

甘肃东方瑞龙环境治理有限公司文件

甘瑞环治〔2024〕44号

签发人：张 斌

关于提请审查《1000t/a 低放废物减容处理项目 环境影响报告书（运行阶段）》的请示

中华人民共和国生态环境部：

我公司 1000t/a 低放废物等离子减容处理设施于 2019 年 5 月取得《甘肃东方瑞龙环境治理有限公司 1000t/a 低放废物等离子减容处理设施建造许可证》（国核安证字 2011 号），2019 年 7 月开始建造，目前已完成设备安装和调试，具备运行条件。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规的要求，我公司编制了该项目的《1000t/a 低放废物减容处理项目环境影响报告书（运行阶段）》和公众参与说明，现提交贵局，请予审查！

附件 1：《1000t/a 低放废物减容处理项目环境影响报告书（运行阶段）》

附件 2：《1000t/a 低放废物减容处理项目环境影响报告书（运行阶段）公众参与说明》

甘肃东方瑞龙环境治理有限公司

2024 年 8 月 21 日

甘肃东方瑞龙环境治理有限公司

2024 年 8 月 21 日

版次：A 版

1000t/a 低放废物减容处理项目 环境影响报告书 (运行阶段)



甘肃东方瑞龙环境治理有限公司

二〇二四年八月

1000t/a 低放废物减容处理项目
环境影响报告书
(运行阶段)

建设单位名称：甘肃东方瑞龙环境治理有限公司

建设单位法人代表：何国民

通讯地址：甘肃省酒泉市金塔县宝塔街

邮政编码：735310

联系人：张斌

联系电话：13801065840

电子邮箱：810763105@qq.com

编制单位和编制人员情况表

项目编号	l9g4a9		
建设项目名称	1000t/a低放废物减容处理项目（运行阶段）		
建设项目类别	55—168放射性废物贮存、处理、处置设施		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	甘肃东方瑞龙环境治理有限公司		
统一社会信用代码	91620921MA73JXFCXE		
法定代表人（签章）	何国民		
主要负责人（签字）	张斌		
直接负责的主管人员（签字）	张斌		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	中国辐射防护研究院		
统一社会信用代码	121000004058003644		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
赵杨军	12351443511140222	BH022672	赵杨军
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
杨洁	场址环境、流出物监测与环境监测	BH022673	杨洁
王彦	概述、辐射环境质量现状、施工期环境影响、环境经济效益分析	BH022677	王彦
赵杨军	工程概况、正常工况的环境影响、事故工况的环境影响、结论与建议	BH022672	赵杨军

目 录

第一章 概述.....	1
1.1 编制目的.....	1
1.2 项目概况.....	1
1.3 项目建设的必要性.....	1
1.4 建设内容与规划.....	2
1.5 编制依据.....	3
1.5.1 法规和标准.....	3
1.5.2 委托文件.....	4
1.5.3 主要技术资料.....	4
1.6 管理目标值.....	5
1.6.1 公众剂量约束值.....	5
1.6.2 放射性废水排放控制值.....	5
1.6.3 废物接收限值.....	5
1.6.4 气载流出物排放总量申请.....	5
1.6.5 非放射性环境标准.....	5
1.7 评价区域.....	9
1.8 环境保护目标.....	9
第二章 场址环境.....	11
2.地理位置.....	11
2.2 人口分布及饮食习惯.....	11
2.2.1 各子区现有人口分布及年龄构成.....	12
2.2.2 人口发展规划.....	13
2.2.3 居民饮食习惯.....	14
2.3 社会环境及资源概况.....	16
2.3.1 社会经济.....	16
2.3.2 土地利用.....	17
2.3.3 矿产资源.....	21
2.3.4 交通运输.....	21
2.3.5 自然保护区和文物保护单位.....	22

2.3.6 生态环境状况.....	23
2.4 气候、气象.....	24
2.5 水文.....	29
2.5.1 地表水.....	29
2.5.2 地下水.....	31
2.6 地质、地震.....	32
2.6.1 地形地貌.....	32
2.6.2 工程地质.....	33
2.6.3 地震.....	41
2.7 结论.....	43
第三章 工程概况.....	45
3.1 项目建设内容与布置.....	45
3.1.1 项目建设内容.....	45
3.1.2 主要厂房布置.....	46
3.2 工艺流程.....	47
3.2.1 气化炉预处理、进料.....	49
3.2.2 气化炉焚烧.....	51
3.2.3 熔融炉预处理和进料.....	52
3.2.4 等离子体熔融.....	55
3.2.5 烟气净化.....	55
3.2.6 废液处理.....	58
3.2.7 主要工艺设备—等离子固化减容设施.....	61
3.2.8 主要原辅材料.....	71
3.2.9 厂房通风.....	71
3.3 废物来源及源项.....	73
3.4 运行期主要污染物的产生及处理.....	75
3.4.1 放射性“三废”的产生及处理.....	75
3.4.2 非放污染物的产生及处理.....	80
3.5 辐射防护与安全措施.....	87
3.5.1 分区布置.....	87

3.5.2 屏蔽设计	89
3.5.3 人流物流控制	89
3.5.4 气流组织	90
3.5.5 辐射监测	90
3.5.6 实体保卫	91
3.5.7 其他安全措施	92
3.5.8 辐射防护机构设置及管理人员	92
3.6 质量保证	94
3.7 相关退役的考虑	94
3.7.1 退役策略及退役方案设想	94
3.7.2 便于退役的设计考虑	95
3.7.3 退役经费	97
第四章 环境质量现状	98
4.1 辐射环境质量现状	98
4.1.1 监测目的和项目	98
4.1.2 初次本底调查	98
4.1.3 补充本底调查	102
4.2 非放环境质量现状	119
4.3 监测结果评价	122
第五章 施工期环境影响回顾	124
第六章 正常工况的环境影响	127
6.1 放射性废物的环境影响	127
6.1.1 放射性废气	127
6.1.2 放射性废水	132
6.1.3 固体废物	133
6.2 非放环境影响	133
6.2.1 废气	133
6.2.2 废水	137
6.2.3 固体废物	138
6.2.4 噪声	138

6.3 小结	138
6.3.1 辐射环境影响	138
6.3.2 非放环境影响	139
第七章 事故工况环境影响	140
7.1 事故分析	140
7.1.1 气化炉冷却水泄漏	141
7.1.2 气化炉燃爆	143
7.1.3 布袋除尘器破损	143
7.1.4 厂外断电	144
7.1.5 废物转运事件（故）	144
7.1.6 急冷塔失冷	147
7.1.7 洗涤塔泄漏	147
7.1.8 熔融炉泄漏	149
7.1.9 废液处理系统泄漏	150
7.1.10 火灾	150
7.2 事故工况下的环境影响	152
7.2.1 事故源项	152
7.2.2 计算模式及参数	152
7.2.3 扩散因子	153
7.2.4 结果评述	153
7.3 环境风险分析	155
7.3.1 物质风险识别	155
7.3.2 评价等级判定	155
7.3.3 环境风险分析	157
7.3.4 风险防范措施	157
7.4 应急计划	157
7.4.1 概述	157
7.4.2 应急组织机构	158
7.4.3 应急预案	159
第八章 流出物监测和环境监测	160

8.1 流出物监测	160
8.1.1 流出物监测的目的	160
8.1.2 流出物监测的计划和要求	160
8.1.3 流出物监测计划	160
8.2 环境监测计划	162
8.3 质量保证	164
第九章 环境经济效益分析	166
9.1 代价分析	166
9.1.1 经济代价	166
9.1.2 社会代价	166
9.1.3 环境代价	166
9.2 效益分析	167
9.2.1 经济效益	167
9.2.2 社会效益	167
9.2.3 环境效益	168
第十章 结论与建议	169
10.1 项目概况	169
10.2 辐射环境质量现状	169
10.3 运行过程废物的产生及处理	169
10.3.1 放射性“三废”的产生及处理	169
10.3.2 非放污染物的产生及处理	170
10.4 运行期正常工况的环境影响	171
10.4.1 辐射环境影响	171
10.4.2 非放环境影响	171
10.5 事故工况的环境影响	172
10.6 监测计划	172
10.7 建议	173
附录 I 大气扩散及气载途径剂量估算模式	174
附图 1 厂区平面布置图	184
附图 2 LNG 储罐布置图	185

附图 3 主工艺厂房辐射防护分区图.....	186
附图 4 主工艺系统设备平面布置总图（0.0M 平面）	187
附图 5 主工艺系统设备平面布置总图（5.0M 平面）	188
附图 6 主工艺系统设备平面布置总图（9.5M 平面）	189
附图 7 主工艺系统设备平面布置总图（14.0M 平面）	190
附图 8 主工艺系统设备平面布置总图（19.0M 平面）	191
附图 9 主工艺系统设备立面布置总图（A—A 剖面）	192
附图 10 主工艺系统设备立面布置总图（B—B 剖面）	193
附图 11 主工艺系统设备立面布置总图（C—C 剖面）	194
附件 1：建造阶段环评批复.....	195
附件 2：建造阶段设计变更、承诺及环评批复的落实情况.....	197
附件 3：废物贮存许可证	202
附件 4：工业园区接收废水的函	206
附件 5：非放执行标准	207
附件 6：项目入驻甘肃酒泉核技术产业园入园批复.....	209
附件 7：建设项目用地预审申请表.....	211
附件 8：调试期间监测报告	213
附件 9：本底监测报告	243
附件 10：非放环境监测报告	261
附件 11：金塔分局对烟囱高度的批复.....	279
附件 12：氮氧化物总量来源说明.....	280
参考文献.....	284

前言

《放射性废物安全管理条例》和《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）中规定“放射性废物的安全管理，应当坚持减量化、无害化和妥善处置、永久安全的原则”和“放射性废物产生最少化原则的要求”。国务院发布的《核安全与放射性污染防治规划（2006-2020年）》，将“掌握先进的废物最小化技术，实现新生放射性废物的及时处理和积存放射性废物稳定化”列为工作目标之一，将“积极推动废物最小化技术的应用，最大限度地减少放射性废物的产生量”列为重点工作之一。

国家核安全局 2016 年 10 月 21 日发布的核安全导则《核设施放射性废物最小化（HAD 401/08-2016）》要求各生产运行单位应通过采取切实可行的设计和管理措施，并与国际最佳实践相比对，使得核设施放射性固体废物年产生量可合理达到尽量低。美国单台核电机组废物包年产生量中位值为 20m^3 ，单机组废物包年产生量最优水平为 7m^3 ，我国很多核电站的放射性固体废物年产量约 $50\sim 60\text{m}^3$ ，与国外先进电厂存在较大差距。

从国内外低、中放固体废物处置场选址经验看，处置资源相对稀缺问题普遍存在。我国核电发达的沿海地区，土地资源紧张，处置场选址中的“避邻现象”突出，大型处置场址选址困难；而早期规划的处置场容量也难以适应核电发展需求。因此，采取先进废物减容工艺，持续推动废物最小化不仅仅是环保理念的提升、更是解决现实处置问题、提升核电经济性的需要。

在我国现行的低放固体废物处理中，主要采用水泥固化、混凝土固定和压缩减容的处理方法。与现行压缩-固化工艺相比较，本项目采用的等离子熔融处理技术具有较大的减容比和减重比、产物无机化、处置费用低等优点，既可以大幅度减少放射性废物的贮存、运输与最终处置费用，又可以大大提高贮存、运输和最终处置的安全性。该项技术属于成熟的固体废物处理技术，在国际上广泛应用于有毒有害废弃物、低放放射性核废物以及城市垃圾的处理。

基于上述背景，甘肃东方瑞龙环境治理有限公司（以下简称“东方瑞龙”）在甘肃酒泉核技术产业园（金塔县）建设等离子体熔融减容示范工程（以下简称“示范工程”），采用等离子体熔融技术对可燃低放废物进行减容处理。示范工程的目的是应用和推广固体放射性废物的减容技术，贯彻放射性废物最小化的方针，项目实施对提高低中放固体废物处置空间的利用具有重要现实意义。

本工程等离子体熔融固化车间主工艺系统、等离子体熔融减容技术由中广核研究院有限公司设计研发。等离子体熔融减容技术可用于可燃放射性废物减容处理、不可燃废物固化处理等领域，目前该技术已在某日处理 10t 混杂废物和 30t 的综合危废处理工程中使用。

2019 年 11 月，东方瑞龙委托中国辐射防护研究院（以下简称“中辐院”）编制了《1000t/a 低放废物减容处理项目（建造阶段）环境影响报告书》，2020 年 1 月，生态环境部以环审〔2020〕18 号文（见附件 1）批复了该报告。

本报告是建造阶段环境影响报告的延续，为运行阶段环评。本阶段与建造阶段相比在工程建设内容上存在设计变更，同时，本报告对建造阶段环评批复及环评报告中承诺事项进行了落实，具体内容见附件 2。

第一章 概述

1.1 编制目的

本报告是依据中广核研究院有限公司《1000t/a 低放废物减容处理项目最终安全分析报告》（2024 年）所给出的低放废物减容处理设施的处理工艺及其放射性固体废物的源项，对该工程运行可能造成的环境影响以及该影响是否符合国家有关法律、法规作出评价。

1.2 项目概况

项目名称：1000t/a 低放废物减容处理项目

建设单位：甘肃东方瑞龙环境治理有限公司

建设性质：新建项目

资金来源：本工程总投资 16142.9 万元，全部为企业自筹。其中环保投资为 1871.7 万元，占总投资比例的 11.6%。

1.3 项目建设的必要性

《放射性废物安全管理条例》和《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）中规定“放射性废物的安全管理，应当坚持减量化、无害化和妥善处置、永久安全的原则”和“放射性废物产生最少化原则的要求”。国务院发布的《核安全与放射性污染防治规划（2006-2020 年）》，将“掌握先进的废物最小化技术，实现新生放射性废物的及时处理和积存放射性废物稳定化”列为工作目标之一，将“积极推动废物最小化技术的应用，最大限度地减少放射性废物的产生量”列为重点工作之一。

等离子体处理技术是目前公认的一种先进的无害化处理技术，可用于低、中放可燃固体废物的安全处理，达到较好的减容效果，产生的玻璃熔融体核素浸出率很低，且极少产生二次污染物。采用等离子体减容处理核电站产生的低放可燃固体废物满足废物最小化的要求，因此，本项目的建设是必要的。

1.4 建设内容与规划

项目总建筑面积 20256.9m²，总用地 37136.94m²，其中生产建筑用地 9055.73m²，行政办公及生活服务设施用地 1139.14m²，道路广场用地 19442.07m²，绿地用地 7500m²。包括综合办公楼、等离子熔融减容车间、放射性废物暂存库、连廊、动力厂房、车库、污水处理一体化设备、大门、值班室和人员进出通道等建设项目。

本项目建设的主要内容为建设一套等离子体气化熔融工艺系统，利用气化焚烧+等离子熔融工艺系统将低放可燃固体废物进行焚烧和玻璃固化处理，使其变为玻璃固化体，处理能力为 1000t/a。在主工艺厂房的基础上，增加废物暂存库、厂区辅助工程（供暖、消防、泵房等）以及办公生活设施。建设的主要设施有：

- （1）等离子体固化减容车间；
- （2）放射性废物暂存库（已建成获得批复）；
- （3）厂区辅助工程（供暖、消防、泵房、办公生活设施）。

项目采用分期建设模式，先期建设低放废物暂存库，后续建设等离子减容处理设施及厂区辅助工程。低放废物暂存库 2018 年建成，设计最大废物贮存量为 5000m³，已经获得甘肃省环保厅颁发的环评批复和辐射安全许可证，2019 年 4 月，获得国家核安全局颁发的废物库贮存许可证（国环放废贮存证[第 033 号]，见附件 3）。此证允许接收贮存低水平放射性固体废物，放射性活度浓度低于 4.0×10⁶Bq/kg，总活度低于 1.83×10¹¹Bq。

本工程建造阶段环评于 2020 年 1 月获得生态环境部的批复（批复号为：环审〔2020〕18 号文）；2020 年 5 月，国家核安全局批复了本工程的建造许可（批复号为：国核安证字第 2011 号）；2020 年 7 月，工程正式开工建设；2022 年 6 月，厂房主体建造完成；2022 年 10 月，整体安装完成；2022 年 10 月~2024 年 6 月，完成冷调试，目前正在进行冷调试总结报告的编制工作；工程预计 2025 年开始正式运行。

本次评价内容为等离子体固化减容车间及辅助设施，废物暂存库不再评价。

1.5 编制依据

1.5.1 法规和标准

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年
- (4) 《中华人民共和国核安全法》，2018 年
- (5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院 682 号令，2017 年修订
- (6) 《放射性废物安全管理条例》，国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起实施
- (7) 《放射性物品运输安全管理条例》，国务院 562 号令，2010 年 1 月 1 日起实施
- (8) 《放射性固体废物贮存和处置许可管理办法》，环境保护部令第 25 号，2019 年修订
- (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起实施
- (10) 《甘肃省辐射污染防治条例》，2021 年
- (11) 《放射性废物分类》，环保部公告第 65 号，2017 年
- (12) GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
- (13) GB11215-1989《核辐射环境质量评价一般规定》
- (14) GB11928-1989《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》
- (15) GB14500-2002《放射性废物管理规定》
- (16) GB8999-2021《电离辐射监测质量保证通用要求》
- (17) GB12711-2018《低、中水平放射性固体废物包安全标准》
- (18) GB11806-2019《放射性物品安全运输规程》
- (19) EJ/T 20030-2012《低水平放射性可燃固体废物热解焚烧系统设计准则》
- (20) GB3095-2012《环境空气质量标准》
- (21) TJ36-79《工业企业设计卫生标准》
- (22) GB3096-2008《声环境质量标准》

- (23) GB8978-1996 《污水综合排放标准》
- (24) GB/T18920-2020 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》
- (25) GB/T31962-2015 《污水排入城镇下水道水质标准》
- (26) GB12348-2008 《工业企业厂界环境噪声排放标准》
- (27) GB12523-2011 《建筑施工场界环境噪声排放标准》
- (28) GB13271-2014 《锅炉大气污染物排放标准》
- (29) GB18484-2020 《危险废物焚烧污染控制标准》
- (30) EJ 1042-2014 《低、中水平放射性固体废物容器 钢桶》
- (31) HJ61-2021 《辐射环境监测技术规范》
- (32) HJ 2.2-2018 《环境影响评价技术导则 大气环境》
- (33) HJ 2.4-2021 《环境影响评价技术导则 声环境》
- (34) HJ169-2018 《建设项目环境风险评价技术导则》
- (35) GB36600-2018 《土壤环境质量标准 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》

1.5.2 委托文件

中国辐射防护研究院与甘肃东方瑞龙环境治理有限公司签订的《1000t/a 低放废物减容处理项目环境影响评价技术开发合同》

1.5.3 主要技术资料

(1) 中广核研究院有限公司，1000t/a 低放废物减容处理项目最终安全分析报告（A 版），2024 年；

(2) 中广核研究院有限公司，1000t/a 低放废物减容处理项目可行性研究报告，2017 年 11 月；

(3) 河北中核岩土工程有限责任公司，东方瑞龙等离子体熔融减容示范工程建设项目岩土工程勘察报告，2017 年 7 月；

(4) 中国辐射防护研究院，中核龙瑞金塔厂址气象观测报告(2020.5~2021.4)，2021 年 5 月；

(5) 中国核电工程有限公司，甘肃低水平放射性废物集中处置场一期一阶段建设项目场址周围人口、环境及外部人为事件调查和统计报告，2020 年 9 月；

(6) 金塔县人民政府，甘肃酒泉核技术产业园总体规划(2017-2030)，2017 年 6 月；

(7) 业主提供的其他资料。

1.6 管理目标值

1.6.1 公众剂量约束值

本工程主要涉及焚烧设施，经计算，本工程正常工况下对公众造成的剂量很小，因此，正常工况下公众剂量约束值取为 0.01mSv/a。

事故工况下，将公众在任何可能事故中所受照的有效剂量控制在 1mSv 以下。

1.6.2 放射性废水排放控制值

本工程产生的放射性废水经废水处理系统处理后，排入园区污水处理厂管网，其中放射性指标满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)：总 $\alpha \leq 1\text{Bq/L}$ ，总 $\beta \leq 10\text{ Bq/L}$ 。金塔县金鑫工业区管理委员会同意废水达标后排入园区管网(金工管函字[2019]25 号，见附件 4)。目前，园区污水处理厂已经投入运行，污水处理能力为 $2500\text{m}^3/\text{d}$ ，本工程产生的废水量约 $3\text{m}^3/\text{d}$ ，园区污水处理厂能满足本工程废水处理。

1.6.3 废物接收限值

根据设计资料，本工程所接收的核电站低放可燃固体废物的接收限值为：可燃固体废物中放射性活度浓度小于 $4.0 \times 10^6\text{Bq/kg}$ 。

1.6.4 气载流出物排放总量申请

根据本工程设计，本工程气载流出物申请排放量为： ^{14}C 排放量 $1.00 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ ，其余 β 核素的释放量为 $4.72 \times 10^9\text{Bq/a}$ 。

1.6.5 非放射性环境标准

酒泉市生态环境局金塔分局以“金环函[2019]86 号”(见附件 5)批准同意本工程非放环境执行标准，具体如下：

1.6.5.1 环境质量标准

(1) 环境空气质量标准

本工程拟选址位于甘肃酒泉核技术产业园，该产业园位于金塔县东坝乡西北区域，主要以核乏燃料后处理产业、核技术应用产业及配套产业为主。项目所在区域属二类环境功能区。

采用《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。对于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中无规定的评价因子，采用《工业企业设计卫生标准》(TJ36-79)中居住区大气中有害物质的最高允许浓度相应标准作为评价标准。环境空气质量标准见表 1.1。

(2) 声环境质量标准

本项目位于 3 类声环境功能区，声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 3 类标准，昼间 65dB(A)，夜间 55 dB(A)。

表 1.1 环境空气质量标准

污染物	标准值				引用标准
	单位	小时平均	日平均	年平均	
CO	mg/m ³	10	4	/	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
SO ₂	μg/m ³	500	150	60	
NO ₂	μg/m ³	200	80	40	
NO _x	μg/m ³	250	100	50	
O ₃	μg/m ³	200	160	/	
PM _{2.5}	μg/m ³	/	75	35	
PM ₁₀	μg/m ³	/	150	70	
TSP	μg/m ³	/	300	200	
Pb	μg/m ³	/	/	0.5	
Hg	μg/m ³	/	/	0.05	
Cd	μg/m ³	/	/	0.005	
HF	μg/m ³	20	7	/	
HCl	μg/m ³	50	15	/	参照《工业企业设计卫生标准》(TJ36-79)居住区大气中有害物质的最高容许浓度的一次值和日平均值

1.6.5.2 污染物排放标准

(1) 大气污染物排放标准

➤ 等离子体固化减容装置烟气

根据《低水平放射性可燃固体废物热解焚烧系统设计准则》(EJ/T 20030-2012)的要求,烟气中非放污染物排放应满足《危险废物焚烧污染控制标准》(GB18484-2020)的要求。本工程废物焚烧量为 120kg/h,污染物排放标准见表 1.2。当新建焚烧炉烟囱周围半径 200m 内有建筑物时,排气筒高度须高出最高建筑物 5m 以上。

表 1.2 等离子体固化减容装置污染物排放标准 (单位: mg/m³)

污染物	限值	取值时间	引用标准
颗粒物	30	1 小时均值	GB18484-2020《危险废物焚烧污染控制标准》
	20	24 小时均值或日均值	
一氧化碳 (CO)	100	1 小时均值	
	80	24 小时均值或日均值	
氮氧化物 (以 NO ₂ 计)	300	1 小时均值	
	250	24 小时均值或日均值	
二氧化硫 (SO ₂)	100	1 小时均值	
	80	24 小时均值或日均值	
氟化氢 (HF)	4	1 小时均值	
	2	24 小时均值或日均值	
氯化氢 (HCl)	60	1 小时均值	
	50	24 小时均值或日均值	
汞及其化合物 (以 Hg 计)	0.05	测定均值	
铊及其化合物 (以 Tl 计)	0.05	测定均值	
镉及其化合物(以 Cd 计)	0.05	测定均值	
铅及其化合物(以 Pb 计)	0.5	测定均值	
砷及其化合物(以 As 计)	0.5	测定均值	
铬及其化合物(以 Cr 计)	0.5	测定均值	
锡、锑、铜、锰、镍、钴及其化合物 (以 Sn+Sb+ Cu+Mn+Ni+Co 计)	2	测定均值	
二噁英类 (ng/TEQNm ³)	0.5	测定均值	

► 锅炉烟气

本工程使用 2 台全自动燃气真空热水锅炉为厂区新建设施提供热源 (一用一备), 单台制热量 1.4MW。锅炉烟气污染物执行《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014), 污染物排放标准见表 1.3。

表 1.3 锅炉大气污染物排放标准

污染物	单位	限值	污染物排放检测位置	引用标准
颗粒物	mg/m ³	20	烟囱或烟道	GB13271-2014 《锅炉大气污染物排放标准》
二氧化硫	mg/m ³	50		
氮氧化物	mg/m ³	200		
烟气黑度	格林曼黑度, 级	≤1	烟囱排放口	

(2) 噪声排放标准

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)。本项目营运期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 3 类标准。噪声排放标准值见表 1.4。

表 1.4 噪声排放标准

污染物名称	引用标准	执行标准
噪声排放	《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)	昼间: 70dB(A) 夜间: 55dB(A)
	《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008) 中 3 类声环境功能区	昼间: 65dB(A) 夜间: 55dB(A)

(3) 废水排放执行标准

本工程产生的生活污水处理后用于绿化灌溉浇洒, 依据《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020) 中的城市绿化水质标准, 污水处理站主要出水控制指标见表 1.5。

表 1.5 污水处理站出水水质控制指标

水质指标项	单位	出水水质控制指标	引用标准
BOD ₅	mg/L	≤10	《城市污水再生利用城市杂用水水质》 (GB/T18920-2020)
浊度	NTU	10	
氨氮	mg/L	8	
色度	/	30	
pH	/	6.0~9.0	
大肠埃希氏菌	CFU/100mL	无	

本工程产生的工艺废水、车辆冲洗水、设备去污、地面冲洗水、工作人员淋雨废水和设备泄漏水经过滤和无机吸附去除废液的放射性后, 再进行除盐处理, 非放污染物达到《污水排入城市下水道水质

标准》（GB/T 31962-2015）排放标准后，排入园区污水管道系统。废水中污染物排放限值见表 1.6。

表 1.6 排入园区污水管网前废水中污染物浓度限值

污染物	单位	排放限值	执行标准
PH	-	6.5~9.5	《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）
COD	mg/L	500	
BOD ₅	mg/L	350	
SS	mg/L	400	
氨氮	mg/L	45	
硫酸盐	mg/L	600	
氯化物	mg/L	800	
氟化物	mg/L	20	

1.6.5.3 污染物排放总量

根据“十四五”主要污染物总量控制规划，我国“十四五”期间国家对 COD_{Cr}、NH₃-N、NO_x 和 VOCs 主要污染物实行排放总量控制规划管理，同时根据《甘肃省人民政府办公厅关于甘肃省“十四五”生态环境保护规划的通知》（甘政办发[2021]105 号）中生态环境主要指标指出将氮氧化物、挥发性有机物、化学需氧量和氨氮作为约束性指标。综合本项目污染物排放特征，确定项目总量控制因子为氮氧化物，氮氧化物排放量为 2090kg/a。

1.7 评价区域

本工程正常工况及事故工况下排入环境的放射性物质很少，对环境的影响也较小，参考国内已有废物焚烧设施（已有焚烧设施评价范围均为 10km），本次评价范围以等离子体厂房新建 30m 高烟囱为圆心，10 km 为半径的圆形区域。评价区划分为 1、2、3、5、10 km 的 5 个同心圆截成的圆形区域。

1.8 环境保护目标

根据工程性质和周围环境特征，确定本次评价的辐射环境保护目标为项目周围居住公众；声环境保护对象为厂界外 200m 范围内声环境质量。具体的环境保护目标见表 1.7。

表 1.7 环境保护目标一览表

要素	保护对象				保护性质	保护级别
辐射环境	名称	人口数	距离(km)	方位	居住区	剂量约束值
	生地湾农场二分场	257	6.9	SSE		
	生地湾农场三分场	353	7.5	S~SSE		
	生地湾农场四分场	447	10.3	SSE		
声环境	厂区边界外 200m 范围内				声环境	《声环境质量标准》(GB3096-2008) 3 类

第二章 场址环境

2.1 地理位置

本工程位于甘肃省酒泉市核技术产业园区内，位于金塔县西坝乡西北约29km处，厂址中心坐标为东经98°34′05.2″，北纬40°19′56.4″。厂址位于甘肃省酒泉市金塔县西坝乡西北约29km处，南距嘉峪关市（直线距离，以下同）约63km，距酒泉市约66km，东南距金塔县约50km，西距玉门市约99km。

本工程地理位置图见图2.1。

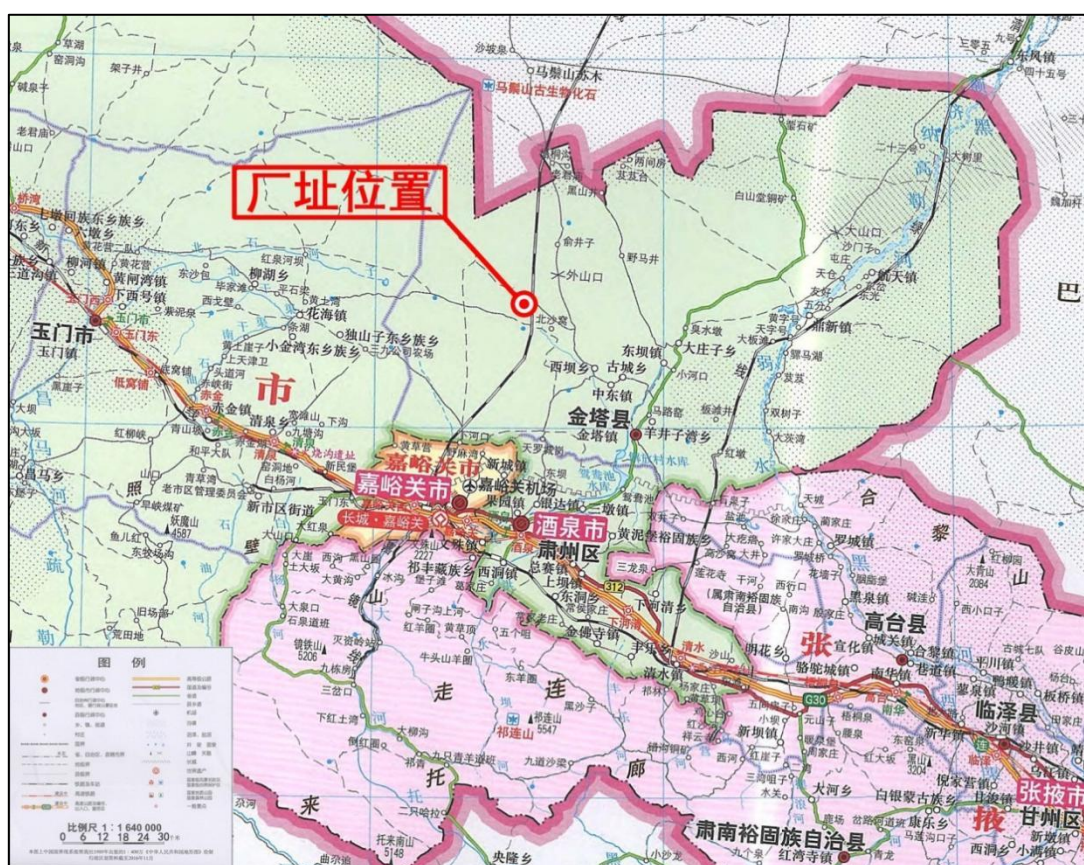


图 2.1 项目地理位置

2.2 人口分布及饮食习惯

本工程距离甘肃龙和环保科技有限公司“龙和近地表处置场”约1km，本工程在龙和近地表处置场的W方位，2020年，中核清原委托中国核电工程有限公司对场址周围人口及外部事件进行调查，编制完成了《甘肃低水平放射性废物集中处置场一期一阶段建设项目场址

周围人口、环境及外部人为事件调查和统计报告》（2020 年 9 月），该次调查以龙和处置场中心为圆心进行调查，本次评价人口数据采用该次现场调查的实际调查数据，人口分布以本工程中心进行调整。

2.2.1 各子区现有人口分布及年龄构成

场址半径 5km 范围内不存在行政村及自然村。场址半径 10km 范围内，涉及甘肃省农垦集团有限公司下辖的生地湾农场，包括生地湾农场二分场、三分场。场址半径 10km 范围内的人口分布情况见表 2.1 和图 2.2。

金塔半径 10km 范围内 2019 年底常住人口总数为 1057 人（不包含甘肃酒泉核技术产业园的龙瑞项目和金睿科创城内职工）。≤1 岁、1~7 岁（包括 7 岁）、7~17 岁（包括 17 岁）和>17 岁四个年龄组 2019 年底人口数分别为 13 人、26 人、53 人和 965 人，相应占总人口数的比例数分别为 1.23%、2.46%、5.01%和 91.30%。场址周围 10km 范围人口年龄结构见表 2.2。

表 2.1 场址半径 10km 范围内居民点分布情况（2019 年）

序号	生产队、自然村名称	人口数	距离（km）	方位
1	生地湾农场二分场	257	8.1	SSE
2	生地湾农场三分场	353	7.3	S~SSE
3	生地湾农场四分场	447	10.8	SSE

表 2.2 场址周围 10km 人口年龄结构（2019 年）

年龄（岁）	≤1 岁	1-7 岁	7-17 岁	>17 岁
人口数	13	26	53	965
所占比例（%）	1.2	2.5	5.0	91.3

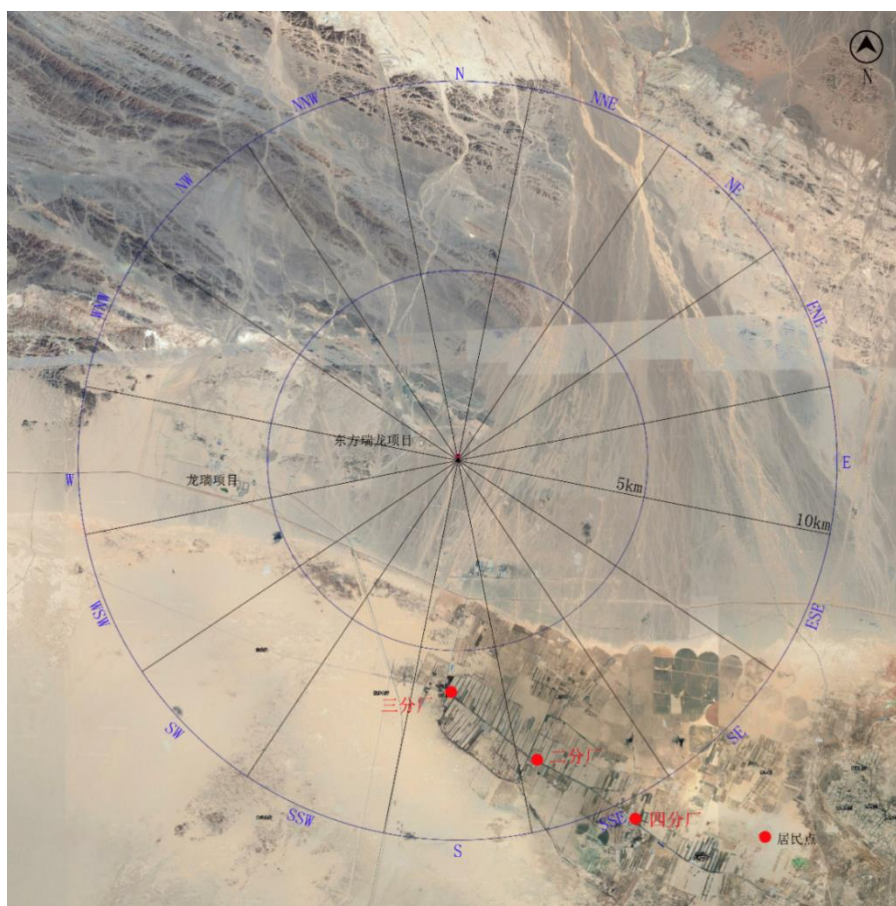


图 2.2 场址半径 10km 范围人口分布图

2.2.2 人口发展规划

场址位于甘肃省酒泉市核技术产业园区内（以下简称核技术产业园），根据《甘肃酒泉核技术产业园总体规划（2017~2030）》，园区人口发展规划如下：

（1）近期 2022 年，园区产业带动就业人口为 3.0-5.0 万。

（2）远期 2030 年，园区产业带动就业人口为 10.0-13.08 万。

场址 S~SSE 方向 3.2~4.0km 处是甘肃酒泉核技术产业园的金瑞科创城，目前正在施工建设中，建设工程主要是甘肃酒泉核技术产业园的生活区和宿舍楼等生活配套设施，将来会有大量核设施建设施工员工入住，目前金瑞科创城的施工人员共有约 900 人，其中约 100 人晚上坐班车返回龙瑞项目内的生活区内居住，剩下约 800 人居住在金瑞科创城的生活区内。金瑞科创城完工后，龙瑞项目的施工建设人员约 2 万人将住在科创城内。

在场址 W 方向 5.2~6.7km 处是甘肃酒泉核技术产业园的龙瑞项目所在地，该项目为乏燃料后处理厂及配套办公生活设施，项目建设周期较长（预计十年以上），目前仍在建设中，但已经有部分办公和生活设施已经在使用中，该项目现有施工人员和办公居住人员共 2.7 万人左右，全部居住在该项目园区内，待金瑞科创城完工后，约 2 万名施工人员将搬至金瑞科创城居住，龙瑞项目园区内仅留项目相关办公人员居住。

2.2.3 居民饮食习惯

生地湾农场居民食谱的抽样调查结果见表 2.3。由表可以看出，生地湾农场居民粮食以面为主，辅以米、玉米和薯类等。其中面（小麦）40%当地自产，60%由金塔购入；米均由外地购入；蔬菜、肉类和水果部分由当地自产，部分由外地购入；水产品、奶类及其制品均由外地供应。

表 2.3 生地湾农场居民平均食物消费量 (kg/a)

食物品种		≤1 岁	1~7 岁	7~17 岁	>17 岁	来自评价区内的比例%		来自评价区外的比例%
						生地湾农场%	金塔县%	
粮食	米	0.41	10.00	11.96	14.72	0	0	100
	面	0.75	80.00	101.17	145.85	40	60	0
	其它	0.12	3.00	2.74	3.53	50	50	0
蔬菜	叶类	1.75	13.00	16.17	27.58	50	50	0
	根茎类	0.62	6.88	7.61	12.90	20	80	0
	果实类	1.35	22.32	24.33	39.00	40	60	0
	水生类	0.02	0.68	0.48	0.46	0	0	100
肉类	猪肉	0.13	6.25	6.04	8.98	50	50	0
	羊肉	0.05	2.38	4.57	5.75	60	40	0
	牛肉	0.02	2.63	1.65	2.05	0	0	100
	禽肉	0.08	5.25	4.20	4.62	70	30	0
蛋		15.5	3.88	7.63	5.02	70	30	0
水产品		0.27	1.10	1.43	2.91	0	0	100
奶类及奶制品		125	21.00	78.50	16.12	0	40	60
水果		18.50	14.00	32.75	33.93	50	50	0

2.3 社会环境及资源概况

2.3.1 社会经济

根据《2023 年金塔县国民经济和社会发展统计公报》，2023 年，金塔县全县实现生产总值 100.2 亿元，比上年增长 9.6%。其中，第一产业增加值 35.8 亿元，同比增长 6.4%；第二产业增加值 35.8 亿元，增加 17.3%；第三产业增加值 28.6 亿元，增长 7.0%。全县人均生产总值达到 83869 元。

2021 年，年末全县常住人口 11.89 万人，比上年减少 0.12 万人。其中城镇常住人口 6.25 万人，占常住人口比重为 52.5%。全年出生人口 0.1 万人，出生率 8.2‰；死亡人口 0.1 万人，死亡率 7.95‰；人口自然增长率 0.25‰。

2023 年，全县农作物播种面积（含复种面积）为 68.5 万亩，同比增长 2.2%，其中：粮食播种面积 24.9 万亩，同比增长 0.1%。全县夏粮种植面积 10 万亩，同比持平；秋粮种植面积 14.9 万亩，同比增长 0.1%。粮食总产量 14.4 万吨，同比增长 1.1%。其中，夏粮总产量 4.8 万吨，增长 2.6%；秋粮总产量 9.6 万吨，同比增长 0.4%。棉花种植面积 407 亩，同比下降 14.3%；棉花总产量（皮棉）58 吨，同比下降 14.8%。油料种植面积 1.2 万亩，同比增长 3.2%；油料总产量 2443.5 吨，同比增长 4.8%。蔬菜种植面积 17.7 万亩，同比增长 5.8%；蔬菜总产量 70.7 万吨，增长 4.5%。瓜菜制种面积 8.4 万亩，同比增长 2.5%。瓜类种植面积 7.5 万亩，同比增长 10.9%；瓜类产量 35.4 万吨，同比增长 11.8%。孜然种植面积 1 万亩，同比下降 24%；孜然产量 2177.25 吨，同比下降 28.7%。药材种植面积 3.8 万亩，增长 2.3%；药材产量 21790.52 吨，同比下降 2.2%。

2023 年，全县畜禽饲养总量达到 415.9 万头（只），比上年增加 37.3 万头（只），增长 9.9%。牛奶产量 1243.1 吨，同比增长 12.4%；禽蛋产量 1874.2 吨，同比增长 15.3%；绵羊毛产量 1528.4 吨，同比增长 8.1%；全年水产品产量 382.8 吨，增长 11.9%。牛出栏 4754 头，增长 7%；牛存栏 8798 头，增长 9.4%。羊出栏 129.2 万只，增长 14.8%；羊存栏 78.9 万只，增长 8%。猪出栏 12 万头，同比增长 8.8%；猪存

栏 5 万头，下降 0.1%。鸡出栏 128.9 万只，增长 6.1%；鸡存栏 60.4 万只，增长 11.5%。

厂址半径 5km 范围内没有农副业生产。厂址半径 10km 范围，仅涉及生地湾农场，粮食作物主要是小麦，还有部分杂谷；经济作物番茄、辣椒和苜蓿等。全农场粮食作物播种面积 933 公顷，总产量 9200 吨；蔬菜作物播种面积 1000 公顷，总产量 57000 吨；瓜类播种面积 200 公顷，总产量 8000 吨；饲料作物播种面积 1733 公顷。

厂址半径 10km 范围不存在学校、医院、监狱。

2.3.2 土地利用

本项目位于甘肃酒泉核技术产业园，该产业园位于金塔县东坝乡西北区域，主要以核乏燃料后处理产业、核技术应用产业及配套产业为主。

核技术产业园规划范围包含核心用地规划范围、统筹协调规划范围、远景预留规划范围，用地面积共约 41.29 平方公里。其中核心用地规划范围位于金塔县生地湾农场北侧，东至嘉策铁路以东约 4.50 公里处，南至生地湾农场耕地边缘，西至规划 6 公里限制警戒线，北面为戈壁山区，用地面积约 19.30 平方公里。

园区规划“五区”空间结构，集聚十二组产业形态（图 2.3）。

（1）核燃料循环后处理核心区：位于园区金十路以西。设 1 个产业组，产业以乏燃料后处理产业、MOX 燃料元件制造产业、三废处理制造产业，多用途模块式反应堆等产业为核心。

（2）融合产业共建区：位于园区金十路以东至 6 公里规划限制警戒线。设 1 个产业组，产业以核乏燃料后处理配套产业、维修调试产业、核级仪表、控制、通用设备、备件及材料装备制造产业为核心。

（3）核技术产业工业区：位于园区嘉策铁路以西至 6 公里规划限制警戒线。设 5 个产业组，分别是：核技术产业应用区（非放类）、核技术产业生产区（低污低放类）、仓储物流区、行政商务区（服务性产业）、交通运输区。

（4）非核产业工业区：位于园区嘉策铁路以东区域。设 4 个产业组，分别是：矿产品加工冶炼区、新型建材产业区、装备制造区、

公共服务生活区（服务性产业）。

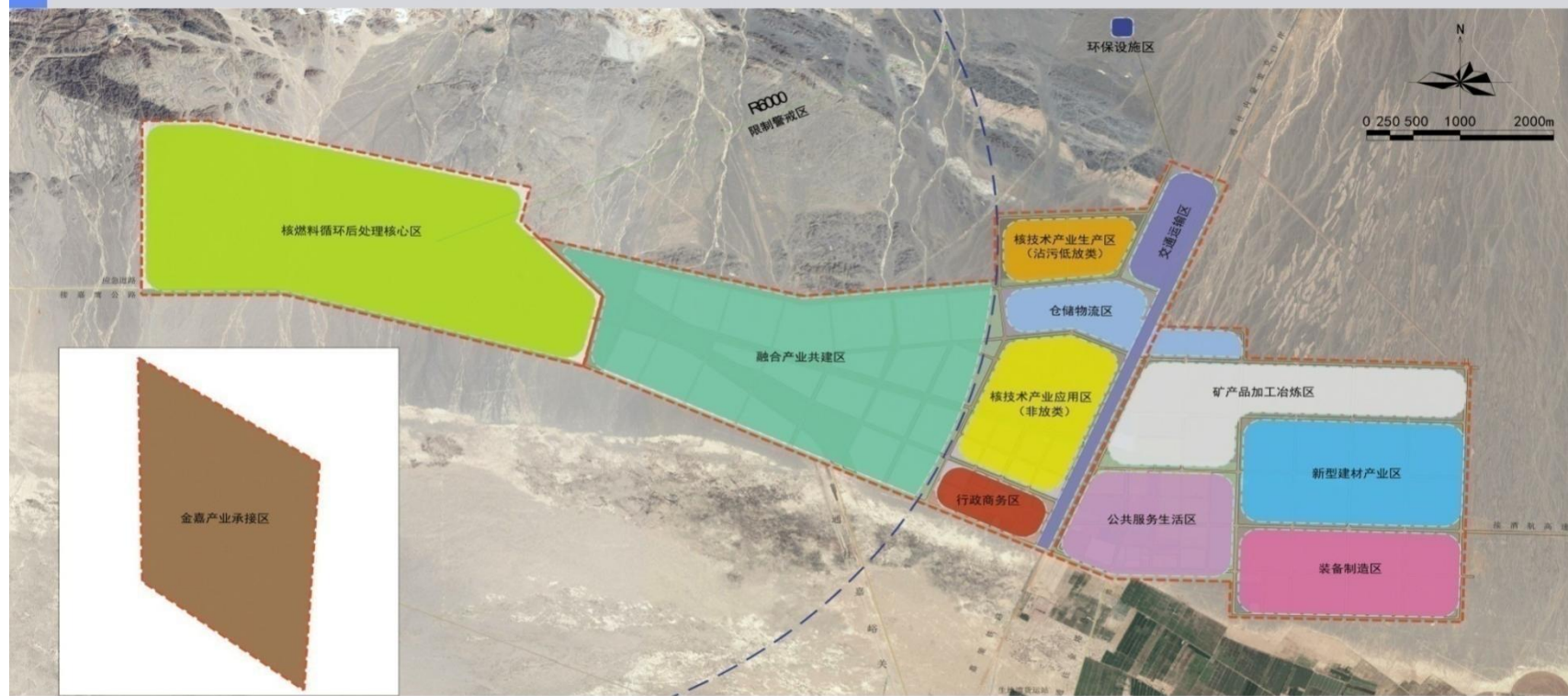
（5）金嘉产业承接区：远景预留承接酒泉市、嘉峪关市外溢的装备制造产业。

甘肃酒泉核技术产业园目前正在建设，截止目前，园区已经完成年输水能力 500 万 m^3 供水工程，110kV 供电线路建设，公用工程污水处理设施已经建成并开始投入运行。根据产业园区提供的资料，目前核技术产业园区内已有中核清原环境技术工程有限责任公司（以下简称“中核清原”）、甘肃龙和环保科技有限公司（以下简称“甘肃龙和”）、甘肃东方瑞龙环境治理有限公司（以下简称“东方瑞龙”）、甘肃东方新环环境治理有限公司（以下简称“东方新环”）等 4 家入驻企业。场址中心距离甘肃龙和环保科技有限公司的“龙和近地表废物处置场”和清原公司的“极低放废物填埋场”约 1km，在这两个公司的 W 方位，龙和近地表处置场现有员工约 20 人，清原公司极低放废物填埋场现有员工约 30 人，东方新环极低放废物处置场已经建成但未正式运行。厂址与上述三家企业的位置关系见图 2.3。

项目建设单位甘肃东方瑞龙环境治理有限公司作为甘肃酒泉核技术产业园入驻企业，本项目已列入该产业园总体发展规划（详见《甘肃酒泉核技术产业园总体发展规划（2017~2030）》），建设用地已获得当地政府许可（附件 6）。

本项目位于核技术产业生产区（低污低放类）M3 地块，项目周围 5km 范围内无常住居民，无制约因素，选址合理可行，本项目在园区示意图见图 2.4。

甘肃 酒泉核技术产业园 总体发展规划（2017-2030）



一、核技术产业区

1. 核燃料循环后处理核心区
2. 融合产业共建区
3. 核技术产业生产区（低污低放类）
4. 核技术产业应用区（非放类）

5. 仓储物流区
6. 交通运输区
7. 环保产业区
8. 行政商务区

二、非核产业区

1. 矿产品加工冶炼区
2. 新型建材产业区
3. 高端装备制造区

4. 公共服务生活区
5. 金嘉产业承接区

金塔县人民政府 中核龙瑞科技有限公司 中国核电工程有限公司

2017

产业分区规划图

图 2.3 甘肃酒泉核技术产业园总体发展规划

甘肃 酒泉核技术产业园 总体发展规划（2017-2030）



金塔县人民政府 中核龙瑞科技有限公司 中国核电工程有限公司

2017

土地利用规划图

图 2.4 本项目在甘肃酒泉核技术产业园区位置

2.3.3 矿产资源

金塔县内矿产资源丰富，已探明的主要有铜、铁、铅、锌、金、镁、钨、煤炭、芒硝、石膏、花岗岩、硅、红柱石等 8 大类 50 多个品种，总储量达 20 多亿吨。依托丰富的农矿资源，现已建成金鑫、北河湾和穿山驯 3 大工业园区，初步形成了以农矿产品精深加工、建筑建材、能源化工为主的工业发展新框架。截止到 2019 年，金塔县规模以上工业企业 14 家，均不在场址半径 10km 范围内。

场址半径 5km 范围内有企事业单位 7 家，距离最近的为 E 方位约 0.3km 处的甘肃东方新环环境治理有限公司极低放废物填埋场，该填埋场已经建成但未投入运行。

场址半径 5km 范围内企事业单位见表 2.4。

表 2.4 场址半径 5km 范围内企事业单位情况

序号	厂矿企业名称	职工人数	相对场址位置		产品
			方位	距离 (km)	
1	莹艳矿业	30	NW	2.0	生产砂石矿
2	瑞城实业	20	W	3.0	生产砂石矿，建设中
3	应急气源站（生产区）	20	W	4.4	LNG 应急气源
4	西坝养护站	9	WSW	4.1	公路养护站
5	甘肃龙和环保科技有限公司	20	E	1.0	废物处置，已运行
6	中核清原环境治理有限公司	30	E	1.0	废物处置，已运行
7	甘肃东方新环环境治理有限公司极低放废物填埋场	/	E	0.3	废物处置，未运行

2.3.4 交通运输

场址半径 10km 范围内涉及 5 条县道，3 条乡道和 1 条铁路，最近的县道为 X276，最近的乡道为 Y426。厂址半径 10km 范围交通运输情况见图 2.5。

此外，嘉峪关国际机场位于嘉峪关市，距离核技术产业园区约 110 km，通过连接嘉峪关的二级公路，实现便捷联系；鼎新机场位于甘肃省金塔县鼎新镇，为军民两用机场，距离核技术产业园区约 55 km，通过酒航路，实现便捷联系。



图 2.5 厂址半径 10 km 公路、铁路分布情况

2.3.5 自然保护区和文物保护单位

在项目用地预审申请表中，相关单位（环保局、住建局、农牧局、林业局、文物局）明确本工程用地范围内无自然保护区和文物保护单位（见附件 7），距厂址最近的自然保护区为甘肃省金塔县沙枣园子省级自然保护区，该自然保护区位于厂址 S~WSW 方位，距厂址约 13km，厂址与沙枣园子自然保护区相对位置示意图见图 2.6。



图 2.6 本项目与沙枣园子自然保护区相对位置图

2.3.6 生态环境状况

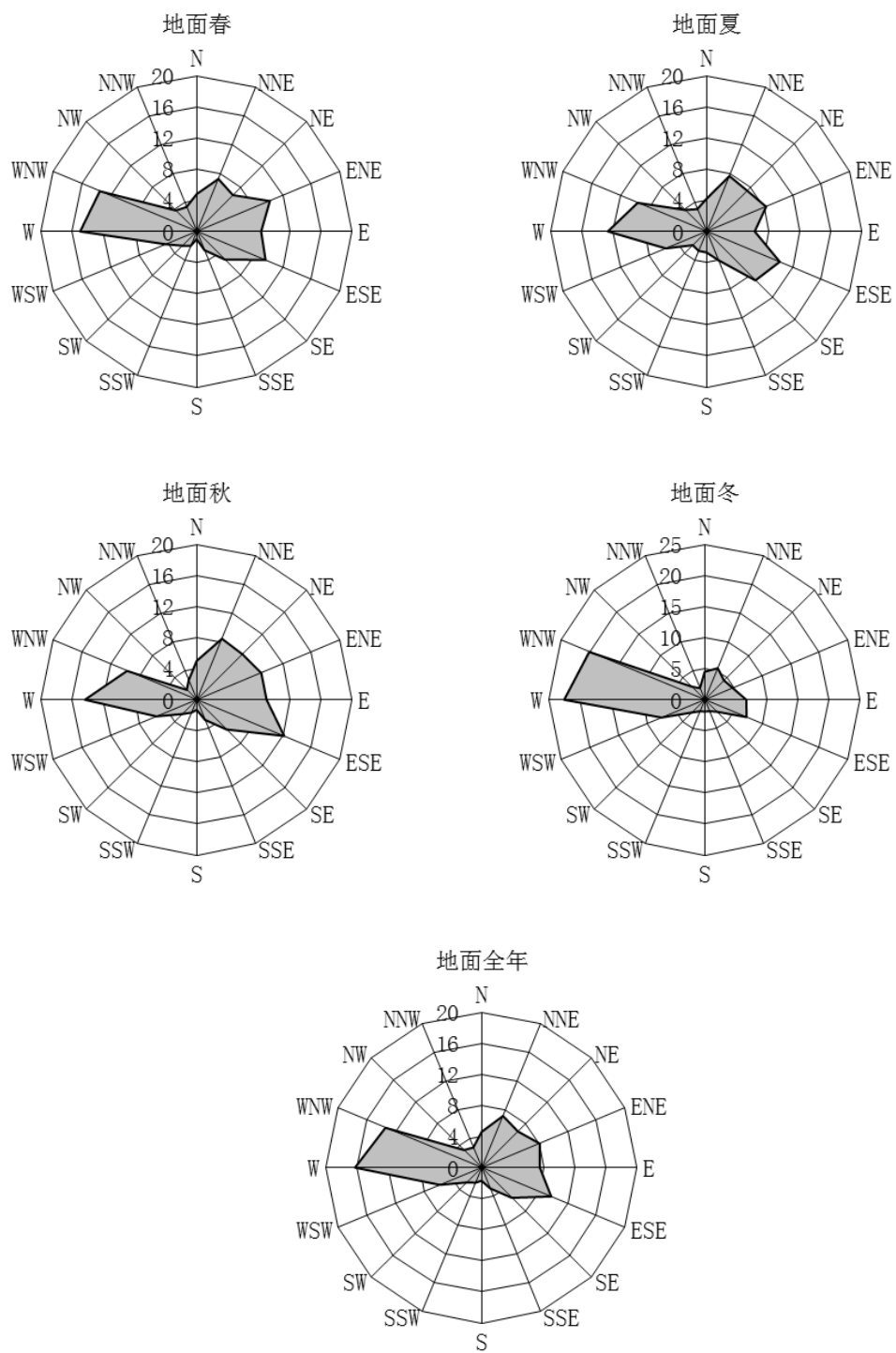
评价区所处地区由于气候干燥，风力剥蚀严重，山地岩石与砾石裸露，形成岩漠与砾漠景观。厂址周围为风蚀残丘和中部戈壁砾石地，植被稀少，分布有少量干旱荒漠植被，代表的植被群落为红纱、骆驼草和泡泡刺，其中山间谷底植被覆盖度在 1%以下，沙砾质戈壁滩植被覆盖度为 1-3%，罕有保护型动物出没、迁徙。

2.4 气候、气象

厂址所在地金塔县气候类型属于温带大陆性干旱气候，根据金塔气象站近 20 年的气象要素观测和统计结果，当地多年平均温度为 8.8℃，无霜期 146d，年均降水量为 60.3mm，年蒸发量 2538mm，1h 最大降雨为 38.4mm，降水日数 40d，大风日数 70d，平均风速为 2.2m/s，主导风向为西风和东南风，平均冻土深度 120cm。

本工程距离中核龙瑞项目 6km，两者地形基本一致，因此可以采用中核龙瑞项目的气象观测数据。根据“中核龙瑞金塔厂址气象观测报告(2020.5~2021.4)”（中国辐射防护研究院，2021 年）的统计资料，年均风速 3.6 m/s，年均气温 9.7℃，年均相对湿度 32.2%，年均气压 877.3hPa，年均总辐射 265.5W/m²，年均净辐射 36.9W/m²，总的天气形势夏季气压低、风速大、辐射强、气温高、湿度较小；冬季气压高、风速小、温度低。年平均总降水时数 28 小时，降雨量 6.4mm，年降雨风频以偏西风 and 偏东风为主。本区地处西北干旱地区，降水均为小雨，降水时次较少。最高气温 36.7℃；最低气温-24.1℃

图 2.7 给出了地面气象站各季及年均风玫瑰图，图 2.8 给出了地面气象站各季及年均降水量玫瑰图，表 2.5 给出了气象铁塔 10 米高度风向、风速、稳定度联合频率。由表和图可以看出，本区观测期间年主导风向 W，频率 16.3%，次主导风向 WNW，频率 13.4%。各风向频率多集中于偏西风、偏东南风向上，其它风向分布基本平均。



静风频率 0.6%

图 2.7 地面气象站各季及年均风玫瑰图(2020.5~2021.4)

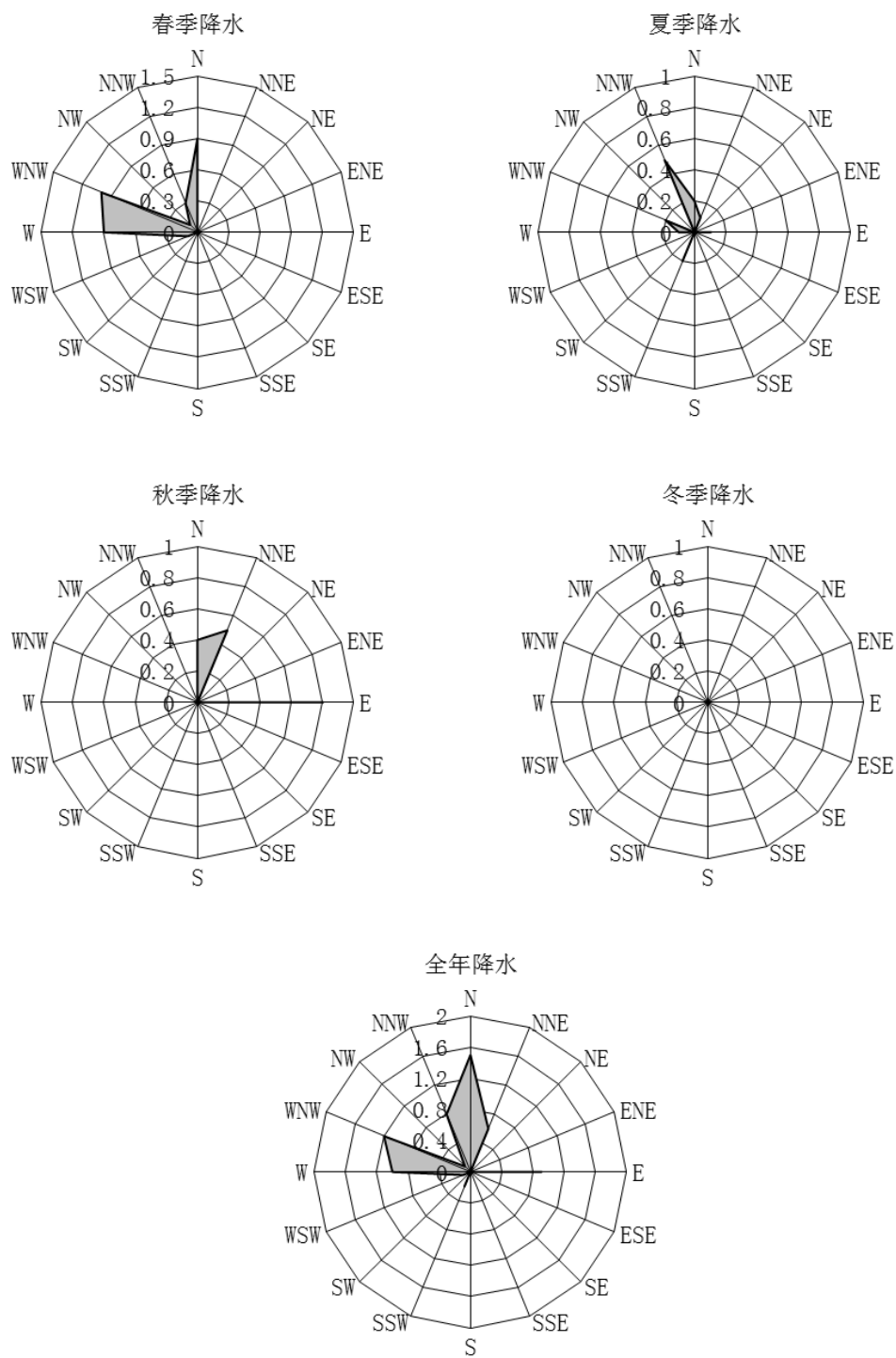


图 2.8 地面气象站各风向季均、年均降水量玫瑰图(2020.5~2021.4)

表 2.5 气象铁塔 10 米高度风向、风速、稳定度联合频率(%)(2020.5~2021.4)

稳定度	风向 风速	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NN W	合计	平均 风速
A	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.464
	0.6~1.9	0.060	0.084	0.036	0.060	0.084	0.169	0.205	0.169	0.060	0.096	0.048	0.156	0.120	0.060	0.072	0.024	1.503	1.555
	2.0~2.9	0.084	0.144	0.132	0.060	0.120	0.181	0.277	0.193	0.084	0.229	0.120	0.494	0.795	0.373	0.181	0.096	3.563	2.550
	3.0~4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	5.0~5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.6~1.9	0.132	0.181	0.072	0.120	0.181	0.301	0.373	0.361	0.217	0.385	0.337	0.494	0.361	0.217	0.072	0.132	3.936	1.546
	2.0~2.9	0.072	0.108	0.084	0.096	0.144	0.277	0.349	0.229	0.156	0.156	0.265	0.433	0.385	0.181	0.096	0.048	3.079	2.457
	3.0~4.9	0.349	0.409	0.265	0.217	0.482	2.010	1.408	0.313	0.144	0.096	0.181	0.927	2.492	0.855	0.397	0.325	10.87	3.924
	5.0~5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.012	0.000	0.012	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.048	0.339
	0.6~1.9	0.060	0.060	0.048	0.024	0.036	0.096	0.108	0.060	0.000	0.072	0.036	0.036	0.060	0.036	0.060	0.060	0.852	1.474
	2.0~2.9	0.024	0.132	0.012	0.024	0.060	0.193	0.120	0.120	0.072	0.072	0.108	0.169	0.120	0.072	0.132	0.181	1.611	2.493
	3.0~4.9	0.217	0.193	0.072	0.048	0.169	0.325	0.217	0.096	0.024	0.000	0.012	0.048	0.349	0.181	0.144	0.144	2.239	3.869
	5.0~5.9	0.072	0.144	0.012	0.024	0.253	0.782	0.614	0.108	0.012	0.000	0.012	0.108	0.831	0.373	0.084	0.108	3.537	5.465
	≥6.0	0.060	0.120	0.012	0.072	0.313	0.879	0.277	0.024	0.012	0.000	0.024	0.024	0.807	0.289	0.036	0.012	2.961	6.448

D	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.012	0.000	0.000	0.000	0.048	0.213
	0.6~1.9	0.096	0.132	0.169	0.156	0.024	0.120	0.060	0.108	0.084	0.120	0.217	0.229	0.265	0.169	0.096	0.120	2.165	1.429
	2.0~2.9	0.205	0.144	0.156	0.277	0.265	0.181	0.144	0.048	0.036	0.048	0.024	0.144	0.542	0.277	0.205	0.132	2.828	2.476
	3.0~4.9	0.409	0.770	0.590	1.180	1.192	0.530	0.253	0.072	0.048	0.096	0.048	0.144	2.179	1.721	0.325	0.156	9.713	3.870
	5.0~5.9	0.205	0.337	0.193	0.469	0.277	0.205	0.072	0.000	0.000	0.060	0.012	0.012	1.047	0.421	0.108	0.144	3.562	5.461
	≥6.0	0.494	0.734	0.349	1.637	1.192	0.807	0.156	0.012	0.048	0.084	0.000	0.024	3.515	1.733	0.072	0.132	$\frac{10.98}{9}$	8.321
E	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.6~1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2.0~2.9	0.193	0.301	0.698	0.614	0.566	0.409	0.156	0.084	0.024	0.072	0.036	0.181	1.071	0.662	0.120	0.132	5.319	2.507
	3.0~4.9	0.132	0.433	1.204	0.457	0.530	0.024	0.000	0.012	0.048	0.000	0.012	0.012	0.867	0.241	0.012	0.024	4.008	3.708
	5.0~5.9	0.000	0.000	0.301	0.277	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.024	0.000	0.000	0.686	5.436
	≥6.0	0.000	0.000	0.012	0.108	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.132	6.448
F	0.0~0.5	0.024	0.012	0.048	0.012	0.024	0.024	0.048	0.096	0.036	0.072	0.060	0.048	0.060	0.024	0.036	0.036	0.660	0.420
	0.6~1.9	1.264	1.276	1.408	1.408	1.384	1.228	0.891	0.722	0.578	0.831	0.939	1.264	2.528	1.445	0.795	0.843	$\frac{18.80}{4}$	1.320
	2.0~2.9	0.542	0.903	0.710	0.518	0.662	0.229	0.048	0.048	0.012	0.048	0.024	0.349	2.143	0.518	0.000	0.096	6.850	2.456
	3.0~4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	5.0~5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

2.5 水文

2.5.1 地表水

厂址区域所涉及的主要河流水系包括黑河、疏勒河和讨赖河。

黑河是河西走廊的第一大河流，位于厂址区域的东侧，发源于祁连山北麓中段，由张掖、酒泉间的南山和祁连山流出各河流汇集而成，向北流入内蒙古居延海，全长约 800 公里。黑河距厂址的距离约 60 余公里。

疏勒河属于河西走廊内流水系的第 2 大河，源于祁连山脉西段托来南山与疏勒南山之间的疏勒脑，西北流经肃北县的高山草地，过昌马盆地。出昌马峡以前为上游（称昌马河），昌马堡站平水年年均流量 24.8 立方米/秒，年径流量 7.81 亿立方米。出昌马峡至走廊平地为中游，向北分流于大坝冲积扇面。疏勒河位于厂址西侧，距厂址超过 100 公里。

讨赖河位于上述两大河流之间，是嘉峪关市境内唯一的地表河流。河流发源于祁连山中段讨赖掌，水源汇聚地达 620 平方公里，年平均降水量 800 毫米，汇集水量 22 亿立方米。河流经嘉峪关、酒泉、金塔后汇入黑河，属黑河水系一级支流。讨赖河源头至冰沟口河长 260 公里，集水面积 6883 平方公里，从嘉峪关市西南入境，由东面流出，境内河长 40 公里。据冰沟水文站 1948-2000 年观测资料分析，讨赖河多年平均径流量 63780 万立方米，年最大径流量 112000 万立方米（1952 年），年最小径流量 46400 万立方米。由于后期水利开发，讨赖河水主要注入金塔的鸳鸯池水库。鸳鸯池水库距厂址的距离约 40 余公里。

上述河流水系的分布可参见示意图 2.9 和图 2.10。



图 2.9 黑河与讨赖河水系分布示意图

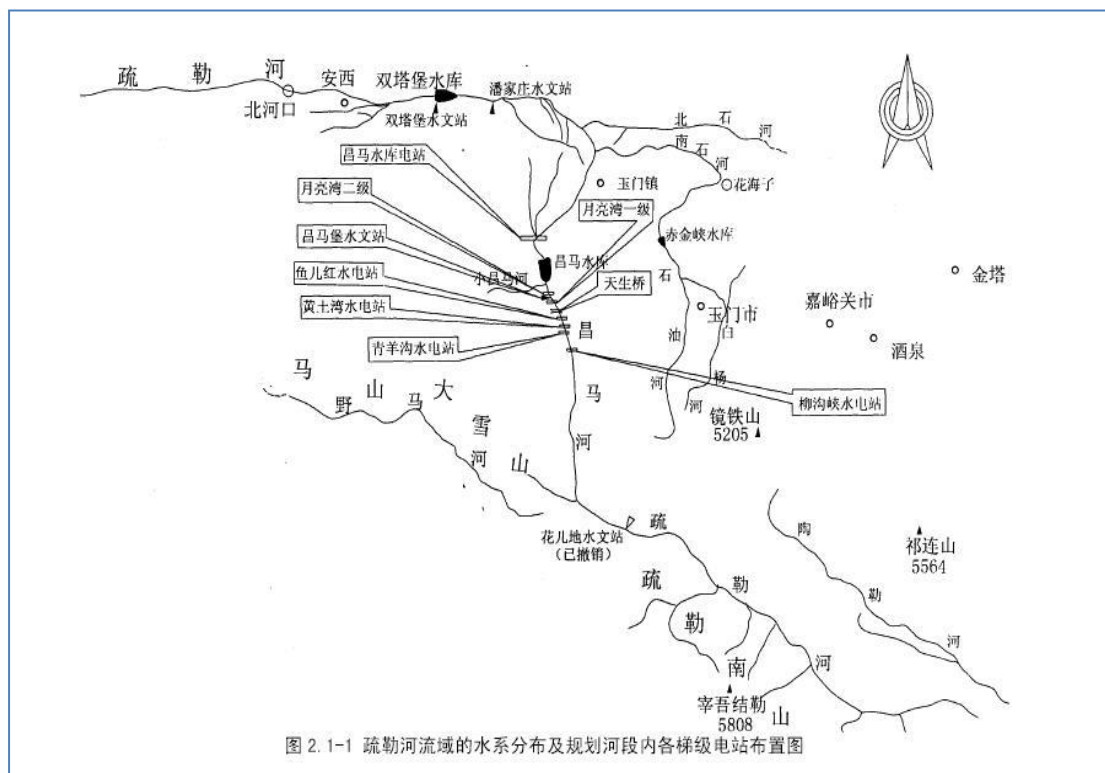


图 2.1-1 疏勒河流域的水系分布及规划河段内各梯级电站布置图

图 2.10 疏勒河水系分布示意图

根据已有资料，鸳鸯池水库的防洪标准为 100 年一遇洪水设计，洪峰流量 $1080\text{m}^3/\text{s}$ ，2000 年一遇洪水校核，洪峰流量 $2400\text{m}^3/\text{s}$ 。鸳鸯池水库总库容 1.048 亿 m^3 ，相邻的解放村水库总库容 3905 万 m^3 。

由于甘肃酒泉核技术产业园远离上述河流，距离最近的鸳鸯池水库也在 40 公里之上，再加上核技术产业园位于走廊北部，地势也远高于讨赖河流经的谷地和鸳鸯池水库。因此，河流洪水不会对厂址产生影响，即使在考虑鸳鸯池水库溃坝的情况下也不会对厂址产生安全影响。

本工程评价范围内无地表水体，距离厂址最近的地表水体为跃进渠，该渠为金塔县西干渠的支渠形成的灌渠网络，渠水均引自鸳鸯池水库，用于生地湾农场农田灌溉。该渠距厂址直线距离约 11km，不会对厂址产生影响。

2.5.2 地下水

区域地下水金塔盆地地下水主要赋存于第四系松散岩类孔隙含水层中。根据其富水性特征和水力性质可分为上下两个含水层组。上部为中、上更新统含水层组，含水岩性主要为砂砾卵石和中组砂层，结构松散，厚度约 40~600m，是区内的主要含水层，潜水埋藏深度 6~16m，单井出水量可达到 $2500\sim3000\text{m}^3/\text{d}$ 。下部为下更新统含水组，含水层岩性主要为中砂岩、粉细砂岩等，厚度大于 50m，水位埋深约 70m 以上，由于上部中、上更新统含水层之间没有隔水层分布，存在着直接的水力联系，水位埋深在县城以南 10~15m，县城以北 5~10m，基本上与上部含水层组水位埋深相一致，单井出水量在 $100\sim400\text{m}^3/\text{d}$ 。

地下水的补给主要为盆地地下水侧向补给和河道、渠系、田间渗漏补给，年补给量约 5.39 亿 m^3 。地下水由西南向东北方向呈扇形径流，水力坡度 3.3~1.0%，随着地下水径流方向的延伸，水力坡度渐为变缓，至县城以北地区小于 2%，县城区则为 1.8%左右。地下水的排泄途径主要为潜水蒸发，其次是人工开采和侧向径流排泄。由于受区域地下水的补给、径流、排泄条件的控制，县城区地下水沿径流方向具有明显的水化学分带性，南部径流形成区为矿化度小于

0.5g/l 的 HCO_3^- — SO_4 — Ca^{2+} 型淡水。

①潜水

区内第四系孔隙潜水主要为位于整个含水层的上部, 含水层岩性主要为砂砾卵石。水位埋深较浅, 一般为 2~10m, 勘察区西南部较高, 而向东北方向逐渐变浅, 含水层厚度一般为 20~35m。潜水含水层富水性一般, 该类水单井涌水量介于 100~1000m³/d。

②承压水

第四系承压水主要为位于金塔盆地, 含水层岩性主要为砂砾卵石, 中间夹有 1-3m 厚的粉质粘土, 隔水顶板为泥质粘土, 隔水底板为第四系下中更新统粘土、粉质粘土, 含水层厚 100~130m。

工程在厂区勘察期间, 钻孔深度最深为 12m, 钻孔深度范围内未见地下水, 可见厂区地下水埋藏较深, 不会对厂址产生影响。

2.6 地质、地震

2.6.1 地形地貌

厂址所在金塔县位于河西走廊中端北部边缘, 境内海拔 1100~1500m, 由于气候干燥, 风力剥蚀严重, 山地岩石与砾石裸露, 形成岩漠与砾漠景观。东部和东南部属巴丹吉林沙漠边缘合黎山地带, 西部为戈壁荒漠, 南部为夹山褶皱带低山丘陵, 北部系山峦起伏、丘陵破碎、沟壑纵横的马鬃山台地所阻构成盆地北缘的屏障, 西南部为马路山, 东北部为白墩子东梁, 中部为地势较平的花海—金塔盆地, 呈南高北低、西南高东北低的地势, 地表水、地下水依地势由西南流向东北。

厂址的北部为马鬃山风蚀残丘, 中部、南部较为平坦的戈壁荒滩等, 形成岩漠与砾漠景观, 总体地势由西北、北向东南、东缓慢倾斜。厂址周围环境现状见图 2.11。



图 2.11 本项目周围现状

2.6.2 工程地质

为了项目总平面设计和落实各物项工程场地的适宜性,开展了岩土工程专题调查,其主要成果如下。

2.6.2.1 厂区地质特征

本工程场地地形较平缓,属于冲洪积第四系地层形成的微倾斜戈壁平原地貌。地面标高一般为 1257~1259m,坡降在 0.5%~1%左右,地势较平坦。局部因降雨水流冲刷作用形成浅沟壑,沟壑内基岩零星出露。第四系覆盖层主要为砾砂混角砾(见图 2.12)。



图 2.12 场地冲蚀沟

根据收集区域地质资料结合本次勘察成果，勘察区内的地层岩性从上到下分别为第四系砂砾层和古生代变质岩地层。通过现场测绘及探井揭露，基岩层与第四系地层接触面凹凸不平，且上部岩石呈片状风化，属于区域低温动力变质作用形成的一套千枚岩，表面岩石风化成片状节理（见图 2.13，图 2.14）。



图 2.13 场地区域变质地质图

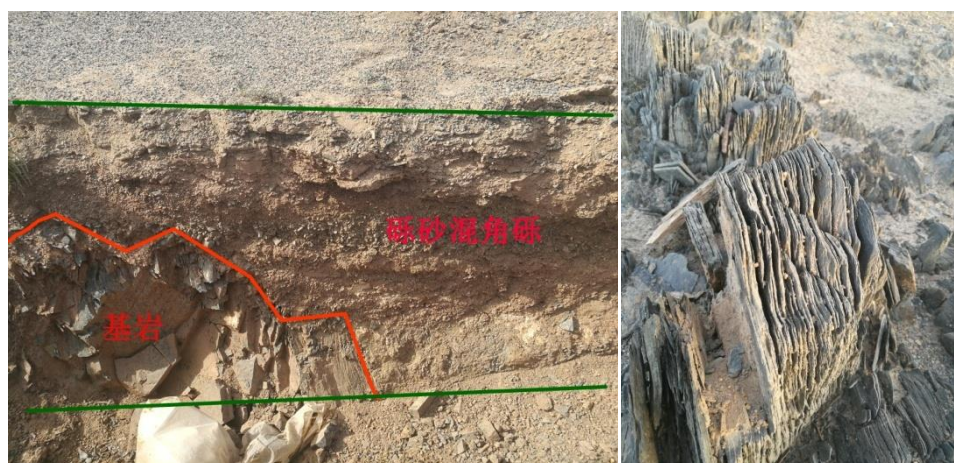


图 2.14 地层接触关系（左）和基岩表面片裂现象（右）

2.6.2.2 工程地质测绘和钻探

根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009 年版）的相关规定，按地形地貌、地层岩性和地下水等变化复杂程度，对拟建场地按照中等复杂建筑场地类型进行了勘探点布置，勘探点间距沿建筑

物周边及拐点布置，间距 11.48m-28.60m，深度 7-16.0m，设计钻孔位置、深度、试验项目均满足规范及设计要求（见图 2.15）。

为达到勘察目的，满足勘察任务书要求，针对本项目采用了工程地质钻探、原位测试（标准贯入试验、动力触探试验）、室内土工试验等综合勘探手段，对勘察场地进行评价，为设计提供各岩土层物理力学性质参数。应用的具体勘探方法见表 2.6.

表 2.6 勘察方法一览表

方法	主要解决的问题	工作内容、项目	数量
工程测量	勘探点定位及标高测量	勘探点	45 个
工程地质 勘探	查明地下岩土的性质、分布、特征，为原位测试和室内试验样品采取提供条件。	钻孔个数	43 个
		探井个数	2 个
		总深度	455.7m
		取原状样	1 件
		取扰动样	19 件
		封孔	45 个
原位 测试	测求岩土体的力学参数及动态参数	标准贯入试验	26 孔，19 次
		重型动力触探试验	2 孔，1.9m

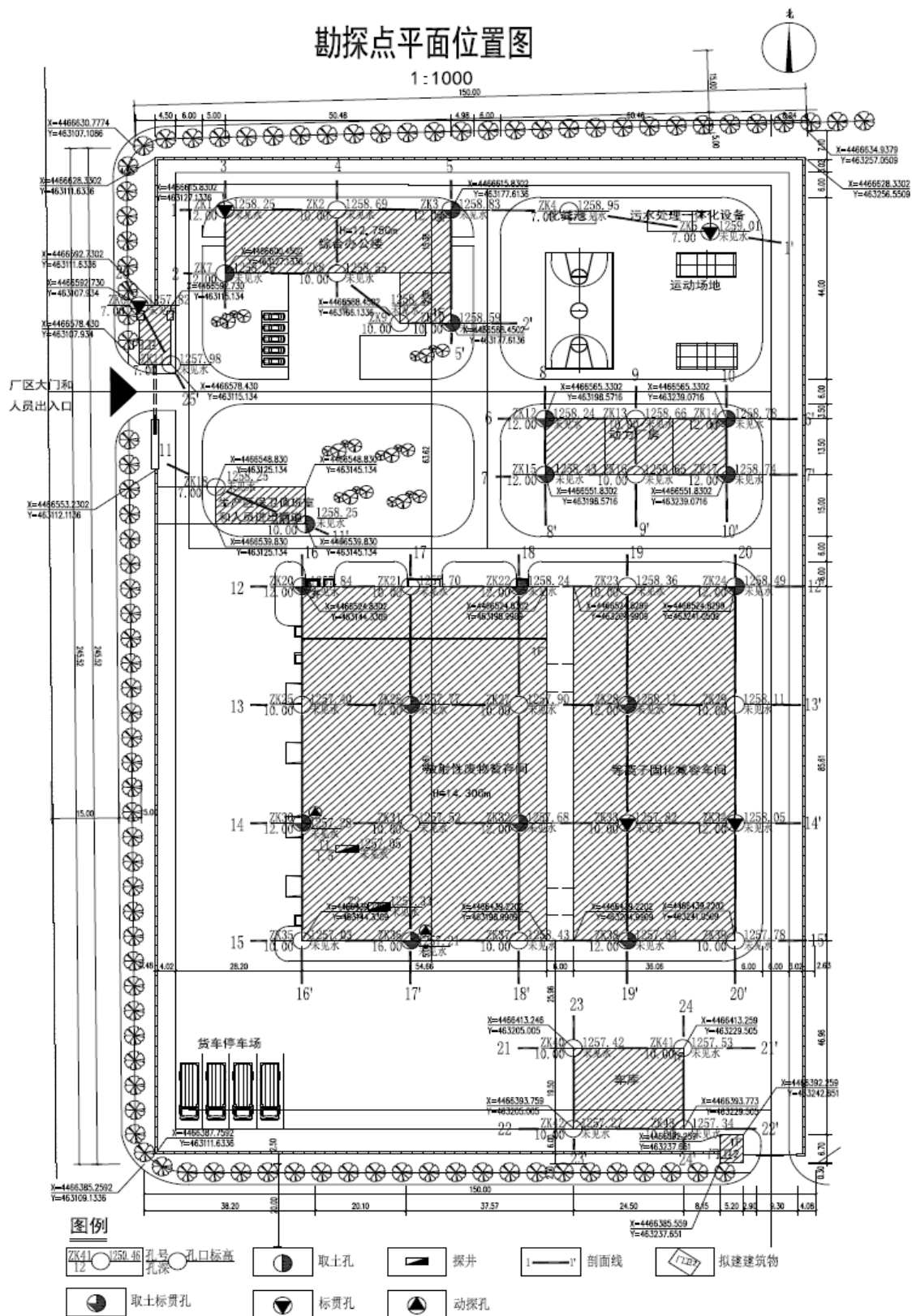


图 2.15 勘探点布置

2.6.2.3 岩土工程特性

场地各地层叙述如下：

(1) 洪积层

砾砂混角砾：砾砂，褐黄色～棕黄色，松散～稍密，成分以粉砂、角砾为主，局部混少量粉土、黏性土，角砾含量约 30%～50%，粒径 0.3～3cm，磨圆度差，多呈片状，分选性一般，成分主要为黑云绢云千枚岩。该层局部角砾含量较高，约为 51%～57%。砾砂混角砾层上部含盐量较高。该层揭露厚度 0.20～1.90m，揭露层底标高 1255～1258m。该层在所有钻孔均有揭露。

(2) 下古生界变质岩 (P_{z1})

黑云绢云千枚岩：灰黑～深灰色，风化后呈灰绿色、灰黑色，斑状变晶结构，千枚状构造，矿物成分主要为石英、黑云母、绢云母等，黑云母呈变斑晶产出，基质由石英绢云母组成。黑云绢云千枚岩为场址内主要出露岩性，局部可见黑云母花岗岩及石英岩脉(见图 2.16)。

全风化黑云绢云千枚岩：灰褐色、灰黑色，岩石风化严重，矿物结构已破坏，原岩结构清晰。岩芯呈坚硬土状，手掰岩芯易沿风化节理面断裂，节理面较平滑，铁锰质浸染。岩芯局部夹强风化、中等风化岩块。揭露厚度：0.10～15.10m，平均 6.60m；揭露层底标高：1241.21～1256.13m，平均 1249.62m；揭露层底埋深：1.20～16.00m，平均 7.60m。该层仅在 ZK30、ZK36 两个钻孔和 T1、T2 探井中揭露，且未打穿。

强风化黑云绢云千枚岩：灰白色、灰绿色，岩石多风化呈碎块状，局部呈片状、块状，夹中等风化、微风化岩块，原岩结构可辨认。节理裂隙发育，节理面多见铁锰质浸染。岩芯多呈含岩片粉末状，无完整岩芯，岩芯大部分被消耗。厚度：0.70～5.60m，平均 2.60m；层底标高：1252.24～1256.73m，平均 1254.66m；层底埋深：1.70～6.50m，平均 3.42m。该层除 ZK30、ZK36 两个钻孔及 T1、T2 探井外均有揭露。

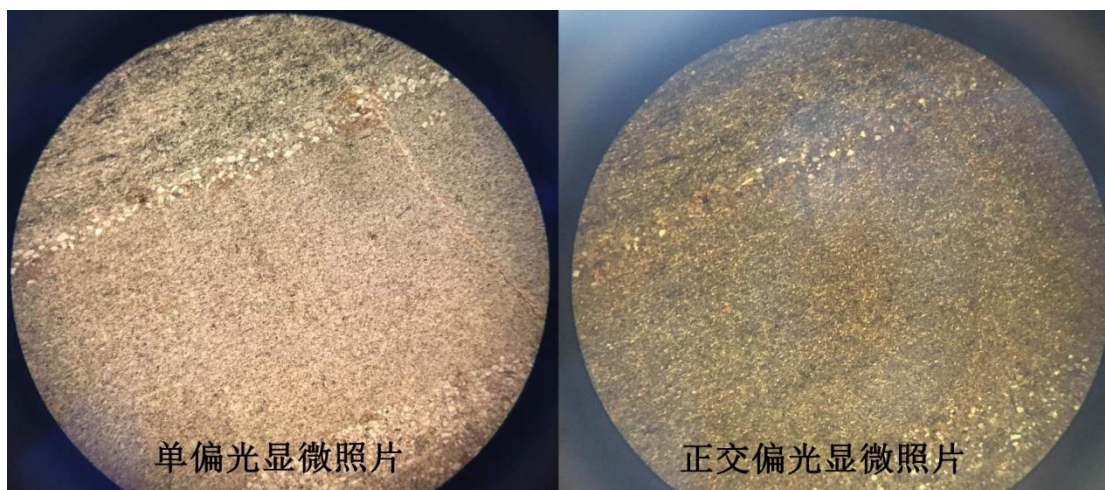


图 2.16 黑云绢云千枚岩显微照片



图 2.17 强风化基岩（左）和强风化基岩出露（右）

中等风化黑云绢云千枚岩：灰白色、深灰色，节理裂隙发育，节理面见铁锰质浸染，岩芯较破碎，多呈块状，少量短柱状。揭露厚度为 3.20~10.30m，揭露层顶标高：1252.24~1256.73m。该层除 ZK30、ZK36 两个钻孔及 T1、T2 探井外均有揭露，均未打穿（见图 2.17）。

根据本次勘察结果结合周边勘察资料，场地内未发现断层和大型节理密集带等构造，场地节理裂隙较发育，表面强风化基岩以风化节理为主，节理面粗糙，节理面见少量铁锰质浸染，表层岩体在风蚀作用下，风化成碎块状、薄片状。中等风化基岩以构造节理为主，节理面较平直，节理微张，张开度多为 1~3mm，节理面局部见铁锰质浸染。

根据本次勘察取得的地层资料和区域地质调查资料，在本工程拟建场地范围内，地势平坦开阔，未发现影响场地整体稳定性的活动断裂、地裂缝、溶洞、采空区、危岩和崩塌等不良地质作用。但从周边类似工程资料中发现该地区存在溶陷盐渍土，最大深度约 3.5m，砾砂混角砾 0~3.5m 为轻微溶陷性；强风化黑云绢云千枚岩 0~3.5m 局部具轻微溶陷性。为此围绕工程场地岩土特征进行了进一步分析。根据浸水载荷试验结果，2.5m 处地基土的总溶陷量为 1.35~7.96mm，平均为 4.64mm，平均溶陷系数为 0.0004~0.003，地基土的总溶陷量非常小，按照《盐渍土地区建筑技术规程》（GB/T 50942-2014）属于为非溶陷性盐渍土。可不考虑地基土溶陷性。

关于地基土的腐蚀性（表 2.7），根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009 年版）中 12.2 节的腐蚀性评价，按照环境类型评价，土对混凝土结构具强腐蚀性；按地层渗透性，土对混凝土结构具微腐蚀性；土对钢筋混凝土结构中的钢筋具弱腐蚀性，对钢结构具微腐蚀性。

表 2.7 土的腐蚀性评价表

钻孔	按环境类型土对混凝土结构的腐蚀性	按地层渗透性	土对钢筋混凝土结构中的钢筋	对钢结构
ZK30	弱	微	微	微
ZK14	中	微	微	微
ZK36	弱	微	微	微
ZK26	中	微	弱	微
ZK24	中	微	微	微
ZK3-1	中	微	微	微
ZK38	强	微	微	微

2.6.2.4 场地和地基稳定性

综合分析本场地地层的工程地质特性，场地浅表层为戈壁砾石夹杂部分粘土，下部则为下元古的一套千枚岩变质岩系，千枚岩自上而下风化程度不等。地层垂直向呈层状分布，水平方向各工程地质层的岩性均匀性较好，工程地质特性基本稳定。

根据总平面和初步设计结果，所有建（构）筑物基础均建于基岩之上。

综合办公楼、生产区保卫值班室、大门及门卫、门卫 2、车库、等离子固化减容车间：基础持力层均为②₂ 强风化黑云绢云千枚岩，地基承载力满足设计要求，为均匀地基。

污水处理一体化设备：筏板基础持力层②₃ 层中等风化黑云绢云千枚岩，承载力满足设计要求，为均匀地基。

动力厂房：独立基础持力层为②₂ 强风化黑云绢云千枚岩，筏板基础持力层为②₃ 层中等风化黑云绢云千枚岩，地基承载力满足设计要求，为均匀地基。

放射性废物暂存库：基底持力层绝大部分位于②₂ 层强风化黑云绢云千枚岩上，局部位于②₁ 层全风化黑云绢云千枚岩上。通过现场原位试验（动探试验），②₁ 层全风化黑云绢云千枚岩承载力及变形模量满足设计要求，且属于同一种岩性，可认作均匀地基。

根据国家标准《建筑地基基础设计规范》（GB5007-2011）标准贯入试验、野外鉴别并结合本地的工程勘察经验综合确定，上述各主要建筑物地基土承载力特征值 f_{ak} 建议采用表 2.8 中的特征值。

表 2.8 地基土承载力一览表

地层编号	重度 (KN/m ³)	地层名称	变形模量 GPa	地基承载力特 征值 f_{ak} (kPa)
①	19.5	砾砂混角砾	0.03	150
② ₁	19.8	全风化黑云绢云 千枚岩	0.04	240
② ₂	20.0.	强风化黑云绢云 千枚岩	0.06	350
② ₃	24.5	中等风化黑云绢 云千枚岩	12.30	2400

上述表明，拟建场区不存在影响场地整体稳定性的不良地质作用，区域地质稳定，场地和地基稳定，适宜本工程建设。

2.6.2.5 边坡稳定性

工程场地平坦、开阔，四周无建筑物或重要的道路，工程场地条件较好。根据任务书要求，该项目建构筑物大部分为地上建筑，动力厂房及放射性废物暂存间局部地下一层，开挖深度为 2.5m，开挖深度范围内揭露地层主要为第①层砾砂混角砾和第②2层强风化黑云绢云千枚岩，局部为②1全风化黑云绢云千枚岩。根据场地的地质条件及本地区的施工经验，砾砂层可以按 1:1 放坡，全风化及强风化基岩地层可按 1:0.75 放坡，并悬挂防护网，防止部分碎石滑落。基坑开挖后，禁止在坡肩堆载。

由于勘察深度范围内未揭露地下水，结合区域资料分析工程场地区域地下水贫乏，在施工深度范围不存在含水层，故基坑开挖无需采取降水措施。施工时应做好地表水的排放工作，防止基坑积水。

2.6.3 地震

地震地质是论证厂址适宜性不可忽视的重要因素。鉴于园区建设主要依托核燃料循环后处理设施的建设，而在前期选址工作中已针对核燃料循环后处理设施的安全要求进行了地震地质专题论证，确认在规划建设的核技术产业园区及其附近区域内处于构造运动和地震活动稳定地区，厂址半径 5km 范围的附近地区不存在地表能动断层，在厂址近区域 25km 范围内不存在发震构造。因此，本项目厂址位于已经前期已经论证过的核技术产业园区内，故不存在影响厂址可接受性的地震地质因素。

根据现有资料和前期论证结果，本项目厂址的地震地质背景处于河西走廊金塔盆地的北缘，靠近构造运动相对稳定的北山地区。受新构造时期青藏高原隆起的影响，区域范围内主要沿青藏高原发育北东和北西向两组活动断裂，其中北东向的阿尔金断裂离厂址较远，而北西向的祁连山山前断裂和宽滩山-金塔断裂厂址南部的祁连山前和河西走廊内。这两组区域性活动断裂控制了区域地震活动分布，如发生在 1932 年的昌马 7.6 级强震、公元 180 年高台西部的 7.5 级地震以及 1785 年酒西盆地的 6.5 级地震等。

本项目厂址区位于河西走廊的北端，靠近北山地区，构造运动和地震活动远远低于南部的祁连山前构造带，属于区域相对构造稳定的地区（见图 2.18）。

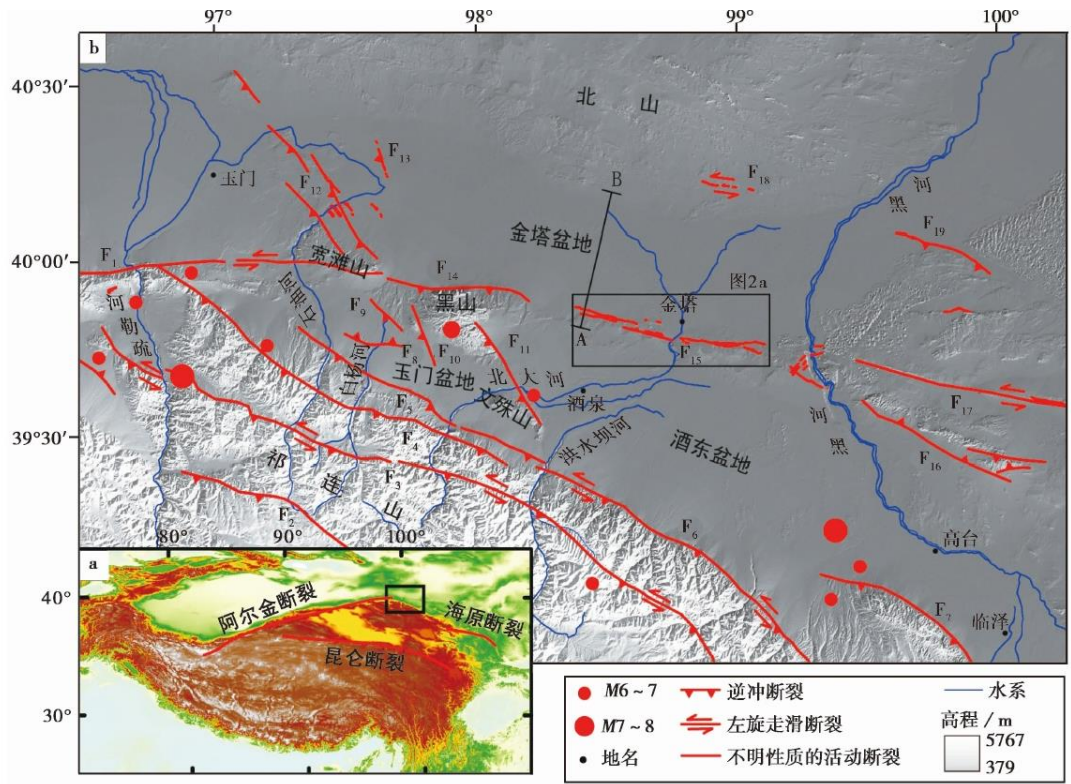


图 2.18 区域地震地质背景

根据最新发布的中华人民共和国国家标准《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），厂址位于地震动加速度 $0.10g$ 的分区内，相当于地震基本烈度 VII 度区，而且靠近北部的 $0.05g$ 区（见图 2.19）。根据《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010)中第 4.1.1 条，拟建场地属于对建筑抗震有利地段。

根据本次岩土勘察的地层资料，本工程场地属于荒漠戈壁，靠近基岩裸露的北山地区，钻孔所揭示出的基岩埋深不到 $2.0m$ 。厂址区及其周边的工程钻孔波速测试资料反映出的剪切波速 V_s 范围在 $252\sim 523m/s$ ，等效剪切波速 V_{se} 大于 $250m/s$ ，小于 $500m/s$ ；依据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 版）中相关条款判定，建筑场地类别为 I_1 类。场地土类型为中硬土。特征周期为 $0.40s$ 。

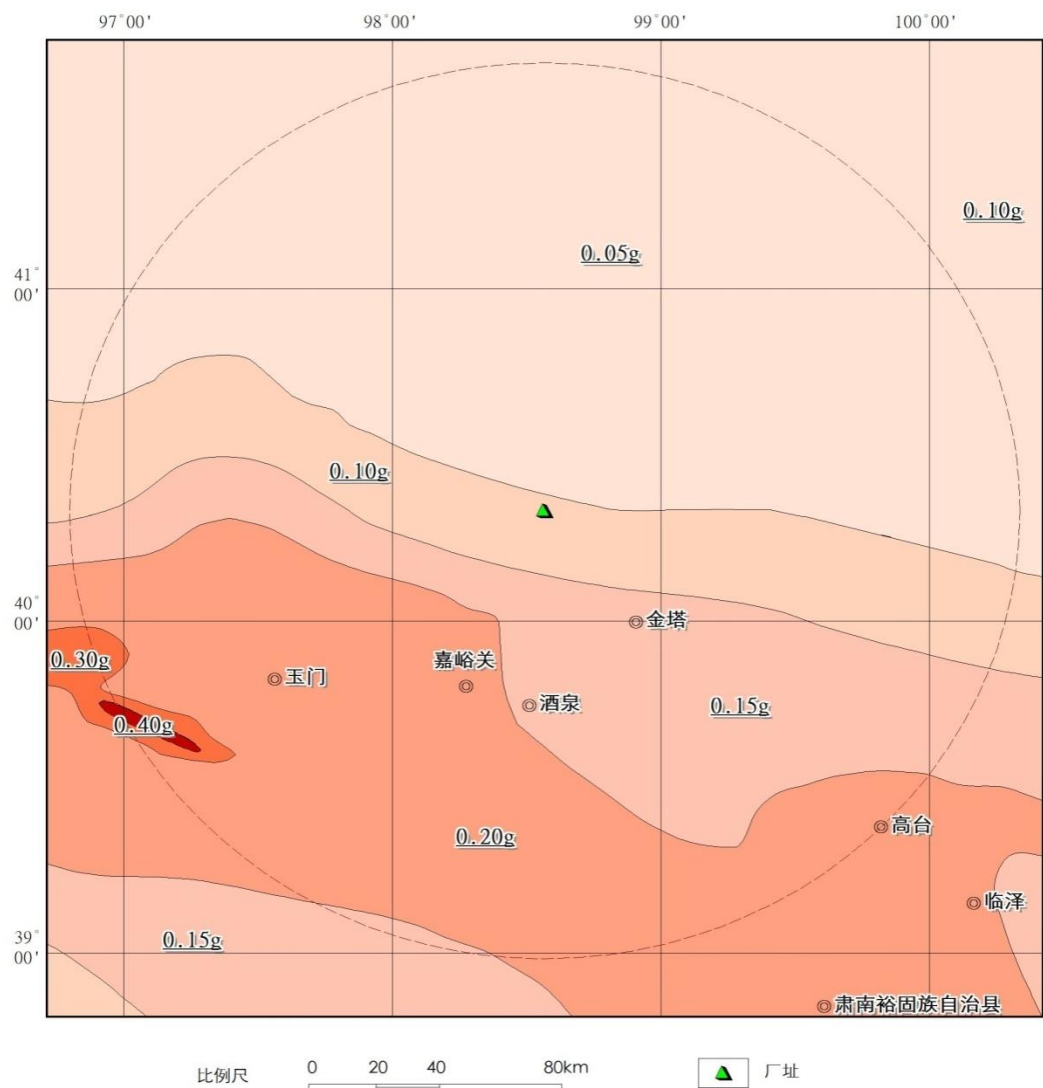


图 2.19 新一代地震动区划图

2.7 结论

(1) 本项目位于核技术产业生产区（低污低放类）M3 地块，项目周围 5km 范围内无常住居民，无制约因素。

(2) 建设场地区域地质稳定，场地地基稳定，不存在沙土液化等影响地基稳定性的不良地质作用。

(3) 场地抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第二组，设计基本地震加速度值为 0.15g，建筑场地类别属于 I_1 类，场地土类型为中硬土，特征周期为 0.40s。

(4) 本场地 16m 以内地层岩性主要为第四系下更新统的砾砂混角砾和下元古界的黑云绢云千枚岩，是良好的天然地基持力层。

(5) 由于本区地下水位埋藏较深，可不考虑地下水对建筑材料的腐蚀性。厂区土按环境类型土对混凝土结构具强腐蚀性；按地层渗透性土对混凝土结构具微腐蚀性；土对钢筋混凝土结构中的钢筋具弱腐蚀性，对钢结构具微腐蚀性。

(6) 本工程基坑开挖范围内，地层主要为第①层砾砂混角砾及第②1 层强风化黑云绢云千枚岩，根据场地地质条件及本地区的施工经验，按 1:1 和 1:0.75 放坡。

综上所述，从厂址地理位置、厂区地质条件、厂址所在区域环境等方面综合分析，在现有厂区内建设是适宜的。

第三章 工程概况

3.1 项目建设内容与布置

3.1.1 项目建设内容

本项目总用地 37136.94m²，总建筑面积 20256.9m²，建设内容主要包含等离子固化减容车间、低放废物暂存库、车库、动力厂房、生产区保卫值班室和人员进出通道、综合办公楼、厂区大门及围墙、消防水池、化粪池、污水处理一体化设备等。厂区平面布置见附图 1，主要建设内容见表 3.1。

表 3.1 主要建设项目一览表

序号	性质	建（构）筑物名称	建筑面积 (m ²)	占地面积 (m ²)	层数
1	主体工程	等离子体熔融减容车间	8057.10	3245.28	地上 2 层，局部 4 层
2	辅助工程	特种车库	482.16	482.16	地上 1 层
3		动力厂房	639.61	511.36	局部地下 1 层，地上 1 层
4		保卫室和人员进出通道	180	180	地上 1 层
5		消防水池		171	
6		污水处理一体化处理设备		70	
7	利旧工程	低放废物暂存库	5726.4	4679.4	地上一层，局部 3 层
8		综合办公楼	2579.28	914.14	地上 3 层
9		厂区大门及围墙	115.41	113.54	地上 1 层

(1) 主体工程—等离子固化减容车间

等离子体固化减容车间占地面积 3245.28m²，新增建筑面积 8057.10m²，建设内容主要为一套等离子体气化熔融工艺系统，利用等离子体工艺系统将低放可燃固体废物高温熔融，使其变为熔融体，

改变目前可燃废物超级压缩的处理方式，处理能力为 1000t/a。

等离子体气化熔融工艺系统主要包括预处理和进料系统、气化炉系统、等离子体熔融炉系统、烟气净化系统、电气系统、仪表控制系统以及厂房暖通、给排水等辅助系统。

（2）厂区辅助工程

厂区辅助工程主要包含支持项目运行的辅助设施，主要有供暖动力设施、安全保卫设施、特种车库、环保工程等。

动力厂房位于厂区东北方向，供暖采用厂区自建锅炉，为厂区提供 75/50℃ 热水，不涉及放射性操作。供暖采用燃气锅炉。

厂区南门将建设环保工程，主要有污水处理一体化设备。污水处理一体化设备用于生活废水的处理，处理后废水用于厂区绿化。

（3）主要利旧工程

➤ 低放废物暂存库

低放废物暂存库占地面积 4679.4m²，新增建筑面积 5726.4 m²，主要包括废物暂存区及辅助用房区。低放废物暂存库接收暂存的废物为核电厂产生的低放可燃固体废物，废物包装体为 200L 钢桶废物货包，废物货包装体剂量率水平须符合《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》（GB11928-89）的要求。废物暂存库总库容约为 25000 桶 200L 废物桶，收贮废物体积约为 5000m³。

低放废物暂存库主要包括废物暂存区、废物桶检测设施、出入口控制设施以及厂房暖通、监测、给排水、通信等辅助系统。

➤ 综合办公楼

综合办公室占地面积为 914.14m²，总建筑面积 2579.28m²，主要用于公司工作人员日常办公，不涉及放射性操作。

3.1.2 主要厂房布置

（1）等离子体固化减容车间

等离子体固化减容车间为本项目的主工艺厂房，该厂房为地上 2 层，局部 4 层。占地 3245.28m²，建筑面积 8057.10m²，建筑高度 23.50m。

等离子体固化减容车间主要分为主设备区（放射性区域）和辅助

系统区（主要为非放射性区）。厂房整体布置分为三列，其中左边两列为主设备区，右边一列为辅助系统区。等离子体固化减容车间的通道走廊主要是工作人员通过暂存库的卫生出入口进入主工艺厂房的控制区，物流通道是为了废物桶的运输。

等离子熔融减容车间建筑长 85m，宽 36m，地上 2 层，局部 4 层。采用钢筋混凝土框架结构。层高：4m。围护结构采用 300 厚钢筋混凝土墙体，一层车间地面为耐磨环氧重载地面，其余房间采用环氧树脂地面和地砖地面，墙面采用环氧树脂涂料墙面、乳胶漆墙面，车间不吊顶，采用乳胶漆顶棚。屋面防水等级为 I 级。等离子体固化减容车间系统平面布置图见附图 2~附图 6。

（2）其他辅助厂房

特种车库地上 1 层，车库建筑长 24.6m，宽 19.6m，高 6.15m，占地建筑面积 482.16m²，总建筑面积 482.16m²。

动力厂房地地上 1 层，局部地下一层，建筑长 37.6m，宽 13.6m，高 6.30m，占地建筑面积 511.36m²，总建筑面积 639.61m²。

生产区保卫值班室和人员进出通道地上 1 层，建筑物长 20m，宽 9m，高 4.20m，占地建筑面积 180m²，总建筑面积 180m²。

消防水池、污水处理一体化设备为地下构筑物，其中消防水池占地面积为 171 m²，污水处理一体化设备占地面积为 70 m²。

3.2 工艺流程

等离子体处理低放废物是将低放废物暂存库内暂存的废物，利用气化焚烧+等离子体工艺系统将低放可燃固体废物焚烧灰高温熔融，使其变为玻璃固化体。包括气化炉预处理和进料、气化炉焚烧、熔融炉预处理和进料、等离子体熔融、烟气净化以及废液处理等工序。

等离子体处理低放废物的工艺流程图见图 3.1。

3.2.1 气化炉预处理、进料

对货包进行人工类别分拣，分拣在手套箱内进行，剔除不适合处理的金属、混凝土等废物后，将可燃性废物进行装袋和封口等一系列工作，最终形成体积和重量满足入炉要求的废物包（每次进料一袋，重约 5kg，棉制品约 80%+塑料制品不超过 20%），每小时进约 24 包料，进料速度为 120kg/h，处理后的废物包通过传输设备进入气化炉进行后续工艺处理，具体工艺流程见图 3.2。

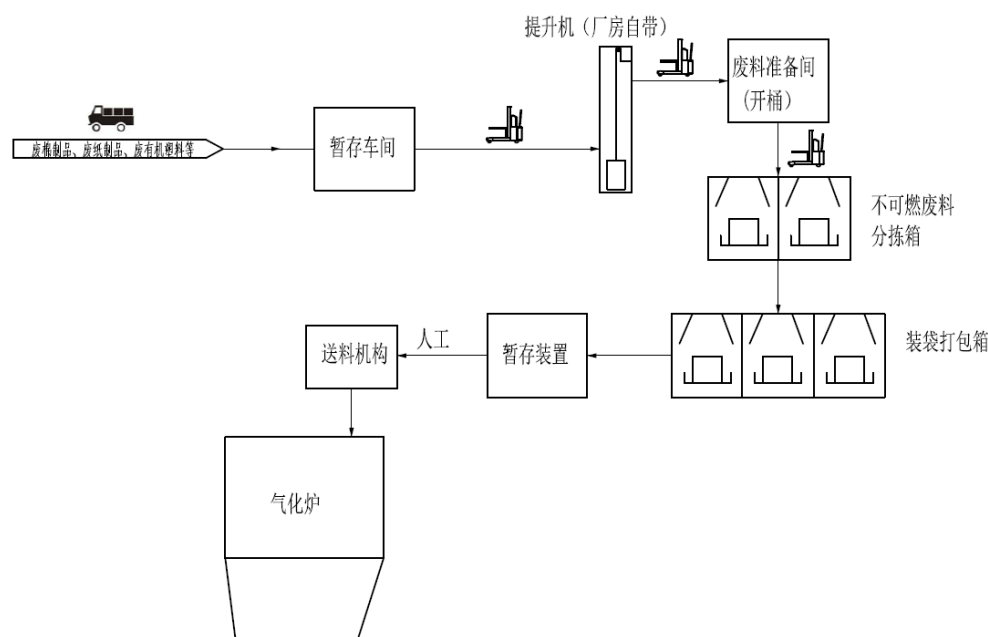


图 3.2 气化炉预处理和进料系统工艺流程图

运行过程，货包在分拣、打包、上料各环节实现全面密封，防止处理废物货包时对外产生污染；设置负压抽风管道接口和过滤器，防止放射性粉尘溢出扩散对厂房环境造成污染；与货包接触的设备材质采用不锈钢或其他耐腐蚀材料，所有材料符合相应材料标准要求；各密封箱体设计足够的构件刚性，最大限度保证设备的完整性和密封性。本工段主要的设备如下：

（1）不可燃废料分拣箱

废料分拣箱主要由提升及翻转机构、分拣箱体、操作仓位及组件、集液装置、分拣辅件等组成。设备材料使用不锈钢 304 以上材质。

废料桶采用人工或电动工具松开螺栓，随后由转运设备运至分拣箱上料口的提升机构，在分拣箱内部取下封盖，随后机构抱紧废料桶提升并翻转，使得废物全部倾泻入分拣箱内。分拣箱设置两个分拣操作仓位，操作人员则通过观察窗检查废物情况，手伸入每个操作仓位配置的活动手套对不可燃废物进行剔除，放到分拣箱内部下方的存放桶内，装填满后封盖取出后送至暂存库进行暂存。可燃性废物则通过链板送至装袋打包工位。废物桶的开盖及卸料过程设计在密封箱室内进行，防止废物对环境造成污染。

不可燃废物的分拣剔除在分拣手套箱内进行，人工通过橡胶手套以及辅助工具，将金属、混凝土等废物扔进贮存桶，不参与后续打包工序。在分拣手套箱上有两个工位，其中一个工位用于剔除金属、混凝土等不可燃废物；另一个工位用于贮存剔除比例超限的塑料废物，剔除的废物在满足进料要求的前提下，随下一批次物料一同处理。

存放桶能在分拣箱内部进行封盖，并轻易推拉更换出分拣箱外面再进行转运存贮。分拣过程废物始终密封在分拣箱内，操作人员不直接接触废物。分拣箱内置有废液回收装置，使得废料中附带有废液能大部分回收到废液桶内，不参与下一工序的装袋打包。

分拣箱内部配套相应工具，可以对棉质、纸质的大块物料进行切碎等操作，也可以对卡在桶内的废物进行清除。

（2）装袋打包箱

可燃废物从分拣箱通过传送链板送入装袋打包箱后，操作人员通过可视窗口及活动手套对废料进行装袋以及打包封口，形成合格的入炉货包，然后输送到暂存箱内进行入炉前存放。设备材料使用不锈钢 304 以上材质。

设置有装袋工位和打包封口工位各三个工位，货包重量约为 4~5kg/袋，生产节拍不低于 30 包/小时。

装袋打包箱设计考虑从外部输送打包需要用到的物件及工具进入内部的过渡箱体，连接处为闸板密封，先从外部将物件和工具通过窗口送入过渡箱体，关闭窗口，随后连接处的闸板打开，物件或工

具则通过人手或者传输设备送入装袋打包箱内部后再关闭闸板。

（3）暂存箱

装袋打包后的合格入炉货包输送到暂存箱内存放，等待人工操作送入气化炉进行燃烧。暂存箱设计有可视窗口、闸门以及操作装置，每次气化炉的进料信号发出，则人工打开暂存箱的闸门进行投料操作。暂存箱设计考虑货包的堆码，货包的存储量不小于 30 包，最少能满足气化炉连续工作 1 小时的处理量。暂存箱有输送机构将货包送入进行人工堆放。

（4）上料机构

暂存箱的货包由进料机构输送到气化炉的入料口，主要组件有金属链带输送机，密封通道、传感器等。密封通道连接气化炉和暂存箱，安装在内部的输送机将货包从暂存箱内输送到气化炉的入口。

（5）辅助系统

辅助系统主要有过滤模块和电气控制模块。

过滤模块是为了分拣、打包、输送等环节不对厂房环境空气造成污染。将不可燃废物分拣箱、装袋打包箱和暂存箱以及相互之间的货包传输通道均进行密封处理，废物货包不会裸露于空气中，同时设计有负压配风系统，采用风机抽风的方式，管道连接各机构设备。在风压系统配风系统终端安装过滤器，空气经过滤后再通过管道送至气体处理系统或二燃室进行处理利用。此外，还考虑各个进料箱内的照明，工具和物料递送隔间等。

电气及控制模块采用就地控制，远端监控。主要的设备是各个输送机、负压维持风机等，这些设备以房间为单位设置就地接线柜，设备启停等操作统一由就地控制柜完成，主控室收集相关设备的工作状态信息、箱内负压参数和过滤器压差信号对系统的工作状态进行监测。正常运行期间，主控室通过进料指示信号控制进料操作。

3.2.2 气化炉焚烧

本工程采用气化炉系统进行可燃废物的焚烧处理。气化炉系统的主要设备为气化炉和二燃室。气化炉选用立式上吸式固定床炉型，

处理能力为 1000t/a，平均温度控制在 400~600℃。二燃室为气化炉烟气提供二次燃尽场所。烟气通过在二燃室中二次燃烧实现其中气化气充分燃烧以及二噁英的脱除。二燃室的设计满足气化系统足够的烟气停留时间(>2s)和反应温度($\geq 850^{\circ}\text{C}$)的要求。

棉制品、PE 塑料和 PVC 塑料废物经前处理后通过气动双闸板结构自炉体侧上部进料，每次进料一袋，重约 5kg。气化炉设置双层炉排结构，将炉膛分为三个区域，由上至下分别为主反应区、未燃尽物燃烧区和卸灰区。在第一层炉排上部（主反应区）设置 2 支 40kW 燃烧器作为点火器，炉排下部设置助燃进风口。气化炉顶部设有搅拌装置，其可实现周向旋转破碎物料及轴向上下往复运动。物料投入后，搅拌装置下降，搅拌桨对物料进行破碎搅拌，使物料充分燃烧。随后搅拌装置上升至炉体外部，炉体开孔处通过气动闸板阀密封。第二层炉排上方设置 1 支 40kW 燃烧器，下方设置进气口，保证未燃尽物在两层炉排之间充分燃尽。产生的烟气由气化炉上部管道排出，剩余的无机灰渣通过炉排进入灰仓。灰仓设有水冷装置，从而对炉灰进行冷却，冷却后的炉灰通过自动阀门卸至接灰桶内。

二燃室采用过量空气燃烧方式。顶部设置 1 支 80kW 燃烧器用于引燃气化气，二燃室中部和底部各设置 1 支 80kW 燃烧器用于炉内稳燃以及保持炉内温度。燃尽烟气由下部烟气管道排出，烟气中携带的飞灰沉积在燃尽室底部灰槽，并由卸灰装置排出。

气化炉的炉渣：将定期取样测量炉渣的放射性活度浓度，计算出炉渣的总活度，与入炉的废物活度进行比较，分析气化炉的焚烧工艺对放射性核素的截留效率。

3.2.3 熔融炉预处理和进料

熔融炉预处理和进料系统为熔融炉提供合适入炉物料，并保证废物在预处理和进料操作过程中与环境的完全隔离。主要工艺流程为：通过转运容器及输送设备将待处理的气化炉渣和烟气净化系统产生的飞灰等物料送至搅拌装置与熔融体添加剂进行混合搅拌，进

入暂存罐储存，最后输送入熔融炉进行后续熔融工艺处理。具体工艺流程见图 3.3。

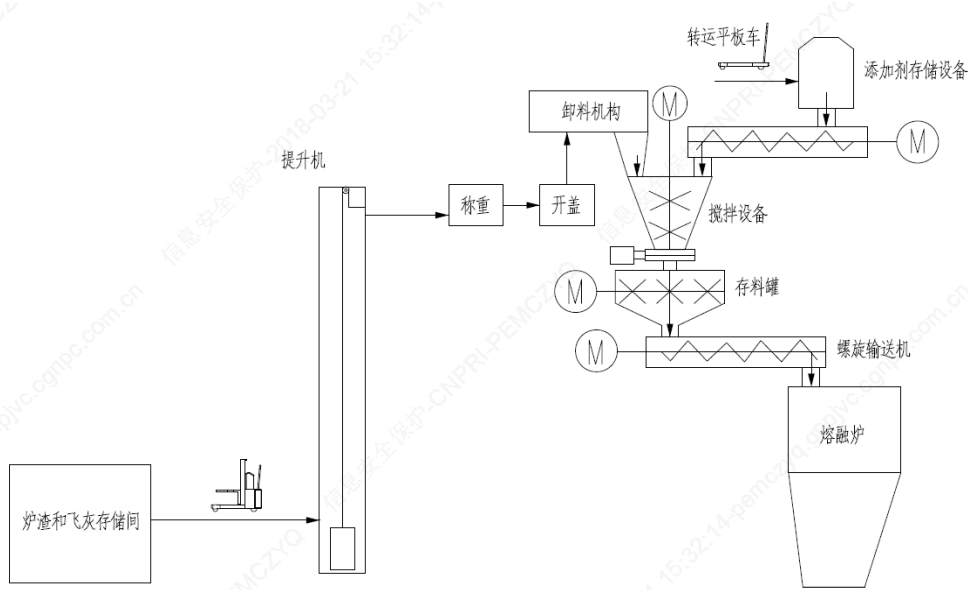


图 3.3 熔融炉预处理和进料系统流程图

从气化炉和二燃室收集的炉渣以及布袋过滤器收集的飞灰将被统一收集暂存于专用容器中，暂存于厂房一楼的焚烧灰暂存间。当积累一定量，满足等离子体熔融炉运行条件时，利用转运间的升降电梯，将暂存在一楼的焚烧灰专用容器和二楼的添加剂运输至厂房三楼的熔融炉进料间，焚烧灰专用容器通过辊道进入焚烧灰进料手套箱，通过添加剂翻转倒入添加剂进料箱，通过管道和螺旋输送机送入到厂房二楼的破碎搅拌箱中，经搅拌混合后，通过螺旋输送机送入暂存罐，暂存罐底部连接螺旋输送机，将物料输送至熔融炉顶部的入炉口。

（1）称重设备

称重设备包括传送辊道、称重机架、称重模块组等。

辊道上母线标高为 500mm。装载有灰渣桶的自动转运车行走到辊道入口处，将灰渣桶送入辊道，传送到称重工位进行称重操作。称重设备为地磅式结构，要求质量可靠稳定，能耐受轻载冲击。称重量程不小于 250kg，精度在 1kg 以内，能直接就地显示重量并将数据远传至主控制。

（2）卸料机构

装有炉渣或飞灰的专用容器在熔融炉进料间完成称重和开盖后，则由人工送入卸料机构。卸料机构能抓取转运容器内的废物料袋进入到卸料仓内进行卸料。

金属桶送到辊道完成称重后，辊道将金属桶转运到密封箱体内，采用机械手抓取的方式，将金属桶内的炉渣灰袋抓取提升（过程可能需要人工干预），送至卸料仓室，关闭闸门后机械（或人手）划破灰袋进行卸料，等待若干时间后，卸料完成，打开上料仓室的另一闸门，机械手将灰袋送至暂存桶（或暂存袋）内存储，空的金属桶由辊道原路退回，完成一次上料过程。装载废炉渣的物料袋材质拟采用低成本的胶袋，具备合适的强度和韧性。

卸料机构充分考虑扬尘的情况。在机械手抓取炉渣灰袋卸料过程，避免粉尘由机械手带出设备外部环境等情况，设置有应急处理方案，同时为密封室封闭操作。

卸料完成后，人工操作将装炉渣飞灰的塑料袋收集起来放置到收集袋内，做为废物存放积累到一定量后再做后续处理。

（3）搅拌设备

从等离子体气化炉出来的炉渣物料以及从其他系统收集来的飞灰，需要与玻璃基料在搅拌设备内按一定比例进行搅拌混合。搅拌设备进料和出料均密封处理，无粉尘溢出等现象。

在搅拌混合过程中，考虑到容器内扬灰情况严重，设计顶部有喷水雾进行压尘等装置。可调节喷头的流量控制水雾大小。

搅拌设备设计有一进料口对接熔融体添加剂螺旋输送机。设备的下部，设计有一螺旋输送机，将已经搅拌均匀的混合物连续输送进熔融炉，直至搅拌仓内的物料输送完毕，进行下一批次的搅拌混合工序。

（4）暂存罐

经搅拌设备搅拌后的混合物料，落到存料罐内暂存，下部与螺旋输送机连接，使得混合物料能连续匀速输送入熔融炉进行后续熔融处理。存料罐可以暂存约 1.3~1.5 吨的混合物料。为了防止混合物料长时间存放过程出现分层现象，存料罐设有搅拌桨，对物料进

行适当搅拌，使其充分混合。

(5) 添加剂存储设备

本容器有效容积不小于 1.2m^3 ，最少能满足搅拌设备混合两副料所需的玻璃添加剂量。熔融体添加剂的化学成分主要有： SiO_2 和硼酸。输送机输送稳定，可定量供给，精度不低于 1kg ，添加剂的上料方式为人工上料。

3.2.4 等离子体熔融

焚烧灰首先经过熔融炉预处理系统破碎并与配方混合后，经进料管输送至等离子熔融炉内，进料管道上设双闸板阀，控制进料及避免炉膛高温对熔融炉预处理系统的影响，进料量约为 50kg/h 。采用等离子体熔融炉系统对物料进行高温熔融无害化处理。等离子体熔融炉系统主要设备包括等离子体熔融炉本体、接渣及转运设备等。本工程熔融炉选用立式圆柱形结构，设置 3 个等离子发生器接口（1 用 2 备），采用顶部进料和排烟，底部出料的结构设计。熔融炉的加热热源包括主炉的等离子发生器加热和辅炉的硅钼棒电加热。该熔融炉炉膛正常运行温度 $1100\sim 1400^\circ\text{C}$ ，最高使用温度不超过 1500°C ，出料的温度为 $1000\sim 1200^\circ\text{C}$ 。熔融炉连续 24h 运行，处理能力为 50kg/h ，年运行时间约 2-3 个月，采用小批次间歇进料和连续出料的运行模式。出料直接进入接渣桶中存放，同时利用转运小车将接渣桶转运至封盖区，进行自动化封盖，密封后利用接渣小车转运至暂存库暂存。熔融炉产生的高温烟气通过水冷管道排放至二燃室。

3.2.5 烟气净化

烟气净化系统用以使焚烧系统正常运行工况和预期运行事件中所产生烟气得到净化后达标排放。烟气净化系统主要由 SNCR 脱硝系统、气水换热器、急冷塔、布袋除尘器、洗涤塔、电加热器、高效过滤器（含初效过滤器、高效过滤器）、活性炭吸附床、引风机和烟囱组成。

在二燃室中，900℃烟气与 SNCR 系统喷入的尿素反应进行脱硝；之后烟气进入气水换热器中被循环软水冷却至 500℃；然后烟气进入急冷塔中在 1s 内急冷到 180℃后进入布袋除尘器中除去大多数颗粒物；之后烟气进入洗涤塔中脱除酸性气体并进行除雾；随后的烟气进入电加热器被加热至 90℃，从而避免在后续的过滤器和烟囱中结露；之后烟气依次经过高效过滤器（过滤残存的放射性气溶胶、吸附放射性核素）、再经过活性炭吸附床吸附二噁英，最终 70℃的烟气经引风机、烟囱排放。洗涤塔碱液循环使用，定期部分外排并补充新鲜碱液。

烟气处理工艺流程如图 3.4 所示

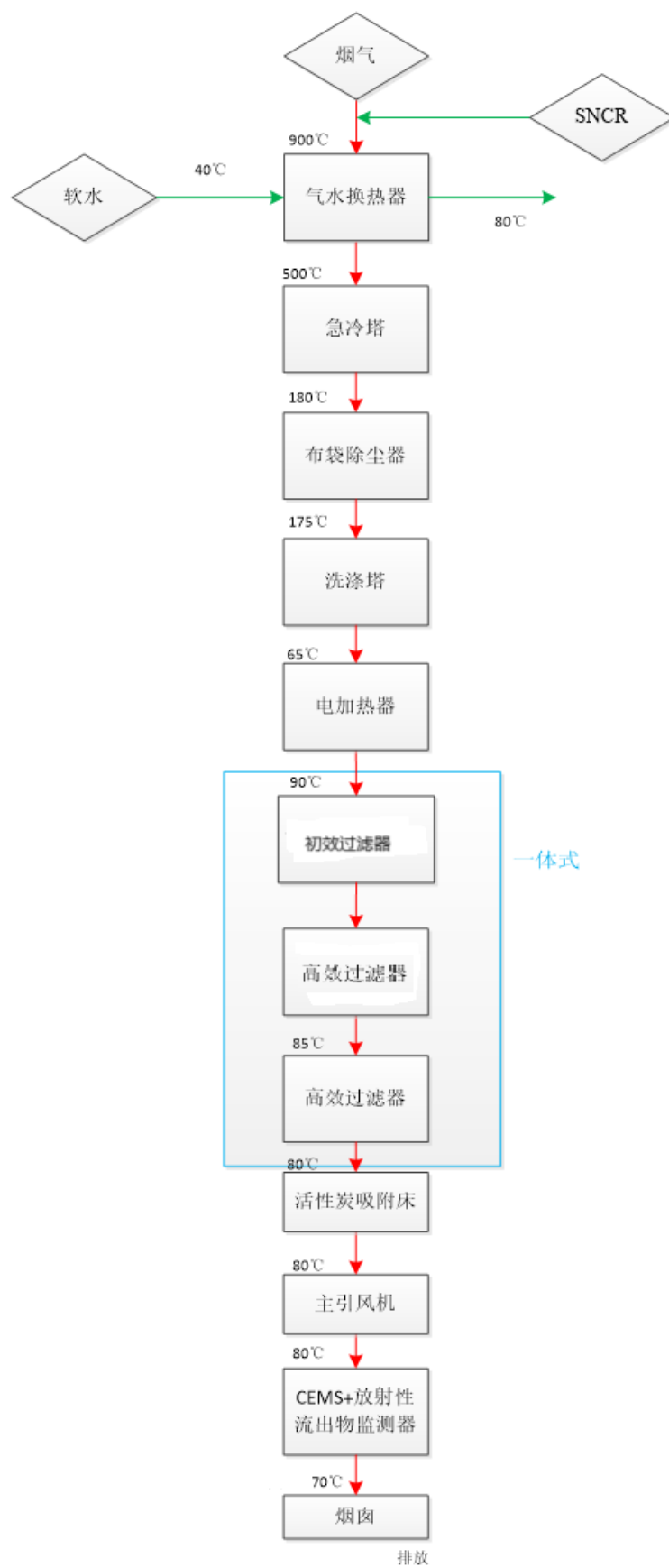


图 3.4 烟气处理系统工艺流程图

3.2.6 废液处理

废液处理系统处理的废液有以下几种类型：工艺废水、超标清洗水和其他废液等。

放射性废水处理系统可分为收集加药单元、无机吸附单元、放射性监测单元、纳滤膜单元、MVR 蒸发单元和废液排放单元。

废液处理系统工艺流程图见图 3.5。

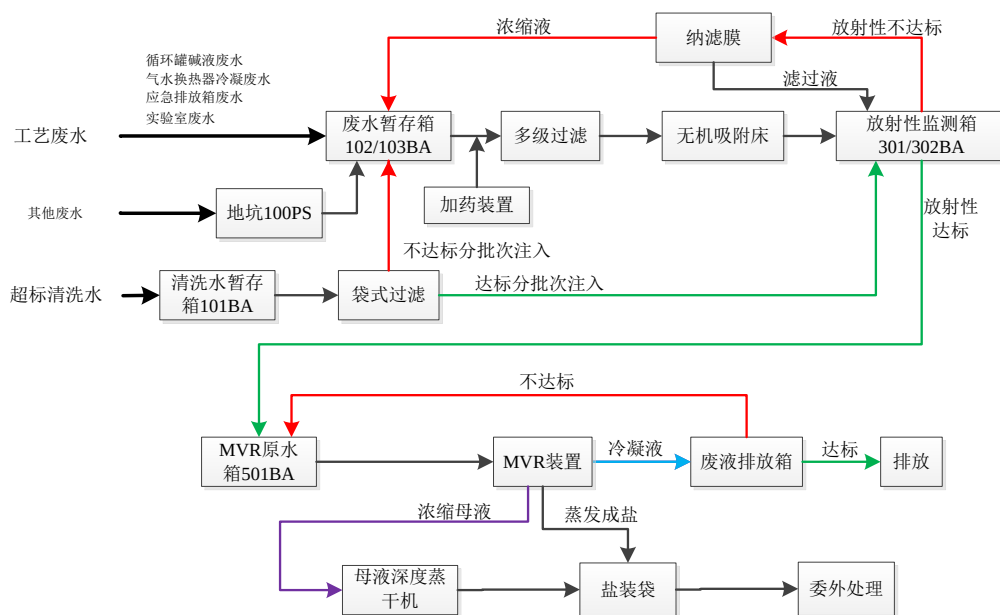


图 3.5 废液处理系统工艺流程图

（1）收集加药单元

放射性废水首先分类收集至水箱，碱液废水和设备疏排水收集在废水暂存箱（102/103BA）；设备泄漏水和超标清洗水首先排入地坑，再由地坑泵转移至清洗水暂存箱（101BA）。通过加药装置加入混凝剂、絮凝剂，使细小悬浮颗粒和胶体颗粒聚集成较粗大的颗粒而沉降，使沉淀颗粒和水分离；同时混凝沉降可以降低污水的浊度和色度，由于处理量比较小，通过活性炭过滤器来去除一定含量的高分子有机物及絮凝物（胶体态核素）。

收集加药单元可去除颗粒态和胶体态的放射性核素，同时保障后端的无机吸附单元高效运行。

（2）无机吸附单元

无机吸附单元设置了一个前置高精度过滤器和三个无机吸附器，

用于去除废液中的离子态放射性核素。前置高精度过滤器的过滤精度为 0.45~1 μ m, 过滤效率大于 90%。硅胶袋式过滤器对 ^{94}Nb 、 ^{95}Nb 、 ^{95}Zr 和 ^{137}Cs 的去污因子定为 10。

三个无机吸附器分别放置 1 支不同功能的 FLIP 过滤芯(CsFlor、SrFlor 和 CoFlor, 来自 Graver Technologies Inc.), 可高效去除废液中的离子态放射性核素。CsFlor 采用铁氟化物为基体的无机介质, 固体颗粒, 尺寸 0.25~0.85mm, 体积密度 0.6kg/L, 对 Cs 的去污因子一般 1000~5000; SrFlor 采用改进的二氧化钛为基体的无机介质, 固体颗粒, 尺寸 0.3~0.85mm, 体积密度 0.8kg/L, 对 Sr 的去污因子一般 1000~5000; CoFlor 采用改进的二氧化钛为基体的无机介质, 固体颗粒, 尺寸 0.3~0.85mm, 体积密度 0.8kg/L, 对 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{51}Cr 和 ^{63}Ni 等离子的去污因子一般 200~2000。处理能力为 0.5m³/h。

(3) 放射性监测单元

放射性监测单元包括两个放射性监测箱 (301/302BA)、测箱循环泵 (301/302PO) 及相应的管道阀门等部件。

放射性监测单元通过混匀废水、取样监测, 达标后可排至 MVR 单元进行除盐处理, 放射性不达标则通过纳滤膜单元进行精处理。

(4) 纳滤膜单元

纳滤膜单元采用卷式纳滤膜, 纳滤膜介于 RO 膜和 UF 膜之间, 能使 NaCl 透过率最大, 对不同价态的离子截留能力不同。纳滤膜的透过液主要为 NaCl 等一价盐, 浓缩液为部分 2 价及高价盐, 废水中的放射性核素 (^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{51}Cr 、 ^{95}Nb 和 ^{95}Zr) 的离子形态主要为 2 价及高价盐, 核素随浓缩液返回废液暂存箱, 而废水中的主要盐分 (NaCl) 透过率最大, 透过后回至放射性监测箱。纳滤膜单元对 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{51}Cr 、 ^{63}Ni 、 ^{90}Sr 和 α 核素的去污因子定为 100; 对 ^{95}Nb 和 ^{95}Zr 的去污因子定为 1000; 对 ^{95}Zr 的去污因子定为 800; 对 ^{137}Cs 的去污因子定为 1.1。

(5) MVR 蒸发单元

MVR 蒸发装置设计单级 FC 强制循环蒸发器, 工艺路线简单实用, 系统稳定性能最佳, 便于控制, 操作弹性大, 可满足废水进料

浓度的波动不受影响。蒸发单元仅用于放射性处理合格后的废水除盐，以保证系统排放的废液符合《污水排入城市下水道水质标准》（GB/T31962-2015）的要求。处理后的达标冷凝水通过管网排入园区污水处理厂。

（6）废液排放单元

废液排放单元包括两个废液排放箱（502/503BA）、废液排放泵（506/507PO）及相应的管道阀门等部件。

废液排放单元通过混匀废水、取样监测，达标后可排至园区污水处理管网。本项目的废液源项、去污系数及废水处理后浓度详见详见表 3.2。由表 3.2 可知，放射性废液处理后除 ^3H 之外总 β 浓度为 $7.12 \times 10^{-1} \text{Bq/L}$ ， ^3H 浓度为 $1.04 \times 10^2 \text{Bq/L}$ 。根据源项资料，正常工况下核电厂可燃废物中不含有 α 核素或 α 核素含量很低，因此，正常工况下废水中 α 放射性浓度很低。本次废水中核素浓度满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中总 $\alpha \leq 1 \text{Bq/L}$ ，总 $\beta \leq 10 \text{Bq/L}$ 要求，因此，满足园区废水接收标准。

表 3.2 废液处理系统去污系数及产水

核素	进水	去污系数				产水
	活度浓度 Bq/L	絮凝+活性炭	袋式过滤器	无机吸附	纳滤	活度浓度 Bq/L
Co-60	1.83E+03	1000	1	1000	100	1.83E-05
Co-58	1.52E+02	1000	1	1000	100	1.52E-06
Ag-110m	6.20E+03	1	10	5000	1.1	1.13E-01
Cr-51	6.09E+01	10	1	1000	100	6.09E-05
Mn-54	3.05E+02	1000	1	1000	100	3.05E-06
Cs-137	3.10E+04	1	10	5000	1.1	5.64E-01
Zr-95	1.52E+02	1	10	1	800	1.90E-02
Nb-95	1.52E+02	1	10	1	1000	1.52E-02
Fe-59	3.05E+01	1000	1	1000	100	3.05E-07
C-14	0.00E+00	/	/	/	/	0.00E+00
Ni-63	4.57E+02	10	1	1000	100	4.57E-04
Sr-90	3.05E+01	1	1	2500	100	1.22E-04
合计	3.35E+05	/	/	/	/	7.12E-01
H-3	1.04E+02	/	/	/	/	1.04E+02

3.2.7 主要工艺设备—等离子固化减容设施

3.2.7.1 等离子体技术的原理

等离子体是含有足够数量的自由带电粒子，而总体上呈电中性的非凝聚系统，为物质存在的第四态。热等离子体是低温等离子体的一种，具有统一的热力学温度，基本达到热力学平衡状态。热等离子体主要是由高强度直流电弧放电或者高频感应耦合放电产生。热等离子体温度可维持在 $2 \times 10^3 \text{K} \sim 2 \times 10^4 \text{K}$ 。与其他热源相比，热等离子体具有更高的能量密度，可促使许多吸热反应发生，也可加热、熔化各种高熔点材料。热等离子体处理技术可适用于大多数废物处置，尤其适用于不可燃废物的处理。对于有机废物，热等离子体的高温可使有机成分分解，分解后的小分子气体在有氧的环境下进一步燃烧。对于无机废物，热等离子体的高温使无机成分熔融，冷却后形成均匀固化体，从而包容放射性核素或重金属。这种固化体可以直接处置。等离子体处理固体废物是受到国际公认的最先进固废处理技术，被冠以“固废终结者”的美誉。

与传统焚烧技术相比，等离子体处理技术有以下优势：

（1）解毒彻底：等离子体高温彻底分解二噁英，重金属包容在固化体内，环境友好程度高。

（2）近零排放：二次固废自循环处理，实现闭式循环、废物终结；经净化后的气体排放满足欧盟标准，废水可经过净化处理达标排放或回用，达到清洁化生产。

（3）节约用地：运行期间产生的灰渣彻底无害化处理，无需堆存及填埋，节约土地资源，避免了土壤及水体的二次污染。

（4）资源综合利用：其玻璃态固化体可直接用于掩埋场掩埋或作为道路、人行道及筑堤的配料，也可进一步转化为高附加值的材料如石棉、泡沫玻璃、微晶材料。

3.2.7.2 等离子体技术的应用情况

上世纪 90 年代，美国、德国、瑞士等发达国家将等离子体技术应用到废物处理中，取得了不俗的业绩，至今不同商用的等离子体

设备系列在很多国家投入使用。目前热等离子体处理技术发展较成熟的国家有美国、加拿大、法国、英国、瑞士、日本以及以色列等，其中美国洛克希德公司旗下的 Retech 公司、西屋环境公司、英国 Tetronics 公司、法国航天公司以及以色列 EER 公司等的热等离子体处理技术，均已达到商业化运转的水平。

目前许多发达国家利用热等离子体熔融技术处理各种危险废弃物，包括含氟有毒废液、感染性医疗垃圾、城市生活垃圾焚烧飞灰、污泥、石棉工业废弃物、船舰甲板废弃物、船坞废弃物、化学及重金属污染土壤等，并已实现工业应用。

3.2.7.3 中广核等离子体气化熔融技术

（1）研发历程

中广核集团从 2009 年启动集团科技尖峰计划，自主研发核电放废等离子熔融减容技术，在近 8 年的研发历程中，严格按照“原理样机—技术评审/工程试验—示范工程—商业项目”的路径，逐步进行科技成果研发和产业转化推广。飞灰熔融工程技术方案通过广东省环保行业协会工程技术评审，专家建议向民用危废处理行业工程化应用推广。2016 年 11 月，全国首个等离子体危废处理工程项目通过广东省环保厅组织的环保评审，标志着等离子体技术正式进入工程应用领域。

（2）技术优势

与传统焚烧技术相比，气体排放达欧盟标准，无二次污染。无需填埋场，产物为玻璃态固化体，无需堆存及填埋，可资源化利用。

与国内外同类技术相比(表 3.3)，具有经济性和适用性等特点。该技术为自主知识产权技术，并实现设备国产化、便于技术支持与维修，更具价格竞争优势。并针对国内危废源项的性质，进行技术升级及优化，具有针对性和适宜性。

表 3.3 等离子体技术纵向对比分析

单位	吉天狮	等离子体所	江苏伟博	中国广核集团
技术来源	西屋	自主研发	西伯利亚院	自主研发
耗电量	高, 1640kWh/t	高, 2130kWh/t	低, 1580kWh/t	低 1230kWh/t
适用范围	医疗垃圾+飞灰	不适用有机废物	不适用无机废物	适用范围宽
烟气排放	高	高	中	低
后期运维	高, 整体进口	中, 核心部件更换	高, 整体进口	低, 更换局部
应用案例	上海嘉定	安徽马鞍山	西安礼泉	清远、东莞、金塔

(3) 原理样机验收

2009.12~2013.08, 完成了等离子熔融减容原理样机的研制。原理机设备见图 3.6。

2013 年 8 月 1~2 日, 由核安全局、湖南省能源局、湖南省科技厅、长沙市政府和机械联合会参加验收, 并对样机予以认可。



图 3.6 原理机设备照片

(4) 工程样机（危废）

2017 年 7 月份成功完成 168 小时连续试验, 工程样机见图 3.7。气化炉及二燃室稳定运行, 二燃室内温度达 1100℃ 以上, 达到设

计要求。熔融炉稳定出料，熔融处理后的玻璃类物质满足《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB16889-2008）的入场要求。经烟气净化系统处理后的烟气排放物达标排放，满足《危险废物焚烧污染控制标准》的要求。



图 3.7 工程样机及玻璃固化体

(5) 关键检测指标

玻璃固化体配方开发和测试采用放射性核素的非放同位素，开展示踪模拟试验，进行核素（Sr、Cs、Co、Ag、I）在系统中迁移特性研究。分析核素（包括重金属、挥发性核素）在系统内的扩散、沉积和分布状况；确定等离子体熔融装置对核素及重金属的截留率，分析结果见图 3.8。

表 6-3 DX-A 各组配方固化体归一化元素浸出率(g/(m ² ·d))										
配方编号	Co	Sr	Cs	Si	B	Na	Ca	Al	Fe	SO ₄ ²⁻
DX-A-01	0.0428	0.5028	/	0.4479	0.4573	0.5234	0.3505	1.259	0.0612	0.3853
DX-A-02	0.0101	0.4318	/	0.3605	0.4056	0.4487	0.2797	1.2586	0.548	0.1984
DX-A-03	0.0653	0.3546	/	0.4254	0.4512	0.4363	0.2509	1.6389	0.3803	0.161
DX-A-04	0.0653	0.0556	/	0.3479	0.4135	0.4502	0.1978	1.6	0.0514	0.1005

表 6-4 DX-A 固化体浸出液部分元素归一化浸出率指标(g/(m ² ·d))		
元素种类	Co、Cs	Si、B、Na
指标要求	≤1	≤1

表 6-5 DX-A 玻璃固化体失重率					
配方编号	DX-A-01	DX-A-02	DX-A-03	DX-A-04	指标要求 g/m ²
失重率 g/m ²	8.52	7.96	8.12	6.98	≤15

表 6-6 DX-A 玻璃固化体机械性能检测结果				
配方编号	抗压强度 (Mpa)	指标要求 (Mpa)	抗冲击强度 (m ² /J)	指标要求 (m ² /J)
DX-A-01	88.2	≥7.0	1.96	≤15
DX-A-02	91.6		2.08	
DX-A-03	87.8		2.01	
DX-A-04	92.4		1.98	

表 6-10 DX-B 固化体浸出液部分元素归一化浸出率指标(g/(m ² ·d))		
元素种类	Co、Cs	Si、B、Na
指标要求	≤1	≤1

表 6-11 DX-B 玻璃固化体失重率		
配方编号	DX-B-01	指标要求 g/m ²
失重率 g/m ²	7.26	≤15

表 6-12 DX-B 玻璃固化体机械性能检测结果			
配方编号	抗压强度 (Mpa)	指标要求 (Mpa)	抗冲击强度 (m ² /J)
DX-A-01	84.8	≥7.0	2.12

图 3.8 熔融固化体性能测试

试验结论：

(1) 等离子体熔融工艺对放射性核素，尤其是（Sr 和 Co）固封效果能达到 70%以上，系统滞留率最高可达 99.5%，能有效制约放射性核素的扩散；

(2) 从气相中分析得出的结果可以看出，通过尾气端排出的放射性核素只占总添加量的很少的部分，对于 Co、Sr、Cs 等长寿命，等离子体系统有着良好的固封效率。

表 3.4 给了本项目 168h 试验产出玻璃固化体到检测结果，由表可以看出，玻璃固化体各项指标均满足要求。

表 3.4 项目 168h 试验产出玻璃固化体到检测结果

性能	密度 (g/m ³)	均匀性	抗压强度 (MPa)	抗冲击性 能 (cm ² /J)	抗浸出 (粉末 法, g/cm ²)	抗浸出(块体法)
测试均 值	2.56	均匀	86	11.6	<0.4	浸出率<2.0× 10 ⁻⁵ cm/d, 累计浸 出分数<<2.0× 10 ⁻⁴ cm
要求	>2.5	无异常 无夹杂 物	>60	≤12	≤2	-
标准	EJ1186	EJ1186	EJ1186（水 泥砂浆抗压 强度）	EJ1186	美国低活 度性能要 求	-

3.2.7.4 等离子固化减容设施

本项目等离子固化减容设施由中广核研究院有限公司负责提供，由 3.2.2 节可知，该离子体固化减容设施为中广核研究院有限公司自主研发，达到国际先进水平，可用于可燃放射性废物减容处理、不可燃废物固化处理等领域，目前该技术已在非放领域得到应用，应用于某日处理 10t 混杂废物和 30t 的飞灰工程中。等离子熔融减容设施的主工艺系统包括气化炉系统和熔融炉两个主要系统，各系统的主要技术特征简述如下。

3.2.7.4.1 气化炉系统

气化炉系统的主要设备为气化炉和二燃室，其中气化炉为棉制品、PE 塑料和 PVC 塑料废物热处理反应提供场所，并最终实现技术废物的化学能向热能的转化。气化炉选用立式上吸式固定床炉型，处理能力为 1000t/a，平均温度控制在 400~600℃。二燃室为气化炉烟气提供二次燃尽场所，烟气通过在二燃室中二次燃烧实现其中气化气充分燃烧以及二噁英的脱除。气化炉的设计以满足系统功能和安全运行为基准，其主要设计参数见表 3.5。

表 3.5 气化炉主要设计参数

设计指标	设计数值
处理量 (t/a)	1000
容积热负荷(MJ/(h m ³))	500
主燃烧区尺寸 (mm)	Φ1200×2000
未燃尽物燃烧区尺寸 (mm)	Φ900×960
卸灰区 (mm)	Φ650×600
处理方式	间歇进料/间歇出灰
炉内气氛	弱氧化性气氛
炉膛运行温度 (℃)	400~600
炉内压力 (表压, Pa)	<0Pa
热灼减率	< 5%

气化炉设置有温度、压力等测量仪表接口及泄压口，并配备用于点火的燃烧器，助燃燃料采用天然气。气化炉炉膛能适应长期 1200℃的工作温度环境，气化炉技术性能满足工况下燃烧条件的要求，炉膛结构、厚度、平整度所能够承受燃烧炉工作状态的交变热应力。图 3.9 为气化炉简图。

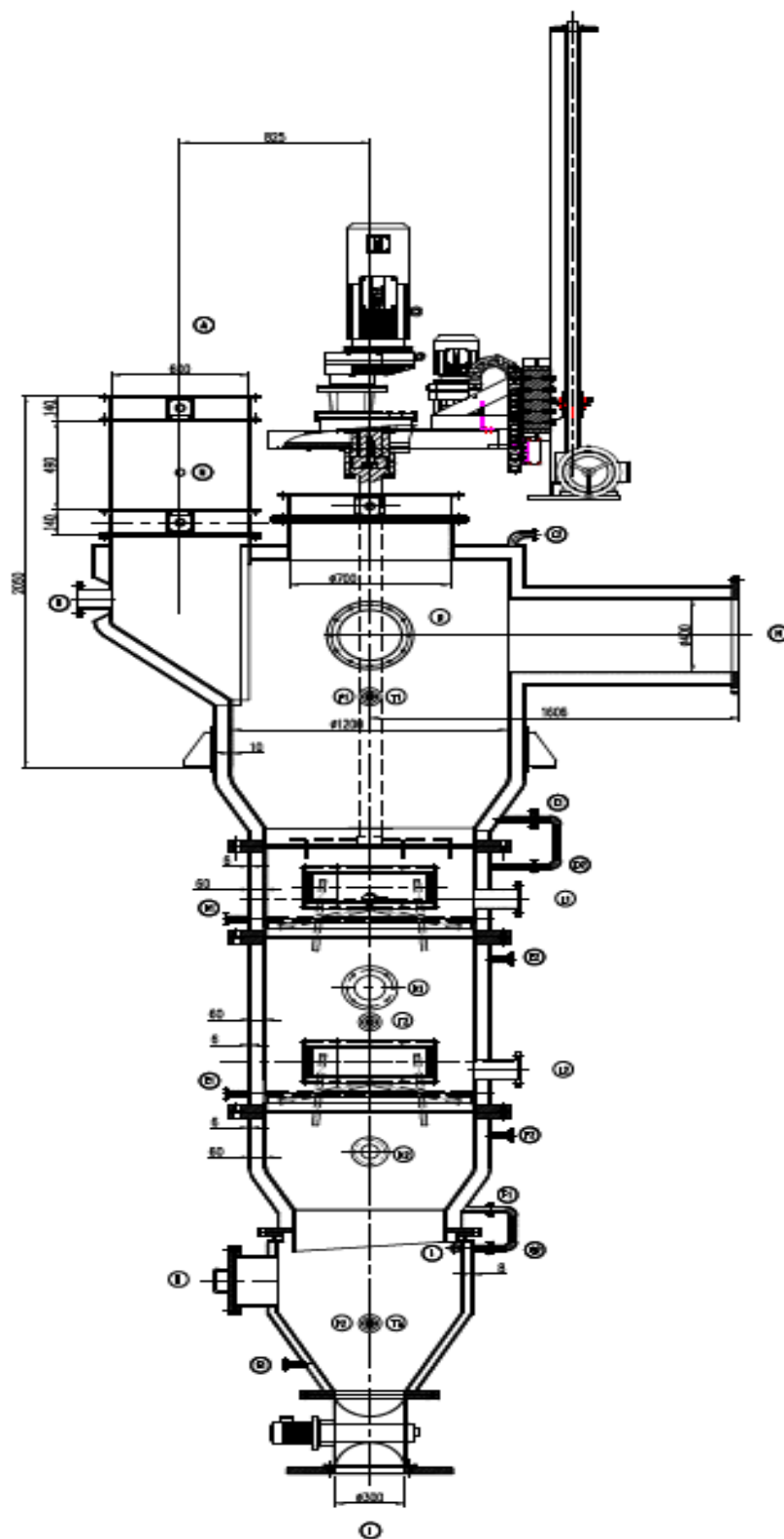


图 3.9 气化炉简图

二燃室的设计以满足系统功能和安全运行为基准，其主要参数见表 3.6。

表 3.6 二燃室主要设计参数

性能指标	性能参数
容积热负荷(MJ/(h m ³))	1000
尺寸(mm)	Φ600×4000
炉内气氛	氧化性气氛
炉膛运行温度 (℃)	850~1000
烟气停留时间 (s)	>2
出口烟气 NO _x 日均值浓度 (mg/Nm ³)	<250
出口烟气 CO 日均值浓度 (mg/Nm ³)	<80
灰尘含量 (mg/Nm ³)	<50
炉内负压 (表压, Pa)	<-50Pa

二燃室由耐火材料和金属壳体组成，耐火材料的选择主要兼顾抗热震性和耐腐蚀性，耐火材料组成为（炉膛由内向外）锆刚玉莫来石砖+莫来石轻质保温砖+高温硅酸钙板+高强纳米绝热板，壳体采用 304 不锈钢，设备外表面温度低于 50℃。二燃室顶部和中部设置有燃烧器，用于炉内稳燃及炉温调节，燃烧器运行稳定可靠且耐高温；二燃室中部设置有 SNCR 脱硝装置，用于脱除氮氧化物；二燃室设置有温度、压力和氧含量监测接口。

二燃室设计和制造严格按照 GB/T150.1~4-2011《压力容器》的要求执行。二燃室分为炉顶组件，炉身组件，炉底卸灰组件及耐火材料四部分组成。炉顶/炉身筒体都用钢板卷制焊接而成，炉顶组件与炉身组件连接法兰为非标法兰，采用钢板下料机加工工艺制造。炉底卸灰组件为焊接件。耐火材料通过在筒体内侧焊接锚固钉或托砖板的方式现场砌筑成型。二燃室结构如图 3.10。

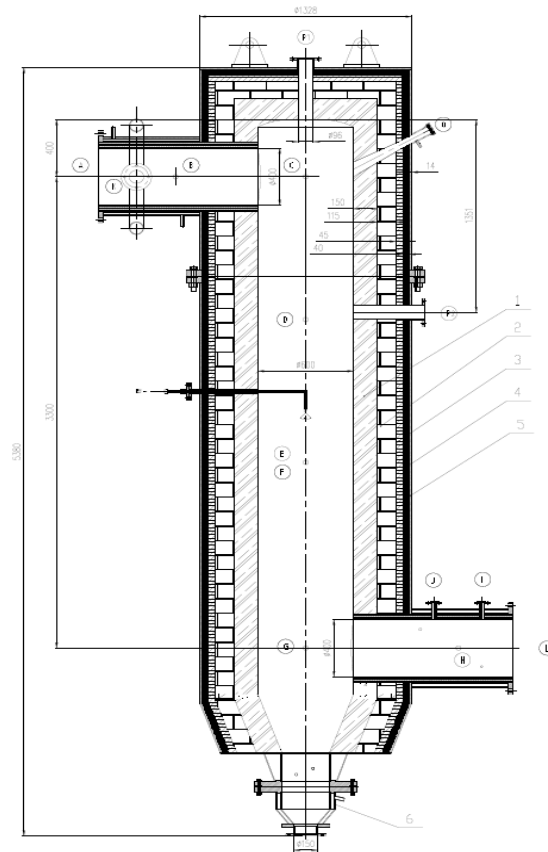


图 3.10 二燃室简图

3.2.7.4.2 熔融炉系统

等离子体熔融炉系统主要设备包括等离子体熔融炉本体、接渣及转运设备等，其中，熔融炉本体用于气化炉渣、部分固体危险废物、烟气系统飞灰等的高温熔融无害化处理。该熔融炉选用立式圆柱形结构，设置 3 个等离子发生器接口，采用顶部进料和排烟，底部出料的结构设计。熔融炉的加热热源包括主炉的等离子发生器加热和辅炉的硅钼棒电加热。该熔融炉炉膛正常运行温度 1100~1400℃，最高使用温度不超过 1500℃，出料的温度为 1000~1200℃。熔融炉连续 24h 运行，处理能力为 50kg/h，年运行时间约 2-3 个月，采用小批次间歇进料和连续出料的运行模式。出料直接进入接渣桶中存放，同时利用转运小车将接渣桶转运至封盖区，进行自动化封盖，随后转运至固化体暂存区。熔融炉产生的高温烟气通过水冷管道排放至二燃室。熔融炉主要设计参数见表 3.7。

表 3.7 熔融炉主要设计参数

设计指标	设计数值
处理量 (kg/h)	50
处理方式	间歇进料/连续出料
炉内气氛	氧化性气氛
炉膛运行温度 (℃)	1100-1400
炉内压力 (表压, Pa)	运行负压, -50~0Pa

熔融炉系统主要包括：熔融炉本体、暂存装置、进料装置、冷却装置、加热系统、出料装置、熔融料转运装置、高温摄像装置、烟道、发生器支撑、测量系统、炉体支撑框架等。熔融炉主要用于固体废料高温熔融处理，其为连续式单炉膛熔化炉，通过等离子发生器加热使熔渣在炉膛内熔融，形成质地均匀的玻璃态物质，并通过出料装置排出。熔融炉结构参考下图 3.11。

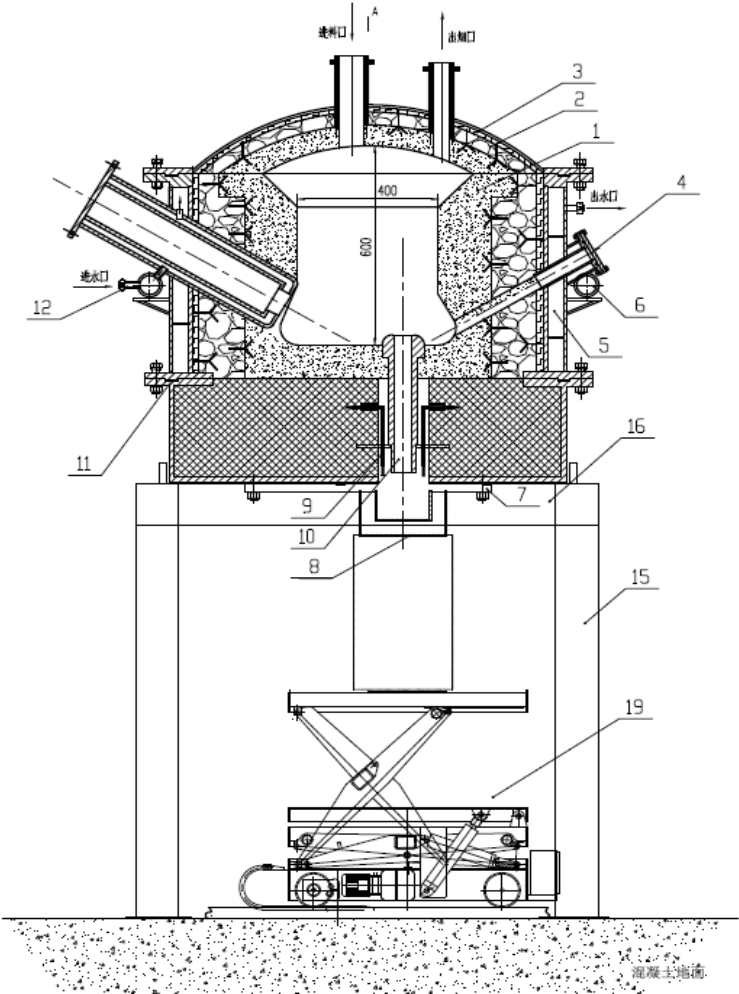


图 3.11 等离子熔融炉简图

3.2.8 主要原辅材料

本工程供暖采用厂区自建锅炉，使用 2 台全自动燃气真空热水锅炉为厂区新建设施提供热源，单台制热量 1.4MW，主要原材料为天然气。本工程建设 1 个容积为 100m³ 液化天然气储罐，使用 LNG 槽车运输，单次充气量约 20t，在核产业园提供天然气供应之前为燃气锅炉提供天然气，年消耗天然气 1.4×10⁵ Nm³。主要原材料消耗情况见下表 3.8。

表 3.8 主要原材料消耗

主要原材料	来源	消耗量 (Nm ³ /a)	贮存体积
天然气	自建天然气储罐（近期）	1.4E+05	100m ³
天然气	工业园区天然气站（远期）	1.4E+05	0

3.2.9 厂房通风

减容车间放射性区域排风设置 P-1、P-1'、P2，FP-1、SGP-1 共 5 个全面排风系统和 JP1-JP7 共 7 个局部排风系统，所有放射性区域排风系统设置独立过滤器，经风机汇入减容车间屋顶烟囱进行高空排放。

（1）厂房全面排风系统

①P-1 全面排风系统设置

P-1 全面排风系统设置 1 台直流风机，排风量 45800m³/h，负责减容车间控制区绿区排风，主要为以下房间和走廊：C101 一楼控制区北走廊、C107 循环液储罐间、C108 引风机间、C109 一楼控制区东通道走廊、B102 一楼转运间、B104 放射性废液暂存间、B105 固化体整備间、B202 二楼转运间、B205 物料及工器具间、C201 二楼控制区通道走廊、C207 湿法净化间、C208 高效过滤器间、B302 三楼转运间、B303 熔融配方暂存间、B304 分析实验室 1、B305 分析实验室 2、B306 分析实验室 3、B307 分析实验室 4、B308 分析实验室 5、C301 三楼控制区通道走廊、C302 熔融炉进料间、C303 打包暂存间、C308 烟气监测分析间、B402 四楼转运间、B403 应急排放间、B404 应急水箱间、C403 开桶分拣间、C401 控制区通道走廊、

C405 暖通排风机房。

②P-1'排风系统

该全面排风系统设置 2 台直流风机，单台排风量为 $64350\text{m}^3/\text{h}$ ，负责减容车间控制区黄区及部分橙区排风，主要为以下房间和走廊：C102 一楼固化体转运间、C103 固化体收集间、C104 气化炉卸灰间、C105 急冷塔卸灰间、C106 布袋除尘器卸灰间、C202 熔融物料整备间、C203 熔融炉设备间、C204 炉体设备间、C205 冷却设备间、C206 干法净化设备间、C304 湿法净化间、C305 冷却设备间、E101 玻璃固化体暂存区（橙区）、E102 玻璃固化体装卸区（橙区）。排风机前端设置预处理过滤器（过滤效率 $\geq 85\%$ ）和高效过滤器（过滤效率 $\geq 99.99\%$ ），排风机后端管道连接减容车间烟进行囱高空排放。

③P-2 全面排风系统

P-2 全面排风系统设置 1 台离心风机，排风量为 $6600\text{m}^3/\text{h}$ ，专为 B103 焚烧灰暂存间进行排风，排风机前端设置预处理过滤器（过滤效率 $\geq 85\%$ ）和高效过滤器（过滤效率 $\geq 99.99\%$ ），排风机后端管道连接减容车间烟进行囱高空排放。

④FP-1 全面排风系统

设置 1 台防爆离心风机，排风量为 $16900\text{m}^3/\text{h}$ ，在发生燃气事故时，为 C204 炉体设备间进行排风，排出空气经单独的预过滤器（过滤效率 $\geq 85\%$ ）和高效过滤器（过滤效率 $\geq 99.99\%$ ），汇入减容车间烟囱进行高空排放。

⑤SGP-1 全面排风系统

为事故排风风机。设置 1 台离心风机，排风量为 $9930\text{m}^3/\text{h}$ ，在发生气溶胶超标事故时，为 C103、C104、C105、C106、C107、C108、C202、C203、C204、C205、C206、C207、C208 进行排风，排出空气经单独的预过滤器（过滤效率 $\geq 85\%$ ）和高效过滤器（过滤效率 $\geq 99.99\%$ ），汇入减容车间烟进行囱高空排放。

（2）局部排风系统

减容车间厂房局部排风主要为设备进行排风，共设置 7 套局排系统，各局排系统设置情况见表 3.9。

表 3.9 局部排风系统设置

编号	排风位置	风机	过滤器	排放
JP-1	熔融炉设备间 打包手套箱 暂存库手套箱 开桶分拣手套箱	离心风机， 422m，套箱	高效过滤器（过滤效率 $\geq 99.99\%$ ）	汇入 减容 车间 烟囱 进行 高空 排放。
JP-2	熔融炉进料装置、 熔融炉混料装置 应急排放间	离心风机， 279m ³ /h	高效过滤器（过滤效率 $\geq 99.99\%$ ）	
JP-3	气化炉卸灰装置、 二燃室卸灰装置、 急冷塔卸灰装置、 布袋除尘器卸灰装置	离心风机， 279m ³ /h，卸灰	高效过滤器（过滤效率 $\geq 99.99\%$ ）	
JP-4	放射性废液暂存间	离心风机， 283m ³ /h，暂存	高效过滤器（过滤效率 $\geq 99.99\%$ ）	
JP-5	分析实验室（B307、 B308）通风柜排风	离心风机， 3464m ³ /h 风（过	预过滤器（过滤效率 $\geq 85\%$ ）和高 效过滤器（过滤效率 $\geq 99.99\%$ ）	
JP-6	分析实验室（B305、 B306）通风柜排风	离心风机， 6600m ³ /h 风器（	预过滤器（过滤效率 $\geq 85\%$ ）和高 效过滤器（过滤效率 $\geq 99.99\%$ ）	
JP-7	分析实验室（B305、 B306、B307、B308） 双工位手套箱	离心风机， 422m，套箱	高效过滤器（过滤效率 $\geq 99.99\%$ ）	

3.3 废物来源及源项

本工程处理的废物为核电站产生的可燃固体废物，主要包括废旧工作服、防护鞋套、口罩、手套、纸、塑料等，主要为核电厂检修及运行过程产生。根据核电厂的相关技术文件，各类主要可燃废物的材质如下表 3.10 所示。

根据核电厂源项调查（见图 3.12 和表 3.10），核电厂可燃废物货包中放射性核素的活度浓度范围跨度较大，分布范围在 $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^7 \text{Bq/kg}$ 之间，货包放射性活度浓度小于 $4.0 \times 10^6 \text{Bq/kg}$ 所占比例约为 99.5%。本工程设计的废物处理活度上限值为 $4.0 \times 10^6 \text{Bq/kg}$ ，能接收核电厂产生的大部分可燃固体废物。

源项调查显示，核电站可燃固体废物主要核素为 ^{60}Co 、 ^{58}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{51}Cr 、 ^{54}Mn 、 ^{137}Cs 、 ^{95}Zr 、 ^{95}Nb 、 ^{59}Fe 、 ^{14}C 、 ^3H 、 ^{63}Ni 和 ^{90}Sr 等，固体废物中核素占比情况及核素浓度见表 3.11。根据核素比例及每个核素的活度浓度及废物处理量，计算得出每年处理废物的最大活度为 $4.74 \times 10^{12} \text{Bq}$ 。

表 3.10 核电站可燃废物材质

序号	名称	材质说明
1	连体服	主面料采用纯棉纤维
2	防护袜	75%棉和 25%弹力丝
3	白纱手套+ T 恤+布鞋套+ 口罩+白大褂	纯棉针织布
4	木头	纤维
5	去污布	棉织品
6	纸帽	聚乙烯无纺布
7	塑料	各类塑料，无氯
8	塑料鞋套	CPF
9	白胶带	无氯
10	塑料布	聚乙烯（PE）
11	蛇皮管	PVC
12	粘胶垫	橡胶
13	乳胶手套	天然乳胶
14	安全鞋	橡胶，涂层织物和纺织品，钢包头
15	气衣	主面料为 PVC，还有金属进气阀

注：在废物收集时，将按照棉制品、塑料和 PVC 等分别收集，再在进炉前对物料按照一定比例进行预混

表 3.11 固体废物中每个核素的活度浓度

序号	核素	活度百分比 (%)	浓度 (Bq/kg)	1000t 废物核素 总活度 (Bq)
1	Co-60	60%	2.40E+06	2.40E+12
2	Co-58	5%	2.00E+05	2.00E+11
3	Ag-110m	2%	8.00E+04	8.00E+10
4	Cr-51	2%	8.00E+04	8.00E+10
5	Mn-54	10%	4.00E+05	4.00E+11
6	Cs-137	10%	4.00E+05	4.00E+11
7	Zr-95	5%	2.00E+05	2.00E+11
8	Nb-95	5%	2.00E+05	2.00E+11
9	Fe-59	1%	4.00E+04	4.00E+10
10	C-14	/	1.00E+05	1.00E+11
11	H-3	/	1.00E+02	1.00E+08
12	Ni-63	/	6.00E+05	6.00E+11
13	Sr-90	/	4.00E+04	4.00E+10
合计				4.74E+12

注：本表废物源项用来保守计算后续废气及废水产生情况，废物接收限值按照 $4.0 \times 10^6 \text{Bq/kg}$ 进行控制，不对单个核素进行控制。

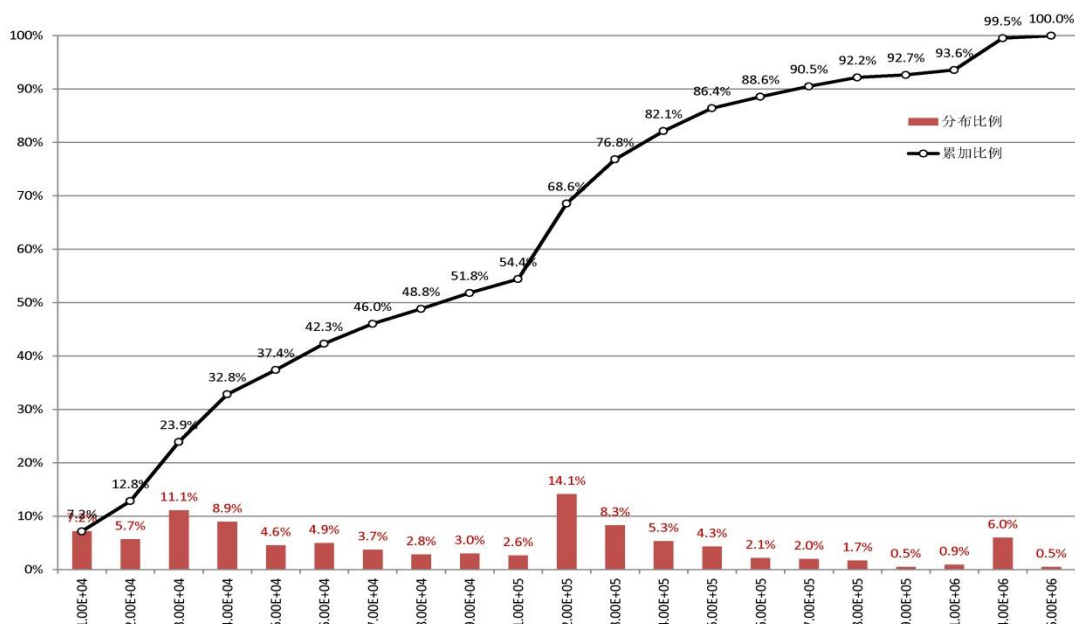


图 3.12 核电站废物活度浓度的分布情况

3.4 运行期主要污染物的产生及处理

3.4.1 放射性“三废”的产生及处理

3.4.1.1 气载流出物的产生和处理

(1) 工艺废气

在等离子系统中，物料首先经过气化炉热解。经高温处理后，物料中的一部分成分将被分解成烟气，一部分灰分（或残渣）留在气化炉底部。放射性核素绝大部分进入气化炉、二燃室、半干急冷塔、布袋过滤器、高效过滤器的灰中，少部分进入洗涤塔废碱液，剩余核素通过烟囱气态流出物排放。

根据设计资料，对于 ^{137}Cs ，进入气化炉烟气的占 48.5%； ^{14}C 全部进入烟气；其余核素进入气化炉烟气的占比为 33.3%，烟囱烟气每小时的排放量为 $1300\text{Nm}^3/\text{h}$ ，年运行时间 8300h。

根据调试结果，对于 ^{137}Cs 和 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ，进入气化炉烟气的占 47.6%，其余核素进入气化炉烟气的占比为 16.5%。

气化炉烟气通过烟气净化系统处理后排放，烟气净化系统主要由 SNCR 脱硝系统、气水换热器、急冷塔、布袋除尘器、洗涤塔、电加热器、高效过滤器（含初效过滤器、高效过滤器）、活性炭吸

附床、引风机和 30m 高烟囱组成。

表 3.12 给出了气化炉、二燃室、半干急冷塔、布袋过滤器、洗涤塔、高效过滤器等系统对放射性核素的截留效率的试验结果。

表 3.12 系统各工序截留核素效果

核素	气化炉	二燃室	急冷塔	布袋除尘器	洗涤塔	高效过滤器	综合去除率
C-14	0	0	0	0	0	0	0
Cs、Ag	52.417%	3.404%	4.432%	10.592%	7.431%	21.635%	99.911%
其他核素	83.514%	4.209%	2.717%	9.469%	0.073%	0.016%	99.998%
H-3	0	0	0	0	100%	0	100%

本次保守计算，系统对金属放射性核素总的截留效率取 99.9%，表 3.13 给出了放射性核素的年排放量

表 3.13 每年通过气态流出物进入环境中的最大核素量

序号	核素	1000t 废物最大总活度 (Bq)	综合去除效率	核素年排放量 (Bq)	烟气核素排放浓度 (Bq/m ³)	最终去向
1	Co-60	2.40E+12	99.9%	2.40E+09	2.22E+02	主工艺系统 烟囱，高度 30m，内径 0.20m，烟气 出口流速 11.5m/s
2	Co-58	2.00E+11	99.9%	2.00E+08	1.85E+01	
3	Ag-110m	8.00E+10	99.9%	8.00E+07	7.41E+00	
4	Cr-51	8.00E+10	99.9%	8.00E+07	7.41E+00	
5	Mn-54	4.00E+11	99.9%	4.00E+08	3.71E+01	
6	Cs-137	4.00E+11	99.9%	4.00E+08	3.71E+01	
7	Zr-95	2.00E+11	99.9%	2.00E+08	1.85E+01	
8	Nb-95	2.00E+11	99.9%	2.00E+08	1.85E+01	
9	Fe-59	4.00E+10	99.9%	4.00E+07	3.71E+00	
10	Ni-63	6.00E+11	99.9%	6.00E+08	5.56E+01	
11	Sr-90	4.00E+10	99.9%	4.00E+07	3.71E+00	
合计				4.64E+09	4.30E+02	
13	C-14	1.00E+11	0	1.00E+11	9.27E+03	
14	H-3	1.00E+08	1	0.00E+00	0.00E+00	

(2) 厂房通风

低放可燃废物在手套箱内进行开桶、分拣和打包，取 ¹³⁷Cs 放射性核素在手套箱内的气载释放额为 1×10^{-2} ，其他放射性核素的气载释放额为 1×10^{-3} 。保守考虑厂房排风系统过滤效率为 99%，排风系统排风量按最大排风量 50%考虑，为 $7.0 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$ ，年运行时间 8300h。则通过排风系统释放的核素量见表 3.14。

表 3.14 排风系统释放的核素量

序号	核素	1000t 废物最大总活度 (Bq)	气载释放额	核素释放到手套箱活度 (Bq)	过滤效率	核素释放量 (Bq)	核素排放浓度 (Bq/m ³)
1	Co-60	2.40E+12	1.00E-03	2.40E+09	99%	2.40E+07	4.13E-01
2	Co-58	2.00E+11	1.00E-03	2.00E+08	99%	2.00E+06	3.44E-02
3	Ag-110m	8.00E+10	1.00E-03	8.00E+07	99%	8.00E+05	1.38E-02
4	Cr-51	8.00E+10	1.00E-03	8.00E+07	99%	8.00E+05	1.38E-02
5	Mn-54	4.00E+11	1.00E-03	4.00E+08	99%	4.00E+06	6.88E-02
6	Cs-137	4.00E+11	1.00E-02	4.00E+09	99%	4.00E+07	6.88E-02
7	Zr-95	2.00E+11	1.00E-03	2.00E+08	99%	2.00E+06	3.44E-02
9	Nb-95	2.00E+11	1.00E-03	2.00E+08	99%	2.00E+06	3.44E-02
10	Fe-59	4.00E+10	1.00E-03	4.00E+07	99%	4.00E+05	6.88E-03
11	Ni-63	6.00E+11	1.00E-03	6.00E+08	99%	6.00E+06	1.03E-01
12	Sr-90	4.00E+10	1.00E-03	4.00E+07	99%	4.00E+05	6.88E-03
合计						8.24E+07	1.42E-01

(3) 气载流出物设计排放量

本工程气载流出物年设计排放量为工艺排放与厂房通风排放量之和，本工程气载流出物年释放量见表 3.15。由表可以看出，本工程气载流出物中 ¹⁴C 排放量 1.00×10¹¹Bq/a，其余 β 核素的释放量为 4.72×10⁹Bq/a。

表 3.15 本工程通过 30 m 高烟囱排往环境的释放量

序号	核素	核素年排放量(Bq/a)	核素排放浓度 (Bq/m ³)	最终去向
1	Co-60	2.42E+09	4.17E+00	主工艺系统 烟囱，高度 30m，内径 0.20m，烟气 出口流速 11.5m/s
2	Co-58	2.02E+08	3.48E-01	
3	Ag-110m	8.08E+07	1.39E-01	
4	Cr-51	8.08E+07	1.39E-01	
5	Mn-54	4.04E+08	6.95E-01	
6	Cs-137	4.40E+08	7.57E-01	
7	Zr-95	2.02E+08	3.48E-01	
8	Nb-95	2.02E+08	3.48E-01	
9	Fe-59	4.04E+07	6.95E-02	
10	Ni-63	6.06E+08	1.04E+00	
11	Sr-90	4.04E+07	6.95E-02	
小计		4.72E+09	8.13E+00	
12	C-14	1.00E+11	1.72E+02	
合计		1.05E+11	1.81E+02	

3.4.1.2 液态流出物的产生和处理

本项目的废液年产量 $976\text{m}^3/\text{a}$ ，主要包括：工艺废水、超标清洗水和其他废液。工艺废水中，循环液储罐（FPS002BA）碱液废水年产量 $958\text{m}^3/\text{a}$ ，应急排放箱废水及实验室废水合计 $5\text{m}^3/\text{a}$ 。超标清洗水包括卫生出入口超标清洗水（淋浴和洗衣废水），年产量为 $8\text{m}^3/\text{a}$ 。厂房内其他废液如用废液桶收集的超标车辆冲洗水和用接液盘收集的其他废液等，其他废液年产量 $5\text{m}^3/\text{a}$ 。放射性废液产生及处理情况见表 3.16。

表 3.16 放射性废液产生及处理情况

废液来源	年产生量 (m^3)	浓度水平 (Bq/L)	处理方式
碱液池的废液	958	<4.0E+04	统一收集到废液暂存箱中，经过滤和无机吸附去除废液的放射性后，其中放射性指标满足 GB8978-1996《污水综合排放标准》：总 $\alpha \leq 1\text{Bq/L}$ ，总 $\beta \leq 10\text{Bq/L}$ 后，再进行蒸发除盐处理，蒸发冷凝液送园区污水处理系统处理
应急排放箱废水及实验室废水	5		
超标清洗水（淋浴和洗衣废水）	5		
其他废液（超标车辆冲洗水、收集的其他废液等）	8		

工艺废水、超标清洗水和其他废液统一收集到废液暂存箱中，经过滤和无机吸附去除废液的放射性后，再进行除盐处理，除盐后送园区污水处理系统处理。废水具体处理工艺见 3.2.6 节。

废水处理系统配置了 1 个清洗水箱（101BA）、2 个废水暂存箱（102/103BA），和 1 个备用应急水箱（104BA），废液总暂存容积约 18m^3 ，可满足项目运行 6 天的废液暂存。预处理单元、无机吸附单元、纳滤单元的处理能力为 $0.5\text{m}^3/\text{h}$ ，可连续处理废液，处理能力远大于废液的产生量。

预处理单元、无机吸附单元均为过滤式设备，活性炭袋式过滤器设置了一备一用，整体运行依靠废水泵即可，废水泵设置了一备一用，可保证系统的长周期运行，设备更换仅需 1~2 小时，不影响系统的运行。

纳滤单元通过纳滤增压泵对废液进行处理，处理过程简单，对废液进行分离，将一价盐排至产水侧，同时实现核素的高效去除。

蒸发单元可实现废液中杂盐的分离，将废液蒸发成盐，装置成熟稳定，工业上均采用长期运行的操作模式，单次运行可超过 30 天，停机时间短。

3.4.1.3 固体废物的产生和处理

本项目产生的固体废物主要有工作服、废旧零部件、抹布、劳保用品、空气过滤器芯、玻璃固化体、废水处理系统产生的二次废物（废滤芯、吸附材料等）以及废水蒸发产生的废盐。本工程放射性固体废物年产生量及去向见表 3.17。

表 3.17 本工程固体废物年产生量及去向

废物类型	废物种类	年产生量	处理方式	去向
可燃废物	沾污的劳保用品、去污使用的抹布和纸、废活性炭、废水处理系统废滤袋	2t	入气化炉焚烧处理	气化炉
非金属材料 不可燃废物	焚烧灰-玻璃固化体	10t	进熔融炉玻璃固化，对玻璃固化体容器装入 400L 桶进行水泥固定	暂存后送低放处置场
	主工艺系统废初效和高效过滤器	18m ³	压缩后装入 400L 桶进行水泥固定。	暂存后送低放处置场
	维修产生的废旧仪表、传感器、耐火材料	3t	装入 400L 桶进行水泥固定	暂存后送低放处置场
	废水处理系统废滤芯和滤膜	2m ³ 处	装入 400L 钢桶进行水泥固定	暂存后送低放处置场
	蒸发结晶产生的废盐	11t	收集后首先进行放射性监测，若固体废物中的核素浓度小于 0.1Bq/g，则判断为可解控废物，否则按照放射性废物管理；当属于解控废物时，再进行鉴定，若属于危险废物，则送有资质单位处理，否则按一般工业废物处理	若属于放射性废物，则暂存后送近地表处置设施处置；若属于危险废物，则送有资质单位处理，否则按一般工业废物处理
金属废物	维修产生的废管道、阀门	0.5t	表面污染，通过拆解和去污，检测合格后（ β ：< 0.8Bq/cm ² ），清洁解控	暂存，退役时统一处理

本工程每年产生的可燃废物约 2t/a，收集后送本设施焚烧炉进行焚烧处理。

产生的焚烧灰进行等离子熔融后，产生的玻璃固化体为低放水平，产生量约为 10t/a，在本工程暂存后送近地表处置场处置；运行过程中产生的废过滤器（产生量约 18m³/a）、废水处理系统废滤芯和滤膜（产生量约 3t/a）、以及维修产生的废旧仪表、传感器、耐火材料（产生量约 2m³/a）等均为低放水平，装入 400L 桶中，暂存一定量后送近地表处置场处置。废水蒸发结晶产生的废盐（产生量约 11t/a），收集后首先进行放射性监测，若固体废物中的核素浓度小于 0.1Bq/g，则判断为可解控废物，当属于解控废物时，再进行鉴定，若属于危险废物，则送有资质单位处理，否则按一般工业废物处理，若判断为放射性废物，则收集后送近地表处置设施进行处置。

工程运行过程中维修时会产生的少量的废管道、阀门等，产生量约 0.5t/a，收集后在厂房内暂存，待设施退役时统一考虑。

3.4.2 非放污染物的产生及处理

3.4.2.1 废气

（1）等离子体减容装置烟气

等离子体减容装置烟气通过 SNCR 脱硝系统、急冷塔、布袋除尘器、洗涤塔、高效过滤器（含电加热器、活性炭吸附器、高效过滤器）后由烟囱排放，烟囱高度 30 米，内径 0.2m，烟气出口流速 11.5m/s。烟气处理系统各级去除效率见表 3.18。

表 3.18 烟气处理系统各级去除效率

烟气处理系统各级去除效率								
烟气指标	各处理系统去除率/%							综合去除率
	SN CR	急冷 塔	布袋除 尘器 ^①	臭氧脱 硝	洗涤 塔 ^②	高效过 滤器 ^③	活性炭 床 ^④	
CO	0	0	0	0	0	0	0	0
粉尘	0	0	99	0	0	99	0	0.9999
SOX	0	0	0	0	85	0	0	0.85
NOX	50	0	0	80	0	0	0	0.9
HCl	0	0	0	0	98	0	0	0.98
HF	0	0	0	0	95	0	0	0.95
Hg 及其化合物	0	0	50	0	0	60	0	0.8
Cd 及其化合物	0	0	50	0	0	60	0	0.8
Pb 及其化合物	0	0	50	0	0	60	0	0.8
As 及其化合物	0	0	50	0	0	60	0	0.8
Cr、Cu、Zn 等及其化合物	0	0	50	0	0	99	0	0.995
二噁英	0	0	60	0	0	0	60	0.84

*：①布袋除尘器的除尘效率，在粒径大于 1 μ m 时，效率高于 99.6%（参考《大气污染控制工程》P212，采用 PTFE+PTFE 覆膜时，除尘效率达到 99.99%），本计算选择经验数据 99%。重金属及二噁英的去除率也在 80%左右，本计算重金属去除率 50%、二噁英的去除率 60%；

②洗涤塔脱酸效率，参考《工业锅炉烟气湿法脱硫实用技术设计》P84，湿法脱酸效率在 95%以上，酸碱中和反应，液体与烟气充分混合，效率接近 100%，本计算选择脱酸效率为 85%，HCl 脱除效率为 98%，HF 脱除效率为 95%。

③高效过滤器的效率：型号为 YM04 的前置高效过滤器，YM04 的后置高效过滤器，通过钠焰法测试，过滤效率 $\geq$ 99.99%，可去除气体中绝大部分的微粒和气溶胶，确保系统的达标排放。本计算根据经验数据选择粉尘脱除效率为 99%，重金属（Cr、Cu、Zn 等及其化合物）脱除效率为 99%，Hg、Cd、Pb、As 的脱除效率取 60%。

④活性炭床的效率：采用活性炭吸附装置，二噁英被进一步吸附，去除率达到 60%以上。

本次评价采用的过滤器过滤效率进行保守考虑，经过计算，二燃室烟气中的主要非放污染物及其源强见表 3.19。

表 3.19 主要非放污染物源强估算及排放浓度

烟气指标	产生情况		综合去除率	排放情况		
	速率	浓度		速率	烟囱出口浓度	转化后烟囱出口浓度*
	kg/h	mg/Nm ³		kg/h	mg/Nm ³	mg/Nm ³
CO	4.11E-02	3.58E+01	0.0000	4.11E-02	3.16E+01	2.90E+01
粉尘	9.37E-02	8.17E+01	0.9999	9.37E-06	5.05E-03	4.64E-03
SO ₂	1.01E+00	8.79E+01	0.85	1.51E-02	1.16E+01	1.07E+01
NO _x (已 NO ₂ 计)	1.12E+00	9.77E+03	0.90	1.12E-01	8.62E+01	7.93E+01
HCl	4.17E-01	3.64E+02	0.98	8.34E-03	6.42E+00	5.90E+00
HF	7.37E-03	6.43E+00	0.95	3.68E-04	2.83E-01	2.61E-01
Hg 及其化合物	1.20E-04	1.05E-01	0.80	2.40E-05	1.85E-02	1.70E-02
Cd 及其化合物	1.20E-04	1.05E-01	0.80	2.40E-05	1.85E-02	1.70E-02
Pb 及其化合物	6.00E-04	5.23E-01	0.80	1.20E-04	9.23E-02	8.49E-02
As 及其化合物	6.00E-06	5.23E-03	0.80	1.20E-06	9.23E-04	8.49E-04
Cu、Sn 等及其化合物	7.68E-02	6.70E+01	0.995	3.84E-04	2.95E-01	2.72E-01
二噁英 (TEQng/m ³)	1.00E-09	8.72E-04	0.84	1.60E-10	1.23E-07	1.13E-07

注：干烟气，转为氧含量 11%状态

以 NO_x 的产生量为例：

(1) 排放速率计算

等离子发生器 NO 产生量 m_3 为：

$$m_3 = n \times q_1 \times \eta_2 = 1 \times 60 \times 9000 / 1000 / 1000 = 0.54 \text{ kg/h}$$

式中：

n 为 1 台等离子发生器；

q_1 为每台载气量，为 60Nm³/h；

η_2 为等离子发生器每标立方气量转化生成 NO 量，为 9000mg/Nm³。

待处理放废物质 NO 产生量 $m_4 = 0.191 \text{ kg/h}$ ：

最终 NO 总量 m_2 为：

$$m_2 = m_3 + m_4 = 0.54 \text{ kg/h} + 0.191 \text{ kg/h} = 0.731 \text{ kg/h}$$

式中：

m_3 为等离子发生器 NO 产生量；

m_4 为待处理放废物质 NO 产生量。

最终 NO_x (以 NO₂ 计) 的排放量 M_1 为：

$$M_1 = m_2 \times (1 - \eta_1) \times (1 - \eta_2) \times 46/30 = 0.112 \text{ kg/h}$$

式中： η_1 为脱硝效率 50%； η_2 为脱硝效率 80%； 46 为 NO_2 相对分子质量， 30 为 NO 相对分子质量。

(2) 排放浓度计算

①折算系数计算

最终排放的烟气中， O_2 占除水蒸气体积之外气体总体积的比例 C_2 为：

$$C_2 = V_{\text{O}_2} / (V_{\text{O}_2} + V_{\text{CO}} + V_{\text{NO}} + V_{\text{CO}_2} + V_{\text{SO}_2} + V_{\text{N}_2} + V_{\text{HCl}} + V_{\text{HF}}) \times 100 / 100 \\ = 0.0757$$

式中：

V_{O_2} 为最终排放烟气中的 O_2 体积；

V_{CO} 为最终排放烟气中的 CO 体积；

V_{NO} 为最终排放烟气中的 NO 体积；

V_{CO_2} 为最终排放烟气中的 CO_2 体积；

V_{SO_2} 为最终排放烟气中的 SO_2 体积；

V_{N_2} 为最终排放烟气中的 N_2 体积；

V_{HCl} 为最终排放烟气中的 HCl 体积；

V_{HF} 为最终排放烟气中的 HF 体积；

最终折算系数为：

$$C_3 = 10 / (21 - 100 \cdot C_2) = 0.7449$$

最终 NO_x 烟气排放浓度（以 NO_2 计）为

$$C_4 = M_1 / (V_{\text{zong}} - V_{\text{H}_2\text{O}}) \times C_3 \times 1000000 = 79.3 \text{ mg/Nm}^3$$

式中：

M_1 为 NO_2 的排放质量；

V_{zong} 为总排放烟气量体积， $1300 \text{ m}^3/\text{h}$ ；

$V_{\text{H}_2\text{O}}$ 为烟气中水的排放体积， $248 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

调试过程中，对烟气中主要非放污染物进行了监测，监测数据见表 3.20，监测报告见附件 8。由表可以看出，烟气中污染物浓度能够满足《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）要求。

表 3.20 调试期间烟气中主要非放污染物浓度

检测项目	实测浓度 (mg/m ³)	折算浓度 (mg/m ³)	排放量 (kg/h)	标准限值 (mg/m ³)	判定结果
颗粒物	11.9	11.4	1.32×10^{-2}	30	合格
二氧化硫	<3	<3	1.66×10^{-3}	100	合格
氮氧化物	83	80	9.20×10^{-2}	300	合格
一氧化碳	24	23	2.66×10^{-2}	100	合格
氟化氢	0.28	0.27	3.11×10^{-4}	4.0	合格
氯化氢	12.5	12.0	1.39×10^{-2}	60	合格
锡及其化合物	$2.06 \times 10^{-3} \sim 2.22 \times 10^{-3}$	/	/	2	合格
钴及其化合物	$5.80 \times 10^{-4} \sim 7.12 \times 10^{-4}$	/	/		
铈及其化合物	$3.48 \times 10^{-3} \sim 3.54 \times 10^{-3}$	/	/		

(2) 锅炉烟气

本工程使用 2 台全自动燃气真空热水锅炉为厂区新建设施提供热源，单台制热量 1.4MW，单台锅炉运行废气排放量为 1680m³/h，两台锅炉同时运行废气排放量为 3360m³/h。锅炉运行产生的废气经 15m 烟囱排入环境，烟囱内径 0.4m，出口流速 3.7m/s（单台）-7.4m/s（双台）。锅炉烟气中污染物排放浓度见表 3.19。调试期间烟气实测浓度见表 3.21，监测报告见附件 8，由表可以看出，锅炉烟气中污染物排放浓度满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）要求。

表 3.21 锅炉烟气中污染物排放浓度

污染物	排放浓度 (mg/m ³)			
	设计值	限值 (mg/m ³)	2023 年 2 月实测值	2023 年 12 月实测值
颗粒物	12	20	8.4	7.5
SO ₂	10	50	7	4
NO _x	80	200	83	77
烟气黑度	≤1 级	≤1 级	<1 级	<1 级

3.4.2.1 废水

本工程的非放废水主要为工作人员的生活污水，根据设计生产，

本工程生活污水产生量为 $6.94 \text{ m}^3/\text{d}$ ，产生的生活污水排入厂区污水处理站进行处理，处理站按照 24h 运行，处理规模为 $0.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

（1）进水水质

污水来源主要为粪便污水、淋浴废水、盥洗废水等，依据《建筑中水设计规范》（GB50336-2002），并结合以往工程实践经验，厂区污水处理系统的主要进水指标为：COD: $250\sim 400\text{mg/L}$ 、BOD: $140\sim 200\text{mg/L}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$: $30\sim 50\text{mg/L}$ 、SS: $90\sim 120\text{mg/L}$ 、pH: $6\sim 9$ 。

（2）处理工艺

➤ 工艺流程图

结合本工程的原水水质和出水水质要求，工艺流程图详见图 3.13。

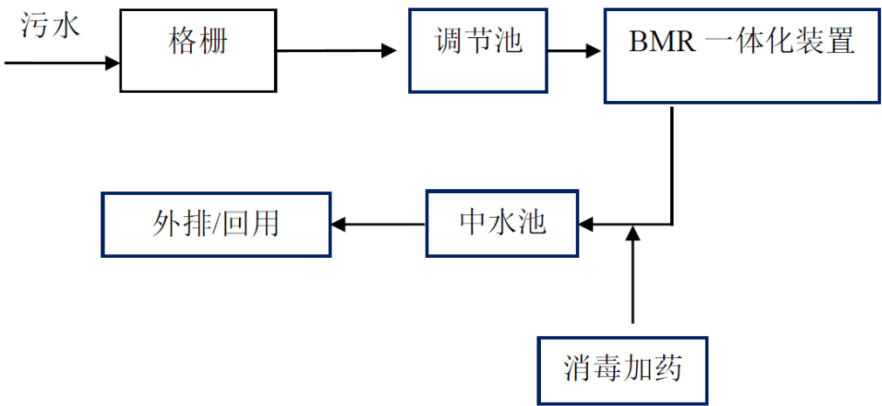


图 3.13 回用水处理工艺流程图

➤ 工艺说明

一体化污水处理设备对生活污水进行深度处理，经人工格栅截留掉大块的悬浮物后，进入调节池调节原水的水量并均衡水质，调节池原水利用提升泵提升至 BMR 生物反应池，通过反应池的宏观好氧和缺氧环境以及填料表面和内部的微观的好氧和缺氧环境实现有机物、氨氮、总氮等污染物的降解。生物反应池出水进入生物膜过滤池，利用板式滤膜及其上面附着生长微生物起到对污染物的二次降解和过滤截留，出水经消毒处理后直接回用。

反应池的污泥产生量很低，由专业公司定期抽取外运，不再单独设置污泥处置系统。

► 设备选型

地埋式构筑物采用玻璃钢材质的设备，污水处理站主要设备如下：污水调节设备、BMR 一体化处理设备、绿化回用水回用设备。

a、污水调节设备

污水调节设备包括格栅、调节池、污水提升泵。

调节池内设格栅 1 台，污水进入污水处理站前设置格栅，截留污水中较大颗粒的悬浮物质，保证后续水泵及其他工艺的正常运行。采用人工提篮格栅 1 台，栅条间距 3mm，外形尺寸：400mm×400mm×400mm，清污频率根据现场情况确定。

调节池主要作用：调节水量、均衡水质，为后续生化处理提供保证。根据设计规范，调节水箱的调节容积可按日处理水量的 35%~50% 计算。

调节池内设提升泵 2 台，1 用 1 备，参数：Q=0.6m³/h，H=12.5m。

b、BMR 一体化处理设备

BMR 一体化处理设备为主要污水的生物处理设施，BMR 一体化处理设备内微生物以改性纳米填料为载体，通过曝气，降解污水中的有机物，经过一系列的厌氧、好氧作用，具有良好的脱氮效果，污水得以净化，处理量为 0.5m³/h。

c、回用池

回用池用于储存经生物处理的污水，保证后续处理系统的稳定运行。回用池有效池容为 6m³。

主要设备：回用泵，2 台，1 用 1 备，参数：Q=1m³/h，H=22m，N=0.3kW。

(3) 出水水质

厂区污水处理后用于绿化灌溉浇洒，调试过程中，污水处理站处理后的出水水质实测值见表 3.22，监测报告见附件 8，由表可以看出，经污水处理站处理后的生活污水出水水质能够满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中的城市绿化水质标准要求。

表 3.22 出水水质指标

水质指标项	单位	出水水质指标要求	实测值
BOD ₅	mg/L	≤10	5.0
浊度	NTU	≤10	3.2
氨氮	mg/L	≤8	1.24
色度	度	≤30	15
pH	/	6.0~9.0	7.3
大肠埃希氏菌	个/L	不应检出	未检出

3.4.2.3 固体废物

工作人员产生的生活垃圾按 1kg/（人•天），本工程劳动定员 40 人，工作天数 330 天，因此产生的生活垃圾约为 13.2t/a。工作人员产生的生活垃圾统一收集后，定期由园区环卫部门清运处理。

3.4.2.4 噪声

本工程运行期间的噪声源主要来源于以下几个方面：

- （1）压缩空气生产线产生的噪声为 80dB(A)；
- （2）风机噪声为 85~90dB(A)，排风机布置在排风机房间、送风机布置在送风机房间；
- （3）离心泵的噪声为 80dB(A)。

采取的噪声防治措施主要如下：

（1）通风管道及设备进出机房处作消声处理，所有设备用房均作吸声及隔声处理，减少对室内的噪声污染；通风设备均选用先进的低噪声设备，保证室内外噪声标准。

（2）通风设备落地安装采用隔振基础，吊装采用减振吊架。风管在设备进出口处均设柔性接头及弹性吊架。

3.5 辐射防护与安全措施

3.5.1 分区布置

（1）分区原则

辐射防护分区的目的是为厂房内的总体布置、通风系统设计和屏蔽设计提供依据，防止放射性污染扩散，以便于辐射防护管理和职业照射控制，使工作人员的受照剂量在运行状态下达到合理可行

尽量低的水平。

为了尽可能降低工作人员的受照剂量，并符合 ALARA 原则，根据 GB18871-2002 的有关规定，将放射性工作区域划分为监督区和控制区。

（2）分区设置

为避免交叉污染，厂房内的平面布置，将非放射性工作区域、放射性工作区域及其不同污染水平区域之间采用实体隔离的方法分开布置，并且考虑放射性物质转移和暂存、设备检修、人员出入和生产管理等方便。

本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制，其余场所为非辐射工作场所。为便于管理，减容车间控制区入口设在暂存库卫生通道。对于范围较大的控制区，将根据这些场所预期的剂量率水平和外照射风险需要再划分为不同的子区，同时为便于辐射防护管理和职业照射控制，根据各区域的功能及预计的辐射剂量率水平和放射性污染水平，将控制区划分为三个不同的子区（控制一区、控制二区和控制三区），各区的剂量率及表面污染控制见表3.23。等离子固化减容车间辐射防护分区情况见表3.24，辐射防护分区图见附图2。

表 3.23 辐射分区与剂量限值

区域标识	剂量率限值	β 表面污染
绿区	$\leq 10\mu\text{Sv/h}$	$< 4\text{Bq/cm}^2$
黄区	$\leq 1\text{mSv/h}$	$< 40\text{Bq/cm}^2$
橙区	$\leq 0.1\text{Sv/h}$	$< 400\text{Bq/cm}^2$

表 3.24 等离子固化减容车间辐射防护分区表

辐射分区	房间名称	分区颜色
监督区	暂存库工作服间、淋浴间及卫生间	/
控制一区	C101 一楼控制区北走廊、C107 循环液储罐间、C108 引风机间、C109 一楼控制区东通道走廊、B102 一楼转运间、B104 放射性废液暂存间、B105 固化体整备间、B202 二楼转运间、B205 物料及工器具间、C201 二楼控制区通道走廊、C207 湿法净化间、C208 高效过滤器间、B302 三楼转运间、B303 熔融配方暂存间、B304 分析实验室 1、B305 分析实验室 2、B306 分析实验室 3、B307 分析实验室 4、B308 分析实验室 5、C301 三楼控制区通道走廊、C302 熔融炉进料间、C303 打包暂存间、C308 烟气监测分析间、B402 四楼转运间、B403 应急排放间、B404 应急水箱间、C403 开桶分拣间、C401 控制区通道走廊、C405 暖通排风机房。	绿
控制二区	C102 一楼固化体转运间、C103 固化体收集间、C104 气化炉卸灰间、C105 急冷塔卸灰间、C106 布袋除尘器卸灰间、C202 熔融物料整备间、C203 熔融炉设备间、C204 炉体设备间、C205 冷却设备间、C206 干法净化设备间、C304 湿法净化间、C305 冷却设备间	黄
控制三区	B103 焚烧灰暂存间、E101 玻璃固化体暂存区、E102 玻璃固化体装卸区。	橙

3.5.2 屏蔽设计

屏蔽设计的目的是确定各屏蔽体的厚度、材料和屏蔽设计构型等，确保厂房内各房间和厂房外的剂量率设计值满足分区的剂量率限值要求。

根据工艺方案和待操作废物的放射性活度进行屏蔽计算，控制二区、三区的房间使用混凝土墙体，监督区、控制一区的墙体不需进行特殊的屏蔽设计。

3.5.3 人流物流控制

厂房设置人、物流出入口，以防止交叉污染。平面布置保证人员进出工作场所遵循一定的路线，进入时从清洁区到污染区，出来时则相反。

3.5.4 气流组织

厂房内设有机械进、排风系统，可合理安排各区负压、换气次数，使气流走向为由非辐射工作场所流向监督区、控制区。

3.5.5 辐射监测

辐射监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《职业照射个人监测规范外照射监测》（GB5294-2001）及东方瑞龙制定的监测计划等相关要求进行。

（1）工作场所 γ 剂量率监测

在主要房间和废物分拣、打包、熔融炉进料等工作岗位设置固定式区域 γ 辐射监测探头，进行连续 γ 辐射剂量率监测。

使用便携式 γ 剂量率仪对等离子熔融减容车间等工作场所进行 γ 辐射水平监测，以评价正常情况下场所的辐射场强度，并供特殊监测和处理事故时使用。项目运行前期监测频率为1次/周，后续根据运行情况进行调整。

（2）工作场所气溶胶监测

使用移动式气溶胶在线监测设备，对人员工作房间进行气溶胶辐射水平监测，监测频次为1次/周。同时配备移动式气溶胶取样器，每季度进行1次房间气溶胶取样，滤膜样品送实验室检测。

（3）工作场所表面污染监测

用表面污染测量仪对工作场所的地面、墙壁、设备、手套箱及手套表面等进行定期表面污染监测，以检查表面污染水平和范围，发现污染及时进行去污处理，监测频率为1次/周。

（4）个人剂量监测

辐射工作人员进入辐射工作场所必须佩带热释光个人剂量计和电子个人剂量计，以测量工作人员所受 γ 剂量。热释光个人剂量计检测工作委托具有个人剂量检测资质的单位完成，按照《职业照射个人监测规范外照射监测》（GB5294-2001）要求建立个人剂量档案。按照每季度一次的频次对从事放射性操作的工作人员进行剂量统计。

每季度利用工作场所空气中放射性气溶胶浓度和工作时长估算

辐射工作人员内照射剂量。

（5）流出物监测和环境监测

制定流出物监测和环境监测计划，并严格按照监测计划执行。流出物监测和环境监测计划具体见第八章。

（6）事故监测

事故应急监测项目、监测点位、监测频次等，根据事故发生的性质、时间、可能污染范围等因素综合确定，及时进行有关项目追踪监测，取得事故现场监测数据和有关资料，并进行事故评价，将结果长期保存。

3.5.6 实体保卫

依据《核设施实物保护》核安全导则 HAD501/02的规定要求，本项目厂区按照三级核设施进行实物保护系统设计，生产厂区周界即为控制区周界。内容包含：周界实体屏障、周界视频监控、周界出入口控制。

（1）周界实体屏障

本次设计生产区周界采用防腐、强刚性链式栅栏，有效高度2.5m，钢丝直径3mm，格栅边长为50mm，栅栏桩柱间距为3m，桩柱底座基础的深度为900mm，底部与硬地面相齐，顶部加装防攀爬滚刀刺网。沿生产区周界实体屏障内侧设置一条6m机动车道，供保卫人员巡逻使用。

（2）周界视频监控

整个厂区沿周界围栏每隔30~40m左右设置一台红外高清网络摄像机，共30台，立杆安装。

西侧、南侧出入口各设置1台红外高清网络摄像机，出入口处值班室内设置1台高清网络摄像机。

视频信号采用光缆或同轴电缆传输至安防控制室集成平台进行监控及存储。

（3）出入口控制

生产区周界北侧人员进出口设置2台速通门，人员刷卡进、出控

制区；南侧货物进出口设置平开门，人员持有效证件办理货物进出。
各出入口值班室设置监控分机，信号引自安防控制室集成平台。

3.5.7 其他安全措施

（1）工程运行过程中，尽量采用机械设备完成，有效提升工作效率并增加作业人员的操作距离，从而降低外照射的辐射影响。

（2）对参加操作的所有工作人员进行培训，确保工作人员持证上岗。有关人员必须掌握相关操作规程，提高防护意识，在事故发生时能够及时应对和处理。

（3）控制区入口处适当地点设立标明控制区的标识牌和“电离辐射的标志和警告标志”（根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录F的要求进行设置）。

（4）预先分析运行过程中可能出现的各种事故及其后果，根据事故分析制定出事故处理规程，编写应急预案。

（5）保持工作场所的清洁与整齐，设备、地面和墙面被污染后要及时去污。

3.5.8 辐射防护机构设置及管理人员

3.5.8.1 辐射防护机构设置

东方瑞龙辐射安全与防护领导小组，下设辐射安全管理办公室，办公室设在安环质量部，全面负责辐射安全管理工作，辐射安全机构设置见图3.14。

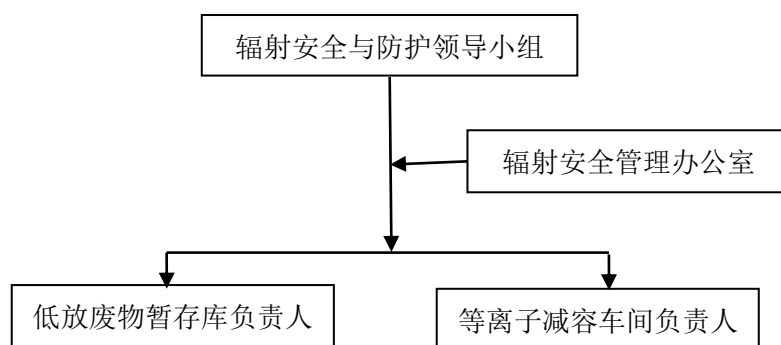


图3.14 辐射安全机构设置

3.5.8.2 辐射安全管理机构岗位职责

(1) 辐射安全与防护领导小组组长由总经理担任，职责为：

- 负责国家有关辐射安全方针、政策和法律法规在本公司的贯彻执行。
- 对辐射安全管理工作负领导责任，为辐射安全管理制度在本公司的实施提供人力、物力、财力保障。
- 批准本公司辐射安全管理制度。
- 批准和领导组织实施厂区范围内的应急响应行动。

(2) 辐射安全管理办公室职责

- 负责对辐射安全管理制度的编制、修订、完善，并组织实施；
- 负责定期对辐射工作人员进行辐射安全相关法规及内部辐射安全规程的宣传、培训和考核；
- 负责组织进行辐射应急预案的演练；当出现辐射事故时，组织人员，启动应急响应，配合政府相关部门进行事故发生后的抢救工作；
- 负责与地方环保监督部门、核安全监管部门等主管部门进行联络与报告
- 负责辐射安全设施和仪器的维护和管理，组织进行辐射监测；
- 负责对辐射工作人员进行个人剂量监测，并进行人员健康、保健管理。

(3) 低放废物暂存库、减容车间负责人职责

- 负责督促运行班组成员严格遵守与运行安全有关的操作规程；
- 运行操作过程中的安全管理；
- 运行过程中出现任何安全紧急情况及时向主管领导汇报，并带领运行人员按照应急制度对现场进行处理。

(4) 运行人员职责

- 严格按照法律法规、标准及公司规章制度、操作规程从事放射性作业；
- 合理佩戴个人防护用品，确保个人劳动过程中得到保护；
- 对工作过程中的安全事项提出合理化建议；

- 发生辐射安全事故及时汇报并现场应急处理。

3.6 质量保证

为保证1000t/a低放废物减容处理项目的工作质量，东方瑞龙编制了《1000t/a低放废物减容设施运行质量保证大纲》（简称：质保大纲）和《1000t/a低放废物减容处理设施运行质量保证大纲程序文件》（简称：程序文件），在质保大纲和程序文件中，对本项目运行期间的组织、文化、设计、采购、物项、工艺过程控制、检查和试验、不符合项、纠正过程、记录和监查等工作活动的质量保证进行控制，质量保证具体情况见质保大纲和质量程序。

3.7 相关退役的考虑

核设施退役是一个复杂、周期长的工程，涉及到辐射安全、放射性废物处理和处置、厂址的恢复等问题。虽然退役是设施整个寿命的最后阶段，但根据世界上核设施退役实践和 IAEA 安全标准的要求，退役应贯穿核设施的选址、建造、运行和退役四个阶段，而且应尽可能早的考虑退役问题，以便未来核设施能安全、可靠地退役。

本项目采用等离子体技术，该技术方案在设计阶段就考虑了核设施退役的问题。本章节主要阐述了 1000t/a 低放废物减容处理项目在现阶段所考虑的退役策略和退役目标、设计阶段考虑便于退役的措施。

3.7.1 退役策略及退役方案设想

核设施退役根据所选取的退役策略的不同，其所经历的时间也大不相同，短则数年，长则数十年。国际原子能机构(IAEA)在导则中给出了核设施退役策略的定义，这些定义已获得了国际社会的普遍认可：

a、立即拆除：该方案允许设施在关闭或监管活动终止后不久，退出有关的控制状态。通常，最终的拆解或去污活动将持续数月或数年，这取决于设施本身。随着退出有关的控制状态，厂址可以再

次利用。

b、延缓拆除(或安全储存): 该方案推迟了最终退出控制的时间, 一般在40-60年。设施处于安全储存状态直到最终的分解和去污活动。

根据IAEA安全导则的要求以及对世界核设施退役策略的研究, 在确定核设施退役策略时, 需要综合考虑以下几个方面:

- (1) 遵守适用的法律、法规和标准;
- (2) 设施的特点;
- (3) 放射性危害和非放射性危害的安全评价;
- (4) 核设施的实际状况和随时间的演变;
- (5) 废物管理, 如贮存和处置;
- (6) 安全地实施退役方案所需的财政资源;
- (7) 具备有经验的人员, 特别是先前营运单位的人员;
- (8) 具备包括去污、切割和拆卸等技术以及遥控操作能力;
- (9) 类似核设施的退役经验;
- (10) 环境影响和社会经济影响;
- (11) 核设施和厂址附近区域的预期开发和利用。

本项目建设地点位于甘肃省酒泉核技术产业园区内。甘肃酒泉核技术产业园位于甘肃省酒泉市金塔县西坝乡西北约29km处。南距嘉峪关市约63km, 距酒泉市约66km, 东南距金塔县约50km、西距玉门市约99km, 西南距昌马水库约150km。

低放废物减容处理项目地处戈壁滩, 后续无使用要求。

综合以上分析, 低放废物减容处理项目现阶段考虑采用立即拆除的退役策略, 即在核设施最终关闭后, 拆除相关设置, 并安全处置, 最终保证厂址无限制使用。

3.7.2 便于退役的设计考虑

按照IAEA安全要求和国际核设施退役经验反馈, 核设施应尽早考虑未来退役的问题。在我国核安全法规《核动力厂设计安全规定》(HAF 102-2004) 中就明确要求, 在设计阶段必须专门考虑核动力厂便于退役和拆除的措施。特别是设计中必须考虑以下事项:

- (1)材料的选取;

- (2)必要的可达性;
- (3)贮存运行和退役中产生的放射性废物所需的设施。

3.7.2.1 材料选择

在核设施运行阶段,系统的设备、部件被放射性污染是主要的放射性来源。因此,在设计时考虑以下几个方面:

(1)控制腐蚀性物质、有毒有害物质、可燃液体、重混凝土、纤维材料、多孔材料的使用,降低未来退役期间废物分类、处置的难度。

(2)为了减少退役期间的放射性废物量,在设计阶段可考虑使用可重复利用或可回收的材料。

3.7.2.2 系统、设备和建筑物的设计要求

核设施退役阶段的主要活动包括去污、拆卸,去污的主要目的是降低工作区域的辐射水平,从而降低工作人员可能受到的辐照剂量,便于设备的拆卸,同时也有利于实现退役阶段的放射性废物最小化。为此,核设施在设计阶段应考虑便于去污和拆卸的措施。

1000t/a低放废物减容处理项目的系统、设备和建筑物的设计考虑以下措施:

(1)系统设计时,考虑到去污要求,管线设计适当考虑了便于退役阶段对被污染管道和设备的清洗和去污,设置与去污系统的接口、疏水管线和取样点等。

(2)通风系统的设计尽可能接近污染源以控制退役期间污染物的扩散;在系统合理位置安装高效过滤器,以清除放射性污染物,从而减少污染物向环境的排放。

(3)高污染段与低污染段之间、污染段与洁净段之间必须设置隔离措施;同一管段流经污染区和洁净区的,在分区处须设置隔离措施。

(4)液体储罐设计有滞留池,池中液位有监控。放射性阀门或管道处设计有接液盘,可能发生泄漏的系统或设备间地面设计有排水和收集系统。这些设施或设备在退役阶段继续使用,有利于退役阶

段废物流的控制。

3.7.2.3 放射性废物贮存设施

设施退役期间将产生大量的低放废物和建筑垃圾，其中低放废物量高于运行阶段产生的总量，此外，需要考虑厂内的废物暂存库、放射性废物区域处置场的容量以及扩建子项的可行性。

3.7.3 退役经费

本工程设立专用账户作为专项退役基金，经费来源由企业处理核电站低放可燃固体废物的生产成本中按一定比例分担提取，将来用作专项退役基金。

第四章 环境质量现状

4.1 辐射环境质量现状

4.1.1 监测目的和项目

为了解工程周围辐射环境现状，对工程运行前、后辐射环境进行对比，需对工程周边辐射环境现状（本底）进行监测。2017 年 7 月 14 日~7 月 20 日（以下简称初次本底调查），委托中国辐射防护研究院对废物暂存库辐射环境现状进行监测。该次监测项目考虑工程特性，对 γ 空气吸收剂量率、土壤、气溶胶和生物样（骆驼草）中核素浓度进行分析，分析的核素为总 α 、总 β 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Nb 、 ^{54}Mn 、 ^{95}Zr 、 ^{51}Cr 。本工程厂址半径 10km 范围无地表水体，因此，不对地表水进行布点和监测，监测报告见附件 9。

2020 年，东方新环委托中国辐射防护研究院对极低放填埋场场地周围辐射环境本底进行了为期半年的补充监测，包括 γ 剂量率、空气中气溶胶浓度、地下水、土壤和生物等。调查以东方新环极低放固体废物填埋场厂址为中心进行调查，本工程紧邻极低放填埋场，本次采用该次调查结果。

4.1.2 初次本底调查

4.1.2.1 监测仪器

（1）便携式 X- γ 剂量率仪：

型号：BH-3103B；出厂编号：027；测量范围： $(1\sim10000)\times10^{-8}\text{Gy/h}$ ；
制造商：北京核仪器厂；检定有效期至：2018.2.27；检定证书号：校字第[2017]-R046。

（2）HpGe γ 谱仪：

型号：Gc3019；出厂编号：10881664；测量范围： $1\sim10^5\text{Bq}$ ；制造商：美国 CANBERRA 公司；检定有效期至：2017.8.14；检定证书号：GFJGJL1005140001001。

（3）HpGe γ 谱仪：

型号: GMX50-S; 出厂编号: 42-N31600A; 测量范围: $1\sim 10^5$ Bq;
制造商: 美国 ORTEC 公司; 检定有效期至: 2017.8.14; 检定证书号:
GFJGJL1005140001003。

(4) 低本底 α/β 测量仪:

型号: LB770; 出厂编号: 6438; 测量范围: $<10^4$ cpm; 制造商:
德国伯托; 检定有效期至: 2018.3.9; 检定证书号: 校字第[2016]-D015。

4.1.2.2 监测点位

在厂址中心、厂址四周、废物暂存库四周、减容车间四周总计布置 13 个监测点位测量 γ 辐射剂量率测量; 在厂址四周各布置 1 个点 (与厂址四周 γ 辐射剂量率 4 个监测点重合)、生地湾农场布置 1 个点, 总计布置 5 个监测点监测土壤中核素浓度; 在厂址下风向 (W 方位), 距厂址中心 1.16km 处布置 1 个气溶胶采样点; 在距厂址中心 4.42km (SW 方位) 布置一个生物样 (骆驼草) 采样点。气溶胶和生物样 (骆驼草) 监测布点示意图见图 4.1。 γ 剂量率和土壤监测布点示意图见图 4.2。

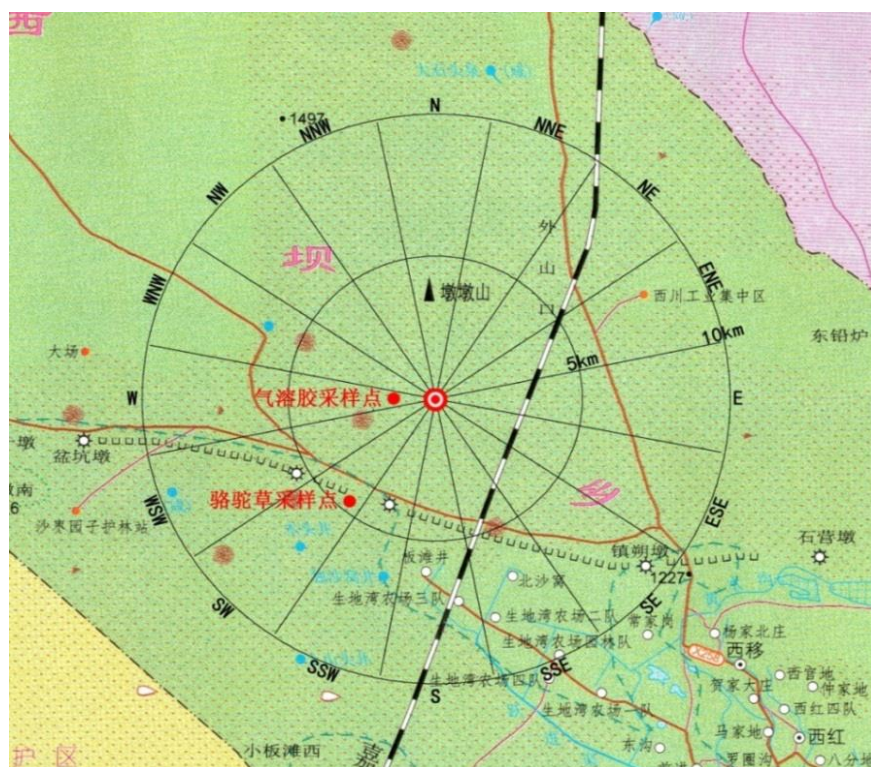


图 4.1 气溶胶和生物样 (骆驼草) 布点示意图

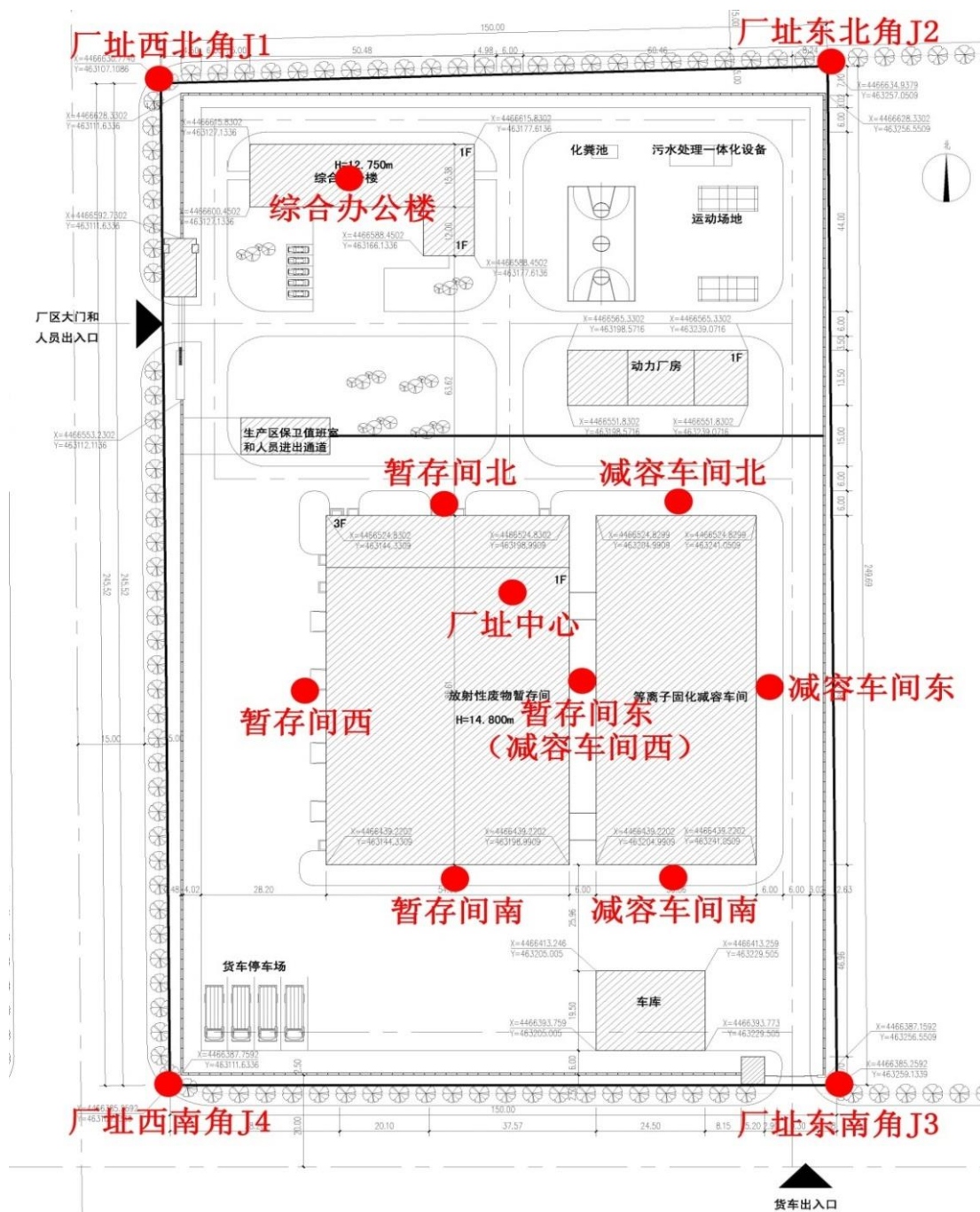


图 4.2 γ 剂量率和土壤监测布点示意图

4.1.2.3 监测结果

γ 辐射空气吸收剂量率监测结果见表 4.1。土壤中天然放射性核素监测结果见表 4.2。环境空气中核素浓度监测结果见表 4.3。环境生物样（骆驼草）核素浓度监测结果见表 4.4。

表 4.1 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果 (nGy/h)

样品编号	监测位置	分析结果
1	厂址中心	92
2	厂址西北角 J1	90
3	厂址东北角 J2	78
4	厂址东南角 J3	84
5	厂址西南角 J4	90
6	综合办公楼	85
7	废物暂存间北	90
8	废物暂存间西	85
9	废物暂存间南	81
10	废物暂存间东 (减容车间西)	84
11	减容车间北	83
12	减容车间东	82
13	减容车间南	87

表 4.2 土壤中天然放射性核素监测结果 (Bq/kg)

编号	监测位置	总 α	总 β	Co-58	Co-60	Nb-95	Mn-54	Zr-95	Cr-51
1	厂址西北角 J1	323	867	<0.31	<0.49	<0.39	<0.34	<0.72	<3.3
2	厂址东北角 J2	269	563	<0.33	<0.51	<0.41	<0.36	<0.74	<3.5
3	厂址东南角 J3	428	913	<0.32	<0.51	<0.37	<0.33	<0.75	<3.4
4	厂址西南角 J4	395	816	<0.32	<0.51	<0.36	<0.34	<0.74	<3.5
5	生地湾农场	319	642	<0.33	<0.50	<0.41	<0.35	<0.74	<3.5

表 4.3 环境空气中核素监测结果 (Bq/m³)

样品编号	点位名称	总 α	总 β	Co-58	Co-60	Nb-95	Mn-54	Zr-95	Cr-51
1	W 方向, 1.16km 处	0.19	1.49	<0.015	<0.017	<0.013	<0.015	<0.031	<0.11

表 4.4 环境生物样 (骆驼草) 核素监测结果 (Bq/kg)

样品编号	点位名称	总 α	总 β	Co-58	Co-60	Nb-95	Mn-54	Zr-95	Cr-51
1	SW 方向, 4.42km 处	5.36	281	<0.073	<0.13	<0.076	<0.076	<0.16	<0.67

4.1.2.4 监测结果评价

根据表 4.1 可知，本项目周围 γ 辐射空气吸收剂量率本底监测结果范围为：78~92nGy/h，根据《甘肃省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（甘肃省环境保护研究所，1989 年），酒泉市原野 γ 辐射剂量率范围为 23.3~94.8 nGy/h，因此，项目周边环境 γ 辐射空气吸收剂量率水平在酒泉市 γ 辐射剂量率水平范围内波动。

由表 4.2、表 4.3 和表 4.4 可知，本项目周围土壤、环境空气以及环境生物样（骆驼草）中人工放射性核素浓度（ ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Nb 、 ^{54}Mn 、 ^{95}Zr 、 ^{51}Cr ）均小于仪器的探测下限，表明项目周边土壤、空气和生物未受人工放射性核素污染。

4.1.3 补充本底调查

4.1.3.1 监测方法及分析方法的探测限

本次调查中采样，样品预处理方法及分析方法尽可能为有关的国家标准和行业标准。如果没有国家标准和行业标准将尽可能采用成熟的并经专家认可的方法，有关标准如下：

- 《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》(GB/T11743-2013)；
 - 《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T16140-2018）；
 - 《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T 11713-2015）；
 - 《生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T16145-2020）；
 - 《土壤中铯-90 的分析方法》（EJ/T 1035-2011）；
 - 《水和生物样品灰中铯-90 的放射化学分析方法》（HJ 815-2016）；
 - 《水中总 β 放射性测定蒸发法》（EJ/T900-1994）；
 - 《水中总 α 放射性浓度的测定厚源法》（EJ/T1075-1998）；
 - 《环境样品中微量铀的分析方法》（HJ840-2017）；
 - 《水和土壤样品中钚的放射化学分析方法》（HJ814-2016）；
- 本次样品分析过程中的探测下限见表 4.5。

表 4.5 各类样品分析方法的探测下限

分析项目	环境介质	样品用量	测量时间	探测下限
^{134}Cs	气溶胶	10000m^3	80000s	$5.8 \times 10^{-6}\text{Bq/m}^3$
^{137}Cs		10000m^3	80000s	$5.0 \times 10^{-6}\text{Bq/m}^3$
^{60}Co		10000m^3	80000s	$9.0 \times 10^{-6}\text{Bq/m}^3$
总 α		1000m^3	100min	$8.0 \times 10^{-5}\text{Bq/m}^3$
总 β		1000m^3	100min	$6.0 \times 10^{-5}\text{Bq/m}^3$
总铀		10m^3	/	$7.5 \times 10^{-5}\mu\text{g/m}^3$
^{90}Sr		10000m^3	700min	$6.2 \times 10^{-6}\text{Bq/m}^3$
$^{239+240}\text{Pu}$		100000m^3	24h	$5.0 \times 10^{-9}\text{Bq/m}^3$
^{137}Cs	水	50L	80000s	$1.6 \times 10^{-3}\text{Bq/L}$
^{134}Cs		50L	80000s	$1.4 \times 10^{-3}\text{Bq/L}$
^{58}Co		50L	80000s	$1.3 \times 10^{-3}\text{Bq/L}$
^{60}Co		50L	80000s	$1.7 \times 10^{-3}\text{Bq/L}$
总 α		3L	160min	$2.0 \times 10^{-2}\text{Bq/L}$
总 β		3L	160min	$5.0 \times 10^{-2}\text{Bq/L}$
^3H		1L	1000min	0.15Bq/L
^{14}C		50L	1000min	$2.0 \times 10^{-4}\text{Bq/L}$
^{90}Sr		50L	500min	$1.7 \times 10^{-4}\text{Bq/L}$
总铀		5mL	/	$0.02\mu\text{g/L}$
$^{239+240}\text{Pu}$		50L	24h	$1.0 \times 10^{-5}\text{Bq/L}$
^{137}Cs	土壤	300g	80000s	0.26Bq/kg
^{134}Cs				0.24Bq/kg
^{58}Co				0.22Bq/kg
^{60}Co				0.24Bq/kg
^{238}U				14Bq/kg
^{232}Th				1.1Bq/kg
^{226}Ra				0.69Bq/kg
^{40}K				4.5Bq/kg
^{90}Sr		30g	800min	0.20Bq/kg
^{137}Cs	生物	50g 灰	80000s	$2.0 \times 10^{-3}\text{Bq/g 灰}$
^{134}Cs				$1.0 \times 10^{-3}\text{Bq/g 灰}$
^{58}Co				$2.0 \times 10^{-3}\text{Bq/g 灰}$
^{60}Co				$3.0 \times 10^{-3}\text{Bq/g 灰}$
^{90}Sr		10g 灰	500min	$2.0 \times 10^{-3}\text{Bq/g 灰}$
总 α		0.2g 灰	1000min	0.13Bq/g 灰
总 β		0.2g 灰	600min	$2.0 \times 10^{-2}\text{Bq/g 灰}$

4.1.3.2 监测点位

(1) 陆地 γ 辐射/贯穿辐射水平

调查范围以极低放填埋场厂址中心为中心，半径 5km 范围。按半径范围 0~2km、2~5km 的 16 个方位角上分别选取测量点。监测频率为 1 次/季。累积剂量共布设了 27 个测量点位，选取的测量点位见表 4.6 和图 4.5、图 4.4。

表 4.6 环境 γ 辐射测量点及土壤采样点

序号	点位名称	方位	距离 (km)	监测项目	地表状况
1	低放边界东	SSE	0.485	剂量率、累积剂量、土壤	戈壁
2	低放边界西	SSW	0.461	连续剂量率、累积剂量、土壤	戈壁
3	低放边界南	S	0.832	剂量率、累积剂量、土壤	戈壁
4	低放边界北	S	0.182	剂量率、累积剂量、土壤	戈壁
5	极低放东北	ENE	0.571	剂量率、累积剂量	戈壁
6	极低放西南	ESE	0.326	剂量率、累积剂量	戈壁
7	极低放东南	ESE	0.578	剂量率、累积剂量	戈壁
8	极低放西北	ENE	0.312	剂量率、累积剂量	戈壁
9	减容车间东	E	0.174	剂量率、累积剂量	砂石
10	减容车间西	NW	0.129	剂量率、累积剂量	砂石
11	减容车间南	SSE	0.151	剂量率、累积剂量	砂石
12	减容车间北	N	0.157	剂量率、累积剂量	砂石
13	E 方位 1km	ESE	1.11	剂量率	戈壁
14	ESE 方位 1km	ESE	1.27	剂量率	戈壁
15	SE 方位 1km	SE	1.24	剂量率、累积剂量、土壤	戈壁
16	SSE 方位 1km	SSE	1.39	剂量率	戈壁
17	S 方位 1km	S	1.55	剂量率	戈壁
18	SSW 方位 1km	SSW	2.23	剂量率	戈壁
19	SW 方位 1km	SSW	1.61	剂量率、累积剂量、土壤	戈壁
20	WSW 方位 1km	SW	1.38	剂量率	戈壁
21	W 方位 1km	WSW	0.782	剂量率	戈壁
22	WNW 方位 1km	W	0.782	剂量率	戈壁
23	NW 方位 1km	WNW	1.01	剂量率、累积剂量、土壤	戈壁
24	NNW 方位 1km	NNW	0.960	剂量率	戈壁
25	N 方位 1km	N	0.610	剂量率	戈壁
26	NNE 方位 1km	NE	0.641	剂量率	戈壁

序号	点位名称	方位	距离 (km)	监测项目	地表状况
27	NE 方位 1km	ENE	0.922	剂量率、累积剂量、土壤	戈壁
28	ENE 方位 1km	E	1.04	剂量率	戈壁
29	E 方位 3km	E	3.11	剂量率	戈壁
30	ESE 方位 3km	ESE	2.97	剂量率、累积剂量	戈壁
31	SE 方位 3km	SE	3.15	剂量率	砂石
32	SSE 方位 3km	SSE	3.41	剂量率、累积剂量	沥青
33	S 方位 3km	S	3.55	剂量率	戈壁
34	SSW 方位 3km	SSW	3.62	剂量率、累积剂量	草地
35	SW 方位 3km	SW	3.32	剂量率	沥青
36	WSW 方位 3km	WSW	3.71	剂量率、累积剂量	土地
37	W 方位 3km	W	4.53	剂量率	沥青
38	WNW 方位 3km	WNW	2.59	剂量率、累积剂量	戈壁
39	NW 方位 3km	NW	3.24	剂量率	戈壁
40	NNW 方位 3km	NNW	2.56	剂量率、累积剂量	戈壁
41	N 方位 3km	N	2.53	剂量率	戈壁
42	NNE 方位 3km	NNE	2.65	剂量率、累积剂量	戈壁
43	NE 方位 3km	NE	2.49	剂量率	戈壁
44	ENE 方位 3km	ENE	2.73	剂量率、累积剂量	戈壁
45	生地湾农场	SSE	11.5	剂量率、累积剂量、土壤	草地
46	金瑞科创城	SSE	4.84	剂量率、累积剂量	沥青
47	西移村	SE	16.3	剂量率、累积剂量、土壤	土地



图 4.3 厂区范围内剂量率测量点位和土壤采样点

(2) 空气中气溶胶和 ^3H

空气布点时考虑居民区和主导风下风向，共布设 3 个采样点，布设在厂址边界西、生地湾农场和西移村。

气溶胶的监测项目为总 α 、总 β 、总铀、 ^{90}Sr 、 ^{241}Am 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{95}Nb 、 ^{95}Zr 和 ^{51}Cr 。监测频度为 1 次/半年。

测量点位具体见表 4.7 和图 4.5。

表 4.7 空气样品采样点

序号	点位名称	方位	距离 (km)
1	厂址边界西	NW	0.106
2	生地湾农场	SSE	10.8
3	西移村	SE	15.7

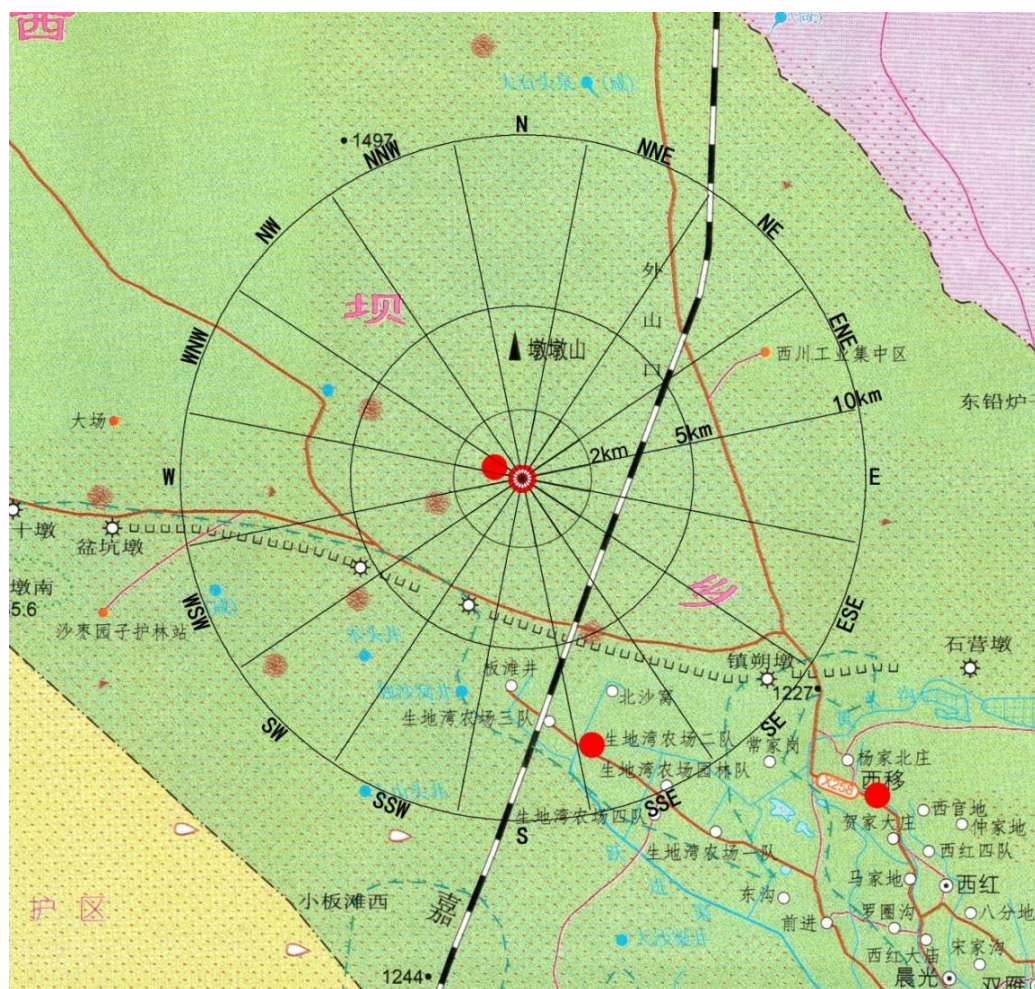


图 4.5 空气样品采样点

(3) 地下水

地下水选取厂址周围、生地湾农场和西移村的地下井，设置 3 个采样点。地下水监测项目为总 α 、总 β 、 ^3H 、总铀、 ^{90}Sr 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、

^{241}Am 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{95}Nb 、 ^{95}Zr 和 ^{51}Cr 。监测频率为 1 次/半年。

测量点位具体见表 4.8 和图 4.6。

表 4.8 地下水采样点

点位名称	方位	距离 km
厂区	ESE	0.345
生地湾农场	SSE	11.5
西坝乡	SE	16.0

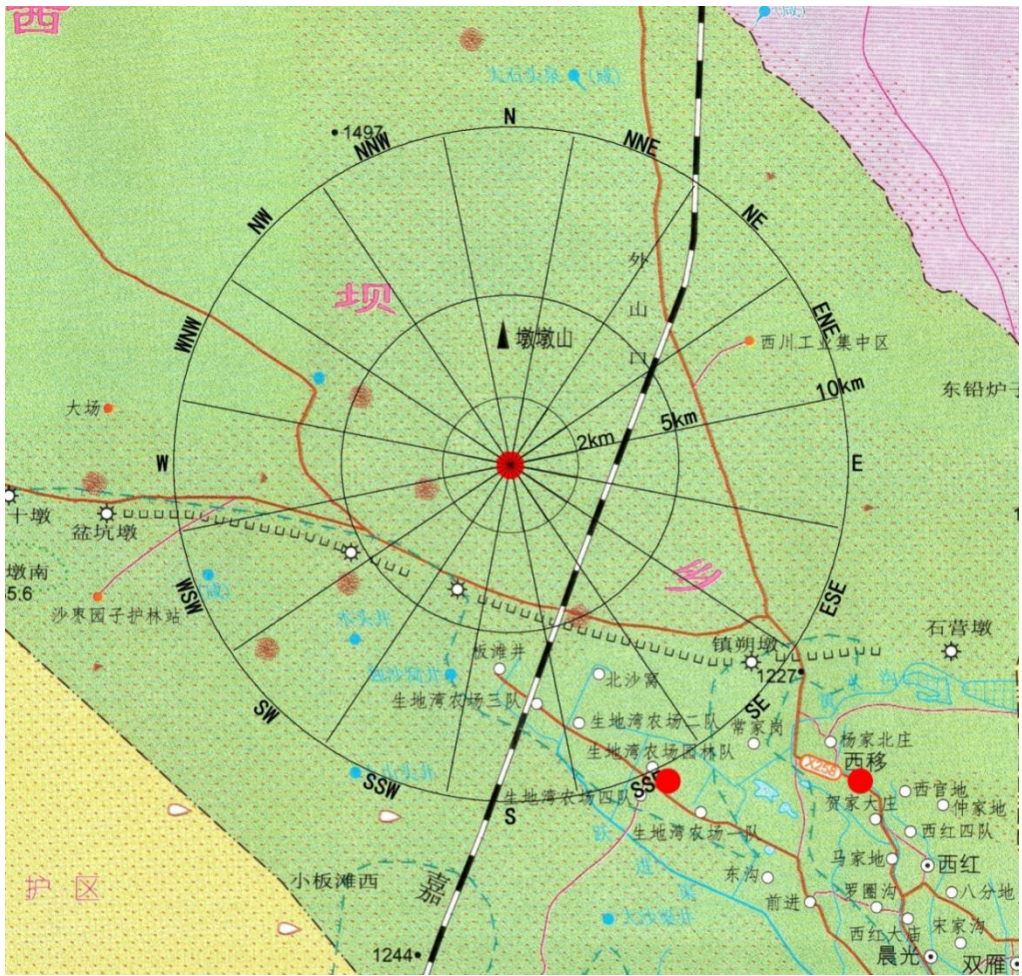


图 4.6 地下水采样点

(4) 土壤

土壤的调查范围为 5km 和环境敏感点，共设置 10 个采样点，在厂址西采集 1 个平行样品。选取采样点时兼顾各个方位。土壤的采样点位与对应的剂量率测量点位相同。土壤的监测项目为总 α 、总 β 、总铀、 ^{90}Sr 、 ^{241}Am 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{95}Nb 、 ^{95}Zr 、 ^{51}Cr 、 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{40}K 。监测频度为 1 次/半年。调查范围主要为戈壁，采集的土壤样品主要为戈壁的地表成分。

(5) 生物

生物样品的调查范围为厂址半径 10km 范围内。采集的当地生产的主要粮食作物、蔬菜、家禽、家畜以及戈壁滩的骆驼草，每种生物均布设 1 个采样点。监测项目为总 α 、总 β 、总铀、 ^{90}Sr 、 ^{241}Am 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{95}Nb 、 ^{95}Zr 和 ^{51}Cr 。采样频次为 1 次/年。

粮食作物采集麦粒，蔬菜采集韭菜，家禽采集鸡肉，家畜采集羊肉。粮食作物、蔬菜、家禽、家畜样品均采集自西移村，麦粒采集的是上个收获期储存的样品；蔬菜直接在菜地中采集；鸡肉和羊肉采自当地农户自家的养殖场。

本次辐射环境本底调查方案具体见表 4.9。

表 4.9 辐射环境本底调查方案

介质名称	监测对象	监测项目	监测频度	调查范围	采样点位	样品数量
γ 辐射剂量	瞬时 γ 辐射剂量率	γ 空气吸收剂量率	1 次/季	5km	47	94
	连续 γ 辐射剂量率		连续	5km	1	1
	累积剂量	TLD	1 次/季	5km	27	27
空气	气溶胶	总 α、总 β、总铀、 ⁹⁰ Sr、 ²⁴¹ Am、 ¹³⁴ Cs、 ¹³⁷ Cs、 ⁵⁸ Co、 ⁶⁰ Co、 ⁵⁴ Mn、 ⁹⁵ Nb、 ⁹⁵ Zr 和 ⁵¹ Cr	1 次/半年	10km	3	3
	HTO	³ H	1 次/半年	10km	3	3
土壤	土壤	总 α、总 β、总铀、 ⁹⁰ Sr、 ²⁴¹ Am、 ¹³⁴ Cs、 ¹³⁷ Cs、 ⁵⁸ Co、 ⁶⁰ Co、 ⁵⁴ Mn、 ⁹⁵ Nb、 ⁹⁵ Zr、 ⁵¹ Cr、 ²³⁸ U、 ²²⁶ Ra、 ²³² Th 和 ⁴⁰ K	1 次/半年	5km	10	11
水	地下水	总 α、总 β、 ³ H、总铀、 ⁹⁰ Sr、 ²³⁹⁺²⁴⁰ Pu、 ²⁴¹ Am、 ¹³⁴ Cs、 ¹³⁷ Cs、 ⁵⁸ Co、 ⁶⁰ Co、 ⁵⁴ Mn、 ⁹⁵ Nb、 ⁹⁵ Zr 和 ⁵¹ Cr	1 次/半年	10km	3	2
生物	粮食-麦粒	总 α、总 β、总铀、 ⁹⁰ Sr、 ²⁴¹ Am、 ¹³⁴ Cs、 ¹³⁷ Cs、 ⁵⁸ Co、 ⁶⁰ Co、 ⁵⁴ Mn、 ⁹⁵ Nb、 ⁹⁵ Zr 和 ⁵¹ Cr	1 次/年	10km	1	1
	蔬菜-韭菜		1 次/年	10km	1	1
	家禽-鸡肉		1 次/年	10km	1	1
	家畜-羊肉		1 次/年	10km	1	1
	骆驼草		1 次/年	10km	1	1
合计					99	146

4.1.3.3 监测结果

(1) 剂量率

地表 γ 辐射剂量率一共测量了 47 个点位，包括 34 个戈壁地面、5 个砂石地面、4 个沥青路面、2 个土地地面和 2 个草地地面。所有点位测量结果范围为 90.8~133nGy/h, 均值为 111nGy/h。从整体上看，调查范围内所有地表剂量率测量结果未发现异常，属于正常的本底水平。具体测量结果见表 4.10。

表 4.10 剂量率测量结果

点位编号	点位名称	2020.7 结果 (nGy/h)	2020.10 结果 (nGy/h)	TLD 计算出的剂量率结果 (nGy/h)
1	低放边界东	110 $\pm$ 5	117 $\pm$ 2	137.6
2	低放边界西	111 $\pm$ 3	117 $\pm$ 2	129.7
3	低放边界南	129 $\pm$ 2	123 $\pm$ 2	136.6
4	低放边界北	107 $\pm$ 4	109 $\pm$ 1	124.9
5	极低放东北	113 $\pm$ 3	114 $\pm$ 1	137.5
6	极低放西南	116 $\pm$ 4	118 $\pm$ 1	138.9
7	极低放东南	100 $\pm$ 4	111 $\pm$ 1	/
8	极低放西北	109 $\pm$ 4	120 $\pm$ 1	132.8
9	减容车间东	112 $\pm$ 3	116 $\pm$ 1	132.1
10	减容车间西	131 $\pm$ 3	131 $\pm$ 1	148.9
11	减容车间南	115 $\pm$ 3	120 $\pm$ 2	130.0
12	减容车间北	108 $\pm$ 4	112 $\pm$ 1	127.3
13	E 方位 1km	97.9 $\pm$ 4.8	95.1 $\pm$ 0.5	/
14	ESE 方位 1km	98.2 $\pm$ 5.1	98.6 $\pm$ 0.3	/
15	SE 方位 1km	114 $\pm$ 4	106 $\pm$ 1	/
16	SSE 方位 1km	103 $\pm$ 2	97.5 $\pm$ 0.5	/
17	S 方位 1km	133 $\pm$ 4	130 $\pm$ 1	/
18	SSW 方位 1km	109 $\pm$ 3	107 $\pm$ 1	/
19	SW 方位 1km	113 $\pm$ 3	109 $\pm$ 1	123.9
20	WSW 方位 1km	110 $\pm$ 3	105 $\pm$ 1	/
21	W 方位 1km	119 $\pm$ 3	104 $\pm$ 1	/
22	WNW 方位 1km	111 $\pm$ 3	113 $\pm$ 1	/
23	NW 方位 1km	99.8 $\pm$ 4.0	98.1 $\pm$ 0.5	117.3
24	NNW 方位 1km	112 $\pm$ 6	108 $\pm$ 1	/
25	N 方位 1km	98.9 $\pm$ 3.5	94.3 $\pm$ 0.4	/
26	NNE 方位 1km	101 $\pm$ 3	98.7 $\pm$ 0.8	/
27	NE 方位 1km	112 $\pm$ 7	107 $\pm$ 1	/
28	ENE 方位 1km	117 $\pm$ 6	113 $\pm$ 1	/
29	E 方位 3km	124 $\pm$ 3	120 $\pm$ 2	/
30	ESE 方位 3km	126 $\pm$ 4	118 $\pm$ 1	142.1
31	SE 方位 3km	122 $\pm$ 6	115 $\pm$ 1	/
32	SSE 方位 3km	115 $\pm$ 6	119 $\pm$ 1	135.1
33	S 方位 3km	96.5 $\pm$ 3.6	99.7 $\pm$ 0.4	/
34	SSW 方位 3km	122 $\pm$ 6	114 $\pm$ 1	/

点位编号	点位名称	2020.7 结果 (nGy/h)	2020.10 结果 (nGy/h)	TLD 计算出的剂量率结果 (nGy/h)
35	SW 方位 3km	93.8±4.6	91.3±0.3	/
36	WSW 方位 3km	91.8±5.4	96.6±0.6	121.8
37	W 方位 3km	91.8±5.4	91.5±0.5	/
38	WNW 方位 3km	107±4	105±1	123.7
39	NW 方位 3km	107±5	102±1	/
40	NNW 方位 3km	90.8±3.6	94.7±0.4	108.8
41	N 方位 3km	113±8	112±1	/
42	NNE 方位 3km	125±8	128±1	134.8
43	NE 方位 3km	113±2	106±1	/
44	ENE 方位 3km	119±3	117±3	137.6
45	生地湾农场	107±5	104±1	113.5
46	金瑞科创城	117±4	120±2	132.0
47	西移村	107±4	102±2	115.7
范围		90.8~133	91.3~131	108.8~148.9
均值		111	110	129.7

注：表中数据未扣除宇宙射线响应。

(2) 空气中气溶胶和 ^3H

空气共布设了 3 个点位，气溶胶分析项目包括总 α 、总 β 、总铀、 ^{90}Sr 、 ^{241}Am 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{95}Nb 、 ^{95}Zr 和 ^{51}Cr 和 ^3H ，具体测量结果见表 4.11 和表 4.12。

空气中 ^3H 的测量结果均值为 4.79mBq/m^3 ，总 α 测量结果均值为 0.31mBq/m^3 ，总 β 测量结果均值为 0.83mBq/m^3 ，总铀测量结果均值为 0.59ng/m^3 ， ^{90}Sr 测量结果均值为 $6.78\mu\text{Bq/m}^3$ 。

表 4.11 空气中 ^3H 测量结果

采样点位	^3H mBq/m^3
厂址边界西	4.65 ± 0.37
生地湾农场	5.51 ± 0.31
西移村	4.20 ± 0.36
均值	4.79 ± 0.67

(3) 地下水

地下水布设了 3 个采样点，分析项目为总 α 、总 β 、总铀、 ^{90}Sr 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{63}Ni 、 ^{241}Am 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{95}Nb 、 ^{95}Zr 和 ^{51}Cr 。具体测量结果见表 4.13 和表 4.14。

总 α 均值为 $0.83\pm0.58\text{Bq/L}$ ；总 β 均值为 $1.15\pm1.09\text{Bq/L}$ ；总铀均值为 $17.0\pm13.9\mu\text{g/L}$ ； ^{90}Sr 均值为 $6.19\pm5.06\text{mBq/L}$ ； $^{239+240}\text{Pu}$ 均值为 $0.059\pm0.053\text{mBq/L}$ ； ^{14}C 均值为 $2.41\pm1.37\text{mBq/L}$ ； ^3H 在西移村的测量

结果高于探测限，为 0.20 Bq/L；其他核素测量结果均低于探测限。

(4) 土壤

土壤样品分析项目为总 α 、总 β 、总铀、 ^{90}Sr 、 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 、 ^{241}Am 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{95}Nb 、 ^{95}Zr 和 ^{51}Cr 。具体测量结果见表 4.15 和表 4.16。

^{238}U 测量结果范围为 13.0~45.1Bq/kg，各点位均值为 $29.5 \pm 10.6\text{Bq/kg}$ ； ^{226}Ra 测量结果范围为 13.3~27.8Bq/kg，各点位均值为 $22.5 \pm 5.1\text{Bq/kg}$ ； ^{232}Th 测量结果范围为 15.0~38.6Bq/kg，各点位均值为 $28.8 \pm 7.6\text{Bq/kg}$ ； ^{40}K 测量结果范围为 450~698Bq/kg，各点位均值为 $593 \pm 79\text{Bq/kg}$ ； ^{137}Cs 测量结果范围为 <MDC~8.26Bq/kg，各点位均值为 $5.00 \pm 2.02\text{Bq/kg}$ ；总 α 测量结果范围为 416~683Bq/kg，各点位均值为 $557 \pm 80\text{Bq/kg}$ ；总 β 测量结果范围为 636~917Bq/kg，各点位均值为 $810 \pm 79\text{Bq/kg}$ ；总铀测量结果范围为 0.50~17.4 $\mu\text{g/g}$ ，各点位均值为 $3.94 \pm 4.63\mu\text{g/g}$ ； ^{90}Sr 测量结果范围为 0.39~2.84Bq/kg，各点位均值为 $1.55 \pm 0.75\text{Bq/kg}$ 。

(5) 生物

生物样品采集了植物样品和动物样品，植物样品包括小麦、韭菜、骆驼草等 5 种样品，动物样品采集了羊肉和鸡肉。分析项目为总 α 、总 β 、总铀、 ^{90}Sr 、 ^{241}Am 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{95}Nb 、 ^{95}Zr 和 ^{51}Cr 。具体测量结果见表 4.17 和表 4.18。

植物产品中总 α 浓度范围为 1.76~51.5Bq/kg，总 β 浓度范围为 123~206Bq/kg，总铀浓度范围为 5.97~191 $\mu\text{g/kg}$ 鲜， ^{90}Sr 浓度范围为 0.04~1.31Bq/kg，骆驼草中的 ^{137}Cs 浓度为 0.40Bq/kg，其余核素测量结果均小于探测限。

动物产品中总 α 浓度范围为 0.13~0.45Bq/kg，总 β 浓度范围为 40.0~57.1Bq/kg，总铀浓度范围为 0.50 $\mu\text{g/kg}$ 鲜， ^{90}Sr 浓度范围为 5.0~10Bq/kg，其余核素测量结果均小于探测限。

表 4.12 气溶胶测量结果

采样点位	总 α mBq/m ³	总 β mBq/m ³	总铀 ng/m ³	⁹⁰ Sr μBq/m ³	²⁴¹ Am μBq/m ³	¹³⁴ Cs μBq/m ³	¹³⁷ Cs μBq/m ³	⁵⁸ Co μBq/m ³	⁶⁰ Co μBq/m ³	⁵⁴ Mn μBq/m ³	⁹⁵ Nb μBq/m ³	⁹⁵ Zr μBq/m ³	⁵¹ Cr μBq/m ³
厂址边界西	0.31±0.02	0.79±0.01	0.47±0.01	8.71±0.50	<9.9	<8.6	<9.0	<8.5	<8.9	<7.9	<7.8	<0.17	<0.67
生地湾农场	0.33±0.02	0.95±0.01	0.68±0.03	7.71±0.39	<9.4	<7.9	<7.8	<7.3	<8.5	<7.9	<6.9	<0.16	<0.64
西移村	0.30±0.02	0.75±0.01	0.61±0.04	3.91±0.38	<9.7	<8.4	<8.5	<8.2	<8.8	<8.6	<7.4	<0.17	<0.64
均值	0.31±0.02	0.83±0.11	0.59±0.11	6.78±2.53	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 4.13 地下水测量结果（一）

采样点位	总 α Bq/L	总 β Bq/L	总铀 μg/L	⁹⁰ Sr mBq/L	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu mBq/L	³ H Bq/L	¹⁴ C mBq/L	⁶³ Ni Bq/L
厂区	1.21±0.21	2.33±0.10	16.3±0.3	11.9±0.3	0.12±0.02	<0.14	1.09±0.15	<0.05
生地湾农场	0.16±0.03	0.17±0.01	3.44±0.04	2.26±0.10	0.031±0.005	<0.14	3.82±0.22	<0.05
西移村	1.13±0.09	0.94±0.03	31.3±0.1	4.40±0.11	0.025±0.005	0.20±0.05	2.32±0.33	<0.05
均值	0.83±0.58	1.15±1.09	17.0±13.9	6.19±5.06	0.059±0.053	/	2.41±1.37	/

表 4.14 地下水测量结果（二）

采样点位	²⁴¹ Am mBq/L	¹³⁴ Cs mBq/L	¹³⁷ Cs mBq/L	⁵⁸ Co mBq/L	⁶⁰ Co mBq/L	⁵⁴ Mn mBq/L	⁹⁵ Nb mBq/L	⁹⁵ Zr mBq/L	⁵¹ Cr mBq/L
厂区	<1.4	<0.98	<1.2	<0.91	<0.90	<1.3	<1.2	<2.1	<7.1
生地湾农场	<6.3	<4.3	<4.5	<4.8	<4.7	<5.0	<4.7	<10	<36
西移村	<9.7	<6.0	<6.5	<6.2	<6.5	<6.8	<6.2	<14	<48

表 4.15 土壤测量结果（一）

采样点位	总 α Bq/kg	总 β Bq/kg	总铀 $\mu\text{g/g}$	^{90}Sr Bq/kg	^{241}Am Bq/kg	^{134}Cs Bq/kg	^{137}Cs Bq/kg	^{58}Co Bq/kg	^{60}Co Bq/kg
厂址边界东	635 $\pm$ 39	917 $\pm$ 16	3.19 $\pm$ 0.24	1.62 $\pm$ 0.10	<1.0	<0.52	5.48 $\pm$ 0.20	<0.53	<0.88
厂址边界西-1	615 $\pm$ 38	853 $\pm$ 15	3.17 $\pm$ 0.01	2.39 $\pm$ 0.10	<1.4	<0.73	3.57 $\pm$ 0.32	<0.71	<1.1
厂址边界西-2	563 $\pm$ 37	855 $\pm$ 15	2.50 $\pm$ 0.05	2.15 $\pm$ 0.09	<1.0	<0.46	4.42 $\pm$ 0.23	<0.50	<0.87
厂址边界南	683 $\pm$ 40	883 $\pm$ 16	17.37 $\pm$ 0.48	1.68 $\pm$ 0.09	<1.3	<0.68	6.67 $\pm$ 0.32	<0.74	<1.1
厂址边界北	611 $\pm$ 39	793 $\pm$ 15	3.12 $\pm$ 0.10	1.71 $\pm$ 0.09	<0.74	<0.40	<0.44	<0.41	<0.75
SE 方位 1km	416 $\pm$ 24	832 $\pm$ 12	1.70 $\pm$ 0.06	0.78 $\pm$ 0.09	<1.1	<0.58	<0.64	<0.63	<1.1
SW 方位 1km	506 $\pm$ 26	819 $\pm$ 12	1.94 $\pm$ 0.14	1.37 $\pm$ 0.09	<1.0	<0.49	8.26 $\pm$ 0.26	<0.51	<0.86
NW 方位 1km	551 $\pm$ 28	734 $\pm$ 12	5.48 $\pm$ 0.11	2.84 $\pm$ 0.11	<1.3	<0.68	2.14 $\pm$ 0.29	<0.70	<1.2
NE 方位 1km	585 $\pm$ 31	842 $\pm$ 12	0.50 $\pm$ 0.03	1.47 $\pm$ 0.08	<1.0	<0.50	4.44 $\pm$ 0.24	<0.53	<0.89
生地湾农场	512 $\pm$ 29	636 $\pm$ 11	2.35 $\pm$ 0.13	0.39 $\pm$ 0.08	<1.3	<0.65	<0.79	<0.66	<1.1
西移村	452 $\pm$ 28	746 $\pm$ 12	1.97 $\pm$ 0.01	0.64 $\pm$ 0.06	<0.93	<0.46	<0.52	<0.47	<0.82
范围	416~683	636~917	0.50~17.4	0.39~2.84	/	/	< MDC~8.26	/	/
均值	557 $\pm$ 80	810 $\pm$ 79	3.94 $\pm$ 4.63	1.55 $\pm$ 0.75	/	/	5.00 $\pm$ 2.02	/	/

注：在厂址边界西采集平行样品。

表 4.16 土壤测量结果（二）

采样点位	⁵⁴ Mn Bq/kg	⁹⁵ Nb Bq/kg	⁹⁵ Zr Bq/kg	⁵¹ Cr Bq/kg	²³⁸ U Bq/kg	²²⁶ Ra Bq/kg	²³² Th Bq/kg	⁴⁰ K Bq/kg
厂址边界东	<0.63	<0.60	<1.2	<3.9	36.5±2.8	27.3±0.6	33.1±1.1	515±8
厂址边界西-1	<0.80	<0.80	<1.5	<5.2	40.2±3.9	23.8±0.8	31.5±1.6	641±10
厂址边界西-2	<0.60	<0.51	<1.1	<3.8	45.1±2.9	27.5±0.5	38.6±1.1	638±7
厂址边界南	<0.75	<0.69	<1.5	<5.1	35.6±3.4	27.8±0.8	36.8±1.5	642±10
厂址边界北	<0.46	<0.40	<0.83	<2.9	13.0±0.3	14.3±0.4	15.0±0.8	551±6
SE 方位 1km	<0.67	<0.56	<1.2	<4.1	13.0±2.6	13.3±0.5	15.4±1.1	647±10
SW 方位 1km	<0.57	<0.49	<1.1	<3.8	28.4±2.4	26.5±0.6	33.4±1.1	622±7
NW 方位 1km	<0.80	<0.65	<1.5	<5.2	29.9±3.1	18.7±0.6	28.6±1.5	450±9
NE 方位 1km	<0.61	<0.50	<1.1	<3.7	26.3±2.4	24.0±0.5	28.5±1.0	698±8
生地湾农场	<0.85	<0.65	<1.4	<5.1	36.1±3.4	23.0±0.7	28.9±1.4	485±9
西移村	<0.56	<0.45	<1.0	<3.5	20.8±2.6	21.6±0.5	27.2±0.9	629±7
范围	/	/	/	/	13.0~45.1	13.3~27.8	15.0~38.6	450~698
均值	/	/	/	/	29.5±10.6	22.5±5.1	28.8±7.6	593±79

注：在厂址边界西采集平行样品。

表 4.17 生物测量结果（一）

样品名称	总 α Bq/kg 鲜	总 β Bq/kg 鲜	总铀 $\mu\text{g/kg}$ 鲜	^{90}Sr Bq/kg 鲜	^{241}Am Bq/kg 鲜	^{134}Cs Bq/kg 鲜	^{137}Cs Bq/kg 鲜
小麦	3.88 $\pm$ 0.40	123 $\pm$ 1	5.97 $\pm$ 0.02	0.14 $\pm$ 0.01	<0.12	<0.092	<0.10
韭菜	1.76 $\pm$ 0.27	145 $\pm$ 1	12.4 $\pm$ 0.4	0.04 $\pm$ 0.01	<0.10	<0.070	<0.078
骆驼草	51.5 $\pm$ 2.4	206 $\pm$ 2	191 $\pm$ 1	1.31 $\pm$ 0.02	<0.40	<0.32	0.40 $\pm$ 0.07
鸡肉	0.45 $\pm$ 0.12	57.1 $\pm$ 0.3	0.50 $\pm$ 0.09	10 $\pm$ 1	<0.058	<0.041	<0.047
羊肉	0.13 $\pm$ 0.07	40.0 $\pm$ 0.2	0.50 $\pm$ 0.01	5.0 $\pm$ 0.5	<0.035	<0.025	<0.029

注：骆驼草采集的是干样，对应分析结果单位为 Bq/kg 干。

表 4.18 生物测量结果（二）

样品名称	^{58}Co Bq/kg 鲜	^{60}Co Bq/kg 鲜	^{54}Mn Bq/kg 鲜	^{95}Nb Bq/kg 鲜	^{95}Zr Bq/kg 鲜	^{51}Cr Bq/kg 鲜	灰鲜比
小麦	<0.10	<0.17	<0.10	<0.097	<0.21	<0.66	0.0217
韭菜	<0.080	<0.14	<0.078	<0.077	<0.17	<0.51	0.0165
鸡肉	<0.048	<0.079	<0.045	<0.043	<0.095	<0.29	0.00848
羊肉	<0.028	<0.049	<0.028	<0.026	<0.058	<0.18	0.00582
骆驼草	<0.32	<0.45	<0.33	<0.34	<0.75	<2.4	0.0806

注：骆驼草采集的是干样，对应分析结果单位为 Bq/kg 干和灰干比。

4.2 非放环境质量现状

本次区域非放大气环境质量采用《2022年酒泉市环境质量公报》给出的金塔县平均空气质量浓度。2022年，东方新环委托甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院对“极低放废物治理项目”场址周围土壤及环境空气中的重金属进行了补充测量。

4.2.1 区域非放大气环境质量现状

根据《2022年酒泉市环境质量公报》，2022年金塔县环境空气质量优良率为82.6%，SO₂年平均浓度值为4μg/m³；NO₂年平均浓度值为13μg/m³；O₃日最大8小时平均浓度第90百分位数115μg/m³，CO日平均浓度值第95百分位数为0.9mg/m³；PM₁₀年平均浓度值66μg/m³；PM_{2.5}年平均浓度值24μg/m³；2022年，金塔县空气中六项污染物指标均值浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准限值，项目所在区域为环境空气达标区。

2024年7月，东方瑞龙委托酒泉新时代环境检测科技有限公司对周围环境大气中主要污染因子进行了监测，监测结果见表4.19，监测报告见附件10。

表 4.19 环境空气监测结果

项目	单位	监测频次				标准 值	是否 满足
		1	2	3	4		
颗粒物	mg/m ³	0.388	0.380	0.375	0.377	/	满足
二氧化硫	mg/m ³	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.5	满足
氮氧化物	mg/m ³	0.006	0.007	0.009	0.008	0.25	满足
氟化物	mg/m ³	1.10×10 ⁻²	1.06×10 ⁻²	1.09×10 ⁻²	1.11×10 ⁻²	0.02	满足
氯化物	mg/m ³	0.007	0.006	0.008	0.008	0.05	满足
一氧化碳	mg/m ³	1.1	0.9	0.7	1.2	10	满足

由表可以看出，本工程周围环境空气中主要污染因子浓度满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准的要求。

4.2.2 土壤补充环境监测

4.2.2.1 检测范围、检测项目及检测点布设

本次检测为东方新环极低放废物治理项目区域内，该项目区域东

西长 250m，南北宽 250m。检测项目为土壤和环境空气中的锑、砷（无机）、镉、铬（六价）、汞（总汞）、铍、钴、锡、镍、钒、锌、铜共 12 项。

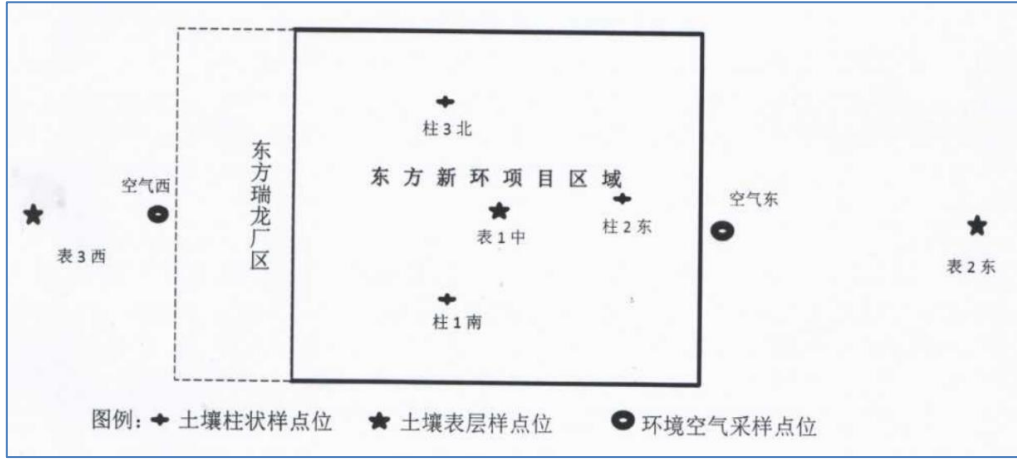


图 4.7 土壤及环境空气采样点位分布图

4.2.2.2 检测测频次、检测方法及检出限

本次土壤及环境空气现状检测，只采样一次，检测一次，取样时间为 2022 年 2 月 22 日。土壤样品检测方法、检出限详见表 4.20；环境空气检测方法、检出限详见表 4.21。

表 4.20 土壤检测方法一览表

序号	检测项目	标准方法及代号	仪器设备	检出限
1	铬(六价)	土壤六价铬碱消解 HJ1082-2019	原子吸收仪	0.50mg/kg
2	汞(总汞)	土壤和沉积物汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解原子荧光法 HJ680-2013	原子荧光光度计	0.002mg/kg
3	铍	区域地球化学样品分析方法 DZ/T0279.3-2016 和区域地球化学样品分析方法 DZ/T0279.5-2016	等离子发射质谱仪	0.006mg/kg
4	镉			0.021mg/kg
5	镍			0.60mg/kg
6	钴			0.02mg/kg
7	铜			0.60mg/kg
8	砷(无机)	土壤和沉积物汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解原子荧光法 HJ680-2013	原子荧光光度计	0.01mg/kg
9	锑	区域地球化学样品分析方法 DZ/T0279.1-2016	等离子发射质谱仪	0.01mg/kg
10	锡	区域地球化学样品分析方法 DZ/T0279.1-2016	X 荧光	3.39mg/kg
11	钒			2.50mg/kg
12	锌			1.75mg/kg

表 4.21 环境空气检测方法一览表

序号	检测项目	标准方法及代号	仪器设备	检出限
1	铬(六价)	空气和废气监测分析方法(第四版增补版)二苯碳酰二肼分光光度法	分光光度计	$4 \times 10^{-6} \text{mg/m}^3$
2	汞(总汞)	空气和废气监测分析方法(第四版增补版)原子荧光分光光度法	原子荧光光度计	$6.6 \times 10^{-6} \text{mg/m}^3$
3	铍	空气和废气颗粒物中金属元素的测定电感耦合等离子体质谱法 HJ657-2013	等离子发射质谱仪	0.03mg/m^3
4	镉			0.03mg/m^3
5	锑			0.09mg/m^3
6	钴			0.03mg/m^3
7	铜			0.7mg/m^3
8	砷(无机)			0.7mg/m^3
9	镍			0.5mg/m^3
10	锡			0.05mg/m^3
11	钒			0.1mg/m^3
12	锌			3.0mg/m^3

4.2.2.3 质量控制

为了保证此次检测结果的客观性和准确性，监测单位从人员、设备、方法、质量管理上采取以下措施：

- 1、所有检测人员均接受了业务培训，考核符合后，持证上岗证；
- 2、本次检测所用仪器、量器经计量单门检定符合并在有效期内；
- 3、检测方法均采用国家或部门颁发的最新标准方法；
- 4、所有检测结果均经过检测组、质量负责人、技术负责人三级质量审核；
- 5、检测严格按照相关检测技术规范要求在受控条件下进行；
- 6、本项目检测采用平行样分析监控检测精密度、采用有证标准样品监控准确度，没有标准样品的采取加标回收方式监控准确度。

4.2.2.4 监测结果

本次土壤重金属检测结果详见表 4.22，由表可以看出，工程周围土壤中主要重金属浓度均小于《土壤环境质量标准 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第二类用地筛选值，

本次环境空气重金属检测结果详见表 4.23。由表可以看出，工程周围环境中空气中汞（总汞）的浓度范围为 $<6.6 \times 10^{-6} \sim 1.3 \times 10^{-5} \text{mg/m}^3$ ，

钒的浓度范围为 $<0.1\sim0.18\text{mg/m}^3$ ，锑、砷（无机）、镉、铬（六价）、汞（总汞）、铍、钴、锡、镍、锌、铜的浓度均小于仪器的探测下限。

4.3 监测结果评价

辐射环境本底调查结果表明场址周围剂量率测量结果未发现高本底区域，属于正常本底水平，各环境介质的活度浓度基本保持在正常的环境水平。

2022 年金塔县环境空气质量综合评价达到二级标准；场址周围土壤中重金属浓度均小于《土壤环境质量标准 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第二类用地筛选值。

表 4.22 土壤重金属监测结果 (mg/kg)

序号	分析编号	采样地点	铬(六价)	汞(总汞)	铍	镉	锑	钴	铜	砷(无机)	镍	锡	钒	锌
1	21WH-254	表层 1 中	ND	0.016	2.61	0.300	1.07	11.0	44.8	17.3	27.8	4.10	57.6	57.5
2	21WH-255	表层 2 东	ND	0.022	3.35	0.530	1.14	9.96	25.8	45.9	24.8	ND	62.8	46.7
3	21WH-256	表层 3 西	ND	0.018	3.42	0.500	1.49	15.7	38.9	29.2	43.6	4.50	65.4	70.5
4	21WH-257	柱 1 南上	ND	0.016	4.31	0.300	1.63	15.3	35.9	24.5	35.8	6.60	79.3	63.2
5	21WH-258	柱 1 南中	ND	0.009	3.18	0.270	1.22	9.89	25.6	13.9	27.7	3.60	55.8	47.1
6	21WH-259	柱 1 南下	ND	0.011	7.68	0.550	1.67	15.9	43.8	31.9	39.1	3.90	91.3	74.8
7	21WH-260	柱 2 东上	ND	0.014	4.59	0.180	1.07	12.1	26.9	15.5	29.9	5.00	65.7	57.6
8	21WH-261	柱 2 东中	ND	0.012	1.46	0.100	1.02	10.4	23.2	18.9	26.0	ND	73.8	62.4
9	21WH-262	柱 2 东下	ND	0.023	1.76	0.090	1.50	18.4	38.0	37.3	44.0	4.70	93.2	75.4
10	21WH-263	柱 3 北上	ND	0.019	1.31	0.090	0.97	8.33	18.8	16.3	22.2	ND	52.3	48.3
11	21WH-264	柱 3 北上 P	ND	0.017	2.41	0.190	0.89	8.60	20.8	13.1	22.7	ND	48.1	47.1
12	21WH-265	柱 3 北下	ND	0.008	1.87	0.690	1.30	9.18	22.4	31.1	25.0	ND	58.3	53.6
13	21WH-266	柱 3 北下 P	ND	0.007	2.03	0.190	1.42	12.5	29.6	28.8	34.3	ND	61.8	56.4
GB36600-2018 给出的第二类用地 筛选值			5.7	38	29	65	180	70	18000	60	900	/	752	/

表 4.23 环境空气重金属检测结果 (mg/m³)

序号	分析编号	采样地点	铬(六价)	汞(总汞)	铍	镉	锑	钴	铜	砷(无机)	镍	锡	钒	锌
1	21WH-267	厂界东	0.3L	8.0×10^{-6}	0.03L	0.03L	0.09L	0.03L	0.7L	0.7L	0.5L	0.05L	0.18	3.0L
2	21WH-269	厂界西	0.3L	1.3×10^{-5}	0.03L	0.03L	0.09L	0.03L	0.7L	0.7L	0.5L	0.05L	0.1L	3.0L
3	21WH-270	厂界西 P	0.3L	6.6×10^{-6} L	0.03L	0.03L	0.09L	0.03L	0.7L	0.7L	0.5L	0.05L	0.1L	3.0L

第五章 施工期环境影响回顾

项目施工建设过程中产生的污染物主要有扬尘、施工废水、噪声和固体废物。在项目实施期间，采取了严格的环境保护措施和污染防治措施，具体情况如下：

（1）完善施工现场环境管理责任制度建设

明确施工单位各层级管理人员、技术主管、现场工长环保职责，建立环境检查制度，建设单位和施工单位进行环境检查，让现场环境管理措施能落到实处。

（2）废气污染防治措施

基础工程中表层土石方开挖尽量选择无风天气，及时洒水，抑制粉尘飞扬。运输产生扬尘的物资时，使用密闭车或进行遮盖。施工现场对外的混凝土、砂土等材料使用防尘网进行遮盖。对裸露地面进行喷水减灰。

在施工期间，对厂界上下风向 TSP 浓度进行了监测，监测仪器为激光粉尘连续测试仪，型号为 Pc-3A(E)，施工期间厂界上下风向 TSP 浓度监测结果见表 5.1，由表可以看出，厂界 TSP 浓度范围为 5~33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中相关要求，施工期周界外 TSP 浓度最高点不高于 1 mg/m^3 。

表 5.1 厂界 TSP 浓度监测结果

序号	监测日期	监测点位	监测结果（单位： mg/m^3 ）		
			读数 1	读数 2	读数 3
1	2021.04.26	厂界上风向	0.009	0.008	0.005
		厂界下风向	0.021	0.028	0.017
2	2021.08.03	厂界上风向	0.007	0.005	0.006
		厂界下风向	0.013	0.009	0.018
3	2021.10.12	厂界上风向	0.006	0.008	0.009
		厂界下风向	0.026	0.021	0.019
4	2022.01.11	厂界上风向	0.009	0.007	0.009
		厂界下风向	0.025	0.033	0.029
5	2022.04.07	厂界上风向	0.005	0.008	0.006
		厂界下风向	0.028	0.024	0.027
6	2022.07.14	厂界上风向	0.005	0.007	0.009
		厂界下风向	0.019	0.028	0.024

（3）废水

施工期产生的施工废水、污水进行收集后用于场地喷洒降尘。在施工现场设置临时旱厕，收集施工人员生活污水，并定期清运。

现场施工废水基本自然蒸发，施工机械产生的少量含油废水收集后送入污水一体化处理设施进行处理。建立旱厕收集生活污水，定期清运。由此可见，施工过程产生的废水对环境基本没有影响。

（4）固体废物

工程施工期产生的固体废弃物主要包括建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。施工期间，对建筑垃圾、工程渣土进行回用，不能利用的堆放在厂区北门空地，进行覆盖，工程结束后已完成清理。生活垃圾集中收集，由环卫车收走处理。施工过程中固体废物对环境造成的影响很小。

（5）噪声

施工现场周边 1km 内无居民，仅有施工单位人员临时住所，临时住所采用隔音板房降低噪声。不在夜间进行噪声施工，避免影响现场工人休息。同时，选择低噪声的施工设备；对于噪声较高的设备，加装减震设备或隔音罩；加强对设备的检查和维护，减小由于设备部件之间的不正常碰撞产生的噪声。

在施工期间，对厂界噪声进行了监测。由于夜间不施工，本次噪声监测为昼间噪声监测结果，厂界昼间噪声监测结果见表 5.2。由表可以看出，厂界昼间噪声范围为 19.5~67.9dB(A)，施工厂界噪声值满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）要求（昼间为 70 dB(A)）。

（6）小结

在项目实施阶段，严格落实了建造阶段环评中提出的环境保护措施和污染防治措施，项目施工期间对环境造成的影响可以接受。

表 5.2 厂界昼间噪声监测结果

仪器名称	型号	监测日期	监测点位	监测结果（单位：dB）		
				读数 1	读数 2	读数 3
噪声震动 测量仪	AW5636	2021.04.26	厂界东	58.9	62.3	54.6
			厂界西	67.1	60.7	67.9
			厂界南	44.5	51.6	38.9
			厂界北	47.9	49.2	54.1
噪声震动 测量仪	AW5636	2021.08.03	厂界东	57.2	64.1	49.9
			厂界西	52.4	62.8	47.4
			厂界南	44.8	51.6	60.8
			厂界北	37.2	44.9	50.7
噪声震动 测量仪	AW5636	2021.10.12	厂界东	57	62.7	61.8
			厂界西	54.1	50.2	55.9
			厂界南	58.2	49.7	44.6
			厂界北	31.2	40.8	43.7
噪声震动 测量仪	AW5636	2022.01.11	厂界东	52.3	61.2	59.3
			厂界西	58.6	47.9	41.4
			厂界南	53.6	48.2	41.7
			厂界北	39.8	44.3	49.9
噪声震动 测量仪	AW5636	2022.04.07	厂界东	55.4	59.6	62.7
			厂界西	66.4	58.4	54.6
			厂界南	52.9	48.7	42.7
			厂界北	44.6	49.2	51.6
噪声震动 测量仪	AW5637	2022.07.14	厂界东	42.8	37.6	38.9
			厂界西	35.7	28.4	19.8
			厂界南	24.8	27.2	31.6
			厂界北	21.4	19.5	25.7

第六章 正常工况的环境影响

6.1 放射性废物的环境影响

6.1.1 放射性废气

6.1.1.1 气载流出物释放源项

本工程废气主要来自低放可燃废物焚烧处理产生的烟气以及厂房通风，经净化处理后，通过本工程新建 30m 高的烟囱排往环境。本工程放射性排放最大总量约为 $1.05 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ ，其中 ^{14}C 排放量 $1.00 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ ，其余 β 核素的释放量为 $4.72 \times 10^9 \text{Bq/a}$ 。本工程放射性核素年排放量见表 6.1。

表 6.1 本工程通过 30 m 高烟囱排往环境的释放源项列表

序号	核素	核素年排放量 (Bq/a)	核素排放浓度 (Bq/m ³)	最终去向
1	Co-60	2.42E+09	4.17E+00	主工艺 系统烟 囱，高度 30 米，内 径 0.20m， 烟气出 口流速 11.5m/s
2	Co-58	2.02E+08	3.48E-01	
3	Ag-110m	8.08E+07	1.39E-01	
4	Cr-51	8.08E+07	1.39E-01	
5	Mn-54	4.04E+08	6.95E-01	
6	Cs-137	4.40E+08	7.57E-01	
7	Zr-95	2.02E+08	3.48E-01	
8	Nb-95	2.02E+08	3.48E-01	
9	Fe-59	4.04E+07	6.95E-02	
10	Ni-63	6.06E+08	1.04E+00	
11	Sr-90	4.04E+07	6.95E-02	
小计		4.72E+09	8.13E+00	
12	C-14	1.00E+11	1.72E+02	
合计		1.05E+11	1.81E+02	

6.1.1.2 计算模式与参数

本次评价的大气扩散模式采用了高斯模式。不同方向不同距离的长期扩散因子的计算公式如下：

$$\left(\frac{X}{Q}\right)_i = \frac{2.032}{x} \sum_{j=1} \frac{\exp(-h^2 / 2\sigma_{zj}^2)}{\sigma_{zj}} \sum_{k=1}^m \frac{P_{ijk}}{u_{jk}}$$

式中：

$\left(\frac{X}{Q}\right)_i$ ：i 风下风向不同距离的长期扩散因子， $s\ m^{-3}$ ；

i, j 和 k 分别为风向、稳定性和风速组；

m：风速组的数目；

P_{ijk} ：i 风向，j 稳定性和 k 风速组的天气频率；

Q：释放率， $Bq\ s^{-1}$ ；

σ_{zj} ：垂向的扩散参数，m；

h：有效排放高度；

u_{jk} ：j 稳定性、k 风速组下有效排放高度处的风速， $m\ s^{-1}$ 。

计算中考虑了干沉积和湿沉积对烟羽的耗损。

进行剂量估算时，考虑的主要途径为放射性烟云浸没外照射、地表沉积外照射、公众吸入放射性核素和食入污染食物所致的内照射。

大气扩散模式、剂量估算模式和模式中使用的参数详见附录 I。

6.1.1.3 大气扩散因子

表 6.2 给出了 10 km 范围的年均大气扩散因子。本工程新建 30 m 烟囱的大气扩散因子最大值出现在 0~1km 范围的 E 方位处，为 $3.50 \times 10^{-6} s/m^3$ 。有人子区 5~10km 范围处的大气扩散因子最大值为 $1.67 \times 10^{-8} s/m^3$ ，出现在 S 方位。

表 6.2 评价范围 10km 大气弥散因子 (s/m^3)

方位	不同距离大气弥散因子				
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	2.48E-07	4.04E-08	1.48E-08	6.75E-09	4.16E-09
NNE	3.97E-07	6.72E-08	2.52E-08	1.1E-08	6.48E-09
NE	3.66E-07	6.44E-08	2.28E-08	9.63E-09	5.88E-09
ENE	8.47E-07	1.47E-07	5.83E-08	2.77E-08	1.47E-08
E	3.50E-06	6.73E-07	3.11E-07	1.59E-07	7.12E-08
ESE	1.60E-06	3.05E-07	1.39E-07	7.01E-08	3.04E-08
SE	4.31E-07	7.94E-08	3.27E-08	1.42E-08	6.79E-09
SSE	4.36E-07	8.41E-08	3.56E-08	1.58E-08	7.90E-09
S	7.38E-07	1.47E-07	6.77E-08	3.39E-08	1.67E-08
SSW	1.15E-06	2.33E-07	1.11E-07	5.71E-08	2.69E-08
SW	1.15E-06	2.53E-07	1.36E-07	8.07E-08	4.1E-08
WSW	1.38E-06	2.8E-07	1.36E-07	7.3E-08	3.28E-08
W	1.32E-06	2.61E-07	1.25E-07	6.65E-08	3.12E-08
WNW	1.37E-06	2.4E-07	9.73E-08	4.2E-08	1.9E-08
NW	8.68E-07	1.42E-07	5.24E-08	2.09E-08	1.02E-08
NNW	4.60E-07	7.58E-08	2.83E-08	1.19E-08	6.9E-09

6.1.1.4 个人剂量

在正常运行情况下,分别对 10 km 范围内放射性核素通过食入和吸入内照射、地面沉积和空气浸没外照射途径所致公众个人有效剂量进行了计算。表 6.3~表 6.6 给出了评价范围内不同子区各年龄组的个人有效剂量。

(1) 公众最大个人有效剂量

从表 6.3~表 6.6 的结果可以看出,最大个人有效剂量出现在 0~1km 的 E 子区;婴儿组、幼儿组、少年组和成人组的最大个人有效剂量值分别为: $5.36 \times 10^{-6} \text{Sv/a}$ 、 $5.55 \times 10^{-6} \text{Sv/a}$ 、 $5.38 \times 10^{-6} \text{Sv/a}$ 、 $5.23 \times 10^{-6} \text{Sv/a}$ 。在有人子区最大个人有效剂量出现在 5~10km 的 S 子区幼儿组(生地湾农场三分场),最大个人有效剂量为 $2.93 \times 10^{-8} \text{Sv/a}$ 。

(2) 各照射途径对最大个人有效剂量的贡献

表 6.7 为不同核素所致 5~10km 的 S 子区居民(生地湾农场三分场幼儿组)的个人有效剂量。从表可以看出,关键核素为 ^{60}Co , 剂量贡献份额为 61.7%, 其次为 ^{14}C , 剂量贡献份额为 27.8%, ^{137}Cs 剂量贡献份额为 7.7%, 其他核素剂量贡献很小; 主要照射途径为地表沉积外照射, 贡献份额为 64.8%。

表 6.3 半径 10km 范围婴儿组剂量 (Sv/a)

方位	不同距离大气弥散因子				
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	3.78E-07	6.15E-08	2.25E-08	1.03E-08	6.33E-09
NNE	6.12E-07	1.05E-07	3.98E-08	1.77E-08	1.03E-08
NE	5.56E-07	9.80E-08	3.48E-08	1.47E-08	8.95E-09
ENE	1.29E-06	2.26E-07	8.94E-08	4.25E-08	2.27E-08
E	5.36E-06	1.04E-06	4.81E-07	2.47E-07	1.11E-07
ESE	2.48E-06	4.78E-07	2.02E-07	1.12E-07	4.92E-08
SE	6.60E-07	1.22E-07	5.06E-08	2.21E-08	1.06E-08
SSE	6.93E-07	1.37E-07	5.98E-08	2.76E-08	1.39E-08
S	1.18E-06	2.42E-07	1.14E-07	5.82E-08	2.90E-08
SSW	1.78E-06	3.62E-07	1.73E-07	8.95E-08	4.24E-08
SW	1.76E-06	3.85E-07	2.07E-07	1.23E-07	6.24E-08
WSW	2.09E-06	4.26E-07	2.07E-07	1.11E-07	5.00E-08
W	2.05E-06	4.08E-07	1.97E-07	1.05E-07	4.96E-08
WNW	2.08E-06	3.66E-07	1.48E-07	6.39E-08	2.89E-08
NW	1.32E-06	2.16E-07	7.98E-08	3.18E-08	1.55E-08
NNW	7.00E-07	1.15E-07	4.30E-08	1.81E-08	1.05E-08

表 6.4 半径 10km 范围幼儿组剂量 (Sv/a)

方位	不同距离大气弥散因子				
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	3.92E-07	6.38E-08	2.34E-08	1.07E-08	6.56E-09
NNE	6.33E-07	1.08E-07	4.10E-08	1.81E-08	1.06E-08
NE	5.77E-07	1.02E-07	3.60E-08	1.52E-08	9.28E-09
ENE	1.34E-06	2.34E-07	9.25E-08	4.40E-08	2.34E-08
E	5.55E-06	1.07E-06	4.97E-07	2.55E-07	1.14E-07
ESE	2.56E-06	4.93E-07	2.26E-07	1.15E-07	5.04E-08
SE	6.84E-07	1.26E-07	5.23E-08	2.28E-08	1.09E-08
SSE	7.12E-07	1.40E-07	6.08E-08	2.78E-08	1.40E-08
S	1.21E-06	2.47E-07	1.15E-07	5.89E-08	2.93E-08
SSW	1.84E-06	3.74E-07	1.78E-07	9.23E-08	4.36E-08
SW	1.82E-06	4.00E-07	2.15E-07	1.27E-07	6.47E-08
WSW	2.17E-06	4.42E-07	2.14E-07	1.15E-07	5.18E-08
W	2.11E-06	4.21E-07	2.03E-07	1.08E-07	5.09E-08
WNW	2.16E-06	3.79E-07	1.54E-07	6.62E-08	3.00E-08
NW	1.37E-06	2.25E-07	8.27E-08	3.30E-08	1.61E-08
NNW	7.26E-07	1.20E-07	4.46E-08	1.87E-08	1.09E-08

表 6.5 半径 10km 范围少年组剂量 (Sv/a)

方位	不同距离大气弥散因子				
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	3.8E-07	6.19E-08	2.27E-08	1.03E-08	6.37E-09
NNE	6.15E-07	1.05E-07	3.98E-08	1.76E-08	1.03E-08
NE	5.60E-07	9.86E-08	3.50E-08	1.48E-08	9.00E-09
ENE	1.30E-06	2.27E-07	8.98E-08	4.27E-08	2.28E-08
E	5.38E-06	1.04E-06	4.83E-07	2.47E-07	1.11E-07
ESE	2.48E-06	4.79E-07	2.20E-07	1.12E-07	4.9E-08
SE	6.63E-07	1.23E-07	5.07E-08	2.21E-08	1.06E-08
SSE	6.92E-07	1.37E-07	5.92E-08	2.71E-08	1.37E-08
S	1.17E-06	2.40E-07	1.12E-07	5.74E-08	2.86E-08
SSW	1.79E-06	3.63E-07	1.73E-07	8.96E-08	4.24E-08
SW	1.77E-06	3.88E-07	2.08E-07	1.24E-07	6.28E-08
WSW	2.11E-06	4.29E-07	2.08E-07	1.12E-07	5.03E-08
W	2.05E-06	4.09E-07	1.97E-07	1.05E-07	4.95E-08
WNW	2.10E-06	3.68E-07	1.49E-07	6.43E-08	2.91E-08
NW	1.33E-06	2.18E-07	8.03E-08	3.20E-08	1.56E-08
NNW	7.05E-07	1.16E-07	4.33E-08	1.82E-08	1.06E-08

表 6.6 半径 10km 范围成人组剂量 (Sv/a)

方位	不同距离大气弥散因子				
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	3.69E-07	6.01E-08	2.21E-08	1.01E-08	6.19E-09
NNE	5.97E-07	1.02E-07	3.86E-08	1.71E-08	1.00E-08
NE	5.44E-07	9.58E-08	3.4E-08	1.43E-08	8.75E-09
ENE	1.26E-06	2.20E-07	8.73E-08	4.15E-08	2.21E-08
E	5.23E-06	1.01E-06	4.69E-07	2.40E-07	1.08E-07
ESE	2.41E-06	4.65E-07	2.13E-07	1.08E-07	4.75E-08
SE	6.45E-07	1.19E-07	4.93E-08	2.15E-08	1.03E-08
SSE	6.72E-07	1.32E-07	5.74E-08	2.62E-08	1.32E-08
S	1.14E-06	2.33E-07	1.09E-07	5.56E-08	2.77E-08
SSW	1.74E-06	3.52E-07	1.68E-07	8.7E-08	4.12E-08
SW	1.72E-06	3.77E-07	2.03E-07	1.20E-07	6.1E-08
WSW	2.05E-06	4.17E-07	2.02E-07	1.09E-07	4.89E-08
W	1.99E-06	3.97E-07	1.92E-07	1.02E-07	4.81E-08
WNW	2.04E-06	3.58E-07	1.45E-07	6.25E-08	2.83E-08
NW	1.29E-06	2.12E-07	7.80E-08	3.11E-08	1.52E-08
NNW	6.85E-07	1.13E-07	4.21E-08	1.77E-08	1.03E-08

表 6.7 5~10 km 处各照射途径所致幼儿组个人有效剂量(Sv/a)

核素	空气浸没 外照射	地面沉积 外照射	吸入 内照射	食入 内照射	合计	份额
Co-60	3.85E-12	1.66E-08	1.66E-10	1.27E-09	1.81E-08	61.7%
Co-58	1.21E-13	2.23E-11	1.21E-12	1.20E-11	3.56E-11	0.1%
Ag-110m	1.38E-13	8.86E-11	2.64E-12	9.33E-12	1.01E-10	0.3%
Cr-51	1.54E-15	1.14E-13	1.35E-14	1.15E-13	2.44E-13	0.0%
Mn-54	2.09E-13	1.69E-10	1.99E-12	1.50E-11	1.86E-10	0.6%
Cs-137	1.53E-13	1.99E-09	3.52E-11	2.35E-10	2.26E-09	7.7%
Zr-95	8.86E-14	3.17E-11	3.06E-12	6.62E-12	4.14E-11	0.1%
Nb-95	9.67E-14	8.86E-12	9.50E-13	3.03E-12	1.29E-11	0.0%
Fe-59	3.05E-14	3.36E-12	4.18E-13	3.74E-12	7.55E-12	0.0%
Ni-63	0.00E+00	0.00E+00	2.07E-12	1.31E-10	1.33E-10	0.5%
Sr-90	4.98E-17	3.49E-11	1.28E-11	2.56E-10	3.03E-10	1.0%
C-14	0.00E+00	0.00E+00	1.35E-09	6.79E-09	8.15E-09	27.8%
合计	4.69E-12	1.90E-08	1.58E-09	8.74E-09	2.93E-08	100.0%
份额%	0.0%	64.8%	5.4%	29.8%	100.0%	

6.1.1.5 结果评述

本工程正常运行工况下，气载流出物在有人子区的最大个人有效剂量出现在 5~10 km 的 S 子区幼儿组，公众最大个人有效剂量为 2.93×10^{-5} mSv/a（生地湾农场三分场），约占本工程剂量约束值（0.01mSv/a）的 0.3%。关键核素为 ^{60}Co ，其对公众最大个人有效剂量的贡献额为 61.7%；关键途径为地表沉积外照射，占幼儿组最大个人有效剂量的 64.8%。此外，后处理厂工作人员（W 方位，6km）所受剂量为 4.81×10^{-8} Sv/a。

6.1.2 放射性废水

本工程产生的放射性废液主要包括工艺废水、超标清洗水和其他废液，废液年产量 $976\text{m}^3/\text{a}$ 。工艺废水、超标清洗水和其他废液统一收集到废液暂存箱中，经放射性废水处理系统（包括预处理单元、无机吸附单元、纳滤膜单元、蒸发单元）处理后，其放射性指标满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中总 $\alpha \leq 1\text{Bq/L}$ ，总 $\beta \leq 10\text{Bq/L}$ ，送园区污水处理系统处理，基本不会对环境造成影响。

6.1.3 固体废物

本项目产生的固体废物主要有工作服、废旧零部件、抹布、劳保用品、空气过滤器芯、熔融体、废水处理系统产生的二次废物（废滤芯、吸附材料等）以及废水蒸发产生的废盐。

产生的工作服、抹布、劳保用品等可燃固体废物均可以在气化焚烧系统中进行处理；玻璃固化体和不可燃废物装桶后进行水泥固定，送低放废物处置场进行处置；金属废物清洁去污后解控处理；废水蒸发结晶产生的废盐收集后首先进行放射性监测，若固体废物中的核素浓度小于 0.1Bq/g ，则判断为可解控废物，当属于解控废物时，再进行鉴定，若属于危险废物，则送有资质单位处理，否则按一般工业废物处理，若判断为放射性废物，则收集后送近地表处置设施进行处置。综上所述，固体废物均有明确去向。

6.2 非放环境影响

6.2.1 废气

6.2.1.1 评价等级

（1）等离子体减容装置烟气

等离子体减容装置烟气排风经中所含的废 SNCR 脱硝系统、急冷塔、布袋除尘器、洗涤塔、高效过滤器（含电加热器、活性炭吸附器、高效过滤器）后由烟囱排放。烟囱高度 30m，内径 0.2m，烟气出口流速 11.5 m/s。

采用 ARESCEEN 计算，估算模型参数表见下表 6.8。估算得出烟气中主要污染物最大落地浓度见表 6.9。由表可知，各污染物中，Cd 的最大落地浓度占标率为 1.74%，其他污染物最大落地浓度占标率均小于 1%，因此，为二级评价。

表 6.8 估算模型参数

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数（城市选项时）	-
最高环境温度/℃		36.7℃
最低环境温度/℃		-24.1℃
土地利用类型		荒漠
区域湿度条件		干燥气候
是否考虑地形	考虑地形	☐ 是 虑 ☒ 否
	地形数据分辨率/m	/
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	☐ 是 虑 ☒ 否
	岸线距离/km	/
	岸线方向	/

表 6.9 烟气污染物排放最大落地浓度

污染物	排放速率 g/s	最大落地浓度， mg/m ³	最大落地浓度距排放点的 距离，m	占标率， P _{max} %
CO	4.11E-02	8.92E-04	178	8.92E-03
TSP	9.37E-06	2.03E-07		2.26E-05
SO ₂	1.51E-02	3.29E-04		6.57E-02
NO _x	1.12E-01	2.43E-03		9.72E-01
HCl	8.34E-03	1.81E-04		3.62E-01
HF	3.68E-04	8.00E-06		4.00E-02
Hg	2.40E-05	5.21E-07		1.74E-01
Cd	2.40E-05	5.21E-07		1.74E+00
Pb	1.20E-04	2.60E-06		8.68E-02

（2）锅炉烟气

本工程燃气真空热水锅炉排风经烟囱排往环境。烟囱高度 15m，内径 0.4 m，出口流速 7.4m/s。

采用 ARESCEEN 计算，锅炉烟气中主要污染物最大落地浓度见表 6.10。由表可知，颗粒物、SO₂、NO_x最大落地浓度占标率分别为 0.20%、0.30%和 4.84%，颗粒物和 SO₂最大落地浓度占标率小于 1%，NO_x最大落地浓度大于 1%且小于 10%，为二级评价。

表 6.10 锅炉烟气污染物排放最大落地浓度

污染物	排放浓度 mg/m ³	排放速率 g/s	最大落地浓度, mg/m ³	最大落地浓度距排放点的距离, m	占标率, P _{max} %
颗粒物	12	1.12E-02	1.82E-03	24	0.20
SO ₂	10	9.33E-03	1.52E-03		0.30
NO _x	80	7.47E-02	1.21E-02		4.84

综上所述,本工程大气环境评价等级为二级。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018),评价等级为二级时,可不再进行进一步预测与评价,只对污染物排放量进行核算。

6.2.1.2 污染物排放量核算

(1) 等离子体减容装置烟气

等离子体减容装置烟气排风经中所含的废 SNCR 脱硝系统、急冷塔、布袋除尘器、洗涤塔、电加热器、高效过滤器(含初效过滤器、高效过滤器)和活性炭吸附床后由烟囱排放。烟囱高度 30m,内径 0.2m,烟气出口流速 11.5 m/s,风量为 1300 Nm³/h,每年运行 8300h,则等离子体减容装置污染物排放量见表 6.11。

表 6.11 等离子烟气污染物排放核算

烟气指标	排放情况		
	速率	转化后烟囱出口浓度*	年排放量
	kg/h	mg/Nm ³	kg
CO	4.11E-02	2.90E+01	3.41E+02
粉尘	9.37E-06	4.64E-03	7.78E-02
SO ₂	1.51E-02	1.07E+01	1.25E+02
NO _x (已 NO ₂ 计)	1.12E-01	7.93E+01	9.30E+02
HCl	8.34E-03	5.90E+00	6.92E+01
HF	3.68E-04	2.61E-01	3.05E+00
Hg 及其化合物	2.40E-05	1.70E-02	1.99E-01
Cd 及其化合物	2.40E-05	1.70E-02	1.99E-01
Pb 及其化合物	1.20E-04	8.49E-02	9.96E-01
As 及其化合物	1.20E-06	8.49E-04	9.96E-03
Cu、Sn 等及其化合物	3.84E-04	2.72E-01	3.19E+00
二噁英 (TEQng/m ³)	1.60E-10	1.13E-04	1.33E-06

注:干烟气,转为氧含量 11%状态

经计算,NO_x的年排放量为 9.30×10²kg/a,CO 的年排放量为 3.41×10²kg/a。

（2）锅炉烟气

本工程燃气真空热水锅炉排风经烟囱排往环境。烟囱高度 15m，内径 0.4m，出口流速 7.4m/s，最大风量为 3360 Nm³/h，每年运行 180 天(采暖季运行)，每天运行 24h，则锅炉烟气污染物排放量见表 6.12。

表 6.12 锅炉烟气污染物排放核算

污染物	排放浓度 mg/m ³	排放速率 g/s	年排放量 kg/a
颗粒物	12	1.12E-02	1.74E+02
SO ₂	10	9.33E-03	1.45E+02
NO _x	80	7.47E-02	1.16E+03

经计算，本工程锅炉运行过程中产生的颗粒物（TSP）的年排放量为 1.74×10²kg/a、SO₂ 的年排放量为 1.45×10²kg/a、NO_x 的年排放量为 1.16×10³kg/a。

（3）主要污染物排放总量

经计算，本工程 NO_x 年排放量总计为 2090kg/a，TSP 年排放量为 174kg/a，SO₂ 的年排放量为 270kg/a。本工程 NO_x、SO₂ 年排放量占金塔县总量控制的很小部分。

6.2.1.3 大气污染物评价

（1）等离子体减容装置烟气

经过计算，等离子体减容装置烟气污染物排放浓度与排放限值比较见表 6.13。由表可知，烟气污染物排放浓度均小于《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）中的限值。烟囱高度 30m，满足标准要求。

表 6.13 烟气污染物排放浓度与排放限值比较

污染物	折算后排放浓度 mg/Nm ^{3*}	GB18484-2020 限值 (1h 均值) mg/Nm ³
CO	2.90E+01	80
粉尘	4.64E-03	20
SO ₂	1.07E+01	80
NO _x (已 NO ₂ 计)	7.93E+01	250
HCl	5.90E+00	50
HF	2.61E-01	2
Hg 及其化合物	1.70E-02	0.05
Cd 及其化合物	1.70E-02	0.05
Pb 及其化合物	8.49E-02	0.5
As 及其化合物	8.49E-04	0.5
Cu、Sn 等及其化合物	2.72E-01	2.0
二噁英 (TEQng/m ³)	1.13E-04	0.5
烟囱高度	30m	最低 25m, 当周围半径 200m 距离内有建筑物时, 烟囱高出最高建筑物 5m 以上。本项目周边 200m 范围最高建筑为等离子熔融减容车间的主工艺厂房, 厂房高度为 23.5m, 烟囱高度 30m, 满足要求

注: *以 11%O₂ (干气) 作为换算基准。

(2) 锅炉烟气

经过计算, 锅炉烟气污染物排放浓度与排放限值比较见表 6.14。由表可知, 锅炉烟气中污染物排放浓度均小于《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014) 中的限值。经金塔县生态环境局同意 (见附件 11), 本工程燃气锅炉烟囱高度为 15m。

表 6.14 锅炉烟气污染物排放浓度与排放限值比较

污染物	排放浓度 mg/m ³	GB13271-2014 限值 mg/m ³
颗粒物	12	20
SO ₂	10	50
NO _x	80	200

6.2.2 废水

本工程的非放废水主要为工作人员的生活污水, 产生量为 6.94 m³/d, 产生的生活污水排入厂区污水处理站进行处理, 满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020) 中的城市绿化水质标准后, 用于厂区绿化灌溉浇洒, 不会对周围环境产生影响。

6.2.3 固体废物

工作人员产生的生活垃圾按 $1\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{天})$ ，本工程劳动定员 40 人，工作天数 330 天，因此产生的生活垃圾约为 13.2t/a 。工作人员产生的生活垃圾统一收集后，定期由园区环卫部门清运处理。不会对周围环境产生大的影响。

6.2.4 噪声

工程厂址所在声功能区域为 3 类，声环境影响评价属三级评价。评价范围为工程所在厂址到厂界 40m。本工程噪声源主要来为自压缩空气生产线产生的噪声、风机噪声、离心泵的噪声，其中压缩空气生产线产生的噪声约为 80 dB (A) ，风机噪声约为 $85\sim 90\text{ dB (A)}$ ，离心泵的噪声为 80dB(A) 。本工程距厂界边界的最近距离 40m，仅考虑噪声随距离的衰减，在厂界边界处的噪声为 58 dB (A) 。为了进一步降低厂界处的噪声，采取了以下噪声防治措施：

(1) 通风管道及设备进出机房处作消声处理，所有设备用房均做吸声及隔声处理。

(2) 通风设备落地安装采用隔振基础，吊装采用减振吊架。风管在设备进出口处均设柔性接头及弹性吊架。

采取上述噪声防治措施，可以大大降低声源源强，确保厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的要求。

6.3 小结

6.3.1 辐射环境影响

工程的正常运行过程中，放射性气载流出物经净化后由 30m 高烟囱排入大气。考虑空气浸没、吸入、地表沉积、食入四种照射途径所致 0~10km 范围内不同子区的公众剂量。得出的结论是：气载流出物在有人子区的最大个人有效剂量出现在 5~10 km 的 S 子区幼儿组（生地湾农场三分场），公众最大个人有效剂量为 $2.93\times 10^{-8}\text{ Sv/a}$ ，约占本工程剂量约束值（ 0.01mSv/a ）的 0.3%。关键核素为 ^{60}Co ，其对公众最大个人有效剂量的贡献额为 61.7%；关键途径为地表沉积外照射，占最大公众个人有效剂量的 64.8%。

6.3.2 非放环境影响

本工程等离子体产生的烟气经过滤后排放浓度均小于《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）中的限值，烟囱高度 30m，满足标准要求。锅炉烟气污染物排放浓度均小于锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）中的限值，非放废气的排放满足标准要求。根据“十四五”主要污染物总量控制规划，我国“十四五”期间国家对 COD_{Cr}、NH₃-N、NO_x 和 VOCs 主要污染物实行排放总量控制规划管理，同时根据《甘肃省人民政府办公厅关于甘肃省“十四五”生态环境保护规划的通知》（甘政办发[2021]105 号）中生态环境主要指标指出将氮氧化物、挥发性有机物、化学需氧量和氨氮作为约束性指标。综合本项目污染物排放特征，确定项目总量控制因子为氮氧化物，氮氧化物排放量 2090kg/a，本项目氮氧化物总量指标来自甘肃恒亚水泥有限公司超低排放改造项目，总量指标来源见附件 12。

入厂区污水处理站进行处理，处理后废水满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中的城市绿化水质标准后，用于厂区绿化灌溉浇洒，不会对周围环境产生影响。

工作人员产生的生活垃圾统一收集后，定期由园区环卫部门清运处理，不会对周围环境产生大的影响。

采取噪声防治措施后，厂界处噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的要求。

本工程正常工况下，对周边非放环境的影响可以接受的。

第七章 事故工况环境影响

7.1 事故分析

根据《1000t/a 低放废物减容处理项目最终安全分析报告》（A版），本工程在运行过程中可能发生的偏离、事件和事故见表 7.1。

表 7.1 减容设施事件（故）谱

序号	系统	始发事件名称	分级
1	预处理系统	闸板阀或电机故障	偏离
2	气化焚烧系统	气化炉冷却水泄漏	事件
3		气化炉燃爆	事件
4	烟气净化系统	布袋除尘器受潮堵塞。	偏离
5		极冷塔失冷	
6		布袋除尘器破损	事件
7		洗涤塔泄漏	事故
8		引风机故障	偏离
9	熔融系统	等离子枪等设备故障	偏离
10		熔融炉泄漏	事故
11	主工艺辅助系统（供电、供水、供气、尿素、碱液）	厂外断电	偏离
12		冷却水系统循环水泵故障	偏离
13		空气机及供气系统故障	偏离
14		尿素配置系统故障	偏离
15		碱液配置系统故障	偏离
16	废液处理系统	水泵设备故障	偏离
17		在运时断电	偏离
18		废液处理系统泄漏	事故
19	厂房通风系统	风机阀门故障	偏离
20	其他	废物转运事件（故）	事件/事故
21		火灾	事故

偏离：发生后不会导致放射性泄漏和异常排放，但可能迫使主工艺系统停机的情况。

事件：发生后可能导致放射性泄漏或异常排放的情况。

事故：发生后肯定会产生放射性泄漏或异常排放的情况。

对事件和事故的原因、可能产生的后果、探测手段、预防措施、缓解和处理措施进行详细说明：

参考 DOE-STD-1027-92 《危险分类和事故分析技术》和

DOE-HDBK-3010《非反应核设施的气载释放率和可吸入率》，事故产生的放射性核素气载释放份额设定见表 7.2。

表 7.2 各类事故放射性核素气载释放份额

类型	核素	放射性核素气载释放份额
可燃废物散落泄漏	Cs-137	1E-2
	其他核素	1E-3
焚烧灰散落泄漏	H-3、C-14、Cs-137、Ag-110m	1E-2
	其他核素	1E-3
废碱液泄漏蒸发	H-3、C-14、Cs-137、Ag-110m	1E-2
	其他核素	3E-5
可燃废物火灾	H-3、C-14	1
	其他核素	2E-1

7.1.1 气化炉冷却水泄漏

(1) 原因

气化炉冷却水夹套因水压过大、烟气腐蚀和温度过高等原因造成焊缝或其他部位破裂，冷却水泄漏进入气化炉炉内。

(2) 探测手段

中控显示气化炉温度下降、压力增大，冷却水系统管道压力值降低，超运行限值。

(3) 可能产生的后果

冷却水在气化炉内大量蒸发导致炉内压力增加，形成正压，大部分烟气从气化炉烟气出口进入二燃室，少部分烟气经卸灰阀缝隙进入卸灰手套箱后溢出至炉体卸灰间。

当气化炉压力增大到 1kPa 时，烟气冲破应急排放系统液封口，通过应急排放系统初效和高效过滤器过滤器，向环境排放。随后压力降至 1kPa 以下，在引风机的作用下，恢复到负压运行。

气化炉按包投料，每包最大不超过 5kg，处理能力 120kg/h，投料间隔 2.5min。当气化炉超压时，中控系统有报警显示，假设运行人员接到报警信息后，10min 内通知操作工停止投料，并增大引风机功率，10min 气化炉处理的废物量为 20kg。低放可燃废物焚烧，大部分放射性物质进入灰中，根据调试经验，保守假设可燃废物中金属放射性核素进入气化炉烟气核素气载释放份额为 20%的，¹⁴C 和 ³H 全部

进入气化炉烟气。

当气化炉压力增大到 1kPa 后，假设气化炉烟气全部均经应急排放系统排放，应急排放系统设有初效(过滤效率 85%)和高效(99.99%)过滤器，保守考虑对金属核素的过滤效率 90%，对 ^{14}C 和 ^3H 的过滤效率为 0，则释放到环境中的量 $A=\text{可燃废物活度浓度} \times 20\text{kg} \times \text{核素气载释放份额}(20\%) \times (1-\text{过滤效率}(90\%))$ 。本次气化炉超压应急排放核素的释放量见表 7.3。由表可以看出，化炉超压事件通过应急排放系统向环境释放的核素总量为 $3.86 \times 10^6 \text{Bq}$ 。

表 7.3 气化炉超压应急排放核素情况

核素	活度浓度 Bq/kg	重量 (kg)	气载释 放额	气化炉烟气 核素量 Bq	截留	应急排放量 (Bq)
Co-60	2.40E+06	20	20%	9.60E+06	90%	9.60E+05
Co-58	2.00E+05	20	20%	8.00E+05	90%	8.00E+04
Ag-110m	8.00E+04	20	20%	3.20E+05	90%	3.20E+04
Cr-51	8.00E+04	20	20%	3.20E+05	90%	3.20E+04
Mn-54	4.00E+05	20	20%	1.60E+06	90%	1.60E+05
Cs-137	4.00E+05	20	20%	1.60E+06	90%	1.60E+05
Zr-95	2.00E+05	20	20%	8.00E+05	90%	8.00E+04
Nb-95	2.00E+05	20	20%	8.00E+05	90%	8.00E+04
Fe-59	4.00E+04	20	20%	1.60E+05	90%	1.60E+04
C-14	1.00E+05	20	100%	2.00E+06	0%	2.00E+06
H-3	1.00E+02	20	100%	2.00E+03	0%	2.00E+03
Ni-63	6.00E+05	20	20%	2.40E+06	90%	2.40E+05
Sr-90	4.00E+04	20	20%	1.60E+05	90%	1.60E+04
合计						3.86E+06

(4) 缓解和处理措施

停止进料，增大引风机频率以尽快排尽烟气，然后启动系统停机程序，待温度降低后进行冷却水维修。

(5) 预防措施

气化炉安全分级为 NC (S)，严格按照 Q3 质保进行制造，确保产品质量。

按照操作规程严格控制气化炉冷却水管道工作压力，定期清洁更换冷取水，保障水质。

按照操作规程严格控制气化炉工作温度，防止超高温运行。

7.1.2 气化炉燃爆

（1）原因

运行中熄火或启动点火时，如果炉膛内的气体混合浓度达到了燃爆浓度，或易燃易爆物质随焚烧炉物料进入炉内，造成气化炉燃爆。

（2）探测手段

中控显示气化炉内压力数值快速增加，超运行限值。

（3）可能产生的后果

气化炉内形成短时正压，后果同气化炉冷却水泄漏。

（4）缓解和处理措施

停止进料，增大引风机频率以尽快排尽多余烟气，查找分析气化炉燃爆原因。

（5）预防措施

在预处理阶段设有分拣工序，避免易燃易爆物质入炉；按照操作规程，气化炉启炉运行前保持持续负压及换气，防止局部可燃气体浓度过高。

7.1.3 布袋除尘器破损

（1）原因

由于运行过程中，布袋除尘器遇到烟气中酸性气体腐蚀或自身机械强度减弱等原因，发生破损，失去过滤效果。

（2）探测手段

中控显示布袋除尘器压差迅速降低，初效过滤器压差增大。

（3）可能产生的后果

大量颗粒物进入高效过滤器，造成后端过滤器压差增加，后端过滤器含初效过滤器和 2 级高效过滤器，严重时造成初效过滤器堵塞。布袋破损不会造成放射性泄漏。

（4）缓解和处理措施

停止进料，启动系统停机程序，待系统温度降低后更换破损布袋。

（5）预防措施

根据运行经验，对布袋进行定期更换。

为避免过滤失效导致排放超标，在设施后端设有 2 组过滤器，互为备用，可在线切换。

7.1.4 厂外断电

（1）原因

厂外异常断电，或厂区供电系统故障，减容设施失去电力来源。

（2）探测手段

厂区停电，UPS 电源自动启动。风机和泵停运。

（3）可能产生的后果

厂区停电，造成所有风机和泵停运。系统失去冷却水，导致设备局部高温，可能损坏设备。

（4）缓解和处理措施

停止进料，迅速开启应急冷却系统，冷却水靠重力作用给设备进行降温。

（5）预防措施

专人对接供电所，提前收知停电通知。厂区供电系统 1 备 1 用，故障时可切换。为防止高温损坏设备，设置有应急冷却系统。

7.1.5 废物转运事件（故）

可燃废物包和焚烧灰废物包转运时，若因设备故障或人因失误导致废物包倾倒。若桶未破损，桶盖未开，桶内废物未散落出来，列为事件。

若桶内废物散落出来造成放射性泄漏，列为事故。

7.1.5.1 可燃废物散落事故

（1）原因

可燃废物转运设备故障导致无法顺利进行废物转运，废物桶转运过程中意外倾倒，桶盖弹开，废物散落到地面。

（2）探测手段

转运操作工发现问题，视频监控发现事故。

（3）可能产生的后果

正常情况下不影响焚烧系统的运行，若转运不及时导致预处理系统来料不足，需停止投料进行待机运行或启动停机程序。

废物包转运跌落事故，假设单桶废物全部散落，单桶废物重量100kg，可燃废物散落释放的环境的核素量见表 7.4。由表可以看出，可燃废物散落事故向环境释放的核素总量为 $9.24 \times 10^4 \text{Bq}$ 。

表 7.4 可燃废物散落释放的核素量

核素	活度浓度 Bq/kg	重量 kg	总活度 Bq	气载释 放份额	过滤效 率	释放到环境的 核素量 (Bq)
Co-60	2.40E+06	100	2.40E+08	1.00E-03	90%	2.40E+04
Co-58	2.00E+05		2.00E+07	1.00E-03	90%	2.00E+03
Ag-110m	8.00E+04		8.00E+06	1.00E-03	90%	8.00E+02
Cr-51	8.00E+04		8.00E+06	1.00E-03	90%	8.00E+02
Mn-54	4.00E+05		4.00E+07	1.00E-03	90%	4.00E+03
Cs-137	4.00E+05		4.00E+07	1.00E-02	90%	4.00E+04
Zr-95	2.00E+05		2.00E+07	1.00E-03	90%	2.00E+03
Nb-95	2.00E+05		2.00E+07	1.00E-03	90%	2.00E+03
Fe-59	4.00E+04		4.00E+06	1.00E-03	90%	4.00E+02
C-14	1.00E+05		1.00E+07	1.00E-03	0	1.00E+04
H-3	1.00E+02		1.00E+04	1.00E-03	0	1.00E+01
Ni-63	6.00E+05		6.00E+07	1.00E-03	90%	6.00E+03
Sr-90	4.00E+04		4.00E+06	1.00E-03	90%	4.00E+02
合计						9.24E+04

(4) 缓解和处理措施

发生焚烧灰转运泄漏时，工作人员应立即离开事故现场，通知控制室，报告应急指挥中心，启动辐射事故应急预案。

运行人员加大事故房间排风量，加强排风，进一步降低事故房间负压，防止气溶胶向周边房间扩散。

洗消去污组和辐射防护组人员穿防护用品进入事故房间，启动移动式空气净化系统，辐射防护组使用便携式 γ 辐射仪和移动式气溶胶在线监测系统对事故现场辐射水平进行测量，洗消去污将散落焚烧灰进行收集，对污染区域进行去污。由辐射防护组确认去污合格。

(5) 预防措施

废物桶转运前进行桶身检查，确保桶身质量完好。

按规程做好行车、提升机、转运小车等设备维护保养降低设备故障率。对操作人员进行培训考核和授权，避免人因失误。

7.1.5.2 焚烧灰散落事故

(1) 原因

焚烧灰桶,转运过程中意外发生倾倒,桶盖未紧固,塑料袋破损,桶内焚烧灰散落到地面。

(2) 探测手段

废物转运人员发现事故。

(3) 可能产生的后果

污染厂房和设备。

焚烧灰平均密度 0.17kg/L-0.23kg/L, 50L 灰桶最大装灰量 11.5kg, 按照减重比 200 倍, 11.5kg 灰是 2300kg 可燃废物产生的灰量。单桶焚烧灰倾倒泄漏核素量见表 7.5。由表可以看出, 单桶焚烧灰泄漏事故向环境释放的核素总量为 $2.06 \times 10^6 \text{Bq}$ 。

表 7.5 单桶焚烧灰泄漏源项

核素	活度浓度 Bq/kg	进料 量 kg	进料总活 度 Bq	气载释 放份额	过滤 效率	释放到环境的 核素量 (Bq)
Co-60	2.40E+06	2300	5.52E+09	1.00E-03	90%	5.52E+05
Co-58	2.00E+05		4.60E+08	1.00E-03	90%	4.60E+04
Ag-110m	8.00E+04		1.84E+08	1.00E-02	90%	1.84E+05
Cr-51	8.00E+04		1.84E+08	1.00E-03	90%	1.84E+04
Mn-54	4.00E+05		9.20E+08	1.00E-03	90%	9.20E+04
Cs-137	4.00E+05		9.20E+08	1.00E-02	90%	9.20E+05
Zr-95	2.00E+05		4.60E+08	1.00E-03	90%	4.60E+04
Nb-95	2.00E+05		4.60E+08	1.00E-03	90%	4.60E+04
Fe-59	4.00E+04		9.20E+07	1.00E-03	90%	9.20E+03
Ni-63	6.00E+05		1.38E+09	1.00E-03	90%	1.38E+05
Sr-90	4.00E+04		9.20E+07	1.00E-03	90%	9.20E+03
合计						2.06E+06

(4) 缓解和处理措施

发生焚烧灰转运泄漏时,工作人员应立即离开事故现场,通知控制室,报告应急指挥中心,启动辐射事故应急预案。

运行人员加大事故房间排风量,加强排风,进一步降低事故房间负压,防止气溶胶向周边房间扩散。

洗消去污组和辐射防护组人员穿防护用品进入事故房间,启动移

动式空气净化系统，辐射防护组使用便携式 γ 辐射仪和移动式气溶胶在线监测系统对事故现场辐射水平进行测量，洗消去污将散落焚烧灰进行收集，对污染区域进行去污。由辐射防护组确认去污合格。

（5）预防措施

保证定制的 50L 焚烧灰桶的制造质量。焚烧灰在卸灰手套箱内被装入塑料袋，封口后装入 50L 焚烧灰桶（壁厚 5mm，盖厚 17mm），桶盖和桶身使用 12 根 M12 螺栓进行固定，防止厂房内转运跌落不破损。按规程做好行车、提升机、转运小车等设备维护保养降低设备故障率。对转运操作人员进行培训考核和授权，避免人因失误。

7.1.6 急冷塔失冷

（1）原因

急冷塔冷却水管道破裂或急冷塔冷却水泵故障，导致急冷塔失去冷却烟气效果。

（2）探测手段

中控显示急冷塔冷却水管道降低，急冷塔进口温度不变，但急冷塔出口烟气温度升高。

（3）可能产生的后果

后果同全厂失电，设备失去冷却水。

（4）缓解和处理措施

停止进料，降低气化炉送风机、二燃室送风机和引风机的频率至最低，减少进入布袋除尘器的烟气量，开启应急冷却水阀门。查找和维修破损的管道或泵。

（5）预防措施

急冷塔冷却水泵设置 1 用 1 备，故障时连锁自动切换。确保管道安装和焊接施工质量，定期进行运行巡检。

7.1.7 洗涤塔泄漏

（1）原因

洗涤塔和循环液储罐内壁被腐蚀，超出设计所留腐蚀余量，出现破损。振动及老化导致法兰密封不严，碱液渗漏。

（2）探测手段

中控显示循环液储罐液位下降。现场巡查发现管道渗漏。

（3）可能产生的后果

放射性碱液污染厂房地面。

洗涤塔不存留碱液，洗涤塔下方循环液储罐容积 10m³，假设全部泄漏，根据主工艺系统废碱液源项，得到洗涤塔和循环液储罐泄漏到厂房地面、蒸发到厂房空气中和向环境释放的最大核素量见表 7.6。由表可以看出，洗涤塔泄漏事故向环境释放的核素总量为 3.83×10⁵Bq。

表 7.6 洗涤塔泄漏的核素量

核素	废液比活度(Bq/L)	体积(L)	核素量(Bq)	气载释放份额	过滤效率	释放到环境的核素量(Bq)
Co-60	1.83E+03	10000	1.83E+07	3.00E-05	90%	5.48E+01
Co-58	1.52E+02		1.52E+06	3.00E-05	90%	4.57E+00
Ag-110m	6.20E+03		6.20E+07	1.00E-02	90%	6.20E+04
Cr-51	6.09E+01		6.09E+05	3.00E-05	90%	1.83E+00
Mn-54	3.05E+02		3.05E+06	3.00E-05	90%	9.14E+00
Cs-137	3.10E+04		3.10E+08	1.00E-02	90%	3.10E+05
Zr-95	1.52E+02		1.52E+06	3.00E-05	90%	4.57E+00
Nb-95	1.52E+02		1.52E+06	3.00E-05	90%	4.57E+00
Fe-59	3.05E+01		3.05E+05	3.00E-05	90%	9.14E-01
C-14	0.00E+00		0.00E+00	1.00E-02	0	0.00E+00
H-3	1.04E+02		1.04E+06	1.00E-02	0	1.04E+04
Ni-63	4.57E+02		4.57E+06	3.00E-05	90%	1.37E+01
Sr-90	3.05E+01		3.05E+05	3.00E-05	90%	9.14E-01
合计						3.83E+05

（4）缓解和处理措施

停止进料，关闭洗涤塔循环泵，洗涤塔内碱液自然流入循环液储罐。启动停机程序，对废液进行收集，对污染区域进行去污，对渗漏部位进行维修或更换。

（5）预防措施

循环液储罐安全分级为 NC（S），按照 Q3 质保进行制造，确保产品质量。

为避免废液外泄污染环境，洗涤塔和循环液储罐房间设置有围堰和地坑，并使用高强度涂料敷面的对滞留池加强防渗处理。

运行时定期巡查，及时发现泄漏避免事故扩大。

7.1.8 熔融炉泄漏

(1) 原因

因地震等原因导致熔融炉设备开裂破损或卸灰容器移位，致使融化的玻璃浆泄漏到厂房内。

(2) 探测手段

通过视频监控及现场巡查发现问题。

(3) 可能产生的后果

融化的玻璃浆泄漏到厂房内，冷却凝固成为玻璃体，高温烫坏房间地面，并可能导致地面沾污。

熔融炉产能 50kg/h，为间歇式进料，每次进料 5s 约 10kg 混合料（含不超过 5kg 的焚烧灰），进料间隔时长至少 12min 以上。发生熔融炉泄漏立即停止进料，假设 10kg 混合料产生的玻璃浆全部泄漏，系统焚烧减重比 200 倍，5kg 焚烧灰是 1000kg 可燃废物焚烧产生的量，焚烧灰中 20%核素进入烟气，大部分烟气通过系统负压进入二燃室，10%的烟气从泄漏处流出进入熔融炉设备间，保守考虑厂房排风系统过滤效率为 90%。熔融炉泄漏释放的核素量具体见表 7.7。由表可以看出，熔融炉泄漏事故向环境释放的核素总量为 $9.28 \times 10^6 \text{Bq}$ 。

表 7.7 熔融炉泄漏核素情况

核素	活度浓度 Bq/kg	进料 量 kg	进料总活 度 Bq	气载释放 份额	释放到房 间的核素 量 Bq	过滤效率	释放到环 境核素量 Bq
Co-60	2.40E+06	1000	2.40E+09	2.00E-01	4.80E+07	90%	4.80E+06
Co-58	2.00E+05		2.00E+08	2.00E-01	4.00E+06	90%	4.00E+05
Ag-110m	8.00E+04		8.00E+07	2.00E-01	1.60E+06	90%	1.60E+05
Cr-51	8.00E+04		8.00E+07	2.00E-01	1.60E+06	90%	1.60E+05
Mn-54	4.00E+05		4.00E+08	2.00E-01	8.00E+06	90%	8.00E+05
Cs-137	4.00E+05		4.00E+08	2.00E-01	8.00E+06	90%	8.00E+05
Zr-95	2.00E+05		2.00E+08	2.00E-01	4.00E+06	90%	4.00E+05
Nb-95	2.00E+05		2.00E+08	2.00E-01	4.00E+06	90%	4.00E+05
Fe-59	4.00E+04		4.00E+07	2.00E-01	8.00E+05	90%	8.00E+04
Ni-63	6.00E+05		6.00E+08	2.00E-01	1.20E+07	90%	1.20E+06
Sr-90	4.00E+04		4.00E+07	2.00E-01	8.00E+05	90%	8.00E+04
合计							9.28E+06

（4）缓解和处理措施

停止进料，人员穿戴防护用品使用长杆工具收集泄漏的玻璃固化体，收集完成后对污染区域进行去污。

（5）预防措施

熔融炉安全分级为 NC（S），按照 Q3 质保进行制造，确保产品质量。

7.1.9 废液处理系统泄漏

（1）原因

废液处理系统阀门管道连接处发生渗漏，或废液储罐因腐蚀发生破损泄漏。

（2）探测手段

现场巡检及废液处理系统运行人员发现漏液。

（3）可能产生的后果

废液污染接液盘或围堰内地面及设备。

废液处理系统源项与主工艺系统废碱液一致，废液储罐容积 4m^3 ，假设未经处理的单个废液储罐全部泄漏，事故导致核素泄漏和剂量影响是主工艺系统废碱液泄漏影响的 40%。

（4）缓解和处理措施

停止废液处理系统运行，对泄漏的废液进行收集，对污染区域进行去污，检修或更换泄漏部件。

（5）预防措施

废液储罐安全分级为 NC（S），按照 Q3 质保进行制造，确保产品质量。

为避免废液外泄造成环境污染，袋式过滤器、膜过滤和纳滤等设备下方均设有接液盘。废液储罐所在房间设置有围堰和地坑，使用高强度涂料敷面的对滞留池加强防渗处理。

7.1.10 火灾

（1）原因

厂房废物桶暂存区域发生火灾导致 2 桶可燃废物全部燃烧。

（2）探测手段

火灾报警系统、视频监控、人员巡视。

（3）可能产生的后果

焚烧导致放射性物质扩散到房间空气中。焚烧灰污染地面。

2 桶废物（200kg）全部燃烧， ^{14}C 和 ^3H 全部进入烟气，其他核素 20%的进入烟气，其余留在焚烧灰中。则火灾导致的放射性释放量见表 7.8。由表可以看出，火灾事故向环境释放的核素总量为 $3.86 \times 10^7 \text{Bq}$ 。

表 7.8 火灾单桶废物焚烧灰核素情况

核素	活度浓度 Bq/kg	重量 kg	进料总活 度 Bq	气载释放 份额	释放到房 间的核素 量 Bq	过滤 效率	释放到环 境核素量 Bq
Co-60	2.40E+06	200	4.80E+08	2.00E-01	9.60E+07	90%	9.60E+06
Co-58	2.00E+05		4.00E+07	2.00E-01	8.00E+06	90%	8.00E+05
Ag-110 m	8.00E+04		1.60E+07	2.00E-01	3.20E+06	90%	3.20E+05
Cr-51	8.00E+04		1.60E+07	2.00E-01	3.20E+06	90%	3.20E+05
Mn-54	4.00E+05		8.00E+07	2.00E-01	1.60E+07	90%	1.60E+06
Cs-137	4.00E+05		8.00E+07	2.00E-01	1.60E+07	90%	1.60E+06
Zr-95	2.00E+05		4.00E+07	2.00E-01	8.00E+06	90%	8.00E+05
Nb-95	2.00E+05		4.00E+07	2.00E-01	8.00E+06	90%	8.00E+05
Fe-59	4.00E+04		8.00E+06	2.00E-01	1.60E+06	90%	1.60E+05
C-14	1.00E+05		2.00E+07	1.00E+00	2.00E+07	0	2.00E+07
H-3	1.00E+02		2.00E+04	1.00E+00	2.00E+04	0	2.00E+04
Ni-63	6.00E+05		1.20E+08	2.00E-01	2.40E+07	90%	2.40E+06
Sr-90	4.00E+04		8.00E+06	2.00E-01	1.60E+06	90%	1.60E+05
合计							3.86E+07

（4）缓解和处理措施

工作人员穿戴防护用品，积极灭火。收集焚烧灰和未燃尽废物，对地面进行清洁去污。可使用厂房通风系统和移动式空气净化系统降低房间气溶胶放射性水平。使用移动式气溶胶监测设备实时监测房间气溶胶放射性水平。

（5）预防措施

暂存库不接收含易燃易爆物质的废物，日常做好火灾防范工作。

7.2 事故工况下的环境影响

7.2.1 事故源项

各事故释放到环境中的放射性核素的量见表 7.9，由表 7.9 可以看出，火灾事故释放到环境中的放射性气溶胶最大，因此选取该事故进行后果分析。火灾事故向环境释放的放射性总量为 $2.06 \times 10^7 \text{Bq}$ ，具体见表 7.10。

表 7.9 各事故释放到环境中的放射性核素的量

事故类型	释放到环境核素量 (Bq)
气化炉超压	3.86E+06
可燃废物转运散落	9.24E+04
焚烧灰转运散落	2.06E+06
洗涤塔废碱液泄漏	3.83E+05
熔融炉泄漏	9.28E+06
火灾	3.86E+07

表 7.10 火灾事故释放源项

核素	释放到环境核素量 (Bq)
Co-60	9.60E+06
Co-58	8.00E+05
Ag-110m	3.20E+05
Cr-51	3.20E+05
Mn-54	1.60E+06
Cs-137	1.60E+06
Zr-95	8.00E+05
Nb-95	8.00E+05
Fe-59	1.60E+05
C-14	2.00E+07
H-3	2.00E+04
Ni-63	2.40E+06
Sr-90	1.60E+05
合计	3.86E+07

7.2.2 计算模式及参数

事故工况下，气载放射性流出物大气扩散及所致公众剂量评价模式见附录 I。公众受照射途径为空气浸没外照射、地面沉积外照射和公众吸入内照射。

7.2.3 扩散因子

事故工况的扩散因子采用 PAVAN 程序的计算结果。该程序是由美国太平洋西北实验室 (PNL) 为美国核管理委员会 (NRC) 按照《核电厂潜在事故后果评价的大气弥散模式》(NRC RG.1.145) 设计开发, 使用风向、风速和大气稳定度联合频率分布, 估算各方位不同距离处 99.5% 累积概率水平短期扩散因子, 选取不同距离的最大扩散因子进行剂量估算, 不同距离的短期扩散因子计算的结果见表 7.11。

表 7.11 30m 烟囱事故工况的扩散因子 (s/m³)

下风向距离(m)	扩散因子 (s/m ³)
40	6.70E-05
500	5.84E-05
1500	5.17E-05
2500	4.31E-05
4000	2.91E-05
7500	1.52E-05

7.2.4 结果评述

(1) 个人剂量

表 7.12 给出了 10 km 范围内, 不同距离事故所致不同年龄组公众剂量的计算结果。由表可以看出, 厂址边界处 (40m 处) 所致成人组的个人有效剂量最大, 为 $1.44 \times 10^{-5} \text{mSv}$, 低于本工程事故剂量管理控制值 (1mSv)。有人子区 (5~10km) 最大个人有效剂量为 $3.27 \times 10^{-6} \text{mSv}$, 远低于本工程事故剂量管理控制值 (1mSv)。

(2) 各核素剂量贡献

表 7.13 给出了不同途径各核素所致成人剂量。由表可以看出, 成人受照主要途径是吸入内照射剂量, 占总剂量的 92.3%, 浸没外照射占总剂量的 0.7%, 地表沉积所致个人有效剂量占比 7.0%。关键核素为 ⁹⁰Co, 所致个人最大有效剂量的贡献为 59.1%; 其次为 ¹⁴C 和 ¹³⁷Cs, 剂量占比分别为 20.6% 和 11.3%, 其余核素所致剂量均小于 5%。

表 7.12 事故所致成人个人最大有效剂量（Sv）

年龄组	距离	空气浸没外照射	地表沉积外照射	吸入内照射	合计
婴儿组	40	9.91E-11	1.01E-09	5.26E-09	6.37E-09
	500	8.64E-11	8.80E-10	4.58E-09	5.55E-09
	1500	7.65E-11	7.79E-10	4.06E-09	4.91E-09
	2500	6.37E-11	6.50E-10	3.38E-09	4.10E-09
	4000	4.30E-11	4.39E-10	2.28E-09	2.77E-09
	7500	2.25E-11	2.29E-10	1.19E-09	1.44E-09
幼儿组	40	9.91E-11	1.01E-09	6.47E-09	7.58E-09
	500	8.64E-11	8.80E-10	5.64E-09	6.61E-09
	1500	7.65E-11	7.79E-10	4.99E-09	5.85E-09
	2500	6.37E-11	6.50E-10	4.16E-09	4.88E-09
	4000	4.30E-11	4.39E-10	2.81E-09	3.29E-09
	7500	2.25E-11	2.29E-10	1.47E-09	1.72E-09
少年组	40	9.91E-11	1.01E-09	1.16E-08	1.27E-08
	500	8.64E-11	8.80E-10	1.01E-08	1.11E-08
	1500	7.65E-11	7.79E-10	8.95E-09	9.81E-09
	2500	6.37E-11	6.50E-10	7.46E-09	8.18E-09
	4000	4.30E-11	4.39E-10	5.04E-09	5.52E-09
	7500	2.25E-11	2.29E-10	2.63E-09	2.88E-09
成人组	40	9.91E-11	1.01E-09	1.33E-08	1.44E-08
	500	8.64E-11	8.80E-10	1.16E-08	1.26E-08
	1500	7.65E-11	7.79E-10	1.03E-08	1.11E-08
	2500	6.37E-11	6.50E-10	8.56E-09	9.27E-09
	4000	4.30E-11	4.39E-10	5.78E-09	6.26E-09
	7500	2.25E-11	2.29E-10	3.02E-09	3.27E-09

表 7.13 各核素对关键居民（成人组）的剂量影响（Sv）

核素	照射途径			合计	份额，%
	空气浸没	地面沉积	吸入		
Co-60	8.17E-11	8.04E-10	7.60E-09	8.49E-09	59.1%
Co-58	2.55E-12	2.68E-11	4.29E-11	7.23E-11	0.5%
Ag-110m	2.92E-12	3.04E-11	9.80E-11	1.31E-10	0.9%
Cr-51	3.26E-14	3.50E-13	3.02E-13	6.85E-13	0.0%
Mn-54	4.43E-12	4.64E-11	6.13E-11	1.12E-10	0.8%
Cs-137	2.96E-12	3.21E-11	1.59E-09	1.63E-09	11.3%
Zr-95	1.87E-12	4.19E-11	1.20E-10	1.64E-10	1.1%
Nb-95	2.04E-12	2.14E-11	3.68E-11	6.02E-11	0.4%
Fe-59	6.45E-13	6.42E-12	1.63E-11	2.34E-11	0.2%
C-14	0.00E+00	0.00E+00	2.96E-09	2.96E-09	20.6%
Ni-63	0.00E+00	0.00E+00	7.96E-11	7.96E-11	0.6%
Sr-90	1.05E-15	6.25E-13	6.53E-10	6.54E-10	4.5%
合计	9.91E-11	1.01E-09	1.33E-08	1.44E-08	100.0%
份额，%	0.7%	7.0%	92.3%	100.0%	

7.3 环境风险分析

7.3.1 物质风险识别

本项目风险物质为液化天然气（主要成分为甲烷），依据《危险化学品名录》，天然气（主要成分为甲烷）属于 2 类易燃气体，属于危险化学品。甲烷为无色无臭气体，引燃温度 538℃，爆炸极限为 5.3~15。

7.3.2 评价等级判定

7.3.2.1 危险物质及工艺系统危险性分级

（1）危险物质数量与临界量比值（Q）

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C，本项目危险物质数量与临界量比值（Q）：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中： $q_1, q_2, \dots, q_n$ ——每种危险物质的最大存在重量，t；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——每种危险物质的临界量，t；

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I；当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为：（1） $1 \leq Q < 10$ ；（2） $10 \leq Q < 100$ ；（3） $Q \geq 100$ 。

本项目风险物质为液化天然气（主要成分为甲烷）。本次新增 LNG（液化天然气）储罐 1 个，储罐的容积为 100m^3 ，最大存储量为 41.4t，本工程 Q 值见表 7.14。

表 7.14 建设项目 Q 值确定

危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 q_n /t	临界量 Q_n /t	该种危险物质 Q 值
液化天然气 (甲烷)	74-82-8	41.4	10	4.14

根据表 7.14，危险物质数量及临界量比值为 4.14， $1 \leq Q < 10$ ，

（2）行业及生产工艺（M）

根据 HJ169-2018 附录 C 中表 C.1，本工程所属行业为“其他”，主要涉及危险物质使用和贮存，行业及生产工艺（M）的分值 $M=5$ ，行业及生产工艺为 M4。

(3) 危险物质及工艺系统危险性分级

根据 HJ169-2018 附录 C 中表 C.2（见表 7.15），本工程危险物质及工艺系统危险性等级为 P4（轻度危害）。

表 7.15 危险物质及工艺系统危险性分级

危险物质数量与临界量比值（Q）	行业及生产工艺（M）			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

7.3.2.1 环境敏感程度（E）的分级

本项目风险物质为液化天然气（主要成分为甲烷），主要环境风险为天然气贮存过程和使用过程中发生泄漏，遇明火发生燃烧和爆炸等。液化天然气泄漏主要对周围大气环境造成影响，对地表水、地下水等基本不会造成影响，因此，主要对大气敏感程度（E）进行分级。

大气环境敏感程度分级（E）依据环境敏感目标环境敏感性及其人口密度划分环境风险受体的敏感性，根据 HJ169-2018 附录 D 中表 D.1 进行划分

本工程周边 5km 范围无常住居民，也无文化教育、科研、行政办公等敏感场所，不涉及油气、化学品输送，因此，本工程大气环境敏感程度为 E3（环境低度敏感区）。

7.3.2.3 环境风险潜势划分

根据 HJ169-2018 表 2 “建设项目环境风险潜势划分”，本工程风险潜势为 I。

7.3.2.4 评价等级划分

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，按照表 7.16 确定评价工作等级。风险潜势为 IV 及以上，进行一级评价；风险潜势为 III，进行二级评价；风险潜势为 II，进行三级评价；风险

潜势为 I，可开展简单分析。

表 7.16 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a
a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。见附录 A。				

本项目环境风险潜势为 I，确定本项目环境风险评价为简单分析。

7.3.3 环境风险分析

当空气中的甲烷达到 25%~30%时，将造成人体不适感，甚至是窒息死亡；天然气的浓度达到爆炸极限时，遇热源、明火会发生爆炸，喷射火焰会导致人员烧伤或死亡，导致建筑物、设备的崩塌；有毒有害气体和燃烧烟尘、颗粒物对区域大气环境和生态环境造成不利影响。

7.3.4 风险防范措施

为防范火灾事故的发生，企业需制定合理的风险防范措施，具体包括：

- 定期专人检查天然气管道，对有问题部分及时上报并维修；
- 培训工作人员。加强风险防范意识，提高操作管理水平；
- 生产区内严禁明火，并采取严密的安全防护措施；
- 锅炉房内配备消防器材，定期检查更新消防器材。

7.4 应急计划

7.4.1 概述

为保护环境，保障职工及周围地区广大公众的健康和安全是我国发展核事业严格遵循的一条基本方针。本工程因系统设备故障或人为差错造成事故并导致其进入应急状态的可能性极小，然而，发生辐射事故的可能性仍然存在。

本着有备无患的精神，为在预防事故、保障安全的基础上，做好应付各种事故的应急准备，以便在万一发生事故能及时有效地采取应急防护行动，恢复并维持安全状态，最大限度地限制和减小事故的后果和影响，制定《辐射事故应急预案》，做好各项应急准备。

7.4.2 应急组织机构

应急计划与准备在总经理部领导下通过正常的管理组织实施。总经理部领导核事故应急准备与响应的相关职责，确保核事故应急准备的充分性、应急响应的正确性。

（1）总经理

总经理作为处理厂安全第一责任人，在核应急准备与响应方面具体承担如下职责：

- ✧ 履行核安全责任；
- ✧ 贯彻执行国家核事故应急工作方针、政策及相关法规、标准；
- ✧ 批准实施场内应急计划，保证实施应急准备与响应所需资源。

（2）副总经理

应急准备期间，在分管工作职责范围内协助总经理履行核安全责任，在应急准备方面根据规定承担具体的领导责任；协助总经理具体负责组织领导应急准备工作。

（3）各部门经理

各部门经理为本部门应急计划与准备的负责人。应急准备期间，根据应急计划和有关程序领导本部门的应急准备，包括人员培训及本部门管理范围内的应急设施、设备、器材和文件的准备，使之处于随时可用的状态。

（4）处理厂员工

应急准备期间，员工根据应急计划和有关程序的要求，接受相应的应急培训，参加演练和演习，提高应急响应能力。

（5）其他非东方瑞龙单位和外驻单位

在处理厂场区内的其他单位，应对其员工和家属的应急准备和应急响应负责，保证所有人员具备基本的应急响应知识，确保在应急状态下能按要求正确行动。

其他单位须按照东方瑞龙公司的要求，积极做好本单位的应急撤离预案更新、应急培训、应急演练及资源保障等应急准备工作。

（6）应急计划与准备的归口管理部门

安环质量部为应急计划与准备的归口管理部门，对应急计划与准备的实施进行统一管理，具体职责包括：

组织制定现场应急处置方案，全面管理和协调场内应急准备；

组织应急响应人员的培训、演练和场内综合演习以及非应急响应人员的基础培训和演练；

支持和检查各非东方瑞龙单位应急培训与演练；

通过检查、试验和改进保证应急设施、设备、器材和文件处于随时可用状态；

协助和配合场外应急组织的应急计划与准备。

7.4.3 应急预案

参照《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002-1993）、《核电厂核事故应急管理条例实施细则之一——核电厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAF002/01-1998）、《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAD002/01-2010）、《核电厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）等国家有关法规导则标准的规定要求，核设施营运单位应本着有备无患的精神，在预防事故、保障安全的基础上，编制场内应急计划，做好应付各种事故的应急准备，以便在万一发生事故能及时有效地采取应急防护行动，恢复并维持处理设施的安全状态，最大限度地限制和减小事故的后果和影响。

按照我国核应急管理工作"常备不懈，积极兼容，统一指挥，大力协同，保护公众，保护环境"的方针，处理厂将实行统一的应急计划。

第八章 流出物监测和环境监测

8.1 流出物监测

8.1.1 流出物监测的目的

- (1) 判明本工程运行过程放射性流出物中放射性物质的排放对公众所致的个人剂量，以便与剂量约束值进行比较；
- (2) 掌握运行过程中所使用的检测设备、三废处理和控制装置的工作是否正常，以便于对各种净化装置的效率进行评估；
- (3) 确定三废排放对环境的影响程度和范围，使公众确信核设施运行中放射性物质释放确实受到严格的控制；
- (4) 为评价环境质量及估算公众所受到的辐射剂量提供源项数据和资料。

8.1.2 流出物监测的计划和要求

- (1) 将预计或可能有放射性污染的所有流出物均纳入常规监测；
- (2) 选择适当的监测点，使其监测结果具有代表性；
- (3) 确定合理的监测项目、监测频率以及监测的核素种类；
- (4) 监测仪器要有足够宽的量程，以适应常规监测和计划外释放的监测；
- (5) 设专人操作和管理监测仪器；
- (6) 及时收集、分析所获取的数据，供决策参考。

8.1.3 流出物监测计划

流出物监测根据东方瑞龙实际情况，自行监测或委托有资质单位进行监测，其中非放流出物按照《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）要求进行监测。

目前，东方瑞龙正在进行监测设备采购和人员培训，运行初期，流出物监测以委托监测为主，随着人员培训和监测仪器采购到位，除部分监测项目外，逐步过渡到自主监测为主。表 8.1 给出了本工程运行初期流出物监测计划。本工程拟配置的流出物监测设备见表 8.2。

表 8.1 流出物监测计划

内容	介质	监测点位	监测项目	监测频次	监测单位
流出物监测	液态流出物	减容车间槽式排放口	总 α 、总 β	每槽 1 测	委托
			H-3	初期每槽监测一次, 连续半年活度浓度小于 100Bq/L 时, 则半年测 1 次	委托
			pH、COD、BOD5、SS、氨氮、硫酸盐、氯化物、氟化物	每槽 1 测	委托
		生活污水排放口	BOD5、浊度、色度、pH、大肠菌群、氨氮	取样监测, 1 次/半年	委托
	气态流出物	减容车间总烟囱取样口	总 α 、总 β 、 γ 核素分析 (Co-60、Co-58、Ag-110m、Cr-51、Mn-54、Cs-137、Zr-95、Nb-95、Fe-59)	连续取样监测, 1 次/月	委托
		减容车间总烟囱取样口	C-14	连续取样监测, 1 次/季度	委托
	气态流出物	主工艺系统烟囱取样口	烟尘、CO、SO ₂ 、NO _x 、HCl、HF	连续监测	自主
			烟尘、CO、SO ₂ 、NO _x 、HCl、HF、重金属等	取样监测, 1 次/季度	委托监测
			二噁英	取样监测, 1 次/年	
		锅炉烟囱取样口	颗粒物、SO ₂ 、NO _x	取样监测, 1 次/年	
	固体废物	统计固体废物种类、产生量、处理方式、去向		每月统计一次	自主

表 8.2 流出物监测仪器

内容	介质	监测项目	监测设备
流出物监测	液态流出物	总 α 、总 β	α/β 仪: 低本底总 α 、总 β 谱仪
	液态流出物 (非放)	PH、SS、氨氮、BOD、COD、特征污染物	PH: PH 测试仪 BOD: 智能 BOD 测定仪 SS、COD、氨氮、特征污染物等: 多参数水质污染物测定仪
	气态流出物	总 α 、总 β	α/β 仪: 总 α 、总 β 放射性测量
		核素分析	高纯锗 γ 谱仪/ NaI (TI) γ 探测器: 用于分析流出物样品中的 γ 放射性核素 液闪谱仪: 用于分析流出物样品中的 C-14

8.2 环境监测计划

为及时掌握工程运行过程中对环境带来的影响，在工程运行期间，应在厂址附近设置常规环境监测点。本工程运行初期环境监测计划见表 8.3，环境监测布点情况见图 8.1 和图 8.2。环境监测除 γ 剂量率自主监测外，其余均委托有资质单位进行监测，核素分析主要分析 ^{60}Co 、 ^{58}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{51}Cr 、 ^{54}Mn 、 ^{137}Cs 、 ^{95}Zr 、 ^{95}Nb 、 ^{59}Fe 、 ^{14}C 等核素。

表 8.3 环境监测计划

内容	介质	监测点位	监测项目	监测频次	监测单位
环境监测(放射性)	γ 剂量率	厂区边界外东、南、西、北四侧各布设 1 个点位、生地湾农场三分场 1 个点位	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/月	自主监测
		减容车间四周各布设 1 个点位	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/月	
		低放废物暂存库四周各布设 1 个点位	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/月	
	气溶胶	厂界外上下风向各 1 个点位、生地湾农场三分场 1 个点位	总 α 、总 β 、核素分析	1 次/季	委托监测
	沉降灰	厂界外上下风向各 1 个点位、生地湾农场三分场 1 个点位	总 α 、总 β 、核素分析	1 次/季	
	土壤	厂区采样 生地湾农场三分场 1 个点位	总 α 、总 β 、核素分析	1 次/年	
	生物	生地湾农场三分场 1 个点位	总 α 、总 β 、核素分析	1 次/年	
环境监测(非放)	空气	厂界外上下风向各 1 个点位	烟尘、 CO 、 SO_2 、氮氧化物、氯化氢、二噁英、HF 等	1 次/年	委托监测
	声	厂界四周	等效连续 A 声级	1 次/半年，昼夜各一次	
	土壤	厂区采样	重金属、二噁英	1 次/年	

注：若有无组织排放，需在厂界设置无组织废气监控点，监测频次 1 次/年。

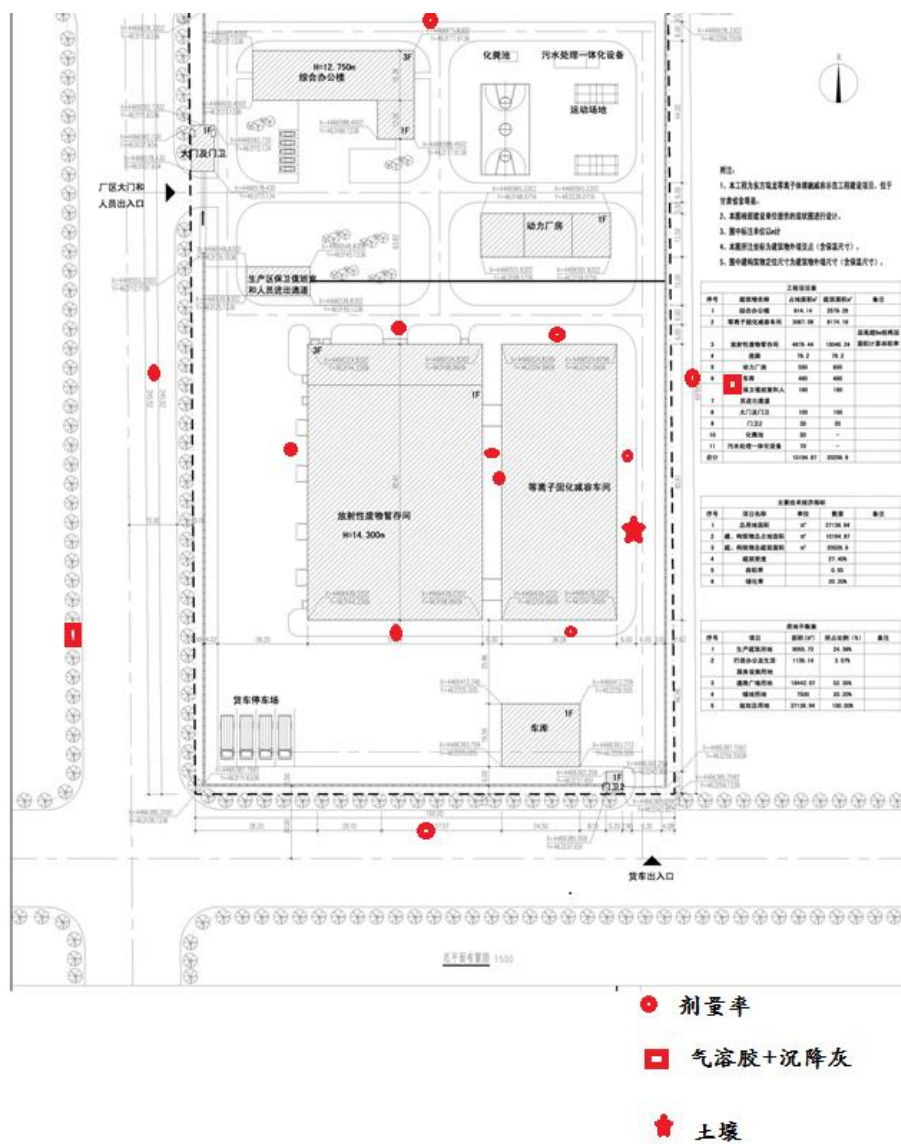


图 8.1 厂址近区环境监测布点情况

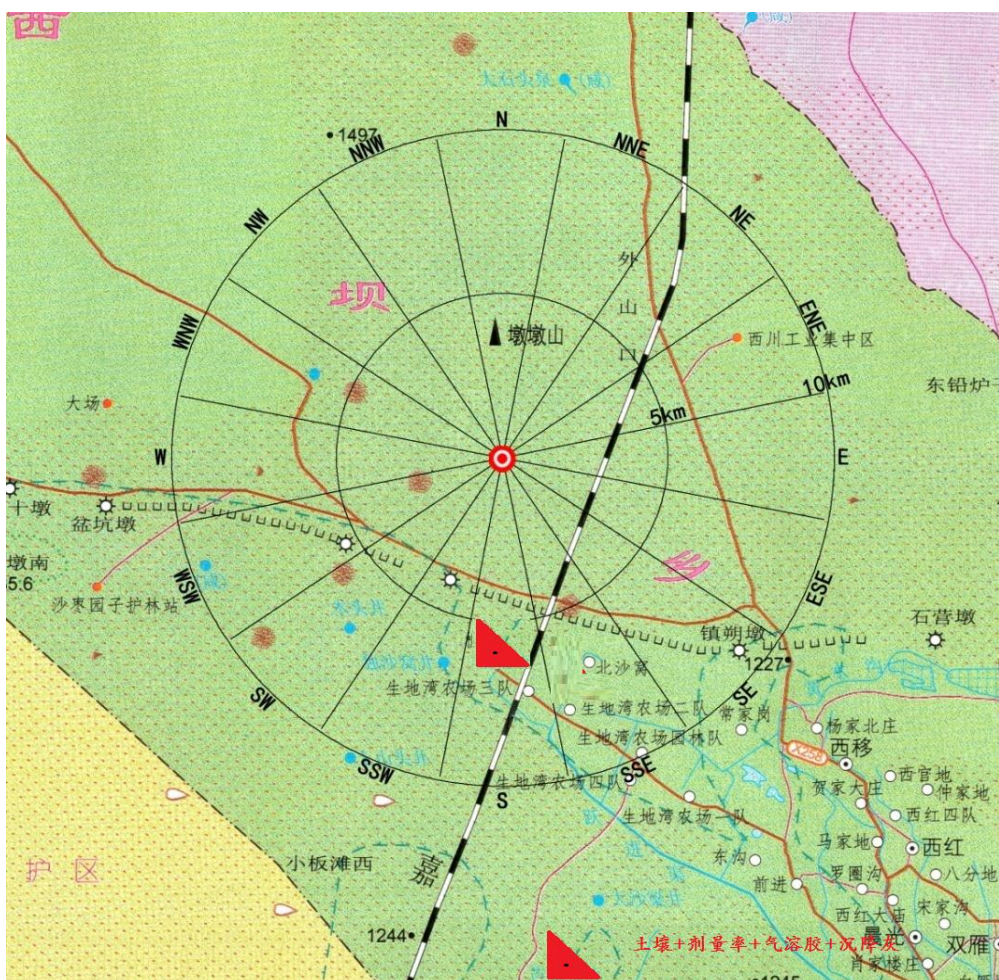


图 8.2 生地湾农场布点情况

8.3 质量保证

本工程在监测过程中，为保证监测结果准确可信，严格执行《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021），对监测分析的全过程进行严格的质量控制。

（1）从事环境监测的人员掌握辐射防护的基本知识，正确熟练掌握辐射环境监测中操作技术和质量控制程序，掌握数理统计方法。

（2）从采集点布设到样品分析前的全过程严格执行质量控制措施。采样容器、设备符合技术规范要求，保证采样器和样品容器的清洁，并防止交叉污染，采集的样品有代表性，并留有足够的余量以备复查。样品的包装、运输、贮存及必要的前处理严格按照操作规范进行，并及时记录、贴上标签。准确测定样品的质量、体积或取样的累计流量。

（3）分析检测方法尽可能使用国标方法，没有国标方法的项目使用行业方法，并通过比对验证。无论使用何种方法，一律进行空白和加标回收试验，分析结果扣除本底并进行回收校正。

（4）对所使用的测量仪器仪表按国家规定定期检定。

（5）所有监测装置符合技术规范要求，具有较好的稳定性，并通过试验绘制出本底、效率控制图，将每次测量置于受控状态。所使用的标准源（包括标准溶液）均为国家级标准，并且几何状态与待测样品一致。

（6）样品从采集、预处理、分析测量到结果分析，按 HJ 61-2021 规定的格式和内容准确记录。认真检查原始记录，发现有计算或记录错误的数据经反复核算后予以订正。数据由专人复审，并长期保存。数据的报出严格执行三级审核要求。

第九章 环境经济效益分析

9.1 代价分析

9.1.1 经济代价

本工程建设总投资为 16142.90 万元。其中：建筑工程费 3882.4 万元，工艺设备购置费 6886.92 万元，工艺设备安装费 1308.72 万元，工程建设其他费用 2166.51 万元，基本预备费 1100.00 万元。建设期利息 798.35 万元。

项目建成后的运行成本包括：生产处理低放废物过程所消耗的燃料、动力、辅助材料、职工工资及福利及其它相关费用，运输低放可燃废物的费用，处置放射性玻璃熔融体废物的费用，年均总成本为 7451.05 万元。

9.1.2 社会代价

工程建设过程中，不仅要解决施工人员的饮食、居住、交通等实际问题，还将对场址周边居民的日常生活产生一定的影响，这会给当地带来一定的社会问题。本工程建设将严格执行相关标准的规定，并采取有效的防尘降噪措施，且周围居民点距离厂址较远，工程建设过程对场址周边居民的影响也比较小。

本工程的运输包括施工期间设备、建筑材料的运输，运行期间低放可燃固体废物的运输等，将对当地的交通运输造成一定的运输负担。

工程建设期间将导致场址周围区域流动人口数量增加，一定程度上将增加当地政府在治安、社会服务等方面的投入和管理负担。这需要业主、承包商以及当地政府共同努力，适当增加相应的设施和投入，以消除不利影响，共创和谐社会。

9.1.3 环境代价

厂址 10km 范围内，主要为戈壁荒漠，厂址周围为风蚀残丘和中部戈壁砾石地，植被稀少，分布有少量干旱荒漠植被。工程建设造成厂址区域生态环境的变化，主要表现在工程建设将在征地范围内占用部分土地，剥离表土和植被，这将影响当地植物的生存环境，造成水

土流失。通过建设工程中有计划的绿化和植被恢复，将对受到影响的生态环境进行有效的修复。

工程运行过程中，会向环境缓慢释放放射性物质，对公众人员、周围环境和公众造成照射，对公众人员、公众健康造成影响。为了控制并确保工程在正常运行和事故期间向环境释放的放射性物质低于国家标准，从而保证工作人员和周围居民的安全，本工程设置了放射性过滤装置（高效过滤器）、环境监测措施、屏蔽防护及应急措施。

9.2 效益分析

9.2.1 经济效益

本项目平均年处理低放废物 1000 吨，处理费按 12 万元/吨计算，实际产能约达 85%，低放废物处理费年收入 10200 万元。若核电站低放可燃固体废物送处置场进行最终处置，按处置单价为 100000 元/m³ 计，年 1000t 低放可燃固体废物超压前密度按照 0.5 t/m³ 计算，体积 2000m³，超压减容比 67%，处置量约为 1340m³，则年处置费用将达 13400 万元。两者相较，可以看出本项目的建设具有良好的经济效益。

9.2.2 社会效益

核电厂的运行会产生大量的低放可燃固体废物。如果不能及时安全处置好这些废物，不仅会影响我国核能的可持续发展，也会危及公众健康、环境安全，不利于我国和谐社会的建设。

目前，我国核电站大部分低放可燃固体废物压缩后暂存。废物暂存不仅占用大量厂房空间，而且极有可能造成环境的二次污染，给核电站造成了巨大的储存压力。随着废物量逐年增加，许多核电站废物暂存场地已明显紧张。本项目的建设，可以实现核电站废物最小化，是企业践行国家“积极推动废物最小化技术的应用”的重要体现。

本工程的建设会带动当地相关配套产业的发展，如运输业等，可以为当地经济发展起一定推动作用。工程投入运营后，将每年向国家和地方上缴相应的税收，增加地方税收和财政收入。

因此，本工程的投资建设，将改善地区的经济条件，促进当地经济平衡协调发展，本工程的建设会收到良好的社会效益。

9.2.3 环境效益

本项目采用等离子体工艺系统将低放可燃固体废物高温熔融，使其变为熔融体，对固体废物的减容比超过 20，能达到很好的减容效果，减少处置场处理的废物量。

为实现本工程运行过程中对环境污染的控制，建设单位投入了一定比例的环保资金，用于环保设施和与环保有关的项目。本工程环保投资额为 1871.7 万元，占总投资比例的 11.6%。环保投资主要包括排风净化系统、流出物及环境监测设备、工艺水处理系统、生活污水处理系统、厂区绿化等，本工程环保投资情况见表 9.1。这些设施投入运行后将会大大降低工程本身对环境的污染程度，使各项环境要素达到相应的环保标准的要求，具有很好的环境效益。

表 9.1 本工程环保投资（万元）一览表

名称		单位	数量	合计(万元)
排风净化系统	气水换热器	套	1	90
	急冷塔	套	1	150
	预敷器	套	1	15
	布袋除尘器	套	1	290
	洗涤塔	套	1	160
	循环液储罐	套	1	12
	冷却器	套	1	20
	电加热器	套	1	15
	高效过滤器	套	2	45
	钢制斜流风机	套	2	8
	碱液配制系统	套	1	20
	尿素配制系统	套	1	25
监测设备	流出物在线分析和取样监测系统	套	1	46
	非放监测系统、烟囱烟气监测仪	套	1	60
排气烟囱		个	/	21.5
厂房通风系统		套	/	283.5
工艺废水处理系统		套	1	499.8
生活污水处理系统—化粪池		套	1	21
绿化		批	1	89.9
合计				1871.7

由此可见，本项目的建设实现了环境效益、经济效益与社会效益的最佳结合。

第十章 结论与建议

10.1 项目概况

本项目位于甘肃酒泉核技术产业园，主要内容为建设一套等离子体熔融工艺系统，利用等离子体工艺系统将低放可燃固体废物高温熔融，使其变为无害化的熔融体，改变目前可燃废物超级压缩的处理方式，处理能力为 1000t/a。在主工艺厂房的基础上，增加厂区辅助工程（供暖、消防、泵房等）。

10.2 辐射环境质量现状

辐射环境本底调查结果表明场址周围剂量率测量结果未发现高本底区域，属于正常本底水平，各环境介质的活度浓度基本保持在正常的环境水平。

2022 年金塔县环境空气质量综合评价达到二级标准；场址周围土壤中重金属浓度均小于《土壤环境质量标准 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第二类用地筛选值。

10.3 运行过程废物的产生及处理

10.3.1 放射性“三废”的产生及处理

（1）气载流出物的产生和处理

等离子体熔融工序产生的放射性烟气通过烟气净化系统处理后排放，烟气净化系统主要由烟气净化系统主要由 SNCR 脱硝系统、气水换热器、急冷塔、布袋除尘器、洗涤塔、电加热器、高效过滤器（含高效过滤器、碘吸附器）、活性炭吸附床组成，过滤后的烟气经 30m 高烟囱排入环境。

（2）液态流出物的产生和处理

本工程放射性废液主要包括工艺废水、超标清洗水和其他废液，年产生量合计约 976m³，产生的放射性废液统一收集到废液暂存箱中，经过滤和无机吸附去除废液的放射性后，再进行除盐处理，其放射性指标满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中总 $\alpha \leq 1\text{Bq/L}$ ，

总 $\beta \leq 10\text{Bq/L}$ 后送园区污水处理系统处理。

(3) 固体废物的产生和处理

本项目产生的固体废物主要有工作服、废旧零部件、抹布、劳保用品、空气过滤器芯、熔融体、过滤灰尘、废水处理系统产生的二次废物（废滤芯、吸附材料等）。

本工程每年产生的可燃废物约 2t/a ，收集后送本设施焚烧炉进行焚烧处理。

产生的焚烧灰进行等离子熔融后，产生的玻璃固化体为低放水平，产生量约为 10t/a ，在本工程暂存后送近地表处置场处置；运行过程中产生的废过滤器（产生量约 $18\text{m}^3/\text{a}$ ）、废水处理系统废滤芯和滤膜（产生量约 3t/a ）、以及维修产生的废旧仪表、传感器、耐火材料（产生量约 $2\text{m}^3/\text{a}$ ）等均为低放水平，装入 400L 桶中，暂存一定量后送近地表处置场处置。废水蒸发结晶产生的废盐（产生量约 11t/a ），收集后首先进行放射性监测，若固体废物中的核素浓度小于 0.1Bq/g ，则判断为可解控废物，当属于解控废物时，再进行鉴定，若属于危险废物，则送有资质单位处理，否则按一般工业废物处理，若判断为放射性废物，则收集后送近地表处置设施进行处置。

工程运行过程中维修时会产生的少量的废管道、阀门等，产生量约 0.5t/a ，收集后在厂房内暂存，待设施退役时统一考虑。

10.3.2 非放污染物的产生及处理

(1) 废气

➤ 等离子体减容装置烟气

等离子体减容装置烟气通过 SNCR 脱硝系统、急冷塔、布袋除尘器、洗涤塔、初效+高效过滤器、活性炭吸附床净化，满足 GB18484-2020 中的限值后由烟囱排放，烟囱高度 30m 。

➤ 锅炉烟气

本工程锅炉废气排放量为 $3360\text{m}^3/\text{h}$ ，锅炉废气经净化满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）中的限值后，由新建的 15m 烟囱排入环境。

(2) 废水

本工程产生的非放废水主要为工作人员的生活污水，根据设计生产，生活污水产生量为 6.94 m³/d，产生的生活污水排入厂区污水处理站进行处理，处理后满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中的城市绿化水质标准后，用于厂区绿化灌溉洒水。

（3）固体废物

工作人员产生的生活垃圾按 1kg/（人•天），本工程劳动定员 40 人，工作天数 330 天，因此产生的生活垃圾约为 13.2t/a。工作人员产生的生活垃圾统一收集后，定期由园区环卫部门清运处理。

（4）噪声

本工程的噪声源主要来自压缩空气产生的噪声、风机噪声、离心泵噪声，噪声强度为 85~90dB(A)。工程采取一系列的隔声、消声措施，保证厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的要求。

10.4 运行期正常工况的环境影响

10.4.1 辐射环境影响

工程的正常运行过程中，放射性气载流出物经净化后由 30m 高烟囱排入大气。考虑空气浸没、吸入、地表沉积、食入四种照射途径所致 0~10km 范围内不同子区的公众剂量。得出的结论是：气载流出物在有人子区的最大个人有效剂量出现在 5~10 km 的 S 子区成人（生地湾农场三分场），公众最大个人有效剂量为 2.93×10^{-5} mSv/a，约占本工程剂量约束值（0.01mSv/a）的 0.3%。关键核素为 ⁶⁰Co，其对公众最大个人有效剂量的贡献额为 61.7%；关键途径为地表沉积外照射，占成人组最大个人有效剂量的 64.8%。

本工程正常工况下对周边公众的辐射环境影响是可以接受的。

10.4.2 非放环境影响

本工程等离子体产生的烟气经过滤后排放浓度均小于《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）中的限值，烟囱高度 30m，满足标准要求。锅炉烟气污染物排放浓度均小于锅炉大气污染物排放

标准》（GB13271-2014）中的限值，非放废气的排放满足标准要求。根据“十四五”主要污染物总量控制规划，我国“十四五”期间国家对 COD_{Cr}、NH₃-N、NO_x 和 VOCs 主要污染物实行排放总量控制规划管理，同时根据《甘肃省人民政府办公厅关于甘肃省“十四五”生态环境保护规划的通知》（甘政办发[2021]105 号）中生态环境主要指标指出将氮氧化物、挥发性有机物、化学需氧量和氨氮作为约束性指标。综合本项目污染物排放特征，确定项目总量控制因子为氮氧化物，氮氧化物排放量 2090kg/a，本项目氮氧化物总量指标来自甘肃恒亚水泥有限公司超低排放改造项目，

产生的生活污水排入厂区污水处理站进行处理，处理后废水满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中的城市绿化水质标准后，用于厂区绿化灌溉浇洒，不会对周围环境产生影响。

工作人员产生的生活垃圾统一收集后，定期由园区环卫部门清运处理。不会对周围环境产生大的影响。

采取噪声防治措施后，厂界处噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的要求。

10.5 事故工况的环境影响

经分析计算，可燃废物火灾事故向环境释放的放射性总量最大，在该事故景象下，厂址边界处（40m 处）所致公众最大个人有效剂量为 $1.44 \times 10^{-5} \text{mSv}$ ，低于本工程事故剂量管理控制值（1mSv），有人子区（5~10km）最大个人有效剂量为 $3.27 \times 10^{-6} \text{mSv}$ ，远低于本工程事故剂量管理控制值（1mSv）。关键照射途径为吸入内照射，占总剂量的 92.3%，关键核素为 ⁶⁰Co，占总剂量的 59.1%。

10.6 监测计划

在该工程运行期间，针对工程运行的特征制定了监测计划。该监测内容包括：①气载流出物、液态流出物监测；②厂区周围的辐射环境监测，监测对象为环境 γ 辐射、大气、沉降灰、土壤、生物，分析的项目为 γ 辐射空气吸收剂量率、放射性核素活度浓度；③厂区周围的非放环境监测，监测对象为环境空气、声环境和土壤。

综上所述，项目运行对周围环境造成的影响很小，认真落实辐射安全管理措施和环保措施等各项措施的前提下，从环境保护角度分析，项目的建设是可行的。

10.7 建议

（1）建立健全放射性废物台账，做好放射性废物转入、转出记录。

（2）加强对工作人员的教育和培训，职业工作人员和管理人员均应参加辐射安全培训，严格做到持证上岗，避免事故的发生。

附录 I 大气扩散及气载途径剂量估算模式

1 正常工况下的大气扩散和剂量估算

1.1 正常工况下的大气扩散模式

1.1.1 基本公式

1) i 风下风向不同距离的长期扩散因子的计算公式为:

$$\left(\frac{\dot{X}}{\dot{Q}}\right)_i = \frac{2.032}{x} \sum_{j=1} \frac{\exp(-h^2 / 2\sigma_{zj}^2)}{\sigma_{zj}} \sum_{k=1}^m \frac{P_{ijk}}{u_{jk}} \dots\dots\dots(1.1)$$

式中:

$\left(\frac{\dot{X}}{\dot{Q}}\right)_i$: i 风下风向不同距离的长期扩散因子, $s\ m^{-3}$;

I、j 和 k 分别为风向、稳定度和风速组;

m: 风速组的数目;

P_{ijk} : i 风向, j 稳定度和 k 风速组的天气频率。

$\dot{Q}$: 释放率, $Bq\ s^{-1}$;

σ_{yj} : j 稳定度的横向扩散参数, m;

σ_{zj} : j 稳定度的垂向扩散参数, m;

h: 有效排放高度, m;

u_{jk} : j 稳定度、k 风速组下有效排放高度处的风速, $m\ s^{-1}$ 。

2) 横向和垂向扩散参数的取值如表 1 所示:

表 1 扩散参数系数表达式

稳定度	σ_y	σ_z
A~B	$0.32x(1+0.0004x)^{-1/2}$	$0.24x(1+0.001x)^{1/2}$
C	$0.22x(1+0.0004x)^{-1/2}$	$0.20x$
D	$0.16x(1+0.0004x)^{-1/2}$	$0.14x(1+0.0003x)^{-1/2}$
E~F	$0.11x(1+0.0004x)^{-1/2}$	$0.08x(1+0.0015x)^{-1/2}$

(3) 考虑混合层影响的地面空气浓度

对于较长距离的迁移, 烟羽扩散将受到混合层顶的抑制, 计算过程如下:

(a) $X \leq X_m$ 时, 长期扩散因子取(1.1)式的计算结果
 X_m 值由下式计算:

$$\sigma_z(X_m) = \frac{Hm - h}{2.15} \dots\dots\dots(1.2)$$

(b) $X \geq 2X_m$ 时, 长期扩散因子按下式计算:

$$\left(\frac{X}{Q}\right)_i = \frac{8}{\pi x H_m} \sum_{j,k} \frac{P_{ijk}}{u_{jk}} \dots\dots\dots(1.3)$$

(c) $X_m \leq X \leq 2X_m$

此距离内的地面浓度取 $X = X_m$ 和 $X = 2X_m$ 两点浓度的对数内插值。

1.1.2 计算参数

(1) 有效排放高度

$$h = h_g + \Delta h \dots\dots\dots(1.4)$$

式中:

h_g : 烟囱或排气口的几何高度, m;

Δh : 烟羽抬升高度, m。

(2) 烟羽抬升高度 Δh 的计算

对于中性和不稳定天气条件, Δh 的取值如下:

$$\Delta h = 1.44D \left(\frac{W_0}{u} \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{X}{D} \right)^{\frac{1}{3}} - C \dots\dots\dots(1.5)$$

式中:

W_0 : 烟囱出口处的烟气流速, $m s^{-1}$;

D : 烟囱出口处内径;

u : 烟囱高度处的风速 $m s^{-1}$;

C 为下曳校正因子 [$W_0 \geq u$ 时 $C = 0$, 否则 $C = 3(1.5 - \frac{W_0}{u})D$]

对于稳定条件, 按下面三式计算 Δh 值, 取其小者

$$\begin{cases} \Delta h = 1.44D \left(\frac{W_0}{u} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \left(\frac{X}{D} \right)^{\frac{1}{3}} \\ \Delta h = 4 \left(\frac{Fm}{s} \right)^{\frac{1}{4}} \\ \Delta h = 1.5S^{\frac{1}{6}} \left(\frac{Fm}{u} \right)^{\frac{1}{3}} \end{cases} \dots\dots\dots(1.6)$$

式中： $Fm = W_0^2 \left(\frac{D}{2} \right)^2$ ； $S = \begin{cases} 8.7 \times 10^{-4} & \text{对E类天气} \\ 1.75 \times 10^{-3} & \text{对F类天气} \end{cases}$

(3) 平均风速

排放高度处的风速由下式计算

$$u = u_{10} \left(\frac{h}{10} \right)^n \dots\dots\dots(1.7)$$

式中：

- u： 排放高度处的风速， m s^{-1} ；
- u_{10} ： 为地面 10m 高度处的风速，取值见表 2；
- h： 有效排放高度， m；
- n： 风廓线系数，取值见表 3。

表 2 不同风速组别的平均风速取值

风速组别	0~1	1~2	2~3	3~5	5~6	>6
平均风速 (m/s)	0.6	1.4	2.3	3.6	5.4	6.6

表 3 不同大气稳定度风速幂指数*

稳定度	A	B	C	D	E、F
幂指数	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30

*表中数据来自《中国环境影响评价培训教材》

1.1.3 烟羽损耗

由于干沉积、湿沉积及放射性核素的衰变过程，将造成烟羽中放射性核素含量的减少，描述干、湿沉积的耗损采用源耗减模式。

(1) 干沉积

干沉积造成的耗损由下式计算

$$C' = F_D C \dots\dots\dots(1.8)$$

$$F_D = \exp \left[- \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{V_d}{u} \int_0^x \exp \left(- \frac{h^2}{2\sigma_z^2} \right) \frac{1}{\sigma_z} dx \right] \dots\dots\dots(1.9)$$

式中：

C, C'为校正前后的空气浓度, Bq m⁻³;

V_d: 沉积速度, 0.002 m s⁻¹ ;

F_D: 干沉积校正因子。

(2) 湿沉积

湿沉积造成的耗损由下式计算

$$C' = F_w C \dots\dots\dots(1.10)$$

$$F_w = \exp \left(- \phi \frac{x}{u} \right) \dots\dots\dots(1.11)$$

$$\Lambda = \alpha I \dots\dots\dots(1.12)$$

式中：

C, C'为校正前后的空气浓度, Bq m⁻³;

F_w: 湿沉积校正因子;

Λ: 冲洗系数, s⁻¹;

α: 冲洗比例常数, h (mm s)⁻¹, 计算中取 1.6×10⁻⁴;

I: 降雨率, mm h⁻¹

(3) 放射性衰变

$$C' = C \cdot \exp(-\lambda x / u) \dots\dots\dots(1.13)$$

(4) 烟羽的地表沉积

放射性沉积于地表有两个过程：即干沉积和湿沉积（亦称冲洗）

(a) 干沉积

因干沉积造成的放射性物质沉积于地面的通量由下式计算

$$A_d = V_d C' \dots\dots\dots(1.14)$$

式中：

A_d: 干沉积率, Bq m⁻² s⁻¹;

C': 校正后的地面空气浓度, Bq m⁻³。

短期干沉积因子 (m⁻²) 为:

$$w_D = \frac{A_d}{Q} \dots\dots\dots (1.15)$$

长期干沉积因子 (m^{-2}) 为:

$$\overline{W_{Di}} = \sum \sum P_{ijk} W_{Djk} \dots\dots\dots (1.16)$$

(b) 湿沉积

因湿沉积造成的放射性物质沉积于地面的通量由下式计算:

$$A_w = \frac{\Lambda Q}{\sqrt{2\pi}\sigma_y u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \dots\dots\dots (1.17)$$

式中:

A_w : 湿沉积率, $\text{Bq m}^{-2} \text{s}^{-1}$;

其他符号同前。

短期湿沉积因子 (m^{-2}) 为:

$$W_w = \frac{\Lambda}{\sqrt{2\pi}\sigma_y u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \dots\dots\dots (1.18)$$

长期湿沉积因子 (m^{-2}) 为:

$$\overline{W_{wi}} = \frac{8\Phi B_i}{\pi x u_i} \dots\dots\dots (1.19)$$

式中:

Φ : 冲洗常数, 计算中取 $1.8 \times 10^{-8} \text{a (mm} \cdot \text{s)}^{-1}$;

B_i : i 风向的年降雨量 (mm a^{-1});

$\overline{u_i}$: 年均风速, m s^{-1} 。

1.2 陆生食物链转移模式与参数

(1) 农作物中核素浓度

对于均匀的常规释放, 农作物中核素浓度由下式计算

$$C_p = [C_p(1) + C_p(2)] \exp(-\lambda t_p) \dots\dots\dots (1.20)$$

$$C_p(1) = 3.15 \times 10^7 Q (\overline{W_{Di}} + \overline{W_{wi}}) \frac{RT[1 - \exp(-\lambda t_n)]}{Y \lambda_e^v} \dots\dots\dots (1.21)$$

$$C_p(2) = 3.15 \times 10^7 Q B v (\overline{W_{Di}} + \overline{W_{wi}}) \frac{[1 - \exp(-\lambda t_n)]}{P \lambda_e^s} \dots\dots\dots (1.22)$$

式中:

C_p : 农作物中核素浓度, Bq Kg^{-1} ;

$C_p(1)$: 直接沉积于作物上并转移到可食用部分的核素浓度,
 $Bq\ kg^{-1}$;

$C_p(2)$: 经根部转移到作物中的核素浓度, $Bq\ kg^{-1}$;

T : 易位因子;

t_n : 农作物由收获到消费的时间, a;

λ : 放射性核素的衰变常数, a^{-1} ;

R : 滞留份额;

Y : 农作物单位面积产量, $kg\ m^{-2}$;

λ_e^v : 放射性核素由农作物中消除的有效速率常数, $1/a$; $\lambda_e^v = \lambda + \lambda_w$,
 λ_w 为风化产生的物理清除速率常数;

λ_e^s : 放射性核素从土壤表面清除的有效速率常数, 单位 $1/a$; $\lambda_e^s =$
 $\lambda + \lambda_s$, λ_s 为除衰变以外的其它清除过程的速率常数;

B_v : 农作物食用部分从土壤摄入核素的浓集因子, $(Bq\ kg^{-1})(\text{鲜作物})/(Bq\ kg^{-1})(\text{干土壤})$;

P : 土壤的有效表面密度, $kg\ m^{-2}$ (干土壤);

$\overline{W_{Di}}$: 长期干沉积因子, m^{-2} ;

$\overline{W_{wi}}$: 长期湿沉积因子, m^{-2} 。

(2) 动物产品中核素浓度

动物产品中核素浓度由下式计算

$$Ca = F_a C_p Q_a \exp(-\lambda t_a) \dots\dots\dots (1.23)$$

$$Cp = f_p f_s C_b + (1 - f_p) C_s + f_p (1 - f_s) C_s \dots\dots\dots (1.24)$$

式中:

Ca : 动物产品中的核素浓度, $Bq\ kg^{-1}$ 或 $Bq\ L^{-1}$;

F_a : 动物每天摄入的放射性核素出现在单位重量的动物产品中的
 份额, $d\ kg^{-1}$ 或 $d\ L^{-1}$;

C_p : 动物饲料中核素浓度, $Bq\ kg^{-1}$ (干重)

Q_a : 动物的饲料消费量, $kg\ d^{-1}$;

λ : 核素的衰变常数, d^{-1} ;

t_a : 动物从屠宰（或提取）到人消费的时间，d；
 f_p : 动物放牧的时间份额；
 f_s : 动物放牧期间食入新鲜牧草的份额；
 C_b : 生长中的牧草的核素浓度， $Bq\ kg^{-1}$ （干重）；
 C_s : 贮存饲料中核素浓度， $Bq\ kg^{-1}$ （干重）
 其中 C_b 和 C_s 可采用式（1.20）进行计算。

表 4 食入途径所致剂量计算中参数的取值

参数符号	取值
T	蔬菜取 1，其他作物取 0.1
t_n	蔬菜，最大个人取 $2.7 \times 10^{-3}a$ ，蔬菜，群体取 $5.5 \times 10^{-3}a$ ，其他作物，最大个人取 $8.2 \times 10^{-2}a$ ，其他作物，群体取 $0.5a$
R	0.2
λ_w	$17a^{-1}$
λ_s	$0.01a^{-1}$
Y	蔬菜鲜重取 $2.0\ kg\ m^{-2}$ ，其他作物鲜重取 $0.6\ kg\ m^{-2}$ 。
Bv	$2 \times 10^{-3}(Bq/kg)(\text{鲜作物})/(Bq/kg)(\text{干土壤})$
P	$240\ kg\ m^{-2}$ （干土壤）
Q_a	牛取 $14\ kg\ (\text{干重}) \bullet d^{-1}$ ，羊取 $1.5\ kg\ (\text{干重}) \bullet d^{-1}$ ，猪取 $4.2\ kg\ (\text{干重}) \bullet d^{-1}$ ，家禽取 $0.12\ kg\ (\text{干重}) \bullet d^{-1}$
f_s	牛羊取 80%，猪取 30%，家禽取 60%

1.3 大气途径剂量估算模式

（1）空气浸没外照射剂量

空气浸没外照射年全身剂量由下式计算

$$D_1 = 3.15 \times 10^7 S_F \dot{Q} \left(\frac{X}{\dot{Q}} \right) G_1 \dots \dots \dots (1.25)$$

式中：

D_1 : 空气浸没外照射年全身剂量， $Sv\ a^{-1}$ ；
 S_F : 建筑物屏蔽产生的剂量减弱因子，取 0.7；
 G_1 : 烟云浸没照射剂量转换因子， $Sv(s\ Bq\ m^{-3})^{-1}$ ；
 其余符号意义同前。

（2）地表沉积外照射剂量

地表沉积外照射剂量由下式计算

$$D_2 = 3.15 \times 10^7 S_F^G C_d G_2$$

$$C_d = \frac{3.15 \times 10^7 (\overline{W}_{Di} + \overline{W}_{wi}) \dot{Q}}{\lambda e} (1 - e^{-\lambda t_b}) \dots\dots\dots (1.26)$$

式中:

- D_2 : 地表沉积外照射年全身剂量, Sv a^{-1} ;
 C_d : 地表面放射性核素沉积量, Bq m^{-2} ;
 S_F^G : 公众停留在污染土地上的时间份额, 个人取 0.7, 集体取 0.5;
 $\overline{W}_{Di}$: 长期干沉积因子, m^{-2} ;
 $\overline{W}_{wi}$: 长期湿沉积因子, m^{-2} ;
 G_2 : 地面外照射剂量转换因子, $\text{Sv(s Bq m}^{-2})^{-1}$
 λe : 有效衰变常数, a , 取 0.01 a^{-1} ;
 t_b : 放射性核素在地面的累积时间, a^{-1} , 取核设施寿期的中点;
 λ : 放射性核素衰变常数, a^{-1} 。

(3) 吸入内照射剂量

吸入污染空气产生的年待积有效剂量由下式计算

$$D_3 = R_a \dot{Q} \left(\frac{X}{\dot{Q}} \right) G_3 \dots\dots\dots (1.27)$$

式中:

- D_3 : 吸入产生的年待积有效剂量, Sv a^{-1} ;
 R_a : 个人年空气摄入量, $\text{m}^3 \text{ a}^{-1}$;
 G_3 : 吸入剂量转换因子, Sv Bq^{-1} ;

(4) 食入内照射剂量

$$D_4 = G_4 \sum_P U_P f_P C_P \dots\dots\dots (1.28)$$

式中:

- D_4 : 食入污染食物产生的年待积有效剂量, Sv a^{-1} ;
 G_4 : 食入剂量转换因子, Sv Bq^{-1} ;
 U_P : 对 P 类农产品的年摄入量, kg a^{-1} ;
 f_P : 食入有关地区生产的 P 类农产品的份额;
 C_P : P 类农产品中放射性核素浓度, Bq kg^{-1} 。

2 事故条件下的剂量估算

2.1 烟羽浸没剂量

事故时第 i 时段内下风向某距离处的烟羽浸没有效剂量为：

$$D_{i,n}^{imm}(x) = \left(\frac{x}{Q} \right)_i \bullet Q_{i,n} \bullet S_F \bullet G_1 \dots\dots\dots (2.1)$$

式中， $D_{i,n}^{imm}(x)$ 为第 i 时段内，下风向距离 x 处烟羽中 n 核素经烟羽浸没途径所致的个人有效剂量，Sv； $\left(\frac{x}{Q} \right)_i$ 为第 i 时段的事扩因子， $s \cdot m^{-3}$ ； $Q_{i,n}$ 为第 i 时段内 n 核素的排放总量，Bq； S_F 为建筑物屏蔽因子（见表 5）。

表 5 建筑物屏蔽因子

时段	个人	群体
0~8 小时	1	0.7

2.2 地面沉积外照射剂量

事故时第 i 时段内下风向某距离处地面沉积所致有效剂量为：

$$D_{i,n}^G(x) = [W_{d,i,n} + W_{w,i,n} \bullet \frac{t_i}{T_i}] \bullet T_{i,e} \bullet Q_{i,n} \bullet G_2 \dots\dots\dots (2.2)$$

式中， $D_{i,n}^G(x)$ 为第 i 时段内，下风向距离 x 处的个体受到 n 核素经地面沉积照射途径所致的个人有效剂量，Sv； T_i 和 t_i 分别表示第 i 时段的时间长度和降雨时间长度，h； $T_{i,e}$ 为第 i 时段内个人在污染地面上的暴露时间（ $T_{i,e} \leq T_i$ ），s；这里取 $T_{i,e} = T_i$ 。

2.3 烟羽吸入剂量

事故时第 i 时段内下风向某距离处地面沉积所致有效剂量为：

$$D_{i,n}^{inh,a}(x) = \left(\frac{x}{Q} \right)_i \bullet Q_{i,n} \bullet R_a \bullet G_3 \dots\dots\dots (2.3)$$

式中， $D_{i,n}^{inh,a}(x)$ 为第 i 时段内，下风向距离 x 处的个体吸入烟羽中 n 核素所致的个人有效剂量，Sv； R_a 为 a 年龄组个人的空气摄入量（见表 6）， $m^3 \cdot s^{-1}$ 。

表 6 各年龄组的空气摄入率 ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)

释放时间	婴儿	幼儿	少年	成人
0—8 小时	4.97×10^{-5}	6.66×10^{-5}	2.61×10^{-4}	3.81×10^{-4}

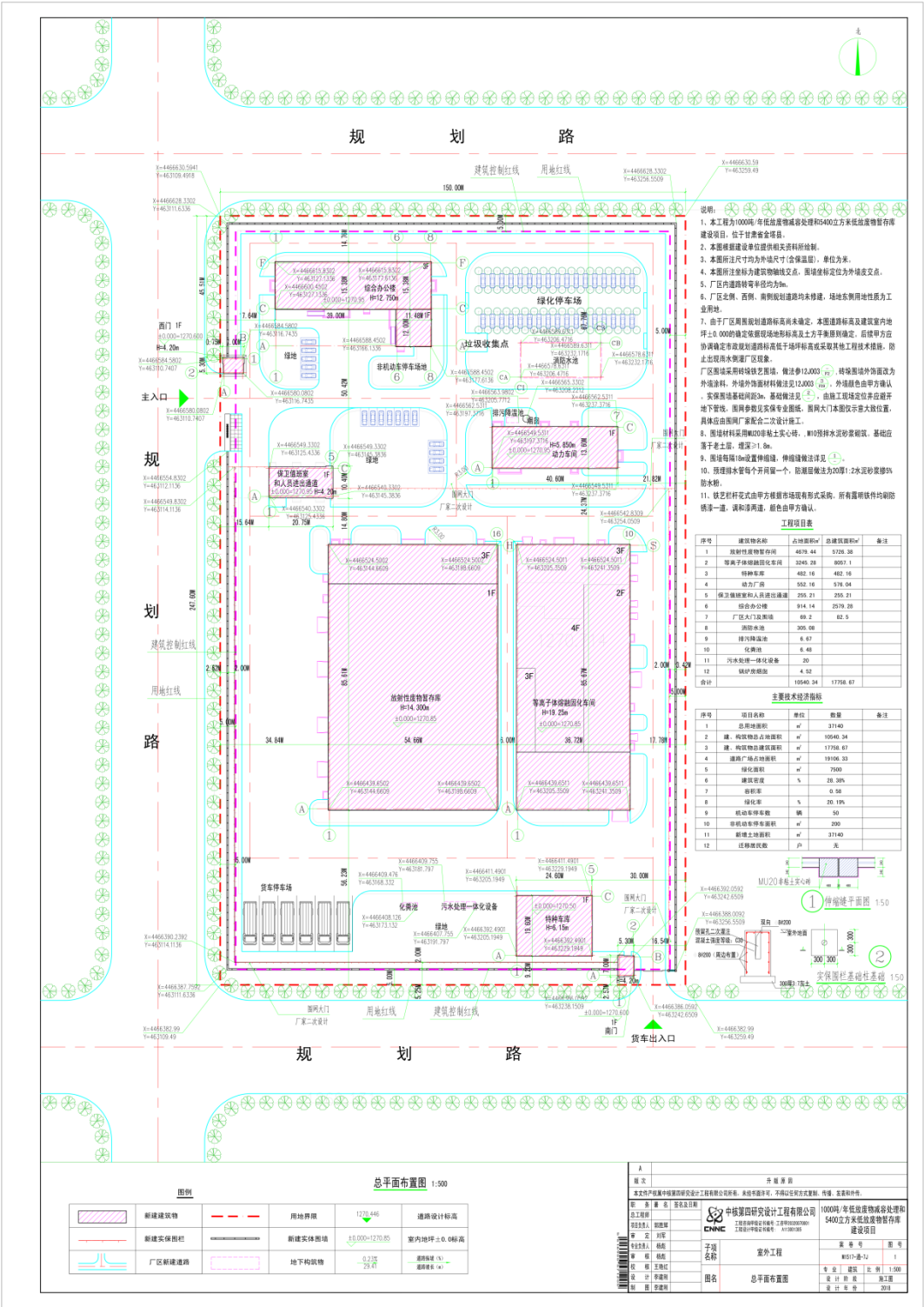
2.5 剂量转换因子

报告中各核素采用的剂量转换因子见表 7。

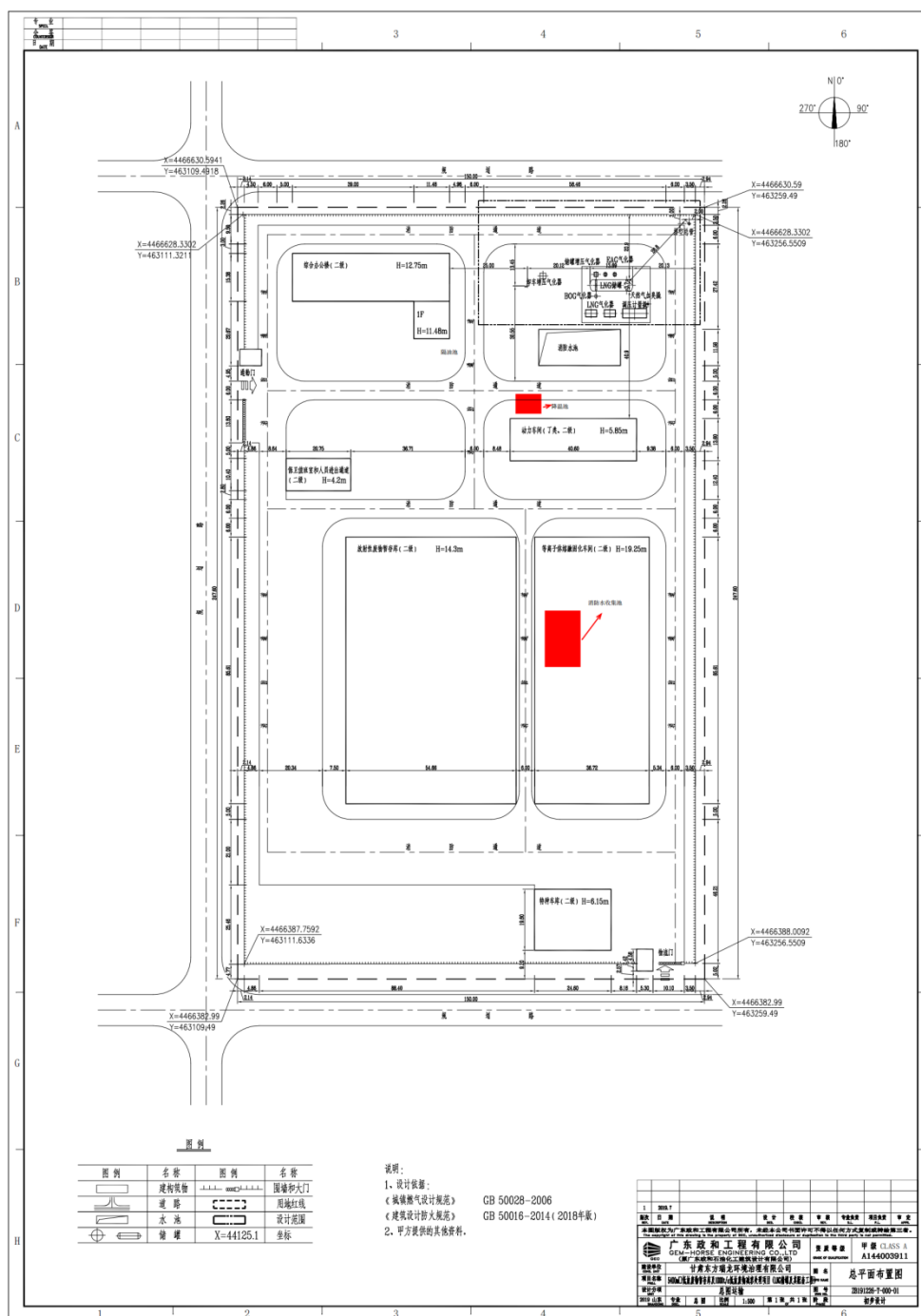
表 7 剂量转换因子

核素	吸入剂量转换因子, Sv/Bq				烟云浸没剂量转换因子, Sv/s Bq m^{-3}
	婴儿	幼儿	少年	成人	
Co-58	9.00E-09	7.50E-09	3.10E-09	2.10E-09	4.76E-14
Co-60	9.20E-08	8.60E-08	4.00E-08	3.10E-08	1.27E-13
Nb-95	7.70E-09	5.90E-09	2.60E-09	1.80E-09	3.81E-14
Mn-54	7.50E-09	6.20E-09	2.40E-09	1.50E-09	4.13E-14
Cr-51	2.60E-10	2.10E-10	6.60E-11	3.70E-11	1.52E-15
Zr-95	2.40E-08	1.90E-08	8.30E-09	5.90E-09	3.49E-14
Cs-137	1.10E-07	1.00E-07	4.80E-08	3.90E-08	2.76E-14
C-14	1.90E-08	1.70E-08	7.40E-09	5.80E-09	0.00E+00
Ni-63	4.80E-09	4.30E-09	1.70E-09	1.30E-09	0.00E+00
Sr-90	4.20E-07	4.00E-07	1.80E-07	1.60E-07	9.84E-17
Fe-59	2.10E-08	1.30E-08	5.80E-09	4.00E-09	6.02E-14
Ag-110m	4.60E-08	4.10E-08	1.80E-08	1.20E-08	1.36E-13
核素	食入剂量转换因子, Sv/Bq				地面沉积剂量转换因子, Sv/s Bq m^{-2}
	婴儿	幼儿	少年	成人	
Co-58	7.30E-09	4.40E-09	1.70E-09	7.40E-10	9.52E-16
Co-60	5.40E-08	1.70E-08	1.10E-08	3.40E-09	2.38E-15
Nb-95	4.60E-09	3.20E-09	1.10E-09	5.80E-10	7.62E-16
Mn-54	5.40E-09	3.10E-09	1.30E-09	7.10E-10	8.25E-16
Cr-51	3.50E-10	2.30E-10	7.80E-11	3.80E-11	3.11E-17
Zr-95	8.50E-09	5.50E-09	1.90E-09	9.50E-10	1.49E-15
Cs-137	2.10E-08	1.20E-08	1.30E-08	1.30E-08	5.71E-16
C-14	1.40E-09	1.60E-09	8.00E-10	5.80E-10	0.00E+00
Ni-63	1.60E-09	8.40E-10	2.80E-10	1.50E-10	0.00E+00
Sr-90	2.30E-07	7.30E-08	8.00E-08	2.80E-08	1.11E-16
Fe-59	3.90E-08	1.30E-08	4.70E-09	1.80E-09	1.14E-15
Ag-110m	2.40E-08	1.40E-08	5.20E-09	2.80E-09	2.70E-15

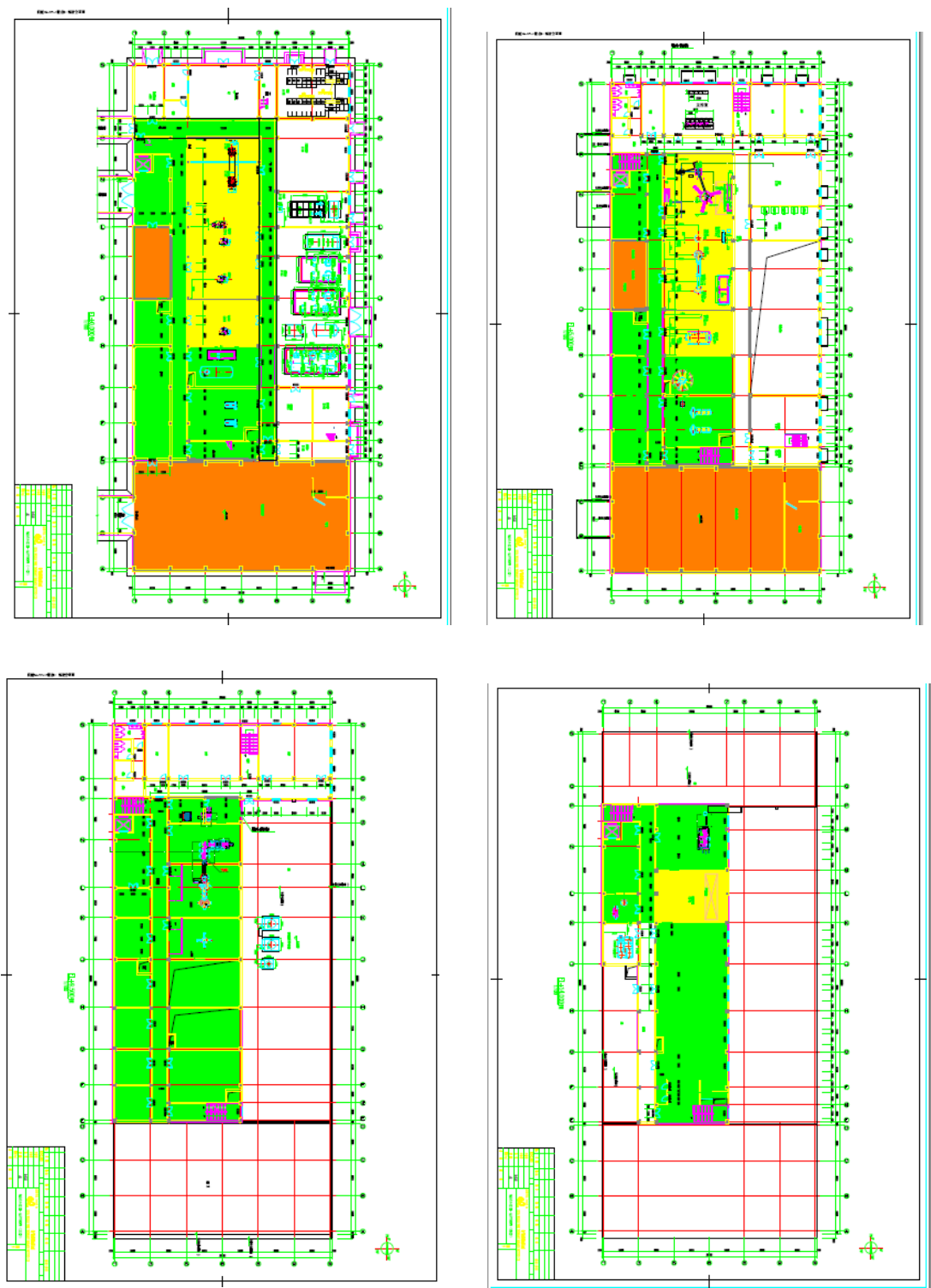
附图 1 厂区平面布置图



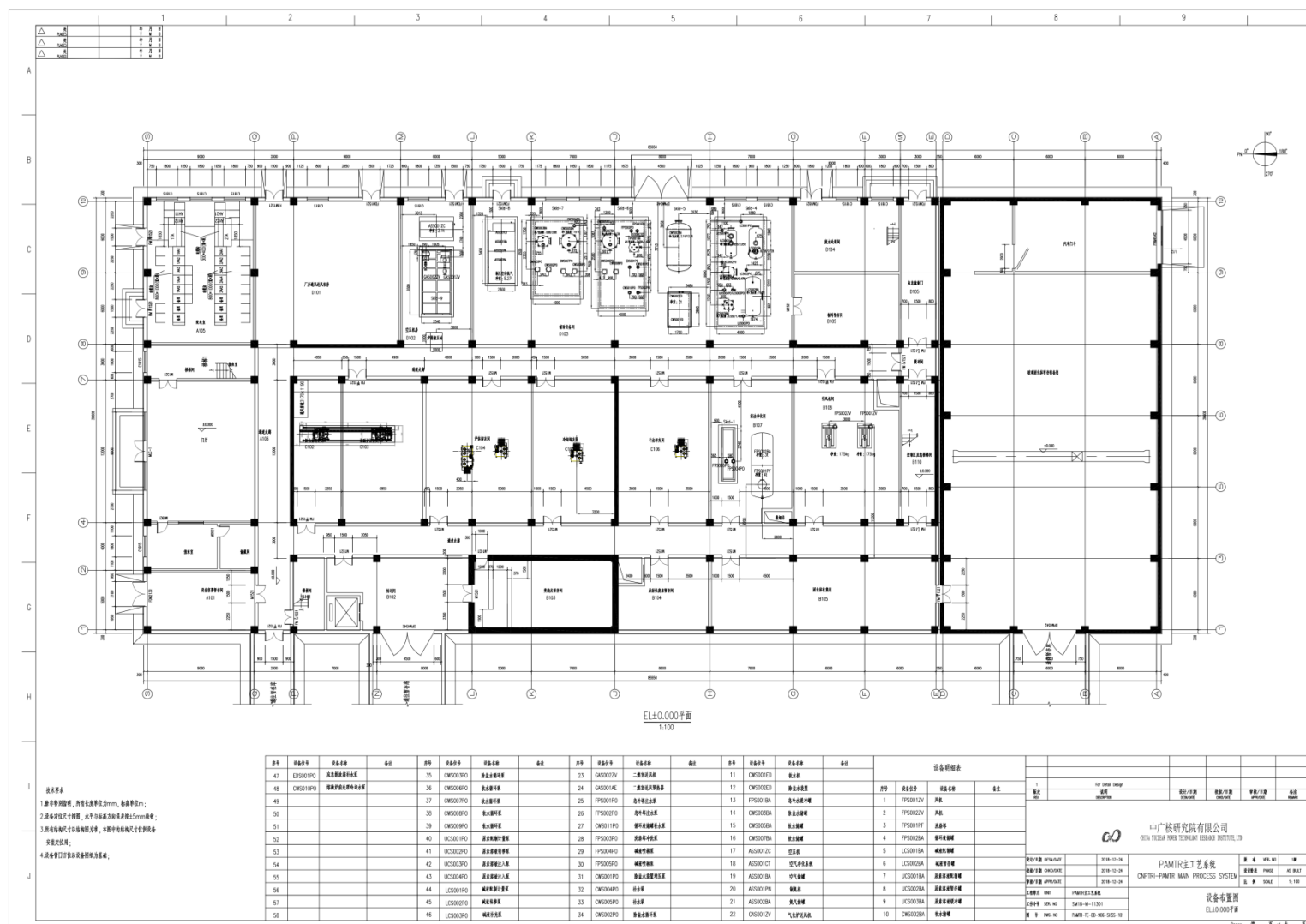
附图 2 LNG 储罐布置图



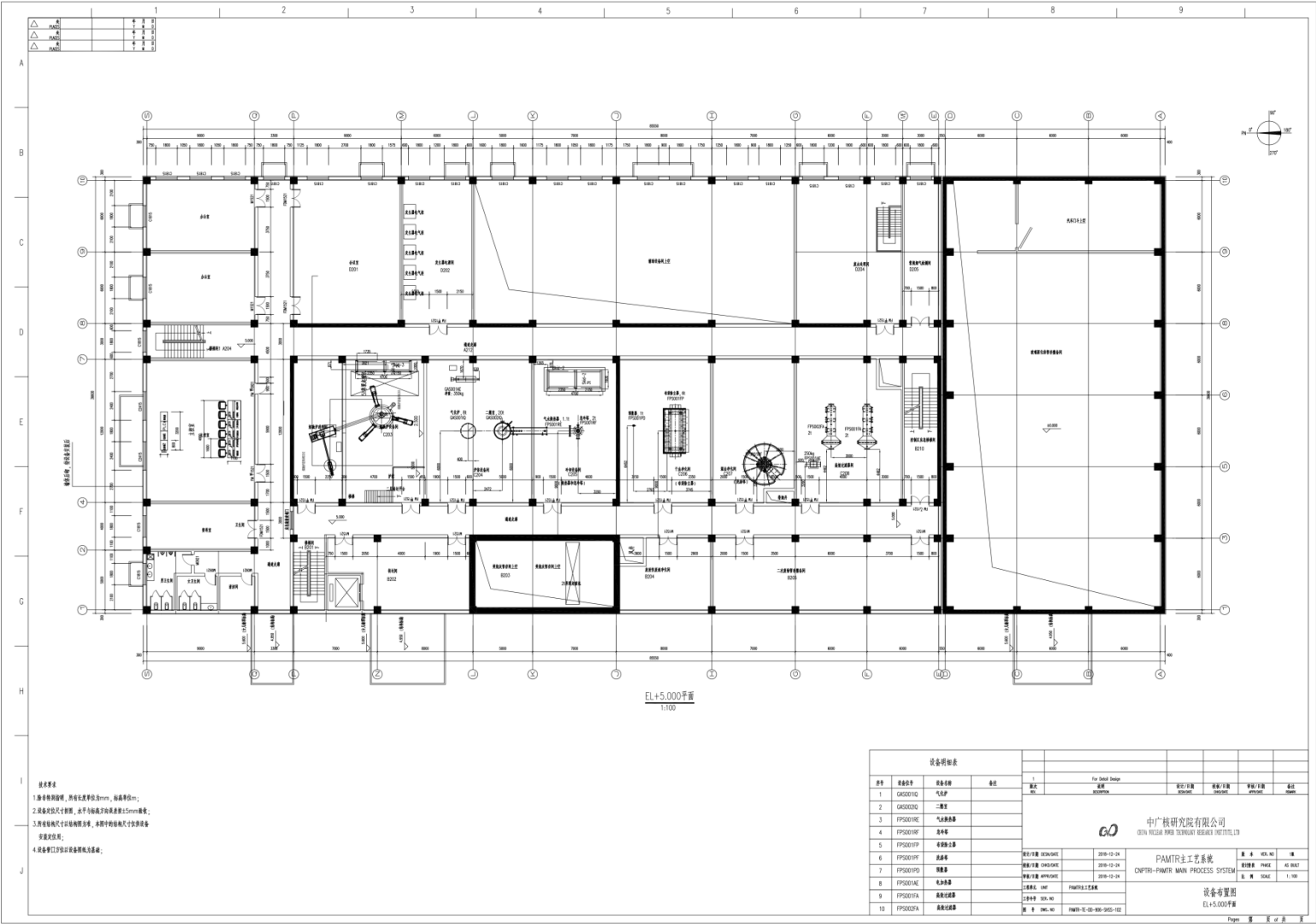
附图 3 主工艺厂房辐射防护分区图



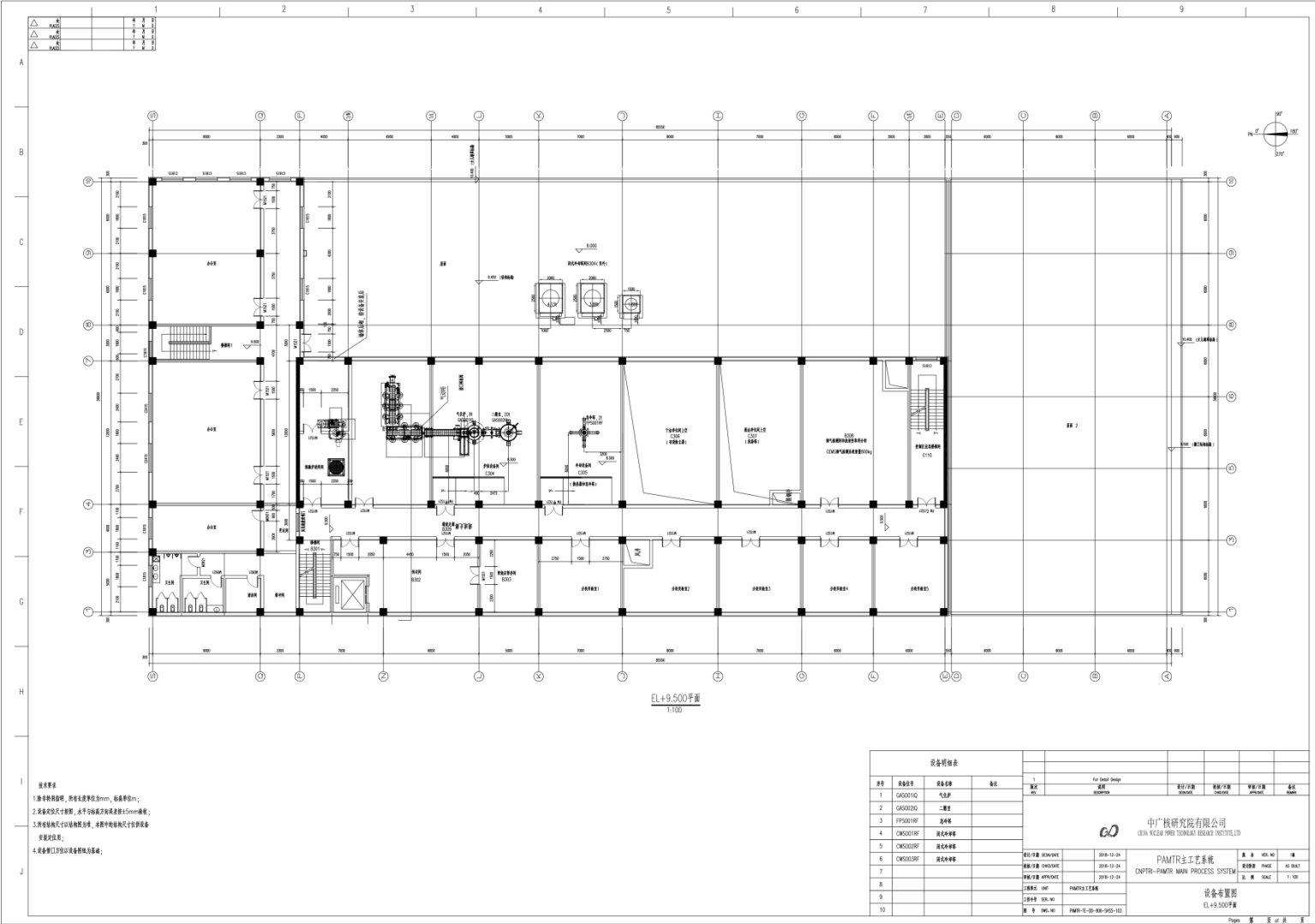
附图 4 主工艺系统设备平面布置总图 (0.0m 平面)



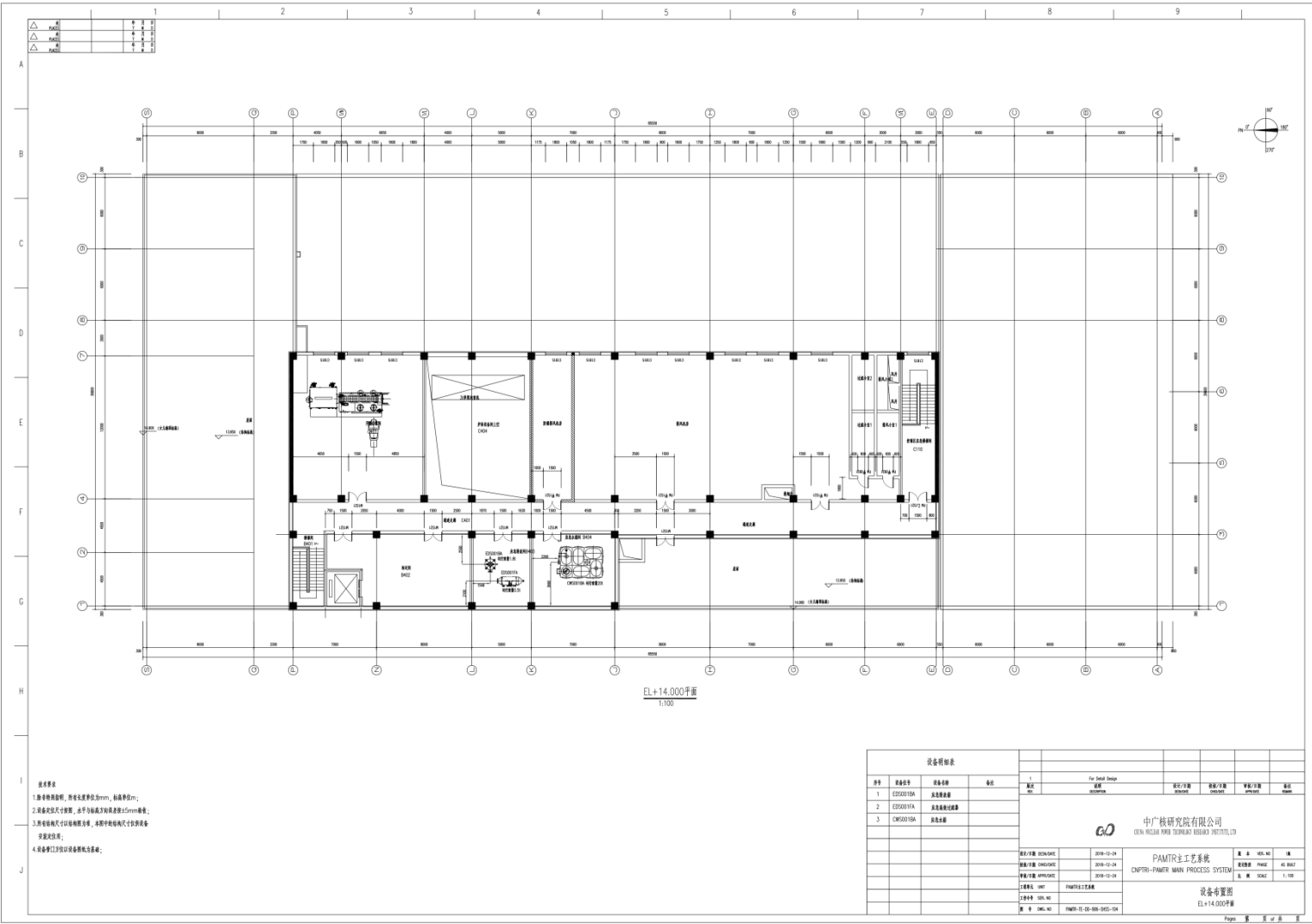
附图 5 主工艺系统设备平面布置总图（5.0m 平面）



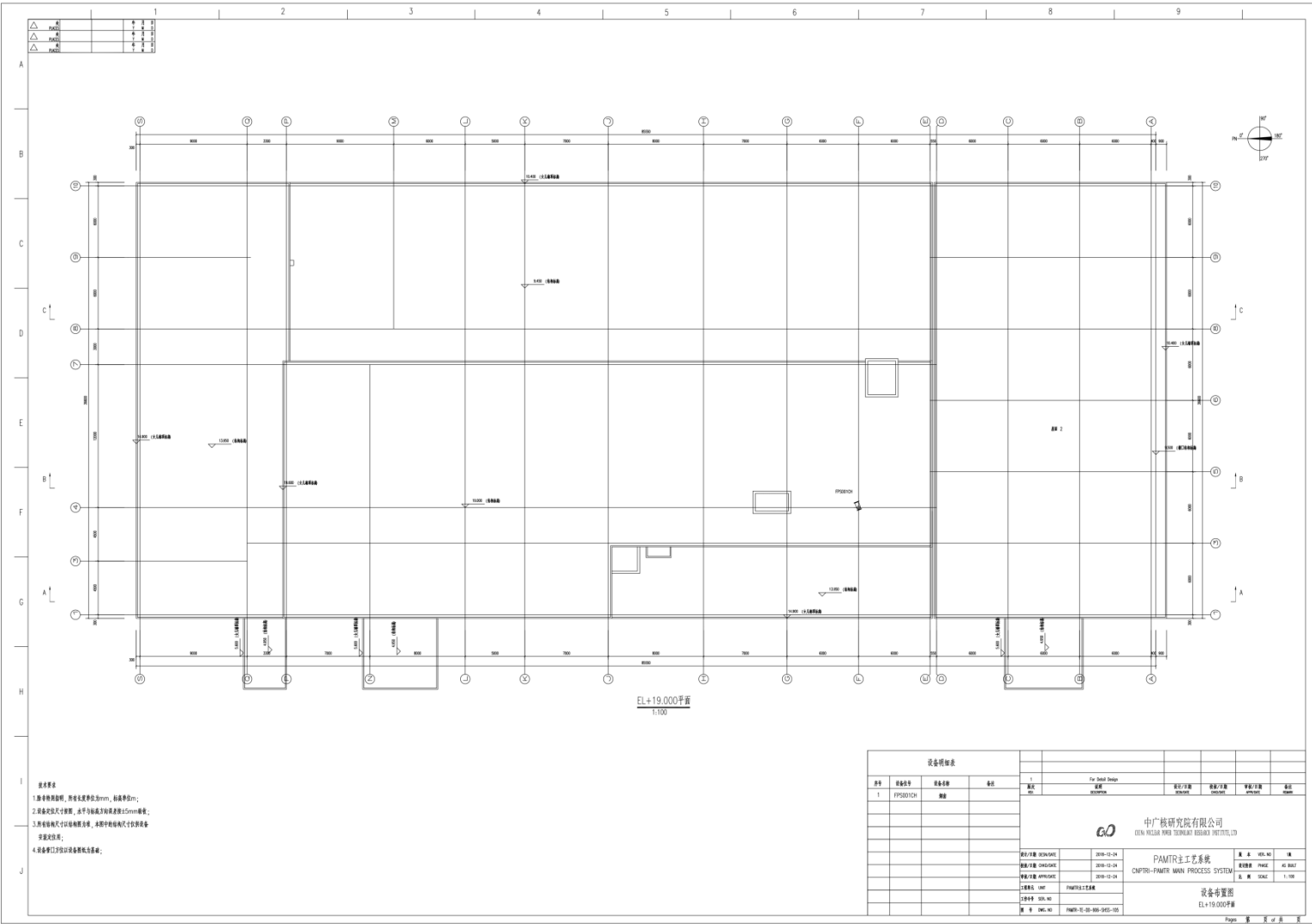
附图 6 主工艺系统设备平面布置总图（9.5m 平面）



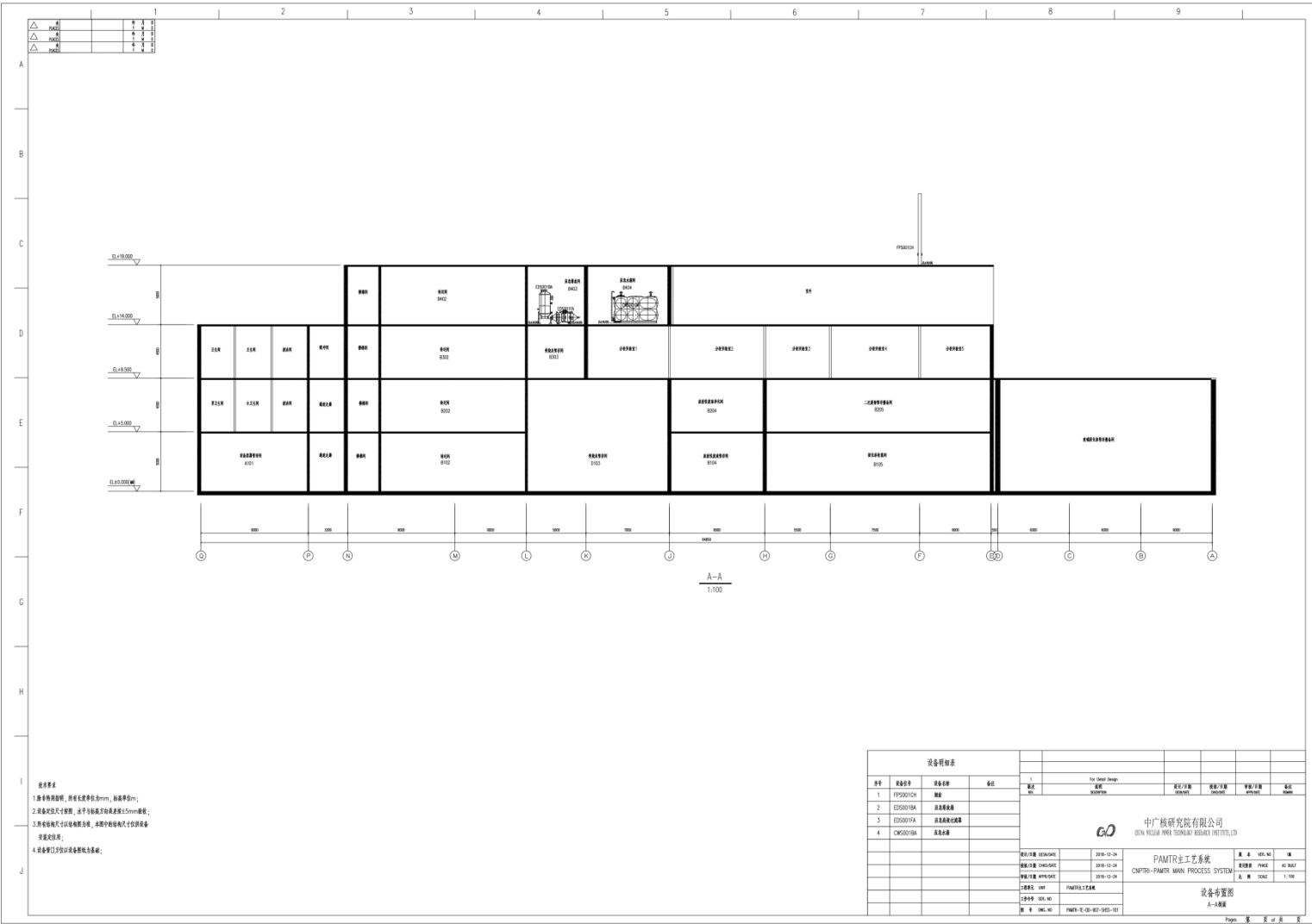
附图 7 主工艺系统设备平面布置总图（14.0m 平面）



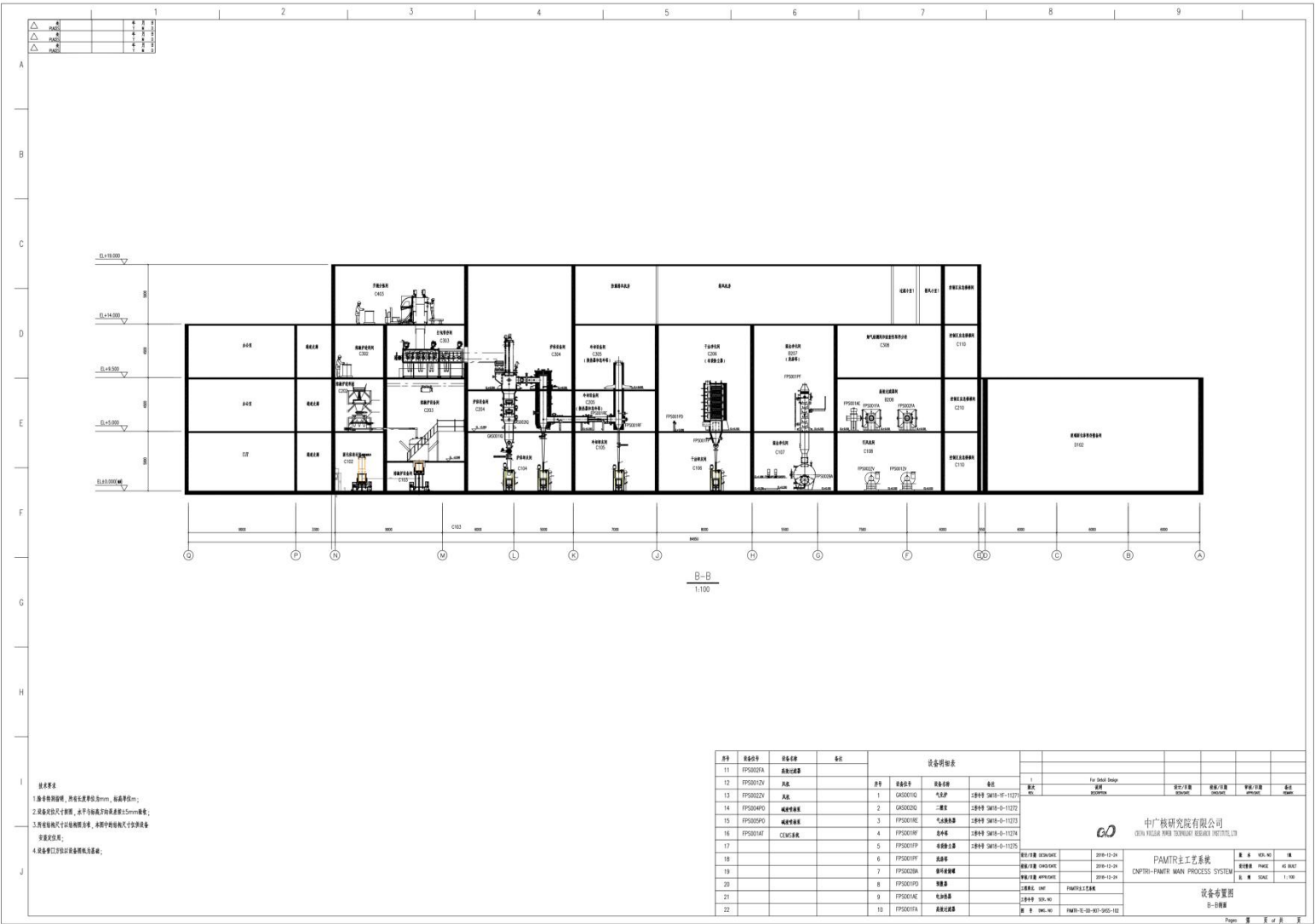
附图 8 主工艺系统设备平面布置总图（19.0m 平面）



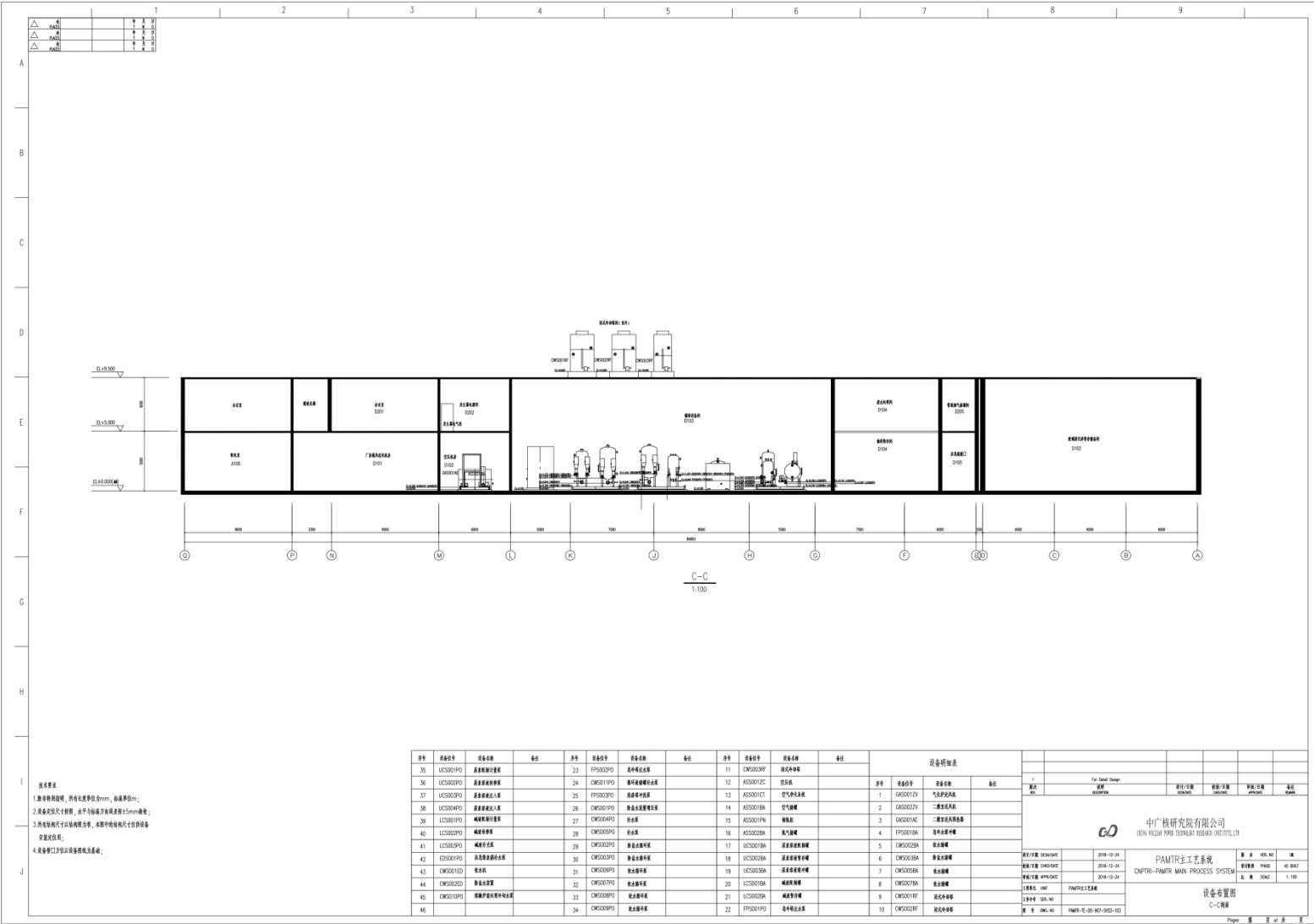
附图 9 主工艺系统设备立面布置总图（A—A 剖面）



附图 10 主工艺系统设备立面布置总图（B—B 剖面）



附图 11 主工艺系统设备立面布置总图（C—C 剖面）



中华人民共和国生态环境部

环审〔2020〕18号

关于甘肃东方瑞龙环境治理有限公司 1000t/a 低放废物减容处理项目环境影响 报告书（建造阶段）的批复

甘肃东方瑞龙环境治理有限公司：

你公司《关于提请审查〈1000t/a 低放废物等离子减容处理设施环境影响评价报告书〉（建造阶段）的请示》（甘瑞环治〔2019〕7号）收悉。经研究，批复如下：

一、该项目位于甘肃省酒泉市核技术产业园内，建设内容为新建一套低放废物等离子体减容处理设施及相关配套设施，采用等离子体气化熔融工艺处理核电站产生的低放可燃废物，设计处理能力为 1000 吨/年。

报告书的格式和内容满足相关法规和标准的要求，对各种废物的管理清晰，该项目正常工况下对公众和环境的影响很小，事

— 1 —

故工况下对公众和环境的影响可以接受。我部同意该环境影响报告书。

二、在项目建造阶段应做好以下工作：

（一）严格落实报告书中提出的各项环境保护、污染防治措施和要求，加强施工场地环境管理，尽可能减少施工活动造成的环境影响。

（二）关注气态流出物及环境中二噁英的监测问题，开展国内外同类型设施二噁英的排放与监测情况调研，在运行阶段环境影响评价中应就二噁英的相关问题进行详细描述。

（三）严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。

三、我部委托甘肃省生态环境厅协同西北核与辐射安全监督站，负责该项目的环境保护监督检查工作。

四、你公司应在收到本批复后 20 个工作日内，将批复后的环境影响报告书分送我部西北核与辐射安全监督站和甘肃省生态环境厅，并按照规定接受其监督检查。



（此件社会公开）

附件 2：建造阶段设计变更、承诺及环评批复的落实情况

2019 年 11 月，东方瑞龙委托中辐院编制了《1000t/a 低放废物减容处理项目（建造阶段）环境影响报告书》，2020 年 1 月，生态环境部以环审〔2020〕18 号文批复了该报告，批复了该报告，本报告是继上一阶段后申请建造阶段的环境影响报告书。本阶段与上一阶段在设计上不存在大的变更，同时，报告书对上一阶段环评批复及报告书中承诺事项进行了落实，具体内容如下：

一、主要的设计变更

本阶段与建造阶段环评相比，本阶段的设计变更主要有两处，主要为工程建设内容的变更，具体如下：

（1）燃气锅炉数量的变更

建造阶段环评中，设计的燃气锅炉数量为 3 台（2 用 1 备），单台制热量 1.4MW。根据最新核算数据，燃气锅炉数量为 2 台，单台制热量 1.4MW。本次锅炉烟气的计算，采用 2 台锅炉进行计算。

（2）新增 LNG（液化天然气）储罐 1 个

建造阶段环评中，天然气使用通过管道连接园区内天然气站，本工程不建天然气储罐。但目前园区天然气站还未建成，为保证本工程建成后能顺利投产运行，本次新增 LNG（液化天然气）储罐 1 个，储罐的容积为 100m³。本次环境风险评价中，增加了液化天然气储罐的风险评价。

（3）主工艺废气排放烟囱高度由 29m 变更为 30m。

建造阶段环评中，主工艺烟囱设计高度为 29m，实际建造时，烟囱高度为 30m。

二、建造阶段环评批复文件要求及落实情况

要求一：严格落实报告书提出的各项环境保护、污染防治措施和要求，加强施工场地环境管理，尽可能减少施工活动造成的环境影响。

落实情况：

在项目实施阶段，严格落实了申请建造阶段环评中提出的环境保护措施和污染防治措施，具体情况如下：

（1）完善施工现场环境管理责任制度建设

明确施工单位各层级管理人员、技术主管、现场工长环保职责，建立环境检查制度，建设单位和施工单位进行环境检查，让现场环境管理措施能落到实处。

（2）废气污染防治措施

基础工程中表层土石方开挖尽量选择无风天气，及时洒水，抑制粉尘飞扬。运输产生扬尘的物资时，使用密闭车或进行遮盖。施工现场对外的混凝土、砂土等材料使用防尘网进行遮盖。对裸露地面进行喷水减灰。

在施工期间，对厂界上下风向 TSP 浓度进行了监测，施工期间厂界 TSP 浓度范围为 $5\sim 33\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，满足《大气污染物综合排放标准》GB16297-1996 中相关要求，施工期周界外 TSP 浓度最高点不高于 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

（3）废水污染防治措施

现场施工废水基本自然蒸发，施工机械产生的少量含油废水收集后送入污水一体化处理设施进行处理。建立旱厕收集生活污水，定期清运。由此可见，施工过程产生的废水对环境基本没有影响。

（4）固体废物污染防治

工程施工期产生的固体废弃物主要包括建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。对建筑垃圾、工程渣土进行回用，不能利用的堆放在厂区北门空地，进行覆盖，工程结束后已完成清理。生活垃圾集中收集，由环卫车收走处理。

（5）噪声污染控制

施工现场周边 1km 内无居民，仅有施工单位人员临时住所，临时住所采用隔音板房降低噪声。不在夜间进行噪声施工，避免影响现场工人休息。同时，选择低噪声的施工设备；对于噪声较高的设备，加装减震设备或隔音罩；加强对设备的检查和维护，减小由于设备部件之间的不正常碰撞产生的噪声。

在施工期间，对厂界噪声进行了监测。由于夜间不施工，本次噪声监测为昼间噪声监测结果，厂界昼间噪声范围为 $19.5\sim 67.9\text{dB(A)}$ ，

施工厂界噪声值满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）要求（昼间为 70 dB(A)）。

要求二：关注气态流出物及环境中二噁英的监测问题，开展国内外同类型设施二噁英的排放和监测情况调研，在运行阶段环境影响评价中就二噁英问题进行详细论证。

落实情况：

经调研国内外焚烧装置均采用取样后实验室检测，国内工程物理研究院、中核四 0 四等单位亦采用该方法。鉴于本项目采用更加先进的等离子焚烧技术，环境友好性更强，国内虽有科研院所开发二噁英在线监测设备，但其经济成本居高不下，且技术成熟性及稳定性仍有待考证，本项目将沿用传统的取样分析进行监测。

本设施通过多种手段抑制二噁英的产生和减少排放，在冷调试阶段，进行二噁英监测，同时运行过程中，将二噁英监测纳入流出物监测计划中，在烟囱出口处进行取样分析，分析频次为 1 次/年。

要求三：严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。

本项目设计单位为中广核研究院和中核第四研究设计院有限公司（以下简称核四院），其中主工艺设备设施的设计单位为中广核研究院，辅助厂房等的设计为核四院，主体工程的施工单位为中国核工业二三建设有限公司（以下简称中核二三），主工艺设备的调试为中广核研究院，环境影响报告书编制单位为中国辐射防护研究院。本项目的环境保护设施在初步设计和施工图中进行了设计，施工单位按照施工图纸完成了环境保护设施施工，目前本项目的环境保护设施即将投入使用。本项目严格执行了环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。本项目环境保护设施“三同时”执行情况见附表 1。

附表 1 工程环保设备设施“三同时”执行情况

系统	设备名称	供应商	设备型号/位号	设计、施工、调试单位情况	金额 (万元)
排风 净化 系统	气水换热器	中广核研究 院	FPS001RE	设计单位：核四院 施工单位：中核二三 调试单位：中广核研究院	90
	急冷塔		FPS001RF		150
	预敷器		FPS001PD		15
	布袋除尘器		FPS001FP		290
	洗涤塔		FPS001PF		160
	循环液储罐		FPS002BA		12
	冷却器		FPS002RE		20
	电加热器		FPS001AE		15
	高效过滤器		FPS001FA、 FPS002FA		45
	钢制斜流风机		FPS001ZV、 FPS002ZV		8
	碱液配制系统		LCS001BA		20
	尿素配制系统		UCS001BA		25
监测 设备	流出物在线分 析和取样监测 系统	中广核研究 院	ZZHA -3507、 WF-ASE-3002 、WF-ASE-C02		46
		陕西卫峰	WF-P-920、 WF-ASE-C01		
	非放监测系 统、烟囱烟气 监测仪	中广核研究 院	CEMS1300		60
工艺废水处理系统		中广核研究 院	WLS	设计单位：中广核研究院 施工单位：中核二三 调试单位：中广核研究院	499.8
厂房通风系统		中核二三	KT-1、KT-2、 KT-3、KT-4、 P1、P2、P3、 JP（1-7）、 SGP-1、FP-1	设计单位：核四院 施工单位：中核二三 调试单位：中核二三	283.5
排气烟囱(锅炉、主工 艺厂房)		苏州斯泰 克、中核二 三	15M、29M	设计单位：核四院 施工单位：中核二三 调试单位：中广核研究院	21.5
生活污水一体化处理 设备		甘肃兰山	潍坊宇航环保	设计单位：核四院 施工单位：甘肃兰山 调试单位：甘肃兰山	21
绿化		金塔县德嘉 建筑工程有 限公司	/	由金塔县德嘉建筑工程有 限公司 2022 年 4 月进行绿 化施工	89.8
合计					1871.7

三、建造阶段环评承诺的落实情况

承诺一：在运行阶段环评报告完成非放环境质量现状监测，包括环境土壤和空气中重金属（特征污染物）的测量结果，并再补充 1 次辐射环境监测。

落实情况：

2022 年，东方新环委托甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院对“极低放填埋场”场址周围土壤及环境空气中的重金属进行了补充测量。本工程与“极低放废物治理项目”相邻，两者场址中心距离约 300m，本次评价采用该次调查结果，监测具体结果见报告 4.2 节。

2020 年，东方新环委托中国辐射防护研究院对“极低放填埋场”场地周围辐射环境本底进行了为期半年的补充监测，包括 γ 剂量率、空气中气溶胶浓度、地下水、土壤和生物等。本次评价采用该次调查结果，监测具体结果见报告 4.1 节。

承诺二：工程运行前，若工业园区污水处理厂未建成，本工程将自建废水暂存设施，满足工艺生产要求。

落实情况：

目前，工业园区污水处理厂已经投入运行，污水处理能力为 $2500\text{m}^3/\text{d}$ ，本工程产生的废水量约 $3\text{m}^3/\text{d}$ ，园区污水处理厂能满足本工程废水处理，本工程产生的污水处理达标后将排入工业园区污水处理厂，不再新建废水暂存设施。

（3）由于本工程运行初期，大部分监测将进行委托，但目前还未正式委托。等监测正式委托后，承诺在下一阶段报告书中提供更详细的流出物监测方案，包括补充监测仪器、分析方法等。

落实情况：

根据本工程污染物产生情况和对环境的影响分析，东方瑞龙制定了本工程《辐射监测方案》（DFRL-CX-WME-003，版本（A0），2022 年 12 月），在该监测方案中，详细给出了本工程的流出物监测方案，给出了监测仪器和分析方法，详见报告书第八章“流出物监测和环境监测”。

附件 3：废物贮存许可证

国家核安全局

国核安函〔2019〕18号

关于颁发放射性固体废物贮存许可证的函

甘肃东方瑞龙环境治理有限公司：

你公司《关于 5400m³ 低放废物贮存库贮存许可证的申请》（甘瑞环治〔2018〕第 23 号）及相关申请材料收悉。北京东方园林环境股份有限公司为你公司出具的担保函（东方园林（环保）〔2019〕第 1 号）收悉。

根据《中华人民共和国核安全法》《中华人民共和国放射性污染防治法》以及《放射性废物安全管理条例》，我局对你公司放射性固体废物贮存许可证申请进行了审查，认为你公司满足法规要求的条件和能力，且你公司的控股母公司北京东方园林环境股份有限公司承诺为你公司提供担保，承担连带责任和法律责任，我局决定向你公司颁发放射性固体废物贮存许可证。

你公司应严格按照许可证规定的种类、范围和规模，开展放射性固体废物贮存活动，确保人员和环境安全。

附件：放射性固体废物贮存许可证第 033 号



附件

放射性固体废物贮存许可证

国环放废贮存证[第 033 号]

设施名称: 低放废物贮存库
持证单位: 甘肃东方瑞龙环境治理有限公司
地址: 甘肃省酒泉市金塔县宝塔街
法定代表人: 李炳余
种类和范围: 低水平放射性固体废物贮存
发证日期: 2019 年 4 月 4 日
有效期限: 2029 年 4 月 3 日

低放废物贮存库位于甘肃省酒泉市金塔县核技术产业园内, 设计低放废物贮存容量 5000 立方米, 拟接收贮存的放射性废物比活度应低于 4×10^6 贝克/千克、总活度低于 1.83×10^{11} 贝克。

在放射性废物贮存库运行期间, 持证单位应遵守下列条件:

一、甘肃东方瑞龙环境治理有限公司作为对该设施承担全面核与辐射安全责任的营运单位, 应遵守国家有关法律、法规和技术标准, 接受国家核安全局的监督, 确保设施运行安全, 确保接收贮存的放射性废物安全。

二、履行在所有许可证申请文件及其审评过程中的有效承诺, 在设施运行过程中, 应严格按照许可证载明的活动种类、范围和规模进行放射性废物贮存活动。

— 2 —

三、如实完整地记录所收贮放射性固体废物来源、数量、特征、贮存位置、清洁解控或者送交处置等相关信息。

四、持证单位的名称、地址、法定代表人发生变更或者许可证载明的活动种类、范围、规模、设施运行限值发生变化，持证单位应及时向国家核安全局提交申请并办理变更手续。

五、北京东方园林环境股份有限公司（深交所上市公司，股票代码 002310）作为甘肃东方瑞龙环境治理有限公司的控股母公司，承诺为甘肃东方瑞龙环境治理有限公司提供担保，并承担相应的连带责任和法律责任。

抄 送：甘肃省生态环境厅，生态环境部西北核与辐射安全监督站。

— 4 —

附件 4：工业园区接收废水的函

金塔县金鑫工业区管理委员会

金工管函字[2019]25号

关于 5400 立方米低放废物暂存库项目 1000t/a 低放废物减容处理项目合格废水排至 产业园市政管网的回复函

甘肃东方瑞龙环境治理有限公司：

根据你公司报来《关于 5400 立方米低放废物暂存库项目 1000t/a 低放废物减容处理项目合格废水排至工业區市政管网的申请》文件，我单位积极组织中核七院污水处理厂设计专家对你公司污水综合排放表中数值进行分析，经我单位与设计单位认真沟通核对，现将具体意见函复如下：

你公司报来的《1000t/a 低放废物减容处理项目污水综合排放最高浓度表》中各项排污标准数值均在园区污水处理厂处理范围之内，同意你公司合格废水纳入园区管网进行统一管理。

金塔县金鑫工业区管理委员会

2019年9月2日

酒泉市生态环境局金塔分局

金环函〔2019〕86 号

酒泉市生态环境局金塔分局 关于 1000t/a 低放废物减容处理项目环境 影响报告书评价执行标准的复函

甘肃东方瑞龙环境治理有限公司：

根据你单位关于《1000t/a 低放废物减容处理项目环境影响报告书》编制过程中拟执行标准的请示，现就该报告书执行标准回复如下：

一、环境质量标准

1. 环境空气：执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准；

2. 地下水：执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) 中Ⅲ类标准；

3. 声环境：执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 3 类标准。

二、污染物排放标准

(一) 大气污染物排放标准

1. 等离子体固化减容装置烟气：执行《危险废物焚烧污染控制标准》的相关限值要求；

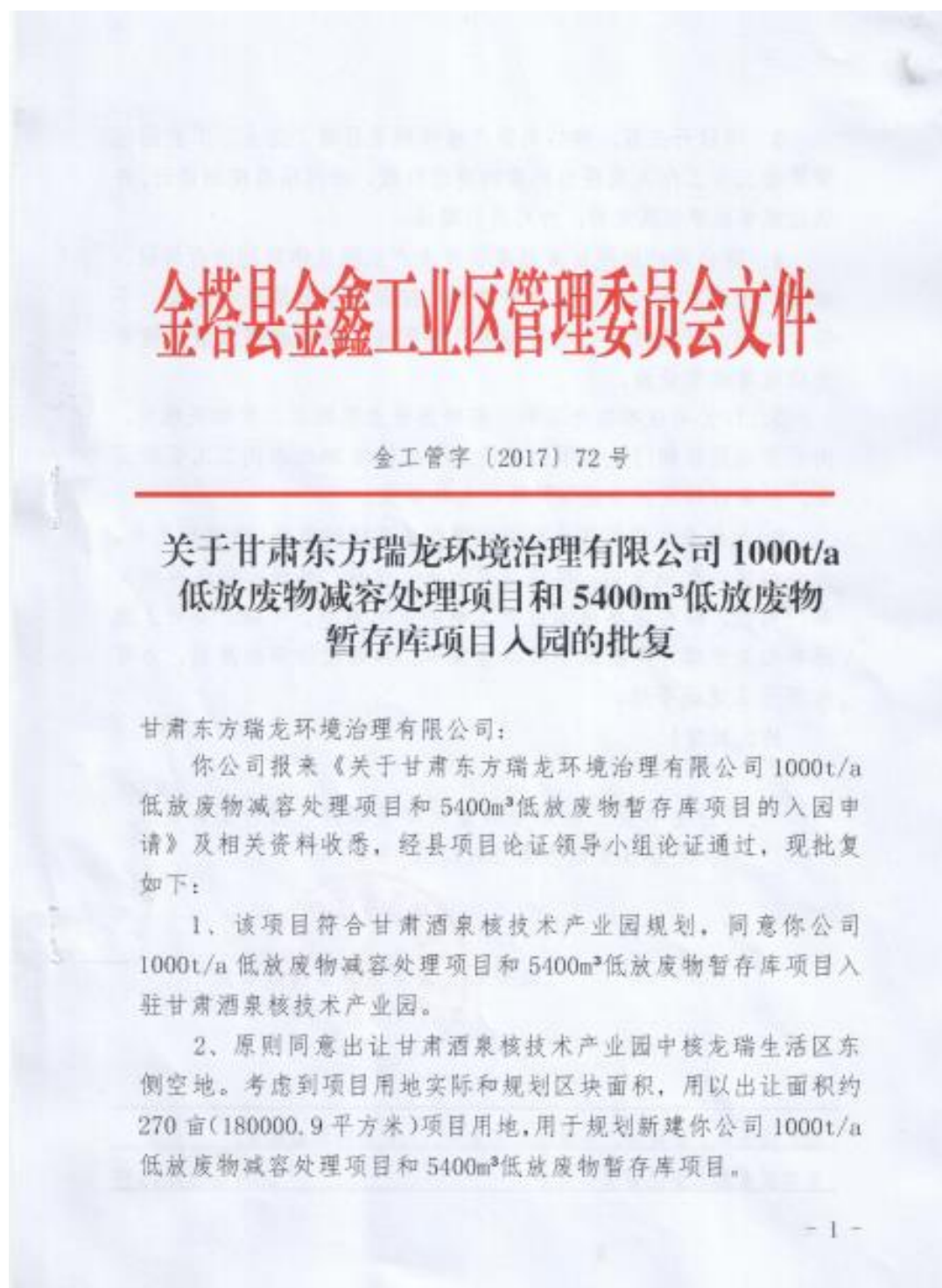
2. 锅炉废气：执行《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）中相关限值要求。

（二）噪声排放标准执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准。

（三）废水排放标准执行《污水排入城市下水道水质标准》（GB/T31962-2015）相关限值要求。


酒泉市生态环境局金塔分局
2019 年 7 月 9 日

附件 6：项目入驻甘肃酒泉核技术产业园入园批复



3、项目开工前，你公司要严格按照县住建、国土、工业园区管委会三方工作人员现场划定的建设红线，进行项目规划设计，并通过我单位审核同意后，方可进行建设。

4、你公司应按照甘肃酒泉核技术产业园总体规划进行设计、布局，项目车间和办公用房等建筑应按照白墙蓝顶设计施工，不得以车间、厂房或办公用房墙体代替围墙，建设必须预留消防安全通道等必要设施。

5、你公司在项目开工前，应根据县上农民工工资相关规定，向县劳动监察部门缴纳项目建设工程总造价3%的农民工工资保证金，并做好相关社会稳定风险评估等事宜。

6、此批复文件仅作为项目办理相关手续的依据，有效期两年。你公司接到此批复后，尽快与县国土、住建、环保、安监等相关部门对接，按程序办理项目开工前的土地规划、环评、安评、稳评等相关手续，待前期手续办理完毕，并通过评审批复后，方可办理开工建设手续。

特此批复！

附件：金塔县工业集中区重点建设项目入园讨论会议纪要（金政办发2017[21]号）

金塔县金鑫工业区管理委员会

2017年3月10日

送：国土局，住建局，环保局，安监局，人社局劳动监察室。

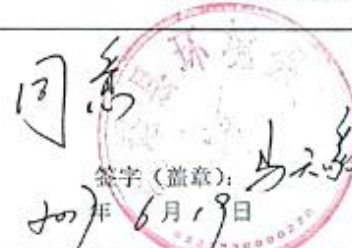
金塔县金鑫工业区管理委员会

2017年3月10日

附件 7：建设项目用地预审申请表

建设项目用地预审申请表

项目名称	1000t/a 低放废物减容处理项目和 5400m ³ 低放废物暂存库项目			行业分类	核能	
项目批准类型 (审批、核准、备案)	备案			项目批准机关	金塔县工业和信息化局	
项目拟建地点	甘肃省金塔县境内的甘肃酒泉核技术产业园			项目投资 (亿元)	1.8627	
统一项目代码	91620921MA73JXFCXE			涉及省份	甘肃省	
项目建设依据	随着核能的快速发展，我国积存和产生的放射性固体废物量越来越多。截至 2010 年 12 月 31 日，核电厂低、中放射性废物存量为 9975m³；核技术利用放射性废物贮存设施量为废放射源 86137 枚，低、中放射物 287149kg。若每台百万千瓦核电机组每年产生废物包体积按 50~60m³，则到 2020 年所有运行核电机组每年产生废物包体积为 3000~3500m³。放射性废物的超期贮存所引起的安全、社会、环境问题将越来越突出。 放射性废物的等离子体熔融减容示范工程，满足了放射性废物最小化的管理要求，能够有效解决核电发展制约的瓶颈问题，即保护了生态环境，同时可为当地群众提供一定的就业机会。因此，该项目的建设是十分迫切和必要的。					
用地规模 (公顷)	总规模	农用地	耕地(基本农田)	建设用地	未利用地	围填海
	37136 m ²				37136 m ²	
申请单位信息	联系单位	甘肃东方瑞龙环境治理有限公司				
	通讯地址	甘肃省金塔县境内的甘肃酒泉核技术产业园				
	联系人	李炳余	手机	13911716084	邮政编码	735300
备注	 项目建设单位(公章) 年 月 日					

项目 选址 坐标	J1点, X: 4466630.777 Y: 463107.109 J2点, X: 4466634.938 Y: 463257.051 J3点, X: 44666385.259 Y: 463259.134 J4点, X: 44666385.259 Y: 463109.134 J1点, X: 4466630.777 Y: 463107.109		
是否涉及自然保护区审核意见			
环保 部门 意见	 同意 签字(盖章): 马天敏 2017年6月19日	住建 (规划) 部门 意见	该地在甘肃酒泉经济技术开发区 区内, 并应依法办理土地审批手续 签字(盖章): 李强 2017年6月16日
农牧 部门 意见	此项目区域不涉及自然保护 区 签字(盖章): 王强 2017年6月21日	林业 部门 意见	在YHGC2017-06-002号地 基划定期标号范围内 不属于自然保护区, 林地 签字(盖章): 王强 2017年6月15日
水利 部门 意见	此项目区域不涉及水利 设施 签字(盖章): 2017年6月21日	文物 部门 意见	该项目用地区域地表没有 发现文物遗存 签字(盖章): 刘永升 2017年6月16日
旅游 部门 意见	该项目不涉及 已建成为旅游节点 签字(盖章): 年 月 日	国土 部门 意见	该用地符合规划, 不 涉及自然保护地 签字(盖章): 2017年 月 日

附件 8：调试期间监测报告

(1) 等离子体减容装置烟气监测报告


232812051726

检 测 报 告

酒新环检第（FQ2024）02-034 号

项目名称： 甘肃东方瑞龙环境治理有限公司委托检测

检测内容： 有组织废气

检测性质： 委托检测

委托单位： 甘肃东方瑞龙环境治理有限公司

报告日期： 2024 年 06 月 06 日

酒泉新时代环境检测科技有限公司
检验检测专用章

检测报告声明

- 1、本报告无本公司检验检测专用章、骑缝章及 CMA 认证章无效。
- 2、对于委托者自带样品送检，其检验检测数据、结果仅证明所检验检测样品的符合性情况。
- 3、委托检测，系按委托单位（或个人）自行确定目的的检测，本公司仅对检测结果负责，不对其检测性质、工艺（或产品）性能等负责。
- 4、本报告检测数据仅对该检测时段负责。
- 5、本报告无三级审核、签发者签字无效。
- 6、本报告内容需填写齐全、清楚，涂改无效。
- 7、本报告自批准之日起生效。
- 8、本报告不得部分复制、摘用或篡改，复印件未加盖本公司检验检测专用章无效。由此引起的法律纠纷，责任自负。
- 9、本报告不得用于商品广告，违者必究。
- 10、如对本报告有疑问，对检测结果有异议者，应于收到报告之日起七日与本公司联系（以邮戳为准），逾期不再受理。

本公司通信资料：

单位名称：酒泉新时代环境检测科技有限公司

地 址：甘肃省酒泉市肃州区飞天东路4号（春光新天地北门西侧办公楼）

邮政编码：735000

电 话：0937-2677171

传 真：0937-2677171

酒泉新时代环境检测科技有限公司

检测报告

酒新环检第（FQ2024）02-034 号

一、任务概述

受甘肃东方瑞龙环境治理有限公司委托，我公司组织技术人员于 2024 年 05 月 22 日对甘肃东方瑞龙环境治理有限公司有组织废气进行现场踏勘布点和检测分析，根据检测结果编制了本报告。

二、检测依据

- 1、《环境监测技术规范》（大气部分）；
- 2、《危险废物焚烧污染控制标准》GB 18484-2020；
- 3、《固定源废气监测技术规范》HJ 397-2007

三、检测内容

3.1 有组织废气检测

3.1.1 检测点位

此次检测在甘肃东方瑞龙环境治理有限公司焚烧炉废气排口设 1 个检测点位，共 1 个检测点位。

3.1.2 检测内容

检测点位及检测内容见表 3-1。

表 3-1 有组织废气检测点位及检测内容

点位编号	点位名称	检测内容
FQ202402-034-1	焚烧炉废气排口	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、CO、氟化氢、氯化氢

四、 分析方法

4.1 检测分析方法见表 4-1

表 4-1 检测分析方法

项目	检测分析方法	方法来源	方法检出限
颗粒物	《固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法》	HJ 836-2017	1.0mg/m ³
一氧化碳	《固定污染源废气 一氧化碳的测定 定电位电解法》	HJ 973-2018	3mg/m ³
二氧化硫	《固定污染源废气 二氧化硫的测定 定电位电解法》	HJ 57-2017	3mg/m ³
氮氧化物	《固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法》	HJ 693-2014	3mg/m ³
氯化氢	《大气固定污染源 氯化物的测定 离子选择电极法》	HJ/T67-2001	0.06mg/m ³
氯化氢	《环境空气和废气 氯化氢的测定 离子色谱法》	HJ 549-2016	0.02mg/m ³

4.2 检测分析仪器见表 4-2

表 4-2 检测分析仪器

项目	检测仪器	仪器型号	检定有效期
氯化氢	酸度计	pHS-430 型	2025. 05. 22
烟尘（颗粒物）	低浓度烟尘烟气综合测试仪	ZR-3260D	2025. 04. 01
	电子天平	SGP	2025. 05. 22
SO ₂	低浓度烟尘烟气综合测试仪	ZR-3260D	2025. 04. 01
NO _x	低浓度烟尘烟气综合测试仪	ZR-3260D	2025. 04. 01
CO	低浓度烟尘烟气综合测试仪	ZR-3260D	2025. 04. 01
氯化氢	环境空气颗粒物综合采样器	ZR-3920 型	2024. 06. 13
	离子色谱仪	PIC-10A	2024. 06. 07

五、 质量控制

为了保证检测数据具有代表性、准确性、可靠性，此次检测采取以下质量保证与质量控制手段：

- 1、检测分析方法采用国家标准分析方法，检测人员均通过考核并持证上岗。
- 2、检测所用仪器均经过计量部门检定校准并在有效期内使用。
- 3、样品分析过程中，标准曲线的绘制满足要求，质控准确率达到100%。质控样测定结果见表5-1。
- 4、定期对本次采样所使用的 ZR-3260D 低浓度自动烟尘烟气综合测试仪进行流量校准，并按照《环境空气质量手工检测技术规范》的要求进行全过程质量控制，为保证检测数据可靠准确，对标准滤膜进行同步分析，结果均符合标准要求；
- 5、检测数据严格执行了三级审核；

表 5-1 质控措施一览表

项目	标准值	实测值	置信范围	评价
标准采样头（g）	11.92839	11.92845	±0.0002	合格
氟化氢（mg/L）	12.7	12.3	±0.9	合格
氯化氢（mg/L）	0.498	0.498	±0.028	合格
二氧化硫标气浓度（mg/m³）	517.1	510	±25.9	合格
一氧化氮标气浓度（mg/m³）	99.1	95	±6.7	合格

六、 评价标准

6.1 有组织废气

本项目有组织焚烧炉废气出口废气执行《危险废物焚烧污染控制标准》GB 18484-2020 表 3 标准；限值见表 6-2。

表 6-2 有组织废气评价标准

点位名称	序号	污染物项目	限值	单位
焚烧炉废气排口	1	颗粒物	30	mg/m³
	2	一氧化碳（CO）	100	mg/m³
	3	氮氧化物（NO _x ）	300	mg/m³
	4	二氧化硫（SO ₂ ）	100	mg/m³
	5	氟化氢（HF）	4.0	mg/m³
	6	氯化氢	60	mg/m³



七、 检测结果

7.1、有组织废气检测结果

焚烧炉废气排放口检测参数及结果，见表 7-1。

7-1 焚烧炉废气排口废气检测结果表

检 测 参 数					
测试部位	焚烧炉废气排口	检测日期	2024 年 5 月 22 日		
烟囱高度 (m)	27.5	测孔高度 (m)	17		
烟囱直径 (m)	0.35	工况负荷 (%)	90		
处理设施	急冷塔+布袋除尘+洗涤+过滤	氧含量 (%)	10.6		
排气流速 (m/s)	4.6	标况废气量(m ³ /h)	1109		
排气温度(℃)	58.4	大气压力 (Kpa)	86.7		
检 测 结 果					
检测项目	实测浓度 (mg/m ³)	折算浓度 (mg/m ³)	排放量 (Kg/h)	标准限值 (mg/m ³)	判定结果
颗粒物	11.9	11.4	1.32×10 ⁻¹	30	合格
二氧化硫	<3	<3	1.66×10 ⁻¹	100	合格
氮氧化物	83	80	9.20×10 ⁻¹	300	合格
一氧化碳	24	23	2.66×10 ⁻¹	100	合格
氯化氢	0.28	0.27	3.11×10 ⁻¹	4.0	合格
氟化氢	12.5	12.0	1.39×10 ⁻¹	60	合格

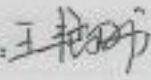
八、检测结论

8.1 有组织废气检测结论

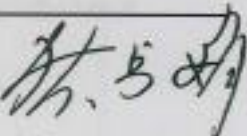
根据检测结果，甘肃东方瑞龙环境治理有限公司焚烧炉排口颗粒物、一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物、氯化氢、氟化氢排放浓度小于《危险废物焚烧污染控制标准》GB 18484-2020 表 3 标准标准限值。

复核: 

日期: 2024.6.6

审核: 

日期: 2024.6.6

签发: 

日期: 2024.6.6

第 6 页 共 6 页



众仁环测字【2023】5551号



202812051533

检验检测报告

众仁环测字【2023】5551号

项目名称：甘肃东方瑞龙环境治理有限公司 2023 年自行监测

委托单位：酒泉新时代环境检测科技有限公司

报告日期：2023 年 10 月 09 日

检测单位：甘肃众仁检验检测中心 (盖章)





说 明

- 1、 报告无“检验检测专用章”、无“骑缝章”无效。
- 2、 报告无编制人、审核人、签发人签名无效，报告经涂改、增删无效。
- 3、 未经本检测机构书面同意，不得部分复印本检测报告，未经同意不得作为商业广告使用。
- 4、 委托单位对本检验检测报告有异议，请在收到报告之日或指定领取报告之日起，15 个工作日内提出申诉，逾期不予受理。
- 5、 当委托单位要求用电传和图文传真等设备传送检测结果时，检测单位为委托方保密相关信息。
- 6、 本报告仅对所测样品负责，报告数据仅反映对所测样品的评价。
- 7、 按有关规定，微生物检验项目不复检。
- 8、 不可复检的项目，不进行复检。
- 9、 除客户特别申明并支付样品管理费，所有超过标准规定时效期的样品均不再做留样。
- 10、 本检验检测报告以专用防伪纸印刷。

地址：甘肃省兰州市城关区高新区飞雁街 118 号陇星大厦 25 层

业务电话：0931—8562333 传真：0931—8562333

邮政编码：730010

电子邮件：gszrjc@126.com



承担单位：甘肃众仁检验检测中心

编制人：李花芳

审核人：曹小霞

签发人：李娟

签发日期：2023.10.09

项目任务号：5551

项目负责人：李娟

检测分析人员：史可泽、张园园、李娟



众仁环测字【2023】5551号

甘肃众仁检验检测中心

检验检测报告

项目名称	甘肃东方瑞龙环境治理有限公司 2023 年自行监测				
委托单位	酒泉新时代环境检测科技有限公司	联系人	王艳娥	联系电话	13639371427
地址	甘肃省酒泉市肃州区				
检测类别	委托检测		采样日期	/	
样品名称	废气		接样日期	2023 年 09 月 25 日	
样品来源	送样		样品状态	总管	
任务编号	ZR-2023-W-5551				
检测项目	有组织废气：锡及其化合物、钴及其化合物、铈及其化合物共 3 项。				
方案依据	/				
检测依据	见表 2-1				
判定依据	/				
检测结果	见表 4-1				
备注	样品信息由客户提供。				

检验检测单位（盖章）
签发日期：2023.10.06

检验检测专用章



1、任务由来

受酒泉新时代环境检测科技有限公司的委托，2023年09月25日起，甘肃众仁检验检测中心对该公司送检的废气样品进行了实验室分析，并根据相关检测技术规范及标准，结合检测结果编制本检验检测报告。

2、检测项目和分析依据

2.1 有组织废气检测

2.1.1 检测项目：锡及其化合物、钴及其化合物、镍及其化合物共3项。

2.1.2 样品数量：共3个。

2.1.3 检测频次：检测1次。

2.1.4 检测依据及仪器

详见表2-1。

表 2-1 检测依据及仪器

序号	检测项目	方法依据	检出限	仪器设备
1	锡及其化合物	《空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 657-2013	0.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7800 ICP-MS
2	钴及其化合物		0.008 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
3	镍及其化合物		0.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

3、质量保证与质量控制

为确保本次检测数据具有代表性、准确性和可靠性，严格按照国家标准及相关技术规范进行检测。所用仪器设备均经计量部门检定校准并在有效期内。依据质控措施，对检测全过程包括实验室分析、数据处理等各个环节均进行了严格的质量控制。

质量控制结果见表3-1。

表 3-1 质控结果表（加标）

序号	检测项目	加标理论值 (μg)	空白加标测定值 (μg)	空白测定值 (μg)	回收率 (%)
1	锡及其化合物	3.50	2.94	0	84.0
2	钴及其化合物	3.50	3.22	0	92.0
3	镍及其化合物	3.50	3.19	0	91.1

由表3-1得出，加标回收率结果在要求范围内，说明本次检测在受控状态下进行，检测结果准确可靠。



4. 检测结果

详见表 4-1。

表 4-1 检测结果表

序号	样品编号	检测结果 (mg/m ³)		
		锡及其化合物	钴及其化合物	镍及其化合物
1	FQ202302-065-1	2.22×10^{-3}	5.80×10^{-4}	3.49×10^{-3}
2	FQ202302-065-2	2.06×10^{-3}	6.03×10^{-4}	3.54×10^{-3}
3	FQ202302-065-3	2.07×10^{-3}	7.12×10^{-4}	3.48×10^{-3}

报告结束



(2) 锅炉烟气监测报告



检 测 报 告

酒新环检第（FQ2023）02-097 号

项目名称：甘肃东方瑞龙环境治理有限公司锅炉检测
检测内容：锅炉检测
检测性质：委托检测
委托单位：甘肃东方瑞龙环境治理有限公司
报告日期：2023 年 12 月 21 日



酒泉新时代环境检测科技有限公司



检测报告声明

- 1、本报告无本公司检验检测专用章、骑缝章及 CMA 认证章无效。
- 2、对于委托者自带样品送检，其检验检测数据、结果仅证明所检验检测样品的符合性情况。
- 3、委托检测，系按委托单位（或个人）自行确定目的的检测，本公司仅对检测结果负责，不对其检测性质、工艺（或产品）性能等负责。
- 4、本报告检测数据仅对该检测时段负责。
- 5、本报告无三级审核、签发者签字无效。
- 6、本报告内容需填写齐全、清楚，涂改无效。
- 7、本报告自批准之日起生效。
- 8、本报告不得部分复制、挪用或篡改，复印件未加盖本公司检验检测专用章无效。由此引起的法律纠纷，责任自负。
- 9、本报告不得用于商品广告，违者必究。
- 10、如对本报告有疑问，对检测结果有异议者，应于收到报告之日起七口与本公司联系（以邮戳为准），逾期不再受理。
- 11、报告或证书涉及使用客户提供的数据时，应有明确的标识。当客户提供的信息可能影响结果的有效性时，报告或证书中应注明此信息为客户提供，本公司不负责该信息的有效性。

本公司通信资料：

单位名称：酒泉新时代环境检测科技有限公司

地 址：甘肃省酒泉市肃州区飞天东路4号（春光新天地北门西侧办公楼）

邮政编码：735000

电 话：0937-2677171

传 真：0937-2677171

酒泉新时代环境检测科技有限公司 检测报告

酒新环检第（FQ2023）02-097号

一、任务概述

受甘肃东方瑞龙环境治理有限公司委托，我公司根据环境监测技术规范，于2023年12月05日组织技术人员对甘肃东方瑞龙环境治理有限公司燃气锅炉废气排口有组织废气现场进行踏勘布点和检测分析，根据检测结果编制了本报告。

二、检测依据

- 1、《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271-2014
- 2、《固定源废气监测技术规范》HJ 397-2007

三、检测内容

此次检测在甘肃东方瑞龙环境治理有限公司燃气锅炉废气排口布设1个检测点位，检测点位及内容见表1。

表1 检测点位及检测内容一览表

点位编号	点位名称	检测内容
FQ202302-097	燃气锅炉废气总排口	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、烟气黑度

四、分析方法

检测分析方法见表2，检测分析仪器见表3。



表 2 检测分析方法

项目	检测分析方法	方法来源	方法检出限
NO _x	《固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法》	HJ 693-2014	3mg/m ³
烟尘 (颗粒物)	《固定污染源废气 低浓度颗粒物测定 重量法》	HJ 836-2017	1.0mg/m ³
SO ₂	《固定污染源废气 二氧化硫的测定 定电位电解法》	HJ 57-2017	3mg/m ³
烟气黑度	《固定污染源排放烟气黑度的测定-林格曼烟气黑度图法》	HJ/T 398-2007	/

表 3 检测分析仪器

项目	检测仪器	仪器型号	仪器编号	检定证书有效期至
烟尘 (颗粒物)	全自动烟尘(气)测试仪	YQ3000-C 型	XSD-YQ 037	2024.06.05
	电子天平	SQP	XSD-YQ 044	2024.05.23
SO ₂	低浓度自动烟尘烟气综合测试仪	ZR-3260D 型	XSD-YQ 031	2024.06.05
NO _x	低浓度自动烟尘烟气综合测试仪	ZR-3260D 型	XSD-YQ 031	2024.06.05
林格曼黑度	双筒测烟望远镜	LB-801#	XSD-YQ 076	2024.06.13

五、评价标准

本项目有组织废气执行《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271-2014 表 2 标准,具体见表 4。

表 4 有组织废气评价标准

点位编号	点位名称	检测项目	标准限值	单位
FQ202302-097	燃气锅炉废气排口	烟尘 (颗粒物)	20	mg/m ³
		SO ₂	50	mg/m ³
		NO _x	200	mg/m ³
		烟气黑度(林格曼黑度)	1	级

六、质量控制

为了确保检测数据具有代表性、准确性、可靠性，此次检测采取以下质量保证与质量控制手段：

1、检测过程中，生产设备和环保设施均正常稳定运行，生产能力达到检测的工况要求；

2、检测分析方法采用国家标准分析方法，检测人员均通过考核并持有上岗证书；

3、检测所有仪器经计量部门检定合格并在有效使用期内；

4、定期对本次采样所使用的 YQ3000-C 型全自动烟尘（气）测试仪进行流量校准，对本次采样所使用的 ZR-3260D 低浓度自动烟尘烟气综合测试仪用标气进行性能测定，并按照《环境监测技术规范》和《固定源废气监测技术规范》的要求进行了全过程质量控制，为保证检测数据可靠准确，对标准采样头进行同步称量，结果均符合标准要求，质控措施详见表 5；

5、检测数据严格经过了三级审核。

表 5 质控措施一览表

项目	标准值	测定值	误差/相对偏差	置信范围	评价
二氧化硫标气浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	497.6	492.1	-5.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\pm 24.9\mu\text{g}/\text{m}^3$	合格
一氧化氮标气浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	489.5	492.2	2.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\pm 24.5\mu\text{g}/\text{m}^3$	合格
标准采样头 (g)	11.92103	11.92098	0.00005g	± 0.0002	合格
备注	二氧化硫标气浓度 $\leq 100\mu\text{mol}/\text{mol}$ (286 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 时，误差 $\leq \pm 5\mu\text{mol}/\text{mol}$ (14.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	二氧化硫标气浓度 $> 100\mu\text{mol}/\text{mol}$ (286 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 时，误差 $< 5\%$				
	一氧化氮标气浓度 $\leq 100\mu\text{mol}/\text{mol}$ (134 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 时，误差 $\leq \pm 5\mu\text{mol}/\text{mol}$ (6.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	一氧化氮标气浓度 $> 100\mu\text{mol}/\text{mol}$ (134 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 时，误差 $< 5\%$				

七、检测结果

检测参数及结果见表 6。

表 6 检测结果统计表

检测时间	2023 年 12 月 05 日				
装置名称	燃气锅炉	测试部位	锅炉废气排口		
烟囱高度 (m)	15	测孔高度 (m)	5		
烟囱直径 (m)	0.4	处理设施	/		
装置吨位 (功率)	2t/h	工况负荷	80%		
检 测 参 数					
烟气流速 (m/s)	6.84	标况废气量 (m³/h)	1969		
含氧量 (%)	2.7	大气压力 (Kpa)	88.20		
烟道动压 (pa)	29	烟道静压 (pa)	-0.08		
烟气温度 (℃)	84	装置建成时间	2022 年 8 月		
检 测 结 果					
检测项目	实测排放浓度 (mg/m³)	折算排放浓度 (mg/m³)	排放速率 (Kg/h)	标准限值 (mg/m³)	判定结果
颗粒物	7.5	7.2	1.48×10 ⁻²	20	合格
SO ₂	7	7	1.38×10 ⁻²	50	合格
NO _x	77	74	0.15	200	合格
烟气黑度 (林格曼黑度, 级)		<1		1	合格
一氧化碳实测浓度 (mg/m³)		38.6		/	/

八、 检测结论

根据检测结果,甘肃东方瑞龙环境治理有限公司燃气锅炉废气总排口颗粒物、SO₂、NO_x、烟气黑度排放浓度均小于《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271-2014 表 2 排放标准。

复核: 鄯

日期: 2023.12.21

审核: 王

日期: 2023.12.21

签发: 林

日期: 2023.12.21



232812051726

检 测 报 告

酒新环检第（FQ2023）02-007 号

项目名称：甘肃东方瑞龙环境治理有限公司锅炉检测
检测内容：锅炉检测
检测性质：委托检测
委托单位：甘肃东方瑞龙环境治理有限公司
报告日期：2023 年 02 月 09 日

酒泉新时代环境检测科技有限公司

检测报告声明

- 1、本报告无本公司检验检测专用章、骑缝章及 CMA 认证章无效。
- 2、对于委托者自带样品送检，其检验检测数据、结果仅证明所检验检测样品的符合性情况。
- 3、委托检测，系按委托单位（或个人）自行确定目的的检测，本公司仅对检测结果负责，不对其检测性质、工艺（或产品）性能等负责。
- 4、本报告检测数据仅对该检测时段负责。
- 5、本报告无三级审核、签发者签字无效。
- 6、本报告内容需填写齐全、清楚，涂改无效。
- 7、本报告自批准之日起生效。
- 8、本报告不得部分复制、摘用或篡改，复印件未加盖本公司检验检测专用章无效。由此引起的法律纠纷，责任自负。
- 9、本报告不得用于商品广告，违者必究。
- 10、如对本报告有疑问，对检测结果有异议者，应于收到报告之日起七日与本公司联系（以邮戳为准），逾期不再受理。
- 11、报告或证书涉及使用客户提供的数据时，应有明确的标识。当客户提供的信息可能影响结果的有效性时，报告或证书中应注明此信息为客户提供，本公司不负责该信息的有效性。

本公司通信资料：

单位名称：酒泉新时代环境检测科技有限公司

地 址：甘肃省酒泉市肃州区飞天东路4号（春光新天地北门西侧办公楼）

邮政编码：735000

电 话：0937-2677171

传 真：0937-2677171

酒泉新时代环境检测科技有限公司

检测报告

酒新环检第（FQ2023）02-007号

一、任务概述

受甘肃东方瑞龙环境治理有限公司委托，我公司根据环境监测技术规范，于2023年02月06日组织技术人员对甘肃东方瑞龙环境治理有限公司燃气锅炉废气排口有组织废气现场进行踏勘布点和检测分析，根据检测结果编制了本报告。

二、检测依据

- 1、《锅炉大气污染物排放标准》 GB 13271-2014
- 2、《固定源废气监测技术规范》 HJ 397-2007

三、检测内容

此次检测在甘肃东方瑞龙环境治理有限公司燃气锅炉废气排口布设1个检测点位。检测点位及内容见表1。

表1 检测点位及检测内容一览表

点位编号	点位名称	检测内容
FQ202302-007	燃气锅炉废气总排口	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、烟气黑度

四、分析方法

检测分析方法见表2，检测分析仪器见表3。



表 2 检测分析方法

项目	检测分析方法	方法来源	方法检出限
NO _x	《固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法》	HJ 693-2014	3mg/m ³
烟尘 (颗粒物)	《固定污染源废气 低浓度颗粒物测定 重量法》	HJ 836-2017	1.0mg/m ³
SO ₂	《固定污染源废气 二氧化硫的测定 定电位电解法》	HJ 57-2017	3mg/m ³
烟气黑度	《固定污染源排放烟气黑度的测定-林格曼烟气黑度图法》	HJ/T 398-2007	/

表 3 检测分析仪器

项目	检测仪器	仪器型号	仪器编号	检定证书有效期至
烟尘 (颗粒物)	低浓度自动烟尘烟气综合测试仪	ZR-3260D 型	XSD-YQ 031	2023.06.07
	电子天平	SQP	XSD-YQ 044	2023.05.29
SO ₂	低浓度自动烟尘烟气综合测试仪	ZR-3260D 型	XSD-YQ 031	2023.06.07
NO _x	低浓度自动烟尘烟气综合测试仪	ZR-3260D 型	XSD-YQ 031	2023.06.07
林格曼黑度	双筒测烟望远镜	LB-801W	XSD-YQ 076	2023.07.04

五、评价标准

本项目有组织废气执行《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271-2014 表 2 标准,具体见表 4。

表 4 有组织废气评价标准

点位编号	点位名称	检测项目	标准限值	单位
FQ202302-007	燃气锅炉废气排口	烟尘 (颗粒物)	20	mg/m ³
		SO ₂	50	mg/m ³
		NO _x	200	mg/m ³
		烟气黑度(林格曼黑度)	1	级

六、质量控制

为了确保检测数据具有代表性、准确性、可靠性，此次检测采取以下质量保证与质量控制手段：

- 1、检测过程中，生产设备和环保设施均正常稳定运行，生产能力达到检测的工况要求；
- 2、检测分析方法采用国家标准分析方法，检测人员均通过考核并持有上岗证书；
- 3、检测所有仪器经计量部门检定合格并在有效使用期内；
- 4、定期对本次采样所使用的 ZR-3260D 低浓度自动烟尘烟气综合测试仪进行流量校准，对本次采样所使用的 ZR-3260D 低浓度自动烟尘烟气综合测试仪用标气进行性能测定，并按照《环境监测技术规范》和《固定源废气监测技术规范》的要求进行了全过程质量控制，为保证检测数据可靠准确，对标准采样头进行同步称量，结果均符合标准要求，质控措施详见表 5；
- 5、检测数据严格经过了二级审核。

表 5 质控措施一览表

项目	标准值	测定值	误差/相对偏差	置信范围	评价
二氧化硫标气浓度 (mg/m ³)	501	500.0	-1.0mg/m ³	±14.3mg/m ³	合格
一氧化碳标气浓度 (mg/m ³)	100	100.3	0.3mg/m ³	±6.7mg/m ³	合格
标准采样头(g)	11.08808	11.08811	0.00003g	±0.0002	合格
备注	二氧化硫标气浓度≤100μmol/mol (286mg/m ³) 时，误差≤±5μmol/mol (14.3mg/m ³)				
	二氧化硫标气浓度>100μmol/mol (286mg/m ³) 时，误差<5%				
	一氧化碳标气浓度≤100μmol/mol (134mg/m ³) 时，误差≤±5μmol/mol (6.7mg/m ³)				
	一氧化碳标气浓度>100μmol/mol (134mg/m ³) 时，误差<5%				

七、检测结果

检测参数及结果见表6。

表6 检测结果统计表

检测时间	2023年02月06日				
装置名称	燃气锅炉	测试部位	锅炉废气排口		
烟囱高度（m）	15	测孔高度（m）	5		
烟囱直径（m）	0.4	处理设施	/		
装置吨位（功率）	2t/h	工况负荷	85		
检 测 参 数					
烟气流速（m/s）	6.2	标况废气量（m³/h）	1812		
含氧量（%）	1.9	大气压力（Kpa）	87.7		
烟道动压（pa）	24	烟道静压（pa）	-0.04		
烟气温度（℃）	89.6	装置建成时间	2022年8月		
检 测 结 果					
检测项目	实测排放浓度（mg/m³）	基准氧含量排放浓度（mg/m³）	排放速率（Kg/h）	标准限值（mg/m³）	判定结果
颗粒物	8.4	7.7	1.52×10 ⁻²	20	合格
SO ₂	7	6	1.27×10 ⁻²	50	合格
NO _x	83	76	0.15	200	合格
烟气黑度（林格曼黑度，级）		<1		1	合格
一氧化碳实测浓度（mg/m³）		314		/	/

八、检测结论

根据检测结果，甘肃东方瑞龙环境治理有限公司燃气锅炉废气总排口颗粒物、SO₂、NO_x、烟气黑度排放浓度均小于《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271-2014表2排放标准。

复核：赵建福

日期：2023.2.9

审核：王艳

日期：2023.2.9

签发：陈方明

日期：2023.2.9

(3) 生活污水监测报告



232812051726

检 测 报 告

酒新环检第 (S2023) 01-349 号

委托单位: 甘肃东方瑞龙环境治理有限公司

项目名称: /

检测内容: 水质检测

检验类别: 委托检测

报告日期: 2023 年 10 月 17 日



酒泉新时代环境检测科技有限公司



检测报告声明

- 1、本报告无本公司检验检测专用章、骑缝章及 CMA 认证章无效。
- 2、对于委托者自带样品送检，其检验检测数据、结果仅证明所检验检测样品的符合性情况。
- 3、委托检测，系按委托单位（或个人）自行确定目的的检测，本公司仅对检测结果负责，不对其检测性质、工艺（或产品）性能等负责。
- 4、本报告检测数据仅对该检测时段负责。
- 5、本报告无三级审核、签发者签字无效。
- 6、本报告内容需填写齐全、清楚，涂改无效。
- 7、本报告自批准之日起生效。
- 8、本报告不得部分复制、挪用或篡改，复印件未加盖本公司检验检测专用章无效。由此引起的法律纠纷，责任自负。
- 9、本报告不得用于商品广告，违者必究。
- 10、如对本报告有疑问，对检测结果有异议者，应于收到报告之日起七日与本公司联系（以邮戳为准），逾期不再受理。
- 11、报告或证书涉及使用客户提供的数据时，应有明确的标识。当客户提供的信息可能影响结果的有效性时，报告或证书中应注明此信息为客户提供，本公司不负责该信息的有效性。

本公司通信资料：

单位名称：酒泉新时代环境检测科技有限公司

地 址：甘肃省酒泉市肃州区飞天东路4号（春光新天地北门西侧办公楼）

邮政编码：735000

电 话：0937-2677171

传 真：0937-2677171

酒泉新时代环境检测科技有限公司 水质检测报告

酒新环检第 (S2023) 01-349 号

样品名称:生活污水 样品编号:S202301-349
委托单位:甘肃东方瑞龙环境治理有限公司 联系人:郭权
委托单位地址:甘肃省酒泉市金塔县金塔科创城 联系电话:17793763567
样品包装:玻璃瓶、溶解氧瓶、无菌袋 采样人员:卢皓、郎立涛
样品数量:4份 样品性状:无色、臭
采样地点:废水池 采样日期:2023年9月19日
接样日期:2023年9月19日 分析开始日期:2023年9月19日

一、检测依据

- 1、《污水监测技术规范》HJ 91.1-2019;
- 2、《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920-2020;
- 3、《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918-2002。

二、检测项目

pH、色度、浊度、五日生化需氧量 (BOD_5)、氨氮、总大肠菌群共计6项。

三、检测分析方法

检测分析方见表1。

表1 检测方法

序号	项目	检测分析方法	方法来源	检出限
1	pH	《水质 pH 值的测定 电极法》	HJ 1147-2020	/
2	氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》	HJ 535-2009	0.025 mg/L
3	色度	《水质 色度的测定 稀释倍数法》	HJ 1182-2021	2 倍

第 3 页 共 6 页

表1 检测方法（续表）

序号	项目	检测分析方法	方法来源	检出限
4	浊度	《水质 浊度的测定 浊度计法》	HJ 1075-2019	0.3 NTU
5	总大肠菌群	《水质 总大肠菌群、粪大肠菌群和大肠埃希氏菌的测定 酶底物法》	HJ 1001-2018	10 MPN/L
6	BOD ₅	《水质 五日生化需氧量（BOD ₅ ）的测定 稀释与接种法》	HJ 505-2009	0.5 mg/L

四、检测仪器

检测仪器设备见表2。

表2 检测仪器

序号	项目	检测仪器	仪器型号	仪器编号	有效期至
1	pH	便携式酸度计	PHB-1	XSD-YQ 064	2024.5.23
2	浊度	浊度仪	WQ2-20	XSD-YQ 014	2024.6.6
3	氨氮	紫外可见分光光度计	D-8	XSD-YQ 034	2024.5.23
4	总大肠菌群	电热恒温培养箱	DH 300A	XSD-YQ 006	2024.5.23
		手提式高压蒸汽灭菌器	DSX-30L-1	XSD-YQ 050	2024.5.23
5	BOD ₅	数显生化培养箱	SPX-150	XSD-YQ 007	2024.5.23
		便携式溶解氧测定仪	JPB-607A	XSD-YQ 032	2024.6.13

五、质控措施及结果

为了保证检测数据具有代表性、准确性、可靠性，检测采取以下质量保证与质量控制手段：

- 1、检测分析方法采用国家标准分析方法，检测人员均通过考核并持证上岗。
- 2、检测所用仪器、量具均是计量部门检定校准合格和分析人员校准合格的器具，并在有效期内使用。
- 3、采样时，严格按照《污水监测技术规范》进行采样和运输。
- 4、样品分析过程中，标准曲线的绘制满足要求，平行样与密码样同步分析，质控准确率达到100%。质控样测定结果见表3。

- 5、检测数据严格执行了三级审核。

表 3 质控样测定结果

序号	项目	准确度				
		质控样编号	质控样测定值	置信范围	单位	评价
1	pH	BW02180	7.41	7.40±0.10	无量纲	合格
2	氨氮	BW02142-101	5.28	5.16±0.28	mg/L	合格
3	BOD ₅	Z1051130	4.80	4.81±0.46	mg/L	合格

六、检测结果

检测结果见表 4-1 至表 4-3。

表 4-1 检测结果

序号	检测项目	分析时间	检测结果	标准限值	单位	判定结果
1	pH	2023.9.19 8:30	7.3	6.0-9.0	无量纲	合格
2	氨氮	2023.9.20	1.16	8	mg/L	合格
3	BOD ₅	2023.9.19	4.5	10	mg/L	合格
4	色度	2023.9.19	15	30	度	合格
5	浊度	2023.9.19	3.2	10	NTU	合格
6	总大肠菌群	2023.9.19 12:40	未检出	/	MPN/L	合格
备注	1. 水温 21.1℃。 2. 检测结果低于最低检出限按该项目方法最低检出限后顺上填表。 3. 检测结果判定依据参考《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920-2020 表 1 中城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工标准。					

表 4-2 检测结果

序号	检测项目	分析时间	检测结果	标准限值	单位	判定结果
1	pH	2023.9.19 8:30	7.1	6.0-9.0	无量纲	合格
2	氨氮	2023.9.20	1.07	8	mg/L	合格
3	BOD ₅	2023.9.19	4.1	10	mg/L	合格

表 4-2 检测结果 (续表)

序号	检测项目	分析时间	检测结果	标准限值	单位	判定结果
4	色度	2023.9.19	15	30	度	合格
5	浊度	2023.9.19	3.1	10	NTU	合格
6	总大肠菌群	2023.9.19 12:45	未检出	/	MPN/L	合格
备注	1. 水温 21.1℃。 2. 检测结果低于最低检出限按该项目方法最低检出限后继续填表。 3. 检测结果判定依据参考《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920-2020 表 1 中城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工标准。					

表 4-3 检测结果

序号	检测项目	分析时间	检测结果	标准限值	单位	判定结果
1	pH	2023.9.19 8:30	7.3	6.0-9.0	无量纲	合格
2	氨氮	2023.9.20	1.24	8	mg/L	合格
3	BOD ₅	2023.9.19	5.0	10	mg/L	合格
4	色度	2023.9.19	15	30	度	合格
5	浊度	2023.9.19	3.2	10	NTU	合格
6	总大肠菌群	2023.9.19 12:50	未检出	/	MPN/L	合格
备注	1. 水温 21.1℃。 2. 检测结果低于最低检出限按该项目方法最低检出限后继续填表。 3. 检测结果判定依据参考《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920-2020 表 1 中城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工标准。					

复核: 王艳珍

审核: 廖

签发: 林

2023 年 10 月 17 日

2023 年 10 月 17 日

2023 年 10 月 17 日

第 6 页 共 6 页

附件 9：本底监测报告

本底监测报告（1）

 100012181390	QRD/5.10-2/D-0/2014 编号：（2017）0080
中国辐射防护研究院 核工业太原环境分析测试中心	
检 测 报 告	
样 品 名 称 <u>γ剂量率、土壤、气溶胶、骆驼草</u>	
送 检 单 位 <u>甘肃东方瑞龙环境治理有限公司</u>	
检 测 类 别 <u>委托</u>	
批 准 人 <u>王瑞峰</u>	
	
报告发送日期 <u>2017年08月10日</u>	
第 1 页 共 9 页	

注 意 事 项

1. 报告无检测单位专用公章无效。
2. 复制报告未出新加孟检测单位专用公章无效。
3. 报告无批准人签章无效。
4. 报告涂改无效。
5. 对检测报告若有异议，应于收到报告之日起三十日内向检测单位提出，逾期不予受理。
6. 委托检测仅对来样负责。

地 址：山西省太原市学府街 102 号

邮政编码：030006

通讯处：太原市 120 信箱

电话：0351-2203825

检测报告

第 3 页 共 9 页

送检单位：甘肃东方瑞龙环境治理有限公司

地 址：甘肃省酒泉市金塔县

样品描述：

γ剂量率，共 13 个点位，测量地点位于酒泉市金塔县西戈壁滩，具体位置见附件 1；

土壤，袋装，共 5 个，分析项目为总 α、总 β、 ^{238}Pu 、 ^{235}Pu 、 ^{239}Pu 、 ^{240}Pu 、 ^{241}Pu 、 ^{242}Pu 、 ^{243}Pu 、 ^{244}Pu 、 ^{245}Pu 、 ^{246}Pu 、 ^{247}Pu ；气溶胶滤膜，袋装，共 1 个，分析项目为总 α、总 β、 ^{238}Pu 、 ^{235}Pu 、 ^{239}Pu 、 ^{240}Pu 、 ^{241}Pu 、 ^{242}Pu 、 ^{243}Pu 、 ^{244}Pu 、 ^{245}Pu 、 ^{246}Pu 、 ^{247}Pu ；骆驼草，共 1 个，分析项目为总 α、总 β、 ^{238}Pu 、 ^{235}Pu 、 ^{239}Pu 、 ^{240}Pu 、 ^{241}Pu 、 ^{242}Pu 、 ^{243}Pu 、 ^{244}Pu 、 ^{245}Pu 、 ^{246}Pu 、 ^{247}Pu ；

气溶胶、骆驼草采样位置见附件 2。

送样日期：2017 年 07 月 11 日

接收人员：毕克娜

分析方法及依据：

GB/T 14583-1993 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》

GB/T 11743-2013 《土壤中放射性核素 γ 能谱测定》

GB/T 11713-2015 《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》

GB/T 16145-1995 《生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》

EJ/T 1075-1998 《水中总 α 放射性浓度的测定 厚源法》

EJ/T 900-1994 《水中总 β 放射性的测定方法 薄源法》

分析仪器：

1. 便携式 X-γ 剂量率仪：

型号：MH-3103B；出厂编号：027；测量范围： $(1-10000)\times 10^{-6}\text{Gy/h}$ ；制造商：北京核仪器厂；检定有效期至：2018.2.27；检定证书号：检字第[2017]-R046；检定机构：中国辐射防护研究院放射性计量站。

2. HpGe γ 谱仪：

型号：Ge2019；出厂编号：10831664；测量范围： $1-10^7\text{Bq}$ ；制造商：美国 CANBERRA 公司；检定有效期至：2017.8.14；检定证书号：GJFGL1005140001001；检定机构：国防科技工业电离辐射一级计量站。

3. HpGe γ 谱仪：

型号：GMX50-S；出厂编号：42-N31600A；测量范围： $1-10^7\text{Bq}$ ；制造商：美国 ORTEC 公司；检定有效期至：2017.8.14；检定证书号：GJFGL1005140001003；检定机构：国防科技工业电离辐射一级计量站。

4. 低本底 α/β 测量仪：

型号：LD770；出厂编号：0408；测量范围： $\times 10^4\text{cpm}$ ；制造商：德国伯尔；检定有效期至：2018.3.9；检定证书号：检字第[2016]-D015；检定机构：中国辐射防护研究院放射性计量站。

检测日期：2017 年 07 月 14 日至 2017 年 08 月 10 日

检 测 报 告

第 4 页 共 9 页

样品编号	原样品 编号	分析结果 (nGy/h)	备 注
		γ 辐射剂量率	
172631	JTFSFS170701	92	厂址中心
172632	JTFSFS170702	90	厂址西北角 J1
172633	JTFSFS170703	78	厂址东北角 J2
172634	JTFSFS170704	84	厂址东南角 J3
172635	JTFSFS170705	90	厂址西南角 J4
172636	JTFSFS170706	85	综合办公楼
172637	JTFSFS170707	90	废物暂存间北
172638	JTFSFS170708	85	废物暂存间西
172639	JTFSFS170709	81	废物暂存间南
172640	JTFSFS170710	84	废物暂存间东 (碱容车间西)
172641	JTFSFS170711	83	碱容车间北
172642	JTFSFS170712	82	碱容车间东
172643	JTFSFS170713	87	碱容车间南
以下空白			

审核者: 王瑞停

分析者: 梁少卿

中国辐射防护研究院

核工业太原环境分析测试中心

提交报告日期: 2017 年 08 月 10 日

QRD/S.10-2/D-0/2014

检 测 报 告

第 1 页 共 9 页

样品编号	采样点编号	气态颗粒物分析结果(mBq/m ³)							备 注
		总 α	总 β	Co-58	Co-60	Nb-95	Mn-54	Zr-95	Cr-51
172644	J75R011CNC1	0.13	1.49	<0.015	<0.017	<0.013	<0.015	<0.031	<0.31
以下空白									

审核: 王峰 李伟 分析: 李德 李德 李德



检测报告

第 7 页 共 9 页

样品编号	原样品编号	土壤样品分析结果 (Bq/kg)							备注
		总α	总β	Co-58	Co-60	Nb-95	Mn-54	Zn-65	Cr-51
172646	JTTS1R170701	223	867	<0.31	<0.49	<0.39	<0.34	<0.29	<3.3
172647	JTTS1R170702	269	563	<0.33	<0.51	<0.41	<0.36	<0.36	<3.5
172648	JTTS1R170703	428	913	<0.32	<0.51	<0.37	<0.33	<0.29	<3.4
172649	JTTS1R170704	395	816	<0.32	<0.51	<0.36	<0.34	<0.29	<3.5
172650	JTTS1R170705	319	642	<0.33	<0.50	<0.41	<0.35	<0.34	<3.5
以下空白									

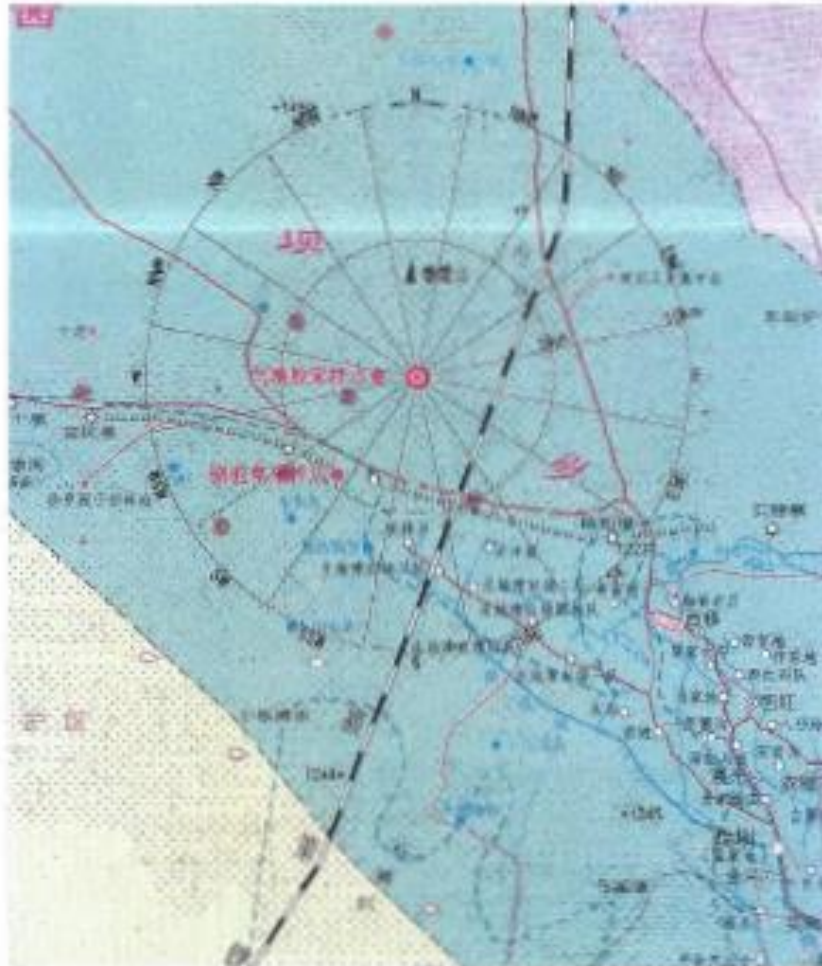
审核者: 王瑞霞 韩云虎 分析者: 李松 李松阳

中国辐射防护研究院
 核工业太原环境分析测试中心
 提交报告日期: 2017年08月10日

附件 1: γ 剂量率点位布设图



附件 2: 气溶胶、骆驼草采样位置图



本底监测报告（2）

中心编号: (2022) DC01

QTR/FX01/E-1/2019

第 1 页 共 9 页

中国辐射防护研究院
核工业太原环境分析测试中心

检 测 报 告

样 品 名 称 气溶胶、空气氡、空气碳、水、土壤、生物

送 检 单 位 甘肃东方新环环境治理有限公司

检 测 类 别 委托

批 准 人 王娜

报告发送日期 2022 年 1 月 13 日



注 意 事 项

1. 报告无检测单位专用公章无效。
2. 复制报告未重新加盖检测单位专用公章无效。
3. 报告无批准人签章无效。
4. 报告涂改无效。
5. 对检测报告若有异议，应于收到报告之日起三十日内向检测单位提出，逾期不予受理。
6. 委托检测仪对来样负责。
7. 实验室对客户提供的抽样信息真实性不承担责任。

地 址：山西省太原市学府街102号

邮政编码：030006

通讯处：太原市 120 信箱

电话：0351-2203825

检 测 报 告

QTR/FX01/E-1/2019

第 3 页 共 9 页

委托单位	甘肃东方新环境治理有限公司	委托人/电话	马红鹏/13893750373
联络地址	甘肃省酒泉市金塔县宝塔街		
样品描述	土壤样品，袋装，共 5 个； 气溶胶滤膜样品，袋装，共 3 个； 空气氟硅胶样品，瓶装，共 3 个； 空气酸碱液样品，瓶装，共 3 个； 地下水样品，桶装，共 3 个； 生物样品，袋装，韭菜、羊肉各 1 个。 抽样信息为客户提供：是 ☐ 否 ☒		
送样日期	2022.1.1	样品接收人员	徐 萌
检测地点	☒ 低本底实验楼 ☐ 放射性综合设施 ☐ 其他：		
检测依据	GB/T 11743-2013 《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》 GB/T 16145-2020 《生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》 GB/T 16140-2018 《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》 EJ/T 1075-1998 《水中总 α 放射性浓度的测定 厚源法》 EJ/T 900-1994 《水中总 β 放射性的测定方法 蒸发法》 HJ 840-2017 《环境样品中微量铀的分析方法》 EJ/T 1035-1996 《土壤中镭-90 的分析方法》 HJ 815-2016 《水和生物样品中镭-90 放射化学分析方法》 HJ 1126-2020 《水中氡的分析方法》 ISO 13162-2011 《水质-碳-14 活度浓度的液体闪烁计数测定法》 HJ 814-2016 《水和土壤样品中钚的放射化学分析方法》 GB/T 14502-1993 《水中镭-63 的分析方法》 EJ/T 1008-1996 《空气中 C-14 的取样与测定方法》 GB14883.8-2016 《食品安全国家标准 食品中放射性物质钚-239、钚-240 的测定》 GB/T 17947-2008/ISO 11932-1996 《拟再循环、再利用或作非放射性废物处置的固体物质的放射性活度测量》		

检 测 报 告

QTR/FX01/E-1/2019

第 4 页 共 9 页

	名称	型号	编号	检定/校准有效期
分析仪器	HPGe γ 谱仪	BE3830	13002	2023.7.5
	HPGe γ 谱仪	GR3019	10881664	2023.7.5
	低本底液闪谱仪	Quantulus 1220	SGQT331 40062	2022.6.17
	低本底 α/β 测量仪	LB770	6438	2022.3.1
	低本底 α 谱仪	7200-12	16000002	2023.8.25
	微量铀分析仪	WGJ-III	1974	2023.9.18

检测日期：2020 年 8 月 10 日 至 2022 年 1 月 12 日

检 测 报 告

QTR/FX01/E-1/2019

第 5 页 共 9 页

样品编号	原样品编号	土壤样品分析结果										备 注
		总 α Bq/kg	总 β Bq/kg	总铀 μg/g	⁹⁰ Sr Bq/kg	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu Bq/kg	¹⁴ C Bq/kg	³ H Bq/kg	⁶³ Ni Bq/kg	¹³⁷ Cs Bq/kg	⁶⁰ Co Bq/kg	
22-0001	厂址边界东	635	917	3.19	1.62	0.32	<0.27	0.06	<62.9	5.48	<0.88	/
22-0002	厂址边界西	563	855	2.50	2.15	0.19	<0.27	0.05	<62.9	4.42	<0.87	/
22-0003	厂址边界南	683	883	17.37	1.68	0.60	<0.27	0.09	<62.9	6.67	<1.1	/
22-0004	厂址边界北	611	793	3.12	1.71	0.029	<0.27	0.06	<62.9	<0.44	<0.75	/
22-0005	生地湾农场	512	636	2.35	0.39	0.073	<0.27	0.11	<62.9	<0.79	<1.1	/

审核者: 李鹏翔 杨海龙 和伟

分析者: 刘娟娟 叶海琦 王美美 李永涛 李海

中国辐射防护研究院

核工业太原环境分析测试中心

提交报告日期: 2022 年 1 月 13 日

检测专用章

140192308998

检 测 报 告

QTR/FX01/E-1/2019

第 6 页 共 9 页

样品编号	原样品编号	地下水样品分析结果										备 注
		总 α Bq/L	总 β Bq/L	总铀 $\mu\text{g/L}$	^{90}Sr mBq/L	$^{239+240}\text{Pu}$ mBq/L	^3H Bq/L	^{14}C mBq/L	^{63}Ni Bq/L	^{137}Cs mBq/L	^{60}Co mBq/L	
22-0006	厂区监测井	1.21	2.33	16.30	11.9	0.12	<0.15	1.09	<0.05	<1.2	<0.90	/
22-0007	生地湾农场	0.16	0.17	3.44	2.26	0.03	<0.15	3.82	<0.05	<4.5	<4.7	/
22-0008	西坝乡	1.13	0.94	31.33	4.40	0.02	0.20	2.32	<0.05	<6.5	<6.5	/
以下空白												

审核者: 李鹏翔 杨海兰 李伟

分析者: 刘振娟 师海清 王美美 魏永涛 李雷龙

中国辐射防护研究院
核工业太原环境分析测试中心
提交报告日期: 2022年 8 月 13 日



检 测 报 告

QTR/FX01/E-1/2019

第 1 页 共 9 页

样品编号	原样品编号	气溶胶样品分析结果								备 注
		总 α mBq/m ³	总 β mBq/m ³	总铀 ng/m ³	⁹⁰ Sr μ Bq/m ³	¹³⁷ Cs μ Bq/m ³	⁶⁰ Co μ Bq/m ³	⁶³ Ni μ Bq/m ³	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu μ Bq/m ³	
22-0009	下风向-厂址边界西	0.31	0.79	0.47	8.71	<9.0	<8.9	<78.6	<0.014	/
22-0010	上风向-生地湾农场	0.33	0.95	0.68	7.71	<7.8	<8.5	<78.6	<0.014	/
22-0011	对照点-西移村	0.30	0.75	0.61	3.91	<8.5	<8.8	<78.6	<0.015	/
以下空白										

审核者: 李鹏翔 杨海兰 永伟

分析者: 师琦琦 王美 赵永芳 李永龙

中国辐射防护研究院

核工业太原环境分析测试中心

提交报告日期: 2022年 月 13 日



检测报告

QTR/FX01/E-1/2019

第 8 页 共 9 页

[illegible]

审核者: 杨海兰

分析者: 劉煒娟

中国辐射防护研究院

核工业太原环境分析测试中心

提交报告日期: 2022年1月13日

检 测 报 告

QTR/FX01/E-1/2019

第 9 页 共 9 页

样品编号	原样品编号	生物样品（鲜样）分析结果											备注
		总 α Bq/kg 鲜	总 β Bq/kg 鲜	总铀 μg/kg 鲜	⁹⁰ Sr Bq/kg 鲜	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu mBq/kg 鲜	¹⁴ C Bq/kg	³ H Bq/kg (自由氚)	³ H Bq/kg (有机氚)	⁶³ Ni Bq/kg 鲜	¹³⁷ Cs Bq/kg 鲜	⁶⁰ Co Bq/kg 鲜	
22-0015	韭菜	1.76	145	12.43	0.04	0.17	7.99	0.81	1.52	<0.50	<0.078	<0.14	/
22-0016	羊肉	0.13	40.0	0.50	5.0×10 ⁻²	0.38	33.58	0.15	0.56	<0.50	<0.029	<0.028	/
以下空白													

审核者: 李维翔 杨海龙 张博

分析者: 刘娟娟 明伟伟 王美 李永成 李海

中国辐射防护研究院

核工业太原环境分析测试中心

提交报告日期: 2022 年 1 月 13 日

报告结束

附件 10：非放环境监测报告

(1) 土壤及空气重金属

甘肃东方新环环境治理有限公司

土壤、环境空气现状检测报告

项目名称：极低放废物治理项目土壤及环境空气现状检测

委托单位：甘肃东方新环环境治理有限公司

检测单位：甘肃省地质矿产调查开发局

第四地质研究所

日期：二〇二二年二月二十五日

注意事项

- 1、本报告无本单位检验检测专用章、骑缝章及CMA认证章无效。
- 2、对于委托者自带样品送检，其检验检测数据、结果仅证明所检验检测样品的符合性情况。
- 3、按委托单位(或个人)自行确定目的的监测，本室仅对监测结果负责，不对其监测性质、工艺(或产品)性能等负责
- 4、本报告监测数据仅对该监测时段负责。
- 5、本监测报告部分复印无效，完整复印未重新盖章无效，由此引起的法律纠纷，责任自负。
- 6、本报告内容需填写齐全、清楚、涂改无效。
- 7、本报告不得用于商品广告，违者必究。
- 8、委托单位对本监测报告有异议，应于收到报告之日起十日内与本实验室联系(快递以送达所在地日期为准，现场领取以签字领取日为准)，逾期不再受理。

本室地址：酒泉市解放路(酒泉公路)52号

邮编：735009

电话：0937-2665277(办、传真)



项目名称：甘肃东方新环环境治理有限公司
土壤、环境空气现状检测报告



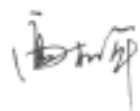
项目负责：李全恩

现场负责：谢进福

现场采样：谢进福、于立华、王银岗

报告编写：谢进福

室内检测：王江鱼、刘静、周芳、许文凤

审 核： 

签 发： 



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 172816040476

名称: 甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院实验室

地址: 酒泉市解放路52号



经审查, 你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力, 现予批准, 可以向社会出具具有证明作用的数据和结果, 特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律責任由甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院承担。

许可使用标志



172816040476

发证日期: 2020年9月23日

有效期至: 2023年5月2日

发证机关:



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制, 在中华人民共和国境内有效。

甘肃东方新环环境治理有限公司 土壤、环境空气现状检测报告

一、项目来源及监测目的

受甘肃东方新环环境治理有限公司委托，对公司极低放废物治理项目土壤及环境空气现状进行采样检测。

二、监测区基本情况

甘肃东方新环环境治理有限公司位于金塔县西北约40公里，交通位置见图1，公司处于东经 $98^{\circ}34'13.6''$ 、北纬 $40^{\circ}19'56.9''$ 。

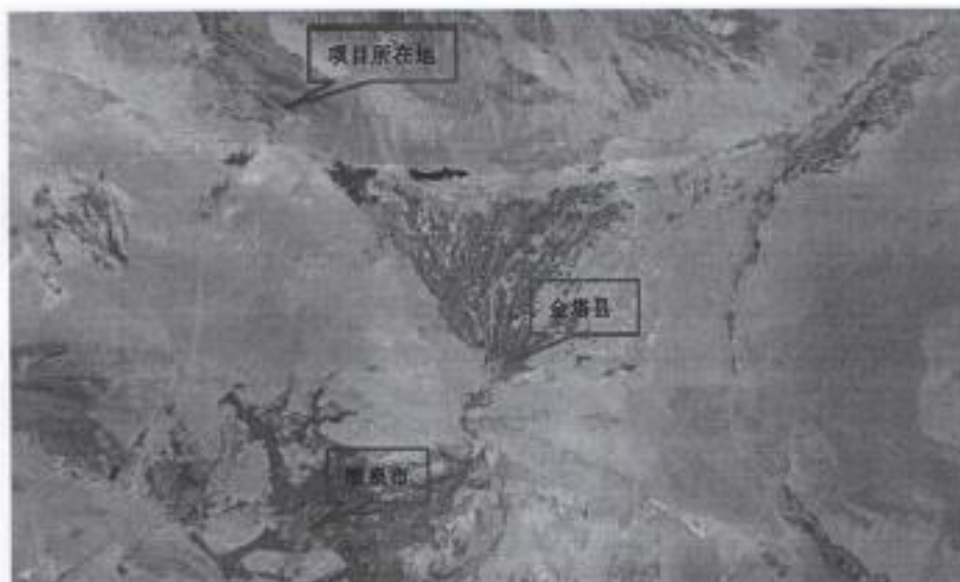


图1甘肃东方新环环境治理有限公司交通位置图

三、监测依据

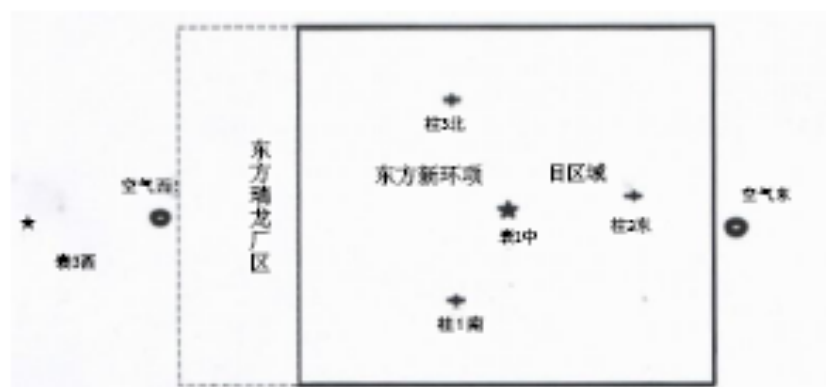
- 1、《土壤环境监测技术规范》HJ/T166-2004
- 2、《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》GB 36600-2018

- 3、《环境空气质量手工监测技术规范》HJ194-2017
- 4、《环境空气质量监测点位布设技术规范》HJ664-2013

四、检测范围、检测项目及检测点布设

按照委托单位要求，本次检测为甘肃东方新环环境治理有限公司极低放废物治理项目区域内，该项目区域东西长250米，南北宽250米。检测项目为土壤和环境空气中的镭、砷(无机)、镉、铬(六价)、汞(总汞)、铍、钴、锡、镍、钒、锌、铜共12项。

检测点分布见图1。



图例：+土壤柱状样点位★土壤表层样点位环境空气采样点位

图1土壤及环境空气采样点位分布图

五、检测频次、检测方法及检出限

1. 检测频次：按照委托方要求，本次土壤及环境空气现状检测，只采样一次，检测一次。
2. 土壤样品检测方法、检出限详见表2；
3. 环境空气检测方法、检出限详见表3。

表2土壤检测方法一览表

序号	检测项目	标准方法及代号	仪器设备	检出限
1	铬(六价)	土壤六价铬测定HJ1082-2019	原子吸收仪	0.50mg/kg

序号	检测项目	标准方法及代号	仪器设备	检出限
2	汞(总汞)	土壤和沉积物汞、砷、硒、铋、锑的测定微波消解原子荧光法HJ680-2013	原子荧光光度计	0.002mg/kg
3	砷	区域地球化学样品分析方法DZ/T0279.3-2016和区域地球化学样品分析方法DZ/T0279.5-2016	等离子发射质谱仪	0.006mg/kg
4	硒			0.001mg/kg
5	铋			0.60mg/kg
6	锑			0.002mg/kg
7	锑			0.60mg/kg
8	砷(无机)	土壤和沉积物汞、砷、硒、铋、锑的测定微波消解原子荧光法HJ680-2013	原子荧光光度计	0.01mg/kg
9	砷	区域地球化学样品分析方法DZ/T0279.1-2016	等离子发射质谱仪	0.01mg/kg
10	砷	区域地球化学样品分析方法DZ/T0279.1-2016	X荧光	3.39mg/kg
11	钒			2.50mg/kg
12	铈			1.75mg/kg

表3环境空气检测方法一览表

序号	检测项目	标准方法及代号	仪器设备	检出限
1	铬(六价)	空气和废气监测分析方法(第四版增补版)二甲苯酚二肼分光光度法	分光光度计	$4 \times 10^{-5} \text{ mg/m}^3$
2	汞(总汞)	空气和废气监测分析方法(第四版增补版)原子荧光分光光度法	原子荧光光度计	$6.6 \times 10^{-5} \text{ mg/m}^3$
3	砷	空气和废气颗粒物中金属元素的测定电感耦合等离子体质谱法HJ667-2013	等离子发射质谱仪	0.00mg/m ³
4	镉			0.00mg/m ³
5	镍			0.09mg/m ³
6	钴			0.00mg/m ³
7	铜			0.7mg/m ³
8	砷(无机)			0.7mg/m ³
9	镉			0.8mg/m ³
10	镍			0.06mg/m ³
11	钒			0.1mg/m ³
12	铈			3.0mg/m ³

六、质量控制

为了保证此次检测结果的客观性和准确性，我们从人员、设备、方法

质量管理上采取以下措施：

- 1、所有检测人员均接受了业务培训，考核符合后，持证上岗证；
- 2、本次检测所用仪器、量器经计量单门检定符合并在有效期内；
- 3、检测方法均采用国家或部门颁发的最新标准方法；
- 4、所有检测结果均经过检测组、质量负责人、技术负责人三级质量审核；

- 5、检测严格按照相关检测技术规范要求在受控条件下进行；

6、本项目检测采用平行样分析监控检测精密度、采用有证标准样品监控准确度，没有标准样品的采取加标回收方式监控准确度，土壤质量监控方式及监控比例见表4；土壤平行双样分析结果记录表5；土壤质控样分析结果见表6；土壤加标回收样分析结果见表7；环境空气质量监控方式及监控比例见表8；环境空气平行双样分析结果记录表见表9。

表4土壤质量监控一览表

序号	检测项目	监控方式及比例
1	铬(六价)	10%平行样+质控样+空白
2	汞(总汞)	10%平行样+质控样+空白
3	砷	10%平行样+质控样+空白
4	镉	10%平行样+质控样+空白
5	镍	10%平行样+质控样+空白
6	钴	10%平行样+质控样+空白
7	钒	10%平行样+质控样+空白
8	砷(无机)	10%平行样+质控样+空白
9	镍	10%平行样+质控样+空白
10	锡	10%平行样+质控样+空白
11	钒	10%平行样+质控样+空白
12	铋	10%平行样+质控样+空白

表5 平行双样分析结果记录

样品类型	实验室样品编号	检测项目	检测值A (mg/kg)	检测值B (mg/kg)	相对偏差 (%)	评价结果	备注
土壤	21WH-266	铬(六价)	ND	ND		合格	/
土壤	21WH-266	镍	54.3	53.9	0.698	合格	
土壤	21WH-266	钡	2.03	1.81	6.75	合格	
土壤	21WH-266	镉	0.190	0.160	8.67	合格	/
土壤	21WH-266	钴	12.6	12.6	0.00	合格	/
土壤	21WH-266	铜	29.6	29.6	0.17	合格	/
土壤	21WH-260	锡	1.07	0.900	8.65	合格	/
土壤	21WH-260	汞(总汞)	0.014	0.012	7.69	合格	/
土壤	21WH-260	砷(无机)	14.9	15.6	1.97	合格	/
土壤	21WH-260	锡	6.00	4.80	2.04	合格	/
土壤	21WH-260	钒	65.7	65.9	0.16	合格	
土壤	21WH-260	铀	67.6	66.6	0.88	合格	

表6质控分析结果记录

样品类型	检测项目	标准物质编号	标准值(mg/kg)	检测结果(mg/kg)	评价结果
土壤	镍	GBW07404	64±5	60.4	合格
土壤	铍	GBW07404	1.86±0.34	1.91	合格
土壤	镉	GBW07404	0.56±0.06	0.41	合格
土壤	钴	GBW07404	22±2	25.3	合格
土壤	铜	GBW07404	40±4	44	合格
土壤	铋	GSD-18	0.29±0.03	0.29	合格
土壤	汞(总汞)	GSD-18	0.016±0.003	0.013	合格
土壤	砷(无机)	GSD-18	4.4±0.3	4.16	合格
土壤	锡	GSS-6	18±3	19.1	合格
土壤	钒	GSS-6	166±9	173	合格
土壤	锌	GSS-6	494±25	496	合格

表7土壤加标回收分析结果记录

样品类型	检测项目	样品编号	加标量(ug)	检测结果(mg/kg)		加标回收率(%)	结果评价
				样品	加标样品		
土壤	铬(六价)	空白	20	ND	2.1	6.00	合格

表8环境空气监控一览表

序号	检测项目	监控方式及比例
1	铬(六价)	10%平行样+现场空白+室内空白
2	汞(总汞)	10%平行样+现场空白+室内空白
3	铍	10%平行样+现场空白+室内空白
4	镉	10%平行样+现场空白+室内空白
5	铋	10%平行样+现场空白+室内空白
6	钴	10%平行样+现场空白+室内空白
7	铜	10%平行样+现场空白+室内空白
8	砷(无机)	10%平行样+现场空白+室内空白
9	镍	10%平行样+现场空白+室内空白
10	锡	10%平行样+现场空白+室内空白
11	钒	10%平行样+现场空白+室内空白
12	锌	10%平行样+现场空白+室内空白

表9环境空气平行样分析结果记录

样品类型	实验室样品编号	检测项目	检测值A (mg/kg)	检测值B (mg/kg)	相对偏差 (%)	评价结果	备注
环境空气	21WH-266	铬(六价)	0.5L	0.5L	/	合格	/
环境空气	21WH-266	镍	0.6L	0.5L		合格	/
环境空气	21WH-266	铍	0.05L	0.05L	/	合格	/
环境空气	21WH-266	镉	0.05L	0.05L		合格	/
环境空气	21WH-266	钴	0.05L	0.05L		合格	/
环境空气	21WH-266	铜	0.7L	0.7L		合格	/
环境空气	21WH-260	铊	0.09L	0.09L	/	合格	/
环境空气	21WH-260	汞(总汞)	6.6×10^{-3} L	8.0×10^{-3}	8.22	合格	/
环境空气	21WH-260	砷(无机)	0.7L	0.7L	/	合格	/
环境空气	21WH-260	锡	0.06L	0.06L	/	合格	/
环境空气	21WH-260	钒	0.16	0.1L	/	合格	/
环境空气	21WH-260	铋	5.0L	5.0L	/	合格	/

七、监测结果

甘肃东方新环环境治理有限公司2022年金塔县极低放废物治理项目土壤检测及土壤及环境空气现状检测，土壤检测结果详见表10, 环境空气检测结果详见表11。

表-10土壤检测结果(mg/kg)

序号	分析编号	采样地点	铬(六价)	汞(总汞)	铍	镉	锑	钴	铜	砷(无机)	镍	锡	钒	锌
1	21WH-254	表层1中	ND	0.016	2.61	0.300	1.07	11.0	44.8	17.3	27.8	4.10	57.6	57.5
2	21WH-255	表层2东	ND	0.022	3.35	0.530	1.14	9.96	25.8	45.9	24.8	ND	62.8	46.7
3	21WH-256	表层3西	ND	0.018	3.42	0.500	1.49	15.7	38.9	29.2	43.6	4.50	65.4	70.5
4	21WH-257	柱1南上	ND	0.016	4.31	0.300	1.63	15.3	35.9	24.5	35.8	6.60	79.3	63.2
5	21WH-258	柱1南中	ND	0.009	3.18	0.270	1.22	9.89	25.6	13.9	27.7	3.60	55.8	47.1
6	21WH-259	柱1南下	ND	0.011	7.68	0.550	1.67	15.9	43.8	31.9	39.1	3.90	91.3	74.8
7	21WH-260	柱2东上	ND	0.014	4.59	0.180	1.07	12.1	26.9	15.5	29.9	5.00	65.7	57.6
8	21WH-261	柱2东中	ND	0.012	1.46	0.100	1.02	10.4	23.2	18.9	26.0	ND	73.8	62.4
9	21WH-262	柱2东下	ND	0.023	1.76	0.090	1.50	18.4	38.0	37.3	44.0	4.70	93.2	75.4
10	21WH-263	柱3北上	ND	0.019	1.31	0.090	0.97	8.33	18.8	16.3	22.2	ND	52.3	48.3
11	21WH-264	柱3北上P	ND	0.017	2.41	0.190	0.89	8.60	20.8	13.1	22.7	ND	48.1	47.1
12	21WH-265	柱3北下	ND	0.008	1.87	0.690	1.30	9.18	22.4	31.1	25.0	ND	58.3	53.6
13	21WH-266	柱3北下P	ND	0.007	2.03	0.190	1.42	12.5	29.6	28.8	34.3	ND	61.8	56.4

表-11环境空气检测结果 (mg/m3)

序号	分析编号	采样地点	铬(六价)	汞(总汞)	铍	镉	锑	钴	铜	砷(无机)	镍	锡	钒	锌
1	21WH-267	厂界东	0.3L	8.0×106	0.03L	0.03L	0.09L	0.03L	0.7L	0.7L	0.5L	0.05L	0.18	3.0L
2	21WH-269	厂界西	0.3L	1.3×105	0.03L	0.03L	0.09L	0.03L	0.7L	0.7L	0.5L	0.05L	0.1L	3.0L
3	21WH-270	厂界西P	0.3L	6.6×102	0.03L	0.03L	0.09L	0.03L	0.7L	0.7L	0.5L	0.05L	0.1L	3.0L

(2) 环境空气


232812051728

检 测 报 告

酒新环检第 (KQ2024) 017 号

项目名称: 甘肃东方瑞龙环境治理有限公司环境大气检测

检测内容: 环境空气

检测性质: 委托检测

委托单位: 甘肃东方瑞龙环境治理有限公司

报告日期: 2024 年 07 月 15 日

酒泉新时代环境检测科技有限公司



第 1 页 共 5 页

检测报告声明

- 1、本报告无本公司检验检测专用章、骑缝章及CMA认证章无效。
- 2、对于委托者自带样品送检，其检验检测数据、结果仅证明所检验检测样品的符合性情况。
- 3、委托检测，系按委托单位（或个人）自行确定目的的检测，本公司仅对检测结果负责，不对其检测性质、工艺（或产品）性能等负责。
- 4、本报告检测数据仅对该检测时段负责。
- 5、本报告无三级审核，签发者签字无效。
- 6、本报告内容需填写齐全、清楚，涂改无效。
- 7、本报告自批准之日起生效。
- 8、本报告不得部分复制、挪用或篡改，复印件未加盖本公司检验检测专用章无效。由此引起的法律纠纷，责任自负。
- 9、本报告不得用于商品广告，违者必究。
- 10、如对本报告有疑问，对检测结果有异议者，应于收到报告之日起七日与本公司联系（以邮戳为准），逾期不再受理。
- 11、报告或证书涉及使用客户提供的数据时，应有明确的标识。当客户提供的信息可能影响结果的有效性时，报告或证书中应注明此信息为客户提供，本公司不负责该信息的有效性。

本公司通信资料：

单位名称：酒泉新时代环境检测科技有限公司

地 址：甘肃省酒泉市肃州区飞天东路4号（春光新天地北门西侧办公楼）

邮政编码：735000

电 话：0937-2677171

传 真：0937-2677171

酒泉新时代环境检测科技有限公司

检测报告

酒新环检第（KQ2024）017号

一、任务概述

受甘肃东方瑞龙环境治理有限公司委托，我公司根据双方合同约定，于2024年07月05日组织技术人员对甘肃东方瑞龙环境治理有限公司环境空气进行踏勘布点和检测分析，根据检测结果编制了本报告。

二、检测依据

1、《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ 194-2017）；

三、检测内容

3.1 环境空气检测

3.1.1 检测点位

应甘肃东方瑞龙环境治理有限公司要求，此次检测在甘肃东方瑞龙环境治理有限公司下风向设置1个监测点，共1个监测点位。

3.1.2 检测内容

检测点位及检测内容见表3-1

表3-1 环境空气检测点位及检测内容

点位编号	检测点位名称	检测内容
KQ2024017-1	甘肃东方瑞龙环境治理有限公司 下风向	TSP、二氧化硫、氮氧化物、 一氧化碳、氟化物、氯化氢

3.1.3 检测频次

检测检测一天，共 4 次。

四、分析及仪器

4.1 检测分析方法见表 4-1

表 4-1 检测分析方法

分析项目	分析方法	方法标准编号	方法检出限
颗粒物	《环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法》	HJ 1263-2022	0.007mg/m ³
氮氧化物	环境空气 氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ 479-2009	0.003mg/m ³
SO ₂	环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法	HJ 482-2009	0.004mg/m ³
CO	空气质量 一氧化碳的测定 非分散红外法	GB 9801-1988	0.3mg/m ³
氟化物	《环境空气氟化物的测定 滤膜采样瓶离子选择电极法》	HJ 955-2018	0.5ug/m ³
氯化物	《环境空气和废气 氟化物的测定 离子色谱法》	HJ 549-2016	0.02ug/m ³

4.2 检测分析仪器见表 4-2

表 4-2 检测分析仪器

项目	检测仪器	仪器型号	检定证书有效期至
颗粒物、二氧化硫、氮氧化物	环境空气颗粒物综合采样器	ZR-3020	2025.06.11
	电子天平	SAP	2025.05.23
	紫外可见分光光度计	UV-3000	2025.05.23
CO	便携式红外 CO/CO ₂ 分析仪	LB-QT-TR	2025.06.06
氟化物	环境空气颗粒物综合采样器	ZR-3020 型	2025.06.11
	酸度计	pH-630	2025.05.23
氯化物	环境空气颗粒物综合采样器	ZR-3020 型	2025.06.11
	离子色谱仪	PIC-10A	2026.06.05

五、质量控制

为了保证检测数据具有代表性、准确性、可靠性，此次检测采取以下质量保证与质量控制手段：

1. 检测所有仪器经计量部门检定合格及校准并在有效使用期内；
2. 检测分析方法采用国家标准（或推荐）分析方法，检测人员均通过考核并持有上岗证书；
3. 对本次采样所使用的 ZR-3920 环境空气颗粒物综合采样器进行流量校准，并按照《环境空气质量手工检测技术规范》的要求进行全过程质量控制，为保证检测数据可靠准确，对标准滤膜进行同步分析，结果均符合标准要求，质控措施详见表 5-1；
4. 样品分析过程中，标准曲线的绘制满足要求，现场空白与密的样同步分析，质控准确率达到 100%，质控样测定结果见表 5-1；
5. 检测数据严格实行了三级审核。

表 5-1 质控样测定结果

项 目	准确度				
	标准值	测定值	置信范围	单位	评价
标准滤膜	0.33940	0.33940	± 0.0005	g	合格
二氧化硫	0.437	0.437	0.437 ± 0.024	mg/L	合格
氮氧化物	0.424	0.418	0.424 ± 0.013	mg/L	合格
氟化物	0.500	0.508	0.500 ± 0.025	mg/L	合格
氯化氢	12.7	12.4	12.7 ± 0.9	mg/L	合格

六、检测结果

6.1 环境空气检测结果

环境空气检测结果见表 6-1。

表非-1 环境空气检测后果表

采样时间	项目	单位	检测结果			
			1	2	3	4
2024.07.05	颗粒物	mg/m ³	0.388	0.380	0.375	0.377
	二氧化硫	mg/m ³	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
	氮氧化物	mg/m ³	0.006	0.007	0.009	0.008
	氟化物	mg/m ³	1.10×10^{-2}	1.06×10^{-2}	1.09×10^{-2}	1.11×10^{-2}
	氯化氢	mg/m ³	0.007	0.006	0.008	0.008
	CO	mg/m ³	1.1	0.9	0.7	1.2
备注:	1. 当实测值低于该方法的最低检出限时用<最低检出限表示。 2. 检测期间主导风向为西风。大气压力 86.23~86.21kpa, 温度 23.2~35.6℃。					

复核: 马建超
日期: 2024.7.15

审核: 王强
日期: 2024.7.15

签发: 杨志刚
日期: 2024.7.15

附件 11：金塔分局对烟囱高度的批复

酒泉市生态环境局金塔分局

金环函〔2019〕125 号

酒泉市生态环境局金塔分局 关于对甘肃东方瑞龙环境治理有限公司 厂区生活锅炉烟囱建设标准的回复函

甘肃东方瑞龙环境治理有限公司：

你公司《关于甘肃东方瑞龙环境治理有限公司厂区生活锅炉烟囱高度的请示》收悉，现就有关事项回复如下：

我局原则同意中国辐射防护研究院出具的关于甘肃东方瑞龙环境治理有限公司厂区生活锅炉环境影响评价的分析结果(锅炉烟囱高度 15m, 烟囱内径 0.4m, 废气排放值 5040 m³/h)，最终锅炉烟囱建设标准以生态环境行政主管部门的环评批复为准。

酒泉市生态环境局金塔分局

2019年10月22日

附件 12：氮氧化物总量来源说明

甘肃东方瑞龙环境治理有限公司 1000t/a 低放 废物等离子减容处理项目主要大气污染物 区域削减方案

甘肃恒亚水泥有限公司超低排放改造项目

甘肃恒亚水泥有限公司计划于 2025 年底前完成水泥窑（现有 2 条 2000t/d 新型干法水泥生产线）超低排放改造。现有 2 条 2000t/d 新型干法水泥熟料生产线，排污许可证核发的排放浓度限值为 $400\text{mg}/\text{m}^3$ ，排放量为 $1080\text{t}/\text{a}$ 。改造完成后，氮氧化物排放浓度限值降至 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ，可削减氮氧化物 $945\text{t}/\text{a}$ 。该项目削减氮氧化物 $173.41\text{t}/\text{a}$ 已用于甘肃瓜州宝丰硅材料开发有限公司多晶硅上下游协同项目二期硅材料项目区域削减替代，削减氮氧化物 $682.67\text{t}/\text{a}$ 已用于甘肃智汇格林新能源有限公司 1000 万吨/年低阶煤分级分质清洁高效利用与新能源耦合一体化示范项目区域削减替代，现削减氮氧化物 $2.09\text{t}/\text{a}$ 用于甘肃东方瑞龙环境治理有限公司 1000ta 低放废物等离子减容处理项目区域削减替代，其余氮氧化物 $86.63\text{t}/\text{a}$ 用于酒泉市统筹其他重大项目区域削减替代。

- 附件：1. 污染物区域等量削减措施清单
2. 削减量计算过程
3. 相关证明材料

附件一

污染物区域等量削减措施清单

削减来源	削减方式	氮氧化物 (t/a)			挥发性有机物 (t/a)			备注
		削减量	已使用量	本次替代量	削减量	已使用量	本次替代量	
甘肃恒亚水泥有限公司超低排放改造项目	工业NO _x 深度治理	945	854.08	2.09	0	0	0	计划实施
甘肃东方瑞龙环境治理有限公司 1000ta 低放废物等离子减容处理项目				2.09	/	/	/	/

附件二

削减量计算过程

甘肃恒亚水泥有限公司水泥窑超低排放改造项目

甘肃恒亚水泥有限公司计划于 2025 年底前完成水泥窑（现有 2 条 2000t/d 新型干法水泥生产线）超低排放改造。

测算过程：削减量=排污许可证许可年排放量限值×（排污许可证许可排放浓度限值-超低排放浓度限值）÷排污许可证许可排放浓度限值

污 染 物 名 称	排污许可 证许可年 排放量限 值（t/a）	排污许可 证许可排 放浓度限 值（mg/m ³ ）	超低排放 浓度限值 （mg/m ³ ）	削减量 （t/a）
氮氧化物	1080	400	50	945

承诺函

酒泉市生态环境局：

我公司(单位)计划于 2025 年前完成(超低排放改造)项目建设，项目建成(完成)后，可削减氮氧化物 945 吨/年。

我公司(单位)同意由酒泉市人民政府统筹调配管理项目削减氮氧化物 945 吨/年。

我公司(单位)承诺按照时限要求完成减排任务。

公司(单位) (盖章)
2023 年 9 月 27 日



参考文献

1. 金塔县统计局, 《2022 年金塔县国民经济和社会发展统计公报》
2. 国家环境保护局, 中国环境天然放射性水平, 1995 年
3. IAEA, Safe Report Series, No.19, 2001
4. IAEA, Safety Series No.57, 1982
5. 潘自强等, 中国核工业三十年辐射环境质量评价文集(续), 原子能出版社, 1990.8