


茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英  
砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目  
竣工辐射环境保护验收监测报告

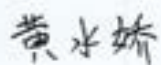
建设单位： 茂名瑞海新材料科技有限公司


编制单位： 广州市环科工程咨询有限公司

2022 年 1 月

建设单位法人代表：黄学锦 

编制单位法人代表：胡金鹏 

项目负责人：黄水娇 

报告编写人：罗可 

建设单位：茂名瑞海新材料科技有限公司（盖章）  


电话：13078269336

传真：/

邮编：525031

地址：茂名市高新区茂名大道1号海景明珠财富广场1号第13层1307G6室

编制单位：广州市环科工程咨询有限公司（盖章）  


电话：020-86812216

传真：/

邮编：510800

地址：广州市花都区新华街滨湖路3号107商铺

## 目 录

<b>第 1 章 项目概况</b> .....	<b>1</b>
1.1 项目建设概况.....	1
1.2 编制目的.....	2
1.3 验收范围.....	3
<b>第 2 章 验收依据</b> .....	<b>4</b>
2.1 法律法规及规章.....	4
2.2 验收标准技术规范.....	4
2.3 其他相关文件.....	5
<b>第 3 章 项目建设情况</b> .....	<b>6</b>
3.1 项目位置.....	6
3.2 平面布置.....	9
3.3 项目建设情况.....	12
3.4 主要原辅材料.....	17
3.5 生产工艺.....	17
3.6 水平衡及物料平衡.....	19
3.7 项目变动情况.....	22
<b>第 4 章 放射性污染防治设施</b> .....	<b>28</b>
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.....	38
4.3 其他放射性污染防治设施.....	45
<b>第 5 章 辐射环境影响评价专篇主要结论与建议 and 环评文件批复意见</b> .....	<b>50</b>
5.1 辐射环境影响评价专篇主要结论与建议.....	50
5.2 环评文件批复意见.....	52
<b>第 6 章 验收执行标准</b> .....	<b>54</b>
<b>第 7 章 验收监测内容</b> .....	<b>55</b>
7.1 验收工况.....	55
7.2 放射性污染防治设施调试运行效果监测.....	55
7.3 辐射环境质量监测.....	57

<b>第 8 章 质量保证</b> .....	<b>60</b>
8.1 监测分析方法.....	60
8.2 辐射环境监测仪器.....	61
8.3 人员能力.....	61
8.4 监测分析过程中的质量保证.....	61
<b>第 9 章 验收监测结果</b> .....	<b>63</b>
9.1 生产工况.....	63
9.2 放射性污染防治设施调试运行结果.....	63
9.3 项目建设对辐射环境的影响.....	67
<b>第 10 章 验收监测结论</b> .....	<b>71</b>
10.1 放射性污染防治设施建设及“三同时”执行情况.....	71
10.2 放射性污染防治设施调试运行效果.....	71
10.3 项目建设对辐射环境的影响.....	72

# 第 1 章 项目概况

## 1.1 项目建设概况

茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目位于广东省茂名高新技术产业开发区西南片区河南三区 C-07 地块，厂区中心地理坐标：东经 110°55'17.33"，北纬 21°32'35.07"。行政区域隶属茂名高新技术产业开发区管辖。

近年来国内经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段导致国内市场锆资源供给严重不足，茂名瑞海新材料科技有限公司因此于 2019 年而成立，本公司是一家集矿产品加工、销售等为一体的专业性企业；高新技术产业开发区管理委员会于 2019 年 6 月 26 日以茂高新经〔2019〕20 号文对《茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离项目》颁发企业投资项目备案证。根据备案资料可知本项目拟新建锆钛分离生产线，并配套设置重选、烘干、磁选和高压电选四个生产阶段。

2019 年 6 月茂名瑞海新材料科技有限公司委托核工业二 0 三研究所编制了《茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生矿选矿）项目环境影响报告书》，并于 2019 年 11 月 7 日取得该项目环境影响报告书的批复（茂高新环建〔2019〕12 号，附件 1）。

2019 年 8 月茂名瑞海新材料科技有限公司委托核工业二 0 三研究所编制了《茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目辐射环境影响评价专篇》，并于 2019 年 12 月 24 日取得该项目辐射环境影响评价专篇的审查意见（粤环审〔2019〕561 号）。

本项目以钛毛矿及锆中矿为原料，采用螺旋溜槽、摇床重选、干式磁选和三级电选等物理选矿工艺。环评批复选矿规模为年处理 20 万吨钛毛矿及锆中矿，主要产品产量分别为钛精矿 11 万吨/年、锆英砂 3 万吨/年、金红石 2 万吨/年，铁矿砂 4580 吨/年；还有副产品独居石 20 吨/年和尾砂 35400 吨/年；本次申请竣工环境保护验收的生产规模与环评报告及其批复一致。

2020 年 8 月 26 日本项目开始主体工程设施及其配套环保工程设施的建设，至 2021 年 6 月 24 日天然基础、框架结构、钢结构等主体工程设施完成并组织了竣工验收；至 2021 年 10 月 25 日，项目配套机电设备安装及其配套环保工程设施建设完成，实际总施工期约 14 个月。

本项目主体工程及环保设施竣工、调试前，建设单位依法履行了固定污染源排污登记，茂名瑞海新材料科技有限公司于 2021 年 2 月 23 日取得本项目的《固定污染源排污登记表》（登记编号：91440900MA53DLGRXT001Y，详见附件 3），其有效期为 2021 年 2 月 23 日至 2026 年 2 月 22 日。

2021 年 6 月 24 日，项目天然基础、框架结构、钢结构等完成竣工验收。

2021 年 10 月 31 日，本项目配套机电设备安装及其配套环保工程建设完成。

2021 年 11 月 1 日~11 月 10 日，建设单位对项目环境保护设施进行了调试。

2022 年 1 月 5 日，本项目的竣工环境保护验收工作正式启动，并委托广州穗证环境检测有限公司于 2021 年 1 月 6 日对该项目进行了竣工辐射环保验收的辐射监测。

现对该项目进行竣工辐射环保专项验收，验收时选矿工艺与辐射专篇报告及审查意见一致。另外，与环评报告及批复相比，建设项目性质不变、地理位置不变、防治污染的措施不变，规模基本一致，因此不会出现“可能导致环境影响显著变化（特别是不利环境影响加重）”的情况出现，根据《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函〔2020〕688 号），判定项目无重大变更，纳入竣工环境保护验收管理。

根据《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》（国环规环评〔2017〕4 号），建设单位应当组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。根据《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》（公告 2020 年 第 54 号），建设单位在竣工环境保护验收时，应当组织对配套建设的辐射环境保护设施进行验收，组织编制辐射环境保护验收监测报告并纳入竣工环境保护验收监测报告。

为此，茂名瑞海新材料科技有限公司正式委托广州市环科工程咨询有限公司承担该项目的竣工辐射环境保护验收监测报告的编写工作。

## 1.2 编制目的

1) 核实项目的建设情况（建设地点、规模、原材料与产品方案）与辐射专篇及审查意见的一致性；

2) 根据项目的特征污染因子，监测试运行期项目周围辐射环境质量，比较运行前后辐射环境变化情况，验证项目建成后的辐射影响是否与辐射专篇中描述的相符；

3) 对照辐射专篇及审查意见，查看辐射环保设施的运行是否有效，查看项目各项辐射安全措施执行情况，查证企业管理制度、应急措施的执行情况。

4) 针对不足，提出整改意见。

## 1.3 验收范围

### 1.3.1 验收范围

本次验收范围为《茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目辐射环境影响评价专篇》、《茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目环境影响报告书》及其批复内容。

### 1.3.2 验收监测情况

广州市环科工程咨询有限公司在了解项目现场，并收集汇总相关资料，对照竣工辐射环境验收监测报告的编制要求制定了验收监测方案，委托广州穗证环境检测有限公司于 2021 年 11 月 8 日和 2022 年 1 月 6 日开展竣工辐射环保验收的现场监测工作，并于 2021 年 11 月 9 日送样至广东省科学院测试分析研究所（中国广州分析测试中心）处，委托其对竣工辐射验收所采的土壤、尾砂、地下水样品进行辐射检测工作。

## 第 2 章 验收依据

### 2.1 法律法规及规章

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（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 日修正）；
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日起施行）；
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行）；
- (5) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）；
- (6) 《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函〔2020〕688 号）；
- (7) 《广东省环境保护条例》（2019 年 11 月 29 日第二次修正）；
- (8) 《广东省环境保护局关于进一步加强伴生放射性矿产资源开发利用监管工作的通知》（粤环〔2007〕66 号）；
- (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（2021 年 1 月 1 日实施）；
- (10) 《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录》（环保部公告 2020 年 第 54 号，2021 年 1 月 1 日实施）；
- (11) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环境保护部 环发〔2012〕77 号）；

### 2.2 验收标准技术规范

- (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- (2) 《固定污染源排污许可分类管理名录（2019 年版）》；
- (3) 《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819-2017）；
- (4) 《广东省污染源排污口规范化设置导则》（粤环〔2008〕42 号）
- (5) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (6) 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》（GB50325-2010）；
- (7) 《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）；
- (8) 《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）；
- (9) 广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）；
- (10) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；

- (11) 《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
- (12) 《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）；
- (13) 《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）。

## 2.3 其他相关文件

- (1) 《茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目辐射环境影响评价专篇》（核工业二〇三研究所，2019 年 12 月）；
- (2) 《茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生矿选矿）项目环境影响报告书》（核工业二〇三研究所，2019 年 10 月）；
- (3) 《广东省生态环境厅关于茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目辐射环境影响评价专篇的审查意见》（粤环审〔2019〕561 号）；
- (4) 《关于茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生矿选矿）项目环境影响报告书的批复》（茂高新环建〔2019〕12 号）；
- (5) 《固定污染源排污登记表》（编号：91440900MA53DLGRXT001Y，有效期为 2021 年 2 月 23 日至 2026 年 2 月 22 日）；
- (6) 《茂名瑞海新材料科技有限公司辐射环境监测报告》（报告编号：GZSZ-2022-B004、GZSZ-2022-B004-1，广州穗证环境检测有限公司，2022 年 1 月）；
- (7) 《茂名瑞海新材料科技有限公司竣工辐射环境验收土壤、尾砂、地下水辐射检测报告》（报告编号：2021015200-1a、2021015200-2a、2021015200-3a、2021015200-4a、2021015200-5a、2021015200-6a、2021015200-7a、2021015200-8a、2021015200-9a，广东省科学院测试分析研究所（中国广州分析测试中心），2021 年 11 月）；
- (8) 建设单位提供的与项目相关其他资料。

## 第 3 章 项目建设情况

### 3.1 项目位置

#### 3.1.1 地理位置

本项目选址位于广东省茂名高新技术产业开发区西南片区 C-07 地块，与辐射专篇选址一致，项目中心地理坐标：厂区中心地理坐标：东经 110°55'17.33"，北纬 21°32'35.07"。项目厂址所在地交通极为便利，项目地理位置图见图 3.1-1。

#### 3.1.2 周边环境

项目位于茂名高新技术产业开发区西南片区 C-07 地块，项目选址不涉及自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区，项目周边主要是工业企业、村庄、林地，厂界外 500 米范围内的敏感目标包括下关草塘、垭田头、后背埔、狮子岭、后背埔水库，经现场察看后确定的辐射环境保护目标具体见表 3.1-1。

**表 3.1-1 项目周围 500m 范围内辐射环境敏感点一览表**

序号	敏感目标	类型	辐射环评专篇		竣工验收		变化情况
			规模 (人)	距离及方位, m	规模 (人)	方位及距离, m	
1、工作人员							
1-1	湿选烘干工作人员	辐射工作人员	18	—	18	—	一致
1-2	仓库干选工作人员		24	—	24	—	
2、公众							
2-1	项目其他工作人员	—	6	—	6	—	一致
2-2	林家园工作人员	办公	约 3	19m, NW	约 3	15m, NNW	一致
2-3	下关草塘村	居民	约 90	21m, N	约 90	60m, NNE	一致
2-4	垭田头村	居民	约 140	105m, S	约 140	100m, SSW	一致
2-5	后背埔村	居民	约 40	185m, NW	约 40	250m, NWW	一致
2-6	广东粤桥新材料有限公司工作人员	办公	约 48	285m, NE	约 40	300m, NEE	一致

注：相对距离为敏感点与项目厂界最近距离。



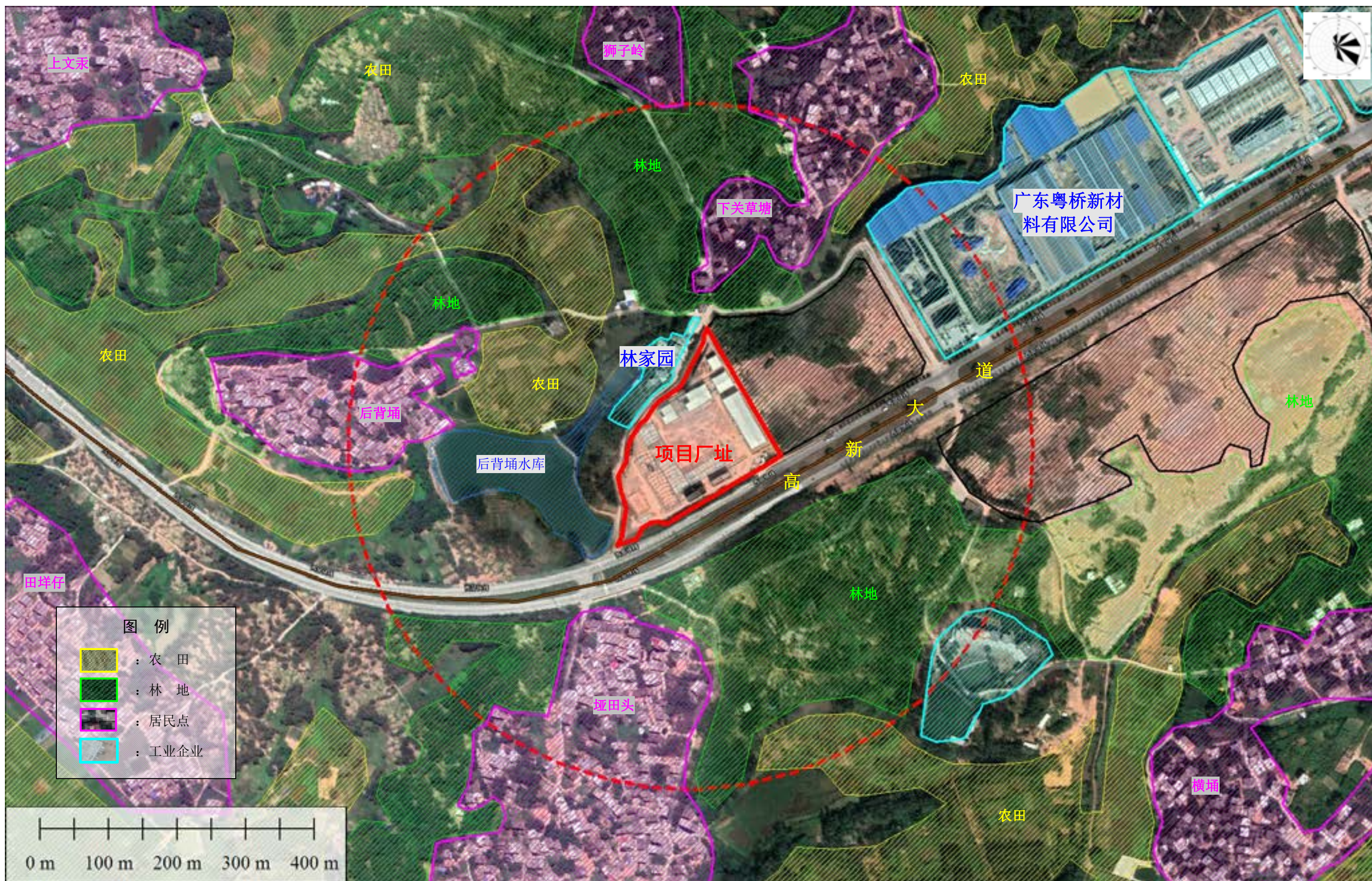


图 3.1-2 项目周围四置情况及周边辐射环境敏感点分布图

## 3.2 平面布置

本项目新建锆钛分离生产线，采用重选、烘干、磁选、电选等工艺，年处理钛毛矿及锆中矿 20 万吨，项目工程设施包括选矿工程、辅助工程、公用工程、环保工程和生活办公设施等，项目建设总用地面积约 35276m<sup>2</sup>。

根据项目所在区域地形地貌特点及生产工艺流程特点，为减少动力消耗、减少占地，拟建地块，南部高，北部低，项目平面布置由南至北大致如下：南部为办公生活综合区，北向依次为矿料仓库、干选矿生产区、湿选生产区，东南部为厂区东南门及供配电房。

1) 以办公生活综合区及东南门为起点，向北方向依次为：2#锆英金红车间、1#锆英金红车间、2#毛矿车间、成品仓库、原料仓库、尾砂仓库、2#烘干车间等；

2) 中间层次为：1#毛矿车间、1#和 2#半成品暂存区、2#摇床车间、2#循环水池、2#应急水池、2#初期雨水池、1#烘干车间；

3) 最北侧为：1#摇床车间、尾砂池；暂存室、1#循环水池、1#应急水池、1#初期雨水池、过滤池等。

项目区主导风向东风，主导风向角范围是 E~ESE~SE，本项目平面布置充分利用自然风向、风频，将办公区布置于项目北侧，减少了生产区气体、粉尘对办公区的影响。

其中独居石暂存库拟设置于摇床车间北侧，远离厂区内人员主要活动场所。总的来说，厂区总平面布置原则符合国家卫生、安全规定和有关设计规范，工艺流程顺畅，物流简洁合理，功能分区明确，布置较为合理。

本项目建成完工后每年能够处理 20 万吨钛毛矿及锆中矿的选矿，项目工程设施包括主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程和生活办公设施等，项目厂区建设总用地面积约 35276m<sup>2</sup>，环评阶段平面布置情况详见图 3.2-1；本项目采用重选、烘干、磁选和电选等工艺，年处理钛毛矿及锆中矿 20 万吨，实际验收阶段项目各车间厂房、建（构）筑物的总平面布置情况详见图 3.2-2。





图 3.2-2 实际验收项目总平面布局图

### 3.3 项目建设情况

#### 3.3.1 产品方案

本项目通过螺旋溜槽、摇床重选、磁选和电选等物理选矿工艺处理钛毛矿、锆中矿，得到主要产品钛精矿、锆英砂、金红石、铁砂，还有副产品独居石和尾砂。本项目实际建设的产品产能如下表 3.3-1 所示。

表 3.3-1 本项目产品方案一览表

序号	产品		环评申报产能(t/a)	验收申报产能(t/a)	变化情况
	类型	名称			
1	主产品	钛精矿	110000	110000	与环评一致
2		锆英砂	30000	30000	与环评一致
3		金红石	20000	20000	与环评一致
4		铁砂	4580	4580	与环评一致
5	副产品	尾砂	35400	35400	与环评一致
6		独居石	20	20	与环评一致
合计			200000	200000	与环评一致

#### 3.3.2 生产规模及组成

茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目厂址位于茂名高新技术产业开发区西南片区 C-07 地块，新建年处理钛毛矿及锆中矿 20 万吨的选矿项目，总用地面积 35276m<sup>2</sup>；主要产品分别为：钛精矿 110000t/a，金红石约 20000t/a，锆英砂 30000t/a，铁砂约 4580t/a；还有副产品尾砂约 35400t/a 和独居石约 20t/a；

该项目主要工程内容包括：项目主要建设内容包括：主体选矿工程、辅助工程、公用工程、环保工程和行政生活设施的工程建设。

主体工程包括：螺旋湿选区、1#摇床车间、2#摇床车间、1#锆英金红车间、2#锆英金红车间、1#毛矿车间、2#毛矿车间，以及 1#烘干车间、2#烘干车间；

辅助工程包括：原料仓库、1#~2#半成品暂存区、尾砂池、尾砂仓库、独居石暂存室、成品仓库；

公用工程包括：厂区道路、给排水系统、供配电系统、硬化地面和绿化用地；

环保工程包括：应急水池、循环水池、初期雨水池、三级沉淀池、净化脱泥装置、过滤池、三级沉降池、烟气“旋风+布袋除尘”装置、干选车间布袋除尘装置、化粪池及一体化设施、洗车浅池等。

办公生活设施：研发办公室、职工文化活动中心、工人待班室、保安亭等。

本项目工程建设内容和各项工程占地详见详见表 3.3-2。

表 3.3-2 项目工程组成及占地一览表

序号	工程类别	工程组成	数量	层数	高度 (m)	占地 (m <sup>2</sup> )	工艺	能力 (功能)	备注
1	选矿主体工程	螺旋湿选区	1	/	/	20	螺旋	年处理钛毛矿及锆中矿 20 万吨	初选和脱泥
		1#摇床车间	1	1	5	2770	摇床重选		分成金红中矿、
		2#摇床车间	1	1	5	660	摇床重选		锆英中矿、尾砂
		1#锆英金红车间	1	1	7	2000	磁选、电选		干式精选
		2#锆英金红车间	1	1	7	1000	磁选、电选		干式精选
		1#毛矿车间	1	1	8.5	1150	磁选		锆钛分离
		2#毛矿车间	1	1	7	600	磁选		锆钛分离
		1#烘干车间	1	1	5	575	干燥		烘干
2#烘干车间	1	1	5	412	干燥	烘干	燃气炉烘干		
2	辅助工程	原料仓库	1	1	8.5	1000	锆中矿	原料堆放	封闭厂房
		1#半成品暂存区	1	/	/	800	暂存	沥水	
		2#半成品暂存区	1	/	/	525	暂存	沥水	
		尾砂仓库	1	1	7	570	暂存	尾砂堆存	封闭厂房
		尾砂池	1	/	/	140	尾砂沥水	沥水堆存	
		独居石暂存室	1	1	5	270	暂存	独居石	封闭厂房
成品仓库	1	1	7	1080	精矿存放	产品堆存	封闭厂房		
3	公用工程	厂区道路	1	/	/	5800	水泥路	人车通行	水泥硬化
		给水系统	1	/	/	100	/	供水	厂内井水
		排水系统	1	/	/	480	/	收排	明沟暗渠
		供配电系统	1	1	/	60	/	800KVA	变电站
		硬化地面	1	/	/	6500	/	/	水泥硬化
		绿化用地	1	/	/	6450	/	/	种植树草
4	环保工程	应急水池	2	/	深 4m	265	/	V=1060m <sup>3</sup>	
		1#循环水池	1	/	深 4m	700	沉淀暂存	V=2800m <sup>3</sup>	15min 初期雨水
		2#循环水池	1	/	深 4m	210	沉淀暂存	V=840m <sup>3</sup>	
		初期雨水池	2	/	深 4m	225	沉淀暂存	V=900m <sup>3</sup>	
		三级沉淀池	3	/	深 4m	130	沉淀	沉淀	选矿废水
		过滤滤	1	/	深 4m	72	过滤	/	选矿废水
		净化脱泥系统	1	/	深 4m	30	过滤	/	选矿废水
		三级沉降池	3	/	深 3m	30	沉淀	/	雨水和沥水
		雨水沉砂池	20	/	深 0.8m	40	收集沉淀	/	雨水
		干选布袋除尘器	5	/	/	30	集尘除尘	/	干选车间
		旋风+布袋除尘器	2	/	/	40	除尘	烟气除尘	烘干车间
生活污水处理设施	1	/	/	20	生化处理	/	生活污水		
洗车浅池	1	/	/	20	水冲洗	/	车辆清洗		
5	行政办公设施	研发办公楼	1	3	9.9	196	/	/	办公
		职工文化活动中心	1	3	9.9	196	/	/	生活
		工人待班室	1	2	9.6	70	/	/	待班
		保安亭	2	1	3	40	/	/	值班
合计 (m <sup>2</sup> )			/	/	/	35276			红线占地

### 3.3.3 建设内容

项目主要工程内容包括：项目主要建设内容包括：主体选矿工程、辅助工程、公用工程、环保工程和行政生活设施的工程建设。

本项目工程环评阶段和实际验收阶段建设内容详见表 3.3-3

表 3.3-3 项目工程建设内容一览表

工程类别		环评建设内容	实际建设内容	变化情况	
主体工程	螺旋湿选区	1 个，占地面积 60m <sup>2</sup> ，新建	1 个，占地面积 20m <sup>2</sup> ，新建	面积减少 40m <sup>2</sup>	
	1#摇床车间	1 间 1 层建筑（高 5m），占地面积 2770m <sup>2</sup> ，新建	1 间 1 层建筑（高 5m），占地面积 2770m <sup>2</sup> ，新建	与环评一致	
	2#摇床车间	1 间 1 层建筑（高 5m），占地面积 660m <sup>2</sup> ，新建	1 间 1 层建筑（高 5m），占地面积 660m <sup>2</sup> ，新建	与环评一致	
	1#锆英精选车间	1 间 1 层建筑（高 7m），占地面积 1000m <sup>2</sup> ，锆英精选车间	1 间 1 层建筑（高 7m），占地面积 2000m <sup>2</sup> ，新建	由锆英精选车间、金红石分离车间合并为 1 间	
		1 间 1 层建筑（高 7m），占地面积 1000m <sup>2</sup> ，金红分离车间			
	2#锆英精选车间	1 间 1 层建筑（高 7m），占地面积 1000m <sup>2</sup> ，钛锆分离车间	1 间 1 层建筑（高 7m），占地面积 1000m <sup>2</sup> ，新建	变更车间名称	
	1#毛矿车间	1 间 1 层建筑（高 8.5m），占地面积 1150m <sup>2</sup> ，中转仓库	1 间 1 层建筑（高 8.5m），占地面积 1000m <sup>2</sup> ，新建	变更为 1#毛矿车间	
	2#毛矿车间	1 间 1 层建筑（高 7m），占地面积 600m <sup>2</sup> ，2#成品仓库	1 间 1 层建筑（高 7m），占地面积 600m <sup>2</sup> ，新建	变更为 2#毛矿车间	
	1#烘干车间	1 间 1 层建筑（高 5m），占地面积 575m <sup>2</sup> ，新建	1 间 1 层建筑（高 5m），占地面积 575m <sup>2</sup> ，新建	与环评一致	
2#烘干车间	1 间 1 层建筑（高 5m），占地面积 412m <sup>2</sup> ，新建	1 间 1 层建筑（高 5m），占地面积 412m <sup>2</sup> ，新建	与环评一致		
辅助工程	原料仓库	1 间 1 层建筑（高 8.5m），占地面积 1000m <sup>2</sup> ，新建	1 间 1 层建筑（高 8.5m），占地面积 1000m <sup>2</sup> ，新建	与环评一致	
	半成品暂存区	2 个，占地面积 800+525m <sup>2</sup> ，新建	2 个，占地面积 800+525m <sup>2</sup> ，新建	与环评一致	
	尾砂仓库	1 间 1 层建筑（高 5m），占地面积 384m <sup>2</sup> ，新建	1 间 1 层建筑（高 7m），占地面积 570m <sup>2</sup> ，新建	面积增加 186m <sup>2</sup>	
	尾砂池	2 个，占地面积 260+140m <sup>2</sup> ，新建	1 个，占地面积 140m <sup>2</sup> ，新建，位置变更为暂存室北侧	面积减少 260m <sup>2</sup>	
	成品仓库	2 间 1 层建筑（高 7m），占地面积 1080+660m <sup>2</sup> ，新建	1 间 1 层建筑（高 7m），占地面积 1080m <sup>2</sup> ，新建	面积减少 660m <sup>2</sup>	
公用工程	给水系统	生活用水使用自来水，生产用水使用井水及自来水	生活用水使用自来水，生产用水使用井水及自来水	与环评一致	
	收集与排水系统	选矿废水	选矿生产废水流至三级沉淀池、循环水池、净化脱泥系统去除泥沙后重新回用于重选，不外排；	选矿生产废水流至三级沉淀池、循环水池、过滤池、净化脱泥系统去除泥沙后重新回用于重选，不外排；	与环评一致
		初期雨水	初期雨水经过收集暂存后，回用于选矿；	初期雨水经过收集暂存后，回用于选矿；	与环评一致
		生活污水	生活污水经化粪池处理后，排放高新区市政污水管网；	生活污水经“化粪池+地埋式一体化污水处理设施”处理后，回用厂区绿化，不外排；	外排管网更改为一体化设施处理后回用厂区绿化
供配电系统	全部由市政电网供给，设有供配电间，500KVA 变压器	全部由市政电网供给，设有供配电间，800KVA 变压器	变电器容量增加 60%		

工程类别	环评建设内容	实际建设内容	变化情况
绿化用地	配套建设 5500m <sup>2</sup>	配套建设约 6450m <sup>2</sup>	比环评增加 950m <sup>2</sup>
厂内道路	配套建设	配套建设，水泥硬化道路	与环评一致
选矿废水处理	1#循环水池（910m <sup>2</sup> ×3m，V=2730m <sup>3</sup> ）； 2#循环水池（565m <sup>2</sup> ×3m，V=1695m <sup>3</sup> ）； 三级沉淀池（264m <sup>2</sup> ×3m，V=792m <sup>3</sup> ）。	1#循环水池（700m <sup>2</sup> ×4m，V=2800m <sup>3</sup> ）； 2#循环水池（210m <sup>2</sup> ×4m，V=840m <sup>3</sup> ）； 三级沉淀池（130m <sup>2</sup> ×4m，V=520m <sup>3</sup> ）。	循环水池总容积、三级沉淀池容积均有减少，但仍能满足生产要求。
生活污水处理	三级化粪池处理满足要求后排入高新区市政污水管网	三级化粪池、一体化污水处理设施处理后回用厂区绿化	增加一体化污水处理设施，外排改为厂区绿化；
初期雨水处理	雨水三级沉淀池容积约255m <sup>3</sup>	1#初期雨水池（185m <sup>2</sup> ×4m，V=740m <sup>3</sup> ）； 2#初期雨水池（40m <sup>2</sup> ×4m，V=160m <sup>3</sup> ）；	初期雨水增加至900m <sup>3</sup>
洗车池	厂区大门附近，占地40m <sup>2</sup>	厂区大门附近，占地20m <sup>2</sup>	面积减少但仍满足要求
废气处理	①1#烘干车间（2台烘干炉）、2#烘干车间（1台烘干炉）烘干炉均使用天然气燃料，每个烘干车间均配置1套布袋除尘装置，经除尘处理后，各自通过其配套一根15米高排气筒排放（共2根排气筒）； ②三个干选矿车间配套3套布袋除尘器，处理后粉尘废气于车间内无组织排放。	①1#烘干车间（2台小烘干炉换成1台大烘干炉）、2#烘干车间（1台烘干炉）烘干炉均使用天然气燃料，每个烘干车间均配置1套“旋风+布袋除尘”装置，经除尘处理后，各自通过其配套一根15米高排气筒排放（共2个烟气排气筒）； ②4个干选矿车间共配套5套布袋除尘装置，处理后粉尘废气于通过5个8m~12m高排气筒外排。	①1#烘干车间2台小烘干炉换成1台大烘干炉 ②中转仓库、2#产品仓库变更为1#、2#毛矿车间，增加2套布袋除尘装置，并由无组织排放变更为有组织排放
噪声治理	选用低噪设备、设置隔声罩、消音器等；	选用低噪设备、设置隔声罩、消音器等；	与环评基本一致
固废处置	生活垃圾：交由当地市政环卫部门处理； 选矿尾砂：作为非民用建筑材料外卖； 独居石：作为产品外卖，独居石有单独的暂存库；	生活垃圾：交由当地市政环卫部门处理； 选矿尾砂：作为非民用建筑材料外卖； 独居石：作为产品外卖，独居石设置单独的暂存库；	与环评一致
环境风险	设置事故应急池2座，465m <sup>2</sup> ×3m，容积约1395m <sup>3</sup> 。	设置事故应急池2座，265m <sup>2</sup> ×4m，容积约1060m <sup>3</sup> 。	总容积减少至少335m <sup>3</sup> ，但仍能满足生产要求。
办公生活设施	研发办公楼	1栋3层建筑，占地面积196m <sup>2</sup> ，包括办公室、会议室等	与环评一致
职工文化活动中心	1栋3层建筑，占地面积196m <sup>2</sup> ，设置多功能室等	1栋3层建筑，占地面积196m <sup>2</sup> ，设置多功能室等	与环评一致
工人待班室	1栋3层建筑，占地面积70m <sup>2</sup>	1栋3层建筑，占地面积70m <sup>2</sup>	与环评一致
保安亭	2个，正门和侧门各设置1个保安亭	2个，正门和侧门各设置1个保安亭	与环评一致

### 3.3.4 生产设备

本项目主要设备详见下表 3.3-4。

表 3.3-4 本项目主要设备验收一览表

序号	设备名称	环评型号	环评数量	验收型号	验收数量	变化情况
1	重选摇床	6-S	100 台	6-S	100	与环评一致
2	螺旋溜槽	/	4 台	/	5	增加 1 台
3	磁水洗机	Φ600×1200	4 台		0	根据实际情况取消
4	烘干炉	/	3		2	1#烘干车间 1 台大烘干炉替换环评阶段 2 台小烘干炉，以大换小后烘干能力一致；
5	弱磁选机	Φ400×1000	12		14	增加 2 台弱磁选，减少 2 台强磁选机，总体保持一致
6	强磁选机	Φ400×1000	12		10	
7	电选机	2 米宽电选	36		20	减少了 16 台
8	弧板机	2 米宽板选	36		12	减少了 24 台
9	振动筛	/	12		12	与环评一致
10	提升机	斗式	100		50	减少一半
11	横吊机	50T	1		0	根据实际情况取消
12	货车	10T	2		0	根据实际情况取消
13	铲车	855/820	8	855/820	4	减少一半
14	叉车	3.5T	4		4	与环评一致
15	烟气旋风+布袋除尘装置	/	2 套		2 套	比环评增加旋风除尘器
16	集尘除尘装置	/	3 套		5 套	增加 2 套，2 个毛矿车间各增加 1 套布袋除尘器

### 3.3.5 工程投资

项目工程实际总投资约 30000 万人民币，其中固定资产投资约 10000 万元，流动资金约 20000 万元购买原辅材料等，主要环保措施投资约 1170 万人民币，其中放射性污染防治措施投资 640 万元，辐射环境保护投资占总投资比例 2.13%，占环保投资比例 54.7%。

### 3.4 主要原辅材料

#### 3.4.1 主要原辅材料

本项目主要原辅材料详见下表 3.4-1。

表 3.4-1 本项目生产原辅材料一览表

序号	名称	原料状态	储存方式及位置	环评申报量 (万 t/a)	验收申报量 (万 t/a)	变化情况
1	钛毛矿	固体(颗粒)	堆放在原料堆场	20	20	原料状态、储存方式及位置不变,与环评内容一致
2	锆中矿					
原料合计				20	20	

注：实际生产过程中将根据市场需求调整各原料占比，原料总量不变。

#### 3.4.2 主要燃料

本项目建成后运营期的能源消耗情况见下表 3.4-2。

表 3.4-2 本项目建成后能源消耗情况一览表

序号	项目	环评申报用量	验收申报用量	备注
1	天然气(万Nm <sup>3</sup> /a)	15	15	用于烘干矿料，烘炉年工作2400h

### 3.5 生产工艺

本项目钛毛矿及锆中矿选矿流程生产工艺包括螺旋溜槽、摇床重选、干燥、磁选、电选和包装等工序，具体选矿工艺流程分别见图 3.5-1。选矿工艺流程和辐射环评专篇一致，基本原理为通过干式磁选将原矿分为钛精矿和不导磁矿混合物。不导磁的锆英石、金红石及尾砂，利用物矿比重差异，采用重力摇床将锆英石、金红石及尾砂分离，获得锆英石中矿、金红石中矿及尾砂。各中矿再经过多次干式磁选和多次电选得到各自精矿。

#### 1)、螺旋溜槽、摇床等湿选

钛毛矿或中矿先进干式磁选，分离出上磁的铁砂及钛精矿，其中铁砂精选包装后直接作为副产品出售，钛精矿须进一步干燥后精选。不上磁的锆英砂、金红石及尾砂利用物料比重差异，采用重力摇床将锆英砂、金红石及尾砂大致分离，获得锆英砂中矿、金红石中矿及尾砂。

尾砂经立式螺旋后选出尾砂中可用矿物，其余进入抽砂池，利用砂泵将尾砂抽至尾砂池。锆英砂中矿、金红石中矿须进一步干燥后精选。湿选的同时洗去大部分细泥，可极大减少在后续干选工序中产生的扬尘。

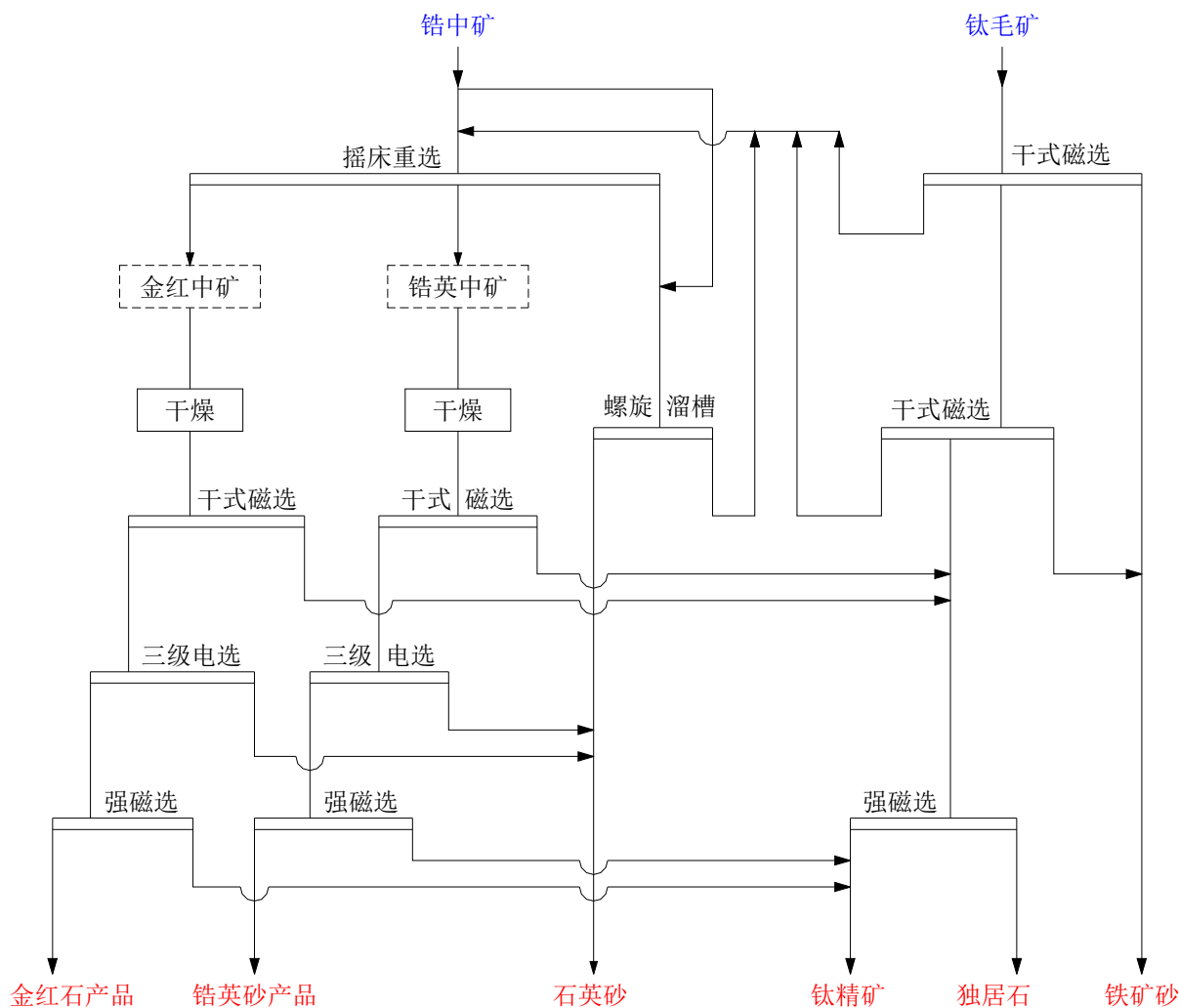


图 3.5-1 钛毛矿及锆中矿的选矿工艺流程

#### 2)、天然气烘炉干燥

本项目选矿包括湿选和干选，其中螺旋溜槽、摇床重选等湿选后的湿中矿在干选前须先进行干燥工序后，再进入下一步的干式精选，本项目采用天然气产生热风进入烘干炉烘干矿物。

#### 3)、钛精矿干选

初步干式磁选出来的钛精矿含少量的锆英砂、金红石和尾砂，继续进入干选车间进行选别。利用钛精矿具有磁性而锆英砂、金红石和尾砂没有磁性，采用磁选机将钛精矿与锆英中、金红石和尾砂分离，获得钛精矿产品。分离出的锆英砂、金红石和尾砂混合料重新回摇床进行重选

#### 4)、锆英砂及金红石干选

摇床重选出来的金红石中矿含少量锆英砂和少量钛铁矿，锆英中矿也含少量金红石

和少量钛铁矿。烘干后，根据锆英砂、金红石、钛精矿的物理性质不同而进行选分：锆英砂具有非导电性和无磁性，金红石具有导电性和无磁性，钛铁矿具有导电性和有磁性。锆英中矿和金红石中矿先用干式磁选机进行首次分选，将钛精矿分离。然后经由电选机电选，将锆英中矿中的金红石，或者将金红石中矿中的锆英砂分离，最后用干式强磁选机进一步除去弱磁钛矿，分别得到锆英砂精矿和金红石精矿。

### 3.6 水平衡及物料平衡

#### 3.6.1 水平衡

根据建设单位提供资料与水污染源分析可知，本项目生活用水采用自来水 1368m<sup>3</sup>/a；生产用水取自厂区水井水和雨水，生产用水为 162000m<sup>3</sup>/a，其中新鲜水 13860m<sup>3</sup>/a，生产用水中回用水量为 148140m<sup>3</sup>，生产用水重复利用率为 91.44%。

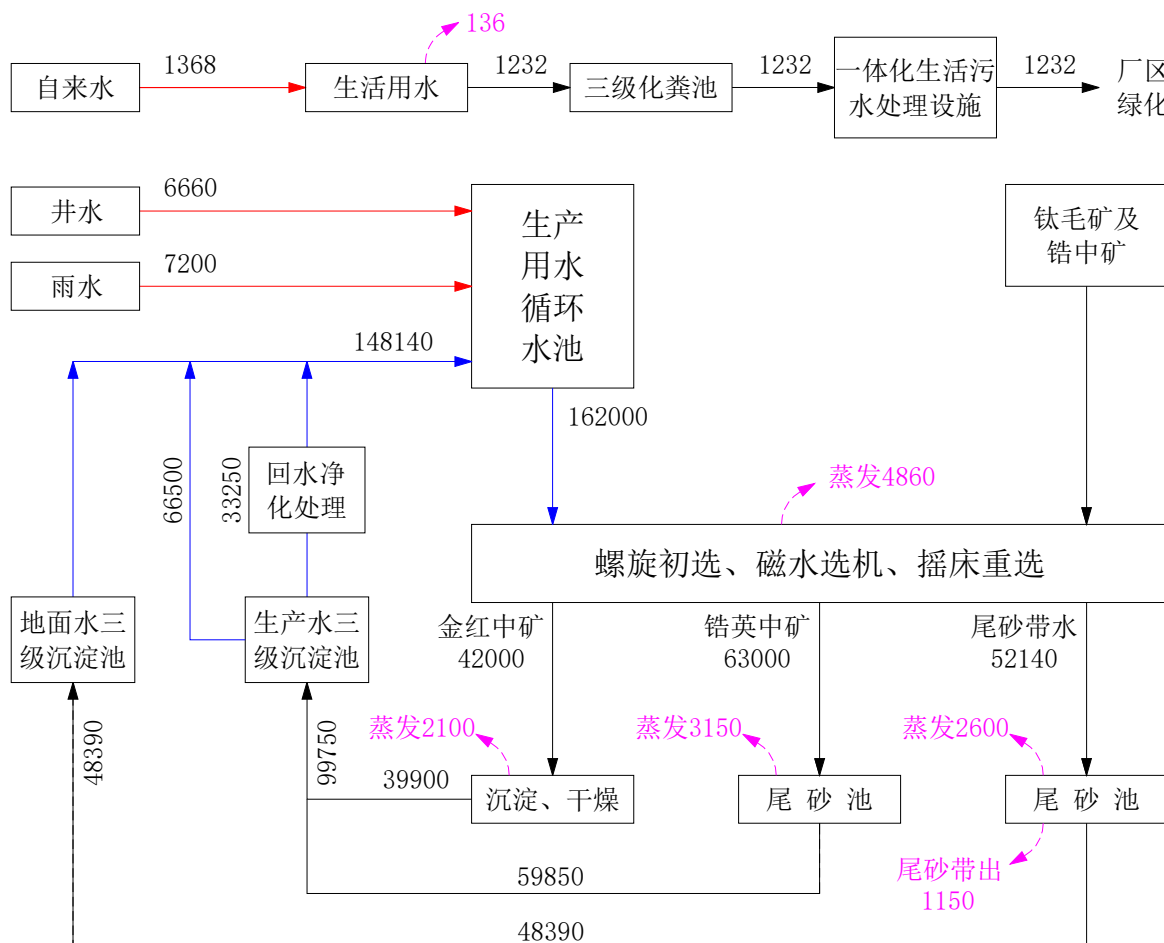


图 例：

—→ : 新鲜水      —→ : 循环用水      ↗ : 损耗

图 3.6-1 项目水平衡图（单位：m<sup>3</sup>/a）

选矿过程的水量循环利用，不外排，尾砂带走水分约 1150m<sup>3</sup>/a，收集、沉淀和烘干等过程蒸发损耗水分约 12710m<sup>3</sup>/a；生活污水经过“化粪池+地理式一体化设施”处理达标后，回用厂区绿化。本项目水平衡分析见图 3.6-1。

表 3.6-1 本项目选矿工艺过程水平衡一览表

序号	类别	投入 (m <sup>3</sup> /a)				产出 (m <sup>3</sup> /a)			
		新鲜水			回用水	回用(回收)	损耗	尾砂带出	排入市政管网
		自来水	井水	雨水					
1	生活用水	1368	0	0	0	1232	136	—	0
2	生产用水	0	6660	7200	148140	148140	12710	1150	0
3	合计	163368				163368			

### 3.6.2 物料平衡

本项目选矿工艺过程物料平衡分析见表 3.6-2 和图 3.6-2。

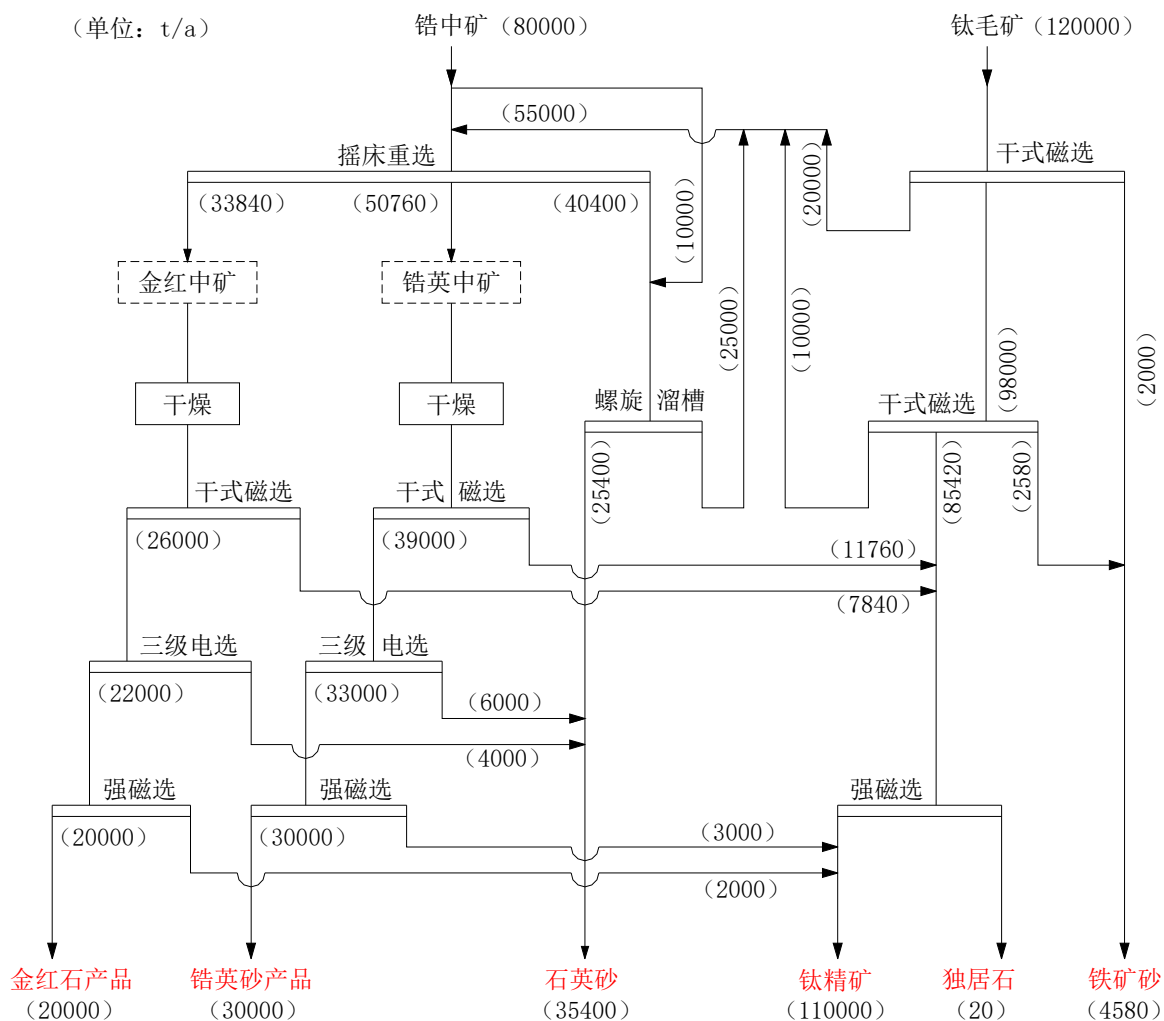


图 3.6-2 项目选矿工艺过程物料平衡图

表 3.6-2 本项目选矿工艺过程物料平衡分析

投入	原料名称		钛毛矿及锆中矿					合计	
	投入量	t/a	200000					200000	
		%	100					100	
产出	产品名称		钛精矿	金红石	锆英砂	铁矿砂	石英砂	独居石	合计
	产出量	t/a	110000	20000	30000	4580	35400	20	200000
		%	55	10	15	2.29	17.7	0.01	100

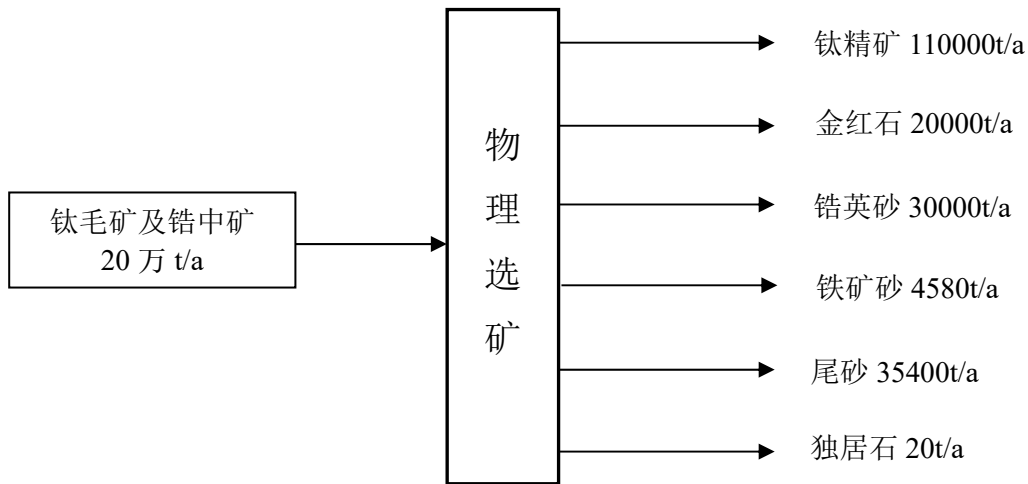


图 3.6-3 项目选矿工艺过程物料平衡图

### 3.7 项目变动情况

本项目实际建设内容与环评及批复内容变动情况详见表 3.7-1。根据生态环境部关于印发《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》的通知（环办环评函〔2020〕688 号），本项目不存在重大变更，重大变更情况对比见表 3.7-2。

表 3.7-1 项目建设内容变动情况一览表

类别	环评申报内容	环评批复内容（茂高新环建〔2019〕12 号）	本次验收实际落实情况	变动情况
建设地点	茂名高新技术产业开发区西南片区河南三区 C-07 地块	茂名高新技术产业开发区西南片区河南三区 C-07 地块	茂名高新技术产业开发区西南片区河南三区 C-07 地块	与环评总体一致
用地面积	35276m <sup>2</sup>	35276m <sup>2</sup>	35276m <sup>2</sup>	与环评总体一致
投资情况	总投资 30000 万元，环保投资 1170 万元	总投资 30000 万元，环保投资 1170 万元	总投资 30000 万元，环保投资 1170 万元	与环评总体一致
项目组成	<p><b>主体工程：</b>螺旋湿选区、1#摇床车间、2#摇床车间、钛锆分离车间、锆英精选车间、金红石分离车间、1#烘干车间、2#烘干车间。</p> <p><b>辅助工程：</b>原料仓库、中转仓库、1#半成品暂存区、2#半成品暂存区、尾砂仓库、1#尾砂池、2#尾砂池、1#成品仓库、2#成品仓库。</p> <p><b>公用工程：</b>给排水系统、供配电系统、厂内绿化及硬化地面、厂内运输道路。</p> <p><b>环保工程：</b>应急水池、初期雨水池、循环水池、独居石暂存库、生活污水处理设施、烘炉烟气处理及排放设施、干选车间废气处理及排放设施、洗车浅池。</p> <p><b>办公生活设施：</b>研发办公楼、职工文化活动中心、工人待班室。</p>	—	<p><b>主体工程：</b>螺旋湿选区、1#摇床车间、2#摇床车间、1#毛矿车间、1#毛矿车间、1#锆英金红车间、1#锆英金红车间、1#烘干车间、2#烘干车间。</p> <p><b>辅助工程：</b>原料仓库、1#半成品暂存区、2#半成品暂存区、尾砂仓库、尾砂池、成品仓库。</p> <p><b>公用工程：</b>给排水系统、供配电系统、厂内绿化及硬化地面、厂内运输道路。</p> <p><b>环保工程：</b>应急水池、初期雨水池、循环水池、独居石暂存库、生活污水处理设施、烘炉烟气处理及排放设施、干选车间废气处理及排放设施、洗车浅池。</p> <p><b>办公生活设施：</b>研发办公楼、职工文化活动中心、工人待班室。</p>	<p>项目总体平面布局微调：</p> <p>①环评阶段中矿仓库和 2#成品仓库分别变更为 1#毛矿车间、2#毛矿车间。</p> <p>②减少 1 个尾砂池，尾砂池调至在独居石暂存库北侧。</p> <p>③取消磁水洗湿式磁选工序，改为干式磁选。</p>
劳动定员及工作制度	每年工作 300 天，每天 3 班，职工 48 人	—	每年工作 300 天，每天 3 班，职工 48 人	工作制度与环评一致，工作人员与环评总体一致

类别	环评申报内容	环评批复内容（茂高新环建（2019）12号）	本次验收实际落实情况	变动情况
建设规模	项目采用螺旋及磁水洗、重选摇床、磁选和电选等工艺，年处理钛毛矿及锆中矿约 20 万 t，主要产品分别为：钛精矿 110000t/a、锆英砂 30000t/a、天然金红石 20000t/a、铁矿砂 4580t/a；副产品独居石 20t/a；还有尾砂 35400t/a。	项目新建钛锆分离生产线及其配套设施，年处理钛毛矿及锆中矿约 20 万 t，主要产品分别为：钛精矿 110000t/a、锆英砂 30000t/a、天然金红石 20000t/a、铁矿砂 4580t/a；副产品独居石 20t/a；还有尾砂 35400t/a。	采用螺旋溜槽、重选摇床、磁选和电选等工艺，年处理钛毛矿及锆中矿约 20 万 t，主要产品分别为：钛精矿 110000t/a、锆英砂 30000t/a、天然金红石 20000t/a、铁矿砂 4580t/a；副产品独居石 20t/a；还有尾砂 35400t/a。	与环评一致
生产设备	螺旋溜槽 4 台、摇床 100 台、烘干炉 3 台、弱磁选机 12 台、强磁选机 12 台、电选机 36 台、弧板机 36 台、振动筛 12 套、提升机 100 套、铲车 8 台、叉车 4 台、横吊机 1 台、货车 1 辆、烟气处理装置 2 套、干选车间除尘装置 3 套。	——	螺旋溜槽 5 台、摇床 100 台、烘干炉 2 台、弱磁选机 14 台、强磁选机 10 台、电选机 20 台、弧板机 12 台、振动筛 120 套、提升机 50 套、铲车 4 台、叉车 4 台、烟气处理装置 2 套、干选车间布袋除尘装置 5 套。	与环评总体一致，部分设备进行微调：磁选机与环评一致、电选机、弧板机根据需要分别比环评分别减少了 16 台、24 台；取消了磁水洗机，增加 1 台螺旋溜槽，能够满足生产规模的需要。
环保措施	废气 ①三台烘干炉均以天然气为燃料，两个烘干车间的烟气各自采用耐高温布袋除尘器处理后通过 15m 高排气筒排放； ②金红石分离车间、钛矿分离车间和锆英砂精选车间等 3 个干选车间配套设置吸尘罩和 3 套布袋除尘器，经处理后于车间内无组织排放； ③原料仓库、中转仓库和尾砂仓库等通过加强设备密封和喷细水雾处理后基本不会产生大的扬尘。	——	①两台烘干炉均以天然气为燃料，两个烘干车间的烟气各自采用旋风除尘+耐高温布袋除尘器处理后通过15m高排气筒排放。 ②1#、2#锆英金红车间、1#、2#毛钛矿车间等 4 个干选车间配套设置吸尘罩和 5 套布袋除尘器，4 个干选车间的粉尘废气经收集和处理后通过 5 个 8~12m 高排气筒高空排放。 ③各产品存贮在产品仓库内，且一般用袋装，产生的扬尘小；原料仓库中暂存的原料矿有一定的含水率，起尘量较小。 ④验收监测期间烟气经处理后，烟尘、二氧化硫、氮氧化物均能满足广东省《锅炉大气污染物排放标准》（DB44/765-2019）表 2 污染物排放浓度限值；4 个干选车间有组织废气的粉尘浓度和厂界无组织废气中的总悬浮颗粒物浓度满足广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准排放限值的要求。	与环评总体一致，各废气治理设施满足相关排放要求： ①3台烘干炉变更为2台烘干炉，配套的烟气处理环保措施比环评增加旋风除尘； ②增加 2 个毛矿干选车间，同时配套增加了 2 套吸尘罩和布袋除尘装置； ③干选车间采用布袋除尘后由环评阶段车间无组织排放变更为通过 5 个 8m~12m 高排气筒有组织排放。

类别		环评申报内容	环评批复内容（茂高新环建（2019）12号）	本次验收实际落实情况	变动情况
	废水	①生活污水经化粪池处理后达到广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）三级标准和茂名高新技术产业开发区污水处理厂接管标准后，排入高新区市政污水管网； ②选矿废水通过收集和沉淀处理后循环使用，不外排； ③厂区初期雨水收集到初期雨水池，经沉淀处理后补充生产用水。	——	①选矿废水通过沉淀处理后循环使用，不外排；厂区初期雨水收集到初期雨水池，经沉淀处理后补充生产用水，不外排；洗车废水经沉淀处理后循环利用，不外排； ②验收监测结果显示，生活污水经化粪池+一体化污水处理设施处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》绿化用水标准后回用于厂区绿化； ③厂区已做好水泥地面硬化，独居石暂存库、原料仓库、尾砂仓库、尾砂池、半成品堆放区、摇床车间、应急水池、循环水池等均已落实防渗措施； ④设地下水监测井，定期进行地下水水质监测，验收监测期间地下水满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。	与环评总体一致
	固废	①生活垃圾在项目厂区内定点收集后，由环卫部门运出处置； ②选矿尾砂暂存后作为非民用建筑材料外销；独居石作为产品外卖。	——	①生活垃圾在项目厂区内定点收集后，由环卫部门运出处置； ②选矿尾砂等分选至各放射性核素活度浓度达到小于 1Bq/g，暂存后作为非民用建筑材料外销；独居石暂存后作为产品外卖。	与环评总体一致
	噪声	选择低噪设备，采用隔声设备如隔墙、隔声间、隔声罩、隔声幕和隔声屏障等，厂区内及厂区周边种植树木降低噪声。	——	选择低噪设备，采用隔声设备如隔墙、隔声间、隔声罩、隔声幕和隔声屏障等进行降噪处理，厂区内及厂区周边种植树木降低噪声。验收监测结果表明项目厂界各边界监测结果符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准，项目周边的声环境敏感点处的监测结果满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。	与环评总体一致

表 3.7-2 工程重大变更对比一览表

环办环评函〔2020〕688 号对照内容		环评内容及审批情况	本次验收情况	是否属于重大变动
性质	1、建设项目开发、使用功能发生变化的	新建伴生放射性矿选矿项目	新建伴生放射性矿选矿项目	否
规模	2、生产、处置或储存能力增大 30%及以上的。	年处理钛毛矿及锆中矿 20 万 t。主要产品分别为：钛精矿 11 万 t/a，锆英砂 3 万 t/a，金红石 2 万 t/a，铁矿砂 4580t/a；还有副产品独居石 20t/a 和尾砂 35400t/a。	年处理钛毛矿及锆中矿 20 万 t。主要产品分别为：钛精矿 11 万 t/a，锆英砂 3 万 t/a，金红石 2 万 t/a，铁矿砂 4580t/a；还有副产品独居石 20t/a 和尾砂 35400t/a。	否
	3、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。	不排放废水第一类污染物	不排放废水第一类污染物	否
	4、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。	①茂名市电白区属于环境空气质量达标区。 ②项目生产、处置或储存能力详见第 2 条。	①茂名市电白区属于环境空气质量达标区。 ②项目生产、处置或储存能力与环评一致，并且干选车间粉尘废气由无组织排放改为有组织排放，进一步减少粉尘污染物排放量。	否
地点	5、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。	茂名高新技术产业开发区西南片区河南三区 C-07 地块。	茂名高新技术产业开发区西南片区河南三区 C-07 地块，总平面布置微调，本项目没有环境防护距离，并且没有新增敏感点。	否

环办环评函（2020）688 号对照内容		环评内容及审批情况	本次验收情况	是否属于重大变动
生产工艺	6、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。	①项目产品：见第 2 条。 ②项目生产工艺：螺旋溜槽及磁水清洗机、摇床重选、磁选和电选等物理选矿工艺。 ③主要原辅材料：见第 2 条。 ④燃料：天然气 15 万 Nm <sup>3</sup> /a，污染物主要为二氧化硫、氮氧化物、烟尘。 ⑤不排放废水第一类污染物。	①项目产品、生产工艺、主要产品均不新增或改变。 ②采用螺旋溜槽、摇床重选、磁选和电选等物理选矿工艺，与环评基本一致 ③主要原辅材料与环评基本一致。 ④烘干炉使用天然气，使用量 15 万 Nm <sup>3</sup> /a；污染物为二氧化硫、氮氧化物、烟尘；与环评保持一致。 ⑤不排放废水第一类污染物。	否
	7、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。	原料矿和产品全部存贮在仓库内，不行室外露天堆放，选矿尾砂在尾砂池沥水、暂存尾砂仓库后外销。	项目设有原料仓库、尾砂仓库，成品仓库和独居石暂存库。仓库均为 1 层建筑，各产品、原料矿、尾砂和独居石均室内存放。	否
环境保护措施	8、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	①生活污水经化粪池处理满足要求后排入高新区市政污水管网；选矿废水经沉淀处理后回用于生产，不外排；初期雨水收集到初期雨水池，经沉淀处理后补充生产用水； ②烘干炉烟气采用耐高温布袋除尘系统处理后通过 15m 高排气筒排放； ③三个干选车间配套吸气罩及布袋除尘装置处理后车间无组织排放废气； ④原料存放仓库内，减少扬尘；中矿堆场和尾砂堆场加强管理保持一定湿度。	①生活污水经三级化粪池、一体化污水处理设施处理后回用于厂区绿化；选矿废水经沉淀处理后回用于生产，不外排；初期雨水收集到初期雨水池，经沉淀处理后补充生产用水； ②烘干炉烟气采用“旋风+布袋除尘”系统处理后通过 15m 高排气筒排放，污染物排放种类和排放量不变； ③四个干选车间选矿粉尘废气配套 5 套布袋除尘器处理后通过 5 个排气筒有组织排放； ④原料和产品全部存贮在仓库内，不进行露天堆放，且原料含水量大，一般用袋装或者用帆布覆盖，基本不会产生明显的扬尘污染。	否
	9、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。	①生活污水经三级化粪池处理后排入高新区市政污水管网。 ②选矿废水经沉淀处理后回用于生产，不外排；初期雨水收集到初期雨水池，经沉淀处理后补充生产用水。	①生活污水经三级化粪池+一体化污水处理设施处理后回用于厂区绿化，不外排。 ②选矿废水经沉淀处理后回用于生产，不外排；初期雨水收集到初期雨水池，经沉淀处理后补充生产用水。	否

环办环评函（2020）688 号对照内容	环评内容及审批情况	本次验收情况	是否属于重大变动
10、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。	①两个烘干车间（3 台烘干炉）的烟气各自经配套的布袋除尘处理后，各通过一根 15m 高排气筒排放； ②三个干选车间粉尘废气经吸气罩及布袋除尘器处理后于车间内无组织排放。	①两个烘干车间（2 台烘干炉，1#车间 2 台小型烘干炉变更为 1 台大型烘干炉）经各自配套的“旋风+布袋除尘”系统处理后，各通过一根 15m 高排气筒排放； ②四个干选车间（原中矿仓库、2#成品仓库变更为 2 个毛矿车间，原锆英精选车间、金红石分离车间合成 1#锆英金红车间、钛锆分离车间变更为 2#锆英金红车间）粉尘废气经 5 套布袋除尘器及配套的收集风管处理达标后，通过 5 个 8~12m 高排气筒有组织排放。	否
11、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。	①选择低噪设备，采用隔声设备如隔墙、隔声间、隔声罩、隔声幕和隔声屏障等，厂区内及厂区周边种植树木降低噪声。 ②项目地下水环境质量现状良好，应按要求做好源头控制措施，并落实相关的监测计划加强管理。 ③项目厂区地面要严格按有关规范进行防渗处理。	①已经选择低噪设备，采用隔声设备如隔墙、隔声间、隔声罩、隔声幕和隔声屏障等，厂区内及厂区周边已经种植树木降低噪声。 ②项目地下水环境质量现状良好，已经应按要求做好源头控制措施，并落实相关的监测计划加强管理。 ③项目厂区地面已经严格按有关规范进行防渗处理。	否
12、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。	①生活垃圾在项目厂区内定点收集后，由环卫部门运出处置。 ②选矿尾砂暂存后外销用于非民用建筑材料；独居石作为产品外卖。	①生活垃圾在项目厂区内定点收集后，由环卫部门运出处置。 ②选矿尾砂暂存后外销用于非民用建筑材料；验收时只有独居中矿暂存于暂存库，以后产生独居石暂存该处后作为产品外卖。	否
13、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。	设 2 个应急水池，总容积为 1395m <sup>3</sup> 。	新建 2 个应急水池，总容积 1060m <sup>3</sup> ，比环评减少 24.01%，但仍能够满足风险防范的要求。	否

## 第 4 章 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

本项目完善了有关建设项目环保审批手续，环保设施与主体工程落实“三同时”管理，营运期设专人负责设备正常运转所需动力、备件等的供应，配备检查、维修、操作及管理人员，放射性污染防治措施投资约 640 万元，项目环保投资清单详见表 4.1-1，辐射防护设施和措施落实情况详见表 4.1-2。

表 4.1-1 本项目辐射污染防治措施投资清单（万元）

序号	项目明细	建设费用	备注
一	水处理及回用设施		
1.1	选矿废水处理设施	310	新建循环水池（包括三级沉淀池）
1.2	初期雨水收集与处理	70	
	水处理环保措施小计	380	
二	大气污染防治设施		
2.1	厂区内降尘措施	20	
2.2	干选车间降尘措施	75	
2.2	运输扬尘降尘措施	12	
	大气污染防治措施小计	107	
三	尾砂收存设施	70	
四	环境风险防范措施	50	
五	其他辐射防护管理措施	33	
	合计	640	

表 4.1-2 辐射污染防治措施和设施落实情况表

分类	辐射专篇及审查意见提出的措施	辐射污染防治措施和设施	辐射专篇的内容		落实情况
地表水	1) 生产废水 选矿废水经三级沉淀处理后暂存循环水池，再循环使用。	三级沉淀池	1 个，占地面积约 265m <sup>2</sup> ，池深 3m，容积约 795m <sup>3</sup> 。	<b>已落实。</b> 新建三级沉淀池 1 座，占地面积为 130m <sup>2</sup> ，深 4m，容积 520m <sup>3</sup> 。	
		循环水池	2 个，共占地面积约 1475m <sup>2</sup> ，深 3m，容积共约 4425m <sup>3</sup> 。	<b>已落实。</b> 新建循环水池 2 座，占地面积为 910m <sup>2</sup> ，深 4m，容积 3640m <sup>3</sup> 。	

分类	辐射专篇及审查意见提出的措施	辐射污染防治措施和设施	辐射专篇的内容		落实情况
	<p>2) 初期雨水 产品和独居石均存放在仓库内，厂厂区内堆场、道路及硬化地面初期雨水经收集后，进入初期雨水池，沉淀后回用于生产。</p>	<p>初期雨水池及收集管渠</p>	<p>1 个，占地面积约 85m<sup>2</sup>，深 3m，容积 255m<sup>3</sup>。，沉砂井及收集管渠。</p>	<p><b>已落实。</b>新建初期雨水池 2 座，占地面积 225m<sup>2</sup>，深 4m，容积 900m<sup>3</sup>。沉砂井及收集管渠。</p>	
	<p>3) 洗车废水 洗车废水除蒸发损失外全部循环利用，不外排。</p>	<p>洗车浅池</p>	<p>1 个，占地面积 40m<sup>2</sup></p>	<p><b>已落实。</b>占地面积 20m<sup>2</sup>，厂区东南侧大门附近。</p>	

分类	辐射专篇及审查意见提出的措施	辐射污染防治措施和设施	辐射专篇的内容		落实情况
	<p>4) 生产事故废水、消防水 为避免循环水池发生泄漏、消防废水中携带的伴生放射性物质对周边环境产生的二次辐射污染, 该项目修建事故应急池。</p>	<p>应急水池</p>	<p>2 个, 共占地约 465m<sup>2</sup>, 深 3m, 容积 1395m<sup>3</sup>。</p>	<p><b>已落实。</b>配套新建应急水池 2 个, 共占地面积 265m<sup>2</sup>, 深 4m, 容积 1060m<sup>3</sup>。</p>	
<p>地下水</p>	<p>1) 厂区内采取分区防渗措施 2) 落实监测计划</p>	<p>厂区水泥硬底化</p>	<p>做好原料仓库、尾砂仓库、摇床车间、独居石暂存间、事故应急池、循环水池、初期雨水池等的地面防渗措施</p>	<p><b>已落实。</b>全厂地面均已水泥硬底化, 原料堆场、尾砂仓库、摇床车间、独居石暂存间、应急池、循环水池等均已做好防渗。</p>	

分类	辐射专篇及审查意见提出的措施	辐射污染防治措施和设施	辐射专篇的内容	落实情况	
					
		落实监测计划	每年对厂区内地下水监测井进行水质检测	<p><b>已落实。</b>已制定监测计划，验收期间对项目厂区内地下水进行了一期监测，监测结果满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。</p>	监测结果见附件 2。

分类	辐射专篇及审查意见提出的措施	辐射污染防治措施和设施	辐射专篇的内容	落实情况
废气	<p>1) 烘干炉烟气                      烘干炉以天然气为燃料，烟气采用两套耐高温布袋除尘系统处理后通过 15m 高排气筒排放。</p>	<p>“旋风+布袋除尘系统”</p>	<p>2 套，处理后通过 15m 高排气筒排放</p>	<p><b>已落实。</b>项目在配套设有 2 套“旋风+布袋”除尘装置，处理后通过 15m 高排气筒排放。</p>



分类	辐射专篇及审查意见提出的措施	辐射污染防治措施和设施	辐射专篇的内容		落实情况
	<p>2) 干选车间粉尘 三个干选车间配套三个布袋除尘装置，对于选车间内的粉尘浓度进行吸尘和降尘处理。</p>	<p>干选车间粉尘处理设施(布袋除尘器)</p>	<p>3 套，三个干选车间粉尘废气通过 3 套布袋除尘器处理后于车间内无组织排放。</p>	<p><b>已落实。</b>四个干选车间粉尘废气通过 5 套式布袋除尘处理后于 5 个 8m~12m 排气筒有组织排放。</p>	 <p>1#铅英金红车间布袋除尘</p> <p>2#铅英金红车间布袋除尘</p> <p>1#毛矿车间布袋除尘</p>

分类	辐射专篇及审查意见提出的措施	辐射污染防治措施和设施	辐射专篇的内容		落实情况
	<p>3) 原料仓库、尾砂仓库防尘降尘 原料仓库等矿料密闭厂房堆场，加强对厂区硬化地面的洒水降尘。</p>	<p>物料存贮</p>	<p>加强对厂区原料仓库、尾砂仓库密闭措施，空地的洒水降尘</p>	<p><b>已落实。</b>原料仓库、尾砂仓库、产品仓库和独居石暂存库，均为 1 层密闭厂房，产品均不露天堆放；厂区硬化地面的洒水降尘。</p>	

分类	辐射专篇及审查意见提出的措施	辐射污染防治措施和设施	辐射专篇的内容		落实情况
放射性固废	1) 选矿尾砂 存放在尾砂仓库，当尾砂储存到一定量后建设单位将尾砂作为产品外售，并执行台账制度。 2) 独居石 独居石需设置独居石暂存库。对于独居石暂存库要严格执行台账制度，准确无误的登记独居石的来源去向。 3) 物料管理 厂区物料执行台账管理制度。	尾砂堆场	存贮在尾砂堆场，密闭厂房和喷细水雾降尘	已落实。已建设专门密闭的尾砂仓库。尾砂外卖给有关单位作为非民用建筑材料使用，尾砂购销协议见附件 4。	 <p style="color: red; text-align: center;">尾砂仓库封闭厂房</p>
		独居石暂存库	设置独居石暂存库 1 栋，270m <sup>2</sup> ，高 5m。	已落实。已建立专门的独居石暂存库 1 间，270m <sup>2</sup> ，高 5m，位于厂区东侧，该区域人员活动较少；并制定了辐射安全管理制度。独居石外卖给有资质处理的单位，购销协议见附件 5。	 <p style="color: red; text-align: center;">独居石暂存库</p> <p style="color: red; text-align: center;">防辐射标志牌</p>

分类	辐射专篇及审查意见提出的措施	辐射污染防治措施和设施	辐射专篇的内容	落实情况	
		台账制度	执行台账制度	已落实。	台账见附件 6
照射	给员工配备的个人的劳保防护用品（如工作服、手套，口罩等）。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。	防尘口罩、工作服、手套	给员工配备的个人的劳保防护用品	已落实。按要求给员工配备劳保防护用品。	附件 3：外照射个人剂量检测报告
		选矿车间、独居石暂存库及仓库工作人员个人剂量监测	个人剂量计	已落实。已有 4 台个人剂量计定期检测、并制定辐射安全管理制度。	
		含放射性物质的副产品监测	配备便携式 $\gamma$ 辐射剂量率仪 1 台	已落实。	
其他措施	指定专人负责进行放射性 $\gamma$ 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，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，制定事故风险的环保应急计划，成立应急组织机构	$\gamma$ 辐射监测	定期进行 $\gamma$ 辐射监测	已落实。指定专人负责进行放射性 $\gamma$ 辐射定点巡检，按期进行监测和风险评价。	/
		应急组织机构	制定专门的辐射防护管理制度和措施	已落实。	辐射管理制度见附件 7。
		应急计划	制定事故风险的环保应急计划	已落实。已设立专门的应急组织机构，厂区内有专门的应急计划。	应急组织机构及应急计划见附件 8。

## 4.2 放射性污染防治设施

### 4.2.1 伴生放射性废水

本项目为物理选矿，放射性物质不会溶于水中，仅生产废水、初期雨水、洗车废水中携带的悬浮物，含有伴生放射性矿物质。本项目伴生放射性废水来源及处理方式详见下表 4.2-1

表 4.2-1 废水来源及处理方式一览表

废水类别	来源	辐射污染物	产生规律	产生量	治理设施	工艺与处理能力	废水回用量 (m <sup>3</sup> /d)	排放去向
选矿废水	物理选矿	pH 值 氨氮 COD <sub>Cr</sub> SS BOD <sub>5</sub> Fe	连续	494m <sup>3</sup> /d	循环水池、三级沉淀池	2 座循环水池，总 3640m <sup>3</sup> ，1 座 520m <sup>3</sup> 三级沉淀池、沉淀后回用于生产	494m <sup>3</sup> /d	不外排，生产循环使用
初期雨水	降雨	SS	间断	最大一次 857.7m <sup>3</sup> /次	初期雨水池	2 座共 900m <sup>3</sup> 初期雨水池，沉淀处理后用于补充生产用水	最大一次 857.7m <sup>3</sup> /次	不外排，用于补充生产用水
洗车废水	洗车	SS	间断	—	洗车浅池	洗车浅池 20m <sup>2</sup>	—	不外排，循环使用

综上，本项目选矿废水通过三级沉淀、循环水池处理后回用于生产，初期雨水主要通过水池收集后作为补充生产用水，相关设计指标及处理工艺流程详见表 4.2-2~表 4.2-3，废水治理设施照片详见图 4.2-1。

表 4.2-2 选矿废水处理设施设计指标及工艺流程

名称	面积 (m <sup>2</sup> )	深度 (m)	容积 (m <sup>3</sup> )	年处理循环废水量 (m <sup>3</sup> )	年处理时间 (h)	循环周期 (h)	备注
三级沉淀池	130	4	520	162000	300×24	23.1	新建
2 个循环水池	910	4	3640	162000	300×24	161.8	新建

工艺流程图：

```

    graph LR
      A[选矿废水] --> B[沉淀池]
      B --> C[循环水池]
      C --> D[湿选、重选工序]
    
```

表 4.2-3 初期雨水处理设施设计指标及工艺流程

名称	雨水径流时间 t (min)	设计重现期 P (年)	设计暴雨强度 q (L/s·hm <sup>2</sup> )*	径流系数 ψ	汇水面积 F (hm <sup>2</sup> )	雨水设计流量 Q (L/s) *	初期雨水流量 (m <sup>3</sup> /次)	初期雨水池容积 (m <sup>3</sup> )
初期雨水池	15	2	355.6	0.85	2.2	782.3	704.1	900

①根据《室外排水设计规范》(GB50014-2006) (2018 年版), 雨水设计流量 Q 的计算公式为:

$$Q_s = q\psi F$$

式中:  $Q_s$ —雨水设计流量 (L/s);  
 $q$ —设计暴雨强度 (L/s·hm<sup>2</sup>);  
 $\psi$ —平均径流系数, 本项目为道路、硬化地面和厂房屋顶等, 取 $\psi=0.85$ ;  
 $F$ —汇水面积 (hm<sup>2</sup>), 除厂区绿化和部分厂房屋顶收集雨水直接流到厂区外, 本项目厂区内约有 2.2hm<sup>2</sup>能够收集初期雨水。

②设计暴雨强度 q 计算公式:

$$q = \frac{4123.986(1+0.607LgP)}{(t+28.766)^{0.693}}$$

式中:  $q$ —设计暴雨强度 (L/s·hm<sup>2</sup>);  
 $t$ —雨水径流时间, 取为 15min;  
 $P$ —设计重现期 (年), 本项目取  $P=2$  年。

工艺流程图:

```

    graph LR
      A[初期雨水] --> B[初期雨水池]
      B --> C[补充生产用水]
    
```

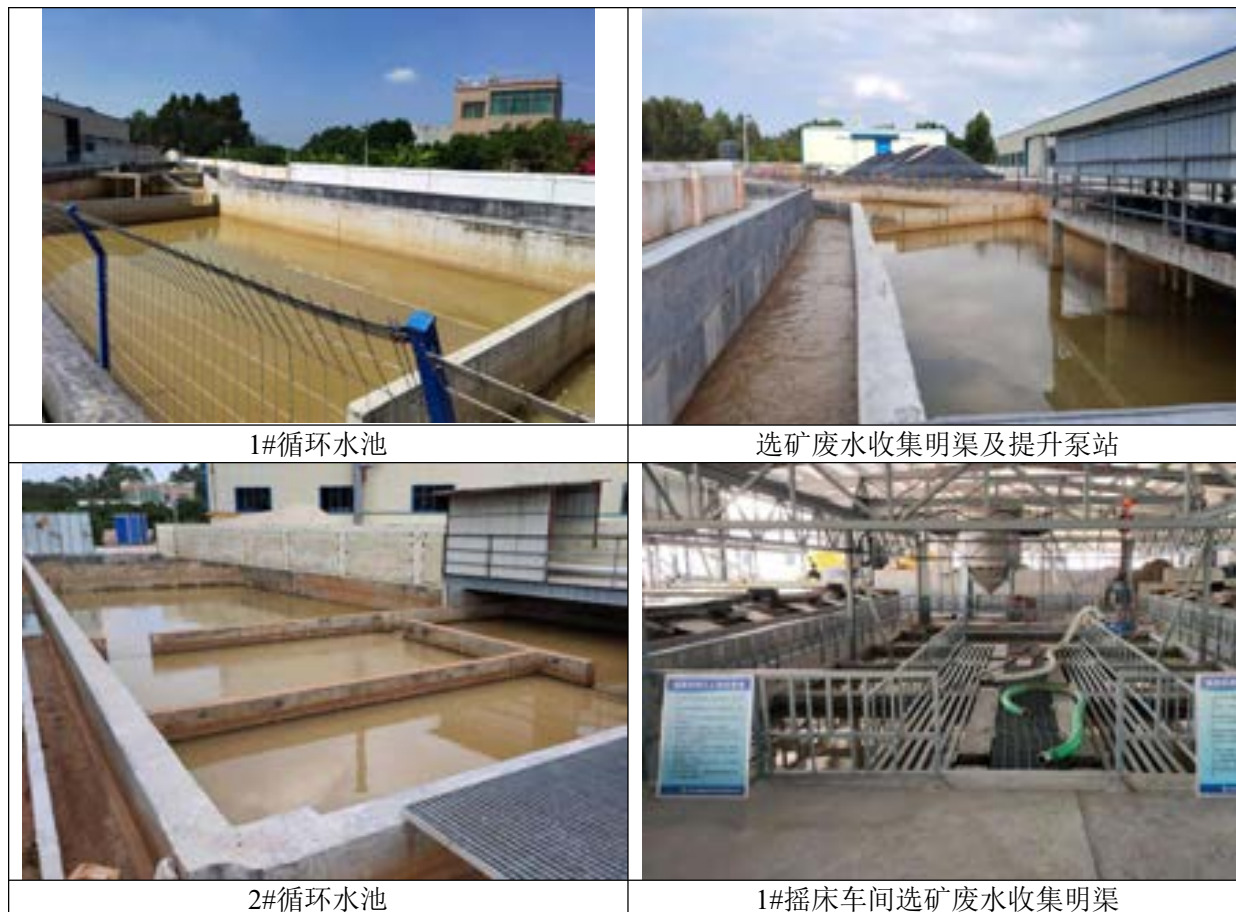




图 4.2-1 废水治理设施照片

综上所述，选矿生产废水经三级沉淀池处理后，暂存 1#循环水池、2#循环水池后由提升泵抽入摇床车间等湿选区循环使用，不外排；初期雨水收集后回用于生产；实际建设 2 循环水池总容积 3640m<sup>3</sup> 及三级沉淀池 520m<sup>3</sup>、2 个初期雨水池容积 900m<sup>3</sup> 和洗车浅池 20m<sup>2</sup> 行，均满足环评报告及批复的要求。

## 4.2.2 伴生放射性废气

项目对大气产生的放射性污染主要来自空气氡浓度和含放射性物质的粉尘。

### 4.2.2.1 空气氡

对于空气中氡浓度增加的减缓措施为多通风，项目生产车间及仓库等通过加大干选车间布袋除尘系统的通风量，可有效通风换气，降低空气中氡浓度。为减缓大气放射性污染引起的工作人员内照射的增加，现场工作人员均要求佩戴防尘口罩，做好防护。

### 4.2.2.2 含放射性物质的粉尘

项目无组织粉尘废气主要包括干选车间经收集处理后粉尘废气、厂区硬化地面和道路交通运输扬尘，以及沥矿区产生的粉尘废气。

#### (1) 干式选矿车间

选矿湿选不会产生粉尘，干选工序经过湿选时洗泥，且原料不需经过磨矿，锆英砂、金红石、钛精矿等比重相对较大，不易产生扬尘。对工人在现场停留时间长且接触粉尘的掺和、包装等工序通过加强设备密封，基本不会产生大的扬尘。建设单位在 4 个干选车间配套设置 5 套收集风管和布袋除尘器进行收集和除尘处理达标后，通过 5 个排气筒（FQ-003~FQ-007，8m~12m）排放，干选车间没有收集的粉尘以无组织形式散出，其浓度将达到相应的标准。

#### (2) 厂区各仓库粉尘废气

项目精矿产品、原料、尾砂等存放在仓库内，不露天堆放，并且原料和尾砂一般有一定的含水量，基本不会产生明显的扬尘污染，精矿产品袋装堆存于仓库 产尘量少。目前对于仓库扬尘的防治措施主要为：原料、尾砂采用密闭仓库防尘，并且定期洒水降尘；各精矿产品采用袋装加密闭仓库防尘。采取以上降尘措施后，扬尘量可减少 85%。

(3) 厂区硬化地面和道路等，可通过对沿途道路、硬化地面进行洒水的方法来减少粉尘的产生，降低粉尘污染。

(4) 沥矿区功能是对螺旋溜槽、摇床重选后物料进行天然晾晒及沥出水分，主要

是沥出水分，不会长时间堆放至晒干；沥矿区半成品矿带有一定湿度，不会产生明显的扬尘影响，且沥矿区为采用多个间隔，有约 1.5 米高的围栏，可有效减少扬尘的产生；另外，遇大风天气，建设单位会对沥矿区上的物料进行帆布覆盖，进一步降低风起扬尘的产生。

通过上述措施治理后，厂区无组织排放粉尘废气可满足环保要求。

#### 4.2.2.3 废气处理设施小结

综上，本项目废气来源及处理方式汇总如表 4.2-4 所示，废气治理设施图片详见图 4.2-2 所示。

表 4.2-4 废气来源及处理方式一览表

污染源	废气来源	主要污染因子	排放方式	治理措施	排放高度	排放去向
工艺废气	选矿	粉尘颗粒物	有组织	4 个干选车间、5 套收集风管和 5 套布袋除尘后通过排气筒排放，未收集粉尘以无组织形式散出	8~12m	大气环境
			无组织		/	
	物料堆放	粉尘颗粒物	无组织	原料仓库、尾砂仓库、产品仓库等通过加强密闭厂房、袋装堆放和洒水降尘处理	/	

根据验收监测，所有测点氡浓度低于 IAEA2011 年出版物中推荐的新建住房室内氡浓度不超过 100Bq/m<sup>3</sup>，也低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）限值 200Bq/m<sup>3</sup>。公司辐射工作人员估算年受照剂量结果及公众个人年有效剂量满足《电离辐射与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求（放射工作人员个人有效年剂量不大于 20mSv，公众个人年有效剂量不大于 1mSv），也满足审管部门的要求（放射工作人员个人有效年剂量不大于 5mSv，公众个人年有效剂量不大于 0.25mSv）。

综上，项目伴生放射性废气处理满足辐射环评专篇的要求，验收监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。



1#锆英金红车间粉尘收集风管

1#锆英金红车间布袋除尘器及排气筒（2套）



图 4.2-2 废气治理设施实景图

### 4.2.3 伴生放射性固体废物

本项目含放射性物质的固体废物为尾砂和独居石，产生情况和防治措施见表 4.2-5 所示。

表 4.2-5 项目固体废物产生及处置情况表

序号	名称	产生源	环评产生量 (t/a)	实际产生量 (t/a)	性状	处理处置方式
2	尾砂	选矿	35400	35400	固体	作为非民用建筑材料外卖；少量循环水池底砂再次进入选矿工序
4	独居石	选矿	20	少量独居石中矿	固体	作为产品外卖有资质的处理单位

备注：验收阶段项目暂未产生独居石。根据建设单位提供的生产资料，选矿过程中独居石产生量较少，每次选矿生产过程中产生的为独居石中矿，含有部分锆英砂、金红石、钛精矿等产品及尾砂副产品，为了提高产品产出率及降低独居石的产量，生产过程中会将正常生产过程中的产生的少量独居石中矿暂存在独居石仓库，储存到一定量再对独居石中矿进行摇床重选、干式磁选、干式电选等，进一步分离各产品及副产品，最后得出的才作为独居石外卖，根据生产经验，一般半年进行一次独居石选矿生产，项目验收期间，未进行独居石选矿生产，故暂未产生独居石。

#### 1) 尾砂

项目尾砂将储存于尾砂仓库堆至一定量可作为副产品出售，本项目已与广州市嘉晋建筑工程有限公司签订尾砂收购意向书（附件 4），尾砂将作为非民用建筑外卖。根据验收监测，尾砂的伴生放射性水平满足《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）要求，因此尾砂作为非民用建筑材料外卖是可行的。

#### 2) 独居石

项目在厂区东侧设有一个专门的独居石暂存库，能够满足独居石 5 年产量的存放要求，建设单位在独居石储存到一定量后将外卖给有资质处理独居石的单位（附件 5）。

独居石暂存库管理按要求双人双锁，专人负责，门上张贴电离辐射标志（根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 F，警告标志其背景为黄色，正三角形边框及电离辐射标志图形均为黑色，“当心电离辐射”用黑色粗等线体字，正三角形外边  $a_1=0.034L$ ，内边  $a_2=0.700a_1$ ，L 为观察距离，详见图 4.2-3）。

综上，项目伴生放射性固体废物尾砂和独居石处理设施满足辐射环评专篇的要求，同时满足《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准、规范的设计要求。



图 4.2-3 独居石暂存库实景照片

## 4.2.4 其他伴生放射性物料

项目原料（钛毛矿、锆中矿）、中间产品（锆英中矿、金红中矿）和产品（钛精矿、锆英砂、金红石、铁矿砂）等物料均含放射性，其中原料、中间产品分别存放于原料仓库和选矿车间；原料仓库密闭厂房和洒水降尘，各精矿产品均放置在专门的产品仓库内。

本项目原料、中间产品存放于原料仓库和选矿车间，各类精矿产品均存贮在仓库内，且堆场和仓库地面均采用水泥硬化，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）》（HJ1114-2020）中伴生放射性物料贮存设计要求。

## 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

本项目的辐射环境风险主要为选矿废水泄漏、火灾爆炸等原因产生的消防废水、原料矿或独居石丢失等，针对上述环境风险落实的防范设施及管理措施如下：

1) 严格控制循环水池，保持循环水池低水位运行，以应对突发的事故及自然灾害。选矿废水循环水池应设置值班岗位，关注水池水位，以减轻突发事故的危害性。如果发

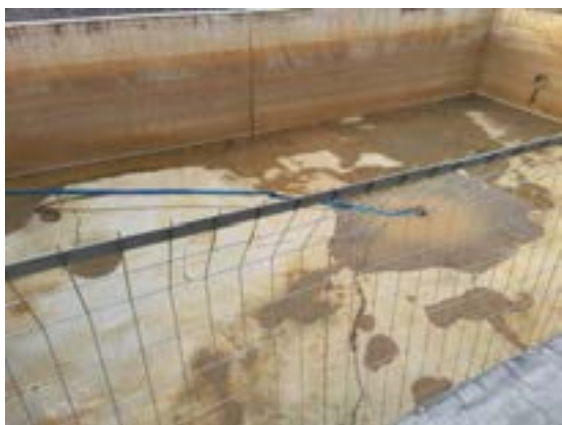
生循环水池发生大量泄漏或漫顶，可通过水泵将循环池选矿水泵至至事故应急池，保证循环水池池水不进入外环境。

2) 按照消防要求落实相关防火措施，在厂区边界预先准备适量的沙包，在厂区灭火时，封堵雨水排放口，防止消防废水向场外泄漏；在厂区雨水排放口设置应急截止阀，确保在发生火灾事故时，将消防废水截流在厂区内。

3) 加强安全管理力度，加强人员巡查力度，对独居石暂存库、原矿及相关产品存放处进行监管，尽量减少原矿及相关产品的丢失可能性。独居石暂存库管理按要求双人双锁，专人负责，门上张贴电离辐射标志（根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 F，警告标志其背景为黄色，正三角形边框及电离辐射标志图形均为黑色，“当心电离辐射”用黑色粗等线体字。

4) 厂区南部设置 1 个事故应急水池，总有效容积 500m<sup>3</sup>，用于存放事故状况时的选矿废水及消防废水。

5) 选矿厂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，制定事故风险的环保应急计划，成立应急组织机构。项目辐射应急预案见附件 8。



1#应急水池



2#应急水池

图 4.3-1 本项目风险防范设施实景图

### 4.3.2 流出物排放口、监测设施

本项目选矿生产废水循环使用，不外排，不设废水排放口；项目设置 1 个洁净雨水排放口，排放厂区多余的洁净雨水；原料矿和中矿分别存放于原料仓库和选矿车间，通过密闭厂房和及时洒水降尘减少无组织排放；各精矿产品均并采用袋装贮存在仓库中，产生无组织粉尘少；4 个干选车间粉尘废气，通过 5 套布袋除尘器处理达标，通过 5 个排气筒（8m~12m）有组织排放。









	
<p>1#锆英金红车间排气筒（FQ-003）</p>	<p>FQ-003 废气排放口标牌</p>
	
<p>1#锆英金红车间排气筒（FQ-004）</p>	<p>FQ-004 废气排放口标牌</p>
	
<p>2#锆英金红车间排气筒（FQ-005）</p>	<p>FQ-005 废气排放口标牌</p>
	
<p>1#毛矿车间排气筒（FQ-006）</p>	<p>FQ-006 废气排放口标牌</p>



图 4.3-2 本项目规范化废气排放口、雨水排放口实景图

根据验收监测结果，干选车间粉尘废气经布袋除尘处理后，通过 5 排气筒（8m～12m）高空排放，其粉尘浓度低于 20mg/m<sup>3</sup>，粉尘废气中伴生的少许放射性对环境的影响很小。通过厂区内环保措施降尘、除尘处理后，项目厂界粉尘浓度低于 1.0mg/m<sup>3</sup>，粉尘废气中伴生的少许放射性对环境的影响可以忽略。

### 4.3.3 辐射分区管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），把辐射工作场所划分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制：

①控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施，以便在正常工作条件下控制正常照射或防止污染扩展；防止潜在照射或限制其程度。将独居石暂存库划定为控制区，非专业工作人员不得入内。

②监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

本项目将厂区工作区除上述控制区区域外部分设为监督区，禁止无关人员进入。其它的地区作一般性区域。控制区为红色区域，监督区为黄色区域，分区图详见图 4.3-1。



图 4.3-1 项目厂区内辐射分区管理示意图

## 第 5 章 辐射环境影响评价专篇主要结论与建议 和环评文件批复意见

### 5.1 辐射环境影响评价专篇主要结论与建议

根据《茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目辐射环境影响评价专篇》，评价单位对茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目的辐射影响评价结论如下：

#### 5.1.1 项目建设合法合理性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中鼓励类项目。项目固废管理满足《城市放射性废物管理办法》（国家环保局）、《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）等对于放射性固体废物的处理要求。本项目建设符合生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单（三线一单）的要求。

茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目位于广东省茂名高新技术产业开发区西南片区河南三区 C-07 地块。本项目作为钛锆产业园区重点引进的项目，选址位置位于钛锆产业园区中的钛锆矿产资源选矿及选矿产品深加工区，选址符合相关规划要求。项目厂址周围辐射环境质量现状良好，现状监测结果显示， $\gamma$  辐射剂量率、空气氡、土壤放射性、地下水放射性等监测结果均与茂名市的本底水平相当。

本项目建设后对周围环境的影响因素主要为空气氡、含放射性粉尘及  $\gamma$  辐射剂量率引起的外照射和内照射，在采取有效辐射环境保护措施的前提下，项目对周围的辐射环境影响较小，因此从辐射环境保护角度出发，本项目选址是合理的。

#### 5.1.2 辐射环境质量现状

（1）项目厂区、四周厂界及周围敏感点氡浓度为 6.1~12.0Bq/m<sup>3</sup>，低于广东省平均水平相当，且均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》推荐的本项目补救行动干预水平。厂区及四周敏感点未检测到钍射气。

（2）地表水及地下水样品符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的 III 类水限制标准，总 $\alpha$ ： $\leq 0.5\text{Bq/L}$ ，总 $\beta$ ： $\leq 1.0\text{Bq/L}$ 。

（3）本项目周边土壤中放射性核素含量在湛江-茂名地区正常范围水平内。

（4）本项目厂界及周围环境敏感点  $\gamma$  辐射剂量率为 106~135nGy/h，其剂量率值与当地辐射环境本底基本相当。项目厂区内  $\gamma$  辐射剂量率为 108~133nGy/h，在茂名地区室内正常范围水平内。

### 5.1.3 辐射环境影响分析

项目选矿废水经循环水池沉淀澄清后回用选矿生产，不外排，对外部地表水水环境无放射性影响；收集雨水收集沉淀后澄清作为选矿水的补给，多余的清净水经多次沉淀澄清后外排至市政管道，雨水不会携带该项目原料、中间产品或者尾矿进入外环境；项目各堆场及应急水池、选矿循环水池的相关管道、底部均作防渗处理，针对只有悬浮物污染的废水可以起到有效的防渗效果，项目不会对周围水环境造成辐射影响。

项目针对独居石建立独居石暂存库，积累到一定量销售给有资质单位处理。项目的尾砂具有一定放射性，但其放射性水平为解控水平，可作为建筑材料外售。由于原矿的来源不同，故其放射性水平有所差别，建议其尾砂适用范围为非“民用建筑”使用（其中“民用建筑”在《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）有明确界定）。

项目空气氡浓度可达标，项目对工作人员及公众的照射剂量均低于该项目的剂量管理约束值要求。

综上，项目的建设对环境的辐射水平在环境可接受范围内。

### 5.1.4 辐射防护“实践正当性”

项目为伴生放射性矿物资源开发利用项目，原材料矿石中伴生独居石，具有一定放射性，在生产过程中伴生放射性产生的辐射影响是不可避免的，但在生产过程中采取了必要的辐射防护措施以减少该项目产生的辐射环境影响，该项目的辐射影响在相应标准要求范围内。因此，该项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

### 5.1.5 综合结论

综上所述，在全面落实本报告提出的各项环保对策措施的基础上，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，茂名瑞海新材料科技有限公司伴生放射性海滨砂矿选矿新建项目的建设是可行的。

## 5.2 环评文件批复意见

### 5.2.1 辐射专篇审核意见

广东省生态环境厅于 2019 年 12 月 24 日以粤环审（2019）561 号对《广东省生态环境厅关于茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目辐射环境影响评价专篇的审查意见》予以审查，相关审查意见如下：

一、茂名瑞海新材料科技有限公司位于茂名高新技术产业开发区西南片区河南三区 C-07 地块。项目以钛毛矿及锆中矿为原料，采用螺旋及磁水洗、重选（摇床）、干式弱磁选、电选和干式强磁选等物理选矿工艺，得到钛精矿、锆英砂、金红石、钛铁矿等产品，副产品是独居石和尾砂。生产规模为年处理 20 万吨钛毛矿及锆中矿。

二、广东省环境辐射监测中心组织专家对辐射专篇进行了技术评审，出具的《茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目辐射环境影响评价专篇技术评估意见》认为，辐射专篇提出的预防或者减轻不良辐射环境影响的对策和措施合理，评价结论总体可信。

三、你公司应按辐射专篇内容组织实施，项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。

四、项目日常的辐射环境保护监督管理工作由茂名市生态环境局负责

广东省生态环境厅

2019 年 12 月 24 日

公开方式：不公开

抄送：茂名市生态环境局，核工业二〇三研究所。

广东省生态环境厅办公室

2019 年 12 月 24 日印发

## 5.2.2 环评报告书批复

茂名市生态环境局（高新区）于 2019 年 11 月 7 日以茂高新环建〔2019〕12 号对《茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生矿选矿）项目环境影响报告书》予以批复，相关内容主要如下：

一、该项目位于茂名高新技术产业开发区西南片区河南三区 C-07 地块，总投资 30000 万元，其中环保投资 1170 万元。项目拟新建 6 条钛锆分离生产线及其配套设施，年处理 20 万吨钛毛矿及锆中矿；主要产品分别为：钛精矿约 110000 吨/年，金红石约 20000 吨/年，锆英砂约 30000 吨/年，铁砂约 4580 吨/年；还有副产品石英砂约 35400 吨/年和独居石约 20 吨/年。

二、根据报告书有关该项目建设可能造成的环境影响分析、预测和评价内容，以及提出的预防和减轻不良环境影响的对策和措施合理，环境影响评价结论总体可信。我局原则通过对报告书的审查。你公司应按报告书内容组织实施。

三、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目竣工后，主体工程须验收合格后方可投入生产。

四、本批复只对报告书中的内容有效，如建设内容、地点、规模、生产工艺等发生改变或环境风险防范设施发生重大变动，项目环境影响评价文件必须重新报批。

茂名市生态环境局（高新区）

2019 年 11 月 7 日

抄送：茂名市生态环境局，核工业二〇三研究所。

茂名高新区环保安监局

2019 年 11 月 7 日印发

## 第 6 章 验收执行标准

项目本次验收执行的标准原则上采用辐射专篇及审查意见规定的标准。

### 1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

#### ①剂量限值

B1.1 职业照射→B1.1.1 剂量限值→B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：a) 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；

本项目取其 1/4 即不超过 5mSv 作为职业工作人员的年平均有效剂量约束值。

B1.2 公众照射→B1.2.1 剂量限值→B1.2.1.1 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：a) 年有效剂量，1mSv。

本项目取其 1/4 即不超过 0.25mSv 作为公众成员的年平均有效剂量约束值。

**工作人员的受照剂量小于 5mSv/a，公众的受照剂量小于 0.25mSv/a。**

#### ②持续照射情况下的行动水平

H1 在大多数情况下，住宅中氡持续照射的优化行动水平应在年平均活度浓度为  $200\text{Bq}^{222}\text{Rn}/\text{m}^3 \sim 400\text{Bq}^{222}\text{Rn}/\text{m}^3$ （平衡因子 0.4）范围内；其上限值用于已建住宅氡持续照射的干预，其下限用于对待建住宅氡持续照射的控制。

H2 工作场所中氡持续照射情况下补救行动的行动水平是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  $1000\text{Bq}^{222}\text{Rn}/\text{m}^3$  时应考虑采取补救行动。

**本次选矿项目推荐工作场所  $500\text{Bq}^{222}\text{Rn}/\text{m}^3$  作为补救行动干预水平，住宅推荐  $200\text{Bq}^{222}\text{Rn}/\text{m}^3$  作为补救行动干预水平。**

### 2) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）

地下水：标准中 III 类水体放射性指标总  $\alpha$  放射性限值为 0.5Bq/L，总  $\beta$  放射性限值为 1Bq/L。

### 3) 《广东省水污染物排放限值标准》（DB44/26-2001）

车间排放污水第一类污染物总  $\alpha$  放射性和总  $\beta$  放射性：总  $\alpha$  放射性最高允许排放浓度为 1Bq/L，总  $\beta$  放射性最高允许排放浓度为 10Bq/L。

## 第 7 章 验收监测内容

### 7.1 验收工况

验收监测期间，监测单位应及时监督生产工况，验收工况应达到年 300 个工作日选矿规模的 75%以上。本次申请验收选矿规模为 20d 万 t/a，平均每天选矿生产能力约为 667t/d，则验收工况应至少达到 500t/d。

### 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

项目生产废水和初期雨水因其中含有伴生放射性矿物质的 SS 而可能具有一定放射性，清浄雨水和生活污水基本无辐射影响，其中初期雨水收集后回用于选矿生产。选矿生产废水循环利用，不外排。

本次验收主要对循环水放射性物质进行检测，以了解循环水发生事故排放进入环境中的放射性影响，具体监测方案见下表 7.2-1 所示，监测布点见图 7.2-1。

表 7.1-1 废水监测内容及频次情况

序号	监测内容	监测因子	监测频次及周期	监测点位
1	选矿废水	总 $\alpha$ 放射性、总 $\beta$ 放射性、U、 $^{226}\text{Ra}$ 、Th	1 天，采样 1 次	1#循环水池出水口
2	选矿废水	总 $\alpha$ 放射性、总 $\beta$ 放射性、U、 $^{226}\text{Ra}$ 、Th	1 天，采样 1 次	2#循环水池出水口

#### 7.2.2 气载流出物

项目气载流出物主要为物料产生的空气氡以及含放射性物质的粉尘。本项目工作人员将佩戴口罩，原料矿在原料仓库中堆存，各精矿产品均贮存在仓库中，选矿车间粉尘废气采用布袋除尘处理。采取以上降尘措施后，扬尘量可减少 85%，项目粉尘中伴生的少许放射性对环境的影响可以忽略

本次验收主要对项目厂区内各工作场所空气氡浓度进行监测，具体监测方案见下表 7.2-2 所示，监测布点见图 7.2-1。

表 7.2-2 空气中氡浓度监测方案一览表

序号	监测点位	监测点编号	监测因子	监测频次
1	1#摇床车间	1*	空气氡浓度	每个测点测一次,每次测量时间 60 分钟
2	1#锆英金红车间	2*		
3	1#烘干车间	3*		
4	原料仓库	4*		
5	独居石暂存库	5*		
6	成品仓库	6*		
7	研发办公楼	7*		

### 7.2.3 伴生放射性固体废物

本项目伴生放射性固体废物主要包括尾砂和独居石，目前厂区内未存放独居石，本次验收主要对尾砂放射性物质进行检测，具体监测方案见下表 7.2-3 所示，监测布点见图 7.2-1。

表 7.2-3 尾砂放射性物质监测方案一览表

固废名称	监测因子	监测频次
尾砂（选矿）	$^{238}\text{U}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{40}\text{K}$	1 天，采样 1 次

### 7.2.4 其他伴生放射性物料

本项目其他伴生放射性物料主要包括钛毛矿、锆中矿等原料，锆英中矿、金红中矿等中间产品和钛精矿、锆英砂、金红石等产品，本次验收主要对厂区工作场所进行  $\gamma$  辐射剂量率的检测，具体监测方案见下表 7.2-4 所示，监测布点见图 7.2-1。

表 7.2-4 厂区内工作场所的辐射空气吸收剂量率监测方案一览表

序号	监测点位	监测点编号	监测因子	监测频次
1	1#摇床车间距摇床 1m	9#	$\gamma$ 辐射剂量率	每个测点每 10s 读一个数值，读 10 个值
2	2#摇床车间距摇床 1m	10#		
3	1#锆英金红车间地面	11#		
4	2#锆英金红车间地面	12#		
5	1#毛矿车间地面	13#		
6	2#毛矿车间地面	14#		
7	1#烘干车间地面	15#		
8	2#烘干车间地面	16#		
9	原料仓库距物料 1m	17#		
10	1#半成品暂存区距物料 1m	18#		

序号	监测点位	监测点编号	监测因子	监测频次
11	尾砂仓库距物料 1m	19#	γ 辐射剂量率	每个测点每 10s 读一个数值，读 10 个值
12	独居石暂存库距物料 1m	20#		
13	成品仓库距物料 1m	21#		
14	研发办公楼地面	22#		
15	职工文化活动中心	23#		
16	工人待班室	24#		

### 7.3 辐射环境质量监测

根据《茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目辐射环境影响评价专篇》，项目的辐射环境敏感保护目标主要为本项目工作人员以及周边下关草塘、埡田头、后背埔等公众。本次验收将进行以下几方面的辐射环境质量监测，具体监测方案见下表 7.2-5 所示，监测布点见图 7.3-1 和图 7.3-2。

表 7.2-5 辐射环境质量监测方案一览表

介质	监测点位	监测点编号	监测因子	监测频次
空气	埡田头	8*	空气氡浓度	测一次，每次测量时间 60 分钟
	下关草塘	9*		
陆地γ	东北侧厂界外地面①	1#	γ 辐射剂量率	每个测点每 10s 读一个数值，读 10 个值
	东北侧厂界外地面②	2#		
	东南侧厂界外地面①	3#		
	东南侧厂界外地面②	4#		
	西南侧厂界外地面	5#		
	西侧厂界外地面	6#		
	北侧厂界外地面①	7#		
	北侧厂界外地面②	8#		
	项目南侧埡田头村	25#		
	项目北侧下关草塘	26#		
	项目西北侧林家园	27#		
项目西侧后背埔村	28#			
地下水	选矿厂内水井	W3	总α放射性、总β放射性、U、 <sup>226</sup> Ra、Th	1 天，采样 1 次
土壤	厂区西侧外	T2	<sup>238</sup> U、 <sup>226</sup> Ra、 <sup>232</sup> Th、 <sup>40</sup> K	1 天，采样 1 次

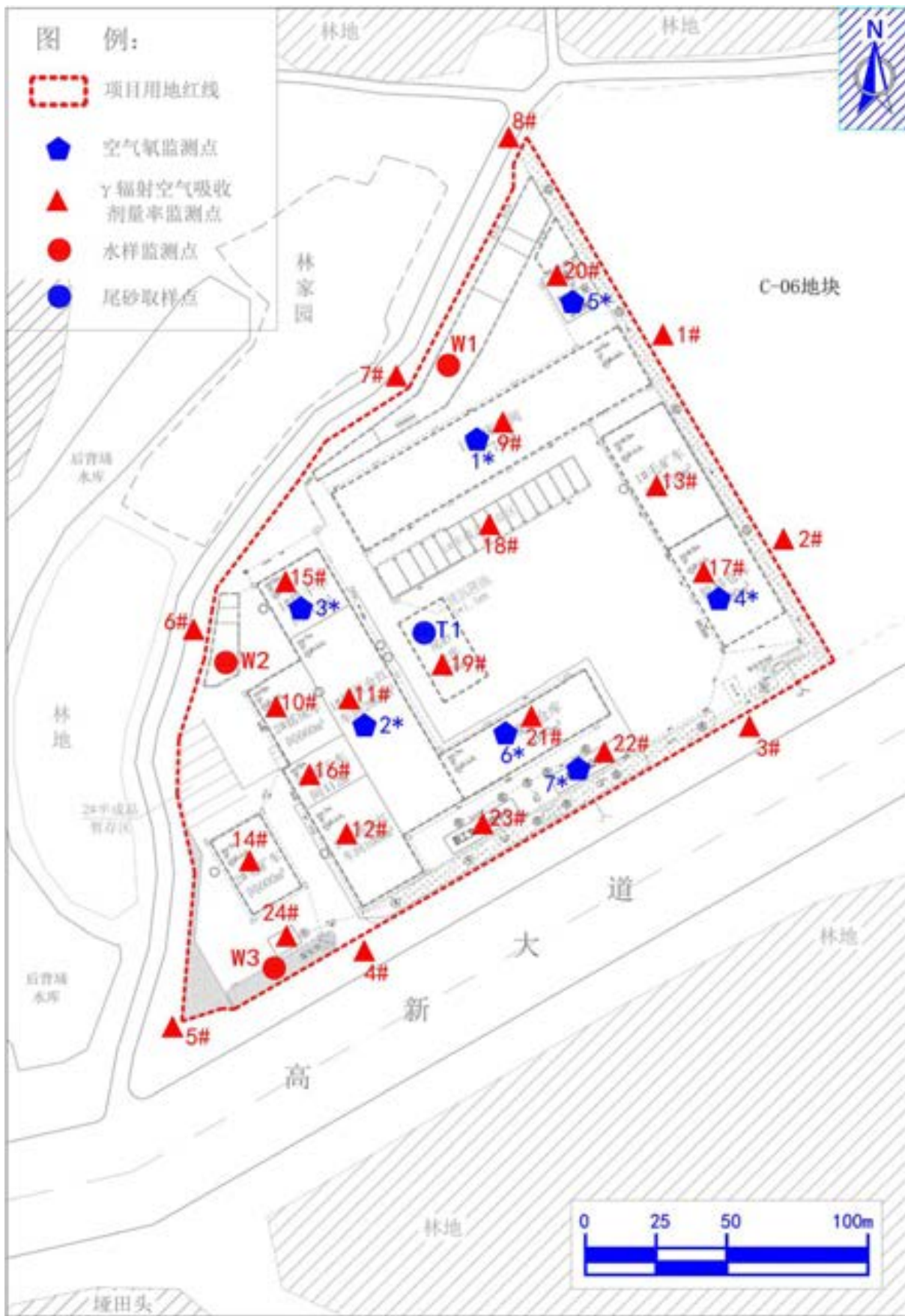


图 7.3-1 选矿厂 X-γ辐射剂量率、氡浓度监测点位点图



## 第 8 章 质量保证

### 8.1 监测分析方法

根据国家有关监测规范，本次监测委托广东省测试分析研究所（中国广州分析测试中心）、广州穗证环境检测有限公司对环境放射性进行监测，具体的监测分析方法如下表 8.1-1 所示。

**表 8.1-1 环境放射性监测分析方法及标准一览表**

监测项目		检测单位	监测分析方法	检出限或测量范围
γ 辐射剂量率		广州穗证环境检测有限公司	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）	50nGy/h~99.9uGy/h
空气氡浓度			《环境空气中氡的标准测量方法》（GB/T 14582-93）	3.7Bq/m <sup>3</sup> ~740000Bq/m <sup>3</sup>
循环池水、厂区井水	总α放射性	广东省测试分析研究所（中国广州分析测试中心）	水质 总α放射性的测定 厚源法 HJ898-2017	0.043Bq/L
	总β放射性		水质 总β放射性的测定 厚源法 HJ899-2017	0.015Bq/L
	<sup>226</sup> Ra		食品安全国家标准饮用天然矿泉水检验方法 GB8538-2016 54	0.010Bq/L
	U		参考 水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 HJ700-2014	4×10 <sup>-5</sup> mg/L
	Th			5×10 <sup>-5</sup> mg/L
尾砂、厂外土壤	<sup>238</sup> U	广东省测试分析研究所（中国广州分析测试中心）	《高纯锆 γ 能谱分析通用方法》（GB/T11713-2015）	检出限根据样品、检测时间不同而稍有不同
	<sup>226</sup> Ra			
	<sup>232</sup> Th			
	<sup>40</sup> K			

## 8.2 辐射环境监测仪器

根据广东省测试分析研究所（中国广州分析测试中心）、广州穗证环境检测有限公司提供的资料，本次验收监测使用的监测仪器情况具体如下表 8.2-1 所示。

表 8.2-1 验收监测仪器一览表

监测项目	仪器型号、名称	设备编号	测量范围	校准单位	校准证书编号	校准证书有效期
空气氡浓度	RAD7 电子测氡仪	FCDY-1	3.7Bq/m <sup>3</sup> ~740000Bq/m <sup>3</sup>	—	—	—
γ 辐射剂量率	便携式 X-γ 剂量率仪 (FH40G-X 主机+FHZ672E-10 探头)	主机: FHP 003-2018 探头: FHP 004-2018	50nGy/h~99.9uGy/h	广东省科学院测试分析研究所	NACC20210701053	2021/7/14~2022/7/13
循环池水、厂区井水	总α放射性	四路低本底α、β 测量仪 BH1227	/	广东省辐射剂量剂量检定站	GRD (2) 20200007	2020/3/11~2022/3/10
	总β放射性		/			
	<sup>226</sup> Ra	FD125 氡钍分析仪	/	广东省剂量科学研究院	YLZ202109493	2021/8/30~2022/8/29
	U	耶拿 PlasmaQuant MS 电感耦合等离子体质谱仪	/	—	—	—
尾砂、厂外土壤	<sup>238</sup> U	高纯锆γ能谱仪 GEM-C7080-LB-C-DSPEC-jr2.0	/	广东省辐射剂量剂量检定站	NACC20200701363	2020/9/29~2022/9/28
	<sup>232</sup> Th					
	<sup>226</sup> Ra					

## 8.3 人员能力

本次验收监测委托有相关资质的单位进行，参与监测的人员均具备相关能力，持证上岗。

## 8.4 监测分析过程中的质量保证

本次验收监测委托有相关资质的单位进行，监测工作严格按照国家法律、法规要求和标准、技术规范进行，监测全过程严格按照监测公司质量手册进行，实施严谨的全程序质量保证措施。

- (1) 现场采样和测试严格按《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）进行。

（2）环保设施竣工验收监测中使用的布点、采样、样品保存、分析测试方法，均按国家、行业标准或国家环保总局推荐的分析方法、监测技术规范。

（3）环保设施竣工验收的质量保证和质量控制，按国家有关规定、监测技术规范和有关质量控制手册进行。

（4）参加环保设施竣工验收监测采样和测试的人员，持证上岗，监测所用仪器经过计量部门检定合格并在有效期内使用。

#### （5）采样记录及分析结果

验收监测的采样记录及分析测试结果，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。

#### （6）实验室分析测量质量控制

样品的预处理和分析测量方法应采用国标、行标或技术规范的方法。任何操作人员不得擅自修改常规采用的方法或程序。

## 第 9 章 验收监测结果

### 9.1 生产工况

验收监测期间，主要设备连续、稳定、正常动作其工艺指标均控制在技术标准和规范要求范围内，与项目配套的环保设施均正常运行，满足环境保护设施竣工验收监测工况达到 75% 以上的要求。现场验收期间工况统计如下表 9.1-1 所示。

表 9.1-1 现场监测期间工况统计

名称	选矿生产能力	验收最低工况要求	2022.1.5		2022.1.6		2022.1.7	
			实际工况 (t/d)	负荷 (%)	实际工况 (t/d)	负荷 (%)	实际工况 (t/d)	负荷 (%)
环评批复 选矿规模	200000t/a (667t/d)	15000t/a (500t/d)	532.7	79.9	540	81.0	533.3	80.0
备注	本选矿项目年工作 300d，每天生产 24h，三班工作制。							

验收监测期间，选矿主体设备连续、稳定、正常运行，其生产规模达到 79.9~81.0%，配套环保设施均正常运行，满足环境保护设施竣工验收监测工况达到 75% 以上的要求。

### 9.2 放射性污染防治设施调试运行结果

#### 9.2.1 液态流出物

本项目选矿废水循环利用，不外排，因此仅对循环池水进行水样分析。2021 年 11 月 8 日在现场采集循环水池水样后，由广东省测试分析研究院（中国广州分析测试中心）进行检测，监测结果见表 9.2-1。

表 9.2-1 循环水监测结果一览表

检测项目	验收监测结果				
	总α放射性 (Bq/L)	总β放射性 (Bq/L)	<sup>226</sup> Ra (Bq/L)	U (mg/L)	Th (mg/L)
1#循环池水选矿 废水	0.233	0.588	0.038	6.6×10 <sup>-4</sup>	2.8×10 <sup>-4</sup>
2#循环池水选矿 废水	0.064	0.330	0.027	未检出	2.5×10 <sup>-4</sup>

验收监测期间，本项目选矿废水经沉淀处理处理后，全部回用不外排，不会对周围水环境产生辐射影响；另外，参照广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）表 1 中第一类污染物最高允许排放浓度，总 α 放射性≤1.0Bq/L，总 β 放射性≤10Bq/L。

从监测结果可见，本项目循环水池中选矿废水经过沉淀后其放射性低于《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中排放标准要求。

### 9.2.2 气载流出物

本项目主要气载流出物为伴生放射性物料产生的空气氡，本次验收委托广州穗证环境检测有限公司于 2022 年 1 月 6 日对项目厂区工作场所进行氡浓度检测，监测结果详见表 9.2-2。

表 9.2-2 厂区工作场所空气中氡浓度监测结果一览表（单位：Bq/m<sup>3</sup>）

编号	监测点位置	位置说明	监测结果	标准限值
1*	1#摇床车间	室内	12.9	200
2*	1#锆英金红车间	室内	36.4	
3*	1#烘干车间	室内，通风好	15.2	
4*	原料仓库	室内	16.4	
5*	独居石暂存库	室内	42.5	
6*	成品仓库	室内，通风好	39.3	
7*	研发办公楼	室内，通风好	11.8	

注：①. 监测期间独居石暂存库内未存放独居石；

②. 标准限值出自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的取值。

根据验收监测结果，项目厂区内工作场所空气中氡浓度为 11.8~36.4Bq/m<sup>3</sup>，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》要求（本项目取 200Bq/m<sup>3</sup>）。

### 9.2.3 伴生放射性固体废物

目前厂区内未存放独居石，本次验收主要对尾砂放射性物质进行检测。2021 年 11 月 8 日在现场采集尾砂样品后，由广东省科学院测试分析研究所（中国广州分析测试中心）进行检测，监测结果见表 9.2-3。

表 9.2-3 尾砂放射性核素监测结果一览表

监测项目	监测结果（Bq/kg）			
	<sup>238</sup> U	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K
尾砂	105	82.3	119	12.3

根据尾砂用途证明，尾砂作为非民用建筑材料外卖，最后用于公路路基填料等非民用建筑用途。根据《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010），规定了建筑材料中

天然放射性核素镭-226、钍-232 放射性比活度的要求，具体见下表 9.2-4 所示。

**表 9.2-4 建筑材料中天然放射性核素的放射性比活度要求一览表**

项目	技术要求		产销与使用范围
建筑主体材料	$I_{Ra} \leq 1.0$ 和 $I_r \leq 1.0$		—
空心率 > 25% 的建筑主体材料	$I_{Ra} \leq 1.0$ 和 $I_r \leq 1.3$		
建筑装饰材料	A 类	$I_{Ra} \leq 1.0$ 和 $I_r \leq 1.3$	不受限制
	B 类	$I_{Ra} \leq 1.3$ 和 $I_r \leq 1.9$	不可用于 I 类民用建筑内饰面，但可用于 II 类民用建筑物、工业建筑内饰面及其他一切建筑的外饰面
	C 类	$I_r \leq 2.8$	只可用于建筑物的外饰面及室外其他用途

上表 9.2-4 中  $I_{Ra}$ （内照射指数）和  $I_r$ （外照射指数）的计算如下：

1) 内照射指数计算公式：

$$I_{Ra} = \frac{C_{Ra}}{200}$$

式中： $I_{Ra}$ ——内照射指数；

$C_{Ra}$ ——建筑材料中天然放射性核素镭-226 的放射性比活度，单位为 Bq/kg；

200——仅考虑内照射情况下，本标准规定的建筑材料中放射性核素镭-226 的放射性比活度限量，单位为 Bq/kg。

2) 外照射指数计算公式：

$$I_r = \frac{C_{Ra}}{370} + \frac{C_{Th}}{260} + \frac{C_K}{4200}$$

式中： $I_r$ ——外照射指数；

$C_{Ra}$ 、 $C_{Th}$ 、 $C_K$ ——分别为建筑材料中天然放射性核素镭-226、钍-232、钾-40 的放射性比活度，单位为 Bq/kg；

370、260、4200——仅考虑外照射情况下，本标准规定的建筑材料中放射性核素镭-226、钍-232、钾-40 在其各自单独存在时本标准规定的限值，单位为 Bq/kg。

经计算，本项目选矿尾砂的内照射指数  $I_{Ra}$  为 0.412Bq/kg，外照射指数  $I_r$  为 0.872Bq/kg，低于《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）各类建筑材料的放射性比活度要求，因此，尾砂作为非民用建筑材料外卖是可行的。

### 9.2.4 其他伴生放射性物料

本次验收主要对厂区内工作场所进行  $\gamma$  辐射剂量率的检测，委托广州穗证环境检测有限公司于 2022 年 1 月 6 日进行现场监测，具体监测结果见下表 9.2-5。

表 9.2-5  $\gamma$  辐射剂量率监测结果一览表

监测点编号	监测点位	$\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)		茂名本底值 (nGy/h)		
		范围值	均值±标准差	原野	道路	室内
9#	1#摇床车间距摇床 1m	249~267	259±8	54.0~ 120.3	62.6~ 103.3	83.9~ 175.2
10#	2#摇床车间距摇床 1m	239~258	251±7			
11#	1#锆英金红车间地面	641~659	649±8			
12#	2#锆英金红车间地面	575~603	589±8			
13#	1#毛矿车间地面	211~230	222±7			
14#	2#毛矿车间地面	202~221	210±7			
15#	1#烘干车间地面	361~379	371±7			
16#	2#烘干车间地面	333~351	343±7			
17#	原料仓库距物料 1m	2090~2160	2130±21			
18#	1#半成品暂存区距物料 1m	295~333	316±11			
19#	尾砂仓库距物料 1m	211~230	220±7			
20#	独居石暂存库距物料 1m	11800~12200	12000±112			
21#	成品仓库距物料 1m	4150~4220	4180±24			
22#	研发办公楼地面	174~193	182±7			
23#	职工文化活动中心	174~193	183±6			
24#	工人待班室	144~153	149±3			

注：①本次监测结果已扣除仪器对宇宙辐射响应值；

②茂名本底值取自 1995 年国家环境保护局编制的《中国环境天然放射性水平》监测值；

由验收监测结果可知，项目厂区内工作场所的  $\gamma$  辐射剂量率为 149~4180nGy/h（独居石暂存库另外说明），由于该项目原料具有伴生放射性，项目的运行使得厂区控制区的剂量率比当地本底值高；独居石暂存库由于暂存有少量的独居石中矿的  $\gamma$  辐射剂量率约 12000nGy/h，远高于厂区其他工作场所；但只要做好辐射防护工作，辐射工作人员个人年有效剂量最大为 1.51mSv（具体见第 9.3.5 个人剂量），能够满足《电离辐射与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求（放射工作人员个人有效年剂量不大于 20mSv），也满足审管部门的要求（放射工作人员个人有效年剂量不大于 5mSv）。

## 9.3 项目建设对辐射环境的影响

本次验收将从空气中氡浓度、地下水、周边土壤、 $\gamma$  辐射剂量率、个人剂量率 5 个方面分析项目建设对周边环境及敏感目标的辐射环境影响。

### 9.3.1 空气中氡浓度监测

本次验收主要对周边村庄、企业等进行空气中氡浓度的检测，委托广州穗证环境检测有限公司于 2022 年 1 月 6 日进行氡浓度监测，具体监测结果见下表 9.3-1。

表 9.3-1 辐射环境敏感目标处空气中氡浓度监测结果一览表（单位：Bq/m<sup>3</sup>）

编号	监测点	位置说明	监测结果	辐射环评专篇中现状调查结果	标准限值
8*	项目南侧垵田头村	室外	9.56	6.1	200
9*	项目北侧下关草塘	室外	10.4	9.6	

注：标准限值出自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

根据监测结果可以看出，本项目投产后，周边企业宿舍等环境敏感目标的空气氡浓度监测值为 9.56~10.4Bq/m<sup>3</sup>，与辐射环评专篇中现状调查结果接近，且低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）限值 200Bq/m<sup>3</sup> 的要求。

综上所述，项目建设对周围大气环境辐射影响在可接受范围内。

### 9.3.2 地下水监测

本项目选取厂区内地下水井作为环境地下水监测点，2022 年 11 月 8 日在现场采集水样后，由广东省测试分析研究院（中国广州分析测试中心）进行检测，监测结果见表 9.3-2。

表 9.3-2 地下水监测结果一览表（单位：Bq/L）

监测点	监测因子	单位	监测结果	辐射专篇现状调查结果	标准限值
项目厂区井水	总 $\alpha$ 放射性	Bq/L	0.043	低于检出限~0.21	0.5
	总 $\beta$ 放射性	Bq/L	0.110	0.31~0.59	1.0
	<sup>226</sup> Ra	Bq/L	0.048	/	/
	U	mg/L	未检出	/	/
	Th	mg/L	未检出	/	/

从监测结果可以看出，项目厂区地下水总 $\alpha$ 放射性为 0.043Bq/L，总 $\beta$ 放射性为 0.110Bq/L，基本与辐射环评专篇中现状调查结果一致，变化不大，且监测结果均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的 III 类水限制标准，即总 $\alpha$ 放射性 $\leq$ 0.5Bq/L，总

$\beta$  放射性 $\leq 1.0\text{Bq/L}$ 。

综上所述，现阶段地下水环境质量良好，项目建设对区域内的地下水环境影响不明显，其影响程度在可接受的范围内。

### 9.3.3 土壤监测

本次验收在西侧厂区外的林地土壤进行采样分析，2021 年 11 月 8 日在现场采集土壤样品后，由广东省测试分析研究院（中国广州分析测试中心）进行检测，监测结果见表 9.3-3。

表 9.3-3 土壤监测结果一览表（单位：Bq/kg）

样品	监测因子	监测结果	辐射专篇现状结果	湛江-茂名地区放射性核素含量
西侧厂外土壤	$^{238}\text{U}$	25.4	48~225	47.8~186.8
	$^{226}\text{Ra}$	23.0	35.7~151	10.0~75.6
	$^{232}\text{Th}$	31.2	64.8~101	11.6~145.0
	$^{40}\text{K}$	52	349~536	35.8-699.6

从监测结果可以看出，西侧厂外土壤的放射性核素含量与辐射专篇中现状调查结果相当，且均与 1995 年国家环境保护局编制的《中国环境天然放射性水平》中的湛江-茂名地区土壤放射性核素含量相当，在正常范围内。

综上所述，项目建设对影响区域内的土壤环境辐射影响不明显，其影响程度在可接受的范围内。

### 9.3.4 $\gamma$ 辐射剂量率监测

本次验收主要对项目企业厂界内、周边村庄、企业等进行  $\gamma$  辐射剂量率的检测，委托广州穗证环境检测有限公司于 2022 年 1 月 6 日进行现场监测，具体监测结果见下表 9.3-4。

表 9.3-4  $\gamma$  辐射剂量率监测结果一览表

编号	监测点位	$\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)		辐射专篇现状结果 (nGy/h)	茂名本底值 (nGy/h)		
		范围值	均值 $\pm$ 标准差		原野	道路	室内
1#	东北侧厂界外地面①	153~163	159 $\pm$ 3	113~121	54.0~120.3	62.6~103.3	83.9~175.2
2#	东北侧厂界外地面②	150~157	153 $\pm$ 2				
3#	东南侧厂界外地面①	156~171	163 $\pm$ 5	121~127			
4#	东南侧厂界外地面②	183~202	193 $\pm$ 8				
5#	西南侧厂界外地面	135~147	142 $\pm$ 3	109~119			
6#	西侧厂界外地面	144~153	148 $\pm$ 3				

编号	监测点位	γ 辐射剂量率（nGy/h）		辐射专篇 现状结果 （nGy/h）	茂名本底值（nGy/h）		
		范围值	均值±标准差		原野	道路	室内
7#	北侧厂界外地面①	183~202	194±7	119~126	54.0~ 120.3	62.6~ 103.3	83.9~ 175.2
8#	北侧厂界外地面②	169~193	179±7				
25#	项目南侧垭田头村	131~143	138±4	117~130			
26#	项目北侧下关草塘	154~163	158±3	106~112			
27#	项目西北侧林家园	166~174	170±3	106~117			
28#	项目西侧后背埔村	141~148	144±2	110~126			

注：①本次监测结果已扣除仪器对宇宙辐射响应值；

②茂名本底值取自 1995 年国家环境保护局编制的《中国环境天然放射性水平》监测值；

由监测结果可知，项目厂界及周边民居点等环境敏感目标处 γ 辐射剂量率为 142~195nGy/h，其剂量率值与辐射环评专篇中现状调查结果相当，且均与 1995 年国家环境保护局编制的《中国环境天然放射性水平》茂名地区监测值基本相当。

综上，由此可知项目建设对附近敏感点影响不明显，其影响程度在可接受的范围内。

### 9.3.5 年受照剂量

工作人员及公众的因本次项目引起的照射分为内照射和外照射。选择本项目辐射环境验收监测的相关数据。根据建设单位提供的资料，工作人员从 7 月至 9 月按有关规定佩戴个人剂量计，目前已有约 72 天检测报告，本次验收个人照射剂量基于验收监测结果进行估算。

#### 9.3.5.1 评价标准

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，结合本次扩建后项目的实际情况，工作人员的剂量管理约束值定为：5mSv/a，公众的剂量管理约束值定为：0.25mSv/a。

#### 9.3.5.2 引用辐射专篇计算结果

引用《茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目辐射环境影响评价专篇》中有关工作人员年有效剂量估算如表 9.3-5 所示。

**表 9.3-5 辐射工作人员年有效剂量估算结果表（单位：mSv/a）**

工作岗位	项目产生的有效剂量			合计
	外照射	内照射		
		氦、钍射气	粉尘	
摇床车间工作人员	0.53	0.29	$3.26 \times 10^{-5}$	0.82
烘干车间工作人员	0.81	0.34	$9.45 \times 10^{-5}$	1.15
干选车间工作人员	1.16	0.35	$1.70 \times 10^{-4}$	1.51
仓库（独居石暂存库）工作人员	0.29	0.02	$< 1.0 \times 10^{-5}$	0.31
管理人员	0.28	0.31	$< 1.0 \times 10^{-5}$	0.59

从辐射专篇引用厂外公众人员年有效剂量如表 9.3-6 所示。

**表 9.3-6 厂外公众年有效剂量估算结果表（单位：mSv/a）**

项目	项目产生的有效剂量		
	因项目引起的外照射	因项目引起的内照射	合计
公众	0.13	$< 1.0 \times 10^{-5}$	0.13

### 9.3.5.3 验收个人剂量数据

根据选矿厂区内工作人员 2021 年 7 月至 9 月的职业性外照射个人累积剂量检测数据（附件 3），计算厂区工作人员实际最大的年有效剂量约 0.10mSv/a。

### 9.3.5.4 影响分析

从以上估算结果和实测数据对比分析可知，该公司辐射工作人员估算的年受照剂量最大为干选车间工作人员，年受照剂量为 1.51mSv，公众年受照剂量为 0.13mSv；而实际检测工作人员的年有效剂量约 0.10mSv/a，实际数据约占比理论估算值的 6.6%。

工作人员估算年受照剂量结果及公众个人年有效剂量满足《电离辐射与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求（放射工作人员个人有效年剂量不大于 20mSv，公众个人年有效剂量不大于 1mSv），也满足审管部门的要求（放射工作人员个人有效年剂量不大于 5mSv，公众个人年有效剂量不大于 0.25mSv）；实际工作人员的年受照剂量同样能满足《电离辐射与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

## 第 10 章 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

本项目环保设施按照辐射环评专篇的要求进行建设，对照辐射环评专篇防护设施，防护设施均已落实，这些环保设施均运行正常且有效。具体的环保措施如下：

（1）伴生放射性废水防治措施：选矿废水通过三级沉淀、循环水池处理后回用于生产；初期雨水主要通过水池收集后作为补充生产用水；厂区水泥硬底化。

（2）伴生放射性废气防治措施：原料矿存放于原料仓库且洒水降尘，尾砂存放于尾砂仓库，各精矿产品存贮在仓库内；4 个干选车间（1#锆英金红车间、2#锆英金红车间、1#毛矿车间、2#毛矿车间）共设置 5 套收集风管及布袋除尘器进行除尘处理后，通过 5 个排气筒（8m~12m）排放；工作人员均配有防尘口罩。

（3）伴生放射性固体废物措施：在厂区东北设立专门的独居石暂存库，独居石储存到一定量后将外卖给有资质处理独居石的单位；尾砂外卖给有关单位作为非民用建筑材料使用。

（4）其他伴生放射性物料防治措施：厂区堆场、仓库、生产车间地面均水泥硬化，设置专门的独居石暂存库，按双人双锁管理，专人负责，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）》（HJ1114-2020）中伴生放射性物料贮存设计要求。

（5）其他防治措施：按要求给员工配备劳保防护用品；定期进行放射性  $\gamma$  辐射监测，制定事故风险的环保应急计划。

### 10.2 放射性污染防治设施调试运行效果

#### （1）液态流出物

本项目选矿废水经沉淀处理处理后，全部回用不外排，不会对周围水环境产生辐射影响；另外，参照广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）表 1 第一类污染物最高允许排放浓度，总 $\alpha$ 放射性 $\leq 1.0\text{Bq/L}$ ，总 $\beta$ 放射性 $\leq 10\text{Bq/L}$ ，从监测结果可见，本项目循环水池水质放射性低于（DB44/26-2001）中排放标准要求。

#### （2）气载流出物

项目厂区内工作场所空气中氡浓度为 11.8~36.4Bq/m<sup>3</sup>，均低于《电离辐射防护与辐

《辐射源安全基本标准》要求（本项目取  $200\text{Bq/m}^3$ ）。

### （3）伴生放射性固体废物

目前厂区内未存放独居石，本次验收主要对尾砂放射性物质进行检测。本项目尾砂的内照射指数  $I_{\text{Ra}}$  为  $0.412\text{Bq/kg}$ ，外照射指数  $I_{\text{r}}$  为  $0.872\text{Bq/kg}$ ，低于《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）各类建筑材料的放射性比活度要求，因此尾砂作为非民用建筑材料外卖是可行的。

### （4）年受照剂量

项目厂区内工作场所的  $\gamma$  辐射剂量率为  $149\sim 4180\text{nGy/h}$ （独居石暂存库另外说明），由于该项目原料具有伴生放射性，项目的运行使得厂区控制区的剂量率比当地本底值高；独居石暂存库由于暂存有少量的独居石中矿的  $\gamma$  辐射剂量率约  $12000\text{nGy/h}$ ，远高于厂区其他工作场所；但只要做好辐射防护工，辐射工作人员个人年有效剂量最大为  $1.51\text{mSv}$ （具体见第 9.3.5 个人剂量），能够满足《电离辐射与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求（放射工作人员个人有效年剂量不大于  $20\text{mSv}$ ），也满足审管部门的要求（放射工作人员个人有效年剂量不大于  $5\text{mSv}$ ）。

## 10.3 项目建设对辐射环境的影响

### （1）空气中氡浓度影响

本项目投产后，周边环境敏感目标的空气氡浓度监测值为  $9.56\sim 10.4\text{Bq/m}^3$ ，与辐射环评专篇中现状调查结果接近，且低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）限值  $200\text{Bq/m}^3$ 。项目建设对周围大气环境辐射影响在可接受范围内。

### （2）地下水影响

项目厂区地下水样品，总  $\alpha$  放射性为  $0.043\text{Bq/L}$ ，总  $\beta$  放射性为  $0.110\text{Bq/L}$ ，基本与辐射环评专篇中现状调查结果一致，变化不大，且监测结果均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的 III 类水限制标准，即总  $\alpha$  放射性  $\leq 0.5\text{Bq/L}$ ，总  $\beta$  放射性  $\leq 1.0\text{Bq/L}$ 。项目建设对区域内的地下水环境影响不明显，其影响程度在可接受的范围内。

### （3）土壤影响

西侧厂区外林地土壤的放射性核素含量与辐射环评专篇中现状调查结果相当，且均与 1995 年国家环境保护局编制的《中国环境天然放射性水平》中的湛江-茂名地区土壤放射性核素含量相当，在正常范围内。由此可知，项目建设对影响区域内的土壤环境辐射影响不明显，其影响程度在可接受的范围内。

#### （4） $\gamma$ 辐射剂量率

项目厂界及周边民居点等环境敏感目标处的  $\gamma$  辐射剂量率为 142~195nGy/h，其剂量率值与辐射环评专篇中现状调查结果相当，且均与 1995 年国家环境保护局编制的《中国环境天然放射性水平》茂名地区监测值基本相当。

#### （5）个人剂量

该公司辐射工作人员估算的年受照剂量最大为干选车间工作人员，年受照剂量为 1.51mSv，公众年受照剂量为 0.13mSv；而实际检测工作人员的年有效剂量约 0.10mSv/a，实际数据约占比理论估算值的 6.6%。工作人员估算年受照剂量结果及公众个人年有效剂量满足《电离辐射与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求（放射工作人员个人有效年剂量不大于 20mSv，公众个人年有效剂量不大于 1mSv），也满足审管部门的要求（放射工作人员个人有效年剂量不大于 5mSv，公众个人年有效剂量不大于 0.25mSv）；实际工作人员的年受照剂量同样能满足《电离辐射与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

综上所述，茂名瑞海新材料科技有限公司 20 万吨锆英砂锆钛分离（伴生放射性矿选矿）项目已落实辐射环境影响评价专篇及其审查意见对项目的辐射环境防治措施的要求，符合《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》（国环规环评〔2017〕4 号）的要求，建议通过竣工环境辐射防治措施的验收。