

密级：公开

版次：A 版

湖南核工业宏华机械有限公司
核电站废旧金属熔炼项目调整变更项目
环境影响报告书

湖南核工业宏华机械有限公司

二〇二四年十二月



湖南核工业宏华机械有限公司
核电站废旧金属熔炼项目调整变更项目
环境影响报告书

建设单位名称：湖南核工业宏华机械有限公司

建设单位法人代表：华云飞

通讯地址：湖南省衡阳市珠晖区东阳渡镇

邮政编码：421004

联系人：张贻良

联系电话：15874706736



湖南核工业宏华机械有限公司核电站废旧金属熔炼项目调整变更项目

环境影响报告书编制人员名单表

建设项目名称	湖南核工业宏华机械有限公司核电站废旧金属熔炼项目调整变更项目		
建设项目类别	放射性废物贮存、处理、处置设施		
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	湖南核工业宏华机械有限公司		
统一社会信用代码	914304007483590485		
法定代表人（签章）	[Handwritten Signature]		
主要负责人（签字）	[Handwritten Signature]		
直接负责的主管人员（签字）	[Handwritten Signature]		
二、编制单位情况			
单位名称（签章）	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、编写人员情况			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
王彦	11351443510140005	BH022677	[Handwritten Signature]
2.主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编码	签字
王彦	概述、工程概况、场址环境、结论与承诺	BH022677	[Handwritten Signature]
于志翔	正常工况下环境影响、事故工况下环境影响、流出物监测和环境监测、环境质量现状	BH023606	[Handwritten Signature]

目录

第一章 概述.....	6
1.1 编制目的.....	6
1.2 项目名称和建设性质.....	6
1.3 建设内容与规划.....	6
1.4 编制依据.....	6
1.4.1 法规和标准.....	6
1.4.2 委托文件.....	7
1.4.3 主要技术资料.....	7
1.5 管理目标值.....	8
1.5.1 公众剂量约束值.....	8
1.5.2 放射性流出物申请排放总量.....	8
1.5.3 接收控制值.....	9
1.5.4 放射性废物管理.....	9
1.5.5 非放射性环境标准.....	9
1.6 评价区域.....	10
1.7 环境保护目标.....	10
第二章 场址环境.....	12
2.1 地理位置.....	12
2.2 人口分布及居民食谱.....	13
2.2.1 各子区人口分布.....	13
2.2.2 年龄构成.....	18
2.2.3 居民饮食习惯.....	18
2.3 土地利用及资源概况.....	19
2.3.1 土地利用.....	19
2.3.2 农业资源.....	19
2.3.3 自然资源.....	19
2.3.4 名胜古迹.....	20
2.3.5 工业经济.....	20
2.4 其他核设施.....	20

2.5	气象.....	20
2.6	水文.....	26
2.6.1	地表水.....	26
2.6.2	洪水.....	27
2.7	地形地貌.....	27
2.8	地质和地震.....	28
2.8.1	地质.....	28
2.8.2	地震.....	29
第三章	工程概况.....	30
3.1	核电站放射性污染金属的来源.....	30
3.1.1	放射性污染金属的来源.....	30
3.1.2	放射性污染金属接收限值.....	30
3.2	建设内容及平面布置.....	30
3.2.1	建设内容.....	30
3.2.2	主要厂房布置.....	31
3.2.4	厂房分区.....	32
3.3	生产工艺.....	36
3.3.1	工艺总体方案.....	36
3.3.2	主要工艺设备及辅助材料.....	37
3.3.4	工艺辅助系统.....	38
3.4	运行期主要污染物的产生及处理.....	39
3.4.1	气载流出物的产生和处理.....	39
3.4.2	液态流出物的产生和处理.....	46
3.4.3	固体废物的产生和处理.....	46
3.4.4	废物最小化.....	47
3.5	辐射安全管理.....	48
3.5.1	辐射安全管理机构与制度.....	48
3.5.2	辐射安全设计.....	48
3.5.3	辐射安全监测.....	52
3.5.4	辐射事故应急.....	54
3.6	质量保证.....	58

3.6.1	质量保证目的.....	58
3.6.2	质量保证体系的建立.....	59
3.6.3	质量保证组织机构.....	59
3.6.4	质量保证大纲的内容.....	59
3.6.5	质量措施的制定.....	60
3.7	环保设施投资.....	60
3.8	便于拆除的考虑.....	61
第四章	环境质量现状.....	63
4.1	辐射环境质量现状.....	63
4.1.1	辐射环境监测方案.....	63
4.1.2	监测结果.....	64
4.1.3	辐射环境质量现状评价.....	67
4.2	非放环境质量现状.....	68
4.2.1	环境空气质量现状监测.....	68
4.3	声环境质量监测.....	69
第五章	正常工况的环境影响.....	71
5.1	放射性废物的产生和去向.....	71
5.1.1	气载流出物.....	71
5.1.2	固体废物.....	71
5.2	正常工况下气载流出物的环境影响.....	71
5.2.1	计算模式与参数.....	72
5.2.2	计算结果.....	72
5.2.3	结果评述.....	72
5.3	非放环境影响.....	80
第六章	事故工况环境影响.....	81
6.1	事故分析.....	81
6.2	事故工况下的环境影响.....	81
6.2.1	事故源项.....	81
6.2.2	计算模式及参数.....	82
6.2.3	扩散因子.....	82
6.2.4	结果评述.....	84

第七章 流出物监测和环境监测.....	87
7.1 流出物监测.....	87
7.1.1 流出物监测的目的.....	87
7.1.2 流出物监测的计划和要求.....	87
7.1.3 气载流出物监测.....	87
7.1.4 非放液态污染物监测.....	88
7.2 环境监测.....	88
7.3 质量保证.....	91
第八章 结论及承诺.....	93
8.1 结论.....	93
8.1.1 运行过程产生的废物去向.....	93
8.1.2 环境质量状况.....	93
8.1.3 工程运行期的辐射环境影响.....	94
8.1.4 监测计划.....	94
8.2 承诺.....	95
附录 I 大气扩散及气载途径剂量估算模式.....	96
附件一湖南省环保厅批复.....	106
附件二辐射环境现状检测报告.....	108
附件三非放环境检测报告	130

第一章 概述

1.1 编制目的

本报告是依据中国核电工程有限公司编制的《湖南核工业宏华机械有限公司核电站废旧金属熔炼项目调整变更项目运行安全报告 A 版》（2024.3）所给出的核电站废旧金属熔炼处理回收线的生产工艺及其源项，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 项目名称和建设性质

项目名称：湖南核工业宏华机械有限公司核电站废旧金属熔炼项目调整变更项目

建设性质：改扩建项目

资金来源：本项目总投资 497 万元，资金来源全部为企业自筹

营运单位：湖南核工业宏华机械有限公司

本项目环保投资总计 338 万元，占总投资比例的 68%。环保投资主要包括排风净化系统、辐射监测设备等。

1.3 建设内容与规划

本项目建设内容为改造湖南核工业宏华机械有限公司（简称“710 厂”）3#暂存库，改造面积约 1082m²，厂房内布置剪切机、打包机、电阻炉、电焊机等加工设备，同时配套新增电气系统、辐射防护系统、通排风除尘系统等，设置淋浴间、工具间、工作服间等辅助用房。

外网建设包括了管线、道路及安全防范措施。

该项目建设完成后，具备了年处理 300t 核电站废旧金属的能力。

项目的建设周期为 4 个月，T₀为方案获批，项目实施进度如下：

T₀月，启动工程建设。

T₀+3 月，土建和通用工程采购。

T₀+4 月，土建和通用工程完成、工艺设备安装完成。

1.4 编制依据

1.4.1 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) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年
- (5) 关于发布《放射性废物分类》的公告，环境保护部、工业和信息化部、国防科工局公告第 65 号，2017 年
- (6) GB18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
- (7) GB11215-89 《核辐射环境质量评价一般规定》
- (8) GB11928-89 《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》
- (9) GB14500-2002 《放射性废物管理规定》
- (10) GB11930-2010 《操作非密封源的辐射防护规定》
- (11) GB11806-2019 《放射性物质安全运输规程》
- (12) GB8999-2021 《电离辐射监测质量保证通用要求》
- (13) GB3095-2012 《环境空气质量标准》
- (14) GB3838-2002 《地表水环境质量标准》
- (15) GB3096-2008 《声环境质量标准》
- (16) GB8978-1996 《污水综合排放标准》
- (17) GB12523-2011 《建筑施工场界环境噪声排放标准》
- (18) GB12348-2008 《工业企业厂界环境噪声排放标准》
- (19) GB/T17567-2009 《核设施的钢铁、铝、镍和铜再循环、再利用的清洁解控水平》
- (20) HJ61-2021 《辐射环境监测技术规范》
- (21) EJ1076-2014 《低、中水平放射性固体废物容器钢箱》

1.4.2 委托文件

中国辐射防护研究院与湖南核工业宏华机械有限公司签订的《湖南核工业宏华机械有限公司核电站废旧金属熔炼项目调整变更项目环境影响评价技术开发合同》。

1.4.3 主要技术资料

中国核电工程有限公司，湖南核工业宏华机械有限公司核电站废旧金属熔炼项目调整变更项目运行安全分析报告，A版，2024年。

1.5 管理目标值

1.5.1 公众剂量约束值

公司周边 5km 内现存有 272 厂尾矿库、铀纯化生产线（老线+新线）、305 库、铀转化生产线、共伴生铀资源（独居石）综合利用生产线、铀矿冶放射性污染金属熔炼处理设施、核电站废旧金属熔炼示范工程等，上述设施所占剂量约束值如下：

表 1.1 公司周边各设施剂量约束分配值

序号	设施名称	剂量约束值（mSv/a）
1	尾矿库	0.35
2	铀纯化生产线（老线+新线）和 305 库	0.04
3	铀转化生产线	0.03
4	共伴生铀资源（独居石）综合利用生产线	0.01
5	铀矿冶放射性污染金属熔炼处理设施	0.03
6	核电站废旧金属熔炼示范工程	0.01

根据《核电站废旧金属熔炼示范工程环境影响报告书》（2022.8），湖南核工业宏华机械有限公司原熔炼示范工程设计排放量为 $9.82 \times 10^6 \text{Bq/a}$ ，在正常运行工况下，气载流出物造成评价区域内公众的最大个人有效剂量为 $8.31 \times 10^{-9} \text{Sv/a}$ ，仅占该项目剂量约束值（ 0.01mSv/a ）的 0.83%。本项目的正常运行所致公众最大个人有效剂量为 $8.97 \times 10^{-10} \text{Sv/a}$ ，两者叠加，对公众造成的最大个人有效剂量为 $9.21 \times 10^{-9} \text{Sv/a}$ ，仅占原熔炼示范工程公众剂量约束值（ 0.01mSv/a ）的 0.92%。因此，本项目不再进行剂量约束值的申请，将纳入到原熔炼示范工程的剂量约束值管理中。

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。

1.5.2 放射性流出物申请排放总量

本项目项目 30m 排气筒放射性流出物设计排放量约为 $1.06 \times$

10^6Bq/a ，因此申请总 β 排放量为 $1.06 \times 10^6\text{Bq/a}$ 。

1.5.3 接收控制值

本项目所接收的核电站放射性污染金属的接收控制值如下：

- a. 废金属表面剂量率： $\leq 100\mu\text{ Sv/h}$ 。
- b. 废金属中放射性核素的接收控制值见下表 1.2。

表 1.2 核电站放射性污染金属接收控制值

序号	核素种类	拟申请的接收控制值, Bq/g
1	Co-60	5.00E+01
2	Mn-54	1.00E+01
3	Ag-110m	1.50E+01
4	Sb-124	1.00E+01
5	Sb-125	5.00E+00
6	Cs-137	1.00E+01

c. 包装体满足《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）的要求。

1.5.4 放射性废物管理

本项目产生的固体废物主要为低放射性及以下水平废物，放射性废物的活度浓度限值见表 1.3。

表 1.3 放射性废物的活度浓度限值

序号	核素种类	豁免或解控废物活度浓度限值, Bq/g	低放废物活度浓度限值, Bq/kg
1	Co-60	1.00E+01	4.00E+11
2	Mn-54	1.00E+01	4.00E+11
3	Ag-110m	1.00E+01	4.00E+11
4	Sb-124	1.00E+01	4.00E+11
5	Sb-125	1.00E+02	4.00E+11
6	Cs-137	1.00E+01	1.00E+09

1.5.5 非放射性环境标准

湖南省环保厅对本项目环境影响评价执行标准的批复见附件一，本项目正常运行工况下执行的相关非放射性污染物排放标准和环境质量标准见表 1.4。

表 1.4 项目执行的相关环境标准

项目	执行标准	具体内容
环境空气质量	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 中的二级标准	SO ₂ : 1 小时平均浓度: 500μg/m ³ NO ₂ : 1 小时平均浓度: 200μg/m ³ TSP: 年均浓度限值: 200μg/m ³
声环境质量	《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 3 类功能区	昼间: 65dB(A) 夜间: 55dB(A)
非放废气排放	《大气污染物综合排放标准》 (GB 16297-1996)	颗粒物浓度限值: 120mg/m ³
非放废水排放	《炼钢工业水污染物排放标准》 (GB 13456-2012)	悬浮物: 70mg/L 化学需氧量: 100 mg/L 氨氮: 15 mg/L 氟化物: 10 mg/L
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)

1.6 评价区域

本项目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,因此本次评价范围以新建厂房的 30 m 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。

1.7 环境保护目标

(1) 辐射环境保护目标

本项目辐射环境保护目标为新建厂房 30 m 高烟囱为圆心,10 km 为半径的圆形区域内的居民。主要保护人群为 S 方位,距厂址中心 0.8km 的光辉村。

(2) 非放射性环境保护目标

本项目主要非放射性环境保护目标为大气环境与声环境保护目标。根据 5.3 节,大气环境影响评价等级为三级,不再设置大气环境

影响评价范围。

本项目声评价范围为湖南核工业宏华机械有限公司厂区边界外延 200m 范围内区域。本项目厂界 200m 范围内分布华联社区(0.02km, NNE)、光辉村(0.02km, W, SW, SE)、东风村(0.1km, ESE)居民点,华联社区、光辉村与东风村居民作为声环境评价范围内保护目标。

第二章 场址环境

2.1 地理位置

710 厂位于衡阳市珠晖区东阳渡镇，西临湘江。厂址半径 10km 范围内主要包括衡阳市珠晖区、雁峰区、衡南县的部分区域。厂址地理位置见图 2.1。

710 厂西侧 1km 处为中核二七二铀业有限责任公司。厂址北侧为生活区，主要包括华联社区、272 厂生活区以及 710 厂生活区。厂址南侧、东侧分别为 101 铁路专用线及 G107 国道。项目厂址所处位置交通十分便利，东靠京广铁路、武广高铁，京港澳高速、衡昆高速、107 国道等在此交叉通过，并有专用铁路线直达公司厂区内。厂区周边区域环境示意图见图 2.2。



图 2.1 厂址地理位置图

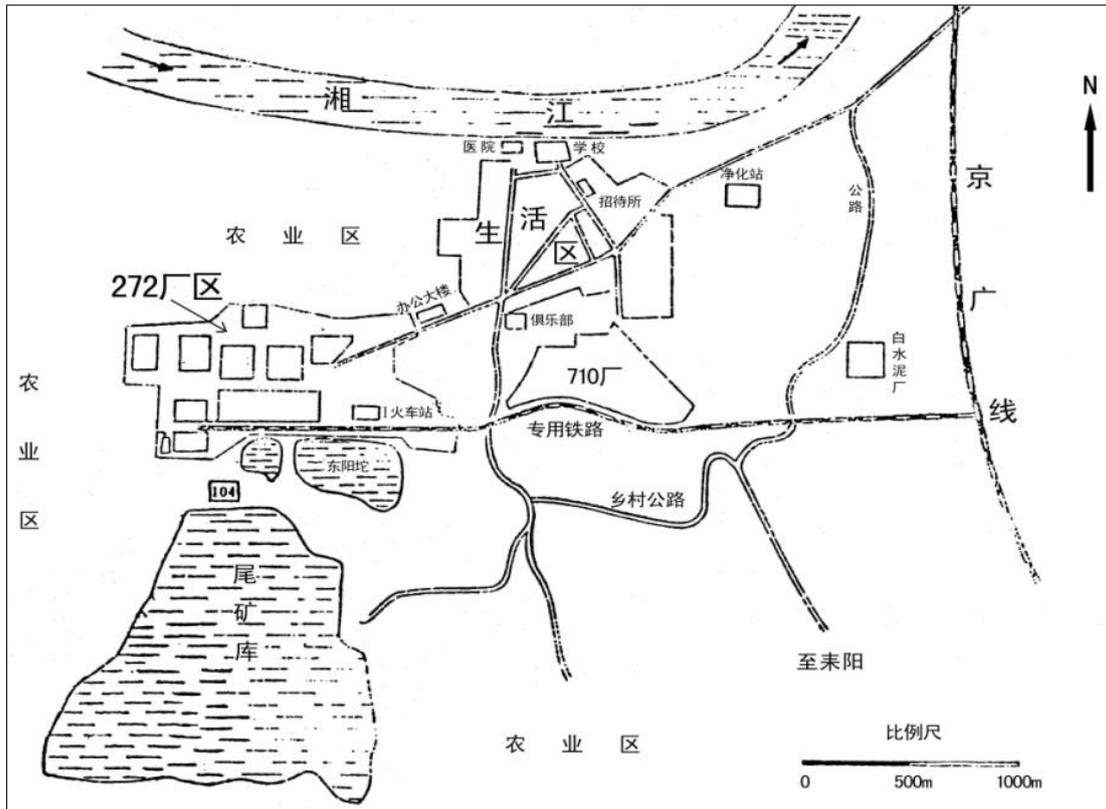


图 2.2 厂区周围区域情况平面示意图

2.2 人口分布及居民食谱

2.2.1 各子区人口分布

以 710 厂为中心，10km 为评价范围内各子区的人口分布情况见表 2.1。其中 5km 范围内的人口划分是根据 2020 年现场调查统计数据，5~10km 是根据 2010 年现场调查数据，考虑每年的人口自然增长率后计算得出。

根据 2011~2023 年《衡阳市国民经济和社会发展统计公报》，衡阳市 2011~2023 年间人口自然增长率见表 2.2。为保守起见，在 2023 年人口数据的基础上，以近十年最大人口自然增长率 7.96% 为指数，计算得出工程运行年（2024 年）评价范围内的人口数，数据见表 2.3。

厂址 5km 范围内主要居民点分布情况见表 2.4。厂址 5km 范围的子区分布见图 2.3，厂址 10km 评价范围的子区分布见图 2.4。

表 2.1 10km 范围内各子区人口分布情况（2023 年，人）

方位	距离（km）				
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	0	0	2353	1256	75456
NNE	0	18911	10031	0	12172
NE	0	0	0	831	3266
ENE	0	0	0	0	2440
E	0	0	0	3471	7173
ESE	0	1996	0	0	18750
SE	0	1358	0	0	7160
SSE	0	0	0	0	7175
S	1225	0	0	0	7157
SSW	0	0	0	1810	7179
SW	0	0	0	2077	9979
WSW	0	0	0	2482	4528
W	0	0	0	0	9933
WNW	0	0	0	2803	7167
NW	0	0	0	1815	7153
NNW	0	0	0	0	20963
合计	1225	22265	12384	16545	207651

表 2.2 2011~2023 年衡阳市人口自然增长率

年份	2011	2012	2013	2014	2015
人口自然增长率（‰）	6.24	7.96	6.45	6.17	6.45
年份	2016	2017	2018	2019	2020
人口自然增长率（‰）	6.85	6.40	5.18	5.85	1.69
年份	2021	2022	2023		
人口自然增长率（‰）	0.73	1.46	2.20		

表 2.3 10km 范围内各子区人口分布情况（2024 年，人）

方位	距离（km）				
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	0	0	2372	1266	76057
NNE	0	19062	10111	0	12269
NE	0	0	0	838	3292
ENE	0	0	0	0	2459
E	0	0	0	3499	7230
ESE	0	2012	0	0	18899
SE	0	1369	0	0	7217
SSE	0	0	0	0	7232
S	1235	0	0	0	7214
SSW	0	0	0	1824	7236
SW	0	0	0	2094	10058
WSW	0	0	0	2502	4564
W	0	0	0	0	10012
WNW	0	0	0	2825	7224
NW	0	0	0	1829	7210
NNW	0	0	0	0	21130
合计	1235	22443	12483	16677	209303

表 2.4 厂区周围半径 5km 范围内的重要居民点分布情况（2022 年）

序号	名称	相对厂址位置		人口数（人）	备注
		距离（km）	方位		
1	生活区	1.1	NNE	19206	包括华联社区、272、710 生活区
2	光辉村	1.7	SE	2513	
3	东风村	1.6	ESE	4495	
4	东阳渡镇	2.0	NNE	4658	老东阳渡
5	曙光村	3.8	WSW	1813	
6	坪田村	4.5	SSW	1737	
7	新龙村	4.0	E	1629	
8	新龙头村	4.8	E	1614	
9	金塘村	4.0	NE	797	
10	金龙村	3.3	N	1210	
11	长塘村	4.1	NW	1700	
12	新塘村	3.8	WNW	2465	
13	兴湘村	3.5	SW	1755	
14	松林茶场	3.8	WSW	25	
15	金龙坪村	2.5	N	2300	

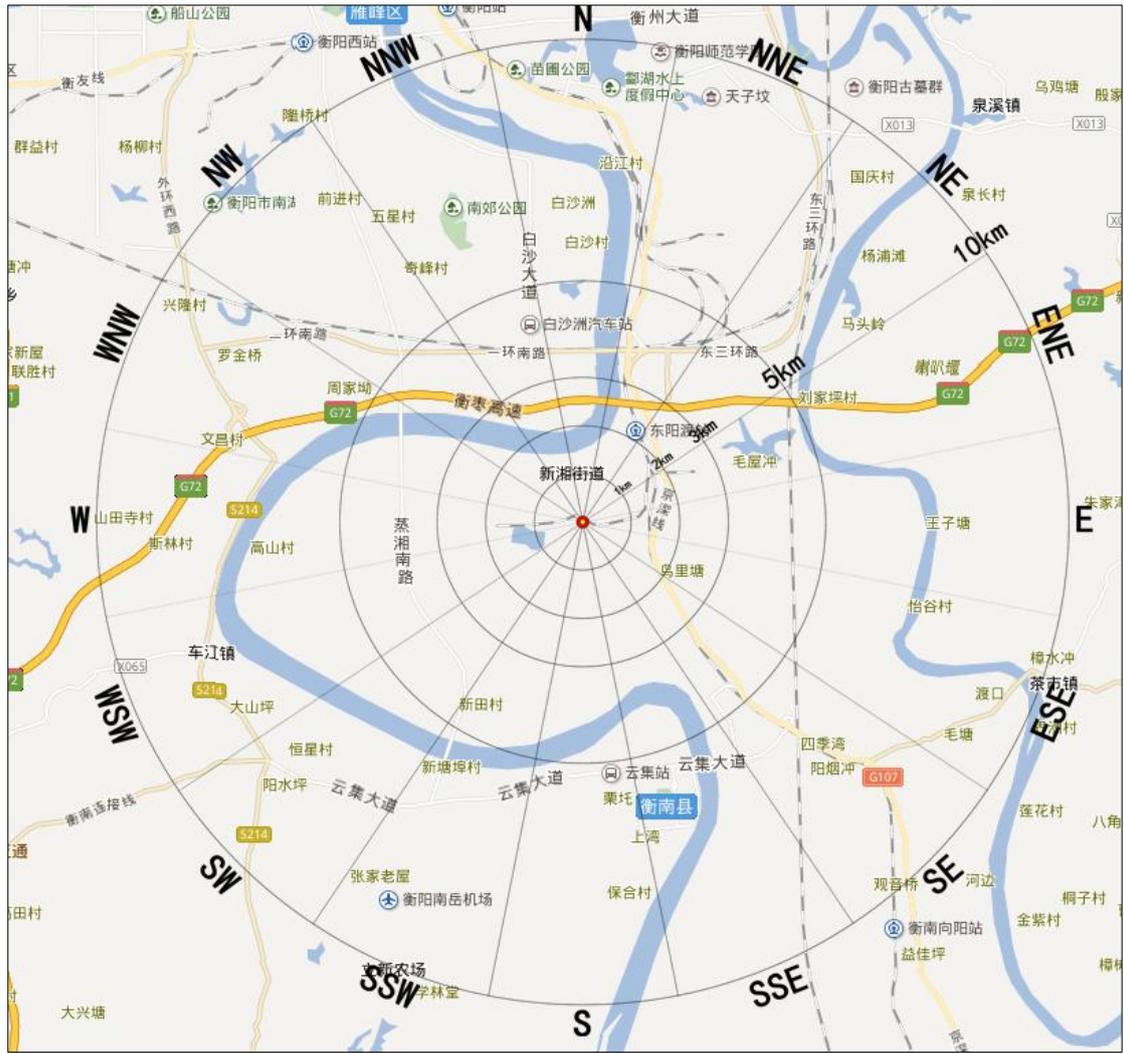


图 2.4 厂址 10km 评价范围子区分布图

2.2.2 年龄构成

2023 年 10 月中辐院本项目编制人员前往 710 厂周边对厂址周围居民年龄构成进行了调查，评价范围内居民年龄构成见表 2.5。

表 2.5 评价范围内居民年龄构成

年龄	婴儿 (<1 岁)	幼儿 (1~7 岁)	少年 (7~17 岁)	成人 (>17 岁)
比例 (%)	1.0	6.8	10.0	82.2

2.2.3 居民饮食习惯

2023 年 10 月中辐院本项目编制人员前往 710 厂周边对厂址周围居民食谱进行了抽样调查，结果表明，厂址周围半径 5km 范围内的居民粮食以水稻为主，辅以小麦、玉米和薯类。其中水稻大部分为当

地自产，少量由外地购入；小麦均由外地购入；玉米和薯类为当地自产；蔬菜大部分由当地自产，极少量由外地购入；水果以柑、桔为主，均来自当地，其他水果大部分从外地调入。厂址半径 5km 范围内居民平均食谱消费量见表 2.6。在评价时保守考虑居民食谱消费均来自评价区内，自给率为 100%。

表 2.6 厂址半径 5km 范围内居民平均食谱消费量

食物种类		谷物	蔬菜	水果	牛肉	猪肉	羊肉	家禽	鱼肉	蛋	奶
消费量 (kg/a)	婴儿	8.1	3.2	2	0	0.5	0	0.5	0	10	180
	幼儿	90.5	68	42.8	3.8	18	2.5	8.4	10.7	10.8	80
	少年	126.7	95.6	52.4	6.1	19.9	4.1	11	16.5	11.3	12.9
	成人	164.5	139.5	49.6	10	30.9	7.7	21.9	21.7	18.4	10.5
自给份额		0.85	0.85	0.70	0.80	0.80	0.80	0.90	0.80	0.90	0.20

2.3 土地利用及资源概况

2.3.1 土地利用

厂址半径 10km 范围内主要包括衡阳市珠晖区、雁峰区、衡南县的部分区域。根据衡阳市土地利用现状，厂址 10km 区域的现状土地利用类型主要有林地、耕地和建设用地。该区域主要规划用地类型为一般农业发展区、城镇村发展区和林业发展区。710 厂区与各基本农田保护规划区距离相对较远，其建设用地不涉及基本农田。

2.3.2 农业资源

2023 年衡阳全市农林牧渔业总产值 829.01 亿元，增长 3.5%。其中，农业产值 315.79 亿元，林业产值 68.61 亿元，牧业产值 306.09 亿元，渔业产值 75.27 亿元。2023 年衡阳市全市粮食作物播种面积 471.96 千公顷，油料种植面积 209.14 千公顷，蔬菜种植面积 69.49 千公顷。粮食总产量 314.52 万吨，油料产量 35.61 万吨，蔬菜及食用菌产量 231.84 万吨。

2.3.3 自然资源

衡阳以红壤、紫色土为主的土地资源适合农、林、渔业的发展，全市共有木本植物 1047 种，花卉植物有茶花、芙蓉等 240 余种；药用植物有丹皮、白芍等 500 余种。全市有兽类和鸟类 200 余种。厂址

半径 10km 范围内无国家级保护动植物。

2.3.4 名胜古迹

衡阳历史悠久，山川秀丽，自然景观、人文景观、复合景观颇多。市区的回雁峰闻名古今，曾有“晴天七十二芙蓉，回雁南来第一峰”之盛赞。著名的南岳衡山以佛教胜地和旅游胜地驰名中外，南岳七十二峰千姿百态，“祝融峰之高，方广寺之深，藏经殿之秀，水帘洞之奇”堪称南岳“四绝”。历史古迹有天子坟、唐窑遗址、石鼓书院遗址、来雁塔、珠晖塔等。厂址周围 10km 范围内无省级以上风景名胜区、自然保护区和文物古迹。

2.3.5 工业经济

衡阳市工业发展较快，已建成一个以化工、冶金、电力、煤炭、机械和建材为主，电子、食品、造纸和轻纺协调发展的新型工业城市。2020 年，衡阳市全市规模工业增加值增长 5.4%，全市规模工业企业达到 1158 家。

2.4 其他核设施

中核二七二铀业有限责任公司位于 710 厂西侧约 1km 处。中核二七二铀业有限责任公司对公众照射的剂量约束值为 0.50mSv/a。中核二七二铀业有限责任公司现运行设施、尾矿库对周围公众造成的最大个人有效剂量不超过 3.93×10^{-4} Sv/a。目前现有设施对公众的剂量影响不超过 1mSv，是可以接受的。

2.5 气象

衡阳地区属中亚热带大陆性季风湿润气候，春季阴雨低温，盛夏初秋高温少雨，冬寒期短，间有冰雪。衡阳市气象站站点编号 57872，地理坐标东经 112°36′；北纬 26°54′；为国家基本站。本项目距衡阳市气象站直线距离 16km，且地面站与评价范围的地理特征基本一致，因此采用衡阳市气象站的气象观测资料。衡阳市气象站 1951-2010 年气候统计资料如下：

(1) 气温

衡阳市年平均气温在 17.2℃（1984 年）~19.4℃（2008 年）之间，

52%的年份平均气温高于 18℃，多年平均气温为 18.3℃，高于全省气候均值（17.3℃）；各月多年平均气温在 6.0℃（1 月）~29.8℃（7 月）之间，其中 3~11 月气温在 10℃以上，5~9 月气温在 20℃以上。多年极端最高气温在 36.7~41.3℃之间，极端最低气温在-7.9~0.7℃之间。

（2）降水

衡阳市年降水量在 953.6mm（1963 年）~1886.9mm（1997 年）之间，多年平均降水量 1354.0mm。多年平均降水日数为 155.7 天，各月降水日数多年平均值在 8.9~18.6 之间。

（3）日照

衡阳市年日照时数在 1142.3（1987 年）~2094.2（1963 年）h 之间，多年平均日照时数为 1495.5h。

（4）风速

衡阳市年平均风速在 1.4（1994 年）~2.4（1969 年）m/s 之间，多年年平均风速为 1.8m/s；各月多年平均风速在 1.5（11 月、12 月、1 月）~2.3（7 月）m/s 之间。

（5）风频

衡阳市近 30 年风频最多的风向为东北风，次多风向为北风，主导风向为 N~NE，风频之和 32%。

根据衡阳市气象站 2020~2022 年逐时风速资料，该地区主导风向为 NNE~NE 间 22.5°范围内的风向，风频为 37.4%。风玫瑰图见图 2.5。2020~2022 年不同风向的平均降水量见表 2.7，2020~2022 年雨玫瑰图见图 2.6。根据衡阳市气象站气象观测资料 2020~2022 年三年的逐时风向、风速以及逐时的人工云量观测数据。2020~2022 年的风向、风速、总云量和低云量气象资料统计的风向、风速、稳定度三维联合频率见表 2.8。

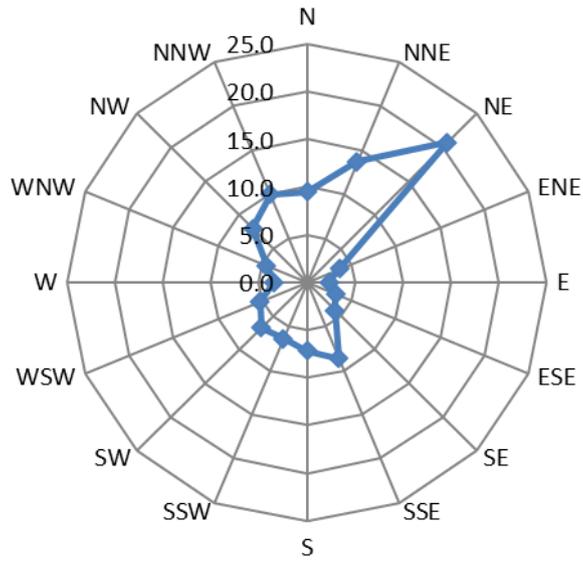


图 2.5 2020~2022 年风玫瑰图,%

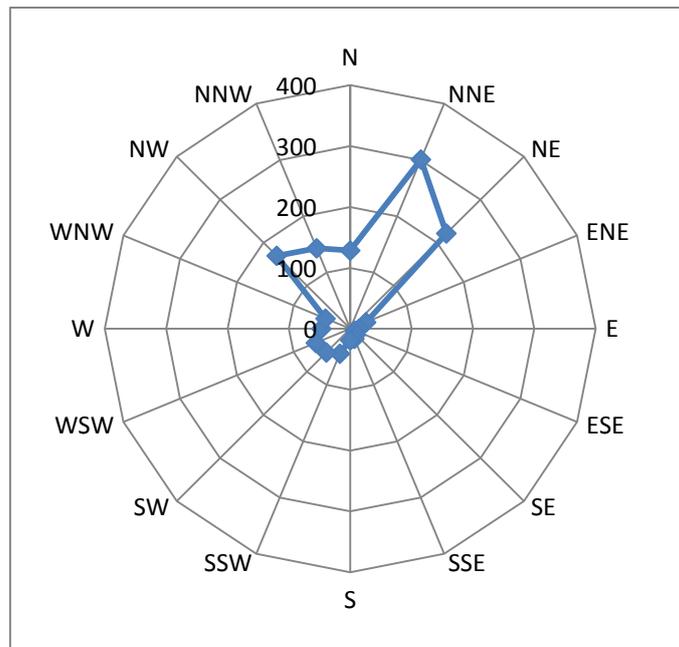


图 2.6 2020~2022 年平均雨玫瑰图,%

表 2.7 2020~2022 年不同风向降雨量 (mm)

年份	降水量							
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
2020	113.4	452.7	208	20.4	28.4	15.5	16	12.6
2021	89.1	273.2	269	13.2	4.9	8.2	22.2	28.4
2022	182.8	176.8	187.5	50.4	9.5	0.5	1.7	12.4
均值	128.43	300.90	221.50	28.00	14.27	8.07	13.30	17.80
年份	降水量							
	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
2020	21.1	20.6	75.8	60.8	49.4	17.2	163.8	135.9
2021	19.3	36.5	66.8	48.2	48.4	70.5	158.9	160.6
2022	16.2	75.6	22.4	72.9	43.7	43.1	188.1	132.8
均值	18.87	44.23	55.00	60.63	47.17	43.60	170.27	143.10

表 2.8 风向、风速、大气稳定度三维联合频率 (%)

稳定度	风速组	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
A	<1	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
	1~2	0.04	0.07	0.10	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02	0.04	0.05
	2~3	0.02	0.03	0.04	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02
	3~5	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
	5~6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	>6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	<1	0.07	0.10	0.16	0.02	0.01	0.02	0.02	0.06	0.05	0.04	0.05	0.03	0.02	0.03	0.06	0.07
	1~2	0.48	0.73	1.13	0.15	0.07	0.13	0.17	0.43	0.35	0.31	0.32	0.24	0.13	0.20	0.40	0.51
	2~3	0.19	0.29	0.45	0.06	0.03	0.05	0.07	0.17	0.14	0.12	0.13	0.10	0.05	0.08	0.16	0.21
	3~5	0.10	0.14	0.22	0.03	0.01	0.02	0.03	0.09	0.07	0.06	0.06	0.05	0.03	0.04	0.08	0.10
	5~6	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
	>6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	<1	0.01	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
	1~2	0.09	0.14	0.22	0.03	0.01	0.02	0.03	0.09	0.07	0.06	0.06	0.05	0.03	0.04	0.08	0.10
	2~3	0.04	0.06	0.09	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04
	3~5	0.02	0.03	0.04	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
	5~6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	>6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 2.8 风向、风速、大气稳定度三维联合频率 (%) (续表)

稳定度	风速组	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
D	<1	0.42	0.64	0.99	0.13	0.06	0.11	0.15	0.38	0.31	0.27	0.28	0.21	0.12	0.18	0.35	0.45
	1~2	2.94	4.43	7.04	0.98	0.49	0.82	1.03	2.73	2.23	1.84	2.05	1.43	0.88	1.17	2.40	3.22
	2~3	1.20	1.80	2.80	0.37	0.18	0.31	0.43	1.08	0.87	0.76	0.80	0.59	0.33	0.50	0.98	1.27
	3~5	0.59	0.89	1.39	0.18	0.09	0.15	0.21	0.53	0.43	0.37	0.40	0.29	0.16	0.25	0.49	0.63
	5~6	0.04	0.06	0.09	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04
	>6	0.01	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
E	<1	0.04	0.06	0.09	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04
	1~2	0.27	0.40	0.62	0.08	0.04	0.07	0.10	0.24	0.19	0.17	0.18	0.13	0.07	0.11	0.22	0.28
	2~3	0.11	0.16	0.25	0.03	0.02	0.03	0.04	0.10	0.08	0.07	0.07	0.05	0.03	0.04	0.09	0.11
	3~5	0.05	0.08	0.12	0.02	0.01	0.01	0.02	0.05	0.04	0.03	0.04	0.03	0.01	0.02	0.04	0.06
	5~6	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	>6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F	<1	0.13	0.19	0.30	0.04	0.02	0.03	0.05	0.11	0.09	0.08	0.08	0.06	0.04	0.05	0.10	0.13
	1~2	0.90	1.34	2.09	0.28	0.13	0.23	0.32	0.80	0.65	0.57	0.60	0.44	0.25	0.37	0.73	0.95
	2~3	0.36	0.54	0.84	0.11	0.05	0.09	0.13	0.32	0.26	0.23	0.24	0.18	0.10	0.15	0.29	0.38
	3~5	0.18	0.27	0.42	0.06	0.03	0.05	0.06	0.16	0.13	0.11	0.12	0.09	0.05	0.07	0.15	0.19
	5~6	0.01	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
	>6	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：静风已分配。

2.6 水文

2.6.1 地表水

厂区附近最大河流为湘江，是衡阳主要用水水源。湘江发源于广西兴安，自祁东归阳镇入境，依次流经祁东县、衡南县、常宁市、市区、衡阳县、衡山县和衡东县，流程 226km。湘江沿岸多为起伏的丘陵，湘江衡阳段河道平均坡度为 0.09‰，河床基底为第三纪红色岩层。衡阳地区境内以湘江为主干，形成树枝形水网，境内流域面积在 3000km² 以上的湘江一级支流有舂陵水、蒸水、耒水、洙水。

湘江流域属亚热带气候，雨量充沛、季节分明。湘江衡阳段枯水期一般出现在 11 月~1 月，流速一般为 0.55m/s~0.75m/s；丰水期出现在 4 月~6 月，流速可达 2m/s。大源渡航电枢纽建坝蓄水后，湘江衡阳市区段河宽平均约 582m，平均流速 0.31m/s。

厂址周围半径 10km 范围内湘江河段设有集中饮用水取水口共 2 个，农业灌溉集中取水口 1 个，各取水口取水情况见表 2.9，取水口分布见图 2.7。272 厂取水口主要供应厂区居民及 710 厂居民生活用水，另外供应南陂村、曙光村和兴湘村的生活用水。江东水厂取水口主要供应半径 10km 范围内周边的生活用水。沿江村农灌取水主要供给沿江村和高山村农业灌溉用水，灌溉方位主要为取水口西侧和西南侧区域，总灌溉面积约 2400 亩。



图 2.7 厂址半径 10km 范围内湘江取水口分布图

表 2.9 厂区 10km 范围内地表水资源利用情况

取水口名称	相对厂址位置		饮水量 (万 m ³ /a)	灌溉面 积(亩)	灌溉用水 量(万 m ³ /a)
	方位	直线距离 (km)			
二七二取水口	NE	2.2	16.7	/	/
江东水厂取水口	N	8.0	25.6	/	/
沿江村农灌取水口	W	5.2	7.1	2400	192.1

2.6.2 洪水

湘江流域洪水主要由暴雨形成，洪水发生时间与暴雨发生时间相应，一般一场暴雨历时 3d 左右，最长达 6d；形成大洪水的暴雨集中在 24h 以内；一次洪水历时，上游一般在 3d 左右，中、下游段最长者达 7~8d。

湘江上游，春夏之交，常多暴雨，致使衡阳河段水势猛涨。1994 年 6 月中旬，衡阳地区连降暴雨，导致湘江及其支流水位陡涨，衡山、衡东两县出现百年一遇的特大洪水，加之局部地区山洪暴发，山体滑坡，农田被淹，房屋倒塌，给人民生命财产造成了极大的损失。6 月 18 日凌晨 5 时，湘江衡阳站出现最高洪峰，水位达 60.59m，超越警戒水位 4.59m，达 70 年来最高水平。

根据衡阳市城市防洪管理处提供的资料，衡阳市湘江百年一遇洪水水位为 60.31m，二百年一遇洪水水位为 61.35m。工程新建厂房在厂区现有场地范围内进行，厂区绝对标高 75~65m，高于二百年一遇洪水位。

2.7 地形地貌

衡阳地区处于湖南省凹型盆地的轴带部分，周围环绕着古老岩层，形成断续环带状的岭脊土地。

内镶大面积白垩系和下第三系红层的红色丘陵台地，构成典型的盆地地貌，整个盆地南面地势较高，1000m 以上的山东西连绵数十公里，而盆地北面相对偏低。整个地势由西南向东北复合倾斜，而盆地由四周向中部降低，呈现 1000m，800~700m，400~300m，150m 四级夷平面，地形比降为 7.9‰。该地区四周山、丘围绕，中部平、岗交错，地貌类型多样，山、丘、岗、平原兼有，以岗丘为主。丘陵多

分布于盆地边缘，岗地主要分布于湘江及其支流沿岸。

工程新建厂房在厂区现有场地范围内进行，厂区属丘陵地形，在子午线方向被深峡谷分割，丘陵顶为缓坡，坡度为 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，地形较为平坦。

2.8 地质和地震

2.8.1 地质

厂区地层土层由人工填土层和河流冲积层组成，由上而下分别为：

(1) 填土：以松散砾砂、碎石为主，夹杂有大量铁屑、矿渣等废弃物，在场地西、南两侧该层下部主要回填为软黏土，该层在场地内分布不均，平均厚度为 6.50m。

(2) 粉质粘土：褐黄色，可塑，切面稍有光泽，无摇振反应，干强度中等，韧性中等，可见少量钙质胶结，具有较强砂感，在该层下部夹有大量粉砂、粉土薄层，厚度为 3.00~7.10m。

(3) 粉砂：黄色，饱和，稍密-中密，矿物成分以石英、长石为主，含少量云母，颗粒多呈亚圆状，磨圆度较好，级配一般，分选性差，砂质不纯，多含有大量粉质黏土薄层，厚度为 1.00~2.00m。

(4) 粉质黏土：红棕色，硬塑~坚硬，切面有光泽，无摇振反应，干强度高，韧性高，含有钙质结核和铁锰质氧化物，局部胶结，该层多为全风化泥岩形成，厚度为 0.70~1.70m。

(5) 强风化泥岩：紫红色，泥质结构，层状构造，节理裂隙较发育，岩石风化成土状和碎块状，厚度为 0.80~1.70m。

(6) 中风化泥岩：紫红色，泥质结构，层状构造，节理裂隙欠发育。

根据《湖南核工业宏华机械有限公司核电站废旧金属熔炼项目岩土工程勘察报告（详勘）》（2017年3月）勘察结论，拟建场地特征周期值为 0.35s，拟建场地地基土不液化。场地内无发震断裂通过，场地内及其附近未发现影响场地稳定性的不良地质作用及地质灾害，也未发现对工程不利的地下埋藏物，综合评价场地稳定。

2.8.2 地震

场址区域位于华南断块区、长江中下游断块凹陷中南部的衡阳盆地地区内，构造上位于平（江）-衡（阳）新华夏系凹陷带边沿处。属白垩-第三系陆相稳定盆地。下伏基岩为下第三系霞流市组茶山坳段（ E_{2+3x}^1 ）紫红色、灰绿色泥岩、泥灰岩、粉砂岩，岩层倾向北西，倾角 $10\sim 20^\circ$ 。区域上未见大的断裂构造带通过，场地稳定。

根据衡阳地震史记载，衡阳境内 $M_s \geq 3$ 级的地震见表 2.10，本区历史上未发生过 6 级的地震，属弱震区。根据《中国地震动参数区划图》（18306-2001），场址区域地震基本烈度为 $< VI$ 度。

表 2.10 衡阳境内 $M_s \geq 3$ 级的地震

年	月	日	东经（度）	北纬（度）	地名	震级	震中烈度
1477	10		112.7	26.9	衡阳	3.5	IV
1487	09	18	112.9	27.1	衡东	4	
1491	06		112.6	26.5	常宁	4	
1630			113.1	27.1	衡山	4	IV
1631	05	18	112.9	26.4	耒阳	3.5	IV
1631	05	22	112.2	26.5	衡阳	4.5	
1631	11	17	112.9	27.7	湘潭、衡山之间	4	
1642	03		112.9	26.4	耒阳	3.5	IV
1944	10	17	112.0	28.0	邵东衡阳间	3.5	V

第三章 工程概况

3.1 核电站放射性污染金属的来源

3.1.1 放射性污染金属的来源

本项目主要接收来自核电站的轻微污染废旧金属，拟接收范围涵盖全国 80%核电站，接收对象主要为堆芯中子场外与液态或气态工艺流体（如一回路冷却剂源项或废气源项）直接接触的系统设备材料。

此类废旧金属表面沉积放射性核素，其中核素比例与所接触流体有关，这类沉积核素多为固定污染，分布于金属浅表层，需要表层剥离才能有效地去污。

3.1.2 放射性污染金属接收限值

根据最终确定的废旧金属不同核素接收控制值，不同核素均按照最大份额考虑，即 Co-60、Mn-54、Ag-110m、Sb-124、Sb-125、Cs-137 分别按照 50 Bq/g、10 Bq/g、15 Bq/g、10 Bq/g、5 Bq/g、10 Bq/g。核素的接收限值如下：

- a. 废金属表面剂量率： $\leq 100\mu\text{ Sv/h}$ 。
- b. 废金属中放射性核素的接收控制值见下表 3.1。

表 3.1 本设施所接收的废旧金属中所涉及核素的接收限值

序号	核素种类	活度限值 Bq/g
1	Co-60	5.00E+01
2	Mn-54	1.00E+01
3	Ag-110m	1.50E+01
4	Sb-124	1.00E+01
5	Sb-125	5.00E+00
6	Cs-137	1.00E+01

- c. 包装体满足《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）的要求。

3.2 建设内容及平面布置

3.2.1 建设内容

核电站废旧金属熔炼项目调整变更项目位于厂区核电站废旧金属熔炼项目厂房南侧 8 m 处, 铁艺围墙以内。厂区平面布置见图 3.1。本项目主要内容包括原有 3#暂存库的改造, 新增相关配套设施, 以及外网管线的接入。

本项目建设内容为将原有 3#暂存库改造成核电站废旧金属循环再利用加工厂房, 改造面积约 1082m², 厂房内布置剪切机、打包机、电阻炉、电焊机等加工设备, 同时配套新增电气系统、辐射防护系统、通排风除尘系统、实物保护系统等, 设置淋浴间、工具间、工作服间等辅助用房。主要建设内容见表 3.2。

表 3.2 主要建设项目一览表

序号	子项号	子项名称	主要建设内容	建筑面积 (m ²)	备注
1	201	核电站废旧金属循环再利用加工厂房	厂房改造 (屋面改造、墙面改造、地面改造及立柱加固等), 新增工艺设备 3 台/套	1082	改造
2	202	外网	外部电气线路、监控信号传输等		

3.2.2 主要厂房布置

1) 平面布置

建筑平面采用规则矩形布局形式, 建筑总长 60.48m, 总宽 17.880m, 建筑占地面积 1082m², 总建筑面积 1082m²。

建筑共一层, 层高 12.75m, 主要布置有卫生出入口 (便服间、淋浴间、工作服间、擦拭间)、废金属存放区、剪切区、撕碎区、高温氧化区、分拣拆解区、喷丸干冰区、打包区、可剥离膜去污区、毛坯铸件堆放区、产品制作区、机械加工区、成品堆放区。核电站废旧金属循环再利用加工厂房平面布置图见图 3.2。

2) 人流

本项目工作场所设置三个人流出入口: 人流主出入口位于 1-2/A、6-7/A 轴处, 卫生出入口位于 D-E/11 轴处, 满足正常的使用和安全疏散要求。

辐射工作人员通过 D-E/11 轴线之间的卫生出入口进出辐射工作场所，工作人员进入卫生出入口，在家常服间脱家常服，穿过淋浴间进入工作服间穿工作服、佩带个人防护用品后进入本车间；辐射工作人员出本车间在工作服间脱工作服，进行手脚污染检查，非污染人员进淋浴间淋浴，在家常服间穿家常服，出卫生出入口；污染人员在擦拭间擦拭去污，去污后再进行手脚污染检查，检查合格后进淋浴间淋浴，在家常服间穿家常服，出卫生出入口。

3) 物流

物流通过 B-C/11 轴轴线处的出入口进出本厂房。

3.2.4 厂房分区

根据 GB18871-2002 中“6.4 辐射工作场所分区”规定，将辐射工作场所分为控制区和监督区。

控制区：为需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射范围。对于该区域，设有可靠的个人安全防护和剂量监测措施，且对进入该区域工作的工作人员配备必须防护用品。

监督区：为通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

根据分区原则，不同辐射分区需要实施不同的专门防护手段或安全措施，根据辐射工作场所表面放射性污染程度不同，将控制区分为控制 I 区和控制 II 区。

控制 II 区：废金属存放区、毛坯铸件堆放区、成品堆放区；

控制 I 区：分拣拆解区、剪切区、高温氧化区、撕碎区、喷丸干冰区、打包区、可剥离膜去污区、产品制作区、机械加工区等；

监督区：人流卫生出入口、物流出入口部分。

本项目辐射防护分区见图 3.4。

。



图 3.1 厂区平面布置图

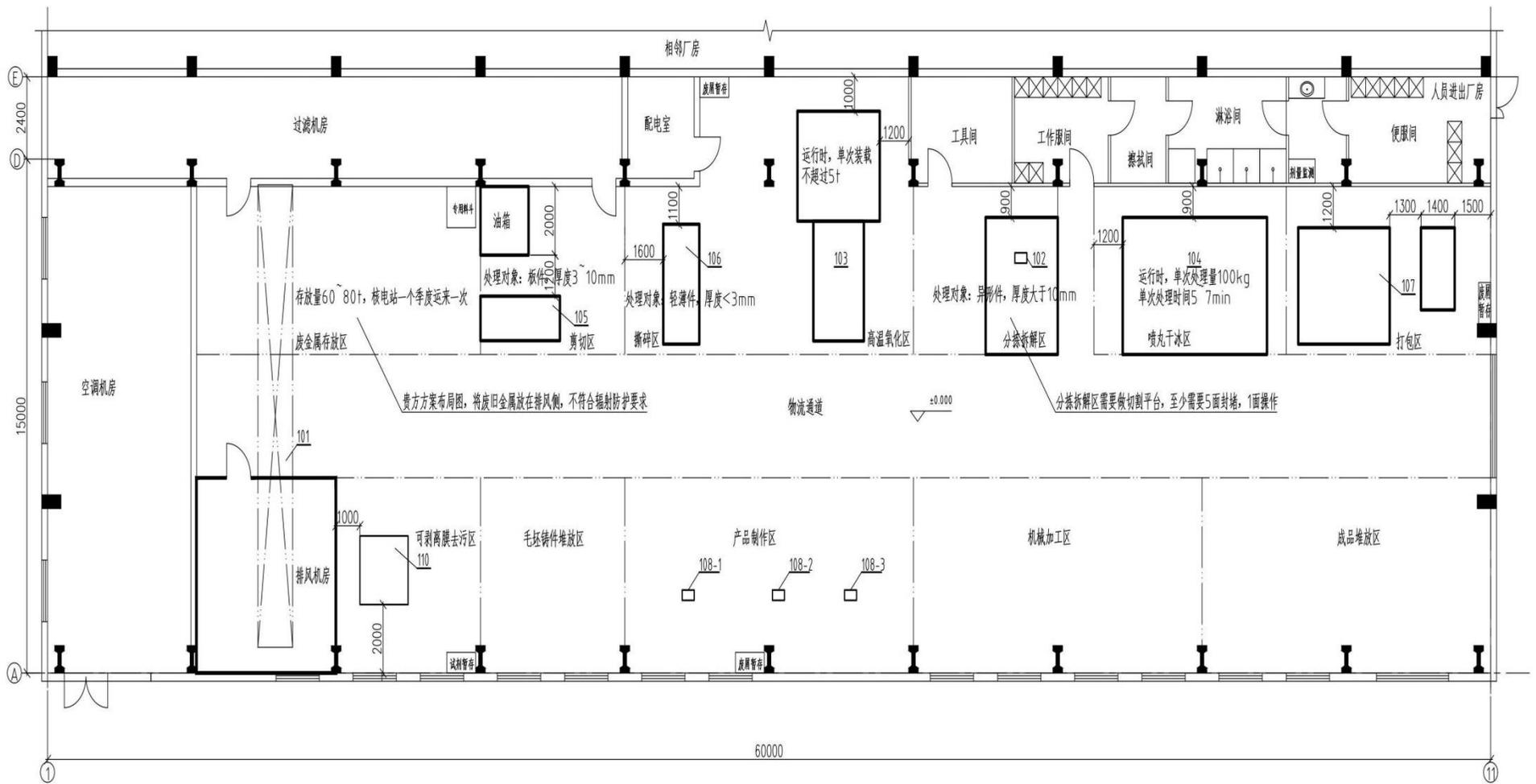


图 3.2 核电站废旧金属循环再利用加工厂房平面布置图

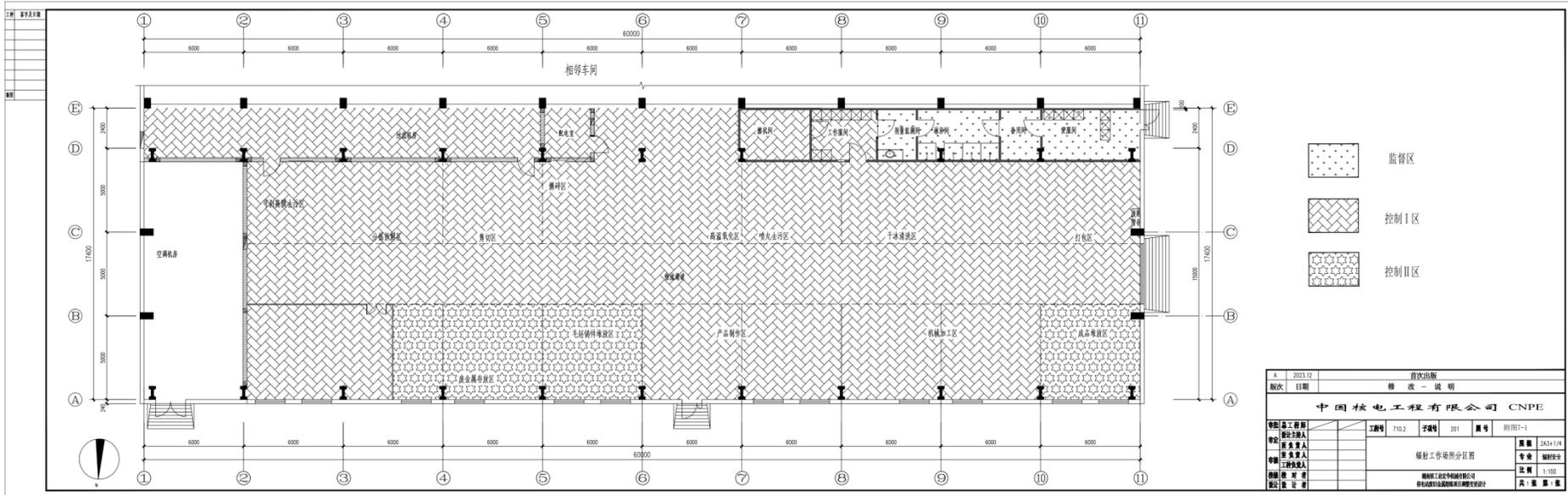


图 3.4 核电站废旧金属循环再利用加工厂房辐射防护分区图

3.3 生产工艺

3.3.1 工艺总体方案

本项目在核电站废旧金属循环再利用加工厂房（位于现有核电站废旧金属熔炼厂房南侧）内布置手提式切割机、液压剪切机、撕碎机等工艺设备对核电站废旧金属进行拆解切割，同时布置台车式电阻炉、喷丸设备、干冰清洗设备、可剥离膜去污设备对废旧金属进行去污处理，最后利用液压打包机，将废旧金属打包成块，送至金属熔炼厂房进行熔炼、注模。经金属熔炼厂房熔炼注模后的毛坯铸件再运回核电站废旧金属循环再利用加工厂房，通过机械加工、铆焊等第二次工艺操作的优化，将去污熔炼成铸造件的毛坯生产成核电站所需的废物钢箱或钢套，满足核电站对废旧金属循环再利用的需求，主要工艺方案如下：

（1）来料进厂

核电站每个季度运来 60~80t 废旧金属，每年累计处理废旧金属约 300t，装有核电站废旧金属的集装箱（2400mm×6100mm）通过汽车运进核电站废旧金属循环再利用加工厂房，用厂房内 20t 起重机卸车后堆放在废金属存放区（面积约 58m²）。在厂房内，利用吊车进行集装箱的转运、存放和卸料等，工作人员可远距离操作起重机，工作人员距离钢箱不小于 3m。

每批次废金属接收时，湖南宏华公司针对各货箱内废金属进行表面剂量率检测，并使用核素识别仪进行巡测；选取部分废旧金属截取小块，进行钻屑取样，取样点位为剂量水平高、核素识别仪识别出的异常核素的废旧金属，每批次共取 μ 混合样 3 个，每个样 500g 以上。通过高纯锗伽马能谱仪、 α 谱仪进行常规 γ 核素、Nb-95、Sb-124、Cs-137 等核素分析，以核实接收废物满足接收要求。

（2）拆包分拣去污

1)将集装箱内的废旧金属取出，进行分拣，分成轻薄件(<3mm)、板件(3~10mm)、异形件(>10mm)。对于不同厚度的废旧金属采用不同的预处理方式，其中轻薄件利用撕碎机进行撕碎处理，板件采用液压剪切机进行拆解，异形件采用手提式切割机进行拆解。

2) 拆解完成后的废旧金属放入专用吊篮内，利用核电站废旧金属循环再利用加工厂房内的吊车，将废旧金属送至高温氧化区，利用台车式氧化炉进行高温氧化，氧化炉每批次处理能力约 5t，处理时长约 24h。

3) 对于现场使用的工器具及高温氧化难去污的废旧金属，采用可剥离膜去污的方式进行去污。

4) 待氧化完成后，待高温氧化冷却至室温后，台车式电阻炉底部电机，将平台从炉体内移出，装在吊篮内的废旧金属空冷至室温，通过吊车吊取吊篮将氧化后的废旧金属运送至喷丸干冰区，吊车将吊篮提升至喷丸设备上部料仓进口，装载至喷丸顶部料仓，然后启动板链输送带，将废旧金属送至喷丸设备内，进行喷丸处理，喷丸定期利用干冰清洗机进行清洗。

5) 喷丸处理后的废旧金属装入专用吊篮，运送至打包区，利用液压打包机进行打包，随后利用厂区叉车将金属块运至金属熔炼厂房进行熔炼和铸锭。

6) 废旧金属经液压打包后，转入专用封闭容器内，利用叉车送至金属熔炼厂房进行熔炼和铸锭，每批次运送金属块约 1t。

(3) 成品制作

1) 熔炼后的铸锭毛坯件装入封闭容器内，利用叉车运送至核电站废旧金属循环再利用加工厂房，利用核电站废旧金属循环再利用加工厂房内的吊车将毛坯铸件运送至毛坯铸件堆放区。

2) 在产品制作区内布置 3 台二氧化碳气体保护焊及其他加工设备进行产品制作。加工好的产品成品堆放区进行存放。同时，预留机械加工区，业主单位可根据后期实际产品需求进行设备配置。

3.3.2 主要工艺设备及辅助材料

核电站废旧金属循环再利用加工厂房新增主要设备包括各式切割机、去污设备、空压机系统等，新增工艺设备 12 台/套，主要工艺设备见表 3.3。

表 3.3 核电站废旧金属熔炼厂房新增主要工艺设备

序号	设备名称	主要性能指标	数量(台/套)
1	吊车	起吊重量: 20t	1
2	手提式切割机	2kW/220V	1
3	液压剪切机	30kW/380V	1
4	液压打包机	30kW/380V	1
5	二氧化碳气体保护焊	15kVA/380V	3
6	高温氧化炉(台车式电阻炉)	工作尺寸: ~2500×2000×2000 电压: 380V 额定功率: 450kW 炉温均匀性: ±10°C	1
7	喷丸设备	成套包括: 喷砂机、负压除尘系统、直线振动筛、传送带、配套金属磨料	1
8	干冰清洗设备	额定功率: 750W, 成套包括: 干冰清洗机、制冰机、杜瓦瓶、配套的软管、接头、喷枪等。	1
9	可剥离膜去污设备	/	1
10	空压机系统	排气量: 75Nm ³ /h, 成套包括: 螺杆空压机、缓冲罐、管路系统、仪表阀门等	1

3.3.4 工艺辅助系统

3.3.4.1 通风系统

核电站废旧金属循环再利用加工厂房设有全面排风系统和局部排风系统。

1) 全面排风系统

核电站废旧金属循环再利用加工厂房设 2 个全面排风排系统 P-1、P-2。

P-1 系统为正常排风, 换气次数为 5 次/h, 排风量为 38000m³/h; P-2 系统为值班排风, 换气次数为 1 次/h, 排风量 7600m³/h; P-1 与 P-2 系统排风经过过滤机房内的空气净化箱体(预过滤+高效过滤)处理后经 30m 排气筒排放。

2) 局部排风系统

核电站废旧金属循环再利用加工厂房新增 1 个 JP-1 局部排风系统为切割区、分解区、撕碎区及喷丸区等工艺设备服务，排风量为 10508m³/h，排风经中、高效净化装置处理后，经 30m 高排风筒排放。

3.3.4.2 送风系统

本项目设置送风系统 K-1，在 K-1 支管的工艺设备附近增加 2 个双层百叶送风口，新增送风量共计 740m³/h，改造完成后，K-1 系统总送风量为 23640m³/h，现有组合式空调机组额定风量满足设计要求。

3.3.4.3 固体废物暂存间

本项目不单独设置固定废物暂存间，共用核电站废旧金属熔炼厂房固废暂存间。循环再利用加工厂房产生的放射性固体废物，经 200L 废物桶（直径 600mm）收集装桶后，转入核电站废旧金属熔炼厂房固废暂存间暂存。核电站废旧金属熔炼厂房固废暂存间面积约 20m²，双层摆放约可存放 64 桶二次固体废物。本项目投入运行后，切割工艺、拆解工艺将在本车间进行，核电站废旧金属熔炼厂房不再产生拆包废物、切割粉尘等废物。本项目新增废物为废初、中、高效过滤器芯，每年分别产生 2 个、2 个、4 个，固定废物暂存间满足存储要求。固体废物暂存间废物定期送有资质单位处理，废物暂存间废物暂存期不超过一年。

3.4 运行期主要污染物的产生及处理

3.4.1 气载流出物的产生和处理

对于核电站废旧金属熔炼厂房，放射性气载流出物主要来自切割区、分解区、撕碎区及喷丸区等。

切割区、分解区、撕碎区及喷丸区产生的放射性气溶胶，接入局排系统 JP-1，排风经中、高效空气过滤器过滤后排入 30m 高排气筒。

本项目放射性废气排放总量为 1.06×10⁶Bq/a，详情见表 3.4。

(1) 气溶胶

气溶胶主要来自分拣拆解区、剪切区、机械加工区、产品制作区等。在本项目的源项估算时，参考《AIRBORNE RELEASE FRACTIONS/RATES AND RESPIRABLE FRACTIONS FOR NONREACTOR NUCLEAR FACILITIES》(DOE-HDBK-3010-94)，

根据决定释放源项的限制因素，如操作量、被操作物质的物理形态及物料所在操作形态等，采用最大操作量再乘上相应系数，给出潜在释放。对于粉末，释放因子为 1.0×10^{-3} ；对于非挥发性的液体和固体，释放因子为 1.0×10^{-6} 。本项目年操作废旧金属量约为 300 t/a，分拣、切割、去污以及产品制作工序根据物料的状态，乘以适当的释放因子（倍乘系数），得出了初始源强。

（2）非放气态污染物

本项目在切割环节产生少量的颗粒物。

表 3.4 核电站废旧金属循环利用加工厂房放射性气载流出物产生及排放量

主要工序	核素种类	核素活度浓度 限值 Bq/g	操作量, t/a	计算采用的释放 因子	初始源强, Bq/a	净化措施		处理效 率	排放量, Bq/a	排放方 式
						工艺净化 措施	通风措施			
废金属存 放	Co-60	5.00E+01	300	1.00E-06	1.50E+04	/	一级初、高效过 滤器	99.00%	1.50E+02	30m 排 风筒
	Mn-54	1.00E+01	300	1.00E-06	3.00E+03			99.00%	3.00E+01	
	Ag110m	1.50E+01	300	1.00E-06	4.50E+03			99.00%	4.50E+01	
	Sb-124	1.00E+01	300	1.00E-06	3.00E+03			99.00%	3.00E+01	
	Sb-125	5.00E+00	300	1.00E-06	1.50E+03			99.00%	1.50E+01	
	Cs-137	1.00E+01	300	1.00E-06	3.00E+03			99.00%	3.00E+01	
分拣拆解	Co-60	5.00E+01	300	1.00E-05	1.50E+05	/	中、高效空气过 滤器	99.00%	1.50E+03	
	Mn-54	1.00E+01	300	1.00E-05	3.00E+04			99.00%	3.00E+02	
	Ag110m	1.50E+01	300	1.00E-05	4.50E+04			99.00%	4.50E+02	
	Sb-124	1.00E+01	300	1.00E-05	3.00E+04			99.00%	3.00E+02	
	Sb-125	5.00E+00	300	1.00E-05	1.50E+04			99.00%	1.50E+02	
	Cs-137	1.00E+01	300	1.00E-05	3.00E+04			99.00%	3.00E+02	
剪切	Co-60	5.00E+01	300	1.00E-03	1.50E+07	/	中、高效空气过 滤器	99.00%	1.50E+05	
	Mn-54	1.00E+01	300	1.00E-03	3.00E+06			99.00%	3.00E+04	

主要工序	核素种类	核素活度浓度 限值 Bq/g	操作量, t/a	计算采用的释放 因子	初始源强, Bq/a	净化措施		处理效 率	排放量, Bq/a	排放方 式
						工艺净化 措施	通风措施			
主要工序	Ag110m	1.50E+01	300	1.00E-03	4.50E+06			99.00%	4.50E+04	
	Sb-124	1.00E+01	300	1.00E-03	3.00E+06			99.00%	3.00E+04	
	Sb-125	5.00E+00	300	1.00E-03	1.50E+06			99.00%	1.50E+04	
	Cs-137	1.00E+01	300	1.00E-03	3.00E+06			99.00%	3.00E+04	
高温氧化	Co-60	5.00E+01	300	1.00E-03	1.50E+07	/	中、高效空气过 滤器	99.00%	1.50E+05	
	Mn-54	1.00E+01	300	1.00E-03	3.00E+06			99.00%	3.00E+04	
	Ag110m	1.50E+01	300	1.00E-03	4.50E+06			99.00%	4.50E+04	
	Sb-124	1.00E+01	300	1.00E-03	3.00E+06			99.00%	3.00E+04	
	Sb-125	5.00E+00	300	1.00E-03	1.50E+06			99.00%	1.50E+04	
	Cs-137	1.00E+01	300	1.00E-03	3.00E+06			99.00%	3.00E+04	
撕碎	Co-60	5.00E+01	300	1.00E-03	1.50E+07	/	中、高效空气过 滤器	99.00%	1.50E+05	
	Mn-54	1.00E+01	300	1.00E-03	3.00E+06			99.00%	3.00E+04	
	Ag110m	1.50E+01	300	1.00E-03	4.50E+06			99.00%	4.50E+04	
	Sb-124	1.00E+01	300	1.00E-03	3.00E+06			99.00%	3.00E+04	
	Sb-125	5.00E+00	300	1.00E-03	1.50E+06			99.00%	1.50E+04	

主要工序	核素种类	核素活度浓度 限值 Bq/g	操作量, t/a	计算采用的释放 因子	初始源强, Bq/a	净化措施		处理效 率	排放量, Bq/a	排放方 式
						工艺净化 措施	通风措施			
	Cs-137	1.00E+01	300	1.00E-03	3.00E+06			99.00%	3.00E+04	
喷丸去污	Co-60	5.00E+01	300	1.00E-04	1.50E+06	/	中、高效空气过 滤器	99.00%	1.50E+04	
	Mn-54	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	
	Ag110m	1.50E+01	300	1.00E-04	4.50E+05			99.00%	4.50E+03	
	Sb-124	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	
	Sb-125	5.00E+00	300	1.00E-04	1.50E+05			99.00%	1.50E+03	
	Cs-137	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	
打包	Co-60	5.00E+01	300	1.00E-05	1.50E+05	/	一级初、高效过 滤器	99.00%	1.50E+03	
	Mn-54	1.00E+01	300	1.00E-05	3.00E+04			99.00%	3.00E+02	
	Ag110m	1.50E+01	300	1.00E-05	4.50E+04			99.00%	4.50E+02	
	Sb-124	1.00E+01	300	1.00E-05	3.00E+04			99.00%	3.00E+02	
	Sb-125	5.00E+00	300	1.00E-05	1.50E+04			99.00%	1.50E+02	
	Cs-137	1.00E+01	300	1.00E-05	3.00E+04			99.00%	3.00E+02	
可剥离膜 去污	Co-60	5.00E+01	300	1.00E-04	1.50E+06	/	一级初、高效过 滤器	99.00%	1.50E+04	
	Mn-54	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	

主要工序	核素种类	核素活度浓度 限值 Bq/g	操作量, t/a	计算采用的释放 因子	初始源强, Bq/a	净化措施		处理效 率	排放量, Bq/a	排放方 式
						工艺净化 措施	通风措施			
主要工序	Ag110m	1.50E+01	300	1.00E-04	4.50E+05			99.00%	4.50E+03	
	Sb-124	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	
	Sb-125	5.00E+00	300	1.00E-04	1.50E+05			99.00%	1.50E+03	
	Cs-137	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	
毛坯铸件 堆放	Co-60	5.00E+01	300	1.00E-06	1.50E+04	/	一级初、高效过 滤器	99.00%	1.50E+02	
	Mn-54	1.00E+01	300	1.00E-06	3.00E+03			99.00%	3.00E+01	
	Ag110m	1.50E+01	300	1.00E-06	4.50E+03			99.00%	4.50E+01	
	Sb-124	1.00E+01	300	1.00E-06	3.00E+03			99.00%	3.00E+01	
	Sb-125	5.00E+00	300	1.00E-06	1.50E+03			99.00%	1.50E+01	
	Cs-137	1.00E+01	300	1.00E-06	3.00E+03			99.00%	3.00E+01	
产品制作	Co-60	5.00E+01	300	1.00E-04	1.50E+06	/	一级初、高效过 滤器	99.00%	1.50E+04	
	Mn-54	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	
	Ag110m	1.50E+01	300	1.00E-04	4.50E+05			99.00%	4.50E+03	
	Sb-124	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	
	Sb-125	5.00E+00	300	1.00E-04	1.50E+05			99.00%	1.50E+03	

主要工序	核素种类	核素活度浓度 限值 Bq/g	操作量, t/a	计算采用的释放 因子	初始源强, Bq/a	净化措施		处理效 率	排放量, Bq/a	排放方 式
						工艺净化 措施	通风措施			
	Cs-137	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	
机械加工	Co-60	5.00E+01	300	1.00E-04	1.50E+06	/	一级初、高效过 滤器	99.00%	1.50E+04	
	Mn-54	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	
	Ag110m	1.50E+01	300	1.00E-04	4.50E+05			99.00%	4.50E+03	
	Sb-124	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	
	Sb-125	5.00E+00	300	1.00E-04	1.50E+05			99.00%	1.50E+03	
	Cs-137	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	
成品堆放	Co-60	5.00E+01	300	1.00E-04	1.50E+06	/	一级初、高效过 滤器	99.00%	1.50E+04	
	Mn-54	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	
	Ag110m	1.50E+01	300	1.00E-04	4.50E+05			99.00%	4.50E+03	
	Sb-124	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	
	Sb-125	5.00E+00	300	1.00E-04	1.50E+05			99.00%	1.50E+03	
	Cs-137	1.00E+01	300	1.00E-04	3.00E+05			99.00%	3.00E+03	
合计									1.06E+06	

3.4.2 液态流出物的产生和处理

本项目熔炼工艺采用干法操作，不产生放射性废水。正常工况下产生的废水主要为人员淋浴废水、工作服清洗废水和设备冷却水，排放废水排入生活污水管网。事故工况下，本项目可能造成工作场所表面污染，采用擦拭去污的方式进行处理，不产生放射性废水的排放。

本项目不新增生产人员和技术人员，在现有人员中调剂解决。因此本项目不新增普通淋浴废水与工作服清洗废水的排放。

3.4.3 固体废物的产生和处理

本项目产生的固体废物主要包括口罩、工作服、抹布、废纸等可燃废物、金属废物、过滤器芯、切割粉尘等。

本项目产生的劳保用品、拆包废物属于低水平放射性废物，产生量约为 700kg/a。在生产岗位分类收集、包装后送固体废物暂存间暂存，暂存一定量后拟送有资质单位处理。废过滤器芯属于低水平放射性废物，年产生量为 8 个，将在产生岗位装塑料袋包装后送固体废物暂存间暂存，达一定量后送有资质的单位处理。金属废物主要来自工艺过程采用的金属操作器具与废金属零部件，该类金属废物为表面污染，将在产生场所经包装后暂存，暂存一定量后进行熔炼处理，年产生量 1000kg/a。本项目产生办公用品垃圾 600kg/a，按照生活垃圾处理，详见表 3.5。

表 3.5 本项目固体废物年产生量及去向

废物种类		年产生量 (kg/a)	比活度 (Bq/g)	类别	处理方式
金属废物		1000	> 0.8Bq/cm ²	/	金属废物为表面污染，暂存一定量后熔炼处理
可燃 废物	劳保用品	600	/	低水平 放射性 废物	在生产岗位分类收集，装塑料袋或废物桶暂存，暂存一定量后拟送有资质单位处理
	拆包废物	100	<5	低水平 放射性 废物	在生产岗位分类收集，装塑料袋或废物桶暂存，暂存一定量后送有资质的单位处理

废物种类	年产生量 (kg/a)	比活度 (Bq/g)	类别	处理方式
办公用品	600	/	/	按照生活垃圾处理
切割粉末	30	<40	低水平放射性废物	在产生岗位分类收集，装废物桶暂存，委托有资质单位水泥固定后，最终送有资质的单位处理
废初效过滤器芯	2个	<100	低水平放射性废物	除掉边框及支架后，滤芯重约3kg，容尘量约100g；在产生岗位装塑料袋包装后暂存，暂存一定量后送有资质的单位处理
废中效过滤器芯	2个	<100	低水平放射性废物	除掉边框及支架后，滤芯重约8kg，容尘量约800g；在产生岗位装塑料袋包装后暂存，暂存一定量后送有资质的单位处理
废高效过滤器芯	4个	<100	低水平放射性废物	除掉边框及支架后，滤芯重约8kg，容尘量约800g；在产生岗位装塑料袋包装后暂存，暂存一定量后送有资质的单位处理

3.4.4 废物最小化

放射性废物管理要求实施对所有废气、废液和固体废物的整体控制方案的优化和对废物从产生到处置与排放的全过程优化，力求获得最佳的经济、环境和社会效益，并有利于可持续发展。废物少量化管理实质上是一种比较全面的管理目标，同时考虑了废物管理的安全目标和经济目标。

湖南核工业宏华机械有限公司从管理上实现废物的少量化。

(1) 制定了废物少量化的目标管理体制，对气载流出物设有净化措施，废水经处理后达标排放，固体废物按照不同的污染水平进行分类处理。

(2) 通过制定废物管理制度，加强对工作人员的培训，坚持废物分类收集，在生产活动中采取必要措施，尽量减少废物的产生量。

(3) 加强环境监测和流出物监测，及时发现废物管理中存在的问题，并进行经验反馈。

结合以上的管理措施，公司还通过完善设计方案来实现废物少量化。工艺采用干法操作，对污染废水进行单独处理。此外进行工作场所分区管理，设置适当的密封屏障，提供可靠的密封功能和足够的包

容能力，加强废气的净化处理，减少放射性物质的扩散。

3.5 辐射安全管理

3.5.1 辐射安全管理机构与制度

湖南核工业宏华机械有限公司成立有辐射安全与环境保护管理领导小组，下设辐射安全与环境保护管理办公室，负责全公司核与辐射安全管理工作。

针对核电站废旧金属熔炼调整变更项目，公司成立了放射性废物处置营运管理中心，并制定了相关的辐射安全管理制度，对工程运行期间的辐射防护进行全面的监督和管理。

(1) 辐射管理机构设置与人员配备情况

湖南核工业宏华机械有限公司成立放射性废物处置营运管理中心，具体负责核电站废旧金属循环再利用加工过程中放射性金属的接收、贮存、处置、研发、三废管理等工作。包括中心主任 1 人、辐射防护专员 1 人，以及操作人员 5 人。

(2) 辐射安全管理制度

湖南核工业宏华机械有限公司已经制定的规章管理制度主要包括《辐射防护与安全保卫管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《放射工作人员健康管理规定》、《辐射防护与监测管理制度》、《个人剂量监测管理办法》、《辐射应急管理规定》、《职业安全与职业卫生管理制度》等 10 个辐射安全管理规章制度，根据核电站废金属熔炼调整变更项目的内容，对现有制度进行补充修订，以实施对核电站废金属熔炼调整项目的辐射安全管理。

另外，根据本项目需要，制定《核电站废金属循环再利用加工管理规定》、《核电站废金属循环再利用加工厂房区域管理制度》、《核电站废金属循环再利用加工二次废物管理制度》等辐射安全管理规章制度。

核电站废金属熔炼调整变更项目在公司辐射安全与环境保护管理领导小组领导下，通过辐射安全管理办公室的日常监管，通过辐射安全管理制度的有效约束，纳入到全公司的辐射安全管理体系中。

3.5.2 辐射安全设计

(1) 厂房分区布置

本项目工作场所按控制区（I区和II区）、监督区两区布置，其中将涉及放射性操作的废金属存放区、毛坯铸件堆放区、成品堆放区、分拣拆解区、剪切区、高温氧化区、撕碎区、喷丸干冰区、打包区、可剥离膜去污区、产品制作区、机械加工区等设为控制区。人流卫生出入口部分、物流出入口设为监督区。

(2) 气流组织

本项目合理组织气流，使熔炼厂房内的气流流向为：低污染区→高污染区。不同区域的气流组织主要是通过不同区域间的实体隔离和负压来实现有组织流动。设计中采用密闭厂房，厂房内保持微负压，实现厂房外气流向厂房内流动；监督区与控制区间有实体墙隔离，控制区内保持微负压，实现监督区气流向控制区流动。控制区内气溶胶浓度比较高的岗位，设置局排，如切割区、分解区、撕碎区及喷丸区等。对于控制II区中外照射较高的区域（废金属存放区、毛坯铸件堆放区、成品堆放区），由于其气溶胶污染水平较低，可与控制I区负压保持一致。

(3) 出入控制

厂房设人物流出入口。进入车间的工作人员必须持有岗位作业卡，经门禁和实物保护系统验证后，方可入内。

辐射工作人员进入卫生出入口脱家常服，穿工作服，佩带个人防护用品，进入本车间；工作人员出本车间在卫生出入口脱工作服，进行手脚污染监测，非污染人员进淋浴间淋浴，在家常服间穿家常服，出卫生出入口；污染人员在擦拭间擦拭去污，去污后再进行手脚污染监测，合格后进淋浴间淋浴，在家常服间穿家常服，出卫生出入口。

辐射工作人员出工作场所，在卫生出入口进行手脚表面污染监测，控制 β 表面污染水平 $<0.4\text{Bq/cm}^2$ ，合格后方允许离开。

工作人员由非辐射工作场所进入辐射工作场所的卫生出入口流线关系图见图 3.5。

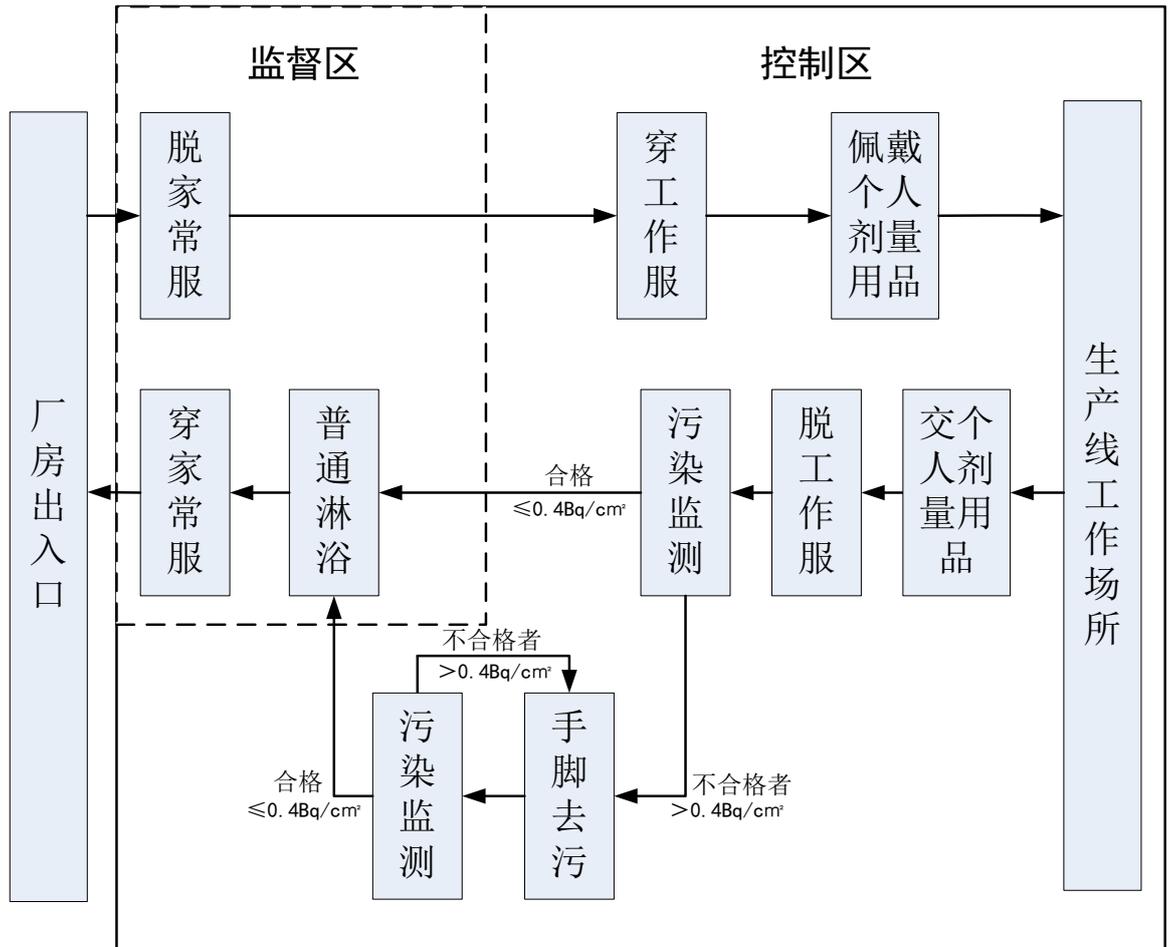


图 3.5 卫生出入口流线关系图

物流出入控制主要是本项目物料转移和放射性废物从车间内运出，包括来自核电站的金属废物与来自熔炼厂房的毛坯铸件运至本项目废金属存放区与毛坯铸件堆放区，打包的产品和加工后的成品等运出本项目。出入控制主要是管理控制，包括表面污染监测，数量记录，交接记录等。

对转移进厂房的来料进行抽样检测表面污染及 γ 剂量率检测，同时抽样检测核素种类及活度。

对准备转移出厂房的产品，在打包区装密封容器或是在成品堆放区包装后，就地进行擦拭去污，对其表面污染及 γ 剂量率进行检测，同时检测产品中的放射性核素种类及活度，检测合格的产品通过物流出入口转移出厂房。

对准备转移出厂的切割粉尘及不合格金属，在岗位装废物桶包装后，就地进行擦拭去污，并检测废物桶表面污染水平和 γ 剂量率水平，

同时检测产品中的放射性核素种类及活度，检测合格的废物桶通过物流出入口转移出厂房。

从生产线产生的物品包括废旧设备、放射性废物桶、固体废物的包装体等，在物流接口部位，采用 α 、 β 表面沾污测量仪对生产线产生的物品进行放射性污染表面监测。对运出厂房的放射性废物桶的表面污染进行检测，控制 β 表面污染水平 $<4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ；对其它放射性固体废物的包装体，控制 β 表面污染水平 $<4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

（4）密闭、通风与净化

➤ 密封屏障

密封操作是防止放射性物质弥散于工作场所和环境的主要措施之一。为了保证在正常、异常及事故情况下不致使工作人员和公众受到过量照射，本项目对放射性物料设有两道密封屏障。

第一级密封屏障为工艺设备及其排风净化系统。排气罩保持一定的定向气流速度。

第二级密闭屏障为建筑物。将放射性物质和气溶胶包容在建筑物内，建筑物的包容功能靠对外的门（无窗）的优良密封和保持建筑物内一定负压值来实现。

➤ 通风和净化

厂房内设有送排风系统，对辐射工作场所进行排风换气，换气次数为不小于3次/h，剪切、高温氧化、撕碎等区域换气次数不小于4次/h。

核电站废旧金属循环再利用加工厂房内设有一个局部排风系统，为切割区、分解区、撕碎区及喷丸区的工艺设备服务，经排风机房内中、高效空气过滤器处理后，通过30m排风筒排入大气。打包区、毛坯铸件堆放区、产品制作区、机械加工区、成品堆放区等设有全面排风系统，全面排风经过初、高效过滤器净化处理后通过30m高排风筒排往环境。

通风系统过滤器前后均设有压差计，运行过程中要定期检查，过滤器阻力增大或效率下降必须及时更换，更换过滤器时采用袋进袋出快速更换装置，减少放射性粉尘对工作人员的危害。

(5) 场所屏蔽设计

将对控制 I 区的切割岗位设有局部排风系统, 保证放射性气溶胶不向房间扩散; 工作人员操作时佩戴完整的个人防护用具。

物料贮存区 (废金属存放区、毛坯铸件堆放区、成品堆放区等) 采用距离屏蔽, 设置有活动围栏, 用便携式 α 、 γ 剂量率仪测量场所剂量率水平, 保证活动围栏外剂量率水平不高于 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

常规操作岗位采用质量控制, 控制单次操作放射性物料的量, 保证工作人员接受照射剂量率水平不高于 $10\mu\text{Sv/h}$ 。

物料转移岗位, 根据 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定, 对源的运行或开启之时间歇性的或仅是把源从一处移至另一处的情况下, 可对照射时间加以规定, 因此采用时间控制, 保证工作人员年照射剂量不高于剂量约束值。

3.5.3 辐射安全监测

3.5.3.1 工作场所

(1) 空气污染监测

➤ 设置有便携式空气取样装置, 对放射性工作场所气溶胶进行常规监测、与设备检修任务相关监测。

➤ 在工作场所内产生放射性气溶胶的岗位, 采用便携式取样装置, 开展定期监测。

(2) 表面污染监测

➤ 卫生出入口设置有 α 、 β 手脚污染监测仪, 对出污染区工作人员进行手脚表面污染监测。

➤ 用可携式 α 、 β 表面污染测量仪对进出车间的放射性物品的包装体的表面进行污染监测。

➤ 用可携式 α 、 β 表面污染测量仪对放射性金属废物表面污染进行监测, 确定其表面污染水平。

➤ 采用擦拭法, 对放射性工作场所的地面、墙壁、设备表面等定期进行表面松散污染监测。

(3) γ 剂量率监测

➤ 采用可携式 α 、 γ 剂量仪测量工作场所(放射性金属废物切割、

贮存场所)的 γ 辐射剂量率。

➤ 采用可携式 X、 γ 剂量仪测量放射性金属废物表面接触剂量率，测量产品及进出厂房的废物包装的表面接触剂量率。

3.6.3.2 个人剂量

公司对进入辐射工作场所的所有工作人员进行个人剂量监测。

(1) 内照射个人剂量常规监测

采集工作人员尿样，送专业检测机构检测尿样中的放射性活度。监测频次为 1 次/半年。

(2) 外照射个人剂量常规监测

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，以测量工作人员所受 γ 剂量。热释光个人剂量计一般戴在左胸前，每 3 个月由值班剂量人员收集，统一采用热释光测量仪测量。

(3) 检修或处理事故

检修或处理事故处理时，辐射工作人员需佩带防护用品，主要包括防护服及含报警装置的个人剂量计。

本项目配备的辐射防护监测设备见表 3.6。

表 3.6 辐射防护监测设备一览表

设备名称	数量	
空气污染监测系统	气溶胶连续监测装置	1 台
	移动式气溶胶取样装置	2 台
	低本底 α 、 β 测量仪	1 台
辐射水平监测系统	便携式 χ 、 γ 剂量率监测仪	1 台
表面污染监测系统	α 、 β 表面沾污测量仪	2 台
	α 、 β 手脚污染监测仪	1 台
核素活度监测系统	HPGe 伽马谱仪	1 台
个人剂量监测系统	热释光个人剂量计	35 个
	电子式个人剂量计	5 个
	应急及个人防护用品	1 套
流出物在线分析和取样监测系统	流出物固定取样装置	1 个
	气溶胶连续监测仪 CAM-1	1 套

3.5.4 辐射事故应急

为了预防和控制潜在的事故，或紧急情况发生时，及时有效做出应急准备和响应，最大限度地减轻可能产生的事故后果，保障员工的健康与安全，湖南核工业宏华机械有限公司制定了核电站废金属熔炼项目事故应急救援的管理制度。

(1) 应急组织机构及职责

湖南核工业宏华机械有限公司事故应急组织机构见下图 3.6。辐射事故应急救援领导小组下设应急管理办公室，办公室设在安全环保部。应急救援小组包括指挥部、通讯联络队、抢险抢修队、环境应急队、后勤保障队、医疗救护队等。领导小组由总经理任组长，主管副总经理任副组长，成员包括其他副总经理、安全环保部主任、放废金属熔炼营运中心主任、生产和供应部主任、综合管理办负责人、技术开发部主任、铸造分厂厂长、市第四人民医院院长等人员组成。

► 应急救援领导小组

应急救援领导小组（应急指挥部）负责制定、修改事故应急救援预案；组建应急救援队伍、组织实施、训练和演习，并检查各项工作实施情况；发布和解除在应急救援行动中的命令；负责向上级报告和向友邻单位通报情况；负责组织调查事故发生原因，处理事故及总结经验教训应急办公室

▶ 应急救援办公室

应急救援办公室主要职责包括：传达公司应急指挥部命令并监督落实；负责相关突发事件的协调管理工作，负责整合各相关部门的资源与力量；根据公司实际情况与地方应急机构建立共同应急救援网络和签订应急救援协议，负责通知并联络应急救援各专业组组长及相关成员，综合协调各组救援工作；负责记录、保存应急状态下各阶段的有关资料和刻录；起草对外通报的应急信息；经应急总指挥批准，按规定及时向国家、地方有关部门和上级主管部门报告事故情况及拟采取的应急防护措施；事故状态终止后，负责组织向上级主管部门提交详细的总结报告；负责应急状态下应急指挥部的事务管理；负责公司日常归口管理和协调工作，定期组织预案演练，根据预案实施过程中存在的问题及有关情况，及时对预案进行调整、修订、补充和完善。

▶ 通讯联络队

协助事故应急领导小组组长做好事故报警、情况通报及事故处置工作，协助事故应急领导小组组长负责事故抢险、抢修工作的现场指挥、必要时，代表事故应急领导小组对外发布有关信息。

▶ 环境应急队

环境应急队由安全环保部和护厂队组成。负责环境污染突发事件的处置。

▶ 抢险抢修队

抢险抢修队负责灭火、警戒、治安保卫、疏散、通道管理工作和事故现场及有毒有害物质扩散区域的洗消工作。

▶ 后勤保障队

后勤保障队负责抢险及受伤、中毒人员的生活必需品供应；负责抢险救援物资的供应。

▶ 医疗救护队

医疗救护队负责现场医疗救护指挥，受伤人员的分类抢救和护送转院。

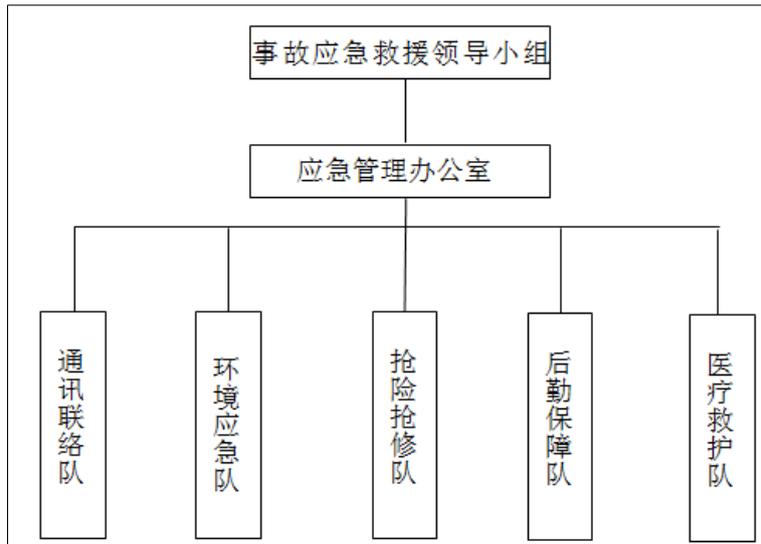


图 3.6 事故应急组织机构

(2) 辐射事故应急预案

湖南核工业宏华机械有限公司配备有保证应急救援所需的通信设备、工具，并公布了各应急救援机构人员以及当地医院、救援机构、有关政府部门的通信联系方式和方法；建立了各类事故应急救援小分队；配备应急报警系统、急救设备、应急照明及动力、逃生工具、消防器材、通讯及运输设备，建立应急救援设施清单。完善的应急组织体系、齐全的救援小分队及各类应急设备，保证了在事故应急响应期间做到对受伤人员的及时救治并将损失减少到最低程度。

▶ 非污染区事故应急响应

对外伤、烧伤、中毒、电击等伤害事故，根据原因及病情特征，采取相应施救措施，进行医疗救护。

▶ 污染区事故应急响应

对在污染区发生的外伤、烧伤、中毒、电击等伤害事故，现场必须进行洗消处理后根据原因及病情特征，采取相应施救措施，进行医疗救护并作剂量监测。依据接收剂量大小送往南华附属医疗治疗。

▶ 停电事故应急响应

由于停电导致排风系统失效，厂房内产生的放射性气溶胶无法及时净化排出，引起的人员超剂量辐射事故，向当地的环保部门和上级主管部门报告，启动应急响应中的联动机制。确定环境和医疗观测范围以及应急药物发放范围，并留生物样品，以备检测用。撤离人员中

的辐射损伤者，取血、尿、痰，以备检测。

应急中心报告应急结束，公司应急指挥部同意撤离之后，医疗救护队伍才能撤离应急现场。

➤ 放射源事故应急响应

当废金属接收工作人员发现可疑物（如密闭的罐体、带色的附着物、疑似放射源的物体等）后，立即向应急指挥部报告；应急指挥部接到报警后，迅速赶赴现场，查明基本情况，并启动应急预案；联络员通知各应急小分队赶赴现场；护厂队到达现场后，设立警戒区；环境应急队到达现场后，对现场可疑物进行隔离和必要的检测，并取样化验，确定污染物剂量和活度水平；联络员将发行可疑物的情况及污染物剂量和活度水平报告省市环保部门辐射管理处（科）。医疗小分队对现场工作人员身体状况进行检查和初步诊断。抢险队动用设备对现场污染物进行清理，将可疑物装进废物桶，送暂存库。应急指挥部对现场处理情况进行核实，确定处理完毕后，宣布应急处置完毕，解除警戒。

➤ 漏炉、穿炉事故应急响应

当发生漏炉、穿炉事故时，事故现场负责人员应立即报告应急指挥部。根据漏炉、穿炉情况，采取处理措施。若发生炉体大量溢出，则疏散人员，及时关闭带电设备，做好消防准备。若有人员伤亡，立即转移并施救。待漏出金属冷却后，进行现场清理和去污。

(3) 应急人员的培训演习计划

➤ 人员培训计划

对应急救援各专业队人员的业务培训，由公司安全环保部每半年组织一次，培训内容包括了解、掌握事故应急救援预案内容；熟练使用各类防护器具；如何展开事故现场抢险、救援及事故的处置；事故现场自我防护措施。

员工应急响应的培训，由各车间、部门结合每年组织的安全技术知识的培训考核一并进行，培训内容包括企业安全生产规章制度、安全操作规程；防火、防爆、防毒、防辐射的基本知识；生产过程中异常情况的排除处理方法；事故发生后如何开展自救和互救；事故发生

后的撤离和疏散方法。

事故应急预案实施后，由各车间、部门组织员工学习应急预案，学习内容：熟悉各员工应急救援时的职责；熟悉应急救援时的流程；熟悉岗位应急处置方案。

► 应急演习计划

1) 组织指挥演练：由指挥部的领导和专业队负责人分别按应急救援预案要求，以组织指挥的形式组织实施应急救援任务的演练。

2) 单项演练：由指挥领导小组副组长每半年组织一次。由各专业队各自开展的应急救援预案任务中的单项科目的演练。由各专业组组长每季度组织一次。

3) 综合演练：由应急救援指挥部按应急救援预案开展全面演练。由指挥领导小组组长每年组织一次。

(4) 应急设施和设备

公司配备必要的有线、无线通信器材，确保应急预案启动时各应急部门之间的联络畅通，并且建立了 24 小时有效内部和外部通讯联络电话单。

公司设置个人应急防护用品和应急监测仪器。其中个人应急防护用品包括辐射防护眼镜、单面防护裙、辐射防护铅手套、单罐防毒口罩等，应急防护用品放在原材料库劳保室。应急监测仪器包括表面沾污测量仪等。

(5) 应急监测

应急监测包括事故现场空气中气溶胶浓度监测、事故影响范围内的环境 γ 监测，以及事故现场表面污染监测等。必要时，对放射性事故现场的应急人员、运行人员的受照剂量进行监测。

3.6 质量保证

3.6.1 质量保证目的

质量保证的目的是使核电站废旧金属熔炼循环再利用项目在设计、建造、运行等阶段能够进行有效的质保管理，严格执行各项标准、程序和剂量约束值，使安全运行、保护环境、保证核电站废旧金属熔

炼项目对环境的影响是可接受的。

3.6.2 质量保证体系的建立

710 厂制定了《放射性污染金属熔炼处理循环再利用质量保证大纲》来确保核电站废旧金属熔炼项目的有效开展。大纲适用于核电站废旧金属熔炼设施各阶段相关作业有影响的质量活动，包括人员的配备与培训、物项采购、场地与环境控制、检验、测量和试验控制、不符合品（项）控制、记录和报告控制等。

3.6.3 质量保证组织机构

为了保证核电站废旧金属熔炼示范项目的顺利进行，710 厂成立了以总经理为组长的核电站废旧金属熔炼示范项目领导小组、项目管理办公室等管理组织机构，负责该项目的管理和实施。质量保证的组织机构图见下图 3.7。

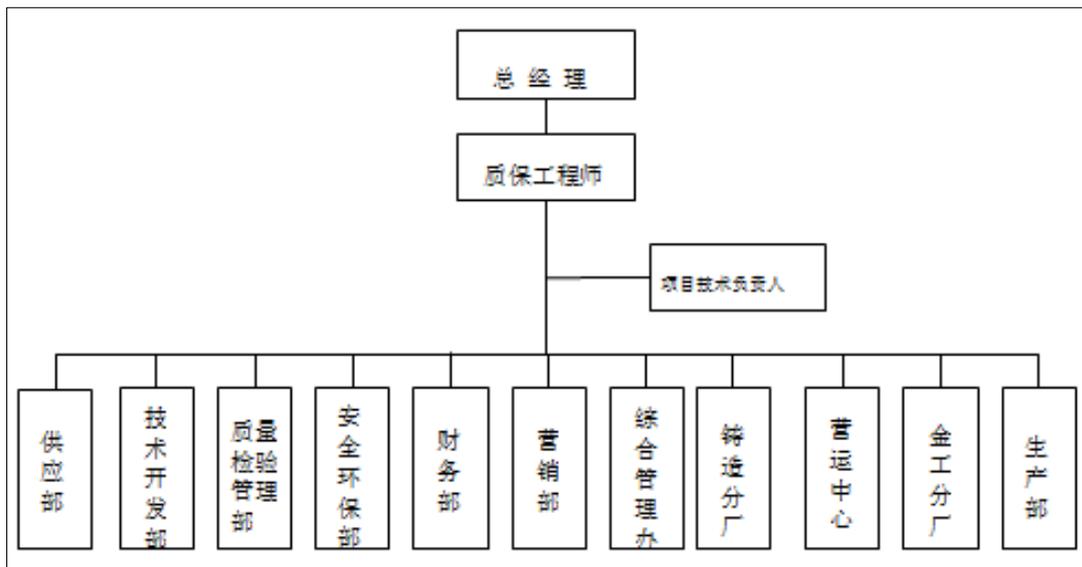


图 3.7 项目质量保证组织机构图

3.6.4 质量保证大纲的内容

质保大纲的内容明确规定开展工作的组织机构和有关部门各种人员的责任和权利；明确指出设计、实施过程中适用的工作规范、标准和技术条件，包括满足这些条件的规定；确定所适用的物项、服务和工艺过程，并对其规定适当的管理和验收方法；对影响工作质量的因素作出具体规定，如环境条件、合适的设备等；凡是对质量有影响

的工作都按照使用该工作的书面程序、图纸、技术文件完成，这些文件包括定性和定量的验收标准；做出了对从事影响质量的工作人员进行培训的规定；参与大纲实施的管理部门定期对其负责的质保大纲的状况和实用性进行监测，发现问题及时采取纠正措施。

3.6.5 质量措施的制定

- (1) 编制质量管理文件，使质量管理工作规范化、制定化。
- (2) 制定各种操作规程和细则，使整个运行过程按程序执行。
- (3) 环境辐射监测所有的仪器仪表必须可靠，在选购时考虑其技术指标满足环境监测的要求。
- (4) 测量仪器必须定期校准，校准时用国家标准规定的标准源、
- (5) 环境辐射监测仪在开始测量前，检查本底计数率和探测效率记录。
- (6) 对所有参加项目的工作人员进行质量管理培训，取得合格证后持证上岗。

3.7 环保设施投资

本项目环保投资总计 338 万元，占总投资比例的 68%。环保投资主要包括排风净化系统、辐射监测设备等。本项目环保投资情况见表 3.7。

表 3.7 本项目环保投资（万元）一览表

名称	单位	数量	价格（万元）
送排风净化系统	初、高效过滤器	套	4
	中、高效过滤器	套	1
	送风系统	台	4
	离心通风机	台	3
	送排风管道	套	3
辐射监测设备	空气污染监测系统（气溶胶连续监测装置、移动式气溶胶取样装置、低本底 α 、 β 测量仪）	套	1
	便携式 χ 、 γ 剂量率监测仪	套	利旧
	表面污染监测系统（ α 、 β 表面沾污测量仪、 α 、 β 手脚污	套	1

	染监测仪)			
	HPGe 伽马谱仪	套	利旧	
	个人剂量监测系统 (热释光个人剂量计、电子式个人剂量计)	套	利旧	
	流出物监测系统	套	1	
	流出物固定取样装置	套	1	
	30m 排气筒	个	1	60
	合计			338

3.8 便于拆除的考虑

核电站废旧金属循环再利用加工厂房使用计划 8 年，考虑到设施在 8 年后实施拆除，过程包括源项调查、清洗去污、放射性废物的管理。在拆除过程中，贯穿始终的指导思想就是废物的小量化和人员及环境的安全。

(1) 拆除计划

本项目拆除主要包括前期技术准备阶段和拆除实施阶段。拆除前期技术准备阶段的内容主要有：

- a.对设施的历史、特征和现状进行描述；
- b.进行拆除源项初步调查，以便根据运行史、物料衡算和实地测量而估算出拆除设施中放射性和非放射性污染源项总量及其分布；
- c.移走物料和处理、处置运行废物，以便减少拆除废物总量；
- d.推荐拆除方案和拆除方法，以及拟采用的规范、规定、标准等。
- e.拆除费用来源及筹措方式。

拆除实施阶段的主要规划内容包括：

- a.补充进行更详细的源项调查；
- b.现有安全系统的概况调查；
- c.拆除方案及可用的拆除技术确定；
- d.放射性废物最终处置；
- e.制订辐射防护大纲；
- f.编写质量保证大纲；
- g.保安措施；

h.应急措施；

i.拆除工程进度计划。

(2) 拆除策略

本项目的拆除策略为立即拆除。在确保工作人员、公众的安全及环境安全的拆除安全目标前提下，尽量减少来自拆除各阶段中产生的放射性危害。

(3) 便于拆除的措施

在完成相关任务或达到使用寿命时，核电站废旧金属循环再利用加工厂房内的工艺设备，以及厂房内相配套的水暖风气设备均需进行去污、拆除及拆除。

为便于厂房后期拆除，在设计过程中，从污染分区面积控制、人物流通道设置、预留拆除后废物暂存位置、设置有送排风及相关除尘设备等方面进行了考虑。

a.严格控制污染区域面积，将非辐射工作场所和辐射工作场所物理隔离，尽量减小可能受到放射性污染的区域面积，减小后期拆除时的废物量；

b.人物流通道考虑了后期拆除时，去污、拆除等操作人员的更衣需求，同时考虑了拆除下来的待拆除设备部件的切割，装箱装桶后的外送需求。预留的人物流通道均满足后期厂房拆除时的人物流需求。

c.厂房内考虑了较大面积的操作空间，便于后期厂房拆除时，拆除及切割后形成的固废的检测、装桶及一定时段的外送暂存需求。

该厂房内的处理工艺偏向于机加工过程，整体工艺较为清晰简洁，现有厂房的设计内容，可以满足后期拆除需求。

(4) 废物管理

拆除过程产生的废物应该进行分类管理。拆除过程中产生的可解控废物，应按照规定进行解控。拆除活动和二次废物产生的其他废物，能够得到处理和处置。

第四章 环境质量现状

4.1 辐射环境质量现状

湖南核工业宏华机械有限公司于 2024 年 1 月委托中国辐射防护研究院核工业环境分析测试中心对厂区周围环境 5km 区域进行了辐射环境现状调查，见附件二。

4.1.1 辐射环境监测方案

辐射环境现状调查项目主要包括 γ 辐射剂量率，环境气溶胶、沉降灰、土壤、生物、环境水中放射性活度浓度以及厂界噪声，本次现状监测方案见表 4.1，采用的环境监测分析方法所依据的标准见表 4.2。监测布点图见图 4.1。

表 4.1 辐射环境监测方案

介质	监测点位	项目或核素	监测频次
γ 辐射剂量率	南陂村王基组 (S, 800m)、华联社区 (NNE, 1km)	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次
气溶胶	南陂村王基组 (S, 800m)、太山村对门冲组 (NE, 4.3km)	^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{137}Cs	1 次
沉降灰	南陂村王基组 (S, 800m)、太山村对门冲组 (NE, 4.3km)		1 次
土壤	厂区周边稻田菜地 (N, 200m)、南陂村瓦屋组 (S, 1.2km)、太山村对门冲组 (NE, 4.3km)		1 次
白菜	东风村 (ESE, 1.5km)		1 次
大米			1 次
鸡			1 次
环境水	总排口下游湘江		总 α 、总 β
声环境	厂区边界	噪声	1 次

表 4.2 辐射环境监测分析方法

介质	分析项目	分析方法	测量仪器
气溶胶	^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{137}Cs	GB/T11743-2013 GB/T 11713-2015	HPGe γ 谱仪
土壤	^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{137}Cs	GB/T11743-2013 GB/T 11713-2015	HPGe γ 谱仪
沉降灰	^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{137}Cs	GB/T11743-2013 GB/T 11713-2015	HPGe γ 谱仪
生物	^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{137}Cs	GB/T16145-1995	HPGe γ 谱仪
γ 辐射剂量率		GB/T14583-1993	YB- II 型



图 4.1 辐射环境监测布点图

4.1.2 监测结果

4.1.2.1 环境 γ 辐射

在厂区周围布设 2 个 γ 剂量率监测点，监测结果见表 4.3。厂区周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 88~92 nGy/h。

表 4.3 周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果 (nGy/h)

监测点	监测结果
南陂村王基组	90±2
华联社区	90±2

4.1.2.2 气溶胶

厂区周围环境气溶胶中放射性核素监测结果见表 4.4。监测结果显示各监测点位气溶胶中放射性核素 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{137}Cs 均未检出。

表 4.4 气溶胶中各核素活度浓度监测结果 (Bq/m³)

监测地点	核素	监测结果
南陂村王基组	Sb-125	<2.7E-5
	Sb-124	<1.0E-5
	Mn-54	<1.1E-5
	Ag-110m	<1.4E-5
	Co-60	<1.2E-5
	Cs-137	<9.8E-6
太山村对门冲组	Sb-125	<3.6E-5
	Sb-124	<1.3E-5
	Mn-54	<1.3E-5
	Ag-110m	<1.8E-5
	Co-60	<1.6E-5
	Cs-137	<1.2E-5

4.1.2.3 沉降灰

为监测沉降灰中放射性核素含量，在厂区周边布设沉降灰监测点，监测结果见表 4.5。监测结果显示各监测点位沉降灰中放射性核素 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 均未检出。

表 4.5 沉降灰中各核素活度浓度监测结果 (Bq/m^2)

监测地点	核素	监测结果
南陂村王基组	Sb-125	<0.38
	Sb-124	<0.32
	Mn-54	<0.14
	Ag-110m	<0.18
	Co-60	<0.22
	Cs-137	<0.18
太山村对门冲组	Sb-125	<0.36
	Sb-124	<0.29
	Mn-54	<0.13
	Ag-110m	<0.17
	Co-60	<0.21
	Cs-137	<0.18

4.1.2.4 土壤

厂区外设置 3 个土壤取样点进行监测，监测结果见表 4.6。各监测点土壤中未检出放射性核素 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{137}Cs 的比活度为 0.62~0.72 Bq/kg 。

表 4.6 土壤中各核素活度浓度监测结果 (Bq/kg)

监测地点	核素	监测结果
南陂村王基组	Sb-125	<0.66
	Sb-124	<0.43
	Mn-54	<0.24
	Ag-110m	<0.32
	Co-60	<0.35
	Cs-137	0.70
太山村对门冲组	Sb-125	<0.70
	Sb-124	<0.42
	Mn-54	<0.27
	Ag-110m	<0.34
	Co-60	<0.36
	Cs-137	0.62

厂区周边稻田菜地	Sb-125	<0.72
	Sb-124	<0.43
	Mn-54	<0.28
	Ag-110m	<0.37
	Co-60	<0.45
	Cs-137	0.72

4.1.2.5 生物

在厂区外南陂村南陂塘、东风村进行生物样监测，监测结果见表 4.7。监测结果显示各监测点位生物样品中放射性核素 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 均未检出，大米中 ^{137}Cs 比活度为 0.084Bq/kg (鲜)。

表 4.7 生物中各核素活度浓度监测结果 (Bq/kg 鲜)

监测地点	生物种类	核素	监测结果
南陂村南陂塘	鸡肉	Sb-125	<0.039
		Sb-124	<0.018
		Mn-54	<0.019
		Ag-110m	<0.027
		Co-60	<0.047
		Cs-137	<0.029
东风村	白菜	Sb-125	<0.030
		Sb-124	<0.014
		Mn-54	<0.015
		Ag-110m	<0.018
		Co-60	<0.037
		Cs-137	<0.017
	大米	Sb-125	<0.12
		Sb-124	<0.066
		Mn-54	<0.054
		Ag-110m	<0.073
		Co-60	<0.13
		Cs-137	0.084

4.1.3 辐射环境质量现状评价

《中国环境天然放射性水平》(国家环境保护局 1995) 中衡阳市原野 γ 辐射剂量率在 $29.4\sim 147.2\text{nGy/h}$ 。2024 年的现状监测结果表明，710 厂周边环境 γ 辐射剂量率处在衡阳市天然本底水平范围内。厂区周边环境介质中放射性核素 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{137}Cs 均未检出。

4.2 非放环境质量现状

4.2.1 环境空气质量现状监测

2023年5月,710厂委托中核二七二铀业有限公司对厂区周边环境空气质量进行了一次监测。监测点位于厂区南侧0.8 km处的南陂村(常年主导风向的下风向)与东北侧1km处的华联社区,监测内容主要为大气中颗粒物、二氧化硫、二氧化氮。监测分析方法见表4.8。监测结果见表4.9。环境检测报告见附件三。

表 4.8 环境监测分析方法

检测项目	分析方法	标准编号	仪器与型号	方法检出限	
大气	TSP	《环境空气总悬浮颗粒物的测定重量法》	GBT 15432-1995	CP214 万分之一天平	0.001mg/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	AA-7000 原子吸收分光光度计	0.007mg/m ³
	NO ₂	《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	721-G 可见光光度计	0.015mg/m ³

表 4.9 环境空气质量现状监测结果

监测点位	监测项目	监测结果 (mg/m ³)	评价标准 (mg/m ³)
南陂村	TSP	0.10	0.30
	SO ₂	0.01	0.15
	NO ₂	0.02	0.10
华联社区	TSP	0.30	0.30
	SO ₂	0.02	0.15
	NO ₂	0.04	0.10

由表 4.9 可知，项目周边环境空气 SO₂、NO_x、TSP、氟化物的监测值均未超过 GB 3095-2012《环境空气质量标准》的二级浓度限值。

4.3 声环境质量监测

2024 年 1 月，710 厂委托中核二七二铀业有限公司对厂界周边声环境质量进行了一次监测，厂界的噪声监测结果见表 4.10，由表 4.10 可知，本项目施工期间厂界噪声均低于《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中建筑施工场界环境噪声排放限值。

表 4.10 施工期间厂界的噪声监测结果表

监测点位置	测量值[dB(A)]		标准值[dB(A)]	
	昼间	夜间	昼间	夜间
厂区内东侧	52.4	46.8	70	55
厂区内南侧	68.5	50.2		
厂区内西侧	56.4	47.3		
厂区内北侧	57.7	48.3		

第五章 正常工况的环境影响

5.1 放射性废物的产生和去向

5.1.1 气载流出物

本项目废气主要来自核电站废旧金属循环再利用加工厂房的分拣拆解区、剪切区、高温氧化区、撕碎区、喷丸去污区拆包区等，核电站废旧金属循环再利用加工厂房局部排风和全面排风均通过本项目新建 30m 高的排气筒排往环境。本项目 30m 排气筒放射性排放量约为 $1.06 \times 10^6 \text{Bq/a}$ 。本项目通过 30m 高排气筒排往环境的放射性核素排放量见表 5.1。

表 5.1 本项目通过 30 m 高排气筒排往环境的释放源项列表

序号	核素	排放量 (Bq/a)
1	Co-60	5.28E+05
2	Mn-54	1.06E+05
3	Ag-110m	1.58E+05
4	Sb-124	1.06E+05
5	Sb-125	5.28E+04
6	Cs-137	1.06E+05
合计		1.06E+06

5.1.2 固体废物

本项目产生的固体废物主要包括口罩、工作服、抹布、废纸等可燃废物、金属废物、过滤器芯、切割粉尘等。

本项目产生的劳保用品、拆包废物属于低水平放射性废物，在生产岗位分类收集、包装后送固体废物暂存间暂存，暂存一定量后拟送有资质单位处理。废过滤器芯属于低水平放射性废物，将在产生岗位装塑料袋包装后送固体废物暂存间暂存，达一定量后送有资质的单位处理。金属废物主要来自工艺过程采用的金属操作器具与废金属零部件，该类金属废物为表面污染，将在产生场所经包装后暂存，暂存一定量后进行熔炼处理。

5.2 正常工况下气载流出物的环境影响

5.2.1 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。

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。

5.2.2 计算结果

5.2.2.1 大气扩散因子

表 5.2 给出了 10km 范围的年均大气扩散因子。本项目新建 30m 烟囱的大气扩散因子最大值出现在 0~1km 范围的 SW 方位，为 $2.93 \times 10^{-6} \text{s/m}^3$ 。

5.2.2.2 个人剂量

在正常运行情况下，分别对 10km 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 5.3~表 5.7 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 5.3~表 5.7 的结果可以看出，在有人的子区最大个人有效剂量出现在 0~1km 的 S 子区（南陂村）；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： $8.97 \times 10^{-10} \text{Sv/a}$ 、 $8.65 \times 10^{-10} \text{Sv/a}$ 、 $8.70 \times 10^{-10} \text{Sv/a}$ 、 $8.80 \times 10^{-10} \text{Sv/a}$ ，关键居民组为南陂村婴儿组。

(2) 各照射途径对最大个人有效剂量的贡献

表 5.8 为不同核素所致 0~1km 的 S 子区居民的个人有效剂量。从表可以看出，关键核素为 ^{60}Co ，对婴儿组剂量贡献份额为 65.18%；关键照射途径为地表沉积外照射，占婴儿组最大个人有效剂量份额为 91.48%。

5.2.3 结果评述

在本项目的正常运行工况下，气载流出物在有人子区的最大个人

有效剂量出现在 0~1km 的 S 子区，公众最大个人有效剂量为 $8.97 \times 10^{-10} \text{Sv/a}$ ，关键居民组为南陂村婴儿组，约占本项目剂量约束值（ 0.01mSv/a ）的 0.00897%。关键核素为 ^{60}Co ，其对公众婴儿组最大个人有效剂量的贡献额为 65.18%；关键途径为地表沉积外照射，占婴儿组最大个人有效剂量的 91.48%。10km 评价范围内总的年集体剂量为 2.30×10^{-4} 人 Sv。

正常工况下本项目对周边公众的辐射环境影响是可以接受的。

表 5.2 30m 烟囱 10km 范围内的大气扩散因子 (s/m^3)

方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	1.02E-06	4.47E-07	2.50E-07	1.10E-07	3.26E-08
NNE	9.02E-07	3.96E-07	2.21E-07	9.80E-08	2.89E-08
NE	9.45E-07	4.14E-07	2.32E-07	1.02E-07	3.01E-08
ENE	7.39E-07	3.24E-07	1.81E-07	8.00E-08	2.36E-08
E	4.86E-07	2.13E-07	1.19E-07	5.28E-08	1.56E-08
ESE	6.48E-07	2.84E-07	1.59E-07	7.02E-08	2.07E-08
SE	1.13E-06	4.93E-07	2.76E-07	1.21E-07	3.55E-08
SSE	1.41E-06	6.17E-07	3.45E-07	1.52E-07	4.46E-08
S	1.34E-06	5.87E-07	3.28E-07	1.44E-07	4.23E-08
SSW	1.93E-06	8.44E-07	4.71E-07	2.07E-07	6.02E-08
SW	2.93E-06	1.28E-06	7.13E-07	3.14E-07	9.17E-08
WSW	5.29E-07	2.33E-07	1.31E-07	5.78E-08	1.71E-08
W	3.25E-07	1.44E-07	8.06E-08	3.58E-08	1.06E-08
WNW	4.61E-07	2.01E-07	1.13E-07	4.97E-08	1.47E-08
NW	5.88E-07	2.57E-07	1.44E-07	6.35E-08	1.88E-08
NNW	1.22E-06	5.34E-07	2.98E-07	1.32E-07	3.90E-08

表 5.3 10km 范围内婴儿组个人有效剂量 (Sv/a)

方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	2.94E-10	1.35E-10	8.04E-11	4.03E-11	1.58E-11
NNE	3.95E-10	1.87E-10	1.17E-10	6.26E-11	2.74E-11
NE	4.57E-10	2.17E-10	1.36E-10	7.45E-11	3.30E-11
ENE	4.44E-10	2.14E-10	1.35E-10	7.50E-11	3.45E-11
E	3.28E-10	1.59E-10	1.01E-10	5.67E-11	2.63E-11
ESE	3.42E-10	1.64E-10	1.03E-10	5.67E-11	2.56E-11
SE	1.06E-09	5.17E-10	3.34E-10	1.92E-10	9.12E-11
SSE	9.82E-10	4.74E-10	3.03E-10	1.71E-10	7.93E-11
S	8.97E-10	4.32E-10	2.75E-10	1.55E-10	7.18E-11
SSW	1.87E-09	9.07E-10	5.88E-10	3.38E-10	1.60E-10
SW	1.66E-09	7.93E-10	5.04E-10	2.80E-10	1.27E-10
WSW	2.42E-10	1.14E-10	7.18E-11	3.90E-11	1.72E-11
W	1.35E-10	6.31E-11	3.94E-11	2.12E-11	9.12E-12
WNW	1.31E-10	5.94E-11	3.54E-11	1.77E-11	6.85E-12
NW	1.81E-10	8.31E-11	5.01E-11	2.56E-11	1.02E-11
NNW	3.27E-10	1.49E-10	8.74E-11	4.34E-11	1.64E-11

注：表中阴影部分为无人子区。

表 5.4 10km 范围内幼儿组个人有效剂量 (Sv/a)

方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	2.83E-10	1.30E-10	7.66E-11	3.89E-11	1.52E-11
NNE	3.81E-10	1.80E-10	1.12E-10	6.04E-11	2.64E-11
NE	4.40E-10	2.08E-10	1.31E-10	7.18E-11	3.18E-11
ENE	4.27E-10	2.05E-10	1.31E-10	7.29E-11	3.32E-11
E	3.16E-10	1.52E-10	9.77E-11	5.51E-11	2.54E-11
ESE	3.30E-10	1.58E-10	9.93E-11	5.45E-11	2.46E-11
SE	1.02E-09	4.98E-10	3.22E-10	1.85E-10	8.80E-11
SSE	9.45E-10	4.57E-10	2.93E-10	1.65E-10	7.61E-11
S	8.65E-10	4.17E-10	2.66E-10	1.50E-10	6.91E-11
SSW	1.80E-09	8.74E-10	5.67E-10	3.26E-10	1.54E-10
SW	1.61E-09	7.66E-10	4.86E-10	2.70E-10	1.23E-10
WSW	2.33E-10	1.10E-10	6.91E-11	3.76E-11	1.66E-11
W	1.30E-10	6.10E-11	3.79E-11	2.04E-11	8.80E-12
WNW	1.26E-10	5.72E-11	3.41E-11	1.71E-11	6.64E-12
NW	1.75E-10	7.99E-11	4.83E-11	2.46E-11	9.82E-12
NNW	3.14E-10	1.42E-10	8.42E-11	4.19E-11	1.59E-11

注：表中阴影部分为无人子区。

表 5.5 10km 范围内少年组个人有效剂量 (Sv/a)

方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	2.86E-10	1.31E-10	7.72E-11	3.91E-11	1.53E-11
NNE	3.83E-10	1.81E-10	1.13E-10	6.10E-11	2.66E-11
NE	4.43E-10	2.10E-10	1.32E-10	7.18E-11	3.20E-11
ENE	4.31E-10	2.07E-10	1.31E-10	7.29E-11	3.34E-11
E	3.18E-10	1.53E-10	9.82E-11	5.51E-11	2.55E-11
ESE	3.32E-10	1.58E-10	9.93E-11	5.51E-11	2.47E-11
SE	1.03E-09	5.00E-10	3.23E-10	1.86E-10	8.80E-11
SSE	9.50E-10	4.59E-10	2.93E-10	1.65E-10	7.66E-11
S	8.70E-10	4.19E-10	2.67E-10	1.50E-10	6.91E-11
SSW	1.80E-09	8.80E-10	5.67E-10	3.26E-10	1.55E-10
SW	1.62E-09	7.72E-10	4.88E-10	2.71E-10	1.23E-10
WSW	2.34E-10	1.11E-10	6.96E-11	3.78E-11	1.66E-11
W	1.31E-10	6.15E-11	3.81E-11	2.04E-11	8.85E-12
WNW	1.27E-10	5.77E-11	3.44E-11	1.73E-11	6.69E-12
NW	1.76E-10	8.10E-11	4.86E-11	2.48E-11	9.93E-12
NNW	3.18E-10	1.45E-10	8.53E-11	4.22E-11	1.60E-11

注：表中阴影部分为无人子区。

表 5.6 10km 范围内成人组个人有效剂量 (Sv/a)

方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	2.88E-10	1.33E-10	7.83E-11	3.95E-11	1.54E-11
NNE	3.88E-10	1.82E-10	1.14E-10	6.15E-11	2.69E-11
NE	4.48E-10	2.13E-10	1.33E-10	7.29E-11	3.23E-11
ENE	4.34E-10	2.08E-10	1.33E-10	7.39E-11	3.37E-11
E	3.22E-10	1.55E-10	9.88E-11	5.56E-11	2.57E-11
ESE	3.36E-10	1.60E-10	1.00E-10	5.56E-11	2.49E-11
SE	1.04E-09	5.05E-10	3.27E-10	1.87E-10	8.85E-11
SSE	9.61E-10	4.64E-10	2.97E-10	1.67E-10	7.77E-11
S	8.80E-10	4.23E-10	2.70E-10	1.51E-10	6.96E-11
SSW	1.82E-09	8.85E-10	5.72E-10	3.29E-10	1.57E-10
SW	1.63E-09	7.77E-10	4.93E-10	2.74E-10	1.24E-10
WSW	2.37E-10	1.12E-10	7.02E-11	3.82E-11	1.68E-11
W	1.32E-10	6.21E-11	3.85E-11	2.07E-11	8.96E-12
WNW	1.28E-10	5.83E-11	3.48E-11	1.74E-11	6.75E-12
NW	1.78E-10	8.15E-11	4.91E-11	2.52E-11	1.00E-11
NNW	3.22E-10	1.46E-10	8.64E-11	4.26E-11	1.61E-11

注：表中阴影部分为无人子区。

表 5.7 不同核素所致 0~1km, S 方位子区居民个人有效剂量(Sv/a)

年龄组	核素	照射途径					
		空气浸没	地面沉积	吸入	食入	合计	份额%
婴儿组	Mn-54	1.27E-15	3.34E-12	1.49E-14	2.73E-14	3.38E-12	0.38
	Sb-124	2.85E-15	1.40E-12	7.72E-14	7.83E-14	1.55E-12	0.17
	Co-60	1.96E-14	5.34E-10	9.12E-13	4.97E-11	5.85E-10	65.18
	Cs-137	1.08E-14	1.45E-10	1.71E-13	2.13E-11	1.65E-10	18.45
	Ag-110m	6.21E-14	1.28E-10	1.34E-12	2.68E-12	1.33E-10	14.77
	Sb-125	3.15E-16	9.39E-12	4.16E-14	4.86E-14	9.48E-12	1.06
	合计	9.69E-14	8.21E-10	2.56E-12	7.37E-11	8.97E-10	100.00
	份额%	0.01	91.48	0.28	8.22	100.00	-
幼儿组	Mn-54	1.27E-15	3.34E-12	1.23E-14	1.58E-13	3.51E-12	0.41
	Sb-124	2.85E-15	1.40E-12	6.15E-14	3.12E-13	1.77E-12	0.21
	Co-60	1.96E-14	5.34E-10	8.53E-13	2.12E-11	5.56E-10	64.31
	Cs-137	1.08E-14	1.45E-10	6.96E-14	1.38E-11	1.58E-10	18.26
	Ag-110m	6.21E-14	1.28E-10	1.20E-12	6.31E-12	1.36E-10	15.72
	Sb-125	3.15E-16	9.39E-12	1.59E-14	1.08E-13	9.51E-12	1.10
	合计	9.69E-14	8.21E-10	2.20E-12	4.18E-11	8.65E-10	100.00
	份额%	0.01	94.90	0.25	4.83	100.00	-
少年组	Mn-54	1.27E-15	3.34E-12	1.87E-14	1.26E-13	3.49E-12	0.40
	Sb-124	2.85E-15	1.40E-12	1.01E-13	1.80E-13	1.68E-12	0.19
	Co-60	1.96E-14	5.34E-10	1.55E-12	1.51E-11	5.51E-10	63.32
	Cs-137	1.08E-14	1.45E-10	2.82E-13	2.54E-11	1.69E-10	19.51
	Ag-110m	6.21E-14	1.28E-10	2.06E-12	4.18E-12	1.35E-10	15.49
	Sb-125	3.15E-16	9.39E-12	2.64E-14	6.64E-14	9.49E-12	1.09
	合计	9.69E-14	8.21E-10	4.04E-12	4.50E-11	8.70E-10	100.00
	份额%	0.01	94.35	0.46	5.17	100.00	-
成人组	Mn-54	1.27E-15	3.34E-12	1.69E-14	9.50E-14	3.44E-12	0.39
	Sb-124	2.85E-15	1.40E-12	9.71E-14	1.23E-13	1.62E-12	0.18
	Co-60	1.96E-14	5.34E-10	1.76E-12	6.15E-12	5.42E-10	61.62
	Cs-137	1.08E-14	1.45E-10	5.09E-13	4.49E-11	1.90E-10	21.54
	Ag-110m	6.21E-14	1.28E-10	2.00E-12	3.17E-12	1.34E-10	15.19
	Sb-125	3.15E-16	9.39E-12	2.72E-14	4.87E-14	9.47E-12	1.08
	合计	9.69E-14	8.21E-10	4.40E-12	5.45E-11	8.80E-10	100.00
	份额%	0.01	93.30	0.50	6.19	100.00	-

表 5.8 不同半径范围集体有效剂量 (人·Sv/a)

方位	0~1	0~2	0~3	0~5	0~10	合计
N	0.00E+00	0.00E+00	2.08E-06	1.11E-06	6.68E-05	7.00E-05
NNE	0.00E+00	1.67E-05	8.88E-06	0.00E+00	1.08E-05	3.64E-05
NE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.36E-07	2.89E-06	3.63E-06
ENE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.16E-06	2.16E-06
E	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.07E-06	6.35E-06	9.42E-06
ESE	0.00E+00	1.77E-06	0.00E+00	0.00E+00	1.66E-05	1.84E-05
SE	0.00E+00	1.20E-06	0.00E+00	0.00E+00	6.34E-06	7.54E-06
SSE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.35E-06	6.35E-06
S	1.08E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.33E-06	7.42E-06
SSW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.60E-06	6.35E-06	7.96E-06
SW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.84E-06	8.83E-06	1.07E-05
WSW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.20E-06	4.01E-06	6.21E-06
W	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.79E-06	8.79E-06
WNW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.48E-06	6.34E-06	8.82E-06
NW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-06	6.33E-06	7.94E-06
NNW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.86E-05	1.86E-05
合计	1.08E-06	1.97E-05	1.10E-05	1.46E-05	1.84E-04	2.30E-04

5.3 非放环境影响

(1) 气态污染物：本项目正常运行过程中，熔炼厂房在剪切过程中会产生少量的颗粒物，经工艺净化措施、通风净化措施后，由30m高烟囱排入大气环境。熔炼废气排气筒颗粒物距厂边界280m，最大落地浓度为 $0.0988\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中颗粒物24h平均浓度折算的小时浓度 $900\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率为0.011%小于1%；根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)中的规定，大气评价等级为三级，无需进行进一步评价预测。

(2) 废水：本项目运行过程中产生的废水主要为人员淋浴废水、工作服清洗废水和设备冷却水，排入生活污水管网。本项目设备循环冷却水正常运行过程中不排放，且需要定期补水，循环冷却水与熔炼炉通过冷却水管道和炉体完全隔绝，且循环冷却水运行过程中保持一定的压力，冷却水不会被污染，循环冷却水为非放射性用水，需要排放时，直接排入公司生活废水管网，按照每年排一次，排水量约 2m^3 。

(3) 噪声：本项目噪声源主要来自剪切工序以及风机排风，其中金属切割工序的短时噪声约为80~100dB(A)，风机噪声约为80~90dB(A)。本项目距厂界边界的最近距离200m，仅考虑噪声随距离的衰减，在厂界边界处的噪声贡献值为54dB(A)，厂界背景值为58dB(A)，叠加厂界噪声背景值后为59.5dB(A)可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)的要求。根据工程厂址所在声功能区域为3类，且噪声级增量为1.5dB(A)，小于3dB(A)，因此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200m。

第六章 事故工况环境影响

6.1 事故分析

根据设计文件，710 厂核电站废旧金属熔炼项目调整变更项目在运行过程中可能发生的预计运行事件主要为过滤器失效的风险事件。

(1) 过滤器失效

▶ 过滤器设置情况

在 201 子项分拣拆解区、剪切区、撕碎区、高温氧化区、喷丸去污区等岗位设置有局部排风，经排风机房内中、高效空气过滤器处理后，通过 30m 高排气筒排入大气。

其他岗位产生的放射性气溶胶经全面排风系统一级初、高效空气过滤器过滤后，通过 30m 高排风筒排入大气。

▶ 失效后果分析

根据正常运行过程中向环境排放源项计算，主要贡献来自于局部排风，对过滤器失效事件按照局部排风系统过滤器失效进行分析。

对于拆解区、剪切区、撕碎区、高温氧化区、喷丸去污区岗位，设有局部排风，运行过程中，以放射性气溶胶产生量最大的岗位为剪切区、撕碎区、高温氧化区。以剪切区为例，该岗位共设置 2 级过滤装置，在进行事件分析时考虑 1 级高效过滤装置失效。根据剪切岗位正常运行排放源项计算，排风系统净化效率按照 99% 考虑，当发生过滤器失效事故时，考虑过滤装置丧失净化功能。过滤器前后设置有差压监测，过滤器出现异常可以及时发现，在进行异常分析时偏保守按照 1 天发现，根据剪切岗位源项估算，熔炼岗位年产生量 $3.00 \times 10^7 \text{Bq}$ ，年工作天数为 250 天，因此每天产生量为 $1.20 \times 10^5 \text{Bq}$ ，则过滤器失效后排放量为 $1.20 \times 10^5 \text{Bq}$ 。

发现后立即停止工艺操作，可有效减少放射性物质向环境的排放。

6.2 事故工况下的环境影响

6.2.1 事故源项

根据以上的事故分析，可知剪切区、撕碎区、高温氧化区岗位的过滤器失效事件造成的放射性气溶胶的短期释放量大于拆解区、喷丸

去污区岗位的过滤器失效事件，将对周围环境产生一定的影响。因此将剪切区、撕碎区、高温氧化区岗位的过滤器失效作为事故进行后果分析。

以剪切区为例，该岗位设置初高效过滤装置，在进行事件分析时考虑过滤装置失效。根据剪切岗位正常运行排放源项计算，排风系统净化效率按照 99% 考虑，出现高效过滤装置失效，过滤装置丧失净化功能。过滤器前后设置有差压监测，过滤器出现异常可以及时发现，在进行异常分析时偏保守按照 1 天发现，根据剪切岗位源项估算，根据剪切区岗位源项估算，通过 30m 排气筒排入环境的源项见表 6.1。

表 6.1 事故排放源项

事故类型	主要核素	核素活度浓度限值 Bq/g	单日操作量 t	释放因子	初始源强 Bq	过滤效率	排放量 Bq	排放方式
过滤器失效	Co-60	5.00E+01	1.2	1.00E-03	6.00E+04	0%	6.00E+04	30 m 烟囱
	Mn-54	1.00E+01		1.00E-03	1.20E+04		1.20E+04	
	Ag-110m	1.50E+01		1.00E-03	1.80E+04		1.80E+04	
	Sb-124	1.00E+01		1.00E-03	1.20E+04		1.20E+04	
	Sb-125	5.00E+00		1.00E-03	6.00E+03		6.00E+03	
	Cs-137	1.00E+01		1.00E-03	1.20E+04		1.20E+04	

6.2.2 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。

6.2.3 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 NRC RG.1.145《核电厂潜在事故后果评价的大气弥散模式》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 6.2。

表 6.2 事故工况的扩散因子 (s/m³)

下风向距离(m)	0~2h
200	1.70E-04
600	2.00E-04
700	1.91E-04
1500	7.94E-05
2500	5.73E-05
3500	4.31E-05
4500	3.40E-05
5500	2.77E-05
6500	2.32E-05
7500	1.99E-05
8500	1.72E-05
10000	1.42E-05

6.2.4 结果评述

(1) 个人剂量

表 6.3 给出了 10 km 范围内不同距离核素对公众所致剂量的计算结果。厂址边界处 (200m 处) 所致婴儿组、幼儿组、少年组和成人组的个人有效剂量分别为 $1.73 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 、 $1.70 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 、 $1.74 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 、 $1.74 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 。最大个人有效剂量出现在距离排放点 600m 处, 其所致婴儿组、幼儿组、少年组和成人组的个人有效剂量分别为: $1.98 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 、 $1.94 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 、 $1.99 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 、 $2.00 \times 10^{-9} \text{Sv}$, 均低于本项目事故剂量管理控制值(1mSv)。主要照射途径为地面沉积外照射, 关键核素为 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 。

表 6.4 中列出了过滤器失效事故中各核素对于成人组的影响, 关键核素为 $^{110\text{m}}\text{Ag}$, 所致个人最大有效剂量的贡献为 61.15%; 核素 ^{60}Co 所致个人最大有效剂量的贡献为 28.02%。

表 6.3 过滤器失效事故所致个人有效剂量 (Sv)

年龄组	距离 (m)	途径			合计
		吸入 内照射	空气浸没 外照射	地表沉积 外照射	
婴儿	200	7.96E-11	1.99E-12	1.65E-09	1.73E-09
	600	9.38E-11	2.34E-12	1.88E-09	1.98E-09
	700	8.95E-11	2.23E-12	1.80E-09	1.89E-09
	1500	3.73E-11	9.29E-13	7.51E-10	7.90E-10
	2500	2.68E-11	6.70E-13	5.41E-10	5.68E-10
	3500	2.01E-11	5.04E-13	4.08E-10	4.29E-10
	4500	1.59E-11	3.97E-13	3.21E-10	3.38E-10
	5500	1.29E-11	3.23E-13	2.62E-10	2.75E-10
	6500	1.09E-11	2.71E-13	2.20E-10	2.31E-10
	7500	9.32E-12	2.33E-13	1.88E-10	1.98E-10
	8500	8.07E-12	2.01E-13	1.62E-10	1.71E-10
	10000	6.65E-12	1.66E-13	1.34E-10	1.41E-10
幼儿	200	4.76E-11	1.99E-12	1.65E-09	1.70E-09
	600	5.61E-11	2.34E-12	1.88E-09	1.94E-09
	700	5.35E-11	2.23E-12	1.80E-09	1.85E-09
	1500	2.23E-11	9.29E-13	7.51E-10	7.75E-10
	2500	1.61E-11	6.70E-13	5.41E-10	5.58E-10
	3500	1.21E-11	5.04E-13	4.08E-10	4.21E-10
	4500	9.54E-12	3.97E-13	3.21E-10	3.31E-10
	5500	7.77E-12	3.23E-13	2.62E-10	2.70E-10
	6500	6.52E-12	2.71E-13	2.20E-10	2.26E-10
	7500	5.58E-12	2.33E-13	1.88E-10	1.94E-10
	8500	4.82E-12	2.01E-13	1.62E-10	1.67E-10
	10000	3.99E-12	1.66E-13	1.34E-10	1.38E-10
少年	200	8.62E-11	1.99E-12	1.65E-09	1.74E-09
	600	1.01E-10	2.34E-12	1.88E-09	1.99E-09
	700	9.67E-11	2.23E-12	1.80E-09	1.90E-09
	1500	4.02E-11	9.29E-13	7.51E-10	7.93E-10
	2500	2.90E-11	6.70E-13	5.41E-10	5.71E-10
	3500	2.18E-11	5.04E-13	4.08E-10	4.30E-10
	4500	1.72E-11	3.97E-13	3.21E-10	3.39E-10
	5500	1.40E-11	3.23E-13	2.62E-10	2.77E-10
	6500	1.18E-11	2.71E-13	2.20E-10	2.32E-10
	7500	1.01E-11	2.33E-13	1.88E-10	1.99E-10
	8500	8.71E-12	2.01E-13	1.62E-10	1.71E-10
	10000	7.20E-12	1.66E-13	1.34E-10	1.42E-10
成人	200	9.42E-11	1.99E-12	1.65E-09	1.74E-09
	600	1.11E-10	2.34E-12	1.88E-09	2.00E-09

	700	1.06E-10	2.23E-12	1.80E-09	1.90E-09
	1500	4.39E-11	9.29E-13	7.51E-10	7.96E-10
	2500	3.18E-11	6.70E-13	5.41E-10	5.73E-10
	3500	2.38E-11	5.04E-13	4.08E-10	4.32E-10
	4500	1.88E-11	3.97E-13	3.21E-10	3.40E-10
	5500	1.54E-11	3.23E-13	2.62E-10	2.78E-10
	6500	1.28E-11	2.71E-13	2.20E-10	2.33E-10
	7500	1.10E-11	2.33E-13	1.88E-10	2.00E-10
	8500	9.53E-12	2.01E-13	1.62E-10	1.72E-10
	10000	7.86E-12	1.66E-13	1.34E-10	1.42E-10

表 6.4 各核素对公众（成人组）最大的剂量影响（Sv）（600m）

核素	照射途径			合计	份额，%
	空气浸没	地面沉积	吸入		
Co-60	4.65E-13	5.17E-10	4.36E-11	5.61E-10	28.02
Mn-54	3.03E-14	2.60E-11	4.23E-13	2.65E-11	1.33
Ag-110m	1.50E-12	1.17E-09	5.06E-11	1.22E-09	61.15
Sb-124	6.76E-14	1.88E-11	2.42E-12	2.13E-11	1.06
Sb-125	7.46E-15	8.81E-12	6.76E-13	9.49E-12	0.47
Cs-137	2.60E-13	1.46E-10	1.29E-11	1.60E-10	7.97
合计	2.33E-12	1.89E-09	1.11E-10	2.00E-09	100.00
份额，%	0.12	94.36	5.52	100.00	-

第七章 流出物监测和环境监测

7.1 流出物监测

7.1.1 流出物监测的目的

(1) 判明本项目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。

7.1.2 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范围；

(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。

7.1.3 气载流出物监测

本项目放射性气载流出物来自厂房的核电站废旧金属熔炼厂房局部排风和全面排风。

在 30m 排气筒设置气溶胶连续监测仪（中国辐射防护研究院 CAM-1）和固定取样点。在线监测装置具有记录和贮存的功能，超限报警，报警阈值可调（与监测装置同步）。在线连续监测分析项目为总 β ，用于及时发现异常，做到有控排放。

本项目 30m 排气筒固定取样点气载流出物分析项目为总 β ，

Co-60、Cs-137、Mn-54、Ag-110m、Sb-124、Sb-125、Sr-90。气溶胶取样频次为1次/月，若熔炼周期小于1个月，则取样频次为1次/批次。总 β 分析检测频次为1次/月，核素Co-60、Cs-137、Mn-54、Ag-110m、Sb-124、Sb-125、Sr-90每3个月进行1次样品混合分析检测，若熔炼周期小于3个月，则核素分析检测频次为1次/批次。流出物排放口安装了PI-50气溶胶采样器，可进行气溶胶取样（每个废气混合样取样量200立方米，取样工况为熔炼炉开始运行至熔炼结束后1个小时内），所有样品外委进行检测分析。待本项目运行稳定后，根据审管部门要求及运行情况，可适当调整取样频次。公司定期对过滤器的过滤效率进行校核，适时更换过滤器。

非放气态污染物烟(粉)尘（颗粒物）监测频次为1次/季，取样口设置在固定取样点处，样品委托有资质的单位进行分析检测。

7.1.4 非放液态污染物监测

本项目产生的非放废水汇入原有生活污水排放管网，进行定期取样监测，监测频次为1次/月，监测项目为pH、化学需氧量、氨氮、悬浮物等。

7.2 环境监测

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，并委托有资质单位进行取样监测。厂区环境监测布点见图7.1，厂区外环境监测布点见图7.2。环境监测介质包括大气、土壤、沉降灰、生物样、水样、环境 γ 辐射以及噪声；厂区监测项目为 γ 辐射空气吸收剂量率、放射性核素活度浓度。厂区内环境监测计划见表7.1。厂区外环境监测计划见表7.2。

表 7.1 运行期间厂区环境监测计划

监测介质	监测点位	监测项目	监测频次
γ 剂量率	核电站废旧金属循环再利用加工厂房东、南、西、北四侧各布设一个点位	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/季

表 7.2 运行期间厂区外环境监测计划

监测介质	监测点	监测项目	监测频次
γ 辐射剂量率	S: 南陂村 NE: 华联社区	γ 辐射空气吸收剂量率	连续监测
气溶胶	S: 南陂村 NE: 太山村	Co-60、Cs-137、Mn-54、Ag-110m、Sb-124、Sb-125	1 次/半年
沉降灰	S: 南陂村 NE: 太山村	Co-60、Cs-137、Mn-54、Ag-110m、Sb-124、Sb-125	1 次/半年
土壤	N: 厂区周边稻田菜地 S: 南陂村 NE: 太山村	Co-60、Cs-137、Mn-54、Ag-110m、Sb-124、Sb-125	1 次/半年
生物	N: 厂区周边稻田菜地 S: 南陂村 NE: 太山村	Co-60、Cs-137、Mn-54、Ag-110m、Sb-124、Sb-125	1 次/年(收获期)
环境水	总排口下游湘江	总 α 、总 β	1 次/半年
声环境	厂区边界	噪声	1 次/季

本项目配备的辐射监测仪表清单见表 7.3，可开展入厂废旧金属表面剂量率、 γ 核素比活度分析监测，以及气溶胶取样工作。

表 7.3 辐射监测仪表清单

序号	仪器名称	型号规格	用途	备注
1	$\alpha\beta$ 表面污染仪	XH-3206	表面污染监测	
2	$\alpha\beta$ 表面污染仪	HY-3201	表面污染监测	
3	$\alpha\beta$ 表面污染仪	HY-3201	表面污染监测	
4	XY 测量仪	JB4000A	剂量率监测	
5	剂量率仪	Inspector	剂量率监测	
6	剂量率仪	MPR200-01	剂量率监测	
7	剂量率仪	HY5801	剂量率监测	



图 7.2 厂区外环境监测布点图

7.3 质量保证

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。

第八章 结论及承诺

8.1 结论

本项目对现有 3#暂存库进行改造，厂房内布置剪切机、打包机、电阻炉、电焊机等加工设备，同时配套新增电气系统、辐射防护系统、通排风除尘系统等，设置淋浴间、工具间、工作服间等辅助用房。

8.1.1 运行过程产生的废物去向

(1) 废气

本项目废气主要来自核电站废旧金属循环再利用加工厂房的拆包区、切割小室、熔炼小室、生产大厅等，熔炼厂房局部排风和全面排风均通过本项目新建 30m 高的排气筒排往环境，放射性排放总量总 β 约为 $1.06 \times 10^6 \text{Bq/a}$ ，非放废气为少量的烟（粉）尘。

(2) 废液

本项目运行过程中产生的废水主要为人员淋浴废水、工作服清洗废水和设备冷却水，排入生活污水管网。本项目设备循环冷却水正常运行过程中不排放，且需要定期补水，循环冷却水与熔炼炉通过冷却水管道和炉体完全隔绝，且循环冷却水运行过程中保持一定的压力，冷却水不会被污染，循环冷却水为非放射性用水，需要排放时，直接排入公司生活废水管网，按照每年排一次，排水量约 2m^3 。

(3) 固体废物

放射性固体废物在产生场所按照废物的种类、放射性活度水平和处理方法进行分类收集、分类包装。其中劳保用品、拆包废物包装后暂存，暂存一定量后拟送有资质单位焚烧处理。熔炼渣、炉衬及切割粉尘装废物桶暂存后送回核电站。金属废物将在产生场所经包装后暂存，暂存一定量后进行熔炼处理。废过滤器芯收集暂存，最终拟送处置场处置。

8.1.2 环境质量状况

从辐射环境现状调查结果可以看出，该地区的环境 γ 辐射剂量率处在该地区天然本底水平。厂区周边土壤中 ^{137}Cs 的比活度为

0.62~0.72Bq/kg, 大米中 ^{137}Cs 比活度为 0.084Bq/kg (鲜), 其他环境介质中放射性核素 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 均未检出。

评价区内非放环境空气质量, 各项监测值均低于相关标准的规定值。

8.1.3 工程运行期的辐射环境影响

(1) 正常工况的环境影响

工程的正常运行过程中, 放射性气载流出物经净化后由 30m 高排气筒排入大气。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 0~1km 的 S 子区, 公众最大个人有效剂量为 $8.97 \times 10^{-10}\text{Sv/a}$ (婴儿组), 约占本项目剂量约束值 (0.01mSv/a) 的 0.00897%。关键核素为 ^{60}Co , 其对公众最大个人有效剂量的贡献额为 65.18%; 关键途径为地表沉积外照射, 占婴儿组最大个人有效剂量的 91.48%。

本项目正常工况下对周边公众的辐射环境影响是可以接受的。

(2) 事故工况的环境影响

在事故情况下, 厂址边界处 (200m 处) 所致婴儿组、幼儿组、少年组和成人组的个人有效剂量分别为 $1.73 \times 10^{-9}\text{Sv}$ 、 $1.70 \times 10^{-9}\text{Sv}$ 、 $1.74 \times 10^{-9}\text{Sv}$ 、 $1.74 \times 10^{-9}\text{Sv}$ 。最大个人有效剂量出现在距离排放点 600m 处, 其所致婴儿组、幼儿组、少年组和成人组的个人有效剂量分别为: $1.98 \times 10^{-9}\text{Sv}$ 、 $1.94 \times 10^{-9}\text{Sv}$ 、 $1.99 \times 10^{-9}\text{Sv}$ 、 $2.00 \times 10^{-9}\text{Sv}$, 均低于本项目事故剂量管理控制值 (1mSv)。主要照射途径为地面沉积外照射, 关键核素为 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 。

本项目事故工况下对环境的影响是可以接受的。

8.1.4 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、非放液态污染物监测, 以及非放气态污染物的取样; ②厂区周围的环境监测, 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

核素活度浓度等。

综上所述，该项目运行对周围环境造成的辐射影响很小。

8.2 承诺

公司承诺在运行后，针对核电废旧金属来料、流出物以及环境样品，委托有资质单位对核素 ^{90}Sr 进行分析检测，确保放射性排放总量在申请值之下。针对废旧金属来料，使用 α 谱仪进行核素分析，以核实接收废物满足接收要求。

公司承诺积极协调废物处理相关单位，切割粉末等松散的不可压缩固体废物在存储 2 年内，送往有资质单位进行整备。

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：

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

(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；

由于核设施气载排放一般为冷排放，因此不考虑热力抬升，仅考虑动力抬升和下曳影响下的抬升。

(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：

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

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 $[W_0 \geq u \text{ 时 } C = 0, \text{ 否则 } C = 3(1.5 - \frac{W_0}{u})D]$

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, $Bq\ m^{-2}\ s^{-1}$;

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 $1.8 \times 10^{-8} a\ (mm \bullet s)^{-1}$;

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

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

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

$$C_p(2) = 3.15 \times 10^7 QB_v(\bar{W}_{Di} + \bar{W}_{wi}) \frac{[1 - \exp(-\lambda t_n)]}{P\lambda_e^s} \dots\dots\dots(1.22)$$

式中:

C_p : 农作物中核素浓度, $Bq \text{ Kg}^{-1}$;

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

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

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, $(Bq \text{ kg}^{-1})$ (鲜作
物)/ $(Bq \text{ kg}^{-1})$ (干土壤);

P : 土壤的有效表面密度, kg m^{-2} (干土壤);

\bar{W}_{Di} : 长期干沉积因子, m^{-2} ;

\bar{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

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

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

式中:

Ca: 动物产品中的核素浓度, Bq kg⁻¹ 或 Bq L⁻¹;
 Fa: 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;
 Cp: 动物饲料中核素浓度, Bq kg⁻¹(干重)
 Qa: 动物的饲料消费量, kg d⁻¹;
 λ: 核素的衰变常数, d⁻¹;
 ta: 动物从屠宰(或提取)到人消费的时间, d;
 fp: 动物放牧的时间份额;
 fs: 动物放牧期间食入新鲜牧草的份额;
 Cb: 生长中的牧草的核素浓度, Bq kg⁻¹ (干重); ;
 Cs: 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 2.7×10 ⁻³ a, 蔬菜, 群体取 5.5×10 ⁻³ a, 其他作物, 最大个人取 8.2×10 ⁻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	2×10 ⁻³ (Bq/kg)(鲜作物)/(Bq/kg)(干土壤)
P	240 kg m ⁻² (干土壤)
Q _a	牛取 14 kg (干重) •d ⁻¹ , 羊取 1.5 kg (干重) •d ⁻¹ , 猪取 4.2 kg (干 重) •d ⁻¹ , 家禽取 0.12 kg (干重) •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:

D₁: 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, $\text{Sv}(\text{s Bq m}^{-3})^{-1}$;
 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, $\text{Sv}(\text{s Bq m}^{-2})^{-1}$
- 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:

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

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 时段的事事故扩散因子, $s\ m^{-3}$; $Q_{i,n}$ 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的有效剂量为:

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

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的有效剂量为:

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

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）， $m^3 s^{-1}$ 。

表 6 各年龄组的空气摄入量 ($m^3 s^{-1}$)

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}

2.4 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-60	9.20E-08	8.60E-08	4.00E-08	3.10E-08	1.26E-13
Mn-54	7.50E-09	6.20E-09	2.40E-09	1.50E-09	4.09E-14
Ag110m	4.60E-08	4.20E-08	1.80E-08	1.20E-08	1.36E-13
Sb-124	3.90E-08	3.10E-08	1.30E-08	8.60E-09	9.15E-14
Sb-125	4.20E-08	1.60E-08	6.80E-09	4.80E-09	2.02E-14
Cs-137	8.80E-09	3.60E-09	3.70E-09	4.60E-09	3.53E-14
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-60	5.40E-08	1.70E-08	1.10E-08	3.40E-09	2.35E-15
Mn-54	5.40E-09	3.10E-09	1.30E-09	7.10E-10	8.12E-16
Ag110m	2.40E-08	1.40E-08	5.20E-09	2.80E-09	2.65E-15
Sb-124	2.50E-08	1.60E-08	5.20E-09	2.50E-09	1.71E-15
Sb-125	1.10E-08	6.10E-09	2.10E-09	1.10E-09	4.25E-16
Cs-137	2.10E-08	9.60E-09	1.00E-08	1.30E-08	3.15E-16

附件一 湖南省环保厅批复

湖南省环境保护厅

湘环评函〔2017〕27号

湖南省环境保护厅 关于确认湖南核工业宏华机械有限公司 非放环境影响评价执行标准的函

湖南核工业宏华机械有限公司：

你公司《关于确定非放环境执行标准的申请》（宏华安环字〔2017〕57号）收悉。经研究，现函复如下：

一、环境质量标准

1、环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准。

2、地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。

3、地下水环境执行《地下水质量标准》（GB/T14848-1993）中Ⅲ类标准。

4、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

1、废水排放执行《钢铁工业水污染物排放标准》

(GB13456-2012)。

2、熔炼、切割设施工业废气的排放执行《炼钢工业大气污染物排放标准》(GB28664-2012);其它废气执行《大气污染综合排放标准》(GB16297-1996)中二级标准。

3、施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中相关要求,营运期场界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中3类标准。

4、固体废物

一般工业固体废弃物执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)。



附件二 辐射环境现状检测报告

核工业二三〇研究所



监测报告

[核环监]2023-DL0267

项目名称: 湖南核工业宏华机械有限公司年度检测

委托单位: 湖南核工业宏华机械有限公司

监测单位: 核工业二三〇研究所



报告日期: 2024年01月26日

报告编制: 刘威 审核人: 付明 签发人: 曹西红

说 明

1. 报告无本单位检测报告专用章、骑缝章、章无效。
2. 复制报告未重新加盖本单位检测报告专用章无效。
3. 报告涂改无效。
4. 自送样品的委托检测，其结果仅对来样负责；对不可复现的监测项目，结果仅对监测所代表的时间和空间负责。
5. 对监测报告如有异议，请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本机构提出，逾期不予受理。

单位名称： 核工业二三〇研究所

地 址： 湖南省长沙市雨花区桂花路34号

邮政编码： 410007

联系电话： 0731-85484684

传 真： 0731-85484684

电子邮箱： 230hpzx@sina.com

核工业二三〇研究所 监测报告

[核环监]2023-DL0267

项目名称	湖南核工业宏华机械有限公司年度检测		
委托单位	湖南核工业宏华机械有限公司		
委托单位地址	衡阳市珠晖区东阳渡联盟村		
联系人	张贻良	联系电话	15874706736
监测项目	周围剂量当量率 α 、 β 放射性表面污染	监测方式	现场监测
监测地点	湖南核工业宏华机械有限公司工作场所及周边环境		
监测环境条件	2023年11月15日, 天气: 多云; 环境温度(8-14) $^{\circ}\text{C}$, 相对湿度: (54-85)% 2023年11月16日, 天气: 晴; 环境温度(5-16) $^{\circ}\text{C}$, 相对湿度: (52-87)%		
监测依据	1、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021); 2、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021); 3、《表面污染测定 第1部分: β 发射体($E_{\beta\text{max}} > 0.15\text{MeV}$)和 α 发射体》GB/T14056.1-2008。		
监测仪器	仪器名称	X、 γ 剂量率仪	α 、 β 表面污染测量仪
	型号规格	主机: FH40G 探头: FHZ672E-10	LB-124
	出厂编号	主机: 41065; 探头: 11609	10-10210
	测量范围	主机: 10nSv~100 $\mu\text{Sv/h}$ 探头: 1nSv/h~100 $\mu\text{Sv/h}$	0~5000cps(α 通道) 0~50000cps(β 通道)
	能量响应	主机: 36keV~1.3MeV 探头: 48keV~4.4MeV	/
	检定单位	湖南省电离辐射计量站	湖南省电离辐射计量站
	检定证书编号	hnjln2022220-579	Hnjln2023036-74
	检定有效期	2022.11.22~2023.11.21	2023.03.06~2024.03.05
备注	本报告仅对本次监测数据负责。		

核工业二三〇研究所 监测报告

[核环监]2023-DL0267

续表1 工作场所及周边环境周围剂量当量率监测结果

监测点号	监测点位描述	监测结果($\mu\text{Sv/h}$)
29#	东风小学	0.09
30#	南陂村	0.09

注: 1.监测结果未扣除宇宙射线响应值;
2.本次所有墙面点位监测时, 距离地面高度均为1米;
3.本次工作场所、周边环境监测点位示意图见图1、2。

表2 工作场所及周边环境放射性表面污染监测结果

监测点号	监测点位描述	监测结果(Bq/cm^2)	
		α 放射性表面污染	β 放射性表面污染
1#	有色金属熔炼厂房	<MDL	0.27
2#	废物暂存库	0.015	0.42
3#	2#废物库	0.273	0.24
4#	原材料库	0.115	0.39
5#	切割厂房	0.056	0.30
6#	铁路	0.045	0.25
7#	道路	0.015	0.24
8#	货场	0.055	0.24
9#	黑色金属熔炼厂房	<MDL	0.33
10#	南面铁路专线	0.066	0.22
11#	西面金工车间	0.016	0.28
12#	北面公司综合办公楼	<MDL	0.22
13#	中心铸造分厂东侧	0.007	0.18
14#	中心铸造分厂南侧	<MDL	0.21
15#	中心铸造分厂西侧	<MDL	0.27
16#	中心铸造分厂北侧	0.008	0.27
17#	中心铸造分厂内	0.015	0.28
18#	核电站废旧金属熔炼厂房外东侧	<MDL	0.24
19#	核电站废旧金属熔炼厂房外南侧	<MDL	0.22
20#	核电站废旧金属熔炼厂房外西侧	<MDL	0.23
21#	核电站废旧金属熔炼厂房外北侧	<MDL	0.25
22#	铆焊车间北	<MDL	0.28



中心编号：(2024) 0037

QTR/FX01/E-1/2019

第 1 页 共 4 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

送 检 单 位 湖南核工业宏华机械有限公司

检 测 类 别 委托

批 准 人 保 莉



报告发送日期 2024 年 02 月 08 日

注 意 事 项

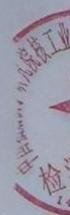
1. 报告无检测单位专用公章无效。
2. 复制报告未重新加盖检测单位专用公章无效。
3. 报告无批准人签章无效。
4. 报告涂改无效。
5. 对检测报告若有异议，应于收到报告之日起三十日内向检测单位提出，逾期不予受理。
6. 委托检测仪对来样负责。
7. 实验室对客户提供的抽样信息真实性不承担责任。

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 4 页

委托单位	湖南核工业宏华机械有限公司	委托人/电话	张贻良/15874706736	
联络地址	湖南省衡阳市珠晖区宏华路			
样品描述	气载流出物样品，袋装，共 1 个； 环境气溶胶样品，袋装，共 2 个。 抽样信息为客户提供：是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>			
送样日期	2024.1.29	样品接收人员	徐 萌	
检测地点	<input checked="" type="checkbox"/> 低本底实验楼 <input type="checkbox"/> 放射性综合设施 <input type="checkbox"/> 其他：_____			
检测依据	HJ1149-2020 《环境空气 气溶胶中 γ 放射性核素的测定 滤膜压片/ γ 能谱法》			
分析仪器	名称	型号	编号	检定/校准有效期
	HPGe γ 谱仪	GR3019	10881664	2025.7.5
	/	/	/	/
	/	/	/	/
	/	/	/	/



检测日期：2024 年 1 月 31 日 至 2024 年 2 月 1 日

检测报告

QTR/FX01
第 4 页

号	原样品编号	分析结果						备注
		¹²⁵ Sb	¹³⁷ Cs	⁵⁴ Mn	^{110m} Ag	⁶⁰ Co	¹²⁴ Sb	
4	排气筒	<1.6	<0.61	<0.63	<0.89	<0.73	<0.59	单位: m
5	南陂村 1	<27	<9.8	<11	<14	<12	<10	单位: μl
6	太山村 2	<36	<12	<13	<18	<16	<13	单位: μl
白								

分析者: 宋海虎

提交报告日期: 2024 年 03 月 20 日



报告结束



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 4 页

委托单位	湖南核工业宏华机械有限公司	委托人/电话	张贻良/15874706736	
联络地址	湖南省衡阳市珠晖区宏华路			
样品描述	沉降灰样品，桶装，共 2 个。			
	抽样信息为客户提供：是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>			
送样日期	2024.2.28	样品接收人员	徐 萌	
检测地点	<input checked="" type="checkbox"/> 低本底实验楼 <input type="checkbox"/> 放射性综合设施 <input type="checkbox"/> 其他：_____			
检测依据	GB/T 11713-2015 《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》			
分析仪器	名称	型号	编号	检定/校准有效期
	HPGe γ 谱仪	GEM40P4-76	48-TP32444A	2024.10.8
	/	/	/	/
	/	/	/	/
	/	/	/	/



检测日期： 2024 年 2 月 28 日 至 2024 年 3 月 14 日

检测 报 告

QTR/FX01/E-1/2019
第 4 页 共 4 页

样品编号	原样品编号	沉降灰样品分析结果 (单位: mBq/m ² ·天)						备注
		¹²⁵ Sb	¹³⁷ Cs	⁵⁴ Mn	^{110m} Ag	⁶⁰ Co	¹²⁴ Sb	
240536	南陂村	<8.5	<4.1	<3.0	<4.1	<4.9	<7.0	/
240537	太山村	<8.0	<3.9	<3.1	<3.7	<4.6	<6.5	/

审核者: 李德书

分析者: 宋山梅



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: 2024年03月29日

报告结果





220012341390

中心编号：(2024) 0015

QTR/FX01/E-1/2019

第 1 页 共 6 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、土壤、生物

送检单位 湖南核工业宏华机械有限公司

检测类别 委托

批准人 王求



报告发送日期 2024年03月11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. 委托检测仅对来样负责。
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 6 页

委托单位	湖南核工业宏华机械有限公司	委托人/电话	张贻良/15874706736	
联络地址	湖南省衡阳市珠晖区宏华路			
样品描述	气载流出物样品，袋装，共 1 个； 鸡肉样品，袋装，共 1 个； 土壤样品，袋装，共 3 个。 抽样信息为客户提供：是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>			
送样日期	2024.1.15	样品接收人员	徐 萌	
检测地点	<input checked="" type="checkbox"/> 低本底实验楼 <input type="checkbox"/> 放射性综合设施 <input type="checkbox"/> 其他：			
检测依据	EJ/T 900-1994 《水中总 β 放射性的测定方法 蒸发法》 HJ1149-2020 《环境空气 气溶胶中 γ 放射性核素的测定 滤膜压片/γ 能谱法》 GB/T 16145-2022 《环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》			
分析仪器	名称	型号	编号	检定/校准有效期
	HPGe γ 谱仪	GEM40P4-76	48-TP32444A	2024.10.8
	低本底 αβ 测量仪	LB770	6199	2024.10.17
	/	/	/	/

检测日期： 2024 年 1 月 21 日 至 2024 年 3 月 9 日

检测报告

QTR/EX0
第 4 页

号	原样品编号	土壤样品分析结果						备注
		¹²⁵ Sb (Bq/g)	¹³⁷ Cs (Bq/g)	⁵⁴ Mn (Bq/g)	^{110m} Ag (Bq/g)	⁶⁰ Co (Bq/g)	¹²⁴ Sb (Bq/g)	
	710LJR240101	<0.72	0.72	<0.28	<0.37	<0.45	<0.43	厂区周边稻
	710LJR240102	<0.66	0.70	<0.24	<0.32	<0.35	<0.43	南坡村
	710LJR240103	<0.70	0.62	<0.27	<0.34	<0.36	<0.42	太山村

分析者: 孙加梅

中国辐射防护研究所
核工业太原环境分析研究所
提交报告日期: 2024年 03月



检测 报 告

QTR/FX
第 5 页

号	原样品编号	生物样品分析结果					
		¹²⁵ Sb (Bq/kg 鲜)	¹³⁷ Cs (Bq/kg 鲜)	⁵⁴ Mn (Bq/kg 鲜)	^{110m} Ag (Bq/kg 鲜)	⁶⁰ Co (Bq/kg 鲜)	¹²⁴ Sb (Bq/kg 鲜)
	710LJQ240101	<0.039	0.029	<0.019	<0.027	<0.047	<0.018

分析者: *孙海娟*

中国辐射防护研究所
核工业太原环境分析
提交报告日期: 2024年 03月



检测报告

QTR/EX01/E-1/2019
第 6 页 共 6 页

样品编号	原样品编号	气溶胶样品分析结果								备注
		总β (mBq/m ³)	⁹⁰ Sr (μBq/m ³)	¹²⁵ Sb (mBq/m ³)	¹³⁷ Cs (mBq/m ³)	⁵⁴ Mn (mBq/m ³)	^{110m} Ag (mBq/m ³)	⁶⁰ Co (mBq/m ³)	¹²⁴ Sb (mBq/m ³)	
240097	710LLQ240101	7.65	49.6	<0.52	<0.23	<0.21	<0.24	<0.29	<0.40	气载流出物
以下空白										

审核者: 李海龙 韩玉虎 分析者: 安心明 易武静

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: 2024年 03月 11日





220012341390

中心编号：(2024) 0021

QTR/FX01/E-1/2019

第 1 页 共 4 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 生物
送检单位 湖南核工业宏华机械有限公司
检测类别 委托
批准人 王求

报告发送日期 2024年03月11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. 委托检测仅对来样负责。
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 4 页

委托单位	湖南核工业宏华机械有限公司	委托人/电话	张贻良/15874706736	
联络地址	湖南省衡阳市珠晖区宏华路			
样品描述	白菜样品，泡沫箱装，共 1 个； 大米样品，袋装，共 1 个。			
	抽样信息为客户提供：是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>			
送样日期	2024.1.17	样品接收人员	徐 萌	
检测地点	<input checked="" type="checkbox"/> 低本底实验楼 <input type="checkbox"/> 放射性综合设施 <input type="checkbox"/> 其他：_____			
检测依据	GB/T 16145-2022 《环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》			
分析仪器	名称	型号	编号	检定/校准有效期
	HPGe γ 谱仪	GEM40P4-76	48-TP32444A	2024.10.8
	/	/	/	/
	/	/	/	/

检测日期： 2024 年 3 月 9 日 至 2024 年 3 月 11 日



检测报告

QTR/FX01/E-1/2
第 4 页 共 2

原样品编号	生物样品分析结果						备
	¹²⁵ Sb (Bq/kg 鲜)	¹³⁷ Cs (Bq/kg 鲜)	⁵⁴ Mn (Bq/kg 鲜)	^{110m} Ag (Bq/kg 鲜)	⁶⁰ Co (Bq/kg 鲜)	¹²⁴ Sb (Bq/kg 鲜)	
710LSC240101	<0.030	<0.017	<0.015	<0.018	<0.037	<0.014	白
710LSC240102	<0.12	0.084	<0.054	<0.073	<0.13	<0.066	大

原报告号: *孙振东*
分析者: *孙振东*

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: 2024年 03月 11日



报告结束

附件三 非放环境检测报告



中核集团
二七二铀业 中核二七二铀业有限责任公司

检测计量中心

分析检测报告

报告编号: 272JC20230519-R01

送样单位: 湖南核工业宏华机械有限公司

样品名称: 环境空气

收样日期: 2023年05月16日

报告日期: 2023年05月19日

签发人: 刘林

签发日期: 2023年 5月 19日



分析检测报告

报告编号: 272JC20230519-R01

第 2 页 共 2 页

序号	统一编号	样品原号	样品性质	检测项目	检测结果	单位	备注
1	H-20230 516-01	南陂村	环境 空气	粉尘浓度	0.1	mg/m ³	
				NO ₂	0.02	mg/m ³	
				SO ₂	0.01	mg/m ³	
2	H-20230 516-02	华联社区	环境 空气	粉尘浓度	0.3	mg/m ³	
				NO ₂	0.04	mg/m ³	
				SO ₂	0.02	mg/m ³	



填报人: 李佳欣

审核人: 介奇

