

表 1 项目基本情况

建设项目名称		衡阳金新莱孚新材料有限公司旧址放射性退役项目			
建设单位		衡阳金新莱孚新材料有限公司			
法人代表	陈巍	联系人	曹亮	联系电话	13873481720
注册地址		衡阳市珠晖区松家村 1 号			
项目建设地点		衡阳市珠晖区松家村 1 号			
立项审批部门			批准文号		
建设项目总投资 (万元)	—	项目环保投资 (万元)	—	投资比例(环保 投资/总投资)	—
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	36666
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
涉及伴生放射性矿物资源的废渣处置					
项目概述:					
一、项目背景					
<p>衡阳金新莱孚新材料有限公司于 1993 年 12 月成立, 1995 年 3 月投产, 生产线原设置在东阳渡二七二厂内, 主要从事稀有金属钽与铌的化合物及氟化物的生产和自营进出口。为扩大生产规模, 2003 年 3 月公司由二七二厂内整体搬迁至衡阳市珠晖区松家村 1 号。为进一步扩大生产规模和生产能力, 公司在松木工业园区购地新建厂房, 原有厂址(衡阳市珠晖区松家村 1 号)进行退役。</p> <p>由于钽铌矿矿石中伴生放射性核素, 根据《衡阳金新莱孚新材料有限公司年产 400t 氟钽酸钾、200t 氧化钽、200t 氧化铌生产线项目辐射环境影响报告表》(核工业二三〇研究所编制), 在公司生产期间产生的废渣中铀(钍)系单个核素含量超过 1 贝可/克(1Bq/g), 依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录(第一批)》, 原有厂址(衡阳市珠晖区松家村 1 号)退役涉及伴生放射性矿物资源的废渣处置, 衡阳金新莱孚新材料有限公司委托核工业二三〇研究所进行旧址放射性退役环境影响评价。</p>					

二、退役厂址概况

2.1 退役厂址原有产品规模

衡阳金新莱孚新材料有限公司退役厂址设计产品规模为 80t/a 氟钽酸钾、50t/a 氧化钽、80t/a 氧化铌。

2.2 退役厂址原有主要设备

退役厂址原有主要设备见表 1-1。场址内原有设备将全部拆除并运至松木工业园区厂房内；搬迁后，部分设备将被淘汰，其他大部分设备经过维护保留。

表 1-1 退役厂址原有主要设备一览表

序号	名称	型号	数量(台)	备注
1	配电设施	400KVA 变压器及配套设施	1	搬迁后淘汰
2	锅炉	1t/h	1	搬迁后淘汰
3	行车	2t	1	搬迁后保留
4	分解槽	7m ³	7	搬迁后保留
5	摆线针轮减速器	9000 系列 XW1 型	7	搬迁后保留
6	液下泵	100YW110-10	2	搬迁后保留
7	厢式压滤机	X06MY200/100	1	搬迁后保留
8	风机	5.5KW	3	搬迁后保留
9	耐腐蚀耐磨化工泵	5.5KW	2	搬迁后保留
10	淋洗塔		2	搬迁后保留
11	氢氟酸储槽	30m ³	2	搬迁后保留
12	氢氟酸储槽	10m ³	2	搬迁后淘汰
13	硫酸储槽	20t	2	搬迁后保留
14	矿萃槽		2	搬迁后保留
15	负有储槽	4m ³	2	搬迁后保留
16	调酸储槽	5m ³	2	搬迁后保留
17	厢式压滤机	X06MY80/1000UK	1	搬迁后保留
18	真空设备		3	搬迁后保留
19	空气压缩机			搬迁后保留
20	化工泵		8	搬迁后保留
21	单级电机		30	搬迁后保留
22	清萃槽		2	搬迁后保留
23	钽液储槽	5m ³	3	搬迁后保留
24	铌液储槽	5m ³	3	搬迁后保留
25	减速器	3KW	3	搬迁后保留
26	转化槽	3m ³	2	搬迁后保留
27	离心机	SS600 衬胶三足式	1	搬迁后保留
28	母液储槽	10m ³	2	搬迁后保留
29	纯水设备	10t/h	1	搬迁后保留
30	纯水储槽	10 m ³	3	搬迁后保留

序号	名称	型号	数量(台)	备注
31	水泵		2	搬迁后保留
32	厢式压滤机	X60MY80/1000UK	3	搬迁后保留
33	烘干炉		2	搬迁后保留
34	箱式电炉	HLX-13E	1	搬迁后保留
35	箱式电炉	SX2-4-10	1	搬迁后保留
36	煅烧炉		2	搬迁后保留
37	磨筛机		3	搬迁后保留
38	中转槽		4	搬迁后保留
39	其他储槽		20	搬迁后保留
40	WCT 光谱投影仪		1	搬迁后保留
41	电子天平		1	搬迁后保留
42	马弗炉		2	搬迁后保留
43	制样机		2	搬迁后保留
44	分光光度仪		2	搬迁后保留
45	废水处理设施		1	搬迁后保留

2.3 退役厂址原生产工艺概述

经过磨细后的钽铌矿，在氢氟酸（HF）、硫酸（H₂SO₄）作用下分解，分解料浆加入循环有机（仲辛醇），通过混合萃取，将钽、铌萃取到有机相中，形成负载有机。将矿萃所得负载有机经 3.25mol/L 硫酸溶液洗涤，加入内有 1.25mol/L 硫酸溶液反铌（Nb）槽中。钽（Ta）进入有机相中，形成含钽有机，铌全部进入硫酸溶液中，生产铌液；铌液通入氨气中和后生产氢氧化铌浆体。再通过过滤、洗涤、烘干、煅烧后制得氧化铌（Nb₂O₅），钽液加入氯化钾，加热转化结晶，经过抽滤、烘干，得到氟钽酸钾（K₂TaF₇）产品。具体工艺如下：

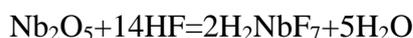
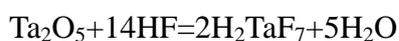
（1）球磨车间工艺

工艺说明：钽铌矿经过雷蒙磨磨细成矿粉。

（2）分解车间工艺

工艺说明：将钽铌矿粉投入分解槽，再在分解槽中加入氢氟酸（6mol/L）、硫酸（3mol/L），将钽铌矿粉在氢氟酸、硫酸作用下起反应，成为分解料浆。分解产生氟化氢气体经石墨冷凝器、淋洗塔淋洗，大部分氟化氢气体冷凝、淋洗下来生成低浓度氢氟酸（返回利用），极少量氟化氢气体排空。

主要化学反应式：



(3) 矿萃车间工艺流程

工艺说明：分解料浆进入矿萃槽，矿萃槽中加入有机萃取剂（仲辛醇），通过混合萃取，将钽铌萃取到有机中，形成负载有机。矿萃产生残浆经过压滤机压滤，清液返回分解车间做投矿使用，产生少量渣送至贮存场地存放。

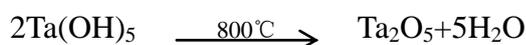
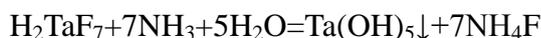
(4) 清萃车间工艺流程

工艺说明：将矿萃所得负载有机加入清萃槽，首先经过酸洗槽，酸洗槽中配有 3.25mol/L 低浓度硫酸，把负载有机中杂质洗掉，再经过反铌槽，反铌槽中有低浓度试剂 1.25mol/L 硫酸。在反铌槽中，钽进入有机相中，形成含钽有机，铌液全部进入硫酸溶液中，生产铌液，含钽有机再进入反钽槽，反钽槽中再加入纯水，在纯水作用下，将钽从有机相中反下来，溶液生成纯钽液。

(5) 钽沉淀、烘干、煅烧车间工艺流程

工艺流程：钽液进入钽液中和槽，再通入液氨中和产生氢氧化钽浆体，再通过过滤、洗涤、烘干、煅烧后得到氧化钽产品。

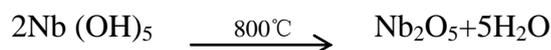
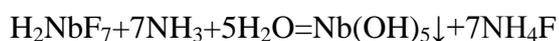
主要化学反应式：



(6) 铌沉淀、烘干、煅烧车间工艺流程

工艺流程：铌液进入铌液中和槽，再通入液氨中和产生氢氧化铌浆体，再通过过滤、洗涤、烘干、煅烧后得到氧化铌产品。氟化铵通过三级吹脱脱氨后再采用“鸟粪石沉淀、石灰乳和聚合硫酸铝沉淀法”处理，最后排入松木污水处理厂。

主要化学反应式：



(7) 氟钽酸钾车间工艺流程

工艺说明：钽液进入转化槽，在转化槽中加入氯化钾，通过蒸汽升温，转化结晶，再经过抽滤、烘干，得到氟钽酸钾产品。产生的 HCl 有 80% 通过石灰中和后溶解于循环泵循环水中，20% 被循环泵带出。

主要化学反应式：

三、 退役场址内现状

衡阳金新莱孚新材料有限公司衡阳市珠晖区松家村 1 号厂址于 2016 年 6 月已停止生产，由于松木工业园区内生产厂址正在建设，目前拟搬迁设备仍放置于现有厂址内。根据衡阳市珠晖区松家村 1 号厂址调查报告，该厂址内非放射性元素分析数据中，大气、土壤、噪声等各检测数据均低于国家相关标准限值要求。因此本次退役评价主要针对该厂址内放射性环境。

通过向衡阳金新莱孚新材料有限公司核实（见附件 5）：

该公司 2010 年 3 月以前的矿萃渣（放射性废物）由宁夏东方钽业股份有限公司、株洲硬质合金集团有限公司、广西有色栗木矿业有限公司等多家企业回收提炼其它金属材料；2010 年 3 月至 2016 年 6 月生产期间共产生约 55 吨矿萃渣。

退役场址生产期间产生的中和渣约 2500m³，全部存放于废水中和渣堆放池内。

表 2 评价依据

<p>法规文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订，2015 年 1 月 1 日起施行）； 2、《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 253 号令，1998 年 11 月 29 日起施行）； 3、《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年 9 月 1 日起施行）； 4、《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年颁布，2003 年 10 月 1 日起施行）； 5、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令，2014 年 7 月 29 日修订施行）； 6、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环保部令第 33 号，2015 年 6 月 1 日起施行）； 7、《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录（第一批）》环办[2013]12 号； 8、《城市放射性废物管理办法》（原国家环境保护总局第 239 号令，1987 年 7 月 16 日）。
<p>技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2011）； 2、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 3、《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）； 4、《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）； 5、《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）； 6、《土壤环境质量标准》（GB 15618-1995）； 7、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）； 8、《地下水质量标准》（GB/T14848-93）； 9、《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-1993）； 10、《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）。
<p>其它</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、委托书（见附件 1）； 2、建设单位提供的与本项目相关的其他资料。

表 3 保护目标与评价标准

<p>评价范围</p> <p>根据《衡阳金新莱孚新材料有限公司衡阳市珠晖区松家村 1 号厂址环境质量调查报告》，由于场址周边 γ 辐射剂量率监测值均属于衡阳市天然 γ 辐射剂量率水平，因此本次评价主要针对厂址内受到天然放射性核素影响的区域，评价范围为衡阳市珠晖区松家村 1 号场址内。</p>			
<p>保护目标</p> <p>本项目完成退役后，项目厂址达到无限制开放使用要求。根据厂址及周边氡浓度监测结果，厂址及周边环境中氡浓度与周边环境本底处于同一水平，因此本项目主要环境保护目标为退役施工阶段的施工人员。</p>			
<p>评价标准</p> <p>1、职业照射剂量限值</p> <p>按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中表 6-1 附录 B1 规定，职业照射剂量限值为：</p> <p>a、由审管部门决定的连续五年的年平均有效剂量(但不作任何追溯性平均)，20mSv；</p> <p>b、任何一年中的有效剂量，50mSv；</p> <p>c、眼晶体的年当量剂量，150mSv；</p> <p>d、四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。</p> <p>2、项目管理目标值</p> <p>参考《铀矿冶辐射防护 and 环境保护规定》（GB23727-2009）和《铀矿冶辐射防护规定》（EJ993-2008）、GBZ/T 233-2010《锡矿山工作场所放射卫生防护标准》，并依据项目退役治理过程的特殊性，确定本次退役施工过程中职业照射剂量约束值为 10mSv/a。</p> <p>3、水体中放射性浓度限值</p> <p>本项目根据《铀矿冶辐射防护 and 环境保护规定》（GB23727-2009）和《地下水质量标准》（GB/T14848-93）III类，外排流出水中放射性核素浓度限值见表 3-1。</p>			
<p>表 3-1 排放废水浓度限值</p>			
水环境状况	放射性核素	单位	废水排放口浓度限值
有稀释能力的受纳水体	$U_{\text{天然}}$	mg/L	0.3
	^{226}Ra	Bq/L	1.1
	总 α	Bq/L	0.1
	总 β	Bq/L	1.0

4、贯穿辐射剂量率控制值

根据《湖南省环境天然放射性水平调查研究报告—1995年》衡阳市 γ 辐射剂量率平均值为0.07~0.20 $\mu\text{Gy/h}$ ，对于达到无限制开放使用深度的场址，其治理后的 γ 辐射剂量率按照不超过0.20 $\mu\text{Gy/h}$ 进行控制。

5、土壤中放射性核素控制值

根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009)和《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》(GB14586-93)，本项目厂址内土地去污后，土壤中 ^{226}Ra 含量平均值按照不超过0.18Bq/g(180Bq/kg)控制。

6、放射性表面污染控制水平

根据《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》(GB14586-1993)中相应规定，建筑物等的非固定 α 、 β 放射性表面污染在食品工业以外的一般工业使用的控制水平为 $\leq 0.08\text{Bq/cm}^2$ 。

表 4 环境质量现状

环境质量现状

一、项目环境质量现状

为掌握项目厂址放射性环境质量现状，核工业二三〇研究所于 2016 年 9 月 3 日~9 月 5 日组织技术人员对本项目评价范围内开展了环境现状监测。

二、监测内容

2.1 土壤放射性检测

检测项目： ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 。

布点数量：40 个，按照 30m×30m 网格布点。

采样方法：工业场地取样深度为每隔 20cm 取一个样，取至 60cm 深处并进行分析，另留存一定深度的土壤样，以备补充分析。

2.2 空气监测：

监测项目：氡。

布点数量：4 个。

2.3 水： ^{238}U 、 ^{226}Ra 、总 α 、总 β ，pH。

2.4 γ 辐射剂量率：按照 10m×10m 布点，每个点监测三次。

2.5 α 、 β 表面沾污：每个独立建构（筑）物不少于 5 个测点。

三、质量保证

3.1 测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门检定的合格证书，并有良好的日常质量控制程序；

3.2 监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗；

3.3 数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

四、监测结果

4.1 土壤、废渣、底泥放射性检测结果

详细检测结果见表 4-1、4-2、4-3。根据检测分析结果：

(1) 本次检测 40 个土壤样品中的放射性核素， ^{238}U 比活度范围值为 21.7~251.4Bq/kg、 ^{226}Ra 比活度范围值为 39.5~248.3 Bq/kg、 ^{232}Th 比活度范围值为 34.3~124.9 Bq/kg，其中厂址内废水中和区南侧、老中和厂房南侧土壤中 ^{226}Ra 比活度超

过《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》(GB14586-93)控制值 0.18Bq/g, 需要进行清挖。

(2) 中和渣样中的 ^{238}U 比活度为 261.3 Bg/kg、 ^{226}Ra 比活度为 176.1Bg/kg、 ^{232}Th 比活度为 349.4Bg/kg; 中和渣收集池 γ 辐射剂量率监测结果为 0.27 $\mu\text{Gy/h}$ (见表 4-6), 超过衡阳市天然 γ 辐射剂量率水平 (依据《湖南省环境天然放射性水平调查研究报告—1995 年》衡阳市 γ 辐射剂量率平均值为 0.07~0.20 $\mu\text{Gy/h}$)。根据中和渣中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 放射性核素分析数据和中和渣收集池 γ 辐射剂量率监测结果, 可知中和渣中天然放射性核素含量高于衡阳市土壤中天然放射性核素含量, 为使退役场址达到无限制开放使用要求, 必须对场址内中和渣进行清挖。

(3) 矿萃渣中的 ^{238}U 比活度为 17660.5Bg/kg、 ^{226}Ra 比活度为 20414.3Bg/kg、 ^{232}Th 比活度为 17363Bg/kg, 由于单个放射性核素比活度检测结果高于 1Bq/g, 根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素浓度活度》(GB27742-2011), 矿萃渣属于放射性废物, 需进行清挖并按照放射性废物进行处置。

(4) 本次检测 2 个底泥样品中的放射性核素, ^{238}U 比活度范围值为 127.1~133.4Bg/kg、 ^{226}Ra 比活度范围值为 121.2~129.0Bg/kg、 ^{232}Th 比活度范围值为 47.3~58.1Bg/kg。废水池底泥是退役厂址生产期间产生的工业固废, 为达到该退役厂址无限制开放使用要求, 厂址内废水池底泥必须进行清挖。

表 4-1 土壤放射性核素检测结果 (单位: Bq/kg)

序号	点位名称	^{238}U	^{226}Ra	^{232}Th
1	废水沉淀池西侧 (深 20cm)	129.7	139.4	100.3
2	废水沉 池西侧 (深 40cm)	130.1	107.1	88.1
3	废水沉淀池西侧 (深 60cm)	121.2	101.5	84.1
4	废水沉淀池东南侧 (深 20cm)	162.7	106.6	89.3
5	废水沉淀池东南侧 (深 40cm)	90.9	74.4	76.7
6	废水沉淀池东南侧 (深 60cm)	65.4	69.3	78.2
7	矿萃渣暂存间东北侧 (深 20cm)	131.6	120.5	85.4
8	矿萃渣暂存间东北侧 (深 40cm)	125.3	95.9	83.5
9	矿萃渣暂存间东北侧 (深 60cm)	110.2	69.3	78.6
10	中和渣收集池西南侧 (深 20cm)	161.9	149.5	80.0

11	中和渣收集池西南侧（深 40cm）	124.1	118.2	68.2
12	中和渣收集池西南侧（深 60cm）	98.2	100.5	57.4
13	废水中和区南侧（深 20cm）	230.1	213.0	124.9
14	废水中和区南侧（深 40cm）	197.3	125.7	85.5
15	废水中和区南侧（深 60cm）	189.8	111.4	90.9
16	老中和厂房南侧（深 20cm）	251.4	248.3	108.4
17	老中和厂房南侧（深 40cm）	101.0	214.8	96.6
18	老中和厂房南侧（深 60cm）	93.1	230.6	95.1
19	材料仓库东侧（深 20cm）	4.8	63.8	73.1
20	材料仓库东侧（深 40cm）	52.6	55.6	68.1
21	材料仓库东侧（深 60cm）	48.2	42.8	59.9
22	沉淀车间东南侧（深 20cm）	47.1	60.2	58.1
23	沉淀车间东南侧（深 40cm）	36.8	45 2	38.5
24	沉淀车间东南侧（深 60cm）	21.7	39.5	34.3
25	碎矿储矿间（深 20cm）	221.5	81.4	62.9
6	碎矿储矿间（深 40cm）	205.3	78.9	44.7
27	闲置厂房东侧（深 20cm）	59.6	73.2	74.1
28	闲置厂房东侧（深 40cm）	50.7	66.8	57.6
29	酸化车间南侧（深 20cm）	36.2	72.5	64.5
30	酸化车间南侧（深 40cm）	76.2	100.2	89.1
31	分析化验室西侧（深 20cm）	48.2	65.3	58.7
32	分析化验室西侧（深 40cm）	42.6	58.8	44.6
33	锅炉房东南侧（深 20cm）	181.7	142.3	83.4
34	锅炉房东南侧（深 40cm）	155.3	118.2	78.5
35	食堂西北侧 60m 处（深 20cm）	81.7	42.3	63.4
36	食堂西北侧 60m 处（深 40cm）	65.1	39.6	55.3
37	中和渣收集池东北侧 50m 处（深 20cm）	48.1	63.5	78.2

38	中和渣收集池东北侧 50m 处 (深 40cm)	33.8	62.4	57.1
39	废水沉淀池北侧 (深 20cm)	57.7	67.2	54.7
40	废水沉淀池北侧 (深 40cm)	48.6	58.9	47.5

表 4-2 废渣放射性核素检测结果 (单位: Bq/kg)

序号	点位名称	^{238}U	^{226}Ra	^{232}Th
1	矿萃渣	17660.5	20414.3	17363.0
2	中和渣	261.3	176.1	349.4

表 4-3 底泥放射性核素检测结果 (单位: Bq/kg)

序号	点位名称	^{238}U	^{226}Ra	^{232}Th
1	中和废水池底泥	133.4	129.0	47.3
2	厂区废水池底泥	127.1	121.2	58.1

4.2 水体中放射性核素检测结果

水检测结果见表 4-4。

表 4-4 水检测结果 (单位: Bq/L, pH 无量纲)

序号	点位名称	pH	$\text{U}_{\text{天然}}$	^{226}Ra	总 α	总 β
1	厂区废水池	8.07	0.0137	0.0074	0.041	0.077
2	厂区外排口	7.69	0.0121	0.0015	0.028	0.032

本次检测的 2 个水样中放射性核素, $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 监测结果符合《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009) 中外排流出水中放射性核素浓度和接纳水体第一取水点的浓度限值要求。pH、总 α 、总 β 符合《地下水质量标准》(GB/T14848-93) III 类限值要求。

4.3 空气中氡浓度

空气中氡浓度检测结果见表 4-5。

表 4-5 空气中氡浓度检测结果 (单位: Bq/m³)

检测点位	氡浓度
厂址东侧	8.4
厂址南侧	6.5
厂址西侧	7.3
厂址北侧	9.2

根据表 4-5 可知, 项目厂址内氡浓度属于衡阳市氡浓度天然本底水平。

4.4 γ 辐射剂量率

(1) 退役厂址 γ 辐射剂量率

本次检测的 71 个点位中，大部分监测点位监测数据属于衡阳市天然 γ 辐射剂量率水平（依据《湖南省环境天然放射性水平调查研究报告—1995 年》衡阳市 γ 辐射剂量率平均值为 0.07~0.20 μ Gy/h），部分区域超过天然 γ 辐射剂量率水平。超过天然 γ 辐射剂量率水平的区域主要集中在原材料加工车间和矿萃渣临时贮存场所，主要是受到放射性粉尘或废渣的沾污。

详细检测数据见表 4-6。

表 4-6 γ 辐射剂量率检测结果 单位：uGy/h

测量地点	监测值			平均值
门卫室门前	0.12	0.08	0.10	0.10
行政办公楼前	0.14	0.12	0.12	0.13
产品车间	0.17	0.18	0.18	0.18
产品车间西	0.18	0.17	0.17	0.17
产品车间南	0.19	0.16	0.18	0.18
产品车间东	0.15	0.14	0.14	0.14
材料仓库	0.16	0.17	0.17	0.17
材料仓库西	0.18	0.17	0.18	0.18
材料仓库东	0.16	0.14	0.16	0.15
闲置厂房	0.21	0.19	0.18	0.19
闲置厂房西	0.20	0.18	0.18	0.19
闲置厂房东	0.24	0.26	0.26	0.25
老中和厂房	0.35	0.36	0.38	0.36
老中和厂房西	0.28	0.29	0.31	0.29
老中和厂房南	0.33	0.31	0.32	0.32
老中和厂房东	0.28	0.26	0.27	0.27
碎矿储矿间	0.35	0.33	0.32	0.33
碎矿储矿间北	0.32	0.33	0.31	0.32
碎矿储矿间西	0.21	0.22	0.21	0.21
碎矿储矿间东	0.16	0.15	0.13	0.15
酸化车间	0.23	0.22	0.20	0.22
酸化车间西	0.18	0.19	0.19	0.19
酸化车间南	0.15	0.16	0.18	0.16

酸化车间东	0.21	0.19	0.21	0.20
煅烧萃取车间	0.24	0.24	0.23	0.24
煅烧萃取车间西	0.15	0.14	0.16	0.15
煅烧萃取车间南	0.32	0.36	0.35	0.34
沉淀车间	0.32	0.35	0.33	0.33
沉淀车间南	.31	0.33	0.31	0.32
沉淀车间东	0.28	0.25	0.27	0.27
生产办公楼前	0.16	0.15	0.14	0.15
生产办公楼东北 30m	0.14	0.13	0.13	0.13
生产办公楼东北 60m	0.12	0.14	0.13	0.13
分析化验室西北 20m	0.13	0.15	0.14	0.14
分析化验室北	0.15	0.16	0.17	0.16
分析化验室	0.16	0.15	0.15	0.15
分析化验室东南	0.16	0.17	0.1	0.17
分析化验室东南 30m	0.13	0.16	0.15	0.15
分析化验室东南 50m	0.12	0.15	0.15	0.14
锅炉房南 10m	0.11	0.13	0.14	0.13
锅炉房东 20m	0.12	0.13	0.15	0.13
矿萃渣暂存间	0.18	0.17	0.19	0.18
食堂门前	0.16	0.15	0.15	0.15
食堂北 10m	0.14	0.13	0.11	0.13
食堂北 30m	0.11	0.13	0.14	0.13
食堂北 60m	0.16	0.14	0.14	0.15
食堂北 100m	0.14	0.12	0.11	0.12
中和渣收集池	0.25	0.27	0.28	0.27
中和渣收集池东 20m	0.17	0.18	0.19	0.18
中和渣收集池东北 30m	0.21	0.19	0.19	0.20
中和渣收集池北 30m	0.19	0.17	0.18	0.18
废水沉淀池	0.18	0.17	0.19	0.18
废水沉淀池北	0.16	0.13	0.14	0.14
废水沉淀池西	0.14	0.13	.13	0.13
废水沉淀池南	0.25	0.26	0.24	0.25
废水沉淀池东	0.16	0.13	0.14	0.14
矿萃渣暂存间	3.81	3.62	3.65	3.69
矿萃渣暂存间东北 10m	0.19	0.17	0.15	0.17

矿萃渣暂存间东	0.23	0.25	0.24	0.24
矿萃渣暂存间南	0.24	0.23	0.23	0.23
矿萃渣暂存间西	0.21	0.22	0.23	0.22
废水中和区	0.21	0.20	0.22	0.21
废水中和区北	0.23	0.20	0.22	0.22
废水中和区东	0.21	0.21	0.18	0.20
废水中和区南	0.20	0.18	0.19	0.19
废水中和区西	0.16	0.17	0.19	0.17
废水中和区西 30m	0.13	0.16	0.15	0.15
厂区废水池东	0.12	0.10	0.15	0.14
厂区废水池南	0.16	0.13	0.14	0.14
厂区废水池西	0.14	0.15	0.15	0.15
厂区废水池北	0.15	0.14	0.14	0.14

(2) 厂址周边 γ 辐射剂量率

根据场地调查报告，治理厂址周边 γ 辐射剂量率监测值属于衡阳市天然 γ 辐射剂量率水平（依据《湖南省环境天然放射性水平调查研究报告—1995 年》衡阳市 γ 辐射剂量率平均值为 0.07~0.20 μ Gy/h）。监测数据见表 4-7。

表 4-7 场址周边 γ 辐射剂量率检测结果 单位：uGy/h

测量地点	监测值			平均值
西北侧山地	0.12	0.14	0.11	0.12
北侧山地	0.13	0.14	0.13	0.13
东北侧山地	0.14	0.10	0.13	0.12
东侧山地	0.11	0.10	0.13	0.11
西侧道路	0.14	0.12	0.11	0.13
西南侧道路	0.14	0.10	0.09	0.11
东南侧道路	0.11	0.11	0.13	0.11
东南侧菜地	0.12	0.11	0.11	0.11

4.5 α 、 β 表面沾污

本次检测 α 、 β 表面沾污共 117 个点位，除分解车间、碎矿（储矿）车间、矿萃渣暂存库外各监测点位监测数据均低于 0.08Bq/cm²。分解车间、碎矿（储矿）车间、矿萃渣暂存库监测数据超过 0.08Bq/cm²，与 γ 辐射剂量率监测结果基本一致，主要是受到放射性粉尘或废渣的沾污。详细监测结果见表 4-8。

表 4-8 厂址内建（构）筑物的污染情况 α 、 β 表面沾污水平

序号	名称	α 表面污染水平 Bq/cm ²						β 表面污染水平 Bq/cm ²					
		地面			墙壁			地面			墙壁		
		测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值
1	化验室	3	0.019~0.040	0.030	7	0~0.007	0.001	3	0.037~0.066	0.053	7	0.011~0.019	0.014
2	清萃车间 1 楼	3	0.013~0.025	0.019	6	0~0.016	0.005	3	0.031~0.052	0.039	6	0.009~0.033	0.018
3	清萃车间 2 楼	6	0.005~0.032	0.018	15	0.001~0.060	0.010	6	0.025~0.066	0.047	15	0.015~0.077	0.037
4	煅烧车间	2	0.005~0.009	0.007	9	0.005~0.040	0.012	2	0.024~0.038	0.031	9	0.020~0.068	0.033
5	产品车间	4	0.022~0.040	0.029	10	0.003~0.009	0.006	4	0.035~0.069	0.051	10	0.012~0.028	0.017
6	分解车间	2	0.013~0.312	0.163	7	0.015~0.361	0.089	2	0.052~0.593	0.323	7	0.033~0.771	0.203
7	纯水车间	2	0.004~0.006	0.005	4	0.005~0.030	0.015	2	0.019~0.027	0.023	4	0.012~0.049	0.031
8	酸化车间	2	0.025~0.027	0.026	3	0.008~0.012	0.010	2	0.033~0.051	0.042	3	0.015~0.034	0.029
9	碎矿（储矿）车间	2	0.071~0.132	0.102	6	0.083~0.282	0.166	2	0.113~0.272	0.193	6	0.116~0.413	0.269
10	矿萃渣暂存库	2	0.116~0.132	0.124	4	0.023~0.031	0.026	2	0.359~0.387	0.373	4	0.034~0.043	0.039
11	闲置厂房	2	0.002~0.004	0.003	4	0.001~0.004	0.002	2	0.003~0.004	0.004	4	0.003~0.006	0.004
12	材料仓库	2	未检出	未检出	4	未检出	未检出	2	未检出	未检出	4	未检出	未检出
13	办公楼	2	未检出	未检出	4	未检出	未检出	2	未检出	未检出	4	未检出	未检出

表 5 项目工程分析与源项

退役项目工程分析

一、退役治理流程

衡阳金新莱孚新材料有限公司衡阳市珠晖区松家村1号厂址退役流程及产污节点图见图5-1。

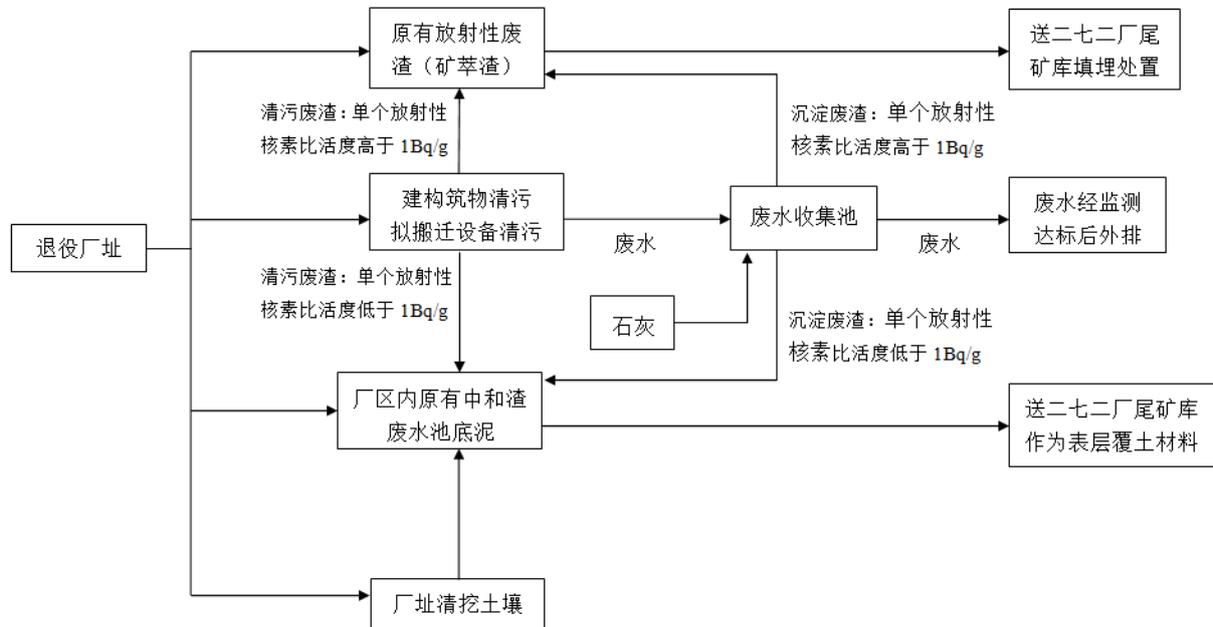


图5-1 项目厂址退役流程及放射性污染物产污节点图

二、主要污染源

根据《衡阳金新莱孚新材料有限公司衡阳市珠晖区松家村1号厂址环境质量调查报告》，为确保本项目退役厂址达到无限制开放使用要求，确定本项目退役施工阶段主要污染源项为：厂区内原有矿萃渣（放射性废物）、原有中和渣、受污染土壤清挖废渣、建构筑物清污废渣和废水、拟搬迁设备清污废渣和废水、废水池底泥。

2.1 原有矿萃渣

根据场地调查结果，本项目矿萃渣中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 单个放射性核素比活度高于 1Bq/g ，属于放射性废物。根据向建设单位核实，目前场址内矿萃渣暂存于厂区东北侧矿萃渣暂存间内，暂存废渣 55 吨。

2.2 厂址内原有中和渣

本项目厂址营运期间产生的中和渣全部存放于废水中和渣堆放池内，根据估算约为 2500m^3 (约 8250t)。中和渣样中的 ^{238}U 比活度为 261.3Bg/kg 、 ^{226}Ra 比活度为 176.1Bg/kg 、

^{232}Th 比活度为349.4Bq/kg;中和渣收集池 γ 辐射剂量率监测结果为0.27 $\mu\text{Gy/h}$ (见表4-6),超过衡阳市天然 γ 辐射剂量率水平(依据《湖南省环境天然放射性水平调查研究报告—1995年》衡阳市 γ 辐射剂量率平均值为0.07~0.20 $\mu\text{Gy/h}$)。根据中和渣中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 放射性核素分析数据和中和渣收集池 γ 辐射剂量率监测结果可知,中和渣中天然放射性核素含量高于衡阳市土壤中天然放射性核素含量,为使退役场址达到无限制开放使用要求,必须对场址内中和渣进行清挖。

2.3 厂区清污

(1) 建构筑物清污废渣和废水

由于衡阳金新莱孚新材料有限公司与珠晖区衡阳财经工业学院扩建项目建设协调指挥部已签订的《衡阳财工院扩建项目企业土地房屋征收补偿协议书》(见附件6)中约定,厂址内现有厂房、办公楼等所有建筑必须保证现有的整体情况,结合 α 、 β 表面沾污监测结果,本项目需要对部分厂房进行放射性清污。

根据场地调查结果,分解车间、碎矿(储矿)车间、矿萃渣暂存库 α 、 β 表面沾污监测数据超过0.08Bq/cm², γ 辐射剂量率水平超过天然本底范围需要进行清污。

清污过程中首先对建构筑物表面残留的粉尘及废渣进行清理,将产生的清理废渣集中堆放,然后对建构筑物进行清洗。

清洗过程中产生的清洗废水分别利用分解车间的分解池,碎矿(储矿)车间的矿粉收集池、矿萃渣暂存库旁的废水收集池进行收集。收集后的废水采用石灰沉淀处理,经分析监测达标后外排。

(2) 厂址内受污染土壤

根据场地调查结果,厂址内废水中和区南侧、老中和厂房南侧土壤中 ^{226}Ra 含量平均值超过《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》(GB14586-93)控制值0.18Bq/g,需要进行清污。清污措施如下:

①废水中和区南侧以土壤检测点位为中心,对周边10m×10m正方形范围内土壤进行清挖,挖深0.4m。预计产生废弃物40m³(约108t)。

②老中和厂房南侧根据现场情况,确定清挖范围为老中和厂房西侧及东南侧4m×3m的范围,由于该处60cm以下已进行水泥固化,因此该处清挖深度确定为60cm。预计产生废弃物12m³(约32.4t)。

(3) 废水池底泥

废水池底泥是退役厂址生产期间产生的工业固废,为达到该退役厂址无限制开放使用要求,该厂址内废水池底泥需要进行清挖,根据估算废水池底泥清挖过程中将产生废

弃物 20m³ (约 28t)。

(4) 拟搬迁设备清污废渣和废水

本项目厂址内原有设备将全部拆除并运至松木工业园区厂房内，由于该厂址内设备主要用于放射性伴生矿的生产加工，为避免受到放射性核素污染的设备在拆除和运输、再次安装或淘汰过程中对周围环境产生二次污染，需要对退役厂址内原有设备进行清污，使拟搬迁设备 α 、 β 表面沾污监测数据低于 0.08Bq/cm² 后，方可进行搬迁。

清污过程中首先对拟搬迁设备表面残留的粉尘及废渣进行清理，将产生的清理废渣集中堆放，然后对拟搬迁设备进行清洗。

清洗过程中产生的清洗废水利用退役厂址内原有废水收集池进行收集。收集后的废水采用石灰沉淀处理，经分析监测达标后外排。

三、潜在环境风险

废渣运输时，有可能由于运输道路出现坑洼不平等情况，造成运输的废渣洒落在运输沿线，对周围环境造成不同程度的污染。

表 6 辐射安全与防护

项目辐射安全和防护措施

一、 环境管理

环境污染问题是由自然、社会、经济和技术等多种因素引起的，情况十分复杂。因此必须对损害和破坏环境的活动施加影响，以达到控制、保护和改善环境的目的。要达到这个目的，则需要对环境容量允许的前提下，本着“以防为主、综合治理、以管促治、管治结合”的原则，以环境科学的理论为基础，用技术的、经济的、教育的和行政的手段，对项目经营活动进行科学管理，协调社会经济发展和保护环境的关系，使人们具有一个良好的生活、工作环境，从而达到经济效益、社会效益和环境效益的三统一。

建设单位应设立专门的环境管理机构，如环境保护管理小组，有专人负责环境保护管理的工作。对项目退役施工过程中的环境保护管理工作负责，主要负责企业环境保护方面的监督、协调和解决企业退役施工期环境监理工作。

二、 退役施工过程中采取措施

根据项目厂址情况，建设方应当在退役施工过程中采取如下防护措施。

(1) 废渣装车、卸货过程中采取洒水降尘措施，避免施工过程中可能产生的吸入剂量。并对对废物装卸位置进行监测，发现异常及时采取措施，捡回洒落的废渣。

(2) 废渣运输时，有可能由于运输道路出现坑洼不平等情况，造成运输的废渣洒落在运输沿线，对周围环境造成不同程度的污染。在运输废物过程中采取以下措施以减少对周围环境的污染：

①废物运输车辆尽量采用密闭性良好的车辆，运输废物上加盖帆布，同时车辆行驶过程中，严格控制车速，减少污染物的洒落。

②发现运输道路出现坑洼不平路面时，及时进行补修，以减少车辆颠簸造成的污染物洒落。

③及时对废物运输道路沿线进行监测和巡视，发现异常及时采取措施，捡回洒落的废渣。

④运输车辆配置清扫工具，在运输过程中发现废渣洒落及时对洒落污染物进行清理，对周围路面进行清扫。

表 7 环境影响分析

退役施工阶段对环境的影响

一、水环境影响

本项目施工过程中，对现有厂房清污过程中产生的清污废水利用分解车间的分解池、碎矿（储矿）车间的矿粉收集池、矿萃渣暂存库旁的废水收集池进行收集；拟搬迁设备清污过程中产生的清污废水利用厂址内原有废水收集池进行收集。

清污废水用石灰中和沉淀处理后，经取样分析，其中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 监测结果符合《铀矿冶辐射防护和环境规定》（GB23727-2009）中外排流出水中放射性核素浓度和接纳水体第一取水点的浓度限值要求；pH、总 α 、总 β 符合《地下水质量标准》（GB/T14848-93）III类限值要求后进行槽式排放。

二、废渣

2.1 厂区内原有矿萃渣

根据矿萃渣放射性核素分析结果，矿萃渣中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 单个放射性核素比活度高于 1Bq/g ，必须按照放射性废物进行处置。经与建设单位核实，目前场址内矿萃渣暂存于厂区东北侧矿萃渣暂存间内，暂存废渣 55 吨。建设方已与二七二厂签订协议，将厂区内原有矿萃渣送往二七二尾矿库进行填埋处置。

2.2 厂址内原有中和渣

厂址内原有中和渣全部存放于废水中和渣堆放池内，约为 2500m^3 （约 8250t）。中和渣样中的 ^{238}U 比活度为 261.3Bg/kg 、 ^{226}Ra 比活度为 176.1Bg/kg 、 ^{232}Th 比活度为 349.4Bg/kg ；中和渣收集池 γ 辐射剂量率监测结果为 $0.27\mu\text{Gy/h}$ （见表 4-6），超过衡阳市天然 γ 辐射剂量率水平（依据《湖南省环境天然放射性水平调查研究报告—1995 年》衡阳市 γ 辐射剂量率平均值为 $0.07\sim 0.20\mu\text{Gy/h}$ ）。根据中和渣中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 放射性核素分析数据和中和渣收集池 γ 辐射剂量率监测结果可知，中和渣中天然放射性核素含量高于衡阳市土壤中天然放射性核素含量。为保证项目厂址退役后达到无限制开放使用要求，项目厂址内中和渣必须全部清挖，并集中堆放，避免对环境的二次污染。

结合中和渣特点和衡阳市当地情况，本次环评要求退役场址内原有中和渣送往二七二尾矿库作为二七二尾矿库退役时所需的永久性覆土材料进行处置。

二七二尾矿库目前处于退役整治阶段。1994 年中国核工业总公司矿冶局，根据国务院关于军工科研生产调整改革问题批复的精神，决定二七二厂铀水冶线停产，尾矿库也

随之进入退役整治阶段。本项目场址内原有中和渣送往二七二尾矿库作为永久性覆盖材料即满足了二七二尾矿库退役阶段覆盖材料的需求，又能对该批废渣进行永久性的集中堆放，避免了对环境的二次污染。

2.3 厂区清污

(1) 建构物清污废渣

建构物清污过程中产生的废渣主要为对建构物表面残留的粉尘及废渣进行清理过程中产生的废渣和建构物清洗废水经石灰处理后产生的废渣。

清污过程中的废渣应分别堆放，并分别进行取样分析，依据分析结果进行处置，处置方式如下：

① 废渣中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 单个放射性核素比活度高于 1Bq/g 时，按照放射性废物与场址内原有矿萃渣一同送二七二尾矿库进行填埋处置。

② 废渣中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 单个放射性核素比活度不高于 1Bq/g 时，与场址内原有中和渣一同送往二七二尾矿库退役时作为永久性覆土材料进行处置。

(2) 土壤清挖废渣

厂址内废水中和区南侧及老中和厂房南侧土壤中 ^{226}Ra 含量平均值超过《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》(GB14586-93) 控制值 0.18Bq/g ，需要进行清污。清污过程中将产生 52m^3 (约 140.4t) 废渣。根据场地调查分析数据，本次环评要求土壤清挖废渣与场址内原有中和渣一同送往二七二尾矿库作为永久性覆土材料进行处置。

(3) 废水池底泥清挖废渣

废水池底泥是退役厂址生产期间产生的工业固废，为达到该退役厂址无限制开放使用要求，厂址内废水池中底泥必须进行清挖，清挖过程中将产生 20m^3 (约 28t) 废渣。根据场地调查分析数据，本次环评要求土壤清挖废渣与场址内原有中和渣一同送往二七二尾矿库作为永久性覆土材料进行处置。

(4) 拟搬迁设备清污废渣

拟搬迁设备清污过程中产生的废渣主要为对拟搬迁设备表面残留的粉尘及废渣进行清理过程中产生的废渣和拟搬迁设备清洗废水经石灰处理后产生的废渣。

清污过程中的废渣应分别堆放，并分别进行取样分析，依据分析结果进行处置，处置方式如下：

① 废渣中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 单个放射性核素比活度高于 1Bq/g 时，则按照放射性废物与场址内原有矿萃渣一同送二七二尾矿库进行填埋处置。

② 废渣中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 单个放射性核素比活度不高于 1Bq/g 时，与场址内原有中和渣一同送往二七二尾矿库退役时作为永久性覆土材料进行处置。

三、退役施工过程中工作人员职业照射剂量分析

项目施工过程中增加了废渣的扰动，使空气中放射性粉尘在装卸场地附近略有增加。本次退役施工过程中，具体现场施工工期为 1 个月，本项目退役治理过程的影响是暂时的，随着施工结束会慢慢恢复正常。

退役施工过程中工作人员受到照射的主要途径有两种，一是吸入氡及其子体和再悬浮核素产生的内照射，二是 γ 外照射。根据场地调查报告，本项目厂址内氡气浓度属于天然本底范围，因此本次评价对 γ 外照射和再悬浮核素产生的内照射进行预测。

3.1 γ 外照射剂量计算公式：

$$D_{\gamma} = F D t \dots\dots\dots (1)$$

式中： D_{γ} ——工作人员所受 γ 外照射剂量， Sv/a ；

F —— γ 射线有效剂量当量率与空气吸收剂量率的比值，取 0.7 Sv/Gy ；

D ——工作场所 γ 外照射剂量；

t ——工作时间， h ；

由于本项目施工期时间为 1 个月，施工人员工作时间为 240h/a 时（按每天工作 8 小时计算）。本次计算采用场地调查过程矿萃渣 γ 辐射剂量率最大值 $3.69\mu\text{Gy/h}$ 进行计算，当地本底数据为 $0.2\mu\text{Gy/h}$ ，扣本底后施工场地 γ 贯穿辐射剂量产生的最大附加剂量率为 $3.49\mu\text{Gy/h}$ ，计算得施工人员受贯穿辐射外照射附加剂量平均值为 0.586mSv/a 。

3.2 悬浮核素吸入内照射剂量计算公式：

$$D_h = \sum R \cdot C_i \cdot g_h^i$$

式中： D_h ——工作人员吸入再悬浮核素 I 所致内照射剂量， Sv/a ；

R ——工作人员年空气摄入量， m^3/a ，取 $0.1 \times 2640\text{m}^3/\text{a}$ ；

C_i ——I 核素浓度， Bq/m^3 ；

g_h^i ——吸入 I 核素所致剂量转换因子， Sv/Bq 。

本次以悬浮尘核素比活度较高的废石场为例，废石场放射性核素再悬浮释放所致空气中的浓度，可由下式估算。其中公式中相关参数参照二七二厂尾矿库的实测数据。

$$C_i = \rho \cdot \eta \cdot A_i \cdot P \cdot E$$

式中： C_i ——核素 i 的再悬浮浓度， Bq/m^3 ；

ρ ——废石堆密度， $1.8 \times 10^6 \text{g/m}^3$ ；
 η ——矿砂中 $\leq 10\mu\text{m}$ 可吸入颗粒物所占重量份额（12.5%）；
 A_i ——悬浮尘中核素比活度， Bq/g ，比活度类比结果见表 7-1；
 P ——可悬浮层厚度，7.5mm；
 E ——再悬浮因子， $10^{-6}/\text{m}$ 。

表 7-1 各核素剂量转换因子和比活度表

核素	^{238}U	^{234}U	^{226}Ra	^{230}Th	^{210}Pb	^{210}Po	合计
剂量转换因子（ Sv/Bq ）	5.7×10^{-6}	6.8×10^{-6}	2.2×10^{-6}	7.2×10^{-6}	1.1×10^{-6}	2.2×10^{-6}	/
比活度（ Bq/g ）	2.77	2.77	21.5	1.13	2.11	0.99	/
附加剂量（ mSv/a ）	0.08	0.106	0.253	0.04	0.012	0.012	0.378

各核素产生附加剂量计算结果见表 7-1，各核素产生附加剂量之和为 0.378mSv/a 。

3.3 施工人员辐射剂量估算

施工人员辐射剂量计算式：

$$D = D_{\text{内}} + D_{\text{外}}$$

式中： $D_{\text{内}}$ 、 $D_{\text{外}}$ ——分别为内、外照射的附加剂量， Sv ；

综合以上情况，施工人员辐射附加剂量为 0.964mSv/a ，小于本项目提出的剂量约束值 10mSv/a 。

3.4 施工期工作人员的辐射防护措施

为确保施工人员的辐射安全，需采取如下措施：

- (1) 工前要对工作人员进行辐射安全培训。
- (2) 施工人员在施工时，穿戴工作服、安全帽和佩戴防尘口罩；废渣等清挖、倒运工作人员还应佩带手套、穿胶鞋等防护用品。在进行放射性操作时，每日的工作时间，原则上控制在 6h 之内。
- (3) 在退役实施作业场所内不得进食、吸烟和存放食品，施工人员饮食前必须洗手、漱口。
- (4) 施工人员进行废渣挖运等操作时，要注意不要将废渣遗漏在原址或洒落在运输沿途，造成污染面积扩大或处置不彻底。

四、退役施工过程中公众人员照射剂量分析

本项目场址内废渣清污施工位置距离厂界 50 米，距离最近的居民住宅 70 米，通过施工过程中采用洒水降尘等措施后，施工扬尘不会对厂界外环境产生影响。因此，在

本项目施工过程中厂界外仍将保持衡阳市天然辐射本底水平，项目的施工不会对周围居民产生附加剂量。

退役治理后对环境的影响

项目退役施工完成后，项目厂址内污染物已清除，项目厂址可进行无限制开放使用。

竣工环保验收内容建议

本项目建议的竣工环保“三同时”验收内容见表 7-1。

表 7-1 竣工验收内容一览表

序号	验收项目	主要内容及要求
1	矿萃渣处置情况	1.办理相关放射性废物转移手续； 2.是否送二七二处置。
2	项目施工过程中监测计划开展情况	建设方提供施工过程 γ 辐射剂量率和 α 、 β 表面沾污监测记录
3	清污废水	清污废水取样分析单（含 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、pH、总 α 、总 β ）
4	厂区内原有中和渣	是否送有送往二七二尾矿库。
5	建筑物、拟搬迁设备清污废渣	1.废渣取样分析单（含 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th ）； 2.是否采用环评中提出的措施进行处置。
6	土壤、底泥清挖废渣	是否送有送往二七二尾矿库。
7	退役验收监测	
	场址内 γ 辐射剂量率	达到天然本底范围（0.07~0.20 $\mu\text{Gy/h}$ ）。
	场址内土壤中	^{226}Ra 比活度低于 0.18Bq/g。
	建构物	α 、 β 表面沾污 $\leq 0.08\text{Bq/cm}^2$

辐射监测

建设方尚未制订相关监测计划，根据项目情况，建设方需对施工过程进行 γ 剂量率和 α 、 β 表面沾污监测。通过监测计划可加强辐射安全防护和管理，指导退役施工过程中的放射性安全防护工作，避免出现辐射安全事故。

建议施工单位开展如下监测工作：

- 1.每天对日常施工过程中施工场地及废渣的 γ 辐射剂量率进行监测 1 次。

2.对每批次拟外送的放射性废物（矿萃渣）进行 γ 辐射剂量率监测。

3.在建构筑物、拟搬迁设备清污期间，对建构筑物进行 α 、 β 表面沾污监测，以了解清污情况。

监测仪器

建设方已配备 1 台 γ 辐射剂量率仪，需新增 1 台 α 、 β 表面沾污仪方能够有效保证退役施工阶段监测方案的实施。

表 8 结论和建议

结论

1、衡阳金新莱孚新材料有限公司旧址放射性退役项目通过对衡阳市珠晖区松家村 1 号厂址（占地面积 36666m²）放射性废物进行处置，并对受到放射性核素影响的废渣、土壤、建构物、拟搬迁设备等进行清污，使衡阳市珠晖区松家村 1 号厂址退役后达到无限制开放使用水平。

2、场地调查结果

(1) 退役场址共检测 40 个土壤样品中的放射性核素，²³⁸U 比活度范围值为 21.7~251.4Bq/kg、²²⁶Ra 比活度范围值为 39.5~248.3 Bq/kg、²³²Th 比活度范围值为 34.3~124.9 Bq/kg，其中厂址内废水中和区南侧、老中和厂房南侧土壤中 ²²⁶Ra 比活度超过《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-93）控制值 0.18Bq/g，需要进行清挖。

(2) 矿萃渣中的 ²³⁸U 比活度为 17660.5Bq/kg、²²⁶Ra 比活度为 20414.3Bq/kg、²³²Th 比活度为 17363Bq/kg，由于单个放射性核素比活度检测结果高于 1Bq/g，根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素浓度活度》(GB27742-2011)，矿萃渣属于放射性废物，需进行清挖并按照放射性废物进行处置。

(3) 中和渣样中的 ²³⁸U 比活度为 261.3 Bq/kg、²²⁶Ra 比活度为 176.1Bq/kg、²³²Th 比活度为 349.4Bq/kg；中和渣收集池 γ 辐射剂量率监测结果为 0.27 μ Gy/h，超过衡阳市天然 γ 辐射剂量率水平（依据《湖南省环境天然放射性水平调查研究报告—1995 年》衡阳市 γ 辐射剂量率平均值为 0.07~0.20 μ Gy/h）。根据中和渣中 ²³⁸U、²²⁶Ra、²³²Th 放射性核素分析数据和中和渣收集池 γ 辐射剂量率监测结果可知，中和渣中天然放射性核素含量高于衡阳市土壤中天然放射性核素含量，为使退役场址达到无限制开放使用要求，必须对场址内中和渣进行清挖。

(4) 退役场址共检测 2 个底泥样品中的放射性核素，²³⁸U 比活度范围值为 127.1~133.4Bq/kg、²²⁶Ra 比活度范围值为 121.2~129.0Bq/kg、²³²Th 比活度范围值为 47.3~58.1Bq/kg。废水池底泥是退役厂址生产期间产生的工业固废，为达到该退役厂址无限制开放使用要求，厂址内废水池底泥必须进行清挖。

(5) 退役场址共检测 2 个水样中放射性核素，U_{天然}、²²⁶Ra、²³²Th 监测结果符合《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）中外排流出水中放射性核素浓度和受

纳水体第一取水点的浓度限值要求。pH、总 α 、总 β 符合《地下水质量标准》（GB/T14848-93）III类限值要求。

（6）项目厂址内氡浓度属于衡阳市氡浓度天然本底水平。

（7）根据 γ 辐射剂量率监测结果，退役场址内大部分监测点位监测数据属于衡阳市天然 γ 辐射剂量率水平（依据《湖南省环境天然放射性水平调查研究报告—1995年》衡阳市 γ 辐射剂量率平均值为 $0.07\sim 0.20\mu\text{Gy/h}$ ），部分区域超过天然 γ 辐射剂量率水平。超过天然 γ 辐射剂量率水平的区域主要集中在原材料加工车间和矿萃渣临时贮存场所，主要是受到放射性粉尘或废渣的沾污。

（8） α 、 β 表面沾污检测结果表明，除分解车间、碎矿（储矿）车间、矿萃渣暂存库外各监测点位监测数据均低于 0.08Bq/cm^2 。分解车间、碎矿（储矿）车间、矿萃渣暂存库监测数据超过 0.08Bq/cm^2 ，与 γ 辐射剂量率监测结果基本一致，主要是受到放射性粉尘或废渣的沾污。

3、环境影响分析

3.1 水环境影响分析

项目施工过程中对现有厂房和拟搬迁设备清污产生的废水利用厂区已有设施进行收集，用石灰中和沉淀处理后，经取样分析，其中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 监测结果符合《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）中外排流出水中放射性核素浓度和接纳水体第一取水点的浓度限值要求；pH、总 α 、总 β 符合《地下水质量标准》

（GB/T14848-93）III类限值要求后进行槽式排放。

3.2 废渣

（1）矿萃渣

厂区内原有矿萃渣共 55 吨，属于放射性废物，建设方已与二七二厂签订协议，将厂区内原有矿萃渣送往二七二尾矿库进行填埋处置。

（2）中和渣

厂址内原有中和渣全部存放于废水中和渣堆放池内，约为 2500m^3 （约 8250t）。根据中和渣中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 放射性核素分析数据和中和渣收集池 γ 辐射剂量率监测结果，可知中和渣中天然放射性核素含量高于衡阳市土壤中天然放射性核素含量。为保证项目厂址退役后达到无限制开放使用要求，本次环评要求退役场址内原有中和渣送往二七二尾矿库作为二七二尾矿库退役时所需的永久性覆土材料进行处置。

(3) 构筑物清污废渣

构筑物清污废渣：构筑物清污废渣应分别堆放，并分别进行取样分析，依据分析结果进行处置，处置方式如下：

① 废渣中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 单个放射性核素比活度高于 1Bq/g 时，则按照放射性废物与场址内原有矿萃渣一同送二七二尾矿库进行填埋处置。

② 废渣中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 单个放射性核素比活度不高于 1Bq/g 时，与场址内原有中和渣一同送往二七二尾矿库作为永久性覆土材料进行处置。

(4) 土壤清挖废渣

厂址内废水中和区南侧及老中和厂房南侧土壤中 ^{226}Ra 含量平均值超过《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》(GB14586-93) 控制值 0.18Bq/g ，需要进行清污。清污过程中将产生 52m^3 (约 140.4t) 废渣。根据场地调查分析数据，本次环评要求土壤清挖废渣与场址内原有中和渣一同送往二七二尾矿库作为永久性覆土材料进行处置。

(5) 废水池底泥清挖废渣

废水池底泥是退役厂址生产期间产生的工业固废，为达到该退役厂址无限制开放使用要求，厂址内废水池中底泥必须进行清挖，清挖过程中将产生 20m^3 (约 28t) 废渣。根据场地调查分析数据，本次环评要求土壤清挖废渣与场址内原有中和渣一同送往二七二尾矿库作为永久性覆土材料进行处置。

(6) 拟搬迁设备清污废渣

拟搬迁设备清污过程中的废渣应分别堆放，并分别进行取样分析，依据分析结果进行处置，处置方式如下：

① 废渣中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 单个放射性核素比活度高于 1Bq/g 时，则按照放射性废物与场址内原有矿萃渣一同送二七二尾矿库进行填埋处置。

② 废渣中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 单个放射性核素比活度不高于 1Bq/g 时，与场址内原有中和渣一同送往二七二尾矿库退役时作为永久性覆土材料进行处置。

3.2 退役施工过程中工作人员职业照射剂量分析

根据预测分析，本项目退役施工过程中对施工人员辐射附加剂量为 0.964mSv/a ，小于本项目提出的剂量约束值 10mSv/a 。

3.3 退役施工过程中公众人员照射剂量分析

本项目施工过程中采用洒水降尘等措施后，施工扬尘不会对厂界外环境产生影响。因此，在本项目施工过程中厂界外仍将保持衡阳市天然辐射本底水平，项目的施工不会

对周围公众人员产生附加剂量。

项目结论：项目单位在场地退役施工阶段严格按照环评提出的各项环保措施，并在施工过程中开展日常监测保证施工质量的情况下，能够达到使衡阳市珠晖区松家村 1 号厂址退役后达到无限制开放使用要求，并使场址内放射性废物和废渣、废水得到有效处置，从环保角度考虑，本项目是可行的。

环评单位建议：

根据项目厂址情况，建设方应当在退役施工过程中采取如下辐射安全和防护措施。

- (1) 施工过程中采取洒水降尘措施，避免施工过程中可能产生的吸入剂量。
- (2) 废渣运输时，建设方应采取环评中提到的相关措施，避免由于运输道路出现坑洼不平等情况，造成运输的废渣洒落在运输沿线，对周围环境造成不同程度的污染。