的每一个人的职责要有明确分工，对每一项具体的应急计划都要进行定期演练，做到有条不紊，各负其责，确保发生事故时能立即赶赴现场，进行有效的处理和防护工作。 4)与消防队进行定期的信息交流，建立正常的执勤制度，并定期开展消防演习。
4	应急设施、设备与器材	配备必要的抢修、抢险及现场保护、清理的物资和设备，特别是在发生火灾、爆炸危险性较高的敏感区域附近，应急设备不但要事先提供、早作准备，而且应定期检查，使其一直保持能够良好使用的状态。
5	应急通讯联络	配备畅通的通讯设备和通讯网络，如手机、对讲机、事故广播、卫星电话等，一旦发生事故，就要采取紧急关停、泄压等控制事故和减轻事故影响所必须采取的行动，同时与有关抢险、救护、消防、公安等部门联系，迅速取得援助，并在最短时间内赶到事故现场抢修和处理，以使事故的影响程度降到最低。
6	应急抢险	1)谁来报警、如何报警； 2)谁来组织抢险、控制事故； 3)事故抢险和控制方法的要求以及应急器材的使用、分配等； 4)除自己必备的救护设备外，还应考虑到一旦发生重大伤亡事故情况下所需要的医疗救护，应事前和有关医院、交通等部门约定事故情况下的救援措施； 5)要有专门的人员来组织现场人员撤离，并有保护事故现场、周围可能受影响的职工、居民及周围的设备、邻近的建筑物的措施。
7	应急监测	1)发生天然气泄露事故时，应急监测的主要内容是对周围大气环境监测和站场空气中有毒有害物质浓度的监测； 2)发生有毒有害物质泄露事故后，应委托当地劳动卫生部门进行现场监测，并写出事故影响报告，以确定事故影响的范围、程度，为制定应急策略提供依据。
8	应急安全与保卫	应制定事故情况下安全、保卫措施，必要情况下请当地公安部门配合，防止不法分子趁火打劫。
9	事故后果评价及应急报告	对事故后果进行评价，确定事故影响范围、危险程度，并写出事故后果评价报告及事故的应急报告，为以后的应急计划提供准确有用的资料。
10	应急状态终止与恢复措施	规定应急状态终止程序 事故现场善后处理、恢复措施 邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
11	公众教育和信息	对管道及站场邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息
12	附件	与应急事故有关的多种附件材料的准备和形成

10.6.2　事故分类及应急预案分级

中国石油集团公司将应急范围内的突发事件分为四类，分别为：

1） 突发事故灾难事件。主要包括井喷失控、装置爆炸、火灾、海难、海(水)上溢油、危险化学品(含剧毒品)事故、油气管线泄漏、交通运输事故、公共设施和设备事故、作业伤害、突发环境污染和生态破坏事件等。

针对本管道工程，主要是站场、管线的火灾、爆炸以及泄漏事故。

2） 突发自然灾害事件。主要包括洪汛灾害，破坏性地震灾害，地质灾害，气象灾害，海洋灾害等。

针对本管道工程，除海洋灾害外，其他自然灾害类型都存在。

3） 突发公共卫生事件。主要包括突发急性职业中毒事件、重大传染病疫情、重大食物中毒事件和群体性不明原因疾病，以及严重影响公众健康和生命安全的事件等。

这些公共卫生事件，都有可能在管道的生产运行过程中存在。

4） 突发社会安全事件。主要包括群体性事件、恐怖袭击事件和涉外突发事件、油气产品供应事件等。

10.6.2.1 事故分类

根据中国石油《中国石油天然气集团公司突发事件总体应急预案》中的关于集团公司突发事件的分级，并结合本工程实际运行过程中可能发生的输气管道事故的严重程度和造成的影响范围，将本工程事故分为A、B、C类。

1） A类事故

由于自然灾害、工程隐患或第三方破坏(含恐怖袭击)等引发管道产生较大裂纹或断裂，导致天然气泄漏、爆炸着火并对人员造成严重伤害、对周边环境产生严重影响或管道严重扭曲变形而必须中断供天然气的事故。

2） B类事故

由于腐蚀或人为破坏引起的管道穿孔(主要是腐蚀穿孔)或微小裂纹，导致天然气少量泄漏，或由于自然灾害而导致的管道裸露、悬空或漂浮，可以在线补焊和处理的事故。

3） C类事故

因设备、设施故障或其它原因造成的站场、阀室通讯故障、电力中断等，但可以通过站场内工艺调整和其它临时措施处理而不对管道运行和输气造成影响的事故。

10.6.2.2　A 类事故判断标准

下列表象之一，均属于 A 类事故：

1)　天然气管道泄漏发生火灾、爆炸事故可能或已经造成一次死亡 3 人以上(含 3 人)，或重伤 10 人以上的事故；

2)　管线可能发生较大裂纹或断裂，天然气大量泄漏，中断输送，对管道沿线人民正常生活秩序、社会正常经济活动产生严重影响的事故；

3)　在人口稠密区管道发生严重泄漏，可能或已经危及周边社区、居民生命财产安全或造成严重环境污染的事故；

4)　天然气泄漏可能或已经导致重要交通干线(如铁路、高等级公路)阻断的事故；

5)　站场工艺区发生大量泄漏并引发火灾或爆炸，需紧急中断本站运行和停止给本站用户输天然气的事故。

10.6.2.3　危害形式

1)　本工程输送的介质为天然气，发生泄漏后的危害形式有：火灾、爆炸、窒息、火灾伴生污染等。

2)　发生火灾爆炸事故的主要破坏形式为：闪火、蒸气云爆炸、喷射火热辐射损伤。

10.6.2.4　应急预案响应分级

本工程分三级管理。第一级为西气东输管道分公司。第二级为各区域管理中心(厦门管理处、广东管理处)。第三级为各输气站场。

建议本应急预案可按其职能部门的所属关系及能力将应急预案分成三级，即西气东输管道分公司为一级(重大事故)，各区域管理中心为二级(较大事故)，站场、抢维修队为三级(一般事故)。

本工程除制定企业级应急预案外，还应与管线所经地区的相关部门进行预案的衔接，配合上级各级主管部门相应分别制定县区级应急预案和地市级应急预案。

对应前面所述事故的分类，A 类事故为危害最严重的事故，须分别制定一、二、三级预案；B 类事故应编制二级和三级预案；C 类事故只有三级预案。一旦 A 类事故识别成立，一至三级预案均须启动。预案的启动顺序自下而上为三级、二级、一级。

事故分类及应急预案分级见图 10.6-2。应急预案分级结构见图 10.6-3。

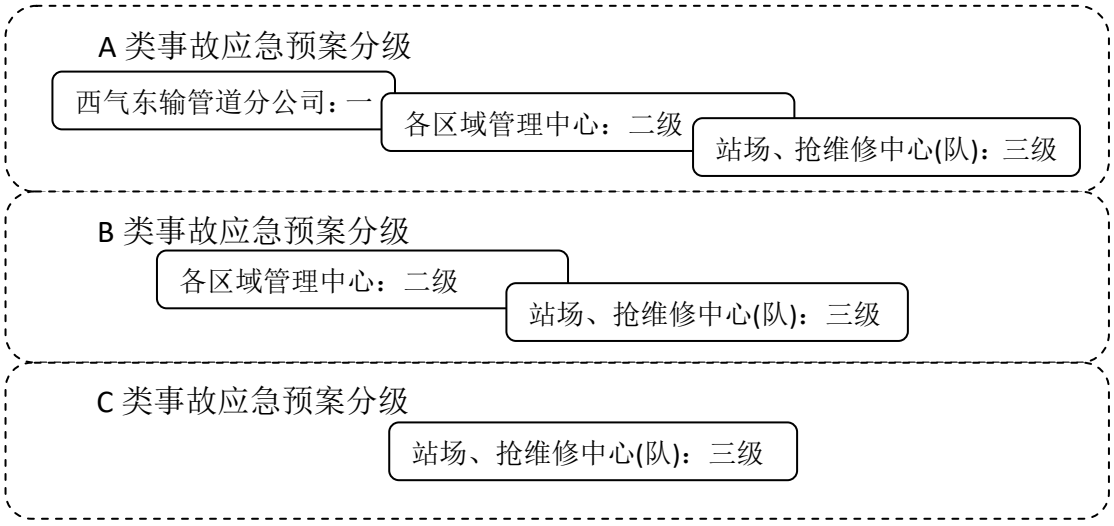


图 10.6-2　事故分类及应急预案分级示意图

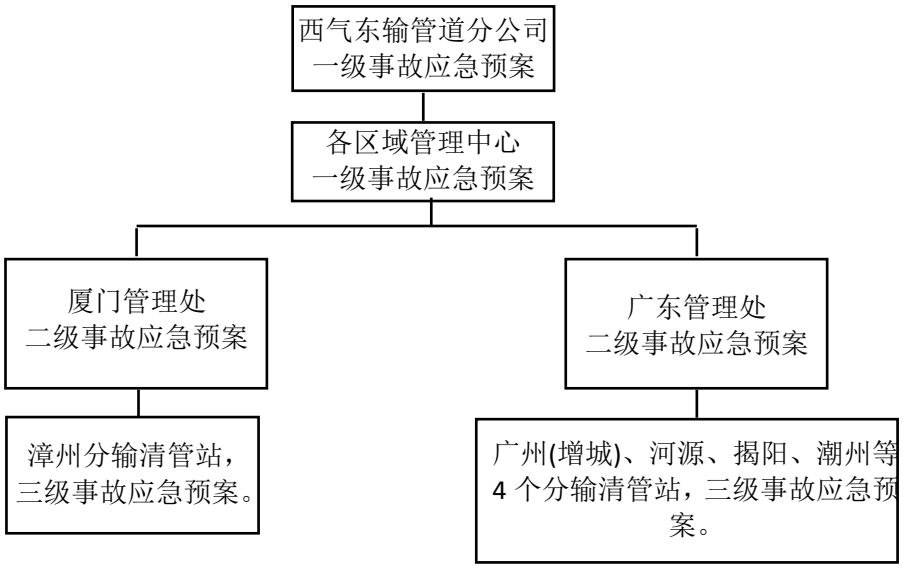


图 10.6-3　本工程事故应急预案分级结构

10.6.2.5　应急预案启动

各站场发生天然气泄漏并引发火灾或爆炸时，运行单位应启动应急预案，同时还应立即与当地政府联系，启动地方应急预案，事故应急启动程序见图 10.6-4。

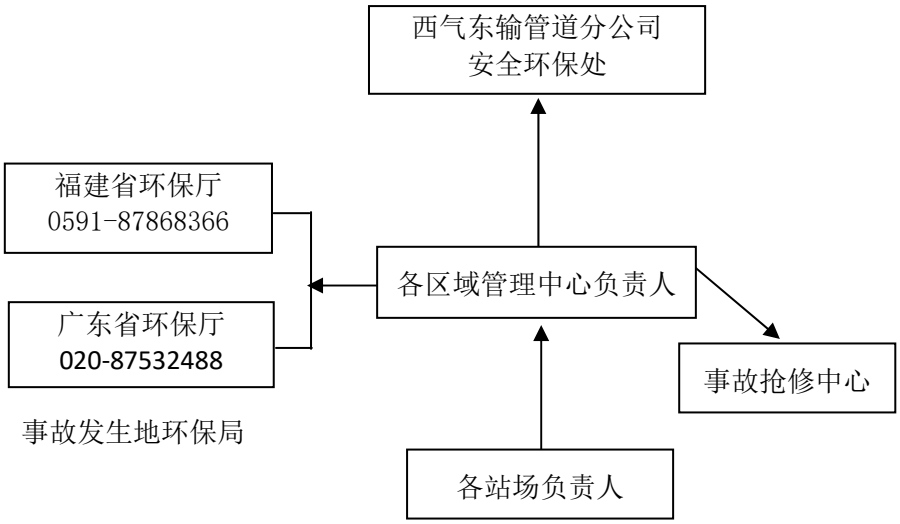


图 10.6-4　各站场火灾事故应急启动程序图

10.6.3　应急预案主要内容

在进行应急编制前，必须进行重大危险源潜在事故及事故后果的分析，即进行应急需求分析。在此基础上，结合管道运行实际及维抢修应急力量，进行事故应急救援预案的编制。

依据《中华人民共和国安全生产法》、《国家突发公共事件总体应急预案》、《国务院关于进一步加强安全生产工作的决定》和《国家安全生产事故灾难应急预案》、《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》(GB/T 29639—2013)、《中国石油天然气集团公司突发事件总体应急预案》等相关法律、法规及行业规定，生产经营单位的事故应急预案的主要可分为综合应急预案、专项应急预案和现场处置预案。

需要特别说明的是，所有的预案必须与维抢修的依托单位和地方政府进行协调与沟通。

1)　综合应急预案

综合应急预案是从总体上阐述处理事故的应急方针、政策，应急组织机构及相关应急职责，应急行动、措施和保障等基本要求和程序，是应对各类事故的综合性文件。

针对于本工程管理机构西气东输管道分公司，应编制突出应急反应的程序性的一级预案，厦门管理处、广东管理处应结合所辖区段的实际，编

制二级预案，在二级预案中，应同时包括管辖区域内事故应急反应的程序性内容和针对重大的具体事故专项应急预案，即此二级预案应为综合应急预案与专项应急预案的综合本。

需要特别指出的是，各区域管理中心在编制二级预案时，应特别注意各类自然灾害、群体性事件、恐怖袭击及涉外事件的处理程序，并与各级分公司、集团公司和地区和国家的相关要求相协调。

2) 专项应急预案

专项应急预案是针对具体的事故类别(如管线泄漏事故、火灾爆炸等事故)、危险源和应急保障而制定的计划或方案，是综合应急预案的组成部分，应按照综合应急预案的程序和要求组织制定，并作为综合应急预案的附件。专项应急预案应制定明确的救援程序和具体的应急救援措施。

专项应急预案是二级预案应包括的内容，但主要是针对重大事故，在三级预案中，应编制所有可预见事故的专项应急预案。各区域管理中心应在其二级预案中编制一部分针对重大事故的专项预案，并突出所辖区段的特殊性，而所有站场应编制各单位可预见事故的专项应急预案。

3) 现场处置方案

现场处置方案是针对具体的装置、场所或设施、岗位所制定的应急处置措施。现场处置方案应具体、简单、针对性强。现场处置方案应根据风险评估及危险性控制措施逐一编制，做到事故相关人员应知应会，熟练掌握，并通过应急演练，做到迅速反应、正确处置。

在编制现场处置方案时，要突出各区段地貌特征，如林地、河流穿越、地震断裂带等具体情况，各站编制可预见事故的现场处置方案。

本评价报告中仅根据本工程的具体情况，针对人为等诱发的管道破裂、断裂事故应急预案提出原则性及有可操作性的综合应急预案的内容框架供建设项目的主管部门参考，保证出现紧急情况时能够按程序行动，以减少事故损失。

10.6.3.1 组织机构及相关职责

1) 应急组织机构

一旦管道发生事故，按照中国石油天然气管道分公司应急分级响应程序，成立事故应急组织机构。本报告建议的应急组织机构结构见图 10.6-5。

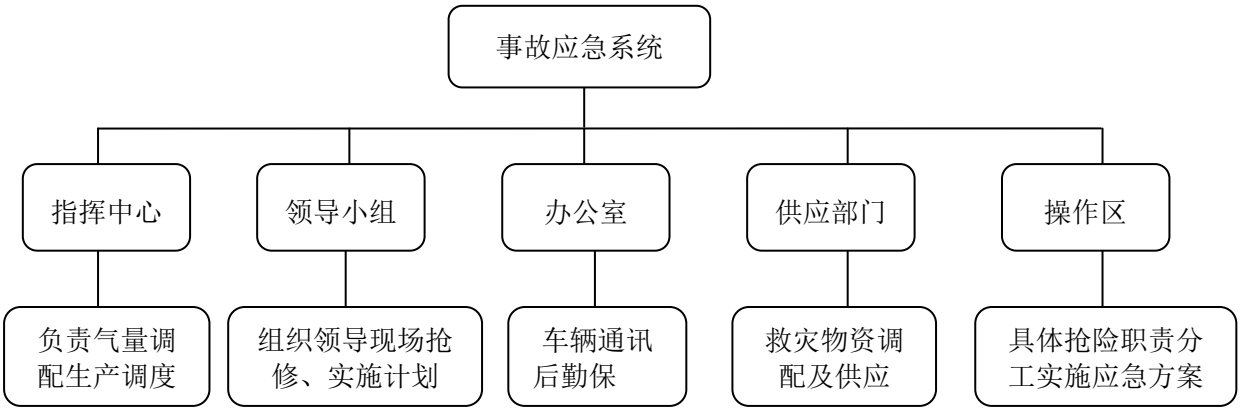


图 10.6-5　本工程应急系统结构

设置的应急组织机构必须能够识别本辖区及下属单位可能发生的事故险情，并有对事故做出正确处理的能力；应全面负责站场的安全生产运行，负责制定应急抢险的原则以及编制各类可能发生的工程事故的应急计划，对装置的紧急停工及事故处理做出预案。

2)　指挥机构及职责

应急指挥中心负责指挥和协调处理紧急情况，保证事故应急救援预案的顺利执行。

(1)　应急指挥中心应设在较安全的地方；

(2)　应急指挥中心一般包括总指挥、副总指挥和指挥部成员。指挥部成员应包括具备完成某项任务的能力、职责、权力及资源的单位内生产、设备、消防及医疗机构的负责人。

指挥部成员直接领导各下属应急专业队，并向总指挥负责，由总指挥协调各队工作的进行。

3)　现场应急指挥部

应急领导小组下设现场应急指挥部，并派一名现场总指挥及现场事故管理人员。为非常设机构，在应急状态下立即组成，由领导小组指挥，行使相应职责。

现场应急指挥部包括以下五个组：现场抢险组、生产保障组、事故调查处理组、善后处理组、综合组。

10.6.3.2　信息报告与处置

1）　现场人员

一旦由操作人员或巡检人员发现紧急情况，要立刻用企业内部电话通知值班领导，由其上报管理层，待确定应急级别后成立应急指挥中心，按照实施程序启动应急反应组织。

2）　外部有关部门

根据应急类型、发生时间和严重程度，按照法律法规和标准必须要向外部有关部门通报。在应急总指挥的指导下，通讯联络负责人按照预案的规定，向需要通报的企业外机构通报(上报)有关信息。

3）　与当地政府应急预案的联络和联动

根据应急类型、发生时间和严重程度，向当地政府公安、消防、环保、卫生等部门通报事故情况，及时启动与地方应急预案的联动。

10.6.3.3　应急响应

1）　响应分级

针对事故危害程度、影响范围和单位控制事态的能力，将事故分为不同的等级。按照分级负责的原则，明确应急响应级别。

对应前面所述事故的分类：Ⅰ级事故须分别制定一、二、三级预案；Ⅱ级事故应编制二级和三级预案；Ⅲ级类事故只有三级预案。一旦Ⅰ级事故识别成立，一至三级预案均须启动。预案的启动顺序自下而上为三级、二级、一级。

2）　响应程序

根据事故的大小和发展态势，明确应急指挥、应急行动、资源调配、应急避险、扩大应急等响应程序。

应急抢险过程中应分工明确，具体明确以下几点：

(1)　谁来组织抢险、控制事故；

(2)　事故抢险和控制方法的要求以及应急器材的使用、分配等；

(3)　除自己必备的救护设备外，还应考虑到一旦发生重大伤亡事故情况下所需要的医疗救护，应事前和有关医院、交通等部门约定事故情况下的救援措施；

(4)　要有专门的人员来组织现场人员撤离，并有保护事故现场、周围

可能受影响的职工、居民及周围的设备、邻近的建筑物的措施。

3） 应急结束

明确应急终止的条件。事故现场得以控制，环境符合有关标准，导致次生、衍生事故隐患消除后，经事故现场应急指挥机构批准后，现场应急结束。应急结束后，应明确：

(1) 事故情况上报事项；

(2) 需向事故调查处理小组移交的相关事项；

(3) 事故应急救援工作总结报告。

4） 保护措施

保护措施是为预防或尽可能减少人员接触危险物质或事故危害的应急行动。人员防护包括企业内和企业外两个不同的区域。根据受影响人员的特点，这两个区域的预案有所不同。正常情况下，企业内人员可帮助减缓事故或恢复生产。企业外人员一般不参与事故的应急。

(1) 应急人员的安全防护

现场应急救援人员应根据需要携带相应的专业防护装备，采取安全防护措施，严格执行应急救援人员进入和离开事故现场的相关规定。

现场应急救援指挥部根据需要具体协调、调集相应的安全防护装备。

(2) 群众的安全防护

——企业应当与当地政府、社区建立应急互动机制，确定保护群众安全需要采取的防护措施；

——决定应急状态下群众疏散、转移和安置的方式、范围、路线、程序；

——指定有关部门负责实施疏散、转移；

——启用应急避难场所；

——开展医疗防疫和疾病控制工作；

——负责治安管理。

在管线通过较大城市及人口稠密区时，编制应急预案时要尤其注意保护措施的有效性。

10.6.3.4　后期处置

1)　目的和基本原则

主要包括污染物处理、事故后果影响消除、生产秩序恢复、善后赔偿、抢险过程和应急救援能力评估及应急预案的修订等内容。

(1)　明确决定终止应急、恢复正常秩序的负责人；

(2)　描述确保不会发生未授权而进入事故现场的措施；

(3)　描述宣布应急取消的程序；

(4)　描述恢复正常状态的程序；

(5)　描述连续检测受影响区域的方法；

(6)　描述事故调查、记录、评估应急反应的方法。

2)　应急预案的恢复

在应急和防护性行动已有效控制了紧急情况时，就开始生产恢复、环境恢复和重新进入阶段。这要由应急总指挥决定。这阶段的所有行动要认真部署。恢复计划要从实用的角度出发，适应于具体的情况。

3)　应急预案的维护

本工程应建立应急预案维护程序。预案应每年在管道公司负责人的指导下，由指定的专门负责人进行一次审查，审查内容应包括预案，应急程序、培训和演练情况，应急设备、维抢修力量以及与政府应急管理机构的沟通。应经常检查和修改的信息包括：

(1)　训练和演习的书面评价，这种记录可识别出缺陷或提出更合适的方法、程序或组织，建议改动的后续行动也要审查；

(2)　组织或程序中关键人员的变动；

(3)　企业组织机构的变动；

(4)　支援机构的能力或功能的变动；

(5)　国家或地方政府法规的变化；

(6)　影响到应急预案的企业或其他组织的变动；

(7)　来自其他组织、国家或地方政府的建议；

(8)　生产工艺或操作状况进行重大调整或变更。

审查的结果要由审查人存档并上报管道公司主要负责人。建立备忘录说明审查的区域和每个区域的审查结果以及采取纠正的行动。

10.6.3.5　保障措施

1)　目的和基本原则

(1)　明确与应急工作相关联的单位或人员通信联系方式和方法，并提供备用方案，建立信息通信系统及维护方案，确保应急期间信息通畅；

(2)　明确各类应急响应的人力资源，包括专业应急队伍、兼职应急队伍的组织与保障方案；

(3)　明确应急救援需要使用的应急物资和装备的类型、数量、性能、存放位置、管理责任人及其联系方式等内容；

(4)　明确应急专项经费来源、使用范围、数量和监督管理措施，保障应急状态时本管道应急经费的及时到位；

(5)　根据本单位应急工作需求而确定的其他相关保障措施(如：交通运输保障、治安保障、技术保障、医疗保障、后勤保障等)。

2)　通信与信息保障

本管道工程在投产前应配备畅通的通讯设备和通讯网络，如手机、对讲机、事故广播、卫星电话等，一旦发生事故，就要采取紧急关停、泄压等控制事故和减轻事故影响所必须采取的行动，同时与有关抢险、救护、消防、公安等部门联系，迅速取得援助，并在最短时间内赶到事故现场抢修和处理，以使事故的影响程度降到最低。

主要通信联络方法包括：

(1)　与单位内部和事故应急救援预案相关人员的通信联络方法，包括召集重大危险源其他部位或非现场的主要人员到达事故现场的联络方法；

(2)　与场外事故应急救援预案实施机构进行联系的方法，包括与场外事故应急指挥中心和应急救援服务机构的联络方法；

(3)　与当地安全生产监督管理部门及主管部门的联络方法。

3)　应急队伍保障

(1)　明确可用于应急救援的设施，如办公室、通讯设备、交通工具、危险监测设备、个体防护装备等保障应急物资等；

(2)　列出有关部门，如企业现场、武警、消防、卫生防疫等部门可用的应急设备；

(3)　描述与有关医疗机构的关系，如急救站、医院、救护队等；

(4) 定期检查与更新；

(5) 列出存放地点及获取方法；

(6) 列出与有关机构签订的互援协议。

4) 应急物资装备保障

本管道在投产前应配备必要的抢修、抢险及现场保护、清理的物资和设备，特别是在发生火灾、爆炸危险性较高的敏感区域附近，应急设备不但要事先提供、早作准备，而且通常这类设备既可在正常操作时使用，又可在应急时使用。另外，还应定期检查，使其一直保持能够良好使用状态。

应急设施与设备的明细表与所在位置图应以附件的形式附在预案的后面，并保存在各级应急指挥系统内。

5) 经费保障

将应急预案写入单位的年度灾害预防和处理计划，将应急专项经费纳入单位年度安全技术措施计划，做到专款专用。

6) 其他保障

(1) 应急电力与照明

本管道应配备应急发电机，当失去外电力时会自动启动。应急发电机的大小应选择适当以保证应急照明、关键应急设备、主控中心显示屏、所有重要仪表及所有报警装置的供电。

(2) 外部应急救援

本管道还应建立本单位与国家及地方相关机构用于应急响应的电话网络和传真网络，确保应急状态下信息传递畅通。应急电话网络和传真网络信息的更新要及时，并以附件的形式附在预案的后面，并保存在各级应急指挥系统内。

(3) 社区保障

在制定预案的时候，应列出本工程站场周围和管道沿线在发生事故时可能涉及到的单位和主要居民点的情况，提出事故发生后上述范围内民众和单位的紧急避险措施和对民众的培训、演练、宣传计划，使他们在事故发生后有能力采取自我保护措施，迅速撤离。这些内容应列入应急预案并与当地政府进行沟通，把危险状态估计充分，一旦发生事故可最大限度保护人民群众的生命和财产安全。

同时，如果企业发生火灾或其他紧急情况会对周围社区造成危险，指定的通讯负责人应该与当地安全生产主管部门、消防部门、国家应急中心、卫生部门或环保部门保持联系。他们应该随时得到对紧急情况的简单介绍和任何必要的专门说明。

10.6.3.6　应急预案的培训与演练

1)　目的和基本原则

(1)　对应急人员进行培训，并确保合格者上岗；

(2)　描述每年培训、演练计划；

(3)　描述定期检查应急预案的情况；

(4)　描述通讯系统检测频度和程度；

(5)　描述进行公众通告测试的频度和程度并评价其效果；

(6)　描述对现场应急人员进行培训和更新安全宣传材料的频度和程度；

(7)　明确对本单位人员开展的应急培训计划、方式和要求。如果预案涉及到社区和居民，要做好宣传教育和告知等工作；

(8)　明确应急演练的规模、方式、频次、范围、内容、组织、评估、总结等内容。

2)　应急预案培训

应急培训是有助于培养和提高各岗位操作人员以及其他人员的日常应急处理能力的重要手段。

(1)　应急组织机构应做好对现场应急反应人员、后方支持保障人员和其他相关部门员工的培训，以加强日常应急处理能力的培养和提高；

(2)　向本站场的职工大力宣传有关生产安全操作规程和人身安全防范知识，减少无意识和有意识的违章操作。对职工进行应急教育，特别是工艺站场的操作人员，向他们提供有关物料的化学性质及其必要的资料。

3)　应急预案演练

应急演练确保发生事故时能立即赶赴现场，进行有效的处理和防护工作。本管道每年至少进行一次系统内的应急演练，各管理中每年至少进行两次系统内的应急演练，站场至少每季度进行一次应急演练，以确保预案的有效性；另外，还可以采取与地方政府救援单位协同演练的方式，以确

保预案的协调性。应急预案中应明确规定以下内容：

(1) 演练及考核计划

包括预案类型、演练时间、演练内容、参加人员、考核方式等要求。

(2) 演练及记录

应急预案演练的重点有以下几方面：强化应急器材、医疗急救等方面的演练；采用答卷方式对操作人员进行应急预案教育；按照事故应急预案，以岗位为单位进行实战模拟演练；和地方消防、医疗等单位举行较大规模的实战模拟演练；采取各种形式(如电视、电影、宣传手册等)对本工程周边的民众进行应急知识宣传。

演练必须进行以下内容的记录：包括应急预案类型、演练时间、演练人员名单、演练过程、考核结果、存在问题等项内容。演练记录存档备查。

(3) 总结

演练结束后应就演练过程与应急预案的要求进行对比，总结演练过程中的成功经验及存在问题。

10.7 事故应急处置措施

10.7.1 输气站场泄漏应急处置措施

1) 处理原则

(1) 应迅速切断泄漏源，封闭事故现场，切断电源，发出天然气逸散报警；

(2) 组织专业医疗救护小组抢救现场中毒人员；

(3) 监测有害气体浓度，根据现场风向，加强现场人员的个人防护，疏散现场及周边无关人员；

(4) 条件允许时，迅速组织力量对泄漏管线进行封堵、抢修作业。

(5) 发生火灾爆炸时，执行《输气站场火灾爆炸事件应急预案》。

2) 事故现场具体措施

(1) 站场值班人员在站控室按下装置 ESD 按钮，实行全站紧急关断和自动放空，并向应急指挥小组汇报现场有关情况；

(2) 应急指挥小组下令启动应急预案，现场值班人员自动进入应急状态，应急指挥向现场下达应急指令；

(3) 通讯联络组迅速打电话向公司调度汇报现场情况；

(4) 并向公安部门(110)、消防部门(119)、医疗急救(120)等部门协助进行现场抢救和防止事态扩大。拨打电话时用语：“我是 XX 天然气公司 XX 站，目前站场发生 XXX 情况，请求救援。具体位置是 XX 村 XX 方位 XXm”；

(5) 工艺操作组人员立即切断生产现场电源，并对现场流程切断情况进行确认是否进出站阀已关闭，紧急放空阀门已打开：若远程操作失控，进出口阀门没有关闭、紧急放空阀没有打开，在生产区域可以进入的情况下，工艺操作组现场手动关闭进出站阀门，手动打开紧急放空阀。若远程操作失控，正常关站没有实现，在生产区域无法进入的情况下，工艺操作组应立即联系公司调度请求关闭上游站、下游站；

(6) 安全环保组负责在现场进行检测，在以事故中心点外一定距离的道路上设置警戒线，协助地方公安部门实施警戒，并配合地方消防、医疗部门开展紧急救援工作；

(7) 抢修现场严禁使用非防爆用具，车辆一律熄火警戒线外停放，确因工作需要进入现场的车辆必须佩带防火帽，经安全环保人员确认安全后，按指定路线行进；

(8) 后勤保障人员负责运送相关的应急抢险物资；

(9) 若现场情况无法控制，组织现场人员进行撤离；

(10) 站外发生爆管或泄漏事故时，如果为进站前管线，则应立即关闭进站阀，如果出站方向出现爆管事故，则应立即关断进站阀、出站阀并向调度汇报。

3) 事故现场警戒区的设立

当事故发生后，事故现场及与事故现场周围相邻的建筑物、居民区(或住宅)、交通道路等为危险区域，要加强对危险区域的监控。

现场抢险人员到达现场后，首先应根据现场情况对上述危险区域进行布控，然后按以下几种情况设立隔离区：

(1) 天然气泄漏，但未着火：现场抢险人员，首先对上述危险区域用可燃气体检测仪进行初步检测，当有区域出现报警时，则以泄漏点为圆心，向外延伸进行仔细检测，直至不再报警时为止，并以此点外延 10m，作为半径设立隔离区；

如初步检测未出现报警区域，则以泄漏点为圆心向内进行检测，直至

出现报警为止，并以此点外延 10m，作为半径设立隔离区。隔离区的设立还应结合事故现场的地形、地貌、通风状况、交通、人员活动及居住情况等进行确定。此外，对危险区域的可燃气体要进行动态监测，及时调整隔离区范围。

(2) 天然气泄漏并着火：根据现场着火的能量、面积、风向等情况有应急救援实施组确定隔离区。

4) 事故现场隔离措施

(1) 现场抢险人员到达现场后，应按照隔离区的确定原则，对事故现场进行初步隔离，设立隔离区警示标志，并对隔离区人员进行疏散；地方公安部门到达现场后，协同公安部门实施全面的隔离和隔离区清理工作，保证人员在受到威胁时能远离危险区；当天然气泄漏威胁到运输干线时，通知有关部门停止公路、铁路和河流的交通运行。

(2) 安全环保人员立即在站场附近公路设置警戒线 100m 外戒严(顺风 150m)，安排专人配合公安交警部门警戒，防止无关人员和机动车辆进入警戒区。

(3) 外来车辆未经允许一律在警戒现以外沿路边停放，保持道路的畅通；

(4) 安全环保人员负责使用可燃气体检测仪检测警戒区内天然气浓度，确认安全后，方可允许抢险车辆进入警戒区；

(5) 所有进入警戒区的车辆必须配带好防火帽。所有抢修车辆、发电机、电焊机等抢修工具必须停放在上风口，距事故点 50m 以外，未经允许不准发动；

(6) 进入警戒区的抢修人员必须佩戴个人防护用品，熟悉撤离路线；

(7) 在未确认事故现场抢修部位天然气浓度低于爆炸下限 20%时，严禁在警戒区域内使用非防爆工具和能够产生火花的电动工具。

(8) 指派专人在十字路口等待消防部门和抢险救援队伍到来。

5) 现场检测、监测与人员的防护

(1) 安全环保人员负责对警戒区内天然气浓度进行检测和监测工作。

(2) 现场检测工作指进入事故现场前，检测人员对可燃气体浓度的检测；现场监测工作指应急抢修过程中检测人员对可燃气体浓度的检测。

(3) 应急救援人员进入事故现场前，安全环保人员应首先对事故现场进行气体检测，确认事故现场检测合格后，应急救援人员方可进入事故现场。检测人员应携带必要的检测仪器对事故现场进行可燃气体检测工作。

(4) 检测人员必须熟悉检测仪器的使用方法，具备必要的检测专业知识。

(5) 检测人员必须穿戴防静电劳保服、佩带安全帽、防护镜，必要时应佩带空气呼吸器。

(6) 检测人员必须熟悉异常情况下的应急措施和逃生路线。

(7) 实施现场检测时，检测人员不得单独进入事故现场进行检测，利用手持防爆对讲机与外界保持通信联络。

(8) 安全环保组在整个应急抢修过程中，应对事故现场实时监测。监测人员应根据现场情况合理布置现场可燃气体监测点，确定具体数量和位置。

(9) 现场监测过程中，监测人员一旦发现异常情况，应立即向现场人员发出警告，同时报告现场管理单位负责人。

6) 紧急疏散、撤离措施

事故发生后，当危及现场人员安全时，依据对所发生事故场所、设施及周围判断，对事故点周围人员进行疏散。

(1) 本程序第一责任人：站长；第二责任人：站场 HSE 管理员。

(2) 站场现场人员应按照站场标明的逃生线路，撤离到站外紧急集合点，并对人员进行清点，报告公司应急抢险调度中心，同时向安全地点转移。封锁进站道路，设立警戒线。

(3) 通告并指导附近居民进行疏散。疏散通知应包含内容：事故地点、事故种类、目前状况、应采用路线、第一集合点、疏散注意事项。

(4) 疏散路线主要以公路为疏散主路线；在最大限度地避开危险源的前提下，从需疏散人员所处位置到主路线的最近距离，为疏散支路线。发生天然气泄漏事故和火灾事故的疏散集合点必须确定在位于事发点的上风口。

(5) 地方政府到达后，执行地方政府的疏散程序。

7） 应急救援过程中异常情况下的紧急疏散

(1) 检测人员对事故现场进行检测，监测合格后并确定撤离路线和紧急集合点后，抢险人员方可进人事故区域失效抢险；

(2) 应急抢险中，现场检测人员应实时对事故现场进行持续监测；

(3) 现场监测人员一旦发生异常情况，立即通知现场所有应急人员；

(4) 现场应急救援单位负责组织本单位人员按照事先确定的疏散路线和紧急集合点组织撤离；

(5) 现场应急救援单位负责对撤离人员进行清点，并将清点结果报地方应急指挥部；

(6) 现场应急救援单位配合地方消防、医疗卫生人员进行现场紧急救护，并对失踪人员进行紧急搜救。

10.7.2 输气站场火灾爆炸应急处置措施

1） 实施原则

(1) 输气站发生火灾爆炸时：

—— 采取隔离和疏散措施，避免无关人员进入事件发生区域，并合理布置消防和救援力量；

—— 当现场存在天然气泄漏时，应进行可燃气体监测，加强救援人员的个人防护；

—— 迅速将受伤、中毒人员送往医院抢救，并根据需要向现场配备医疗救护人员、治疗药物和器材；

—— 火灾扑救过程中，专家组应根据危险区的危害因素和火灾发展趋势进行动态评估，及时提出灭火的指导意见；

—— 当火灾失控，危及灭火人员生命安全时，应立即指挥现场全部人员撤离至安全区域。

2） 事故现场具体措施

(1) 站场值班人员在站控室按下装置 ESD 按钮,实行全站紧急关断和自动放空，并向应急指挥汇报现场有关情况；

(2) 应急指挥下令事故应急预案，现场值班人员自动进入应急状态，应急指挥向现场下达应急指令；

(3) 通讯联络组迅速打电话向公司调度或值班干部汇报现场情况；并

向公安部门(110)、消防部门(119)、医疗急救(120)等部门协助进行现场抢救和防止事态扩大。拨打电话时用语：“我是 XX 天然气公司 XX 站，目前站场发生 XXXX 情况，请求救援。具体位置是 XX 村 XX 方位 XXm”；

(4) 工艺操作组人员立即切断生产现场电源，并对现场流程切断情况进行确认：若进出站阀已关闭，紧急放空阀门已打开，则进行下一步骤操作；若远程操作失控，进出口阀门没有关闭、紧急放空阀没有打开，在生产区域可以进入的情况下，工艺操作组现场手动关闭进出站阀门，手动打开紧急放空阀。若远程操作失控，正常关站没有实现，在生产区域无法进入的情况下，工艺操作组应立即联系公司调度请求关闭上游站、下游站；

(5) 安全环保组负责在现场进行检测，在以事故中心点外一定距离的道路上设置警戒线，协助地方公安部门实施警戒，并配合地方消防、医疗部门开展紧急救援工作；

(6) 现场严禁使用非防爆用具，车辆一律熄火警戒线外停放，确因工作需要进入现场的车辆必须佩带防火帽，经安全环保人员确认安全后，按指定路线行进；

(7) 后勤保障人员负责运送相关的应急抢险物资；

(8) 若现场情况无法控制，组织现场人员进行撤离。

10.7.3 管道泄漏应急处置措施

1) 实施原则

(1) 应迅速切断泄漏源，封闭事故现场；

(2) 组织专业医疗救护小组抢救现场中毒人员；

(3) 监测有害气体浓度，根据现场风向，加强现场人员的个人防护，疏散现场及周边无关人员；

(4) 条件允许时，迅速组织力量对泄漏管线进行封堵、抢修作业；

(5) 发生火灾爆炸时，执行《外管道火灾爆炸事件应急预案》。

2) 当输气管线泄漏处位于重点穿跨越段(如铁路、高等级公路等)，并导致交通中断。

(1) 应立即向当地铁路、交通的政府主管部门汇报，请求启动当地政府部门相应的应急预案；

(2) 立即切断泄漏源，进行放空；

(3) 立即组织清理交通要道，全力恢复交通。

3) 当管线泄漏接近环境敏感区时：

(1) 应立即向当地旅游、环境保护的政府主管部门汇报，请求启动当地政府部门相应的应急预案；

(2) 立即切断泄漏源，进行放空。

4) 危险区的隔离及控制措施

当事故发生后，事故现场及与事故现场周围相邻的建筑物、居民区(或住宅)、交通道路等为危险区域，要加强对危险区域的监控。

5) 事故现场隔离区的划定方式、方法

现场抢险人员到达现场后，首先应根据现场情况对上述危险区域进行布控，然后按以下几种情况设立隔离区：

(1) 天然气泄漏，但未着火：现场抢险人员，首先对上述危险区域用可燃气体检测仪进行初步检测，当有区域出现报警时，则以泄漏点为圆心，向外延伸进行仔细检测，直至不再报警时为止，并以此点外延 10m，作为半径设立隔离区；

如初步检测未出现报警区域，则以泄漏点为圆心向内进行检测，直至出现报警为止，并以此点外延 10m，作为半径设立隔离区。隔离区的设立还应结合事故现场的地形、地貌、通风状况、交通、人员活动及居住情况等进行确定。此外，对危险区域的可燃气体要进行动态监测，及时调整隔离区范围。

(2) 天然气泄漏并着火：根据现场着火的能量、面积、风向等情况由应急救援实施组确定隔离区。

6) 事故现场隔离方法

(1) 生产工艺的隔离：当干线发生泄漏事故，将自动或远控触发上下游线路截断阀关断，将事故段与上下游干线隔离；

(2) 危险区域的隔离：现场抢险人员到达现场后，应按照隔离区的确定原则，对事故现场进行初步隔离，设立隔离区警示标志，并对隔离区人员进行疏散；地方公安部门到达现场后，协同公安部门实施全面的隔离和隔离区清理工作，保证人员在受到威胁时能远离危险区；当天然气泄漏威胁到运输干线时，通知有关部门停止公路、铁路和河流的交通运行。

7） 线路、无人值守站、阀室人员紧急疏散程序

在地方应急救援队伍未到达现场前实施该程序，当地方应急响应部门到达现场后，积极配合地方应急响应部门开展此项工作。

(1) 本程序第一责任人：应急先遣队队长；第二责任人：维抢修队 HSE 管理员。

(2) 先遣人员到达现场后，对危险范围进行估算并提供给现场指挥员，由现场指挥员在事发点的安全距离外划定警戒区，主要出入口由专业抢险队队员看管。将现场人员撤离到警戒区外。

(3) 根据现场情况，确定疏散路线和第一集合点。疏散路线主要以公路为疏散主路线；在最大限度地避开危险源的前提下，从需疏散人员所处位置到主路线的最近距离，为疏散支路线。发生天然气泄漏事故和火灾事故的疏散集合点必须确定在位于事发点的上风口。

(4) 通知危险区域内的乡镇政府和居民，请求地方政府组织疏散，并指导附近居民进行疏散。疏散通知应包含内容：事故地点、事故种类、目前状况、应采用路线、第一集合点、疏散注意事项。

(5) 除此以外，现场指挥员可根据实际情况灵活选定疏散路线和第一集合点。

10.7.4 管道火灾爆炸应急处置措施

1） 管道阀室等要害(重点)部位发生火灾爆炸时：

(1) 采取隔离和疏散措施，避免无关人员进入事件发生区域，并合理布置消防和救援力量；

(2) 当要害(重点)部位存在气体泄漏时，应进行可燃气体监测，加强救援人员的个人防护；

(3) 迅速将受伤、中毒人员送往医院抢救，并根据需要向现场配备医疗救护人员、治疗药物和器材；

(4) 火灾扑救过程中，专家组应根据危险区的危害因素和火灾发展趋势进行动态评估，及时提出灭火的指导意见；

(5) 当火灾失控，危及灭火人员生命安全时，应立即指挥现场全部人员撤离至安全区域。

2） 管道泄漏发生火灾爆炸时：

(1) 应立即实施局部停输或全流程停输，关闭管道泄漏点两侧的截断阀，对泄漏管道附近其它管线或电缆采取必要的保护措施；凸起地势处，应保证泄漏处处于正压状态。

(2) 全力救助伤员，采取隔离、警戒和疏散措施，必要时采取交通管制，避免无关人员进入现场危险区域；当火灾爆炸和气体泄漏同时发生时，应及时疏散下风口附近的居民，并通知停用一切明火；

(3) 充分考虑着火区域地形地貌、风向、天气等因素，制定灭火方案，并合理布置消防和救援力量；

(4) 现场经检测安全后进入事故点，在事故点进行氮气置换或两端进行封堵，在氮气掩盖下用切管机切掉事故管段。更换事故管段，焊接、探伤、置换，取封堵、堵孔，通气试压、检查焊口。

11 路由评价

长输管道工程的特点决定了其对周围环境的影响是线型影响，路由合理与否将对管道沿线周围敏感区域的影响起到决定性的作用，因此，管道路由的选择和确定，是该类线形工程前期研究中的重要内容，如何选择、是否合理，会涉及与沿线各城市发展规划、环境保护规划及生态规划等的协调问题，故有必要对该管道线路走向选择的环境合理性进行论证。

11.1 本工程与相关管道的关系

西气东输三线天然气管道工程包括一干八支三库一 LNG 接收站，途经新疆、甘肃、宁夏、陕西、河南、湖北、湖南、江西、福建、广东共 10 个省、自治区，总长度为 7364km。西气东输三线在宁夏中卫与西气东输一、二线及陕京线系统连接，在湖北枣阳和西二线连接，在湖北仙桃与忠武线连接，在江西吉安与西二线连接。

西气东输三线干线起自新疆霍尔果斯首站，经中卫、西安、长沙，终于福州，在霍尔果斯－中卫－西安之间与西二线并行。干线全线分为三段：

1) 西段(霍尔果斯－中卫)长 2445km，设计压力 12 MPa，管径 1219mm，设计输气能力 300×$10^8$$m^3$/a。

2) 中段(中卫－吉安)长 1958km，设计压力 10MPa，管径 1219mm，设计输气能力 280×$10^8$$m^3$/a。

3) 东段(吉安－福州)长 817km，设计压力 10MPa，管径 1219mm/1016mm，设计输气能力 150×$10^8$$m^3$/a。

本报告书评价内容为闽粤支干线，起于广东省增城区广州(增城)分输清管站(西气东输二线广州—深圳支干线 6#阀室围墙外邻建)，终于西气东输三线东段(吉安-福州)干线漳州分输清管站，本工程与相关天然气管道关系详见图 11.1-1。

11.2 本工程线路特点、选线原则及选线过程

11.2.1 本工程线路特点

本工程线路特点主要表现在以下几个方面：

1) 本工程管道是一条高压、长距离的管道。

2) 管道要经过地区等复杂地貌单元；沿线隧道多，是一条地形十分复杂的管道。

3) 管道沿线地质条件复杂，地质灾害发育，矿产资源丰富，管道建设和管理中的风险因素很多。

4) 沿线植被茂密，水资源丰富，这些特点给管道建设提出了更高的环保要求，环保和水土保持理念需贯彻到每一项具体设计中。

11.2.2 选线原则

11.2.2.1 基本选线原则

1) 严格执行国家、行业有关标准规范及规定，参照执行国外先进的标准、规范。

2) 本着“安全第一，环保优先，以人为本，经济适用”的方针进行设计。

3) 线路应尽量顺直、平缓，以缩短线路长度，并尽量减少与天然和人工障碍物交叉。

4) 尽量靠近或沿现有公路敷设(按有关规范、标准规定，保持一定间距)，以便于施工和管理。

5) 线路路由比选及优化需结合沿线地形和地质条件、水源保护区、自然保护区、风景名胜区、森林公园、城镇规划区等环境敏感点的分布，并考虑沿线的交通、电信等条件，从安全可靠性、技术可行性、经济合理性、风险因素等方面进行综合比选和优化。

6) 困难山区地段考虑采用隧道方式，降低施工难度、减少对山体植被和环境的破坏，并便于建成后的维护管理。

7) 管道路由遇到障碍时，尽可能考虑采用穿越方式通过。

8) 宜避开多年生经济作物区域和重要的农田基础建设设施。

9) 在遇到水源保护区、自然保护区、风景名胜区、规划区或矿区等地段时，尽可能的避让，如受其它因素限制，管道无法避让时，应加大保护措施力度并取得主管部门或单位同意通过的意见。

10） 管线应避开滑坡体、并尽量躲开崩塌、泥石流、沉陷等不良工程地质区、矿产资源区、严重危及管道安全的高烈度及地震频发地震区和大型活动断裂带。当受条件限制必须通过时，应采取防护措施并选择合适位置，缩小通过距离。

11） 尽量避免对自然环境和生态平衡的破坏，防止水土流失，注意有利于自然环境和生态平衡的恢复，保护沿线人文景观，使线路工程与自然环境、城市生态相协调。

11.2.2.2 不同地区选线原则

1） 平原地区选线

(1) 在平坦开阔地段尽量取直，从大方案上力求节省管线长度；

(2) 注意城镇规划、道路规划、水利规划；

(3) 尽可能避开人口密集区；

(4) 注意地下采矿区的范围、矿藏埋深；

(5) 注意管线与地上、地下各类建构筑物之间的距离和交叉，掌握沿线各种保护区范围，可大范围避绕；

2） 水网区选线

(1) 河流水网地区选线，宜先在最新的地形图上选出线路宏观走向方案，并结合遥感影像图适当调整。

(2) 应尽量减少与水道的交叉次数,针对现场具体情况，经技术、经济比较后确定合理的线路。

(3) 河流水网区房屋多沿河岸修建，在不可避免拆迁的情况下，河流穿越点的选择应尽量选择孤立平房的地方通过，尽量减少拆迁量。

(4) 河流大中型穿跨越点应选在顺直河段；当弯道附近两岸地质均属稳定性地质(如：岩石)、或两岸均筑有堤坝、岸坡稳定的情况下，穿跨越点可选在弯道上游的较窄处。

(5) 河流水网区线路应尽量避开鱼塘区。当鱼塘区的连片长度较长但不大于 1.5km 时，可考虑采用定向钻穿越方案，同时注意穿越两端是否有定向钻穿越的施工场地。

(6) 穿越鱼(水)塘时，管道中线应视实地情况而定，一般穿越连片鱼(水)塘时，管道中线宜在鱼(水)塘中间通过，穿越单独大鱼(水)塘时管道中线宜靠近塘边，以减少围堰排水量工程量。

3） 山区选线

(1) 山区选线应结合地形、地质条件、山区道路状况，考虑施工的可行性和管道通过位置的稳定性。

(2) 管线通过山区时，应尽量选择在通过山区短、坡度平缓、山型完整的地段。

(3) 山区管线尽量选择可通行的山谷或河谷地段。若河谷宽且平坦，管线可考虑 在河床低阶地敷设，一般应敷设在二阶台地以上区段，在洪水淹没区的管道应采取措施，防止管道和光缆被冲毁；若谷地地形狭窄曲折，河谷冲刷严重，或构筑物拥挤，则应另辟路线。

(4) 当山区河谷方案难以实施时，若山脊线与管线走向一致且山脊较宽、顺直、上下山脊坡度较平缓，地质条件稳定时，应考虑走山脊的方案。

(5) 线路需越岭时，当山岭高度不大，坡度较缓，具备大型管道通过条件，可选择从垭口翻越通过。

(6) 当管道沿山区河谷绕行费用大于以隧道方式取直通过的费用时，可选用隧道方式通过；对于坡度陡、高差大、基岩完整的山岭，可考虑隧道通过。

(7) 线路尽量避免长距离横坡敷设，只能横坡敷设时，应选择纵坡较缓(不宜超过 30°)、削山开挖后岩层稳定的地带通过。管道尽量在山坡的阳面布设。

(8) 管道应尽量避开滑坡、崩塌、危岩、泥石流、陡坡、陡坎等不良地质区，对无法避开的滑坡，首先应查明滑坡区的范围，将管道布设在该范围外，对横过泥石流的管线，应选择在泥石流动态区以外通过；

(9) 大型管道一定要有施工道路，新建道路应该尽量与施工作业带结合布置；

(10) 山区和丘陵区要注意避开矿区；尽量避开密集的林带，难以避开时，应选择林带较短的地带通过。

4） 经济发达地区选线

(1) 经济发达地区的城镇地带，应掌握其规划区的资料，充分与当地主管部门沟通，获得文字性的路由批复文件；

(2) 可选择沿着交通线绿化带、不同功能区块的边界选择线位；

(3) 注意尽量不穿越靠近城镇的大块平地中部，可选择其边缘，或靠近

河谷、丘陵区边缘地带选择线路。

11.2.2.3　本工程选线过程及特点

在确定气源、目标市场后，管道线路选择一般按以下步骤进行：

1)　根据沿线地形及交通条件等，借助于地形图、遥感图像等,进行室内图上作业。

2)　线路工程人员会同环保专业人员进行现场踏勘，重点考察与沿途城市规划符合情况，穿越保护区和水源地情况，拟选站址、村庄密集段管道局部走向等，然后对原图上线路进行修改。

同时，在现场期间，将逐一走访管道沿线地区的政府规划、计划部门和环境保护部门、林业、土地等相关部门，就管道在其辖区内的走向、站场位置、环境保护目标等进行充分协商，取得认可。

3)　建设单位组织评估单位召开中间成果会议，结合线路的路由对可研提出线路走向意见。特别调查管道可能穿越的自然保护区、风景名胜区、水源保护区等，认真研究比选方案。

4)　对局部线路的比选再进行现场调研和踏勘。对无法避绕的环境敏感区域，组织建设单位、设计单位以及当地环保部门、相关管理部门一起到现场选线，以确定最优化的线路方案。

5)　环评人员将环境影响评价结论，特别是涉及敏感地区分析结果、应采取措施情况等提交给建设单位，并与线路人员进行协商，就线路优化提出意见。

中国石油西气东输管道分公司汲取了西气东输一线、西气东输二线以及西气东输三线等管道工程的建设经验，特别是在保护环境方面的经验。本管道选线特点是环评人员的先期参与，通过环评人员的工作，在选线中更加注重了环境保护，对会产生重大环境影响的区段，及早采取避绕、改线等措施，从根本上减轻管道工程建设带来的影响。

11.3　路由合理性分析

11.3.1　线路宏观走向及局部方案比选

11.3.1.1　线路宏观走向方案及确定过程

1)　天然气资源

西气东输三线的主供气源为中亚二期(中亚 C 线)进口天然气，补充气源为新疆伊犁地区的国内煤制天然气。

(1) 中亚进口天然气

根据中亚三国与我国签署的有关协议，中亚进口天然气在确保向中亚管道一期工程供气 $300\times10^8m^3/a$ 的基础上，中亚三国还可向我国增供天然气(250～300)$\times10^8m^3/a$，其中，土库曼斯坦 $100\times10^8m^3/a$ 和乌兹别克斯坦 $100\times10^8m^3/a$ 已签订购销合同，哈萨克斯坦(50～100)$\times10^8m^3/a$ 已签订框架协议。

土库曼油气资源主要分布在东部的阿姆河盆地和西部的南里海盆地。阿姆河盆地以产气为主，约占土库曼 85%的商业天然气储量，发育有道勒塔巴德-顿麦兹气田、坎迪姆气田、萨曼杰佩气田、萨特雷克气田、马莱气田、南约洛坦著名气田。南里海盆地则主要以生产石油为主，其中著名的油气田有格图尔杰佩油气田、切列肯油气田等。可供中亚 C 线天然气将主要来自阿姆河右岸项目及南约洛坦和雅士拉尔。

乌兹别克斯坦天然气资源主要集中在阿姆河盆地，占乌兹别克天然气总产量的 91%，其中贡献最大的是舒尔坦油气田，其次为阿兰、 泽瓦迪、 帕慕克和科克杜马拉克油气田，5 个最大油气田年产量约占全国天然气产量的 51%，乌国天然气出口比重较大，主要面向俄罗斯和中亚国家，此外，中油区块预计 2015-2040 年预计年平均可供应 $36\times10^8m^3$ 天然气。

哈萨克斯坦已发现和证实了 5 个含油气盆地，其中西部 3 个(滨里海、北乌斯丘尔特-咸海、曼格什拉克)，中南部 2 个(南图尔盖、楚河-萨雷苏)。另外，哈国东部还发育伊梨、斋桑等5个含油气远景盆地，远景勘探面积约 $170\times10^4km^2$。剩余探明可采储量主要分布在西部的阿特劳、西哈两州，约占全国总剩余探明可采储量的 80.1%，中-哈气管道主力、补充和潜在供气油气田天然气年产量表现为逐年递增的趋势。

(2) 国内煤制天然气

新疆伊犁地区共有 6 个煤制气项目，涉及 5 个投资方，分别为新疆庆华集团在伊犁州伊宁县的煤制气项目、新汶矿业集团在伊宁县的煤制气项目、国电平煤尼勒克能源化工有限公司在尼勒克县的煤制气项目、中电投新疆能源有限公司在察布查尔县和霍城县的煤制气项目、中煤能源股份有限公司新疆分公司在察布查尔县的煤制气项目。其中庆华集团的 $55\times10^8m^3/a$ 的项目国家发改委已发“核准”文件，其余 5 个项目已在新疆自治区发改委备案。中国石油已与上述 5 个公司的 6 个煤制气项目签署了购销意向书，已开工建设的有新汶矿业集团、新疆庆华集团和国电平煤尼勒克能源化工有限公司的 3 个煤制天然气项目。

庆华集团的 55×$10^8$$m^3$/a 煤制气可由西三线输送。

综上所述，西气东输三线闽粤支干线工程连接西二线和西三线东段，资源以中亚三国进口天然气为主供资源，国内新疆伊犁地区煤制天然气为补充资源，天然气管道的资源是落实的。

2) 目标市场

西气东输三线闽粤支干线工程的目标市场主要覆盖粤东地区潮州、汕头、揭阳 3 个地市和粤北地区的梅州、河源 2 个地市。目前这些地区都没有管道天然气，以 LNG 气源为主，整体利用规模较小。可以预见，随着资源的充足、基础设施的完善、政策的不断配套以及市场机制的逐步建立，这些地区将迎来天然气发展的新时期，将会加大对煤炭、石油等常规化石能源的替代，天然气需求潜力将会被进一步释放。预测目标市场 2020 年需总求量为 71.1×$10^8$$m^3$，其中落实需求量 59.4×$10^8$$m^3$，可能需求量 11.6×$10^8$$m^3$；2026 年需求总量 109.7×$10^8$$m^3$，其中落实需求量 85.1×$10^8$$m^3$，可能需求量 24.6×$10^8$$m^3$。

3) 线路宏观走向确定

西气东输三线闽粤支干线工程起于广东省广州市，终于福建省漳州市，连接西二线和西三线以实现联络供气。根据气源方向以及工程主供市场，闽粤支干线总体线路走向为东西走向。在大走向确定的前提下，管道在广东、福建两省境内路由方案的确定过程，是设计单位根据宏观走向确定初步路由方案，并按照各省发改委(能源局)的意见确定最终方案，其间需要对管道沿线环境敏感点进行详细调查并对路由方案进行优化调整，避免对环境造成较大影响。同时还需考虑地震、地灾、压矿等有关专题意见，确定最终的路由方案，办理国土部门用地预审意见和建设部门建设项目选址意见书，本工程获得了沿线各市国土和规划部门批复意见。

西气东输三线闽粤支干线工程起于广东省增城区广州(增城)分输清管站，途经广东、福建共 2 个省，广州市、惠州市、河源市、梅州市、揭阳市、潮州市、漳州市共 7 个地市，终于西气东输三线东段(吉安-福州)干线漳州分输清管站，总长度为 595km。

11.3.1.2 局部方案比选

根据接入西二线工程位置，结合广州市水源保护区分布情况，本工程广州至河源之间宏观线路有三个比选方案,下面进行分析论证。

图 11.3-1 宏观走向示意图

方案一：管道起自西二线广州末站，出站后沿西二线广深支干线向东南方向敷设，经从化市、增城市、龙门县、博罗县，继续往东北方向敷设，到河源分输清管站，线路长度约为 157km。

方案二：管道起自西二线广州末站，出站后沿西二线广深支干线向东北方向敷设，经佛冈县北、丰村、石教村、黄泥围后折向东北方向敷设，然后经沙田镇南、三一村、大坑村后折向东，然后沿省道 S244 敷设至公庄镇，沿 S2 广河高速敷设，至河源分输清管站，线路长度约 180.4km。

方案三：管道起自西二线广深支干线 6 号阀室附近，沿省道 S119 敷设至正果镇，经增城市、龙门县麻榨镇、博罗县后向东北方向敷设，至河源分输清管站，线路长度约 81km。

三方案技术经济对比情况见表 11.3-1，环保优缺点对比见表 11.3-2。

表 11.3-1　三个方案技术经济比选

序号	项　目			方案 1	方案 2	方案 3
1	管道长度	干线(km)		157	180.4	81
		按地貌划分	平原(km)	23.3	37.2	13.4
			丘陵(km)	41.1	44.1	30.2
			山区(km)	92.6	99.1	37.4
2	穿跨越	高速公路(m/处)		320/4	240/3	0
		高等级公路(m/处)		560/7	400/5	240/3
		二级及以下等级公路(m/处)		800/16	550/11	280/4
		水域大、中型穿越(m/处)		1080/1	1100/1	0

		山体穿越(m/处)		4100/2	8600/4	2300/1
3	困难地段长度(km)			13	15	7
4	道路工程	施工道路(km)	新建	7	8	4
			改、扩建	10	12	6
		伴行道路(km)	新建	4	14	0
			改、扩建	4	6	0
5	工程投资(万元)			105090	125770	53822

11.3-2　三方案环保比选

	方案一	方案二	方案三
优点	1.方案沿线地市均已取得土地预审及规划选址批复； 2.线路主要经过平原地区，走向顺直。	1．避绕从化市街口水厂准保护区和增城市荔城水厂准保护区范围。	1．避绕从化市街口水厂准保护区和增城市荔城水厂准保护区范围； 2．线路长度最短； 3.无需修建伴行路； 3．没有新增环境敏感点
缺点	1.穿越从化市街口水厂准保护区和增城市荔城水厂准保护区范围； 2.需要修建伴行路； 3．线路长度较长。	1．线路长度最长； 2．沿线与3处水库距离较近，进入天堂山水库集雨区； 3.需要修建伴行路。	1.沿线经过部分丘陵地区。

经与当地国土、规划部门接洽，西二线广深支干线 6#阀室附近具备建站条件，为响应环保管理要求，综合考虑工程建设投资、线路通过可行性等因素，工程上推荐方案三，即广州首站与西二线广深支干线 6#阀室临建。既满足了闽粤支干线与西二线连通下载分输来气的要求，又合理的避绕了两处水源保护区，且线路长度为三方案中最短的，从环境保护角度考虑，工程推荐的方案三是合适的。

11.3.2　管道避让重要敏感目标路由方案分析

本工程确定线路方案过程中，对管道穿越的环境敏感目标进行了细致的筛查，工程上避让了诸多环境敏感目标，具体见下表。

表 11.3-3　管道避绕环境敏感目标情况

序号	敏感目标名称	原方案穿越情况	工程避让情况
1	从化流溪河街口段饮用水源保护区	管道穿越准保护区约 1961m，穿越方式大开挖。	改线避绕，调整后工程不涉及保护区范围，距离保护区边界 36km。
2	增城增江荔城段饮用水源保护区	管道穿越准保护区 5 次，穿越长度合计 22.5km，穿越方式大开挖。	改线避绕，调整后工程不涉及保护区范围，距离保护区边界 150m。
3	麻榨镇鳌溪河饮用水水源保护区	管道穿越二级保护区 3.5km，穿越一级保护区约 500m，穿越方式大开挖。	改线避绕，调整后管道在保护区南侧绕行，完全避开保护区范围，距离保护区边界 150m。线路长度增加 1.5km，增肌山体隧道 1 座。

4	揭西县五经富饮用水源保护区	管道穿越一级保护区，穿越长度约200m，穿越方式大开挖。	改线避绕，调整后选择在水源保护区下游穿越五经富河，完全避开了水源保护区范围，距离保护区边界150m。线路长度增加3.2km。
5	潮州市区饮用水源保护区	管道穿越准保护区300m，穿越方式大开挖。	改线避绕，调整后管道在保护区北侧(上游)绕行，完全避开保护区范围，距离保护区边界3.6km。线路长度增加15.5km。
6	紫金县留墩嶂县级自然保护区	管道穿越保护区缓冲区5.8km，穿越方式大开挖沟埋。	改线避绕，调整后管道在保护区南侧绕行，完全避开保护区范围，距离保护区边界最近距离240m。线路长度增加3.5km。
7	潮州韩江鼋、花鳗鲡市级自然保护区	管道穿越保护区缓冲区550m，穿越方式大开挖沟埋。	改线避绕，调整后管道在保护区北侧(上游)绕行，完全避开保护区范围，距离保护区边界2km。线路长度增加15.5km。
8	西岩山县级森林公园	管道穿越森林公园18.9km，在公园内设山体隧道一座，阀室一座其余区段采用开挖沟埋方式敷设。	改线避绕，调整后管道在森林公园北侧绕行，管道距离森林公园边界约800m。线路长度增加21km。

11.3.1 管道避绕从化市、增城市水源保护区路由方案

1) 水源保护区概况

从化流溪河街口段饮用水源保护区，根据《广州市饮用水源保护区区划调整方案》，保护区划分如下：

一级保护区，街口水厂(从化第三水厂)吸水口上游 1000 米至吸水口下游100 米的河段，两岸河堤临水侧堤肩之间的区域。相应的一级保护区水域河段河堤临水侧堤肩以内的陆域。

二级保护区，街口水厂(从化第三水厂)吸水口上游4500米(九里步果场)至吸水口下游300米的河段，两岸河堤临水侧堤肩之间的区域(一级保护区水域范围除外)。相应的一、二级保护区水域边界线向两岸陆域纵深约50米的陆域(一级保护区陆域范围除外)。

准保护区，流溪河水库坝下至街口水厂(从化第三水厂)吸水口下游 300 米的河段，两岸河堤临水侧堤肩之间的区域，无河堤处为10年一遇洪水所能淹没的区域(一、二级保护区水域范围除外)。相应的一、二、准保护区水域边界线向两岸陆域纵深约1000米的陆域(一、二级保护区陆域范围除外)。

增城增江荔城段饮用水源保护区，根据《广州市饮用水源保护区区划调整方案》，保护区划分如下：

一级保护区，荔城水厂吸水口上游1000米至吸水口下游500米的河段，两

岸河堤临水侧堤肩之间的区域。相应的一级保护区水域边界线向两岸陆域纵深300米的陆域。。

二级保护区，增江大楼至小楼的河段，两岸河堤临水侧堤肩之间的区域。增江小楼至梁屋的河段，两岸河堤临水侧堤肩之间的区域(一级保护区水域范围除外)。增江梁屋至初溪水利大坝的河段，两岸河堤临水侧堤肩之间的区域。一级保护区水域下边界下游约 200 米处至大楼的河段，相应的二级保护区水域边界线向两岸陆域纵深约1000米的陆域(一级保护区陆域范围除外)。一级保护区水域下边界下游约 200 米处至初溪水利大坝的河段，相应的二级保护区水域边界线向两岸陆域纵深约500米的陆域。。

准保护区，增江从磨刀坑至大楼的河段，两岸河堤临水侧堤肩之间的区域。派潭河从佛坳至大楼的河段，两岸河堤临水侧堤肩之间的区域。二龙河从亚记山至大楼的河段，两岸河堤临水侧堤肩之间的区域。灵山河从牛牯嶂至布格的河段，两岸河堤临水侧堤肩之间的区域。拖罗河从小径凹至莲塘径的河段，两岸河堤临水侧堤肩之间的区域。派潭河、二龙河、灵山河、拖罗河和增江(磨刀坑至大楼段)准保护区水域边界线向两岸陆域纵深约1000米的集水范围内的陆域。。

2) 避让方案

本工程原线路方案采用开挖沟埋方式穿越了管道穿越从化流溪河街口段饮用水源保护区准保护区约1961m，穿越增城增江荔城段饮用水源保护区5次，穿越长度合计 22.5km。为尽可能减少工程建设对水源保护区的影响，工程上对上述两处水源保护区进行了避让，将首站由西二线广州末站移至 6 号阀室附近，改线后管道完全避开了上述两处水源保护区，距离从化流溪河街口段饮用水源保护区36km，距离增城增江荔城段饮用水源保护区150m。管道与水源保护区的位置关系见图11.3-2。

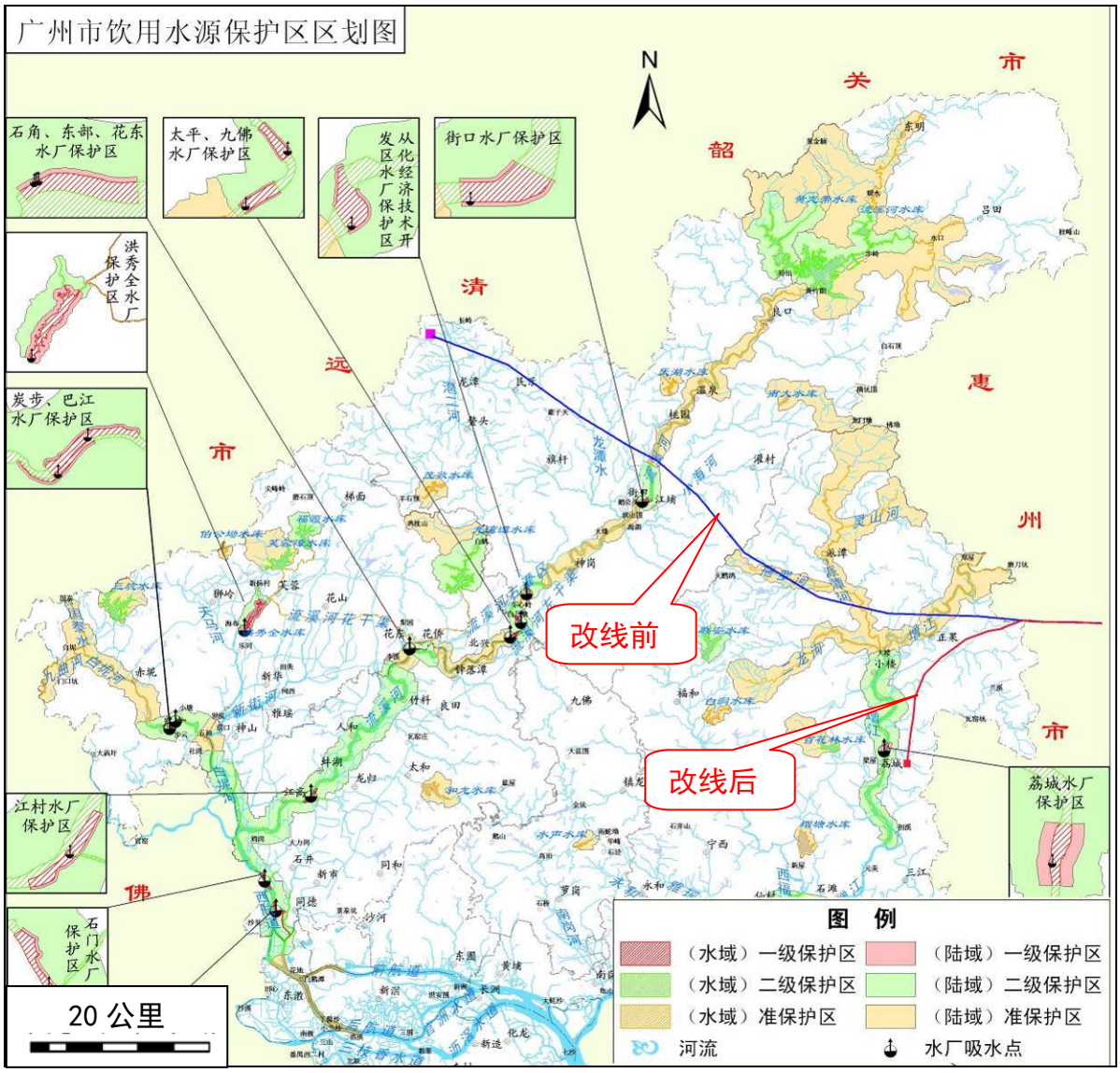


图 11.3-2　管道避绕从化、增城水源保护区路由方案

11.3.2　管道避绕麻榨镇鳌溪河饮用水水源保护区路由方案

1）　水源保护区概况

一级保护区：鳌溪河取水口上游 1500m 至下游 100m 的河道水域。一级保护区水域两岸向陆纵深 50m 的陆域范围。

二级保护区：鳌溪河取水口上游 4000m(包括汇入支流，不超过河流长度)至下游 300m 的河道水域，不包括一级保护区范围。一级、二级保护区水域两岸向陆纵深 1000m，不超过相应分水岭范围，不包括一级保护区范围。

2）　避让方案

本工程原线路以开挖沟埋方式穿越一级保护区约 500m，穿越二级保护区 3.5km。为尽可能减少工程建设对水源保护区的影响，工程上对该水源保护区

进行了避让，避绕后管道在保护区南侧绕行，完全避开保护区范围，距离保护区边界 150m。管道与水源保护区的位置关系见图 11.3-3。

图 11.3-3　管道避绕麻榨镇鳌溪河饮用水水源保护区路由方案

11.3.3　管道避绕揭西县五经富饮用水源保护区路由方案

1）　水源保护区概况

揭西县五经富饮用水源保护区只有一级保护区，具体范围为：龙颈水库库区至潭村约 500 米水域；相应一级保护区水域两岸河堤外坡脚向陆纵深 50 米陆域。

2）　避让方案

本工程原线路以开挖沟埋方式穿越龙颈水库库区至潭村河段五经富河水体，穿越点属于一级保护区范围。为尽可能减少工程建设对水源保护区的影响，工程上对该水源保护区进行了避让，管道绕至潭村下游穿越五经富河，在保护区南侧绕行，完全避开保护区范围，距离保护区边界 150m。管道与水源保护区的位置关系见图 11.3-4。

图 11.3-4　管道避绕揭西县五经富饮用水源保护区路由方案

11.3.4　管道避绕紫金县留墩嶂县级自然保护区路由方案

1）　保护区概况

紫金县留墩嶂自然保护区于 2010 年由紫金县人民政府批准建立，是一个以森林生态系统和野生动植物资源为主要保护对象的自然保护区。保护区地处广东省东中部，河源市紫金县中部偏东，位于紫金县水墩镇、龙窝镇境内，总面积 2200 公顷，该保护区未进行功能区划。

2）　避让方案

本工程管道原线路穿越保护区 5.8km，穿越方式为沟埋敷设。为尽可能降低工程建设对自然保护区的影响，工程上进行了改线避绕，调整后管道在保护区南侧绕行，完全避开保护区范围，距离保护区边界最近距离 240m。

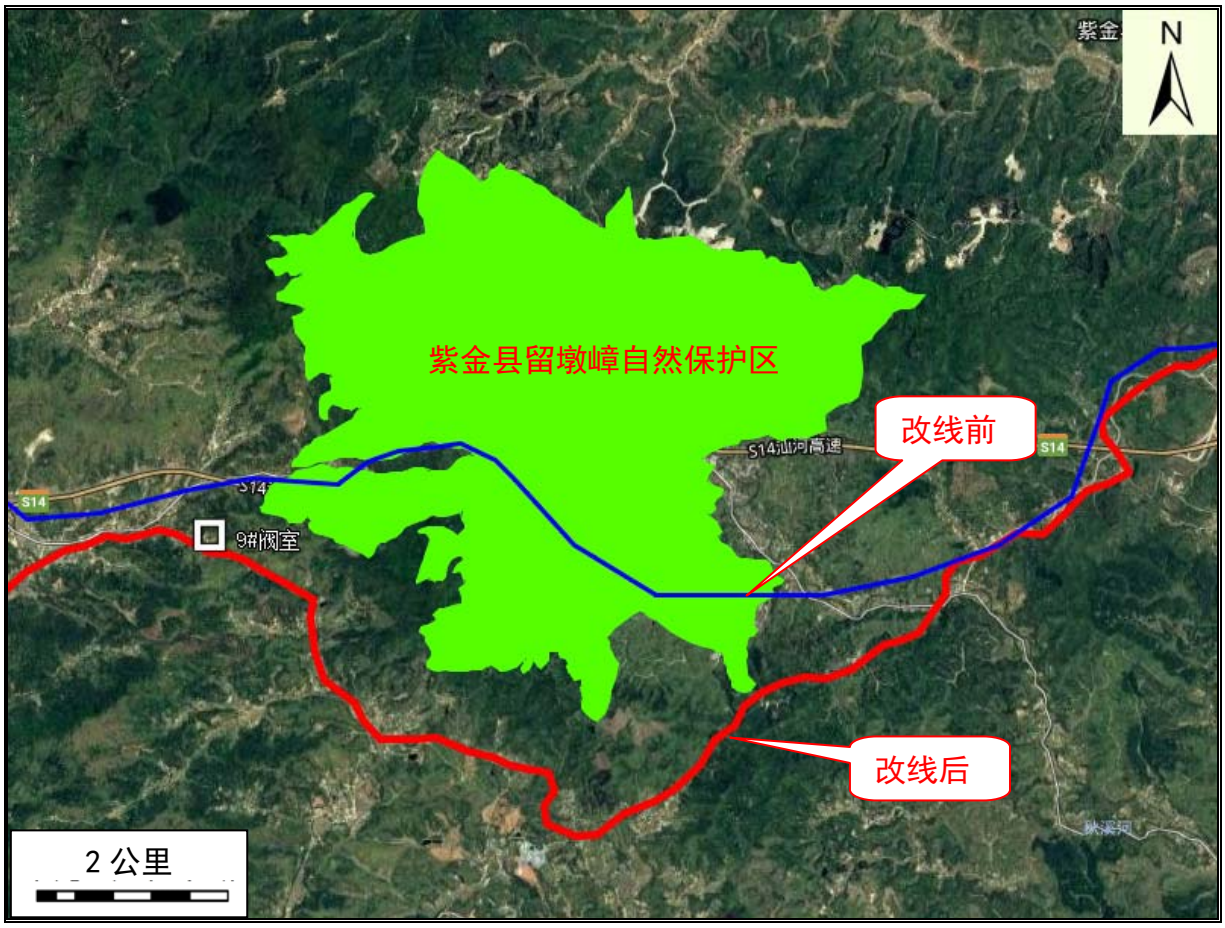


图 11.3-5　管道避绕紫金县留墩嶂自然保护区路由方案

11.3.6　管道避绕潮州市饮用水源保护区及韩江鼋、花鳗鲡市级自然保护区路由方案

1）　水源保护区概况

一级保护区：韩江潮州河段竹竿山水厂吸水点上溯 1000m，下溯至桥东水厂吸水点下游 500m 河段的水域；西溪枫溪水厂吸水点上溯 1000m，下溯 500m 河段的水域；相应一级保护区水域两岸河堤外坡脚向纵深 1000m 陆域范围。其中西岸从环城北路与环城东路交叉点起至桥东水厂吸水点下游 500m 为岸线至防洪堤背水坡。东岸从桥东水厂至该厂吸水点下游 500m 为岸线向陆纵深 200m 的陆域范围。

二级保护区：竹竿山水厂吸水点上游 1000m 上溯至归湖金洲岛北端的水域；以西溪枫溪水厂吸水点上游 1000m 上溯至以桥东水厂吸水点下游 500m 的水域；相应二级保护区水域两岸河堤外坡脚向纵深 1000m 陆域范围。包括金洲岛、沙洲岛。其中西岸从桥东水厂吸水点下游 500m 至南堤路与护堤交接点为岸

线至防洪堤背水坡。东岸从桥东水厂吸水点下游 500m 至固溪为岸线向陆纵深200m 的陆域范围。

2) 自然保护区概况

潮州韩江鼋、花鳗鲡自然保护区于 2004 年由潮州市政府批准建立，为水生野生生物类型自然保护区。自然保护区范围从潮安县与梅州丰顺县交界点(东经 116.29',北纬 23.54')起至湘桥区北端与潮安县交界点(东经 116.36',北纬23.45')止，面积约 800 公顷，划分为核心区、缓冲区和实验区，主要保护对象为鼋、花鳗鲡及其生境。

3) 避让方案

本工程原线路穿越韩江，穿越处为潮州韩江鼋、花鳗鲡自然保护区缓冲区范围，同时为潮州市区饮用水源保护区准保护区。为尽可能降低工程建设对自然保护区和水源保护区的影响，工程上将韩江穿越点调整至梅州市丰顺县境内，调整后管道从两处敏感区保护区北侧(上游)绕行，距离韩江鼋、花鳗鲡自然保护区边界 2km，距离潮州市区饮用水源保护区 3.6km。

11.3.7 管道避绕西岩山县级森林公园路由方案

1) 公园概况

西岩山森林公园位于饶平县北部，规划面积 880.7 公顷，西岩山森林公园地理坐标为：东经 116° 50′ 42″—116° 51′ 45″，北纬 24° 09′ 28″—24° 11′ 15″；四界范围：西面从海拔 1255.7m 上尖纪山山顶(沿山脊往东至)海拔1174.2m 英子石崇山山顶(沿山脊往南至)海拔 925.2m 麻石纪山山顶(沿山脊往南至)海拔 964.7m 山猪文山山顶(沿山脊往南至)海拔 701.5m 山山顶(沿山脊往南至)海拔 651.0m 山腰(沿 651.0m 等高线往西北至)第一条溪流交界处(沿溪流往南至)海拔 512.0m 山腰(沿 512.0m 等高线往东至)九村水溪流边(沿九村水溪流西边往东北跨九村水溪流后至)倒转坑(沿九村水溪流东边往北至)茶园(沿溪流往东跨九村水溪流后至)笔架山正北海拔 1025.0m 处(往东北至)海拔 1081.0m 山山顶(往北至)海拔 1056.6m 大雾崇山山顶(沿山脊往北至)大埔县交界海拔936.0m 山山顶(沿县界往北至)海拔 937.0m 山山顶(沿县界往西至)上尖纪。范围不含禾塘窠四周 78.39 公顷、大坪西南侧 1.41 公顷、铁钳窠 4.16 公顷、水庵电站北面 4.97 公顷和三湖南面 2.92 公顷林地。

2) 避让方案

本工程穿越饶平西岩山县级森林公园，穿越长度为 18.9km，在公园内设山

体隧道 1 座，阀室一座,其余区段采用开挖沟埋方式敷设。为尽可能减少工程建设对森林公园的影响，结合区域内饶平县水源保护区分布情况，工程上对该区段进行了改线避绕，调整后管道在森林公园北侧绕行，管道距离森林公园边界约 800m。

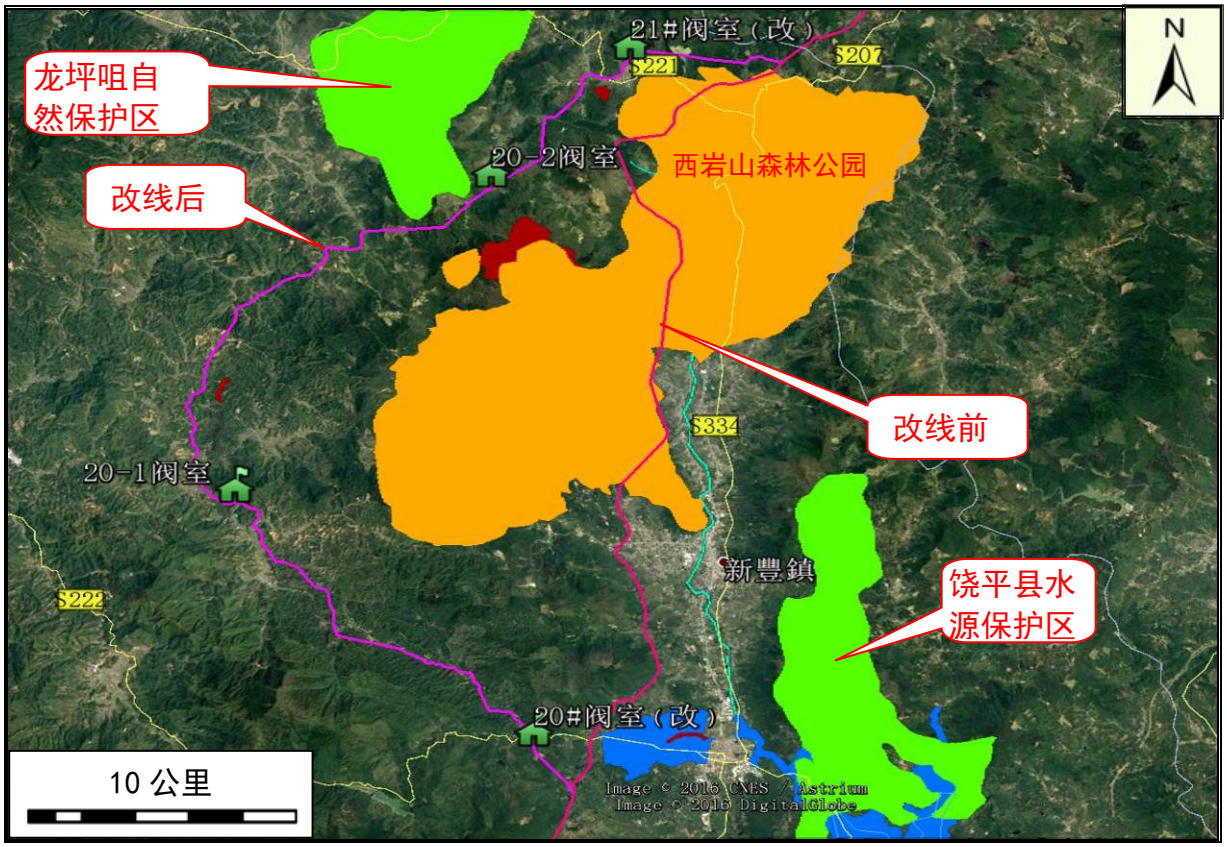


图 11.3-7　管道避绕饶平西岩山县级森林公园路由方案

11.3.3　穿越严格控制区路由方案分析

1)　管道穿越严格控制区 A 区(增城-龙门)的方案比选

本段路由是从增城分输清管站到河源分输清管站，管道总体走向呈东西走向，线路在增城区正果镇上横岭村至龙门县麻榨镇高椅岭村段(AA097 桩-AB032 桩)穿越了增城区-龙门县境内的严格控制区。

(1)　严格控制区情况

广州市增城区-惠州市龙门县境内的严格控制区范围较大，穿越广州从化区、增城区以及惠州的龙门县、博罗县，面积达到了 828km^2，南北走向控制范围达到了 65km。该严格控制区以水土保持为主要保护目标。

结合区段内严控区的保护目标，在管道选线时优先考虑水土流失情况，首

先尽量缩短线路长度，减少临时用地面积，其次尽量选择地势平坦的地段通过。

(2) 避让严格控制区线路方案分析

本项目在该路段线路方案，设计了两条避让严格控制区的方案，详见图11.3-8 中的北线方案和南线方案。

北线方案须从增城分输清管站向北绕行严格控制区，无法避免穿越增江饮用水源保护区(含一级、二级保护区)，不符合《中华人民共和国水污染防治法》和《广东省饮用水源水质保护条例》的法规要求，故北线方案不可行。

南线方案须从增城分输清管站向南绕行罗浮山自然保护区，无法避免穿越了惠州市博罗县的城镇规划区内，不符合《惠州市城市总体规划(2006-2020年)》和《博罗县县城总体规划(2014-2030 年)》，而且容易导致第三方施工对管道造成的人为破坏，存在较大安全隐患，故南线方案不可行。

综上所述，本项目从北线和南线避让增城区-惠州市龙门县严格控制区的方案均不可行，因此必须选择穿越严格控制区的线路方案。

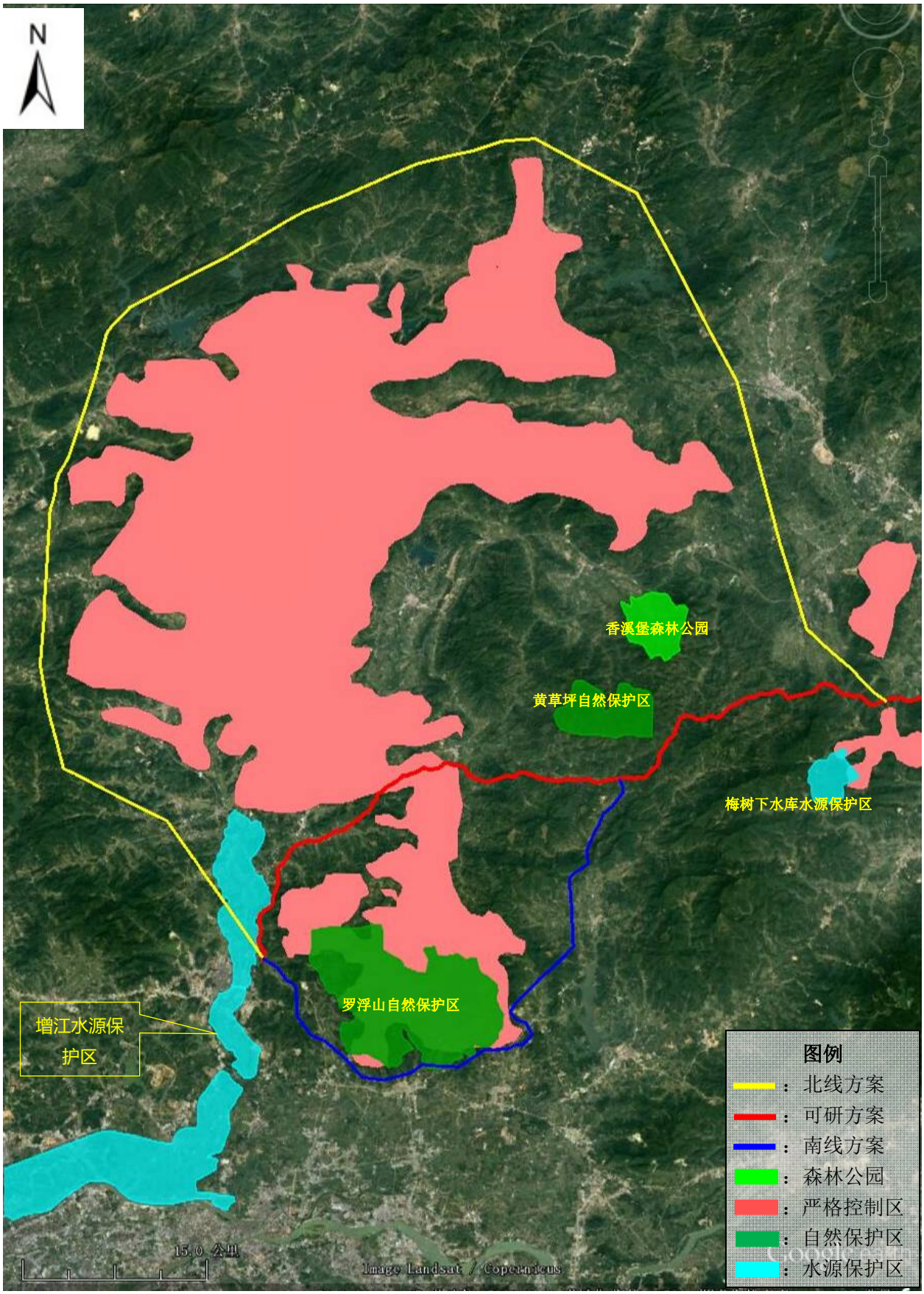


图 11.3-8　项目线路穿越严格控制区方案比选图(A 区，整体避绕方案比选)

(3) 穿越严格控制区线路方案比选

管道线路不可避免穿越增城区-龙门县境内的严格控制区，为减少严格控制区受到土壤侵蚀、水土流失的影响，从保护环境角度出发，设计单位从增城区正果镇上横岭村至惠州市龙门县麻榨镇罗屋村(AA089 桩至AB033 桩)选择了 3 条线路方案进行比选，线路路由方案详见图 11.3-9。

① 线路方案概述

方案一：线路从上横岭村出发，向北经过合水店村后，沿山脊向西北方向前进，到达经惠州市龙门县禾塘岭村后折向西南，经林村后到达罗屋村。线路总长度为 10.0km。受地形和周围村庄制约，线路主要沿山脊敷设，地貌以低山丘陵为主，局部地段为山间谷地。沿线植被茂密；本方案需要设置两条隧道，总长度为 2430m，其中第一条隧道完全在严格控制区内；第二条隧道的出口在严格控制内，两条隧道共产生弃渣 24511m³。进场施工便道须新修 1.9km，现有道路拓宽 0.2km。

方案二：线路从上横岭村出发，向东过惠州市龙门县麻榨镇高椅岭村、山口村、上石村到达罗屋村。线路总长度为 8.0km。沿线地貌主要以沿山间谷地为主，地形相对平缓，沿线植被以杨桃、柑橘等经济作物为主。本方案不需设置隧道，施工便道利用现有道路为主，需拓宽现有道路长度 0.12km。

方案三：线路从上横岭村出发，向东南经下横岭村折向东，沿经惠州市龙门县麻榨镇以北的山脊敷设，经西河村到达罗屋村，线路总长度为 8.1km。沿线植被茂密；需要设置两条隧道，总长度为 1473m，其中第二条隧道完全在严格控制区内，两条隧道共产生弃渣 15025m³。进场施工便道须新修 1.1km，现有道路拓宽 0.93km。

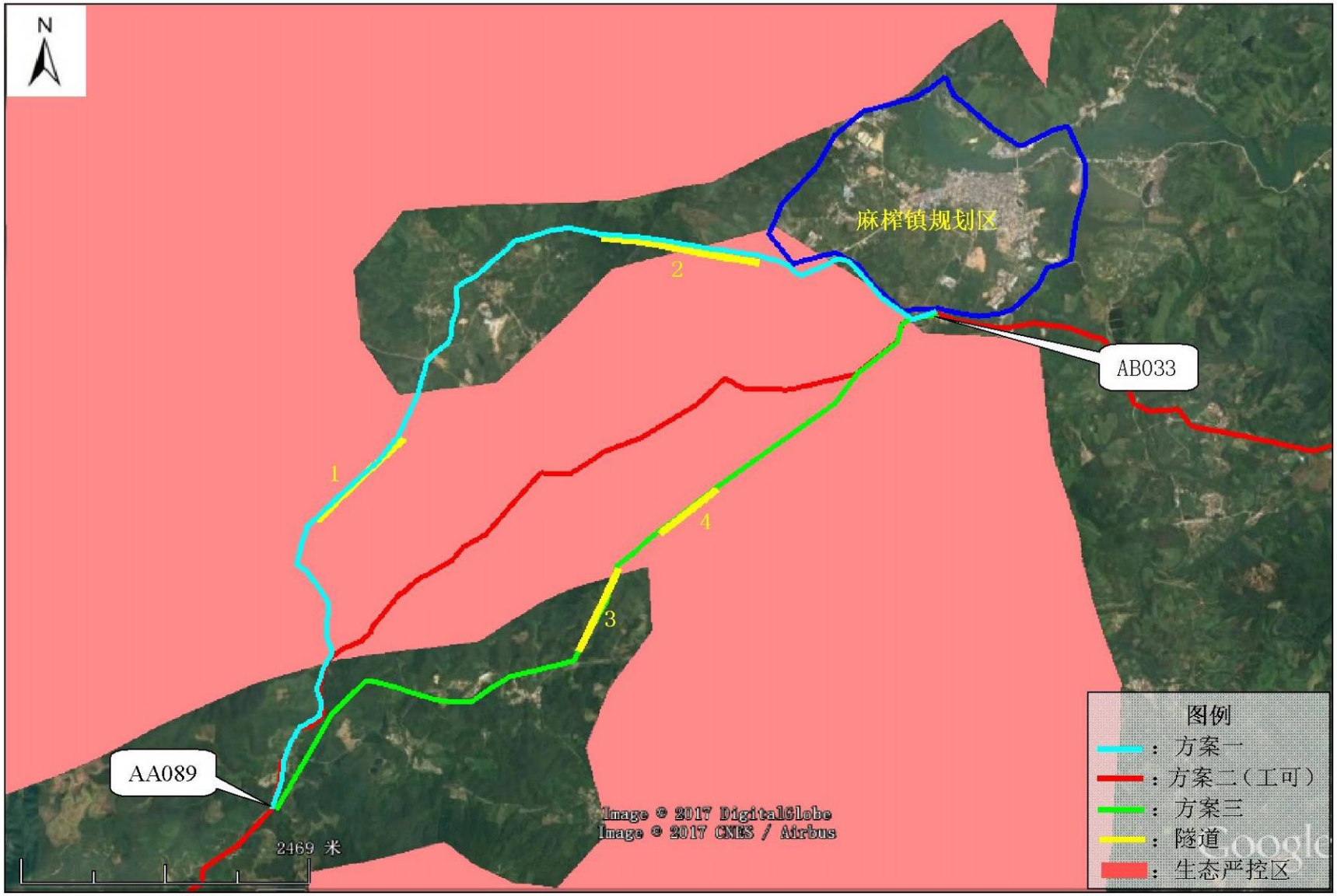


图 11.3-9　项目线路穿越严格控制区方案比选图(A 区，穿越严控区内方案比选)

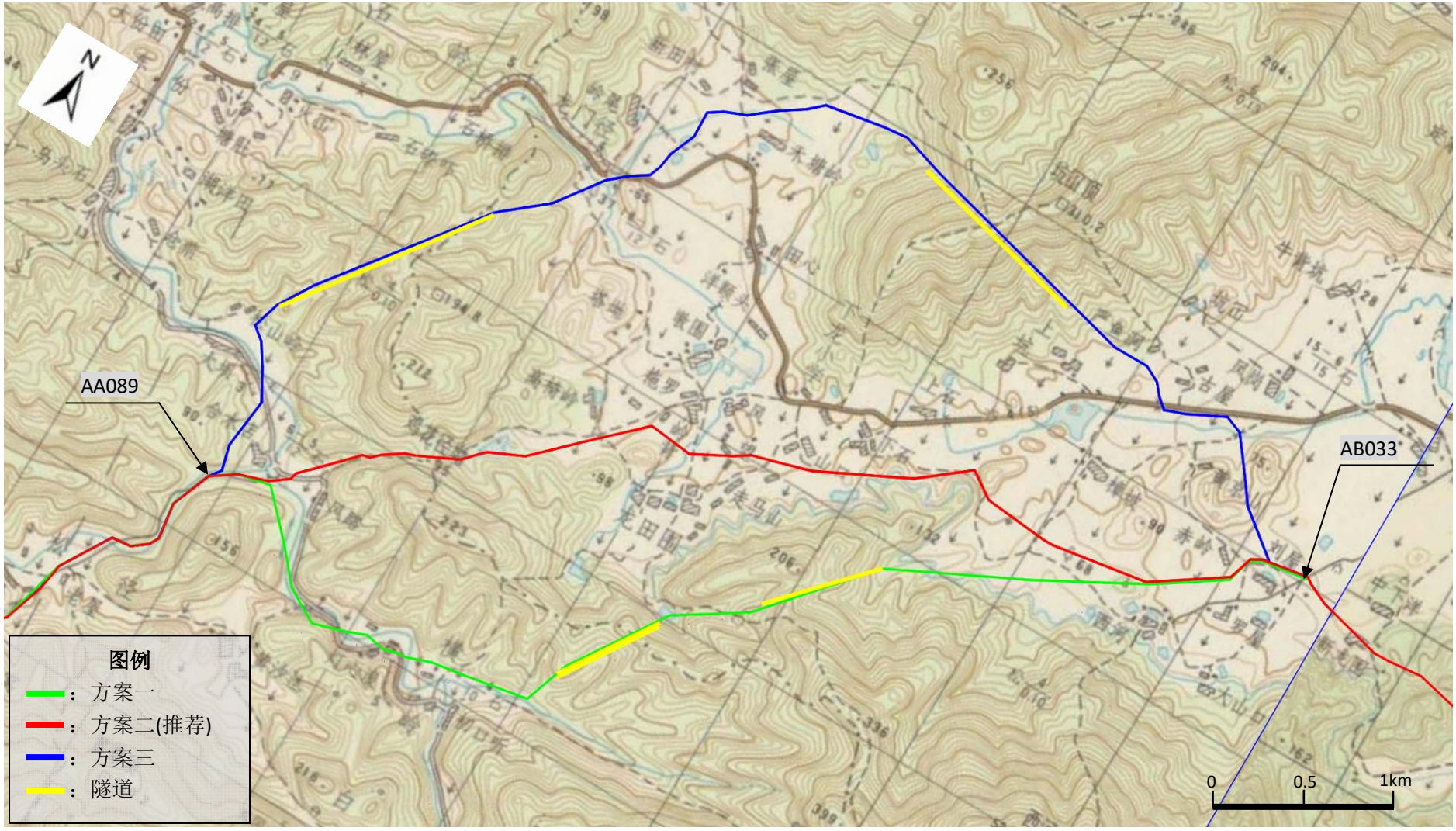


图 11.3-10　管道穿越严格控制区 A 区的线路地形分析图

② 主要工程数量及投资估算比选

穿越广州市增城区-惠州市博罗县严格控制区段(A 区)线路比选方案工程量见下表：

表 11.3-4 穿越 A 区线路比选方案工程规模比较表

类别	项目	单位	方案一	方案二(推荐)	方案三	比较结果	备注
概况	线路长度	km	10.0	8.0	8.1	方案二较优	
	穿越严格控制区长度	km	5.1	6.3	3.8	方案三较优	
地形地貌	低山丘陵	km	4.5	1.4	6.5	方案二较优	
	山间谷地	km	5.5	6.6	1.6		
土地类型	林地	km	5.0	1.5	5.4	方案二较优	
	耕地	km	2.0	2.6	1.0		
	果园	km	3.0	3.9	1.7		
隧道	总长度	m	2430	0	1473	方案二较优	
	数量	条	2	0	2		
	弃渣量	m³	24511	0	15025		
施工便道	新修	km	1.9	0	1.1	方案二较优	
	扩建(现有道路拓宽)	km	0.2	0.12	0.93		
	土石方量	m³	9900	240	7360		
水土保持	工程措施	m³	14051.8	9253.2	13925.7	方案二较优	
	生物措施	t	898.7	710.6	708.0		
征地面积	永久	m²	845	801	803	方案二较优	均设阀室 1 座
	临时	ha	21.2	16.0	17.2		
拆迁	房屋拆迁	m²	800	300	600	方案二较优	
	坟墓拆迁	座	5	1	4		
工程投资	总投资	万元	11885	5626	8834	方案二较优	
	生态补偿投资	万元	575	437	476		
	生态恢复投资	万元	38	32	29		
	水土保持投资	万元	631	416	626		

方案一和方案三沿线多低山丘陵，地形起伏大，管道施工时不仅需要大量劈方，并且需要修建大量施工便道，由此会产生较大的土石方量，对地表扰动较大，且地层岩性多为强风化花岗岩，加剧了水土流失；方案二主要是沿山间沟谷敷设的，地形起伏小，且交通方便，可以减少地表扰

动，产生的土石方量和水土流失相对较少。

方案一和方案三沿线经过的低山丘陵段人为干扰少，因此植被覆盖较好，多为次生自然林，管道施工势必会占用更多的林地，生物损失量较大；而方案二线路所在地形地貌多为山间沟谷，沿线植被多为农田地和果园，只有少量的桉树林，占用林地最少，生物损失量相对较小。

方案一和方案三受地形限制和周围村镇影响，都需要设置山岭隧道，并需要修建较多施工便道。方案二由于选择了山间谷地，并且沿线交通条件较好，所以不需要修建隧道和新建施工便道，仅需对部分原有砂石路进行拓宽即可。

综上所述，方案二相比方案一和方案三，临时用地、林地占用、水土流失影响及拆迁面积均较少，故推荐方案二。

③ 环境因素比选

由于穿越增城区-龙门县严格控制区是以水土保持为保护目标，因此环境因素比选，选择对生态环境和水土流失的影响程度最小的线路为最优线路。

穿越穿越增城区-龙门县严格控制区段线路比选方案环境因素比较见表 11.3-5。

表 11.3-5 穿越 A 区线路比选方案环境因素比较表

类别	项目	单位	方案一	方案二(推荐)	方案三	比较结果	备注
长度	线路长度	km	10.0	8.0	8.1	方案二较优	
	穿越严格控制区长度	km	5.1	6.3	3.8	方案三较优	
生态敏感区域	涉及自然保护区、森林公园等敏感区情况	/	无	无	无	/	
林地	林地损失	ha	5.0	1.5	5.4	方案二较优	
植被生物量	施工期损失生物量	t	1023.4	747.6	843.3	方案二较优	
	植被恢复生物量	t	898.7	710.6	708.0		
	永久损失生物量	t	124.7	37.0	135.3		
水土保持	工程措施	m^3	14051.8	9253.2	13925.7	方案二较优	
	生物措施	t	898.7	710.6	708.0		
	可能造成的水	/	较大	较小	中等	方案二较优	

	土流失情况						
水环境	水环境影响	/	无	无	无	/	
社会环境	涉及人口密集区	/	/	/	/	/	避绕麻榨镇规划区
	拆迁房屋	㎡	800	300	600	方案二较优	
	拆迁坟墓	座	5	1	4		
环保投资	总环保投资	万元	1244	885	1131	方案二较优	
	水土保持投资	万元	631	416	626		

A区的主要保护目标为水土保持。由于线路无法避免穿越严格控制区A区，因此在穿越 A 区内进行线路比选时，以水土流失影响程度为主要依据。

方案一和方案三情况基本相同，总体地形起伏较大，管道均需要翻越两座山岭，设置 2 座隧道。沿线总体植被覆盖茂密，植被类型多为次生林，以马尾松林和粉丹竹林为主，受人类活动干扰较少。

由于地形起伏较大，管道施工时不仅需要进行劈方，并且需要修建大量施工便道，管道施工会对地表产生较大扰动，在山体坡度较大的条件下，更加剧区域内的水土流失，需要更多的水土保持措施，增加了工程投资。

与方案二相比，沿线管道施工造成的林地损失更多，依据《管道保护法》的规定，管道中心线两侧各 5 米范围内，不允许种植深根植物，因此这些被破坏的林地难以通过生态措施恢复到原貌，永久生物损失量较大。

方案二：管道主要沿山间沟谷敷设，地形相对平坦，无需设置隧道和新建施工便道，管道施工时造成的水土流失较小。沿线土地类型多为果园、耕地等，受人类活动干扰较大。管道施工后，沿线的果园、耕地等可恢复至原貌，永久生物损失量较小。

综上所述，方案一和方案三地形起伏较大，林地占用较多，管道施工会加剧区域内的水土流失，永久生物损失量较大。而方案二地势较为平坦，林地占用少，管道施工时造成的水土流失较小，永久生物损失量较小，环保投资和水土保持投资均为最小。故推荐方案二。

④ 线路唯一性结论

线路方案比选分析可知，由于穿越增城区-龙门县严格控制区连片覆

盖且范围大，西侧有增江饮用水源一级保护区，南侧有惠州市博罗镇城市规划区，线路方案完全避绕严格控制区不符合《中华人民共和国水污染防治法》和《广东省饮用水源水质保护条例》以及《惠州市城市总体规划(2006-2020 年)》和《博罗县县城总体规划(2014-2030 年)》的要求。因此避绕严格控制区的方案不可行。

通过定量分析可知，方案二对生态环境影响程度、水土流失影响程度及社会稳定影响程度均为最小，故方案二线路路由(桩号 AA097-AB032 段)具有唯一性。

2) 道穿越严格控制区 B 区(紫金县)的方案比选

(1) 严格控制区情况

紫金县紫城镇境内的严格控制区面积约 26.42km^2，南北向长度约 10.2km。其中有汕湛高速穿越。主要保护目标为保护生物多样性和水土保持生态。

结合区段内严控区的保护目标，在线路选线时要综合考虑水土流失情况和生物损失情况，选择对生态环境和水土流失的影响程度最小的线路为推荐方案。

(2) 避让严格控制区线路方案分析

从保护环境角度出发，为充分论证线路穿越严格控制区的唯一性，设计单位在紫金县紫城镇段(AF205 桩至 AF333 桩)选择了 3 个方案进行比选，线路路由方案详图 11.3-11。

① 线路方案概述

方案一：线路从万年坑村出发，向东经天养塘、老璜楼后折向东南穿越汕湛高速过竹船坑村，在白眉寨附近经过一座长隧道后，进入到昇东村北侧的山脊上，之后穿越昇东村及汕湛高速后沿汕湛高速南侧继续前进，过鹧鸪村后折向西南，经红星村到达比选的终点梅园村，该线路长 26.8km。线路从北侧避绕了严格控制区。沿线地貌以低山丘陵为主，部分地段沿山间谷地敷设。沿线植被茂密；本方案需要设置一条隧道，总长度为 2526m，隧道共产生弃渣 25765m^3。进场施工便道须新修 2.8km，现有道路拓宽 2.1km。

方案二：线路从万年坑村出发，经天养塘、老璜楼之后与方案一分开。线路未穿越汕湛高速，而是沿高速南侧向东敷设，在白眉寨附近设置

一座隧道后，经芋坑与方案一重合。该线路长 25.9km。线路敷设地貌以山间沟谷为主，地势相对较为平缓。沿线植被以人工林和耕地为主，本方案需要设置一条隧道，总长度为720.5m，隧道共产生弃渣7915m³。进场施工便道须新修1.3km，现有道路拓宽1.8km。

方案三：线路从万年坑村出发向东南前进，经围澳圩、高田村、红光村折向东前进，经旱禾坑、台水口、上高坑、彭坊村、同屋坪到达梅园村。该线路长 28.1km。线路主要是沿山脊敷设，地形起伏大，沿线植被茂密，主要以天然次生林为主。本方案需设置两条隧道，总长度 2349m，产生弃渣23960m³。进场施工便道须新修2.5km，现有道路拓宽2.3km。

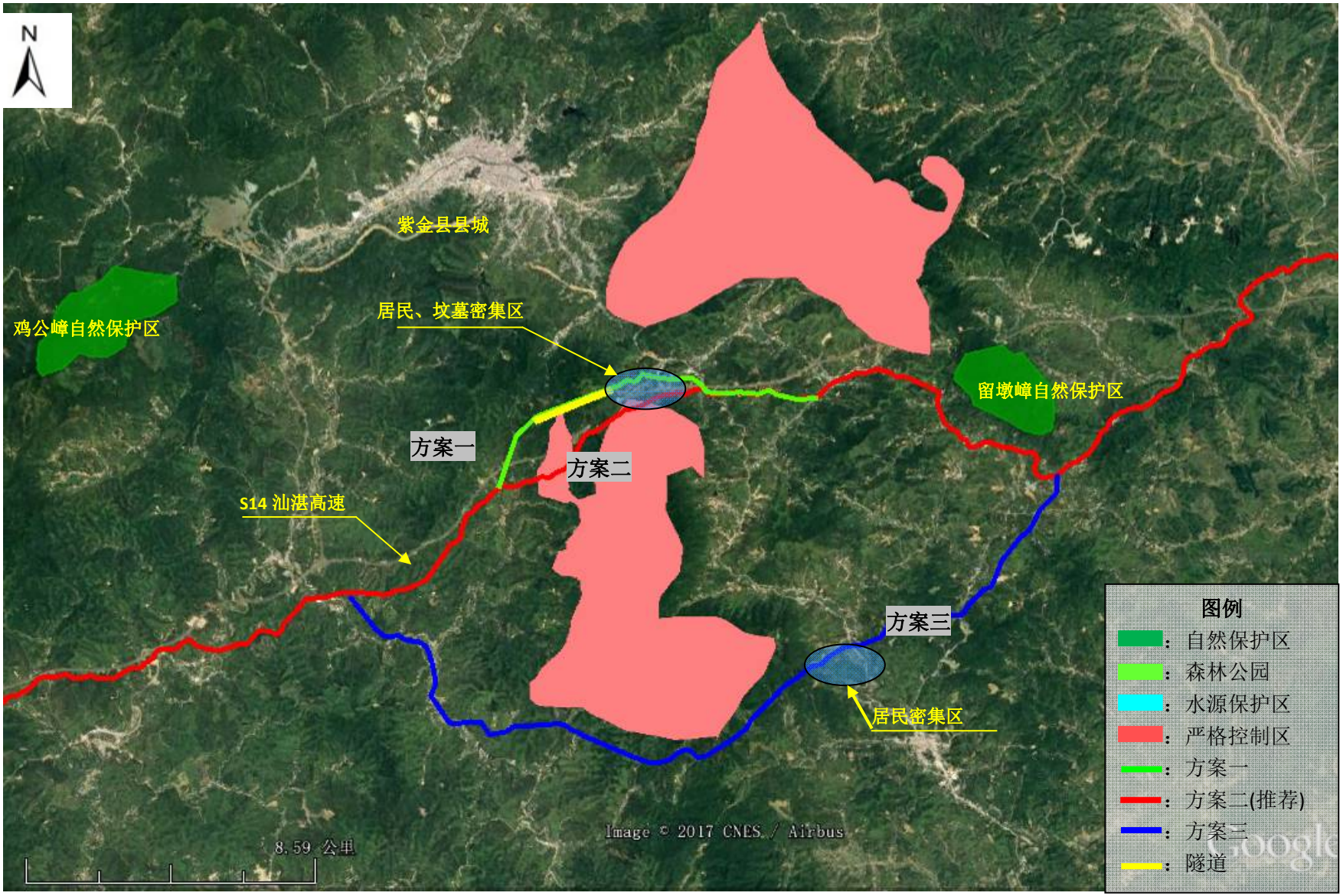


图 11.3-11　项目线路穿越严格控制区方案比选图(B 区，整体避绕方案比选)

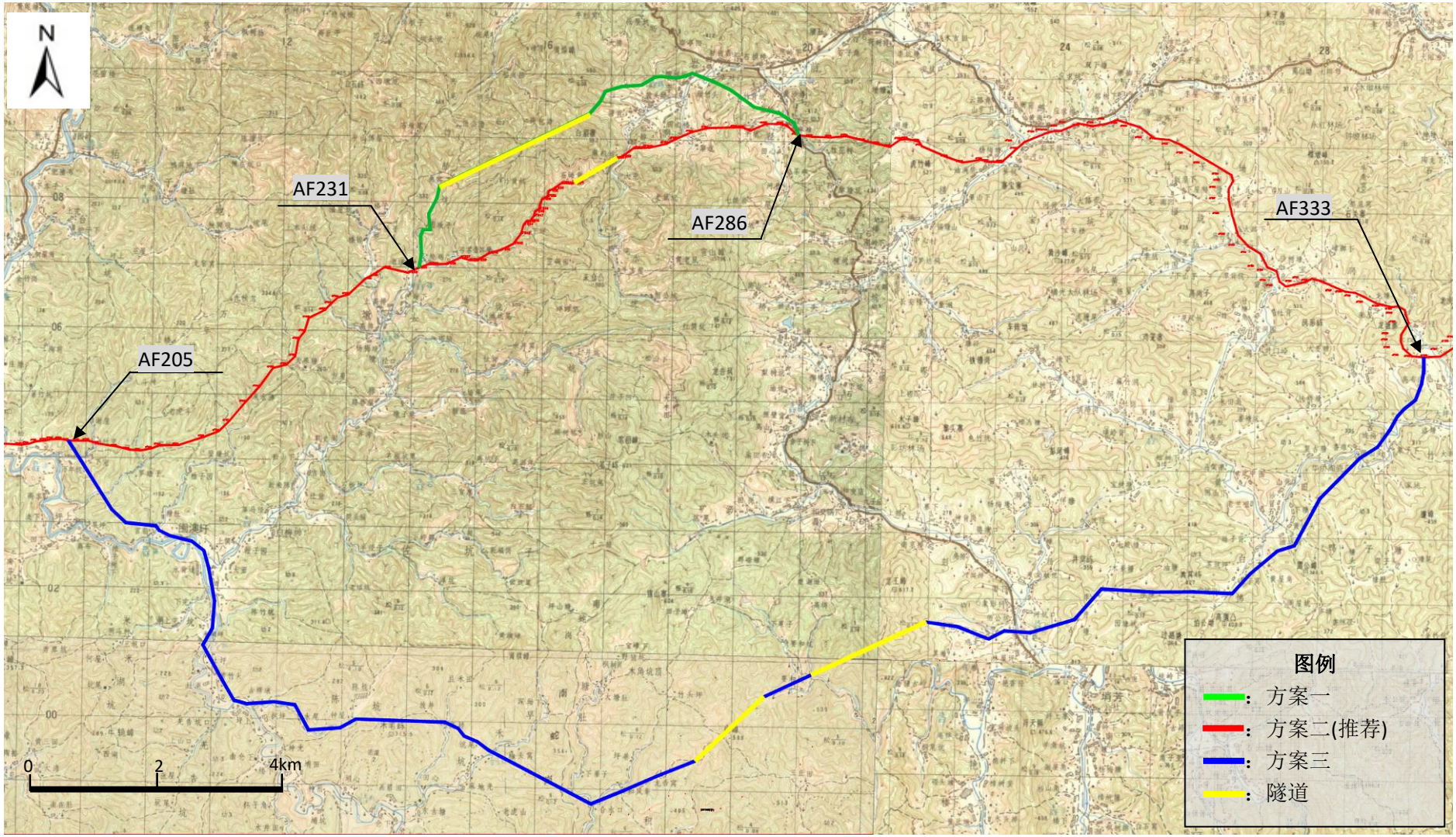


图 11.3-12　项目线路穿越严格控制区方案比选地形分析图 B 区

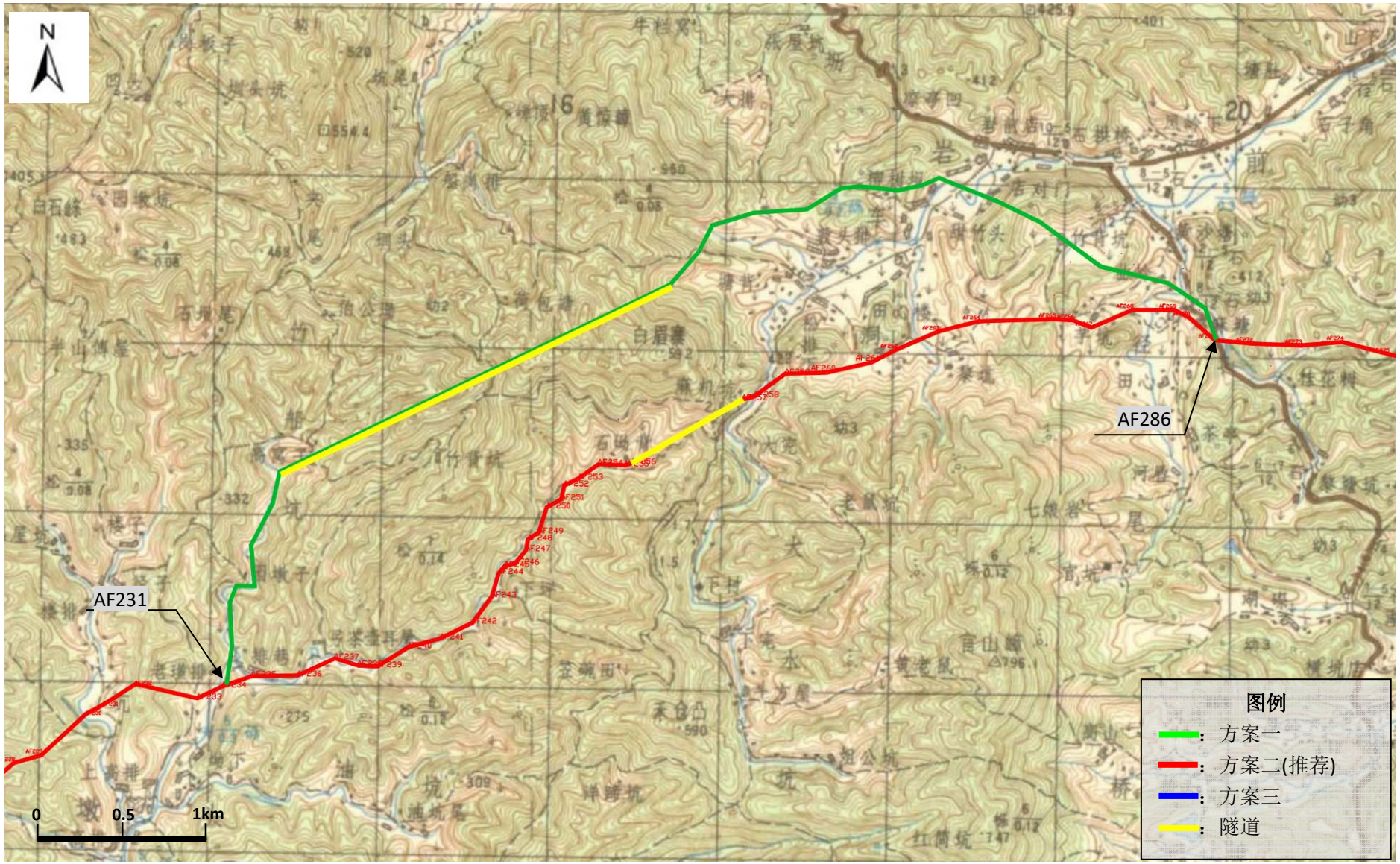


图 11.3-13　项目线路穿越严格控制区方案比选 B 区方案一与方案二地形分析图

② 主要工程数量及投资估算比选

穿越紫金县严格控制区线路(B区)线路比选方案工程量见表11.3-6。

表11.3-6 穿越B区线路比选方案工程规模比较表

类别	项目	单位	方案一	方案二(推荐)	方案三	比较结果	备注
概况	线路长度	km	26.8	25.9	28.1	方案二较优	
	穿越严格控制区长度	km	0	2.168	0	方案一、三较优	
地形地貌	低山丘陵	km	14.8	10.6	19.0	方案二较优	
	山间谷地	km	12.1	15.3	9.1		
土地类型	林地	km	17.0	13.9	21.7	方案二较优	
	耕地	km	9.8	12.0	6.0		
	果园	km	0	0	0.4		
隧道	总长度	m	2526	720.5	2349	方案二较优	
	数量	条	1	1	2		
	弃渣量	m^3	25765	7915	23960		
施工便道	新修	km	2.8	1.3	2.5	方案二较优	
	扩建(现有道路拓宽)	km	2.1	1.8	2.3		
	土石方量	m^3	24000	15000	24200		
水土保持	工程措施	m^3	40126.0	35387.7	45180.2	方案二较优	
	生物措施	t	1894.3	1716.7	2094.6		
征地面积	永久	m^2	589	569	618	方案二较优	不设阀室
	临时	ha	56.1	53.3	58.6		
拆迁	房屋拆迁	m^2	2100	1300	2000	方案二较优	
	坟墓拆迁	座	25	4	12		
工程投资	总投资	万元	24065	19417	24928	方案二较优	
	生态补偿投资	万元	1031	839	1346		
	生态恢复投资	万元	94	92	97		
	水土保持投资	万元	1803	1590	2030		

方案一和方案三虽未经过严控区，但沿线植被茂密，管道施工对沿线的生态环境尤其是次生自然林造成较大破坏，对于生态多样性产生较大影响；方案二沿线地形相对平坦，尤其是通过严控区的地段以山间谷地为主，该区域受人类活动影响较大，线路北侧为刚刚建成投入运营的汕湛高速，线路路由多借助汕湛高速已经影响的地段敷设，同时可大量使用原有施工道路作为管道施工使用，对严控区影响较小；管道经过的严控区段内

植被多为桉树等人工林，最大程度保护了生态多样性。

方案一和方案三通过的低山丘陵段均比方案二长，结合管道施工特点，必然会产生更大的水土流失。另一方面，受地形限制，方案一和方案三的隧道的长度和数量均多于方案二，不仅产生了更多的隧道弃渣，而且需要修筑更多的施工便道，对于环境的整体影响更大。

方案一和方案三为了避绕严格控制区，均通过了村镇人口密集区，管道不可避免需要拆迁房屋及坟墓，由于地方风俗重视风水宝地等原因，未来管道施工和运营都可能造成较大的社会环境影响。

综上所述，方案二从林地占用、征地面积、房屋、坟墓拆迁、水土流失影响等方面分析均优于方案一和方案三，故推荐方案二。

③ 环境因素比选

由于紫金县紫城镇段严格控制区，是以生物多样性和水土保持为保护目标，因此环境因素比选，主要选择对生态环境和水土流失的影响程度最小的线路为最优线路。

穿越紫金县段严格防护区线路比选方案环境因素比较见表 11.3-7。

表 11.3-7 穿越 B 区线路比选方案环境因素比较表

类别	项目	单位	方案一	方案二(推荐)	方案三	比较结果	备注
长度	线路长度	km	26.8	25.9	28.1	方案二较优	
	穿越严格控制区长度	km	0.0	2.186	0.0	方案三较优	
生态敏感区域	涉及自然保护区、森林公园等敏感区情况	/	无	无	无	/	
林地	林地损失	ha	17.0	13.9	21.7	方案二较优	
植被生物量	施工期损失生物量	t	2320.3	2063.5	2636.8	方案二较优	
	植被恢复生物量	t	1894.3	1716.7	2094.6		
	永久损失生物量	t	426.0	346.8	542.3		
水土保持	工程措施	m^3	40126.0	35387.7	45180.2	方案二较优	
	生物措施	t	1894.3	1716.7	2094.6		
	可能造成的水土流失情况	/	中等	较小	较大		

水环境	水环境影响	/	无	无	无	/	
社会环境	涉及人口密集区	/	穿越昇东村人口密集区	/	穿越彭坊村人口密集区	方案二较优	
	拆迁房屋	㎡	2100	1300	2000		
	拆迁坟墓	座	25	4	12		
环保投资	总环保投资	万元	2928	2521	3474	方案二较优	
	水土保持投资	万元	1803	1590	2030		

严格控制区 B 区(紫金县)主要保护目标为保护生物多样性和水土保持生态。设计单位选择了南北两条避绕方案和一条穿越方案进行线路比选。

方案一：线路全长 26.8km，从严格控制区北侧进行避绕。线路前半段地形起伏较大，沿线植被覆盖茂密，管道需要翻越一座山岭，需设置 1 座隧道，隧道总长 2526 米。

管道在这一段施工时不仅需要进行山体劈方，并且需要修建大量施工便道，对地表植被产生较大破坏，通过统计需砍伐林地 17 公顷，管道施工后因此这些被破坏的林地难以通过生态措施恢复到原貌，永久生物损失量较大。加上山体坡度加大，管道施工势必造成较大的水土流失，必须设置大量的水土保持措施，需要投入大量的环保投资。

该方案后半段进入昇东村内，主要沿该村北侧丘陵敷设，由于地方风俗重视风水宝地等原因，丘陵上密布坟墓，线路的局部段需要进入到村庄内，因此需要拆迁较多坟墓及房屋，通过统计沿线须拆迁房屋 2100 ㎡，拆迁坟墓 25 座，管道施工将对当地的社会环境产生比较大的影响，同时管道自身运营的安全风险也比较大。

方案二：线路全长 25.9km，该方案穿越了两段严控区，线路主要是沿高速南侧向东敷设的。沿线地形相对平坦，尤其是通过严控区的地段是以山间谷地为主，谷地内受人类活动影响较大，现多为农田，植被覆盖情况一般，线路北侧为刚刚建成投入运营的汕湛高速。

由于管道沿线地形相对平坦，管道施工时造成的水土流失会比较小，加上线路路由多处借助汕湛高速施工时已经影响的地段进行敷设，并且大量使用高速施工时遗留的施工便道，大大减少了对原有植被的破坏。通过统计沿线将砍伐林地 13.9 公顷，管道施工后，沿线的农田等可恢复至原

貌，永久生物损失量较小，环境生态环保投资较小。

本方案沿线人口相对较少，通过统计沿线须拆迁房屋1300㎡，拆迁坟墓 4 座，管道施工对当地的社会环境影响较小，同时管道自身运营的安全风险也比较小。

方案三：线路从严控区南侧避绕，线路全长 28.1km，总体地形起伏较大，尤其是在彭坊村附近，山体高差超过了 260m，需设置 2 座隧道。沿线植被茂密，穿越了彭坊村的人口密集区。

与方案一类似，管道在这一段施工时不仅需要进行山体劈方，并且需要修建大量施工便道，对地表植被产生较大破坏，通过统计需砍伐林地21.7 公顷，管道施工后因此这些被破坏的林地难以通过生态措施恢复到原貌，永久生物损失量较大。加上山体坡度加大，管道施工势必造成较大的水土流失，必须设置大量的水土保持措施，需要投入大量的环保投资。

线路穿越彭坊村人口密集区，通过统计沿线管道施工须拆迁房屋 2000㎡，拆迁坟墓 12 座，管道施工和运营都可能造成较大的社会环境影响。

综上所述，方案一和方案三虽然避绕了严格控制区，但由于地形起伏较大，林地占用较多，因此管道施工会加剧区域内的水土流失，永久生物损失量较大，而且由于涉及人口密集区，需要拆迁的房屋和坟墓较多，对社会环境的影响较大。而方案二虽然穿越了严控区，但其路由总体是沿汕湛高速南侧的山间谷地敷设的，管道施工时造成的水土流失较小，林地占用少，永久生物损失量较小，环保投资和水土保持投资均为最小。并且房屋和坟墓拆迁量较小，社会环境影响小，故推荐方案二。

④ 线路唯一性结论

在通过对环境因素、工程量及投资估算比选后可知，方案二线路主要是沿汕湛高速南侧山间谷地敷设，已经受到人类活动干扰，虽然穿越了严格控制区，但从整体考虑，该线路方案对生态环境影响程度、水土流失影响程度及社会稳定影响程度均为最小，故方案二线路路由(AF236+50m-AF242+120m 段、AF257- AF262+20m 段)具有唯一性。

3) 管道穿越严格控制区 C 区(梅州丰顺段)的方案比选

本项目在该路段的线路方案，须衔接揭阳分输清管站和潮州分输清管站，兼顾梅州、揭阳和潮州三地市的供气需求，因此线路在丰顺县段穿越了 E2-4-1 莲花山脉生物多样性保护与水土保持生态功能区内的严格控制

区。

(1)　严格控制区情况

由于丰顺县境内严格控制区范围较大，面积达到了 785km2，南北走向控制范围达到了 45km，东西走向控制范围达到了 55km。主要保护目标为生物多样性与水土保持。

丰顺县严格控制区北侧与五华县严格控制区连城一片，西侧是揭阳市揭东区严格控制区，南侧紧邻揭阳市榕江北河饮用水源二级保护区和新西河干渠引用水源一级保护区，整片区域环境敏感程度高，有梅汕高铁、广梅汕铁路、汕昆高速等自北向南穿越严格控制区。

(2)　避让严格控制区线路方案分析

管道由揭阳站向潮州站前进，总体呈东西走向。揭阳站与潮州站之间所处地域为梅州市丰顺县和揭阳市揭东区范围内，该区域严格控制区分布广泛，还有 2 处饮用水源一级保护区和 2 处饮用水源二级保护区及 1 处自然保护区，并且区域内经济发达、人口密集，所以管道无论从控制区的北侧还是南侧均无法避免穿越严格控制区。

(3)　穿越严格控制区线路方案比选

为保护严格控制区的生物多样性少受影响，从保护环境角度出发，工可单位从揭阳分输清管站至潮州分输清管站(AJ016 桩至 AK012 桩)选择了 3 条线路方案进行比选，线路路由方案详见图 11.3-14。

①　线路方案概述

方案一：该方案线路长度为 57.7km，穿越严格控制区的长度约为 1.826km。线路从揭阳站出发，向北前进经过观音山村、玉牌村后折向东北经姑山村、太平村后穿越国道 G206 和广梅汕铁路后折向西北，沿铁路东侧敷设至小铜盘村折向东北，经梅坑水库、东秀村，沿省道 S224 敷设经东联村、上村、新联村，至新南村后折向东南经桐坑、君子村到达小占坑村，之后过银坑坪、银坑、火烧寮、石结坊、黄砂田村到达黄竹径村。管道沿线以低山丘陵为主，沿线植被茂密，以次生自然林为主；本方案需要设置八条隧道，总长度为 10109m，隧道共产生弃渣 103112m³。进场施工便道须新修 7.2km，现有道路拓宽 3.5km，设置阀室 2 座。设置阀室 2 座。

方案二：线路从揭阳站出发，与方案一路由相同，至梅坑水库折向东前进，经吉坪村、黄牛崇、龙归寨至由古时村后东南到小占坑村后，与方

案一重合。该方案线路长度约为 48.8km，穿越严格控制区的长度约为5.192km(共分 5 段穿越，其中 1 段：AI127+118m- AI129 段长约 0.308km，2 段：AI139-AI153+140m 段长约 2.696km，3 段：AI156+90m-AI165+105m 段长约 1.176km，4 段：AI181+400m-AI181+1120m 段长约 0.72km，5 段：AI201+40m-AI201+332m 长约 0.292km)。从线路总体走向来看，该方案不穿越饮用水源保护区，沿线低洼地带较多，管道线路主要是管沟形式的铺设，沿线植被茂密，以次生自然林为主；本方案需要设置四条隧道，总长度为 4705m，共产生弃渣 47911m³，但隧道的进口和出口均不落在严格控制区范围内。进场施工便道须新修 5.6km，现有道路拓宽 2.3km，设置阀室 2 座。

方案三：线路从揭阳站出发，向东北向前进，经新埔龙村、军埔村后折向东南，过坪埔村、金东岭村、龙背新村、老岭村、老龙村，经棋盘村折向东北经居西溜、黄潭村、伍全村到达黄竹径村，从线路总体走向来看，该方案的线路较为顺畅，局部存在近 90 度转折。该方案线路长度约为 41.8km，穿越严格控制区的长度约为 2.835km。从线路总体走向来看，局部段须近 90 度转折。该方案穿越了北河二级水源保护区、新西河干渠一级水源保护区。沿线地貌以低山丘陵为主，部分地段沿山间谷地敷设，沿线植被茂密，以次生自然林为主。本方案需要设置六条隧道，总长度为 6902m，共产生弃渣 70400m³。进场施工便道须新修 4.9km，现有道路拓宽 5.1km，设置阀室 2 座。但该方案在揭阳市揭东区新亨镇需要避绕人口密集区，地方政府处于安全考虑，要求线路进行调整避绕，因此线路路由只能穿越新西河干渠一级水源保护区。

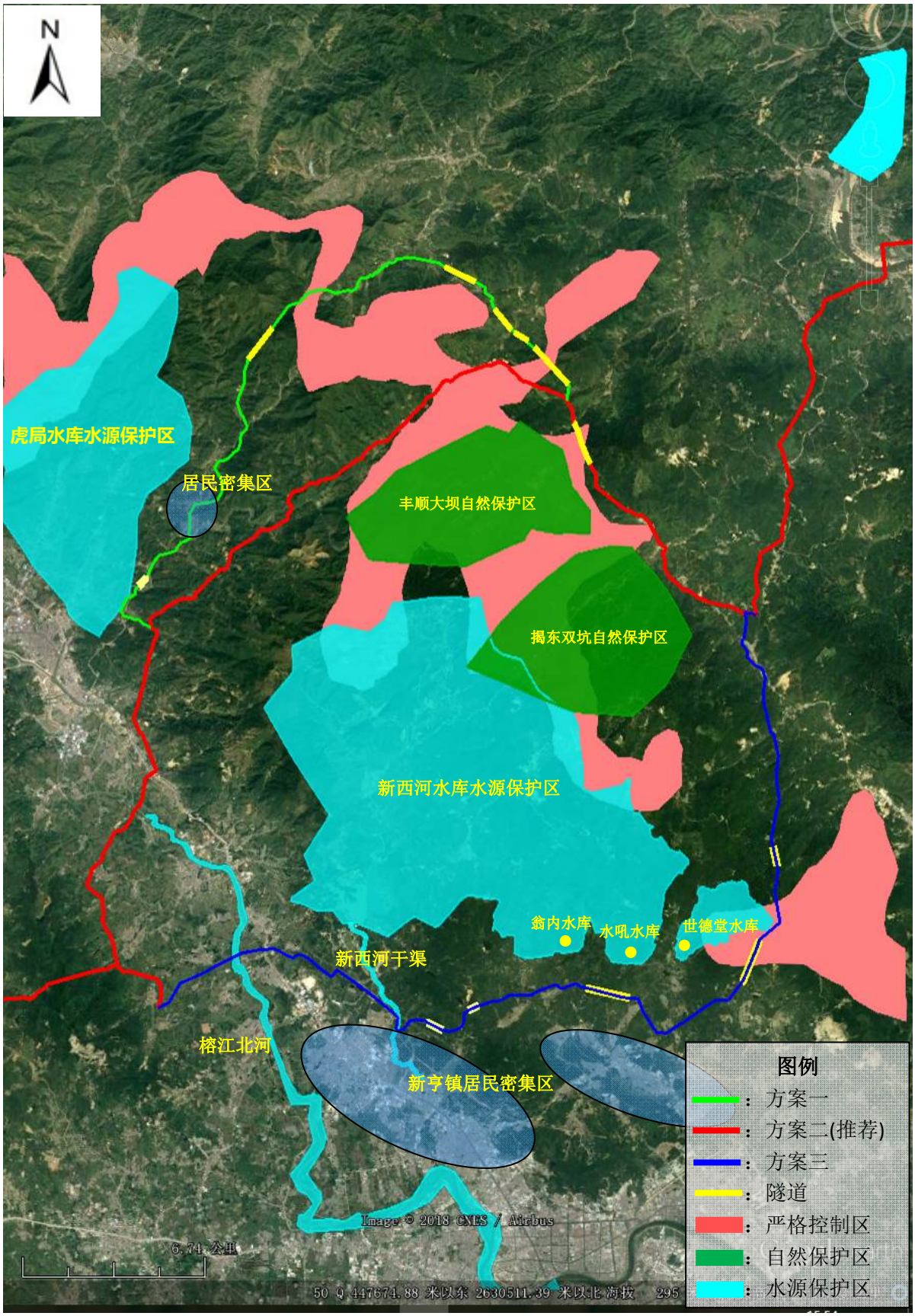


图 11.3-14　项目线路穿越严格控制区方案比选图(C 区，穿越严控区内方案比选)

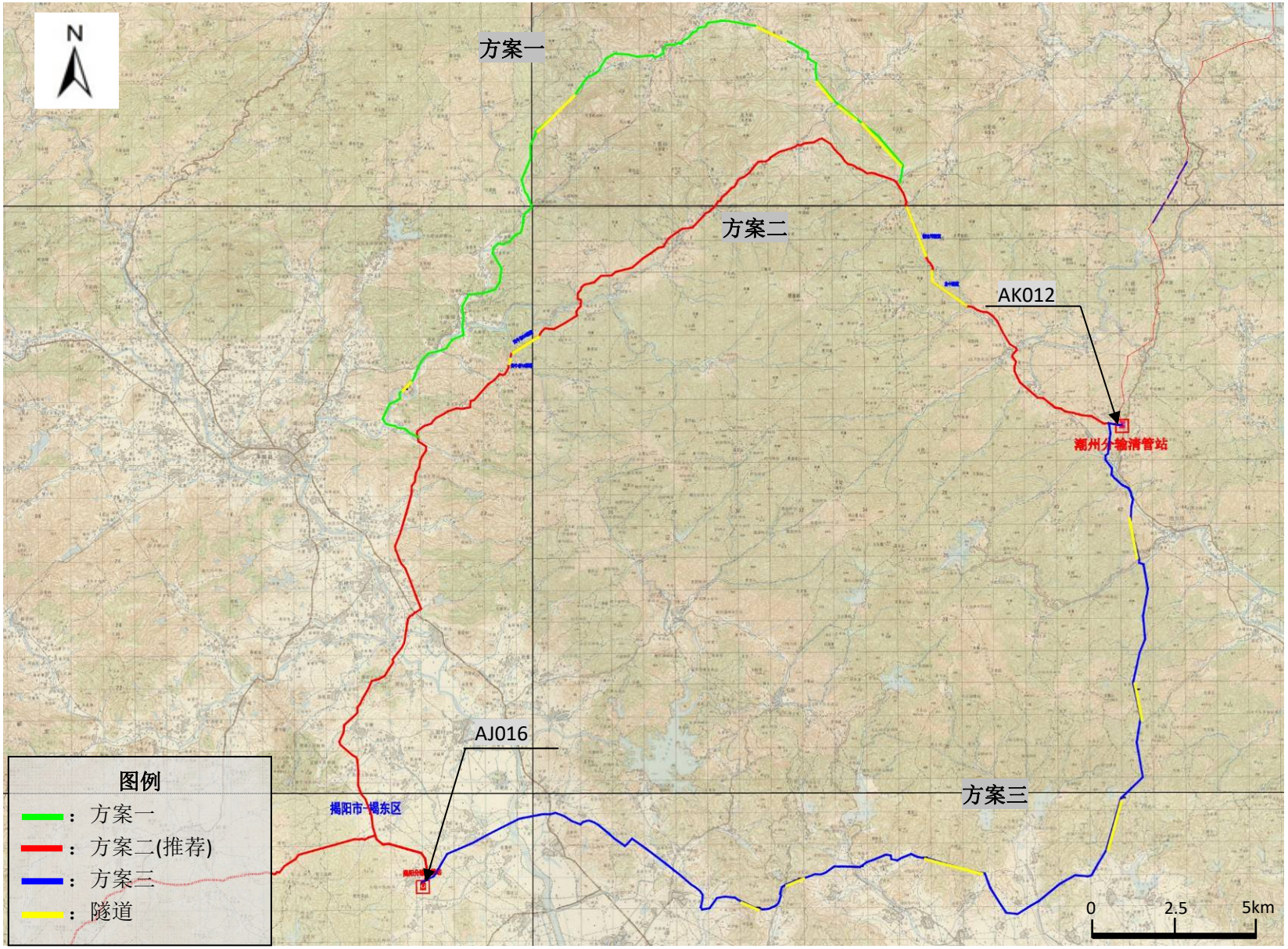


图 11.3-15　项目线路穿越严格控制区方案比选地形分析图(C 区)

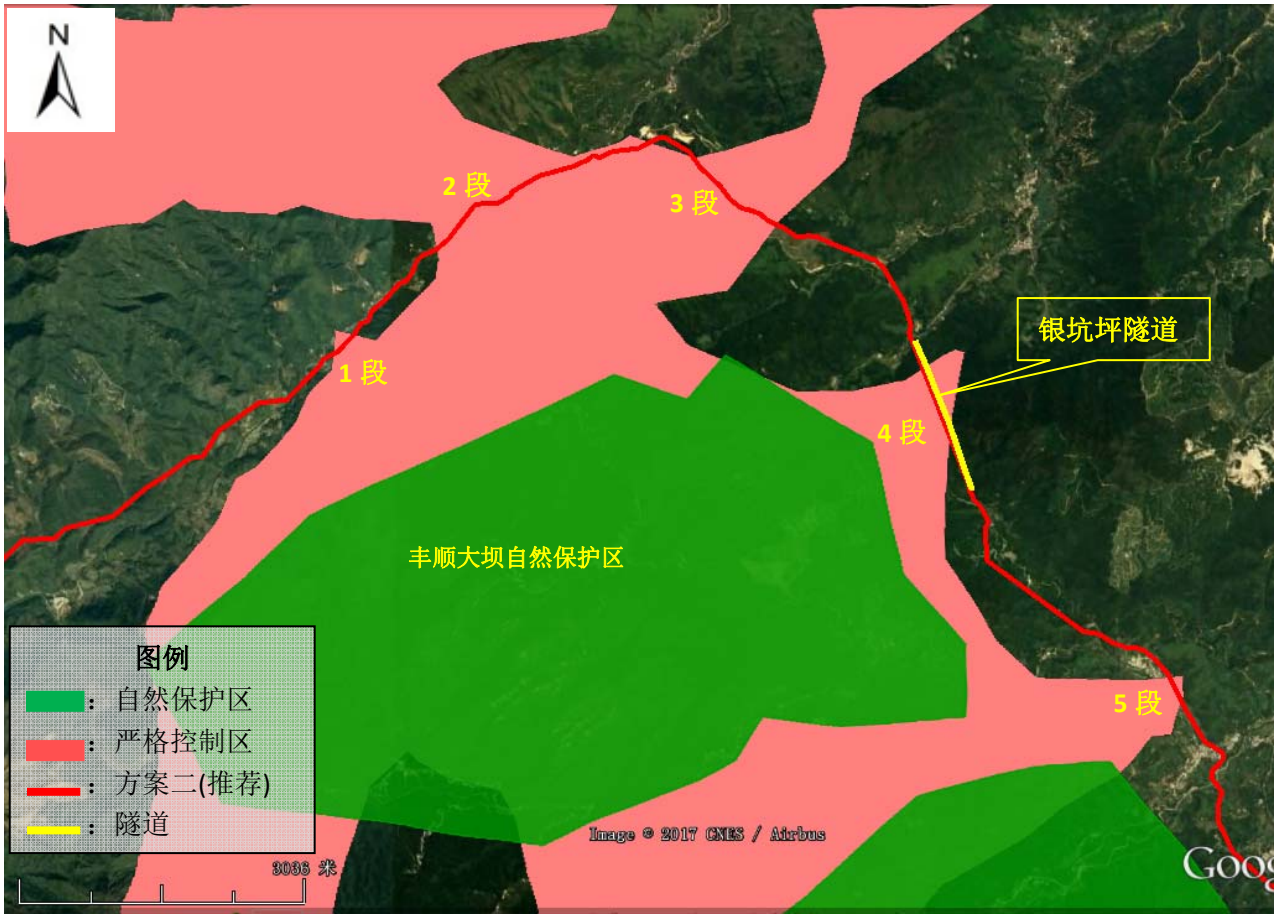


图 11.3-16　管道穿越严格控制区 C 区细节分析图

②　主要工程数量及投资估算比较

穿越丰顺县严格控制区段(C 区)线路比选方案工程量见下表：

表 11.3-8　穿越 C 区线路比选方案工程规模比较表

类别	项目	单位	方案一	方案二(推荐)	方案三	比较结果	备注
概况	线路长度	km	57.7	48.8	41.8	方案三较优	
	穿越严格控制区长度	km	1.826	5.192	2.835	方案一较优	
地形地貌	低山丘陵	km	35.4	28.9	30.5	方案二较优	
	山间谷地	km	22.2	19.9	11.3		
土地类型	林地	km	34.9	26.0	25.5	方案三较优	
	耕地	km	15.8	15.1	6.6		
	果园	km	7.0	7.6	9.7		
隧道	总长度	m	10109	4705	6902	方案二较优	
	数量	条	8	4	6		
	弃渣量	m^3	103112	47991	70400		
施工便道	新修	km	7.2	5.6	4.9	方案二较优	

	扩建(现有道路拓宽)	km	3.5	2.3	5.1		
	土石方量	m³	57200	42800	49800		
水土保持	工程措施	m³	89505.5	74726.4	69273.7	方案三较优	
	生物措施	t	4534.9	3839.5	3655.8		
征地面积	永久	m²	2519	2323	2169	方案三较优	均设阀室2座
	临时	ha	121.12	101.88	88.58		
拆迁	房屋拆迁	m²	2600	2200	3600	方案二较优	
	坟墓拆迁	座	17	9	16		
工程投资	总投资	万元	59929	43563	44269	方案二较优	
	生态补偿投资	万元	2740	2259	2412		
	生态恢复投资	万元	208	178	153		
	水土保持投资	万元	4022	3358	3113		

方案三由于受揭东区新亨镇居民区影响及新西河干渠饮用水源一级保护区的制约，该方案对环境影响的因素较大，线路方案不推荐。

方案二与方案一均避绕了饮用水源一级保护区，因此本段区域的最终路由只能在方案一和方案二中选取。两个方案所经区域植被的覆盖情况基本相同，方案二经过的山间谷地较多，地形更为平坦，地势起伏相对较小，结合管道施工特点，更有利于水土保持；方案二的线路长度较短，因此临时用地和林地占用面积均较小，并且隧道长度和新建和扩建的施工便道长度也较短，因此从临时用地、林地占用、水土流失影响及工程投资等方面比选，方案二均优于方案一，故推荐方案二。

③ 环境因素比较

由于梅州市丰顺县严格控制区是以生物多样性和水土保持为保护目标，因此环境因素比选，主要选择对生态环境影响和水土流失程度最小的线路为最优线路。

穿越丰顺县严格控制区线路比选方案环境因素比较见下表。

表 11.3-9 穿越 C 区线路比选方案环境因素比较表

类别	项目	单位	方案一	方案二(推荐)	方案三	比较结果	备注
长度	线路长度	km	57.7	48.8	41.8	方案三较优	
	穿越严格控制区长度	km	1.826	5.192	2.835	方案三较优	
生态敏感区域	涉及自然保护区、森林公园等敏感	/	无	无	无	/	

	区情况						
林地	林地损失	ha	34.9	26.0	25.5	方案三较优	
植被生物量	施工期损失生物量	吨	5407.0	4489.9	4293.2	方案三较优	
	植被恢复生物量	吨	4534.9	3839.5	3655.8		
	永久损失生物量	吨	872.1	650.5	637.4		
水土保持	工程措施	m^3	89505.5	74726.4	69273.7	方案三较优	
	生物措施	t	4534.9	3839.5	3655.8		
	可能造成的水土流失情况	/	较大	中等	较小		
水环境	水环境影响	/	无	无	穿越新西河干渠饮用水源一级保护区和榕江北河饮用水源二级保护区	方案一、二较优	
社会环境	涉及人口密集区	/	穿越丰顺汤坑镇、揭东玉湖镇人口密集区	/	穿越揭东区新亨镇人口密集区	方案二较优	
	拆迁房屋	m^2	800	300	600		
	拆迁坟墓	座	5	1	4		
环保投资	总环保投资	万元	6970	5795	5679	方案三较优	
	水土保持投资	万元	4022	3358	3113		

方案一：线路长度 57.7km，共有 4 处穿越严控区。线路总体地形起伏较大，最大海拔高差超过 368 米，需设置 8 座隧道，隧道总长 10109 米。沿线植被茂密，以次生自然林为主。线路穿越了丰顺县汤坑镇、揭东玉湖镇人口密集区。

由于地形起伏较大，修建隧道多，管道在这一段施工时不仅需要进行山体劈方，还需要新建大段施工便道，对地表植被产生较大破坏，通过统计需砍伐林地 34.9km，管道施工后因此这些被破坏的林地难以通过生态措施恢复到原貌，永久生物损失量较大。加上山体坡度加大，管道施工势必造成较大的水土流失，必须设置大量的水土保持措施，需要投入大量的环保投资。

方案二：线路总长 48.8km，地形条件优于方案一，需设置 4 条隧道，总长 4705m，全线共有 5 段穿越严控区，其中第 1 段和第 5 段穿越了严控区的边角，这两个边角都跨越了沟谷，延伸到了另一座山体的半山腰，若管线避绕这两处严控区的边角，需要设置山岭隧道或劈山敷设，对环境破坏较为严重。而管线所在沟谷多为耕地、果园，施工时对环境影响很小。管道在第 2 段和第 3 段穿

越严控区内主要沿沟谷内沿现有道路敷设的，土地多为耕地或果园，并且可利用现有道路作为施工便道，施工对环境影响较小。管道穿越第 4 段严控区是采用山岭隧道形式通过的，隧道进出口均不在严控区之外，对严控区内的生态环境影响轻微。

与方案一相比，管道线路主要是沿沟谷敷设，尤其在严控区内，地形相对平坦，而且土地类型多为农田、果园等，交通依托好，新修和扩建的施工便道长度比较短，管道施工时造成的水土流失较小。施工后，沿线的果园、耕地等可恢复至原貌，永久生物损失量较小。

方案三：该方案线路长度 41.8km，完全避绕了严控区，但线路穿越了新西河干渠一级水源保护区和北河二级水源保护区，并且穿越了揭东玉湖镇和新亨镇的人口密集区，地方政府处于安全考虑，不同意该路由。

综上所述，由于方案三穿越了饮用水一级水源保护区，并且经过了人口密集区，故不考虑该路由方案。方案一和方案二均需穿越严格控制区，但方案二由于多在沟谷内敷设，且在生态严控区内多为果园、耕地等，因此经过统计计算，方案二在林地损失、生物量损失、水土保持工程量均为最小，设置隧道和新建施工便道相对较少，房屋和坟墓拆迁量最少，环保投资和水土保持投资均较小。方案二在生态环境影响程度、饮用水源影响程度及社会稳定影响程度均为最小，故推荐方案二。

④ 线路唯一性结论

线路方案分析可见，由于梅州市丰顺县严格控制区连片覆盖且范围大，被连片带状严格控制区包围，南侧受到北河饮用水源保护区和新西河饮用水源保护区的阻隔，因此无法避绕严格控制区。

由于方案三穿越了新西河干渠饮用水源一级保护区，对环境保护影响的综合因素最大，因此不推荐方案三。通过对方案一和方案二的工程量及投资估算比选、环境因素比选后可知，方案二对生态环境影响程度、水土流失影响程度及社会稳定影响程度均为最小，故方案二线路路由(AJ016-AK012)具有唯一性。

4) 管道穿越严格控制区 D 区(潮州市潮安区段)的方案比选

本项目输气管道方向是从潮州向漳州前进，总体呈西南—东北走向，在潮州市潮安区赤凤镇-凤凰镇段穿越了潮州市严格控制区。

(1) 严格控制区情况

潮州市潮安镇严格控制区范围较大，西北部与梅州市丰顺县、大埔县严格控制区相连，直至韩江边，向东覆盖整个潮州市域范围，东西走向控制范围达到了 41km，南北走向控制范围达到了 49km。

(2) 穿越严格控制区线路方案比选

本项目在工程可行性研究阶段，从工程可靠性和环境保护角度出发，选择了 3 条线路方案进行比选，设计单位在线路方案比选过程中，经实地考察发现，该区域设有军事重地，因此建设单位于 2015 年报请某部队对线路走向和比选方案进行研究。

某部队根据设计单位提供的线路方案，组织专业人员进行图上作业、计算，并赴现场实地勘察确认，经反复研究，同意按照线路穿越潮安区凤凰镇严格控制区的线路路由，但部分管道线段对军事设施安全保密仍有一定影响。其中，闽粤支干线省道 S221、S334 穿越路段与国防通信光缆直接交叉，管道顶管穿越方案将严重影响军事通信光缆安全，要求将顶管与路面垂直距离扩大至 2.0 米以上，且需由部队派专人现场把关监工。

某部队要求严格按照已报请的闽粤支干线潮州市段线路方案和部队建议进行工程建设，若有变化及时通知部队，确保军事设施安全保密。

经 2018 年 1 月 3 日在广州市主持召开的《西气东输三线闽粤支干线工程穿越严格控制区可行性研究报告》专家审查会，专家提出建议增加一条穿越严控区较短的线路方案进行比选。设计单位将方案四报请某部队对该线路进行研究，该部队根据设计单位提供的线路方案，组织专业人员进行图上分析，确认该线路涉及国家军事机密，不同意该线路方案。

比选线路路由方案详见图 11.3-17。

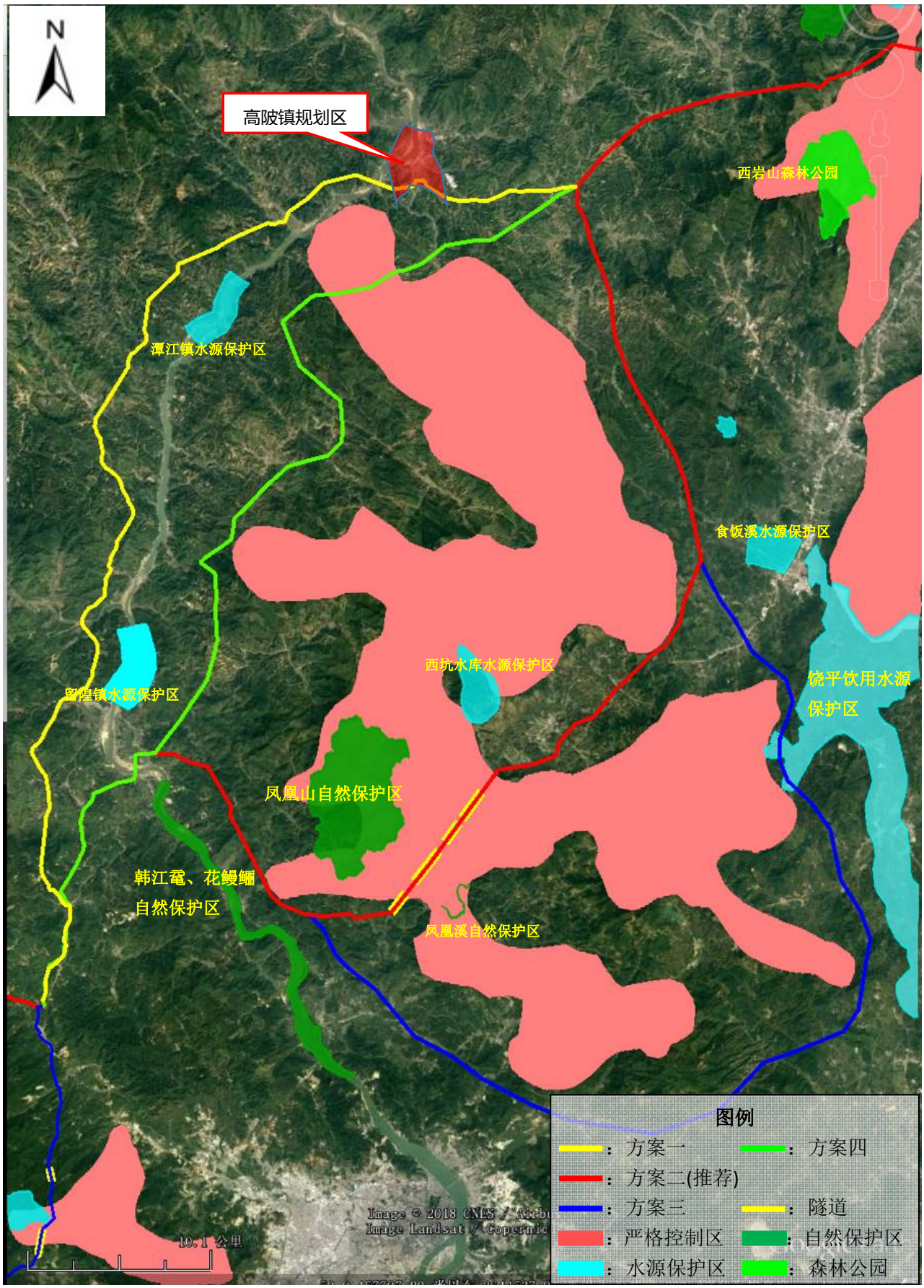


图 11.3-17　项目线路穿越严格控制区方案比选图(D 区，整体避让方案比选)

(3) 线路唯一性比选结果

受限于军事区域控制范围，线路方案必须按照部队确认的线路建设，确保军事安全保密，故方案二线路路由穿越潮州市潮安区严格控制区具有唯一性。

5) 管道穿越严格控制区 E 区(梅州大埔-潮州饶平段)方案比选

本项目在该路段的线路方案须与福建漳州境内管线相衔接，总体呈西南—东北走向，线路在梅州市大埔县与潮州市饶平县交界处附近(AK113+153m-AK116)穿越了梅州市大埔县严格控制区。

(1) 严格控制区情况

梅州市大埔县-潮州市饶平县严格控制区南北分为两个片区，北部严格控制区面积为108km^2，南北走向长27km；南部生态严格控制片区面积为58km^2，南北走向长 29km。主要保护目标为保护生物多样性。

南北严格控制区中间有一条东南—西北走向的带状区域，区域内为潮州市饶平县饶洋镇、上饶镇、上善镇、S324 省道及密集的村庄分布在该区域。

(2) 避让严格控制区线路方案分析

从保护环境角度出发，为充分论证线路穿越严格控制区的唯一性，工可编制单位在梅州市大埔县-潮州市饶平县严格控制区(AK113+153m-AK116)选择了 3 个方案进行比选，线路路由方案详见图 11.3-18。

① 线路方案概述

方案一：线路从逆流村向东北经大埔角村、白罗村、赌树坪后折向东南，过东光村、联丰村，在观音崇下折向东前进，直至军溪村，该线路长 41.2km，从北侧避绕了严格控制区。但受到西向接驳福建漳州的线路所限，不可避免穿越大埔龙坪咀自然保护区、双溪村饮用水源保护区及枫朗镇、百侯镇人口密集区域。沿线地貌以低山丘陵为主，部分地段沿山间谷地敷设。沿线植被茂密，以次生自然林为主；本方案需要设置五条隧道，总长度为 7406m，隧道共产生弃渣 75541m^3。进场施工便道须新修 4.7km，现有道路拓宽 4.4km，设置阀室 2 座。

方案二：线路从逆流村向东隔背村、下木村、和村，经观音崇下到达军溪村，该线路长 23.5km，其中穿越梅州市大埔县境内严格控制区的长度 1.4km。沿线地貌以低山丘陵为主，部分地段沿山间谷地敷设。沿线植被茂密，以次生自然林为主；本方案需要设置三条隧道，总长度为 6061m，隧道共产生弃渣 67382m^3。进场施工便道须新修 2.1km，现有道路拓宽 0.9km，设置阀室 1 座。

方案三：线路从逆流村向东南过福源村、上山村，在水东村折向东北敷设，沿省道 334 东侧经石北村、康贝村，在观音崇下折向东前进，直至军溪村，该线路长 39.3km，从潮州市饶平县南北严格控制区中间穿越，避绕了严格控制区，但不可避免穿越了饶洋镇、上饶镇、上善镇人口密集区域。沿线地貌以低山丘陵为主，部分地段沿山间谷地敷设。沿线植被茂密，以次生自然林为主；本方案需要设置五条隧道，总长度为10516m，共产生弃渣107263m³。进场施工便道须新修3.2km，现有道路拓宽1.8km，设置阀室2座。

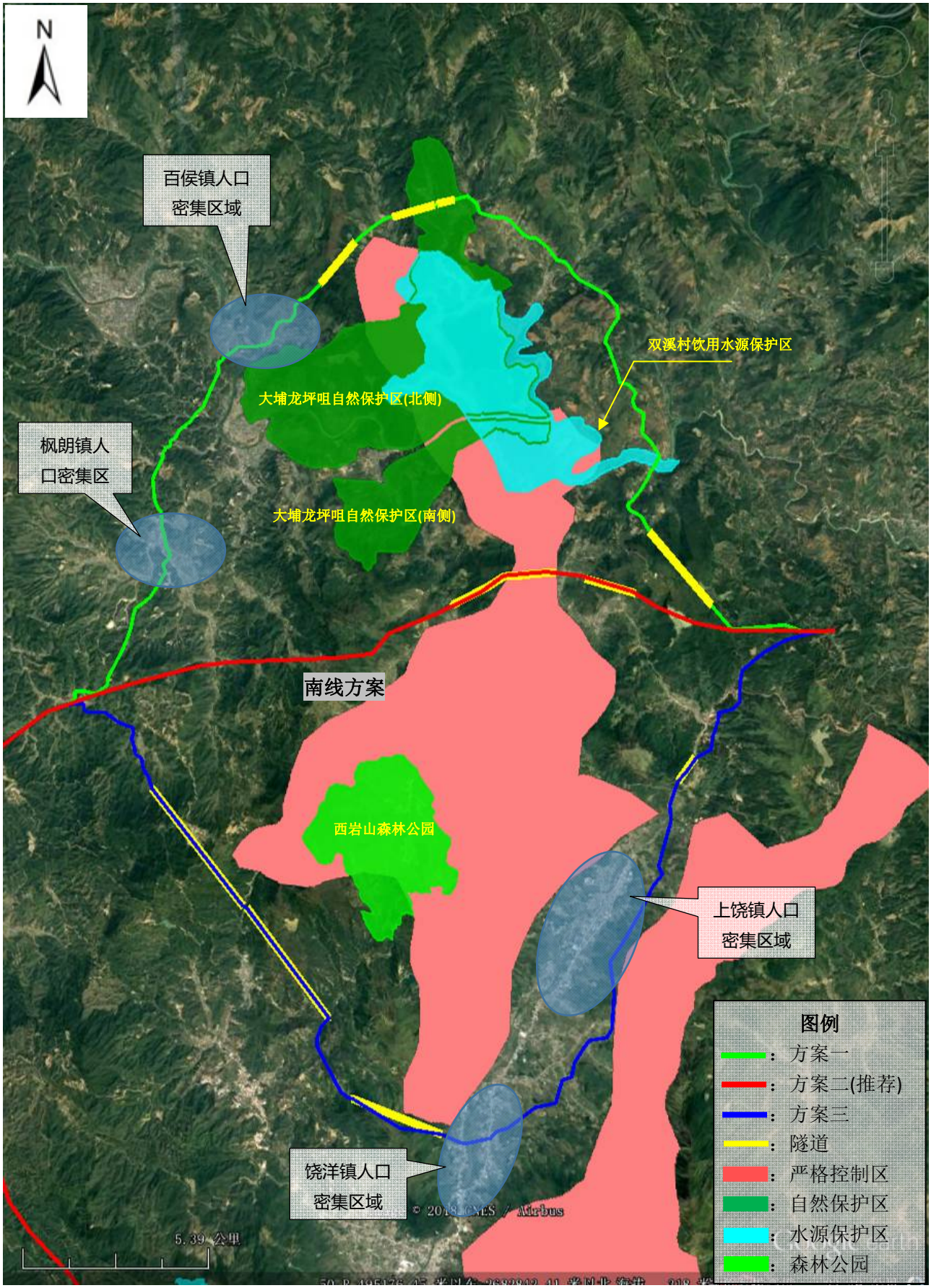


图 11.3-18　项目线路穿越严格控制区方案比选图(E 区)

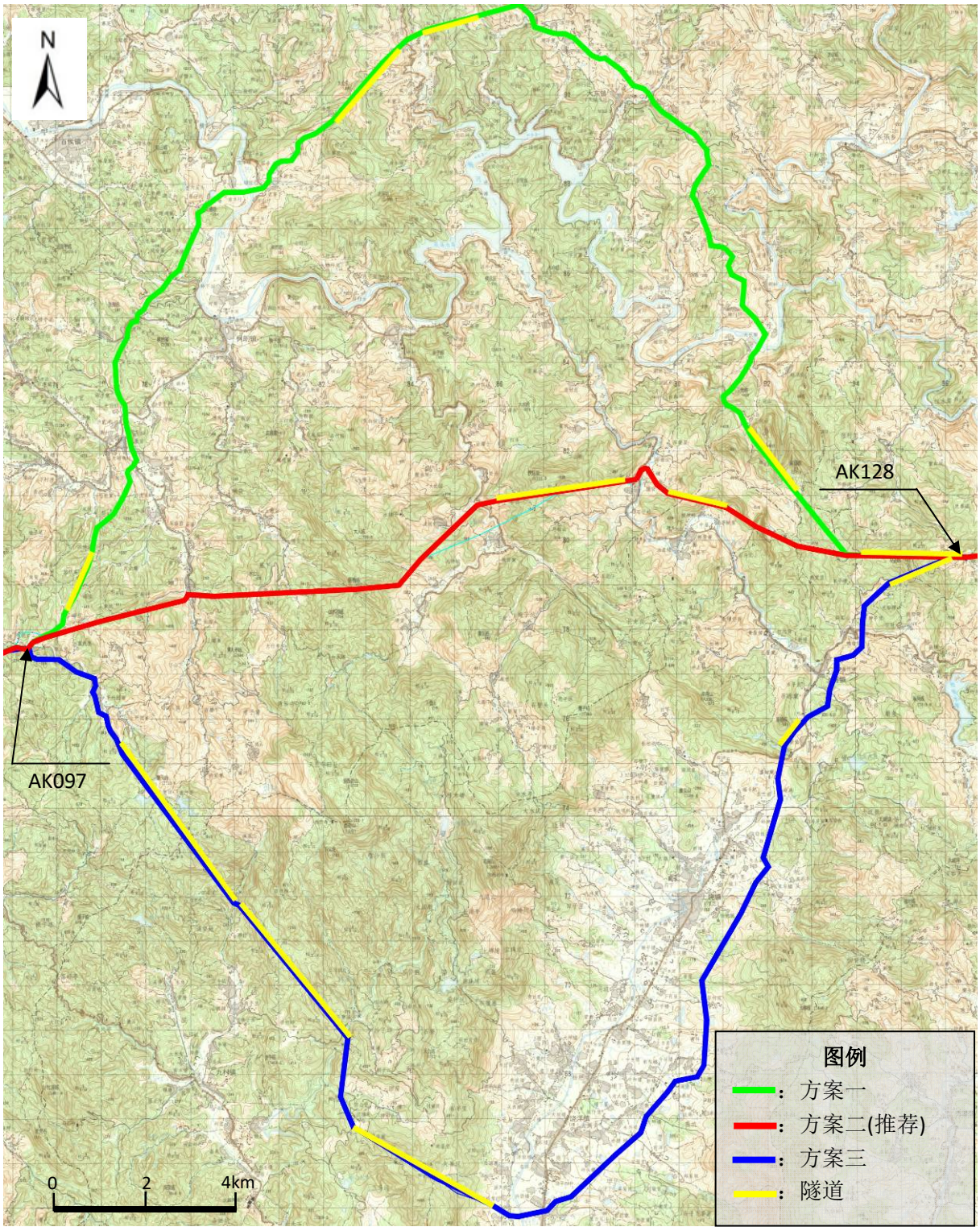


图 11.3-19　项目线路穿越严格控制区方案比选地形分析图(E 区)

②　主要工程数量及投资估算比较

穿越梅州市大埔县-潮州市饶平县严格控制区段线路比选方案工程量见下表：

表 11.3-10　穿越 E 区线路比选方案工程规模比较表

类别	项目	单位	方案一	方案二(推荐)	方案三	比较结果	备注
概况	线路长度	km	41.2	23.5	39.3	方案二较优	
	穿越严格控制区长度	km	0	1.4	0	方案一、三较优	
地形地貌	低山丘陵	km	31.6	19.5	27.3	方案二较优	
	山间谷地	km	9.6	4.0	12.0		
土地类型	林地	km	21.2	16.9	28.4	方案二较优	
	耕地	km	9.2	4.1	7.7		
	果园	km	10.9	2.5	3.3		
隧道	总长度	m	7406	6061	10516	方案二较优	
	数量	条	5	3	5		
	弃渣量	m³	75541	673822	107263		
施工便道	新修	km	4.7	2.1	3.2	方案二较优	
	扩建(现有道路拓宽)	km	4.4	0.9	1.8		
	土石方量	m³	45800	16200	26400		
水土保持	工程措施	m³	69607.6	41023.9	63903.3	方案二较优	
	生物措施	t	3578.9	1851.3	3036.1		
征地面积	永久	m²	2156	1142	2114	方案二较优	方案一和方案三设阀室 2 座，方案二设阀室 1 座
	临时	ha	86.98	48.62	81.24		
拆迁	房屋拆迁	m²	2800	2600	4200	方案二较优	
	坟墓拆迁	座	91	17	36		
工程投资	总投资	万元	44479	29612	48994	方案二较优	
	生态补偿投资	万元	2255	1245	2010		
	生态恢复投资	万元	153	83	139		
	水土保持投资	万元	3128	1844	2872		

由上表可以看出，方案二线路长度最短，临时征地、林地占用面积、隧道长度及施工便道均较小，由此产生的土方量、水土保持工程及工程总投资均最小，故推荐方案二。

③　环境因素比较

穿越梅州市大埔县-潮州市饶平县严格控制区段线路比选方案环境因素比较见下表：

表 11.3-11　穿越 E 区线路比选方案环境因素比较表

类别	项目	单位	方案一	方案二(推荐)	方案三	比较结果
长度	线路长度	km	41.2	23.5	39.3	方案二较优
	穿越严格控制区长度	km	0.0	1.4	0.0	方案一、三较优
生态敏感区域	涉及自然保护区、森林公园等敏感区情况	/	穿越大埔龙坪咀自然保护区	无	无	方案二、三较优
林地	林地损失	ha	21.2	16.9	28.4	方案二较优
植被生物量	施工期损失生物量	t	4108.4	2274.5	3745.1	方案二较优
	植被恢复生物量	t	3578.9	1851.3	3036.1	
	永久损失生物量	t	529.5	423.2	709.0	
水土保持	工程措施	m^3	69607.6	41023.9	63903.3	方案二较优
	生物措施	t	3578.9	1851.3	3036.1	
	可能造成的水土流失情况	/	较大	较小	中等	
水环境	水环境影响	/	穿越饮用水源保护区	无	无	方案二和方案三较优
社会环境	涉及人口密集区	/	穿越梅州市大埔县百侯镇、枫朗镇人口密集区	/	穿越潮州市饶平县饶洋镇、上饶镇、上善镇人口密集区	方案二较优
	拆迁房屋	m^2	800	300	600	
	拆迁坟墓	座	5	1	4	
环保投资	总环保投资	万元	5536	3171	5021	方案二较优
	水土保持投资	万元	3128	1844	2872	

方案一和方案三虽然避绕了严格控制区，但方案一不可避免穿越梅州市大埔龙坪咀自然保护区、双溪村饮用水源保护区及枫朗镇、百侯镇人口密集区域。不符合自然保护区、饮用水源保护区相关法律法规要求，故该方案不可行。方案三不可避免穿越了潮州市饶平县饶阳镇、上饶镇、上善镇的城镇中心，沿线人口密集，势必需大量拆迁房屋，不符合饶平县总体规划，对社会稳定的影响较大。

方案二为穿越严格控制区的最短线路。隧道和施工便道的工程量较小，林地占用面积较少，因此生物量损失较小，房屋和坟墓拆迁量最少，而且该线路方案不会对自然保护区、饮用水源保护区造成影响。

综上所述，方案二在生态环境影响程度、饮用水源影响程度及社会稳定影响程度均为最小，故推荐方案二。

④ 线路唯一性结论

线路方案分析可见，由于梅州市大埔县-潮州市饶平县严格控制区覆盖范围大，从北侧避绕将受大埔县龙坪咀自然保护区，双溪村饮用水源保护区的阻隔，而从南侧避绕严控区则穿越了潮州市饶平县饶洋镇、上饶镇、上善镇的人口密集区域，线路方案不可行。

在通过工程量及投资估算比选、环境因素比选后可知，方案二是穿越该严格控制区的最短线路，对生态环境影响程度、水土流失影响程度及社会稳定影响程度均为最小，故方案二线路路由(AK113+153m-AK116)具有唯一性。

11.4 与规划的符合性性分析

11.4.1 与《广东省主体功能区规划》的符合性分析

根据广东省人民政府于 2012 年 9 月 14 日印发的《广东省主体功能区规划》，“广东省域范围内的禁止开发区域包括依法设立的各级自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要水源地、湿地公园、重要湿地以及世界文化自然遗产等，呈点状分布于全省各地。全省共有 911 个禁止开发区域(其中，国家级65个，省级153个，市县级693个)，面积25646平方公里，［由于重要水源地(水源一级保护区)绝大部分分布在自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、湿地公园等禁止开发区域内，难以单独列出，这些禁止开发区域的面积基本已含有重要水源地的面积。］，占全省面积的 14.25%。今后新批准设立的各级自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要水源地、湿地公园、重要湿地以及世界文化自然遗产等，纳入禁止开发区范围。”

禁止开发区的管制原则是实行强制性保护。禁止开发区域要依据法律法规规定和相关规划实施强制性保护，严格控制人为因素对自然生态和文化自然遗产原真性、完整性的干扰，严禁不符合主体功能区定位的各类开

发活动，引导人口逐步有序转移，实现污染物“零排放”，提高环境质量。

根据该区域内分类管制要求，自然保护区内严禁滥捕滥挖。实行分区管制，划定核心区、缓冲区和实验区。核心区，严禁任何生产建设活动；缓冲区，除必要的科学实验活动外，严禁其他任何生产建设活动；实验区，除必要的科学实验、教学实习、参考观察以及符合自然保护区规划的旅游、种植业，以及驯化、繁殖珍稀濒危野生动植物等活动外，严禁其他生产建设活动。而森林公园境内除必要的保护设施和附属设施外，禁止从事与资源保护无关的任何生产建设活动，不得随意占用、征用、征收和转让林地。

本工程在广东省境内路线，未涉及《广东省主体功能区规划》所规定的禁止开发区域，线路选线过程中，按照《广东省主体功能区规划》中对自然保护区、森林公园的管制要求，需对管道穿越的自然保护区、水源保护区、森林公园等环境敏感区进行了避绕。因此现选定路线符合《广东省主体功能区规划》中的相关要求。

本工程在广东省境内线路及站场，未涉及《广东省主体功能区规划》所规定的禁止开发区域，线路选线过程中，对管道穿越的自然保护区、水源保护区、森林公园等环境敏感区进行了避绕，详见图 11.4-1。

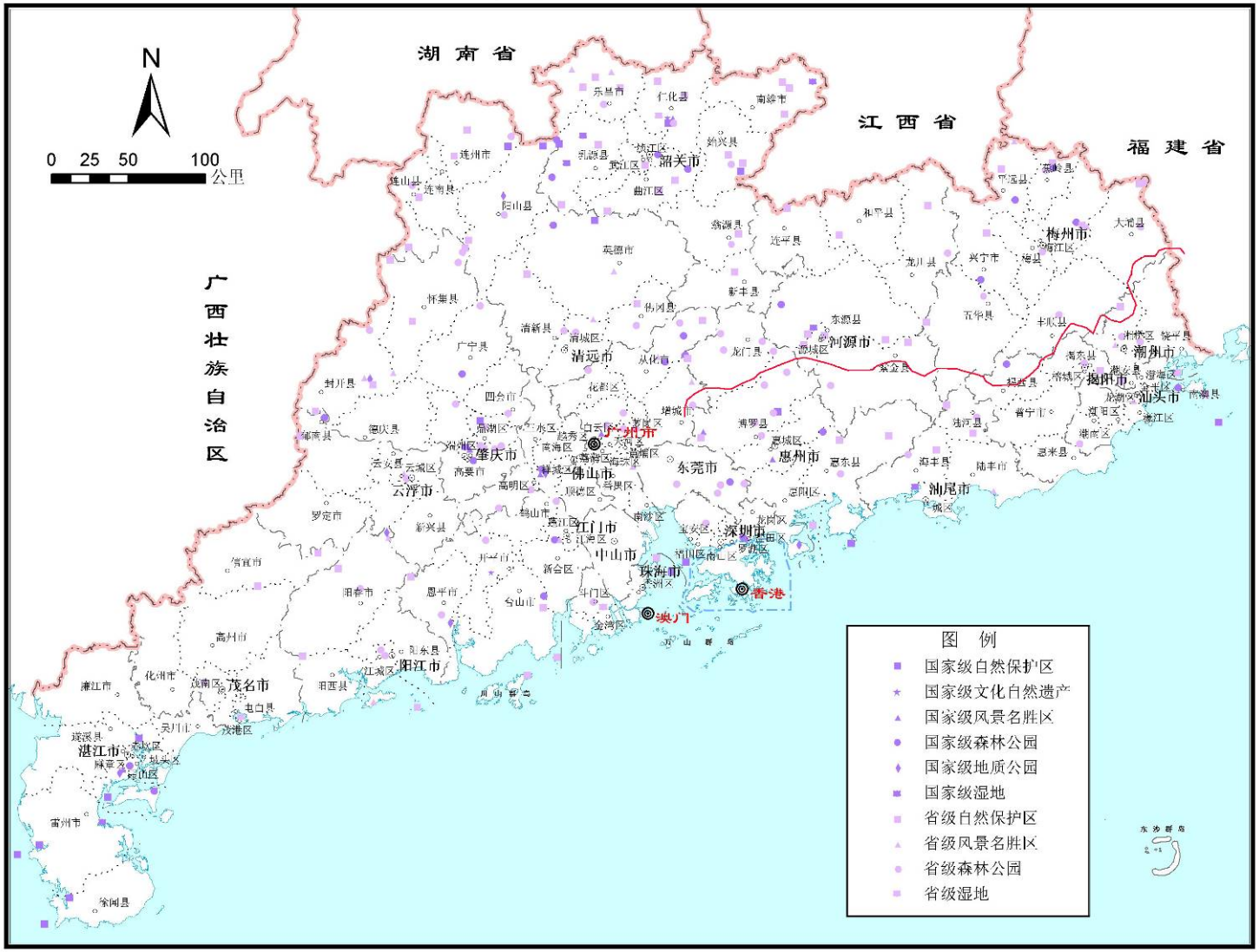


图 11.4-1　工程与广东省禁止开发区域关系图

11.4.2　与《广东省环境保护规划纲要》(2006-2020)符合性分析

广东省人民政府与2006年4月4日颁布了《广东省环境保护规划纲要(2006—2020年)》，提出“三区控制，优化产业布局”。

根据生态环境敏感性、生态服务功能重要性和区域社会经济发展差异性等，把全省陆域和沿海海域划分为 6 个生态区、23 个生态亚区和 51 个生态功能区。在此基础上，结合生态保护、资源合理开发利用和社会经济可持续发展的需要，全省陆域划分为陆域严格控制区、有限开发区和集约利用区；结合近岸海域环境功能区划、水质目标和海洋生态保护的要求，近岸海域划分为近岸海域严格控制区、有限开发区和集约利用区，实行生态分级控制管理。各地必须划定不小于规定面积的陆域和近岸海域严格控制区。

1）严格控制区

陆域严格控制区总面积 32320 平方公里，占全省陆地面积的 18.0%，包括两类区域：一是自然保护区、典型原生生态系统、珍稀物种栖息地、集中式饮用水源地及后备水源地等具有重大生态服务功能价值的区域；二是水土流失极敏感区、重要湿地区、生物迁徙洄游通道与产卵索饵繁殖区等生态环境极敏感区域。近岸海域严格控制区总面积约 959.9 平方公里，占全省近岸海域面积的 13.7%，包括海洋自然保护区、珍稀濒危海洋生物保护区和红树林保护区等区域。陆域及近岸海域严格控制区内禁止所有与环境保护和生态建设无关的开发活动。陆域严格控制区内要开展天然林保护和生态公益林建设，有效保护原生生态系统、珍稀濒危动植物物种及其生境；近岸海域严格控制区内禁止设置排污口，同时要加强海洋生态环境保护，加快红树林生态恢复，有效保护珍稀濒危海洋生物，避免开设航道和旅游线路。

2）　有限开发区

陆域有限开发区总面积约 85480 平方公里，占全省陆地面积的 47.5%，包括三类区域：一是重要水土保持区、水源涵养区等重要生态功能控制区；二是城市间森林生态系统保存良好的山地等城市群绿岛生态缓冲区；三是山地丘陵疏林地等生态功能保育区。近岸海域有限开发区总面积约 4707.6 平方公里，占全省近岸海域面积的 67.1%，包括养殖区、滨

海浴场、盐业开发区、海滨旅游区、景观保护区、水上运动区、渔场渔业生产区等区域。陆域及近岸海域有限开发区内可进行适度的开发利用，但必须保证开发利用不会导致环境质量的下降和生态功能的损害，同时要采取积极措施促进区域生态功能的改善和提高。陆域有限开发区内要重点保护水源涵养区的生态环境，严格控制水土流失。近岸海域有限开发区内要重点推行科学养殖技术，合理控制养殖密度和规模，滨海旅游区要严格划定边界，并建立完善的管理体系。

3) 集约利用区

陆域集约利用区总面积约 62000 平方公里，占全省陆地面积的34.5%，包括农业开发区和城镇开发区两类区域。近岸海域集约利用区总面积约 1353 平方公里，占全省近岸海域面积的 19.3%，包括工业发展区、排污区、航运发展区、经济开发和围垦区等区域。农业开发区内要加强生态农业建设、农业清洁生产和基本农田保护，降低化肥和农药施用强度，控制农业面源污染。城镇开发区内要强化规划指导，限制占用生态用地，加强城市绿地系统建设。近岸海域集约利用区内要严格按照近岸海域功能区的范围和功能定位进行有序开发，合理控制围海造地，科学调整工业产业结构和规模，加强治污力度，避免开发建设对周围海域环境产生严重影响。

据调查，项目线路较长，起点从增城向东延伸，途径惠州市、河源市、梅州市、揭阳市、潮州市，最后从梅州大埔县出广东省进入福建省进内。全线在广东省进内穿越了严格控制区、有限开发区以及集约利用区。

虽然依该规划要求，严格控制区内是禁止所有与环境保护和生态建设无关的开发活动，但本项目属于列入了国家和省重点项目名录的输气管线，根据《广东省环境保护厅关于规范生态严格控制区管理工作的通知》(粤环函[2014]796 号)“对列入国家和省重点项目名录的环保、水利、公路、铁路、输油气管道、输变电工程等基础设施项目，因工程和自然条件限制确实需要调整或穿越生态严格控制区的，应当委托具备环评或工程咨询资质的单位编制可行性研究报告，经省环境技术中心组织专家评估并修改完善后，由地级以上市政府上报省政府。”

本工程根据粤环函[2014]796 号的相关要求，在经过选址唯一性的充

分论证后，本项目确需穿越严格控制区，因此本项目编制了穿越严格控制区的可行性报告，并获得相关部门批复，详见附件，其符合《广东省环境保护规划纲要(2006—2020 年)》的相关要求。

11.4.3　与《福建省主体功能区规划》的符合性分析

根据福建省人民政府于 2012 年 12 月 18 日印发的《福建省主体功能区规划》，福建省禁止开发区域是指有代表性的自然生态系统、珍稀濒危野生动植物种的天然集中分布地、有特殊价值的自然遗迹所在地和文化遗址等，需要在国土空间开发中禁止进行工业化城镇化开发零散分布的重点生态功能区。根据法律法规和有关方面的规定，福建省禁止开发区域包括县级及以上各级各类自然文化资源保护区域及省政府根据需要确定的禁止开发区域，其中省级以上自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地、世界自然与文化遗产地和地质公园、重要饮用水水源地一级保护区共 7 类 240 处，全省省级以上禁止开发区域总面积为 9447.4 平方公里，扣除海洋保护区面积 846.31 平方公里后，省级以上禁止开发区域陆地面积 8601.09 平方公里，占全省陆地总面积 6.94%。其中国家级禁止开发区域 69 处，总面积为 5840.78 平方公里，扣除海洋禁止开发区域面积 385.48 平方公里后，陆地国家级禁止开发区域总面积为 5455.30 平方公里，占全省陆地国土面积的 4.40%。

福建省禁止开发区域的功能定位是：保护自然文化资源的重要区域，珍稀动植物基因资源保护地。依照法律法规规定和相关规划实施强制性保护，严格控制人为因素对自然生态和文化自然遗产原真性、完整性的干扰，严禁不符合主体功能定位的开发活动，引导人口逐步有序转移。

本工程在福建境内未涉及禁止开发区域，工程未穿越各级自然保护区、水源保护区、森林公园等环境敏感区，线路选址符合《福建省主体功能区规划》要求。

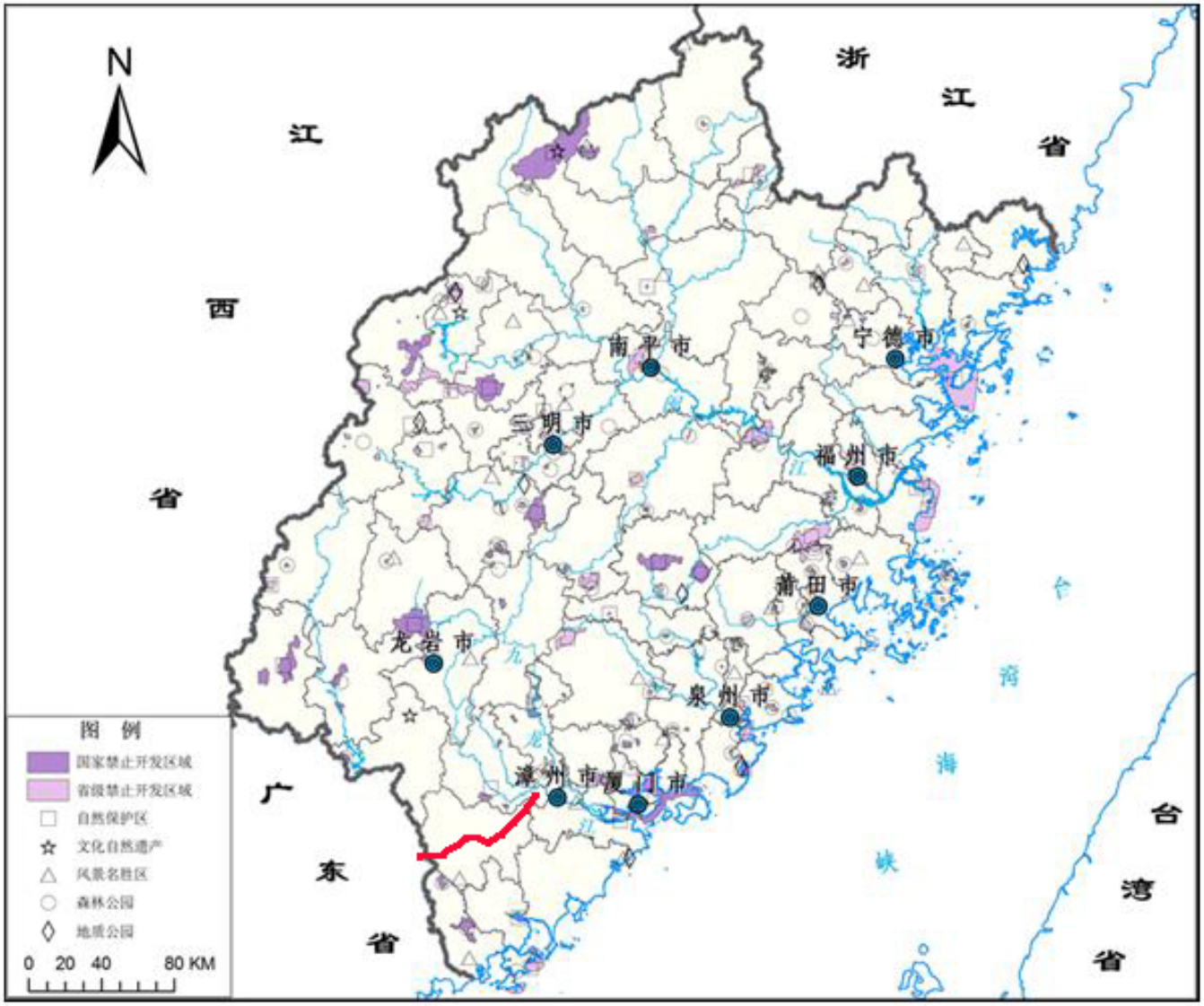


图 11.4-8　工程与福建省禁止开发区域关系

11.5 站址选则的环境合理性分析

11.5.1 站址选择原则

1） 站址选择严格执行现行国家规范和相关规定；

2） 少占耕地、良田，充分利用荒地、劣地；

3） 站址应满足线路走向路由的要求，不得设置在自然保护区、水源保护区、风景名胜区等敏感区域内；

4） 当具备良好的社会依托条件和安全生产环境，站址所在地应具备足够的环境容量；

5） 站址选择应尽量减少民房、架空电力线和通信电缆等的拆迁工程量。

11.4.2 站址环境合理性分析

本工程共设置 5 座站场，其中漳州分输清管站与西三线东段漳州分输清管站合建，其他站场全部选址新建，详见表 11.5-1。

表 11.5-1 站址周围环境现状

序号	站 场	所在省、市县		声环境现状
1	广州(增城)分输清管站	广东	广州市	拟建站址位于广东广州增城市鸡心岭， 南侧为混凝土村道，交通较便利，社会依托条件较好,站址场地属于平原地貌。站址西南侧 500m 为光辉村。
2	河源分输清管站		河源市	拟建站址位于广东河源市源城区埔前镇莲塘岭村，距离 G205 国道约 1km，西、南侧为混凝土乡道，交通较便利，社会依托条件较好,站址场地属于平原地貌。站址西南侧 120m 为下窝子。
3	揭阳分输清管站		揭阳市	位拟建站址位于广东省揭阳市揭东区玉湖镇洋边村，西侧为混凝土乡道，交通较便利，社会依托条件较好，站址场地属于平原地貌。站址西北侧 200m 为丁塔坑，站址西南 500m 为马联。
4	潮州分输清管站		潮州市	位拟建站址位于广东省潮州市潮安县登塘镇黄竹径,紧邻233省道，交通较便利，社会依托条件较好,站址场地属于平原地貌。站址西侧 500m 为黄竹径。
5	漳州分输清管站	福建	漳州市	拟建站址位于福建省漳州市芗城区石亭镇,距夏蓉高速约 4km,南侧为混凝土村道，交通较便利，社会依托条件较好,站址场地属于林地。站址东侧 500m 为布坑村周围数百米范围内无工业噪声源，声环境质量现状较好。

综上所述，本工程站场所涉及征地都已征得当地规划部门的同意，符合当地城镇发展规划，各站所选站址未涉及自然保护区、水源保护区、风景名胜区等环境敏感区域，根据噪声及大气影响评价结果，运行期各站对站外敏感目标影响不大，从环境保护角度考虑，站址选择基本合理。

12 固体废物环境影响分析

12.1 施工期固体废物环境影响分析

本工程施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃泥浆、隧道弃渣和施工废料等。

12.1.1 生活垃圾

施工人员生活垃圾产生量按 1.1kg/人·日计算。根据类比调查，一般地段管线施工生活垃圾产生量为 0.38t/km。在采用钻爆隧道施工地，生活垃圾的产生量为 4.7kg/km。本项目施工期施工人员产生的生活垃圾经分段收集后，依托当地职能部门处置。若无依托时，施工营地排放的生活污染物统一收集处理。

12.1.2 定向钻废弃泥浆环境影响分析

12.1.2.1 废弃泥浆来源

本项目废弃泥浆来自水平定向钻施工和钻爆隧道施工过程。在定向钻穿越施工过程中所用泥浆有成孔和护孔壁性能，起清扫钻屑、传递动力、降低钻进及回拖阻力等作用。

采用类比方法，对本项目施工期间泥浆的使用和排放情况进行分析。

1) 泥浆产品特点

泥浆产品是由膨润土(即观音土)加水勾兑而成。在定向钻穿越施工过程中，为保证泥浆具有良好的成孔、护壁性能以及高效的携砂和润滑性能，需要根据不同的地质加入少量的添加剂。泥浆产品具有如下几个特性：

(1) 原料泥浆呈干粉状，是以膨润土(即观音土)为主要原料制成的聚合粉剂。原料泥浆易溶于水，其水溶液清澈透明、呈胶状，且粉剂、水溶剂均无毒，符合环保上对产品规格的要求；

(2) 清洁的水/膨润土基液的密度在 1.02～1.06g/cm^3 之间。

(3) pH 值能够控制膨润土的物理化学机构并确定它们的电化学载荷。因此，为了保证泥浆的有效性，一般泥浆产品的 pH 值在 9.0 左右。

2) 泥浆配制

(1) 膨润土和水配制成施工使用的水溶液状泥浆，根据水质状况，

加入少量纯碱，使水的 pH 值达到 9.0 左右，根据土质条件、施工管径、施工长度等情况在 1m^3 水中加入 2-3kg 添加剂。

(2) 现场设置专门的泥浆配置区，在专用的泥浆搅拌、配制槽内进行泥浆配制工作，配制好的泥浆储存在金属结构的泥浆槽内，不向环境中溢流。

(3) 为减少环境污染和有效的保证泥浆的供应量，在施工现场安装泥浆回收处理系统，使泥浆循环使用。

12.1.2.2 泥浆的使用和废弃

在钻孔和扩孔过程中，从钻孔返回的泥浆过滤出钻屑及杂质后可重复使用。

管线回托过程中泥浆的消耗量最大，回拖前需用泥浆充满整个钻孔，在管线回拖过程的前半段，管线的逐渐入孔，受管线的挤压作用，泥浆从入土点的钻孔涌出，在管线回拖过程后半段，泥浆随管线从出土点钻孔流出。故管线回拖前，需先在两岸出入土点附近分别挖好废弃泥浆坑，准备接纳废弃泥浆。管线回拖成功后，产生的废弃泥浆流入预先挖成的废弃泥浆坑和回拖发送沟内，施工完成后剩余的泥浆无回收、再利用价值，且自然脱水后，剩余的干泥浆量较少，施工结束后剩余泥浆经 pH 调节为中性后作为废物收集在泥浆坑中，经当地环保部门的允可，经固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中，上面覆盖 40cm 的耕作土，保证恢复原有地貌。

12.1.2.3 废弃泥浆环境影响分析

一般施工的入土点和出土点均选在河堤外侧，并便于施工的场地。

本项目产生的废泥浆量约为 195m^3 左右，干重约为 19.5t，由于废弃泥浆干重很少，对土壤环境的影响较小，对施工地点的局部环境不会产生明显的不利影响。定向钻产生废弃泥浆主要成分为膨润土，非有毒有害物质，其土壤渗透性差，呈弱碱性，施工完成后只能作为固体废弃物处理。为减少拟建项目固体废弃物的产生，减轻固体废物的排放对周围环境的影响，施工过程中应对废弃泥浆的使用、处置处理进行全过程的管理和控制，具体措施如下：

1) 施工现场设置专门的配浆区，在专用的泥浆搅拌、备置槽内进行泥浆配制工作，配制好的泥浆储存在金属结构的泥浆槽内，不得向环境中

溢流。

2） 施工前需在两岸出入土点附近分别挖好泥浆池。泥浆池的位置应选择出入土点较近处，并且适合永久储存泥浆，尽量少占用养殖区、耕地等。每个泥浆池的表层土单独堆放，用于恢复原有地貌。

3） 施工期间，从钻孔返回的泥浆过滤出钻屑和杂质后，尽可能重复利用，减少废弃泥浆的产生量。

4） 施工期间严格操作规程，合理制定操作参数，防止施工过程出现跑浆等事故。

5） 如果穿越水体为 II、III 类水体，应在施工结束后将废弃泥浆清运，送至当地环保部门规定的地点进行填埋处置，同时利用泥浆池的表层土恢复泥浆池的地表原貌。

6） 如果穿越水体为 IV 类以下，施工结束后，废弃泥浆可以选择在泥浆池内就地风干，然后覆土填埋的方式。泥浆池原表层土覆盖在泥浆池的最上面，并至少保证有 40cm 厚的表层土为原状土，可根据原地貌情况在其上进行绿化。恢复原有地貌。

12.1.3 钻屑、弃渣环境影响分析

12.1.3.1 弃渣来源

施工期固体废物主要来自管沟开挖、公路铁路穿越以及隧道建设施工。

管道在农田等开挖敷设管沟作业中产生少量废弃土方，开挖作业需回填底土及表层土，只产生少量多余土方，可就地均匀平整在管沟开挖面上方，不产生弃土。

中小型河道、沟渠采用开挖敷设的，管沟回填后保持原河道的过流能力，基本不产生弃土。

低等级道路、公路采用开挖敷设的，管沟回填后要重新夯实，不产生弃土。高等级公路、铁路采用顶管作业的，产生的弃土主要是路基填土，可用于地方基础设施建设的场地、地基回填用土。

对定向钻产生的废钻屑，一般用来加筑堤坝或平整场地，对周围环境和水体水质影响不大。

本工程全线设隧道 25 座，工程上全部选择了渣场处理弃渣，详见报告

书生态章节。

12.1.3.2　减少弃渣措施

为减少弃渣堆放量，不同地段的弃土弃渣采用不同的回填和处理方式：

1）　平原耕地段：开挖土分层堆放，分层回填，管沟上方覆土一般高于地面20-30cm，少量弃土可均匀回填到农田。

2）　大开挖河道、沟渠产生的基本为淤泥质弃土，主要用于管沟回填，少量淤泥质弃土也可用于农田改造。

3）　道路顶管穿越产生的弃渣主要为道路路基填土，河道穿越产生的弃石，皆可以作为地方基础建设的场地回填用、道路建设或水保工程的挡坝用。

4）　隧道穿越生产的弃石可选择强度较高的部分，进行破碎后作为衬砌的粗骨料；另外，可作为原料用于修建铁路、公路及农民盖房等，合理利用，减少弃渣数量。

12.1.3.3　弃渣场环境保护措施

本工程充分考虑了弃渣场对环境的影响，采取了以下环境保护措施，其具体内容如下：

1）　弃渣场施工前，必须进行表土层剥离，并妥善保存，视植被情况予以移植或与工程清理的其它地表覆盖物加以保留，集中堆放；

2）　应该加强施工期的管理，禁止无序的乱堆乱放；堆置过程中，应采取措施对弃方边坡进行防护，防护措施包括草袋或塑料薄膜坡面、干砌石进行渣场坡脚防护；

3）　应及时进行土地整理工作，回填表土，根据用地类型进行复垦；

4）　如果弃渣以石方为主，植被恢复困难，应该将弃渣前收集弃渣场表土，弃渣后覆盖表土，削坡开级，坡角设挡墙，坡面植草，恢复为原生态。

12.1.3.4　弃渣场水土保持措施

1）　工程弃土是施工过程中产生的多余的泥土和碎石，其性质与产生地点泥土和碎石的性质基本相同。

2）　弃渣具有弃渣量小、弃渣场的堆渣高度不大、隧道开挖的工作面小、对植物破坏面不大。

3） 采取表土剥离集中堆放在弃渣场四周，临时堆土用土袋进行挡护。

4） 弃渣场设置挡渣墙，挡渣(土)墙采用浆砌石直立式挡墙，下部设置排水孔，排水孔临渣面做反滤体，挡渣(土)墙水平方向每隔8～12 m 设置一道伸缩缝，沿渣场沟道两侧至沟口处开挖排水沟，以便达到防止渣场地表冲刷的目的，在排水沟出口处设消力池与沉沙池，有效的防止排水沟携泥沙外排，采取修建拦渣墙，且先建墙后弃渣，将弃渣全部拦蓄在挡渣墙内，有效的对弃渣进行挡渣、对水流进行了输导。

5） 弃渣削坡开级稳定边坡，编织袋围护，土工膜覆盖，有效的减少了水土流失和扬尘的产生。

6） 弃渣场设置在距离产渣位置较近处，可以缩短施工便道。

7） 施工结束后，平整渣场、回填表土后，种植植被进行迹地恢复，减少对生态环境的影响。

在采取上述减渣措施和环境保护措施后，其一，将减少弃渣填埋量，进而减少填埋站地，尽量减少和控制新增的水土流失，保护和改善生态环境；其二，防止弃渣场外雨水的冲刷，将减少水土流失；其三，弃渣场及沉砂池的设置，可有效地防止排水携带泥沙外排。综上所述，弃渣场对环境影响较小。

12.1.4 施工废料环境影响分析

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条、防腐作业中产生的废防腐材料及施工过程中产生的废混凝土等。根据类比调查，施工废料的产生量约为0.2t/km，本项目施工过程产生的施工废料量约为115t。

由于本项目对部分施工废料进行回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。施工废料全部得到有效的处理和处置，对环境影响较小。

12.2 运行期固体废物环境影响分析

本工程运行期固体废物主要为各站场产生的固体废物除站场生活垃圾，在分离器检修(除尘)、清管收球作业时会有一定量产生。

12.2.1 固体废物产生情况

1） 清管收球作业

管道运行期间产生的固体废物极少，主要是由天然气中的杂质对管道内壁的轻微腐蚀产物和由于输气压力变化而产生的液滴组成。有收球装置

的工艺站场在每次清管作业时将产生10kg～20kg废渣。主要成份为氧化铁粉末和粉尘，属于一般固废。该部分废物存于排污罐中，定期清理运处理，对环境影响较小。

本次评价调查了西气东输一线管道工程和川渝地区天然气管网工程运行期清管废物产生情况，具体如下：

西气东输一线管道工程：管道运行期间产生的固体废物极少，其运行期间的废渣主要是由天然气中的杂质对管道内壁的轻微腐蚀产物和由于输气压力变化而产生的液滴。每次清管作业时产生的废渣量约为 10kg～20kg。主要成份为氧化铁粉末和粉尘。该部分废物存于排污罐中，定期进行填埋处理，对周围环境基本无影响。

川渝地区天然气管网工程：清管粉末和分离器检修粉末主要成分为铁锈和粉尘，属于一般废物，产生量约 0.045t/a，存于排污罐中，在征得环保部门同意的情况下，选择合理的地方定期填埋处置，对环境影响较小。

2) 分离器检修

在站场分离器检修中，是通过自身压力排尘的，为避免粉尘的飘散，需将清除的废物导入排污池中进行湿式除尘，废渣产生量每站约为几公斤，主要成份为粉尘。该部分废物存于排污罐中，定期清理运往垃圾处理场进行处理，对环境影响较小。

3) 生活垃圾

各站场生活垃圾集中收集，定期送至垃圾处理场进行填埋处理。

12.2.2 固体废物排放情况

根据工程分析，本工程产生的固体废物主要包括生活垃圾、清管粉末和分离器检修粉末，依据《国家危险废物名录》(2016 年 8 月 1 日)，将本工程产生的固体废物分为三类，即生活垃圾、一般工业废物和危险废物，具体的固体废物排放情况、分类及处理方法见下表。

表12.2-1 固体废物分类及排放情况

省份	污染物	产生量	处置去向
福建	生活垃圾	1.25t/a	定期清运到指定地点掩埋
	工业固体废物	45kg/ a	排入排污罐存放，定期清运
	危险废物	0	
广东	生活垃圾	27.85t/a	定期清运到指定地点掩埋
	工业固体废物	180kg/ a	排入排污罐存放，定期清运
	危险废物	0	

12.2.3　固体废物处置方法分析

对于一般固体废物，生活垃圾收集后送当地环卫部门清运处理；清管作业以及分离器检修产生的少量固体粉末，定期集中收集后处置；本工程无危险固体废物。

12.2.4　固体废物环境影响分析

1）　一般固体废物对环境的影响分析

生活垃圾收集后送当地环卫部门清运处理，生活垃圾堆放时，会产生恶臭，在夏季较为明显，建议生活垃圾采用密闭式集装箱垃圾站形式处理，应该加强管理，生活垃圾不得随意扔撒或者堆放，及时清运，符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的有关规定，因此，生活垃圾对环境的影响较小。清管作业以及分离器检修产生的少量固体粉末，在征得当地环保部门同意的情况下，合理选择合适的地方定期填埋处置，符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的有关规定，因此，这部分固体废物对环境的影响较小，但是，要加强管理，不得随意扔撒或者堆放。

综上所述，营运期产生的固体废物全部得到了有效的处理/处置，对环境影响较小。

13 环境保护措施及其经济技术论证

13.1 施工期环境保护措施及论证

本管道工程对环境的影响主要是在建设期，表现为对生态环境和自然景观及文物古迹的影响。为最大限度地减轻施工作业对环境的影响，便于施工期环境管理，根据环境影响分析，结合管道施工的特点，将工程拟采用的环保措施和工程应采取的环境保护措施总结分析如下：

14.1.1 设计中采取的保护措施

1） 合理选线，尽可能避开沿线自然保护区、森林公园、风景名胜区、军事禁区以及集中供水水源保护区；管道穿越林区的路由选择尽量顺直，在满足安全距离的基础上，尽可能少砍伐林木；尽可能不占或少占良田、多年种植经济作物区和优质牧场；尽量避绕水域、沼泽地。

2） 管道防腐层设计采用三层 PE 材料，工厂预制，现场热收缩套补口，减少在施工过程中防腐材料对土壤造成污染。

3） 合理规划设计，尽量利用已有道路，特别是国道、省道等，不建或少建施工便道。

4） 合理选择站址，管道沿线站场要选择在远离村庄的开阔地带，以最大限度地减少场站运行对周围环境的影响。

13.1.2 施工过程中环境保护措施

13.1.2.1 施工期扬尘防治措施

1） 根据施工过程的实际情况，施工现场设围栏或部分围栏，以减少施工扬尘扩散范围。

2） 应避免在春季大风天以及夏季暴雨时节施工，尽可能缩短施工时间，提高施工效率，减少地表裸露的时间，遇有大风天气时，应避免进行挖掘、回填等大土方量作业或采取喷水抑尘措施。

3） 施工单位必须加强施工区的规划管理：建筑材料的堆场及混凝土搅拌场应定点定位，并采取防尘、抑尘措施，如在大风天气，对散料堆场应采用水喷淋法防尘，以减少建设过程中使用的建筑材料在装卸、堆放、搅拌过程中的粉尘外逸，降低工程建设对当地的空气污染。

4） 用汽车运输易起尘的物料时，要加盖蓬布、控制车速，防止物料

洒落和产生扬尘；卸车时应尽量减少落差，减少扬尘；运输车辆进出的主干道应定期洒水清扫，保持车辆出入口路面清洁、润湿，并尽量要求运输车辆放慢行车速度，以减少地面扬尘污染。另外，运输路线应尽可能避开村庄，施工便道尽量进行夯实硬化处理，减少扬尘的起尘量。

5） 加强对施工机械、车辆的维修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少烟尘和颗粒物的排放。

6） 对堆放的施工废料采取必要的防扬尘措施。

13.1.2.2 施工期噪声的防治措施

1） 施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机具和运输车辆，尽量选用低噪声的施工机械和工艺，振动较大的固定机械设备应加装减振机座，同时加强各类施工设备的维护和保养，保持其良好的工况，以便从根本上降低噪声源强。

2） 限定施工作业时间。在距居民区较近地段施工时，要尽量避免夜间作业，以防噪声扰民；严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》对施工阶段噪声的要求，需要在夜间施工时，必须向主管部门提出申请，获准后方可在指定日期进行，并提前告知附近居民。

3） 设置声屏障降噪。根据施工需要，建临时围挡，对施工噪声起到隔离缓冲的作用。

4） 加强对施工期噪声的监督管理。建设单位的环保部门应按国家规定的建筑施工场界噪声标准，对施工现场进行定期检查，实施规范化管理，对发现的违章施工现象和群众投诉的热点、重点问题及时进行查处，同时积极做好环境保护法规政策的宣传教育，加强与施工单位的协调，使施工单位做到文明施工。

5） 运输车辆应尽可能减少鸣笛，尤其是在晚间和午休时间。

采取以上措施后，施工期的噪声基本不会对周围环境产生大的影响，局部影响稍大的，也仅是在短期内的影响，施工结束影响即结束。

13.1.2.3 施工期废水防治措施

施工期废水主要来自施工人员在施工作业中产生的生活污水、管道安装完后清管试压中排放的废水以及隧道施工过程产生的废水。

1） 生活污水

根据以往施工经验，施工队伍的吃住一般依托当地的旅馆和饭店，同时施工是分段分期进行，具有较大的分散性，局部排放量很小，因此施工期生活污水主要依托当地的生活污水处理系统。

采用定向钻穿越大、中型河流以及隧道施工，并需要设置施工营地时，设置临时旱厕，生活污水及生活垃圾集中后排入当地环保部门指定的地点。

上述措施使生活污水对环境污染基本得到控制。

2) 管道试压水

管道试压废水主要含铁锈和泥沙等杂质，经沉淀过滤后，由于管道试压是分段进行的，局部排放量相对较少，同时废水中主要含少量铁锈、焊渣和泥砂，因此，经收集进行沉淀处理后，经当地环保部门同意，或排入附近Ⅳ或Ⅴ类的沟渠河流，或进入市政府水管线，对环境影响不大。

为减少对水资源的浪费，在试压过程中尽量对废水进行收集，重复使用(本工程试压水重复利用率最高可达 50%左右)，同时加强废水排放的管理与疏导工作，排放去向应符合当地的排水系统要求，杜绝不经处理任意排放的现象，避免造成局部土壤流失。

13.1.2.4 施工期固体废物防治措施

施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃泥浆、工程弃土、工程弃渣和施工废料等。

1) 生活垃圾

施工期产生的生活垃圾具有较大的分散性，且持续时间短。施工人员吃住一般依托当地的旅馆和饭店或民居，其生活垃圾处理均依托当地的处理设施。

2) 废弃泥浆

施工结束后剩余泥浆经 pH 调节为中性后作为废物收集在泥浆坑中，经当地环保部门的许可，经固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中，上面覆盖 40cm 的耕作土，保证恢复原有地貌。

在采取上述措施的同时，建议在定向钻穿越施工中，尽量循环重复使用泥浆，以便减少废泥浆的产生量。

3) 工程弃土

施工过程中产生的弃土主要为管道在陆地开挖敷设时或穿越公路、铁

路敷设时多余的泥土和碎石。在不同地段采取不同的措施，将该部分土石方全部利用。

(1) 在耕作区开挖时，熟土(表层耕作土)和生土(下层土)土分开堆放，管沟回填按生、熟土顺序填放，保护耕作层。回填后管沟上方留有自然沉降余量(高出地面 0.3m～0.5m)，多余土方就近平整。

(2) 在穿越公路、铁路时，顶管产生的多余泥土和碎石用于地方乡道建设填料、或道路护坡。

4) 施工废料

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条、防腐作业中产生的废防腐材料及施工过程中产生的废混凝土等。施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。

5) 隧道弃渣

对隧道施工产生的弃渣，能利用的尽量利用，不能利用的送选定的弃渣场填埋。

13.1.2.5 生态保护措施

根据本项目工程建设的特点，提出以下生态环境保护的措施：

1) 土地利用现有格局的保护和恢复措施

(1) 严格控制施工占用土地

——对管线永久占地合理规划，严格控制施工作业带宽度，本工程作业带宽度为 24m，经济作物、林地、旱田地段作业带宽度控制在 20m。

——按设计标准规定，严格控制施工作业带面积，不得超过作业标准规定，对管线敷设施工宽度控制在设计标准范围内，并尽量沿道路纵向平行布设，以减少土壤扰动和地表植被破坏，减少裸地和土方暴露面积。

——施工作业尽量利用原有公路，沿已有车辙行驶，若无原有公路，则要按“先修道路，后设点作业”的原则进行。杜绝车辆乱碾乱轧；不随意开设便道，管线尽量沿公路侧平行布置，便于施工及运营期检修维护，避免修筑专门施工便道。

——现场施工作业机械应严格管理，划定活动范围，不得在道路站场以外的地方行驶和作业，保证路外植被不被破坏。

(2) 恢复土地利用原有格局

——施工结束后，应恢复地貌原状。施工时对管沟开挖的土壤做“分层开挖、分层堆放，分层回填压实”处理，以保护植被生长层、降低对土壤养分的影响、尽快使土壤恢复生产力，同时减少水土流失。

——对管沟回填后多余的土严禁大量集中弃置，应均匀分散在管线中心两侧，并使管沟与周围自然地表形成平滑过度，不得形成汇水环境，防止水土流失。管线所经地段的原始地表存在局部凹地时，若有集水的可能，需采用管沟多余土或借土填高以防地表水汇集。对敷设在较平坦地段的管道，应在地貌恢复后使管沟与附近地表自然过渡，回填土与周围地表坡向保持一致，严禁在管沟两侧有集水环境存在。

——道路施工中挖填方尽量实现自身平衡。若要取土，则就近取两侧土为宜，若有弃土要堆放在天然洼地中，便于平整，避免形成小土丘。路基加固处理所需砂砾石尽量就近取材。对管线修筑过程中产生的弃土区及取土、取砂砾料区，都要平整，然后洒上一次水，再让其自然恢复。各站场地面设施施工过程中产生的挖填方亦应尽量自身平衡，若有弃土或取土，也要对其区域进行平整及地面绿化或铺上一层砾石。

——对废泥浆池做到及时掩埋、填平、覆土、压实，以利于土壤、植被的恢复。

2) 生物多样性的保护措施

(1) 在施工过程中，应加强施工人员的管理，禁止施工人员对野外植被滥砍滥伐，破坏沿线地区的生态环境。

(2) 禁止施工人员对野生动物，尤其是珍稀动物的滥捕滥杀，做好野生动物的保护工作。

(3) 施工期要加大对保护野生动物的宣传力度，大力宣传两栖、爬行动物、鸟类对农林卫生业的作用。蛙类、蜥蜴类和蛇类要吃掉大量的农林卫生业上害虫害鼠，对人类有益，应克服任意捕杀两栖、爬行动物和鸟类的恶习。

(4) 对施工期处于繁殖的动物，在车辆行驶中，遇见动物通过时，应避让，施工结束后，应采取相应的恢复替代措施，如对破坏植被的恢复等。

(5) 对水生生物的一般保护措施为：切实加强对水环境的保护，避免沿线局部水域发生富营养化，把对水生生物生息环境的影响减少到最低程

度。具体如下：

——在采用大开挖穿越河流的施工时，应选择枯水期进行，且河床底面应砌干片石，两岸陡坡设浆砌块石护岸，防止水土流失。

——施工过程中泥浆池的设立应符合环保要求：泥浆池底部和四周应铺一层 PVC 材料防渗；定向钻作业期间，始终保持泥浆排放总量控制在泥浆池总容积的 70%左右，以防暴雨时泥浆外溢流入水体。

——施工用料的堆放应远离水源和其他水体，选择暴雨径流难以冲刷的地方，防止被暴雨径流带入水体，影响水质，各类材料应备有防雨遮雨设施。

——在水中进行施工时，禁止将污水、垃圾和其它施工机械的废油等污染物抛入水体，应收集后和工地上的污染物一并处理。施工挖出的淤泥、渣土等不得抛入河流和其他水体。

——施工时还应掌握穿越的河流的水文地质资料，深埋管道使之处于水文冲刷线以上。对平原滩地河流弹性铺设的管道，要使之能适应河床的频繁迁移，避免河岸处的管道逐渐被冲击进而悬空，在施工期应特别引起注意。

3) 植被保护及恢复措施

(1) 植被保护措施

植物保护的一般原则为：首先应尽量保存施工区的熟化土，对于建设中永久占用地、临时用地占用耕地部分的表层土予以收集保存，施工结束后及时清理、松土、覆盖收集的耕作土，复耕或选择当地适宜植物及时恢复绿化。在项目植被恢复建设过程中除考虑选择适合当地速成树种外，在布局上还应考虑多种树种的交错分布，既提高植物种类的多样性又不至于太大改变原来的生态组分，增强其稳定性。另外修复树种种苗的选择应经过严格检疫，防止引入病害。对于森林防火要采取有效措施，对国家重点保护的物种要列入工程建设中要注意的事项。针对工程沿线植物资源分布的特点，对不同的保护对象提出如下保护措施：

——对工程施工中无法避让的需保护树种,要进行异地移栽

施工便道的选线应避免和尽量减少对地表植被的破坏和影响。工程结束后,立即对施工便道进行恢复。管线施工过程中,尽可能不破坏地形、地

貌；施工完毕后,尽可能将施工地带地形、地貌恢复至施工前时的地形地貌。根据现场踏勘，没有发现需要特别保护的树种，在具体施工中，如发现特别需保护的树种并且无法避让时，应进行移栽。

——加强施工人员的环保意识

不随意砍伐植物，在开挖的工程中，如发现有国家重点保护植物，要报告当地环保部门，立即组织挽救，移栽他处。

——加强环境管理

对已经发现的保护物种，环境监理的工作就显得十分重要，尤其是在施工期，工程单位与环保部门要合作，建立完善的管理体系，使之有法可依，执法有效，确保国家重点保护植物资源的安全。同时也要加大宣传的力度，并采取各种方式，如宣传栏、挂牌等，让施工人员了解保护的重要性。通过宣传植物的显著的特征，使施工人员会识别分布在此地的国家重点保护植物。

(2)　植被恢复措施及建议

对于原农业用地,在覆土后施肥,恢复农业用地。对不能复垦为耕地和作为其它利用的取、弃土场、弃渣场,以及不能继续利用的施工便道且不能退耕的,根据气候条件采取种树种草绿化措施。

——绿化设计原则

临时用地范围内植被恢复：弃渣场改造及临时用地深翻处理后，对作为农用地以外的部分应植树种草恢复植被，农用地周边结合当地的农田林网营造绿化林带。施工中应加强施工管理，对边界以外的植被应不破坏或尽量减少破坏，两侧植被恢复除考虑管道防护、水土保持外，使水保、绿化、美化、环保有机结合为一体。

草种、树种的选择：在“适地适树、适地适草”的原则下，树种、草种的选择应对各地区的地形、土壤和气候条件经过详细的调查以当地优良乡土树种为主，适当引进新的优良树种草种，保证绿化栽植的成活率。

——绿化工程实施

根据各站场所在的地理位置及当地的气候特点和自然环境，在工艺装置区周围种植低矮的小灌木或草皮。

在办公生活区进行重点绿化，办公楼周围种植富于观赏性的常绿乔木、

设置花坛、规划小园林，使之有良好的自然引入和空间引入，充分利用空地进行绿化，并根据不同气候不同地域在各个站场选种不同的树种花草，力求扩大绿化面积。

4) 对农业生态系统的保护措施

(1) 在工程的总体规划中必须考虑施工对农业生产的影响，将农业损失纳入到工程预算中，管道通过农业区时，尤其是占用园地、菜地、粮棉油地等经济农业区时应尽量缩小影响范围，减少损失，降低工程对农业生态环境的干扰和破坏，避免占用耕地。

(2) 于本项目所涉及的永久占地和临时占地都应按有关土地管理办法的要求，逐级上报有审批权的政府部门批准，对于永久占地，应纳入地方土地利用规划中，并按有关土地管理部门要求认真执行。

(3) 根据《基本农田保护条例》，非农业建设经批准占用基本农田的，按照保持耕地面积动态平衡，应“占多少、垦多少”，没有条件开垦或开垦耕地不符合要求的应按规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新耕地。

(4) 本工程临时占用部分基本农田，对于临时占地除在施工中采取措施减少基本农田破坏外，在施工结束后，应做好基本农田的恢复工作。除补偿因临时占地对农田产量的直接损失外，还应考虑施工结束后因土壤结构破坏对农作物产量的间接损失以及土壤恢复的补偿费等。

(5) 施工中虽采用了分层开挖、分层回填措施，但耕作层土养分也会大量流失，因此需进行土壤肥力的恢复；所占用基本农田耕作层的土壤用于新开垦耕地、劣质地或者其他耕地的土壤改良；临时占用的农田，工程完工后立即实施复垦措施，并可与农民协商，由农民自行复垦。

(6) 提高施工效率，缩短施工时间，以保持耕作层肥力，缩短对农业生产季节的损失，因地制宜地选择施工季节，尽量避开农作物的生长和收获期，减少当季农业损失。

(7) 管道施工中要采取保护土壤措施，对农业熟化土壤要分层开挖，分别堆放，分层填埋，减少因施工造成生土上翻、耕作层养分损失、农作物减产的后果，同时要避免由于土层不坚实而形成的水土流失等问题，汛期施工应用防雨布覆盖挖方土和耕作熟土层。

(8) 在施工中应尽量减少对农田防护树木的砍伐，完工后根据不同的

地区特点采取植被恢复措施，种植速生树木和耐贫瘠的先锋灌木草本植物，在农地可种植绿肥作物，加速农业土壤肥力的恢复。

(9) 施工完成后做好现场清理及恢复工作，包括田埂、水渠、弃渣妥善处治等，尽可能降低施工对农田生态系统带来的不利影响。

(10) 处理好管道与农田水利工程的关系，尽可能减少对排灌渠道的破坏，还要使农田机械化耕种不受管道工程的影响，管道经过坡地时要增设护坡堤，防止坍塌造成的滑坡等，并结合修筑梯田，植树种植绿化，加速生态环境的恢复。

(11) 由于施工设备庞大，在施工时，应避免农田基础设施受碾压而失去正常使用功能，会导致灌溉区受益范围内农作物生长受影响。

5) 密集林地恢复措施

管道途经地区有丰富的林地资源，工程施工需临时占用林地，针对这种情况工程应重点从以下几个方面对林地进行恢复：

(1) 加强对施工人员及施工活动的管理

——施工过程中，加强施工人员的管理，禁止施工人员对野生植被滥砍滥伐，严格限制人员的活动范围，破坏沿线的生态环境。

——工程施工占有林地和砍伐树木，管线通过生态林时，应向林业主管部门申报。

——施工便道选择尽量避开林带，以林带空隙地为主，尽可能不破坏原有地形、地貌。

(2) 施工后的植被恢复

——管线中心线两侧 5m 范围内施工完成后只种植浅根植物，不种植深根植物。

——管道覆土后及施工便道两侧裸露的地面，采取播撒草籽、灌木、栽植花、草等措施。

——施工带内无法避让的珍稀植物、古树名木等，要进行异地移栽。

——尽量把施工期安排在春季，以便更好的进行移栽植物工作。

(3) 站场的绿化

——在总平面设计中，采取综合规划、合理布局、因地制宜的设计方法考虑绿化系统设计，绿化重点放在生产管理区和辅助生产区。布置小片

绿地和行道树，改善站内的小气候，形成宜人的工作环境。

——为防止站场场地水土流失，提高站场景观生态效果，以花灌、草坪为主要种植方式对站场空地及周边实施绿化。

6） 水土保持措施

(1) 主体工程与水保措施要同时施工。由于主体工程施工进度较快，水土流失防治措施一旦没有与主体工程同时施工，施工队伍撤离后就难以回过头来重新施工，所以水土保持的治理工作必须与主体工程同步进行施工，并经当地水行政主管部门进行阶段验收签字后方可撤离施工队伍。

(2) 水土流失空间分布与地形地貌密切关联，整个工程区域内的水土流失分布是不均衡的，甚至变化极大，挖、填土石方量大的地段、暴雨集中的地方、地形地貌复杂的地方，水土流失强度往往较大，因此，在主体工程施工过程中应加强临时防护措施，并与主体工程同步施工。

(3) 对于隧道及河流定向钻穿越环保后多余的土石方，集中收集后送至选定的弃渣场堆放，严禁倾倒到河流里面，采用片石挡渣墙挡护，拦渣坝应位于渣源的下游，其上游来水面积不宜过大，以免造成水土流失，影响附近景观和水质；要修筑护岸设施，如河堤、防洪坝等；修筑排水、排洪渠、截洪沟等设施，在弯道穿越河流时，应在管道上游一定距离做丁坝、顺坝的水工保护措施。

(4) 沿线站场等生产区和生活区：对首、末站按照“园林绿化规范”进行设计，输气站场内种植草坪、花灌、景观树种，对站场内裸露地全部进行绿化、美化；中间站在保证防火安全的基础上，选用适当的绿化方式。

(5) 由于站场大多布设在平地、台地上，土建过程中需进行大量的土石方开挖，因此，应严格按照“三通一平”的原则设计，确保工程建设过程中的土石方可以做到挖、填平衡。

(6) 对于大开挖穿越河流、沟渠时，应选择枯水期、避开雨季施工，开挖的土石不允许在河道内长期堆放，应将回填的土石方临时堆放在河道外，多余的土石方直接用于加固堤坝。为防止堆土流失，在土石堆的外侧采用填土编织袋进行临时拦挡；修建临时排水沟，并在沟尾建沉沙池；施工结束后，编织袋应集中销毁或深埋，对挖方临时堆放地进行平整，并采用草灌结合的方式进行植被恢复。

(7) 在管道施工过程中，除了要做到水土保持工程与主体工程同时施工外，还应采取必要的临时措施，防止管道敷设过程中的水土流失：

——管道敷设、新修道路工程等，在施工前应先将排水设施和拦挡措施布设好，以防止施工过程中的水土流失。

——管道敷设时，应采用草袋保坎的形式对田地坎进行恢复，以保护农田的正常耕作。

——管道作业带两侧应在施工前修建临时性排水沟，施工结束后，结合原农田排水沟，进行部分排水沟的恢复，并将编织袋集中处理，同时完善坡面排水设施。

7) 生态景观环境影响减缓措施

(1) 施工过程中，文明施工，有序作业，减少临时占地面积，尽量减少农作物的损失。

(2) 在遇到确定为环境敏感点的区域时，施工人员、施工车辆以及各种设备应按规定的路线行驶、操作，不得随意破坏道路等设施。

(3) 对必须要毁坏的树木，予以经济补偿或者是易地种植，种植地通常可选择在铁路、公路两旁、河渠两侧等。

(4) 尽量缩短施工期，使土壤暴露时间缩短，并快速回填。

(5) 管沟穿越公路等敏感区段时，施工期必须采取防护措施，如开挖面支撑；施工结束后，立即采取防护措施，如人工绿化、水泥护坡等。

(6) 临时堆放场应选择较平整的场地，且场地使用后尽快恢复植被。

8) 山体隧道工程生态保护措施

(1) 隧道弃渣场应选择在距离隧道出入口较近的荒地、洼地、冲沟等地方。

(2) 弃渣场设置挡渣墙，弃渣场上缘设导排水沟，若弃渣场布置在冲沟内，还应设置排水涵管。

(3) 对施工过程中产生的渣石可选择强度较高的部分，进行破碎后作为补砌的粗骨料；另外，一部分弃土石方可以卖给附近农民，以减少弃渣数量。

(4) 施工场地平整前进行表层土剥离，用于后期场地绿化覆土。剥离的表层土集中堆放，在堆体四面坡脚采用填土编织袋进行临时维护。

(5) 沿施工场地边界布设临时排水边沟，并在场地排水出口处布设沉沙池，使施工场地雨水径流经沉沙池沉淀后，接入周边自然排水系统。

(6) 对于隧道内可能产生的涌水、渗水情况，尽量采取注浆堵水的方式，防止大量地下水流失。进行排水工程的同时，预设居民饮用生活水等的补救措施。

(7) 隧道施工期间要限制炸药用量，减少对围岩裂缝的影响；加强地面井泉监测和洞内涌水量监测。

(8) 施工结束后，将先期剥离表层土均匀回填于施工场地，并采用灌草结合的方式恢复地表植被。渣场使用完毕后根据具体情况可填土，种植适宜生长的植物。

13.1.2.6 穿越河流时的环境保护措施

1) 对采用大开挖方式穿越的河流，在进行施工应注意采取以下措施：

(1) 为防止对水生生态环境的影响，在采用大开挖方式进行施工时，选择枯水期进行，且河床底面应砌干砌片石，两岸陡坡设浆砌块石护岸，以防止水土流失。

(2) 施工人员的生活污水、生活垃圾和粪便应集中处理。其中生活污水和粪便可设化粪池处理并定期清理，处理后的废水可用于肥田；生活垃圾应装入垃圾桶并定期清运；施工结束后化粪池应用土填埋并恢复植被。

(3) 严格控制施工范围，尤其是河流穿越段，应尽量控制施工作业面，以免对河流造成大面积破坏，污染河流水质。

(4) 施工生产废水(包括管道试压水、管沟开挖的渗水以及施工机械废水等)严禁排放，需经初步沉淀处理后，排入指定的河流(Ⅳ或Ⅴ水体)，但必须经当地环保部门认可后方可排放，或作为绿化用水。

(5) 施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体，不得在水体附近清洗施工器具、机械等，加强施工机械维护，防止施工机械漏油，应收集后集中处理或处置。

(6) 含有害物质的建筑材料，如沥青、水泥等不准堆放在水体附近，并应设蓬盖和围栏，防止雨水冲刷进入水体。

(7) 管道敷设及河道穿越作业过程排放的废弃土石方应在指定地点堆放，禁止弃入河道或河滩，以免淤塞河道。

(8) 施工结束后，应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度，恢复河床原貌，以保护水生生态系统的完整性。

2) 定向钻穿越河流时应采取如下保护措施：

(1) 施工人员的生活污水、生活垃圾和粪便应集中处理。

(2) 严格控制施工范围，尤其是河流穿越段，应尽量控制施工作业面，以免对河流造成大面积破坏。

(3) 施工场地应尽量紧凑，减少占地面积；产生的废弃泥浆应就地固化填埋，不具备填埋条件的运至指定地点掩埋或拉运到当地垃圾处理场掩埋。

(4) 施工生产废水(包括泥浆分离水、管道试压水、管沟开挖的渗水以及施工机械废水等)均不得随意排放，需经初步沉淀处理后，排入当地环保部门指定的河流(Ⅳ或Ⅴ水体)，但必须经当地环保部门认可后方可排放。

(5) 施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体，不得在水体附近清洗施工器具、机械等，应加强施工机械维护，防止施工机械漏油。

(6) 含有害物质的建筑材料如沥青、水泥等不准堆放在河漫滩附近，并应设蓬盖和围栏，防止雨水冲刷进入水体。

(7) 管道敷设及河道穿越作业过程排放的废弃土石方应在指定地点堆放，禁止弃入河道或河滩，以免淤塞河道。

(8) 泥浆池要按照规范设立，其容积要考虑 30%的余量，以防雨水外溢，泥浆池底要采用可降解防渗透膜进行防渗处理，保证泥浆不渗入地下。

(9) 施工结束后，应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度，恢复河床原貌，以保护水生生态系统的完整性。

3) 钻爆隧道穿越河流时应采取如下保护措施：

(1) 钻爆隧道施工时竖井的占地不应随意扩大，隧道弃渣应选择合适的地点堆砌，不应阻碍河道行洪，同时避免水土流失。

(2) 禁止向水体内排放一切污染物。

(3) 在河流两岸堤防以内不准给施工机械加油或存放油品储罐，不准清洗施工机械、排放污水；施工过程和结束后，机械设备若有漏油或少量机油洒落，应及时清理散落机油。

(4) 管内涌水外排到河流之前应进行简易沉淀。

(5) 施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失。

13.1.2.7 道路修建环境保护措施

根据沿线地区环境概况，本工程将新修临时施工便道。在修建施工道路时应注意采取以下环境保护措施：

1) 开工前，施工单位对临时设施进行严格的规划，以达到既方便施工，又少占农田、林地、草场的目的。

2) 要严格按设计规定的取土坑、弃土堆进行取、弃土，并规定施工车辆的行驶便道，以防施工车辆在有植被的地方任意行驶。对取、弃料场与设计不符的要根据实际情况指定取、弃土地点，进行规则的取、弃，防止乱挖、乱弃。有草皮的地段,挖除的草皮不能乱弃，要用于边坡防护或取土坑的复垦。基岩山区施工时，应严格按设计的弃渣场堆放弃渣，并先修筑拦挡措施或采取临时拦挡措施(如堆石护坡脚等)。

3) 对于边施工、边维持通车的路段，要求各工序配合紧密，以防社会车辆在有植被的地段任意行驶。

4) 对于挖方边坡、土质边沟、截水沟等要按规定的坡度、尺寸完成，并且要求外形整齐美观，坡面平整、稳定，不允许在挖方边坡坡顶弃方，以防发生进一步的水土流失。

5) 对于道路临时占地，应在施工结束后及时采取措施,尽快恢复原貌；对于道路永久占地，应采取路旁建绿化带或异地的措施，即另选相同面积的土地进行植被恢复，以弥补植被损失。

6) 整个工程完工后，要对施工垃圾及生活垃圾做好彻底的清理工作。

13.1.2.8 敏感点段环境保护措施

本管道工程在施工建设过程中，将涉及一些近距离村庄、水源保护区、自然保护区和森林公园，并临时占用部分基本农田，为便于施工期的环境管理，现根据施工中的作业特点和各施工区段的敏感目标分布情况，分别提出具体的环境保护措施，见表 13.1-1。

表 13.1-1　环境敏感区段施工期环境保护措施

沿线敏感点段	环保目标	主要环境影响	环保措施
距管道 200m 范围内的村庄	居民	各种机械、车辆排放的废气、扬尘，产生的噪声将影响该地区居民的正常生活	1.施工时采用土工布对料堆进行覆盖，工地实施半封闭隔离施工，如防尘隔声板护围，以减轻施工扬尘及噪声对周围环境的影响。 2.控制施工时间在 6:00-22:00，严禁夜间施工，尽量避免使用强噪声机械设备。 3.粉状材料(石灰、水泥)运输采用袋装或罐装，禁止散装运输。 4.工程有时需要夜间施工，应提前告知附近居民。
沿线基本农田	农业生产	管沟开挖扰动土体使土壤结构、组成及理化特性等发生变化影响农业生产	1.划定施工范围，尽可能少的占用耕地。 2.挖掘管沟时，应分层开挖、分开堆放；管沟填埋时，也应分层回填，即底土回填在下，表土回填在上。分层回填前应清理留在土壤中的固体废物，回填时，还应留足适宜的堆积层，防止因降水、径流造成地表下陷和水土流失。回填后多余的土应平铺在田间或作为田埂、渠埂，不得随意丢弃。 3.施工时，应避免农田受施工设备、设施碾压，而失去正常使用功能。例如：机井、灌渠、灌溉暗管(一般埋藏较浅)等水利设施的损坏，会导致灌溉区受益范围内农作物生长受影响。 4.施工期应尽量避开作物生长季节，减少农业生产损失。 5.施工结束后做好农田的恢复工作。清理施工作业区域内的废弃物，按国务院的《土地复垦规定》复垦。凡受到施工车辆、机械破坏的地方，都要及时修整，恢复原貌，植被(包括自然的和人工的)破坏应在施工结束后的当年或来年予以恢复。

天宝镇饮用水源保护区、靖城镇自来水厂水源保护区、饶平县饮用水源保护区、食饭溪饮用水源保护区、西坑水库饮用水源保护区、潮州市饮用水源保护区、揭阳市新西河水库水源保护区、揭东县北河上游至锡中河段饮用水源保护区埔南村老湖水库饮用水源保护区、梅林中学门口饮用水源保护区、古竹新坑水库输水渠水源保护区、梅树下水库饮用水源保护区、麻榨镇鳌溪河饮用水水源保护区、增城区荔城水厂水源保护区	饮用水源水质	施工中废水、垃圾、废料、洒落的机油等污染物处置不当散可能会污染水体	1.施工前应向当地环保和水利部门通报施工方案和进度安排，并在他们的监督下施工。 2.按照当地环保部门指定的水源保护区范围，现场布设标志线，管道施工活动不得进入保护区范围，施工营地不得设置在水源保护区范围内。 3.加强对施工现场、施工人员的管理。设置密闭式垃圾及污水储存设施，定时清运或依托当地居民已有的处理系统进行处理，严禁随意抛洒、倾倒建筑垃圾。施工完毕后，要及时恢复原有生态环境。 4.禁止在保护区内存放油品，在施工过程中注意对施工机具的维护，防止其漏油。机械设备若有漏油现象要及时处理，避免造成大的污染。 本工程不穿越水源保护区，距离管线最近的约为100m，管道施工期间，局部地段距离水源保护区较近的，施工前，请建设单位要与当地环保部门或水务部门多沟通，确保管道不穿越近距离水源保护区，并加强对施工人员的管理，避免发生污染事件。

隧道施工区段	土壤植被	施工临时占地；施工发生隧道涌水有可能造成水土流失；施工产生大量弃土石方；爆破还将产生强噪声、振动。	1.隧道弃渣场应选择在距离隧道出入口较近的荒地、洼地等地方。 2.弃渣场设置挡渣墙，弃渣场上缘设导排水沟，若弃渣场布置在冲沟内，还应设置排水涵管。 3.对施工过程中产生的渣石可选择强度较高的部分，进行破碎后作为补砌的粗骨料；另外，一部分弃土石方可以卖给附近农民，以减少弃渣数量。 4.施工场地平整前进行表层土剥离，用于后期场地绿化覆土。剥离的表层土集中堆放，在堆体坡脚采用填土编织袋进行临时维护。 5.沿施工场地边界布设临时排水边沟，并在场地排水出口处布设沉沙池，使施工场地雨水径流经沉淀后，接入周边自然排水系统。 6.隧道施工应采用超前钻孔探水，若探水孔水流量较大，应先对探水孔进行封堵后根据地质情况进行防水。 7.严格施工程序，在隧道施工开挖过程中，对完整岩质层采用光面爆破、对破碎岩层采用预裂爆作业，可有效的减少爆破对围岩和破碎岩石的扰动，保证保留岩体免遭破坏，减少超、欠挖和支护工作量，增加岩壁的稳定性。 8.尽量少用爆破措施，如必须采用，应有限制使用炸药用量，以减少对围岩裂隙的影响。 9.对于隧道内可能产生的涌水、渗水情况，尽量采取注浆堵水的方式，防止大量地下水流失。进行排水工程的同时，预设居民饮用生活水等的补救措施。 10.隧道施工中应采取有效措施避免隧道涌水：建议对隧道施工排水、施工期生活污水、含油废水、机械设备维修含油废水因地制宜设置集水坑、沉淀池，对污水、废水进行收集处理，不得在水源保护区范围内排泄。 11.施工时如发现前方出现异常状况，如围岩破碎，裂隙发育，钻孔水流量大等，应立即停止掘进，采用注浆堵水措施。可采用长导管注浆和小导管注浆两种方式进行堵水。 12.施工结束后，将先期剥离表层土均匀回填于施工场地，并采用灌草结合的方式恢复地表植被。渣场使用完毕后根据具体情况可填土，种植适宜生长的植物。
钻爆隧道穿越九龙江1(西溪)、东江	河水水质	施工临时占地：施工产生大量弃渣，若堆放不当，易引起水土流失；另外若以爆破形式开挖隧道，还将产生强噪声、振动，对周围环境造成一定影响。	1.详尽调查隧道周围的工程地质构造，研究选择适当的爆破法。 2.采用噪声低、振动小的施工方法及其机械。 3.为减少隧道开挖岩层中少量含泥沙涌水排入水体对河水造成的影响，应在河道岸边开挖小型沉淀池，使含泥沙涌水经初步沉淀后进入河水。 4.优化隧区路线横断面设计，以防引起水土流失。 5.对于不可用的弃渣，应堆放在选定的弃渣场内。 6.加强弃渣场排水设计，以防引起水土流失。 7.施工结束后，应进行生态重建，同时收集、处理施工场地及周边的垃圾与各种废弃物。

大开挖方式穿越文峰溪、九龙江 2、花山溪、高磡溪、础溪等多条河流	河水水质	由于采用开挖方式穿越，施工段水体的悬浮物浓度有短时间、小范围升高；若机械设备有漏油现象，将对河流水质有潜在影响。	1.施工征得当地环保局许可。 2.施工营地远离河道。 3.严格控制施工范围，尤其是河流穿越段，应尽量控制施工作业面，以免对河流造成大面积破坏。 4.管道试压水不得随意排放，需经沉淀或干草包过滤后排入指定的地点(需经当地环保部门认可)。 5.不得在水体附近清洗施工器具、机械等。加强施工机械维护，防止施工机械漏油。若有漏油现象应及时收集，并用专门容器盛装后统一处理。 6.水泥等建筑材料不准堆放在水体附近，并应设蓬盖和围栏，防止雨水冲刷进入水体。 7.管道敷设及河道穿越作业过程产生的弃土石方应在指定地点堆放，用于修筑水保设施和两岸堤坝，禁止将其弃入河道或河滩，以免淤塞河道。 8.施工结束后，保持原有地表高度，恢复河床原貌。
定向钻方式穿越溪美溪+鱼塘、韩江、北河	河水水质	施工场地的临时占地、施工中将使用一定量的泥浆(设泥浆池)等均对周围环境产生一定影响。若机械设备有漏油现象，将对河流水质有潜在影响。	1.施工营地应设置在河漫滩以外，施工人员的生活污水、生活垃圾和粪便应集中处理。 2.严格控制施工范围，尤其是河流穿越段，应尽量控制施工作业面，以免对河流造成大面积破坏。 3.施工场地应尽量紧凑，减少占地面积；产生的废弃泥浆应与当地签订处理协议，运至指定地点掩埋或拉运到当地垃圾处理厂掩埋。 4.施工生产废水(包括泥浆分离水、管道试压水、管沟开挖的渗水以及施工机械废水等)均不得随意排放，需经处理达标后排入指定的地点(需经当地环保部门认可)。 5.施工时产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体，不得在水体附近清洗施工器具、机械等。加强施工机械维护，防止施工机械漏油。 6.含有害物质的建筑材料如沥青、水泥等不准堆放在河漫滩附近，并应设蓬盖和围栏，防止雨水冲刷进入水体。 7.管道敷设及河道穿越作业过程排放的废弃土石方应在指定地点堆放，禁止弃入河道或河滩，以免淤塞河道。 8.施工结束后，应运走废弃物和多余的填方土，保持原有地表高度，恢复河床原貌，以保护水生生态系统的完整性。
广东省生态严控区	生态功能	施工临时占地、便道建设等均对严控区土壤、植被、野生动植物造成一定影响。	1、应优化严控区内的阀室设计，尽量减小阀室占地面积； 2、施工作业带严格控制在 20m 范围内； 3、合理安排工期，避免在雨季进行大面积管沟开挖，防止造成严重水土流失； 4、优化施工便道设计，尽量借用现有道路和施工作业带作为设备进场路线，减少临时用地面积； 5、合理安排施工程序，管沟回填后即刻进行实施施工作业面恢复措施。 具体见表 5.3-1。

13.1.2.9　管道施工经验借鉴

1)　实施环保施工，控制水域污染

(1)　低洼地带特别是在下雨时，经过吊管机几次往返布管一压，将直接造成环境的破坏，我们采用把管子放到自制的运管爬犁上，用 D80 推土机牵引，前面有一台挖掘机配合，解决了运管难和环境破坏的问题。

(2)　对于一些较小的河渠采用筑坝截水的方法，先在河渠内打一排木桩，木桩内用装土的编织袋堆砌成坝，每条河都要筑两条坝，间距一般在18m～30m 以内，以保证管沟成型为准，每条坝中间均预埋钢管或水泥涵管作过水管，以保证坝两侧的水流通畅，避免净水污染。施工时将截坝内的水抽出，用挖掘机将河渠内的淤泥挖出，再开挖管沟，成型后将管线放入河道内管沟，随后放压重块、回填、截坝时，先将装土编织袋取出，再拔木桩，疏通河渠。

2)　低山、丘陵地段的水工保护

在低山、丘陵这些地带敷设管道，给环境带来的主要影响是由于管道施工造成地表植被破坏，而引起水土流失；在纵坡上敷设管道，施工时容易扩大作业带，造成对植被的损害。在施工作业带范围内由于施工机具(多为履带设备)通过和开挖管沟，使地表植被遭到破坏，而使表土裸露，到了雨季，雨水顺山坡而下，带走泥土，形成水土流失，严重的可引起山体滑坡，造成自然灾害。针对上述情况采取如下措施：

——在施工作业带两边修筑临时排水通道使水流从通道内流走,在比较陡的地段设置挡水墙。

——从管沟开挖到管沟回填，紧紧围绕有利于后期恢复地貌这个中心，保证种草籽，当年绿化。

——在特殊地段采用把管子放到自制的运管爬犁上，用 D80 推土机牵引，前面有一台挖掘机配合，解决了运管难和环境破坏的问题。

3)　保护自然地貌，维护生态环境

对开挖后的河道堤岸恢复做护坡处理，考虑到堤岸的牢固，同时也是地方水利部门的要求，全部采用岸边打木桩，再用灰土草袋堆砌。施工时沿河岸打上一排直径在 100mm 左右的木桩，主要用于挡住草袋防止塌滑，然后在河堤脚下挖 0.5m 深的基坑，将装土草袋分层坡形向上码砌，直到堤

顶，这种方法既可以防止河堤新土被冲刷，也是对管道的保护。

4） 加大培训力度，提高全员环保意识

要把环境保护培训工作列为重要工作之一。在项目开工前，首先由各项目部聘请环保专家对全体职工进行环境保护有关法律、法规知识的培训；其次由各项目部 HSE 管理人员讲解 HSE 作业计划书、HSE 作业指导书中的环境保护规定，要求广大参建职工认真遵守，严格履行好自己的环保职责，确保全员环境保护意识进一步增强。

13.2 运行期环境保护措施及论证

根据前面各章节对工程运行期环境影响的分析，本节主要分析管道运行期应采取的环境保护措施及其经济技术的可行性。

13.2.1 运行期环境空气污染防治措施

根据工程分析，本工程运行期大气污染物排放很少，主要是在清管作业或事故条件下超压排放的天然气会对环境产生轻微影响。

根据工程分析，清管作业周期为每年1次～2次。每次清管作业排放的天然气为 30m^3 左右；分离器需要定期检修，一般每年进行一次。分离器检修产生的少量天然气通过工艺站场外的放空系统直接排放。根据类比调查，每次分离器检修天然气排放量约为 10m^3；系统超压时将排放一定量的天然气。放空排放的天然气中主要成分为甲烷，由本工程输送的天然气性质得知，天然气中 H_2S≤6mg/Sm^3，排放的天然气中主要污染物为总烃。

拟采取的主要治理措施包括：

1） 采用合理的输气工艺，选用优质材料，管道及其附属设施，在设计时充分考虑抗震，保证正常生产无泄露。

2） 根据规范，在站场围墙外设放空立管，采用密封良好的双阀控制，清管作业时收球筒有极少量天然气将通过放空立管排放。

3） 加强管理,减少放空和泄漏，站场设置放空系统，大量天然气通过放空立管排放，利用高空疏散，减少天然气排放的安全危害和环境污染。

根据管道在运行期对环境空气的影响评价和预测结果，其影响在可接受范围内，没有污染物超标现象，能够满足站场周围环境的要求。因此，所采取的环境空气防治措施基本可行。

13.2.2　运行期水污染防治措施

管道运行期间产生的水污染源主要为各站场排放的生活污水,主要污染物为 COD、SS 等。

1)　工程拟采取的治理措施及综合利用方案

西气东输三线闽粤支干线各站场排水均采取雨污分流制排水方式。各新建站场综合值班室、门卫等产生的生活污水通过埋地排水管道收集，以标准坡度重力流排入化粪池进行预处理，通过化粪池预处理后排入站场新建生活污水处理装置进行生化处理，然后经深度处理后，排入站内污水集水池，用作站内绿化或道路浇洒。

2)　污水处理方案的可行性论证

(1)　生活污水

地埋式生活污水处理装置是生活污水处理系统的核心部分，设备主要由初沉池、接触氧化池、沉淀池、消毒池、污水池、污泥池构成，采用一体化设计。接触氧化池是利用自养型好氧微生物进行生化处理的设施，功能是对污水中溶解的含碳有机物进行降解和对污水中的氨氮进行硝化。沉淀池主要对生活污水进行泥水分离，沉淀下来的污泥采用泵提升至前级缺氧池进行消化处理，剩余污泥外排至化粪池前端的检查井，以便于循环处理。消毒池对经过生化、沉淀后的生活污水再进行消毒处理。生活污水处理工艺流程见图 13.2-1。

其出水水质将满足《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)(1999 年局部修订)中的一级标准，污水处理装置进出水设计值见表 13.2-1。

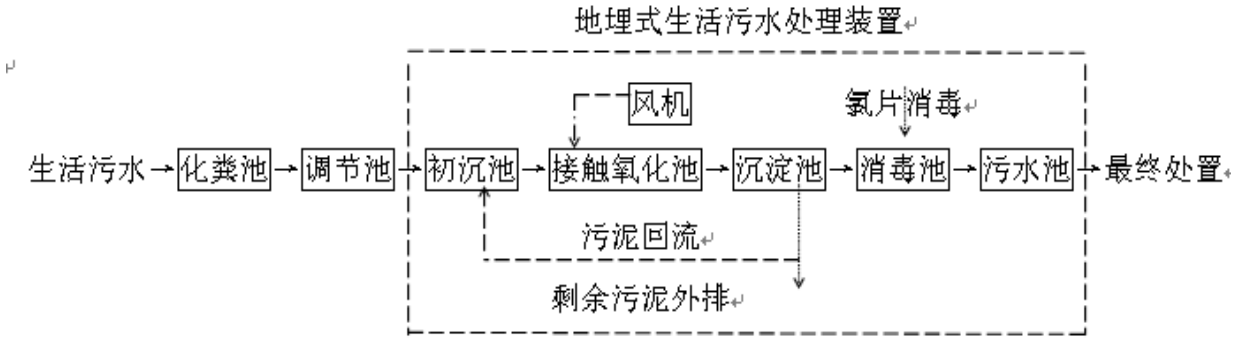


图 13.2-1　生活污水处理工艺流程

表 13.2-1　污水理装置进出水设计值(mg/L)

指标 / 项目	BOD_5	COD_{cr}	SS	pH	NH_3	处理水量 t/h
进水水质	150～250	200～400	100～400	6～9	30～50	5
出水水质	≤20	≤100	≤70	6～9	≤15	

该处理装置的整个工艺从进水到出水都安装于一体化设备中。此装置结构设计合理，采用好氧生化处理技术，结合先进的生物过滤技术，使污水中的有机物降解和脱氮、脱磷来满足污水处理要求。具有不占地表面积、处理效果显著、污泥产生量少、对周围环境影响小、运行可行性好、价格适中、使用寿命长、运转费用低等优点。并且装置配备了先进的 PLG 控制系统，使整个装置的运行过程都处在监控之下，所有机电设备均有报警和自动保护，提高了系统运行的可靠性。

类比以往输气管道工程(如西气东输一线、西气东输二线等)站场同类污水处理装置的运行效果，出水水质可达到《污水综合排放标准》(GB 8978-96)一级标准，因此建议下一步在初步设计阶段向设备生产厂家提出工艺优化要求，保证广东省境内站场污水排放满足《广东省地方标准水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准要求，污水处理达标后用作站内绿化。若处理效果无法达到《广东省地方标准水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段一级标准要求，则处理后污水应进行收集储存，就近排入市政污水管网或拉运至附近污水处理厂，不允许直接外排。

采取以上措施后，工程运行期生活废水对周围环境很小。

13.2.3　噪声污染防治措施

管道运行期噪声源主要来自站场调压设备、放空系统等。针对工程中噪声的来源及运行期噪声预测评价结果，主要采取的降噪措施如下：

1)　在站场工艺设计中，尽量减少弯头、三通等管件，在满足工艺的前提下，控制气流速度，降低站场气流噪声；尽可能选用低噪声设备，放空立管设置消声器。

2)　站场选址尽量远离居民区。

3)　在初步设计时，对噪声源进行优化布局，对噪声源强扩散与厂界围墙的方位进行调整，对平面布置进行合理设计。

4)　对站场周围栽种树木进行绿化，厂区内工艺装置周围，道路两旁，

也进行绿化，这样既可控制噪声，又可吸收大气中一些有害气体，阻滞大气中颗粒物质扩散。

经对工程运行期噪声预测，各站场投运后各站界均满足标准要求。对各站近距离敏感目标而言，贡献均很小，不会出现扰民问题。

13.2.4　固体废物防治措施

管道运行期间，各站场所产生的工业固体废物主要有：清管作业时将产生10kg～20kg废渣，主要成份为粉尘、氧化铁粉末；分离器检修(除尘)时产生的粉尘，其量极少，约为几公斤；以及各站人员产生的生活垃圾等。主要处理措施如下：

1)　对于清管作业和分离器检修的固体废物，属一般固体废物，目前输气管道工程均采用将其导入站内排污池中集中存放，然后定期清运处理。由于其量很少，且不含有毒有害成分，只要征得当地环保部门的同意，合理选择废渣填埋地点，不会对当地环境造成大的影响。

2)　生活垃圾的处置将按照《城市生活垃圾管理办法》处理，沿线各站场分别与当地环卫部门签订处理协议，交环卫部门统一处理。

根据以上处理措施，只要加强管理，落实可行的措施，该工程运行后的固体废物将不会给环境带来危害。

13.3　环境风险防范措施

13.3.1　工程设计中已采取的事故防范措施

1)　选择线路走向时，避开居民区以及复杂地质段，以减少由于天然气泄漏引起的火灾、爆炸事故对居民危害。

2)　对管道沿线人口密集、房屋距管线较近等敏感地区，提高设计系数，增加管线壁厚，以增强管道抵抗外部可能造成破坏的能力。

根据《输气管道工程设计规范》(GB50251－2015)的要求，输气管道通过的地区，应按沿线居民户数和建筑物的密集程度，划分为三个地区等级，并依据地区等级做出相应的管道设计。

3)　各输气站场严格按防火规范布置平面，站场内的电气设备及仪表按防爆等级不同选用不同的设备。

4)　站内所有设备、管线均应做防雷、防静电接地。

5)　安装火灾设备检测仪表、消防自控设施。

6） 选用低噪声的设备，减少对环境噪声影响。

7） 紧急情况下，天然气采用放空立管燃烧放空。

8） 在可能发生天然气泄漏或积聚的场所应按照《石油化工企业可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》(SH 3063-1999)的要求设置可燃气体报警装置。

9） 设立紧急关断系统。在管线进出站等处设置紧急切断阀，对一些明显故障实施直接切断，也可通过 SCADA 系统进行远程关断，还可以完成全系统关断。

10） 为减轻输气管线腐蚀，外部采取环氧粉末涂层防腐结构，外加电流阴极保护。

11） 站场内设有安全泄放系统，当系统出现超压时，通过设在系统中的安全阀或手动放空阀，自动或手动放空。

12） 站场内利用道路进行功能分区，将生产区和生活区分开，减少了生产区和生活区的相互干扰，减少危险隐患，同时便于生产管理。

13） 加强设计单位相互间的配合，做好衔接、交叉部分的协调，减少设计误操作，使总体设计质量为优。

13.3.2 施工阶段的事故防范措施

1） 在施工过程中，加强监理，确保涂层施工质量。

2） 建立施工质量保证体系，提高施工检验人员水平，加强检验手段。

3） 制定严格的规章制度，发现缺陷及时正确修补并做好记录。

4） 进行水压试验，排除更多的存在于焊缝和母材的缺陷，从而增加管道的安全性。

5） 选择有丰富经验的单位进行施工，并有优秀的第三方对其施工质量进行强有力的监督，减少施工误操作。

6） 管道通过活动断裂区宜采取如下抗震措施：

(1） 正确选择管道通过断层的方向，使管道避免受压缩。

(2） 正确选择管道穿越活动断层的位置。应根据勘探查明，找出活动断层位移和断裂带宽度最小的地方，在这些地方穿越断裂带。若管道与断裂带平行，管道一般应距断裂破碎带 100m 外敷设。

(3） 断层区内管子应浅埋，其覆盖层的厚度宜减小。当管道所通过

的断层预期会产生很大的位移时，宜将这部分埋地管道改为地上敷设。增加管子的壁厚。

(4) 管道经过活动断层处的回填可采用疏松至中等密度、无粘性的材料。

(5) 线路工程需设固定墩时，固定墩的位置应远离活动断层，距离活动断层的距离应大于100m(从断裂破碎带边缘算起)。

(6) 断层过渡段内可设有膨胀节，但不宜设三通、旁通和阀门等部件。断层区的管道，宜将管子置于带斜坡的管沟内。回填土不宜超过1.2m。将管道敷设在大的管沟或套管内，使管道与断层运动隔离，管沟直径根据断层位移量确定。

(7) 活动断层区域的管段，不宜采用不同直径和壁厚的管子。

(8) 管道通过逆冲活动断层时，应考虑管道与断层成斜角度相交，以减少压缩应力。

7) 重点点段的风险防范措施见13.3-1。

表 13.3-1　管道重点点段的风险防范措施

类别		与管道的关系	可能的影响	应采取的措施
环境风险因素	活动断裂因素	本工程管线经过多条地震活动断裂带	对管道有破坏作用	1)采用浅埋措施，断层区管道回填厚度不宜超过 1.2m； 2)断裂带两侧各 300m 范围内，管沟尺寸适当放大，并采用摩擦系数小砂料进行管沟回 填，管沟表面用原状土回填。 3)断层过渡段可设有膨胀节； 4)断层区管道不宜采用不同直径和壁厚的钢管； 5)断层过渡段不宜设三通、旁通和阀门等部件； 6)断裂带两侧各 1000m 内只采用弹性敷设方式，避免弯管； 选择韧性、塑性好的管材，适当增加管线壁厚； 7)在断裂带两侧适当位置应设置截断阀室； 8)断裂带两侧各 300m 范围内，所有环向焊缝应进行 100%X 射线检查。
环境风险因素	地震因素	管道所经大多数区域地震活动性不强，震级低，近期地震活动强度不高。	可能产生地震和地裂缝灾害。	应因地制宜地采取以下抗震措施： 1)采用浅埋、砌沟填砂的办法减弱地裂缝竖向错动、垂直差异运动带来的剪切破坏； 2)增设补偿器以减缓张性地裂缝带来的影响； 3)利用钢管本身特性和回填中粗砂的办法抵减水平扭动作用，加大焊接强度应，接头采用柔性连接，隔一段距离安置伸缩管。
	采矿、采空区	管道附近有采矿、采空区	对管道有破坏作用	1)对于采空区线路调整避让。 2)煤矿区附近的管道环向焊缝采用 100％超声波探伤和 X 射线检查。 3)煤矿区附近的管道，在管沟回填中采用细土，减少回填土对管道的约束。
	塌陷段	管道部分地段存在滑坡、崩塌危害，危险性。	对管道有破坏作用	1)管道施工前应做好地质勘察工作，对岩溶塌陷地段尽量采取避绕措施； 2)强化地下水管理。 3)加强地下水动态监测的基础上，对埋设的管道设立监测标志，纳入区域地面沉降监测网中，定期实施监测工作随时掌握地面沉降灾害发展动态。
	洪水因素	部分管道地处丘陵山区，沿线降水集中，降水量变化大，径流分配不均，水情变化大，汛期发生洪涝灾害的几率较高。	对管道有破坏作用发生露管、管道开裂	建议本工程管道在穿越河流时，要与泄洪口保持一定距离；穿越河堤时，埋深一定要大于沙土层(2m～3m)，沙土层极易被洪水冲刷，只有达到河床的粘土层以下，管道才能保证安全。

环境风险因素	滑坡、崩塌、泥石流段	根据地质灾害报告： 管道存在多种地质灾害，可能发生的地质灾害主要有：崩塌、滑坡、泥石流等。	对管道有破坏作用	滑坡： 1)采取挡土墙、抗滑桩、抗滑锚杆等措施对滑坡体进行支挡。 2)采用向滑动面内灌浆等措施，粘结滑坡体；或采用卸荷等方法彻底清除滑坡体。 3)防止地面水侵入滑动面内，应采取一定的导流措施。 崩塌、泥石流： 1)对潜在发生点进行削坡、清场、加固处理。 2)危岩体或潜在崩塌陡坡对管线存在危害时，对施工产生的削坡临空面采取挡土墙 3)修筑明洞、棚洞等防崩塌构筑物。 4)在坡角或半坡设置起拦截作用的挡石墙和拦石网。 5)在危岩下部修筑支柱进行加固，对易崩塌岩体还可以采用锚索或锚杆串联加固。 6)对岩体中的裂缝、空洞，易采用片石填补、砼灌浆等方法镶补、勾缝。 7)管道深埋并在管沟顶部进行浆砌石加固处理等措施。

13.3.3　运行阶段的事故防范措施

1)　严格控制天然气的气质，定期清管，排除管内的积水和污物，以减轻管道内腐蚀。

2)　每三年进行管道壁厚的测量，对严重管壁减薄的管段，及时维修更换，避免爆管事故发生。

3)　每半年检查管道安全保护系统(如截断阀、安全阀、放空系统等)，使管道在超压时能够得到安全处理，使危害影响范围减小到最低程度。

4)　在铁路、公路、河流穿越点的标志不仅清楚、明确，并且其设置应能从不同方向，不同角度均可看清。

5)　加大巡线频率，提高巡线的有效性；每天检查管道施工带，查看地表情况，并关注在此地带的人员活动情况，发现对管道安全有影响的行为，应及时制止、采取相应措施并向上级报告。

6)　站场事故放空时，应注意防火。

13.3.4　环境管理措施

1)　在管道系统投产运行前，应制订出供正常、异常或紧急状态下的操作手册和维修手册，并对操作、维修人员进行培训，持证上岗，避免因严重操作失误而造成的事故。

2)　制订应急操作规程，在规程中应说明发生管道事故时应采取的操作步骤，规定抢修进度，限制事故的影响，另外还应说明与管道操作人员

有关的安全问题。

13.3.5　管道沿线环境敏感区域的风险防范措施

该工程沿线敏感区域主要有管道沿线近距离的村庄和居民点，近距离水源保护区等。为降低对以上区域的影响，工程拟采取以下保护措施：

1)　在所有风险敏感目标的区段，都应按照《输气管道工程设计规范》的规定，根据穿越段的地区等级做出相应的管道设计，根据周围人员密集敏感情况选取设计系数，提高设计等级，增加管壁厚度。

2)　加强《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的宣传力度，普及天然气管道输送知识，宣传管道事故可能引起的危害，以及其对环境可能产生的影响，宣传保护管道的重要性和意义，提高管道穿越村庄居民的安全防护(管道防护和自我保护)意识，发现问题及时报告。

3)　穿越重要水体等地段时应主动接受主管部门的检查，严格按相关要求执行，降低环境风险。

5)　与地方政府建立沟通渠道，将管道事故应急预案与政府事故应急预案衔接，最大限度地得到政府的支持和帮助。

6)　管道巡线应与当地村民加强联系，做到群防群治，最大限度地保护管道安全。

13.4　环保投资估算

本工程总投资为该项目工程建设投资合计 65.48×10^8元，环保投资约30955.53×10^4元，占总投资的 4.73%。这部分投资主要用于恢复地貌、恢复植被、生态敏感区域恢复治理、环境风险防护措施，及环境监理、监测等施工期生态环境保护措施。

环保投资估算情况见表 13.4-1～表 13.4-3。

表 13.4-1　环保投资汇总情况统计

序号	区段	投资(×10^4元)
1	广东	24333.01
2	福建	6622.52
合　　计		30955.53

表 13.4-2 “三同时”验收及环保投资估算(广东省)

治理项目		设备或措施	数量	处理效果	投资（×10⁴元）
恢复地貌		人工或推土机	468km	恢复原貌	289
植被措施		草种或树苗		恢复植被	916.3
水土保持工程		浆砌石护面、挡土墙、排水沟、挖填方边坡护坡等		控制或减轻水土流失	12299.71
隧道施工	地貌恢复、植被恢复	表土剥离、施工场地恢复、渣场植被恢复	19 处	恢复原貌	950
	地下水环境保护	施工期地下水环境保护(地质、水文地质勘察；探、堵、防水等措施)，纳入工程投资	19 处	避免对地下水的影响	7600
	应急供水	应急/长久供水预留经费	19 处	避免对附近居民饮水的影响	950
	污染防治	施工期污染防治(生活垃圾清运、移动厕所、机械维修废机油、棉纱等收集处置)	19 处	避免施工期对环境影响	460
生活污水		化粪池、一体化处理设备	4 套	达标排放	40
生活垃圾		储存和清运设施	4 套	送垃圾处理场	40
大气防治		放空系统	4 套	高点排放，减少环境空气影响	200
生产废水		排污罐	4 套	达标排放，用于农灌	40
固废		清运设备	4 套	送固体废物填埋场	40
站场绿化		种草、植树	4 座	大于空地 15%	40
环境监理、监测			468km	不发生或少发生环境事故	468
小 计					24333.01

表 13.4-3 “三同时”验收及环保投资估算(福建省)

治理项目		设备或措施	数量	处理效果	投资（×10⁴元）
恢复地貌		人工或推土机	107km	恢复原貌	64.2
植被措施		草种或树苗		恢复植被	310.2
水土保持工程		浆砌石护面、挡土墙、排水沟、挖填方边坡护坡等		控制或减轻水土流失	2991.12
隧道施工	地貌恢复、植被恢复	表土剥离、施工场地恢复、渣场植被恢复	6 处	恢复原貌	300
	地下水环境保护	施工期地下水环境保护(地质、水文地质勘察；探、堵、防水等措施)，纳入工程投资	6 处	避免对地下水的影响	2400
	应急供水	应急/长久供水预留经费	6 处	避免对附近居民饮水的影响	300
	污染防治	施工期污染防治(生活垃圾清运、移动厕所、机械维修废机油、棉纱等收集处置)	6 处	避免施工期对环境影响	150
环境监理、监测			107km	不发生或少发生环境事故	107
小计					6622.52

14 环境管理与环境监测计划

本管道工程对环境的影响主要来自施工期的各种作业活动和运行期的风险事故。无论是施工期的各种作业活动还是运行期的事故，都将会给生态环境带来较大的影响或灾难。为最大限度地减轻施工作业对生态环境的影响，减少事故的发生，确保管道安全运行，建立科学有效的环境管理体制，落实各项环保和安全措施显得尤为重要。

14.1 环境保护机构

根据专业公司要求，本工程由西气东输管道分公司负责运行管理。

为做好环境管理工作，应在公司内部设置环境管理机构，建立 HSE 管理体系，成立 HSE 管理委员会(已有的管理处可依托原 HSE 管理委员会)，负责监督和管理西气东输三线闽粤支干线工程施工期与运行期的环境保护措施的制定、落实及环境工程的施工监督、检查与验收，负责运行期的环境监测、事故防范和环境保护管理。

HSE 管理委员会由公司经理、主管 HSE 副经理、HSE 专职人员和各主要部门负责人组成。公司经理主要负责制定环境方针和环境目标，为环境管理方案的执行提供必要的支持和物质保障等；主管 HSE 工作的副经理，在环境管理中代表项目经理行使职权，监督体系的建立和实施等；公司 HSE 人员，负责监督 HSE 相关标准的贯彻实施，确保所有有关 HSE 方面的要求能正确、完全地执行等。

HSE 管理办公室的主要职责是：

1） 贯彻执行国家和地方环境保护方面的方针、政策及法律、法规；

2） 组织制定本企业的环境保护规章制度和标准，并督促检查执行；

3） 负责体系建立和实施过程中的监督、协调、人员培训和文件管理等工作；

4） 明确各部门在环境管理工作中应负的职责；

5） 制定污染控制及改善环境质量的计划；

6） 负责有关环保文件、技术资料的收集建档；

7） 负责各种应急预案和环境管理及监测计划的制定和校审工作,并负责事故的应急处理和善后事宜。

14.2 环境管理

环境管理的内容包括：项目在建设期和运营期必须遵守国家、地方有关环境保护的法律、法规和标准，制定和调整项目环境保护目标，接受地方环境保护主管部门的监督，协调与有关部门的关系，以及一切与改善环境及保护环境有关的管理活动。其总的指导原则为：

1） 项目的建设应得到充分的环保论证，使项目实施后对当地环境质量的影响最小，尽可能地避免或减少工程建设和运行中对环境带来的不利影响。当这种影响不可避免时，应采取相应的技术经济上可行的工程措施加以减缓，这些措施应与主体工程同时施工。

2） 项目不利环境影响的防治工作应由一系列的具体措施和环境管理计划组成，这些措施和计划用来消除或减少工程施工和运行期间的有害于环境的影响，使其对环境造成的影响程度达到可以被接受的水平。

3） 环境保护措施应包括施工期和运行期的保护措施，并对常规情况和突发情况分别提出不同的环境保护措施和挽回不利影响的方法。

4） 环境管理计划应制定出机构上的安排，各岗位的职责，以及执行各种防治措施的程序、实施进度、监测内容和报告程序等内容。

14.2.1 施工期环境管理

本管道工程的施工期是对生态环境影响最大的时期，为确保各项环保措施的落实，最大限度地减轻施工作业对环境的影响，建立施工期 HSE 环境管理体系、引入环境监理、监督机制尤为重要。

14.2.1.1 建立施工期环境管理体系

为充分利用中石油在管道沿线已有的管理资源，闽粤支干线管道福建段依托配套西三线东段(吉安-福州)建设而新成立的厦门管理处进行运行管理，广东段则全部依托已有的广东管理处进行运行管理。

14.2.1.2 施工期环境管理的主要职责

1） HSE 机构在施工期环境管理上的主要职责

(1) 贯彻执行国家环境保护的方针、政策和法律、法规；

(2) 负责制定本工程施工作业的环境保护规定，根据施工中各工种的作业特点，分别制定各工种的环境保护方案，制定发生事故的应急计划；

(3) 负责组织施工期间的环境监理，审定、落实并督促实施生态恢复和污染治理方案监督生态恢复、污染治理资金和物资的使用；

(4) 监督检查保护生态环境和防止污染设施与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的执行情况；

(5) 监督施工期各项环保措施的落实及环保措施的落实情况；

(6) 负责协调与沿线各地、市环保、水利、土地等部门的关系；

(7) 负责调查处理工程建设中的环境破坏和污染事故；

(8) 组织开展工程建设期间的环境保护的宣传教育与培训工作。

2) 强化施工前的 HSE 培训

在施工作业前必须对全体施工人员进行 HSE 培训，以提高施工人员的环保知识、环保意识和处理跟环境有关的突发事件的能力。培训内容包括：

(1) 国家和地方有关环境方面的法律、法规和标准；

(2) 施工段的主要环境保护目标和要求；

(3) 认识遵守有关环境管理规定的重要性，以及违反规定带来的后果的严重性；

(4) 保护动植物、地下水及地表水水源的方法；

(5) 收集、处理固体废物的方法；

(6) 管理、存放及处理危险物品的方法；

(7) 对施工作业中发现的文物古迹的处理方法等。

3) 加强施工承包方的管理

施工承包方是施工作业的直接参与者，他们的管理水平好坏将直接关系到环境管理的好坏，为此，在施工单位的选择与管理上应提出如下要求：

(1) 在技术装备、人员素质等同的条件下，选择环境管理水平高、环保业绩好的承包方。施工期对环境的破坏程度与施工承包方的素质和管理水平有直接的关系，因此在工程招标过程中，对施工承包方的选择，除要考虑实力、人员素质和技术装备外，还要考虑其 HSE 的业绩，优先选择那些 HSE 管理水平高、环保业绩好的队伍。

(2) 在承包合同中应明确承包方的环保责任和义务，将有关环境保

护条款，如环境保护目标、采取的水、气、声、生态保护及水土保持措施等，列入合同当中，并将环保工作的好坏作为工程验收的标准之一。

(3) 施工承包方应按中国石油天然气股份有限公司天然气与管道分公司的要求，建立相应的 HSE 管理机构，明确管理人员及其相应的职责等。在施工作业前，应编制详细的环境管理方案，连同施工计划一起呈报中国石油天然气股份有限公司天然气与管道分公司 HSE 部门及其它相关环保部门，批准后方可开工。

环境管理方案应包括以下措施：

——减少施工扬尘、粉尘、施工机械及车辆废气排放等大气污染防治措施；

——降低施工机械及车辆噪声、施工噪声，以及在噪声敏感区设置隔声设施等防治噪声污染的措施；

——减少施工废水、生活污水排放，并加以妥善处理，防止污染地表水环境的措施，在地表水源保护区施工时必须采取有针对性地保护措施；

——施工废渣、生活垃圾等处理处置措施；

——限定施工活动范围、减少施工作业对土壤和植被的扰动和破坏、保护动植物等生态保护措施；

——林区作业时的风险防范措施和应急预案；

(4) 施工单位要严格执行施工前的HSE培训考核制度，施工人员必须经过相关部门的环保知识的宣传、教育和培训考核之后，成绩合格者方能进行施工，施工时要做到文明施工，环保施工。

(5) 施工单位要严格执行施工期的各项环保规定，落实各项环保措施，按要求选择适宜的施工时间、尽量缩少施工范围、废渣和垃圾集中堆放、泥浆和废土等按规定进行处置、施工结束后做到工完料净、按规定对土地进行恢复。

(6) 为加强管理施工单位作业范围，明确施工人员作业区域，应在施工作业带两侧树立明显标志，严禁跨区域施工。

(7) 建设单位的环境监管人员应随时对施工现场的环保设施、作业环境，以及环保措施的落实执行情况进行认真的检查，并做好记录。

(8) 对施工中出现的与环保有关的问题进行及时的协调和解决。

(9) 施工单位应根据当地环境合理选择布设施工营地，制定施工营地管理条例，条例中应包括对人员活动范围、生活垃圾及其它废物的管理。

对施工承包的 HSE 管理程序见图 16.2-1。

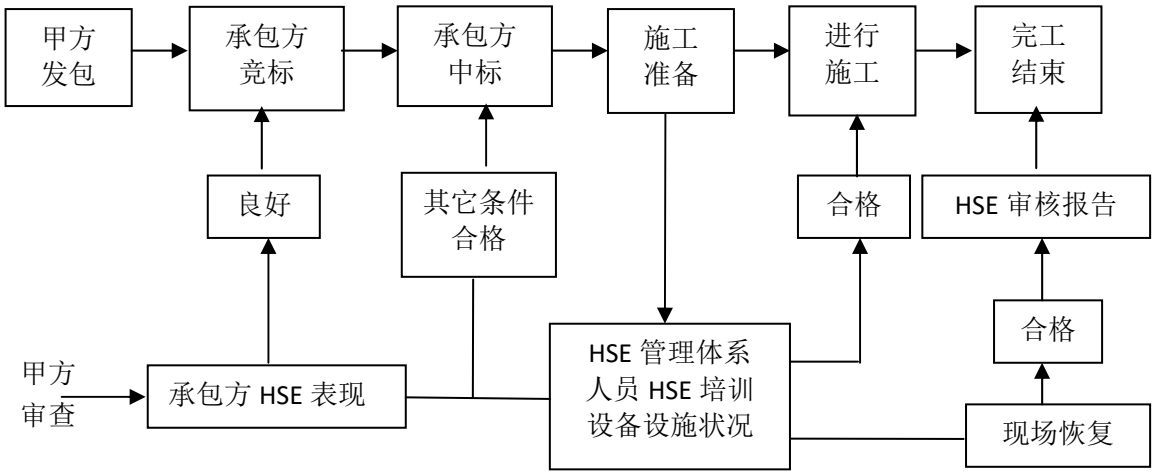


图 14.2-1 对承包方 HSE 管理程序

4) 做好环境恢复的管理工作

工程建设不可避免地会对环境造成破坏，因此必须做好工程完成后的环境恢复工作。目前的生态恢复措施随机性很大，完全取决于参与者的专业技术水平和偏好，因此，除要求施工单位按规定实施生态恢复外，还应聘请专业的生态专家来指导生态恢复工作，或配置专门的技术监理人员监督检查生态恢复质量。

14.2.2 运行期环境管理

14.2.2.1 运行期环境管理机构的设置

在项目运营期，应建立和运行公司 HSE 管理体系，在企业管理部门设置环境管理机构，配备 2～3 名环境管理工程师，设环保兼职人员，负责具体的环境监督管理。

环境管理机构的基本任务是负责组织、落实、监督本企业的环保工作，其主要职责如下：

1) 贯彻执行国家环境保护的方针、政策、法律和法规；

2) 组织制订企业的环境保护规章制度和标准并督促检查执行根据企业特点，制定污染控制及改善环境质量计划；

3) 负责组织环境监测、事故防范以及外部协调工作，负责组织突发

事故的应急处理和善后事宜；

4） 组织开展环境保护的科研、宣传教育和技术培训工作；

5） 监督“三同时”规定的执行情况，确保环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时运行，有效控制污染；

6） 检查本单位环境保护设施的运行。

14.2.2.2 运行期环境管理计划

运行期的环境管理包括日常环境管理及事故情况下的环境管理两方面的内容。

1） 日常环境管理

(1) 建立环保指标考核管理制度，并严格落实各项管理制度，定期对相关部门进行考核，以推动环保工作的开展；

(2) 定期进行环保工作检查，及时发现问题、处理问题，确保环保设施的正常运转，保证达标排放；

(3) 对专、兼职环境管理人员进行环保业务知识的培训，并在全公司范围内进行环保知识的宣传和教育，树立全员的环保意识；

(4) 定期组织召开环保工作例会，针对生产中存在的环环保问题进行讨论，制定处理措施和改进方案，并报上级主管部门；

(5) 制定日常环境监测计划、事故时环境监测计划，以及对重大环境因素的监测计划和方案，以便及时掌握环境状况的第一手资料，促进环境管理的深入和污染治理的落实，消除发生污染事故的隐患；

(6) 建立环境管理台账，制定重大环境因素的整改方案和计划检，并查其落实情况；建立环保设备台帐，制定主要环保设备的操作规程及安排专门操作人员，建立重点处理设备的“环保运行记录”等；

(7) 协助有关环保部门进行环境保护设施的竣工验收工作；

(8) 主管环保人员应参加生产调度和管理工作会议，针对生产运行中存在的环境污染问题，向公司领导和生产部门提出建议和技术处理措施；

(9) 制定各种可能发生的环境事故的应急计划，定期进行演练。

2） 事故环境管理

在管道运行期，环境管理除抓好日常站场各项环保设施的运行和维护

等工作外，工作重点应针对管线破裂、站场着火等重大事故的预防和处理上。重大环境污染事故不同于一般的环境污染，它没有固定的排放方式和途径，具有发生突然、危害严重、污染影响长远且难于完全消除等特点。为此，必须制定相应的事故预防措施、应急措施以及恢复补偿措施等。

(1) 对事故隐患进行监护

对污染事故隐患进行监护，掌握事故隐患的发展状态，积极采取有效措施，防止事故发生。根据国内外管线事故统计与分析，管道运行风险主要来自第三方破坏、管道腐蚀及误操作。对以上已确认的重大事故隐患，应本着治理与监护运行的原则进行处理。在目前技术、财力等方面能够解决的，要通过技术改造或治理，尽快消除事故隐患，防止事故发生；对目前消除事故隐患有困难的，应从管理和技术两方面对其采取严格的现场监护措施，在管理上要加强制度的落实，严格执行操作规程，加强巡回检查和制定事故预案。

(2) 强化专业人员培训和建立安全信息数据库

有计划、分期分批对环保人员进行培训，聘请专家讲课，收看国内外事故录像和资料，吸收这些事件中预防措施和救援方案的制定经验，学习借鉴此类事故发生后的救助方案。平时要经常进行人员训练和实践演习，锻炼指挥队伍，以提高他们对事故的防范和处理能力。建立安全信息数据库或信息软件，使安全工程技术人员及时查询所需的安全信息数据，用于日常管理和事故处置工作。

(3) 事故应急管理

除应在方案选择、工程设计、生产运营中采取工程技术和管理防范措施外，还制定各类环保事故，以及其他事故引发的二次污染事故的应急预案、编制应急响应计划、建立应急机构，并定期组织员工对事故预案进行演练，以提高员工应急处理事故的能力，努力将环境风险降到最小。

——应急机构和职责

企业应建立以总经理或副总经理为总指挥的应急中心。应急中心主要职责：组织制定本企业预防灾害事故的管理制度的技术措施，制定灾害事故应急救援预案；组织本企业开展灾害事故预防和应急救援的培训和演练；组织本企业的灾害事故自救和协调社会救援工作。应急中心应设值班

人员，负责联络通知应急指挥人员及应急反应人员。

应急中心应下设若干应急反应专业部门，负责完成各自专业救援工作；安全管理部门负责组织制定预防灾害事故的管理制度和技术措施，编制应急救援计划方案，组织灾害事故预防和应急救援教育和演练，组织实施企业灾害事故的自救与社会应急救援，组织对灾害的现场监测和环境监测，测定事故的危害区域，预测事故危害程度，指导控制污染措施的实施事故现场善后污染清除等；工业卫生、医疗部门负责组织事故现场防毒和医疗救护，测定事故毒物对工作人员危害程度，指导现场人员救护和防护等；专业消防队负责组织控制危害源、营救受害人员和洗消工作等；信息部门负责组织应急通讯队伍，保证救援通讯的畅通等；物资部门负责保障供应救援设施、器具，物资运输，撤离和运送受伤人员等；保卫部门负责组织快速应急救援队伍，协助公安和消防部门营救受害人员和治安保卫及撤离任务；维修部门负责善后机电仪器设备及建筑物的抢修任务。

——应急计划的实施

当发生火灾事故时，事故发生单位应迅速准确地向企业应急中心报警，同时组织专兼职人员开展自救，采取措施控制危害源，以确保初期灾害的扑救，不延误时间、不扩大事故、不失掉救援良机；企业应急中心接报后，迅速启动应急反应计划，通知联络有关应急反应人员，启动应急指挥系统，对事故进行分析、判断和决策，确定应急对策和事故预案，联络各应急反应专业部门和队伍赴现场各司其职，实施救援计划。如需实施社会救援，应及时向社会救援中心报告，由社会救援中心派专业队伍参战。

——应急状态的终止和善后处理

由应急中心根据现场指挥部和事故应急专家委员会意见决定，并发布应急状的终止。事故现场及受其影响区域应采取有效的善后措施，包括清理现场、清除污染、恢复生产等现场工作；对事故中受伤人员的医治；事故损失的计算，事故原因分析和防止事故再发生的防范措施等；总结经验。

14.3 环境监理

环境保护部在关于西气东输三线天然气管道工程东段、中段等工程环境影响报告书的批复中明确要求：委托有资质的单位开展项目施工期环境

监测和环境监理工作。本工程为西三线工程的一部分，需按照环境保护部要求开展环境监理工作。

工程建设单位和当地环保部门负责不定期的对施工单位和施工场地、施工行为进行检查，考核监理计划的执行情况及环保措施、水保措施与各项环保要求的落实，并对施工期环境监理进行业务指导。

环境监理人员应代表业主进行日常工程环境监理审核，编制各类监控报告，并将突发性环境问题及时报告业主的环保主管部门以及国家和地方环保主管部门。

1） 环境监理人员应具备的条件

(1) 环境监理人员必须具备大学本科及以上学历和必要的环境保护专业知识；

(2) 熟悉国家环境保护方面的法律、法规、政策和标准，了解当地环保部门的要求和环境标准；

(3) 接受过 HSE 的专门培训，有较长的从事环保工作的经历；

(4) 具有一定的场站及油气管道建设的现场施工经验。

2） 环境监理人员的责任

(1) 监督施工现场“环境管理方案”的落实情况；

(2) 对施工期环境监测计划的执行进行监督；

(3) 及时向 HSE 主管部门汇报施工环境现状，并根据发现的问题提出合理化建议及改进方案；

(4) 制止一切违反环境保护法律、法规，且对环境造成污染的行为；

(5) 解决一些现场突发的环境问题。

3） 环境监理工作程序

环境监理是业主和承包商之外的经济独立的第三方，它严格按照合同条款和相关法律、法规，公正、独立地开展工作。环境监理工程师是工程监理的重要组成部分，它既与工程监理有联系，又具有特殊性和相对独立性。环境监理的书面指令通过工程监理下达，以保证命令依据的唯一性。

4） 环境监理工作开展的方式

(1) 监理人员要定期对施工现场进行巡检，重点环境敏感地区，如

沿线近距离的水源保护区、自然保护区(具体见表 1.5-1)等地区，每周至少检查1次～2次。对存在重大环境问题的施工区域要进行跟踪检查，并详细客观(以文字及现场照相或摄像的形式)地记录检查情况；

(2) 对检查中发现的问题，以口头通知或下发环境整改通知书的形式督促施工单位进行整改；

(3) 在环境敏感区域内若发生环境污染事故，应要求承包商进行监测，并提供监测数据，必要时，建议聘请专业人员进行监测，依据监测结果，对存在的环境问题及时要求承包商治理；

(4) 要求承包商限期解决的重大环境问题，承包商拒绝或限期满仍未解决时，在与业主协商后，向承包商发出“环境行动通知”，由业主聘请合格人员实施环境行动；

(5) 督促承包商编报环境工作月报，并审阅承包商环境月报，对承包商的环境管理工作进行评价，并提出改进意见；

(6) 听取工程附近居民及有关人员的意见，及时了解公众对环境问题的看法，提出解决的建议，并向有关方面做出汇报。

4) 环境监理的主要内容及工作重点

(1) 环境监理的主要内容

环境监理工程师应按照业主的委托，按照施工期工程环境监理方案和工作重点开展工作，确保管道施工、站场施工、穿跨越施工以及施工场地、料场、施工便道等符合环保要求，监督环评报告书提出的环保措施的执行情况，通过工程监理发出指令来控制施工中的环境问题。

(2) 工作重点

本工程环境监理的重点应放在自然保护区、水源保护区等地区附近施工时的监理，确保施工期的一切活动都符合环保的要求，并监督敏感区的环保措施的落实情况。施工期环境监理方案及重点监控内容见表 14.3-1。

表 14.3-1　施工期环境监理方案和重点监控内容

重点点段	重点监理内容	目 的
天宝镇饮用水源保护区、靖城镇自来水厂水源保护区、饶平县饮用水源保护区、食饭溪饮用水源保护区、西坑水库饮用水源保护区、潮州市饮用水源保护区、揭阳市新西河水库水源保护区、埔南村老湖水库饮用水源保护区、梅林中学门口饮用水源保护区、古竹新坑水库输水渠水源保护区、梅树下水库饮用水源保护区、麻榨镇鳌溪河饮用水水源保护区、增城区荔城水厂水源保护区	在水源保护区附近施工时，为保护水体不受污染应特别注意： 1 施工场地是否设置在保护区范围内； 2 建筑材料堆放在保护区范围内，机械设备是否有漏油现象； 3 施工场地是否有污水排放，能否流入保护区； 4 施工产生的工业垃圾是否分类挖坑堆放,及时清理，能否进入保护区.	防止水体污染
大开挖穿越的重要河流(III类以上水体功能的河流)	1 施工季节是否合适，是否是河流的枯水期，是否避开灌溉季节； 2 多余土石方堆放是否远离河道和水体； 3 建筑材料堆放是否整齐； 4 是否划定施工作业范围，是否有超范围施工的情况，是否超越施工作业面； 5 施工场地是否建旱厕； 6 施工机械是否有漏油现象，在穿越河流的两堤内是否存在给施工机械加油或存放油品储罐的现象，在河流主流区和漫滩区内是否有清洗施工机械或车辆的现象； 7 施工结束后是否对河床等进行护坡处理； 8 施工产生的工业垃圾是否分类挖坑堆放； 9 管道试压水的处理是否征得当地环保部门同意； 10 施工场地选择是否把减少植被破坏作为首先考虑的因素之一； 11 对于管沟开挖或河床开挖时产生的渗出水排放是否采取了先经渗坑过滤后再排入河流的办法； 12 施工结束后，管沟回填后多余土石方是否均匀堆积于河道穿越区岸坡背水侧并压实，或用于修筑堤坝； 13 施工结束后，施工现场是否进行清理，恢复原貌。	防止地表水体污染

定向钻及隧道穿越的河流	1 定向钻施工现场泥浆池的大小是否合适，是否有泥浆泄漏现象； 2 建筑材料堆放是否整齐； 3 施工场地选择是否把减少植被破坏作为首先考虑的因素之一； 4 施工机械是否有漏油现象； 5 施工营地是否设置在河床以外； 6 施工产生的工业垃圾是否分类收集堆放； 7 施工生产废水(包括泥浆分离水、管道试压水、管沟开挖的渗水以及施工机械废水等)是否存在随意排放的现象，是否经处理达标后排入指定的地点(需经当地环保部门认可)； 8 施工时所产生的废油等物是否有倾倒或抛入水体的现象，是否有在水体附近清洗施工器具、机械的现象； 9 含有害物质的建筑材料如沥青、水泥等堆放是否远离河漫滩附近，是否设蓬盖和围栏，防止雨水冲刷进入水体； 10 管道敷设及河道穿越作业过程排放的废弃土石方是否在指定地点堆放，是否存在弃入河道或河滩的现象； 11 施工结束后，施工现场是否进行清理，废弃物和多余的填方土是否运走，地表是否保持原有高度，是否恢复河床原貌，以保护水生生态系统的完整性。	防止水体污染

管道两侧 200m 范围内的居民点	1 每天 21 时至次日凌晨 5 时是否按要求禁止高噪声设备作业,是否存在噪声扰民的现象，是否有居民投诉； 2 施工路段、灰土拌和场地、运输便道等是否定时洒水； 3 粉状材料堆放时是否设蓬盖； 4 施工现场是否设围栏或部分围栏，以减少施工扬尘扩散范围； 5 汽车运输砂土、水泥、碎石等易起尘的物料是否加盖蓬布、是否控制车速，防止物料洒落和产生扬尘； 6 卸车时是否尽量减少落差，减少扬尘； 7 大风时，是否避免进行挖掘、回填等大土方量作业或采取喷水抑尘措施； 8 运输路线是否尽可能地避开村庄，施工便道是否进行夯实硬化处理，以减少扬尘的起尘量； 9 各类推土施工是否做到随土随压、随夯，减少水土流失； 10 对推过的土地是否做到及时整理，是否有植被恢复或绿化措施； 11 以柴油为燃料的施工机械是否存在超负荷工作的现象； 12 施工中是否有随意抛弃建筑废料、残土和其他杂物的现象； 13 施工期产生和生产垃圾是否集中收集，是否运至地方环保部门指定地点安全处置；	防止噪声影响居民,防止施工扬尘对居民产生影响,减少居民损失,保护居民正当权益
沿线基本农田	1 临时用地植被恢复和耕地复垦等措施的执行情况； 2 管道开挖作业时，对挖出的土壤是否按“分层开挖、分层堆放、分层回填”的原则进行； 3 回填后多余的土是否平铺在田间或作为田埂、渠埂，是否有随意丢弃的现象； 4 临时弃土堆放场选址是否合理，是否采取了有效的水土保持措施； 5 施工带宽度选择是否合理，是否有超越施工带施工作业的现象； 6 施工期是否避开农作物的生长季节。	减少对土壤的扰动和理化性质的影响,减少对农业生产的影响,恢复植被,防止水土流失。
隧道穿越	1 施工剩余废渣是否堆放在选定的专门渣场内，并进行渣场的平整绿化； 2 施工前是否进行详细的水文地质勘察，避免隧道施工对当地地下水的破坏； 3 施工噪声对野生动物的影响情况； 4 施工营地设置是否合理； 5 施工方案是否合理，如隧道洞口位置的合理性；	防止水土流失,保护地下水不受破坏

	6 弃渣场是否做好拦挡和导水沟，防止遇暴雨土石顺坡而下，造成水土流失。 7 施工结束后是否重视地貌的复原	
伴行路施工段	1 施工季节选择是否合理； 2 施工产生的弃土石方是否合理处置； 3 是否做好防止暴雨、泥石流冲刷的危害应对措施。 4 爆破施工方案是否可行，是否能够有助于减免地质性灾害发生和由爆破产生的其他不利影响。爆破活动是否按照要求限制在日间(6:00-22:00)进行。	防止水土流失，保护周边野生动、植物

14.4 环境监测

14.4.1 施工期环境监测

施工期的环境监测主要是对作业场所的控制监测，主要监测对象有土壤、植被、施工作业废气、废水和噪声等。对作业场所的控制监测可视当地具体情况、当地环保部门要求等情况而定，诸如：在人群密集区施工可进行适当噪声监测，在重要河流穿越施工时进行水质监测等；对事故监测可根据事故性质、事故影响的大小等，视具体情况监测气、土壤、水等；生态环境监测主要监测内容为项目建设所涉及的生态环境要素、生态环境问题、生态环保措施的落实情况。具体施工期环境监控计划见表 14.4-1。

表 14.4-1 施工期环境监测、监控计划

监测项目	监测指标	监测位置	工作方式	监测频率	监测单位	监督单位
重要水体水质	SS、COD_{cr}	大开挖穿越的III以上水体河流，河流穿越段上游200m和下游1000m处各设1个监测点	现场监测	施工期间进行2 次	建设单位委托沿线各地市环境监测站	沿线各县/市环保局；
地下水位	溢塘隧道、大坑隧道监测点	水位	现场监测	2 次/年（丰、枯各 1 次）	建设单位委托沿线各地市环境监测站	沿线各县/市环保局；
固体废物	生活垃圾、废弃泥浆	施工作业场地，以定向钻穿越施工场地为重点	随机检查	施工期间进行2 次	建设单位委托的环境监理单位	所涉及的县/ 市环保局
事故性监测	根据事故性质、事故影响的大小，视具体情况监测气、水等	事故发生地点	现场监测	事故时	建设单位委托的环境监测单位	所涉及的县/ 市环保局

14.4.2 运行期环境监测

1） 环境监测工作组织

针对本工程环境污染的特点，运行期可不必自设环境监测机构，需要进行的环境监测任务可委托当地环境监测站进行。环境监测应按国家和地方的环保要求进行，采用国家规定的标准监测方法，并按照规定，定期向公司 HSE 部和有关环境保护主管部门上报监测结果。

2） 监测计划

根据工程运行期的环境污染特点，环境监测主要包括对站场排污的定期监测及事故监测，具体见表 14.4-2。

表 14.4-2　运行期环境监测计划

序号	监测对象	监测点位	监测因子	监测频率	控制目标
1	生活污水	各站场生活污水排放口	石油类、SS、COD、氨氮等	1 次/年	达标
2	噪声	各站场站界	等效连续 A 声级	2 次/年	达标
3	声环境	各站场场界外 200m 内的敏感点	等效连续 A 声级	2 次/年	达标
4	地下水位	溢塘隧道、大坑隧道监测点	水位	2 次/年（丰、枯各 1 次）	观测变化
5	耕地	管道穿越的农田区域	耕地	调查	覆土还耕
6	植被	项目实施区	植被类型，草群高度、盖度	不定期调查了解	生 境不变
7	事故监测	事故地段	甲烷、一氧化碳、二氧化氮等	立即进行	及时提供数据

生态调查主要是对管道沿线的植被恢复情况进行调查和统计，以便能及时采取一些补救措施。

事故监测要根据发生事故的类型、事故的影响大小及周围的环境情况等，视具体情况进行大气监测，同时对事故发生的原因、天然气泄漏量、污染的程度以及采取的处理措施、处理效果等进行统计、建档，并及时上报有关环保主管部门。

15 环境经济损益分析

本工程建设必将会对管道沿线的环境和经济发展产生一定影响。在进行本工程的效益分析时，不仅要考虑工程对自然环境造成的影响，同时也要从提高社会经济效益为出发点，分析对社会和经济的影响。本章将对该项目建设的社会、经济效益进行分析，并按照定性和定量相结合的方法，从环境经济角度分析该项目对沿线环境的影响程度。

15.1 社会效益分析

天然气作为一种优质、高效、清洁的能源，它在能源中的竞争优势逐步确立，开发利用天然气已成为当代的世界潮流。随着全球天然气探明储量和产量的同步迅速增长，天然气在能源构成中所占比例日益提高。有专家预计，2020 年后天然气将超过原油和煤炭，成为世界一次能源消费结构中的“首席能源”，天然气将进入一个全新的历史发展时期。

15.1.1 本项目的建设符合全国天然气管网发展规划

为指导全国天然气管网按资源配置进行总体规划、合理布局，推动我国天然气行业协调发展，国家发改委制定了《全国天然气中长期发展专项规划》(以下简称《规划》)，根据《规划》，未来全国天然气主干线将实现联网供气，实现联网的主干线压力等级不低于 8MPa。按照初步规划，到 2020 年将建成两横(西气东输、西部进口管道)两纵(中俄天然气管道、沿海天然气管道)供气主干线。

本工程是西气东输三线天然气管道工程的重要组成部分。西气东输三线天然气管道总体走向自西北向东南，途经新疆、甘肃、宁夏、陕西、河南、湖北、湖南、江西、福建、广东共 10 个省、自治区，总长度为 7364km。是继西气东输二线之后，又一条连接中亚进口气源、接纳新疆煤制气并输往东部沿海城市的又一条大口径、高压力、长距离输送管道。该管道的布设符合全国及区域管网总体规划建设布局，有助于构建和完善全国天然气“纵横”骨干网络。

15.1.2 是进口天然气和新疆煤制气外输的重要通道

2009 年 12 月 14 日，中亚-中国天然气管道建成投产。随着中亚-中国天然气管道项目的实施，我国与中亚各国特别是土库曼斯坦、乌兹别克斯

坦、哈萨克斯坦三国的能源合作越来越密切。根据相关合同和协议，在确保向中亚管道一期工程供气 $300\times10^8m^3/a$ 的基础上，中亚三国还可向我国增供天然气 $250\sim300\times10^8m^3/a$。同时，我国境内的新疆庆华煤化有限公司、伊犁新天煤化工有限责任公司、潞安新疆伊犁煤化工有限公司和中电投新疆能源公司均在伊犁地区开工建设了煤制气项目，登记备案的煤制气项目规模为 $235\times10^8m^3/a$。

由于从中亚引进的天然气总量将有较大幅度增加，同时新疆的煤制气也将建成投产，西气东输二线管道已不能满足引进天然气和国产煤制气的输送要求，因此，西气东输三线的建设可缓解西气东输二线的输气压力，确保新增气量的输送。

15.2 经济效益分析

该项目工程建设投资合计 65.48×10^8 元。

本工程为西三线工程的重要组成部分，具有较高的经济效益。同时，考虑到本工程的建设有利于满足粤东地区社会经济发展对能源的需求，保证当地天然气供应安全，构筑东南沿海地区新的供气通道并且有利于实现干线管道网络化，提高管网调配灵活性，因此应努力扩大市场范围、挖掘高端用户，获得税收优惠政策及降低建设投资、运营成本等，可以大大提高项目的经济效益。

另外，本项目的建成还具有一定的间接经济效益，例如使用天然气发电与燃煤电厂比可大大节约投资同，减少运营成本，主要为煤炭运费等，同时还可以缓解铁路和公路运输压力，改善环境提高居民生活质量等。

15.3 环境损益分析

15.3.1 环境损失分析

本工程在建设过程中，由于线路工程施工和站场建设需要临时和永久占用土地，扰动土壤，破坏地表植被，并因此带来一定程度的环境损失。一般来说，环境损失包括直接损失和间接损失，直接损失指由于项目建设对土壤、地表植被及其生境破坏所造成的环境经济损失，即土地资源破坏的经济损失；间接损失指由土地资源损失而引起的其他生态问题，如水土流失、沙尘暴、生物多样性及生产力下降等生态灾害所造成的环境经济损失。间接损失的确定目前尚无一套完整的计算方法和参考依据，因此，仅

通过计算直接损失—生物损失费来确定环境损失。

15.3.2　环境效益分析

15.3.2.1　改善环境空气质量

天然气利用可以减少环境空气污染物的排放量，改善环境空气质量。本项目在减轻大气环境影响方面效益显著，与燃油和燃煤相比具有更高的环境效益。

根据天然气、油和煤的热值，首先计算出天然气替代油、煤的量，然后根据各种燃料的硫含量,计算出 SO_2 的排放量,具体计算结果见表 15.3-2。

表 15.3-2　燃烧各种燃料二氧化硫排放情况对比

燃料名称	替代量	二氧化硫(×10^4t/a)		氮氧化物(以 NO_2 计)(×10^4t/a)	
		排放量	削减量	排放量	削减量
天然气	50×10^8㎥/a	0.05	/	3.12	/
油	500×10^4t/a	4.4	4.35	5.77	2.65
煤炭	931×10^4t/a	12.88	12.83	6.7	3.6

注：1、根据燃料油标准(GB/T387)，燃料油的硫含量≤0.5%；煤的硫含量按照全国统计数据，其硫含量平均值为 1.01%。

2、根据国家统计局全国主要能源折算标准表，原煤热值按 5000 大卡/公斤计算，天然气热值按 9310 大卡/立方米计算，燃料油热值按柴油热值 9310 大卡/公斤计算。

1)　由上表可知，本工程投运后，用天然气替代燃油和煤炭可减少 SO_2 排放量 43500t/a 和 128300t/a，减少 NO_2 排放量 26500t/a 和 36000t/a。可见，工程建成对于加速利用天然气资源，减少污染物排放，具有巨大的环境效益。

2)　天然气的利用可以节省污染物处理费用。以 SO_2 处理为例，据统计，处理 SO_2 所需费用为 1.0 元/kg，当用气量达到 50×10^8㎥/a 时，每年可节约 SO_2 治理费约为 4347 万元～12830 万元。

3)　天然气的利用可以降低由环境空气污染引起的疾病，进而减少治疗疾病所花的医疗费及误工费。

4)　通过采取相应的生态恢复和污染治理措施，能够减轻管道建设对沿线区域环境的扰动，同时新增水土流失得到有效控制，周边环境质量不仅不会降低，还会有所改善。

本项目的建设不仅减少了环境空气污染物的排放量，改善了环境空气质量，也节省了二氧化硫处理费。由此可见，天然气这种清洁能源的环境

效益是十分明显的。

15.3.2.2　减少运输带来的环境污染

管道输送是一种安全、稳定、高效、清洁的运送方式。由于天然气采用管道密闭输送，运输中不会对环境造成污染。而利用煤炭或者石油，需要车船运输，运输中会产生一定量的大气污染物，如汽车尾气、二次扬尘。因此，利用天然气避免了运输对环境的污染问题，保护了生态环境，具有较好的环境效益。

15.4　小结

经上述分析可知，本工程的实施将造成直接环境经济损失约 712.52×10^4元。

本工程实施后，可以输送天然气 50×10^8㎥/a。天然气总计可替代燃煤约 931×10^4t/a，燃油 500×10^4t/a。因此，燃烧天然气与燃烧油和煤相比，污染物 SO_2排放量分别减少 4.35×10^4t/a 和 12.83×10^4t/a，减少 NO_2排放量 2.65×10^4t/a 和 3.6×10^4t/a，可极大地改善地区的环境空气质量，减少慢性气管炎、肺心病等疾病的发病率，以及减少由此发生的医疗费支出，此外，用管道输送天然气还可减少运输带来的环境污染。

由此可见，本工程实施后所带来的经济效益、社会效益和环境效益，比本工程施工中所造成的直接环境、经济损失要大得多。因此，本工程实施后所产生的经济效益、社会效益和环境效益是显著的。

16 评价结论及建议

16.1 评价结论

16.1.1 工程概况

西气东输三线闽粤支干线全长 595km，管径 813mm，设计压力 10MPa，全线设计输量为 58.1×$10^8$$m^3$/a，共设置站场 5 座，分别为广州(增城)分输清管站、河源分输清管站、揭阳分输清管站、潮州分输清管站及漳州分输清管站，设置阀室 26 座，其中监控阀室 9 座，监视阀室 17 座。闽粤支干线分二期建设，一期建设广州(增城)分输清管站-潮州分输清管站段管道工程，含广州(增城)分输清管站、河源分输清管站、揭阳分输清管站和潮州分输清管站以及揭阳维修队；二期建设潮州分输清管站-漳州分输清管站段管道工程(含漳州分输清管站)，并扩建揭阳维修队为揭阳维抢修队。其中，一期管道广州(增城)分输清管站-潮州分输清管站段，长 380km，设计输量为 58.1×$10^8$$m^3$/a，设计管输能力 2183×$10^4$$m^3$/d；建成后全线设计输量为 58.1×$10^8$$m^3$/a，设计管输能力 2183×$10^4$$m^3$/d。

管道全线采用沟埋方式敷设，管顶埋深一般为 1.2m。本工程穿越大型河流 3 处，穿越中型河流 16 次，全线拟设计山体隧道 25 处。

管道防腐采用外防腐涂层防护和强制电流阴极保护联合方式，外防腐层选用三层 PE；管道内涂层材料采用环氧型内减阻涂料；阴极保护站与工程站场和阀室合建。全线设管道标志桩、阴极保护测试桩等附属设施，采用自动控制方式(SCADA 系统)进行全线监控。

该工程由中国石油天然气股份有限公司西气东输管道公司负责建设，本工程总投资为该项目工程建设投资合计 65.48×10^8 元，环保投资约 30955.53×10^4元，占总投资的 4.73%。

16.1.2 路由评价

本工程管道沿线地形条件极为复杂，线路工程难度大，单位长度造价高。线路选择时充分参考了西气东输三线东段、中段、西气东输二线、兰郑长成品油管道等国内大型管道工程的建设经验，根据沿线的地形、地貌、地质、水文、地震等自然条件和交通、电力等社会依托条件，并充分考虑了沿线城市发展规划和自然保护区、水源保护区、风景名胜区和森林公园等敏感区对本工程的制约条件，同时坚持以线路走向与地方规划建设

相协调为重点，以管道和沿线地方安全为根本，并从处理好水土保持、环境保护与管道建设的关系为出发点，统筹规划了本工程的线路路由走向。

本工程线路路由的确定，环评单位全过程参与，在可研阶段就介入，对拟定的比选线路进行初步评价，充分听取环境影响初步评价的意见，只要在路由确定时能避免对环境造成影响的，就尽量避免，采取避绕或改线等措施，以减少对管道沿线环境敏感区域的影响。

本工程线路走向评价结果显示，本管道路由方案在选线过程中充分考虑了工程对环境的影响因素，对沿线自然保护区、森林公园、水源保护区等环境敏感区全部进行了避绕，在多线路比选的基础上确定推荐线路，该方案线路走向基本合理可行；受线路走向及沿线环境敏感区分布限制，管道穿越了部分广东省生态严控区，已取得广东省批复意见。另外，各站场的选址均是在与当地的规划部门进行了多次现场踏勘调整和反复协商的基础上确定的，各站址均符合当地城镇发展规划，所选站址避开了人口稠密区域、地震断裂带等区域，各站站址的选择已初步征得当地国土和规划部门的同意，线路和站场的选择从环保的角度来看是合理的。

16.1.3　生态环境影响评价结论

1)　生态现状和保护目标

本工程经过区内地形以丘陵山地为主要特征，自然植被类型以常绿阔叶林和常绿阔叶林、常绿针叶林、针叶混交林为主。根据《全国生态功能区划》，管线所经过的地区绝大部分属于生态调节功能一级区，水源涵养功能区二级区、粤东闽东南丘陵山地常绿阔叶林水源涵养三级功能区；另外，还有一小部分属于农产品提供一级区、农产品提供二级区、粤东丘陵平原农产品提供三级功能区。

根据《广东省环境保护规划纲要(2006-2020 年)》和《福建省生态功能区划》，管线沿线经过了 13 个生态功能区，分属 4 个生态区 7 个生态亚区。

本工程未穿越自然保护区、世界文化和自然遗产地等特殊生态敏感区，未穿越风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地、原始天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、重要水生生物的自然产卵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等重要生态敏感区，但本工程在广东省境内穿越生态严控区 23.512km。

2） 环境影响预测及拟采取的保护措施

本工程对生态环境的影响主要表现在施工期，即工程施工将会打破地表的原有平衡状态，主要表现为开挖管沟、敷设管道、建设站场、修筑施工道路、管道穿跨越河流、挖掘隧道等工程活动对植被的破坏、对土壤环境的破坏、占用土地、改变土地利用性质等。本工程永久占用耕地 19.62 ha，不涉及无基本农田。临时占用耕地 565.53 ha，其中有 496.4ha 为基本农田，约占总临时占地面积的 80%。若恢复治理措施不当，土壤的每一个新坡面，每条新车印都可能形成新的侵蚀起点，从而加重当地的水土流失，并影响农业生产，使当地农民的收入受到一定的损失。本工程穿越生态严控区段，施工期将对自然体系恢复稳定性产生短期内的负面影响，施工结束后可得到恢复或缓解。

本报告提出的生态保护措施为：

1） 一般性保护措施：加强施工期环境保护管理，如建立高效、务实的环境保护管理体系，加强招、投标工作和环境保护监理；严格控制施工占地，施工结束后恢复土地利用原有格局，恢复地貌原状；在管道施工过程中必须做到对管沟区土壤的分层剥离、分层开挖、分层堆放和循序分层回填；在项目设计及施工中尽量减少农业占地，缩短施工时间，选择合适的施工期，减少农业当季损失，保护土壤肥力；根据沿线实际环境条件，有针对性地进行植被恢复及绿化，对农田扰动区，以农业种植复垦为主，对林地扰动区，穿越段两侧各 5m 范围内以植草绿化为主，必要时可考虑浅根性半灌木、灌木绿化；合理安排施工进度及施工时间，避免雨天和大风天开挖施工作业。对施工人员开展野生动物保护的宣传工作，禁止施工人员猎捕蛙类、蛇类、鸟类等野生动物，在主要施工场地设置警示牌，提醒施工人员保护野生动物；项目所涉及的占地严格按土地管理法规的要求，逐级上报有审批权的政府部门批准；建设单位落实林业、临时占地、青苗补偿等各项补偿费用，确保不损害沿线农户的利益。报告书制定了详细的生态监测计划，并要求建设单位定期将监测结果向地方环保主管部门报告。

2） 隧道施工处合理设置渣场，并对弃渣进行综合利用，可以用于修建道路或用于地方基建等。弃渣场采用浆砌石挡墙的支挡型式，并设置好截、排水沟，且不可阻挡河道及泄洪通道，宜结合实际情况进行坡面绿化、

顶面复耕。

3） 本工程沿线所经地区分布有古树名木和国家重点保护野生植物。施工前认真核查施工区内的珍稀保护植物，如发现有国家重点保护植物，要报告当地相关主管部门，采取适当的保护措施；对于古树名木应避绕。

4） 本工程穿越生态严控区段，设计阶段应进一步优化施工方案；施工阶段要加强管理，控制作业带宽度及施工便道用地，合理安排施工工期和施工工序，施工结束后对临时用地及时恢复，对保护区路段设置警示牌，加强绿化和风险防范措施，制定风险应急预案，做好水土保持及环境生态保护；运营阶段做好对恢复植被的保养维护。

16.1.4 地表水环境影响评价结论

1） 质量现状和保护目标

本工程管道全线共穿越大型河流 3 处，穿越中型河流 16 处，穿越方式有定向钻、大开挖、钻爆隧道、盾构隧道等。经过的各河流分属 4 大水系。

监测结果显示，悬浮物监测结果为 11 mg/L -27 mg/L，除文峰溪的氨氮、总磷数值略有超标外，其他河流各项水质指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)相应要求，水质现状较好。

本工程对所有水源保护区进行了避让，主要环境保护目标为沿线穿越的III类以上水体。

2） 环境影响预测及拟采取的措施

施工期对一般河流采用开挖方式穿越，对重要河流根据地形、河流底质组成，采用钻爆隧道、盾构隧道或定向钻方式敷设。

大开挖穿越河流施工，会使河水中泥沙含量显著增加，对河流水质产生短期影响；各项机械施工作业可能导致污染物(机油)渗漏，对地表水体造成污染；管沟回填后多余土石方处置不当可能造成河道淤积和水土流失。定向钻穿越河流的潜在影响因素是施工产生的废弃泥浆和岩屑，废弃泥浆处置可在泥浆池中固化后就地掩埋，恢复种植，钻屑用于加筑堤坝和进行场地恢复；在强化管理措施后，定向钻穿越施工对周围水环境影响不大。

报告书提出的施工期主要环保措施为：大开挖穿越河流时，尽量安排在枯水期，水量较大时采用围堰导流开挖，并采取水土保持措施；在一般

地段，施工队伍依托当地社会服务设施，在山区和穿越施工地段，依托当地民居，不设施工营地。定向钻穿越敏感水体，两侧大堤堤脚内不得设置施工材料堆放场地，禁止设立施工营地；按 30%的余量设置泥浆池，防止外溢，并做好防渗处理；施工结束后尽快恢复出入场地的原貌等。清管、试压废水主要含铁锈和泥沙等杂质，经沉淀过滤后排入附近的沟渠河流。

运行期，本管道沿线各站场排水量较小，水质特征单一，易于处理，产生的污水均进行了合理处理，处理后的污水经提升后首先用作站内绿化、道路浇洒。

16.1.5　地下水环境影响评价结论

管道沿线设计 25 处山体隧道，均采用钻爆隧道施工，由于钻爆使原有的地质结构受到破坏，岩层的物理性能发生变化，裂隙增加，易引发坍塌、涌水、涌泥等地质灾害，存在较大的风险。为了施工过程的安全，并将隧道建设对地下水的影响降至最低，在确定施工方案前，对隧址区必须进行详细的地质、水文地质、工程地质勘探，明确具体的地质构造，查清地下水赋存规律和补、径、排条件，查清隧道与保护目标之间的水力联系，确定断裂是否导水等，根据地质、水文地质、工程地质资料科学合理地安排施工方案。通过分析本工程隧道区的地貌、地质及水文地质条件，隧道均设置在偏僻的山谷内，周围居民较少，部分隧道进出口附近或山下有零星民宅，隧道顶部均无居民。施工期，隧道开挖可能局部出现地下水渗出，特别是在断裂破碎带、岩溶发育区及岩层界面处可能有涌水，短时间内造成部分地段地下水流失，对居民用水造成一定影响。施工期隧道内部分地段出现的地下水渗出现象，在隧道衬砌、喷锚完成后，其影响即行消失。因此，施工过程及运营期应加强对居民用水进行监测，以便及时了解隧道建设对地下水影响的程度。

运营期，由于输气管线是全封闭系统，如不发生泄漏事故，对穿越处的地下水不会造成影响。

16.1.6　环境空气影响评价结论

1)　质量现状及保护目标

本次评价在广州(增城)分输清管站等 4 个站场进行了环境空气现状监测，监测结果表明：

各站场站址区域及周边环境空气当中 NO_2 小时浓度范围在 0.005mg/m^3-0.045mg/m^{3}之间，标准指数值范围在 0.025-0.225 之间，未超标；NO_2 日均浓度范围在 0.013mg/m^3-0.031mg/m^3 之间，标准指数值范围在 0.163-0.388 之间，未超标；SO_2 小时浓度范围在 0.013mg/m^3-0.061mg/m^{3}之间，标准指数值范围在 0.026-0.122 之间，未超标；SO_2 日均浓度范围在 0.020mg/m^3-0.041mg/m^{3}之间，标准指数值范围在 0.133-0.273 之间，未超标；PM_{10} 日均浓度范围在 0.032mg/m^3-0.072mg/m^3 之间，标准指数值范围在 0.213-0.480 之间，未超标。各站场环境空气质量均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准。各站场环境空气当中非甲烷总烃浓度范围在 0.06mg/m^3-0.29mg/m^{3}之间，低于《大气污染物综合排放标准详解》中的 2mg/m^3。

环境保护目标主要为站场周围的居民点。

2) 影响预测及拟采取的保护措施

管道施工期主要污染物是施工扬尘和施工机械、车辆排放的废气，会对空气质量产生短期、轻微的影响。

运行期正常情况下，闽粤支干线各站场清管作业时排放的非甲烷总烃最大落地浓度预测值为 0.1421mg/m^3，与背景值(0.29mg/m^3)叠加后为 0.4321mg/m^3，出现在预测源下风向 144m 处，清管作业对各站场周围环境空气影响均较小。

16.1.7 声环境影响评价结论

1) 声环境质量现状

根据各站场噪声源情况及拟建各站址周围环境状况，选择了 4 座站场进行了声环境现状监测，根据表中评价结果可知，各站站址及周围村庄的昼、夜监测值均低于《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准，各站站址及周围村庄声环境质量现状满足所在功能区要求，声环境质量现状良好。

2) 影响预测及拟采取的保护措施

投运后，各站厂界噪声贡献值均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)2 类标准，不会对周围环境产生大的影响。

16.1.8 环境风险评价结论

该管道输送物质为天然气，属于甲 B 类火灾危险物质，具有易燃、易爆、低毒等危险特性。管道事故主要受管材制造、敷设、运行和管理等存在的缺陷以及第三方破坏、自然原因的影响。主要表现为管道因穿孔、孔洞、断裂等引起天然气泄漏。该管道沿线存在多种地质灾害，例如地震、洪水淹没与冲刷侵蚀、泥石流和水土流失等，将对管道安全造成威胁。此外，管道沿线部分地段人口分布较为密集，存在近距离居民点，环境风险敏感性较高。

本次评价确定管段断裂泄漏为最大可信事故。主要影响为天然气泄漏后在空气中可能引起燃烧、爆炸，以及由此伴生的空气污染。

天然气中主要成分为甲烷，属于窒息性气体。当空气中甲烷浓度达到25%～30%时，由于窒息作用人体可出现头晕，呼吸加速、运动失调等症状。由于本工程干线压力较大，一旦发生断裂事故，两端阀室迅速关闭，在断裂口泄漏天然气将喷射而出形成烟团。由于甲烷气体质量比空气轻，烟团可迅速上升扩散，在断裂口周围形成的地面窒息浓度区域仅限于管道附近。

管道发生泄漏事故时，两端阀室迅速关闭，在破裂口泄漏天然气将喷射而出形成烟团，由于甲烷气体质量比空气轻，烟团可迅速上升、扩散。本次评价从保守计算角度，未考虑甲烷轻气体的浮力作用，在静风(0.5m/s)和各地年平均风速条件下，甲烷最大落地浓度未超过窒息浓度阈值(178571mg/m^3)，假定事故情景排放的甲烷不会导致周围居民窒息。

根据预测结果，在静小风，及各地年均风速的不利气象条件下，本工程各段管道破裂火灾事故产生的 CO 最大落地浓度为 6.93mg/m^3，未超过短时间接触容许浓度 PC-STEL(30mg/m^3)。因此，管道破裂发生火灾事故时产生的 CO 对管道两侧的敏感点及近距离处的村庄的影响均较小。

站场天然气事故冷排放时，根据预测计算结果，在各种气象条件下，NMCH 最大落地浓度为 8.25mg/m^3，出现在下风向 1021m 处。由于最大落地浓度值远远低于各组分中毒浓度限值，并且排放时间较短，因此，事故冷放空天然气对周围近距离居民区处的环境影响不大。

本次评价确定的事故管段发生破裂穿孔事故概率最大为 0.48×10^{-3} 次/年，泄漏后引发火灾事故的最大概率为 2.35×10^{-5} 次/年。根据本次评价对

天然气泄漏事故以及火灾次生污染环境事故后果(致死人数)分析，该类事故不会致人死亡。说明本工程环境风险可接受，但在人口密集区等环境风险敏感程度较高区域还需要加强风险防范措施，制定相应的事故应急预案，降低事故发生的可能性并将事故造成的损失降至最低。

石油化工行业的可接受风险值 RL 为 8.33×10^{-5}，本工程的环境风险值低于行业风险值，因此，本工程的环境风险是可以接受的。但仍需要加强风险防范措施，制定相应的事故应急预案，降低风险发生的可能性并将事故造成的损失降至最低。

该工程拟采取的风险防范措施主要包括：选择线路走向时，避开居民区以及复杂地质段；对沿线人口密集、房屋距管道较近等敏感管段，提高设计系数，增加管道壁厚，增加埋深；各站场平面布置满足安全防火距离；设计上选用质量可靠的管材和关键工艺设备；全线采用高温型三层 PE 防腐层防腐；全线采用 SCADA 远程监控技术，设置远程控制截断阀(RTU 阀室)，站场设置 ESD 系统。运行阶段建立维护保养、定期检测管道壁厚和巡线检查制度，加强安全管理的措施，加强管道和站场周围居民的环境风险宣传。

结合管道建设方已建立的应急体系，制定了该管道的分级应急预案，主要内容包括组织机构、预防与预警、应急相应、信息发布、后期处置、保障措施和培训。

16.1.9　公众参与结论

本次评价公众参与工作严格按照办法实施，公众参与共发放公众参与调查表 536 份，回收有效表 508 份，回收率为 94.8%；其中团体 42 份，个人 466 份。公众参结果表明：94.6%的单位对本工程的建设表示支持，5.4%表示无所谓，没有单位对本工程的建设表示反对；支持本工程的群众所占比例为78.61%，表示有条件支持的群众所占比例为19.89%，有1.5%的群众(7 人)表示不支持本工程。绝大多数人赞成项目的建设，认为工程的建设，将使管道沿线各县市的用气情况得到改善，对经济发展和社会稳定起到一定的促进和推动作用，为地方发展注入新的能源动力。同时，要求建设工程一开始就应该重视环境保护，做到项目建设与环境保护同步进行；提高施工质量，不留事故隐患。针对调查表中出现的个别反对意见，环评单位已经把结果反馈给建设单位，建设单位非常重视和尊重公众意见，并

对临时占用农田补偿标准问题、工程运行期生态保护、污染防治、风险防范等做出了相应的承诺。

16.1.10　环境经济损益分析结论

本工程投运后，用天然气替代燃油和煤炭可减少 SO_2 排放量 43500t/a 和 128300t/a，减少 NO_2 排放量 26500t/a 和 36000t/a。可见，工程建成对于加速利用天然气资源，减少污染物排放，由此可见，本工程实施后所产生的经济效益、社会效益和环境效益是显著的。

16.1.11　综合评价结论

西气东输三线天然气管道闽粤支干线工程是西气东输三线战略通道的重要组成部分，该工程符合国家产业政策和国家发展综合交通运输政策和规划，该工程的建设，对构筑全国性的油气战略通道，实现全国性输气管网气源多元化、输气网络化、供气稳定化、管理自动化，保障粤东地区天然气用户安全供气，具有重要意义。同时对促进当地经济发展，大幅降低了能耗和油气损失具有重大意义，属清洁生产项目。

工程在建设中，不可避免地会对周围的环境产生一定的不利影响，同时在运行过程种还存在一定的风险性，但其影响和风险是可以接受的。只要加强管理，认真落实可行性研究报告和本报告中提出的各项污染防治措施、事故预防措施以及生态环境保护和恢复措施，就可以使本工程对环境造成的不利影响降到最低限度，使工程开发活动与环境保护协调发展。

管线路由得到了当地各级主管部门的认可；工程站场各类污染物基本可做到达标排放。在落实各项环保措施、生态恢复措施、风险防范措施和事故应急措施后，本工程从环境保护角度考虑是可行的。

16.2　建议

1）　严格按照水土保持方案的要求做好水保措施。施工期间，应合理组织安排工序，风、雨季节应采取临时拦挡及遮盖措施。

2）　倡导文明施工，保护好周边植被，尽最大可能防止产生新的水土流失，无法避免的必须在完工时及时恢复植被。

3）　管道施工、运行过程中在沿线采用户外广告、招贴画、广播等形式，大力宣传《中华人民共和国石油天然气管道保护法》，使沿线群众熟悉和了解管道保护的意义和方法，广泛宣传国家和地方相关法律法规。

4） 项目运营后严格管理，以防发生风险时对周边居民造成危害。

目 录

1 总则 1
1.1 评价任务的由来 1
1.2 项目意义及评价目的 2
1.3 编制依据 3
1.4 评价标准 8
1.5 控制污染与保护环境的目标 11
1.6 评价工作等级和评价范围 19
1.7 环境影响要素识别和评价因子确定 22
1.8 评价内容和评价重点 23
1.9 评价方法 24
2 建设项目概况 25
2.1 项目名称 25
2.2 项目性质及地理位置 25
2.3 规模及投资 27
2.4 气源组份及物性参数 27
2.5 项目组成及工程量 30
2.6 线路工程 32
2.7 工艺站场 46
2.8 自动控制 56
2.9 消防 57
2.10 站场供电 57
2.11 土地占用情况 57
2.12 组织机构及人员编制 60
2.13 清洁生产 61
2.14 维修及抢修 64
2.15 项目实施进度 64
3 工程分析 65
3.1 施工期环境影响分析 65
3.2 运行期间环境影响分析 77

3.3 依托工程分析 81
4 沿线地区环境概况 82
4.1 区域自然环境概况 82
4.2 沿线行政区划 90
4.3 站场周围环境概况 91
5 生态环境影响评价 95
5.1 生态环境现状调查 95
5.2 生态环境影响分析 152
5.3 生态环境保护措施 183
6 地表水环境影响评价 196
6.1 管道沿线地表水环境现状调查与评价 196
6.2 管道沿线地表水环境质量现状调查与评价 225
6.3 地表水环境影响分析与评价 232
7 地下水环境影响评价 240
7.1 管道沿线地下水环境现状调查 240
7.2 管道沿线地下水环境质量现状监测及评价 253
7.3 地下水环境影响分析 262
8 声环境影响评价 347
8.1 环境现状调查及评价 347
8.2 施工期噪声环境影响分析 348
8.3 运行期噪声环境影响分析 351
9 环境空气影响评价 354
9.1 环境空气质量现状调查与评价 354
9.2 施工期环境空气影响分析 360
9.3 运行期环境空气影响分析 360
10 环境风险评价 363
10.1 环境风险识别 363
10.2 源项分析 407
10.3 事故后果预测 410
10.4 风险评价 417

10.5 事故风险防范措施 418
10.6 应急预案 428
10.7 事故应急处置措施 443
11 路由评价 452
11.1 本工程与相关管道的关系 452
11.2 本工程线路特点、选线原则及选线过程 453
11.3 路由合理性分析 456
11.4 与规划的符合性性分析 502
11.5 站址选则的环境合理性分析 509
12 固体废物环境影响分析 510
12.1 施工期固体废物环境影响分析 510
12.2 运行期固体废物环境影响分析 514
13 环境保护措施及其经济技术论证 517
13.1 施工期环境保护措施及论证 517
13.2 运行期环境保护措施及论证 536
13.3 环境风险防范措施 539
13.4 环保投资估算 544
14 环境管理与环境监测计划 546
14.1 环境保护机构 546
14.2 环境管理 547
14.3 环境监理 553
14.4 环境监测 560
15 环境经济损益分析 562
15.1 社会效益分析 562
15.2 经济效益分析 563
15.3 环境损益分析 563
15.4 小结 565
16 评价结论及建议 566
16.1 评价结论 566
16.2 建议 574

建设项目环评审批基础信息表

填表单位（盖章）：	北京中油建设项目劳动安全卫生预评价有限公司	填表人（签字）：	李昌林	项目经办人（签字）：	李文斌

建设项目	项目名称	西气东输三线闽粤支干线工程			建设内容、规模	西气东输三线闽粤支干线全长595km，管径813mm，设计压力10MPa，全线设计输量为58.1×108m3/a，共设置站场5座，分别为广州(增城)分输清管站、河源分输清管站、揭阳分输清管站、潮州分输清管站及漳州分输清管站，设置阀室26座，其中监控阀室9座，监视阀室17座。		
	项目代码[1]	2016-000052-57-01-000440							
	建设地点	广东省、福建省							
	项目建设周期（月）	24.0			计划开工时间	2018年9月			
	环境影响评价行业类别	交通运输			预计投产时间	2020年9月			
	建设性质	新建（迁建）			国民经济行业类型[2]	管道运输业			
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）				项目申请类别	其他			
	规划环评开展情况	不需开展			规划环评文件名				
	规划环评审查机关				规划环评审查意见文号				
	建设地点中心坐标[3]（非线性工程）	经度		纬度		环境影响评价文件类别	环境影响报告书		
	建设地点坐标（线性工程）	起点经度	113°51'40.68"	起点纬度	23°18'19.72"	终点经度	117°35'50.67"	终点纬度	24°38'02.60"	工程长度（千米）	595.00
	总投资（万元）	654800.00				环保投资（万元）	30955.53			所占比例（%）	4.73%
建设单位	单位名称	中国石天然气股份有限公司油西气东输管道分公司		法人代表	李文东	评价单位	单位名称	北京中油建设项目劳动安全卫生预评价有限公司		证书编号	A1025
	统一社会信用代码（组织机构代码）	91310115703486764Q		技术负责人	李文斌		环评文件项目负责人	李昌林		联系电话	80169871
	通讯地址	中国（上海）自由贸易试验区世纪大道1200号32层		联系电话	18217437438		通讯地址	北京市昌平区西沙屯中国石油科技园区A座			

污染物排放量	污染物		现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）	总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）				排放方式
			①实际排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量[4]（吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年）	⑦排放增减量（吨/年）	
	废水	废水量(万吨/年)			**0.410**			**0.410**	**0.000**	◉不排放 ○间接排放：☐市政管网 ☐集中式工业污水处理厂 ○直接排放：受纳水体_____
		COD			0.320			**0.320**	**0.000**	
		氨氮			0.100			**0.100**	**0.000**	
		总磷			0.020			**0.020**	**0.000**	
		总氮						**0.000**	**0.000**	
	废气	废气量（万标立方米/年）						**0.000**	**0.000**	/
		二氧化硫						**0.000**	**0.000**	/
		氮氧化物						**0.000**	**0.000**	/
		颗粒物						**0.000**	**0.000**	/
		挥发性有机物						**0.000**	**0.000**	/

项目涉及保护区与风景名胜区的情况	影响及主要措施 / 生态保护目标	名称	级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施
	自然保护区	无						☐避让 ☐减缓 ☐补偿 ☐重建（多选）
	饮用水水源保护区（地表）	无		/				☐避让 ☐减缓 ☐补偿 ☐重建（多选）
	饮用水水源保护区（地下）	无		/				☐避让 ☐减缓 ☐补偿 ☐重建（多选）
	风景名胜区	无		/				☐避让 ☐减缓 ☐补偿 ☐重建（多选）

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码

2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2011)

3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标

4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量

5、⑦=③−④−⑤，⑥=②−④+③

中 国 石 油 西 气 东 输 管 道 公 司

关于委托开展西气东输三线闽粤支干线环境影响评价的函

北京中油建设项目劳动安全卫生预评价有限公司：

按照集团公司部署，我单位承担了西气东输三线闽粤支干线工程前期工作，根据国家有关法律法规要求，考虑贵公司承担了西三线干线工程环评工作，特委托贵公司开展西气东输三线闽粤支干线工程环评工作。

联系人：李文斌　　021-50958215

特此函达。

西气东输工程处

2013年4月23日