

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
环境影响报告书
(申请运行阶段)

湖南核工业宏华机械有限公司

二〇二一年十二月

湖南核工业宏华机械有限公司

核电站废旧金属熔炼项目

环境影响报告书

(申请运行阶段)



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：王春来

通讯地址：湖南省衡阳市珠晖区东阳渡镇

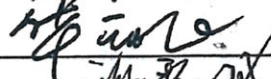
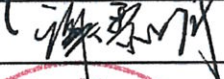
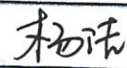
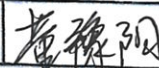
邮政编码：421004

联系人：谢黎明

联系电话：13467749300

湖南核工业宏华机械有限公司核电站废旧金属熔炼项目（申请运行阶段）

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（申请运行阶段）		
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）			
主要负责人（签字）			
直接负责的主管人员（签字）			
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	
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、结论与承诺	BH022677	
于志翔	正常工况下环境影响、流出物监测和环境监测、改造施工期环境影响	BH023606	
杨洁	场址环境、环境质量现状	BH022673	
董豫阳	事故工况下环境影响	BH024475	

目录

前言.....	1
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 项目建设的必要性.....	6
1.4 建设内容与规划.....	7
1.5 编制依据.....	7
1.5.1 法规和标准.....	7
1.5.2 委托文件.....	8
1.5.3 主要技术资料.....	9
1.6 管理目标值.....	9
1.6.1 公众剂量约束值.....	9
1.6.2 接收限值.....	9
1.6.3 产品限值.....	10
1.6.4 非放射性环境标准.....	10
1.7 评价区域.....	11
1.8 环境保护目标.....	11
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.....	28
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.....	31
3.2.1 建设内容.....	31
3.2.2 主要厂房布置.....	32
3.2.3 建设规模及处理进度.....	34
3.2.4 厂房分区.....	34
3.3 生产工艺.....	42
3.3.1 主要工艺原理.....	42
3.3.2 工艺总体方案.....	42
3.3.3 主要工艺设备及辅助材料.....	48
3.3.4 工艺辅助系统.....	50
3.4 3#暂存库改造施工期主要污染物的产生及处理.....	51
3.4.1 废气.....	51
3.4.2 废水.....	51
3.4.3 固体废物.....	52
3.4.4 噪声.....	52
3.5 运行期主要污染物的产生及处理.....	53
3.5.1 气载流出物的产生和处理.....	53

3.5.2	液态流出物的产生和处理.....	64
3.5.3	固体废物的产生和处理.....	64
3.5.4	废物最小化.....	65
3.6	辐射安全管理.....	66
3.6.1	辐射安全管理机构与制度.....	66
3.6.2	辐射安全设计.....	68
3.6.3	辐射安全监测.....	71
3.6.4	辐射事故应急.....	73
3.7	产业政策相符性分析.....	77
3.8	质量保证.....	78
3.8.1	质量保证目的.....	78
3.8.2	质量保证体系的建立.....	78
3.8.3	质量保证组织机构.....	78
3.8.4	质量保证大纲的内容.....	79
3.8.5	质量措施的制定.....	79
3.9	环保设施投资.....	80
3.10	有关退役的考虑.....	80
第四章	环境质量现状.....	82
4.1	辐射环境质量现状.....	82
4.1.1	辐射环境监测方案.....	82
4.1.2	监测结果.....	84
4.1.3	辐射环境质量现状评价.....	88
4.2	非放环境质量现状.....	88
4.2.1	环境空气质量现状监测.....	88
4.3	辐射环境质量补充调查.....	89
4.3.1	辐射环境监测方案.....	89
4.3.2	补充监测结果.....	91
第五章	改造施工期的环境影响.....	92
第六章	正常工况的环境影响.....	94
6.1	放射性废物的产生和去向.....	94

6.1.1 气载流出物.....	94
6.1.2 固体废物.....	95
6.2 正常工况下气载流出物的环境影响.....	96
6.2.1 计算模式与参数.....	96
6.2.2 计算结果.....	96
6.2.3 结果评述.....	96
6.3 非放环境影响.....	105
第七章 事故工况环境影响.....	107
7.1 事故分析.....	107
7.2 事故工况下的环境影响.....	109
7.2.1 事故源项.....	109
7.2.2 计算模式及参数.....	110
7.2.3 扩散因子.....	110
7.2.4 结果评述.....	110
第八章 流出物监测和环境监测.....	114
8.1 流出物监测.....	114
8.1.1 流出物监测的目的.....	114
8.1.2 流出物监测的计划和要求.....	114
8.1.3 气载流出物监测.....	114
8.1.4 液态流出物监测.....	115
8.2 环境监测.....	115
8.3 质量保证.....	117
第九章 结论及承诺.....	119
9.1 结论.....	119
9.1.1 运行过程产生的废物去向.....	119
9.1.2 环境质量状况.....	120
9.1.3 改造施工期的环境影响.....	120
9.1.4 工程运行期的辐射环境影响.....	120
9.1.5 监测计划.....	121

前言

一、设计变更情况说明

(1) 产能和源项调整

根据已经接收的核电站废旧金属实测结果,在确保安全运行的前提下,将本项目废旧钢铁处理能力由建造阶段的300 t/a调整为600t/a,将接收核素种类由 ^{54}Mn 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 调整为 ^{51}Cr 、 ^{54}Mn 、 ^{55}Fe 、 ^{59}Fe 、 ^{63}Ni 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{90}Sr 、 ^{95}Zr 、 ^{95}Nb 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^3H 、 ^{14}C ,并对废旧钢铁中各核素接收限值进行调整,调整后的接收限值见表1。

表1 核电站放射性污染金属接收限值

序号	核素种类	建造阶段批复的接收限值, Bq/g	本阶段拟申请的接收限值, Bq/g
1	Cr-51	-	1.00E-05
2	Mn-54	4.50E+00	1.71E-01
3	Fe-55	-	1.41E+01
4	Fe-59	-	1.00E-05
5	Co-58	-	2.26E-04
6	Co-60	2.00E+01	7.00E+01
7	Ni-63		3.05E+01
8	Zn-65	-	7.10E-04
9	Ag-110m	7.00E+00	2.99E-01
10	Sb-124	3.50E+00	1.00E-05
11	Sb-125	2.00E-01	1.47E-02
12	Zr-95	-	1.00E-05
13	Nb-95	3.00E-01	1.00E-05
14	Sr-90	-	1.16E-03
15	Cs-134	-	2.14E+00
16	Cs-137	-	1.08E+01
17	H-3	-	3.52E-01
18	C-14	-	1.04E-01

(2) 核电站废旧金属熔炼厂房工艺与功能变更

为了优化核电站废旧金属熔炼厂房现有工艺布局 and 流程,提高循环再利用产品质量,进一步提升了熔炼处理核电站废旧金属的能力。核电站废旧金属熔炼厂房工艺与功能进行了变更。

建造阶段设计中,核电站废旧金属熔炼厂房主要包括来料接收、

拆包分拣检测、切割（热）、熔炼、分析检测、产品外运等工艺功能。

本阶段设计中，核电站废旧金属熔炼厂房中只保留切割（热）、熔炼、分析检测、毛坯贮存工艺与功能，并改造 3#暂存库（位于现有核电站废旧金属熔炼厂房南侧），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。

改造后的 3#暂存库为核电站废旧金属循环再利用加工厂房，其中主要包括来料接收、拆包分拣检测、切割（冷）、毛坯机械加工、产品制作等工艺与功能。

为了减小熔炼工艺中操作人员的工作强度和危险性，考虑工程角度更易实现的自动投料系统，对熔炼工艺加料环节进行变更。

建造阶段设计中熔炼工艺如下：熔炼炉密封在独立空间内，设置局部排风，使独立空间内保持负压；废旧金属进入熔炼区域前和产品、熔炼渣出熔炼区域后，均设置隔离间，隔离间的两侧门不同时开启，保证熔炼区域内放射性气溶胶不外溢。熔炼炉集成系统构造见图 1。

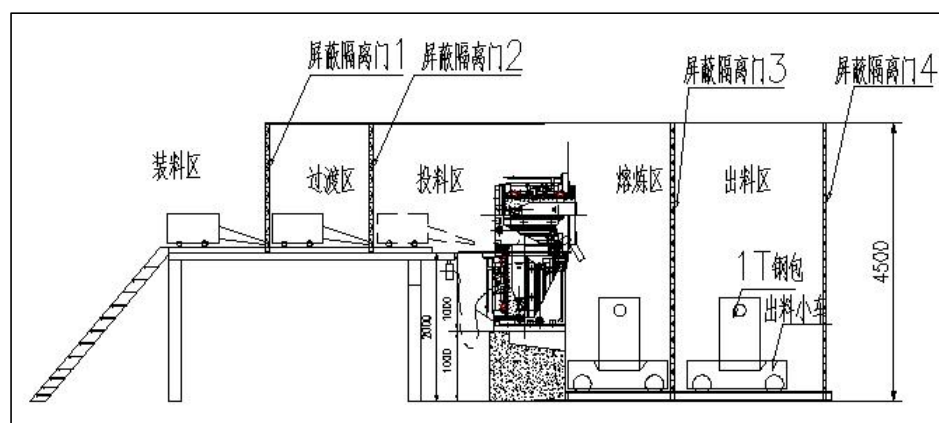


图 1 建造阶段熔炼炉集成系统图

熔炼工艺的加料环节为小车自动加料，详细流程如下：

废金属加料使用自动投料系统，进行远程控制加料。

在装料区内，使用吊车将料放在自动投料系统上，打开过渡区的屏蔽隔离门 1，将装满料的自动投料系统自动转运至过渡区后，关闭屏蔽隔离门 1。打开屏蔽隔离门 2 将自动投料系统自动转运至投料区

后关闭屏蔽隔离门 2。启动自动加料系统，将废金属及助溶剂分批定量加入熔炼炉中后，打开屏蔽隔离门 2，将空载自动投料系统自动转运至过渡区后，迅速关闭屏蔽隔离门 2，开始进入金属熔化阶段。

运行阶段设计中熔炼工艺如下：将熔炼炉密封在独立空间内，设置局部排风，使独立空间内保持负压；废旧金属进入熔炼区域前和产品、熔炼渣出熔炼区域后，均设置隔离间，隔离间的两侧门不同时开启，保证熔炼区域内放射性气溶胶不外溢。熔炼炉集成系统构造见图 2。

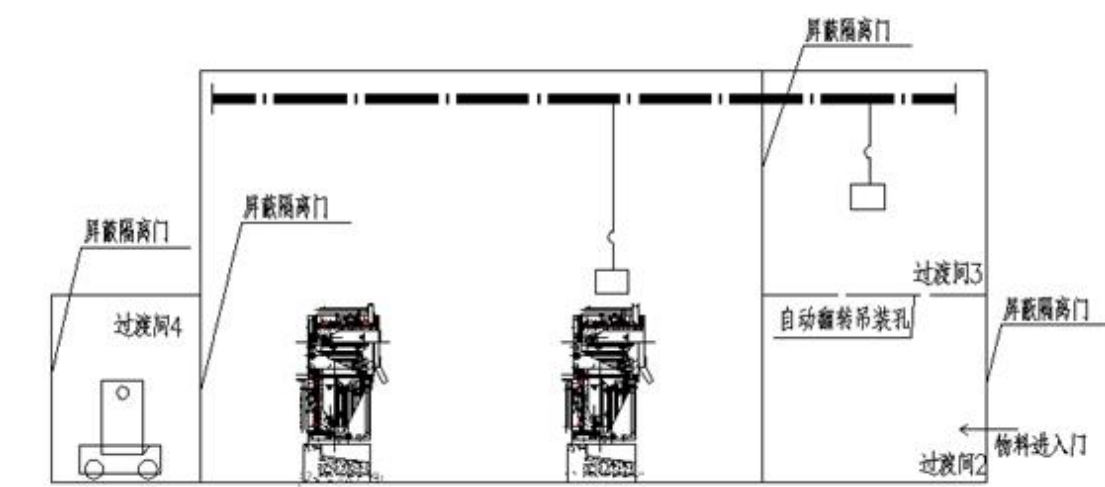


图 2 运行阶段熔炼炉集成系统图

熔炼工艺的加料环节为小车自动加料，详细流程如下：

为了减小操作人员的工作强度和危险性，废金属加料使用自动投料系统进行远程控制加料。

打开过渡区 3 的屏蔽隔离门，通过自动投料系统将装在物料框里的废金属吊装到熔炼炉口上方，吊装高度为 7m，吊车选型为 ELK 电动单梁起重机（G=1t，S=7.5m）。关闭过渡区 3 的屏蔽隔离门。中频熔炼炉炉体安装自动控制机械旋转炉盖，打开炉盖时，将废金属及助溶剂分批定量加入熔炼炉中后，关闭炉盖，开始进入金属熔化阶段。

（3）通排风系统变更

建造阶段设计中核电站废旧金属熔炼厂房分析间设有局排系统（JP-3），控制 II 区（熔炼小室、投料区、切割小室、分拣检测小室等）设有全面排风系统（P-2），运行阶段设计中，由于工艺与功能的调整取消了局排系统（JP-3）与全面排风系统（P-2）。新增了核电站

废旧金属循环再利用加工厂房全面排风系统（P-1A/1B 与 P-2A/2B）。

（4）放射性气载流出物排放量变化

在上述变更的基础上，本项目放射性气载流出物初始源强由原设计的 $3.31 \times 10^9 \text{Bq/a}$ 变更为 $1.36 \times 10^{10} \text{Bq/a}$ ，放射性气载流出物排放量由原设计的 $6.02 \times 10^6 \text{Bq/a}$ 变更为 $1.35 \times 10^7 \text{Bq/a}$ 。

二、上阶段环评批复中遗留问题的落实情况

对于《关于湖南核工业机械有限公司核电站废旧金属熔炼项目环境影响报告书的批复》（环审[2017]160 号）中提出的相关问题的落实情况如下：

问题一：加强施工期环境保护工作，确保落实各项污染防治措施。

落实情况：

本项目施工建设过程中产生的污染物主要有扬尘、施工废水、噪声和固体废物。针对以上污染物，湖南核工业宏华机械有限公司采取以下防治措施。

废气防治：施工期施工场地设置了围挡，以防扬尘扩散；运输可能产生粉尘的车辆配备挡板及篷布，防治粉尘飞落；作业场地及运输车辆及时清扫、冲洗，定期洒水，保证场地整洁，减少起尘量；对制作场地、堆料场进行了硬化，对易扬尘物料加盖防尘布；加强了对机械、车辆的维修保养，减少颗粒物排放。

废水防治：施工期产生的废水、污水，能收集的用于场地喷洒降尘，不能收集的，与施工人员生活污水一起引入公司污水管网，经厂内生活污水处理池处理后排放。

噪声防治：强噪声机械设备采用封闭式隔音棚隔离；施工现场距离厂区边界 500m 以上，经噪声检测白天施工期间厂界噪声满足环境管理要求；施工时间避开了公众正常休息时间，夜间无施工作业。

固体废物防治：施工场地固体废物分类收集，可循环利用的送废品站回收，不能再利用的生活垃圾送社区垃圾站处置，沙土等固体废物及时送垃圾场填埋处理。

问题二：严格控制产品的去向，防止其流出核工业系统使用。

落实情况：

湖南核工业宏华机械有限公司人工核素废旧金属熔炼厂房周边设置了实体保护边界，防止人工核素污染金属工作区域与其他工作区域交叉。公司与废金属来源单位签订合同时明确提出熔炼浇注的产品需还原单位使用，合同中规定了产品型号、用途等信息，确保不流入其他行业使用。

问题三：做好流出物监测与环境监测；做好产品和废钢渣所含放射性核素的检测；确保以上监测与检测的相关信息记录完整，并妥善保存。

落实情况：

（1）流出物与环境监测情况

核电站废金属熔炼厂房排气筒设置了气溶胶连续监测仪，运行期间同步开启在线监测设备，监测分析项目为总 β ，最大为 2.50 Bq/m^3 ；在排气筒上固定取样点针对废气每月进行了一次取样，每 3 个月进行 1 次样品混合分析，通过 γ 谱仪分析 ^{137}Cs 、 ^{125}Sb 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 等核素，其中 ^{137}Cs ： 0.25 Bq/m^3 ， ^{125}Sb ： $<0.045 \text{ Bq/m}^3$ ， $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ： $<0.017 \text{ Bq/m}^3$ ， ^{65}Zn ： $<0.033 \text{ Bq/m}^3$ ， ^{60}Co ： 0.12 Bq/m^3 。

2021 年 10 月，委托中国辐射防护研究院针对周边南陂村、王基组、太山村、华联社区空气、土壤、沉降灰等进行了本底现状调查，针对 Cr-51、Mn-54、Co-60、Ni-63、Zn-65、Ag-110m、Sb-124、Sb-125、Cs-134、Cs-137 等核素进行了分析检测。

（2）产品和钢渣检测情况

针对每炉熔炼金属取了产品钢锭样和渣样，进行了核素分析检测，钢样中主要核素 $^{125}\text{Sb} \leq 90.5 \text{ Bq/kg}$ ， $^{137}\text{Cs} \leq 90.5 \text{ Bq/kg}$ ， $^{60}\text{Co} \leq 21831 \text{ Bq/kg}$ ， $^{54}\text{Mn} \leq 226 \text{ Bq/kg}$ ， $^{110\text{m}}\text{Ag} < 21.6 \text{ Bq/kg}$ ；渣样中主要核素 $^{125}\text{Sb} \leq 14.3 \text{ Bq/kg}$ ， $^{137}\text{Cs} \leq 40.2 \text{ Bq/kg}$ ， $^{60}\text{Co} \leq 149 \text{ Bq/kg}$ ， $^{54}\text{Mn} \leq 2.08 \text{ Bq/kg}$ ， $^{110\text{m}}\text{Ag} \leq 6.47 \text{ Bq/kg}$ 。

环境和流出物监测数据、产品和钢渣检测数据相关信息记录完整，并按要求存档保存。

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运行安全报告 A 版》（2021.9）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

建设性质：新建项目

资金来源：本工程总投资 2992.48 万元，资金来源为企业自筹 729.59 万元，其余银行长期借款

营运单位：湖南核工业宏华机械有限公司

1.3 项目建设的必要性

《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》（GB 11928-89）中规定：“废物在暂时贮存库的暂存时间不应超过 5 年”。各核电站历史积存的废物，最长时间有的已达 24 年之久，按照“暂存时间不应超过 5 年”的要求，必须尽快对其进行处理。

《放射性废物安全管理条例》和《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）中规定“放射性废物的安全管理，应当坚持减量化、无害化和妥善处置、永久安全的原则”和“放射性废物产生最少化原则的要求”。放射性废物最小化不仅是国际核能安全发展利用的趋势，更是国家法律法规的明确要求。根据国际上对放射性废金属的处理实践，熔炼循环再利用是处理核电等行业产生的废金属的有效手段。该方法通过对废金属进行熔炼，完成去污、减容后进行再利用，不仅实现了放射性废物最小化，而且取得了社会和经济的双重效益。然而，我国目前尚未开展核电站放射性废旧金属熔炼循环再利用工作，也无

安全相关要求，缺乏相关的标准和限值，因此核电站废旧金属熔炼循环再利用的技术和工艺亦需要开展研究和试验。

本工程的建设既满足了放射性废物最小化的管理要求，同时，通过实践能获取含人工放射性核素金属废物熔炼处理相关数据，为我国进一步制定相关标准规范提供原始数据和技术支持。

1.4 建设内容与规划

本项目建设内容包括两部分，即新建核电站废旧金属熔炼厂房和3#暂存库改造成核电站废旧金属循环再利用加工厂房。

(1) 核电站废旧金属熔炼厂房建造面积为 1261.18m²，包括新建熔炼厂房，新增来料转运、分拣检测、切割、熔炼、尾气处理、通风系统、变配电系统、循环冷却系统设备。

外网建设包括管线、道路及安全防范措施。

(2) 核电站废旧金属循环再利用加工厂房

对现有 3#暂存库进行改造，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。

外网包括外部电气线路、监控信号传输等。

该项目建设完成后，将具备年处理 600t 核电站废旧金属的能力。项目计划建设周期为 18 个月，T₀为方案获批，项目进度安排如下：

T₀月，启动工程建设。

T₀+6 月，完成施工图设计。

T₀+10 月，完成设备订货。

T₀+12 月，完成土建工程施工。

T₀+18 月，完成工艺设备及辅助设施设备采购和加工、设备和管道施工安装。

1.5 编制依据

1.5.1 法规和标准

(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年

- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年
- (5) GB18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
- (6) GB11215-1989 《核辐射环境质量评价一般规定》
- (7) GB11928-1989 《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》
- (8) GB14500-2002 《放射性废物管理规定》
- (9) GB11930-2010 《操作非密封源的辐射防护规定》
- (10) GB11806-2019 《放射性物质安全运输规程》
- (11) GB8999-2021 《电离辐射监测质量保证通用要求》
- (12) GB11216-89 《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》
- (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) GB28664-2012 《炼钢工业大气污染排放标准》
- (17) GB13456-2012 《炼钢工业水污染物排放标准》
- (18) GB8978-1996 《污水综合排放标准》
- (19) GB12523-2011 《建筑施工场界环境噪声排放标准》
- (20) GB12348-2008 《工业企业厂界环境噪声排放标准》
- (21) 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》
- (22) HJ61-2021 《辐射环境监测技术规范》
- (23) EJ1076-2014 《低、中水平放射性固体废物容器钢箱》

1.5.2 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环境影响评价技术开发合同》。

1.5.3 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运行安全分析报告，A 版，2021 年。

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项目配套设施技术改造工程项目建设书，A 版，2021 年。

1.6 管理目标值

1.6.1 公众剂量约束值

根据《核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理设施技术改造工程环境影响报告书》（2007.9），湖南核工业宏华机械有限公司原熔炼处理设施设计排放量为 $1.54 \times 10^6 \text{Bq/a}$ ，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 $1.66 \times 10^{-7} \text{Sv/a}$ ，仅占该项目剂量约束值（ 0.03mSv/a ）的 5.5‰。本工程的正常运行所致公众最大个人有效剂量为 $1.14 \times 10^{-8} \text{Sv/a}$ ，两者叠加，对公众造成的最大个人有效剂量为 $1.77 \times 10^{-7} \text{Sv/a}$ ，仅占原熔炼处理设施项目公众剂量约束值（ 0.03mSv/a ）的 5.9‰。因此，本项目不再进行剂量约束值的申请，将纳入到原熔炼处理设施项目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。

1.6.2 接收限值

本工程所接收的核电站放射性污染金属的接收限值见下表 1.1。

表 1.1 核电站放射性污染金属接收限值

序号	核素种类	建造阶段批复的接收限值，Bq/g	本阶段拟申请的接收限值，Bq/g
1	Cr-51	-	$1.00\text{E}-05$
2	Mn-54	$4.50\text{E}+00$	$1.71\text{E}-01$
3	Fe-55	-	$1.41\text{E}+01$
4	Fe-59	-	$1.00\text{E}-05$
5	Co-58	-	$2.26\text{E}-04$
6	Co-60	$2.00\text{E}+01$	$7.00\text{E}+01$
7	Ni-63		$3.05\text{E}+01$
8	Zn-65	-	$7.10\text{E}-04$
9	Ag110m	$7.00\text{E}+00$	$2.99\text{E}-01$

10	Sb-124	3.50E+00	1.00E-05
11	Sb-125	2.00E-01	1.47E-02
12	Zr-95	-	1.00E-05
13	Nb-95	3.00E-01	1.00E-05
14	Sr-90	-	1.16E-03
15	Cs-134	-	2.14E+00
16	Cs-137	-	1.08E+01
17	H-3	-	3.52E-01
18	C-14	-	1.04E-01

1.6.3 产品限值

本工程熔炼后的废旧金属浇注成屏蔽套或废物钢箱，屏蔽套筒用于核电站Φ950L 水泥固化桶封盖操作和转运的屏蔽、用于核电站废物固化桶内的屏蔽套，废物钢箱用于装载低放废物。产品使用区域为《压水堆核动力厂厂内辐射分区设计准则》（NB/T 20185-2012）中规定的黄区，该区域的剂量率限值为 20μSv/h~1mSv/h。对剂量场的主要贡献应为屏蔽体内的物料，因此，将熔炼后的产品表面 30cm 处剂量率不超过 200μSv/h，为物料产生的剂量留有余量。

1.6.4 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 1.2。

表 1.2 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	昼间: 65dB(A) 夜间: 55dB(A)
非放废气排放	《炼钢工业大气污染物排放标准》 (GB 28664-2012)	颗粒物浓度限值: 20mg/m ³
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)

1.7 评价区域

本工程正常工况及事故工况下排入环境的放射性物质很少,对环境的影响也较小,因此本次评价范围以新建厂房 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。

1.8 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。

(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。

本项目大气环境影响评价等级为三级,因此,无需设置大气环境影响评价范围,无保护目标。

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。本项目最近居民点距厂区边界距离大于 200m,因此,本项目声环境评价范围内无保护目标。

第二章 场址环境

2.1 地理位置

湖南核工业宏华机械有限公司，简称“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

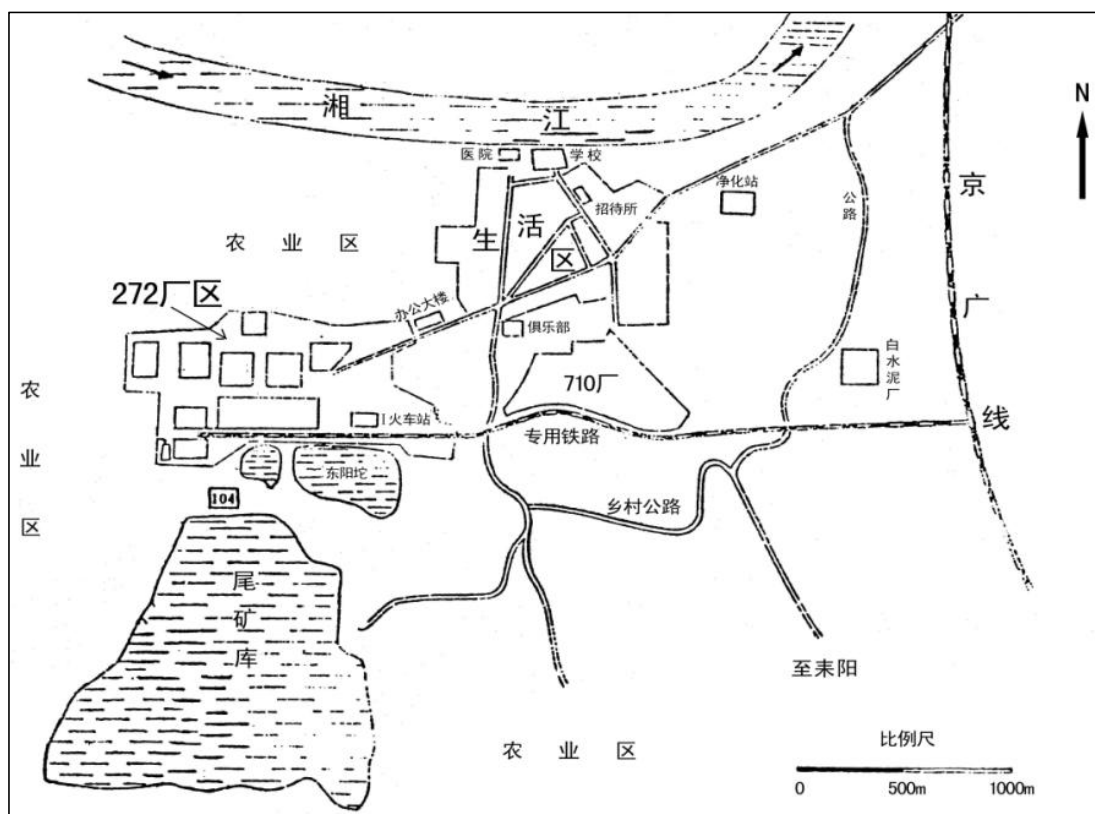


图 2.2 厂区周围区域情况平面示意图

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 2016 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 2007~2016 年《衡阳市国民经济和社会发展统计公报》，衡阳市 2007~2019 年间人口自然增长率见表 2.2。为保守起见，在 2016 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（2023 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（2016 年，人）

方位	距离（km）				
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10
N	0	0	2266	1210	72663
NNE	0	18211	9660	0	11721
NE	0	0	0	800	3146
ENE	0	0	0	0	2350
E	0	0	0	3343	6908
ESE	0	1922	0	0	18057
SE	0	1308	0	0	6896
SSE	0	0	0	0	6910
S	1180	0	0	0	6893
SSW	0	0	0	1743	6913
SW	0	0	0	2000	9610
WSW	0	0	0	2390	4360
W	0	0	0	0	9566
WNW	0	0	0	2700	6901
NW	0	0	0	1748	6888
NNW	0	0	0	0	20187
合计	1180	21441	11926	15934	199969

表 2.2 2007~2019 年衡阳市人口自然增长率

年份	2007	2008	2009	2010	2011
人口自然增长率（‰）	5	4.9	6.25	6.77	6.24
年份	2012	2013	2014	2015	2016
人口自然增长率（‰）	7.96	6.45	6.17	6.45	6.85
年份	2017	2018	2019		
人口自然增长率（‰）	6.40	5.18	5.85		

表 2.3 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	2395	1279	76810
NNE	0	19250	10211	0	12391
NE	0	0	0	846	3325
ENE	0	0	0	0	2484
E	0	0	0	3533	7302
ESE	0	2032	0	0	19087
SE	0	1383	0	0	7289
SSE	0	0	0	0	7304
S	1247	0	0	0	7286
SSW	0	0	0	1843	7308
SW	0	0	0	2114	10158
WSW	0	0	0	2526	4609
W	0	0	0	0	10112
WNW	0	0	0	2854	7296
NW	0	0	0	1848	7282
NNW	0	0	0	0	21339
合计	1247	22665	12607	16844	211381

表 2.4 厂区周围半径 5km 范围内的重要居民点分布情况（2016 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	18211	包括华联社区、272、710 生活区
2	南陂村	0.8	S	1180	
3	光耀村	1.9	SE	1308	
4	东风村	1.0	ESE	1922	
5	东阳渡镇	2.0	NNE	7500	老东阳渡
6	东阳村	2.3	NNE	2160	
7	曙光村	3.8	WSW	1700	
8	坪田村	4.5	SSW	1743	
9	新龙村	4.0	E	1743	
10	新龙头村	4.8	E	1600	
11	金塘村	4.0	NE	800	
12	金龙村	3.3	N	1210	
13	长塘村	4.1	NW	1748	
14	新塘村	3.8	WNW	2700	
15	兴湘村	3.5	SW	2000	
16	松林茶场	3.8	WSW	690	
17	金龙坪村	2.5	N	2266	

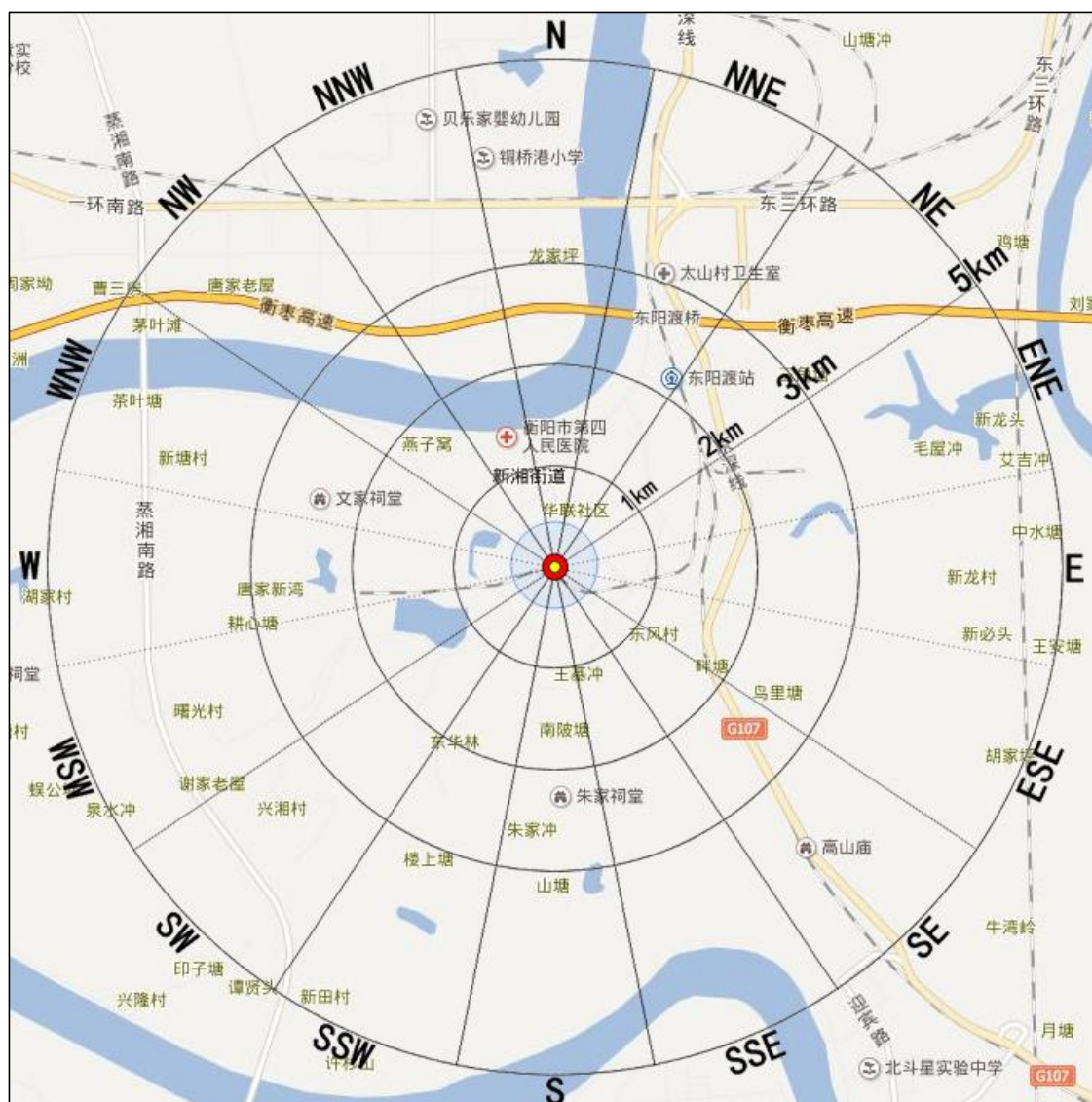


图 2.3 厂址 5km 评价范围子区分布图

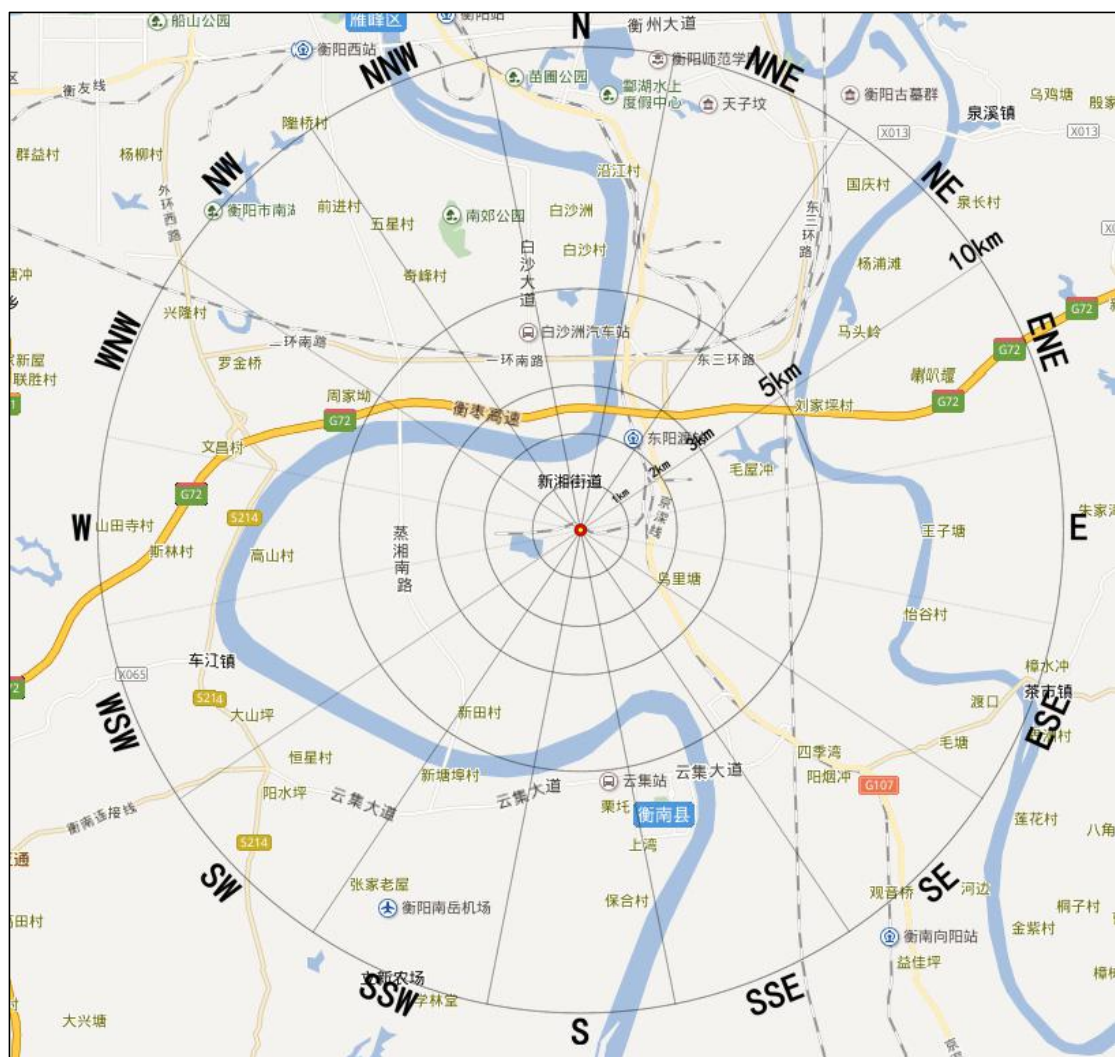


图 2.4 厂址 10km 评价范围子区分布图

2.2.2 年龄构成

由于 272 厂位于 710 厂西侧 1km 处，评价范围内居民年龄构成、居民饮食习惯基本相近。因此报告采用 272 厂最新的调查数据，调查数据来自《中核 272 厂尾矿库辐射环境现状调查与评价》（2016 年）。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

2020 年 3 月衡阳市统计局对厂址周围居民食谱的抽样调查结果

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	蛋	奶
消费量 (kg/a)	婴儿	8	3	2	0	1	0	1	10	180
	幼儿	60	55	15	0	10	0	5	10	20
	少年	150	90	20	0.1	16	0.1	8	12	16
	成人	180	135	18	1	22	0.4	12	8	12
自给份额		0.85	0.85	0.70	0.80	0.80	0.80	0.90	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

2020 年衡阳全市农林牧渔业总产值 782.11 亿元，增长 4.1%。其中，农业产值 272.70 亿元，林业产值 59.87 亿元，牧业产值 341.92 亿元，渔业产值 59.52 亿元。2016 年衡阳市全市粮食作物播种面积 722.24 千公顷，油料种植面积 295.64 千公顷，蔬菜种植面积 97.17 千公顷。粮食总产量 317.54 万吨，水产品产量 28.41 万吨。

厂址半径 10km 范围内，2019 年珠晖区粮食总产量 31832 吨；雁峰区农作物播种面积 2.11 千公顷；衡南县农作物播种面积 136.27 千公顷，其中粮食作物 126.31 千公顷，总产量 62.54 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。综合考虑 272 厂、710 厂各设施对公众的年剂量影响不超过 1mSv，对公众的影响是可以接受的。

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

气象统计资料如下：

（1）气温

衡阳市年平均气温在 17.2°C （1984 年）~ 19.4°C （2008 年）之间，52%的年份平均气温高于 18°C ，多年平均气温为 18.3°C ，高于全省气候均值（ 17.3°C ）；各月多年平均气温在 6.0°C （1 月）~ 29.8°C （7 月）之间，其中 3~11 月气温在 10°C 以上，5~9 月气温在 20°C 以上。多年极端最高气温在 $36.7\sim 41.3^{\circ}\text{C}$ 之间，极端最低气温在 $-7.9\sim 0.7^{\circ}\text{C}$ 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 2017~2019 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。2017~2019 年不同风向的平均降水量见表 2.7，2017~2019 年雨玫瑰图见图 2.6。根据衡阳市气象站气象观测资料 2017~2019 年三年的逐时风向、风速以及逐时的人工云量观测数据。2017~2019 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。

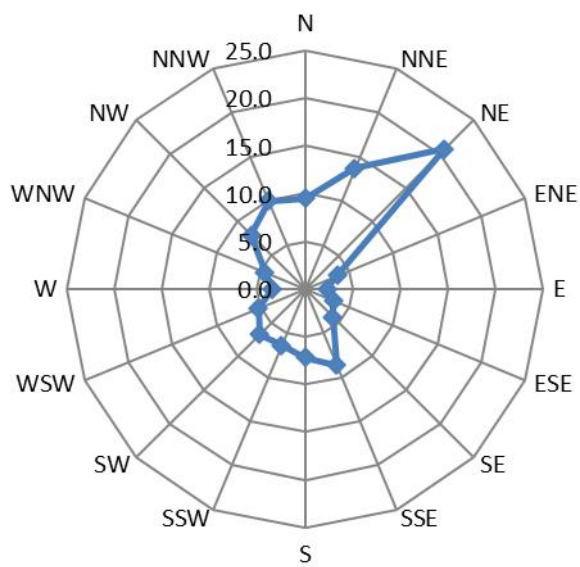


图 2.5 2017~2019 年风玫瑰图, %

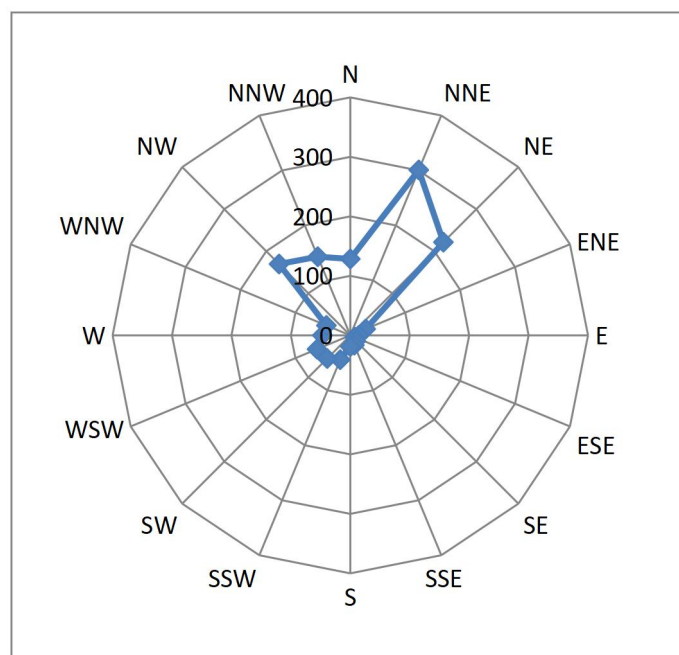


图 2.6 2017~2019 年平均雨玫瑰图, %

表 2.7 2017~2019 年不同风向降雨量 (mm/a)

年份	降水量							
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
2017	113.4	452.7	208	20.4	28.4	15.5	16	12.6
2018	89.1	273.2	269	13.2	4.9	8.2	22.2	28.4
2019	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
2017	21.1	20.6	75.8	60.8	49.4	17.2	163.8	135.9
2018	19.3	36.5	66.8	48.2	48.4	70.5	158.9	160.6
2019	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)	沿河长 度(km)			
二七二取水口	NE	2.2	16.7	1.2	/	/
江东水厂取水口	N	8.0	25.6	8.9	/	/
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

本工程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

本工程所接收的金属废物，将设置放射性污染金属的接收限值。根据《核电厂废金属熔炼源项计算研究报告》，以 ^{60}Co 为“基准核素”，熔炼后钢锭中的 ^{60}Co 活度浓度 177Bq/g 对应于废金属表面剂量率为 $102\ \mu\text{Sv/h}$ ，则反过来 $200\ \mu\text{Sv/h}$ 表面剂量率接收限值对应 ^{60}Co 活度浓度为 347Bq/g ，取整为 350Bq/g ，该值作为熔炼设施设计源项中基准核素 ^{60}Co 的活度浓度。

结合基于 NUREG/CR-0130 中一回路设备表面污染平均比例，确定本报告源项的主要核素比例，推导计算得出其他核素的活度浓度。

各核素的接收限值见表 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	活度浓度 Bq/g
1	Cr-51	1.00E-05
2	Mn-54	1.71E-01
3	Fe-55	1.41E+01
4	Fe-59	1.00E-05
5	Co-58	2.26E-04
6	Co-60	7.00E+01
7	Ni-63	3.05E+01
8	Zn-65	7.10E-04
9	Ag110m	2.99E-01
10	Sb-124	1.00E-05
11	Sb-125	1.47E-02
12	Zr-95	1.00E-05
13	Nb-95	1.00E-05
14	Sr-90	1.16E-03
15	Cs-134	2.14E+00
16	Cs-137	1.08E+01
17	H-3	3.52E-01
18	C-14	1.04E-01

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建设项目位于厂区原有色金属熔炼去污厂房北侧 16 m 处，铁艺围墙以内。厂区平面布置见图 3.1。本工程主要内容包括新建核电站废旧金属熔炼厂房与改造 3#暂存库改造作为核电站废旧金属循环再利用加工厂房，新建相关配套设施，以及外网管线的接入。

（1）核电站废旧金属熔炼厂房

核电站废旧金属熔炼厂房内建设内容主要为主生产大厅、熔炼小室、投料区、切割小室、炉料存放区、毛坯暂存区、钢渣存放区、来料存放区及其配套设施。配套设施主要包括排风机房、配电间、送风间、循环冷却水间、固体废物暂存间等。主要建设内容见表 3.2。

（2）核电站废旧金属循环再利用加工厂房

对现有 3#暂存库进行改造，改造面积约 1082m²，厂房设有分拣拆解区、剪切区、机械加工区、产品制作区等，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。

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
核电站废旧金属熔炼项目					
1	101	核电站废旧金属熔炼厂房	新建熔炼厂房，新增来料转运、分拣检测、切割、熔炼、尾气处理、通风系统、变配电系统、循环冷却系统设备。	1261.18	新建
2	002	外网	管线、道路及安全防范等	-	-
核电站废旧金属熔炼项目调整变更项目					
1	01	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	02	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) 核电站废旧金属熔炼厂房

1) 平面布置

建筑平面采用规则矩形布局形式，建筑总长 45.5m，总宽 19.4m，建筑占地面积 882.7m²，总建筑面积 1271.62m²。建筑高度 11.30m，室内外高差 300mm。

一层层高 6.0m，主要布置有卫生出入口（家常服间、工作服间、淋浴间、擦拭间、洗衣间）、切割小室、生产大厅、物流过渡间、配电间、变压器间、1 吨中频炉电容室、熔炼炉控制室、排风机房、消防控制室兼值班室、固体废物暂存间、楼梯间及卫生间等，熔炼大厅中包括过渡区、分拣检测区、切割区、熔炼区等房中房。人流主出入

口位于 B-C/7 轴处，物流主出入口位于 A-B/1 轴处，满足正常的使用和安全疏散要求。

二层层高 5.0m，主要布置有分析间、备品备件间、冷却设备间、消防设备间、安防控制室、控制间、送风间、楼梯间及卫生间等。二层布置有两部疏散楼梯，满足正常的使用和安全疏散要求。

2) 人流

核电站废旧金属熔炼项目工作场所设置两个人流出入口：辐射工作人员通过（6）-（7）/（B）-（C）轴线之间的卫生出入口进出辐射工作场所；参观人员通过（7）/（B）轴线上的出入口，穿上白大褂，穿过门厅、走廊进出工辐射作场所。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

来料、产品和炉渣等均通过（1）-（2）/（A）-（C）轴线处的出入口进出本厂房。

（2）核电站废旧金属循环再利用加工厂房

1) 平面布置

厂房改造部分长 60.48m，宽 17.88m，改造面积 1082m²。主要布置有空调机房、过滤机房、主生产区、工具间、卫生出入口等。

2) 人流

工作人员从人流入口进入，在便服间换下家常服后，穿过淋浴间、擦拭间，进入工作服间换上工作服后进入厂房。工作完毕后，工作人员在淋浴间洗澡后进行手脚沾污仪检测，若检测不达标，重新回去洗澡，达标后进入便服间离开厂房。

3) 物流

叉车运输废旧金属集装箱至核电站废旧金属循环再利用加工厂房

房厂房内，用厂房内的行车将集装箱卸下，关闭进料大门，通过行车将集装箱倒运到废金属存放区。切割打包后的废金属经装箱转运到核电站废金属熔炼厂房进行熔炼；熔炼处理后的毛坯铸件，再运输到核电站废旧金属循环再利用加工厂房，在核电站废旧金属循环再利用加工厂房内加工成成品，装箱后运至核电站。

核电站废旧金属熔炼厂房一层平面布置图见图 3.2。核电站废旧金属熔炼厂房二层平面布置图见图 3.3。核电站废旧金属循环再利用加工厂房平面布置图见图 3.4。

3.2.3 建设规模及处理进度

（1）建设规模

本工程建成后，将熔炼后的核电站废旧金属制备成核电站废物屏蔽套使用。综合考虑屏蔽套的尺寸及重量，结合实际情况，选用 1t 中频熔炼炉。核电站废旧金属熔炼处理回收线建设完成后，按每天 1 炉的处理量、每年操作 300 天计算，项目的建设规模确定为 600t/a。

（2）处理进度

厂房一层来料存放区用于存放核电厂废金属来料，来料存放区长 9 m × 宽 3.5 m × 物料堆放高 1.5 m，暂存能力为 47.25 m³。核电厂废金属经集装箱转运至过渡间后，开箱卸至来料暂存区料斗内，来料按照全部为轻薄料（0.7 t/m³）计算，暂存量约为 33 t。

切割完毕后的污染废金属装桶后暂存于熔炼大厅炉料存放区暂存，按照处理进度，定期运至熔炼小室进行熔炼。

钢锭存放区用于存放熔炼后的产品，钢锭存放区长 9 m × 宽 3.5 m × 物料堆放高 1.2 m，该区域暂存能力为 37.8 m³，按实锭（1.4 t/m³）计算，暂存量约为 52 t。钢渣存放区采用 200 L 钢桶存放熔炼渣，区域面积为 4 m × 4 m，钢桶直径 0.8 m，以每层摆放 16 个钢桶，共摆放两层，按每个钢桶装 120 kg 熔炼渣计算，能暂存 3.8 t 熔炼渣。

核电厂每次以集装箱转运废金属约 30 t，处理周期 1 个月左右，产生的产品约为 29.4 t（约 98%），产生的熔炼渣等固体废物约为 1.2 t（约 4%），待一批次处理完成后将产品和熔炼渣运至核电站。

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。

（1）核电站废旧金属熔炼厂房

控制 II 区：熔炼区、切割小室及其过渡间、来料暂存区、炉料暂存区和产品及炉渣暂存区等；

控制 I 区：排风机房、主生产大厅、工作服间等；

监督区：人流卫生出入口部分、物流出入口等；

（2）核电站废旧金属循环再利用加工厂房

控制区：废金属存放区、分拣拆解区、剪切区、打包区、机械加工区、钢板堆放区、成品堆放区、钢箱制作区、工具间、工作服间、擦拭间、淋浴间。

监督区：便服间、空调机房。

本工程核电站废旧金属熔炼厂房辐射防护分区见图 3.5，核电站废旧金属循环再利用加工厂房辐射防护分区见图 3.6。

。

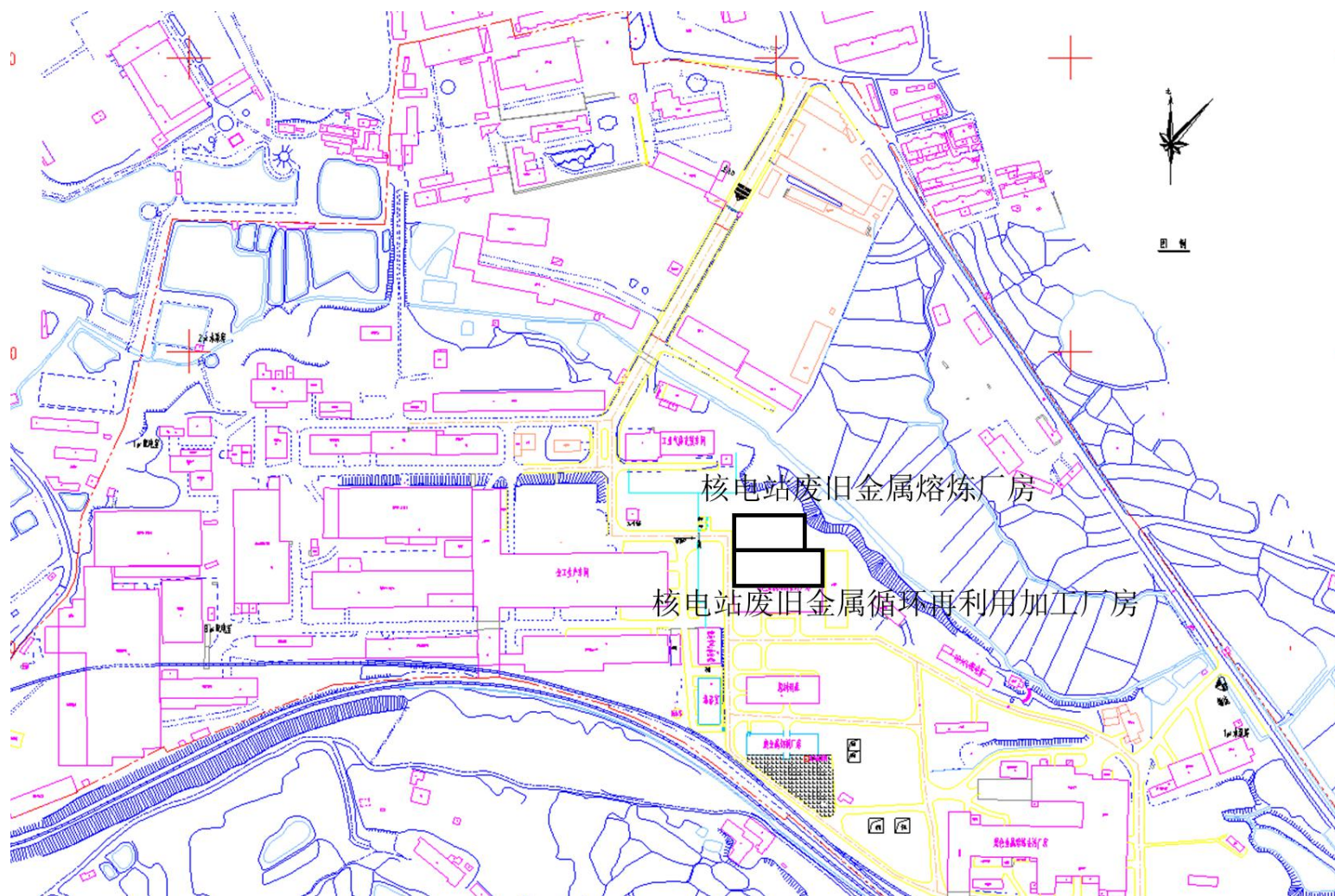


图 3.1 厂区平面布置图

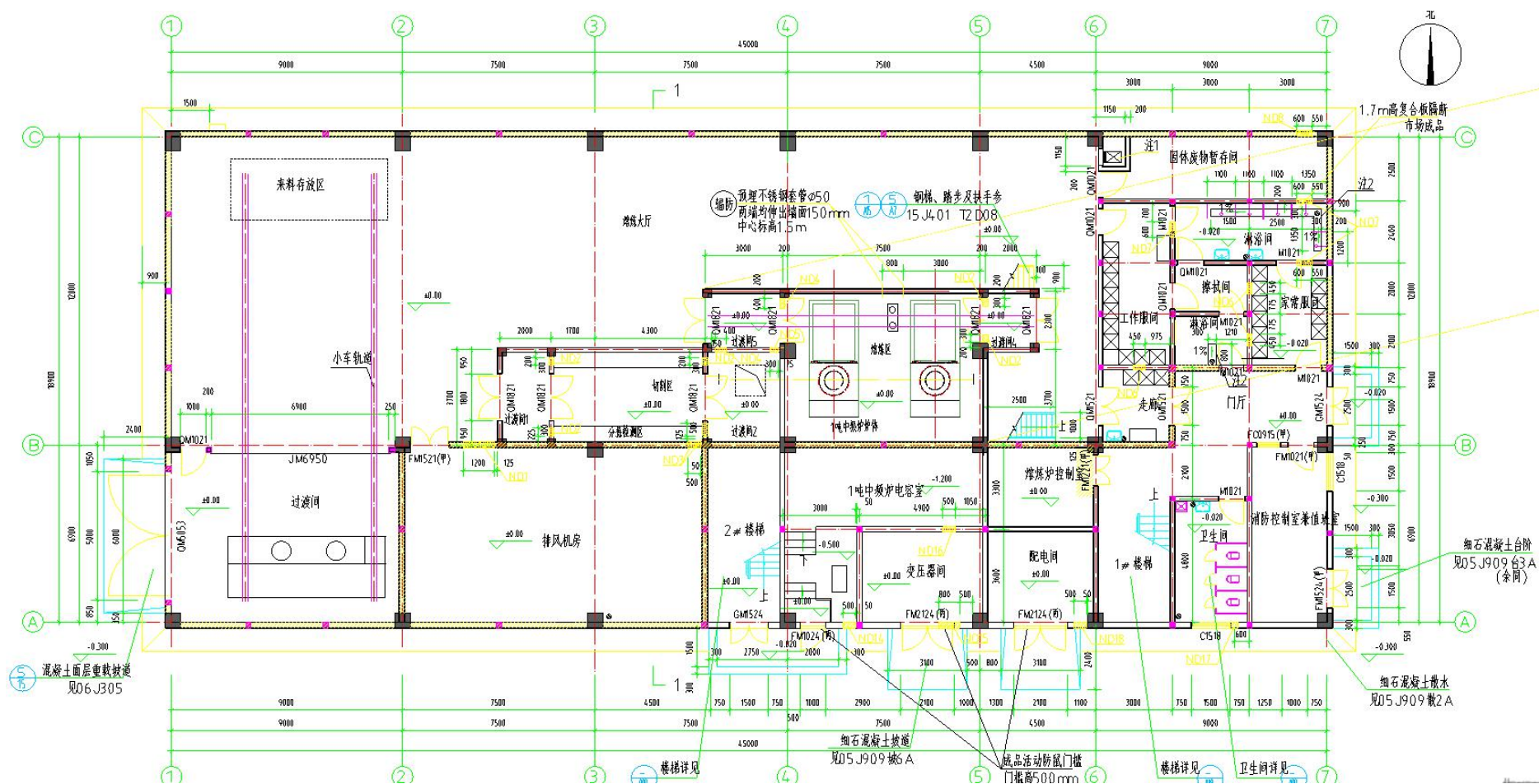


图 3.2 核电站废旧金属熔炼厂房一层平面布置图

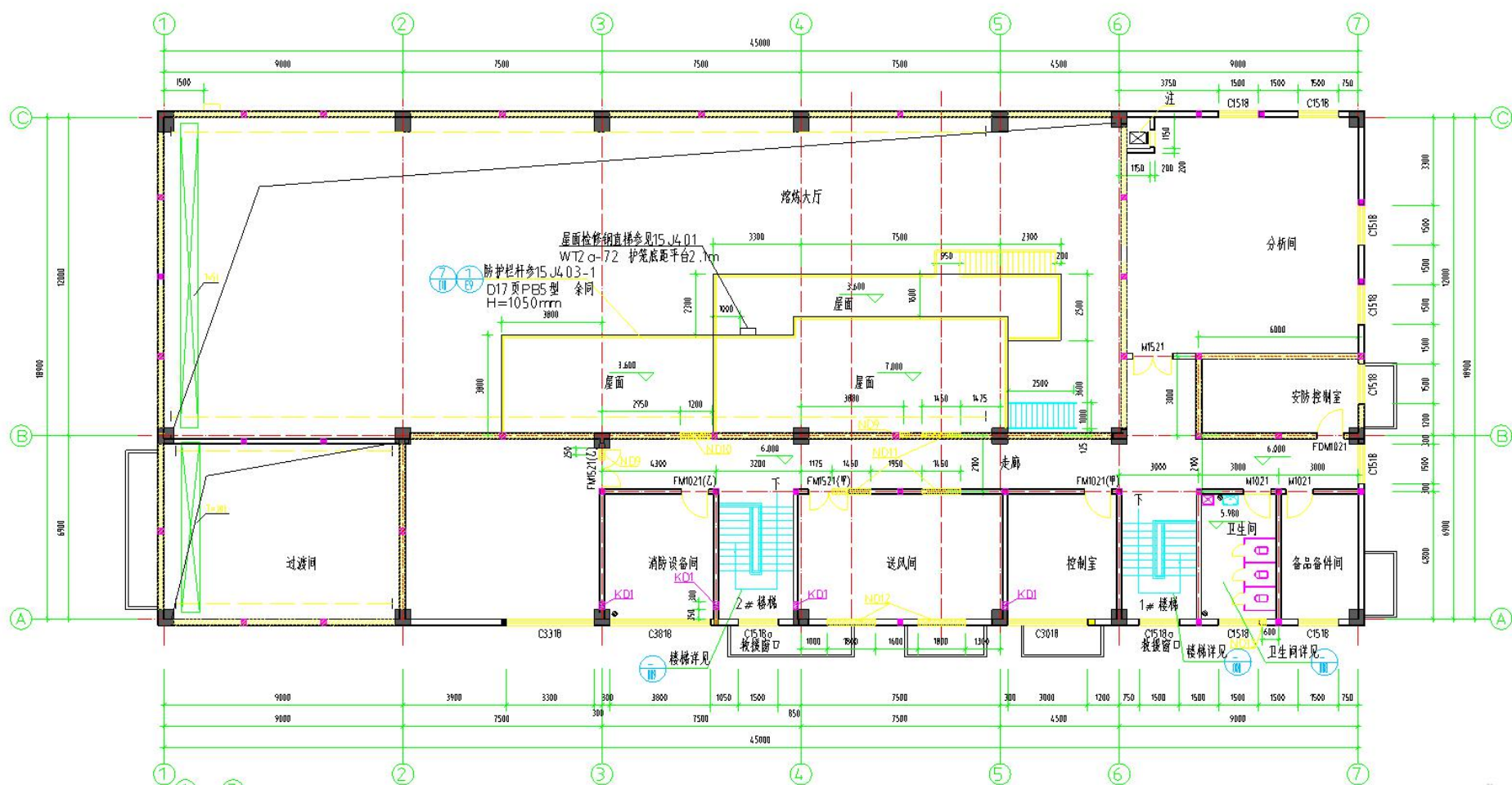


图 3.3 核电站废旧金属熔炼厂房二层平面布置图

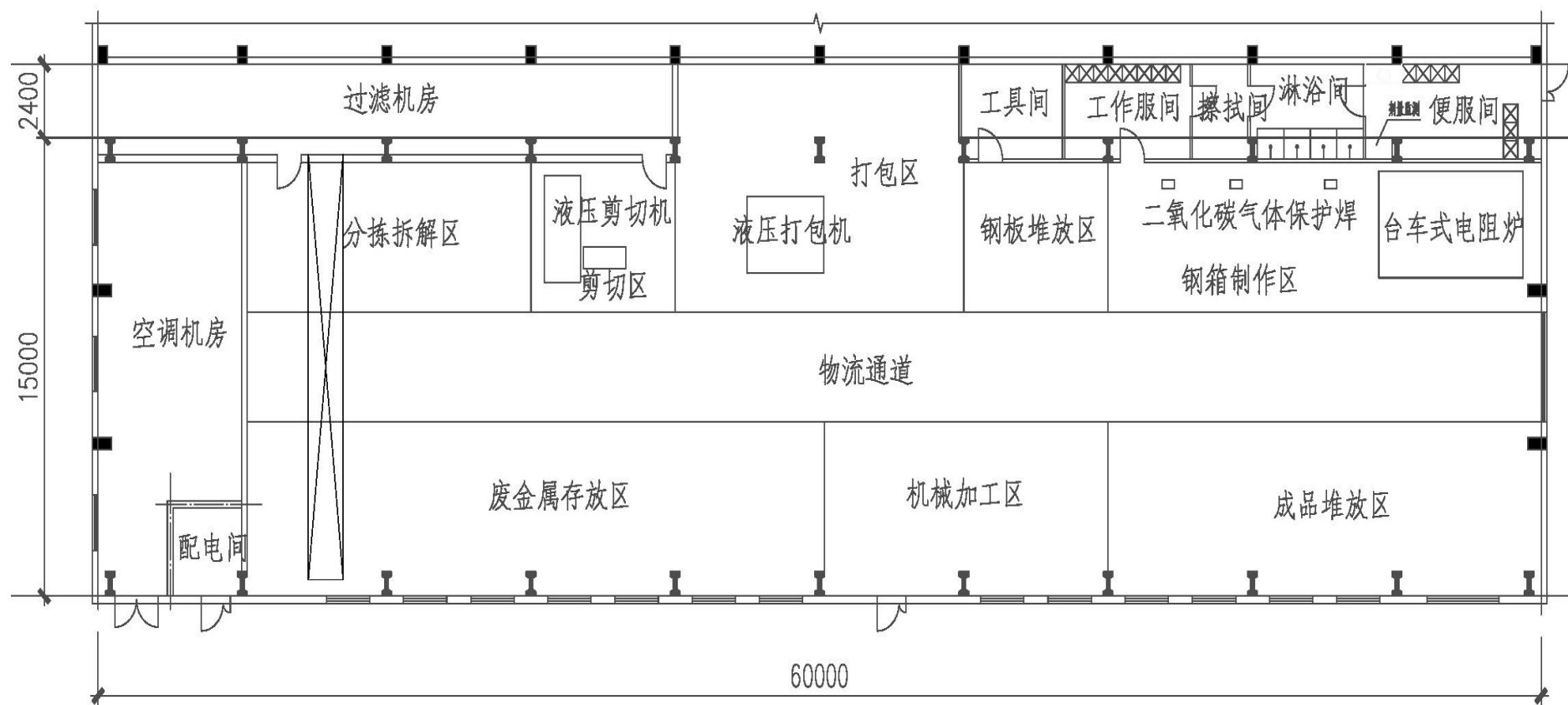


图 3.4 核电站废旧金属循环再利用加工厂房平面布置图

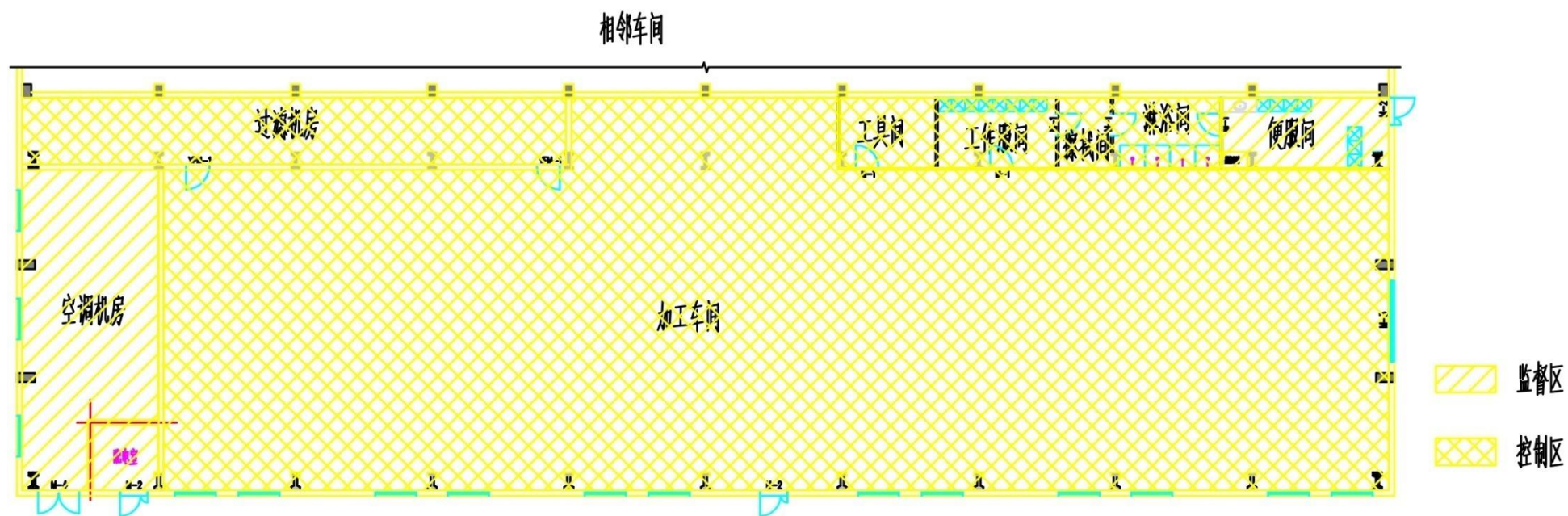


图 3.6 核电站废旧金属循环再利用加工厂房辐射防护分区图

3.3 生产工艺

3.3.1 主要工艺原理

熔炼去污就是把放射性核素污染的金属放置于电炉中进行熔炼。在熔炼过程中,通过加入特定组分的助熔剂与放射性核素一起进行熔炼,经过造渣,使废物中部分放射性核素富集到渣和烟尘中,以达到去污和减容的目的。熔炼去污工艺原理见图 3.7。

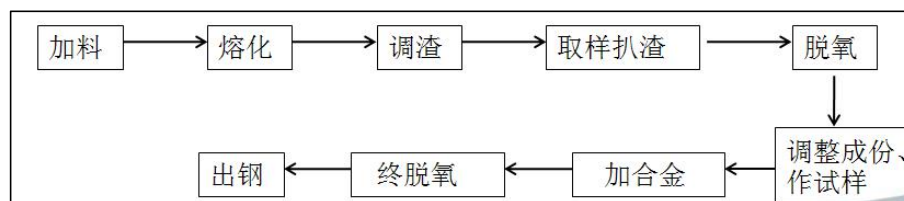


图 3.7 熔炼去污工艺原理图

3.3.2 工艺总体方案

(1) 来料进厂

核电站待熔炼处理的放射性金属废物在装运前,需要对废旧金属完成整备和测量工作,并同时提供检测报告。检测内容包括金属废物中各核素(^{51}Cr 、 ^{55}Fe 、 ^{54}Mn 、 ^{59}Fe 、 ^{63}Ni 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{90}Sr 、 ^{95}Zr 、 ^{95}Nb 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^3H 、 ^{14}C)的放射性核素活度检测,检测结果要满足本工程金属废物的接收限值;金属废物采用包装容器包装进行运输,满足《放射性物质安全运输规程》(GB11806-2004)的运输要求:货包或外包装的外表面上任一点的最高辐射水平小于 2mSv/h ,距表面 1m 处的剂量率小于 0.1mSv/h ,包装容器外表面其松散放射性污染满足 $\beta < 4\text{Bq/cm}^2$ 。

核电站待熔炼处理的放射性金属检测合格满足公司接收限值的废旧金属放入 $2400\text{ mm} \times 6100\text{ mm}$ 集装箱内通过货车运送到宏华公司通过汽车运进 3#暂存库,用厂房内 20t 起重机卸车后堆放在废金属存放区。

(2) 拆包分拣与剪切

在金属循环在利用厂房内通过人工在分解拆解区对废金属来料进行分拣拆解,超标来料以及无法进入熔炼环节的来料统一收集后返

回给核电站，可以进入熔炼环节的来料经剪切和打包后，装箱转运到核电站废金属熔炼厂房进行熔炼。剪切区内配置 1 台液压剪切机 Q43-250 和 1 台手提式金属切割机对废金属进行切割。打包区内配置 1 台液压打包机 Y81125 对切割后的金属进行打包。

需要进行热切割的废旧金属，运送至熔炼厂房切割小室，在切割小室设置两台切割平台，平台尺寸设计为 2000×600mm，台面高 800mm，下部结构用碳钢制作，台面用不锈钢制作，为保证收尘效果及使用方便，平台处工人操作位置的另外三面加装活动的拦尘隔板，拦尘隔板高 600mm。有长的工件超出平台尺寸时，可将拦尘隔板放下，方便使用，拦尘隔板采用不锈钢制作。

为方便切割时工件的转动，托工件的部位做成轴承滚架，每个工作台设两组滚架，滚架可沿工作台长度方向移动，以方便不同长度的工件使用。

切割平台台面下部封闭，后面设置风口，通过软管与车间外放置的金属切割除尘器相连。切割时产生的粉尘经台面上的孔隙进入管道，被吸入除尘器进行处理。

（4）熔炼

将熔炼炉密封在独立空间内，设置局部排风，使独立空间内保持负压；废旧金属进入熔炼区域前和产品、熔炼渣出熔炼区域后，均设置隔离间，隔离间的两侧门不同时开启，保证熔炼区域内放射性气溶胶不外溢。熔炼炉集成系统构造见下图 3.8。

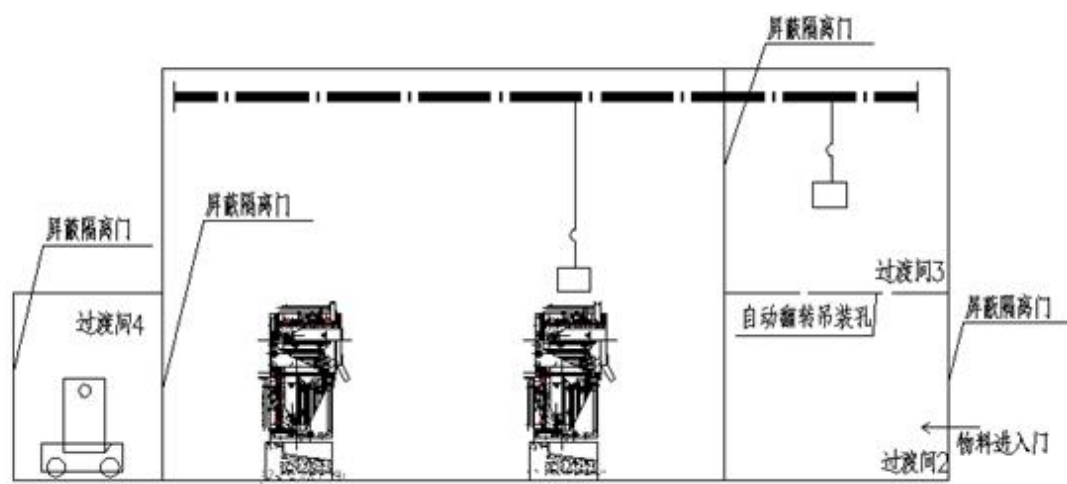


图 3.8 熔炼炉集成系统图

a.加料

加料顺序：氧化钙+去污剂+废金属+氧化钙+稻草灰。

为了减小操作人员的工作强度和危险性，废金属加料使用自动投料系统（111）进行远程控制加料。

打开过渡间 3 的屏蔽隔离门，通过自动投料系统将装在物料框里的废金属吊装到熔炼炉口上方，吊装高度为 7m，吊车选型为 ELK 电动单梁起重机（G=1t，S=7.5m）。关闭过渡间 3 的屏蔽隔离门。中频熔炼炉炉体安装自动控制机械旋转炉盖，打开炉盖时，将废金属及助溶剂分批定量加入熔炼炉中后，关闭炉盖，开始进入金属熔化阶段。

b.熔化

熔化步骤如下：

开炉前检查。检查确认新炉体及倾倒装置良好，电气、水冷系统和通、排风系统无异常，才可投料。

污染金属与助熔剂（选用日本进口的 I 号去污剂）的入炉
配电升温，加热熔化，分批造渣、扒渣。

投料完毕，熔清以后扒渣测温、取样、检测剂量。

造新渣，升温 10~15min，扒渣、测温（温度 $1650\pm 20^{\circ}\text{C}$ ），停电。

取钢样、出钢、浇注。

熔炼场地清理，钢渣装入 200L 钢桶运废物暂存库。

开始通电 6~8min 内供给 60% 的功率，待电流冲击停止后，逐渐将功率增至最大，随着下部炉料熔化，随时注意捣料助熔，并陆续添加炉料。本项目采用的熔炼炉为处理能力 1t 的中频熔炼炉（112/1~2）。熔炼过程中产生的放射性气溶胶经过旋风分离器（119）、布袋除尘器（120）过滤后送入局排系统，再经过局排系统内中高效过滤器过滤后送室外高烟囱排放。为保证进出熔炼小室时，放射性气溶胶不外泄，需保证熔炼小室内空气氛围为微负压。

c.调渣

大部分炉料熔化后，扒出部分渣；再加入 15% 的 1#去污剂和调渣材料（石灰粉：萤石粉=2：1）造渣覆盖金属液。调渣材料加入量为炉料质量 1%~1.5%。

d.取样扒渣

炉料熔化 95% 时，取样作全分析。炉料熔清后，将功率降至 40%~50%，倾炉扒渣，另造新渣。扒渣时用自动扒渣机进行扒渣。

e.脱氧

渣料化清后，往渣面上加脱氧剂（石灰粉：铝粉=1：2）进行扩散脱氧。脱氧过程中可用石灰粉和萤石粉调整炉渣粘度，使炉渣具有良好的流动性。熔炼产生的大约 3~4% 左右的放射性污染钢渣及 1% 左右的烟尘将收集装入 200L 钢桶，拟运回核电站实施水泥固定处理等。

f.调整成份、作试样

根据化学分析结果调整金属液化学成份，测量金属液温度，并作圆杯试样，检查金属液脱氧情况。

g.加合金

金属液温度到达 1630℃~1650℃ 以上，圆杯试样收缩良好时，扒除一半炉渣后，加入合金材料。

h.终脱氧

熔清后准备出钢，出钢前插铝进行终脱氧。

i.出钢

自动出料系统（113）通过过渡间 4 进入熔炼小室。2~3min 后停电倾炉出钢，通过炉前浇铸过渡中间滑槽将钢水倾倒至自动出料系统的模具中。出钢后在盛钢桶取样，做成品钢化学成份分析。金属液在盛钢桶中镇静 3~5min 后浇注在自动出料系统（113）上放置的 1t 钢包内。

在捣料助熔、取样扒渣后，根据需要加入石灰（CaO）和萤石（CaF₂）、1#去污剂等造渣去污，大部分放射性物质进入熔渣。取样化验，如果金属熔融液放射性比活度较低，则需要调整成分、测温、做收缩试验、最终脱氧出炉后浇注核电站循环再利用的产品；如果放射性比活度偏高，则需要二次造渣，再重复上述过程。

（5）分析检测

每炉钢铁熔炼完成后，取样进行γ能谱分析，分析仪器为高纯锗

伽马谱仪，检测结果随该炉浇注的产品一同出厂。产品的控制指标为表面 30cm 处剂量率不超过 $50\mu\text{Sv/h}$ ，外表面其松散放射性污染满足 $\beta < 4\text{Bq/cm}^2$ 。若产品不满足要求，则返回核电站暂存。

每炉熔炼完毕后，将钢渣桶转出做检测。废钢渣采用包装容器包装，表面上任一点的最高辐射水平小于 2mSv/h ，距表面 1m 处的剂量率小于 0.1mSv/h ，包装容器外表面其松散放射性污染满足 $\beta < 4\text{Bq/cm}^2$ 。若钢渣不满足要求，则导出部分钢渣至新桶，外表面采用擦拭的方法进行去污。

对熔炼过程产生收集的放射性气溶胶样品滤膜进行放射性核素活度检测，分析方法为 γ 能谱分析。对工作场所和周边环境介质进行监测。

（6）铸件开箱与产品转运

将产品存放区内存放的模具进行开箱，清理毛坯件表面杂质，操作人员应当做好个人防护，使用便携式放射性检测仪检测毛坯铸件表面污染水平并做好记录。随后处理毛坯铸件操作人员应穿戴全套安全防护用品，佩戴好呼吸过滤器和防护眼镜。处理时应开启除尘系统，产生的粉尘被吸入除尘器进行处理。为方便回收灰尘，采用 200L 标准钢桶作为灰斗。最后再通过叉车将毛坯件转运至 3#暂存库毛坯铸件堆放区等待进一步加工。处理毛坯铸件过程为手动使用工具进行，工作人员距毛坯铸件距离较近。处理毛坯铸件操作人员分 2 班，每班每天工作约 2h，处理 2t 毛坯铸件。熔炼炉内剩余的灰渣转运到密闭容器中暂存，后随产品一起运回核电站。

（7）产品制作

产品制作在 3#暂存库中完成，产品制作区配备 1 台台车式电阻炉、3 台二氧化碳气体保护焊机等设备。电阻炉的功能主要对铸件进行热处理，电阻炉最高温度 750°C ，升温速度为 60°C/h 。经检测的毛坯铸件运至产品制作区，切除浇冒口，将浇冒口运至剪切区，浇冒口上标明其材质和剂量水平。去除表面杂质后，铸件装入电阻炉进行热处理。热处理应按相应的热处理工艺进行。热处理后的铸件，操作人员按图纸要求对其进行加工制作。加工制作铸件为手动，工作人员距

铸件距离较近。

加工好的产品成品堆放区（面积约 87m^2 ）进行存放。同时，预留机械加工区（面积约 58m^2 ），业主单位可根据后期实际产品需求进行设备配置

实施的每个过程，应加强操作人员防护和辐射环境的监测。对存在的辐射安全、工业安全风险进行有效控制，辐射安全主要考虑内照射、外照射、表面污染控制、辐射监测、控制区管理等方面。对气态流出物和环境检测项目，配置相关分析监测设备与人员；对切割、焊接加工处理过程中所产生的废渣、烟尘等二次废物，以及处置工作完成后所有废弃的工作服、口罩、手套等劳保用品，经收集后装入钢桶密封，转入公司废物暂存库储存。

（7）产品及参数

本项目熔炼后的废旧金属浇注的产品主要是五种，供核电站使用。产品一屏蔽套筒用于核电站 $\Phi 950\text{L}$ 水泥固化桶封盖操作和转运的屏蔽。产品二、三用于核电站废物固化桶内的屏蔽套，屏蔽套主要用于化学容积控制系统的高辐射废滤芯（Sv 级）的屏蔽，可替代铅屏蔽，实现废金属重复利用。产品四 FA-IV 型钢箱主要用于箱内装低放废物，产品五根据核电站用户需求，确定设计技术参数。

本工程熔炼后的废旧金属浇注的产品共三种，供核电站使用。产品一屏蔽套筒用于核电站 $\Phi 950\text{L}$ 水泥固化桶封盖操作和转运的屏蔽。产品二、三用于核电站废物固化桶内的屏蔽套，屏蔽套主要用于化学容积控制系统的高辐射废滤芯（Sv 级）的屏蔽，可替代铅屏蔽，实现废金属重复利用。

本工程屏蔽套产品使用区域为《压水堆核动力厂厂内辐射分区设计准则》（NB/T 20185-2012）中规定的黄区，该区域的剂量率限值为 $20\mu\text{Sv/h}\sim 1\text{mSv/h}$ 。对剂量场的主要贡献应为屏蔽体内的物料，因此考虑产品表面 30cm 处剂量率不超过 $50\mu\text{Sv/h}$ ，为物料产生的剂量留有余量。

本工程产品的种类和具体参数是根据 710 厂提供的产品技术文件。根据 710 厂要求，本项目每种产品的具体参数见表 3.3。

表 3.3 产品参数一览表

序号	外径 (mm)	内径 (mm)	壁厚度 (mm)	高度 (mm)	重量 (t)
产品一	圆柱形屏蔽套筒				
	1380	1140	120	938	3.5
产品二 (YTPB08a)	圆筒状铸件				
	320	280	20	425	0.063
	平板状铸件				
	340	/	20	/	0.0143
产品三 (YTPB08b)	圆筒状铸件				
	380	280	50	425	0.174
	平板状铸件				
	340	/	50	/	0.036
产品四	FA-IV 型钢箱				
	重量 3.115 吨, 规格: 长 1573×宽 1565×高 1331mm。				
产品五	其他产品				
	根据核电站用户需要, 确定技术参数				

3.3.3 主要工艺设备及辅助材料

核电站废旧金属熔炼厂房新增主要设备包括分拣切割系统、熔炼系统, 新增工艺设备 23 台/套, 主要工艺设备见表 3.4。核电站废旧金属循环再利用厂房新增设备 8 台/套, 主要工艺设备见表 3.5。

本工程辅料为熔炼过程使用的助熔剂和络合剂以及炉衬, 均为非放射性物料。非放射性物料及使用量见表 3.6。

表 3.4 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: 15t	1
2	轨道小车		装载重量: 15t	1
3	吊车		起吊重量: 5t	1
4	电动叉车		最大起重重量: 5t; 最大起升高度: 3m; 外形尺寸: 2481mm×1265mm×2250mm	1
5	分拣切割系统	分拣检测平台	设备功能: 外包装拆解、分类及检测 外形尺寸(W×L×H): 6000mm×800mm×900mm 主要材料: 碳钢	1
6		移动式悬臂吊	装载重量: 1t; 驱动方式: 电动	1
7		切割平台	设备功能: 钢铁切割 外形尺寸(W×L×H): 1200mm×600mm×900mm	1

序号	设备名称		主要性能指标	数量(台/套)
			主要材料：不锈钢	
8		等离子切割机	功率：27.5kW 380V；最大切割厚度：60mm；外形尺寸：450mm×780mm×775mm	2
9		手持式切割机	型号：CS-150；功率：1.4kW；总重：1.5kg；外形尺寸：152×0.9×16	2
10		液压剪	/	1
11		金属切割除尘器	工作介质：切割尾气	2
12		螺杆空气压缩机	排气量：~2.2m ³ /min；排气压力：0.8Mpa；冷却方式：风冷；名义功率：15kW；外形尺寸：1100mm×910mm×1450mm	1
13		储气罐	容积：1m ³	1
14	熔炼系统	自动投料系统	/	1
15		熔炼炉	单炉处理能力：1t；自带变压器	1
16		自动出料系统	装载重量：1t	1
17		旋风分离器	工作介质：熔炼气体	1
18		布袋除尘器	工作介质：熔炼气体	1
19	电子台秤		/	2
20	高纯锗γ谱仪		/	1

表 3.5 核电站废旧金属循环再利用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	液压剪切机	Q43-250	1
3	手提式金属切割机	Y81125	1
4	液压打包机	最大起重重量：5t；最大起升高度：3m；外形尺寸：2481mm×1265mm×2250mm	1
5	二氧化碳气体保护焊	-	3
6	台车式电阻炉	-	1

表 3.6 非放射性物料及使用量

名称	主要成分	单位	使用量(kg)
助熔剂	CaO	kg/t	80
助熔剂	CaF ₂	kg/t	6

络合剂	Al ₂ O ₃ 为主的混合剂	kg/t	40
炉衬	Al ₂ O ₃	kg/炉	600
去污剂	NaF、KCl、BaCl ₂ 混合剂	kg/t	160

3.3.4 工艺辅助系统

3.3.4.1 通风系统

(1) 核电站废旧金属熔炼厂房设有全面排风系统和局部排风系统。

1) 局部排风系统

核电站废旧金属熔炼厂房设有局排系统 (JP-1)，为切割小室内局排设备服务，排风量为 12000m³/h。排风经排风机房内初、高效空气过滤器过滤后，由室外 30m 高排气筒排出。

核电站废旧金属熔炼厂房熔炼小室设有局排系统 (JP-2)，其排风量 13000m³/h。排风先经管道式过滤器过滤，再经排风机房内初、高效空气过滤器处理后，排入室外 30m 高排气筒。

2) 全面排风系统

核电站废旧金属熔炼厂房生产大厅设有全面排风系统 (P-1)，换气次数为 4 次/h，排风量为 19430m³/h。排风先经排风机房内初、高效空气过滤器过滤后，排入室外 30m 高排气筒。

核电站废旧金属熔炼厂房出入口设全面排风系统 (P-3)，计算排风量 2500 m³/h，排风直接排放至室外，自然补风。

核电站废旧金属熔炼厂房变压器间及中频炉电容器间设全面排风系统 (P-4)，计算排风量 3000 m³/h，排风直接排放至室外，自然补风。

核电站废旧金属熔炼厂房配电间服务间设全面排风系统 (P-5)，计算排风量 1000 m³/h，排风直接排放至室外，自然补风。

(2) 核电站废旧金属循环再利用加工厂房设有全面排风系统

核电站废旧金属循环再利用加工厂房金属加工区设全面排风系统 (P-1A/1B 与 P-2A/2B)，计算排风量分别为 38000 m³/h 与 7600 m³/h，所排空气经空气净化箱体 (预过滤+高效过滤) 处理后高空排放。

核电站废旧金属循环再利用加工厂房金属加工区内配套工作服

间、擦拭间、淋浴间及便服间设全面排风系统（P-3~6），计算排风量分别为 600 m³/h，排风直接排放至室外，自然补风。

3.3.4.2 冷却水系统

本工程为 1t 中频炉系统设置冷却水系统，冷却水量为 2m³/h，水质为软水。在厂房二层循环水房间设置一套处理水量为 10t/h 的封闭式循环冷却水系统，包括封闭式冷却器、水箱、循环水泵，配套电气自动控制柜、软水器，管道、阀门及仪表等组成。

3.3.4.3 固体废物暂存间

本工程厂房一层设置固体废物暂存间，用于存放熔炼过程产生的劳保可燃废物、拆包废物及废旧过滤器芯。固体废物暂存间大小为 9m×2.4m，固体废物暂存间单层可摆放 36 桶 200L 废物桶。

可燃废物和拆包废物年产生量为 620kg/a，200L 桶预估废物存放量 50kg/桶，则每年废物暂存量为 13 桶。废过滤器芯年产生量为 20 个，用塑料袋包装后暂存，占地面积不超过 12 个桶的占地面积。因此每年废物暂存量约为 25 桶，固体废物暂存间满足废物暂存能力要求。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 3#暂存库改造施工期主要污染物的产生及处理

施工建设过程中产生的污染物主要有扬尘、施工废水、固体废物和噪声。3#暂存库改造前，地面与墙面进行擦拭去污，清理至解控水平五十分之一（ α 表面污染低于 0.08Bq/cm²， β 表面污染低于 0.8Bq/cm²）后，固体废物可作建筑垃圾处理。

3.4.1 废气

项目施工废气主要来源于建筑垃圾及建筑材料运输产生的二次扬尘，施工现场材料堆放产生的扬尘。

项目施工机械和运输车辆产生的尾气。施工机械主要包括、装载机、起重机等，以柴油为燃料，会产生一定量废气，包括 NO_x、HC 等，但产生量不大，影响范围有限。

3.4.2 废水

施工期的废水主要来自施工人员产生的生活污水。

施工作业期间产生的施工废水主要来源于施工作业泥浆水以及施工车辆、施工场地的冲洗废水，主要污染物为泥沙、SS 以及少量的石油类。施工废水用于场地喷洒降尘。

施工人员生活污水产生量以 $0.09\text{m}^3/\text{d}\cdot\text{人}$ 计，施工人员 20 人，则生活污水的产生量约为 $1.8\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染因子为 COD、SS、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 。项目在厂区内施工，施工产生的生活污水接入原有废水管网，由厂区现有生活污水处理设施进行处理排放。

3.4.3 固体废物

工程施工期产生的固体废弃物主要包括建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。

建筑垃圾主要为工程建设中产生的包装材料、工程渣土等固体废物。施工人员的生活垃圾按人均产生量估算，按每人每日 0.5kg 计，施工人员 20 人，则生活垃圾产生量约为 $0.01\text{t}/\text{d}$ 。生活垃圾收集后送垃圾场填埋处理。对建筑垃圾、工程渣土进行回用，在远离水体的地方妥善堆放、覆盖，工程结束后，及时清理。

3.4.4 噪声

项目施工期噪声包括施工设备噪声、施工作业噪声和车辆噪声，其中影响最大的为施工设备噪声。由于施工期各阶段施工作业方式及使用的施工设备不同，噪声源的特征和强度也有差异，各阶段有其独特的特性。施工阶段主要设备及噪声源强如表 3.7 所示。

工程噪声源的噪声值为 $70\sim 95\text{ dB(A)}$ ，采取隔声、减振、合理安排施工时间，最终经过空气吸收、地表效应及距离衰减后，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。

表 3.7 常见施工设备噪声源强 (dB(A))

施工阶段	施工设备名称	源强 (距声源 5m 处)
主体工程	振捣器	80~88
	商砼搅拌车	85~90
	混凝土振捣器	80~88
	空压机	88~92
	重型运输车	82~90

注：数据引自《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ2034-2013) 附录 A 中“表 A.2 常见施工设备噪声源不同距离声压级”。

3.5 运行期主要污染物的产生及处理

3.5.1 气载流出物的产生和处理

本工程放射性气载流出物主要来自核电站废旧金属熔炼厂房切割小室、熔炼小室、生产大厅，核电站废旧金属循环再利用加工厂房分拣拆解区、剪切区、机械加工区、产品制作区等区域。

切割小室产生的放射性气溶胶经过滤筒式除尘器后，接入局排系统 JP-1；熔炼小室产生的放射性气溶胶经过布袋过滤装置后，接入局排系统 JP-2；金属熔炼生产大厅产生的放射性气溶胶，接入全排系统 P-1。熔炼厂房 JP-1、JP-2 局排系统和 P-1 全排系统的排风中主要污染物为放射性气溶胶，排风经初、高效空气过滤器过滤后排入 30m 高排气筒。

核电站废旧金属循环再利用加工厂房剪切区、机械加工区、产品制作区产生的放射性气载流出物经移动式双臂焊烟净化器后接入全面排风系统 (P-1A/1B 与 P-2A/2B)，来料区、分拣拆解区产生的放射性气溶胶直接通入全面排风系统 (P-1A/1B 与 P-2A/2B)，最终上述两部分经初、高效空气过滤器过滤后排入 18m 高排气筒。

本工程放射性废气排放总量为 $1.35 \times 10^7 \text{Bq/a}$ 。

(1) 气溶胶

➤ 分拣、切割工序

由于缺乏实际运行数据，在本工程的源项估算时，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} 。本工程年操作废旧金属量约为 600 t/a, 分拣、切割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。

➤ 熔炼工序

依据《源项报告》,熔炼过程中,核素进入粉尘和熔炼渣中的比值依据德国 CARLA 厂的感应熔炉熔融装置放射性核素分配百分比测量结果,同时考虑欧盟于 1998 年发布第 117 号文件(EC-RP117)、美国辐射防护与测量委员会(NCRP)在 2002 年发布的第 141 号报告(NCRP No.141)以及 NUREG-1640,最终确定熔炼工序源项估算时,各核素释放份额的取值,详见《源项报告》,保守取值见表 3.8。放射性气载流出物产生及排放量见表 3.9~3.10。

(2) 颗粒物

本工程在切割、熔炼环节产生颗粒物。参考 2017 年 6 月《湖南核工业宏华机械有限公司年度环境检测报告》(HNQC[2017-06]015)中经布袋除尘器过滤后颗粒物浓度监测值,约 19.6 mg/m^3 。本工程产生的颗粒物经除尘器过滤后,再经初、高效过滤器过滤后通过 30m 高排气筒排放。

本工程热切割、熔炼小室排风量分别为 $12000 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $13000 \text{ m}^3/\text{h}$,切割、熔炼年操作时间分别为 1300 h/a 、 600 h/a ,初、高效过滤器的净化效率取 99.00%。则切割、熔炼小室的年排风量为 $2.34 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{a}$ ($12000 \text{ m}^3/\text{h} \times 1300 \text{ h/a} + 13000 \text{ m}^3/\text{h} \times 600 \text{ h/a} = 2.34 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{a}$),估算颗粒物的年排放量为 4.57 kg/a ($19.6 \text{ mg/m}^3 \times 2.34 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{a} \times (1 - 99.00\%) = 4.57 \text{ kg/a}$)。

根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中下料环节工艺颗粒物的产物系数为 5.30 kg/t ,本工程冷切割、机械加工环节年操作量分别为 200 t/a , 600 t/a ,净化效率取 99.90%。估算颗粒物的年排放量为 4.24 kg/a ($200 \text{ t/a} \times 5.30 \text{ kg/t} + 600 \text{ t/a} \times 5.30 \text{ kg/t} \times (1 - 99.90\%) = 4.24 \text{ kg/a}$)。

本项目项目颗粒物年排放量为 8.81 kg/a 。

表 3.8 废金属熔炼中主要核素的释放份额（%）

核素	半衰期	钢锭	炉渣	粉尘	尾气	释放份额保守取值
Cr-51	27.7d	50	50	1	-	10
Mn-54	312.7d	60	39	1	-	10
Fe-55	2.7a	100	1	1	-	10
Fe-59	44.6d	100	1	1	-	10
Co-58	70.7d	88	11	1	-	10
Co-60	5.27a	88	11	1	-	10
Ni-63	96.0a	90	10	1	-	10
Ag110m	250d	1	32	68	-	100
Sb-124	60.2d	95	4	1	-	10
Zr-95	35.06d	28	72	1	-	10
Nb-95	64.02d	81	17	2	-	15
Sr-90	29.1a	1	97	2	-	15
Cs-134	2.1a	1	60	40	-	80
Cs-137	30a	1	60	40	-	80
H-14	12.5a	5	0	0	95	100
C-14	5.73E+03a	27	1	0	73	100

表 3.9 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	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			
来料拆包、分拣	Cr-51	1.00E-05	600	1.00E-05	1.00E+04	/	一级初、高效过滤器	99.00%	1.00E-03	18m 排风筒
	Mn-54	1.71E-01	600	1.00E-05	1.03E+08				1.03E+01	
	Fe-55	1.41E+01	600	1.00E-05	8.46E+09				8.46E+02	
	Fe-59	1.00E-05	600	1.00E-05	1.00E+04				1.00E-03	
	Co-58	2.26E-04	600	1.00E-05	1.36E+05				1.36E-02	
	Co-60	7.00E+01	600	1.00E-05	4.20E+10				4.20E+03	
	Ni-63	3.05E+01	600	1.00E-05	1.83E+10				1.83E+03	
	Zn-65	7.10E-04	600	1.00E-05	4.26E+05				4.26E-02	
	Ag110m	2.99E-01	600	1.00E-05	1.79E+08				1.79E+01	
	Sb-124	1.00E-05	600	1.00E-05	1.00E+04				1.00E-03	
	Sb-125	1.47E-02	600	1.00E-05	8.82E+06				8.82E-01	
	Zr-95	1.00E-05	600	1.00E-05	1.00E+04				1.00E-03	
	Nb-95	1.00E-05	600	1.00E-05	1.00E+04				1.00E-03	
	Sr-90	1.16E-03	600	1.00E-05	6.96E+05				6.96E-02	
	Cs-134	2.14E+00	600	1.00E-05	1.28E+09				1.28E+02	
	Cs-137	1.08E+01	600	1.00E-05	6.48E+09				6.48E+02	
	H-14	3.52E-01	600	1.00E-05	2.11E+08				2.11E+01	
	C-14	1.04E-01	600	1.00E-05	6.24E+07				6.24E+00	
来料拆包、分拣后的检测	Cr-51	1.00E-05	600	1.00E-05	1.00E+04	/	一级初、高效过滤	99.00%	1.00E-03	18m 排风筒
	Mn-54	1.71E-01	600	1.00E-05	1.03E+08				1.03E+01	
	Fe-55	1.41E+01	600	1.00E-05	8.46E+09				8.46E+02	
	Fe-59	1.00E-05	600	1.00E-05	1.00E+04				1.00E-03	
	Co-58	2.26E-04	600	1.00E-05	1.36E+05				1.36E-02	
	Co-60	7.00E+01	600	1.00E-05	4.20E+10				4.20E+03	

主要工序	核素种类	核素活度 浓度限值 Bq/g	操作量, t/a	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			
	Ni-63	3.05E+01	600	1.00E-05	1.83E+10				1.83E+03	
	Zn-65	7.10E-04	600	1.00E-05	4.26E+05				4.26E-02	
	Ag110m	2.99E-01	600	1.00E-05	1.79E+08				1.79E+01	
	Sb-124	1.00E-05	600	1.00E-05	1.00E+04				1.00E-03	
	Sb-125	1.47E-02	600	1.00E-05	8.82E+06				8.82E-01	
	Zr-95	1.00E-05	600	1.00E-05	1.00E+04				1.00E-03	
	Nb-95	1.00E-05	600	1.00E-05	1.00E+04				1.00E-03	
	Sr-90	1.16E-03	600	1.00E-05	6.96E+05				6.96E-02	
	Cs-134	2.14E+00	600	1.00E-05	1.28E+09				1.28E+02	
	Cs-137	1.08E+01	600	1.00E-05	6.48E+09				6.48E+02	
	H-14	3.52E-01	600	1.00E-05	2.11E+08				2.11E+01	
	C-14	1.04E-01	600	1.00E-05	6.24E+07				6.24E+00	
冷切割	Cr-51	1.00E-05	200	1.00E-04	1.00E+00	移动式 双臂焊 烟净化 器	一级初、高 效过滤器	99.90%	1.00E-03	
	Mn-54	1.71E-01	200	1.00E-04	3.42E+03				3.42E+00	
	Fe-55	1.41E+01	200	1.00E-04	2.82E+05				2.82E+02	
	Fe-59	1.00E-05	200	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Co-58	2.26E-04	200	1.00E-04	4.52E+00				4.52E-03	
	Co-60	7.00E+01	200	1.00E-04	1.40E+06				1.40E+03	
	Ni-63	3.05E+01	200	1.00E-04	6.10E+05				6.10E+02	
	Zn-65	7.10E-04	200	1.00E-04	1.42E+01				1.42E-02	
	Ag110m	2.99E-01	200	1.00E-04	5.98E+03				5.98E+00	
	Sb-124	1.00E-05	200	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Sb-125	1.47E-02	200	1.00E-04	2.94E+02				2.94E-01	
	Zr-95	1.00E-05	200	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Nb-95	1.00E-05	200	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	

主要工序	核素种类	核素活度 浓度限值 Bq/g	操作量, t/a	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			
	Sr-90	1.16E-03	200	1.00E-04	2.32E+01				2.32E-02	
	Cs-134	2.14E+00	200	1.00E-04	4.28E+04				4.28E+01	
	Cs-137	1.08E+01	200	1.00E-04	2.16E+05				2.16E+02	
	H-14	3.52E-01	200	1.00E-04	7.04E+03				7.04E+00	
	C-14	1.04E-01	200	1.00E-04	2.08E+03				2.08E+00	
毛坯铸件堆放	Cr-51	1.00E-05	600	1.00E-06	1.00E-02	/	一级初、高 效过滤器	99.00%	1.00E-04	
	Mn-54	1.71E-01	600	1.00E-06	1.03E+02				1.03E+00	
	Fe-55	1.41E+01	600	1.00E-06	8.46E+03				8.46E+01	
	Fe-59	1.00E-05	600	1.00E-06	1.00E-02				1.00E-04	
	Co-58	2.26E-04	600	1.00E-06	1.36E-01				1.36E-03	
	Co-60	7.00E+01	600	1.00E-06	4.20E+04				4.20E+02	
	Ni-63	3.05E+01	600	1.00E-06	1.83E+04				1.83E+02	
	Zn-65	7.10E-04	600	1.00E-06	4.26E-01				4.26E-03	
	Ag110m	2.99E-01	600	1.00E-06	1.79E+02				1.79E+00	
	Sb-124	1.00E-05	600	1.00E-06	1.00E-02				1.00E-04	
	Sb-125	1.47E-02	600	1.00E-06	8.82E+00				8.82E-02	
	Zr-95	1.00E-05	600	1.00E-06	1.00E-02				1.00E-04	
	Nb-95	1.00E-05	600	1.00E-06	1.00E-02				1.00E-04	
	Sr-90	1.16E-03	600	1.00E-06	6.96E-01				6.96E-03	
	Cs-134	2.14E+00	600	1.00E-06	1.28E+03				1.28E+01	
	Cs-137	1.08E+01	600	1.00E-06	6.48E+03				6.48E+01	
	H-14	3.52E-01	600	1.00E-06	2.11E+02				2.11E+00	
	C-14	1.04E-01	600	1.00E-06	6.24E+01				6.24E-01	
机械加工	Cr-51	1.00E-05	600	1.00E-04	1.00E+00	移动式	一级初、高	99.90%	1.00E-03	
	Mn-54	1.71E-01	600	1.00E-04	1.03E+04				1.03E+01	

主要工序	核素种类	核素活度 浓度限值 Bq/g	操作量, t/a	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			
	Fe-55	1.41E+01	600	1.00E-04	8.46E+05	双臂焊 烟净化 器	效过滤器		8.46E+02	
	Fe-59	1.00E-05	600	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Co-58	2.26E-04	600	1.00E-04	1.36E+01				1.36E-02	
	Co-60	7.00E+01	600	1.00E-04	4.20E+06				4.20E+03	
	Ni-63	3.05E+01	600	1.00E-04	1.83E+06				1.83E+03	
	Zn-65	7.10E-04	600	1.00E-04	4.26E+01				4.26E-02	
	Ag110m	2.99E-01	600	1.00E-04	1.79E+04				1.79E+01	
	Sb-124	1.00E-05	600	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Sb-125	1.47E-02	600	1.00E-04	8.82E+02				8.82E-01	
	Zr-95	1.00E-05	600	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Nb-95	1.00E-05	600	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Sr-90	1.16E-03	600	1.00E-04	6.96E+01				6.96E-02	
	Cs-134	2.14E+00	600	1.00E-04	1.28E+05				1.28E+02	
	Cs-137	1.08E+01	600	1.00E-04	6.48E+05				6.48E+02	
	H-14	3.52E-01	600	1.00E-04	2.11E+04				2.11E+01	
	C-14	1.04E-01	600	1.00E-04	6.24E+03				6.24E+00	
产品制作	Cr-51	1.00E-05	600	1.00E-04	1.00E+00	移动式 双臂焊 烟净化 器	一级初、高 效过滤器	99.90%	1.00E-03	
	Mn-54	1.71E-01	600	1.00E-04	1.03E+04				1.03E+01	
	Fe-55	1.41E+01	600	1.00E-04	8.46E+05				8.46E+02	
	Fe-59	1.00E-05	600	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Co-58	2.26E-04	600	1.00E-04	1.36E+01				1.36E-02	
	Co-60	7.00E+01	600	1.00E-04	4.20E+06				4.20E+03	
	Ni-63	3.05E+01	600	1.00E-04	1.83E+06				1.83E+03	
	Zn-65	7.10E-04	600	1.00E-04	4.26E+01				4.26E-02	
	Ag110m	2.99E-01	600	1.00E-04	1.79E+04				1.79E+01	

主要工序	核素种类	核素活度 浓度限值 Bq/g	操作量, t/a	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			
	Sb-124	1.00E-05	600	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Sb-125	1.47E-02	600	1.00E-04	8.82E+02				8.82E-01	
	Zr-95	1.00E-05	600	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Nb-95	1.00E-05	600	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Sr-90	1.16E-03	600	1.00E-04	6.96E+01				6.96E-02	
	Cs-134	2.14E+00	600	1.00E-04	1.28E+05				1.28E+02	
	Cs-137	1.08E+01	600	1.00E-04	6.48E+05				6.48E+02	
	H-14	3.52E-01	600	1.00E-04	2.11E+04				2.11E+01	
	C-14	1.04E-01	600	1.00E-04	6.24E+03				6.24E+00	
合计									3.42E+04	

表 3.10 核电站废旧金属熔炼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	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			
热切割 JP-1	Cr-51	1.00E-05	400	1.00E-04	1.00E+00	滤筒式除尘 器	一级初、高 效过滤器	99.90%	1.00E-03	30m 排 风筒
	Mn-54	1.71E-01	400	1.00E-04	6.84E+03				6.84E+00	
	Fe-55	1.41E+01	400	1.00E-04	5.64E+05				5.64E+02	
	Fe-59	1.00E-05	400	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Co-58	2.26E-04	400	1.00E-04	9.04E+00				9.04E-03	
	Co-60	7.00E+01	400	1.00E-04	2.80E+06				2.80E+03	
	Ni-63	3.05E+01	400	1.00E-04	1.22E+06				1.22E+03	
	Zn-65	7.10E-04	400	1.00E-04	2.84E+01				2.84E-02	
	Ag110m	2.99E-01	400	1.00E-04	1.20E+04				1.20E+01	
	Sb-124	1.00E-05	400	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Sb-125	1.47E-02	400	1.00E-04	5.88E+02				5.88E-01	
	Zr-95	1.00E-05	400	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Nb-95	1.00E-05	400	1.00E-04	1.00E+00				1.00E-03	
	Sr-90	1.16E-03	400	1.00E-04	4.64E+01				4.64E-02	
	Cs-134	2.14E+00	400	1.00E-04	8.56E+04				8.56E+01	
	Cs-137	1.08E+01	400	1.00E-04	4.32E+05				4.32E+02	
	H-14	3.52E-01	400	1.00E-04	1.41E+04				1.41E+01	
	C-14	1.04E-01	400	1.00E-04	4.16E+03				4.16E+00	
熔炼 JP-2	Cr-51	1.00E-05	600	0.1	1.00E+03	布袋过滤装 置	一级初、高 效过滤器	99.90%	1.00E+00	
	Mn-54	1.71E-01	600	0.1	1.03E+07				1.03E+04	
	Fe-55	1.41E+01	600	0.1	8.46E+08				8.46E+05	
	Fe-59	1.00E-05	600	0.1	1.00E+03				1.00E+00	

主要工序	核素种类	核素活度 浓度限值 Bq/g	操作 量, t/a	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			
	Co-58	2.26E-04	600	0.1	1.36E+04				1.36E+01	
	Co-60	7.00E+01	600	0.1	4.20E+09				4.20E+06	
	Ni-63	3.05E+01	600	0.1	1.83E+09				1.83E+06	
	Zn-65	7.10E-04	600	1	4.26E+0				4.26E+02	
	Ag110m	2.99E-01	600	1	1.80E+08				1.80E+05	
	Sb-124	1.00E-05	600	0.1	1.00E+03				1.00E+00	
	Sb-125	1.47E-02	600	0.1	8.82E+05				8.82E+02	
	Zr-95	1.00E-05	600	0.1	1.00E+03				1.00E+00	
	Nb-95	1.00E-05	600	0.15	1.50E+03				1.50E+00	
	Sr-90	1.16E-03	600	0.15	1.04E+05				1.04E+02	
	Cs-134	2.14E+00	600	0.8	1.03E+09				1.03E+06	
	Cs-137	1.08E+01	600	0.8	5.17E+09				5.17E+06	
	H-14	3.52E-01	600	1	2.11E+08				2.11E+05	
	C-14	1.04E-01	600	1	6.23E+07				6.23E+04	
毛坯铸件 转移和暂 存	Cr-51	1.00E-05	600	1.00E-06	1.00E-02	/	一级初、高 效过滤器	99.00%	1.00E-04	
	Mn-54	1.71E-01	600	1.00E-06	1.03E+02				1.03E+00	
	Fe-55	1.41E+01	600	1.00E-06	8.46E+03				8.46E+01	
	Fe-59	1.00E-05	600	1.00E-06	1.00E-02				1.00E-04	
	Co-58	2.26E-04	600	1.00E-06	1.36E-01				1.36E-03	
	Co-60	7.00E+01	600	1.00E-06	4.20E+04				4.20E+02	
	Ni-63	3.05E+01	600	1.00E-06	1.83E+04				1.83E+02	
	Zn-65	7.10E-04	600	1.00E-06	4.26E-01				4.26E-03	
	Ag110m	2.99E-01	600	1.00E-06	1.80E+02				1.80E+00	

主要工序	核素种类	核素活度 浓度限值 Bq/g	操作 量, t/a	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			
	Sb-124	1.00E-05	600	1.00E-06	1.00E-02				1.00E-04	
	Sb-125	1.47E-02	600	1.00E-06	8.82E+00				8.82E-02	
	Zr-95	1.00E-05	600	1.00E-06	1.00E-02				1.00E-04	
	Nb-95	1.00E-05	600	1.00E-06	1.00E-02				1.00E-04	
	Sr-90	1.16E-03	600	1.00E-06	6.96E-01				6.96E-03	
	Cs-134	2.14E+00	600	1.00E-06	1.29E+03				1.29E+01	
	Cs-137	1.08E+01	600	1.00E-06	6.46E+03				6.46E+01	
	H-14	3.52E-01	600	1.00E-06	2.11E+02				2.11E+00	
	C-14	1.04E-01	600	1.00E-06	6.23E+01				6.23E-01	
合计									1.35E+07	

3.5.2 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。

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

本项目设备循环冷却水产生量为 $960\text{m}^3/\text{a}$ ，直接排入公司生活废水管网，详见表 3.11。

表 3.11 本工程废水产生量及去向

废水种类	预估产生量 (m^3/a)	总 β (Bq/L)	处理方式
冷却循环水	960	≤ 10	排入生活废水管网

3.5.3 固体废物的产生和处理

本工程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、熔炼渣、炉衬、切割粉尘等。

本工程产生的可燃废物、拆包废物属于低放废物，产生量约为 $1220\text{kg}/\text{a}$ 。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焚烧处理。废过滤器芯属于低放废物，年产生量为 12 个，将在产生岗位装塑料袋包装后送固体废物暂存间暂存，暂存一定量后拟送处置场处置。金属废物主要来自工艺过程采用的金属操作器具，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 $2000\text{kg}/\text{a}$ 。熔炼渣、炉衬和切割粉尘为低放废物，将收集、装桶，密封后与产品一起运回核电站。

本工程产生办公用品垃圾 $300\text{kg}/\text{a}$ ，按照生活垃圾处理，详见表 3.12。

表 3.12 本工程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	2000	$>0.8\text{Bq/cm}^2$	/	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)	1200	/	低放	在产生岗位分类收集, 装塑料袋或废物桶暂存, 暂存一定量后拟送有资质单位焚烧处理
拆包废物	20	<5	低放	在产生岗位分类收集, 装塑料袋或废物桶暂存, 暂存一定量后拟送有资质单位焚烧处理
熔炼渣、炉衬	24000	<350	低放	在产生岗位分类收集, 装废物桶于滤渣暂存区暂存, 最终送回核电站
切割粉尘	60	<40	低放	在产生岗位分类收集, 装废物桶暂存, 最终送回核电站
废初效过滤器芯	6 个	$<3.5\text{E}+03$	低放	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, 暂存一定量后拟送处置场
废高效过滤器芯	6 个	$<3.5\text{E}+03$	低放	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, 暂存一定量后拟送处置场
办公用品	300	/	/	按照生活垃圾处理

3.5.4 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。

3.6 辐射安全管理

3.6.1 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安全监督和管理。

(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，是核电站废旧金属熔炼项目的专门管理部门，具体负责核电站废旧金属熔炼循环再利用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》、《核电站废金属回收熔炼管理规定》、《核电站废金属熔炼厂房区域管理制度》、《核电站废金属熔炼二次废物管理制度》、《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，以实施对核电站废金属熔炼项目的辐射安全管理。

核电站废金属熔炼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。

3.6.2 辐射安全设计

(1) 厂房分区布置

本工程工作场所按控制区（Ⅰ区和Ⅱ区）、监督区两区布置，其中将涉及放射性操作的切割小室、熔炼小室、排风机房、主生产大厅、废金属存放区、分拣拆解区、剪切区、打包区、机械加工区、钢板堆放区、成品堆放区、钢箱制作区、工具间、工作服间、擦拭间、淋浴间等设为控制区。人流卫生出入口部分、物流出入口设为监督区。

(2) 气流组织

本工程合理组织气流，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，厂房内监督区比厂房外低 10Pa~20Pa，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，控制区比厂外低 20Pa~40Pa，实现监督区气流向控制区流动；控制Ⅱ区比厂外保持负压为 40Pa~60Pa，实现控制Ⅰ区气流向控制Ⅱ区流动。控制区内气溶胶浓度比较高的岗位，采取密闭措施，并加强局排，如熔炼等工序布置在独立的房间内，通过这些措施使得气流从低污染区到高污染区有组织流动。对于控制Ⅱ区中外照射较高的区域（炉料暂存区和产品及炉渣暂存区），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

厂房人流控制主要为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。

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检查，

控制 β 表面污染水平 $\leq 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，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见图 3.9。

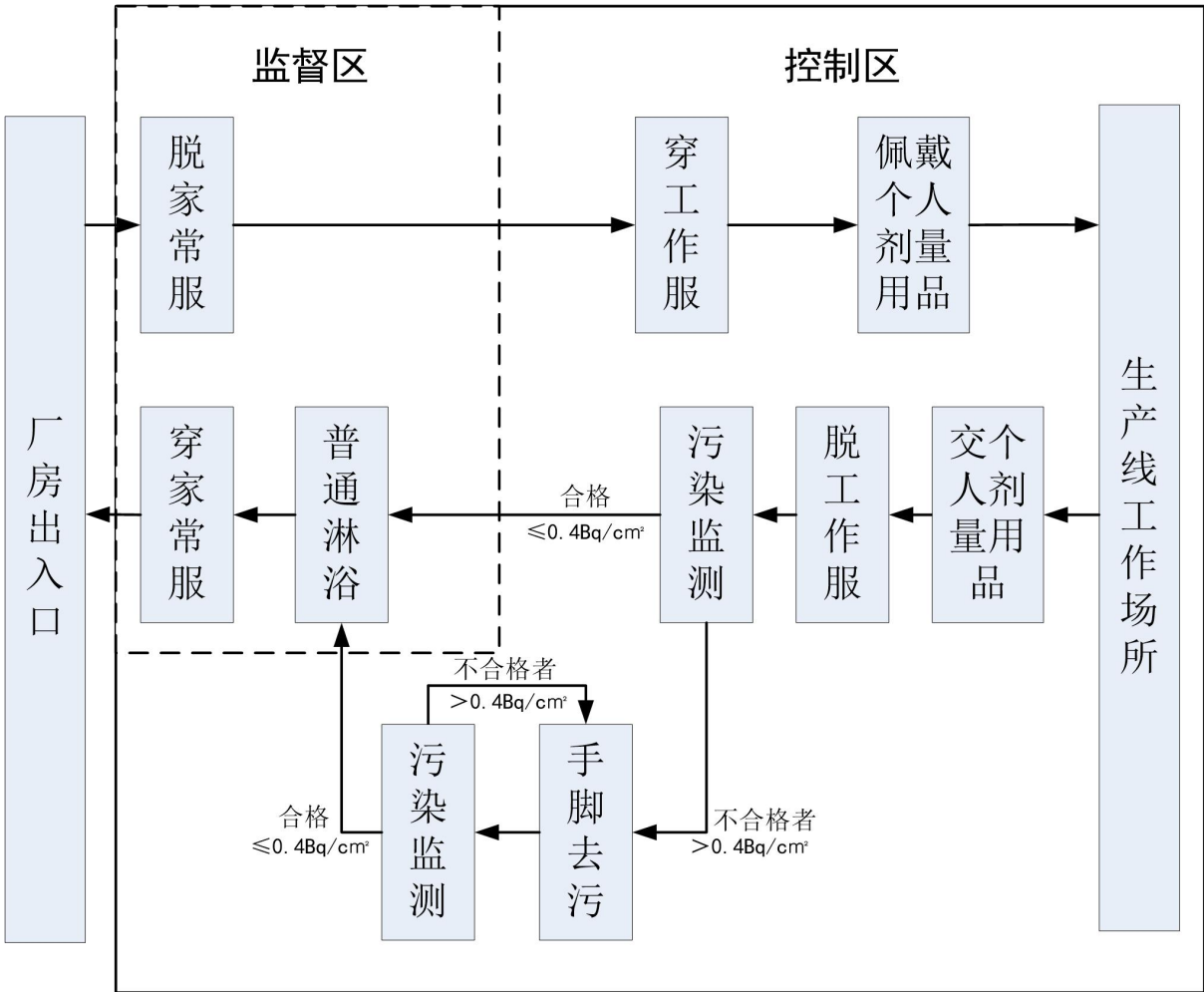


图 3.9 卫生出入口流线关系图

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，包括来料运至本项目来料暂存区，成品产品和炉渣等废物运出本项目。出入控制主要是管理控制，包括表面污染检查，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，在生产岗位就地进行擦拭去污，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。

对准备转移出厂的炉渣、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 $\leq 4\text{Bq/cm}^2$ ；对其它放射性固体废物的包装体，控制 β 表面污染水平 $\leq 4\text{Bq/cm}^2$ 。

（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，本工程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4次/h，切割小室换气次数不小于6次/h。

核电站废旧金属熔炼厂房内熔炼小室设有局部排风系统，经过布袋除尘和一级初、高效过滤器过滤后通过新建30 m高排风筒排入大气。金属切割小室设有局部排风系统，局部排风经滤筒式除尘器及一级初、高效过滤器过滤后通过新建30 m高排风筒排往大气环境。熔炼小室、主生产大厅、排风机房、切割、检测小室等都设有全面排风系统，全面排风经过初、高效过滤器净化处理后通过新建30 m高排风筒排往环境。

核电站废旧金属循环再利用加工厂房剪切区、机械加工区、产品

制作区产生的放射性气载流出物经移动式双臂焊烟净化器后接入全面排风系统（P-1A/1B 与 P-2A/2B），来料区、分拣拆解区产生的放射性气溶胶直接通入全面排风系统（P-1A/1B 与 P-2A/2B），最终上述两部分经初、高效空气过滤器过滤后排入 18m 高排气筒。

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

将对气溶胶浓度比较高的控制 II 区（切割、熔炼等工序）采用实体墙隔离；熔炼区域不进入，采用自动化操作；切割、熔炼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（来料存放区、炉料存放区、钢锭存放区等）采用距离屏蔽，设置有活动围栏，用便携式 χ 、 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 $4\mu\text{Sv/h}$ 。

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 $4\mu\text{Sv/h}$ 。

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。

3.6.3 辐射安全监测

3.6.3.1 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。

➤ 在生产大厅设置固定空气取样装置，对放射性工作场所气溶胶进行定期取样监测。

➤ 在切割小室、熔炼小室、剪切区、机械加工区、产品制作区设置固定空气取样装置，对放射性工作场所气溶胶进行定期取样，以监

测工作场所空气污染水平。

(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 X、 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/3 个月。

(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。

本工程配备的辐射防护监测设备见表 3.13。

表 3.13 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	便携式空气取样装置	2 个
	固定空气取样装置	1 套
	四路低本底 α 、 β 测量仪	1 个
辐射水平监测系统	便携式 χ 、 γ 剂量率监测仪	2 个
	高纯锗伽马谱仪	1 个
表面污染监测系统	α 、 β 表面沾污测量仪	2 个
	α 、 β 手脚污染监测仪	1 个
个人剂量监测系统	热释光测量系统	1 套
	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	便携(挂壁)式取样装置 WF-1003G	1 个
	气溶胶连续监测仪 CAM-1	1 套

3.6.4 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 3.10。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记录；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。

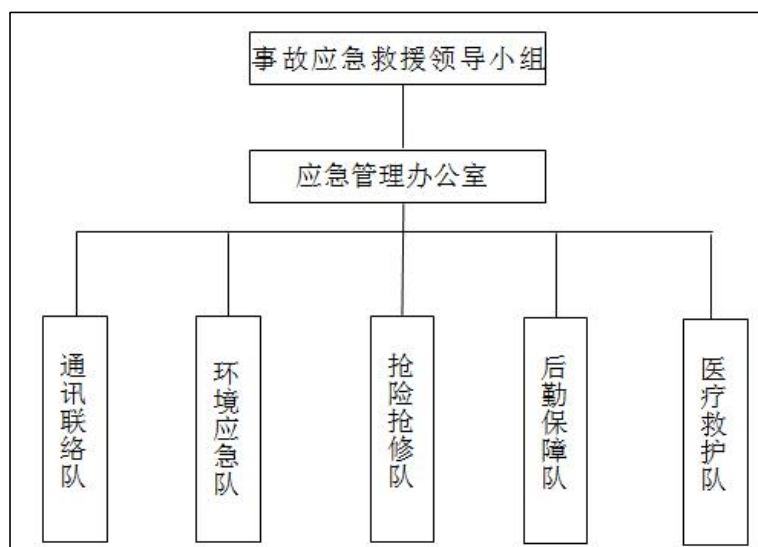


图 3.10 事故应急组织机构

（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。

3.7 产业政策相符性分析

本工程将新增 1t 中频熔炼炉。

工信部发布《钢铁产业政策（2015 年修订）（征求意见稿）》中第六条[工艺装备]中指出“新（改、扩）建钢铁项目不得采用《产业结构调整指导目录》限制类和淘汰类的工艺装备。”

《产业结构调整指导目录》中指出“由鼓励类、限制类和淘汰类

目录组成，鼓励除淘汰之外的产业和项目按照产业集群的原则和准入条件进入依法规划建设产业园区（工业集中区），不属于以上三类且符合国家有关法律法规和政策规定的，为允许类。允许类不列入《指导目录》”，通过查阅《产业结构调整指导目录》，1t 中频熔炼炉不属于淘汰类，因此本工程新增 1t 中频熔炼炉进行废金属熔炼符合钢铁产业政策的相关要求。

3.8 质量保证

3.8.1 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。

3.8.2 质量保证体系的建立

710 厂制定了《核电站废旧金属熔炼循环再利用项目质量保证大纲》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。

3.8.3 质量保证组织机构

为了保证核电站废旧金属熔炼循环再利用项目的顺利进行，710 厂成立了以总经理为组长的核电站废旧金属熔炼循环再利用项目领导小组、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 3.11。

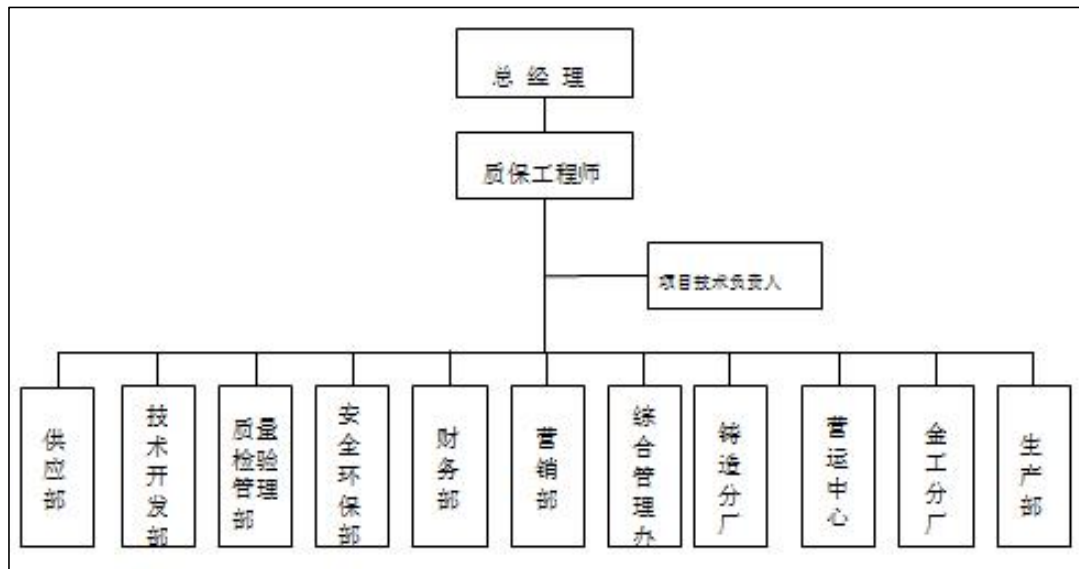


图 3.11 项目质量保证组织机构图

3.8.4 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。

3.8.5 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。

3.9 环保设施投资

本工程环保投资总计 612 万元，占总投资比例的 20.5 %。环保投资主要包括排风净化系统、辐射监测设备等。本工程环保投资情况见表 3.14。

表 3.14 本工程环保投资（万元）一览表

名称		单位	数量	价格
一、核电站废旧金属熔炼厂房				
送排风净化系统	旋风除尘器	套	1	238
	滤筒除尘器	台	1	
	初、高效过滤器	台	4	
	送风系统	套	1	
	离心通风机	台	8	
	送排风管道	米	若干	
辐射监测设备	流出物在线分析和取样系统	套	1	174
	空气取样装置	套	4	
	烟囱烟气监测仪	套	1	
	气溶胶连续监测仪	套	1	
	四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪	台	1	
30m 排气筒		个	1	32
二、核电站废旧金属循环利用加工厂房				
送排风净化系统	初高效过滤器	台	3	168
	工业离心风机	台	2	
	斜流式管道风机	台	1	
	空调系统	套	6	
	自动控制系统	套	1	
	室内外送排风镀锌管	米	若干	
合计				612

3.10 有关退役的考虑

本工程建造后使用寿期为五十年。考虑到设施在五十年后实施退役，退役过程包括源项调查、清洗去污、放射性废物的管理。在退役过程中，贯穿始终的指导思想就是降低退役费用、废物的小量化和人员及环境的安全。在本工程设计中，考虑到该设施未来的退役工作和

退役工作中尽量减少放射性废物的产生量和降低该设施的退役费用。

（1）退役计划

本工程退役主要包括前期技术准备阶段和退役实施阶段。退役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.进行退役源项初步调查，以便根据运行史、物料衡算和实地测量而估算出退役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，以便减少退役废物总量；d.推荐退役方案和退役方法，以及拟采用的规范、规定、标准等。e.退役费用来源及筹措方式。退役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.退役方案及可用的退役技术确定；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.退役工程进度计划。

（2）退役策略

本工程的退役策略为立即拆卸。在确保工作人员、公众的安全及环境安全的退役安全目标前提下，尽量减少来自退役各阶段中产生的放射性危害。

（3）废物管理

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

（4）退役经费

本工程申请退役及批准实施至退役验收计划需要 3 年时间，所需退役经费计划 2000 万元，经费来源由企业处理核电站废旧金属的生产成本中按 1.6% 分担提取，按每年处理 300t 核电站废旧金属能力测算，即每吨成本增加 1660 元，设立专用账户计提 40 年，作为专项退役基金。

第四章 环境质量现状

4.1 辐射环境质量现状

湖南核工业宏华机械有限公司于 2017 年 3 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、生物中放射性活度浓度，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 剂量率	华联社区（NNE，1km）、南陂村瓦屋组（S，1.2km）、南陂村王基组（S，800m）、太山村对门冲组（NE，4.3km）	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次
气溶胶	华联社区（NNE，1km）、南陂村瓦屋组（S，1.2km）、南陂村王基组（S，800m）、太山村对门冲组（NE，4.3km）	^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$	1 次
沉降灰	华联社区（NNE，1km）、南陂村瓦屋组（S，1.2km）、南陂村王基组（S，800m）、太山村对门冲组（NE，4.3km）	^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$	1 次
土壤	厂区周边稻田菜地（N，200m）、南陂村王基组（S，800m）、太山村对门冲组（NE，4.3km）	^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$	1 次
白菜	东风村（ESE，1.0km）	^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$	1 次
大米	东风村（ESE，1.0km）	^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$	1 次
鸡	南陂村南陂塘组（S，1.6km）	^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$	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	探测下限
气溶胶	^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$	GB/T11743-2013 GB/T 11713-2015	HPGe γ 谱仪	^{54}Mn -16 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$; ^{124}Sb -120 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$; ^{125}Sb -40 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$; ^{60}Co -22 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$; $^{110\text{m}}\text{Ag}$ -22 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$
土壤	^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$	GB/T11743-2013 GB/T 11713-2015	HPGe γ 谱仪	^{54}Mn -0.90Bq/kg; ^{124}Sb -6.5Bq/kg; ^{125}Sb -2.2 Bq/kg; ^{60}Co -0.83 Bq/kg; $^{110\text{m}}\text{Ag}$ -1.1 Bq/kg
沉降灰	^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$	GB/T11743-2013 GB/T 11713-2015	HPGe γ 谱仪	^{54}Mn -0.009Bq/ m^2 ; ^{124}Sb -0.08 Bq/ m^2 ; ^{125}Sb -0.02 Bq/ m^2 ; ^{60}Co -0.008 Bq/ m^2 ; $^{110\text{m}}\text{Ag}$ -0.012 Bq/ m^2
生物	^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 ^{60}Co 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$	GB/T16145-1995	HPGe γ 谱仪	^{54}Mn -0.006Bq/kg; ^{124}Sb -0.05 Bq/kg; ^{125}Sb -0.015 Bq/kg; ^{60}Co -0.008 Bq/kg; $^{110\text{m}}\text{Ag}$ -0.008 Bq/kg
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 4 个 γ 剂量率监测点。对照点为太山村对门冲组（NE，4.3km），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 99.2~128 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	113±2
南陂村瓦屋组	99.2±3.2
太山村对门冲组	128±3
华联社区	125±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 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 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	<4.2E-5
	Sb-124	<1.3E-4
	Mn-54	<1.7E-5
	Ag-110m	<2.2E-5
	Co-60	<2.3E-5
南陂村瓦屋组	Sb-125	<3.8E-5
	Sb-124	<1.1E-4
	Mn-54	<1.5E-5
	Ag-110m	<2.1E-5
	Co-60	<2.1E-5
太山村对门冲组 (对照点)	Sb-125	<3.8E-5
	Sb-124	<1.1E-4
	Mn-54	<1.6E-5
	Ag-110m	<2.2E-5
	Co-60	<2.2E-5
华联社区	Sb-125	<4.7E-5
	Sb-124	<1.4E-4
	Mn-54	<1.9E-5
	Ag-110m	<2.8E-5
	Co-60	<2.3E-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⁶⁰Co、⁵⁴Mn、¹²⁴Sb、¹²⁵Sb、^{110m}Ag 均未检出。

表 4.5 沉降灰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 ¹	Sb-125	<0.053
	Sb-124	<0.13
	Mn-54	<0.017
	Ag-110m	<0.024
	Co-60	<0.013
南陂村瓦屋组 ²	Sb-125	<0.025
	Sb-124	<0.083
	Mn-54	<0.0097
	Ag-110m	<0.015
	Co-60	<0.011
太山村对门冲组	Sb-125	<0.024
	Sb-124	<0.080
	Mn-54	<0.0093
	Ag-110m	<0.014
	Co-60	<0.0083
华联社区	Sb-125	<0.024
	Sb-124	<0.080
	Mn-54	<0.010
	Ag-110m	<0.014
	Co-60	<0.0090

4.1.2.3 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 ⁶⁰Co、⁵⁴Mn、¹²⁴Sb、¹²⁵Sb、^{110m}Ag。

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 ¹	Sb-125	<2.5
	Sb-124	<6.8
	Mn-54	<1.0
	Ag-110m	<1.2
	Co-60	<0.85
南陂村王基组 ²	Sb-125	<2.5
	Sb-124	<6.8
	Mn-54	<1.0
	Ag-110m	<1.2
	Co-60	<0.83
太山村对门冲组	Sb-125	<2.2
	Sb-124	<5.9
	Mn-54	<0.89
	Ag-110m	<1.1
	Co-60	<0.74
厂区周边稻田菜地	Sb-125	<2.3
	Sb-124	<6.4
	Mn-54	<0.91
	Ag-110m	<1.1
	Co-60	<0.77

4.1.2.4 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。

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	<0.052
		Sb-124	<0.17
		Mn-54	<0.022
		Ag-110m	<0.034
		Co-60	<0.025
东风村	白菜	Sb-125	<0.045
		Sb-124	<0.15
		Mn-54	<0.019
		Ag-110m	<0.030
		Co-60	<0.022
	大米	Sb-125	<0.017
		Sb-124	<0.062
		Mn-54	<0.0070
		Ag-110m	<0.011
		Co-60	<0.0086
	大米	Sb-125	<0.016
		Sb-124	<0.058
		Mn-54	<0.0067
		Ag-110m	<0.011
		Co-60	<0.0081

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 29.4~147.2nGy/h。2017 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 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 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

2017 年 6 月, 710 厂委托湖南乾诚检测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), 监测内容主要为大气中颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和氟化物。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 _x	《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
	氟化物	《环境空气氟化物的测定滤膜采样氟离子选择电极法》 HJ 480-2009	BANTE931 离子计	0.0009mg/m ³

表 4.9 环境空气质量现状监测结果

检测项目	检测结果（mg/m ³ ）	评价标准（mg/m ³ ）
TSP	0.016	0.30
SO ₂	0.057	0.15
NO _x	0.063	0.10
氟化物	0.002	0.007

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

4.3 辐射环境质量补充调查

湖南核工业宏华机械有限公司于 2021 年 6 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补充调查。对比上阶段的调查增加了核素 ⁵¹Cr、⁵⁵Fe、⁵⁹Fe、⁶³Ni、⁵⁸Co、⁶⁵Zn、⁹⁰Sr、⁹⁵Zr、⁹⁵Nb、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、³H、¹⁴C。

4.3.1 辐射环境监测方案

辐射环境现状调查项目主要包括环境气溶胶、沉降灰、土壤、生物中放射性活度浓度，本次现状监测方案见表 4.1。监测布点图见图 4.1。

表 4.10 辐射环境监测方案

介质	监测点位	项目或核素	监测频次
气溶胶	华联社区（NNE，1km）、南陂村瓦屋组（S，1.2km）、南陂村王基组（S，800m）、太山村对门冲组（NE，4.3km）	⁵¹ Cr、 ⁵⁵ Fe、 ⁵⁴ Mn、 ⁵⁹ Fe、 ⁶³ Ni、 ⁵⁸ Co、 ⁶⁰ Co、 ⁶⁵ Zn、 ⁹⁰ Sr、 ⁹⁵ Zr、 ⁹⁵ Nb、 ^{110m} Ag、 ¹²⁴ Sb、 ¹²⁵ Sb、 ¹³⁴ Cs、 ¹³⁷ Cs、 ³ H、 ¹⁴ C	1 次
沉降灰	华联社区（NNE，1km）、南陂村瓦屋组（S，1.2km）、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

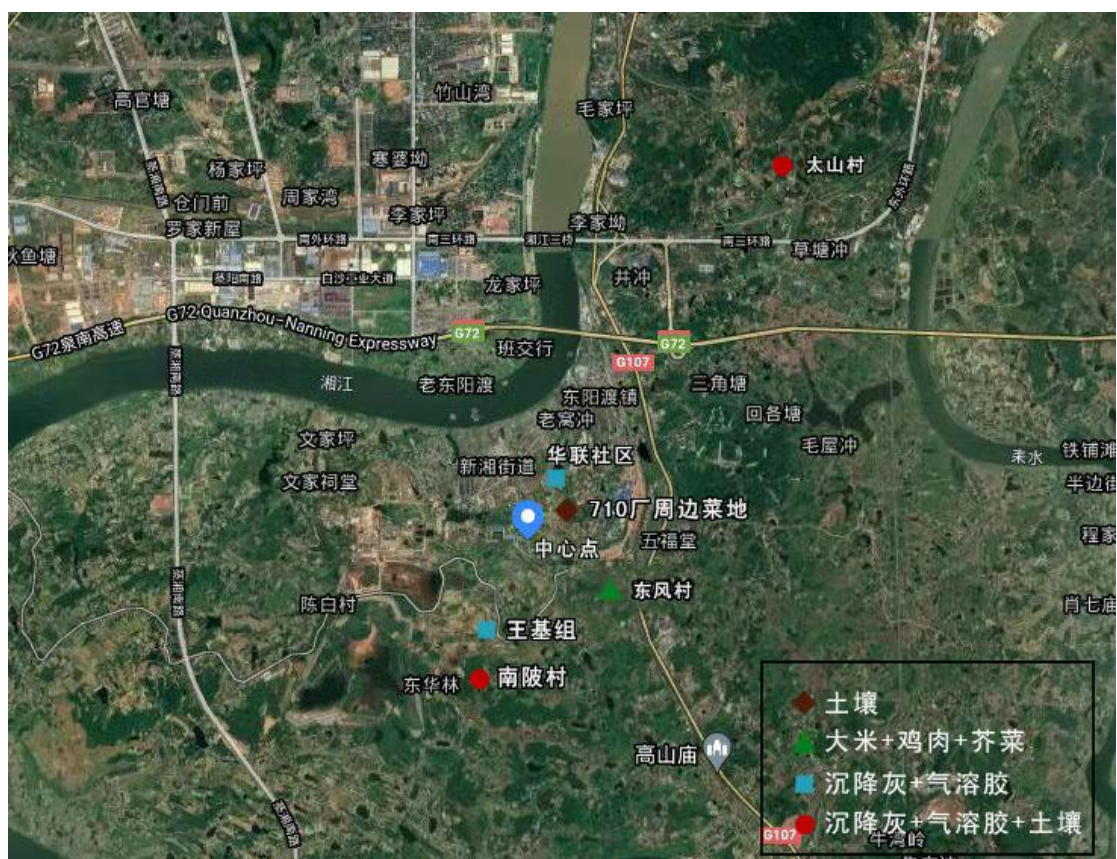


图 4.2 辐射环境监测布点图

4.3.2 补充监测结果

目前已经完成采样，样品正在分析检测中，湖南核工业宏华机械有限公司承诺在运行前完成辐射环境质量补充调查。

第五章 改造施工期的环境影响

改造施工过程中产生的污染物主要有扬尘、施工废水、噪声和固体废物。项目改造施工建设期间不可避免地会带来一些环境影响，必须有相应的污染防治措施，控制施工噪声、废水和粉尘对环境的影响。

3#暂存库改造前，地面与墙面进行擦拭去污，清理至放射性表面污染控制水平五十分之一（ α 表面污染低于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， β 表面污染低于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）后，固体废物可作建筑垃圾处理。

（1）废气

改造施工期须制定控制工地扬尘方案，采取有效防尘措施。施工场地设置围挡，以防扬尘扩散。施工现场合理布局，对制作场地、堆料场地要进行硬化，对易扬尘物料加盖防尘布。定期对路面和施工厂区洒水，减少起尘量。加强对机械、车辆的维修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少颗粒物的排放。

（2）废水

改造施工期产生的施工废水、污水进行收集后用于场地喷洒降尘。施工人员生活污水接入原有废水管网，由厂区现有生活污水处理设施进行处理排放。

（3）固体废物

严格遵守《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，采取有效措施防止或减少建筑垃圾及工程渣土等固体废物对环境的污染，并采取防扬散、防流失、防渗漏或者其它防止污染环境的措施，工程结束后，应及时清理。施工人员产生的生活垃圾应分类袋装、集中放置，收集后送垃圾场填埋处理。

（4）噪声

由于施工期间使用的机械设备较多、噪声源强高，且施工机械位置具有不确定性，采用施工阶段噪声较大的设备其噪声随距离衰减的情况。由于施工采用的机械设备噪声无明显指向性，且露天施工，故采取点声源预测模式：

$$LA(r) = LA(r_0) - 20\lg(r/r_0)$$

式中：LA(r)-距点源 r 处的噪声值，dB(A)；LA(r_0)-距点源 r_0 处的噪声值，dB(A)；r-预测点声源的距离，m； r_0 -距声源的参照距离，m。

选取施工阶段典型施工机械噪声作为源强进行预测，单台机械随距离衰减的预测结果见表 5.1。

表 5.1 主要施工机械不同距离处的噪声级（dB(A)）

施工机械	衰减距离				
	5m	90m	150m	200m	500m
重型运输车	90	64.9	60.5	58	50
轮式装载机	95	69.9	65.5	63	55
空压机	92	66.9	62.5	60	52

根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的规定，施工场界噪声限值昼间为 70 dB(A)，夜间 55dB(A)。施工机械昼间在距施工场地 90m 处可达到标准限值，夜间在 500m 处基本可达到标准限值。项目厂区边界 200m 处，部分施工机械超标，因此在施工期间应严格控制施工噪声对周边声环境及敏感点的影响，合理安排施工时间，限制夜间施工，避免大量高噪声设备同时开工，施工时间尽可能避开公众正常休息时间。

施工建设过程中产生扬尘、施工废水、固体废物和噪声等环境影响基本上都是短期的、局部的，且与人的环境意识、管理水平关系密切。通过采取有效的污染防治措施，加强施工现场管理，可以使施工过程对环境的影响降低到最小程度。施工结束后，及时清理场地，其影响可以在短期消失。

第六章 正常工况的环境影响

6.1 放射性废物的产生和去向

6.1.1 气载流出物

本工程废气主要来自核电站废旧金属熔炼厂房的切割小室、熔炼小室、生产大厅与核电站废旧金属循环再利用加工厂房的来料区、分拣拆解区、剪切区、机械加工区、产品制作区等，核电站废旧金属熔炼厂房局部排风和全面排风均通过本工程新建 30m 高的排气筒排往环境，核电站废旧金属循环再利用加工厂房的全面排风均通过改造后的 18m 高的排气筒排往环境。本工程 30m 排气筒（0，0）放射性排放量约为 $1.35 \times 10^7 \text{Bq/a}$ ，18m 高排气筒（28，-28）放射性排放量约为 $3.42 \times 10^4 \text{Bq/a}$ ，总量约为 $1.35 \times 10^7 \text{Bq/a}$ 。本工程通过 30 m 高与 18m 高排气筒排往环境的放射性核素排放量见表 6.1 与表 6.2。

表 6.1 本工程通过 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	Cr-51	1.00E+00
2	Mn-54	1.03E+04
3	Fe-55	8.47E+05
4	Fe-59	1.00E+00
5	Co-58	1.36E+01
6	Co-60	4.20E+06
7	Ni-63	1.83E+06
8	Zn-65	4.26E+02
9	Ag110m	1.80E+05
10	Sb-124	1.00E+00
11	Sb-125	8.83E+02
12	Zr-95	1.00E+00
13	Nb-95	1.50E+00
14	Sr-90	1.04E+02
15	Cs-134	1.03E+06
16	Cs-137	5.17E+06
17	H-3	2.11E+05
18	C-14	6.23E+04
合计		1.35E+07

表 6.2 本工程通过 18 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	Cr-51	5.10E-03
2	Mn-54	4.55E+01
3	Fe-55	3.75E+03
4	Fe-59	5.10E-03
5	Co-58	6.01E-02
6	Co-60	1.86E+04
7	Ni-63	8.11E+03
8	Zn-65	1.89E-01
9	Ag110m	7.95E+01
10	Sb-124	5.10E-03
11	Sb-125	3.91E+00
12	Zr-95	5.10E-03
13	Nb-95	5.10E-03
14	Sr-90	3.09E-01
15	Cs-134	5.69E+02
16	Cs-137	2.87E+03
17	H-3	9.36E+01
18	C-14	2.77E+01
合计		3.42E+04

6.1.2 固体废物

本工程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、熔炼熔渣、炉衬和切割粉尘等。

本工程产生的可燃废物、拆包废物属于低放废物，在生产岗位分类收集、包装后暂存，暂存一定量后拟送有资质单位焚烧处理。废过滤器芯属于低放废物，将在产生岗位装塑料袋包装后送固体废物暂存间暂存，最终拟送处置场处置。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。熔炼渣、炉衬和切割粉尘将收集、装桶，密封后与产品一起运回核电站。

6.2 正常工况下气载流出物的环境影响

6.2.1 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。

6.2.2 计算结果

6.2.2.1 大气扩散因子

表 6.3 与表 6.4 给出了 10km 范围的年均大气扩散因子。本工程新建 30m 烟囱与 18m 烟囱的大气扩散因子最大值出现在 0~1km 范围的 SW 方位，分别为为 $2.82 \times 10^{-6} \text{s/m}^3$ 与 $7.06 \times 10^{-6} \text{s/m}^3$ 。

6.2.2.2 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 6.5~表 6.8 给出了评价范围内不同子区各年龄组的个人有效剂量。

(1) 公众最大个人有效剂量

从表 6.3~表 6.8 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；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： $1.50 \times 10^{-8} \text{Sv/a}$ 、 $1.52 \times 10^{-7} \text{Sv/a}$ 、 $1.54 \times 10^{-7} \text{Sv/a}$ 、 $1.56 \times 10^{-7} \text{Sv/a}$ 。

(2) 各照射途径对最大个人有效剂量的贡献

表 6.9 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 ，剂量贡献份额为 70.09%；主要的照射途径为地表沉积外照射，剂量贡献份额为 95.46%。

6.2.3 结果评述

在本工程的正常运行工况下，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 $1.56 \times 10^{-7} \text{Sv/a}$ (成人组)，约占本工程剂量约束值 (0.03mSv/a) 的 0.52%。关键核素为 ^{60}Co ，其对公众最大个人有效剂量的贡献额为 70.09%；关键途径为地表沉积外照射，占成人组最大个人有效剂量的 95.46%。10km 评价范围内总的年集体剂量为 $2.77 \times 10^{-4} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

正常工况下本工程对周边公众的辐射环境影响是可以接受的。

表 6.3 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	8.83E-07	3.87E-07	2.16E-07	9.49E-08	2.90E-08
NNE	7.51E-07	3.29E-07	1.84E-07	8.11E-08	2.48E-08
NE	8.14E-07	3.56E-07	1.99E-07	8.73E-08	2.66E-08
ENE	5.87E-07	2.57E-07	1.44E-07	6.33E-08	1.93E-08
E	3.39E-07	1.49E-07	8.31E-08	3.66E-08	1.12E-08
ESE	4.88E-07	2.14E-07	1.20E-07	5.28E-08	1.61E-08
SE	9.79E-07	4.28E-07	2.38E-07	1.05E-07	3.17E-08
SSE	1.28E-06	5.59E-07	3.12E-07	1.37E-07	4.15E-08
S	1.19E-06	5.23E-07	2.92E-07	1.29E-07	3.92E-08
SSW	1.80E-06	7.84E-07	4.37E-07	1.91E-07	5.77E-08
SW	2.82E-06	1.23E-06	6.86E-07	3.01E-07	9.09E-08
WSW	3.79E-07	1.66E-07	9.24E-08	4.06E-08	1.24E-08
W	1.86E-07	8.17E-08	4.56E-08	2.01E-08	6.12E-09
WNW	3.17E-07	1.38E-07	7.71E-08	3.38E-08	1.03E-08
NW	4.18E-07	1.84E-07	1.03E-07	4.57E-08	1.40E-08
NNW	1.09E-06	4.75E-07	2.65E-07	1.16E-07	3.55E-08

表 6.4 18m 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	2.14E-06	6.59E-07	3.21E-07	1.27E-07	3.56E-08
NNE	1.86E-06	5.69E-07	2.77E-07	1.09E-07	3.06E-08
NE	2.04E-06	6.16E-07	2.99E-07	1.17E-07	3.28E-08
ENE	1.50E-06	4.51E-07	2.18E-07	8.57E-08	2.39E-08
E	8.82E-07	2.63E-07	1.27E-07	4.97E-08	1.38E-08
ESE	1.29E-06	3.82E-07	1.84E-07	7.20E-08	2.00E-08
SE	2.57E-06	7.60E-07	3.65E-07	1.42E-07	3.92E-08
SSE	3.35E-06	9.91E-07	4.77E-07	1.86E-07	5.13E-08
S	3.11E-06	9.28E-07	4.47E-07	1.75E-07	4.85E-08
SSW	4.59E-06	1.37E-06	6.62E-07	2.58E-07	7.08E-08
SW	7.06E-06	2.13E-06	1.03E-06	4.04E-07	1.12E-07
WSW	9.31E-07	2.85E-07	1.38E-07	5.45E-08	1.52E-08
W	4.50E-07	1.39E-07	6.76E-08	2.67E-08	7.49E-09
WNW	7.56E-07	2.34E-07	1.14E-07	4.50E-08	1.26E-08
NW	1.02E-06	3.16E-07	1.55E-07	6.14E-08	1.73E-08
NNW	2.60E-06	8.05E-07	3.93E-07	1.55E-07	4.36E-08

表 6.5 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	4.58E-09	2.11E-09	1.26E-09	6.40E-10	2.58E-10
NNE	6.29E-09	2.99E-09	1.88E-09	1.03E-09	4.60E-10
NE	7.43E-09	3.54E-09	2.22E-09	1.23E-09	5.57E-10
ENE	7.14E-09	3.44E-09	2.21E-09	1.24E-09	5.81E-10
E	5.15E-09	2.51E-09	1.61E-09	9.26E-10	4.39E-10
ESE	5.36E-09	2.57E-09	1.64E-09	9.19E-10	4.25E-10
SE	1.78E-08	8.68E-09	5.63E-09	3.25E-09	1.56E-09
SSE	1.65E-08	7.97E-09	5.11E-09	2.89E-09	1.36E-09
S	1.50E-08	7.22E-09	4.63E-09	2.61E-09	1.22E-09
SSW	3.17E-08	1.54E-08	1.00E-08	5.76E-09	2.75E-09
SW	2.83E-08	1.36E-08	8.58E-09	4.78E-09	2.19E-09
WSW	3.65E-09	1.75E-09	1.10E-09	6.13E-10	2.79E-10
W	1.85E-09	8.83E-10	5.58E-10	3.11E-10	1.42E-10
WNW	1.75E-09	8.10E-10	4.89E-10	2.51E-10	1.03E-10
NW	2.54E-09	1.19E-09	7.25E-10	3.81E-10	1.60E-10
NNW	5.18E-09	2.36E-09	1.39E-09	6.94E-10	2.71E-10

注：表中阴影部分为无人子区。

表 6.6 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	4.67E-09	2.15E-09	1.29E-09	6.54E-10	2.64E-10
NNE	6.41E-09	3.05E-09	1.91E-09	1.05E-09	4.69E-10
NE	7.57E-09	3.61E-09	2.27E-09	1.25E-09	5.69E-10
ENE	7.28E-09	3.51E-09	2.25E-09	1.27E-09	5.93E-10
E	5.26E-09	2.57E-09	1.65E-09	9.45E-10	4.48E-10
ESE	5.47E-09	2.62E-09	1.67E-09	9.38E-10	4.34E-10
SE	1.81E-08	8.86E-09	5.75E-09	3.32E-09	1.59E-09
SSE	1.69E-08	8.13E-09	5.22E-09	2.96E-09	1.38E-09
S	1.52E-08	7.36E-09	4.71E-09	2.68E-09	1.25E-09
SSW	3.24E-08	1.58E-08	1.02E-08	5.88E-09	2.82E-09
SW	2.89E-08	1.38E-08	8.76E-09	4.88E-09	2.23E-09
WSW	3.74E-09	1.78E-09	1.13E-09	6.26E-10	2.86E-10
W	1.88E-09	9.01E-10	5.70E-10	3.17E-10	1.45E-10
WNW	1.78E-09	8.26E-10	4.98E-10	2.57E-10	1.06E-10
NW	2.59E-09	1.21E-09	7.39E-10	3.88E-10	1.63E-10
NNW	5.29E-09	2.40E-09	1.42E-09	7.08E-10	2.76E-10

注：表中阴影部分为无人子区。

表 6.7 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	4.74E-09	2.18E-09	1.30E-09	6.62E-10	2.66E-10
NNE	6.49E-09	3.08E-09	1.93E-09	1.06E-09	4.74E-10
NE	7.66E-09	3.65E-09	2.30E-09	1.27E-09	5.74E-10
ENE	7.37E-09	3.55E-09	2.28E-09	1.28E-09	5.99E-10
E	5.33E-09	2.59E-09	1.66E-09	9.56E-10	4.54E-10
ESE	5.52E-09	2.66E-09	1.69E-09	9.49E-10	4.38E-10
SE	1.83E-08	8.96E-09	5.81E-09	3.36E-09	1.61E-09
SSE	1.71E-08	8.23E-09	5.27E-09	2.98E-09	1.40E-09
S	1.54E-08	7.45E-09	4.77E-09	2.71E-09	1.26E-09
SSW	3.26E-08	1.60E-08	1.03E-08	5.95E-09	2.84E-09
SW	2.93E-08	1.40E-08	8.87E-09	4.94E-09	2.26E-09
WSW	3.77E-09	1.80E-09	1.14E-09	6.33E-10	2.89E-10
W	1.90E-09	9.12E-10	5.77E-10	3.20E-10	1.47E-10
WNW	1.82E-09	8.37E-10	5.05E-10	2.59E-10	1.07E-10
NW	2.62E-09	1.23E-09	7.48E-10	3.93E-10	1.65E-10
NNW	5.36E-09	2.43E-09	1.44E-09	7.17E-10	2.80E-10

注：表中阴影部分为无人子区。

表 6.8 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	4.78E-09	2.19E-09	1.31E-09	6.66E-10	2.68E-10
NNE	6.54E-09	3.11E-09	1.94E-09	1.06E-09	4.78E-10
NE	7.72E-09	3.68E-09	2.31E-09	1.28E-09	5.79E-10
ENE	7.42E-09	3.59E-09	2.29E-09	1.29E-09	6.03E-10
E	5.36E-09	2.60E-09	1.68E-09	9.62E-10	4.56E-10
ESE	5.57E-09	2.68E-09	1.71E-09	9.55E-10	4.42E-10
SE	1.85E-08	9.02E-09	5.86E-09	3.38E-09	1.61E-09
SSE	1.71E-08	8.28E-09	5.31E-09	3.01E-09	1.41E-09
S	1.56E-08	7.51E-09	4.80E-09	2.72E-09	1.27E-09
SSW	3.28E-08	1.60E-08	1.04E-08	5.99E-09	2.86E-09
SW	2.94E-08	1.41E-08	8.92E-09	4.97E-09	2.27E-09
WSW	3.80E-09	1.82E-09	1.15E-09	6.38E-10	2.90E-10
W	1.92E-09	9.18E-10	5.80E-10	3.23E-10	1.48E-10
WNW	1.83E-09	8.43E-10	5.09E-10	2.61E-10	1.08E-10
NW	2.64E-09	1.23E-09	7.54E-10	3.95E-10	1.67E-10
NNW	5.39E-09	2.45E-09	1.45E-09	7.23E-10	2.82E-10

注：表中阴影部分为无人子区。

表 6.9 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	Fe-59	6.35E-20	1.05E-17	1.13E-18	1.42E-18	1.31E-17	0
	Mn-54	4.58E-16	5.41E-13	2.87E-15	4.11E-15	5.49E-13	0
	Sb-124	1.02E-19	2.30E-17	6.45E-19	1.00E-18	2.47E-17	0
	H-3	0.00E+00	0.00E+00	3.81E-15	1.53E-16	3.96E-15	0
	C-14	0.00E+00	0.00E+00	2.02E-15	3.09E-14	3.29E-14	0
	Co-58	4.94E-19	3.16E-16	3.06E-17	7.15E-18	3.54E-16	0
	Co-60	3.94E-13	1.09E-08	9.46E-12	3.66E-11	1.09E-08	72.79
	Cs-134	5.87E-14	1.75E-09	6.02E-13	1.25E-11	1.76E-09	11.71
	Cs-137	1.53E-13	2.22E-09	2.42E-12	5.11E-11	2.28E-09	15.15
	Nb-95	4.28E-20	1.36E-17	5.45E-19	6.10E-15	6.11E-15	0
	Zn-65	1.04E-17	2.29E-14	3.39E-16	5.91E-15	2.92E-14	0
	Sr-90	8.60E-21	1.58E-14	2.33E-15	7.32E-14	9.13E-14	0
	Zr-95	2.95E-20	3.73E-17	1.29E-18	3.37E-19	3.90E-17	0
	Ag-110m	2.05E-14	4.69E-11	3.34E-13	2.55E-13	4.75E-11	0.32
	Cr-51	1.29E-21	3.38E-19	1.40E-20	7.91E-21	3.61E-19	0
	Fe-55	0.00E+00	0.00E+00	1.91E-13	4.50E-13	6.42E-13	0
	Sb-125	1.54E-17	5.09E-13	1.99E-15	7.07E-16	5.12E-13	0
	Ni-63	0.00E+00	0.00E+00	4.71E-13	2.59E-12	3.06E-12	0.02
	合计	6.26E-13	1.49E-08	1.35E-11	1.04E-10	1.50E-08	100
	份额%	0.00	99.22	0.09	0.69	100.00	-
幼儿组	Fe-59	6.35E-20	1.05E-17	3.81E-19	3.68E-18	1.46E-17	0
	Mn-54	4.58E-16	5.41E-13	1.22E-15	1.77E-14	5.60E-13	0
	Sb-124	1.02E-19	2.30E-17	2.31E-19	4.72E-18	2.80E-17	0
	H-3	0.00E+00	0.00E+00	1.57E-15	7.22E-16	2.29E-15	0
	C-14	0.00E+00	0.00E+00	2.22E-15	2.29E-13	2.31E-13	0
	Co-58	4.94E-19	3.16E-16	6.56E-18	2.33E-17	3.46E-16	0
	Co-60	3.94E-13	1.09E-08	4.73E-12	8.52E-11	1.10E-08	72.24
	Cs-134	5.87E-14	1.75E-09	2.84E-13	3.82E-11	1.78E-09	11.75
	Cs-137	1.53E-13	2.22E-09	9.88E-13	1.43E-10	2.37E-09	15.57
	Nb-95	4.28E-20	1.36E-17	2.49E-19	2.67E-16	2.81E-16	0
	Zn-65	1.04E-17	2.29E-14	2.26E-16	2.39E-14	4.70E-14	0
	Sr-90	8.60E-21	1.58E-14	2.22E-15	2.37E-13	2.56E-13	0
	Zr-95	2.95E-20	3.73E-17	1.02E-18	3.21E-18	4.16E-17	0
	Ag-110m	2.05E-14	4.69E-11	2.67E-13	2.10E-12	4.93E-11	0.32
	Cr-51	1.29E-21	3.38E-19	1.13E-20	7.13E-20	4.21E-19	0
	Fe-55	0.00E+00	0.00E+00	1.45E-13	1.99E-12	2.14E-12	0.01
	Sb-125	1.54E-17	5.09E-13	1.80E-15	5.43E-15	5.16E-13	0
	Ni-63	0.00E+00	0.00E+00	4.22E-13	1.40E-11	1.44E-11	0.09
	合计	6.26E-13	1.49E-08	6.85E-12	2.85E-10	1.52E-08	100

	份额%	0.00	98.07	0.05	1.88	100.00	-
少年组	Fe-59	6.35E-20	1.05E-17	8.86E-19	4.11E-18	1.55E-17	0
	Mn-54	4.58E-16	5.41E-13	3.25E-15	2.20E-14	5.67E-13	0
	Sb-124	1.02E-19	2.30E-17	5.49E-19	5.25E-18	2.89E-17	0
	H-3	0.00E+00	0.00E+00	3.61E-15	1.11E-15	4.72E-15	0
	C-14	0.00E+00	0.00E+00	4.68E-15	3.85E-13	3.90E-13	0
	Co-58	4.94E-19	3.16E-16	1.29E-17	2.70E-17	3.56E-16	0
	Co-60	3.94E-13	1.09E-08	1.33E-11	9.83E-11	1.10E-08	71.52
	Cs-134	5.87E-14	1.75E-09	1.14E-12	7.44E-11	1.82E-09	11.85
	Cs-137	1.53E-13	2.22E-09	3.99E-12	2.70E-10	2.50E-09	16.22
	Nb-95	4.28E-20	1.36E-17	6.93E-19	1.31E-16	1.46E-16	0
	Zn-65	1.04E-17	2.29E-14	3.38E-16	1.89E-14	4.21E-14	0
	Sr-90	8.60E-21	1.58E-14	3.93E-15	5.41E-13	5.61E-13	0
	Zr-95	2.95E-20	3.73E-17	1.75E-18	1.96E-18	4.10E-17	0
	Ag-110m	2.05E-14	4.69E-11	6.76E-13	1.40E-12	4.90E-11	0.32
	Cr-51	1.29E-21	3.38E-19	1.39E-20	4.33E-20	3.96E-19	0
	Fe-55	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-13	1.64E-12	1.89E-12	0.01
	Sb-125	1.54E-17	5.09E-13	2.60E-15	3.39E-15	5.15E-13	0
	Ni-63	0.00E+00	0.00E+00	6.55E-13	9.59E-12	1.02E-11	0.07
	合计	6.26E-13	1.49E-08	2.00E-11	4.56E-10	1.54E-08	100
	份额%	0.00	96.90	0.13	2.97	100.00	-
成人组	Fe-59	6.35E-20	1.05E-17	6.75E-19	2.24E-18	1.34E-17	0
	Mn-54	4.58E-16	5.41E-13	2.68E-15	1.69E-14	5.61E-13	0
	Sb-124	1.02E-19	2.30E-17	3.99E-19	3.59E-18	2.71E-17	0
	H-3	0.00E+00	0.00E+00	2.88E-15	1.14E-15	4.03E-15	0
	C-14	0.00E+00	0.00E+00	5.48E-15	3.67E-13	3.72E-13	0
	Co-58	4.94E-19	3.16E-16	1.29E-17	1.67E-17	3.46E-16	0
	Co-60	3.94E-13	1.09E-08	1.29E-11	4.27E-11	1.09E-08	70.09
	Cs-134	5.87E-14	1.75E-09	2.06E-12	1.41E-10	1.89E-09	12.11
	Cs-137	1.53E-13	2.22E-09	7.21E-12	4.92E-10	2.72E-09	17.42
	Nb-95	4.28E-20	1.36E-17	6.88E-19	5.26E-17	6.69E-17	0
	Zn-65	1.04E-17	2.29E-14	2.84E-16	1.54E-14	3.86E-14	0
	Sr-90	8.60E-21	1.58E-14	5.08E-15	2.49E-13	2.70E-13	0
	Zr-95	2.95E-20	3.73E-17	2.24E-18	1.39E-18	4.10E-17	0
	Ag-110m	2.05E-14	4.69E-11	6.55E-13	1.07E-12	4.86E-11	0.31
	Cr-51	1.29E-21	3.38E-19	1.38E-20	3.00E-20	3.83E-19	0
	Fe-55	0.00E+00	0.00E+00	2.00E-13	6.98E-13	8.98E-13	0.01
	Sb-125	1.54E-17	5.09E-13	3.25E-15	2.51E-15	5.15E-13	0
	Ni-63	0.00E+00	0.00E+00	7.29E-13	6.79E-12	7.52E-12	0.05
	合计	6.26E-13	1.49E-08	2.38E-11	6.85E-10	1.56E-08	100
	份额%	0.00	95.46	0.15	4.39	100.00	-

表 6.10 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
N	0.00E+00	0.00E+00	3.14E-06	3.99E-06	2.45E-05
NNE	0.00E+00	5.97E-05	7.95E-05	7.95E-05	8.54E-05
NE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.08E-06	3.00E-06
ENE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.50E-06
E	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.39E-06	6.71E-06
ESE	0.00E+00	5.44E-06	5.44E-06	5.44E-06	1.39E-05
SE	0.00E+00	1.24E-05	1.24E-05	1.24E-05	2.42E-05
SSE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-05
S	1.94E-05	1.94E-05	1.94E-05	1.94E-05	2.86E-05
SSW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-05	3.19E-05
SW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.05E-05	3.35E-05
WSW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-06	2.94E-06
W	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.49E-06
WNW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.44E-07	1.53E-06
NW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.29E-07	1.94E-06
NNW	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.00E-06
合计	1.94E-05	9.69E-05	1.20E-04	1.50E-04	2.77E-04

6.3 非放环境影响

（1）气态污染物：本工程正常运行过程中，熔炼厂房在热切割、熔炼过程中会产生颗粒物，经工艺净化措施、通风措施除尘后，由 30m 高烟囱排入环境；循环再利用加工厂房冷切割、机械加工过程产生颗粒物，经工艺净化措施、通风措施除尘后，由 18m 高烟囱排入环境。30m 排气筒颗粒物的年排放量为 4.57 kg/a，排放速率约为 6.34×10^{-4} kg/h，排放浓度为 0.028mg/m³；18m 排气筒颗粒物的年排放量为 4.24 kg/a，排放速率约为 5.89×10^{-4} kg/h，排放浓度为 0.033mg/m³。本项目颗粒物总年排放量为 0.061 mg/m³，低于《炼钢工业大气污染物排放标准》（GB 28664-2012）中颗粒物浓度限值 20mg/m³。

由于本项目颗粒物的年排放浓度占标率为 0.31%，最大地面浓度占标率必定小于为 0.31%即小于 1%，根据《环境影响评价技术导则

大气环境》(HJ2.2-2008)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) 液态污染物:本工程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。本工程不新增普通淋浴废水的排放,设备循环冷却水约 960 m³/a,直接排入生活废水管网。

(3) 噪声:工程厂址所在声功能区域为 3 类,声环境影响评价属三级评价,评价范围为工程所在厂址到厂界 200m。本工程噪声源主要来自熔炼工序、切割工序以及风机排风,其中 1t 中频炉工作噪声约为 50 dB (A),金属切割工序的短时噪声约为 80~100dB (A),风机噪声约为 80~90 dB (A)。本工程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为 54 dB (A),可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)的要求。

第七章 事故工况环境影响

7.1 事故分析

根据设计文件，710 厂核电站废旧金属熔炼建设项目在运行过程中可能发生的预计运行事件主要包括停电事件、停水事件、漏炉、穿炉事件。

（1）停电事件

➤ 事件原因

中频炉突遇停电事故，中频炉不能正常工作，循环冷却水泵停止工作，炉体升温。金属切割、熔炼过程中，如果出现断电，会导致排风系统失效，产生的放射性气溶胶无法及时净化排出。

➤ 处理措施

发生停电事件时，首先要保证炉体冷却降温，保护线圈不受损坏。若清水泵房水泵能正常工作，将水泵调整至上下水平衡，保证大、小井不溢流，小井不缺水；若清水泵不能正常工作，打开事故应急自来水对炉体进行冷却降温。

金属切割、熔炼过程中，断电造成排风系统失效，切割尾气无法及时抽走过滤。此时操作人员即刻停止切割，离开切割小室，待送排风系统启动后，空气取样检测合格再进入操作。

➤ 事件后果

停电事件发生时，排风系统及净化措施失效，但此时尾气不直接排出，而是包容在密封小室内（切割小室、分拣检测小室、熔炼小室等），待排风系统启动，净化措施启用后经排风系统净化后排出。

（2）停水事件

➤ 事件原因

供水线路故障、清水泵故障或其他原因造成冷却水停水。

➤ 处理措施

突遇停电造成清水泵不能工作，应停止熔炼并打开事故阀门，用生产水给炉体供水，调节好压力后正常熔炼。

设置两个上水泵，互为备用。设置两个下水泵，互为备用，若有

损坏，停止熔炼。

若冷却水温过高（大于 55℃），降水温应在停炉或者停止熔炼时按下程序操作：停止上水泵，让大井水位下降到一定程度小井溢流后，打开上水泵，用生产水补入小井，并上到大井，到一定程度后，恢复正常熔炼。

➤ 事件后果

停水事件可能造成炉温升高，破坏设备，及时处理不会造成放射性核素释放。

（3）漏炉、穿炉事件

➤ 事件原因

造成漏炉、穿炉事件的原因是铁水冷却时间过长而结盖，再次受热膨胀，挤压炉衬导致炉衬产生裂纹、熔化过程中铁水从裂纹穿出，导致穿炉，或者从结盖处喷出，造成喷炉。随炉龄的增加，炉衬容积变大，炉内铁水量增加，炉衬较薄，局部承受不了铁水压力而导致穿炉。炉衬打结时局部带进杂质而未被发现，造成熔炼时从上述缺陷处穿出。

➤ 事件探测及预防措施

视频监控系统发现漏炉、穿炉事件。从筑炉开始就要专人严格管理，保证每处炉衬打结一致，禁止有杂物在打结时掉入炉衬中；每次加料前要观察炉衬是否有裂纹、穿孔等可能导致穿炉的现象存在，一旦存在问题，必须处理；熔炼过程中由于设备故障或其他因素，造成长时间不能开炉熔炼，应将铁水从炉中翻出，防止结盖。

➤ 处理措施

若发现有穿、漏炉迹象，漏点部位较高，要立即切断电源，不可关停冷却水，并紧急出炉，待铁水出完后检查穿炉位置。

如果穿炉迹象明显，穿漏量大，对设备能够造成严重损坏，要将设备损失减少到最低，应立即关掉电源，将铁水翻入炉坑内，并用干砂铺盖，防止烤坏炉体。

发生紧急穿、漏炉事故时，应首先保护人身安全，其次保护设备安全，炉体部分主要先保护感应线圈。禁止关停冷却水，最后保护其

他部位，尽量将损失减少到最小程度。

➤ 事件后果

发生紧急穿、漏炉事故或将铁水翻入炉坑内时，由于熔炼小室无工作人员，对工作人员影响较小。铁水从炉中翻出会造成放射性气溶胶大量释放，产生的气溶胶经排风系统净化处理后通过 30m 排风筒排入大气。

7.2 事故工况下的环境影响

7.2.1 事故源项

根据以上事故的分析，可知漏炉、穿炉事件会造成放射性气溶胶的短期释放，对周围环境产生一定的影响。因此将漏炉、穿炉作为事故进行后果分析。

本工程年处理能力为 600t，年工作时间为 300 天，则熔炼炉日最大熔炼量为 2t 废旧金属。在穿炉事件发生后，假定 2t 铁水完全翻入熔炼间内。参考 NUREG/CR-6410《Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Anaiysis Handbook》，按照熔融状态下的金属自由溅落在空气中考虑，则传播因子 ARF=0.01，考虑到熔炼炉有一定的高度，本项目在进行事故分析时，偏保守传播因子 ARF 取 0.1，按照核素接收限值进行估算，则通过 30m 排气筒排入环境的源项见表 7.1。

表 7.1 事故排放源项

主要工序	主要核素	核素活度浓度限值 Bq/g	操作量 Bq	倍乘系数	初始源强 Bq	净化措施	处理效率	排放量 Bq	排放方式
漏炉穿炉事件	Cr-51	1.00E-05	2.00E+01	10%	2.00E+00	一级初、高效	99 %	2.00E-02	30 m 烟囱
	Mn-54	1.71E-01	3.42E+05	10%	3.42E+04			3.42E+02	
	Fe-55	1.41E+01	2.82E+07	10%	2.82E+06			2.82E+04	
	Fe-59	1.00E-05	2.00E+01	10%	2.00E+00			2.00E-02	
	Co-58	2.26E-04	4.52E+02	10%	4.52E+01			4.52E-01	
	Co-60	7.00E+01	1.40E+08	10%	1.40E+07			1.40E+05	
	Ni-63	3.05E+01	6.10E+07	10%	6.10E+06			6.10E+04	
	Zn-65	7.10E-04	1.42E+03	10%	1.42E+02			1.42E+00	
	Ag110m	2.99E-01	5.98E+05	10%	5.98E+04			5.98E+02	
	Sb-124	1.00E-05	2.00E+01	10%	2.00E+00			2.00E-02	
	Sb-125	1.47E-02	2.94E+04	10%	2.94E+03			2.94E+01	
	Zr-95	1.00E-05	2.00E+01	10%	2.00E+00			2.00E-02	

	Nb-95	1.00E-05	2.00E+01	10%	2.00E+00			2.00E-02	
	Sr-90	1.16E-03	2.32E+03	10%	2.32E+02			2.32E+00	
	Cs-134	2.14E+00	4.28E+06	10%	4.28E+05			4.28E+03	
	Cs-137	1.08E+01	2.16E+07	10%	2.16E+06			2.16E+04	
	H-3	3.52E-01	7.04E+05	10%	7.04E+04			7.04E+02	
	C-14	1.04E-01	2.08E+05	10%	2.08E+04			2.08E+02	

7.2.2 计算模式及参数

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

7.2.3 扩散因子

事故工况的扩散因子采用 PAVAN 程序的计算结果。该程序是由美国太平洋西北实验室（PNL）为美国核管理委员会（NRC）按照 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 7.2。

表 7.2 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
7500	2.32E-05
10000	1.99E-05

7.2.4 结果评述

（1）个人剂量

表 7.3 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 $4.74 \times 10^{-10} \text{Sv}$ 、 $3.55 \times 10^{-10} \text{Sv}$ 、 $4.74 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 、 $5.10 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 。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： $4.31 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 、 $4.17 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 、 $4.31 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 、 $4.36 \times 10^{-9} \text{Sv}$ ，均低于本工程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 ^{60}Co 。

表 7.4 中列出了漏炉、穿炉事故中各核素对于成人组的影响，关键核素为 ^{60}Co ，所致个人最大有效剂量的贡献为 97.43%；核素 ^{134}Cs 所致个人最大有效剂量的贡献为 1.76%。

表 7.3 漏炉、穿炉所致个人有效剂量 (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	2.64E-10	3.07E-12	2.07E-10	4.74E-10
	600	3.11E-10	3.61E-12	4.00E-09	4.31E-09
	700	2.97E-10	3.45E-12	3.82E-09	4.12E-09
	1500	1.24E-10	1.43E-12	1.59E-09	1.72E-09
	2500	8.91E-11	1.03E-12	1.15E-09	1.24E-09
	3500	6.70E-11	7.78E-13	8.62E-10	9.30E-10
	4500	5.29E-11	6.14E-13	6.81E-10	7.35E-10
	5500	4.31E-11	5.00E-13	5.55E-10	5.99E-10
	6500	3.61E-11	4.19E-13	4.65E-10	5.02E-10
	7500	3.10E-11	3.59E-13	3.99E-10	4.30E-10
	8500	2.68E-11	3.11E-13	3.45E-10	3.72E-10
	10000	2.21E-11	2.56E-13	2.85E-10	3.07E-10
幼儿	200	1.45E-10	3.07E-12	2.07E-10	3.55E-10
	600	1.71E-10	3.61E-12	4.00E-09	4.17E-09
	700	1.63E-10	3.45E-12	3.82E-09	3.99E-09
	1500	6.77E-11	1.43E-12	1.59E-09	1.66E-09
	2500	4.89E-11	1.03E-12	1.15E-09	1.20E-09
	3500	3.68E-11	7.78E-13	8.62E-10	9.00E-10
	4500	2.90E-11	6.14E-13	6.81E-10	7.11E-10
	5500	2.36E-11	5.00E-13	5.55E-10	5.79E-10
	6500	1.98E-11	4.19E-13	4.65E-10	4.85E-10
	7500	1.70E-11	3.59E-13	3.99E-10	4.16E-10
	8500	1.47E-11	3.11E-13	3.45E-10	3.60E-10
	10000	1.21E-11	2.56E-13	2.85E-10	2.97E-10
少年	200	2.64E-10	3.07E-12	2.07E-10	4.74E-10
	600	3.11E-10	3.61E-12	4.00E-09	4.31E-09
	700	2.97E-10	3.45E-12	3.82E-09	4.12E-09
	1500	1.23E-10	1.43E-12	1.59E-09	1.71E-09
	2500	8.91E-11	1.03E-12	1.15E-09	1.24E-09
	3500	6.70E-11	7.78E-13	8.62E-10	9.30E-10
	4500	5.28E-11	6.14E-13	6.81E-10	7.34E-10
	5500	4.31E-11	5.00E-13	5.55E-10	5.99E-10
	6500	3.61E-11	4.19E-13	4.65E-10	5.02E-10
	7500	3.09E-11	3.59E-13	3.99E-10	4.30E-10
	8500	2.67E-11	3.11E-13	3.45E-10	3.72E-10
	10000	2.21E-11	2.56E-13	2.85E-10	3.07E-10
成人	200	3.00E-10	3.07E-12	2.07E-10	5.10E-10
	600	3.53E-10	3.61E-12	4.00E-09	4.36E-09

	700	3.37E-10	3.45E-12	3.82E-09	4.16E-09
	1500	1.40E-10	1.43E-12	1.59E-09	1.73E-09
	2500	1.01E-10	1.03E-12	1.15E-09	1.25E-09
	3500	7.61E-11	7.78E-13	8.62E-10	9.39E-10
	4500	6.00E-11	6.14E-13	6.81E-10	7.42E-10
	5500	4.89E-11	5.00E-13	5.55E-10	6.04E-10
	6500	4.10E-11	4.19E-13	4.65E-10	5.06E-10
	7500	3.51E-11	3.59E-13	3.99E-10	4.34E-10
	8500	3.04E-11	3.11E-13	3.45E-10	3.76E-10
	10000	2.51E-11	2.56E-13	2.85E-10	3.10E-10

表 7.4 各核素对关键居民（成人组）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		
Cr-51	6.04E-21	8.61E-19	5.64E-20	9.24E-19	0.00
Mn-54	2.80E-15	2.42E-12	3.91E-14	2.46E-12	0.06
Fe-55	0.00E+00	0.00E+00	1.65E-12	1.65E-12	0.04
Fe-59	2.39E-19	2.67E-15	6.10E-18	2.68E-15	0.00
Co-58	4.30E-18	1.49E-15	7.23E-17	1.57E-15	0.00
Co-60	3.53E-12	3.91E-09	3.31E-10	4.25E-09	97.43
Ni-63	0.00E+00	0.00E+00	6.04E-12	6.04E-12	0.14
Zn-65	8.24E-18	6.41E-15	2.38E-16	6.66E-15	0.00
Ag110m	1.63E-14	1.27E-11	5.47E-13	1.32E-11	0.30
Sb-124	3.66E-19	1.02E-16	1.31E-17	1.16E-16	0.00
Sb-125	1.19E-16	1.40E-13	1.08E-14	1.51E-13	0.00
Zr-95	1.44E-19	4.58E-17	8.99E-18	5.49E-17	0.00
Nb-95	1.50E-19	2.64E-17	2.29E-18	2.88E-17	0.00
Sr-90	3.49E-21	8.26E-18	2.83E-14	2.83E-14	0.00
Cs-134	6.48E-14	7.01E-11	6.52E-12	7.67E-11	1.76
Cs-137	3.34E-17	7.72E-14	7.57E-12	7.65E-12	0.18
H-3	4.66E-20	0.00E+00	9.66E-16	9.66E-16	0.00
C-14	9.32E-21	4.25E-17	9.83E-17	1.41E-16	0.00
合计	3.61E-12	4.00E-09	3.53E-10	4.36E-09	100
份额， %	0.08	91.72	8.10	100	-

第八章 流出物监测和环境监测

8.1 流出物监测

8.1.1 流出物监测的目的

(1) 判明本工程运行过程放射性流出物中放射性物质的排放对公众所致的个人剂量，以便与剂量约束值进行比较；

(2) 掌握运行过程中所使用的检测设备、三废处理和控制装置的工作是否正常，以便于对各种净化装置的效率进行评估；

(3) 确定三废排放对环境的影响程度和范围，使公众确信核设施运行中放射性物质释放确实受到严格的控制；

(4) 为评价环境质量及估算公众所受到的辐射剂量提供源项数据和资料。

8.1.2 流出物监测的计划和要求

(1) 将预计或可能有放射性污染的所有流出物均纳入常规监测范围；

(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。

8.1.3 气载流出物监测

本工程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与核电站废旧金属循环再利用加工厂房的全面排风。

在 30m 排气筒设置气溶胶连续监测仪、烟气参数连续监测装置和固定取样点（设置于初高效过滤器后端，厂房二楼西南角处，排气筒距地面 7.5m 处）。在 18m 排气筒设置固定取样点（排气筒距离地

面 2.8~3m 处)。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。

针对熔炼厂房在局排系统过滤器的前后风管上均设置固定取样点,既可以测量放射性气溶胶的浓度,也可以测量过滤器的过滤效率。测量仪器为气溶胶采样器、 γ 谱仪,分析核素为 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs 。

本工程气载流出取样频次定为 1 次/月,样品外委进行核素分析,每 3 个月进行 1 次样品混合分析。待本工程运行稳定后,根据运行情况,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。

8.1.4 液态流出物监测

本工程产生的非放废水汇入原有生活污水排放管网,排放前将进行取样监测,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。

8.2 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。厂区环境监测布点见图 8.1,厂区外环境监测布点见图 8.2。环境监测介质包括大气、土壤、沉降灰、生物样、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 8.1。厂区外环境监测计划见表 8.2。

表 8.1 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	核电站废旧金属熔炼厂房东、南、西、北四侧各布设一个点位、核电站废旧金属循环再利用加工厂房东、南、西各布设一个点位	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/季

表 8.2 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
辐射剂量率	厂区边界 S: 南陂村	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/季
气溶胶	S: 南陂村 NE: 太山村	^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs	1 次/季
沉降灰	S: 南陂村 NE: 太山村	^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs	1 次/季
土壤	N: 厂区周边稻田菜地 S: 南陂村 NE: 太山村	^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs	1 次/年
生物	N: 厂区周边稻田菜地 S: 南陂村 NE: 太山村	^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs	1 次/年
声环境	厂区边界	噪声	1 次/季



图 8.1 厂区周围环境监测布点图

使用行业方法，并通过比对验证。无论使用何种方法，一律进行空白和加标回收试验，分析结果扣除本底并进行回收校正。

（4）对所使用的测量仪器仪表按国家规定定期检定。

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

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

第九章 结论及承诺

9.1 结论

本工程建设规模为年处理能力 600 吨核电站废旧金属熔炼厂房与核电站废旧金属循环再利用加工厂房。熔炼厂房内新增 1 套 1t 中频熔炼炉及其它工艺设备，同时配套电气系统、辐射防护系统、排风系统、冷却循环水系统等，设置卫生通过间和分析用房、固体废物暂存间。循环再利用厂房设有分拣拆解区、剪切区、机械加工区、产品制作区等，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。核电站废旧金属熔炼厂房 710 厂区原有色金属熔炼去污厂房北侧空地，核电站废旧金属循环再利用加工厂房由 3#暂存库改造完成。

9.1.1 运行过程产生的废物去向

(1) 废气

本工程放射性气载流出物主要来自核电站废旧金属熔炼厂房切割小室、熔炼小室、生产大厅，核电站废旧金属循环再利用加工厂房分拣拆解区、剪切区、机械加工区、产品制作区等区域。熔炼厂房局部排风和全面排风均通过本工程新建的 30m 高的排气筒排往环境，循环再利用加工厂房通过 18m 高的排气筒排往环境。放射性排放总量约为 $1.35 \times 10^7 \text{Bq/a}$ ，颗粒物排放量为 8.81 kg/a。

(2) 废液

本工程产生的废水主要包括少量的人员淋浴废水和工作服清洗废水、设备循环冷却水。淋浴废水和工作服清洗废水不新增，排入厂区生活废水管网。设备循环冷却水年产生量为 960m³，排入厂区生活废水管网。

(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。其中可燃废物、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。

9.1.2 环境质量状况

从建造阶段辐射环境现状调查结果可以看出，该地区的环境 γ 辐射剂量率处在天然本底水平。厂区周边环境介质中放射性核素 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{124}Sb 、 ^{125}Sb 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 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。

目前已根据源项调整情况进行补充环境监测，样品已经采集，正在分析检测中。

9.1.3 改造施工期的环境影响

工程施工建设过程中产生的扬尘、施工废水、固体废物和噪声等环境影响基本上都是短期的、局部的。通过采取有效的污染防治措施，加强施工现场管理，可以使施工过程对环境的影响降低到最小程度。施工结束后，及时清理场地，其影响可以在短期消失。

根据改造期的监测结果， α 表面污染， β 表面污染值小于标准规定值，因此改造过程中的辐射环境影响是可以接受的。

9.1.4 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 $1.56 \times 10^{-7} \text{Sv/a}$ （成人组），约占本工程剂量约束值（ 0.03mSv/a ）的 0.52%。关键核素为 ^{60}Co ，其对公众最大个人有效剂量的贡献额为 70.09%；关键途径为地表沉积外照射，占成人组最大个人有效剂量的 95.46%。

本工程正常工况下对周边公众的辐射环境影响是可以接受的。

(2) 事故工况的环境影响

在漏炉、穿炉事件情况下，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 $4.74 \times 10^{-10} \text{Sv}$ 、 $3.55 \times 10^{-10} \text{Sv}$ 、 $4.74 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 、 $5.10 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 。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： $4.31 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 、 $4.17 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 、 $4.31 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 、 $4.36 \times 10^{-9} \text{Sv}$ ，均低于本工程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 ^{60}Co 。

本工程事故工况下对环境的影响是可以接受的。

9.1.5 监测计划

在该工程运行期间，针对工程运行的特征制定了监测计划。该监测内容包括：①气载流出物、液态流出物监测；②厂区周围的环境监测，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。

综上所述，该项目环境影响分析表明，项目运行对周围环境造成的辐射影响很小，在建设过程中认真落实辐射安全管理措施和环保措施等各项措施的前提下，从环保角度分析，项目的建设是可行的。

9.2 承诺

为明确环境质量现状，湖南核工业宏华机械有限公司承诺将在运行前完成补充环境监测，完成补充调查核素的取样，送有资质单位进行分析检测，并将监测结果进行留档记录。

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, $s \cdot m^{-3}$;

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, $Bq \cdot s^{-1}$;

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, $m \cdot s^{-1}$ 。

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， $m \cdot s^{-1}$ ；

D ：烟囱出口处内径；

u ：烟囱高度处的风速 $m \cdot s^{-1}$ ；

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

C' : 校正后的地面空气浓度, $Bq \cdot m^{-3}$ 。

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

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

B_i : i 风向的年降雨量 ($mm \cdot a^{-1}$) ;

$\overline{u_i}$: 年均风速, $m \cdot s^{-1}$ 。

1.2 陆生食物链转移模式与参数

(1) 农作物中核素浓度

对于均匀的常规释放, 农作物中核素浓度由下式计算

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

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

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

式中:

C_p : 农作物中核素浓度, $Bq \cdot Kg^{-1}$;

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

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

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, $kg \cdot m^{-2}$;

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

P : 土壤的有效表面密度, $kg \cdot m^{-2}$ (干土壤);

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

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

(2) 动物产品中核素浓度

动物产品中核素浓度由下式计算

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

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

式中:

Ca: 动物产品中的核素浓度, $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ 或 $\text{Bq}\cdot\text{L}^{-1}$;
 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, $\text{d}\cdot\text{kg}^{-1}$ 或 $\text{d}\cdot\text{L}^{-1}$;
 Cp: 动物饲料中核素浓度, $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ (干重)
 Qa: 动物的饲料消费量, $\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}$;
 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, $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ (干重); ;
 Cs: 贮存饲料中核素浓度, $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ (干重)
 其中 Cb 和 Cs 可采用式 (1.20) 进行计算。

表 4 食入途径所致剂量计算中参数的取值

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

S_F : 建筑物屏蔽产生的剂量减弱因子, 取 0.7;

G_1 : 烟云浸没照射剂量转换因子, $Sv(s \cdot Bq \cdot m^{-3})^{-1}$;

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, $Sv \cdot a^{-1}$;

C_d : 地表面放射性核素沉积量, $Bq \cdot m^{-2}$;

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, $Sv(s \cdot Bq \cdot m^{-2})^{-1}$

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, $Sv \cdot a^{-1}$;

R_a : 个人年空气摄入量, $m^3 \cdot a^{-1}$;

G_3 : 吸入剂量转换因子, $Sv \cdot Bq^{-1}$;

(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：

D₄：食入污染食物产生的年待积有效剂量，Sv·a⁻¹；

G₄：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：

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

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：

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

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} ≤ T_i），s；这里取 T_{i,e} = T_i。

2.3 烟羽吸入剂量

事故时第 i 时段内下风向某距离处地面沉积所致有效剂量为：

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

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

表 6 各年龄组的空气摄入量（ $m^3 \cdot s^{-1}$ ）

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 集体有效剂量

作为保守的估计，考虑人口最多扇行方位内的集体有效剂量，则：

$$D_c = \sum_{i=1}^3 \sum_{r=1}^{12} [D_{i,n}^{imm}(x_r) + D_{i,n}^G(x_r) + \sum_a D_{i,n}^{inh,a}(x_r) \bullet f_a(x_r)] \bullet N_{r,\max} + 3 \sum_r [D_{4,n}^{imm}(x_r) + D_{4,n}^G(x_r) + \sum_a D_{4,n}^{inh,a}(x_r) \bullet f_a(x_r)] \bullet N_{r,\max} \dots\dots\dots (2.4)$$

式中， D_c 为评价区内事故释放所致的集体有效剂量，人·Sv；r 为评价子区径向编号， x_r 为子区到排放点的距离，m； f_a 为该子区 a 年龄组占人口的份额； $N_{r,\max}$ 为人口最多扇行方位径向编号 r 的子区内居民人数。

2.5 剂量转换因子

报告中各核素采用的剂量转换因子见表 7。

表 7 剂量转换因子

核素	吸入剂量转换因子，Sv/Bq				烟云浸没剂量转换因子， Sv/s·Bq·m ⁻³
	婴儿	幼儿	少年	成人	
Cr-51	2.60E-10	2.10E-10	6.60E-11	4.50E-11	1.52E-15
Mn-54	7.50E-09	6.20E-09	2.40E-09	1.50E-09	4.09E-14
Fe-55	4.20E-09	3.20E-09	1.40E-09	7.70E-10	0.00E+00
Fe-59	2.10E-08	7.10E-09	4.20E-09	4.20E-09	7.51E-14
Co-58	4.20E-08	9.00E-09	4.50E-09	3.10E-09	4.30E-14
Co-60	9.20E-08	8.60E-08	4.00E-08	3.10E-08	1.26E-13
Ni-63	4.80E-09	4.30E-09	1.70E-09	1.30E-09	0.00E+00
Zn-65	1.50E-08	1.00E-08	3.80E-09	2.20E-09	2.92E-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	3.80E-08	1.60E-08	1.20E-08	2.02E-14
Zr-95	2.40E-08	1.90E-08	8.30E-09	7.30E-09	3.49E-14
Nb-95	7.70E-09	5.90E-09	2.60E-09	1.80E-09	3.74E-14

Sr-90	4.20E-07	4.00E-07	1.80E-07	1.60E-07	9.83E-17
Cs-134	1.10E-08	5.20E-09	5.30E-09	6.60E-09	6.82E-14
Cs-137	8.80E-09	3.60E-09	3.70E-09	4.60E-09	3.53E-14
H-3	3.40E-10	1.40E-10	8.20E-11	4.50E-11	0.00E+00
C-14	6.10E-10	6.70E-10	3.60E-10	2.90E-10	0.00E+00
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	
Cr-51	3.50E-10	2.30E-10	7.80E-11	3.80E-11	3.11E-17
Mn-54	5.40E-09	3.10E-09	1.30E-09	7.10E-10	8.12E-16
Fe-55	7.60E-09	2.40E-09	1.10E-09	3.30E-10	0.00E+00
Fe-59	3.90E-08	7.50E-09	4.70E-09	1.80E-09	6.00E-16
Co-58	7.30E-09	2.60E-09	1.70E-09	7.40E-10	8.40E-16
Co-60	5.40E-08	1.70E-08	1.10E-08	3.40E-09	2.35E-15
Ni-63	1.60E-09	8.40E-10	2.80E-10	1.50E-10	0.00E+00
Zn-65	3.60E-08	1.60E-08	6.40E-09	3.90E-09	5.71E-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
Zr-95	8.50E-09	5.60E-09	1.90E-09	9.50E-10	1.49E-15
Nb-95	4.60E-09	3.20E-09	1.10E-09	5.80E-10	7.48E-16
Sr-90	2.30E-07	7.30E-08	8.00E-08	2.80E-08	1.11E-16
Cs-134	2.60E-08	1.30E-08	1.40E-08	1.90E-08	1.34E-15
Cs-137	2.10E-08	9.60E-09	1.00E-08	1.30E-08	3.15E-16
H-3	6.40E-11	3.10E-11	2.30E-11	1.80E-11	0.00E+00
C-14	1.40E-09	9.90E-10	8.00E-10	5.80E-10	0.00E+00

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



中国认可
检测
TESTING
CNAS L2664

QRD/5.10-2/D-0/2014

编号: (2017) 年 0014

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 剂量率、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 王瑞德

报告发送日期 2017 年 5 月 24 日



第 / 页 共 7 页

注 意 事 项

1. 报告无检测单位专用公章无效。
2. 复制报告未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。

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

QRD/5.10-2/D-0/2014

检 测 报 告

第 3 页 共 7 页

送检单位：湖南核工业宏华机械有限公司
地址：湖南省衡阳市珠晖区东阳渡镇宏华公司

样品描述：

地表 γ 辐射剂量率测量点位，4 个；
袋装气溶胶滤膜样品，4 个；
袋装土壤样品，每个约 2kg，共 4 个；
生物样品 4 个，分别为鸡肉样品 1 个，白菜样品 1 个，大米样品 2 个。
送样日期：2017 年 3 月 14 日 接收人员：毕克娜

分析方法及依据：

GB/T14583-1993 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》
GBT11743-2013 《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》
GB/T11713-2015 《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》
GB/T16145-1995 《生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》

分析仪器：

中国原子能科学研究院 YB-II 型剂量率仪，编号：A
美国 CANBERRA Gr3019 型 HPG γ 谱仪，编号：10881664

检测日期：2017 年 3 月 14 日 至 2017 年 4 月 19 日

检测报告

第 5 页 共 7 页

样品编号	原样品编号	气溶胶结果 单位: Bq/m ³								备注
		Sb-125	Cs-134	Cs-137	Sb-124	Co-58	Mn-54	Ag-110m	Co-60	
170447	710LRJ170301	<4.2×10 ⁻⁵	<1.4×10 ⁻⁵	<1.7×10 ⁻⁵	<1.3×10 ⁻⁴	<1.6×10 ⁻⁵	<1.7×10 ⁻⁵	<2.2×10 ⁻⁵	<2.3×10 ⁻⁵	南渡村王基组
170448	710LRJ170302	<3.8×10 ⁻⁵	<1.3×10 ⁻⁵	<1.5×10 ⁻⁵	<1.1×10 ⁻⁴	<1.4×10 ⁻⁵	<1.5×10 ⁻⁵	<2.1×10 ⁻⁵	<2.1×10 ⁻⁵	南渡村瓦屋组
170449	710LRJ170303	<3.8×10 ⁻⁵	<1.4×10 ⁻⁵	<1.6×10 ⁻⁵	<1.1×10 ⁻⁴	<1.5×10 ⁻⁵	<1.6×10 ⁻⁵	<2.2×10 ⁻⁵	<2.2×10 ⁻⁵	太山村对门冲组
170450	710LRJ170304	<4.7×10 ⁻⁵	<1.7×10 ⁻⁵	<1.8×10 ⁻⁵	<1.4×10 ⁻⁴	<1.9×10 ⁻⁵	<1.9×10 ⁻⁵	<2.8×10 ⁻⁵	<2.3×10 ⁻⁵	华联社区

分析者: 李斌

审核者: 王瑞峰

中国辐射防护研究所
核工业太原环境分析测试中心
提交报告日期: 2017年5月24日

检 测 报 告

第 6 页 共 7 页

样品编号	原样品编号	土壤样品结果 单位: Bq/kg								备 注
		Sb-125	Cs-134	Cs-137	Sb-124	Co-58	Mn-54	Ag-110m	Co-60	
170451	713LTR170301-1	<2.5	<0.87	1.23±0.19	<6.8	<0.89	<1.0	<1.2	<0.85	南鼓村王基组
170452	713LTR170301-2	<2.5	<0.88	1.36±0.20	<6.8	<0.88	<1.0	<1.2	<0.83	南鼓村王基组
170453	71GLTR170302	<2.2	<0.71	<0.76	<5.9	<0.79	<0.89	<1.1	<0.74	太山村对门冲组
170454	710LTR170303	<2.3	<0.79	1.03±0.16	<6.4	<0.80	<0.91	<1.1	<0.77	厂区周边

分析者: 李通

审核者: 王有军

中国辐射环境研究院
核工业太原环境分析测试中心
提交报告日期: 2017年6月24日



170454

QRD/5.10-2/D-0/2014

检 测 报 告

第 7 页 共 7 页

样品编号	原样品编号	生物样品结果 单位: Bq/kg 鲜								备 注
		Sb-125	Cs-134	Cs-137	Sb-124	Co-58	Mn-54	Ag-110m	Co-60	
170455	710LSR170301	<0.052	<0.017	<0.022	<0.17	<0.022	<0.022	<0.034	<0.025	鸡肉 南殿村南殿塘
170456	710LSC170302	<0.045	<0.015	0.025±0.005	<0.15	<0.020	<0.019	<0.030	<0.022	白菜 东阳村 9 组
170457	710LLS173333-1	<0.017	<0.0056	0.012±0.002	<0.062	<0.0071	<0.0070	<0.011	<0.0086	大米 东阳村 9 组
170458	710LLS173333-2	<0.016	<0.0053	0.013±0.002	<0.058	<0.0070	<0.0067	<0.011	<0.0081	大米 东阳村 9 组

分析者: 宋晓

审核者: 王瑞洁

中国辐射防护研究院
核工业太原环境分析测试中心
提交报告日期: 2017 年 5 月 24 日



中国认可

检测

TESTING

CNAS L2664

QRD/S.10-2/D-0/2014

编号: (2017) 年 0031

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 沉降灰
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 王玮皓

报告发送日期 2017 年 5 月 24 日



第 1 页 共 4 页

注 意 事 项

1. 报告无检测单位专用公章无效。
2. 复制报告未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。

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



QRD/5.10-2/D-0/2014

检 测 报 告

第 3 页 共 4 页

送检单位：湖南核工业宏华机械有限公司
地址：湖南省衡阳市珠晖区东阳渡镇宏华公司

样品描述：
瓶装沉降灰样品，共 4 个。

送样日期：2017 年 5 月 15 日 接收人员：毕克娜

分析方法及依据：

GB/T11743-2013 《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》
GB/T11713-2015 《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》

分析仪器：

美国 CANBERRA Gr3019 型 HPG γ 谱仪，编号：10881664

检测日期：2017 年 5 月 19 日 至 2017 年 5 月 23 日



QRD/5.10-2/D-0/2014

检 测 报 告

第 4 页 共 4 页

样品编号	原样品编号	沉降灰样品结果 单位: Bq/m ² ·天								备 注
		Sb-125	Cs-134	Cs-137	Sb-124	Co-58	Mn-54	Ag-110m	Co-60	
171159	710LCJ170501	<0.053	<0.016	0.021±0.005	<0.13	<0.015	<0.017	<0.024	<0.013	南鼓村王基组
171160	710LCJ170502	<0.025	<0.011	<0.011	<0.083	<0.0097	<0.0097	<0.015	<0.011	南鼓村瓦屋组
171161	710LCJ170503	<0.024	<0.010	<0.011	<0.080	<0.0093	<0.0093	<0.014	<0.0083	太山村对门冲组
171162	710LCJ170504	<0.024	<0.010	<0.010	<0.080	<0.0093	<0.010	<0.014	<0.0090	华联社区

分析者: 宋应书

审核者: 王瑞强

中国辐射防护研究院
核工业大隆环境分析测试中心
提交报告日期: 2017年5月14日

检测专用章

17-05-21

附件三非放环境检测报告



检 测 报 告

报告编号: HNQC[2017-06]015

项目名称: 湖南核工业宏华机械有限公司年度环境检测

检测类别: 委托检测

委托单位: 湖南核工业宏华机械有限公司

报告日期: 2017 年 6 月 13 日

湖南乾诚检测有限公司

(检测报告专用章)

报告专用章

说 明

- 1、 本报告无资质认定章、检验检测专用章和骑缝章无效。
- 2、 报告无编制人、审核人、签发人签名无效，报告涂改无效。
- 3、 委托单位自行采集送检的样品，仅对送检样品检测数据负责，
不对样品来源负责。
- 4、 报告未经本公司同意不得用于广告，商品宣传等商业行为。
- 5、 委托方对检测报告若有异议，须在收到报告后十日内向本公司
提出复检（不能保存的特殊样品除外），逾期不受理。
- 6、 复制本报告未加盖本公司公章无效。

实验室地址：郴州市苏仙区郴州大道湘南学院实验大楼五、六楼

邮编： 423000

电话： 0735-8889428

邮箱： czhk2015@163.com

一、基本信息

表 1-1 基本信息

委托单位	湖南核工业宏华机械有限公司	委托单位地址	/
检测类别	委托检测	委托日期	2017.6.9
采样日期	2017.6.9	检测日期	2017.6.9~2017.6.13

二、检测内容

表 2-1 检测内容

样品类别	检测项目	检测点位	检测频次
废气	烟尘、二氧化硫、氮氧化物、氟化物、废气排放量	黑色金属熔炼厂房烟囱	1 次/天, 监测 1 天
大气	颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、氟化物	附近村庄	1 次/天, 监测 1 天
废水	pH、COD、SS、氨氮、挥发酚、石油类、总铅、总锰、氟化物	废水总排口	1 次/天, 监测 1 天

三、检测分析方法

表 3-1 检测分析方法

检测项目	分析方法	标准编号	仪器与型号	标准方法 检出限
废气	烟尘	《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》 GB/T16157-1996	3012H 自动烟尘(气)测试仪	/
	二氧化硫	《固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法》 HJ/T57-2000	721-G 可见光光度计	15mg/m ³
	氮氧化物	《固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法》 HJ/T 43-1999	721-G 可见光光度计	/

检测项目		分析方法	标准编号	仪器与型号	标准方法 检出限
	氟化物	《大气固定污染源 氟化物的测定 离子 选择电极法》	HJ/T 67-2001	BANTE931 离子计	0.06mg/m³
大气	颗粒物	《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	0.001 mg/m³
	二氧化硫	《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/m³
	氮氧化物	《环境空气 氮氧化 物(一氧化氮和二氧化 氮)的测定—盐酸萘乙 二胺分光光度法》	HJ 479-2009	721-G 可见光光度 计	0.015mg/m³
	氟化物	《环境空气 氟化物 的测定 滤膜采样氟 离子选择电极法》	HJ 480-2009	BANTE931 离子计	0.0009mg/m³
废水 总排 口	pH	《水质 pH 值的测 定 玻璃电极法》	GB/T 6920-1986	PHS-3BW pH 计	/
	化学需氧量	《水质 化学需氧量的 测定 重铬酸盐法》	GB/T 11914-1989	滴定管	4mg/L
	悬浮物	《水质 悬浮物的测 定 重量法》	GB 11901-1989	CP214 万分之一天 平	/
	氨氮	《水质 氨氮的测 定 纳氏试剂分光光度 计》	HJ 535-2009	721-G 可见光光度 计	0.025mg/L
	挥发酚	《水质 挥发酚的测 定 4-氨基安替比林分 光光度法》	HJ 503-2009	721-G 可见光光度 计	0.01mg/L
	石油类	《水质 石油类和动 植物油的测定 红外 光度法》	HJ 637-2012	LT-21A 红外分光测 油仪	0.01mg/L
	总铅	《水质 铜、锌、铅、 镉的测定 原子吸收 分光光度法》	GB 7475-1987	AA-7000 原子吸收 分光光度计	0.01mg/L
	总锰	《水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光 度法》	GB 11911-1989	AA-7000 原子吸收 分光光度计	0.01mg/L
	氟化物	《水质 氟化物的测定 离子选择电极法》	GB7484-87	BANTE931 离子计	0.05mg/L

四、检测结果

表 4-1 废气检测结果

单位:mg/m³

监测点位	检测项目	检测结果	标准限值	是否合格
		2017.6.9		
黑色金属 熔炼厂房 烟囱	烟尘	19.6	50	是
	二氧化硫	108	550	是
	氮氧化物	66	240	是
	氟化物	1.37	9.0	是
	废气排放量	0.29t/a	/	/
执行标准		烟尘执行《炼钢工业大气污染物排放标准》(GB 28664-2012)； 二氧化硫、氮氧化物、氟化物执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1997)		
备注		检测结果小于检出限报最低检出限值加(L)		

表 4-2 大气检测结果

单位:mg/m³

监测点位	检测项目	检测结果	标准限值	是否合格
		2017.6.9		
附近村庄	颗粒物	0.016	0.3	是
	二氧化硫	0.057	0.15	是
	氮氧化物	0.063	0.1	是
	氟化物	0.002	0.007	是

执行标准	颗粒物、二氧化硫、氮氧化物执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)；氟化物执行《工业企业设计卫生标准》(TJ 36-79)
备注	检测结果小于检出限报最低检出限值加(L)

表 4-3 废水检测结果

单位:mg/L; pH:无量纲

监测点位	检测项目	检测结果	标准限值	是否合格
		2017.6.9		
废水总排口	pH	8.21	6-9	是
	化学需氧量	26	50	是
	悬浮物	9.3	30	是
	氨氮	1.038	5	是
	挥发酚	0.0023	/	/
	石油类	0.038	3	是
	总铅	0.01 (L)	/	/
	总锰	0.01 (L)	/	/
	氟化物	0.26	10	是
执行标准		《钢铁工业水污染物排放标准》(GB 13456-2012)		
备注		检测结果小于检出限报最低检出限值加(L)		

*****报告结束*****

报告编制: 任静

审核: 任静

签发: 任静

日期: 2017.6.13

日期: 2017.6.13

日期: 2017.6.13

