

密级：非密

编号：812（172 子项）T 环 1

版号：A



中核建中核燃料元件有限公司
172 放射性废物焚烧站退役工程
环境影响报告书

中核建中核燃料元件有限公司

二〇二一年二月

密级：非密

编号：812（172 子项）环 1

版号：A



中核建中核燃料元件有限公司
172 放射性废物焚烧站退役工程
环境影响报告书

建设单位名称：中核建中核燃料元件有限公司

建设单位法定代表人：刘振河

通讯地址：四川省成都市 257 信箱

邮政编码：610002

编制单位和编制人员情况表

建设项目名称	中核建中核燃料元件有限公司 172 放射性废物焚烧站退役工程		
建设项目类别	55_168 放射性废物贮存、处理或处置设施的退役		
环境影响评价文件类型	环境影响报告书		
一、建设单位情况			
建设单位（签章）	中核建中核燃料元件有限公司		
统一社会信用代码	91510000208850880J		
法定代表人（签章）	刘振河		
主要负责人（签字）	王来革		
直接负责的主管人员（签字）	王来革		
二、编制单位情况			
主持编制单位名称（签章）	中核第七研究设计院有限公司		
社会信用代码	91140000405747452W		
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
曹将荣	07351443505140248	BH009371	
2.主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
罗彦	厂址特征、环境质量现状等	BH009372	
曹将荣	源项分析、环境影响评价、环境监测等	BH009371	
李光柱	审核	BH006420	
李永敏	审定	BH012093	

目 录

1 概论.....	1
1.1 编制目的.....	1
1.2 基本概况.....	1
1.2.1 项目基本概况.....	1
1.2.2 建设单位基本概况.....	1
1.2.3 焚烧设施概况及运行史.....	2
1.3 退役范围及目标.....	3
1.3.1 退役范围.....	3
1.3.2 退役目标.....	4
1.4 源项概况.....	4
1.5 退役方案及实施步骤.....	5
1.5.1 设计原则.....	5
1.5.2 退役方案.....	5
1.5.3 进度计划.....	6
1.6 编制依据.....	6
1.6.1 国家法律、法规及部门规章.....	6
1.6.2 相关技术标准.....	7
1.6.3 有关技术文件与资料.....	8
1.6.4 委托文件.....	9
1.7 环境管理目标值.....	9
1.7.1 公众剂量约束值.....	9
1.7.2 退役工程专用控制值.....	10
1.7.3 放射性流出物.....	11
1.7.4 非放射性环境标准.....	11
1.8 评价区域.....	12
1.9 主要环境保护目标.....	12
2 厂址特征.....	14
2.1 地理位置.....	14
2.2 人口分布及饮食习惯.....	16
2.3 气象资料.....	22

2.3.1	区域气候资料.....	23
2.3.2	联合频率和混合层高度.....	25
2.4	水文.....	28
2.5	地质及地震.....	29
2.5.1	地形地貌.....	29
2.5.2	厂区地质.....	30
2.5.3	地震.....	31
2.6	土地利用和资源利用.....	32
2.6.1	土地利用.....	32
2.6.2	自然资源及名胜古迹.....	33
2.6.3	工业企业.....	34
3	退役工程概况.....	35
3.1	放射性废物焚烧工艺概述.....	35
3.1.1	焚烧工艺流程.....	35
3.1.2	主要设备.....	36
3.1.3	厂房布置.....	38
3.2	运行历史.....	41
3.3	现状.....	41
4	退役源项调查.....	43
4.1	源项调查.....	43
4.1.1	调查目的和调查对象.....	43
4.1.2	源项调查方案及设备.....	44
4.2	源项调查结果.....	46
4.2.1	γ 辐射水平测量.....	47
4.2.2	表面污染调查结果分析.....	48
4.2.3	放射性气溶胶调查结果分析.....	50
4.2.4	土壤污染测量结果分析.....	50
4.2.5	物项样测量结果分析.....	51
4.2.6	放射性盘存量.....	52
5	实施方案.....	55
5.1	概况.....	55
5.1.1	总体方案.....	55

5.2	前期准备	58
5.2.1	源项调查	58
5.2.2	施工准备	58
5.3	具体实施方案	62
5.3.1	焚烧站内主要设备退役方案	62
5.3.2	烟囱退役方案	66
5.3.3	放射性污染土壤治理方案	67
5.3.4	安全保障和防护措施	68
5.4	退役过程中的废物产生与管理	69
5.5	终态特性调查	70
5.6	场址清理和恢复	70
5.7	退役过程中辐射安全措施	71
5.8	应急计划	72
5.8.1	应急组织	73
5.8.2	事故预防和应对措施	73
5.8.3	事故分析	74
5.8.4	事故预防和应对措施	74
5.9	质量保证	77
6	环境质量现状	80
6.1	辐射环境本底	80
6.1.1	监测仪器与方法	80
6.1.2	监测结果	80
6.2	环境质量现状	81
6.2.1	主要核设施及流出物排放控制	81
6.2.2	辐射环境质量现状	83
6.2.3	非放射性环境质量现状	90
7	退役过程源项分析	93
7.1	退役过程中放射性废物的产生与处理	93
7.1.1	放射性气载废物的产生与处理	93
7.1.2	放射性废液的产生与处理	94
7.1.3	放射性固体废物产生与处理	94
7.2	退役过程非放射性废物的产生和处理	98

7.3 环保设施.....	99
8 环境影响预测与评价.....	102
8.1 退役过程的辐射环境影响分析.....	102
8.1.1 源项分析.....	102
8.1.2 气载流出物的辐射环境影响分析.....	103
8.2 退役期间非放射性污染物的环境影响.....	108
9 辐射监测.....	110
9.1 退役期间辐射监测.....	110
9.1.1 辐射工作场所监测.....	110
9.1.2 个人剂量监测.....	110
9.1.3 流出物监测.....	111
9.1.4 固体废物监测.....	111
9.1.5 周围环境监测.....	111
9.2 退役终态监测及长期监测.....	112
10 结论与承诺.....	113
10.1 结论.....	113
10.1.1 项目实施的必要性.....	113
10.1.2 产业政策的符合性.....	113
10.1.3 退役方案简述及退役目标.....	113
10.1.4 放射性废物的处理与处置.....	114
10.1.5 厂区环境质量现状.....	114
10.1.6 辐射环境影响.....	115
10.1.7 非放射性环境影响.....	115
10.2 组织管理和质量保证.....	116
10.3 辐射环境监测.....	116
10.4 总结论.....	117
10.5 建议.....	117
参考资料.....	119

附件 1：环评委托书

前 言

中核建中核燃料元件有限公司（以下简称中核建中公司）隶属于中国核工业集团公司，位于四川省宜宾市，始建于 1965 年。公司拥有核电燃料组件生产基地，同时拥有我国最大的锂金属生产线、最大的专业柱式锂电池生产线及天然香料、合成香料加工生产线。

上世纪七十年代，中核建中公司开始放射性可燃固体废物焚烧减容技术的探索，八十年代中期，与中国辐射防护研究院共同开展了放射性可燃固体废物焚烧减容中间试验，处理能力为 3.5kg/h，在此基础上，1993 年立为科研项目，1996 年在焚烧站建成了较完整的工业规模试验装置。完成科研后，原试验装置继续用于处理可燃固体废物，并积累运行经验，在处理了约 40t 放射性固体废物后，2002 年底报废。2003 年~2004 年，公司对该装置进行了系统改造和完善，形成了一条完整的放射性可燃固体废物焚烧处理工艺流程，完成了科研成果到生产力的转化。

2012 年 4 月 16 日~18 日，国家核安全局西南核与辐射安全监督站对该设施进行非例行核安全检查，检查结果为：172 子项焚烧装置系统组成上不够完善，高温焚烧尾气未设置急冷装置和烟气氧含量监测装置、系统引风机无备用；同时，消防探测报警系统、可燃气体探测报警系统等不符合现有规范标准。基于以上不符合项，2012 年 6 月 30 日，172 子项的核安全运行许可证到期后，国家核安全局未再发放 172 子项的核安全运行许可证，焚烧生产线停止运行。

焚烧工艺装置及配套设施已无法满足《放射性废物焚烧设施的设计与运行》HAD401/03 等相关法规标准的要求，不适宜继续进行可燃废物焚烧减容处理。焚烧装置永久停运后，拟进行安全退役，尽快地

消除和处理核设施内的放射性物质，确保环境及公众安全。

本工程主要对焚烧站内焚烧工艺设备、管道、通风系统、配电系统、给排水系统等以及厂房外 30m 高烟囱、部分污染土壤进行源项调查、去污、拆除、废物整备和环境整治等工作。

退役过程中可能产生放射性废气、废水及固体废物，主要污染核素为铀；同时产生噪声、建筑垃圾、生活垃圾、生活废水等非放射性污染物。

本次评价重点是焚烧站内设施、30m 烟囱退役，以及放射性废物整备处理过程的环境影响，不包括固废运输和最终处置过程。

1 概论

1.1 编制目的

本报告编制的目的是根据《中核建中核燃料元件有限公司 172 放射性废物焚烧站退役工程项目建议书》所确定的实施方案，及本工程安分报告所确定的放射性源项，针对焚烧站内工艺设备、管道、通风系统、配电系统、给排水系统及厂房外 30m 烟囱、部分污染土壤的源项调查、去污、拆除、废物处理和环境整治等退役活动，分析评价退役过程产生的放射性废物及其它废物可能造成的环境影响以及该影响是否符合国家有关法律、法规做出评价，对退役方案的环境影响进行论证，从而为退役方案的实施提供防治环境影响的依据。

1.2 基本概况

1.2.1 项目基本概况

项目名称：中核建中核燃料元件有限公司 172 放射性废物焚烧站退役工程

工程地址：四川省宜宾市中核建中核燃料元件有限公司

营运单位：中核建中核燃料元件有限公司

资金来源：项目总投资约 481.12 万元，全部由企业自筹。

1.2.2 建设单位基本概况

中核建中核燃料元件有限公司始建于 1965 年，隶属于中国核工业集团公司，是我国压水堆核电站燃料元件建造和生产的企业。公司现拥有多种类型燃料元件制造能力、产品质量达到世界先进水平的核燃料元件生产线。建立了从化工转化、芯块制备、燃料棒制造、控制棒、

导向管制造、骨架、组件组装、可燃毒物棒制造、格架制造、结构件加工、理化分析和无损检测等完整的核燃料元件生产线。

1.2.3 焚烧设施概况及运行史

放射性废物焚烧站于 1997 年建成，1998 年投入运行，2003 年进行过一次较大的工艺设备改造，2012 年 6 月起停止运行。

中核建中核燃料元件有限公司放射性废物焚烧站（172 子项）主要用于焚烧核燃料元件生产线废弃的含铀（ ^{235}U 富集度小于 5%）污染的棉质劳保用品、废弃木制品、塑料以及橡胶制品等，处理能力为 20kg/h。

工艺流程包括固体废物分拣、破碎、打包，可燃固体废物热解焚烧，烟气冷却、过滤、洗涤等步骤。

（1）预热及准备：当燃烧炉炉温预热至 900°C ，空气加热器预热至 500°C 左右，点火器预热到约 800°C 时，启动文丘里、淋洗填料塔的洗涤水循环水泵，调试流量计流量至参数范围。先后启动罗茨风机、送风机，将空气加热器热风送入布袋除尘器预热至 $(180\sim 200)^{\circ}\text{C}$ ，并对布袋除尘器预涂敷滑石粉。

（2）点火及运行：热解炉先加 10kg 废物包料，点火升温，进一次风约 $5\text{m}^3/\text{h}$ 。当从翅片散热器端头窥视镜中观察到有火焰出现时，隔 20 分钟再加 10kg 包料，并将一次风、二次风量调至参数中限，观察火焰情况，若燃烧正常，关掉点火器，并在参数范围内调整一次风、二次风量。关空气加热器进布袋除尘器的热风阀门。将第一段气—气套管换热器夹套的热风引入再热器，使混合风风温在 $(50\sim 60)^{\circ}\text{C}$ 范围，系统进入正常运行。烟气冷却风量根据烟气进袋滤器前的温度作调整。

（3）可燃固体废物在热解炉中受热，裂解成热解气体和热解焦，热解焦在热解炉内和一次风中的氧气反应烧掉，热解气体经烧嘴和二

次风混合后进入燃烧炉燃烧，燃烧后的烟气经翅片散热器和两段气—气套管换热降温到(180~200)℃入袋滤器过滤，烟气再经文丘里、填料塔洗涤后，尾气再经汽水分离器、除沫器进一步分离水汽后，进再热器和热风混合，混合尾气由罗茨风机进入烟囱排入大气。

(4) 循环洗涤废液取样后由泵送入预处理岗位，水样分析铀含量。

(5) 燃烧后的灰烬装桶称重，取样分析残碳量和铀含量后存贮。

(6) 每半小时进 10kg 包料，并记录所有温度、压力、流量数据。

(7) 每 4 小时启动炉排 3~4 秒钟，每 6h 启动翻灰阀放灰一次。

整个操作过程在负压下进行。每小时处理 20kg 可燃固体废物；灰烬中残炭量 $<5\% \text{m/m}$ ；废气排放中烟尘浓度 $<4 \text{mg/Nm}^3$ ；酸性气体排放浓度： $\text{SO}_x < 350 \text{mg/Nm}^3$ ， $\text{HCl} < 4 \text{g/Nm}^3$ ， $\text{NO}_x < 150 \text{mg/Nm}^3$ ；放射性排放浓度 $<0.74 \text{Bq/Nm}^3$ ；烟气中氧含量： $\sim 8\%(\text{v/v})$ 。

该设施运行期间，累计焚烧可燃废物 300 余吨，未发生过生产安全事故及环境污染事故。

1.3 退役范围及目标

1.3.1 退役范围

本工程拆除退役的内容有：

① 焚烧站内焚烧系统及尾气净化系统、通风系统、供电系统、给排水等设施设备。主要拆除加料小室、裂解炉、下灰小室、燃烧炉、淋洗塔、冷却器、除尘器、阀门等工艺设备 18 台套，共计约 5t；拆除的工艺管道、风管、钢楼梯、平台等约 15t；焚烧站内大厅、库房等表面去污、整治。

② 焚烧站外高 30m 烟囱的去污和拆除。

③ 焚烧站外（厂房外 10m 范围内区域）部分污染土壤整治。

④对焚烧站内厂房内地面、墙面等表面污染进行清洁整治。

1.3.2 退役目标

放射性废物焚烧站设施大多属于 α 、 β 表面污染，且放射性水平比较低，可以直接进行拆除、去污操作。本工程的退役目标：

(1) 将焚烧站内部焚烧工艺设备、管道、辅助系统等全部拆除、去污、整備及焚烧站内进行表面污染整治。焚烧厂房内部进行污染整治后有限制的使用，即作为中核建中公司元件生产线配套设施放射性废物库使用，各类污染水平应达到监督区的水平。根据本厂房最终的使用目的，并考虑辐射防护最优化原则，本厂房最终需要满足的污染水平为：

①厂房地面、墙面、顶棚表面污染水平： $\alpha \leq 4\text{Bq/cm}^2$ ， $\beta \leq 4\text{Bq/cm}^2$ ；

②外照射辐射水平为： $\leq 0.5\mu\text{Sv/h}$ ；

③厂房内放射性气溶胶污染水平： $\alpha \leq 0.05\text{Bq/cm}^3$ 。

(2) 焚烧站外 30m 烟囱全部拆除；对库外污染土壤进行去污、整治；对退役产生的废物整備、暂存并妥善处置。场地达到无限制使用，土壤内剩余放射性物质的活度小于 0.3Bq/g （去除本底）。

(3) 焚烧站外右侧污染土壤进行去污，厂外场地整治后达到有限制使用，土壤内剩余放射性物质的活度小于 1Bq/g （去除本底）。

(4) 退役产生的废物分类暂存，根据公司废物管理规划外运处置，消除安全隐患，其中，设备、管道等金属废物送湖南核工业宏华机械有限公司（710 厂）进行熔炼处理；其它废物分类包装、暂存后运至中核四川环保工程有限责任公司（821 厂）进行处置。

1.4 源项概况

(1) 焚烧站厂房内的 γ 辐射水平均处于监督区范围，无明显热点。厂房内存在不同程度的铀污染，污染较重的区域或设备有下灰小室及其附近地面和管道、热解炉、地坑、布袋除尘器、3m 平台、8.4m 平台、(1~4) 号库房等，其他区域污染较轻。库区内建筑表面 α 污染水平介于 0~12.7Bq/cm² 之间， β 污染水平介于 0~65.6Bq/cm² 之间。

(2) 30m 烟囱内、外的 γ 辐射水平与环境本底水平相当，烟囱内壁面和地面存在一定程度的铀污染。

(3) 放射性污染土壤

厂房外 γ 辐射水平与环境本底水平相当。厂房周边土壤存在不同程度的铀污染，厂房①轴线左侧污染水平相对较高，活度浓度比环境本底水平高一个量级，超过拟开放厂址土壤中铀活度浓度限值；金沙江岸边土壤中 U 活度浓度与环境本底水平相当，金沙江河水、河岸边空气气溶胶中未检出铀。污染土壤约 10m³，其污染核素主要为铀。

1.5 退役方案及实施步骤

1.5.1 设计原则

- (1) 保护环境，保障公众人员健康；
- (2) 合理减少工作人员的接受剂量，保障操作人员的辐射安全；
- (3) 贯彻废物最小化和最优化的思想，尽量减少退役中二次废物的产生量和处理量，综合考虑不同物项的处理、处置代价利益；

1.5.2 退役方案

(1) 组建退役组织机构：针对退役实施方案，组建退役组织机构，明确分工和责任。焚烧站内工艺设备拆除、废物整备由中核建中公司维修部承担；厂房外 30m 烟囱拆除工程拟委托中核集团内部专业单位

实施。

(2) 源项调查：本工程已完成焚烧站（172 子项）放射性类型、污染分布、污染程度调查及放射性盘存量估算。

(3) 退役前，焚烧站内设置临时配电箱、移动通风装置，修复操作平台，检修并补充消防器材，划分操作区域、人流物流通道并标识。

(4) 对焚烧站内工艺系统及配套设施设备进行拆解、去污、整备、标识后，运至中核建中公司放射性废物暂存设施（110 子项）暂存。

(5) 拆除 30m 烟囱建筑物本体和基础等。

(6) 焚烧站内、外环境整治到可有限制利用。

1.5.3 进度计划

本工程总实施周期约 18 个月。其中，现场从施工准备到退役完成、废物货包运离现场约需要 6 个月，后期的废物处置、终态监测等需要 6 个月，项目审计、单项验收、竣工资料准备及申请 6 个月。进度计划如表 1.5-1 所示。

表 1.5-1 工程计划进度表

序号	阶段	工作内容	工作时间
1	项目前期	详细源项调查、可行性研究报告（代实施方案）等	6 个月
2	现场施工 （含场内运输）	施工准备、设施拆除、废物整备、废物运输、场地整治恢复等。	6 个月
3	项目审计及单项验收	环保验收、审计和档案验收等	6 个月
4	竣工验收准备	准备竣工验收材料，申请验收	2 个月

1.6 编制依据

1.6.1 国家法律、法规及部门规章

- (1) 《中华人民共和国核安全法》，2018 年；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2016 年；
- (3) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年；
- (4) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年；
- (5) 《中华人民共和国安全生产法》，2014 年；
- (6) 《建设项目环境保护管理条例》国务院 682 号令（2017 年修订版）；
- (7) 《放射性废物安全管理条例》国务院令第 612 号，2012 年；
- (8) 《放射性废物分类》，2018 年；
- (9) 《放射性废物安全监督管理规定》HAF401（1997）；
- (10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》；
- (11) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版)，生态环境部第 16 号令，2021 年 1 月 1 日起施行；
- (12) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77 号，原环境保护部，2012 年。

1.6.2 相关技术标准

- (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002；
- (2) 《放射性废物管理规定》GB14500-2002；
- (3) 《放射性物品安全运输规定》GB11806-2019；
- (4) 《低、中水平放射性固体废物包安全标准》GB12711-2018；
- (5) 《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》GB11928-1989；
- (6) 《极低水平放射性废物的填埋处置》GB/T28178-2011；
- (7) 《放射性废物的近地表处置规定》GB9132-88；
- (8) 《铀加工与燃料制造设施辐射防护规定》EJ1056-2018；

- (9) 《低、中水平放射性废物固化体性能要求 水泥固化体》
GB14569.1-93;
- (10) 《放射性废物近地表处置的废物接收准则》 GB16933-1997;
- (11) 《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》
GB27742-2011;
- (12) 《核设施的钢铁、铝和铜再循环再利用的清洁解控水平》
GB/T17567-2009;
- (13) 《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定》 HJ53-2000;
- (14) 《低、中水平放射性固体废物容器 钢箱》 EJ1076-2014;
- (15) 《低、中水平放射性固体废物包装容器 钢桶》 EJ1042-2014;
- (16) 《辐射环境监测技术规范》 HJ/T61-2001;
- (17) 《环境影响评价技术导则 总纲》 HJ 2.1-2016;
- (18) 《环境影响评价技术导则 大气环境》 HJ 2.2-2018;
- (19) 《环境影响评价技术导则 声环境》 HJ 2.4-2009;
- (20) 《工业企业设计卫生标准》 GBZ1-2010;
- (21) 《环境空气质量标准》 GB3095-2012;
- (22) 《声环境质量标准》 GB3096-2008;
- (23) 《大气污染物综合排放标准》 GB16297-1996;
- (24) 《污水综合排放标准》 GB8978-1996;
- (25) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》 GB12348-2008;
- (26) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 GB12523-2011;
- (27) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》
GB18599-2011。

1.6.3 有关技术文件与资料

(1)《中核建中核燃料元件有限公司 172 放射性废物焚烧站退役工程项目建议书》，2020 年 10 月。

(2) 放射性废物焚烧站（172 子项）竣工图。

(3)《放射性废物焚烧站退役前放射性源项调查报告》，2020 年 7 月。

(4) 中核建中核燃料元件有限公司提供的其他相关资料。

1.6.4 委托文件

中核建中核燃料元件有限公司 172 放射性废物焚烧站退役工程环境影响评价技术服务委托书，详见附件 1。

1.7 环境管理目标值

1.7.1 公众剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002 和《铀加工与燃料制造设施辐射防护规定》EJ1056-2018 的有关规定，铀加工与燃料制造设施向环境释放的放射性物质，对公众成员造成的最大年有效剂量当量控制值为 0.2mSv。因此，中核建中公司各核设施所致公众剂量约束值为 0.2mSv/a。

公司各核设施的剂量约束值见表 1.7-1。

表 1.7-1 各核设施剂量约束值分配表

序号	设施名称	剂量约束值（mSv/a）
1	中核建中核燃料元件有限公司	0.20
2	原有 400tU/a 生产线	0.03
3	扩建 400tU/a 生产线	0.02
4	预留	0.15

焚烧站为原有 400tU/a 元件生产线的配套设施。基于本工程的工艺特点和辐射防护最优化的要求，正常工况下，本工程公众剂量约束值

为 0.01mSv/a。

事故工况下，公众中任何个人可能受到的事故剂量控制在 1mSv 以下。

1.7.2 退役工程专用控制值

（1）固体废物清洁解控水平

根据《放射性污染的物料解控和场址开放的基本要求》GBZ167-2005 规定的废物清洁解控要求，固体废物清洁解控水平为：铀活度浓度 $\leq 0.3\text{Bq/g}$ 。

（2）废钢铁清洁解控水平

本工程产生的金属废物主要材质为碳钢、不锈钢、铸铁等，且主要为 α 、 β 表面污染，清洁解控水平应满足《核设施的钢铁、铝、镍和铜再循环再利用的清洁解控水平》GB/T17576-2009 中的表面污染要求：总 $\alpha \leq 0.08 \text{ Bq/cm}^2$ ，总 $\beta \leq 0.8 \text{ Bq/cm}^2$ 。

（3）建筑物表面放射性污染残留水平

本工程建筑物表面放射性污染残留水平按总 $\alpha \leq 0.4\text{Bq/cm}^2$ ，总 $\beta \leq 4\text{Bq/cm}^2$ 进行控制。

（4）场址土壤残留水平

根据《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定》HJ53-2000，厂区内有限制使用场地土壤退役终态中铀的活度浓度不大于 1Bq/g （去除本底）；库房外 30m 高烟囱全部拆除，场地达到无限制使用，土壤内剩余放射性物质的活度小于 0.3Bq/g （去除本底）。

（5）废物外运处置

①放射性废物货包

放射性废物货包应满足《放射性物品安全运输规定》GB11806-2019

及放射性废物接收细则的有关要求：

货包表面任一点的 γ 辐射水平 $\leq 2\text{mSv/h}$ ，1m处 γ 辐射水平 $\leq 0.1\text{mSv/h}$ ；

货包表面污染控制值为： $\alpha < 0.4\text{Bq/cm}^2$ ， $\beta < 4\text{Bq/cm}^2$ 。

②根据核工业宏华机械有限公司的接收标准，可以熔炼的金属废物的污染水平为： $\alpha \leq 25\text{Bq/cm}^2$ ，总 $\beta \leq 40\text{Bq/cm}^2$ 。

③中核四川环保工程责任有限公司的废物分类接收水平：低水平放射性固体废物的活度浓度上限值为： $\leq 4.0 \times 10^8\text{Bq/kg}$ ；极低放射性固体废物的活度浓度上限值为 $\leq 1.0 \times 10^3\text{Bq/kg}$ 。

1.7.3 放射性流出物

本工程为原有 400tU/a 元件生产线的配套设施，原有 400tU/a 元件生产线设施放射性流出物已申请排放总量，本工程实施过程中新增的放射性流出物排放量非常少，因此，本工程不再重新申请总量。

1.7.4 非放射性环境标准

正常运行工况下，相关非放射性流出物排放和环境质量执行的标准见表 1.7-2 和表 1.7-3。

表 1.7-2 环境质量标准

类别	标准名称/编号	级别	物质名称	标准值
环境空气	《环境空气质量标准》 GB3095-2012	二级	TSP (PM ₁₀)	年平均 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24h 平均 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$
			SO ₂	日平均浓度限值： $15\mu\text{g}/\text{m}^3$
	《环境空气质量标准》 (GB3095-1996)	二级	氟化物	日平均浓度限值： $0.007\text{mg}/\text{m}^3$
			NO ₂	日平均浓度限值： $0.12\text{mg}/\text{m}^3$
声环境	《声环境质量标准》 GB3096-2008	居民区 2 类	噪声声级	60dB (A) 昼
				50 dB (A) 夜

表 1.7-3 污染物排放标准

类别	标准名称/编号	级别	物质名称	标准值
废气	《大气污染物综合排放标准》 GB16297-1996	二级标准	PM ₁₀	无组织排放 1.0mg/m ³
噪声	《建筑施工场界环境噪声排放标准》 GB12523-2011	/	LeqA	70dB (A) 昼
		/		55dB (A) 夜
	《工业企业厂界环境声排放标准》 GB12348-2008	2 类	LeqA	60dB (A) 昼
				50dB (A) 夜
废水	《污水综合排放标准》 GB8978-1996	表 4 中的一级排放标准	pH	6~9
			SS	≤70mg/L
			COD	≤100mg/L
			氨氮	≤15mg/L
			氟化物（以氟计）	≤10mg/L

1.8 评价区域

本工程在正常及事故工况下，废气经净化后排入环境的放射性物质较少，对周围环境的影响较小；根据《铀加工与燃料制造设施辐射防护规定》EJ1056-2018，清洗去污废水总排出口中铀的排放浓度控制值为 50μg/L；固体废物经分类处理后暂存，最终外运处置。

本次评价重点是焚烧站内设施、30m 烟囱退役，以及放射性废物整备处理过程的环境影响，不包括固废运输和最终处置过程。

根据工程性质及周围环境特征，本次评价范围为焚烧站周围 10km 的圆形区域。评价区划分为 1km、2km、3km、5 km、10km 为半径的同心圆，与圆心角 22.5° 的 16 个方位相交划分扇形区，共划分为 80 个评价子区。

1.9 主要环境保护目标

厂址半径 5km 范围内无重要的名胜古迹，厂址半径 5km 调查范围涉及宜宾县柏溪镇的 5 个乡、镇、街道，47 个社区、行政村，400 个

自然村、村民小组和居民点，共计 106774 人。厂址半径 5km 范围各自然村、居民点（区）人口及其分布情况见表 2.2-3。5km 范围子区分布见图 2.2-2。结合评价区环境和本工程特点，本工程的环境敏感要素为厂址周围的大气、声环境和生态环境。厂址周边环境保护目标主要为周边居民、土壤、植被、农作物等。

2 厂址特征

2.1 地理位置

中核建中核燃料元件有限公司地处四川省宜宾市叙州区，位于金沙江北岸。厂址距宜宾市城区约 13 km，距叙州区城区 1.5 km。厂前公路北行 0.5 km 与东西向川云公路相连，厂内有铁路专用线通往内（江）昆（明）线的宜宾南站，水路可由宜宾市航运码头开往重庆、武汉等地。中核建中核燃料元件有限公司厂址地理位置见图 2.1-1。

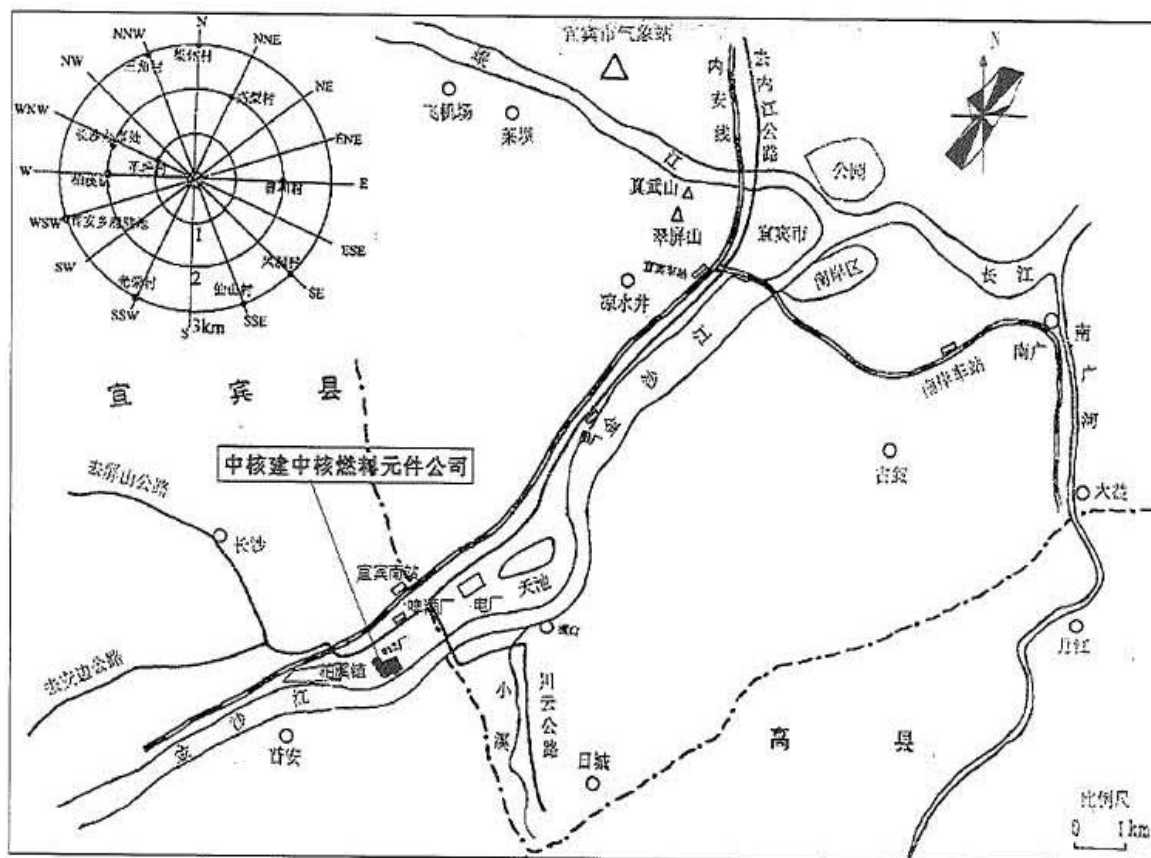


图 2.1-1 厂址地理位置图

焚烧站（172 厂房）位于中核建中核燃料元件有限公司东南角，背靠金沙江，厂房前为绿地，东侧距 171 废物库房 10m。放射性焚烧站（172 子项）在中核建中核燃料元件公司厂区位置见图 2.1-2。

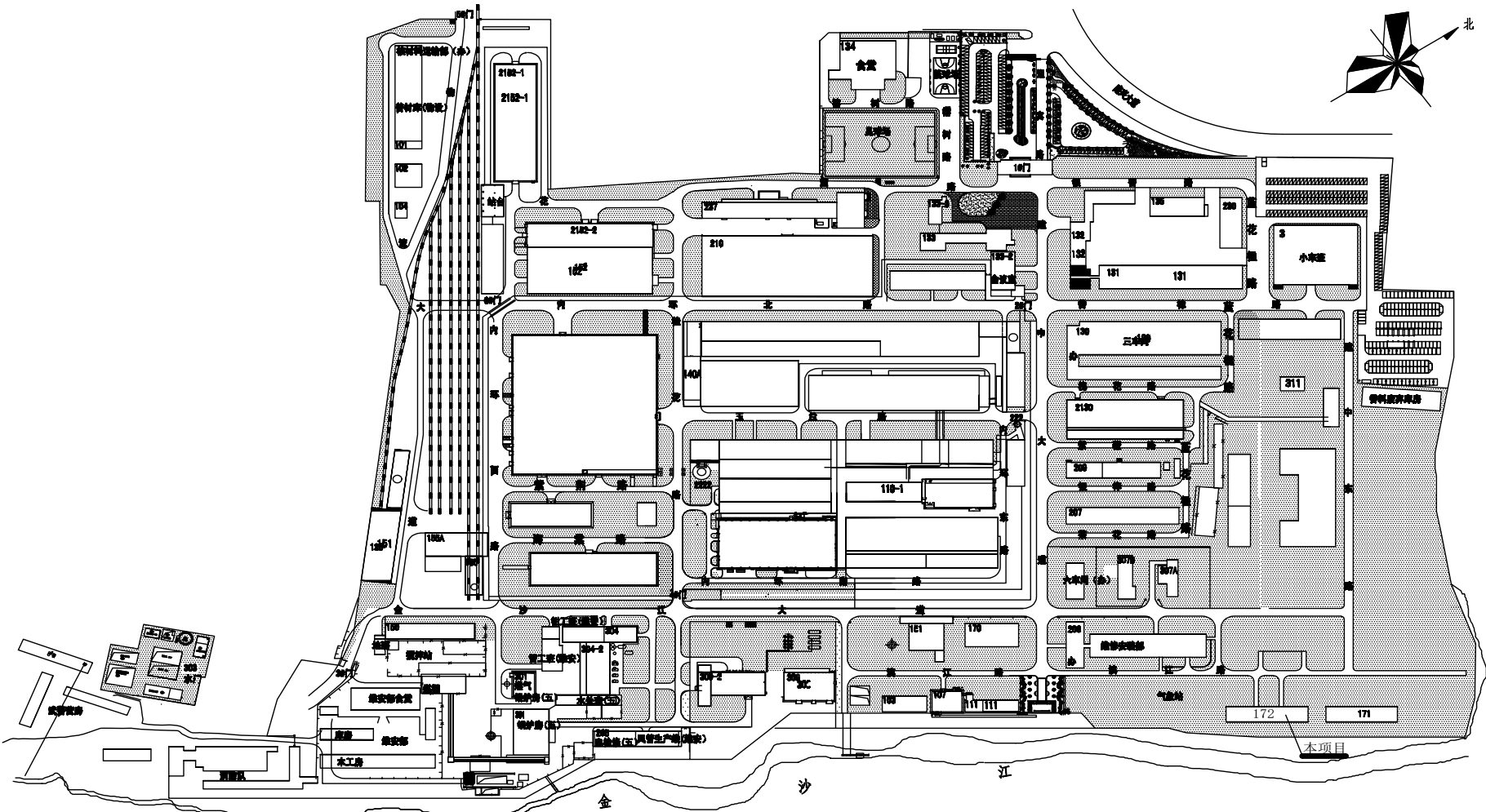


图 2.1-2 厂区平面布置图

2.2 人口分布及饮食习惯

(1) 人口分布

本工程厂址所在地区四川省平均人口密度为 170 人/km²，宜宾市平均人口密度为 416 人/km²，叙州区平均人口密度为 349 人/km²。厂址半径 10 km 范围平均人口密度为 567 人/km²，厂址半径 5 km 范围平均人口密度为 1359 人/km²，厂址半径 1 km 范围平均人口密度为 5990 人/km²。



图 2.2-1 10km 范围子区分布图

根据西北人口信息中心提供的宜宾市市各县区（市）、乡镇、街道、行政村、社区计生系统 2016 年常住人口数据，厂址半径 10 km 范围人口分布见表 2.2-1。根据宜宾市人口平均自然增长率为 3.18‰，以 2016

年的人口数据为基础，采用指数增长公式估算出工程实施时（2021 年）人口分布情况见表 2.2-2。参照 2016 年人口统计资料，厂区周围 80km 范围内人口分布：0~1 岁年龄组人口占总人口数的 1.12%；1~7 岁年龄组人口占总人口数的 5.98%；7~17 岁年龄组人口占总人口数的 12.76%；>17 岁年龄组人口占总人口数的 80.14%。

表 2.2-1 10km 范围内各子区人口分布情况（2016 年，人）

方位	距离，km				
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	1222	183	2018	2291	3547
NNE	4231	2927	498	1682	2739
NE	2282	8695	4296	7999	15150
ENE	633	1104	3323	2003	2941
E	209	246	474	1899	880
ESE	250	186	613	1200	3141
SE	638	214	401	1203	1680
SSE	98	232	379	344	4220
S	107	191	267	1224	3276
SSW	179	155	654	2204	3373
SW	540	192	269	995	8569
WSW	2463	11115	965	3513	742
W	2459	9345	407	1876	3059
WNW	1576	1776	871	1122	6997
NW	1406	589	453	1997	3910
NNW	525	177	1034	2155	7275
合计	18818	37327	16922	33707	71499

表 2.2-2 10km 范围内各子区人口分布情况（2021 年，人）

方位	距离，km				
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	1352	202	2232	2534	3923
NNE	4679	3237	551	1860	3029
NE	2524	9617	4751	8847	16756
ENE	700	1221	3675	2215	3253
E	231	272	524	2100	973
ESE	277	206	678	1327	3474
SE	706	237	444	1331	1858
SSE	108	257	419	380	4667
S	118	211	295	1354	3623

表 2.2-3 本工程 0~1km 范围内各居民点分布情况

乡镇街道	行政村社区	自然村及居民点	人口数	中心点相对厂址中心位置	
				方位	距离 (km)
柏溪镇	建中金星苑	金星苑	1414	WSW	0.87
	联合社区	联合社区八组	209	E	0.45
		联合社区二组	299	ENE	0.41
		联合社区七组、四组	358	NNE	0.84
		联合社区三组	328	NNE	0.36
		联合社区五组、六组	1129	NE	0.80
		联合社区一组、	1045	NE	0.50
	天池社区	天池社区、啤酒厂及其他单位小区	1814	NNE	1.00
		天池社区居民二组	817	N	0.41
		天池社区其他单位小区	405	N	0.95
		天池社区其他单位小区	109	NE	0.89
	振兴社区	振兴社区一组	372	W	0.69
		振兴社区二组、三组	540	SW	0.60
		振兴社区四组	179	SSW	0.51
		振兴社区柏溪花园	703	WNW	0.33
		振兴社区翠柏大道小区	1646	NW	0.60
		振兴社区翠柏大道小区	873	WNW	0.61
		翠柏大道、桂园路、金沙街、三角街	2087	W	0.80
		振兴社区金江路、金沙街小区	1049	WSW	0.80
		振兴社区振兴小区	1731	NNE	0.43
		振兴小区一组	525	NNW	0.33
		振兴小区二组	633	NW	0.33
普安乡	风洞村	风洞村九组	107	S	0.95
		风洞村其它组	638	SE	0.90
		风洞村四组	98	SSE	0.95
	普和村	普和村十二组	146	ESE	0.81
		普和村十一组	104	ESE	0.85

表 2.2-4 本工程 1~5km 范围内各居民点分布情况

乡镇 街道	行政村社区	自然村及居民点	人口数	中心点相对厂址中 心位置	
				方位	距离 (km)
柏溪 镇	天池社区	天池社区电厂二区、一区	3620	NE	1.5
		天池社区开发区二组	1076	NE	1.2
		天池社区居民一组、开发区一组	1616	NNE	1.3
		天池社区其他单位住宅	181	ENE	1.5
	高梨村	高梨村五组、六组、八组	1274	NE	1.4
		高梨村其他组	643	NNE	1.5
		高梨村七组	354	ENE	1.5
	革坪村	革坪村大坪组、高峰组等	4131	W	1.1~2.0
		革坪村金江组	879	WSW	1.2
		革坪村沙湾组	589	NW	1.5
		革坪村革坪组、桂花组、合江组	1776	WNW	1.2~1.5
	华盛社区	华盛社区二组、下场街	1896	W	1.6~2.0
		华盛社区一组、横街、华盛街	4275	WSW	1.5~2.0
	新街社区	长江路、金沙街、陵园路、兴农巷	3318	W	1.1~1.5
		新街社区金江院、县府街、新街	5961	WSW	1.1~1.4
	集体村	集体村七组、四组等	783	NNW	2.0~2.6
		集体村其他组	1815	N	2.0~3.0
	三角村	三角村白虎组、新和组、黄沙组	517	NNW	2.6~3.1
		菜石组、大犁组、青龙、双龙组	623	NW	2.5~3.0
	长江村	长江村其它组	760	W	3~4
		长江村六、十一、十三、十四组	425	WSW	3~4
	长沙村	长沙村其它组	764	W	3~4
		长沙村 1~六组、十一、十二组	1004	WNW	3~4
	仁和村	仁和村一~四组	1072	N	3.5~4.0
		仁和村五~八组	652	NNE	3.3~4.1
	土地村	村联合组、板栗组、联盟组等	1196	NW	3.0~4.5
	中和村	中和村红旗组\兰池组等	801	WNW	4.~4.5
	南京村	南京村大堰组、光荣组、和平组等	1166	NNW	4.1~4.4
		南京村泡通组	326	NW	4.0~4.5
	少娥村	少娥村一组、三组、六组	247	W	4.2~4.8
		二组、四组、五组、七组	527	W	4.1~4.9
		少娥村八组~十组	155	WSW	4.0~4.8
	火花村	火花村一组~八组	1029	N	4.8
		火花村九组\十组	257	NNW	4.8
	羊湾村	羊湾村一组	1797	NNW	5.0
	公兴村	公兴村一组~七组	849	NNE	5.0
建中	建中金江苑	建中金江苑	2561	ENE	2.6

乡镇 街道	行政村社区	自然村及居民点	人口数	中心点相对厂址中 心位置	
				方位	距离 (km)
社区		建中金江苑	2680	NE	2.5
西郊 街道	天池社区	天池社区	2160	NE	3.6
	东风社区	东风社小区	484	NNE	1.8
		东风社区一组、二组	1313	NE	1.9
	农生村	居民组、农利组等	1412	NE	1.2~1.8
		上石板组、砖房子组	456	ENE	1.3~1.8
	天池村	天池村委居民组	153	ENE	2.2
		菜家湾组、大水井组等	1616	NE	2.2~2.6
		天池村金山组	388	ENE	2.4
	新天地社区	新天社区二组及新村、职技院	3461	NE	4.5
		新天地社区居民点	122	ENE	4.3
	白石村	白石村小组	167	ENE	4.2
		白石组、黄金嘴组等	2200	NE	4.9
赵场 街道	赵场街社区	赵场街道民和社区、大地坡社区	251	E	4.4
	金星村	柏果组、池塘组等	698	ENE	4.5~4.9
		金星村学湾组	61	ENE	4.1
		金星村岩边组	123	NE	4.9
	石相村	石相村一组~二组	595	ENE	4.6~4.9
		石相村三组	281	ENE	3.5
		石相村四组	155	E	4.5
	浪洞村	浪洞村高坡组、花花组等	731	SSE	2.4~4.8
		浪洞村金海组、开口组、飘飘组等	401	SE	3~4.8
	牛洗村	牛洗村	1144	ESE	4.7~5
	中和村	中和村红旗组\兰池组等	801	WNW	4.~4.5
普安 乡	光荣村	光荣村一组~九组	1052	SSW	2~3
	凉井村	凉井村一组~九组	826	S	3.5~4.5
	普和村	普和村一组、八组、六组	577	E	1.5~2.5
		普和村二组、九组	460	ENE	2.5
		普和村七组、三组、十组四组五组	788	ESE	1.1~2.5
	风洞村	风洞村七组	135	S	1.1
		风洞村三组、一组	337	SSE	1.5~2.5
		风洞村十组、五组	409	SE	1.1~2.0
	仙山村	仙山村一组、六组	162	SSE	2.0
		仙山村二组、七组、四组	323	S	2.5
		三组、五组	170	SSW	2.5
	迎宾社区	英街村、一组、教办、二组、515	809	WSW	2~2.7
		二组、二郎滩林场、街村一组	148	SW	1.0~2.0
	致益村	致益村七组	877	SSW	4.0~4.6
	周坝村	周坝村一组等	223	SW	4.5

乡镇 街道	行政村社区	自然村及居民点	人口数	中心点相对厂址中 心位置	
				方位	距离 (km)
		周坝村其他组	2804	WSW	3.1~4.5
		周坝村四组	75	SW	1.7
	川主村	川主村一组~八组	660	SW	5
		川主村九组~十三组	224	SSW	5
	土主村	土主村一组~九组	838	SSW	4.8~5
		土主村十组~十三组	453	S	4.9~5
菜坝 镇	扇子村	扇子村一组	181	NNE	4.9
		扇子村二组	55	NE	4.9

(2) 居民饮食结构

厂区周围居民点饮食习惯，确定评价区域内人群主要食谱及食物消费量见表 2.2-5。

表 2.2-5 厂址半径 5km 范围内居民平均食物消费量 (kg/a)

食物分类		0~2 岁	2~7 岁	7~17 岁	>17 岁		区内份额 (5km 范 围内)	区内份额 (5km 范 围外)
					城镇 居民	农村 居民		
粮 食 作 物	小计	9.1	58.3	115.1	135.3	182.1	—	—
	米	9.1	45.9	92.1	105.3	144.8	90%	10%
	面	0	2.6	4.2	7.6	6.5	5%	95%
	其他	0	9.8	18.8	22.4	30.8	100%	0
蔬 菜	小计	9.4	63.0	132.1	181.1	158.2	—	—
	叶类	9.4	25.0	51.7	68.3	60.6	95%	5%
	根茎类	0	15.8	33.1	45.7	38.9	95%	5%
	果实类	0	19.1	40.5	57.4	50.9	95%	5%
	水生类	0	3.1	6.8	9.7	7.8	95%	5%
肉 类	小计	3.1	20.2	47.2	69.3	62.0	—	—
	猪肉	3.1	10.1	25.8	37.4	32.6	90%	10%
	羊肉	0	0.2	0.3	0.5	0.3	90%	10%
	牛肉	0	2.2	4.8	7.0	6.3	90%	10%
	禽肉	0	7.7	16.3	24.4	22.7	90%	10%
淡水鱼		0	2.8	7	11.4	8.7	80%	20%
蛋		33.4	29.6	19.8	12.0	7.3	100%	0
奶类及其制品		56.6	43.3	32.0	18.5	10.1	5%	95%
水果		11.2	27.1	50.3	59.1	40.0	90%	10%

2.3 气象资料

2.3.1 区域气候资料

厂址所在区域属中亚热带湿润性季风气候，四季分明，雨量充沛，日照少。根据宜宾市气象站建站以来（1951 年~2012 年）气候统计资料，宜宾市年平均气温为 18.1℃，极端最高气温为 40.7℃，出现在 2011 年 8 月 17 日；极端最低气温为-3.0℃，出现在 1962 年 1 月 3 日。最热月平均气温 26.9℃，出现在 7 月；最冷月平均气温 7.8℃，出现在 1 月。年平均风速为 1.0m/s。最大风速为 20.0m/s，出现在 1970 年 5 月 24 日。年均降雨量为 1089.3mm；年最大降雨量 1603.1mm，出现在 1954 年；日最大降雨量 221.9mm，出现在 1991 年 6 月 14 日；时最大降雨量 79.6mm，出现在 1989 年 7 月 26 日 10 时。年均蒸发量为 970mm；年最大蒸发量 1245.7mm，出现在 2011 年；年最小蒸发量 785.6mm，出现在 1996 年。年平均无霜期 362.6d。年平均雾日数 15.0d。

叙州区气象站距厂址约 0.8 km，方位为 NNW，地理坐标为经度 104° 32′ 23″，纬度 28° 42′ 12″，为一般站。叙州区气象站所在位置与厂址的地理特征一致，均属于丘陵地带靠近大江大河，采用该气象站的气象数据进行评价是具有代表性的。本工程气象统计数据引自叙州区气象站 2017~2019 年观测数据，根据气象统计分析可知：叙州区主导风向为 WNW~NNW 之间，风频之和为 48.62%，其中 WNW 风向的风频为 8.10%，NW 风向的风频为 10.42%，NNW 风向的风频为 7.25%；年静风频率为 5.91%。叙州区 2017~2019 年统计的地面风玫瑰图见图 2.3-1。

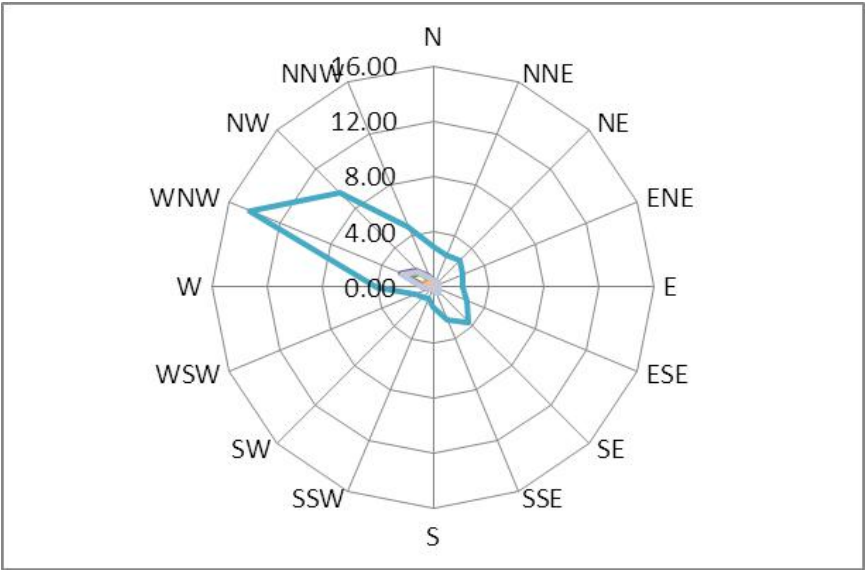


图 2.3-1 叙州区年平均风玫瑰图 (%)

叙州区气象站 2017~2019 年气象资料统计的不同风向的年均降水量分布见表 2.3-1，年均总降水量为 1247.2 mm，降水风玫瑰图见图 2.3-2。

表 2.3-1 2017~2019 年不同风向的年降水量，mm

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
降水量，mm	54.3	36.3	29.1	35.7	16.7	29.4	51.4	46.1
风向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
降水量，mm	13.0	14.5	14.9	62.9	145.8	217.8	190.5	121.2

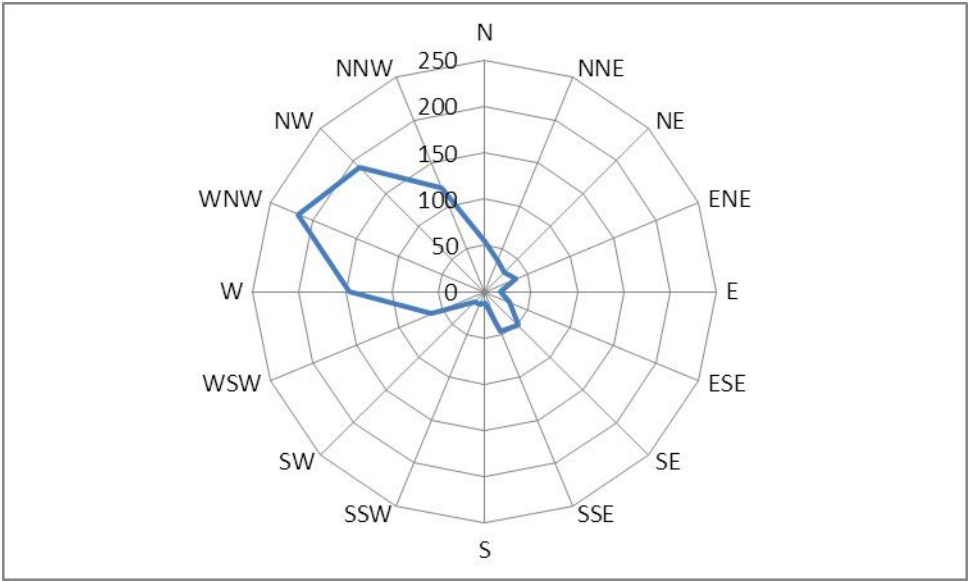


图 2.3-2 降水风玫瑰图，mm

2.3.2 联合频率和混合层高度

厂址所在区域宜宾市不同稳定度的平均混合层高度及大气扩散参数分别见表 2.3-2、表 2.3-3。

表 2.3-2 平均混合层高度

稳定度	A	B	C	D
混合层高度，m	1000	750	650	500

表 2.3-3 厂址区域大气扩散参数

稳定度	σ_y	σ_z
A~C	$0.55x^{0.90}$	$0.78x^{0.85}$
D	$0.81x^{0.78}$	$0.35x^{0.84}$
E~F	$0.19x^{0.96}$	$0.22x^{0.89}$

根据叙州区气象站 2014~2016 年的风向、风速、总云量、低云量观测结果，计算得出的风向、风速、稳定度三维联合频率见表 2.3-4。

表 2.3-4 叙州区风向、风速、大气稳定度联合频率（%）

稳定度	风速 m/s	风 向															
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
A	0~0.5	0.038	0.010	0.010	0.010	0.011	0.008	0.012	0.011	0.012	0.006	0.006	0.006	0.027	0.054	0.030	0.021
	0.5~2	0.155	0.040	0.040	0.039	0.046	0.033	0.048	0.044	0.049	0.025	0.025	0.026	0.111	0.219	0.123	0.086
	2~3	0.006	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.004	0.009	0.005	0.003
	3~5	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0
	5~6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0~0.5	0.260	0.068	0.067	0.065	0.077	0.056	0.081	0.074	0.081	0.040	0.042	0.043	0.185	0.366	0.206	0.143
	0.5~2	1.060	0.275	0.275	0.266	0.314	0.226	0.330	0.300	0.331	0.161	0.170	0.176	0.755	1.490	0.839	0.584
	2~3	0.042	0.011	0.011	0.011	0.013	0.009	0.013	0.012	0.013	0.006	0.007	0.007	0.030	0.060	0.034	0.023
	3~5	0.006	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.004	0.008	0.005	0.003
	5~6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0~0.5	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.007	0.004	0.003
	0.5~2	0.020	0.005	0.005	0.005	0.006	0.004	0.006	0.006	0.006	0.003	0.003	0.003	0.014	0.028	0.015	0.011
	2~3	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0
	3~5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5~6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0~0.5	1.872	0.486	0.485	0.469	0.555	0.400	0.583	0.529	0.585	0.284	0.300	0.311	1.333	2.631	1.482	1.031
	0.5~2	7.627	1.982	1.976	1.913	2.260	1.629	2.376	2.156	2.382	1.159	1.223	1.269	5.431	10.722	6.039	4.202
	2~3	0.305	0.079	0.079	0.077	0.090	0.065	0.095	0.086	0.095	0.046	0.049	0.051	0.217	0.429	0.242	0.168
	3~5	0.041	0.011	0.011	0.010	0.012	0.009	0.013	0.012	0.013	0.006	0.007	0.007	0.029	0.058	0.033	0.023
	5~6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0~0.5	0.082	0.021	0.021	0.021	0.024	0.018	0.026	0.023	0.026	0.013	0.013	0.014	0.059	0.116	0.065	0.045
	0.5~2	0.336	0.087	0.087	0.084	0.100	0.072	0.105	0.095	0.105	0.051	0.054	0.056	0.239	0.472	0.266	0.185

稳定度	风速 m/s	风 向															
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
	2~3	0.013	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.010	0.019	0.011	0.007
	3~5	0.002	0	0	0	0.001	0	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0.001	0.003	0.001	0.001
	5~6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0~0.5	0.411	0.107	0.106	0.103	0.122	0.088	0.128	0.116	0.128	0.062	0.066	0.068	0.292	0.577	0.325	0.226
	0.5~2	1.673	0.435	0.434	0.420	0.496	0.357	0.521	0.473	0.523	0.254	0.268	0.278	1.191	2.352	1.325	0.922
	2~3	0.067	0.017	0.017	0.017	0.020	0.014	0.021	0.019	0.021	0.010	0.011	0.011	0.048	0.094	0.053	0.037
	3~5	0.009	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.001	0.001	0.002	0.006	0.013	0.007	0.005
	5~6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注：静风已分配。

2.4 水文

(1) 地表水

厂址区域主要地表水系有金沙江、岷江、南广河和长江。金沙江和岷江于宜宾市区汇入长江，两江汇合口下游 5 km 处有南广河汇入。金沙江流经厂区南侧，是供水的主要来源。宜宾地区水系分布见图 2.4-1。

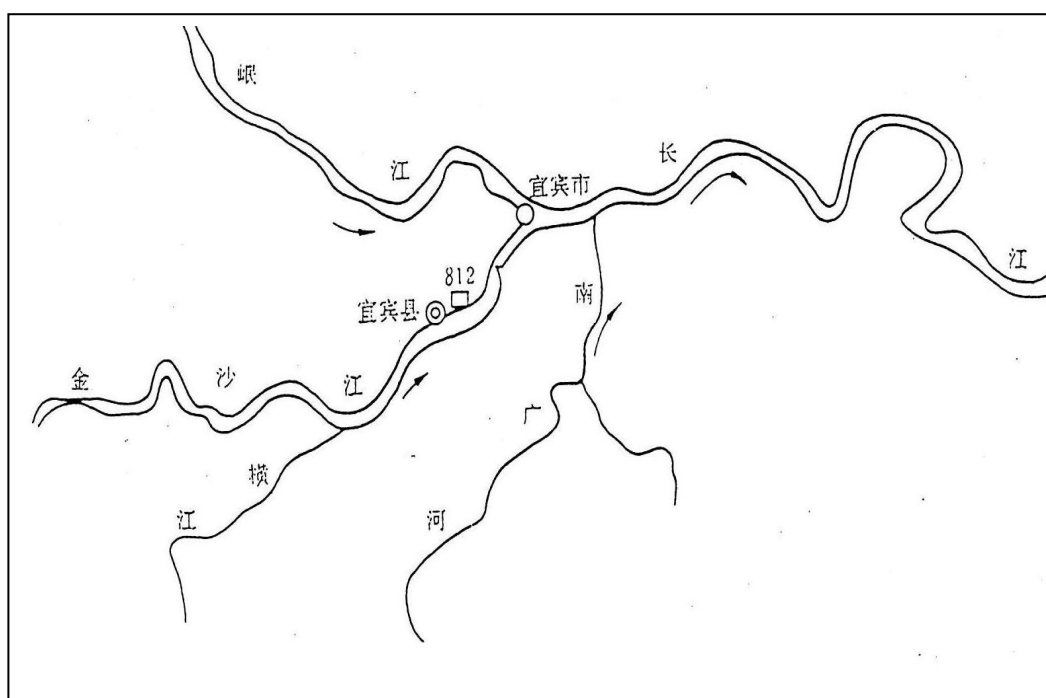


图 2.4-1 宜宾地区水系分布图

流经厂区南侧的金沙江为工程废水的受纳水体，经处理的生产废水和生活污水均引到江边排入金沙江内，流经 13 km 后汇入长江。根据屏山县水文站（位于金沙江上游 30km 处）提供的资料：金沙江多年（近 50 年）平均流量为 $4450\text{m}^3/\text{s}$ ，含沙量为 $0.75\text{kg}/\text{m}^3$ ，八月份平均流量为 $9810\text{m}^3/\text{s}$ ，百年一遇洪水位为 285.06m。

向家坝水电站位于厂址排放口上游约 18km 处，2015 年建设全面竣工，投入正式运行。向家坝水文站位于厂址排放口上游约 16km，距

上游向家坝水电站坝址约 2km，是金沙江及向家坝电站的出口控制站。根据向家坝水文站提供的资料，金沙江观测河段的平均水力坡度为 0.000237，向家坝水文站 2013 年~2017 年间金沙江月平均流量及水文参数见表 2.4-1。

表 2.4-1 金沙江年平均流量及水文参数（2013~2017 年）

年份（年）	河宽（m）	河深（m）	流量（m ³ /s）	流速（m/s）
2013	157~168	16.7~18.8	1822~5158	0.70~1.63
2014	157~171	16.6~19.5	1998~6460	0.76~1.93
2015	158~169	16.7~18.5	2513~5653	0.95~1.81
2016	158~171	16.8~19.1	2618~6772	0.99~1.92
2017	159~171	17.0~19.1	2865~6287	0.89~1.93

（2）洪水

厂区地形开阔平坦，略向北、西倾斜，东南部最高（绝对标高 297m），西及西北部低，厂区围墙内最低处在西北部（标高约 288m）。厂区范围总的地形地势为厂区内东南高西北低，厂界内高于厂界外，自然排水条件好。

金沙江流经厂区南侧，根据向家坝水文站提供的资料，向家坝水电站建成后，金沙江两百年一遇洪水位为 283.60m，因此，金沙江两百年一遇洪水不会对厂区产生影响。

2.5 地质及地震

2.5.1 地形地貌

近场区（以厂址为中心 25 km 范围内）地处四川盆地的西南缘，西邻川西高原，南邻云贵高原，总的地势是西南高，东北低。地貌形态以中高山和丘陵为主。近场区东部和东南部属川东平行岭谷地貌，由众多的狭窄条状山地呈北东—南西向延伸，山地之间为宽阔的丘陵谷地，它们构成平行岭谷地形。山岭海拔高度为 350~1000m，山岭走

向多与构造线一致。江河峡谷岸多呈台阶状的河流阶地。

厂区位于金沙江下游宜宾段的北岸，地形开阔平坦，略向北西倾斜。金沙江岸为Ⅱ级阶地，远岸为Ⅰ级阶地，形成从江边向岸坡倾斜，厂区座落在上述Ⅰ级阶地和Ⅱ级阶地地面上。厂区地表无基岩出露，全被第四系所覆盖，阶地的基底顶面标高大致与枯水期江水水位差不多，以此推测Ⅰ级阶地，第四系厚度为30~35m，Ⅱ级阶地为35~45m。

中核建中公司厂区地势开阔平坦，属山区河谷地貌，建在Ⅰ级阶地之上。阶地堆积物为第四系全新统冲积层，阶地基座为侏罗系中统沙溪庙组紫红色泥岩。

2.5.2 厂区地质

中核建中核燃料元件有限公司建筑场地内地层由第四系全新统河流相冲积粉质粘土、碎石土及下伏的侏罗系中统上沙溪庙组紫红色泥岩组成，基岩埋深约30m，地质构造简单，无不良工程地质现象。场地内分布的土层大致可划分为二大层，垂向分布由上至下依次为：

①层，杂填土，平均厚度0.60m。

②碎石土（圆砾、卵石、漂石），碎石土的密实程度随埋藏的深度而变化，由上至下依次为松散、稍密、中密、密实。

②⁻¹层，松散碎石土，平均厚度2.75m，棕褐色，以圆砾或颗粒直径20mm~40mm的卵石为主。

②⁻²层，稍密碎石土，平均厚度4.50m，棕褐色，以圆砾或颗粒直径40mm~60mm的卵石为主。

②⁻³层，中密碎石土，平均厚度3.0m，棕色，以颗粒直径80mm~100mm的卵石为主。

②⁻⁴层，实密碎石土，该层厚度未揭穿，棕色，以颗粒直径>100mm

的卵石为主，常含漂石 20~30%

场地内无不良地质现象，稳定性好，无可液化土层。场地土属中硬场地土，建筑场地类别为 II 类。

2.5.3 地震

工程场地在大地构造位置上位于四川台拗西南部，华蓥山断震带中南段的西北侧。工程场地所在区域内，历史上曾发生过 5 次 $M_s \geq 6.0$ 级地震，均位于马边、雷波至云南大关一带。此外，在工程场地四周还曾先后发生过 $4.7 \leq M_s < 6.0$ 级中强震 12 次（见图 2-11），其中 4 次因距工程场地较远而影响不大。

根据地震安全性评价报告的近场地震构造综合分布结果表明，工程场地地质构造位于高县双河背斜的北西翼，地层走向以北 20° 东为主，倾向北西，场地未发现断裂构造。从近场区河流阶地剖面看，工程场地跨 I、II 级阶地。阶地实测结构表明，晚更新世以来的地壳平均生速度为 1.8mm/a ，全新世为 2.5mm/a 。因此，工程场地本身不具备发生大于 5 级地震的能力，地震危险性来于近厂区或外围强震的影响。

根据《中国地震动参数区划图》GB18306-2001，宜宾市地震动峰值加速度分区与地震基本烈度对照表（见表 2-5-1），厂址区属 VII 度地震裂度区。2008 年汶川地震后，国家地震局发布了相关的地震烈度分布图，对公司的地震安全性进行了复核，厂址区属 VII 度地震烈度区。

表 2.5-1 地震动峰值加速度分区与地震基本烈度对照表

地震动峰值加速度分区 g	<0.05	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	≥ 0.4
地震基本烈度值	<VI	VI	VII	VII	VIII	VIII	$\geq IX$

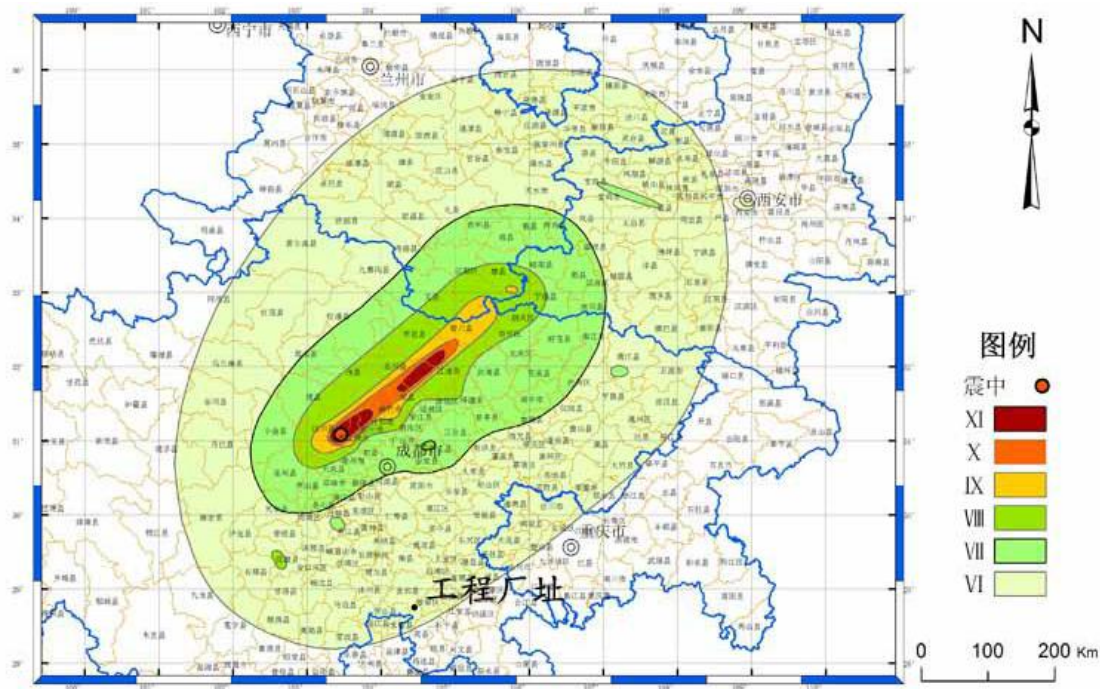


图 2.5-1 汶川地震后地震烈度分布图

2.6 土地利用和资源利用

2.6.1 土地利用

中核建中公司南部厂界界濒临金沙江，东南面为农业用地，其它方位靠近居民区或乡、镇、个体企业驻地。厂址所在的金沙江北岸为城镇，厂址周围 2km 范围内，东北、西北、西南三个方位主要为二类居住用地，另有少量商业金融、中小学、行政办公、市政设施用地。厂址东南方位为金沙江，金沙江南岸为农业、农村用地，主要种植水稻、南瓜、萝卜、油菜、玉米等。厂址周围 5km 范围内无规模性牧场和饲养场，只有散农户饲养少量畜禽。厂址附近金沙江内无水产养殖。

厂址周围的土地利用情况见图 2.6-1。



图 2.6-1 厂址周围土地利用分布图

2.6.2 自然资源及名胜古迹

宜宾市境内已发现的矿产种类计有 44 种，矿产地有 305 处，有大型开采价值的有煤炭、硫铁矿、玻璃用石英砂岩、天然气、石灰石、岩盐。厂址范围内无可开采矿藏。

宜宾市境内植物种类十分丰富，以天然次生林为主，现有的原始森林植被及天然次生阔叶林主要分布在屏山县、叙州区、珙县等县内交通闭塞的山区。种类有山毛榉科、山茶科、樟科、槭树科、漆树科、大戟科、蔷薇科、木兰科类等。

中核建中公司所在地区主要名胜古迹包括国家 4A 级景点蜀南竹海风景名胜区、自贡恐龙博物馆等，距厂区均大于 50 km，不在本评价范围内。

2.6.3 工业企业

厂址 10 km 范围内的工业企业规模较小，多属县、乡镇企业，主要有北 400m 处的县小酒厂和机械厂，1.5 km 处的县啤酒厂，西北 2.5 km 处的县雷管厂。

县小酒厂生产的酒，其酒精度最高为 52°，一般小于 40°，助燃性有限。即使发生火灾，由于其与厂区相距约 400 m 以上，且中间隔有道路和厂大门前的宽阔空旷地带，酒厂地势低于厂区，所以火灾不可能蔓延到厂区。

县雷管厂距离厂址 2.5km，雷管厂规模较小，而且只生产雷管，不生产炸药，厂址与雷管厂中间有小山包阻隔，因此，雷管厂不会对厂区构成威胁。

厂址 10 km 范围内无军用基地、机场、危险品仓库及作业。

3 退役工程概况

3.1 放射性废物焚烧工艺概述

放射性废物焚烧站于 1997 年建成，1998 年投入运行，2003 年进行过一次较大的工艺设备改造，2012 年 6 月起停止运行。

焚烧站（172 子项）主要用于焚烧核燃料元件生产线废弃的含铀（ ^{235}U 富集度小于 5%）污染的棉质劳保用品、废弃木制品、塑料以及橡胶制品等，只含铀及其自身衰变产生的子体放射性核素，处理能力为 20kg/h。

3.1.1 焚烧工艺流程

焚烧站用于处理中核建中公司核燃料元件生产线运行中产生的低放可燃固体废物，将可燃性废物氧化处理成灰渣暂存，达到减容处理。

工艺流程包括固体废物分拣、热解焚烧及烟气冷却、过滤、洗涤等过程。焚烧处理设施包含废物接收、预处理、焚烧系统、烟气净化、焚烧灰收集、工艺送排风、碱液循环等工艺系统，以及电气、自控、给排水、通排风、辐射防护等配套系统。焚烧废物主要污染核素为铀。

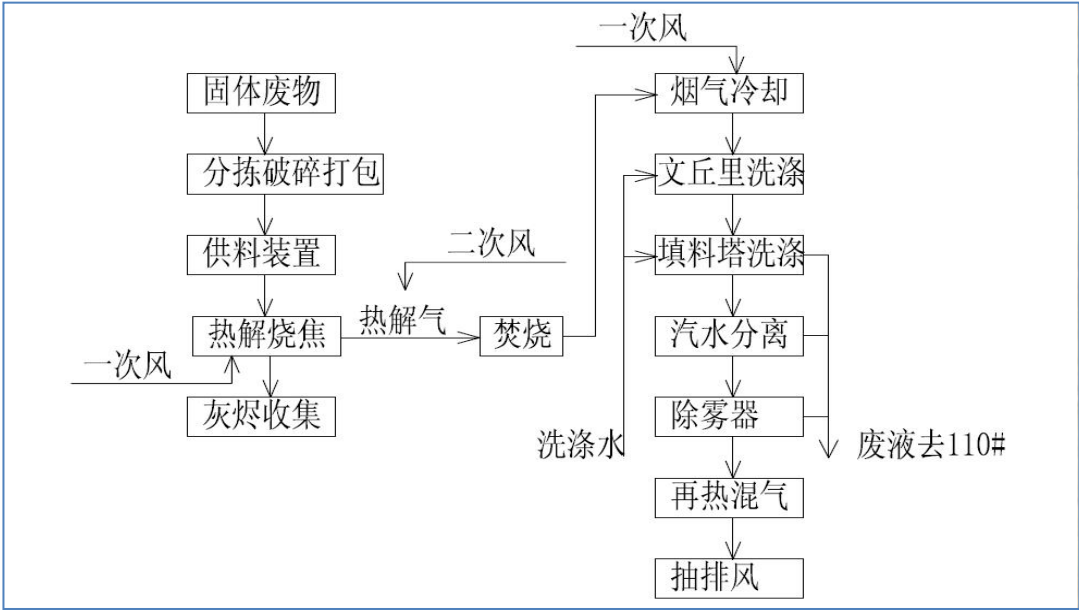


图 3.1-1 焚烧工艺流程简图

3.1.2 主要设备

（1）预处理部分，包括塑料破碎机、集料装置、收尘装置、分选打包小室；

（2）热解燃烧部份，包括热解炉、混气烧嘴、燃烧炉；另外，罗茨风机为系统抽风机，高压风机为系统供冷风，空气加热器用于加热二次风。

①热解炉

热解炉由进料装置、炉体和出灰装置三部分组成。加料段由加料小室、两道气动闸板阀、斜管组成。

炉体为立式园柱体、碳钢、耐热钢，外型尺寸: (1000×700×3450) mm、炉膛中有活动炉排、翻灰板、点火装置、炉顶设泄爆器，炉体外有冷却风夹套。

出灰装置包括翻灰阀、灰仓、扇形阀和出灰小室组成。

②烧咀：碳钢、DW—1—4 型，外缠功率为 6kw 的加热电阻丝。

③燃烧炉：高温耐热钢，外型尺寸：（1870×970×1500）mm，壳外设有 24kW 电加热器。

④空气加热器：RX3 型，功率 130kW，额定温度 500℃，三相电压 380V。

⑤罗茨风机：LG300×400-1，转速 980r/min，出口静压 35kPa，出口风量 21.8m³/min，电机 22kW Y200LZ-6。

（3）烟气冷却部份，包括翅片散热器、两段气—气套管换热器；

（4）烟气净化部份，包括布袋除尘器、文丘里洗涤器、填料淋洗塔。

①布袋除尘器：不锈钢 JO1532，过滤面积 20m²。

②文丘里洗涤器：不锈钢衬 F4，喷口直径 Φ50mm，长 150 mm，收缩管长 238 mm，扩散管长约 800 mm。

③淋洗填料塔：不锈钢，外型尺寸：直径 359mm，高 4210mm，填料为矩鞍型瓷环。

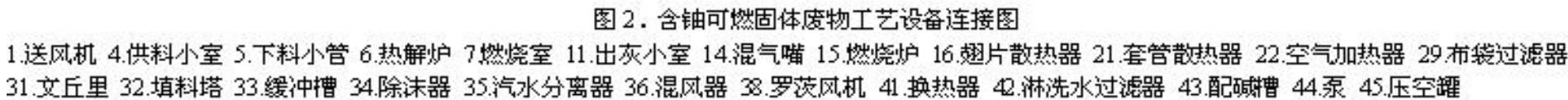
表 3.1-1 焚烧工艺设备一览表

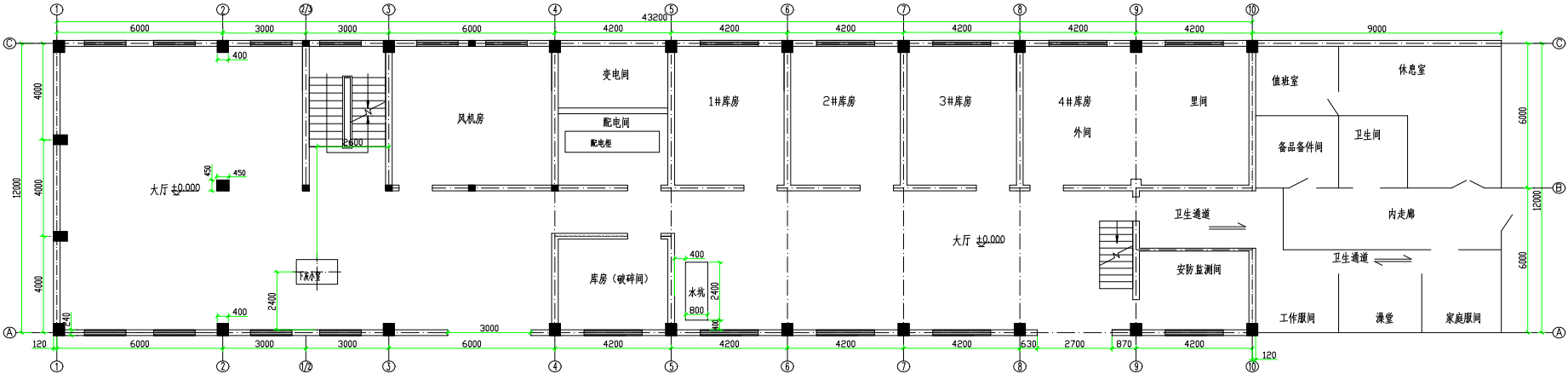
图位号	设备名称及主要性能	单位	数量	备注
1	加料小室	个	1	
2	翻板阀	个	1	
3	裂解炉	个	1	
4	星形阀	套	2	1 套用于 14#设备下灰
5	灰斗	个	1	
6	翻板阀	个	1	
7	出灰小室	个	1	
8	灰桶	个	10	
9	小车	个	2	
10	烧嘴	个	1	
11	燃烧炉	个	1	
12	翅片散热器	个	1	
13	套管散热器	个	2	由现场焊制
14	气体换热器 F=14m ²	个	1	
15	回转反吹扁带除器	个	1	
16	风机	台	1	

图位号	设备名称及主要性能	单位	数量	备注
17	淋浴塔	个	1	
18	冷却器	个	1	
19	配碱槽 $V=1.5\text{m}^3$	个	1	
20	泵槽（废液槽）	个	1	
21	耐蚀泵 $Q=14.4\text{m}^3$ $H=25.4\text{m}$	台	1	
22	高压风机	台	1	
23	罗茨风机 $n=9980$ 转/分；电 =22KW	台	1	
24	塑料破碎机	台	1	
25	分拣小室	个	1	
26	电葫芦 起重 0.5t； 起升 6m	台	1	
27	电葫芦 起重 0.5t； 起升 12m	台	1	
28	立式泥浆泵	台	1	
29	打包小室	个	1	
30	压缩空气贮槽 $V=1.5\text{m}^3$	个	1	
31	5kg 台盘秤	台	2	
32	50kg 台盘秤	台	1	

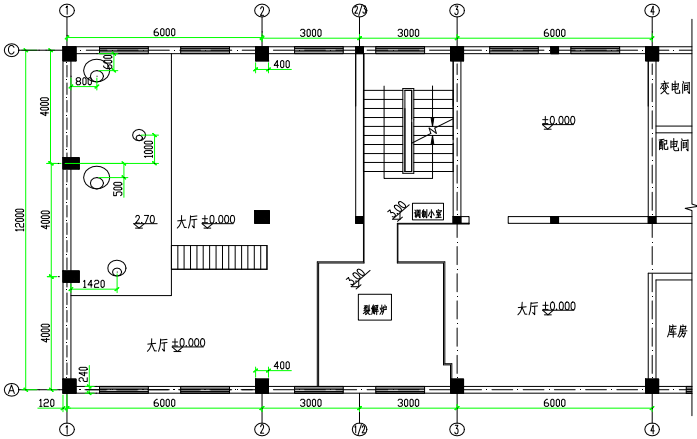
3.1.3 厂房布置

厂房为混凝土框架结构，外观呈矩形，长 60m，宽 12m，总高 13.5m，局部三层、局部二层、局部一层，依次布置焚烧区、废物预处理及暂存区、工作人员生活区。另有 30m 烟囱一座。

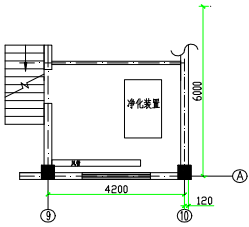




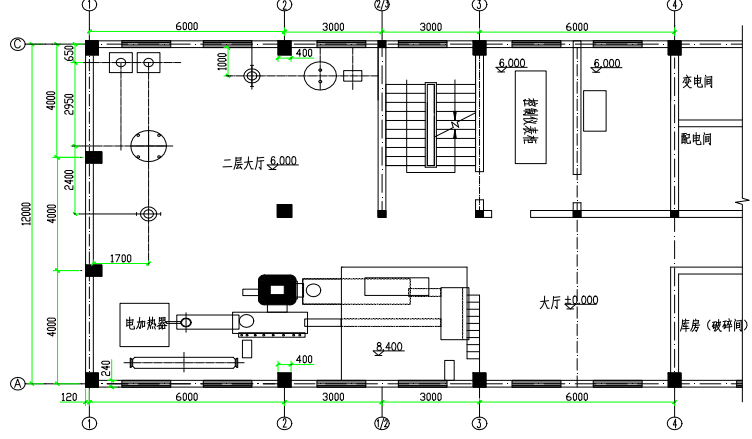
0.000m平面污染及辐射水平示意图



2.70m、3.00m平面污染及辐射水平示意图



4.00m平面污染示意图



6.00m、8.40m平面污染及辐射水平示意图

图 3.1-3 工艺设备平面布置图

3.2 运行历史

上世纪八十年代中期，中核建中与太原中国辐射防护研究院共同开展了中间试验，处理能力为 3.5kg/h，在此基础上，于 1993 年立为科研项目，1996 年在焚烧站建成了较完整的工业规模试验装置。完成科研后，原试验装置继续使用，以处理废物，并积累经验。由于科研经费有限，大多数设备材质为碳钢，腐蚀严重，且没有形成完整的废物处理系统，因此，在处理了约 40t 放射性固体废物后于 2002 年底报废。

从 2003 年到 2004 年公司对该装置进行了系统改造和完善，形成了一条完整的放射性可燃固体废物焚烧处理工艺流程，完成了科研成果到生产力的转化。该焚烧设施主要用于焚烧核燃料元件生产线废弃的被低浓铀（ ^{235}U 富集度小于 5%）污染的棉质劳保用品、废弃木制品、塑料以及橡胶制品等，焚烧装置处理能力为 20kg/h。

该设施运行期间，累计焚烧可燃废物 300 余吨，未发生过生产安全事故及环境污染事故。

3.3 现状

（1）焚烧站生产线设施现状

172 子项原用于可燃废物的焚烧减容，可燃废物比活度 $< 1.38 \times 10^5 \text{Bq/kg}$ ，焚烧后 90% 的放射性核素进入焚烧灰中，约 10% 的放射性核素随烟气一起进入尾气处理系统系统，经袋式过滤、淋洗塔、高效过滤等净化处理后经 30m 烟囱排入大气，排放浓度低于 0.3 Bq/g。

经现场勘查，生产线工艺设备、烟气净化设备基本完好，通排风系统、自控系统、电气系统等部分配套设施不能使用。0.5t 吊运装置、库房、办公室、卫生淋浴间等设施完好。

（2）172 子项功能

2012 年 6 月 30 日 172#子项的核安全运行许可证到期后, 172 子项生产线停止运行, 目前, 用于中核建中公司可燃废物、废弃过滤器整备后的压缩废物桶的暂存。172 子项暂存面积约 170m²。

按照中核建中公司固体废物处理处置方案, 在 172 子项退役实施前, 分批向 821 厂转移 172 子项暂存的固体废物, 清空 172 子项内部固体废物。

（3）30m 烟囱

2012 年 6 月 30 日 172#子项的核安全运行许可证到期后, 172 子项生产线停止运行, 焚烧站外 30m 烟囱也处于停运状态。中核建中公司 2018 年对烟囱进行了维护和检查, 烟囱主体结构、爬梯等完好。为满足宜宾市政府民生工程滨江大道建设的需要, 中核建中公司急需将焚烧站（172 子项）配套设施 30m 烟囱拆除。

4 退役源项调查

4.1 源项调查

4.1.1 调查目的和调查对象

源项调查目的是初步摸清污染物的分布，评估退役过程中放射性源项对环境和公众的影响，为退役作业的实施创造条件。

源项调查主要对象包括待退役设备、物件、建（构）筑物及周围环境等的污染分布情况及总污染量。调查内容主要包括：

- （1）放射性废物焚烧站（172#子项）设施设备退役前辐射监测；
- （2）放射性存在类型、污染分布、污染程度调查；
- （3）放射性盘存量估算。

放射性焚烧站源项调查范围见图 4.1-1；

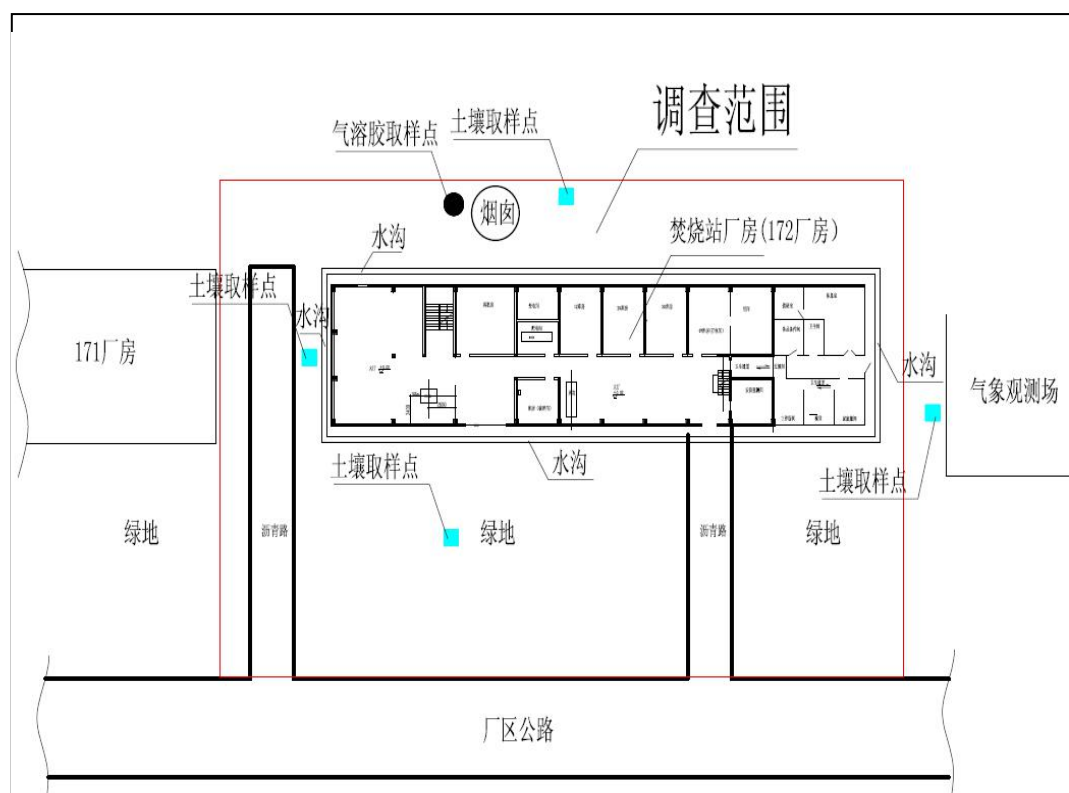


图 4.1-1 焚烧站退役前放射性源项调查范围示意图

4.1.2 源项调查方案及设备

4.1.2.1 技术方案

(1) γ 辐射水平测量

γ 辐射水平测量包括焚烧站内空间、烟囱内部空间和工艺设施设备表面的 γ 辐射水平测量。经分析测量对象特征，分为场所空间 γ 辐射水平测量和物项表面 γ 辐射水平测量两类。

(2) 表面污染水平测量

根据测量对象的特征，分为直接测量和间接测量。

(3) 总铀含量测量

焚烧站厂房焚烧的可燃废物主要来源于核燃料元件生产线废弃的被低浓铀（ ^{235}U 富集度小于 5%）污染的棉质劳保用品、废弃木制品、塑料以及橡胶制品。焚烧站厂房内的物项主要为烟尘、焦炭、底泥沉

积物等。总铀含量的测量参考《环境样品中微量铀的分析方法》HJ 840-2017 执行。

工作场所室内的气溶胶取样，要求室内无操作，且不进行通风换气；室外开放性场合的气溶胶取样，选取现场无作业、无风或微风天气进行取样。采集空气样品使用便携式气溶胶取样仪，滤膜为过氯乙烯树脂合成纤维滤布。

（4）总 α/β 活度浓度测量

空气、水、土壤中的总 α/β 放射性活度浓度，参照《水质总 α 放射性的测定—厚源法》HJ 898-2017、《水质总 β 放射性的测定—厚源法》HJ 899-2017、《Measurement of radioactivity in the environment- soil part6: Measurement of gross alpha and gross beta activities》ISO 18589-6:2009 等标准执行。

（5） γ 核素分析及活度浓度测量

空气、水、土壤中 γ 核素分析及活度浓度定量测量参照《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》GB/T 16140-2018、《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》GB/T 11713-2015、《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》GB/T 11743-2013、《空气中放射性核素的 γ 能谱分析方法》WST 184-2017 等标准执行。物项中的 γ 核素分析及活度浓度定量测量参照土壤样执行。

（6）放射性盘存量估算

放射性废物焚烧站所涉及的放射性废物只含铀及其自行衰变产生的子体，放射性盘存量估算主要通过两种方法：根据存留的污染物项（如焚烧灰、淋洗液等）的活度浓度（比活度）进行估算；或根据表面污染情况，逐项计算因表面污染所积存的放射性物质。

（2）测量设备

表 4.1-1 源项调查监测设备一览表

序号	仪器设备名称	性能指标	单位	数量	用途
1	6150AD 型便携式 X- γ 剂量率仪	1) 测量范围: 10nSv/h~100 μ Sv/h; 2) 测量精度: $\leq\pm 20\%$; 3) 分辨率: 0.1 μ Sv 4) 能量范围: 20keV~7MeV	台	1	γ 辐射水平测量
2	TCS-362 便携式 α/β 表面污染仪	1) ZnS (Ag) 闪烁体+塑料闪烁体; 2) 检测射线: α 、 β 射线; 3) 测量范围: 0~300, 1k, 3k, 10k, 30k, 100k min ⁻¹ ; 4) α/β 串道率: $\beta\rightarrow\alpha$: 0.1%以下; $\alpha\rightarrow\beta$: 5%以下; 5) 有效探测面积: 72cm ² ;	台	1	表面污染水平测量
3	NT170 型低本底 α/β 测量仪	1) 探测器: 密闭式正比计数器; 2) 被测射线类型: α 、 β 射线; 3) 探测效率: $>40\%$ (²³⁹ Pu, 2 π); $>45\%$ (⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y, 2 π); 4) 最大样品尺寸: 175mm $\times$ 175mm; 5) 本底: <0.1 cpm (α); <1.0 cpm (β)	台	1	样品 α/β 放射性水平测量
4	ZF-100LB 型低本底 α/β 测量仪	1) 被测射线类型: α 、 β 射线; 2) 探测效率: $\geq 80\%$ (²³⁹ Pu, 2 π); $\geq 50\%$ (⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y, 2 π); 3) α 本底 ≤ 0.005 min ⁻¹ cm ⁻² ; β 本底 ≤ 0.15 min ⁻¹ cm ⁻² ; 4) 测量精度: $\leq\pm 10\%$	台	1	
5	HI-Q-CF-1001BRL-DIG/230 型便携式空气取样仪	1) 负载流量: 300~1400L/min; 2) 流量连续可调; 3) 滤膜有效面积: 285mm $\times$ 226mm; 4) 重量: ≤ 10 kg; 5) 电源: 220VAC $\pm 10\%$	台	1	气溶胶取样
6	GEM40P4-76 型低本底 HPGe γ 谱仪	1) 道数: 8192; 2) 分辨力: 1.49keV (对 ⁶⁰ Co 1332.5keV); 3) 能量范围: 0~2MeV; 4) 短期稳定性: 2.15×10^{-5} (对 ¹³⁷ Cs 661.7 keV)	台	1	样品核素种类及活度浓度分析
7	RGD-3B 热释光剂量仪	测量范围: 0.00 μ Gy~9.999Gy; 计数频率: 0~500kHz	台	1	现场测量人员个人剂量监测
8	TLD2000C 氟化锂热释光探测器	元件材料: LiF(Mg,Ti); 线性范围: 10 ⁻⁷ ~12Gy; 探测阈: 约为 10 ⁻⁷ Gy; 尺寸: $\phi 4.5\times 0.80$ mm; 5) 退火条件: 240 ± 2 °C (不得超过 242°C), 10min (恒温时间)	片	10	
9	WGJ-III 型微量铀分析仪	1) 量程范围: $1\times 10^{-11}\sim 2\times 10^{-8}$ g/mL; 2) 检出下限: $\leq 2\times 10^{-11}$ g/mL; 3) 线性: $r\geq 0.995$	台	1	样品总铀分析

4.2 源项调查结果

4.2.1 γ 辐射水平测量

针对焚烧站内外和烟囱区域范围内的场所空间、墙面、工艺设备表面进行了 γ 辐射水平测量。测量结果：

厂房内各空间 γ 辐射水平在 160nGy/h~584nGy/h 范围，大部分测量点位的 γ 辐射水平位于 200nGy/h 左右，稍高于天然本底水平；少量测量点位的 γ 空气吸收剂量率在 300~584nGy/h 之间，该现象由厂房内堆积的待处置放射性废物袋和某些特殊工艺设备（如下灰小室）内囤积的燃烧灰等物项引起。工艺设备外表面及内表面的 γ 辐射水平均不高，最大 γ 辐射水平点位于下灰小室玻璃窗表面（约 548nGy/h）。

厂房外，水沟上方和烟囱内 γ 辐射水平稍高于天然本底水平，其余地方空间辐射水平基本处于环境本底水平。

表 4.2-1 焚烧站内 γ 辐射水平测量结果

序号	布点位置	测量结果（nGy/h）	测点数	备注
1	1#库房地面 1m 处	161~201	4	
2	2#库房地面 1m 处	296~353	4	
3	3#库房地面 1m 处	181~221	5	
4	4#库房地面 1m 处	204~215	2	
5	风机房地面 1m 处	180~225	4	
6	配电间地面 1m 处	272~307	2	
7	安防监测室地面 1m 处	214~278	5	
8	破碎间地面 1m 处	318	1	
9	焚烧大厅（一层）地面 1m 处	202~584	4	
10	1 楼到 2 楼楼梯道	218	1	
11	风机房风管外表面	236	2	
12	下灰小室旁过滤器外表面	381	1	
13	下灰小室外表面（窗口位置）	548	1	
14	下灰小室外表面（窗口相反方向）	482	1	
15	破碎间过滤器外表面	333	1	
16	焚烧大厅二层地面	174~211	5	
17	布袋除尘器内布袋左侧表面	227	1	
18	空气净化装置内滤芯表面	160	1	
19	一次风流量装置表面	272	1	

序号	布点位置	测量结果 (nGy/h)	测点数	备注
20	热解炉热解段外表面	462	1	
21	离热解炉热解段表面	382	1	
22	3m 平台离地 1m 处	372	1	
23	2 楼到 3 楼楼梯道离地 1m 处	281	1	
24	2 楼到 3 楼楼梯道风管外表面	334	1	
25	洗手池正上方 20cm 处	219	1	
26	洗手池旁风管外表面	196	1	
27	仪表控制间中央区域离地 1m 处	172	1	
28	杂物间中央区域离地 1m 处	197	1	
29	8.4m 平台热解炉外表面 (窗口相反位置)	216	1	
30	8.4m 平台热解炉外表面 (窗口位置)	226	1	
31	6m 到 8.4m 平台楼梯正下方 (离地 1m)	206	1	
32	8.4m 平台下方正中间位置 (离地 1m)	207	1	
33	8.4m 平台上方正中间位置 (离地 1m)	197	1	
34	大厅 34、36 号设备之间区域 (离地 1m)	216	1	
35	大厅角落 (32 号设备旁, 离地 1m)	212	1	
36	大厅 22 号设备旁 (离地 1m)	208	1	
37	大厅正中间位置 (离地 1m)	211	1	
38	紧急洗眼器旁 (离地 1m)	212	1	
39	填料塔表面 20cm 处	192	1	
40	离 27 号设备表面 20cm 处	191	1	
41	空气加热器表面 20cm 处	193	1	
42	燃烧嘴设备表面 20cm 处	195	1	
43	汽水分离器设备表面 20cm 处	195	1	

表 4.2-2 焚烧站外 γ 辐射水平测量结果

序号	布点位置	测量结果 (nGy/h)	测点数	备注
1	烟囱小门内、离地 50cm 高处	197	1	
2	烟囱内地面中心上方 1m 高处	197	1	
3	烟囱进门右边墙壁表面 (1m 高处)	209	1	
4	烟囱进门左边墙壁表面 (1m 高处)	208	1	
5	靠江方向垂直距离烟囱小门 5m、离地 50cm 处	156	1	
6	靠江方向垂直距离烟囱小门 1m、离地 50cm 处	152	1	
7	厂房前侧绿地、路面 50cm 处	132~208	10	
8	厂房后侧地面 50cm 处	153~197	11	
9	厂房右侧水泥路	132	1	

4.2.2 表面污染调查结果分析

源项调查针对厂房内 304 个测点、烟囱 13 个测点进行了 α 、 β 表面污染监测。所有测量点的 α 污染水平介于 $0\sim 12.7\text{Bq/cm}^2$ 之间， β 污染水平介于 $0\sim 65.6\text{Bq/cm}^2$ 之间。测量结果见表 4.2-3。 α 污染水平较高的污染点为位于厂房一层 2#库房正中央地面 12.7Bq/cm^2 ； β 污染水平较高的污染点有：厂房一层大厅连接下灰小室旁过滤器风管内表面为 65.6Bq/cm^2 ；厂房 3m 平台热解炉内表面 β 污染水平为 63.2Bq/cm^2 ；4#库房内房间 2 号除尘器内碎木屑表面 50.4Bq/cm^2 ；其余区域 β 污染水平介于 $0\sim 18.9\text{Bq/cm}^2$ 。

表 4.2-3 表面污染监测结果

序号	监测点位置	表面污染水平 Bq/cm^2	污染水平最大点	
			位置	表面污染水平 (Bq/cm^2)
1	1#库房	α : $0.02\sim 5.37$ β : $0\sim 1.59$	1#库房进门 50cm 处地面	α : 5.37 β : 1.59
2	2#库房	α : $0.19\sim 12.7$ β : $0.27\sim 6.35$	2#库房正中央地面	α : 12.7 β : 6.53
3	3#库房	α : $0.25\sim 2.13$ β : $0.23\sim 2.98$	3#库房外左角地面	α : 12.7 β : 6.53
4	4#库房	α : $0.03\sim 9.06$ β : $0.05\sim 50.4$	4#库房内房间 2 号除尘器内碎木屑	α : 9.06 β : 50.4
5	风机房	α : $0.04\sim 1.66$ β : $0.13\sim 5.6$	α : 铁秤外表面 β : 机房内左角地面	α : 1.66 β : 5.6
6	安防监测室	α : $0.01\sim 3.42$ β : $0.01\sim 2.12$	门口铁楼梯外表面	α : 3.42 β : 2.12
7	焚烧大厅一层	α : $0.02\sim 10.2$ β : $0.07\sim 65.6$	α : 下灰小室内左侧面 β : 下灰小室旁过滤器的风管内表面	α : 10.2 β : 65.6
8	休息室、卫生间、卫生通道	α : $0.01\sim 1.97$ β : $0.01\sim 2.11$	工作服房间衣柜处地面	α : 1.97 β : 2.11
9	烟囱	α : $0.01\sim 0.43$ β : $0.12\sim 10.9$	工作服房间衣柜处地面	α : 0.43 β : 10.9
10	焚烧大厅 2.7m	α : $0.01\sim 0.80$ β : $0.3\sim 6.7$	平台风管外表面	α : 0.80 β : 6.7
11	焚烧大厅 3.0m	α : $0.04\sim 2.16$ β : $0.37\sim 63.2$	热解炉内表面	α : 2.16 β : 63.2

序号	监测点位置	表面污染水平 Bq/cm ²	污染水平最大点	
			位置	表面污染水平 (Bq/cm ²)
12	焚烧大厅 4.0m	α : 0.01~1.9 β : 0.02~0.71	热解炉内表面	α : 1.9 β : 0.71
13	焚烧大厅 6.0m	α : 0.01~1.81 β : 0.01~18.9	热解炉内表面	α : 1.81 β : 18.9

4.2.3 放射性气溶胶调查结果分析

采集焚烧站一楼大厅、厂房 6m 平台、厂房外烟囱旁和金沙江边共 4 个监测点的气溶胶样品，每个监测点采集 2 个样品；其中一个样品采集体积不小于 50m³，进行总铀分析，另一个样品采集体积不小于 1000m³，进行总 α/β 和 γ 能谱分析。总铀、总 α 、总 β 和 γ 能谱分析的汇总结果见表 4.2-4。

表 4.2-4 焚烧站源项调查气溶胶样测量结果

序号	样品描述	总铀 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	总 α (Bq/m ³)	总 β (Bq/m ³)	γ 能谱 (Bq/m ³)		备注
1	金沙江岸气溶胶样品	1.60E-03	1.10E-03	2.92E-03	²³⁵ U	$\leq 5.49\text{E-}05$	对照点
					²³⁸ U	$\leq 1.42\text{E-}03$	
2	焚烧站外烟囱旁气溶胶样品	9.82E-01	1.57E-02	1.41E-02	²³⁵ U	1.82E-03	
					²³⁸ U	1.13E-02	
3	焚烧站 6 米平台气溶胶样品	1.67E-01	8.58E-03	9.04E-03	²³⁵ U	1.00E-03	
					²³⁸ U	4.68E-03	
4	焚烧站一楼大厅气溶胶样品	6.49E-01	4.34E-02	3.53E-02	²³⁵ U	5.08E-03	

4.2.4 土壤污染测量结果分析

对采集的土壤样进行总铀、总 α/β 和 γ 能谱分析，完成焚烧站前、后、左、右侧及金沙江对岸共 5 个监测点的测量。总铀、总 α 、总 β 和 γ 能谱分析的汇总结果见表 4.2-5。

表 4.2-5 焚烧站源项调查土壤样测量结果

序号	样品描述	总铀 ($\mu\text{g/g}$)	总 α (Bq/kg)	总 β (Bq/kg)	γ 能谱 (Bq/kg)		备注
1	金沙江对岸 土壤样	0.73	2.85E+02	6.50E+02	^{235}U	4.93E+00	对照点
					^{238}U	5.85E+01	
2	焚烧站左侧 土壤样	1.51	2.29E+02	4.43E+02	^{235}U	1.69E+01	
					^{238}U	1.36E+02	
3	焚烧站右侧 土壤样	11.65	2.84E+03	2.93E+03	^{235}U	3.81E+02	
					^{238}U	1.75E+03	
4	焚烧站前侧 土壤样	29.97	3.52E+02	5.25E+02	^{235}U	7.49E+01	
					^{238}U	3.93E+02	
5	焚烧站后侧 土壤样	46.13	8.42E+02	9.33E+02	^{235}U	2.66E+01	

4.2.5 物项样测量结果分析

对采集的物项样进行总铀、总 α/β 和 γ 能谱分析，完成下灰小室、管道、水沟、热解炉、平台地面、水坑、过滤器等共 11 个取样点的分析测量。

物项测量的总铀、总 α 、总 β 和 γ 能谱分析的汇总结果见表 4.2-6。

表 4.2-6 焚烧站源项调查物项样品测量结果

序号	样品描述	总铀 ($\mu\text{g/g}$)	总 α (Bq/kg)	总 β (Bq/kg)	γ 能谱 (Bq/kg)		备注
1	焚烧站下灰小 室灰样	6.70E+04	2.02E+06	1.12E+06	^{235}U	1.09E+05	
					^{238}U	4.38E+05	
2	焚烧站汽水分 离器左侧管道 内陶瓷块	7.27E+00	2.02E+04	1.06E+04	^{235}U	1.18E+01	
					^{238}U	1.05E+02	
3	焚烧站一楼 2# 库房门口水沟 内沉积物	1.75E+01	6.50E+04	2.94E+04	^{235}U	4.66E+03	
					^{238}U	2.02E+04	
4	焚烧站一楼配 电间门口水沟 内沉积物	3.20E+03	2.01E+05	8.51E+04	^{235}U	6.76E+03	
					^{238}U	2.99E+04	
5	焚烧站二楼热	7.00E+04	2.54E+06	1.15E+06	^{235}U	8.94E+04	

序号	样品描述	总铀 ($\mu\text{g/g}$)	总 α (Bq/kg)	总 β (Bq/kg)	γ 能谱 (Bq/kg)		备注
	解炉内灰样				^{238}U	3.51E+05	
6	焚烧站二楼平台地面灰样	2.00E+04	8.03E+05	4.49E+05	^{235}U	3.96E+04	
					^{238}U	1.82E+05	
7	焚烧站 8.4m 平台热解炉内灰样	5.48E+04	1.78E+06	9.52E+05	^{235}U	8.72E+04	
					^{238}U	3.56E+05	
8	焚烧站一楼大厅水坑淤泥	1.86E+04	8.64E+05	3.95E+05	^{235}U	2.34E+04	
					^{238}U	1.11E+05	
9	焚烧站一楼下灰小室旁过滤器内滤网	--	--	--	^{235}U	2.36E+04	注：-- 表示未开展相应项目测量。
					^{238}U	9.93E+04	
10	焚烧站一楼下灰小室右侧库房内过滤器滤网	--	--	--	^{235}U	1.43E+03	
					^{238}U	8.87E+03	
11	烟囱底部灰样	--	--	--	^{235}U	8.02E+03	
					^{238}U	3.55E+04	

4.2.6 放射性盘存量

(1) 工艺系统盘存量估算

工艺系统放射性盘存量统计结果见表 4.2-7，放射性污染物总活度为 2.08E+06Bq。

表 4.2-7 工艺系统放射性盘存量统计结果

序号	放射性盘存量来源	平均污染表面活度 α (Bq/cm ²)	总污染面积 (m ²)	放射性总活度 (kBq)
1	热解炉	1.20	23.46	283.20
2	供料小室	1.25	17.28	215.13
3	出灰小室（下灰小室）	5.79	16	926.40
4	燃烧炉	0.83	24.3	201.69
5	翅片散热器	1.14	7.02	80.03
6	布袋过滤器	1.14	30	342.00
7	文丘里洗涤器	0.08	2	1.60

序号	放射性盘存量来源	平均污染表面活度 α (Bq/cm ²)	总污染面积 (m ²)	放射性总活度 (kBq)
8	淋洗填料塔	0.04	9.52	3.81
9	缓冲槽	0.04	20	8.00
10	除沫器	0.08	10	8.00
11	汽水分离器	0.55	10	5.50
12	混风器	0.12	3	3.60
合计				2078.96

注：调查期间，仅获得了热解炉、下灰小室、翅片散热器和除沫器内表面污染数据，故除热解炉外的工艺系统，热解炉之后、袋滤器之前内表面污染用翅片散热器数据代替，袋滤器之后用除沫器数据代替。

(2) 烟囱盘存量估算

烟囱放射性盘存量统计结果见表 4.2-8。

表 4.2-8 烟囱放射性盘存量统计结果

序号	放射性盘存量来源	污染表面活度 α (Bq/cm ²)	污染面积 (m ²)	放射性总活度 (kBq)	²³⁸ U 活度 (kBq)	²³⁵ U 活度 (kBq)
1	烟囱内表面污染	0.17	117.75	200.18	164.05	36.13
2	烟囱地面污染	0.23	3.14	7.22	5.92	1.30
合计				207.40	169.97	37.43

(3) 其它物项放射性盘存量

①整个厂房地面、墙面、天花板的放射性污染物总活度为 1.94E+07Bq；地面放射性污染物总活度为 1.07E+07Bq；墙面放射性污染物总活度为 8.26E+06Bq；天花板放射性污染物总活度为 1.29E+05Bq。

②整个厂房主要积存物项的放射性总活度为 6.92E+07Bq。

各分项放射性盘存量统计结果见表 4.2-9。放射性盘存量总量为 9.28 E+07Bq。

表 4.2-9 各分项放射性盘存量统计表

序号	放射性盘存量来源	放射性总活度 (Bq)	²³⁸ U 活度 (Bq)	²³⁵ U 活度 (Bq)
1	工艺系统	2.08E+06	1.70E+06	3.75E+05
2	烟囱	2.07E+05	1.69E+05	3.74E+04
3	主要积存物项	6.92E+07	5.67E+07	1.25E+07
4	各区域污染 (含各区域地面、墙面、天花板、污染物项及工艺系统)	2.36E+07	1.92E+07	4.24E+06
5	地面、墙面、天花板	1.94E+07	1.59E+07	3.51E+06

注：序号 3 和序号 4 之和即为总的盘存量，序号 1、2、5 包含于序号 4。

5 实施方案

5.1 概况

5.1.1 总体方案

（1）源项调查

对现场进行详细的源项调查，确定所有放射性污染和废物类型、种类，为后续工作提供依据。

（2）项目施工准备

文件资料准备：各种施工操作规程、管理规定、应急、质保等；

施工人员准备：包含人员培训、体检等；

设备材料准备：包含设备材料等的采购和到货调试；

现场施工条件准备：临时用电引入、移动通风设备安装等。

（3）焚烧站内设施设备拆除

对焚烧站内焚烧工艺设备、管道、平台、通风系统、配电系统等系统的拆除，拆除后的设备管道等监测分类后运往厂内废旧金属减容去污岗位进行处理整备。

（4）焚烧站外环境清理

对焚烧站外污染的土壤进行污染测量，标记污染去污，采用物理剥离法进行去污清理；

（5）废物整备和包装

退役过程产生的废物进行分类分拣，金属废物装入标准钢箱暂存，极低放废物装入双层编织袋包装，清洁解控废物装入双层编织袋包装。

（6）废物外运和处置

将包装后金属废物暂存后到湖南核工业宏华机械有限公司（710

厂)熔炼再利用,包装好的低放不可燃固体废物、低放可燃固体废物、极低放固体废物运输到中核四川环保工程有限责任公司(821 厂)处置,清洁解控废物报审管部门批准后就地解控处理。

(7) 终态特性调查

焚烧站外土壤去污后对土壤中的剩余放射性进行调查。

项目的总体方案见图 5.1-1。

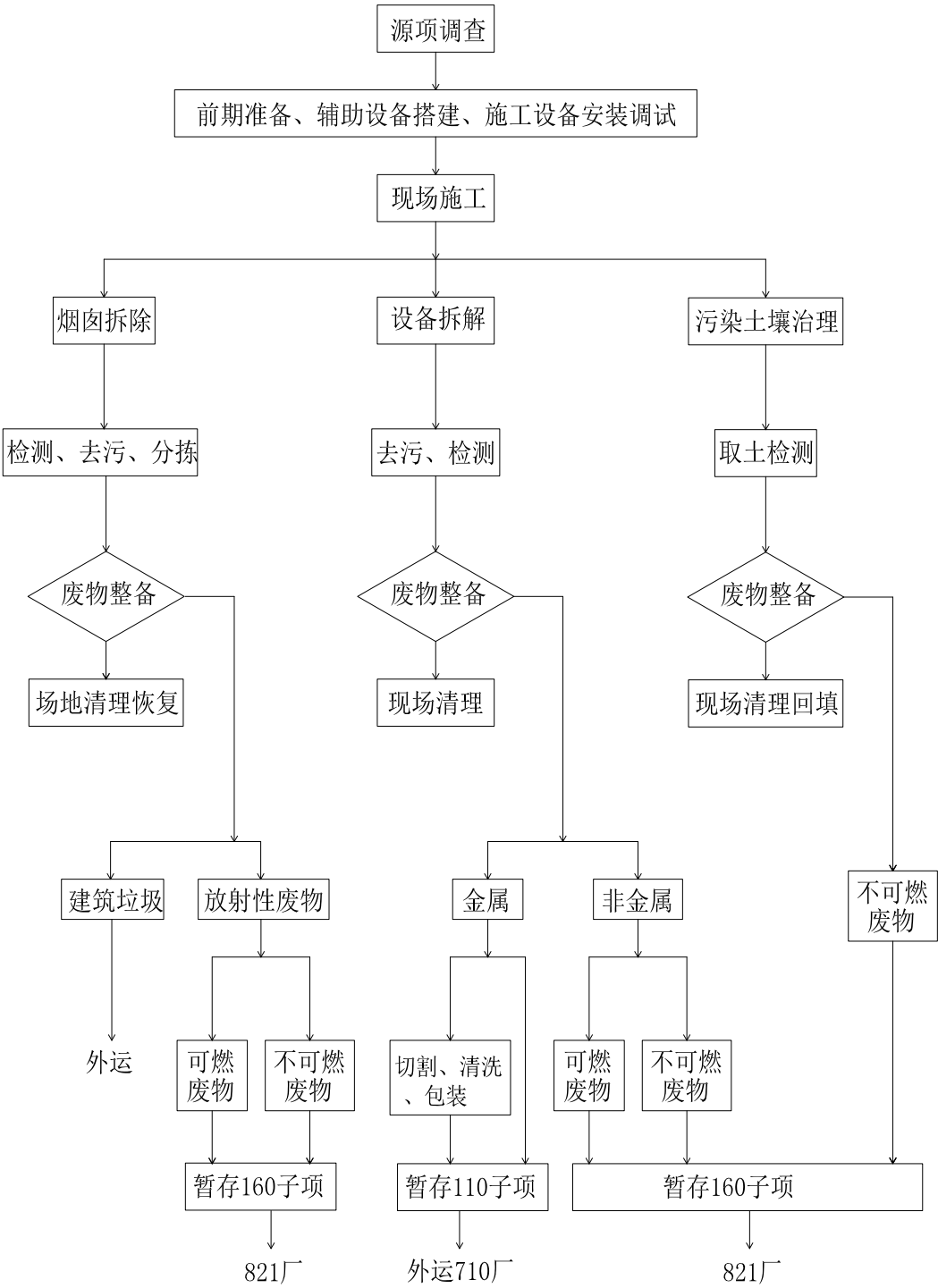


图 5.1-1 退役总体方案流程示意图

5.2 前期准备

5.2.1 源项调查

源项调查包括需退役设施的现状；焚烧系统设备、管道、阀门、电缆、仪表等装置内外表面污染水平；焚烧站内积存的灰样物项进行总铀、总 α/β 和 γ 能谱分析；焚烧站外周围土壤总铀、总 α/β 分析；烟囱内不同高度内壁面表面污染水平测量。

经初步源项调查，焚烧站厂房内的 γ 辐射水平均处于监督区范围，无明显热点。厂房内存在不同程度的铀污染（废物整备、切割、搬运等作业可能导致污染扩散），污染较重的区域或设备有下灰小室及其附近地面和管道、热解炉、地坑、布袋除尘器、3m 平台、8.4m 平台、（1~4）号库房等，其他区域污染较轻。

厂房外 γ 辐射水平与环境本底水平相当。厂房周边土壤存在不同程度的铀污染，右侧（平面图 1 轴线左边）污染最严重，已超过拟开放厂址的活度浓度限值；前、后、左侧土壤中 ^{238}U 和 ^{235}U 活度浓度比环境本底水平高一个量级。金沙江岸边土壤中 ^{238}U 和 ^{235}U 活度浓度与环境本底水平相当，金沙江河水、河岸边空气气溶胶中未检出铀。厂房内污染主要集中于焚烧工艺的前端、地坑和与地坑相通水沟内。所有测量点的 α 污染水平介于 0~12.7Bq/cm² 之间， β 污染水平介于 0~65.6Bq/cm² 之间。

烟囱内、外的 γ 辐射水平与环境本底水平相当，烟囱内壁面和地面存在一定程度的铀污染。

源项调查结果详见本报告第 4 章节说明。

5.2.2 施工准备

施工准备主要包括进场前的准备和进场后的准备。进场前需要根据项目情况编制相关的文件资料包括管理规定、操作程序、应急预案、质保大纲等，进行相关劳保用品和仪器仪表的准备以及本工程需要的设备的准备如手动葫芦吊车、移动局部通风设备、切割机的调试等；采购相关的小型工器具、材料，在项目施工前对源项情况进行确认以便后期项目施工的顺利开展。

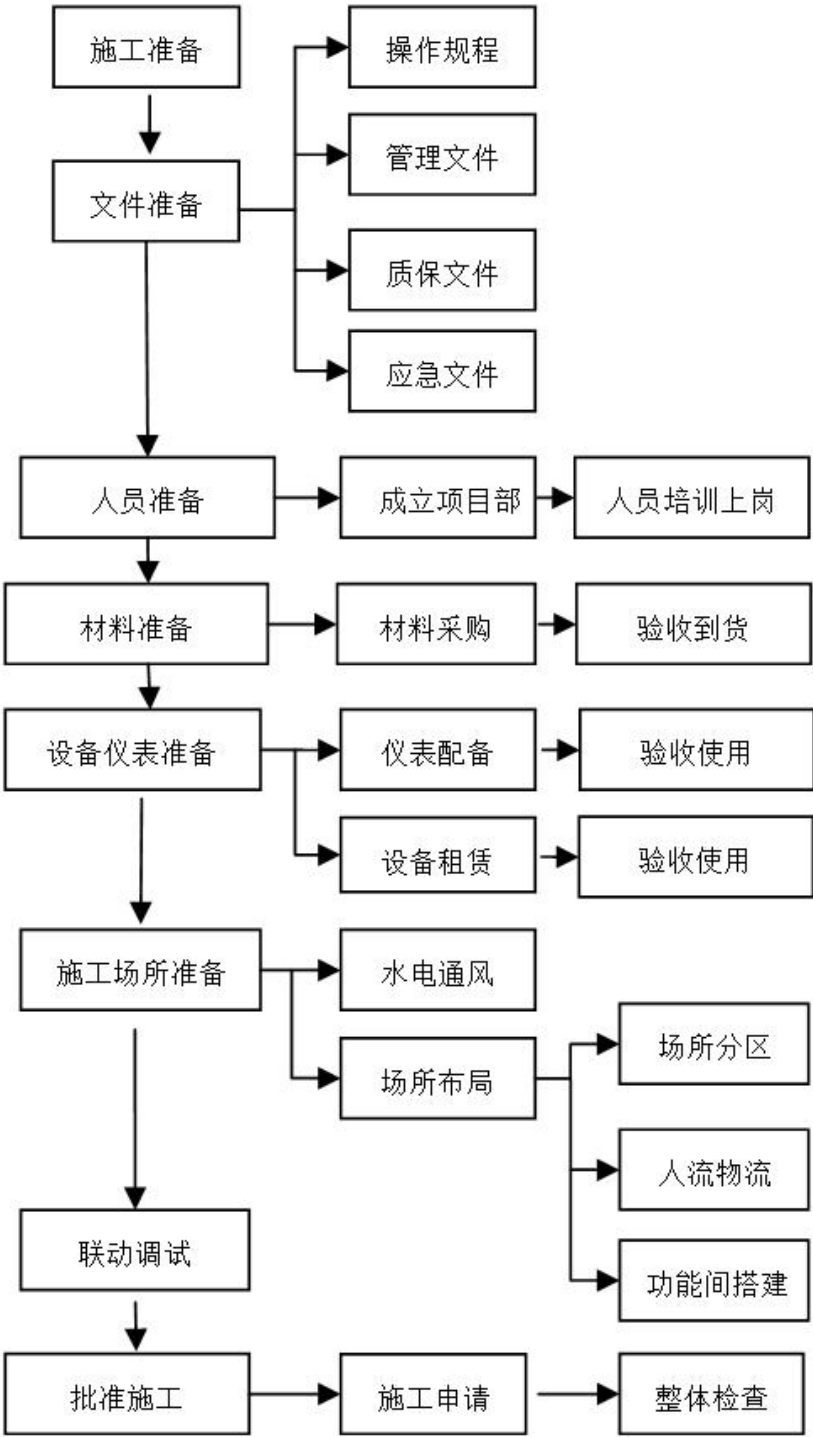


图 5.2-1 施工准备流程

5.2.2.1 文件资料准备

根据项目情况组织人员对项目进行分解，分别编制相关操作程序文件、管理文件、质量保证文件及应急管理文件。

5.2.2.2 人员准备

根据项目情况成立施工项目组，明确职责和分工，配备相应施工人员；组织施工人员并结合项目情况进行专业施工培训，考核合格后上岗操作；收集项目实施人员前 5 年的个人剂量数据，建立项目个人剂量档案，按照个人剂量情况合理分配工作岗位。

组织施工人员参加上岗前放射性体检包含内照射体检，项目施工进行到一半时，组织二次体检，整体项目施工完成后进行一次体检，形成人员健康档案。

5.2.2.3 材料准备

根据项目的源项情况以及施工人员的条件准备相应的施工材料和劳保用品包括：拆除、切割、整备包装材料以及工作服、劳保鞋、呼吸面具、手套等用品。

5.2.2.4 设备仪表准备

依据源项情况描述，需要配备的施工设备，如本工程需要切割机、移动通风设备、手动葫芦吊车以及吸尘器等小型工器具，根据项目施工条件、施工涉及的放射性核素进行选择和应用。

根据项目源项情况选取合适的仪器仪表，并且确认仪表经过有资质的单位进行校核并在有效期内，培训仪表操作人员，使其能够熟练使用仪表。本工程需准备的专业仪器仪表及数量如表 5.2-1。

表 5.2-1 专用仪器仪表一览表

序号	名称	数量	备注
1	α 、 β 表面污染测量仪	2 台	
2	热释光剂量计	30 个	
3	气溶胶监测仪	1 台	
4	便携式 γ 剂量检测仪	1 台	

5.2.2.5 现场分区布置

清理施工场地、划分操作场所，进行施工围挡，安全标识张贴等。

(1) 施工场地进行清理、场地平整

烟囱周围施工场地清理包括去除植被、平整地面、收集地面各种垃圾、移除非污染障碍物，划线标识待处理区域、人流物流通道。

(2) 卫生通过间

172 子项卫生通过间包含更衣间、淋浴间和仪表劳保用品存放间等，工作人员更换工作服后进入现场施工，施工结束通过卫生通过间淋浴后更换家常服离开现场。

(3) 物项临时存放区

焚烧站外左侧设置物项临时存放区，地面铺设橡胶垫防止污染。

(4) 焚烧站内改造

焚烧站内加装移动局排装置及排风管、配电箱及照明、1t 手动葫芦吊运装置。

(5) 工作区标示：宣传标语，各分区张贴相应的宣传标语、工作区外围张贴安全警示标语，实施单位的形象标识等，监督区张贴工作方针、服务宗旨、核环境治理等宣传标语；控制区墙壁张贴重要的作业规程和安全警示标语；其他各功能性房间粘贴相应的管理规定条例。

5.3 具体实施方案

5.3.1 焚烧站内主要设备退役方案

5.3.1.1 拆除原则

工艺设备拆除、拆卸以利用原有设备和采用传统处理方法为主，主要采用人工或半机械化操作。

管道及阀门的拆除应从小直径的、污染轻的开始，再拆除大直径

的、污染的和污染重的。

设备的拆除顺序为：依照由外向内、先上后下、先小后大、从污染轻的设备向污染重的顺序进行拆除。

为防止拆除过程中放射性物质泄漏和交叉污染，拆除下来的管道、阀门和设备经检测后及时将管口密封，按污染水平高低和处理处置去向分类、分区暂存或外运。

施工拆除前先对设备、管道、地面等外表面进行吸尘，每次作业前先进进行打扫，防止拆除过程中灰尘乱飞，减少对工作人员的职业伤害。

5.3.1.2 退役方案

焚烧站内退役拆除的设备主要有：供料小室、热解炉、燃烧室、燃烧炉、出灰小室、翅片散热器、套管散热器、布袋过滤器、文丘里、填料塔、除沫器、汽水分离器等。

拆除前准备：拆除前，施工单位需编制施工方案，搭设操作平台，搭设吊装脚手架等。拆除前对地面、管道外表面、设备外表面进行吸尘去污处理。

拆除顺序：先拆除与设备相连的工艺管道、仪表和电气，然后拆除与设备相关的支架。设备拆除首先根据设备规格、重量，在拆除过程中应做好临时支撑加固和保护措施，在设备拆除前对设备的管口进行封闭，防止污染扩散。拆除的设备吊装至一层包装位并进行检测，为防止放射性物质泄漏对拆除设备进行表面污染监测，监测后若 $\alpha \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ，可申请解控；若表面污染 $\alpha > 0.8\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta > 0.8\text{Bq/cm}^2$ ，则用塑料包裹运往公司 110 子项进行去污切割，使表面污染水平满足 $\alpha \leq 25\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 40\text{Bq/cm}^2$ ，装入钢箱后暂存在 110 子

项，然后集中送往 710 厂熔炼。

（1）热解炉退役方案

热解炉共 1 台，主要由进料装置、炉体和出灰装置三部分组成，加料段由加料小室、两道气动闸板阀、斜管组成。热解炉分布在二层、三层（三层平台标高为 6m），出灰小室设在一层，其中，炉体单台重超过 0.5t。

拆除顺序：开启排风机对操作现场空气进行置换；断电，并拆除与设备相连各类线缆；拆除手套箱；拆除与设备相连的各工艺管线；拆除底部翻灰阀、灰仓、扇形阀和出灰小室；拆除活动炉排、翻灰板、点火装置、炉顶设泄爆器；最后拆筒体。

拆除作业前将吊车站好位，将拆除吊装使用的钢丝绳挂好，拆除热解炉连接的螺栓，拆除时对需要切割的部位，按所划的拆除切割线进行，对拆除的设备吊装至一层包装位，为防止放射性物质泄漏对拆除设备进行检测后用塑料进行包裹，送至 110 子项去污切割处理。

（2）燃烧炉拆除

燃烧炉外形尺寸为 1870×970×1500mm，材质为高温耐热钢。

拆除程序：拆除与设备相连的各工艺管线；拆除燃烧嘴，电加热器；拆下燃烧炉两端部及下部手孔盲板；拆除炉体；拆下地脚螺栓；将拆下的装置部件监测并用塑料布包裹，以防有害物质露出，送至 110 子项去污切割处理。

（3）淋洗填料塔、文丘里洗涤器拆除

程序：拆下淋洗填料塔顶部及下部手孔盲板，掏出填料用塑料袋进行收集，存放于指定地点；拆下填料塔地脚螺栓；将拆下的填料塔各进出口法兰用塑料布包裹，以防有害物质露出，送至指定地点。

（4）袋式除尘器拆除

程序：拆除箱体两侧壁上的进气管、出气管，将除尘器顶盖打开，取出骨架及除尘布袋，在空地將布袋与骨架分开，用塑料袋分类进行收集，存放于指定地点；再拆除除尘器本体，以防有害物质露出，送至指定地点。

（5）其它设备拆除

电气系统拆除部分包括高、低压配电柜（屏），变压器、母排，动力箱、配电箱、各类控制器、箱、盘以及盘上电气元件，基础槽钢、角铁、扁钢以及电缆保护钢管，各种规格电缆、电线等。因供电设备布置在配电间及远离污染的区域，较少受到污染，故该部分拆除按常规物项进行拆除。

自控仪表系统拆除部分包括各类一次检测仪表、二次显示及控制仪表，各类控制箱、盘、柜，分析检测仪器、仪表等。由于一次检测仪表及部分分析仪器直接与物料介质接触，因此该部分拆除按沾污物项进行拆除。

临时供电系统及排风系统、临时照明系统在其他工艺设备、管道拆除。

（6）钢平台及支架切割

钢平台擦拭去污后进行切割工序。目前成熟的技术主要包括热切割、机械切割等。热切割技术主要的切割方法有气体切割、电弧切割、激光切割和等离子弧切割，主要利用集中热能將材料熔化后分离，可以切割较厚的金属，广泛应用在工业部门中金属材料下料、零部件的加工、废品废料解体以及安装和拆除等。

本工程钢平台切割采用氧乙炔切割方式，切割作业时，采用局部

真空吸尘装置处理来减弱和消除其影响。切割形成的金属废物擦拭后进行表面污染监测，如果表面污染 $\alpha \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ，可申请解控；若表面污染 $\alpha > 0.8\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta > 0.8\text{Bq/cm}^2$ ，则用塑料包裹运往公司 110 子项进行去污切割，使表面污染水平满足 $\alpha \leq 25\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 40\text{Bq/cm}^2$ ，装入钢箱后暂存在 110 子项，然后集中送往 710 厂熔炼。

5.3.2 烟囱退役方案

该烟囱为砖砌结构，高度为 30m，设有爬梯到顶部，根据源项调查报告，烟囱内表面污染水平接近于清洁解控水平，烟囱内主要污染部位灰渣比活度为 0.014Bq/g ，烟囱拆除的灰渣可作为解控废物处理。结合烟囱周围环境条件及安全性、经济性等综合因素，拟采用人工拆除、去污的退役方式。

（1）拆除准备工作

对烟囱结构情况及周围场地、道路等环境作深入排查；在拆除作业的四周做好维护，拆除作业不得超出此范围。准备工器具；安全技术交底，人员培训。拆除前施工单位编制专项施工方案，对脚手架的搭拆进行论述。

（2）拆除程序

利用电镐、大锤、凿子等工具从上至下逐层拆除，拆除产生的渣块将全部由烟囱内向下倾落，下部原出渣口用作渣土向外掏运的出口。施工顺序：施工前准备→搭设脚手架→安装滑轮组调运材料→保险钢丝绳定位→操作平台搭设→拆除避雷针→拆除烟囱（拆除物由烟囱内部下落）→操作平台下移至另一施工面→定位→拆除至地面，清理现场。脚手架随建筑物、构筑物的拆除进程及时安排拆除。拆除前应对下层脚手架及拉攀作稳固检查。

施工时，空压机放置于适当位置，然后人工手持风镐站在脚手架平台上，开始由上至下破碎拆除；破碎拆除施工时应尽量由外向内拆，尽量控制全部渣块由烟囱内部向下倾落；混凝土剔除后露出钢筋后用气割切断；脚手架高度随着烟囱高度降低而降低，底部渣块积累到一定程度后向外掏运渣块。

(3) 烟囱拆到底部基础时应对其表面进行污染监测，若表面污染监测结果达到吗清洁解控限值要求，即总 $\alpha \leq 0.8 \text{ Bq/cm}^2$ ，总 $\beta \leq 0.8 \text{ Bq/cm}^2$ ，无需进行去污处理；若监测结果达不到清洁解控水平，拆除后的废物装入放射性废物桶或专用包装桶，运往公司 160 子项暂存。

5.3.3 放射性污染土壤治理方案

对焚烧站外四周土壤进行污染检测，确定污染范围、污染深度，主要采取人工挖掘的方法对污染热点进行铲除。为加强废物的分拣分类，在去污时，将分层进行去污：每 10cm 深作为一层，土壤去污深度按最浅 30cm，最深处 50cm 设定，如有需要，局部可加大去污深度。具体实施工序如下：

(1) 依据污染分布图，对场地区域杂草，及其它物品清除，对没有污染的就近堆放，对污染的按污染程度进行收集；

(2) 对污染区域进行复测、网格划分、标识、登记；

(3) 将污染区域周边采用塑料布进行保护；

(4) 施工人员利用铁锹、镐等挖掘工具对污染区域进行开挖，每次挖掘深度为 10cm；

(5) 原地将挖取出的污染土、渣石等用双层编织袋统一收集，每个编制袋都进行编号，并对装袋过程进行记录；

(6) 用小推车分批将收集好的双层编织袋运往指定存放处；

(7) 采集样品分析确定是否需要继续去污；

(8) 重复上述步骤，直到去污到标准要求。

5.3.4 安全保障和防护措施

(1) 拆除工作开始施工现场设立警戒线，拆除前组织所有有关人员熟悉现场设备、管道情况，熟悉施工方案，拆除前必须进行必要的安全培训；进入拆除现场施工人员必须佩带安全帽，2m 以上高空作业必须佩戴安全带；拆除使用的工具必须符合安全规定，特别是吊装用的机、具、索必须安全可靠。

(2) 吊装起重作业人员必须持有有效上岗证，吊装前熟悉吊装方案，吊装现场设安全警戒线，非有关人员不得进入吊装现场；保证设备的吊点、吊耳安全可靠，专人指挥、合理配备吊装。

(3) 本工程钢平台采用氧乙炔切割技术，作业时会产生放射性气溶胶、气割烟尘等，为防止污染扩散在切割现场设通风过滤装置，可有效降低现场空气场所中有害物质的浓度及放射性气溶胶浓度，减少对工作人员的危害。

(4) 制定施工程序和操作规程，划分作业场所，设置警戒线和警示标志，指定人流和物流通道，人员经过技能培训和安全生产培训，作业人员佩戴防护用品规范操作。

(5) 焚烧站内设临时照明、通风过滤系统，工作人员进入施工现场前启动通风净化装置，穿戴防护服，佩戴呼吸面罩、个人热释光剂量计进行工作。

(6) 退役过程中，辐射监测包括工作场所、表面污染水平等；工作人员佩戴个人剂量计，并在卫生出入口处，设 α 、 β 手脚表面污染仪，对工作人员进行表面污染监测。为退役过程废物分类收集整备等管理、

人员防护、环境保护等提供依据，并及时发现污染，采取去污等缓解措施。

(7) 施工现场内对动用明火实行严格的消防安全管理。严禁使用明火；特殊情况需要动用明火的，应按《动火作业管理制度》办理动火审批手续后，方可动火。现场配备消防器材应符合《建筑灭火器配置设计规范》的要求，要有明显标志，并经常检查、维护、保养，保证消防器材完好有效。施工现场的消防器材和设施不得埋压、圈占或挪作他用。

(8) 个人防护

操作人员均穿戴个人防护用品（包括工作服、口罩、手套、鞋套等），佩带安全帽。另外，工作中不得随意换班，超时工作。

(9) 培训

从事焊接切割操作人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训考核，取得特种作业操作资格证书方可上岗作业；废物整备的工作人员应进行辐射防护培训，并佩戴个人剂量计且能熟练操作。

5.4 退役过程中的废物产生与管理

本项目实施过程中产生放射性固体废物、切割烟尘、施工扬尘、施工机械噪声、施工人员的生活污水和生活垃圾等。废物管理遵循以安全为核心、最终处置为最终目标的基本原则。根据废物最小化原则，及时检测污染水平，应按照废物污染水平、去向及时分类收集、清运，避免交叉污染。

①放射性废气主要是钢平台切割烟尘以及设备拆解后残留放射性物质的逸散，经过滤器净化后达标排放；

②放射性废水主要是表面污染水平较高的金属设备、管道在公司

110 子项清洗去污过程产生的废水，废水进入铵盐沉淀、硅胶塔进行吸附处理，硅胶吸附后的铀浓度合格尾液，排往 111 子项去氟处理。

③退役过程中废弃的工作服、口罩、手套、过滤器滤膜等放射性固废，分可燃废物及不可燃废物装入 200L 钢桶后，在中核建中公司 160 子项分类暂存后外运并处置。

④非放射性废气主要烟囱拆除过程中产生的施工扬尘，施工作业场所四周设置密实围网，及时检测、分拣、整备废物和清运建筑垃圾，防止废物在现场存放过程对环境的污染。

⑤作业人员生活废水主要是淋浴废水，排入公司现有的生活污水管网。

⑥生活垃圾：集中收集到指定位置统一处理。

5.5 终态特性调查

本工程退役后焚烧站作为放射性废物暂存库有限制使用，本工程完成后，对焚烧站进行表面污染水平监测。焚烧站内污染水平为：

(1) 厂房地面、墙面、顶棚表面污染水平： $\alpha \leq 4\text{Bq/cm}^2$ ， $\beta \leq 4\text{Bq/cm}^2$ ；

(2) 外照射辐射水平为： $\leq 0.5\mu\text{Sv/h}$ ；

(3) 厂房内放射性气溶胶污染水平： $\alpha \leq 0.05\text{Bq/cm}^3$ 。

对焚烧站外烟囱拆除后场地土壤进行去污，土壤内剩余放射性物质的活度小于 0.3Bq/g （去除本底），场地达到无限制使用。

焚烧站外部分污染土壤进行去污，场地整治后达到有限制使用，土壤内剩余放射性物质的活度小于 1Bq/g （去除本底）。

5.6 场址清理和恢复

在退役工作完成后，由相关单位进行测量，确定去污达到标准后

恢复场地。现场全部完成后收集资料，申请竣工验收。

5.7 退役过程中辐射安全措施

（1）辐射工作场所分区

本工程施工区域周围搭建施工工程围挡，根据 GB18871-2002 的分区原则，本次退役治理物项主要为表面污染，污染程度很低，只有极少的含铀放射性废气，结合本工程的施工工艺，辐射工作场所按监督区进行管理，并设置电离辐射标志。

（2）气流组织

本工程设通风过滤装置，可有效降低现场空气场所中放射性气溶胶浓度，减少对工作人员的危害。

（3）人员进出控制

为防止交叉污染，作业人员穿戴个体防护用品进出辐射工作场所：

入口→脱家常衣服→穿现场工作服→工作场所→剂量测量（全身污染测量）→脱现场工作服→淋浴→穿家常衣服→离开。

（4）物流控制

为防止污染扩大，本次退役中产生的废物等出入由专人负责，经登记清点后运出，运出的物品必需经过表面污染监测，废物进出由 A 轴线、3~4 轴线之间的出入口进行。

（5）个体防护

工作人员穿戴全身密封防护服，佩戴呼吸面罩、个人热释光剂量计和个人剂量计进行工作。

（6）工作场所污染水平控制

设备拆解主要采用磨切机拆解，尽量减少热切割操作，拆解前对表面污染进行擦拭去污，采用工业吸尘器及时清理残余废物及切割产

生的粉尘。及时检测表面污染水平，应按照废物污染水平、去向及时分类收集、清运，避免交叉污染。

（7）辐射监测

退役期间辐射监测包括工作场所气溶胶、表面污染水平、 γ 剂量率、放射性废物表面污染水平等；工作人员佩戴个人剂量计，并在卫生出入口处，设 α 、 β 手脚表面污染仪，对工作人员进行表面污染监测。

（8）辐射安全管理

① 设立辐射防护管理机构，并配备具有资质的人员。

② 辐射工作场所设置明显的电离辐射安全标志和安全警戒线，控制人流和物流进出辐射工作场所。

③ 工作人员持证上岗，明确个人安全职责，掌握退役项目实施操作特点、辐射防护措施及事故应急救援措施。

④ 工作人员必须正确穿戴工作服、工作鞋、工作帽、特殊口罩等个体防护用品进入作业场所。

⑤ 对辐射工作人员进行个人剂量监测，建立个人剂量档案。

⑥ 事故应急措施：根据事故分析制定事故处理规程，编写应急预案。对各个岗位的人员进行培训，掌握安全操作规程，在事故发生时能够及时进行应对和处理。

⑦ 及时清理、收集生产过程中产生的废物，对污染工作场所及时清扫、擦洗。

⑧ 严格按照辐射监测大纲进行工作场所、个人剂量监测。制定作业规程，合理安排作业时间，工作中不得随意换班，超时工作。

5.8 应急计划

本工程实施过程可能发生火灾、排风系统失效等事件，为缓解事

故后果，保障工作人员、公众和环境的安全，须制定应急计划。

5.8.1 应急组织

(1) 环境事件应急组织

本工程实施应急管理应纳入中核建中公司的应急预案体系。中核建中公司应急组织机构见图 5.8-1。

一旦发生突发环境事件，由应急领导小组负责统一协调指挥突发环境事件的应急响应工作，各应急小组按照各自职责，做好突发环境事件的应急救援工作。

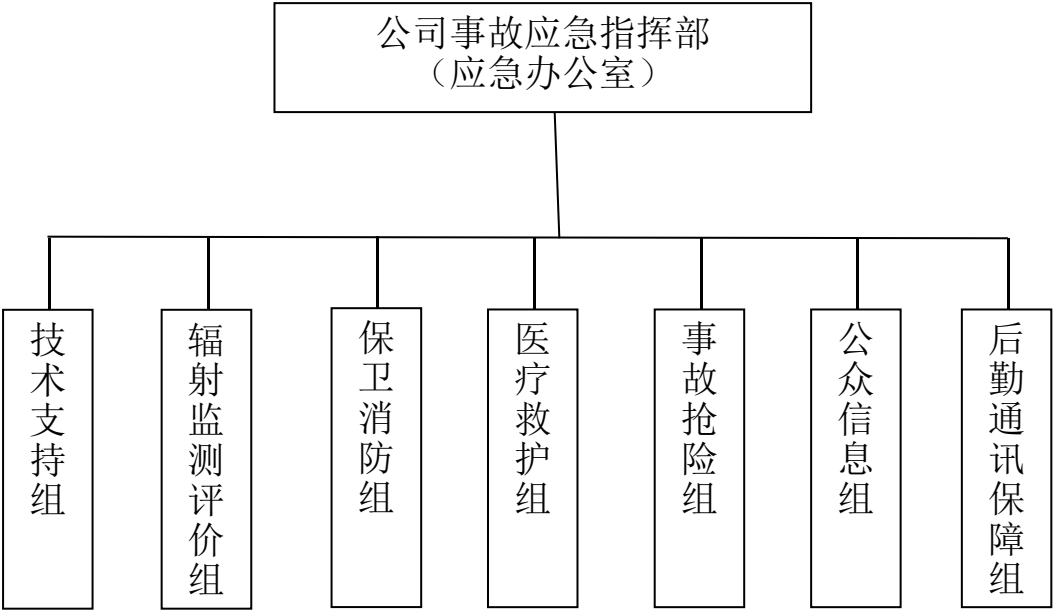


图 5.8-1 公司应急组织机构图

5.8.2 事故预防和应对措施

(1) 制定科学合理有效地放射性事故应急预案。根据事故的大小划分不同的应急状态，如应急待命、厂房应急等。

(2) 工作之前，严格检查操作人员的防护用品穿戴是否合规。对操作人员实施上岗培训，使其熟知作业程序及现场状况，并在作业过程中监管其操作过程。

(3) 进行挖出地面土壤采取洒水降尘措施、监测放射性气溶胶浓度。

(4) 对放射性退役设备、运输车辆要及时检查维修、确保运行可靠。

(5) 在本工程各个实施阶段都需要对工作场所进行放射性监测，确保工作人员的安全。

(6) 实施过程中，避免在雨季及其他不利天气状况下施工。

5.8.3 事故分析

(1) 火灾

本项目存在火灾隐患的风险点主要有：

①退役过程中，擦拭设备、管道所用的棉织物，存在一定的火灾隐患。

②退役实施阶段，用电设备及供电线路因为绝缘失效、短路、过电压等原因可能存在电气火灾。

③人为因素，如违规操作、吸烟等引起的火灾事故。

火灾事故下，需要消防人员和防护评价组按程序执行应急程序。

(2) 施工过程中可能发生电气伤害、机械伤害、高处坠落、物体打击、车辆伤害等工业安全事故，可能造成人员烧伤、割伤、摔伤、砸伤等危害。

5.8.4 事故预防和应对措施

5.8.4.1 事故预防

(1) 制定科学合理的施工方案及安全技术措施，针对潜在的事故制定应急预案。

(2) 工作之前，严格检查操作人员的防护用品穿戴是否合规。对操作人员实施上岗培训，使其熟知作业程序及现场状况，并在作业过程中监管其操作过程。

(3) 土壤挖取过程中，采取洒水降尘措施、监测放射性气溶胶浓度。

(4) 对退役设备、运输车辆要及时检查维修、确保运行可靠。

(5) 在本项目各个实施阶段都需要对工作场所进行放射性监测，确保工作人员的安全。

(6) 实施过程中，避免在雨季、5 级以上大风及其他不利天气状况下施工。

5.8.4.2 火灾事故应急措施

(1) 应急响应启动

事故发生后，事故单位将事故发生的时间、地点、原因、种类、影响范围、严重程度、人员伤亡情况、前期处理、发展趋势等基本情况通知公司应急办公室，并根据实际情况请求有关部门支援。

(2) 事态监测与评估

监测地点包括事故现场、下风向区域、人员撤离路线、人员安置点等。监测与评估的内容包括气象条件，事故规模及影响边界等。

(3) 补救行动

当发生火灾时，现场目击者应立即就近用灭火器将其扑灭，如火势较大，自己难以扑灭，应采取最快方式向应急办公室和消防抢险组报警。事发现场人员和抢险人员应尽快切断火场附近的电闸及重要用电设备，以免引发电气着火。

应急指挥部接到火警后立即启动火灾事故应急预案，通知消防保卫组，设置现场外围警戒，保护好火灾现场。消防队到达现场后，扑

救火灾由消防队统一组织实施。

（4）防护行动

火灾发生时，首先应疏散被火势围困的人员。消防员和火险发生部门人员必须穿戴消防防护用品，在应急指挥部统一指挥下进行抢险。

（5）医疗救护

发生火灾事故后，在应急指挥部的统一指挥下，实施医疗应急救援行动：首先将伤员迅速撤离至安全地带，同时拨打 120 急救电话，及时转送到周边医院治疗，同时做好所需资料和伤员登记。

（6）扑灭后，应组织相关部门将现场报警和灭火系统恢复至正常状态，清理消防器材，及时更换、补充消防器具。

5.8.4.3 其它工业安全事故应急措施

（1）发生起重伤害、机械伤害、高处坠落、车辆伤害、触电等事故时，第一目击者立即呼救，现场人员立即停止现场作业。采取绝缘手段，即安全立拉开电源开关或拔除电源插头，或用有绝缘柄的电工钳或有干燥木柄的斧头切断电源，断开电源。

（2）现场人员立即拨打急救中心电话，并并向当班负责人和应急办公室报告现场情况。

（3）应急总指挥或者当班负责人根据应急预案及机械伤害事故严重程度确定救援方案，由医学救护组协助进行救援。一般性外伤，迅速包扎止血等救援；发生肢体损伤时，须应尽快将伤者送往医院，或者拨打 120 送往医院接受检查、治疗。

（4）消防保卫组根据现场环境利用锥形交通桶封闭现场，拉好警戒带，保护好现场。

(5) 应急抢险组要采取防止事故扩大的措施，做好人身事故的救护和救援的经费保障工作，并应派专人严格保护事故现场，未经调查和记录的事故现场，不得任意改动，妥善保存现场重要痕迹、物证

(6) 将伤者抬至安全区域进行抢救，并拨打 120 送往医院接受检查、治疗。

(7) 事故应急终止并恢复后，应查找原因并及时修正，防止事故再次发生。

5.9 质量保证

(1) 质量保证的目的

质量保证的目的：使退役施工达到安全退役、保护环境、退役废物正确分类、正确整备包装、安全运输、安全贮存、场址有限制使用。

(2) 组织机构及职责

公司安全环保部主要承担公司日常环境管理、体系运行、监督检查、危废管理、环境监测、建设项目环境影响评价等工作。

项目实施期间役项目实施期间安防环保处负责施工过程安全监管工作，组织开展工作场所、流出物及环境监测工作，监督检查职业安全、职业病防护设施和环境保护设施“三同时”贯彻落实情况。负责组织放射性物品运输辐射监测工作，负责开展核事故应急准备工作。

退役工程主管领导对退役工程质量负有全责，是退役工程质量保证工作的宏观调控者。负有贯彻执行有关质保方针、政策、条例、指示，执行退役工程有关专用控制值、施工执行限值，组织检查工程质量，处理重大工程质量事故和问题的责任。

工程管理部主任负责执行退役领导组有关质保工作的指示、决定，编制、审核退役工程的质量管理文件，协助退役领导组处理重大工程

质量事故和问题的责任。

施工单位质保小组要贯彻执行退役领导小组关于质量保证的文件、指示，执行退役工程执行标准和限值，对本单位退役施工质量负责，在本单位内落实质保责任制，组织制定本单位的质量保证工作计划，定期召开质量分析会，组织实施纠正措施的责任。

各施工小组设立的质保员负责监督、检查本小组施工质量，对不符合项及时提出批评、建议和改进措施并协同施工人员进行纠正活动。

分析、监测质保员对样品采集、前处理、样品保管、监测、分析等方法、步骤、数据负有直接监督检查责任，并负有整理、报出、归挡各类数据，负责监督、检查样品的外检，测量仪器仪表的校核等工作。

（3）质量保证要点

①退役项目实施过程的质量控制要点

退役施工过程的质量控制要点是：设备拆除、去污；建筑物表面去污；设备、管道、排风系统的拆卸、解体、去污等；污染废钢铁的去污；退役放射性废物的整备和转运收贮；建筑垃圾的监测与填埋等；污染土壤的开挖、检测、整备和回填。

②质量控制方式要点

辐射监测和分析是质量控制的主要方式，它贯穿于退役项目的全过程。辐射监测和分析质量控制要点是确保数据的代表性、可靠性和完整性。质量控制要点的内容是采样方法的选择、采样点布设、采样时间与频度的确定、样品的收集、贮存、处理，仪器设备的维护和校核、分析方法、程序的控制，数据的记录、处理和审核，人员的培训及考核。

③质量控制要求

退役施工终结状态下，质量控制要点是焚烧站右侧土壤中 U 残留放射性比活度、建筑垃圾比活度、终态监测数据的统计处理、施工总结报告的编制、退役过程声像资料的整理、原始记录的整理归档等。

6 环境质量现状

6.1 辐射环境本底

6.1.1 监测仪器与方法

中核建中核燃料元件有限公司建厂初期(1967 年 2 月~1968 年 12 月),曾先后对厂区及其周围环境介质(如地面 γ 辐射率、土壤、水体及生物产品中铀等)进行了放射性本底调查,调查的方法如下:

(1) 环境 γ 辐射

监测仪器为 HJY-836-1 型环境 γ 照射量率仪,采用直接测量法,最小探测下限为 $0.1\mu\text{R/h}$ 。

(2) 土壤中铀

监测仪器为光电荧光光度计。采用三烷基氧磷萃取—固体荧光法,最小探测下限为 $0.05\mu\text{g/g}$ 。

(3) 水中铀

监测仪器为 721 型分光光度计,采用分光光度法,最小探测下限为 $2\mu\text{g/L}$

(4) 生物中铀

监测仪器为光电荧光光度计,采用固体荧光法,最小探测限为 $5.0\times 10^{-9}\text{g/g}_{\text{灰}}$ 。

6.1.2 监测结果

本底调查的结果为:

(1) 环境 γ 辐射(未扣除宇宙射线)

- 厂区大门水泥路: 61.5nGy/h ;
- 厂区变电所泥土地: 72.5nGy/h ;

- 生活区七栋楼土地：74.2nGy/h。

(2) 土壤中铀含量

- 厂区：34.3Bq/kg;
- 钢厂：26.4Bq/kg;
- 农科所：22.9Bq/kg;
- 江对岸：42.2Bq/kg;
- 新村（对照点）：22.9Bq/kg。

(3) 水中铀浓度

- 金沙江水： 1.91×10^{-2} Bq/L;
- 金沙江钢厂： 1.67×10^{-2} Bq/L。

(4) 生物产品中铀含量

- 甘蔗： 0.74×10^{-2} Bq/kg;
- 萝卜： 0.89×10^{-2} Bq/kg;
- 茄子： 1.14×10^{-2} Bq/kg;
- 白菜： 1.12×10^{-2} Bq/kg;
- 大米： 1.04×10^{-2} Bq/kg;
- 鱼肉： 3.84×10^{-2} Bq/kg;
- 鱼骨： 4.29×10^{-2} Bq/kg。

6.2 环境质量现状

6.2.1 主要核设施及流出物排放控制

中核建中公司区主要核设施包括铀化工转化车间、化工回收车间、UF₆原料库房、芯块制备车间、燃料棒及组件加工车间以及三废处理设施等。

- #### (1) 正常运行时，放射性气载流出物经多级净化过滤后由烟囱排

入大气，公司对各烟囱的流出物进行了监测，2016~2018 年各烟囱监测结果见表 6.2-1。

表 6.2-1 各烟囱放射性气载流出物排放量统计结果

子项编号（烟囱高度）	放射性气载流出物年排放量，Bq/a			备注
	2016 年	2017 年	2018 年	
222 子项（80m）	1.25E+07	6.07E+07	5E+07	
900 子项（25m）	2.15E+06	1.22E+06	1.7E+05	
110-1 子项（25m）	1.3E+06	1.4E+06	2.24E+05	
110-2 子项（25m）	1.61E+06	5.46E+06	2.26E+06	
1103 子项（80m）	2.02E+06	8.32E+05	3.8E+05	
124 子项（26m）	1.51E+06	1.25E+06	1.65E+05	
主工艺（60m）	2.5E+06	1.97E+06	2.53E+06	
1103 子项（25m）	4.26E+06	6.01E+06	1.83E+06	
合计	2.79E+07	7.81E+07	5.76E+07	

（2）正常工况下，液态流出物主要来自化工转化生产线，其次来自粉末冶金和组件制造生产线。主工艺生产线废水经 110 子项铵盐沉淀、硅胶吸附、111 子项石灰乳脱氟、蒸氨及 112 子项多级澄清，在 112 子项池最后一级盛满度达 80% 时，经监测合格后槽式排放，经由 2#总排放口排入金沙江。2016~2018 年 2#排放口监测结果见表 6.2-2。

表 6.2-2 2#排放口液态流出物中放射性铀监测结果

监测项目		2016 年	2017 年	2018 年
废水排放量（m ³ ）		25485	69964	64254
铀排放量(kg)		0.343	0.9731	0.9092
排放浓度 (mg/l)	最大值	0.0481	0.041	0.0413
	最小值	0.00109	0.0026	0.00265
	平均值	0.0136	0.0132	0.014
归一化排放量(Bq/100tU)		5.52E+06	1.48E+07	1.36E+07

由表 6.2-1、表 6.2-2 监测结果可知，正常运行过程中，气载流出物排放量低于现有 800t 生产线批复的排放总量（8.28E+08Bq/a）；液态流出物排放量低于现有 800t 生产线批复的排放总量（8.80E+08Bq/a），废水中铀排放浓度低于《铀加工与燃料制造设施辐射防护规定》

EJ1056-2005 中的总排出口的控制浓度 $50\mu\text{mg/L}$ 。

根据《中国核工业三十年辐射环境质量评价文集》(续),中核建中公司 1970 和 1971 年通过气载途径排放的铀量最大,均为 $6.07 \times 10^8 \text{Bq}$, 其所致居民最大个人年有效剂量为 $1.76 \times 10^{-6} \text{Sv}$, 最大个人剂量位于 E 方位 1.5km 处;各种途径的贡献额为:吸入途径 99.2%、食入途径 0.76%、地表沉积途径 0.03%;关键核素为 ^{234}U , 其所致个人有效剂量占最大个人有效剂量的 79.0%。与气载流出物对周边居民的影响相比,液态流出物对排放口下游居民的影响很小,可以忽略不计。

由历年监测结果可知,公司正常生产过程中排放的气载放射性总量均小于 1970 和 1971 年。可见在正常工况下,公司对周边环境的影响是可以接受的。

6.2.2 辐射环境质量现状

中核建中公司安防环保处负责对周围辐射环境进行监测,监测内容为空气、水、底泥、土壤、生物样品中的铀浓度。

(1) 监测布点

环境空气、水、生物、土壤等采样布点图见图 6.2-1。其中,东、西两个空气监测点采用 24 小时连续采样,其余点采用间断采样方法,西北方向为上风向对照点;动植物及土壤监测布点参考空气采样布点。

(2) 环境监测方案见表 6.2-3。



图 6.2-1 周围环境监测布点图

表 6.2-3 环境监测方案

监测 介质	监测 项目	取样地点			取样 频率	监测方法 (监测仪器)	方法灵敏度 或测定下限	方法标准	备 注
		采样点	方位	距源项距离 km					
大气	长寿命总α	厂 区： 207# 监测区：柏溪	E W	0.1 1.0	1 次/月 1 次/月	衰变法+闪烁计数法 (α闪烁测量装置)	2×10 ⁻⁷ Bq/l	Q/LHB3-300-94	2#泵房、钢厂空气连续取三天 (其中季度样在每季度的第一月监测)
	空气中铀	钢厂 1#门	NE N	3.0 0.3	1 次/月 1 次/月	液体荧光激光法 (MUA 型微量铀分析仪)	7.5×10 ⁻¹¹ g / m ³	GB12377-90	
		厂址边界	W	0.3	1 次/月				
		江对岸	SSE	1.0	1 次/季				
		对照区： 少鹅湖	NW	10.0	1 次/季				
	沉降铀	厂 区：207# 监测区：柏溪 厂址边界 少鹅湖 钢厂	同上	同上	1 次/月	液体荧光激光法 (MUA 型微量铀分析仪)	水(非)溶性 8.5×10 ⁻³ μg/dm ² (1.2×10 ⁻²)	Q/LHB3-302-94	
	二氧化硫	厂 区：207# 监测区： 七栋楼 钢 厂	E	0.1	1 次/年	甲醛吸收液—盐酸付玫瑰 苯胺比色法 (721 型分光光度计)	1×10 ⁻² mg/m ³	HJ482-2009	每次连取三天，每天取四个样
	二氧化氮		W NE	0.5 3.0		Saltzman 法 (721 型分光光度计)	1.5×10 ⁻² mg/m ³	HJ479-2009	
	氟化物	同空气铀	同空气铀	同空气铀	同空气铀	滤膜、氟离子选择 电极法 (PHS-3 型酸度计)	0.5μg / m ³	HJ480-2009	

监测 介质	监测 项目	取样地点			取样 频率	监测方法 (监测仪器)	方法灵敏度 或测定下限	方法标准	备 注
		采样点	方位	距源项距离 km					
水体	铀含量	柏树溪 224 桥头 马鸣溪码头 高庄桥 天池公园 自来水 柏溪火车站	上游 下游 下游 下游 天然水 井水 地下水	1.2 0.8 1.5 8.0 3.0 1.0	1 次/2 月	液体荧光激光法 (MUA 型微量铀分析仪)	0.03μg/l	GB/T6768-86	采样时间安 排在单月
	氟化物					氟离子电极法 (PHS-3 型酸度计)	0.05mg/l	GB/7484-87	
	总α					蒸发闪烁法 (α闪烁测量装置)	1.64×10 ⁻² Bq/l	Q/LHB3-301-94	
动植 物	铀含量	七栋楼 钢厂 农科所 双河水库	W E NE NE	0.7 0.9 1.0 3.0	1 次/年	灰化—液体荧光激光法 (MUA 型微量铀分析仪)	2.5×10 ⁻² μg/g	GB/1223-2-89	植物样：甘 蔗、茄子、 圆白菜、萝 卜、稻子 小麦 动物样：鱼
土壤	铀含量	同植物采样点	同植物	同植物	1 次/年	液体荧光激光法 (MUA 型微量铀分析仪)	0.3μg/g	EJ/T550-2000	随植物样品 同时采集
	氟含量					氟离子电极法 (PHS-3 型酸度计)	2.5μg/g	GB/T22104-2008	
其 它	γ 剂量率	1#厂大门	N	0.3	1 次/季	直接测量法 (FB3013B 伽马辐射仪)		推荐	

(3) 监测结果

公司安防环保处 2016~2018 年的放射性环境监测结果如表 6.2-4~11, 周围环境监测数据可以看出, 中核建中公司核设施运行过程中, 对周围环境的影响不大, 不同环境介质的监测结果是可接受的。

①厂区周围 γ 贯穿辐射剂量率基本处于宜宾地区的本底范围之内 (26.2~130.0nGy/h)

②空气中的铀浓度和总 α 与对照点无明显差异。排放口上游及下游的金沙江水中铀浓度没有明显变化, 均处于金沙江的本底范围之内: 0.12~1.9 μ g/L。

③根据宜宾地区土壤中天然放射性核素比活度的调查结果, ^{238}U 的均值范围为: 8.3~66.5Bq/kg, 约相当于天然铀均值范围 0.66~5.28mg/kg, 因此, 土壤中铀含量处于宜宾地区一般土壤水平。

④根据我国正常地区食品中天然放射性核素比活度调查结果, 天然铀比活度范围为 8.4~690.0 $\times 10^{-3}$ Bq/kg, 厂区周围环境生物样品中铀含量均在食品中天然铀比活度正常范围之内。

表 6.2-4 1#厂大门 γ 贯穿辐射剂量率 (μ Gy/h)

年份	监测范围值	平均值
2016	0.08~0.11	0.10
2017	0.08~0.13	0.10
2018	0.05-0.18	0.10

表 6.2-5 2016~2018 年环境空气中铀浓度监测结果 ($\times 10^{-6}$ mg/m³)

监测点	监测时间	样品数	最大值	最小值	均值
厂区 207# E0.1km	2016	12	2.96	0.1	1.7
	2017		2.37	1.06	1.44
	2018		4.76	0.428	2.34
监测区柏溪 W1km	2016	12	1.1	0.27	0.52
	2017		0.75	0.171	0.365
	2018		1.85	0.151	0.588
监测区钢厂	2016	12	1.82	0.18	0.62
	2017		0.763	0.226	0.386

监测点	监测时间	样品数	最大值	最小值	均值
NE3km	2018		1.64	0.204	0.694
1#大门外 N0.3km	2016	12	2.51	0.11	1.38
	2017		1.84	0.773	1.33
	2018		5.63	0.618	2.5
江对岸 SSE1km	2016	4	1.34	0.35	0.87
	2017		1.82	0.999	1.25
	2018		3.92	0.967	1.93
对照区少娥湖 NW10km	2016	4	1.67	0.34	0.82
	2017		1.84	0.773	1.33
	2018		7.92	1.07	2.84
监测区厂址边界 WW0.3km	2016	12	6.68	0.12	2.1
	2017		6.91	0.375	1.97
	2018		9.33	0.36	3.23

表 6.2-6 2016~2018 年环境空气总 α 浓度监测结果 ($\times 10^{-4}\text{Bq/m}^3$)

监测点	监测时间	样品数	最大值	最小值	均值
厂区 207# E0.1km	2016	12	23.2	1.82	14.5
	2017		22.9	3.86	13.7
	2018		38.3	5.87	20
监测区柏溪 W1km	2016	12	10.6	3.64	6.38
	2017		9.76	3	5.82
	2018		9.66	4.7	7.81
监测区钢厂 NE3km	2016	12	20.9	4.33	8.75
	2017		10.5	2.51	6.03
	2018		14.2	4.46	8.71
1#大门外 N0.3km	2016	12	39.7	1.57	13.9
	2017		30.5	8.9	18.8
	2018		28.4	4.82	13.4
江对岸 SSE1km	2016	4	21.2	1.54	11.7
	2017		41.6	6.81	17.1
	2018		17	6.42	12
对照区少娥湖 NW10km	2016	4	20.3	2.08	9.83
	2017		24.8	5.26	16.4
	2018		31.3	4.7	16.4
监测区厂址边界 WW0.3km	2016	12	27.3	1.57	14.5
	2017		40.1	2.5	19.9
	2018		30.3	3.56	17.4

表 6.2-7 2016~2018 年大气沉降灰中铀浓度监测结果 ($\mu\text{g/d} \cdot \text{m}^2$)

监测点	监测时间	样品数	最大值	最小值	均值
厂区 207# E0.1km	2016	12	0.73	0.25	0.45
	2017		0.79	0.224	0.485
	2018		0.49	0.164	0.363
监测区柏溪	2016	12	0.87	0.31	0.48

监测点	监测时间	样品数	最大值	最小值	均值
W1km	2017		0.62	0.103	0.418
	2018		0.61	0.198	0.344
监测区钢厂 NE3km	2016	12	0.72	0.2	0.42
	2017		0.8	0.099	0.396
	2018		0.592	0.171	0.373
对照区少娥湖 NW10km	2016	4	0.51	0.076	0.22
	2017		1.26	0.047	0.31
	2018		0.337	0.063	0.147
监测区厂址边界 WW0.3km	2016	12	0.98	0.43	0.59
	2017		1.15	0.178	0.638

表 6.2-8 2016~2018 年环境水中铀浓度监测结果 ($\mu\text{g/L}$)

监测点	监测时间	样品数	最大值	最小值	均值
柏树溪 上游 1.2km	2016	6	0.94	0.62	0.79
	2017		0.87	0.57	0.74
	2018		1	0.56	0.79
224 桥头 下游 0.8km	2016	6	0.98	0.56	0.77
	2017		0.91	0.54	0.76
	2018		0.99	0.49	0.75
马鸣溪码头 下游 1.5km	2016	6	0.97	0.63	0.81
	2017		1	0.61	0.75
	2018		0.97	0.53	0.76
高庄桥 下游 8.0km	2016	6	0.86	0.66	0.71
	2017		0.95	0.57	0.78
	2018		1.02	0.51	0.73
天池公园 NE3.5km	2016	6	0.7	0.17	0.35
	2017		0.56	0.27	0.38
	2018		0.55	0.06	0.32
自来水	2016	6	1.18	0.92	1.03
	2017		0.64	0.11	0.31
	2018		2.07	0.57	0.98
柏溪火车站	2016	6	0.22	0.06	0.15
	2017		1.63	0.56	0.9
	2018		0.47	0.19	0.33

表 6.2-9 2016~2018 年环境水中总 α 监测结果 ($\times 10^{-2}\text{Bq/L}$)

监测点	监测时间	样品数	最大值	最小值	均值
柏树溪 上游 1.2km	2016	6	10.5	4.36	6.7
	2017		6.6	2.05	5.03
	2018		9.9	1.64	4.86
224 桥头 下游 0.8km	2016	6	8.88	4.09	6.85
	2017		7.61	3.16	5.21
	2018		6.02	2.53	4.12

监测点	监测时间	样品数	最大值	最小值	均值
马鸣溪码头	2016	6	8.52	4.6	6.48
	2017		6.84	1.91	5.15
	2018		9.03	4.26	6.38
高庄桥 下游 8.0km	2016	6	10.9	1.5	6.94
	2017		8.74	2.06	4.8
	2018		8.78	2.5	4.38
天池公园 NE3.5km	2016	6	12.9	6.87	9.03
	2017		9.17	3.96	6.86
	2018		12.8	1.64	7.2
自来水	2016	6	19.6	5.32	10.48
	2017		6.77	2.36	4.14
	2018		12.9	3.02	6.52
柏溪火车站	2016	6	13	2.51	6.57
	2017		13	4.17	6.63
	2018		6.77	1.64	3.45

表 6.2-10 2016~2018 年土壤中铀含量 (mg/kg)

采样地点	农科所 NNE1.5km			少娥湖 NW10km			江对岸 0.5km
监测对象	萝卜地	茄子地	圆白菜地	水稻地	小麦地	甘蔗地	山坡地
2016 年	2.6	2.09	1.81	1.31	0.72	2.08	2.77
2017 年	1.83	0.72	1.8	1.17	2.57	2.9	1.03
2018 年	1.5	1.25	1.16	1.67	1.41	1.34	1.94

表 6.2-11 2016~2018 年动植物中铀浓度 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ 鲜)

采样地点	农科所 NNE1.5km			少娥湖 NW10km			天池公园 NW10km	
监测对象	萝卜	茄子	圆白菜	水稻	小麦	甘蔗	鱼肉	鱼骨
2016 年	0.28	0.25	0.16	0.53	1.25	0.44	0.65	1.99
2017 年	0.26	0.83	0.86	0.39	1.1	0.18	0.13	1.13
2018 年	0.36	0.32	0.57	0.48	1.01	0.3	0.38	1.08

6.2.3 非放射性环境质量现状

中核建中公司排放的非放气态污染物主要来自燃气锅炉产生的 SO_2 、 NO_x 和核燃料元件生产过程中产生的含氟、含氨工艺废气, 监测结果见表 6.2-12。

非放液态流出物主要监测废水中的氟化物、pH 值等, 监测结果见

表 6.2-13。由监测结果可以看出，公司现有设施非放射性污染物排放浓度符合相关标准要求。

厂区空气质量监测结果： SO_2 、 NO_x 、颗粒物等浓度分别为： $0.014\sim 0.0811 \text{ mg/m}^3$ 、 $0.01\sim 0.045 \text{ mg/m}^3$ 、 $0.0685\sim 0.907 \text{ mg/m}^3$ ，满足《环境空气质量标准》GB3095-1996 二级标准要求。

表 6.2-12 非放气载流出物浓度监测结果 (mg/m^3)

子项/烟囱	污染物		2016 年	2017 年	2018	评价标准
80m 烟囱	NO_x	最大值	/	0.432	0.168	240 mg/m^3
		最小值	/	0.156	0.0365	
		平均值	/	0.29	0.094	
	氨	最大值	4.93	5.51	4.89	22kg/h
		最小值	2.08	1.46	1.01	
		平均值	3.28	3.02	2.54	
	氟化物	最大值	0.020	0.550	0.659	9 mg/m^3
		最小值	0.0072	0.005	0.00177	
		平均值	0.014	0.176	0.195	
110-1 子项 /25m 烟囱	氟化物	最大值	0.065	0.144	0.199	9 mg/m^3
		最小值	0.035	0.0252	0.0239	
		平均值	0.051	0.0808	0.0912	
110-2 子项 /25m 烟囱	氟化物	最大值	/	0.083	0.928	9 mg/m^3
		最小值	/	0.0272	0.0465	
		平均值	/	0.0526	0.245	
	NO_x	最大值	/	0.482	0.366	240 mg/m^3
		最小值	/	0.224	0.0532	
		平均值	/	0.344	0.138	
燃气锅炉 /25m 烟囱	SO_2	最大值	19.3	4	1	100 mg/m^3
		最小值	1	0.033	0	
		平均值	6.57	1.04	0.192	
	NO_x	最大值	33	35	63	400 mg/m^3
		最小值	22	1	24	
		平均值	29.5	17.4	36	
	颗粒物	最大值	22.9	26.5	3.29	30 mg/m^3
		最小值	2.74	2.7	1.49	
		平均值	9.48	15.9	1.85	

注：燃气锅炉评价标准执行《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271-2014； NH_3 评价标准执行《四川省大气污染物排放标准》(DB51/186-1993)，氟化物评价标准执行《大气污染物综合排放标准》GB 16297-1996。

表 6.2-13 2#排放口液态流出物中非放监测结果

污染物		2016 年	2017 年	2018 年	评价标准
NH ₃ -N (mg/L)	最大值	1.98	0.65	0.624	15
	最小值	0.2	0.243	0.144	
	平均值	0.39	0.378	0.358	
F (mg/L)	最大值	4.71	0.659	0.528	10
	最小值	0.18	0.208	0.146	
	平均值	0.39	0.322	0.338	
COD (mg/L)	最大值	19.04	22.6	28.2	100
	最小值	9.17	5.51	16	
	平均值	12.91	11.4	17.2	
BOD (mg/L)	最大值	13.16	5.37	14.5	20
	最小值	3.15	0.93	3.63	
	平均值	6.17	3.15	6.19	
SS (mg/L)	最大值	44	46	36	70
	最小值	21.5	21.3	17.5	
	平均值	29.92	28.7	23.6	

注：评价标准执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）。

7 退役过程源项分析

7.1 退役过程中放射性废物的产生与处理

7.1.1 放射性气载废物的产生与处理

(1) 焚烧站内设备拆除过程气载废物的产生与处理

焚烧站内拆除过程工艺系统残存的放射性废物弥散到空气中，为有效控制放射性污染物的扩散，采用真空吸尘设备吸收系统的积灰，并设置移动式通风过滤装置对厂房内的放射性气载废物进行处理。工艺系统积存的放射性废物总活度为 $1.15 \times 10^8 \text{Bq}$ ，保守按 1‰ 即 $1.15 \times 10^5 \text{Bq}$ 进入空气中并通过移动通风过滤装置排入大气，通风设备处理风量为 $2800 \text{m}^3/\text{h}$ ，通风过滤器过滤效率为 99%，拆除过程释放到环境中的总活度为 1150Bq ，排放速率为 12.8Bq/h ，排放浓度为 0.0046Bq/m^3 。

(2) 焚烧站内切割过程气载废物的产生与处理

根据源项调查报告，钢平台及平台支架最大比活度约为 0.44Bq/g 。参照《焊接技术手册》推荐的切割发尘量系数为 $40 \sim 80 \text{mg/min}$ ，本工程采取最大值 80mg/min 进行估算，本工程有 1 台氧乙炔切割机，切割总时间为 20h ，通风设备处理风量为 $2800 \text{m}^3/\text{h}$ ，通风过滤器过滤效率为 99%，则释放到环境中的总活度为 0.42Bq ，排放速率为 2.11Bq/h ，排放浓度为 $7.54 \times 10^{-4} \text{Bq/m}^3$ 。

(3) 废旧金属去污切割岗位气载废物的产生与处理

本退役项目产生的废金属总重约 15t ，总活度为 $3.23 \times 10^7 \text{Bq}$ ，保守假设产生的所有金属均切割成比较规则的物件，废金属比活度为 2.15Bq/g 。参照《焊接技术手册》推荐的切割发尘量系数为 $40 \sim 80 \text{mg/min}$ ，本工程采取最大值 80mg/min 进行估算，本工程储水罐切割总时间约

60h, 切割烟尘产生量为 40~80mg/min (按 80mg/min 计), 切割总时间为 60h, 通风设备处理风量为 5000m³/h, 通风过滤器过滤效率为 99%, 则释放到环境中的总活度为 6.2Bq, 排放速率为 0.103Bq/h, 排放浓度为 2.06×10^{-3} Bq/m³。

则经废气释放到环境中的总放射性活度为:

$$80\text{mg/min} \times 2.15\text{Bq/g} \times 60\text{h} \times 60\text{min/h} \times (1-99\%) \times 1 \times 10^{-3} = 6.2\text{Bq}$$

本退役项目放射性废气排放的气溶胶总活度为 1156.62Bq。

表 7.1-1 放射性废气产生量

源项	活度	产生量 mg/min	排放速率 m ³ /h	时间 h	排放总活度 Bq	排放 方式
拆除焚烧设备	$1.15 \times 10^8 \text{Bq}$	/	2.8E+03	90	1150	6m 高 排气筒
切割钢平台及 支架	0.44 Bq/g	80	1.2E+03	20	0.42	
废旧金属 切割、去污	2.15/g	80	5.0E+03	60	6.2	80m 烟囱排 放
总计					1156.62	

7.1.2 放射性废液的产生与处理

焚烧站拆除的厂房大厅一层连接下灰小室旁过滤器风管及热解炉等总重约 1t, 其放射性污染较高, 拆除后的废金属封存包装运往 110 线废旧金属减容去污岗位进行切割、酸洗、水洗去污, 预计产生废水约 0.7t。其中的沉淀母液直接进入硅胶塔进行吸附处理; 硅胶吸附后的铀浓度合格尾液, 排往中核建中公司 111 子项去氟处理。

7.1.3 放射性固体废物产生与处理

(1) 低放可燃废物

本工程施工过程产生的手套、口罩、工作服、擦拭材料等可燃废物约 1t, 装入 200L 钢桶, 钢桶表面沾污水平控制值: $\alpha \leq 0.4\text{Bq/cm}^2$,

$\beta \leq 4\text{Bq/cm}^2$ ，运输到 821 厂进行处置。

（2）残存的灰样

积存灰样主要为焚烧站一楼下灰小室旁过滤器内滤网、破碎间过滤器滤网、焚烧站一楼下灰小室内灰烬、焚烧站二楼热解炉内积灰、焚烧站 8.4m 平台热解炉内积灰、焚烧站 3m 平台地面积灰、存放在 4# 库房的烟囱底部灰烬共约 42kg，总活度为 $1.15 \times 10^8 \text{Bq}$ 。积存的灰样装入 200L 钢内，钢桶表面沾污水平控制值： $\alpha \leq 0.4\text{Bq/cm}^2$ ， $\beta \leq 4\text{Bq/cm}^2$ ，在中核建中公司 160 废物暂存库存放。

（3）金属废物

本退役项目产生的金属废物主要为供料小室、热解炉、燃烧室、燃烧炉、散热器、出灰小室、过滤器、除尘器、风管等工艺设备及管道、钢平台等，总重约 15t，总活度为 $3.23 \times 10^7 \text{Bq}$ 。

拆除后的设备两端进行封堵并检测包装后运往公司 110 线废旧金属减容去污岗位，将污染废旧金属材料解体、切割成比较规则的小物件，对可压缩减容的小物件通过使用金属液压打包机压缩减容，并对废旧金属进行酸洗、水洗去污，去污后若表面污染水平 $\alpha \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ，可申请解控，获批准后按一般工业固废处理。预计低放废物 3t，极低放废物 5t，申请解控废物约 7t，低放和极低放废物分别装箱暂存在公司 110 放射性暂存库后集中外送至 710 厂熔炼处理。

（4）废过滤器、玻璃橱、陶瓷块等

退役过程产生的不可燃的非金属杂项废物主要有废过滤器、电缆管、玻璃橱、陶瓷块等，总计 511kg，总活度为 $1.61 \times 10^6 \text{Bq}$ 。

废过滤器包装后送往公司 110 子项废过滤器整备线拆解、分拣，经去外包装及振动收料、解体、酸浸、滤芯烘干、滤芯、胶体压缩包

装等工序对废过滤器处理后，滤芯渣装入放射性固体废物钢桶并作减容处理。

玻璃橱、陶瓷块等分类收集，装塑料袋或废物桶，送公司 160 子项废物暂存库暂存后送 821 厂处理处置。

（5）污染土壤

焚烧站外右侧（①轴线左侧）去污退役的污染土壤 10m^3 （约 25t），总活度为 $1.55 \times 10^8\text{Bq}$ ，比活度为 6.12Bq/g ，装入双层编制袋暂存后运输到 821 厂处理。

表 7.1-2 放射性固体废物源项和处理一览表

序号	废物名称	主要物项	污染水平	类别	重量/体积	处理方法	废物去向
1	金属废物	下灰小室、除尘器、焚烧进料口、风管等污染设备及管道、平台等	$\alpha \leq 25\text{Bq}/\text{cm}^2$ $\beta \leq 40\text{Bq}/\text{cm}^2$	放射性废物	8t	拆除切割后进行检测，检测后达到解控水平的经审管部门批准后解控，获批准后按一般工业固废处理；高于解控水平的送往110子项进一步解体、去污，装入标准钢箱后按低放和极低放分类暂存，等待集中外运处理。	运往710厂熔炼去污、处置。
			$\alpha \leq 0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ $\beta \leq 0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$	解控废物	7t		
2	杂项废物	过滤器、电缆管、玻璃橱、陶瓷块等	1.64 Bq/g	低放废物	511kg	过滤器送公司110子项废旧过滤器整备线，减容解体的可燃废物包装暂存送往821厂，金属件经包装送清洗岗位清洗去污，达到解控水平循环利用；玻璃橱、陶瓷块表面污染检测后装桶暂存。	最终送821厂处置。
3	积存废物	积存灰渣	$1.85 \times 10^3 \text{ Bq/g}$	低放废物	42kg	灰渣送110子项固渣处理工序，滤渣煅烧后装桶贮存。	
4	污染土壤及沉积物	土壤	2.84 Bq/g	低放废物	10m ³	装入双层编制袋后，再装入200L废物钢桶，暂存在160子项。	
		沉积物	133 Bq/g	低放废物	40kg		
5	可燃废物	退役过程产生的手套、口罩、工作服等	/	低放废物	1t	装入双层编制袋，暂存在160子项。	

7.2 退役过程非放射性废物的产生和处理

(1) 噪声

本工程施工期间，需动用切割机、挖掘机、移动式排风净化装置、叉车、运输车等机械设备，其中，施工机械噪声相对较大，在施工使用高噪声设备时，在一定范围内会对周围声环境产生影响。

(2) 废水

废水主要为施工作业人员生活污水，本工程总施工人员为 40 人，施工作业组约 30 人。参照《工业企业卫生标准》GBZ1-2002，人员淋浴用水 40~60L/(人·次)，本工程 50L/(人·次)，本工程现场施工约 3 个月，每月工作 25d，生活淋浴废水总量约 112m³。生活污水排入公司排水管网集中处理排放。

(3) 废气

①切割粉尘

焚烧站内钢平台、金属管采用氧-乙炔切割，利用氧-乙炔预热火焰，使金属在纯氧气流中能够剧烈燃烧，生成熔渣和放出大量热量的原理而进行的，其中，在金属燃烧的瞬间会有一少部分较细小的颗粒物停留在空气中，短时间后沉降于地面。切割场所配置有移动式排风净化装置，参照《焊接技术手册》推荐的切割发尘量系数为 40~80mg/min，本工程采取最大值 80mg/min 进行估算，切割烟尘产生速率为 4.8g/h；本切割总工作时间为 20h，烟尘产生量为 96g。本工程切割解体操作间排气筒高度为 6m，通风量为 2800m³/h，净化效率按 90%，则释放到环境中的烟尘总量为 9.6g，排放浓度为 0.17mg/m³，可达到《大气污染物综合排放标准》GB16297-1996 中二级标准要求（按无组织排放，排放浓度低于 1mg/m³）。

②施工扬尘

本工程土壤挖掘、烟囱本体拆除、施工地面清理、建筑垃圾清运等过程中，可能产生施工扬尘。

（4）固废

施工过程固体废物主要为建筑垃圾及施工人员产生的生活垃圾。

施工期产生的建筑垃圾统一收集后，运输至合法堆场堆放。施工中，严格遵守国家有关水土保持的法律、法规和规章，做好工程施工区的水土保持工作，因此，本工程施工不会产生新的水土流失。项目所在地周围 150m 范围内无环境敏感点。施工完毕后，对施工生产、生活区进行临时设施拆除及场地平整，开挖面和废弃的砂、石、土存放地的裸露土地，按要求进行平整，覆盖种植土，以便植树种草，防止水土流失。

退役期间的固体废物主要为施工人员的生活垃圾。施工人员产生的生活垃圾，按 0.2kg/人·天，作业人员 40 人，每天产生生活垃圾约 8.0kg/d，统一收集后，运往当地垃圾处理站处理。

7.3 环保设施

公司现有的三废处理设施齐全，处理能力和基本技术性能满足核燃料生产线产生的放射性废物处理要求，排放的气载流出物和液态流出物符合管理限值。各环保设施运行正常、有效，其主要设施处理工艺及处理能力见表 7.3-1。本项目主要环保设施为固体废物的整备及处理设施。

表 7.3-1 环保设施及能力

子项	处理设施	处理工艺	处理能力	备注
110-3	去污中心	机械设备解体、清洗去污、难燃材料清洗去污	>20t/a	
110	废物整备线	对废过滤器进行物料收集、解体、压缩减容	2000 台/a	
110-2	化工回收及废水处理	废水处理：铵盐沉淀、硅胶吸附	废水处理： 67.8m ³ /d	
111	含氟含氨废水处理	加石灰乳脱氟，蒸发、冷凝回收氨处理及 CaF ₂ 渣脱水	11250 m ³ /a	
220	化工排风中心	高效过滤器过滤、酸雾净化	2.85×10 ⁵ m ³ /h	
171	含铀废物暂存库	用于放射性固体废物暂存	874 m ²	
160	废物暂存	用于暂存可燃固体废物、低放不可燃废物及极低放不可燃废物	2000m ²	

(1) 废物暂存

110 子项主要用于放射性金属废物的存放，位于焚烧站（172 子项）的西北方向 320m 处，该库房面积约 504m²，层高 7m，设施完整。目前库房预留面积约 150m²，满足本工程金属废物的存放要求。

160 子项主要用于可燃固体废物、低放不可燃废物及极低放不可燃废物。该库房位于焚烧站（172 子项）的西北方向 300m 处，库房面积约 2000m²，层高 7m，通风、吊运、消防等设施完整。目前，库房预留面积约 250m²，满足本工程放射性废物的存放要求。

(2) 废金属去污切割

110 子项去污中心 设有酸、碱、水洗涤槽共 4 个，初洗地坑一个，锯床和三足离心机以及双梁吊车和通风系统。较大设备、管段、阀门置地坑内酸泡、水洗，洗后的较大设备用锯床解体，小件用双梁吊车输送。清洗槽上方设有排风口，以便及时排走酸气、水蒸汽。各种洗水由泵送 110 子项废水预处理工序。

110 子项废旧设备材料清洗岗位清洗各种金属废物，包括废旧设

备、装置、零部件、工器具等。这些废物在产生岗位经擦拭去污，适度包装后，送 110 子项废旧设备材料清洗岗位，进行解体、清洗去污。去污程序为：在岗位上进行初步擦拭或清洗去污→适当包装→表面污染检查→废旧设备材料清洗岗位进行切割（或拆卸）、分拣→酸洗→碱洗→水洗→表面污染检查，经监测合格后的金属废物送 710 厂进行处理。

（3）废旧过滤器整备线

拆除的废过滤器芯运往 110 子项废旧过滤器整备线进行处理。

废过滤器芯首先在手套箱内拆除包装塑料袋，然后通过滚道送至烘干箱内进行烘干，烘干时间为 1~2h，烘干完成后利用烘干箱内部的冷却风机快速冷却，冷却后的过滤器芯转移至振动收料通风柜，启动振动系统回收物料，收料结束后将过滤器芯推至解体工作室进行拆解，拆解后的金属件装入中转容器送清洗间清洗处理，难燃和易燃物分别收集，滤芯送至滤芯清理收料手套箱，利用管口配有毛刷的真空橡胶软管在负压状态下对滤芯进行清理，清理后的滤芯转入暂存手套箱，最后用液压机进行压缩减容处理，压缩后的滤芯装入 200L 标准桶暂存。

8 环境影响预测与评价

8.1 退役过程的辐射环境影响分析

8.1.1 源项分析

(1) 放射性固体废物

放射性固体废物主要是低放废物，分类收集整備后，金属废物在 110 子项暂存，最终运往 710 厂处置；其它废物在 160 子项暂存，最终运往 821 厂分类处置。

(2) 放射性液态流出物

放射性液态流出物主要是焚烧站拆除的下灰小室旁过滤器风管及热解炉等总重约 1t，放射性污染水平高于 $25\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，拆除后的运往 110 线废旧金属减容去污过程产生约 0.7m^3 含铀废水。含铀废水经中核建中公司废水处理工序处理后达标排放。

根据环境质量现场调查，中核建中公司现有核设施运行过程中，废水集中处理，正常运行过程中，现有 800t 生产线批复的液态流出物放射性排放总量约 $8.80 \times 10^8 \text{Bq/a}$ ；实际运行过程中，总排放口液态流出物中放射性铀监测结果：废水总排放量约 $6.0 \times 10^4 \text{m}^3$ ，放射性排放总量约 $1.12 \times 10^8 \text{Bq}$ 。本工程液态排放总量远低于申请排放总量，对比分析现有生产线对周围环境的影响，本工程液态放射性流出物所致辐射环境影响很小，对周围环境的影响是可接受的，不再定量计算。

(3) 放射性气载流出物

退役过程气载流出物主要包括：工艺设备拆解、去污过程中，系统内部残存的放射性废物弥散到空气中形成的放射性气溶胶，经移动排风净化装置过滤后通过 6m 高的排气筒排放（110 子项线废旧金属减

容去污过程排放总量约 6.2Bq ，约占 222 子项 80m 烟囱年平均总排放量的百万分之一，不再进行定量估算)。主要核素为 U。最终释放到环境中的总活度为 $1.15 \times 10^3\text{Bq}$ ，排放速率为 0.213Bq/s ，排放浓度为 0.0046Bq/m^3 。

8.1.2 气载流出物的辐射环境影响分析

8.1.2.1 气载流出物源项估算

焚烧站主要焚烧核燃料元件生产线产生的可燃废物， ^{235}U 的丰度 $\leq 5\%$ ，计算中， ^{235}U 的丰度保守的按 5% 考虑。根据《辐射防护手册第三分册》中的数据，对于 ^{235}U 富集度为 5% 的低浓产品，U 中 ^{234}U 、 ^{235}U 、 ^{238}U 的原子数比分别为 0.054% 、 5.061% 、 94.885% 。 ^{234}U 、 ^{235}U 、 ^{238}U 的比活度分别为 $2.31 \times 10^8\text{Bq/g}$ 、 $8.00 \times 10^4\text{Bq/g}$ 、 $1.24 \times 10^4\text{Bq/g}$ 。

表 8.1-1 源项计算中的相关参数

核素	5%丰度铀 比活度 Bq/g	5%丰度铀中 各核素丰度	各核素比 活度 Bq/g	各核素摩尔质量 g/mol	5%丰度铀 的摩尔质量 g/mol
U-234	1.38E+5	0.054%	2.31E+08	234	237.8
U-235		5.061%	8.00E+04	235	
U-238		94.885%	1.24E+04	238	

焚烧站内设备拆解过程汇总，气载流出物排放总量为 $1.15 \times 10^3\text{Bq}$ ，排放速率为 $3.95 \times 10^{-5}\text{Bq/s}$ ，排放浓度为 0.0046Bq/m^3 。正常工况下，不同核素排放量见表 8.1-2。

表 8.1-2 不同核素的排放速率 (Bq/s)

^{234}U	^{235}U	^{238}U	排放总量
3.48×10^{-5}	1.14×10^{-6}	3.33×10^{-6}	$1.15 \times 10^3\text{Bq}$

8.1.2.2 评价模式

由于本工程气态流出物中放射性物质释放量较小，本气载流出物所致辐射环境影响预测采用 IAEA 第 19 号报告《Generic models for use

in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment》推荐的筛选模式，计算中考虑了大气稀释作用，不考虑烟羽的抬升，评价范围为 10km。

根据排放源与附近建筑物的高度之间的关系、下风向距离与建筑物横截面面积。

当 $H \leq 2.5H_b$ ，且 $x \leq 2.5\sqrt{A_b}$ ，而接收点又不在释放点所在的建筑物表面，则下风向距离 x 处地面浓度：

$$C_{ai} = \frac{P_p}{\pi u_a H_b K} Q_i$$

其中，

C_{ai} —下风向距离 x 处地面浓度， Bq/m^3 ；

Q_i —放射性核素 i 的平均排放率， Bq/s ；

H —排放源高度， $6m$ ；

H_b —邻近最高建筑物的高度， m ；

P_p —一年中风吹向接收点所在扇形方位 p 的时间份额，无量纲。

P_p 的推荐值为 0.25。

C_{ai}/Q_i ——大气弥散因子， s/m^3 ；

u_a —在释放高度上年平均风速，取 $u_a=1.32m/s$ ；

K —经验常数，取 $K=1$ 。

在稀释模式中，地面沉积采用干湿沉积速度和地面空气浓度乘积计算，即：

$$d_i = (V_d + V_w) C_{ai}$$

其中：

d_i —核素 i 在地面上的年均沉积率， $Bq/m^2 \cdot s$ ；

V_t —总沉积速度， $V_t = V_d + V_w = 1000 m/d = 0.0116 m/s$ ；

V_d —干沉积速度, m/s;

V_w —湿沉积速度, m/s。

8.1.2.3 剂量估算

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。主要考虑对成人组居民所致的剂量水平。不考虑对流和扩散过程中的核素干湿沉积和放射性衰变作用引起的核素浓度降低。

(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:

$$E_{inh} = C_a \cdot DF_{inh} \cdot O_f$$

式中, E_{inh} —空气浸没外照射剂量, Sv/a;

O_f —全年烟羽浸没时间分数, 无量纲, 取 1;

C_a —地面浓度, Bq/m³;

DF_{inh} ——烟羽浸没外照射剂量转换因子, (Sv/a) / (Bq/m³)。

(2) 地表沉积外照射剂量

地表沉积外照射剂量由下式计算

$$E_{gr} = C_{gr} \cdot DF_{gr} \cdot O_f$$

式中, E_{gr} —地表沉积外照射剂量, Sv/a;

DF_{gr} —地面沉积外照射剂量转换因子, (Sv/a) / (Bq/m²);

C_{gr} —地表沉积核素浓度, Bq/m²。

$$C_{gr} = \frac{d_i [1 - \exp(-\lambda_{E_i^s} t_b)]}{\lambda_{E_i^s}}$$

式中,

d_i ——核素素干湿沉积速度, Bq/(m²·d): $d_i = C_{ai} \times 1000 \text{ m/d}$;

λ_E ——土壤核素环境中的去除速度，等于核素衰变常数和地面环境去除常数之和， d^{-1} ；

t_b ——放射性核素释放时间， d 。

(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：

$$E_{inh} = C_A \cdot R_{inh} \cdot DF_{inh}$$

式中，

E_{inh} ——吸入产生的年待积有效剂量， Sv/a ；

C_A ——地面浓度， Bq/m^3 ；

R_{inh} ——一个人年空气摄入量。成人吸入空气量 $3.1 \times 10^4 m^3/s$ ；

DF_{inh} ——吸入剂量转换因子， Sv/Bq^{-1} ；

(4) 食入内照射剂量

① 食入受污染农产品

$$E_{ing} = \sum_p (C_{p,i} \times H_p \times f_p) \times DF_{ing}$$

式中，

E_{ing} ——食入受污染食品所致年均有效剂量， Sv/a ；

$C_{p,i}$ ——食物中的核素的活度浓度， Bq/kg ；

H_p ——食物 p 的年摄入量， kg/a ；

DF_{ing} ——食入剂量转换因子， Sv/Bq ；

f_p ——食入 p 食品被污染的份额。

② 食入受污染的鱼类

$$E_{inf} = U^F C_i^w B_a G_4$$

式中：

D_D^F ——食入受污染的鱼类的年摄入量， $Sv \cdot a^{-1}$ ；

U^F —一个人对鱼类的年摄入量, $\text{kg}\cdot\text{a}^{-1}$;

B_a —鱼类的浓集因子, $\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}$

8.1.2.4 评价参数

表 8.1-3 放射性核素在陆地环境中的去除常数

元素	$\lambda_m(\text{1/h})$
阴离子 (如 TcO_4^- 、 Cl^- 、 I^-)	5.8×10^{-5}
Sr 和 Cs	5.8×10^{-6}
其余元素(包括非阴离子形态的 Tc 和 I)	0

表 8.1-4 铀的空气浸没和地表沉积的剂量转换因子

核素	空气浸没 ($\text{Sv/s}) / (\text{Bq/m}^3)$	地表沉积 ($\text{Sv/s}) / (\text{Bq/m}^2)$
^{234}U	7.63×10^{-18}	7.48×10^{-19}
^{235}U	7.20×10^{-15}	1.48×10^{-16}
^{238}U	3.41×10^{-18}	5.51×10^{-19}

表 8.1-5 铀的吸入和食入剂量转换因子 (成人组, Sv/Bq)

核素	吸入剂量转换因子	食入剂量转换因子
^{234}U	9.4×10^{-6}	4.9×10^{-8}
^{235}U	8.5×10^{-6}	4.7×10^{-8}
^{238}U	8.0×10^{-6}	4.5×10^{-8}

8.1.2.5 评价结果

本工程气载放射性流出物排放量很少, 采取筛选模式进行了剂量估算 (见表 8.1-6)。10km 评价范围内区域的公众最大个人有效剂量约 $2.19\times 10^{-8}\text{mSv/a}$, 小于本工程剂量管理目标值 (0.01mSv/a)。关键核素为 ^{234}U , 约占最大个人剂量的 90.0%。关键照射途径为吸入造成的内照射, 约占最大个人剂量的 99.9%。

表 8.1-6 10km 范围内下公众个人有效剂量 (Sv/a)

核素	空气浸没	地面沉积	吸入	食入	合计	份额(%)
	外照射剂量	外照射剂量	内照射剂量	内照射剂量		
^{234}U	5.22E-18	2.78E-28	1.97E-11	2.81E-21	1.97E-11	90.00%
^{235}U	1.57E-16	9.65E-36	5.84E-13	8.81E-23	5.84E-13	2.67%
^{238}U	2.40E-19	1.47E-34	1.61E-12	2.48E-22	1.61E-12	7.33%
合计	1.63E-16	2.78E-28	2.19E-11	3.15E-21	2.19E-11	100.00%

核素	空气浸没	地面沉积	吸入	食入	合计	份额(%)
	外照射剂量	外照射剂量	内照射剂量	内照射剂量		
份额(%)	0.1%	0%	99.9%	1%	100%	

8.2 退役期间非放射性污染物的环境影响

(1) 噪声污染环境影响

本工程挖掘机、切割机的噪声源强不大于 85dB (A)，机械设备均为单台设备，且不同时工作。

噪声衰减模式： $L(r)=L(r_0)-20\lg(r/r_0)$

式中： $L(r)$ ——距噪声源 r 处噪声级，dB(A)；

$L(r_0)$ ——距噪声源 r_0 处噪声级，dB(A)。

噪声源强以 85 dB(A)计，参照《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB12523-2011，退役期间场界昼间噪声声级限值为 70dB (A)，夜间不施工。本工程位于中核建中公司的南侧边界处，主要考虑烟囱拆除、废物整备、污染土壤挖掘等室外作业过程中产生的噪声污染对周围环境的影响。通过估算并类比同类施工过程，昼间本工程退役期间，距离施工机械 3m，噪声声级可能短时间接近 80dB (A)，8 小时等效声级小于 70dB (A)；10m 范围内可达到 60 dB (A)。

本工程周围最近的居民点位于 NE 方向约 0.4km，根据《声环境质量标准》GB3096-2008 中的 2 类声环境功能区，噪声声级控制标准（昼间）为 60 dB (A)。

因此，通过采取降噪措施，同时，对设备进行维修保养，杜绝带病运行。本工程实施不会对周围居民带来明显的不利影响。

(2) 废水

生活淋浴废水约 112m³，排入室外生活污水排水系统，污染物排放浓度满足《污水综合排放标准》GB8978-1996，废水排放不会对环境造

成明显的不利影响。

（3）粉尘、扬尘

本工程切割期间产生的粉尘排放浓度为 $0.17\text{mg}/\text{m}^3$ ，可达到《大气污染物综合排放标准》GB16297-1996 中二级标准要求（按无组织排放，排放浓度低于 $1\text{mg}/\text{m}^3$ ）。

为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，施工单位应加强施工现场管理，合理进行施工场地功能区划分、合理施工进度，避开大风季节，设置屏障、适当喷洒加湿处理等措施。

（4）生活垃圾

本工程每天产生生活垃圾约 8.0kg ，集中收集，由环卫部门全部运至市政生活垃圾填埋场进行处置，不会对周边环境产生明显的影响。

9 辐射监测

9.1 退役期间辐射监测

本工程依据《辐射环境监测技术规范》等规范，结合项目电离辐射危害特性，制定辐射监测内容、地点、频次等监测方案。

9.1.1 辐射工作场所监测

工作场所放射性气溶胶是造成人员内照射的主要来源。监测内容包括退役过程中、退役后的厂房内空气中放射性气溶胶浓度监测。在进行设备解体以及废金属管道、废金属管件、土壤的回取、分拣、分类、整备、包装处理操作时，采用气溶胶监测仪对作业区空气中放射性气溶胶进行测量。

（2）表面污染监测

设备拆解前对其表面进行污染监测；金属管道、废金属管件、金属屑、渣土进行回取、分拣、分类、整备、包装处理装箱后，需进行表面污染监测；各作业场所的墙面、地面进行定点、定时的常规监测；对需要进出辐射工作场所的物品进行的临时监测，以防止放射性物品被意外带出；人员出入需进行 α 、 β 表面污染测量。

监测方法：设备、容器表面、地面、墙面用表面污染仪直接测量；对于工作人员手脚表面采用 α 、 β 手脚表面污染测量仪直接测量。

（2）外照射监测

对操作场所，均应进行外照射监测。监测方法采用便携式 χ 、 γ 剂量仪直接测量。

9.1.2 个人剂量监测

个人剂量监测包括外照射、内照射和手脚表面沾污监测。

退役过程中，进行拆解、拆除、去污、切割及解体的人员，以及运输人员均须佩戴热释光个人剂量计、个人剂量报警仪，监测个人外照射剂量。个人内照射剂量监测，则通过测量工作现场空气气溶胶浓度来估算。为防止交叉污染，工作人员离开辐射工作场所时，经手脚表面污染仪监测合格后方可离开。个人剂量监测方案见表 9.1-1。

表 9.1-1 个人剂量监测方案

监测对象	内容	方法	周期	备注
去污、切割、解体、废物整备人员	γ	热释光剂量计	1次/季	常规
	表面污染	污染测量仪直接测量	1次/进出前	常规
放射性物品运输人员	γ	热释光剂量计	1次/季	常规

9.1.3 流出物监测

本工程气态流出物的排放源为切割作业时产生的放射性气溶胶。本工程在移动通风净化装置过滤器后排气口设取样点。监测方式为取样分析，监测项目为放射性 U 活度浓度。

9.1.4 固体废物监测

退役过程中废弃的工作服、口罩、手套、过滤器滤膜等可燃固体废物，包装后采用 α 、 β 表面污染仪进行整体表面污染监测。

废金属清洗去污后进行表面污染、装入标准钢箱后进行包装 α 、 β 表面污染监测及 γ 剂量率监测；其它废物装入 200L 钢桶，运输前需对其表面污染及外照射剂量水平进行监测。

监测结果应在在废物包装外表面进行标识，且登记记录。

9.1.5 周围环境监测

退役期间定期监测本工程周围空气中的气溶胶、大气沉降物以及

土壤及有关植物的中的 α 、 β 放射性以及铀含量监测。本工程实施工期短，施工期间放射性流出物排放量少，公司现有的周围环境监测计划满足要求。

本工程所需的辐射监测设备见表 9.1-2。

表 9.1-2 辐射防护监测仪表

序号	设备及仪器名称	技术参数	数量
1	表面污染测量仪	测量范围：1-1000Bq/cm ² ； 2 π 探测效率： $\eta_{\alpha} \geq 10\%$ (Pu-239)， $\eta_{\beta} \geq 20\%$ (Sr-90)； 本底计数率： $\leq 5\text{cps}$ 配套附件要求： 探头：PAB-ZP15 闪烁探头； 连接线：与主机配套 2 根； 仪器箱：便携式铝合金仪器箱	4台
2	6150AD/t 剂量率仪		2台
3	TLD 热释光个人剂量计	检测下限： $\leq 0.02\text{ng/mL}$ ，测量范围：0~20ng/mL	10个
4	气溶胶取样器	流量范围：100~350L/min 连续可调，取样头有效过滤直径：45~50mm，具有时间显示及定时停机功能	2台

9.2 退役终态监测及长期监测

本焚烧站退役后继续存放放射性废物。本工程完成后，将焚烧站厂房作为放射性场所管理，定期对焚烧站内进行 α 、 β 表面污染水平、 γ 剂量率以及厂房内气溶胶监测。每年对焚烧站周围土壤、环境 γ 剂量率进行监测。

10 结论与承诺

10.1 结论

10.1.1 项目实施的必要性

中核建中公司 172 子项焚烧装置因存在不符合项，2012 年 6 月 30 日，172 子项的核安全运行许可证到期后，国家核安全局未再发放 172 子项的核安全运行许可证，焚烧生产线停止运行。焚烧站停运后，系统内残存着一定量的放射性，厂房、设备、管道等表面均存在不同程度的放射性污染物。随着封存期间的延长，系统的密封性和完整性无法保证，公用系统设施也日益老化，其完好性越来越差，同时，根据宜宾市城市交通规划，为满足宜宾市政府民生工程建设的需要，急需将焚烧站（172 子项）配套设施 30m 烟囱拆除。因此，焚烧站需要及时退役。

10.1.2 产业政策的符合性

根据国家产业结构调整指导目录《产业结构调整指导目录(2013 年修订本)》(2011 年 3 月 27 日国家发展改革委第 9 号令公布)，及《产业结构调整指导目录（2019 年本）》征求意见稿，本工程属于第 6 类第 10 项核设施退役及放射性废物治理属于鼓励类项目。符合国家产业政策。

10.1.3 退役方案简述及退役目标

本项目退役工作内容包括：焚烧站内部设备、管道、辅助系统等全部拆除、去污、整备并妥善处置；焚烧站内进行表面污染整治；焚

烧站外 30m 烟囱全部拆除；焚烧站外部分污染土壤去污整备；退役产生的废物分类安全存放，并根据中核建中公司规划集中外运处置，消除安全隐患。

退役目标：焚烧站内整治后达到有限制使用；焚烧站外场地部分污染土壤处理后，土壤内剩余放射性物质的活度小于 1Bq/g （去除本底），场地有限制使用；30m 高烟囱全部拆除，土壤内剩余放射性物质的活度小于 0.3Bq/g （去除本底），场地达到无限制使用；退役产生的废物分类整备、暂存，最终根据中核建中公司废物管理规划集中外运处置。

10.1.4 放射性废物的处理与处置

退役过程中产生的放射性废物分类收集处理后，在中核建中公司废物库暂存，其中，放射性金属废物产生量约为 15t，金属废物在 110 子项废旧金属减容去污、解体、切割后装箱暂存；放射性可燃废物产生量约为 1t、厂房外污染土壤共计约 25t、其它不可燃放射性废物约有 1.5t，分类整备包装后在 160 子项暂存。

根据中核建中公司废物管理规划，退役产生的废物集中进行外运处置，其中，设备、管道等金属废物送湖南核工业宏华机械有限公司（710 厂）进行熔炼处理；其它废物分类包装、暂存后运至中核四川环保工程有限责任公司（821 厂）进行处置。

退役过程产生的气态、液态流出物很少，仅占现有中核建中公司元件生产线流出物申请排放总量的百万分之一，对环境的影响不大。

10.1.5 厂区环境质量现状

根据中核建中公司近几年环境监测数据，中核建中公司各生产设

施正常运行时排放的放射性流出物经净化处理后排放，排放总量和排放浓度均满足相应标准的要求。厂区周围辐射环境监测数据均在本底范围内；非放污染物主要来自燃气锅炉产生的二氧化硫、二氧化氮和核燃料元件生产过程中产生的含氟、含氨工艺废气，监测结果均满足响应标准要求。

10.1.6 辐射环境影响

本工程实施期间，对气载流出物的排放采取筛选模式进行了剂量估算，不考虑空气对流和扩散过程中的核素干湿沉积和放射性衰变作用引起的核素浓度降低，导致 10km 评价范围内公众最大个人有效剂量为 $2.19 \times 10^{-8} \text{mSv/a}$ ，小于本工程剂量管理目标值（ 0.01mSv/a ）。关键人群为成人组，关键核素为 ^{234}U ，关键照射途径为食入造成的内照射。

10.1.7 非放射性环境影响

本工程施工机械设备，噪声源强以 85 dB(A)计，通过估算，昼间单台施工机械距离场界周围最近的居民点(0.4km)内可达到 60 dB(A)。

生活淋浴废水总量约 112m^3 ，就近排入生活污水管网集中处理排放，现有处理设施满足废水处理要求，废水排放不会对环境造成明显的不利影响。

生活垃圾约 600kg，统一收集后，运往当地垃圾处理站处理。建筑垃圾约 18.75m^3 ，运往当地建筑垃圾处理站处理。不会对周边环境产生明显的影响。

本工程土壤挖掘、烟囱本体拆除、施工地面清理、建筑垃圾清运等过程中，可能产生施工扬尘。为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，施工单位应加强施工现场管理，合理进行施工场地功能区划分、

合理施工进度，避开大风季节，设置屏障、适当喷洒加湿处理等措施。

施工完毕后，对施工生产、生活区进行临时设施拆除及场地平整，开挖面和废弃的砂、石、土存放地的裸露土地，按要求进行平整，覆盖种植土，以便植树种草，防止水土流失。

因此，本项目施工期间对周围环境产生的影响较小，而且影响只是暂时的，随着工程的逐步进行，影响最终将消失。

10.2 组织管理和质量保证

(1) 为完成本次退役项目，建立了项目领导小组，明确分工和责任。为保证退役项目的安全，制定并实施多项管理制度。

(2) 建立事故应急组织和制定现场应急处置方案，针对施工可能产生的事故，各应急小组按照各自职责，做好突发环境事件的应急救援工作。

(3) 按照相关法规标准要求，编制 172 放射性废物焚烧站退役工程质量保证大纲》。

10.3 辐射环境监测

依据《辐射环境监测技术规范》等规范，结合项目电离辐射危害特性，制定辐射监测方案。退役过程中主要对工作场所、作业人员、流出物、固体废物、周围环境等进行辐射监测。

本工程完成后，对焚烧站内进行表面污染、外照射剂量率、放射性气溶胶监测。焚烧站内污染控制水平为：

(1) 厂房地面、墙面、顶棚表面污染水平： $\alpha \leq 4\text{Bq/cm}^2$ ， $\beta \leq 4\text{Bq/cm}^2$ ；

(2) 外照射辐射水平为： $\leq 0.5\mu\text{Sv/h}$ ；

(3) 厂房内放射性气溶胶污染水平： $\alpha \leq 0.05\text{Bq/cm}^3$ 。

每年对焚烧站外周围土壤、环境 γ 剂量率进行辐射监测。

10.4 总结论

本项目是 172 放射性废物焚烧站退役工程。本工程实施后，焚烧站内现有的设备及厂房外 30m 烟囱安全退役，产生的放射性废物及污染土壤进行分类贮存，现有废物整备、暂存设施满足本项目要求；排放到环境中的源项主要是放射性废气，采取净化处理等措施后，经保守估算评价，造成的最大个人剂量远小于公众剂量约束限值，对公众和环境的影响是可以接受的；退役实施过程中产生的噪声、生活废水等非放射性污染物，在采取一定的污染防治措施后，对周围环境影响轻微。

总之，在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本工程从环境保护和辐射防护角度看是可行的。

10.5 建议

(1) 整个退役期间贯彻废物最小化原则，尽量减少废物的产生量。

(2) 退役过程是一个短期的活动，与正常运行设施不同，随着项目的进展，情况可能发生变化，因此，组织机构、管理制度、质量保证大纲应该持续改进，保证退役过程得到有效控制，维持完备的安全、环保、质量的监督、检查和验收计划。

(3) 本工程烟囱拆除过程，施工扬尘是影响大气环境的主要污染物，因此，退役期间应重视非放射性扬尘污染的防治。

(4) 本工程是一个短期的任务，应注重消防、电气、通风、排水等系统安全隐患，防止带来环境安全影响。

(5) 本工程实施过程中，存在火灾、机械伤害、电气伤害、高处

坠落等工业安全事故风险，因此，施工前必须制定安全技术方案，对所有的施工活动制定有效的安全技术措施和管理措施，明确主要危险点和防范措施，并对人员进行培训。严禁未进行安全措施交底的施工作业。

（6）高处作业属于危险性作业，高处作业人员职业禁忌症包括高血压、恐高症、癫痫、晕厥病、梅尼埃症、心率失常、四肢骨关节及运动功能障碍等。为保证作业安全，对作业人员进行健康检查，随时发现可能发生的职业禁忌症，具有职业禁忌症的人员不能上岗，在岗人员须调离原岗位。

参考资料

1. IAEA, Generic Models for Use in Assessing the impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment. Safety Reports Series No.19. 2001.
2. IAEA. Safety Series No. 57. 1982.
3. Federal Guidance Report No.12.1993.
4. 《核设施环境影响评价方法学》，张永兴 陈晓秋 编著.
5. 《中国环境天然放射性水平》. 国家环境保护局.1995.
6. 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。