

福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨

皓英中矿项目竣工辐射环境保护

验收监测报告

建设单位：福建鑫钰新材料有限公司

编制单位：漳州博鸿环保科技有限公司

二〇二四年十二月

目录

1.项目概况	1
2.验收依据	4
2.1 建设项目环境保护相关法律法规和规章制度	4
2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范	4
2.3 其他文件	5
3.工程建设情况	6
3.1 地理位置及平面布置	6
3.1.1 地理位置	6
3.1.2 厂区平面布置	6
3.1.3 辐射环境保护目标	7
3.2 工程建设内容	8
3.2.1 项目概况	8
3.2.2 项目组成及建设内容	9
3.2.3 主要设备	14
3.3 主要原辅材料和能源的使用及储存情况	14
3.4 工艺流程	15
3.5 水平衡、物料平衡与核素平衡	18
3.5.1 水平衡	18
3.5.2 物料平衡	19
3.5.3 核素平衡	19
3.6 项目变动情况	21
3.6.1 项目环评及批复要求落实情况	21
3.6.2 项目变动情况及其结论	21
4.放射性污染防治设施	28
4.1 放射性污染防治设施“三同时”落实情况	28
4.2 放射性污染防治设施	29
4.2.1 伴生放射性废水	29
4.2.2 伴生放射性废气	31

4.2.3 伴生放射性固体废物	33
4.2.4 其它伴生放射性物料	34
4.3 其他放射性污染防治设施	36
4.3.1 辐射环境风险防范设施	36
4.3.2 辐射环境管理	37
5.辐射环境影响评价专篇结论及要求	39
5.1 辐射环境影响评价专篇主要结论及建议	39
5.2 环评文件批复内容	42
6.验收评价标准	44
6.1 控制指标	44
6.2 辐射环境质量	45
7.验收监测方案	48
7.1 验收工况	48
7.2 放射性污染防治设施调试运行效果监测	48
7.2.1 液态流出物	48
7.2.2 气载流出物	48
7.2.3 伴生放射性物料/固体废物	49
7.2.4 厂区内地表 γ 辐射监测	50
7.2.5 辐射环境质量监测	51
8.质量保证	53
8.1 现场监测质量控制	53
8.1.1 监测分析方法	53
8.1.2 监测仪器	54
8.1.3 人员资质	56
8.1.4 样品采集过程中的质量保证	56
8.1.5 样品保存及流转过程中的质量保证	60
8.2 分析检测内部质量控制	61
9.验收监测结果	63
9.1 生产工况	63
9.2 放射性污染防治设施调试运行效果	64

9.2.1 液态流出物	64
9.2.2 气载流出物	65
9.2.3 伴生放射性物料/固体废物	68
9.2.4 厂区内地表 γ 辐射监测	69
9.3 项目建设对辐射环境的影响	70
9.3.1 大气环境	70
9.3.2 陆地 γ 辐射	71
9.3.3 地表水	72
9.3.4 地下水	73
9.3.5 土壤	74
9.3.6 底泥	74
9.3.7 气溶胶	75
9.3.8 小结	75
10. 验收监测结论	76
10.1 放射性污染防治设施建设及“三同时”执行情况	76
10.2 放射性污染防治设施调试运行效果	77
10.2.1 液态流出物	77
10.2.2 气载流出物	77
10.2.3 伴生放射性物料/固体废物	77
10.2.4 厂区内地表 γ 辐射	78
10.3 项目建设对辐射环境的影响	79
10.3.1 大气环境	79
10.3.2 陆地 γ 辐射	79
10.3.3 地表水	79
10.3.4 地下水	80
10.3.5 土壤及底泥	80
10.3.6 气溶胶	80
10.4 总结论	81
附图:	
附图 1 现场踏勘及环保设施图片	82

附图 2 项目监测点位图	89
附图 3 项目地理位置图	92
附图 4 项目周边环境示意图	93
附图 5 项目平面布置图	94
附件:	
附件 1 营业执照	95
附件 2 法人身份证复印件	96
附件 3 项目环评批复	97
附件 4 项目辐射专项批复	103
附件 5 排污许可证正本	106
附件 6 石英砂处置去向协议	107
附件 7 个人剂量委托检测协议	109
附件 8 合格证书及上岗证书	112
附件 9 管理制度	113
附件 10 生产工况证明	125
附件 11 福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目竣工环境保护验收 意见	127
附件 12 辐射检测单位资质认定证书	135
附件 13 辐射监测报告	136

1.项目概况

随着国内锆钛资源的逐渐递减及相关行业的兴起，国内的锆钛资源已经无法满足国内的正常需求，需要从国外大批进口中矿及精矿。根据对资源、环保、运输、经济等条件的综合分析，福建鑫钰新材料有限公司计划在漳州市长泰区陈巷镇港园工业区，租用北极光石制品有限公司的厂房及土地，用地面积约 22000m²，已建成建筑面积 9110.79m²，其中生产厂房建筑面积为 8937.65 m²，无新建厂房。从非洲、澳洲等地进口已经清洗过的中矿作为项目选矿原料，利用物理选矿法对进口中矿进行分选，分选锆英砂、石榴石、金红石、蓝晶石等。

福建鑫钰新材料有限公司位于漳州市长泰区陈巷镇港园工业区，租用北极光石制品有限公司的厂房及土地，用地面积约 22000m²，已建成建筑面积 9110.79m²，从非洲、澳洲等地进口已经清洗过的中矿作为项目选矿原料，利用物理选矿法对进口中矿进行分选，分选锆英砂、石榴石、金红石、蓝晶石等。福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目已于 2023 年 8 月经漳州市长泰区发展和改革局备案（闽发改备〔2023〕E070115 号）。福建鑫钰新材料有限公司于 2023 年 05 月委托漳州博鸿环保科技有限公司承担本项目的环评评价工作，并于 2023 年 12 月 27 日获得漳州市生态环境局审批（漳泰环评审〔2023〕书 6 号）（附件 3）。

根据《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录（第一批）》“已纳入该名录，并且原矿、中间产品、尾矿（渣）或者其他残留物中铀（钍）系单个核素含量超过 1 贝可/克（1Bq/g）的矿产资源开发利用项目，建设单位应委托具有核工业评价范围的环境影响评价机构编制辐射环境影响评价专篇和辐射环境竣工验收专篇。”“辐射环境影响评价专篇应与该项目的环评评价文件同步编制，一并申报”。项目原矿中 Ra226（镭 226）大于 1Bq/g，针对项目放射性环境的影响评价，建设单位委托深圳市宗兴环保科技有限公司编制《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目辐射专篇》，并于 2023 年 11 月 17 日获得福建省生态环境厅批复（闽环辐射函〔2023〕14 号）（附件 4）。

项目于 2023 年 12 月开工，于 2024 年 6 月年产蓝晶石 4.5 万吨、锆英砂 1 万吨、石榴子石 3 万吨、金红石 0.8 万吨、石英砂 0.5 万吨对应的主体工程及环保设施竣工，并于 2024 年 6 月进入试机调试阶段。项目于 2024 年 7 月 12 日获

得固定污染源排污登记回执（登记编号：91350625MAC4RA7K5Y001X）（附件 5）。

福建鑫钰新材料有限公司于 2024 年 07 月进行验收自查，根据《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目辐射环境影响评价专篇》中提出的相关辐射环保要求进行完善，于 2024 年 08 月着手项目验收事宜，委托漳州博鸿环保科技有限公司进行验收工作，并委托江西省地质局实验测试大队进行验收监测。

2024 年 09 月 21 日，福建鑫钰新材料有限公司根据《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目竣工环境保护验收监测报告》，严格依照国家有关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术规范、本项目环境影响评价报告及其审批部门审批决定等要求对福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目进行自主验收，并形成验收组意见（附件 11）。

（一）验收工作内容包括：

- （1）核实《专篇》及批复中要求的各项辐射防护设施的实际建设、管理和运行状况以及各项辐射环境保护措施的实际落实情况；
- （2）通过验收监测，复核流出物达标情况以及项目对辐射环境质量影响情况。

（二）验收监测委托及监测内容：

2024 年 8 月 29 日~2024 年 9 月 5 日，江西省地质局实验测试大队对福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目现场开展竣工环境保护验收监测、取样等工作。参照《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目辐射环境影响评价专篇》及批复要求，本次验收监测范围为厂区内辐射环境质量、厂区流出物和厂区外 500m 范围内的辐射环境质量。验收监测内容包括：循环水池中 U、Th 含量、 ^{226}Ra 、总 α 、总 β ；厂区内外 γ 辐射剂量率、空气中氡及其子体浓度、 ^{220}Rn 浓度；厂区内排气筒颗粒物中 U、Th 含量；厂区内氡及其子体；厂界周边、最近下风向居民点气溶胶；原料、产品、污泥中的天然放射性核素含量；厂区周边地表水、底泥、地下水中的天然放射性核素浓度等，根据验收监测结果和现场实际核查情况编制完成了本项目竣工辐射环境保护验收监测报告，本报告不包含非放射性部分验收，仅对《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目辐射环境影响评价专篇》中内容进行验收。

本次验收监测工作内容主要包括：现场监测、调查、取样、实验室分析等工作。现场监测、调查及取样内容由江西省地质局实验测试大队负责完成，样品实验室分析由江西省地质局实验测试大队负责完成（相关检验检测资质见附件12），报告编制工作由漳州博鸿环保科技有限公司负责。

2.验收依据

2.1 建设项目环境保护相关法律法规和规章制度

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（1989年12月26日颁布，2014年4月24日修订，2015年1月1日起施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修订）；
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003年10月1日）；
- (4) 关于发布《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录》的公告（生态环境部公告〔2020〕54号）；
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年）；
- (6) 《放射性废物安全管理条例》中华人民共和国国务院令 第612号；
- (7) 关于发布《放射性废物分类》的公告（公告2017年第65号），环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局，2017年11月30日；
- (8) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年）；
- (9) 《福建省生态环境保护条例》，2022年3月30日。

2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范

- (1) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（2017年）；
- (2) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（2018年）；
- (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- (4) 《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋辐射环境保护技术规范（试行）》（HJ1114-2020）；
- (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) 《伴生放射性矿开发利用项目竣工辐射环境保护验收监测报告的格式与内容》（HJ1148-2020）；
- (7) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- (8) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
- (9) 《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法》（国环规辐射〔2018〕1号）；

- (10) 《稀土工业污染物排放标准》（GB 26451-2011）；
- (11) 《伴生放射性矿开发利用环境辐射防护技术要求》（T/BSRS025-2020）；
- (12) 《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）。

2.3 其他文件

(1) 《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目辐射环境影响评价专篇》，深圳市宗兴环保科技有限公司，2023 年 11 月；

(2) 福建省生态环境厅关于福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目辐射环境影响评价专篇审查意见的函，闽环辐射函〔2023〕14 号，2023 年 11 月 17 日；

(3) 建设单位提供的其他资料。

3.工程建设情况

3.1 地理位置及平面布置

3.1.1 地理位置

福建鑫钰新材料有限公司选址于漳州市长泰区陈巷镇港园工业区，中心坐标为东经 117.789315°、北纬 N24.652472°。公司四周为：北侧为长泰东方石材有限公司、福建华创金属制品有限公司，东侧为北极光石制品有限公司厂房，西侧为漳州重远船舶机械工业有限公司、福建建通机械设备有限公司，南侧为兴宏驰工贸有限公司，最近的敏感目标为项目北侧约 355m 夫坊村。

厂区地理位置见附图 3，厂区现状卫星图片和周边关系卫星图片见附图 4。

3.1.2 厂区平面布置

本项目厂区场地呈矩形地块，用地面积为 22000m²，厂区的平面布置方案分为：根据选厂地形，依次布置原料仓库、生产区、公用工程区、办公生活区等。

原料场靠近厂区物流门附近，位于厂区南侧，利于进矿和堆存。依据工艺流程，依次布置原料仓库、重选车间、烘干车间、电选磁选车间、循环水池、办公区生活区等。

磁选、重选生产线流程与厂房 90° 垂直布置，磁选的生产线作业全部平行布置，设备选择基本相同，便于设备的检修管理，便于安排各个厂房的厂房高度。

磁选中先利用胶带将矿石输送至 10m 高度，然后各作业设备形成一定的高差，阶梯布置，利于矿物的自流分选，节约了能耗，且布置紧凑，节省了场地面积。生产线统一平行布置，有利于胶带接取同一种物料并转运，节省了胶带的数量。磁选中矿场与原料仓库平行布置，设计整齐合理，方便了堆场的管理和调度。同样，重选也采用了阶梯布置，方便了矿浆的自流和均匀分配。成品库就近布置于主要精矿产品的出口处，便于精矿干杂与精矿仓物料的协调统一。公用辅助工程靠近服务对象，缩短供电距离，以降低供电线路的损耗，选择能效高、能耗低的节能型设备，有效提高能源利用效率。

项目厂区总平面布置图详见附图 6。

3.1.3 辐射环境保护目标

根据《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨铅英中矿项目辐射环境影响评价专篇》，项目辐射环境影响重点考虑厂区周边 0.5km 范围内。项目评价范围图详见图 3-1。



图 3-1 项目评价范围图

根据验收调查可知，本项目评价范围内共分布有 15 家企业。评价范围内距离最近居民点为夫坊村，约北侧 355m，环境保护目标与环评阶段一致，未发生变化。评价范围内辐射环境保护目标情况请见下表 3-1。

表 3-1 辐射保护目标一览表

类别	保护目标	敏感点	规模	相对方位	公众到厂界最近距离 (m)	剂量管理目标值
辐射环境	评价范围内公众等	华创金属	工厂 (25 人)	NNE	54	GB18871-2002 公众 0.25mSv/a 的管理目标值
		长泰东方石材	工厂 (16 人)	N	19	
		北极星石制品有限公司	工厂 (16 人)	E	11	
		兴宏驰工贸有限公司	工厂 (19 人)	S	18	
		重远船舶机械工业有限公司	工厂 (129 人)	W	44	

类别	保护目标	敏感点	规模	相对方位公众	公众到厂界最近距离 (m)	剂量管理目标值
		福建建通机械设备有限公司	工厂 (22 人)	W	38	
		漳州宏兴泰电子有限公司	工厂 (126 人)	NW	86	
		漳州宏发电声有限公司	工厂 (1118 人)	NW	86	
		云峰机械	工厂 (39 人)	E	227	
		长泰朗源工业园区	工厂 (20 人)	NE	142	
		福益纸业	工厂 (15 人)	S	274	
		宏浩金属工业有限公司	工厂 (60 人)	S	83	
		毅翰盛家	工厂 (37 人)	S	179	
		宏全食品包装有限公司	工厂 (135 人)	SW	261	
		金隆昌工业有限公司	工厂 (11 人)	E	117	
		福建易辰达机械有限公司	工厂 (35 人)	ES	316	
		安特威尔叉车属具	工厂 (44 人)	W	307	
		欣百恒	工厂 (20 人)	WNW	430	
		夫坊村	居民 (30 户)	N	355	

3.2 工程建设内容

3.2.1 项目概况

3.2.1.1 项目基本情况

- (1) 项目名称：年加工 10 万吨锆英中矿项目
- (2) 建设单位：福建鑫钰新材料有限公司
- (3) 建设性质：新建
- (4) 建设地点：漳州市长泰区陈巷镇港园工业区
- (5) 项目投资：8500 万元
- (6) 建设内容及规模：项目总用地面积 22000m²，总建筑面积 9110.79m²，年产蓝晶石 4.5 万吨、锆英砂 1 万吨、石榴子石 3 万吨、金红石 0.8 万吨、石英砂 0.5 万吨。
- (7) 劳动定员：60 人，均不在厂内食宿
- (8) 工作制度：年工作 300d，生产班制为三班倒，每班 8h。

项目基本情况与环评评价阶段基本一致，实际项目总投资有所增加，项目环评情况与实际情况一览表详见表 3-2。

表 3-2 项目环评情况与实际情况一览表

项目名称	环评情况	实际情况	变化情况
建设名称	年加工10万吨锆英中矿项目	年加工10万吨锆英中矿项目	不变
建设单位	福建鑫钰新材料有限公司	福建鑫钰新材料有限公司	不变
建设性质	新建	新建	不变
建设规模	年产蓝晶石4.5万吨、锆英砂1万吨、石榴子石3万吨、金红石0.8万吨、石英砂0.5万吨	年产蓝晶石4.5万吨、锆英砂1万吨、石榴子石3万吨、金红石0.8万吨、石英砂0.5万吨	不变
建设地点	漳州市长泰区陈巷镇港园工业区	漳州市长泰区陈巷镇港园工业区	不变
工程总投资	8316.23万元	8500万元	增加
环保投资	67万元	113.7万元	增加
工作人员	60人，均不在厂内食宿	60人，均不在厂内食宿	不变
年运行小时	年工作300d，生产班制为三班倒，每班8h	年工作300d，生产班制为三班倒，每班8h	不变

3.2.2.2 产品方案及生产规模

项目主要生产蓝晶石、锆英砂、石榴子石、金红石、石英砂。项目验收阶段产品方案及生产规模与环评一致，详见表 3-3。

表 3-3 项目产品方案及生产规模一览表

序号	产品名称	产量	包装规格
1	蓝晶石	4.5 万 t/a	袋装（吨袋）
2	锆英砂	1 万 t/a	袋装（吨袋）
3	石榴子石	3 万 t/a	袋装（吨袋）
4	金红石	0.8 万 t/a	袋装（吨袋）
5	石英砂	0.5 万 t/a	/

3.2.2 项目组成及建设内容

项目建筑构筑物主要为办公楼、生产车间、成品仓库。建设内容包括主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程等构成，项目工程建设情况见表 3-4。

表 3-4 本项目环评情况与验收组成情况一览表

类别	序号	装置/单元名称	环评建设内容		验收建设内容		变化情况
			工程内容及功能	备注	工程内容及功能	备注	
主体工程	1	螺旋、湿式磁选车间	设置有振动筛、螺旋溜槽、湿式磁选机	锆英铝中矿通过螺旋溜槽分选去除中矿中的石英砂，再通过湿式磁选分离出石榴石。	设置有振动筛、螺旋溜槽、湿式磁选机	锆英铝中矿通过螺旋溜槽分选去除中矿中的石英砂，再通过湿式磁选分离出石榴石。	不变
	2	摇床重选车间	设置有摇床	经湿式磁选得到非磁性的锆中矿，进一步采用重力摇床分离矿物，将锆英砂、蓝晶石、金红石及石英砂大致分离。	设置有摇床	经湿式磁选得到非磁性的锆中矿，进一步采用重力摇床分离矿物，将锆英砂、蓝晶石、金红石及石英砂大致分离。	不变
	3	脱水、烘干车间	设置过滤机、烘干机 2 台（一备一用），燃料为天然气	主要针对半成品进行过滤、干燥处理	设置过滤机、烘干机 1 台（一用），燃料为天然气	主要针对半成品进行过滤、干燥处理	未建设备用烘干机，不涉及重大变动
	4	电选磁选车间	配有斗式提升机、混料机、磁选机、电选机等	/	配有斗式提升机、混料机、磁选机、电选机等	/	不变
辅助工程	1	办公楼	位于租赁厂区西南侧（已建），建筑面积 2400m ² ，5 层	/	位于租赁厂区西南侧，建筑面积 2400m ² ，5 层	/	不变
公用	1	供水	市政供水管网		市政供水管网		不变
	2	供电	区域电网集中供给		区域电网集中供给		不变

类别	序号	装置/单元名称	环评建设内容		验收建设内容		变化情况
			工程内容及功能	备注	工程内容及功能	备注	
工程	3	排水	采用“雨污分流”制		采用“雨污分流”制		不变
	4	供热	新增烘干机2台（一备一用），用于锆英砂、蓝晶石、石榴石、金红石等烘干，燃料燃烧烟气与物料直接接触		烘干机1台（一用），用于锆英砂、蓝晶石、石榴石、金红石等烘干，燃料燃烧烟气与物料直接接触		烘干机实际未建设备用烘干机，不涉及重大变动
	5	供气	天然气由供气公司供应，供气能力可满足本项目用气要求		天然气由供气公司供应，供气能力可满足本项目用气要求		不变
储运工程	1	原料仓库	位于租赁厂区南侧		位于租赁厂区南侧		不变
	2	封闭池	分别位于螺旋、湿式磁选车间及厂区东北侧，用于储存项目半成品		分别位于螺旋、湿式磁选车间及厂区东北侧，用于储存项目半成品		不变
	3	成品仓库	租赁厂区西北侧厂房，设有锆英砂成品仓库、蓝晶石成品仓库、金红石成品仓库、石榴石成品仓库		租赁厂区西北侧厂房，设有锆英砂成品仓库、蓝晶石成品仓库、金红石成品仓库、石榴石成品仓库		不变
环保工程	1	废气处理系统	<p>1、烘干干燥废气：集气罩+布袋除尘器+15m排气筒（DA001）排放；</p> <p>2、干燥出料废气：挡风遮罩+自然沉降+无组织排放；</p> <p>3、电选出料废气：挡风遮罩+自然沉降+无组织排放；</p> <p>4、磁电选出料废气：挡风遮罩+自然沉降+无组织排放；</p> <p>5、原料卸料扬尘：喷淋洒水+无组织排放；</p> <p>6、原料仓库扬尘：喷淋洒水+无组织排放；</p> <p>7、车辆运输扬尘：加盖篷布、合理装卸+喷淋洒水+无组织排放。</p>	<p>1、烘干干燥废气：旋风除尘+水浴除尘+15m排气筒（DA001）排放；</p> <p>2、干燥出料废气：挡风遮罩+自然沉降+无组织排放；</p> <p>3、电选出料废气：挡风遮罩+自然沉降+无组织排放；</p> <p>4、磁电选出料废气：挡风遮罩+自然沉降+无组织排放；</p> <p>5、原料卸料扬尘：喷淋洒水+无组织排放；</p> <p>6、原料仓库扬尘：喷淋洒水+无组织排放；</p> <p>7、车辆运输扬尘：加盖篷布、合理装卸+喷淋洒水+无组织排放。</p>	<p>① 废气处理设施变动原因主要为：该废气处理设施为烘干机设备配套设施。该废气处理设施变动属于优化废气除尘设施，采用旋风除尘+水浴除尘两级除尘处理。</p> <p>② 该变动产生水浴除尘废水，除尘废水经沉淀后回用，不外排，因此，该变动不涉及新增污染物及污染物排放量，不涉及重大变动。</p>		

类别	序号	装置/单元名称	环评建设内容		验收建设内容		变化情况
			工程内容及功能	备注	工程内容及功能	备注	
	2	废水处理系统	1、项目厂区实施雨污分流，厂区雨水收集后排入市政雨水系统； 2、水磁选废水、摇床重选废水、过滤废水、螺旋分级废水经多级沉淀后上清液回用于生产； 3、生活污水：采用三级化粪池预处理，日处理能力 20m ³ 。		1、项目厂区实施雨污分流，生产区域雨水收集后进入雨水收集池沉淀后回用于生产工序；生活区域雨水收集后排入市政雨水系统； 2、水磁选废水、摇床重选废水、过滤废水、螺旋分级废水经沉淀后上清液回用于生产； 3、生活污水：采用三级化粪池预处理，日处理能力 20m ³ 。		不变
	3	防噪设备	1、选用低噪声设备，并设置减振基础、安装消声装置等隔音降噪措施。 2、厂区内种植一定数量的乔木和灌木林，既美化环境又减轻声污染。		1、选用低噪声设备，并设置减振基础、安装消声装置等隔音降噪措施。 2、厂区内种植一定数量的乔木和灌木林，既美化环境又减轻声污染。		不变
	4	固废处理方式	1、危险废物的收集、贮存设施，委托有资质单位处置，危废间位于厂房东北侧，面积约 5m ² ； 2、一般固废回收利用或收集、贮存设施，设于厂房东北侧，面积约 10m ² ； 3、沉淀池污泥，除尘器回收粉尘、废布袋，自然沉降扬尘外售物质回收部门综合利用；废润滑油、废润滑油空桶、含油抹布委托有危废处置资质单位处理；生活垃圾存放于垃圾桶，由环卫部门定期清运处置。		1、危险废物的收集、贮存设施，委托有资质单位处置，危废间位于厂房西北侧，面积约 20m ² ； 2、一般固废回收利用或收集、贮存设施，设于厂房东北侧，面积约 10m ² ； 3、项目沉淀池污泥主要为沉砂，目前暂未产生，待产生后每批次泥外卖前需送有资质单位检验，确认其放射性水平，若泥中的放射性水平低于 1Bq/g，则将泥出售给长泰县北极光石制品有限公司，作为建筑（商混料等公用水泥制品）材料使用，若泥放射性超过 1Bq/g，则回收利用，重新进入选矿程序，选出放射性较高的锆英产品等，直至泥中的天然放射性核素的达到外售标准；除尘器收集粉尘、自然沉降扬尘经收集后进行进一步电选磁选回用进入产品中；废包装袋分类收集后贮存在一般固废暂存间后外卖综合利用；废润滑油、含油抹布、润滑油的空桶集中收集后暂存于危废间，委托福建省储鑫环保科技有限公司进行处置；生活垃圾由环卫部门清运处理。		危废间面积有所增加，优化设施，不属于重大变动

类别	序号	装置/单元名称	环评建设内容		验收建设内容		变化情况
			工程内容及功能	备注	工程内容及功能	备注	
	5	事故风险防范系统	在天然气输送管道设置可燃气体报警器；雨污排放口应急切换阀门，废水事故应急池1座（容积500m ³ ），重力自流原则；消防栓		在天然气输送管道设置可燃气体报警器；雨水排放口应急切换阀门；公司在厂房东南侧建有1个沉淀池2，总容积为3000m ³ ，日常保留大于800m ³ 的剩余容积，下雨时可作为初期雨水池收集初期雨水，收集后初期雨水经沉淀池处理后全部回用于选矿生产；发生事故时，可作为事故池，用于存放事故水，重力自流原则；消防栓		厂房东南侧建有1个沉淀池2，总容积为3000m ³ ，日常保留大于800m ³ 的剩余容积，剩余容积大于500m ³ ，不属于重大变动

3.2.3 主要设备

项目部分设备有所减少，振动筛数量有所增加、新增1台脱水筛，该设备数量变动不涉及新增产污，不属于重大变动。项目生产设备一览表详见表3-5。

表 3-5 项目验收主要生产设备一览表

序号	设备名称	环评数量	实际数量	变化量
1	摇床	100台(20台备用)	100台(20台备用)	+0
2	烘干机	2台(一用一备)	1台	-1
3	电选机	19台	19台	+0
4	磁选机	11台	11台	+0
5	湿式磁选机	1台	1台	+0
6	螺旋溜槽	11台	11台	+0
7	混料机	1个	1台	+0
8	提升机	40个	40个	+0
9	真空过滤机	1台	1台	+0
10	振动筛	2台	6台	+4
11	脱水机	2台	1台	-1
12	电叉车	6台	2台	-4
13	铲车	4台	1台	-3
14	砂泵	30台	28台	-2
15	空压机	1台	1台	+0
16	脱水筛	—	1台	+1

3.3 主要原辅材料和能源的使用及储存情况

项目铅英中矿来自澳大利亚、南非等国家进口(马达加斯加、南非、塞内加尔)的海滨砂矿，海滨砂矿矿物种类多，单体解离度高，颗粒均匀且含泥量少，不需要破碎筛分工序。由于实际生产过程中回收收集的粉尘(包括除尘器收集粉尘、自然沉降扬尘)均收集后进入电选磁选中进行进一步回用进入产品中，生产过程损耗量减少，因此，对应铅英中矿原辅料用量有所减少，项目主要原料使用情况详见表3-6。

表 3-6 项目主要原辅材料用量一览表

序号	原辅材料	性状	环评年用量	实际年用量	包装规格	最大储量	贮存位置
1	铅英中矿	固态	100035.4486t/a	100014.9666	/	1000t	原料仓库
2	润滑油	液状	0.5t/a	1.0t/a	180kg/桶	0.9t	润滑油暂存区

3.4 工艺流程

项目选矿工艺流程采用振动过筛→螺旋→湿式强磁选→摇床→擦洗→脱水→烘干→电磁选的联合选矿工艺，首先对外购的锆英铝中矿通过螺旋溜槽分选去除中矿中的石英砂，再通过湿式磁选分离出石榴石；然后再经摇床进行重选，筛出锆英砂与金红石中矿、蓝晶石与金红石中矿；各种中矿干燥后采用干式磁选和电选联合工艺，选出石榴石、锆英砂、金红石、蓝晶石等。

(1) 振动过筛

原料中实际会带些杂质，杂质主要为一些废纸、废金属等，通过振动电机产生的振动力，使筛体振动，从而使物料在筛面上进行筛分和分级，从而实现物料及杂质分离。

(2) 螺旋溜槽分选

螺旋溜槽是利用轻、重矿粒在沿螺旋斜面向下水流中所受的重力、惯性离心力、水流作用力和槽面摩擦力等不同而进行分选。矿浆流在螺旋槽面上的运动分为两个方向的运动。一种是绕螺旋槽垂直轴线旋转的、沿槽面向下的纵向流，称为主流；另一个是绕矿流自身某一平衡层旋转的横向流，称为横向环流或副流。纵向流上层流速大，下层流速小；横向环流上层向槽外缘，下层向槽内缘。矿粒在纵向主流和横向环流的综合作用下，由于密度、粒度、形状等的不同，而产生了沿螺旋槽纵向和横向运动速度的差异，向槽底沉降的早、晚和快、慢也不一样，因而产生了矿粒按密度和粒度的分层现象。分层是分选过程的第一阶段，在螺旋槽的第一圈后即基本完成。分层以后，轻矿粒在上层，受速度较大的纵向主流和方向朝外缘为横向环流作用，沿扩展螺旋线逐步流向槽外缘；而处于下层的重矿粒受纵向主流的作用较小，在重力和方向朝内缘的横向环流推动下，逐渐沿着收敛的螺旋线移向内缘。

(3) 湿式磁选、干式磁选

湿式磁选是指在锆英铝中矿加水调为 30%浓度的矿浆进行的磁选分离工艺，而干式磁选是指在矿砂被烘干后进行的磁选分选，湿式磁选、干式磁选的工艺原理一致。磁选是在磁选设备的磁场中进行的。对磁选设备设定一定的磁力参数，被选矿物进入磁选设备的选分空间后，受到磁力和机械力（包括重力、离心力等）的作用，磁性不同的矿粒受到不同的磁力作用，沿着不同的路径运动。由于矿粒

运动的路径不同,所以分别在不同的出口分拣出,即得到磁性产品和非磁性产品,或磁性强的产品和磁性弱的产品。

(4) 摇床重选

重选,又称重力选矿,是指利用被选矿物颗粒的密度、粒度、形状等差异及其在介质水、空气或其他相对密度较大的液体中运动速率和方向的不同,使之彼此分离的选矿方法。摇床重选设备为摇床,由带有床条或沟槽的横向倾斜床面和传动机构组成,摇床重选原理为:

1、在不导磁矿中加入水,形成矿砂浆,利用料泵将矿砂浆抽至位于车间中部高处的高位分矿器,再由高位分矿器经各导管分至各摇床的给矿口;

2、摇床传动装置使床面沿纵向作不对称往复运动,同时在摇床侧供给冲水,床面上的矿粒在自身重力、机械振动、冲水力和床条间涡流等的联合作用下松散、析离、分层、分带:上层矿粒比重小、粒度大,下层矿粒比重大、粒度小,上层矿砂浆流速快,故矿粒横向移动也较快;下层矿砂浆流速小,其中的矿粒因与床面摩擦受机械搬运力大,纵向移动速度大;不同粒度和比重的矿粒便由于在床面上运动轨迹不同而分离,最终在精矿端流入各自的导流槽并流向静置池。

(5) 电选

电选,全称电力选矿,是指在高压电场作用下,配合其他力场作用(如重力),利用矿物的导电性质的不同进行分选的方法

(6) 烘干

由于矿物含有一定的水分,摇床重选加入了水,为提高磁选、电选效率、降低产品含水率,需要对矿物进行烘干,本项目采用天然气烘干炉,矿物经输送带送入烘干机中,在烘干机内回旋烘干。

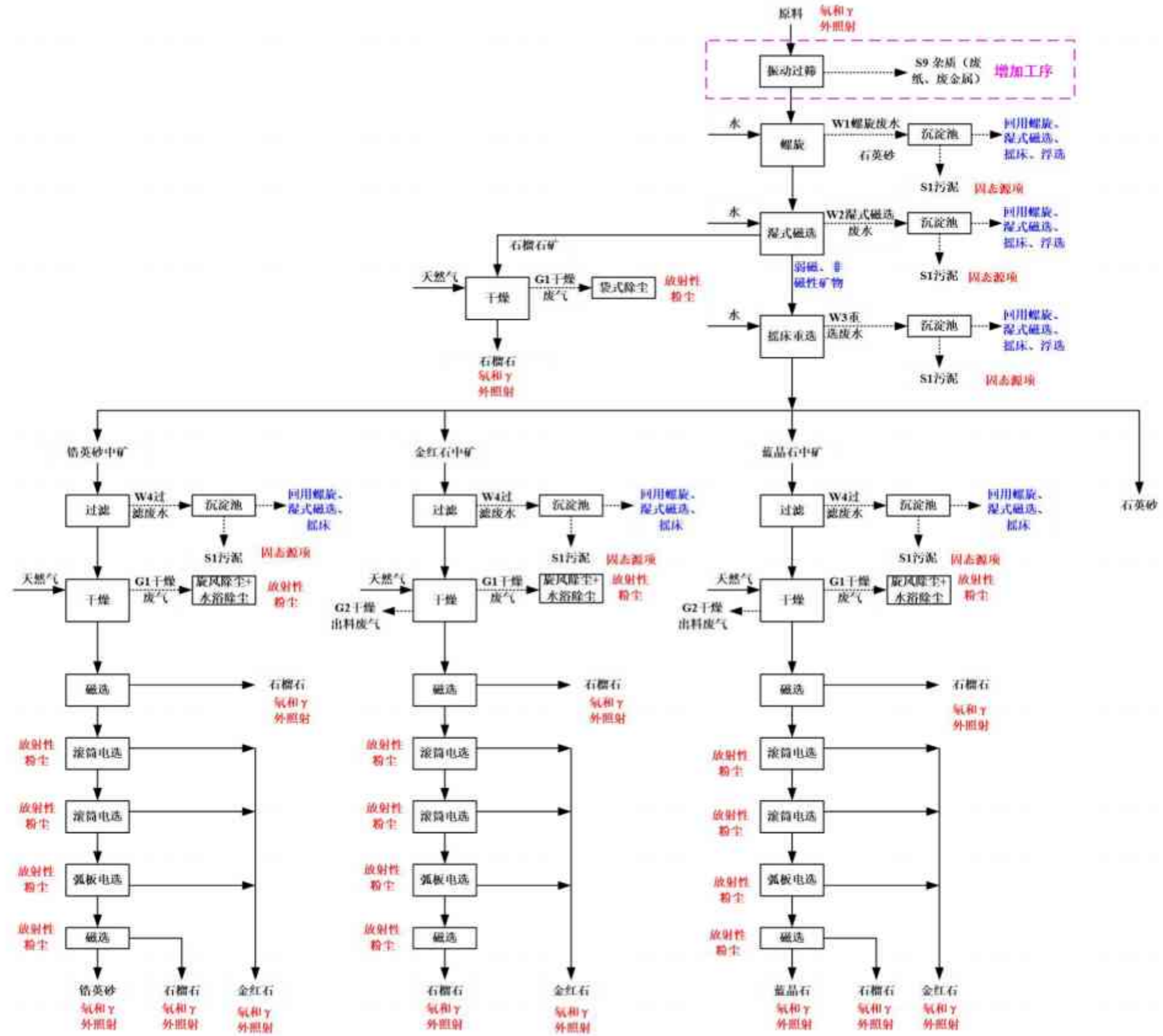


图 3-2 生产工艺流程图

3.5 水平衡、物料平衡与核素平衡

3.5.1 水平衡

本项目生产过程中遇到的各类物料的含水率见下表 3-7。

表 3-7 各类物料的含水率一览表

物料名称	含水率范围%	备注
铅中矿	4.5	
干燥后的物料	2.5	包括蓝晶石、铅英砂、石榴子石、金红石、石英砂
沥水后的物料	10	包括蓝晶石、铅英砂、石榴子石、金红石、石英砂

项目水平衡情况见下图，项目总回用水为 2230.4 t/d，年回用水量为 669120 t/a。项目水平衡详见图 3-3。

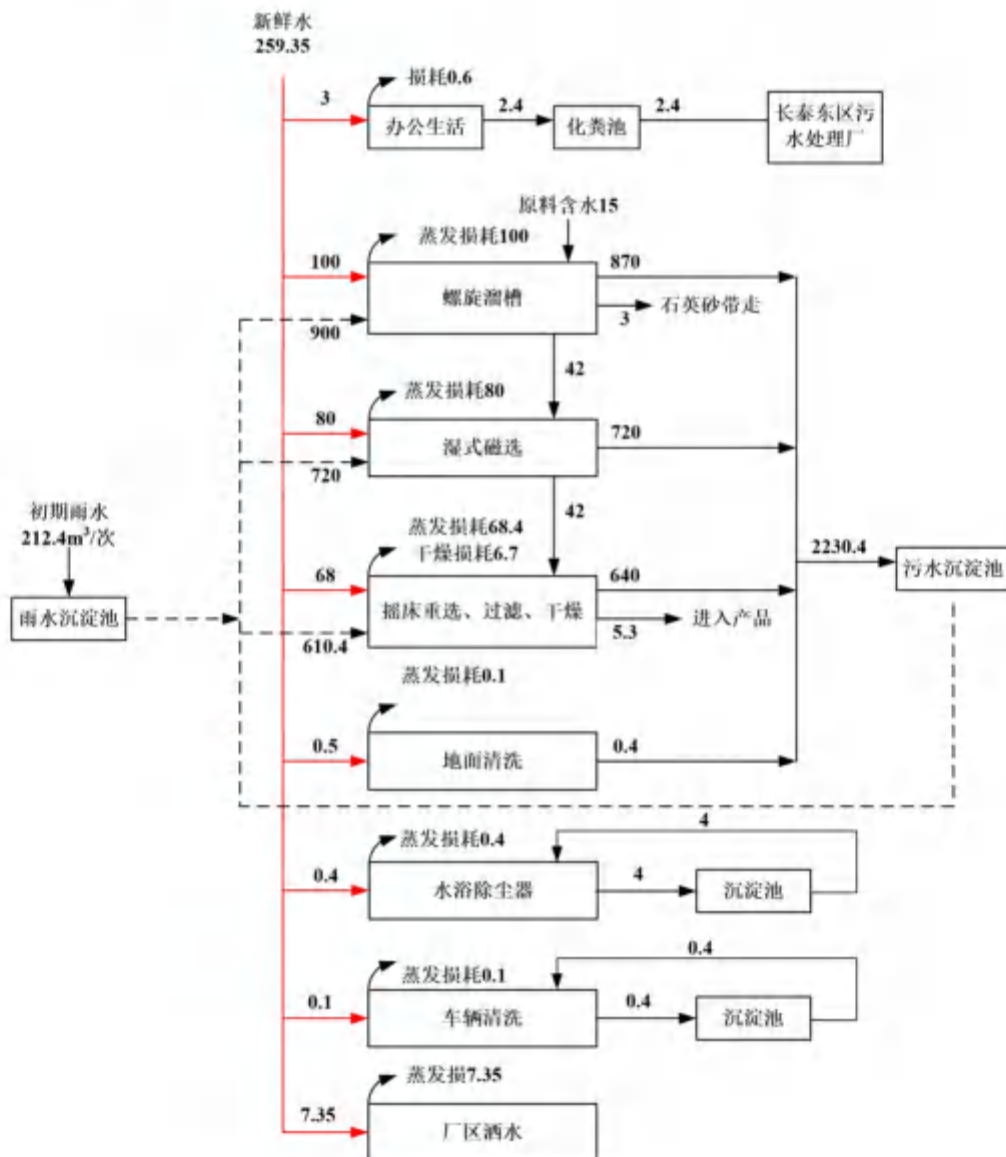


图3-3 项目水平衡图 (t/d)

3.5.2 物料平衡

根据福建鑫钰新材料有限公司提供资料，现阶段公司年处理锆英中矿 100035.4486t/a，年产出蓝晶石 4.5 万吨、锆英砂 1 万吨、石榴子石 3 万吨、金红石 0.8 万吨、石英砂 0.5 万吨，沉淀污泥产生量约为 4.36t/a，粉尘有组织排放量约为 0.14t/a，粉尘无组织排放量约为 0.4666t/a。本项目的物料平衡见下表 3-8。

表 3-8 项目工程物料平衡表一览表（单位：t/a）

序号	投入		序号	产出	
	物料名称	投入量		物料名称	产出量
1	锆英中矿（含水率 4.5%）	100014.9666	1	锆英砂（含水率 2.5%）	10000
2			2	石榴子石（含水率 2.5%）	30000
3			3	金红石（含水率 2.5%）	8000
4			4	蓝晶石（含水率 2.5%）	45000
5			5	石英砂（含水率 2.5%）	5000
6			6	干燥损耗（主要为水）	2010
7			7	沉淀污泥（绝干）	4.36
8			8	粉尘有组织排放	0.14
9			9	粉尘无组织排放	0.4666
合计		100014.9666	合计		100014.9666

注：①粉尘有组织排放量引用检测报告（报告编号：HYHJY24071501）中的数据，采样时间 2024 年 07 月 16 日~2024 年 07 月 17 日；②无组织粉尘排放量引用专篇中评价数据。

3.5.3 核素平衡

为了掌握原料中放射性核素的迁移情况，本次验收阶段对本批次锆英砂原料、蓝晶石、锆英砂、石榴子石、金红石、石英砂产品以及污泥进行了放射性核素分析，检测结果见表 3-9。

表 3-9 原料及产品中放射性核素含量一览表（单位：Bq/g）

物料名称	样品编号	²³⁸ U	²²⁶ Ra	²³² Th
锆英中矿（原料）	S7	0.807	1.20	2.33
锆英砂（成品）	S8	1.11	4.81	1.58
锆英砂（重选后）	S9	1.16	3.56	1.42
蓝晶石成品	S10	0.219	0.199	0.120
石榴石成品	S11	0.0561	0.0732	0.360
金红石成品	S12	0.384	0.439	0.677
石英砂成品	S13	0.0700	0.0655	0.138
污泥1	S14	1.09	1.85	0.859
污泥2	S15	0.165	0.292	0.412

根据本项目样品分析结果，对锆英中矿选矿、硅酸锆生产过程中主要放射性核素平衡进行了分析，原料及产品中放射性核素。

表 3-10 放射性核素平衡表

投入				产出				
项目	核素	比活度 (Bq/kg)	总活度 (Bq/a)	项目	核素	比活度 (Bq/kg)	总活度 (Bq/a)	备注
锆英中矿 (100014.9666t/a)	²³⁸ U	807	8.07E+10	锆英砂 (10000t/a)	²³⁸ U	1110	1.11E+10	
	²²⁶ Ra	1200	1.20E+11		²²⁶ Ra	4810	4.81E+10	
	²³² Th	2330	2.33E+11		²³² Th	1580	1.58E+10	
				石榴子石 (30000t/a)	²³⁸ U	56.1	1.68E+09	
					²²⁶ Ra	73.2	2.20E+09	
					²³² Th	360	1.08E+10	
				金红石 (8000t/a)	²³⁸ U	384	3.07E+09	
					²²⁶ Ra	439	3.51E+09	
					²³² Th	677	5.42E+09	
				蓝晶石 (45000t/a)	²³⁸ U	219	9.86E+09	
					²²⁶ Ra	199	8.96E+09	
					²³² Th	120	5.40E+09	
				石英砂 (5000t/a)	²³⁸ U	70	3.50E+08	
					²²⁶ Ra	65.5	3.28E+08	
					²³² Th	138	6.90E+08	
				沉淀污泥 (4.36t/a)	²³⁸ U	1090	4.75E+06	
					²²⁶ Ra	1850	8.07E+06	
					²³² Th	859	3.75E+06	
合计	²³⁸ U		8.07E+10	合计	²³⁸ U		2.61E+10	
	²²⁶ Ra		1.20E+11		²²⁶ Ra		6.31E+10	
	²³² Th		2.33E+11		²³² Th		3.81E+10	

从上表中可看出，原料与各种产品中各核素总量存在一定差异。

3.6 项目变动情况

3.6.1 项目环评及批复要求落实情况

项目《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨铅英中矿项目辐射环境影响评价专篇》及批复情况与实际情况详见表 3-11。

3.6.2 项目变动情况及其结论

本次竣工验收阶段与环评阶段建设内容基本一致。根据现场核查，本项目验收阶段仅有少部分内容发生了调整，主要包括以下几个方面：

① 生产工艺增加振动过筛

项目生产工艺中增加振动过筛，增加 1 台振动过筛设备（脱水筛），实际生产中原料会带些杂质，杂质主要为一些废纸、废金属等，该设备主要通过振动电机产生的振动力，使筛体振动，从而使物料在筛面上进行筛分和分级，从而实现物料及杂质分离。

变动原因：杂质会影响后续的生产工艺，因此，增加该设备去除原料中杂质。该变动不涉及新增污染物及污染物排放量，不属于重大变动。

具体生产工艺流程图详见图 3-3。

② 部分设备数量减少

项目环评阶段砂泵设计数量为 30 台、脱水机 2 台、铲车 4 台，本次验收砂泵数量为 28 台、脱水机 1 台、铲车 1 台，相较环评阶段数量有所减少。

变动原因：现有的砂泵数量为 28 台、脱水机 1 台、铲车 1 台已能满足生产要求，从节约资源，减少成本的角度考虑，减少设备数量。

该变动不涉及新增污染物及污染物排放量，不属于重大变动。

③ 主要原辅材料铅英中砂使用量有所减少

由于实际生产过程中回收收集的粉尘（包括除尘器收集粉尘、自然沉降扬尘）均收集后进入电选磁选中进行进一步回用进入产品中，生产过程损耗量减少，因此，对应铅英中矿原辅料用量有所减少，该变动不涉及新增污染物及污染物排放量，不属于重大变动。

④ 废气处理设施变化

项目环评阶段设计粉尘废气采用布袋除尘器+1 根 15m 排气筒（DA001）排放，实际粉尘收集后经旋风除尘+水浴除尘处理后再通过 1 根 15m 排气筒

(DA001) 排放。

变动原因：主要为该废气处理设施为烘干机设备配套设施，且考虑到该废气处理设施采用旋风除尘+水浴除尘两级除尘处理，废气处理设施变动属于优化废气除尘设施。

该变动会导致产生水浴除尘废水，但该除尘废水经沉淀后回用，不外排；且根据《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨铅英中矿项目竣工环境保护验收监测报告》中颗粒物根据 2024 年 07 月 16 日~2024 年 07 月 17 日两日验收监测结果(检测报告编号:HYHJY24071501)进行核算,项目颗粒物排放量为 0.1296t/a (折算工况 95.5%, 满负荷排放量 0.136t/a), 满足环评总量控制要求(颗粒物 0.14t/a)。因此,该变动不涉及新增污染物及污染物排放量,不涉重大变动。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》有关规定,建设项目的性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施五个因素中的一项或一项以上发生重大变动,且可能导致环境影响显著变化(特别是不利环境影响加重)的,界定为重大变动。属于重大变动的应当重新报批环境影响评价文件,不属于重大变动的纳入竣工环境保护验收管理。同时对照《污染影响类建设项目重大变动清单(试行)》(详见表 3-12),本项目不属于重大变动,项目环境影响评价报告书中的环保措施基本得到落实,有关环保设施已建成并投入使用,可纳入竣工环境保护验收管理。

表 3-11 项目环评辐射专篇批复及验收情况一览表

类别	环评及其批复情况	验收实际执行情况	变化/落实情况	是否属于重大变动	
建设内容	性质	新建项目	新建项目	不变	否
	地点	漳州市长泰区陈巷镇港园工业区	漳州市长泰区陈巷镇港园工业区	不变	否
	规模	项目年加工10万吨锆英中矿，年产蓝晶石4.5万吨、锆英砂1万吨、石榴子石3万吨、金红石0.8万吨、石英砂0.5万吨	项目年加工10万吨锆英中矿，年产蓝晶石4.5万吨、锆英砂1万吨、石榴子石3万吨、金红石0.8万吨、石英砂0.5万吨	不变	否
	生产工艺	详见3.5工艺流程。	增加振动过筛工序，详见3.5工艺流程。	原料中实际会带些杂质，杂质主要为一些废纸、废金属等，增加该工序主要为了筛分出原料中杂质，为后续磁选做准备，该工序产生固废杂质主要为废纸、废金属等，收集后外卖综合利用，该变动不涉及新增污染物或污染物排放量，不属于重大变动	否
辐射防护与安全管理措施	严格落实水、土壤环境放射性污染防治措施。厂区各车间、仓库、雨水池和循环沉淀池全部进行水泥硬化；设置雨水收集系统，收集的水均汇入雨水收集池，经重力作用沉淀后作为生产用水回用，不外排；设置循环沉淀池，收集处理加工生产过程中产生的废水，该废水经处理后全部循环利用，不外排。	运营期，项目生产过程废水主要为螺旋溜槽废水、湿式磁选废水、摇床重选废水、过滤废水及车间地面清洁废水。项目生产废水经沉淀池处理后回用；地面清洗废水经生产废水沉淀池处理后回用于生产过程用水，不外排；车辆轮胎冲洗废水经二级沉淀池循环利用，不外排；水浴除尘废水进行沉淀后回用，不外排。生活污水经化粪池处理后进入长泰东区污水处理厂处理。	① 废气处理设施变动原因主要为：该废气处理设施为烘干机设备配套设施。该废气处理设施变动属于优化废气除尘设施，采用旋风除尘+水浴除尘两级除尘处理。 ② 该变动产生水浴除尘废水，除尘废水经沉淀后回用，不外排；且根据《福建鑫钰新材料有限公司年加工10万吨锆英中矿项目竣工环境保护验收监测报告》中颗粒物根据2024年07月16日~2024年07月	否	
	严格落实大气环境放射性污染防治措施。加强物料堆场管理，原料存放于顶部全部封闭的水泥硬地厂房内，抑制扬尘产生；采用布袋除尘器进行	本项目有组织排放源主要为干燥废气，项目粉尘比重较大，收集后经旋风除尘+水浴除尘处理后再通过1根15m排气筒（DA001）排放，为有组织排放；干燥出料废气，电选进出料废气，磁选进			否

类别	环评及其批复情况	验收实际执行情况	变化/落实情况	是否属于重大变动
	除尘处理，严控各类无组织排放对外围环境造成放射性影响。	出料废气、卸料扬尘、堆场扬尘、运输扬尘呈无组织排放，通过在烘干炉干燥出料口，磁选机、电选机进出料口设置挡风遮罩，洒水抑尘及原料仓库密闭以减少无组织排放。	17日两日验收监测结果（检测报告编号：HYHJY24071501）进行核算，项目颗粒物排放量为0.1296t/a（折算工况95.5%，满负荷排放量0.136t/a），满足环评总量控制要求（颗粒物0.14t/a）。因此，该变动不涉及新增污染物及污染物排放量，不涉及重大变动。	
	严格落实尾砂及循环沉淀池污泥管理措施。尾砂及循环沉淀池污泥需进行批量监测，根据监测结果采取有效措施，确保其放射性核素含量小于豁免水平1Bq/g。	根据建设单位提供资料，项目原料及产品中含泥量很少，基本上均为沉砂，且比重较大，废水中携带泥沙量很少，项目运行阶段至今，沉淀池污泥产生量很少，目前尚未进行污泥清理，待进行清理产生后暂时存放在封闭池内，沥干水分，封闭池容积为单个50立方米，堆存至一定量后进行外售，由于泥的重量较轻，泥自然干燥后，需进行适量的洒水或者覆盖，防止起尘。待产生后每批次泥外卖前需送有资质单位检验，确认其放射性水平，若泥中的放射性水平低于1Bq/g，则将泥出售给长泰县北极光石制品有限公司，作为建筑（商混料等公用水泥制品）材料使用，若泥放射性超过1Bq/g，则回收利用，重新进入选矿程序，选出放射性较高的铅英产品等，直至泥中的天然放射性核素的达到外售标准。	已落实	否
	严格落实辐射工作人员管理措施。辐射安全管理人员等关键岗位工作人员应取得辐射安全与防护培训合格证，开展个人剂量监测，建立个人剂量和职业健康档案。	公司现1名辐射安全管理人员已取得辐射安全与防护培训合格证；对于关键岗位车间的工作人员均佩戴个人剂量计，按季度定期送检（个人剂量定期委托陕西新鸿泰检验检测有限公司进行检测，详见附件7），并在工作中佩戴口罩等防护用	已落实	否

类别	环评及其批复情况	验收实际执行情况	变化/落实情况	是否属于重大变动
		品。每年定期对相关工作人员进行辐射防护相关培训教育，增强辐射防护意识和风险意识。		
	严格落实台账管理制度。规范建立台账，如实记录原料、中间产品及尾砂的辐射水平、来源和去向。	规范建立台账，如实记录原料、中间产品及尾砂的辐射水平、来源和去向。	已落实	否
	严格落实各项辐射安全风险防范措施。全厂环境事故应急预案中应包括辐射事故应急内容。定期开展应急演练，做好辐射事故应急工作。	公司为在发生辐射事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应措施，保护工作人员、公众及环境的安全，制定了《福建鑫钰新材料有限公司辐射环境风险应急预案》（附件9）。定期开展应急演练及应急培训，做好辐射事故应急工作。	已落实	否
	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定和“评价专篇”的预测，该项目公众剂量约束执行 0.25mSv/a。	根据监测结果，本项目正常运行时，项目周围环境及环境敏感目标的γ辐射剂量率、氡及子体浓度、空气气溶胶，地下水放射性核素含量、地表水放射性核素含量、底泥中核素含量、土壤中核素含量等在当地本底水平波动范围内，未见异常。环境γ辐射剂量率、氡等扣除天然本底后，其所致公众人员的剂量可忽略不计，能满足辐射专篇及批复（闽环辐射函〔2023〕14号）中提出的公众剂量约束值不大于 0.25mSv/a 的要求。	已落实	否
	你公司应按《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法（试行）》（国环规辐射〔2018〕1号）要求，开展环境辐射监测，并于每年2月1日前完成上年度环境辐射监测年度报告，环境辐射监测信息生成或变更完成后十个工作日内向社会公开。	为更好地开展本项目的环境保护工作，进行有效的环境监督、管理，为工程环境管理提供依据，公司制定了具体的环境监测计划，定期委托有资质的监测机构进行监测，投入使用后每年至少进行1次常规监测。由于公司于2024年06月进入调试阶段，今年年度监测以本次验收监测作为2024年年度环境辐射监测年度报告。	已落实	否

表 3-12 与《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》对照情况一览表

类别	《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》内容	实际变动情况	是否属于重大变动
性质	建设项目开发、使用功能发生变化的。	无变化	否
规模	生产、处置或储存能力增大 30%及以上的	无变化	否
	生产、处置或储存能力增大，导致废水第一类污染物排放量增加的。	无变化	
	位于环境质量不达标区的建设项目生产、处置或储存能力增大，导致相应污染物排放量增加的（细颗粒物不达标区，相应污染物为二氧化硫、氮氧化物、可吸入颗粒物、挥发性有机物；臭氧不达标区，相应污染物为氮氧化物、挥发性有机物；其他大气、水污染物因子不达标区，相应污染物为超标污染因子）；位于达标区的建设项目生产、处置或储存能力增大，导致污染物排放量增加 10%及以上的。	无变化	
地点	重新选址；在原厂址附近调整（包括总平面布置变化）导致环境防护距离范围变化且新增敏感点的。	无变化	否
生产工艺	新增产品品种或生产工艺（含主要生产装置、设备及配套设施）、主要原辅材料、燃料变化，导致以下情形之一：（1）新增排放污染物种类的（毒性、挥发性降低的除外）；（2）位于环境质量不达标区的建设项目相应污染物排放量增加的；（3）废水第一类污染物排放量增加的；（4）其他污染物排放量增加 10%及以上的。	无变化	否
	物料运输、装卸、贮存方式变化，导致大气污染物无组织排放量增加 10%及以上的。	无变化	
环境保护措施	废气、废水污染防治措施变化，导致第 6 条中所列情形之一（废气无组织排放改为有组织排放、污染防治措施强化或改进的除外）或大气污染物无组织排放量增加 10%及以上的。	优化废气除尘设施，干燥废气除尘设施采用旋风除尘+水浴除尘两级除尘处理。该变动产生水浴除尘废水，除尘废水经沉淀后回用，不外排；且根据《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目竣工环境保护验收监测报告》中颗粒物根据 2024 年 07 月 16 日~2024 年 07 月 17 日两日验收监测结果（检测报告编号：	否

类别	《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》内容	实际变动情况	是否属于重大变动
		HYHJY24071501) 进行核算, 项目颗粒物排放量为 0.1296t/a (折算工况 95.5%, 满负荷排放量 0.136t/a), 满足环评总量控制要求 (颗粒物 0.14t/a)。因此, 该变动不涉及新增污染物及污染物排放量, 不涉及重大变动	
	新增废水直接排放口; 废水由间接排放改为直接排放; 废水直接排放口位置变化, 导致不利环境影响加重的。	无变化	
	新增废气主要排放口 (废气无组织排放改为有组织排放的除外); 主要排放口排气筒高度降低 10% 及以上的。	无变化	
	噪声、土壤或地下水污染防治措施变化, 导致不利环境影响加重的。	无变化	
	固体废物利用处置方式由委托外单位利用处置改为自行利用处置的 (自行利用处置设施单独开展环境影响评价的除外); 固体废物自行处置方式变化, 导致不利环境影响加重的。	无变化	
	事故废水暂存能力或拦截设施变化, 导致环境风险防范能力弱化或降低的。	公司在厂房屋东南侧建有 1 个沉淀池 2, 总容积为 3000m ³ , 日常保留大于 800m ³ 的剩余容积, 下雨时可作为初期雨水池收集初期雨水, 收集后初期雨水经沉淀池处理后全部回用于选矿生产; 发生事故时, 可作为事故池, 用于存放事故水。不涉及导致环境风险防范能力弱化或降低的, 不属于重大变动。	

4. 放射性污染防治设施

4.1 放射性污染防治设施“三同时”落实情况

公司各项辐射环境保护措施均已基本落实到位，详见表 4-1。

表 4-1 辐射环境保护“三同时”验收内容一览表

项目	措施	具体内容	落实情况
液态流出物	各类物料（包括石英砂）的沥水池、循环沉淀池、事故应急池划定为重点防渗区；摇床车间、成品仓库，原料仓库以及电选、磁选车间为一般防渗区	重点防渗区：不低于渗透系数为 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 、厚度为 6m 的黏土层防渗性能； 一般防渗区：等效黏土防渗层 $M_b \geq 1.5\text{m}$ ， $K \leq 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$	已落实：污水沉淀池（北侧沉淀池 1、东南侧沉淀池 2、废水沉淀池）、危废间等地面均按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求采用重点防渗工程；摇床车间、成品仓库，原料仓库以及电选、磁选车间为一般防渗区，全部进行地面水泥硬化处理。
产品存放	设置锆英砂、金红石、蓝晶石、石英石成品的专门暂存场所	锆英砂、金红石、蓝晶石、石英石在车间选出后直接袋装转运至仓库	已落实：公司锆英砂、金红石、蓝晶石、石英石在车间选出后直接袋装转运至车间内成品仓库
气载流出物辐射防护措施	烘干炉废气治理措施	烘干炉烟尘采用布袋处理后通过 15m 高排气筒排放	已落实：公司烘干炉烟尘收集后经旋风除尘+水浴除尘处理后再通过 1 根 15m 排气筒（DA001）排放。
	无组织排放粉尘治理措施	设置仓库，不露天堆放，围墙、厂棚、绿化等	已落实：厂区设置原料仓库，不进行露天堆放，厂区周边设置围墙，能绿化的地方均进行相应绿化。
	储存和转运措施	运输时采用《放射性物品安全运输规程》要求配备的专用运输车，用纤维袋分装后装车，并用塑料膜覆盖，防止洒落和对运输沿线的污染	已落实：公司运输时采用《放射性物品安全运输规程》要求配备的专用运输车，用纤维袋分装后装车，并用塑料膜覆盖，防止洒落和对运输沿线的污染
辐射管理	辐射监测仪器	配备便携式 γ 剂量率仪、表面污染监测仪	已落实：已配备便携式 γ 剂量率仪、表面污染监测仪
	个人剂量管理	进行常规个人剂量监测，并对个人监测结果逐个记录存档；公司全体员工应建立职业健康档案	已落实：公司全体员工建立职业健康档案，定期进行职业健康检查；工作场所工作人员均佩戴个人剂量计，个人剂量定期委托陕西新鸿泰检验检测有限公司进行检测，详见附件 7，并随时注意剂量变化，并建立个人剂量档案

项目	措施	具体内容	落实情况
	锆英砂、金红石、蓝晶石、石英石储运管理	建立完备进出台账业务，对于具体数量和去向将有完整记录	已落实：公司建立完备进出台账，对于锆英砂、金红石、蓝晶石、石英石具体数量和去向均有完整记录

4.2 放射性污染防治设施

4.2.1 伴生放射性废水

本项目锆英砂选矿废水生产废水经沉淀池处理后回用，本项目所有生产废水不外排，厂区无液态流出物。

(1) 生产废水

项目生产过程废水主要为螺旋溜槽废水、湿式磁选废水、摇床重选废水、过滤废水、水浴除尘废水及车间地面清洁废水。项目生产过程产生废水经沉淀处理后水质满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺与产品用水标准后，回用于生产过程用水，不外排。车辆清洗废水经沉淀后上清液回用于车辆清洗；水浴除尘废水进行沉淀后回用，不外排。

项目螺旋溜槽废水、水浴除尘废水经收集后进入东南侧沉淀池 2 进行沉淀处理；湿式磁选废水、生产区西侧车间地面清洁废水经收集后进入北侧沉淀池 1 进行沉淀处理；摇床重选废水、过滤废水、生产区东侧车间地面清洁废水经收集后纳入废水沉淀池中进行沉淀处理。

本项目只是进行物理选矿，不加药剂，污染物不溶出。沉淀池中矿砂是否有足够的沉淀时间是回用水水质的保证的关键项目生产对水质要求不高，对生产工艺影响不大。

本项目运营期生产废水量为 2230.4m³/d，本项目配套设置循环水池共约 8850m³（含北侧沉淀池 1、废水沉淀池总容积 5850m³，东南侧沉淀池 2 总容积 3000m³），本项目生产用水循环水池能够暂存 1 天以上的选矿废水量，可确保选矿废水循环使用，不外排。当北侧沉淀池 1 或者废水沉淀池发生事故时将选矿废水抽至东南侧沉淀池 2（沉淀池 2 总容积为 3000m³，日常保留大于 800m³ 的剩余容积），环境风险不大。

(2) 初期雨水

项目生产区建筑物天面设置找坡、天沟、北侧厂区硬化地面，收集到的

天面雨水及北侧厂区硬化地面通过雨水管道汇入独立的雨水管网收集后汇至东南侧沉淀池 2（总容积为 3000m³），收集后的初期雨水全部回用于选矿生产，该管道配备三通阀门，前 30min 的初期雨水进行收集，后 30min 的雨水通过切换阀门，纳入市政雨水管网外排；南侧厂区仓库及其硬化地面的初期雨水则通过独立的雨水管道直接纳入东南侧沉淀池 2（总容积为 3000m³），收集后的初期雨水经全部回用于选矿生产；生活区域雨水收集后直接排入市政雨水管网。项目选矿对水质要求不高，初期雨水中含 SS，经沉淀后，可回用于洗矿、选矿工序，不外排。

项目初期雨水参照福建省住建厅关于批准发布省工程建设地方标准《城市及部分县城暴雨强度公式》DBJ/T13-52-2021 通知中关于暴雨强度的计算公式，具体如下：

$$q = \frac{2618.151(1 + 0.5711 \lg Te)}{(t + 7.732)^{0.728}}$$

式中：设计降雨历时， $t=30\text{min}$ ；

设计降雨重现期， $Te=5\text{a}$ ；

由上述计算可知，按照 5 年重现期和降雨历时 30min 计算，设计暴雨强度为 236L/s · hm²。

初期雨水量按《室外排水设计标准》（GB 50014-2021）推荐的公式计算：

$$Q = aqF$$

式中 Q ：雨量；L/s，

a ：径流系数，取值 0.9，

q ：设计暴雨强度，L/s · hm²。

F ：集雨面积 m²，汇水面积按建设场地面积 10000m² 计，则 30min 内的厂区初期雨水量为 212.4m³。

因此，公司实际在厂房屋东南侧建有 1 个沉淀池 2，总容积为 3000m³，日常保留大于 800m³ 的剩余容积，因此，可以满足初期雨水收集要求。

项目废水收集池照片详见附图 1。

表 4-2 废水排放及治理情况一览表

废水类型	来源	放射性核素种类	排放规律	产生量 (t/d)	治理设施	排放情况
生产废水	螺旋废水	螺旋溜槽	连续	2230.4	沉淀池（北侧沉淀池 1、废水沉淀池：总容积为 5850m ³ ；东南侧沉淀池 2；总容积为 3000m ³ ，该沉淀池主要收集生产车间南侧螺旋废水）	经沉淀后上清液回用于生产，不外排
	湿式磁选废水	湿式磁选	连续			
	摇床重选废水	摇床重选	连续			
	过滤废水	过滤	连续			
	车间地面清洗废水	车间地面清洗	间歇			
	车辆清洗废水	车辆清洗	间歇	0.4	经沉淀后上清液回用于车辆清洗，不外排	

4.2.2 伴生放射性废气

本项目气载流出物主要是原料、产品等产生的氡钍射气以及各工艺生产过程中产生的含放射性核素的粉尘等。其中，电磁选车间烘干排气筒属于有组织排放。干燥出料产生的颗粒物、电选磁选出料产生的颗粒物、卸料扬尘、堆场扬尘、运输扬尘等产生的粉尘均属于无组织排放。排放的主要污染物为含放射性核素的粉尘、²²²Rn、²²⁰Rn 等。

根据现场实际调查及监测结果可知，本项目各生产车间内氡钍浓度较低，相较于环境中浓度未见明显变化；摇床车间主要采用湿式工艺，因此该过程无粉尘产生。电磁选车间以及包装车间会有少量的无组织粉尘产生，产生原因在于重力落差起尘以及物料的遗撒带来的起尘。车间有组织排放主要为电磁选车间的烘干排气筒产生。

(1) 有组织排放源

本项目有组织排放源主要为干燥废气。项目物料烘干时，烘干炉不断转动，物料被烘干机内壁抄板抄起来又洒下，物料与物料、物料与烘干机内壁相互摩擦、碰撞，造成部分物料破损，产生物料翻滚粉尘。由于烘干的物料为粉末状，烘干机内壁落差不大，翻滚粉尘产生量不大。项目粉尘比重较大，收集后经旋风除尘+水浴除尘处理后再通过 1 根 15m 排气筒（DA001）排放，为有组织排放，经过除尘系统排出的烟气粉尘浓度基本非常小，对周围环境影响很小。

除尘设施原理：旋风除尘器的除尘原理主要基于离心力的作用。当含尘气体进入除尘器后，由于除尘器的特殊结构，气体被迫沿切线方向进入圆筒形的除尘室。在圆筒形的除尘室内，气体做高速旋转运动，产生强大的离心力。尘粒由于质量较大，在离心力的作用下，被甩向除尘器的器壁，并沿器壁滑落至底部的集尘斗中。经过净化的气体则通过中心的排气管排出。旋风除尘器结构简单、成本低廉、维护方便，适用于捕集非黏性、非纤维性的干燥粉尘。

水浴除尘器是一种利用水作为除尘介质的设备，其除尘原理主要基于水的湿润作用和惯性碰撞原理。当含尘气体通过水浴除尘器时，气体中的尘粒与水滴接触，尘粒被水滴湿润并附着在水滴表面。随后，这些带有尘粒的水滴因重力作用而沉降，从而达到除尘的目的。此外，水浴除尘器还利用了气体与水滴之间的相对运动，使得尘粒在惯性力的作用下与水滴发生碰撞，进一步提高除尘效率。通过这种方式，水浴除尘器能够有效地去除气体中的粉尘颗粒，适用于多种工业场合的粉尘治理。

(2) 无组织排放源

项目无组织废气包括干燥出料产生的颗粒物、电选磁选出料产生的颗粒物、卸料扬尘、堆场扬尘、运输扬尘。项目通过以下措施控制无组织废气污染源：

1) 通过在烘干炉干燥出料口，磁选机、电选机进出料口设置挡风遮罩，将烘干炉、磁选机、电选机设在厂房内，可有效减轻风力扬尘且通过降低落料高度，可有效减少扬尘的产生；

2) 中矿在原料仓库库内的装卸、装载及运输过程会产生扬尘，通过降低矿砂装卸落差，可有效减少扬尘的产生，设置洒水抑尘设备，可有效减少扬尘的产生；

3) 中矿堆场中的毛矿含水率较高，当在原料仓库临时堆存，中矿含水率逐渐变低，当风力较大时，易产生扬尘。但中矿比重较大，风力不大时不易起尘。风力较大时将铺开的矿石合拢成矿堆，并上覆防尘布，可有效降低堆场粉尘；且原料仓库上设顶棚，地面硬化，四周密闭，可有效减少扬尘的产生，并定期进行洒水控制抑尘，可有效减少扬尘的产生；

4) 装卸过程中运输车辆在场内行驶、运输车辆行驶过程中矿料洒落路面、运输车辆的车轮夹带泥土污染场地附近路面而产生扬尘。运输车辆搞好车辆外部清洁，及时清洗车辆；运送车辆在运输时不装载过满，采取加盖篷布等措施，且运输

车辆需定期检查，如有破损及时修补，以免矿砂撒落，造成二次扬尘，并在运输路线设置洒水装置，每天视天气情况对矿区道路进行洒水；购买符合国家机动车尾气排放标准的车型，合理安排班次，对周围大气环境影响不大。

经以上措施治理后，干燥出料产生的颗粒物、电选磁选出料产生的颗粒物、卸料扬尘、堆场扬尘、运输扬尘均可以得到有效的控制，对周边环境影响很小。

项目伴生放射性废气基本情况详见表4-3。

表 4-3 项目废气及其治理设施情况一览表

废气类型	废气名称	废气来源	排放量	放射性核素种类	治理设施
有组织粉尘	干燥废气	烘干炉烘干工序产生	0.140t/a	粉尘中放射性核素种类主要为 ²³⁸ U、 ²³² Th、 ²²⁶ Ra	旋风除尘+水浴除尘处理后再通过1根15m排气筒(DA001)排放
无组织粉尘	干燥出料废气	干燥出料	0.4666t/a	粉尘中放射性核素种类主要为 ²³⁸ U、 ²³² Th、 ²²⁶ Ra	设置挡风遮罩
	电选磁选出料废气	电选磁选出料			设置挡风遮罩
	卸料扬尘	卸料			洒水抑尘
	堆场扬尘	堆场			洒水抑尘
	运输扬尘	运输			加盖篷布、设置洒水装置、合理装卸
氡浓度	原料堆场及产品析出的氡		2.28×10 ⁹ Bq/a	主要为 ²²² Rn	/

注：1、有组织粉尘排放量引用检测报告（报告编号：HYHJY24071501）中的数据，采样时间2024年07月16日~2024年07月17日，分析时间2024-07-16~2024-07-23；

2、无组织粉尘排放量引用专篇中评价数据；

3、氡排放量主要估算原料仓库、成品库、尾砂堆场的释放量。

4.2.3 伴生放射性固体废物

项目伴生放射性固体废物主要为沉淀池污泥、自然沉降扬尘、除尘器收集粉尘。

根据现场核查，公司自然沉降扬尘、除尘器收集粉尘均收集后进行进一步电选磁选回用进入产品中，作为产品对外出售，项目车间及厂区内自然沉降扬尘产生量约为3.5t/a，旋风除尘器收集粉尘量约为12.5t/a，因此，车间及厂区内自然沉降扬尘、除尘器收集的粉尘均不对外排放，不会对周围环境产生影响。

根据建设单位提供资料，项目原料及产品中含泥量很少，基本上均为沉砂，且比重较大，废水中携带泥沙量很少，项目运行阶段至今，沉淀池污泥产生量很少，目前尚未进行污泥清理，待进行清理产生后暂时存放在封闭池内，沥干水分，封闭

池容积为单个50立方米，堆存至一定量后进行外售，由于泥的重量较轻，泥自然干燥后，需进行适量的洒水或者覆盖，防止起尘。待产生后每批次泥外卖前需送有资质单位检验，确认其放射性水平，若泥中的放射性水平低于1Bq/g，则将泥出售给建筑公司，作为建筑材料使用，若泥放射性超过1Bq/g，则回收利用，重新进入选矿程序，选出放射性较高的锆英产品等，直至泥中的天然性放射性核素的达到外售标准。

根据本次验收检测情况来看，东侧废水沉淀池污泥中铀-238、钍-232浓度大于1 Bq/g，项目污泥的放射性核素含量不属于免管范围，见表4-4。

表 4-4 项目污泥放射性核素含量一览表

项目	本次验收监测结果 (Bq/kg)			环评阶段类比监测结果 (Bq/kg)			
	/	²³⁸ U	²³² Th	²²⁶ Ra	²³⁸ U	²³² Th	²²⁶ Ra
污泥	东侧废水沉淀池	1090	859	1850	138.0	778.6	319.6
	北侧沉淀池	165	412	292	/	/	/

4.2.4 其它伴生放射性物料

根据项目的工艺可知，锆英砂选矿主要是对锆英砂中矿进行物理选矿，主要产品有蓝晶石、锆英砂、石榴子石、金红石、石英砂等，生产规模为年产蓝晶石4.5万吨、锆英砂1万吨、石榴子石3万吨、金红石0.8万吨、石英砂0.5万吨。

本次验收期间，对本项目原料及产品中的放射性核素进行检测，检测结果见表4-5。根据检测结果可知，本项目蓝晶石产品、锆英砂产品、石榴子石产品、金红石产品以及原料中天然放射性核素²³⁸U、²³²Th或²²⁶Ra的浓度>1Bq/g，属伴生放射性物料，其贮存和管理应满足《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋辐射环境保护技术规范(试行)》(HJ-1114-2020)中的相关要求，具体要求见表4-6。

石英砂放射性核素²³⁸U、²³²Th或²²⁶Ra的浓度<1Bq/g，目前公司已与长泰县极光制品有限公司签订了石英砂收购协议(附件6)，定期收购本项目产生的石英砂。

表 4-5 项目原料及产品中的放射性核素含量检测结果一览表 (Bq/g)

物料种类	本次验收阶段		
	²³⁸ U	²²⁶ Ra	²³² Th
锆英砂原料	0.807	1.20	2.33
蓝晶石	1.11	4.81	1.58
锆英砂	1.16	3.56	1.42
石榴子石	0.219	0.199	0.120
金红石	0.0561	0.0732	0.360
石英砂	0.0700	0.0655	0.138

表 4-6 本项目伴生放射性物料/产品与相关规范的符合性分析

序号	HJ-1114-2020 中的相关要求	本项目实际情况	符合性
1	伴生放射性物料应与其他物料分区贮存	本项目原料均贮存在原料仓库,不同产品堆存在不同的产品仓库,不与其他物料等混合贮存。	符合
2	伴生放射性矿开发利用单位应贯彻执行国家和行业颁发的有关法律法规和标准,提供所必需的人力、物力等保障措施;建立辐射环境管理机构,配备专业技术人员与管理人员;建立辐射环境管理岗位责任制度、教育培训制度、报告制度等	公司建立了辐射管理机构,由法人代表担任主要负责人。同时根据本厂运行情况制定了辐射安全培训制度、个人剂量管理制度、辐射环境年度例行监测制度、工作人员辐射防护管理制度等。	符合
3	贮存设施应根据企业总平面布置等相关要求,尽量布置在远离人群活动的地方	本项目产品库位于厂区北侧,办公楼位于西南侧,因此该区域人员活动较少,且与周围长时间停留的环境敏感点相离较远。	符合
4	贮存设施应采取实体隔离措施,防止无关人员进入	本项目产品库为钢架结构,平时无无关人员进入;评价范围内距离最近居民点为夫坊村,约北侧 355m,厂区与周边环境敏感点相离较远。	符合
5	贮存设施应进行清污分流,防止雨水进入;物料可能产生渗水的应设置地沟等渗水收集系统,渗水应进行回收利用或处理后达标排放	<p>① 本项目产品库房和独居石库房均为独立建筑,顶部均设置有遮挡,不会受雨水淋滤影响;原料堆场、产品堆放区均设置有单层钢棚进行遮挡,同时四周设置有围墙进行隔挡,能较好地防止雨水进入,雨水不会对堆场产生影响。</p> <p>② 南侧厂区原料仓库及其硬化地面的初期雨水则通过独立的雨水管道直接纳入东南侧沉淀池 2(总容积为 3000m³),收集后的初期雨水经全部回用于选矿生产,不外排。</p> <p>③ 生产车间区域地面已全部硬化,防止生产废水污染地下水。项目生产废水经集水沟进入回用水池,经沉淀池沉淀后回用于生产工序,不外排。</p>	符合
6	贮存设施应进行防腐防渗设计,防渗性能应不低于渗透系数为 1×10 ⁻⁷ cm/s、厚度为 2m 的粘土层的防渗效果。	地面为水泥地面并进行了防渗处理,产品库和原料仓库均为水泥地面硬化处理。	符合
7	物料贮存应采取防尘、抑尘措施,防止物料逸散	项目锆英砂中矿堆存在原料仓库,产品堆存在生产车间厂内,厂区地面均采取水泥硬化处理;产品采用吊装袋进行包装,运输时采用塑料膜或纤维篷布覆盖,防止洒落和对运输沿线的污染	符合

序号	HJ-1114-2020 中的相关要求	本项目实际情况	符合性
8	贮存设施边界明显部位应设置电离辐射标志，并加强管理，防止无关人员进入。	本项目仓库设有电离辐射警示标识，由专人管理；独居石库房采用双锁防护，由专人管理。	符合
9	物料贮存相配套的废水处理设施和防尘、抑尘措施，应稳定运行、有效实施。	本项目在厂区内设置沉淀池用于收集项目产生的废水；原料仓库均设置在车间内部，上设顶棚，地面硬化，风力较大时矿石上覆防尘布；运送车辆在运输时不得装载过满，采取加盖篷布等措施；产品采用吊装袋进行包装。	符合
10	固体废物贮存台账应结合实际情况注明名称、来源、数量、剂量率值、入库日期、出库日期及接收单位名称等信息。	本项目产品均设有台账，进出库房均进行登记	符合

4.3 其他放射性污染防治设施

4.3.1 辐射环境风险防范设施

《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目辐射专篇》中提出了产品吊装撒漏、运输过程撒漏、废水沉淀水池渗漏等辐射风险防护措施，建设单位已落实情况如下：

(1) 产品吊装撒漏风险防范措施

公司按照《专篇》的建议，定期对驾驶人员进行作业人员业务技术培训，熟练掌握装置操作，避免出现吊装撒漏。每天进行吊装前，检查吊装装置是否存在问题，吊装安全性和稳定性是否完好，定期对吊装装置进行维修与维护，确保仪器处于良好的工作状态。

(2) 运输撒漏风险防范措施

公司按照《专篇》的建议，定期对驾驶人员进行安全培训或者安全教育，增强驾驶人员安全意识，避免出现交通事故。对运输车辆进行安全检查，定期进行维修、维护，确保车辆处于良好的工作状态。运输过程设置合理的原料及产品（特别是锆英砂）运输路线，原料和产品（特别是锆英砂）运输前应该进行严密包装，货物装车后应及时封闭车辆。在车上常备有应急物品，包括防护口罩、防护手套、护目镜等防护用品。

(3) 废水沉淀池渗漏风险防范措施

选矿废水泄漏，主要为循环沉淀池垮塌时生产废水事故排放。由于项目设有3个沉淀池（含北侧沉淀池1、废水沉淀池总容积5850m³，东南侧沉淀池2总容积3000m³），当其中某一个沉淀池发生事故时将选矿废水抽至东南侧沉淀池2（总容积为3000m³，日常保留大于800m³的剩余容积），环境风险不大。

建设单位按照《专篇》建议，在生产运行过程中，制定了相关管理制度，安排专门人员定期检查沉淀池、循环水池等设施，加强维护，确保其防渗层有效。当发现出现破损，立即启动单位应急预案，暂停企业生产，采取有效措施对防渗层进行修复或恢复，确保废水中放射性核素不向地下水环境中迁移。

4.3.2 辐射环境管理

(1) 管理机构及管理制度

在项目建设期、运行后为了确保辐射环境保护设施的完好运行及环保措施的有效实施，该公司建立了各车间岗位负责制的环境管理机构，由主管生产的领导直接负责。各生产车间、污水处理站、原料及产品仓库等主要岗位，设置兼职的环保员，负责对环保设施进行定期维护保养。对污染物排放情况进行监督检查，同时做好记录，建立排污档案。保证生产过程中，含放射性的“三废”安全处置，使工作人员及环境中的居民所受剂量为本底水平。

(2) 管理制度

该公司制定了以下制度：

① 综合管理制度：编制了《福建鑫钰新材料有限公司辐射安全培训制度》《福建鑫钰新材料有限公司个人剂量管理制度》（见附件9）。

② 事故管理制度：该公司为在一旦发生辐射事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应措施，保护工作人员、公众及环境的安全，制定了《福建鑫钰新材料有限公司辐射环境风险应急预案》（见附件9）。

上述制度均上墙明示，落到实处（见附图1）。

(3) 工作人员及工作场所辐射管理

独居石库是放射性水平相对较高的场所，公司在厂区西北侧人员活动较少的区域建设了专门的独居石库房，占地面积30m²，用于临时贮存该项目生产过程中产生

的独居石产品，库门平时为关闭状态，并由专人负责库门管理，避免无关人员进入。库门设有电离辐射警示标识，并在防护门上设置了双锁，有专人进行管理。本次验收阶段，独居石未产生，独居石库房内无独居石暂存。

公司现 1 名辐射安全管理人员已取得辐射安全与防护培训合格证(详见附件 8)；关键岗位车间的工作人员均佩戴个人剂量计，按季度定期送检(个人剂量定期委托陕西新鸿泰检验检测有限公司进行检测，详见附件 7)，并在工作中佩戴口罩等防护用品。每年定期对相关工作人员进行辐射防护相关培训教育，增强辐射防护意识和风险意识。原料仓库、仓库设有专职人员进行管理，定期及时清理和打扫库房和库区，防止含放射性的原料及成品散落，造成局部环境污染。

本项目原料采用进口方式，原料经海关检查后，采用汽车运输至厂区。为了防止运输过程中，物料出现洒落、粉尘外逸等情况，公司采用吊装袋进行严密包装；同时定期对运输汽车进行维修和保养、增强驾驶人员安全意识，防止极端交通事故发生，以避免对沿线道路及周边环境形成放射性污染；运输工作人员也纳入公司的辐射防护管理培训中，定期接受公司相关辐射防护措施等方面的培训。

(4) 监测与防护设备

该公司已配备 1 台环境监测用辐射吸收剂量率仪、1 台表面污染监测仪(详见附件 1)，配套了铅防护服、防护手套、防护面罩等防护设施。

为更好地开展本项目的环境保护工作，进行有效的环境监督、管理，为工程环境管理提供依据，公司制定了具体的环境监测计划，定期委托有资质的监测机构进行监测，投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。由于公司于 2024 年 06 月进入调试阶段，今年年度监测以本次验收监测作为 2024 年年度环境辐射监测年度报告。

5.辐射环境影响评价专篇结论及要求

5.1 辐射环境影响评价专篇主要结论及建议

项目辐射环境影响评价专篇主要结论及建议详见表 5-1。

表 5-1 专篇内容摘录一览表

类别	评价结论
项目情况	<p>福建鑫钰新材料有限公司位于漳州市长泰区陈巷镇港园工业区，占地面积为 22000m²，总投资 8316.23 万元，整体项目于 2023 年 8 月经漳州市长泰区发展和改革委员会备案（闽发改备〔2023〕E070115 号）。项目建成后年处理 10 万吨锆中矿，年产蓝晶石 4.5 万吨，锆英砂 1 万吨、石榴子石 3 万吨，金红石 0.8 万吨，石英砂 0.5 万吨。其整体工艺采用重选法、电选法和磁选法选矿，工艺简单。</p>
辐射环境影响	<p>1) 项目选矿废水不外排，并采取了有效的防渗措施，不会对周围地下水环境造成辐射影响。</p> <p>2) 当泥中的天然放射性核素的活动浓度均 < 1 Bq/g，无需进行辐射监管，若石英砂放射性超过 1 Bq/g，则回收利用，重新进入选矿程序。</p> <p>3) 本项目关键居民组为所致公众成员最大个人年有效剂量出现在 17 岁以上成人，因此，项目所致公众成员最大个人年有效剂量出现在 17 岁以上成人，为 W 方位的福建建通机械设备有限公司，为 0.0772mSv/a，关键核素为氡，关键照射途径为氡吸入所致内照射。本项目工作人员个人辐射剂量最大值出现在螺旋、湿式磁选车间投料口工作人员，个人有效剂量为 1.86mSv/a，小于本项目的管理限值 5mSv/a。且主要为外照射的影响，故项目厂房内应确保通风后进入车间内，做好个人防护，并佩戴个人剂量片和剂量报警仪进入，尽量降低工作人员外照射。</p> <p>经预测，正常情况下，全厂原料及产品所致的公众个人最大有效剂量均小于公众年有效剂量管理目标值，非正常情况下，公众最大个人剂量远低于非正常工况下公众最大个人剂量值控制指标，辐射环境影响较小。</p>
辐射环境保护措施	<p>生产废水处理措施</p> <p>选矿摇床重选用水取自循环水池。经摇床重选后，物料与循环水流入对应沉淀池，其中金红石、锆英砂、金红石、石英砂分别用砂泵随水抽进积矿斗或沥水池，沥出水分。所有回收水经水沟流至沉淀池，经沉淀除泥沙后，再进入循环水池回用。</p>
	<p>气载流出物的防护措施</p> <p>1) 烘干炉废气治理措施</p> <p>本项目设有 1 套烘干炉（燃料为天然气）对湿矿进行烘干，烘干烟气中主要含颗粒物、二氧化硫和氮氧化物，其中二氧化硫和氮氧化物来自天然气燃烧，因此烘干烟气主要针对颗粒物设置处理措施，烘干烟气经布袋除尘器处理后通过 15m 高排气筒排至室外。</p> <p>2) 无组织排放粉尘治理措施</p> <p>a) 原料仓库扬尘、卸料扬尘</p> <p>项目原矿含水率较高，在仓库临时堆存，含水率逐渐变低。但矿料比重较大，风力不大时不易起尘。且项目原料仓库设置洒水抑尘设备，定期洒水控制抑尘，可有效减少扬尘的产生。</p> <p>b) 烘干炉干燥出料口，磁选机、电选机进出料口</p> <p>通过在进出料口设置挡风遮罩，将烘干炉、磁选机、电选机设在厂房内，可有效减轻风力扬尘且通过降低落料高度，可有效减少扬尘的产生。</p> <p>c) 运输扬尘</p> <p>运送车辆在运输时不得装载过满，采取加盖篷布等措施，且运输车辆需定期检查，如有破损及时修补，以免矿砂洒落，造成二次扬尘，且在运输路线设置洒水装置，每天视天气情况对矿区道路进行洒水。特别是在</p>

类别	评价结论	
	<p>干旱季节洒水抑尘。</p> <p>3) 为防止工作场所空气中粉尘污染, 该公司应加湿作业和湿式清扫, 以此满足环保要求。</p> <p>4) 在储存和转运过程中, 加强对原材料储存和运输日常管理, 运输时采用《放射性物品安全运输规程》(GB11806-2019) 要求配备的符合要求的运输车, 用纤维袋分装后装车。</p>	
地下水辐射防护措施	源头控制措施	<p>1) 控制原料和产品堆放淋滤水量 原料堆存在原料仓库内, 产品均堆存在仓库内, 厂内除绿地外, 均采取水泥硬化处理, 不产生固体废物淋滤液。</p> <p>2) 生产用水渗漏防护措施 根据前面工程分析可知, 类比项目循环水池选矿废水监测指标中, 总α为 0.49Bq/L, 总β为 0.38Bq/L, 均低于《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III 类水质标准和《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2022) 的要求。故即使循环水下渗或外排至地下水环境或外环境中, 仍能满足标准要求, 而本项目选矿生产废水可直接循环利用, 不外排, 且项目循环水池均做好水泥硬底化、防渗透措施, 定期检查项目周边水井的放射性水平, 因此, 选矿废水对地下水产生的影响较小。分区防控措施</p> <p>① 将本项目分为 2 个防渗分区: 废水沉淀池, 各沉淀池为重点污染防治区; 其他区域为简单防渗区。</p> <p>② 采用合理的施工方法, 选用质量过关的建筑材料、防渗材料进行本项目的施工; 根据厂区地下水污染防治区域的划分, 项目采取不同的地下水防治措施。重点污染区采取严格的基础防渗措施, 渗透系数$\leq 10^{-7}$cm/s; 简单防渗区防渗技术要求为进行地面硬化。</p> <p>项目地下水污染防治区域均采取严格的污染防治措施, 可有效降低项目污染地下水环境的可能性。</p>
	产品的储存及管理措施	<p>根据《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋处置辐射环境保护技术规范(试行)》相关要求, 对蓝晶石、锆英砂、石榴子石和金红石的仓库外的明显部位设置电离辐射标志, 对蓝晶石、锆英砂、石榴子石和金红石进行分类贮存, 并加强管理, 防止物料流失, 禁止无关人员进入。</p> <p>建立蓝晶石、锆英砂、石榴子石和金红石贮存台账制度, 由专人做好日常登记和管理, 并详细记录物料出入情况。</p>
	物料吊装装卸风险防护措施	<p>本项目生产工艺上, 利用吨袋收集产品。然而, 由于机械碰撞因素, 仍有可能发生小概率吊装撒漏事故。且锆英砂放射性核素比活度较高, 应严防锆英砂的装卸撒漏事故。</p> <p>为预防撒漏事故的发生, 减缓其辐射环境影响, 提出以下防范、控制措施:</p> <p>① 加强作业人员业务技术培训, 熟练掌握装置操作, 减少事故发生概率。</p> <p>② 每天进行装卸前, 应检查装卸装置是否存在问题, 吊装安全性和稳定性是否完好。</p> <p>③ 定期对吊装装置进行维修与维护, 确保仪器处于良好的工作状态。</p> <p>④ 发生装卸过程撒漏事故时, 应立即在车间现场设置警戒线, 防止无关人员进入; 安排专人进行干法清扫收集, 将其妥善运至其暂存场所, 事故处理完毕后解除警戒。</p> <p>⑤ 由于锆英砂放射性核素比活度较高, 锆英砂储存场所应进</p>

类别	评价结论
	<p>行放射性标识，防止无关人员接近，以减少对人不必要照射。</p> <p>为满足《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）中要求，本项目原料进入国内港口后，使用汽车运输至本项目厂址内，成品一般使用汽车运输至下游企业。从港口码头运输至厂区运输过程中的安全责任主体为鑫钰公司，发生运输风险时，由鑫钰公司主要负责，控制风险的发生，及时处置风险事故现场，产品的运输风险责任主体为下游企业。</p> <p>运输过程设置合理的原料及产品（特别是锆英砂）运输路线，原料和产品（特别是锆英砂）运输前应该进行严密包装，货物装车后应及时封闭车辆。并选择风险控制信用较好的运输单位进行原料和产品的运输，定期对运输汽车进行维修和保养，增强驾驶员人员安全意识，防止极端交通事故发生，以避免对沿线道路及周边环境形成放射性污染，在车上常备有应急物品，包括防护口罩、防护手套、护目镜等防护用品。</p> <p>运输工作人员应接受相关辐射防护措施等方面的培训：</p> <ol style="list-style-type: none"> （1）避免事故发生的方法和程序； （2）应急响应信息以及如何利用这些信息； （3）各种放射性物品的危害和如何防止受到这些危害，必要时包括人员防护服和防护设备的使用； （4）发生放射性物质意外释放时立即采取的程序，包括相关的应急响应程序和要遵守的人员防护程序。 <p>一旦在运输原料及产品期间发生事故时，需要启动应急响应程序。当原料及产品（特别是锆英砂）发生撒漏、外逸时，应立即疏散无关人群，佩戴口罩，避免对物料的吸入照射，尽快将撒漏的物料安全装至运输车内，最后确保环境中无遗留的原料及产品（特别是锆英砂）；若车辆发生事故，应疏散无关人群，立即调派其他运输车辆将事故车辆内的物料转移。</p>
运输风险防护措施	<p>本项目除采取上述污染防治设施以外，建设单位还制定了以下辐射防护管理制度和措施，主要包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1）个人防护工作：给员工配备的个人的劳保防护用品（如工作服、手套，口罩等）；为了减少放射性物质进入体内的机会，不在车间内吸烟，不在车间内进餐；经常注意修剪指甲、剪短头发，以免积存放射性物质；还应注意保护皮肤的清洁完整。 在工作中，皮肤受了损伤，应及时清洗，妥善包扎，以防感染化脓或放射性物质由伤口进入体内。设立员工换衣区，上班后换上工作专用工作服和鞋，下班之后立即沐浴，工作服等用品不允许带出厂外。 公司全体员工应建立职业健康档案；对身体条件不符合生产岗位的要调整其工作岗位；合理优化职工人数和工作时间，尽量减少员工与放射性物料的接触时间，对所受照射剂量超过 5mSv/a 的工作人员调整至其他剂量较小的工作岗位。 2）指定专人负责进行放射性γ辐射定点巡检，按期进行监测和风险评价，发现异常时，应及时找出原因并予以处理。 3）工作人员上岗前需进行辐射安全环保知识培训，定期组织辐射安全环保知识学习和考试。 4）工作时严格按照操作规程操作。 5）为了防止放射性物质通过消化道或其它途径进入体内，严禁在放射工作场所吸烟、进食和存放食物。 6）对于石榴子石、蓝晶石、锆英砂和金红石，建立完备进
	辐射防护措施

类别	评价结论
	出台账业务，对于具体数量和去向将有完整记录。
结论	综上所述，经评价分析，项目在保证原料种类符合本评价要求、全面落实本报告提出的各项辐射防护措施的基础上，切实做到“三同时”，并在运行中严格落实管理和监测计划，从辐射环境保护角度出发，项目可行。

5.2 环评文件批复内容

福建鑫钰新材料有限公司：

你公司报送的《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目辐射环境影响评价专篇》（以下简称“评价专篇”）和申请审批的函收悉。经研究，现函复如下：

一、该项目厂址位于漳州市长泰区陈巷镇港园工业区福建鑫钰新材料有限公司内，项目建设内容：以进口锆英中矿为原料，采用重选法、电选法和磁选法选矿，年产蓝晶石 4.5 万吨、锆英砂 1 万吨、石榴子石 3 万吨、金红石 0.8 万吨、石英砂 0.5 万吨。在落实“评价专篇”提出的各项辐射环境保护措施后，从辐射环境影响的角度，该项目建设是可行的。

二、你必须全面落实“评价专篇”提出的各项辐射防护与安全管理措施，并着重做好以下工作：

（一）严格落实水、土壤环境放射性污染防治措施。厂区各车间、仓库、雨水池和循环沉淀池全部进行水泥硬化；设置雨水收集系统，收集的水均汇入雨水收集池，经重力作用沉淀后作为生产用水回用，不外排；设置循环沉淀池，收集处理加工生产过程中产生的废水，该废水经处理后全部循环利用，不外排。

（二）严格落实大气环境放射性污染防治措施。加强物料堆场管理，原料存放于顶部全部封闭的水泥硬地厂房内，抑制扬尘产生；采用布袋除尘器进行除尘处理，严控各类无组织排放对外围环境造成放射性影响。

（三）严格落实尾砂及循环沉淀池污泥管理措施。尾砂及循环沉淀池污泥需进行批量监测，根据监测结果采取有效措施，确保其放射性核素含量小于豁免水平 1Bq/g。

（四）严格落实辐射工作人员管理措施。辐射安全管理人员等关键岗位工作人员应取得辐射安全与防护培训合格证，开展个人剂量监测，建立个人剂量和职业健康档案。

（五）严格落实台账管理制度。规范建立台账，如实记录原料、中间产品及尾砂的辐射水平、来源和去向。

（六）严格落实各项辐射安全风险防范措施。全厂环境事故应急预案中应包括辐射事故应急内容。定期开展应急演练，做好辐射事故应急工作。

四、根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定和“评价专篇”的预测，该项目公众剂量约束执行 0.25mSv/a。

五、你公司应按《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法（试行）》（国环规辐射〔2018〕1号）要求，开展环境辐射监测，并于每年2月1日前完成上年度环境辐射监测年度报告，在环境辐射监测信息生成或变更完成后十个工作日内向社会公开。

六、项目应按规定的标准和程序开展竣工环境保护验收。请漳州市生态环境局加强对项目的日常监督管理。

6.验收评价标准

本项目验收执行标准与《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目辐射专篇》中采用标准基本一致。

6.1 控制指标

1. 公众年有效剂量管理目标值

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中 11.4.3.2 款规定：“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30% (即 0.1mSv/a~0.30mSv/a) 的范围之内”。本项目取公众照射剂量限值的四分之一即 0.25mSv/a 作为场所周围人员及其他人员年有效剂量管理目标值。

2. 工作人员剂量约束值

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中“由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量 (但不可作任何追溯性平均), 20mSv/a”, 考虑到本项目生产工作人员会在生产场所内进行活动, 接触放射性物料的时间长, 而管理工作人员一般都在办公楼内工作和活动, 仅在必要时候才会进入生产场所内, 基本辐射防护的正当性原则, 本项目取其四分之一即 5.0mSv/a 作为生产工作人员剂量约束值, 取其五分之一即 4.0mSv/a 作为管理工作人员剂量约束值。

3. 氡浓度

工作场所的氡浓度: 由于锆钛行业无工作场所的氡浓度限值, 故本专篇参照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中 3.1.3.2 节中 b) 条中: 1) 工作人员因工作需要或因与其工作直接有关而受到的氡的照射, 不管这种照射是高于或低于工作场所中氡持续照射情况补救行动的行动水平 (见附录 H (提示的附录)); 2) 工作人员在工作中受到氡的照射虽不是经常的, 但所受照射的大小高于工作场所中氡持续照射情况补救行动的行动水平 (见附录 H (提示的附录))。其中, 附录 H.2 工作场所中氡浓度控制, 即“工作场所中氡持续照射情况下补救行动的行动水平应在年平均活度浓度为 $500\text{Bq}^{222}\text{Rn}/\text{m}^3 \sim 1000\text{Bq}^{222}\text{Rn}/\text{m}^3$ (平衡因子 0.4) 范围内。达到 $500\text{Bq}^{222}\text{Rn}/\text{m}^3$ 时宜考虑采取补救行动, 达到 $1000\text{Bq}^{222}\text{Rn}/\text{m}^3$ 时应采取补救行动”。

4.气载流出物控制指标参照执行《稀土工业污染物排放标准》GB26451-2011

目前没有该行业的气载流出物的控制标准，参照执行《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011），具体标准值如下：

1) 现有企业和新建企业边界大气污染物浓度限值，边界任何 1h 铀钍总量的平均浓度不超过 $0.0025\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2) 新建企业大气污染物排放浓度限值，排放铀钍粉尘废气的排气筒不超过 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

5.事故工况下辐射防护限值

参照《核与放射卫生应急准备与响应通用标准》（WS/T 827-2023），从事干预时，除了抢救生命的行动外，必须尽一切合理的努力，将工作人员所受到的剂量保持在 100mSv 以下。从伴生矿企业辐射水平和实际辐射防护角度出发（根据经验值，本项目矿料表面放射性水平不超过 $50\mu\text{Gy}/\text{h}$ ，按照每次 8h 事故工况处理计，则最大 γ 外照射剂量为 0.3mSv ），因此，保守考虑本项目取 1mSv 作为从事事故干预时工作人员的辐射防护限值。

6. 清洁解控指标：

《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011），对于含有不同天然放射性核素混合物的物料，应当要求其中每一种天然放射性核素的活度浓度均满足表 B.1 所列数值（免管浓度值小于 $1\text{Bq}/\text{g}$ ）的要求。

6.2 辐射环境质量

1. 氡浓度

室外氡浓度：参照《中国环境天然放射性水平》中福建福州地区室外空气中氡浓度范围值（ $1.5\text{-}214.2\text{Bq}/\text{m}^3$ ）控制。

室内氡浓度：参照《室内氡及其子体控制要求》（GB/T16146-2015）规定“对于已建建筑物室内氡浓度年均氡浓度控制水平为 $300\text{Bq}/\text{m}^3$ ”限值要求。

2. 陆地 γ 辐射

根据《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）中漳州市 1988 年室内、室外环境 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果，室内： $102.0\sim 351.7\text{nGy}/\text{h}$ 、室外： $61.5\sim 399.1\text{nGy}/\text{h}$

3. 地下水中放射性本底水平和标准限值

根据《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995年）中关于福建漳州地区地下水系天然核素浓度本底值 U: 0.05-1.62 μ g/L、Th: 0.05-0.13 μ g/L、²²⁶Ra: 4.3-63.6mBq/L，地下水总 α 、总 β 执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类水体放射性指标限值（总 α 限值为0.5Bq/L，总 β 限值为1Bq/L）。

4. 地表水

U_{天然}、Th、²²⁶Ra 浓度与九龙江中放射性核素浓度水平调查结果进行比较（U_{天然}: 0.07-0.60 μ g/L、Th: 0.015-0.45 μ g/L、²²⁶Ra: 1.0-18.9mBq/L）；总 α 、总 β 参照《生活饮用水卫生标准》（GB 5749—2022）放射性指标限值，总 α 指导值为0.5Bq/L，总 β 指导值为1Bq/L。

5. 土壤中放射性本底水平

根据《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995年）中关于福建漳州地区土壤天然核素浓度本底值 ²³⁸U: 20-108Bq/kg, ²²⁶Ra: 47.8-190Bq/kg; ²³²Th: 18-134 Bq/kg。

6. 气溶胶

由于无当地环境气溶胶中 ²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb 参考值，故参照文献《气溶胶中 ²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb 含量年变化趋势探究》（喻正伟等，2017年）中气溶胶 ²¹⁰Po 浓度范围为0.17-0.84mBq/m³，²¹⁰Pb 浓度范围为0.8-3.8mBq/m³。

表 6-1 本次验收执行标准控制指标汇总一览表

项目	标准名称	标准内容
公众	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）	取公众照射剂量限值的四分之一即0.25mSv/a
工作人员		工作人员：5.0mSv/a 管理工作人员：4.0mSv/a
气载流出物	《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）	排放铀钍粉尘废气的排气筒中钍、铀总量排放限值：0.1mg/m ³ ；边界任何1h铀钍总量钍、铀总量排放限值：0.0025mg/m ³ ；
氡浓度	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）	附录 H2 款规定，工作场所中氡浓度控制水平取 500Bq/m ³
	《室内氡及其子体控制要求》（GB/T16146-2015）	室内氡浓度年均氡浓度控制水平为 300Bq/m ³
	《中国环境天然放射性水平》	福建福州地区室外空气中氡浓度范围值（1.5-214.2Bq/m ³ ）
固废	《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）	“表 B.1”中规定的限值要求

项目	标准名称	标准内容
伴生放射性物料/产品	《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋辐射环境保护技术规范（试行）》（HJ1114-2020）	满足标准中对伴生放射性物料贮存设施的设计、建设、运行等相关规定
厂区外 γ 辐射剂量率	漳州市 1988 年室内、室外环境 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果（室内：102.0~351.7nGy/h、室外：61.5~399.1nGy/h）	
厂区外氡浓度	参照《中国环境天然放射性水平》中福建福州地区室外空气中氡浓度范围值（1.5-214.2Bq/m ³ ）控制	
地表水	U _{天然} 、Th、 ²²⁶ Ra 浓度与九龙江中放射性核素浓度水平调查结果进行比较；总 α 、总 β 参照《生活饮用水卫生标准》（GB 5749—2022）放射性指标限值，总 α 指导值为 0.5Bq/L，总 β 指导值为 1Bq/L。	
地下水	根据《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）中关于福建漳州地区地下水系天然核素浓度本底值 U：0.05-1.62 μ g/L、Th：0.05-0.13 μ g/L、 ²²⁶ Ra：4.3-63.6mBq/L，地下水总 α 、总 β 执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类水体放射性指标限值（总 α 限值为 0.5Bq/L，总 β 限值为 1Bq/L）	
土壤	根据《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）中关于福建漳州地区土壤天然核素浓度本底值 ²³⁸ U：20-108Bq/kg， ²²⁶ Ra：47.8-190Bq/kg； ²³² Th：18-134 Bq/kg	
气溶胶	参照文献《气溶胶中 ²¹⁰ Po 和 ²¹⁰ Pb 含量年变化趋势探究》（喻正伟等，2017 年）中气溶胶 ²¹⁰ Po 浓度范围为 0.17-0.84 mBq/m ³ ， ²¹⁰ Pb 浓度范围为 0.8-3.8 mBq/m ³ ）	

7.验收监测方案

7.1 验收工况

本项目验收监测时，厂区内锆英砂选矿正常运行，项目主体工程运行稳定。验收监测时主体工程运行情况见表 7-1 所示。

表 7-1 验收监测时主体工程运行情况

主体工程	验收监测时运行参数	运行状态
摇床车间摇床	80 个摇床同时运行，每个摇床分为三斗或者二斗，产生的水沙混合物进入沉淀池内	正常运行
沉淀池和循环水池	沉淀池收集螺旋溜槽废水、湿式磁选废水、摇床重选废水、过滤废水、水浴除尘废水及车间地面清洁废水后的砂水混合物，进行沉淀，上清液通过抽水泵抽入循环水池内进行再沉淀处理，处理后的水再次进入摇床进行循环利用	正常运行
电磁磁选车间	车间内所有电选机、磁选机同时运行	正常运行
烘干机	重选后的中矿进入烘干机进行烘干，旋风除尘+水浴除尘系统相连，经除尘系统处理后的烟气由 1 根 15m 排气筒 (DA001)；验收监测时，排气筒实际平均流量为 4164m ³ /h，平均流速为 20.78m/s，烟气平均温度为 73.7℃	正常运行

7.2 放射性污染防治设施调试运行效果监测

7.2.1 液态流出物

本项目所有生产废水循环使用，不外排，未设液态流出物监测点。本次验收期间，对厂区内锆英砂选矿循环水进行取样分析。循环水取样分析情况详见表 7-2。

表 7-2 循环水取样分析情况一览表

介质	监测点位	点位名称	监测项目	频次
锆英砂选矿循环水	FW1	东侧废水沉淀池	U、 ²²⁶ Ra、Th、总 α 、总 β	1 次
	FW2	沉淀池 (北侧沉淀池 1)		1 次
	FW3	雨水沉淀池 (东南侧沉淀池 2)		1 次

注：项目螺旋溜槽废水、水浴除尘废水经收集后进入东南侧沉淀池 2 进行沉淀处理，该池子容积为 3000m³，日常保留大于 800m³ 的剩余容积收集初期雨水，因此也作为雨水沉淀池。

7.2.2 气载流出物

本项目验收期间气载流出物监测点位见表 7-3 所示；厂区内气载流出物监测布点图见附图 2 所示。

表 7-3 本项目验收期间气载流出物监测点位一览表

介质	监测点位	点位名称	监测项目	频次
有组织废气	P1	烘干炉的排气筒 (DA001, 1 个点)	U、Th	监测 1 天, 采样 3 次
无组织废气	A1	厂区东侧边界点	U、Th	监测 1 天, 采样 3 次
	A2	厂区南侧边界点		
	A3	厂区西侧边界点		
	A4	厂区北侧边界点		
空气	D1	成品库	氡、氡子体	1 次
	D2	磁选区域		
	D3	危废间		
	D4	烘干区域		
	D5	烘干排气筒		
	D6	封闭池		
	D7	摇床车间		
	D8	一般固废堆场		
	D9	废水沉淀池		
	D10	沉淀池 (北侧沉淀池 1)		
	D11	雨水沉淀池 (东南侧沉淀池 2)		
	D12	锆英砂半封闭池		
	D13	原料仓库		
	D14	独居石库		
	D15	办公楼门口		
	D16	办公楼室内		
	D17	门卫室内		
	D18	厂区门口		
	D19	停车棚		
氡析出率	DX1	原料仓库	氡析出率	1 次
	DX2	成品库		
	DX3	尾砂堆场 (石英砂仓库)		

7.2.3 伴生放射性物料/固体废物

根据项目工艺可知, 本项目无伴生放射性固体废物产生, 工艺生产的所有物料均为产品, 物料主要包括蓝晶石、锆英砂、石榴子石、金红石、石英砂。本次验收期间, 对原料、产品等物料均进行了采样分析, 分析项目为天然放射性核素

^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 。

本项目伴生放射性物料监测情况见表 7-4。

表 7-4 本项目伴生放射性物料监测情况一览表

介质	监测点位	点位名称	监测项目	频次
原料（锆英中矿）	S7	原料堆场	^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th	1 次
锆英砂	S8	锆英砂成品库	^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th	1 次
	S9	锆英砂临时堆场（锆英砂半封闭池）	^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th	1 次
蓝晶石	S10	蓝晶石成品库	^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th	1 次
石榴石	S11	石榴石成品库	^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th	1 次
金红石	S12	金红石成品库	^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th	1 次
石英砂	S13	石英砂成品库	^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、K40	1 次
污泥	S14	东侧废水沉淀池	^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th	1 次
	S15	北侧沉淀池	^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th	1 次

7.2.4 厂区内地表 γ 辐射监测

本次验收期间，为了掌握该项目厂区各个生产场所辐射环境水平，本次对厂区磁选成品车间、摇床车间、原料仓库、独居石库房、门卫、办公楼、厂区内道路等进行了 γ 辐射剂量率监测。监测点位情况见表 7-5 所示；监测点位布设见附图 2 所示。

表 7-5 厂区内地表 γ 辐射监测内容

工艺车间	监测点位	点位名称	监测项目	频次
磁选成品车间	X1~X8	磁选区域产品包装袋表面、磁选区域地面、车间电磁选机表面、烘干炉位置、排气筒位置、北侧沉淀池、成品仓库地面、成品包装袋表面	γ 辐射剂量率	1 次
摇床车间	X9、X10、X11	摇床位置、过道、东侧废水沉淀池	γ 辐射剂量率	1 次
原料仓库	X12、X13	原料堆场表面、水泥地面	γ 辐射剂量率	1 次
独居石库房	X14~X19	四周屏蔽墙表面 30cm、防护门表面 30cm、库房内地面	γ 辐射剂量率	1 次
门卫	X20、X21	室内、室外（厂区门口）	γ 辐射剂量率	1 次
办公楼	X22、X23	室内、室外	γ 辐射剂量率	1 次
厂区内道路	X24~X26	东侧、中侧、南侧	γ 辐射剂量率	1 次

7.2.5 辐射环境质量监测

本次辐射环境质量监测点位与环评阶段辐射环境监测计划布设基本一致，重点考虑评价范围内的主要环境保护目标。同时，根据《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨铅英中矿项目辐射专篇》中的辐射环境监测计划进行增设部分监测点，项目辐射环境监测内容见表 7-6。

表 7-6 辐射环境监测内容

介质	监测点位	点位名称	监测项目	频次
空气	D20	北侧居民点（夫坊村室内）	氡、氡子体	1 次
	D21	北侧居民点（室外）		
	D22	厂外西侧		
	D23	厂外北侧		
	D24	对照点		
陆地 γ	X27	厂外东侧（北极光石制品有限公司厂区）	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次
	X28	厂外南侧（临近兴宏驰工贸有限公司）		
	X29	厂外西侧		
	X30	厂外北侧		
	X31	厂外道路		
	X32	厂内土壤监测点		
	X33	厂外西侧土壤监测点		
	X34	厂外南侧土壤监测点		
	X35	西侧农田土壤监测点		
	X36	北侧临近厂区居民点土壤监测点		
	X37	对照点土壤监测点		
	X38	北侧临近厂区最近居民点（室内）		
	X39	北侧临近厂区最近居民点（室外）		
地表水	SW1	龙津溪上游	铀、钍、镭-226、总 α 、总 β 、 ^{210}Po 和 ^{210}Pb	1 次
	SW2	龙津溪下游		
地下水	GW1	厂区井水	铀、钍、镭-226、总 α 、总 β 、 ^{210}Po 和 ^{210}Pb	1 次
	GW2	夫坊村居民点井水		
土壤	S1	厂外西侧农田土壤	铀、钍、镭-226	1 次
	S2	厂外北侧临近厂区最近居民点土壤		
	S3	对照点土壤		
	S4	厂界外西侧土壤		

介质	监测点位	点位名称	监测项目	频次
	S5	厂外南侧土壤		
	S6	厂内土壤		
底泥	DN1、DN2	同地表水取样点（2个点）	铀、钍、镭-226	1次
气溶胶	A5	最大风频下风向敏感点气溶胶（主导风向为东南风向）	总 α 、总 β 、 ^{210}Po 和 ^{210}Pb	1次

8.质量保证

项目辐射监测于2024年08月29日~2024年09月05日进行采样监测。

8.1 现场监测质量控制

8.1.1 监测分析方法

项目监测分析方法详见表8-1。

表8-1 项目监测分析方法

监测类别	监测项目	依据的标准（方法名称）及编号（含年号）	检出限	单位
电离辐射	氡	HJ 1212-2021《环境空气中氡的测量方法》	4（测定下限）	Bq/m ³
	氡子体	EJ/T 378-1989《铀矿山空气中氡及氡子体测定方法》	1.0	nJ/m ³
	氡析出率	EJ/T 979-95《表面氡析出率测定 积累法》	0.002	Bq/m ² ·s
	环境γ辐射剂量率	HJ 1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》	1	nGy/h
环境空气	钋-210	HJ 813-2016《水中钋-210的分析方法》（参考）	0.00001	Bq/m ³
	铅-210	EJ/T 859-1994《水中铅-210的分析方法》（参考）	0.00002	Bq/m ³
	总α放射性	HJ 898-2017《水质 总α放射性的测定 厚源法》（参考）	0.00002	Bq/m ³
	总β放射性	HJ 899-2017《水质 总β放射性的测定 厚源法》（参考）	0.00001	Bq/m ³
有组织排放废气	铀	HJ 657-2013/XG1-2018《空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》及修改单（生态环境部2018年第31号）	0.003	μg/m ³
	钍		0.008	μg/m ³
无组织排放废气	铀		0.01	ng/m ³
	钍		0.03	ng/m ³
地表水及地下水	铀	HJ 700-2014《水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》	0.00004	mg/L
	钍		0.00005	mg/L
	镭-226	GB 11214-1989《水中镭-226的分析测定》	0.002（测定下限）	Bq/L
	钋-210	HJ 813-2016《水中钋-210的分析方法》	0.001（测定下限）	Bq/L
	铅-210	HJ/T 859-1994《水中铅-210的分析方法》	0.01（测定下限）	Bq/L
	总α放射性	HJ 898-2017《水质 总α放射性的测定 厚源法》	0.043（测定下限）	Bq/L
地表水及地下水	总β放射性	HJ 899-2017《水质 总β放射性的测定 厚源法》	0.015（测定下限）	Bq/L

监测类别	监测项目	依据的标准（方法名称）及编号（含年号）	检出限	单位
废水	铀	HJ 700-2014《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》	0.00004	mg/L
	钍		0.00005	mg/L
	镭-226	GB 11214-1989《水中镭-226 的分析测定》	0.002 (测定下限)	Bq/L
	总α放射性	HJ 898-2017《水质 总α放射性的测定 厚源法》	0.043 (测定下限)	Bq/L
	总β放射性	HJ 899-2017《水质 总β放射性的测定 厚源法》	0.015 (测定下限)	Bq/L
土壤	铀-238	GB/T 16145-2022《环境及生物样品中放射性核素的γ能谱分析方法》	/	Bq/g
	钍-232		/	Bq/g
	镭-226		/	Bq/g
沉积物	铀	GB/T 14506.30-2010《硅酸盐岩石化学分析方法 第 30 部分： 44 个元素量测定》	0.003	Bq/kg
	钍		0.10	Bq/kg
	镭-226	GB/T 16145-2022《环境及生物样品中放射性核素的γ能谱分析方法》	/	Bq/g
固体样品	铀-238	GB/T 16145-2022《环境及生物样品中放射性核素的γ能谱分析方法》	/	Bq/g
	钍-232		/	Bq/g
	镭-226		/	Bq/g
	钾-40		/	Bq/g

8.1.2 监测仪器

项目采用的监测仪器均通过计量部门检定，并在检定有效期内。项目监测仪器详见表 8-2。

表 8-2 项目监测仪器一览表

监测类别	监测项目	仪器型号名称及编号	校准/检定日期	校准/检定有效期	证书编号
电离辐射	氡浓度	RAD7α能谱氡气检测仪F026			
		RAD7α能谱氡气检测仪F293			
		RAD7α能谱氡气检测仪F294			
		RAD7α能谱氡气检测仪F372			
	氡析出率	RAD7α能谱氡气检测仪F293			
		RAD7α能谱氡气检测仪F294			
	氡子体	BWLM-PIUS-S 及其子体测量仪 F366			

监测类别	监测项目	仪器型号名称及编号	校准/检定日期	校准/检定有效期	证书编号
	环境 γ 辐射剂量率	FH40G-L 10+FHZ 672E-10 便携式X、 γ 辐射周围剂量当量率仪F198			
环境空气	钋-210、铅-210、总 α 放射性、总 β 放射性	KB-1000微电脑大流量采样器F211			
		KB-1000微电脑大流量采样器F212			
		KB-1000微电脑大流量采样器F213			
		KB-1000微电脑大流量采样器F215			
	钋-210	ALPHA-DUD ORTEC α 谱仪 (F184)			
	铅-210	LB770流气式低本底 α 、 β 测量仪 (10道) (F137)			
	总 α 放射性	KB-1000微电脑大流量采样器 (F350)			
	总 β 放射性	KB-1000微电脑大流量采样器 (F351)			
有组织排放废气	铀、钍	GH-60E自动烟尘烟气测试仪F300			
	铀	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 (F041)			
	钍	GH-60E自动烟尘烟气测试仪 (F300)			
无组织排放废气	铀、钍	KB-6120综合大气采样器F201			
		KB-6120综合大气采样器F203			
		KB-6120综合大气采样器F204			
地表水及地下水	铀	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 (F001)			
	钍				
	镭-226	PC-2100镭氡分析仪 (F103)			
	钋-210	ALPHA-DUD ORTEC α 谱仪 (F184)			
	铅-210	LB770流气式低本底 α 、 β 测量仪 (10道) (F137)			
	总 α 放射性				
	总 β 放射性				

监测类别	监测项目	1
土壤、沉积物、固体样品	铀-238	1
	钍-232	
	镭-226	

8.1.3 人员资质

本项目验收期间现场监测、现场取样工作由江西省地质局实验测试大队负责完成，CMA 证书编号为 161420180567。

参加本次验收的现场监测人员均经过岗前培训，全部人员均经授权后持证上岗，具备验收监测能力。

8.1.4 样品采集过程中的质量保证

(1) 环境空气

环境空气样品采集按照 HJ 61-2021《辐射环境监测技术规范》和 HJ 194-2017《环境空气质量手工监测技术规范》的要求采集样品。

a) 采样设备与过滤材料

环境空气采集器，由滤膜夹具、流量调节装置和抽气泵等部分组成。取样系统放置在闭锁的设备中，以防止受到气候的直接影响和意外受损。根据监测工作的实际需要选择滤纸，包括表面收集特性和过滤效率好的滤材。

b) 取样位置的选择

取样高度选在距地面或基础面约 1.5m 处。保持取样系统进气口和出气口之间有足够大的距离，以防止形成部分气流自循环。取样地点避免选择在异常气象情况或其他由于人为因素的影响可能导致空气浓度偏高或偏低的地点。

c) 采集方法

采样仪器经过计量检定，确认性能良好后采用。空气取样的流量一般为每分钟数个立方米。

取样体积的测定，直接影响到空气中放射性气溶胶浓度的测定，取样体积的不确定度应在 10% 以内。取样流量在取样过程中要保持稳定，在正常运行和预期的滤纸负荷变化范围内，流量变化不应大于 5%。

环境条件（温度，气压）的变化，可能影响到取样体积估算的准确度，为了

修正这种影响，把空气取样体积换算为标准状态下的取样空气体积。

d) 样品预处理

大型滤纸把载尘面向里折叠成较小尺寸，用塑料膜包好密封。

(2) 有组织排放废气

有组织排放废气样品采集按照 GB/T 16157-1996《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》的要求采集样品。

a. 记下滤筒编号，将滤筒装入采样管，用滤筒压盖或滤筒托，将滤筒进口压紧。

b. 对采样系统进行密闭性检查，防止漏气。

c. 根据烟道断面大小，确定采样点数和位置，然后将各采样点的位置用胶布在皮托管和采样管上，做出记号。

d. 打开烟道的采样孔，清除孔中的积灰。

e. 按顺序测定排气温度、水分含量、静压和各采样点的气体动压。如干排气成分与空气的成分有较大差异时，还应测定排气的成分。进行各项测定时，应将采样孔封闭。

f. 根据测得的排气温度、水分含量、静压和各采样点的流速，结合选用的采样嘴直径，算出各采样点的等速采样流量。

g. 装上所选定的采样嘴，开动抽气泵调整流量至第一个采样点所需的等速采样流量，关闭抽气泵。记下累积流量计初读数。

h. 将采样管插入烟道中第一采样点处，将采样孔封闭，使采样嘴对准气流方向（其与气流方向偏差不得大于 10° ），然后开动抽气泵，并迅速调整流量到第一个采样点的采样流量。

i. 采样期间，由于颗粒物在滤筒上逐渐聚集，阻力会逐渐增加，需随时调节控制阀以保持等速采样流量，并记下流量计前的温度、压力和该点的采样延续时间。

j. 一点采样后，立即将采样管按顺序移到第二个采样点，同时调节流量至第二个采样点所需的等速采样流量。依此类推，顺序在各点采样。每点采样时间视颗粒物浓度而定，原则上每点采样时间应不少于 3min。各点采样时间应相等。

k. 采样结束后，关闭抽气阀，小心地从烟道取出采样管，注意不要倒置。记录累积流量计终读数，如采样管倒置采样，采样结束时，应及时记下采样时间

及累积流量计终读数，并迅速从烟道中取出采样管，正置后，再关闭抽气泵。

l. 用镊子将滤筒取出，轻轻敲打前弯管，并用细毛刷将附着在前弯管内的尘粒刷到滤筒中，将滤筒用纸包好，放入专用盒中保存。

m. 每次采样，至少采取三个样品，取其平均值。

n. 采样后应再测量一次采样点的流速，与采样前的流速相比，如相差大于20%，样品作废，重新取样。

(3) 无组织排放废气

无组织排放废气样品采集按照 HJ/T 55-2000《大气污染物无组织排放监测技术导则》和 HJ 657-2013/XG1-2018《空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》及修改单（生态环境部 2018 年第 31 号）的要求采集样品。

a. 无组织排放监测的采样频次

无组织排放监控点的采样，采用连续 2 小时采样计平均值，1 天采集 3 次。无组织排放参照点的采样应同监控点的采样同步进行，采样时间和采样频次均应相同。

b. 无组织排放监测的采样方法

对于无组织排放的控制是通过对其造成的环境空气污染程度而予以监督的，所以，无组织排放的“监控点”设置于环境空气中，我国已经针对大气污染物排放标准制定了配套的标准分析方法，其中有关的采样部分已分别按有组织排放和无组织排放作出规定，因此，无组织排放监测的采样方法应按照配套标准分析方法中适用于无组织排放采样的方法执行。

(4) 地表水

地表水样品采集按照 HJ 91.2-2022《地表水监测技术规范》和 HJ 61-2021《辐射环境监测技术规范》采集地表水样品。地表水样品采集按以下要求进行：

a. 在同一监测断面分层采样时，自上而下进行，避免不同层次水体混淆；

b. 除标准分析方法有特殊要求的监测项目外，采样器、静置容器和样品瓶在使用前先用水样分别荡洗 2~3 次；

c. 采样时不可搅动水底的沉积物。除标准分析方法有特殊要求的监测项目外，采集的水样倒入静置容器中，保证足够用量，自然静置 30min。自然静置时，使用防尘盖遮挡，避免灰尘污染；

d. 使用虹吸装置取上层不含沉降性固体的水样，移入样品瓶，虹吸装置进水尖嘴应保持插至水样表层 50mm 以下位置。

(5) 地下水

地下水样品采集按照 HJ 164-2020《地下水环境监测技术规范》和 HJ 61-2021《辐射环境监测技术规范》采集地下水样品。地下水样品采集按以下要求进行：

- a. 在地下水样品采集前确保监测井洗井达到要求；
- b. 地下水样品采集在地下水水位下 0.5m；
- c. 除标准分析方法有特殊要求的监测项目外，采样器和样品瓶在使用前先用水样分别荡洗 2~3 次。

(6) 废水

废水样品采集按照 HJ 91.1-2019《污水监测技术规范》的要求采集样品。

a. 采样前要认真检查采样器具、样品容器及其瓶塞（盖），及时维修并更换采样工具中的破损和不牢固的部件。样品容器确保已盖好，减少污染的机会并安全存放。注意用于微生物等组分测试的样品容器在采样前应保证包装完整，避免采样前造成容器污染。

b. 到达监测点位，采样前先将采样容器及相关工具排放整齐。

c. 对照监测方案采集样品。采样时应去除水面的杂物、垃圾等漂浮物，不可搅动水底部的沉积物。

d. 采样前先用水样荡涤采样容器和样品容器 2~3 次。

e. 对不同的监测项目选用的容器材质、加入的保存剂及其用量、保存期限和采集的水样体积等，须按照监测项目的分析方法要求执行。

f. 采样完成后应在每个样品容器上贴上标签，标签内容包括样品编号或名称、采样日期和时间、监测项目名称等，同步填写现场记录。

g. 采样结束后，核对监测方案、现场记录与实际样品数；如有错误或遗漏，应立即补采或重采。如采样现场未按监测方案采集到样品，应详细记录实际情况。

(7) 土壤

土壤采集按照 HJ/T166-2004《土壤环境监测技术规范》和 HJ61-2021《辐射环境监测技术规范》的要求采集表层土壤样品。

采用梅花形布点，在每个网格范围内采集 5 个点表层土混合；对选定的取样点进行编号，去除散在表面上的植物，杂草石等；把土壤采样器垂直于取样点表

面放置，用锤子或大木槌把采样器冲打到预定深度（0~10cm）；用铁锹，移植镢刀等物把采集器从冲打的深度回收上来，这时要注意去除其外围的土壤。把采集器内采集到的土壤放入聚乙烯口袋内；如是砂质土壤，在回收取样器时，采样器内的土壤可能滑落，此时可用薄铁板或移植镢刀把采样器前端的开口部位堵住后再回收。

将同一地方多点采集的土壤样品平铺在搪瓷盘中或塑料布上去除石块、草根等杂物，现场混合后取 2~3kg 样品，装在双层塑料袋内密封，再置于同样大小的布袋中保存待用。

(8) 沉积物

沉积物采集按照 HJ/T91-2002《地表水和污水监测技术规范》的要求采集样品。

沉积物采样点位为水质采样垂线的正下方。当正下方无法采样时，可略作移动，移动的情况应在采样记录表上详细注明。沉积物采样点应避开河床冲刷、沉积物沉积不稳定及水草茂盛、表层底质易受搅动之处。湖(库)沉积物采样点一般应设在主要河流及污染源排放口与湖(库)水混合均匀处。

沉积物采样量为 1kg~2kg，一次的采样量不够时，可在周围采集几次，并将样品混匀。样品中的砾石、贝壳、动植物残体等杂物应予剔除。在较深水域一般常用掘式采泥器采样。在浅水区或干涸河段用塑料勺或金属铲等即可采样。样品在尽量沥干水分后，用塑料袋包装或用玻璃瓶盛装；供测定有机物的样品，用金属器具采样，置于棕色磨口玻璃瓶中。瓶口不要沾污，以保证磨口塞能塞紧。

沉积物采样点尽量与水质采样点一致。水浅时，因船体或采泥器冲击搅动底质，或河床为砂卵石时，应另选采样点重采。采样点不能偏移原设置的断面（点）太远。采样后应对偏移位置做好记录。采样时沉积物一般应装满抓斗。采样器向上提升时，如发现样品流失过多，必须重采。

样品采集后要及时将样品编号，贴上标签，并将沉积物的外观性状，如泥质状态、颜色、臭味、生物现象等情况填入采样记录表。

8.1.5 样品保存及流转过程中的质量保证

(一) 样品保存

样品保存包括现场暂存和流转保存两个主要环节，遵循以下原则进行：

(1) 根据不同检测项目要求，在采样前向样品瓶中添加一定量的保护剂，在样品瓶标签上标注检测单位内控编号，并标注样品有效时间。

(2) 样品现场暂存。采样现场需配备样品保温箱，内置冰冻蓝冰。样品采集后立即存放至保温箱内，所有样品在保存时效性内运送至实验室。

(3) 样品流转保存。样品应保存在有冰冻蓝冰的保温箱运送到实验室，样品的有效保存时间为从样品采集完成到分析测试结束。

(二) 样品流转

样品保存由江西省地质局实验测试大队负责，实验室位于南昌市青山湖区洪都中大道 101 号。样品采集完后在样品保存时效性内通过车辆送往检测实验室。

8.2 分析检测内部质量控制

1、空白试验

每种类型样品分析时，均进行空白试验，空白样品分析测试结果满足标准方法规定的小于检出限或测定下限要求。

2、校准曲线及效率曲线

元素分析：每种类型样品分析时均选用有证标准物质进行仪器校准。定量分析采用校准曲线法，至少使用 5 个浓度梯度的标准溶液（除空白外），覆盖被测样品的浓度范围，且最低点浓度接近方法测定下限的水平，校准曲线相关系数满足 $r > 0.999$ 。

核素分析：选用经过中国计量科学院校准过的标准物质进行仪器能量刻度和效率刻度，刻度结果满足方法要求。

3、仪器稳定性检查

连续进样分析时，每分析测试 20 个样品，测定一次校准曲线中间浓度点，确认分析仪器校准曲线是否发生显著变化，本次项目开展过程校准曲线中间浓度点相对误差均小于 10%，满足方法要求。

4、精密度控制

每批次样品分析时，按照方法要求对于能进行平行双样分析的均做平行双样分析，在批次样品中抽取不小于 5% 的样品进行平行双样分析，一批次样品数量少的，至少抽取 1 个样品进行平行双样分析，项目开展过程平行双样分析相对偏差均满足方法质量控制要求。

5、准确度控制

(1) 使用有证标准物质

底泥、土壤等样品元素含量及放射性核素活度分析选用有证标准物质进行准确度控制，标准物质检测结果均在允许误差范围内。

(2) 加标回收率试验

没有合适基体的其它检测项目，采用空白加标回收率和基体加标回收率试验对准确度进行控制，每批次同类型分析样品中，抽取至少 5% 的样品进行加标回收率试验，一批次样品数量少的，至少抽取 1 个样品进行加标回收率试验，项目开展过程空白加标回收和基体加标回收率均在标准方法允许范围内。

9.验收监测结果

9.1 生产工况

福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目现已建成并投产，现阶段生产规模、工艺和产品等与辐射环境影响评价专篇批复基本一致，年产蓝晶石 4.5 万吨、锆英砂 1 万吨、石榴子石 3 万吨、金红石 0.8 万吨、石英砂 0.5 万吨；年工作 300d，日工作 24h，满足验收生产工况要求。福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目辐射验收监测期间为 2024 年 8 月 29 日~2024 年 9 月 5 日。根据现场调查收集生产情况，监测期间主要设备的生产工艺指标严格控制在要求范围内，能连续、稳定、正常生产，与项目配套的环保设施正常运行。验收监测期间项目工况负荷如表 9-1。

表 9-1 验收监测工况负荷表

日期	产品	设计产能 (t/d)	实际产能 (t/d)	工况负荷 (%)
2024 年 8 月 29 日	蓝晶石	150	111	74
	锆英砂	33.3	25	
	石榴子石	100	74	
	金红石	26.7	20	
	石英砂	16.7	12	
2024 年 8 月 30 日	蓝晶石	150	110	73
	锆英砂	33.3	24	
	石榴子石	100	73	
	金红石	26.7	19	
	石英砂	16.7	12	
2024 年 8 月 31 日	蓝晶石	150	113	75
	锆英砂	33.3	25	
	石榴子石	100	75	
	金红石	26.7	20	
	石英砂	16.7	13	
2024 年 9 月 1 日	蓝晶石	150	113	75
	锆英砂	33.3	25	
	石榴子石	100	75	
	金红石	26.7	20	

日期	产品	设计产能 (t/d)	实际产能 (t/d)	工况负荷 (%)
	石英砂	16.7	13	
2024年9月2日	蓝晶石	150	120	80
	锆英砂	33.3	27	
	石榴子石	100	80	
	金红石	26.7	21	
	石英砂	16.7	13	
2024年9月3日	蓝晶石	150	113	75
	锆英砂	33.3	25	
	石榴子石	100	75	
	金红石	26.7	20	
	石英砂	16.7	13	
2024年9月4日	蓝晶石	150	113	75
	锆英砂	33.3	25	
	石榴子石	100	75	
	金红石	26.7	20	
	石英砂	16.7	13	
2024年9月5日	蓝晶石	150	117	78
	锆英砂	33.3	26	
	石榴子石	100	78	
	金红石	26.7	21	
	石英砂	16.7	13	

验收监测期间该项目工况运行稳定，能够满足验收监测要求。工况详见附件10。

9.2 放射性污染防治设施调试运行效果

9.2.1 液态流出物

本项目所有生产废水循环使用，不外排，未设液态流出物监测点。本次验收期间，对厂区内锆英砂选矿循环水进行取样分析，项目循环废水监测结果见表9-2，检测报告见附件13。

表 9-2 项目循环水监测结果

监测日期	监测项目	监测点位		
		FW1 (东侧废水沉淀池)	FW2 (北侧沉淀池 1)	FW3 (东南侧沉淀池 2)
9月4日	钍 (mg/L)			
	铀 (mg/L)			
	镭-226 (Bq/L)			
	总α放射性 (Bq/L)			
	总β放射性 (Bq/L)			

根据表 9-2 监测结果可知, 本项目生产循环废水中钍的放射性核素浓度为 0.00316~0.00371mg/L; 铀的放射性核素浓度为 0.00072~0.00137mg/L; ²²⁶Ra 的放射性核素浓度为 0.005~0.020Bq/L; 总α放射性浓度为 0.078~0.170Bq/L; 总β放射性浓度为 0.257~0.431Bq/L。

9.2.2 气载流出物

根据本项目生产工艺及产污节点, 结合环评阶段要求, 本次对气载流出物验收监测指标主要包括:

氡及氡子体浓度, 监测点位于成品库、磁选区域、危废间、烘干区域、烘干排气筒、封闭池), 摇床车间, 一般固废堆场, 废水沉淀池、沉淀池(北侧沉淀池 1)、雨水沉淀池(东南侧沉淀池 2)、锆英砂半封闭池(锆英砂成品临时堆场)、原料仓库、独居石库、办公楼门口、办公楼室内、门卫室内、厂区门口、停车棚, 监测频次 1 次。

氡析出率测定, 监测点位主要位于原料仓库、成品库、尾砂堆场, 监测频次 1 次;

有组织粉尘的监测, 监测点位主要为烘干炉排气筒(DA001), 监测因子为总铀、总钍含量, 监测频次 3 次;

无组织粉尘的监测, 监测点主要位于厂区东边界、西边界、南边界、北边界, 监测因子为总铀、总钍含量, 监测频次 3 次。

表 9-3 本项目厂区内工作场所氡及子体浓度监测结果

监测点位		氡 (Bq/m ³)	氡子体 (nJ/m ³)
D1	成品库		

监测点位		氡 (Bq/m^3)	氡子体 (nJ/m^3)
D2	磁选区域		
D3	危废间		
D4	烘干区域		
D5	烘干排气筒		
D6	封闭池		
D7	摇床车间		
D8	一般固废堆场		
D9	废水沉淀池		
D10	沉淀池 (北侧沉淀池 1)		
D11	雨水沉淀池 (东南侧沉淀池 2)		
D12	锆英砂半封闭池		
D13	原料仓库		
D14	独居石库		
D15	办公楼门口		
D16	办公楼室内		
D17	门卫室内		
D18	厂区门口		
D19	停车棚		
标准值			

根据表 9-2 监测结果可知, 本项目厂区内工作场所氡浓度监测结果为 $5\sim 21\text{Bq}/\text{m}^3$, 氡子体浓度监测结果为 $9.2\sim 65.0\text{nJ}/\text{m}^3$, 工作场所中的氡浓度监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中附录 H2 款规定, 工作场所氡浓度控制水平 $500\text{Bq}/\text{m}^3$ 的限值要求。

表 9-4 本项目厂区内物料堆场氡析出率监测结果 ($\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$)

监测点位		监测日期	监测时间	氡析出率 ($\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$) 测量值
DX1	原料仓库	9 月 3 日	09:35~11:05	
DX2	成品库		11:18~12:48	
DX3	尾砂堆场 (石英砂仓库)		09:47~11:17	

根据表 9-4 监测结果可知, 本项目原料仓库氡析出率监测结果为 $0.025\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$, 成品库氡析出率监测结果为 $0.025\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$, 尾矿堆场氡析出率监测结果为 $0.013\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 。

表 9-5 本项目厂区内排气筒（颗粒物）放射性核素监测结果

监测点位	监测日期	监测时间	铀		钍		标干流量(m ³ /h)
			实测浓度(μg/m ³)	排放速率(kg/h)	实测浓度(μg/m ³)	排放速率(kg/h)	
烘干炉的排气筒(P1)	8月31日	10:24					
		10:50					
		11:13					
标准值(GB26451-2011)							

根据表 9-5 监测结果可知，本项目排气筒排放的烟气中铀浓度为 0.584~0.884μg/m³，钍浓度为 11.4~19.5μg/m³，钍、铀总量监测结果能够满足《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）中车间排气筒中钍、铀总量排放限值：0.1mg/m³的要求。

表 9-6 本项目厂区边界钍、铀监测结果

监测点位	监测日期	监测时间	监测项目	
			铀 (ng/m ³)	钍 (ng/m ³)
厂区东侧边界点(A1)	8月30日	09:00~11:00		—
		12:00~14:00		—
		15:00~17:00		—
厂区南侧边界点(A2)		09:00~11:00		—
		12:00~14:00		—
		15:00~17:00		—
厂区西侧边界点(A3)		09:00~11:00		—
		12:00~14:00		—
		15:00~17:00		—
厂区北侧边界点(A4)		09:00~11:00		—
		12:00~14:00		—
		15:00~17:00		—
标准值(GB26451-2011)				

根据表 9-6 监测结果可知，本项目厂区外东侧边界铀浓度为 3.16~5.35ng/m³，钍浓度为 20.8~43.1ng/m³；厂区外南侧边界气溶胶中铀浓度为 2.09~3.01ng/m³，钍浓度为 10.9~18.7ng/m³；厂区外西侧边界中铀浓度为 2.45~6.26ng/m³，钍浓度为 12.0~28.7ng/m³；厂区外北侧边界中铀浓度为 3.13~18.1ng/m³，钍浓度为 16.2~59.4ng/m³；各监测点位中钍、铀总量监测结果满足《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）中厂区边界钍、铀总量排放限值：0.0025mg/m³的要求。

9.2.3 伴生放射性物料/固体废物

根据项目工艺可知，本项目无伴生放射性固体废物产生，工艺生产的所有物料均为产品，物料主要包括蓝晶石、锆英砂、石榴子石、金红石、石英砂。本次验收期间，对原料、产品等物料均进行了采样分析，分析项目主要为天然放射性核素 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 。分析结果详见表 9-7。

表 9-7 本项目物料放射性核素分析结果 (Bq/kg)

监测日期	监测点位	点位名称	监测项目			
			铀-238 (Bq/g)	镭-226 (Bq/g)	钍-232 (Bq/g)	钾-40 (Bq/g)
9月4日	S7	原料堆场				
	S8	锆英砂成品库				
	S9	锆英砂临时堆场 (锆英砂半封闭池)				
	S10	蓝晶石成品库				
	S11	石榴石成品库				
	S12	金红石成品库				
	S13	石英砂成品库				
	S14	东侧废水沉淀池				
	S15	北侧沉淀池				

根据表 9-7 监测结果可知，本次物料中铀-238 放射性核素浓度检测结果为 0.0561~1.16Bq/g，镭-226 的放射性核素浓度检测结果为 0.0655~4.81Bq/g，钍-232 的放射性核素浓度检测结果为 0.120~2.33Bq/g；石英砂成品库石英砂 K40 监测结果为 0.0413Bq/g。根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》(GB27742-2011)，石英砂的放射性核素含量满足可免于辐射防护监管的物料(免管浓度值小于 1 Bq/g)，根据《建筑材料放射性核素限量》(GB6566-2010)，尾砂(石英砂)可作为建筑材料外售，其产销与使用范围可不受限制，项目石英砂已与长泰县北极光制品有限公司签订合同，石英砂用于商混料等公用水泥产品。

其中东侧废水沉淀池污泥中铀-238、镭-226 浓度大于 1 Bq/g，主要原因可能是摇床过程中，部分原矿带入，并进入沉淀池中。该东侧废水沉淀池污泥不属于

免管范围，由于含有一定量的原矿等有用成分，可回收重新进行选矿作业，由于其放射性水平不属于免管范围，公司将沉淀池污泥存放于封闭池中，考虑到泥的放射性存在一定程度波动，这主要是由于原料（铅中矿）的特殊性，且原料放射性水平有所差别，泥的放射性水平也相应有所差别，故每批次泥外卖前需送有资质单位检验，确认其放射性水平。若泥放射性超过 1Bq/g，则回收利用，重新进入选矿程序，选出放射性较高的锆英产品等，直至泥中的天然性放射性核素的达到外售标准。若泥中的放射性水平低于 1Bq/g，则可将泥进行外售。根据建设单位提供资料，项目原料及产品中含泥量很少，基本上均为沉砂，且比重较大，废水中携带泥沙量很少，项目运行阶段至今，沉淀池污泥产生量很少，目前尚未进行清泥，尚未产生。

9.2.4 厂区内地表 γ 辐射监测

本次验收期间，为了掌握该项目厂区各个生产场所辐射环境水平，本次对厂区磁选成品车间、摇床车间、原料仓库、独居石库房、门卫、办公楼、厂区内道路等进行了 γ 辐射剂量率监测。各点位监测结果见表 9-8。

表 9-8 本项目厂区内 γ 辐射剂量率监测结果 (nGy/h)

监测日期	监测点位		环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)
			测量结果 \pm 标准偏差
8月 31日	X1	6	
	X2		
	X3		
	X4		
	X5		
	X6		
	X7		
	X8		
	X9		
	X10		
	X11		
	X12		
	X13		
	X14		
	X15		

监测日期	监测点位		环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)	
			测量结果 \pm 标准偏差	
	X16			—
	X17			—
	X18			—
	X19			—
	X20			—
	X21			—
	X22			—
	X23			—
	X24			—
	X25			—
	X26			—

根据表 9-8 监测结果可知，厂区内各生产车间内 γ 辐射剂量率监测结果为 156~367nGy/h，原料仓库 γ 辐射剂量率监测结果为 559~2230nGy/h，独居石库房 γ 辐射剂量率监测结果为 164~228nGy/h，废水循环水池 γ 辐射剂量率监测结果为 145~176nGy/h，厂区其它生活办公区域 γ 辐射剂量率监测结果为 151~182nGy/h，厂区内道路 γ 辐射剂量率监测结果为 141~376nGy/h。

9.3 项目建设对辐射环境的影响

9.3.1 大气环境

监测点：厂区北侧临近厂区最近居民点（夫坊村）、对照点、厂区西侧围墙外、厂区北侧围墙外。

监测项目：氡及子体浓度。

本项目厂区周边环境氡及子体浓度监测结果见表 9-9。

表 9-9 项目厂区周边环境氡及子体浓度监测结果

监测点位	氡 (Bq/m ³)	氡子体 (nJ/m ³)
D20		—
D21		—
D22		—
D23		—
D24		—

根据表 9-9 监测结果可知，北侧临近厂区最近夫坊村居民点室内氡浓度监测值为 10 Bq/m³，满足《室内氡及其子体控制要求》（GB/T16146-2015）规定“对于已建建筑物室内氡浓度年均氡浓度控制水平为 300Bq/m³”限值要求；居民点室外环境氡浓度监测值为 8 Bq/m³；厂外西侧、北侧氡浓度监测值为 9~11 Bq/m³，与本项目对照点处于同一范围水平，并且监测结果处于正常范围之内（《中国环境天然放射性水平》中福建福州地区室外空气中氡浓度范围值（1.5-214.2Bq/m³）控制），未见明显异常。厂区周边氡子体浓度监测值为 9.2~19.6Bq/m³。

9.3.2 陆地 γ 辐射

监测点：厂区北侧临近厂区最近居民点（夫坊村）、西侧农田土壤监测点、北侧临近厂区最近居民土壤监测点、厂区土壤监测点、厂外西侧土壤监测点、厂外南侧土壤监测点、厂区边界四周。

监测项目： γ 辐射剂量率。

本项目厂区周边环境 γ 辐射剂量率监测结果见表 9-10 所示。

表 9-10 项目厂区外周边环境 γ 辐射剂量率监测结果

监测日期	监测点位	环境 γ 辐射剂量率(nGy/h)
		测量结果±标准偏差
8月31日	X27	—
	X28	—
	X29	—
	X30	—
	X31	—
	X32	—
	X33	—
	X34	—
9月4日	X35	—
	X36	—
	X37	—
	X38	—
	X39	—

根据表 9-10 监测结果可知，本次厂区边界外及周边道路 γ 辐射剂量率监测结果为 114~225nGy/h，北侧临近厂区最近居民点 γ 辐射剂量率监测结果为 166~185nGy/h，西侧农田土壤监测点为 127nGy/h，北侧临近厂区最近居民点土壤监测点为 129nGy/h，厂内土壤监测点为 176nGy/h，对照点采集点 γ 辐射剂量率监测

结果为 120nGy/h。其中项目厂区外南侧临近兴宏驰工贸有限公司，厂区外东侧临近北极光石制品有限公司厂区，根据监测结果显示，厂区外东侧北极光石制品有限公司厂区 γ 辐射剂量率监测结果为 225nGy/h，厂区外南侧临近兴宏驰工贸有限公司 γ 辐射剂量率监测结果为 163nGy/h。各监测点位环境 γ 辐射剂量率均处于《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）中漳州市 1988 年室内、室外环境 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果，室内：102.0~351.7nGy/h、室外：61.5~399.1nGy/h（数据来源：陈夏冠、朱耀明、张宁等，福建省环境天然贯穿辐射水平调查[J]，辐射防护，1991 年，第 11 卷 4 期）。

9.3.3 地表水

监测点位：龙津溪上游、龙津溪下游

监测项目：U、 ^{226}Ra 、Th、总 α 、总 β 、 ^{210}Po 和 ^{210}Pb

本项目厂区周边地表水放射性核素浓度分析结果见表 9-11 所示：

表 9-11 项目厂区周边地表水放射性核素浓度分析结果

监测日期	监测项目	监测点位		标准值
		SW1（龙津溪上游）	SW2（龙津溪下游）	
		13:20	12:35	
9 月 4 日	钍（mg/L）			—
	铀（mg/L）			—
	镭-226（Bq/L）			—
	钍-210（Bq/L）			—
	铅-210（Bq/L）			—
	总 α 放射性（Bq/L）			—
	总 β 放射性（Bq/L）			—

根据表 9-11 监测结果可知，龙津溪上游、龙津溪下游水中 Th、U、 ^{226}Ra 分析检测结果分别为 ND~0.00006mg/L、ND~0.00006mg/L、0.006~0.011Bq/L，地表水中 Th、U、 ^{226}Ra 分析检测结果与九龙江水中 Th、U、 ^{226}Ra 含量处于同一范围水平内，未见异常。地表水中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 均未检出；总 α 放射性检测结果为 0.051~0.088Bq/L，总 β 放射性检测结果为 0.173~0.188Bq/L，总 α 放射性和总 β 放射性低于《生活饮用水卫生标准》（GB 5749—2022）放射性指标限值总 α

指导值为 0.5Bq/L，总β指导值为 1Bq/L）；²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb 的含量均低于检出限。

9.3.4 地下水

监测点位：厂区内井水、厂区外最近居民点（夫坊村）井水

监测项目：U_{总α}、²²⁶Ra、Th、总α、总β、²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb

本项目厂区周边地下水放射性核素浓度分析结果见表 9-12 所示。

表 9-12 项目厂区及周边地下水放射性核素浓度分析结果

监测日期	监测项目	监测点位		标准值
		GW1（厂区井水）	GW2（夫坊村居民井水）	
		16:12	14:08	
9月4日	钍（mg/L）			0.00025
	铀（mg/L）			0.00041
	镭-226（Bq/L）			0.009
	钍-210（Bq/L）			0.047~0.061
	铅-210（Bq/L）			0.373~0.911
	总α放射性（Bq/L）			<0.5
	总β放射性（Bq/L）			<1.0

根据表 9-12 监测结果可知，厂区地下水环境中 U 含量为 0.00013μg/L、Th 未检出、²²⁶Ra 含量为 0.005Bq/L；夫坊村居民点井水中 U 含量为 0.00041μg/L、Th 含量为 0.00025μg/L、²²⁶Ra 含量为 0.009Bq/L，U、²²⁶Ra 浓度含量均处于漳州市农村井水的 U 浓度调查结果范围内（《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）中关于福建漳州地区地下水系天然核素浓度本底值 U：0.05-1.62μg/L、Th：0.05-0.13μg/L、²²⁶Ra：4.3-63.6mBq/L）；厂区内井水中 Th 浓度含量略高于漳州市农村井水的 Th 浓度调查结果；²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb 的含量均低于检出限；相较环评阶段监测结果，未有明显变化。

厂区及厂区外最近居民点（夫坊村）监测点中地下水中总α放射性监测结果为 0.047~0.061Bq/L、总β放射性监测结果为 0.373~0.911Bq/L，总α放射性<0.5Bq/L、总β放射性<1.0Bq/L 满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类水质中总α、总β放射性指标限值要求。

9.3.5 土壤

监测点：厂区土壤、厂界外西侧土壤、厂外南侧土壤、厂外西侧农田土壤、厂外北侧临近厂区最近居民点土壤、对照点土壤

监测项目： ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th

本项目厂区周边土壤中放射性核素含量分析结果见表 9-13 所示。

表 9-13 项目厂区周边土壤放射性核素浓度分析结果

监测日期	监测点位	采样深度	监测项目		
			铀-238 (Bq/g)	镭-226 (Bq/g)	钍-232(Bq/g)
9月4日	S1 (厂外西侧农田土壤)				
	S2 (厂外北侧临近厂区最近居民点土壤)				
	S3 (对照点土壤)				
	S4 (厂界外西侧土壤)				
	S5 (厂外南侧土壤)				
	S6 (厂内土壤)				
漳州地区土壤天然核素浓度本底					

根据表 9-13 监测结果可知，本项目厂区周边土壤中铀-238 放射性含量监测结果为 0.0792~0.125Bq/g，钍-232 监测结果为 0.111~0.132Bq/g， ^{226}Ra 监测结果为 0.0686~0.0934Bq/g。经分析土壤中天然核素 ^{238}U 、 ^{232}Th 和 ^{226}Ra 的含量与福建漳州地区本底值处于同一水平（《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）中关于福建漳州地区土壤天然核素浓度本底值 ^{238}U ：20-108Bq/kg， ^{226}Ra ：47.8-190Bq/kg； ^{232}Th ：18-134 Bq/kg）。

9.3.6 底泥

监测点：龙津溪上游底泥、龙津溪下游底泥

监测项目： ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th

本项目厂区周边底泥中放射性核素含量分析结果见表 9-14 所示。

表 9-14 项目厂区周边底泥放射性核素浓度分析结果

监测日期	监测项目	监测点位	
		DN1 (龙津溪上游)	DN2 (龙津溪下游)
9月4日	铀 (mg/kg)		
	钍 (mg/kg)		
	镭-226 (Bq/g)		

根据表 9-14 监测结果可知，本项目底泥中铀放射性浓度监测结果为 8.82~8.98mg/kg，Th 监测结果为 35.2~35.5mg/kg，²²⁶Ra 监测结果为 0.0827~0.0829Bq/kg；未见异常。

9.3.7 气溶胶

监测点：最大风频下风向敏感点

监测项目：总 α 、总 β 、²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb

本项目气溶胶核素分析结果见表 9-15 所示。

表 9-15 气溶胶核素分析结果

监测点位	监测时间	监测项目			
		总 α 放射性 (Bq/m ³)	总 β 放射性 (Bq/m ³)	钋-210 (Bq/m ³)	铅-210 (Bq/m ³)
A1 最大风频下 风向敏感点	8月30日10:08~9 月1日10:08				

气溶胶主要采集自最大风频下风向敏感点，对气溶胶中的总 α 放射性、总 β 放射性、²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb 进行分析，根据监测结果，气溶胶中总 α 放射性监测结果为 0.00016Bq/m³、总 β 放射性监测结果为 0.00142Bq/m³，含量均较低；²¹⁰Po 监测结果为 0.00013Bq/m³、²¹⁰Pb 监测结果为 0.00045Bq/m³，含量相较于文献《气溶胶中 ²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb 含量年变化趋势探究》中 ²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb 含量较低（由于无当地环境气溶胶中 ²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb 参考值，故参照文献《气溶胶中 ²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb 含量年变化趋势探究》（喻正伟等，2017 年）中气溶胶 ²¹⁰Po 浓度范围为 0.17-0.84mBq/m³，²¹⁰Pb 浓度范围为 0.8-3.8mBq/m³）。

9.3.8 小结

综上所述，根据监测结果显示，本项目正常运行时，项目周围环境及环境敏感目标的 γ 辐射剂量率、氡及子体浓度、空气气溶胶、地下水放射性核素含量、地表水放射性核素含量、底泥中核素含量、土壤中核素含量等在当地本底水平波动范围内，未见异常。环境 γ 辐射剂量率、氡等扣除天然本底后，其所致公众人员的剂量可忽略不计，能满足辐射专篇及批复（闽环辐射函〔2023〕14号）中提出的公众剂量约束值不大于 0.25mSv/a 的要求。

10.验收监测结论

10.1 放射性污染防治设施建设及“三同时”执行情况

福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目位于漳州市长泰区陈巷镇港园工业区，主要从事锆英砂的选矿生产，生产规模为年产蓝晶石 4.5 万吨、锆英砂 1 万吨、石榴子石 3 万吨、金红石 0.8 万吨、石英砂 0.5 万吨。

该项目根据法律法规要求落实了项目辐射影响评价工作，辐射环评专篇于 2023 年 05 月委托漳州博鸿环保科技有限公司承担本项目的环评工作，并于 2023 年 12 月 27 日获得漳州市生态环境局审批（漳泰环评审（2023）书 6 号），公司根据《专篇》和批复要求落实各项环保措施后，2024 年 08 月委托江西省地质局实验测试大队开展项目竣工辐射环境保护验收工作。

根据现场核查，本项目验收阶段与环评阶段相比，建设地点、内容和建设规模等一致，未发生重大变更。

厂内辐射环境管理工作由专人负责，制定了《福建鑫钰新材料有限公司辐射安全培训制度》《福建鑫钰新材料有限公司个人剂量管理制度》《福建鑫钰新材料有限公司辐射环境风险应急预案》等制度。各项规章制度具有可操作性，能够满足辐射安全与防护的要求。

厂内工作人员于 2024 年 10 月起开始落实个人剂量监测工作，公司现 1 名辐射安全管理人员已取得辐射安全与防护培训合格证，主要涉及辐射环境场所车间操作人员工作期间均佩戴个人剂量计并按季度定期送检（个人剂量定期委托陕西新鸿泰检验检测有限公司进行检测，详见附件 7）。公司配备了 1 台环境监测用辐射吸收剂量率仪、1 台表面污染监测仪，用于物料的日常监测和厂区内的定期巡检。同时，为更好地开展本项目的环保工作，进行有效的环境监督、管理，为工程环境管理提供依据，公司制定了具体的环境监测计划；定期委托有资质的监测机构进行监测，投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。由于公司于 2024 年 06 月进入调试阶段，今年年度监测以本次验收监测作为 2024 年年度环境辐射监测年度报告。

因此，福建鑫钰新材料有限公司已落实本项目环评文件及环评批复中的要求，各项管理制度及环保措施情况均已落实。

10.2 放射性污染防治设施调试运行效果

10.2.1 液态流出物

本项目所有生产废水循环使用，不外排，未设液态流出物监测点。

10.2.2 气载流出物

厂区内主要工作场所，主要包括成品库、磁选区域、危废间、烘干区域、烘干排气筒、封闭池），摇床车间，一般固废堆场，废水沉淀池、沉淀池（北侧沉淀池1）、雨水沉淀池（东南侧沉淀池2）、锆英砂半封闭池（锆英砂成品临时堆场）、原料仓库、独居石库、办公楼门口、办公楼室内、门卫室内、厂区门口、停车棚，根据监测结果，本项目厂区内工作场所氡浓度监测结果为 $5\sim 21\text{Bq/m}^3$ ，氡子体浓度监测结果为 $9.2\sim 65.0\text{nJ/m}^3$ ，工作场所中的氡浓度监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中附录H2款规定，工作场所氡浓度控制水平 500Bq/m^3 的限值要求。

项目排气筒排放的烟气中铀浓度为 $0.584\sim 0.884\mu\text{g/m}^3$ ，钍浓度为 $11.4\sim 19.5\mu\text{g/m}^3$ ，钍、铀总量监测结果能够满足《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）中车间排气筒中钍、铀总量排放限值： 0.1mg/m^3 的要求。

根据对项目厂区无组织钍、铀监测结果，本项目厂区外东侧边界铀浓度为 $3.16\sim 5.35\text{ng/m}^3$ ，钍浓度为 $20.8\sim 43.1\text{ng/m}^3$ ；厂区外南侧边界气溶胶中铀浓度为 $2.09\sim 3.01\text{ng/m}^3$ ，钍浓度为 $10.9\sim 18.7\text{ng/m}^3$ ；厂区外西侧边界中铀浓度为 $2.45\sim 6.26\text{ng/m}^3$ ，钍浓度为 $12.0\sim 28.7\text{ng/m}^3$ ；厂区外北侧边界中铀浓度为 $3.13\sim 18.1\text{ng/m}^3$ ，钍浓度为 $16.2\sim 59.4\text{ng/m}^3$ ；各监测点位中钍、铀总量监测结果满足《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）中厂区边界钍、铀总量排放限值： 0.0025mg/m^3 的要求。

10.2.3 伴生放射性物料/固体废物

根据项目工艺可知，本项目无伴生放射性固体废物产生，工艺生产的所有物料均为产品，物料主要包括蓝晶石、锆英砂、石榴子石、金红石、石英砂，本次验收期间，对原料、产品等物料均进行了采样分析，分析项目主要为天然放射性核素 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 。

根据监测结果，本次物料中铀-238放射性核素浓度检测结果为 $0.0561\sim$

1.16Bq/g，镭-226 的放射性核素浓度检测结果为 0.0655~4.81Bq/g，钍-232 的放射性核素浓度检测结果为 0.120~2.33Bq/g；石英砂石英砂成品库 K40 监测结果为 0.0413Bq/g。根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011），石英砂的放射性核素含量满足可免于辐射防护监管的物料（免管浓度值小于 1 Bq/g），根据《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010），尾砂（石英砂）可作为建筑材料外售，其产销与使用范围可不受限制，项目石英砂已与长泰县北极光制品有限公司签订合同，石英砂用于商混料等公用水泥产品。

其中东侧废水沉淀池污泥中钍-238、镭-226 浓度大于 1 Bq/g，主要原因可能是摇床过程中，部分原矿带入，并进入沉淀池中。该东侧废水沉淀池污泥不属于免管范围，由于含有一定量的原矿等有用成分，可回收重新进行选矿作业，由于其放射性水平不属于免管范围，公司将沉淀池污泥存放于封闭池中，考虑到泥的放射性存在一定程度波动，这主要是由于原料（锆中矿）的特殊性，且原料放射性水平有所差别，泥的放射性水平也相应有所差别，故每批次泥外卖前需送有资质单位检验，确认其放射性水平。若泥放射性超过 1Bq/g，则回收利用，重新进入选矿程序，选出放射性较高的锆英产品等，直至泥中的天然性放射性核素的达到外售标准。若泥中的放射性水平低于 1Bq/g，则可将泥进行外售。根据建设单位提供资料，项目原料及产品中含泥量很少，基本上均为沉砂，且比重较大，废水中携带泥沙量很少，项目运行阶段至今，沉淀池污泥产生量很少，目前尚未进行清泥，尚未产生。

10.2.4 厂区内地表 γ 辐射

为了掌握该项目厂区各个生产场所辐射环境水平，本次对厂区磁选成品车间、摇床车间、原料仓库、独居石库房、门卫、办公楼、厂区内道路等进行了 γ 辐射剂量率监测，根据监测结果，厂区内各生产车间内 γ 辐射剂量率监测结果为 156~367nGy/h，原料仓库 γ 辐射剂量率监测结果为 559~2230nGy/h，独居石库房 γ 辐射剂量率监测结果为 164~228nGy/h，废水循环水池 γ 辐射剂量率监测结果为 145~176nGy/h，厂区其它生活办公区域 γ 辐射剂量率监测结果为 151~182nGy/h，厂区内道路 γ 辐射剂量率监测结果为 141~376nGy/h。

10.3 项目建设对辐射环境的影响

10.3.1 大气环境

本次大气环境验收氡及其子体浓度监测主要对北侧临近厂区最近居民点(夫坊村)、厂区周边进行监测,根据监测结果可知,侧夫坊村居民点室内氡浓度监测值为 10 Bq/m^3 ,满足《室内氡及其子体控制要求》(GB/T16146-2015)规定“对于已建建筑物室内氡浓度年均氡浓度控制水平为 300 Bq/m^3 ”限值要求;居民点室外环境氡浓度监测值为 8 Bq/m^3 ;厂外西侧、北侧氡浓度监测值为 $9\sim 11\text{ Bq/m}^3$,与本项目对照点处于同一范围水平,并且监测结果处于正常范围之内(《中国环境天然放射性水平》中福建福州地区室外空气中氡浓度范围值($1.5\sim 214.2\text{ Bq/m}^3$)控制),未见明显异常。厂区周边氡子体浓度监测值为 $9.2\sim 19.6\text{ Bq/m}^3$ 。

10.3.2 陆地 γ 辐射

厂区周边环境 γ 辐射剂量率监测主要对厂区北侧临近厂区最近居民点(夫坊村)、西侧农田土壤监测点、北侧临近厂区最近居民土壤监测点、厂区土壤监测点、厂外西侧土壤监测点、厂外南侧土壤监测点、厂区边界四周进行布点监测,根据监测结果,本次厂区边界外及周边道路 γ 辐射剂量率监测结果为 $114\sim 225\text{ nGy/h}$,北侧临近厂区最近居民点 γ 辐射剂量率监测结果为 $166\sim 185\text{ nGy/h}$,西侧农田土壤监测点为 127 nGy/h ,北侧临近厂区最近居民点土壤监测点为 129 nGy/h ,厂内土壤监测点为 176 nGy/h ,对照点采集点 γ 辐射剂量率监测结果为 120 nGy/h 。其中项目厂区外南侧临近兴宏驰工贸有限公司,厂区外东侧临近极光石制品有限公司厂区,根据监测结果显示,厂区外东侧北极极光石制品有限公司厂区 γ 辐射剂量率监测结果为 225 nGy/h ,厂区外南侧临近兴宏驰工贸有限公司 γ 辐射剂量率监测结果为 163 nGy/h 。各监测点位环境 γ 辐射剂量率均处于《中国环境天然放射性水平》(国家环境保护局,1995年)中漳州市1988年室内、室外环境 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果,室内: $102.0\sim 351.7\text{ nGy/h}$ 、室外: $61.5\sim 399.1\text{ nGy/h}$ (数据来源:陈夏冠、朱耀明、张宁等,福建省环境天然贯穿辐射水平调查[J],辐射防护,1991年,第11卷4期)。

10.3.3 地表水

龙津溪上游,龙津溪下游水中Th、U、 ^{226}Ra 分析检测结果分别为ND~

0.00006mg/L、ND~0.00006mg/L、0.006~0.011Bq/L，地表水中 Th、U、²²⁶Ra 分析检测结果与九龙江水中 Th、U、²²⁶Ra 含量处于同一范围水平内，未见异常。地表水中 ²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb 均未检出；总α放射性检测结果为 0.051~0.088Bq/L，总β放射性检测结果为 0.173~0.188Bq/L，总α放射性和总β放射性低于《生活饮用水卫生标准》（GB 5749—2022）放射性指标限值总α指导值为 0.5Bq/L，总β指导值为 1Bq/L；²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb 的含量均低于检出限。

10.3.4 地下水

厂区地下水环境中 U 含量为 0.00013μg/L、Th 未检出、²²⁶Ra 含量为 0.005Bq/L；夫坊村居民点井水中 U 含量为 0.00041μg/L、Th 含量为 0.00025μg/L、²²⁶Ra 含量为 0.009Bq/L，U、²²⁶Ra 浓度含量均处于漳州市农村井水的 U 浓度调查结果范围内（《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）中关于福建漳州地区地下水系天然核素浓度本底值 U：0.05-1.62μg/L、Th：0.05-0.13μg/L、²²⁶Ra：4.3-63.6mBq/L）；厂区内井水中 Th 浓度含量略高于漳州市农村井水的 Th 浓度调查结果；²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb 的含量均低于检出限；相较环评阶段监测结果，未有明显变化。厂区及厂区外最近居民点（夫坊村）监测点中地下水中总α放射性监测结果为 0.047~0.061Bq/L、总β放射性监测结果为 0.373~0.911Bq/L，总α放射性<0.5Bq/L、总β放射性<1.0Bq/L 满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质中总α、总β放射性指标限值要求。

10.3.5 土壤及底泥

项目厂区周边土壤中钍-238 放射性含量监测结果为 0.0792~0.125Bq/g，钷-232 监测结果为 0.111~0.132Bq/g，²²⁶Ra 监测结果为 0.0686~0.0934Bq/g。经分析土壤中天然核素 ²³⁸U、²³²Th 和 ²²⁶Ra 的含量与福建漳州地区本底值处于同一水平（《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）中关于福建漳州地区土壤天然核素浓度本底值 ²³⁸U：20-108Bq/kg，²²⁶Ra：47.8-190Bq/kg；²³²Th：18-134 Bq/kg）。底泥中钍放射性浓度监测结果为 8.82~8.98mg/kg，Th 监测结果为 35.2~35.5mg/kg，²²⁶Ra 监测结果为 0.0827~0.0829Bq/kg；未见异常。

10.3.6 气溶胶

气溶胶主要采集自最大风频下风向敏感点，对气溶胶中的总α放射性、总β放射性、²¹⁰Po 和 ²¹⁰Pb 进行分析，根据监测结果，气溶胶中总α放射性监测结果

为 0.00016Bq/m^3 、总 β 放射性监测结果为 0.00142Bq/m^3 ，含量均较低； ^{210}Po 监测结果为 0.00013Bq/m^3 、 ^{210}Pb 监测结果为 0.00045Bq/m^3 ，含量相较于文献《气溶胶中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 含量年变化趋势探究》中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 含量较低（由于无当地环境气溶胶中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 参考值，故参照文献《气溶胶中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 含量年变化趋势探究》（喻正伟等，2017年）中气溶胶 ^{210}Po 浓度范围为 $0.17\text{-}0.84\text{mBq/m}^3$ ， ^{210}Pb 浓度范围为 $0.8\text{-}3.8\text{mBq/m}^3$ ）。

综上所述，根据监测结果，本项目正常运行时，项目周围环境及环境敏感目标的 γ 辐射剂量率、氡及子体浓度、空气气溶胶、地下水放射性核素含量、地表水放射性核素含量、底泥中核素含量、土壤中核素含量等在当地本底水平波动范围内，未见异常。环境 γ 辐射剂量率、氡等扣除天然本底后，其所致公众人员的剂量可忽略不计，能满足辐射专篇及批复（闽环辐射函〔2023〕14号）中提出的公众剂量约束值不大于 0.25mSv/a 的要求。

10.4 总结论

综上，福建鑫钰新材料有限公司落实了本项目《福建鑫钰新材料有限公司年加工 10 万吨锆英中矿项目辐射专篇》及批复中提出的各项要求和辐射环境保护措施，较好地执行了放射性污染防治“三同时”，制定了具有可操作性的各项辐射环境管理制度或规定。根据本次验收监测结果，公司的辐射安全防护设施与措施均达到了环评文件及审查意见（闽环辐射函〔2023〕14号）提出的相关要求，项目建成运行对周边环境未造成明显影响，满足竣工辐射环境保护验收要求。