

矿产资源开发利用项目

年处理 60 万吨锆钛矿精选项目

辐射环境影响报告书

(征求意见稿)

江苏域潇锆钛矿业有限公司

二〇二〇年 九月

目 录

第一章 概述	1
1.1 项目概述	1
1.2 项目周围环境	2
1.3 编制依据	3
1.4 评价因子与评价标准	4
1.5 评价标准	5
1.6 评价范围和保护目标	9
1.7 产业政策、规划符合性	9
1.8 评价目的和评价重点	13
第二章 工程分析与源项	14
2.1 工程概况	14
2.2 生产工艺分析	17
2.3 原辅材料消耗及工程设备	23
2.4 生产设备	24
2.5 物料平衡	26
2.6 水平衡分析	28
2.7 放射性污染源项及废弃物分析	31
第三章 自然环境和社会环境状况	36
3.1 项目地理位置	36
3.2 自然环境状况	36
3.3 社会经济	44
3.4 周边自然保护区概况	44
3.5 辐射环境质量现状调查与评价	45
第四章 辐射安全与防护	50
4.1 工作场所布局与分区	50
4.2 辐射安全与防护措施	53
4.3 放射性“三废”的治理	55
第五章 辐射环境影响分析	56
5.1 施工期环境影响分析	56
5.2 运营期环境影响分析	56
5.3 非正常工况辐射环境影响分析	74
5.4 服务期满辐射环境影响分析	75
第六章 辐射安全管理与辐射环境监测	77
6.1 辐射安全管理机构与人员	77
6.2 辐射安全管理规章制度	77
6.3 辐射监测	78
第七章 辐射环境风险评价	81
7.1 辐射环境风险事故识别	81
7.2 辐射环境风险防范措施及应急预案	81

第八章 环境影响经济损益分析	84
8.1 项目投资、经济和社会效益分析	84
8.2 环境经济损益分析.....	85
8.3 环境效益分析	86
第九章 结论与建议	87
9.1 结论.....	87
9.2 建议	89
附图（略）	
附件（略）	

第一章 概述

1.1 项目概述

1.1.1 项目由来

江苏域潇锆钛矿业有限公司（以下简称“域潇矿业”）注册立于 2020 年 7 月，注册资金 1500 万美元，为一家外资全资公司。公司主要从事矿物洗选加工、金属矿石销售、非金属矿物制品制造、非金属矿及制品销售、稀土功能材料销售等业务。

随着锂电池、风电、核电等新能源产业以及航空航天、军工行业的快速发展，锆、钛、钽等稀有金属的需求量逐年增加，而钛精矿、锆英砂、金红石、独居石产品是制造钛白粉及冶炼锆、钛、钽等的主要原料。为满足市场需求，江苏域潇锆钛矿业有限公司拟投资 60500 万元，在江苏大丰港经济开发区特钢新材料产业园（南区）内建设年处理 60 万吨锆钛矿精选项目。2020 年 3 月 30 日，江苏域潇锆钛矿业有限公司与江苏大丰港经济开发区管委会及大丰区海城实业发展有限公司签订项目投资协议书，收购江苏大丰港经济开发区管委会全资子公司大丰区海城实业发展有限公司在特钢园区通过拍卖取得的 216 亩土地，该土地原属江苏鑫源丰新材料股份有限公司，为特钢园区内规划企业。

本项目锆钛矿原料来源全部来自进口，产地为济南域潇集团有限公司在莫桑比克持有的锆钛矿采矿权证的矿山，另有少部分来自澳洲和非洲其他地区。锆钛矿原料为粗选后钛锆毛矿，公司拟采用重选、磁选、电选等工艺对锆钛中矿进行进一步精选，形成钛精矿、锆英砂、金红石、石榴石、独居石及含钛磁铁矿等产品，设计生产规模为钛铁精矿 36 万吨/年，锆英砂 4 万吨/年，金红石 1.3 万吨/年，石榴石 8 万吨/年，独居石 1.5 万 t/a，含钛磁铁矿 3.2 万 t/a。项目产生的尾矿砂（尾渣）每年约 6 万吨，拟作为建筑材料外售。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令 2017 年第 44 号，2018 年 4 月 28 日修正），本项目属于“五十、核与辐射”第

190 条“伴生放射性矿产资源的采选、冶炼及废渣再利用（新建、扩建）”类别，需编制环境影响报告书。江苏域潇锆钛矿业有限公司已委托南大环境规划设计研究院（江苏）有限公司对本项目进行了环境影响评价（不包括辐射环境影响）。受建设单位委托，江苏辐环环境科技有限公司承担了该项目辐射环境影响评价工作。接受委托后，通过对项目现场勘察、资料收集及研读相关技术资料等工作的基础上，根据国家相关法律法规、标准编制完成《江苏域潇锆钛矿业有限公司年处理 60 万吨锆钛矿精选项目辐射环境影响报告书》。

本项目属于伴生矿产资源开发利用项目，报告书的章节和内容设置主要参照《关于发布《矿产资源开发利用辐射环境影响评价专篇格式与内容（试行）》的通知》（环境保护部办公厅文件 环办[2015]1 号），同时依据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）和《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）（参考）对部分章节内容和格式进行了调整。

1.2 项目周围环境

江苏域潇锆钛矿业有限公司位于江苏大丰港经济开发区特钢新材料产业园内，公司东侧为江苏三和不锈钢有限公司，南侧为江苏盛川材料科技有限公司，西侧为江苏鑫源丰新材料股份有限公司，北侧为江苏宏都新材料有限公司。公司厂区内及周围环境见图 1-2～图 1-6。



图 1-2 项目拟建位置全景



图 1-3 项目拟建场址东侧



图 1-4 项目拟建场址西侧



图 1-5 项目拟建场址东侧



图 1-6 项目拟建场址西侧

1.3 编制依据

本报告书编制的依据，包括国家法律法规、标准和相关部门的支持性文件和技术文件等。

1.3.1 国家有关法律、法规

- (1)《中华人民共和国环境保护法》，自 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 日起施行；
- (4)《建设项目环境保护管理条例》(2017 年国务院令第 682 号，2017 年 7 月 16 日修订，自 2017 年 10 月 1 日起施行)；
- (5)《放射性废物安全管理条例》，国务院令第 612 号；
- (6)《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录（第一批）》(环办[2013]12 号)；
- (7)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(环境保护部令第 44 号，

2018 年 4 月 28 日修正)；

(8)《江苏省辐射污染防治条例》，江苏省人大常委会，2018 年 3 月 28 日修订，5 月 1 日起施行。

(9)《关于印发〈企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法(试行)〉的通知》(环发〔2015〕4 号)

(10)《江苏省突发环境事件应急预案管理办法》(苏环规〔2014〕2 号)；

1.3.2 评价技术导则

(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；

(2)《关于发布《矿产资源开发利用辐射环境影响评价专篇格式与内容(试行)》的通知》(环境保护部办公厅文件 环办[2015]1 号)(参考)；

(3)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)(参考)

(4)《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61—2001)。

1.3.3 本项目相关文件

(1)中国域潇资源控股有限公司锆钛矿精选项目投资协议书，2020 年 3 月；

(2)江苏域潇锆钛矿业有限公司年处理 60 万吨锆钛矿精选项目备案证(项目代码：2020-320904-09-03-545575)；

(3)江苏域潇锆钛矿业有限公司年处理 60 万吨锆钛矿精选项目可行性研究报告；

(4)江苏域潇锆钛矿业有限公司提供的相关资料、图纸等建设项目相关的其他资料。

1.4 评价因子与评价标准

1.4.1 环境影响因素识别

综合考虑本项目的性质、工程特点、实施阶段(施工期、运营期、服务期满)，识别出可能对各环境要素产生的辐射影响。

γ 射线外照射：锆钛矿原料中伴生有独居石等放射矿石，矿石中的铀

系、钍系元素经过一定历程的衰变，会致使原料场、产品库、选矿生产车间、选矿设备周围具有一定 α 、 β 、 γ 射线，对工作人员产生一定程度的外照射。

放射性废气：锆钛矿原料和产品中含有铀-238、钍-232、镭-226 等放射性核素，选矿过程中、原料及产品（主要是独居石）暂存时含放射性核素衰变排出的含有氡及氡子体、钍射气的放射性废气，在密封环境条件下浓度将增大，吸入人体后对人体产生内照射影响。

放射性废水：本项目锆钛矿精选工艺采用磁选、电选、重选等物理工艺，选矿过程中放射性物质不会分解和溶出，仅具有伴生放射性矿的 SS。项目生产过程中产生的生产废水、压滤机产生的压滤水经废水处理站处理回返回循环水池回用于生产，不外排，正常工况下废水不会对地表水、地下水环境产生辐射影响。

放射性固体废物：锆钛矿原料中伴生有独居石等放射矿石，采选后原料中放射性核素 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 会发生富集，主要集中在独居石产品中。物理选矿不会破坏矿物结构，所以天然放射性元素始终在独居石等主品内，独居石作为稀土原料销售给有资质的单位。钛铁精矿、金红石、石榴石等产品及尾矿砂中放射性水平通常不超过清洁解控水平，尾渣作为建筑材料外售。

1.4.2 评价因子

外照射评价因子： γ 辐射剂量率

地表水放射性评价因子：总 α 、总 β 、铀、钍、镭-226

土壤放射性评价因子：铀-238、钍-232、镭-226、

大气环境评价因子（内照射影响因子）：氡射气（Rn-222）、粉尘

1.5 评价标准

1.5.1 辐射环境现状评价标准

（1） γ 辐射吸收剂量率

参照《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局 1995.8）中江苏

省原野、道路、建筑物 γ 辐射剂量率调查监测值，详见表 1-1。

表 1-1 江苏省原野、道路、建筑物 γ 辐射（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

	原野	道路	建筑物内
范围	33.1 ~ 72.6	18.1 ~ 102.3	50.7 ~ 129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差 (s)	7.0	12.3	14.0

*：评价时参考的数值

（2）地表水放射性评价依据

参照《中国环境天然放射性水平：江苏省水体中天然放射性核素浓度调查研究》（国家环境保护局，1995.8）中全省江湖水体中天然放射性核素浓度调查值，水体中总 α 、总 β 参照《生活饮用水卫生标准》（参考）（GB 5749-2006）中放射性指标，详见表 1-2，表 1-3。

表 1-2 江苏省水体中天然放射性核素浓度

天然核素		U ($\mu\text{g/L}$)	Th ($\mu\text{g/L}$)	^{226}Ra (mBq/L)
调查结果	江河	0.11-2.29	0.01-0.79	2.0-20.0

表 1-3 生活饮用水卫生标准（GB 5749-2006）（单位：Bq/L）

类别	放射性指标	指导值	备注
生活饮用水	总 α 放射性	0.5	参考
	总 β 放射性	1	

（3）土壤放射性评价依据

参照《中国环境天然放射性水平：江苏省土壤中天然放射性核素含量调查研究》（国家环境保护局，1995.8）中全省土壤中天然放射性核素含量调查值，详见表 1-4。

表 1-4 土壤中天然放射性核素含量（单位：Bq/kg）

天然核素	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra
调查结果	14.1-62.1	17.9-67.9	13.1-89.6

1.5.2 污染物排放评价标准

(1) 职业人员及公众人员年有效剂量管理目标值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002): 第 4.3.2.1 款, 应对个人受到的正常照射加以限制, 以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外, 由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B (标准的附录 B) 中规定的相应剂量限值, 见表 1-5。

表 1-5 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对 象	要 求
职业照射 剂量限值	①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。 ②任何一年中的有效剂量, 50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值: ① 年有效剂量, 1mSv; ② ②特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

本项目管理目标: 本项目以职业照射年平均有效剂量限值的 3/10 即 6mSv 为职业人员年有效剂量约束值, 以公众照射年有效剂量限值的 1/10 即 0.1mSv 为公众年有效剂量约束值。

(2) 空气中的氡

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002) 中第 1.4.2.1 款, 对于住宅和工作场所的氡持续照射情况, 最优化的行动水平应处于附录 H 中所规定的水平范围之内。

附录 H: 持续照射情况下的行动水平

H1 住宅中的氡 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。

H2 工作场所中氡 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 $1000\text{Bq}^{222}\text{Rn}/\text{m}^3$ 时应采取补救行动。

(3) 空气中的铀、钍。

①《稀土生产场所中放射卫生防护标准》(GBZ139-2002)(参照)

5.5 稀土生产放射工作场所空气中含有铀、钍等天然放射性核素的粉尘浓度应低于 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

②《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011)(参照),

“表 5 新建企业大气污染物排放限值”中车间或生产设施排气筒处铀钍总量排放浓度限值为 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

“表 6 现有企业和新建企业边界大气污染物浓度限值”中铀钍总量浓度限值为 $0.0025\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(4) 放射性固体废物管理要求

本项目固体废物主要尾矿砂, 固体废物处理管理执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)和《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002)(参照), 放射性污染物应妥善收集、处理、整备、运输、存储和处理处置, 确保:

(1) 放射性废物对工作人员与公众的健康及环境可能造成的危害降低到可以接受的水平;

(2) 放射性废物对后代健康的预计影响不大于当前可以接受的水平;

(3) 不给后代增加不适当的负担;

(5) 场址退役执行标准

《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素浓度活度》(GB27742-2011)。

《放射性污染的物料解控和场址开放的基本要求》(GBZ 167-2005)。

《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定》(HJ 53-2000)。

1.6 评价范围和保护目标

1.6.1 评价范围

参考《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016),结合项目特点及污染物排放特征,本项目评价范围为:

(1) γ 辐射、氡射气:厂区周围 50m。

(2) 土壤:厂区内及厂外 100 米范围内土壤。

1.6.2 辐射环境保护目标

江苏域潇锆钛矿业有限公司位于江苏大丰港经济开发区特钢新材料产业园内,公司所在地为工业园区,东侧为江苏三和不锈钢有限公司,南侧为江苏盛川材料科技有限公司,西侧为江苏鑫源丰新材料股份有限公司,北侧为江苏宏都新材料有限公司。公司周围 200m 范围内没有自然保护区、风景名胜区及村庄住宅、医院、学校等环境敏感区域,本项目辐射保护目标主要为公司厂区和周边厂区内的工作人员。

1.7 产业政策、规划符合性

1.7.1 产业政策符合性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录(2019 本)》中“鼓励类”项目(四十三、环境保护与资源节约综合利用—24、共生、伴生矿产资源综合利用技术及有价元素提取),属于《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录(2012 年本)》中“鼓励类”项目(二十一、环境保护与资源节约综合利用—25.鼓励推广共生、伴生矿产资源中有价元素的分离及综合利用技术)。

本项目拟采用重选、磁选、电选等工艺对锆钛中矿进行进一步精选,不含有《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录(2010 年本)》中列出的淘汰设备,满足法律、法规、产业政策中的要求。

本项目不属于《江苏省工业和信息产业结构调整限制淘汰目录和能耗限额的通知》(苏政办发〔2015〕118 号)产业结构调整限制淘汰目录中限制类或者淘汰类项目,未列入落后产品名录。

项目未列入《长江经济带发展负面清单指南（试行）》及《〈长江经济带发展负面清单指南〉江苏省实施细则（试行）》名录内。

综上所述，本项目的建设符合产业政策的相关要求。

1.7.2 规划符合性

本项目位于江苏大丰港经济开发区特钢新材料产业园（南区）内，根据《江苏大丰港经济开发区大丰港特钢新材料产业园（南区）规划环境影响报告书》及其审查意见（盐环审〔2020〕8号），园区产业定位为：主要依托联鑫钢铁、宏都新材料等10多家企业，通过并购、重组，发展有色金属加工（不含重有色金属冶炼）、镍铁新材料、钒钛合金及不锈钢制品深加工等产业，不得新增新的企业，同时，结合本地区资源特征，适度配置资源综合利用项目及仓储物流业，完善固体废弃物处置等环保基础设施，打造区域循环经济产业链。

本项目为金属矿物、非金属矿物采选及制品销售，2020年3月30日，公司与江苏大丰港经济开发区管委会及大丰区海城实业发展有限公司签订项目投资协议书，产业性质符合园区产业定位。

1.7.3 “三线一单”相符性分析

1.7.3.1 生态保护红线相符性分析

根据《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74号）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1号）和《盐城市生态红线区域保护规划》（盐政办发〔2014〕121号），距离本项目最近的生态空间保护区域有“盐城湿地珍禽国家级自然保护区”、“大丰林海省级森林公园”。项目周边生态空间保护区域与本项目的位关系见表1-6。

表 1-6 生态空间保护区域基本情况

红线 区 名 称	红线区域范围	面积 (平方 公里)	与本项 目位置 关系
	地理位置		
盐城 湿地 珍禽 国家 级自 然保 护区	核心区（大丰区）范围：东界为海水-3 米等深线（D11#至 88#），南界从 88#沿斗龙港出海河至 94#，西界从 99#折至 97.2#沿线至 97#折至 96#，再从 96#沿海堤公路中心线至 95#，再经过 92#至 93#，再折至 94#，北界至射阳—大丰界线。 南缓冲区（大丰区）范围：东界为海水-3 米等深线，北界为亭湖—大丰界限（从点 28#至 97.1#），西界从点 29#直线至 30#，沿一排河中心直线至 31#，再沿海堤公路中心线至 32#，沿直线至 69#，再沿直线至 JB26#，南界从点 JB26 沿四卯西河东延线至 D15#。 实验区包含三部分，分别为： 1.南一实验区（大丰区）范围：北界从点 JB25#沿海堤公路中心线至 69#，沿直线至 JB26#，沿四卯西河东延线至 D15#，西界为临海高等级公路（从点 JB25#至 JB28#），南界从控制点 JB28#开始，直线至 JB29#，至 JB30#，沿四卯西河南 3000 米延长线至控制点 D15.1#，东界为海水-3 米等深线。 2.南二实验区（大丰区）范围：北界以竹港出海河及其延长线为界，西界以 20 世纪 50 年代老海堤复河为界，南界以大丰—东台界线为界，东界以海水-3 米等深线为界。 3.东沙实验区（大丰区）范围：东界从控制点 D23#经过 D24#、D25#、D27#至控制点 D28#，南界为大丰—东台界线，西界从控制点 49.1#经 49#至控制点 50#，北界从控制点 50#经过 51#至控制点 D23#。	435.26	N 7.93km
大丰 林海 省级 森林 公园	包含两部分：南区东至海堤河，南至四中沟，西至建川村，北至建川河；北区东至运料河，南至川东港，西至二坚河，北至竹港河全部为二级管控区	24.67	SW 16.68 km

距离本项目最近的生态空间保护区域为盐城湿地珍禽国家级自然保护区，约 7.93km，本项目的建设符合生态保护红线要求。

1.7.3.2 环境质量底线

（1）环境空气

本项目生产过程中主要产生的大气污染物为颗粒物（粉尘），项目采用了密封设备和布袋除尘技术，除尘效率达 99.4%，经预测对周边环境影响较小，本项目粉尘的排放不会突破大气环境质量底线。

（2）地表水、地下水

本项目生产废水经生产用水部分经污水处理站处理后回用，生活污水

排入园区废水管网，园区生活污水和经预处理达到接管标准的工业废水由管道送至江苏海环水务有限公司进行处理。项目生产废水不外排，不会增加地表水、地下水水质污染负荷，对区域地表水体、地下水影响很小。

(3) 土壤

本项目所在地土壤所测各项指标均处于江苏省天然辐射水平，土壤环境质量较好。本项目运行后没有放射性固体废物和放射性废水排放，少里沉积的粉尘对土壤环境影响较小。

综上，本项目的建设和运行对周围大气、地表水、地下水、土壤等环境影响甚微，项目的建设能够满足环境质量底线的要求。

1.7.3.3 资源利用上线

本项目运营过程中用水主要为生活用水、生产用水、绿化用水等，生产废水经污水处理站处理后回用于粗矿精选，本项目所在园区基础设施完善，现状用水由大丰区第二自来水厂供给，取水水源为京杭运河宝应段，通榆河为应急备用水源。大丰区水资源充足，本项目全部建成后，不会超过水资源利用上限。

本项目位于大丰港特钢新材料产业园（南区），选址为工业用地，占地面积 144000m²，为收购原江苏鑫源丰新材料股份有限公司所有土地进行建设，不新增用地指标，因此本项目的建设不会超过园区规划的土地资源利用上限。

综上，本项目不会超过当地资源利用上限。

1.7.3.4 环境准入负面清单

1、本项目属于《产业结构调整指导目录（2019 本）》中“鼓励类”项目，属于《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012 年本）》中“鼓励类”项目；

2、本项目不属于《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录（2010 年本）》中的项目；

3、本项目不属于《江苏省工业和信息产业结构调整限制淘汰目录和

能耗限额的通知》(苏政办发〔2015〕118号)产业结构调整限制淘汰目录中限制类或者淘汰类项目,未列入落后产品名录;

4、本项目未列入《长江经济带发展负面清单指南(试行)》及《〈长江经济带发展负面清单指南〉江苏省实施细则(试行)》名录内。

因此本项目的建设符合环境准入负面清单的要求。

综上所述,本项目符合“三线一单”管理要求。

1.8 评价目的和评价重点

1.8.1 评价目的

本次评价内容主要是对选矿过程中产生的放射性污染对周围环境的辐射影响作分析评价,并对该项目周围辐射环境现状做调查,分析和评价本项目对周围环境及工作人员的辐射影响,论证项目污染防治防护措施可行性,提出相应的对策与建议,为管理部门提供管理依据。

1.8.2 评价重点

(1)通过工程分析,污染防治措施分析等,评价锆钛矿选矿过程中产生的 γ 辐射、氦及氦子体等污染因素对周围环境和职业工作人员、公众的辐射影响。

(2)分析评价锆钛矿选矿过程中产生“三废”对环境的影响及其处理处置措施。

第二章 工程分析与源项

2.1 工程概况

2.1.1 项目名称、性质、建设地点、项目总投资

项目名称：年处理 60 万吨锆钛矿精选项目；

建设单位：江苏域潇锆钛矿业有限公司；

项目性质：新建；

建设地点：盐城大丰港经济开发区特钢新材料产业园（南区）；

项目投资：60500 万元，其中环保投资 1500 万元，占投资总额的 2.48%；

占地面积：216 亩（约 144000m²），绿地率 13%；

职工人数：职工定员 186 人，其中生产人员 168 人，管理人员 18 人；

工作制度：年工作 300 天，三班制，每班 8h，年运行 7200 小时。

预计投产时间：2021 年 6 月

2.1.2 产品方案

本项目年处理 60 万吨锆钛矿，主要产品有钛精矿、锆英砂、金红石、石榴石等产品，具体产品方案见表 2-1。

表 2-1 本项目产品方案表

序号	产品名称	产品规格	年产量 (t/a)	年运行时数 (h)
1	钛精矿	TiO ₂ %≥48%	36 万	7200
2	锆英砂	ZrO ₂ %≥63%	4 万	
3	金红石	TiO ₂ %≥90%	1.3 万	
4	石榴石	TiO ₂ %<5%	8 万	
5	独居石	REO%+ThO ₂ %=60%~63%	1.5 万	
6	含钛磁铁矿	TiO ₂ %=30%~35%，TFe%≥30%	3.2 万	
7	尾砂	/	6 万	
合计			60 万	

2.1.3 建设内容和工程组成

江苏域潇锆钛矿业有限公司在大丰港经济开发区特钢新材料产业园

新建年处理 60 万吨锆钛矿精选项目，项目由主体工程、辅助工程和办公生活区组成，厂区内由西向东依次布置有钛矿、锆英加工处理区、仓储区、公用工程区和办公生活区等。

本项目共设置 10 个生产车间，分别为钛矿湿磁车间、锆英螺旋溜槽车间、锆英摇床车间、精矿浮选清洗车间、湿矿烘干车间、钛矿干磁车间、钛矿精细车间、锆英电选车间、锆英金红精细车间、石榴石独居石生产车间，各车间均为一层、层高均为 12m。辅助工程包括污水处理站、配电房、循环水池等；办公生活区包括办公综合楼、宿舍楼等。

（1）主体工程

项目主体工程建设内容见表 2-2。

表 2-2 本项目主体工程一览表

序号	建、构筑物名称		占地面积(m ²)	车间功能
1	主体工程	钛矿湿磁车间	6400	主要工艺为毛矿粗筛+脱水分级+磁选。设置 2 个圆筒筛，日处理 2000t 毛矿进入后续工段
2		精矿浮选清洗车间	2325	主要为擦洗浮选工艺，利用独居石的亲油性，在浮选机中加入植物油酸，将独居石分选出来
3		湿矿烘干车间	5000	设置 4 台烘干炉，3 台烘干能力为 30t/h，1 台烘干能力为 15t/h
4		钛矿干磁车间	1875	设置一条干式磁选生产线，年产能为 33 万 t/a 钛精矿、3.2 万 t/a 含钛磁铁矿、7000t/a 独居石
5		钛矿精细车间	1250	为钛矿干磁车间的配套配矿车间
6		锆英螺旋溜槽车间	1800	设置螺旋溜槽、旋流器等多级重选工艺
7		锆英摇床车间	3600	将来自锆英螺旋溜槽车间的粗矿进一步重选
8		锆英电选车间	1875	设置两条电选生产线，一条生产线产能为 4 万 t/a 锆英砂，另一条产能为 1.3 万 t/a 金红石
9		锆英金红精细车间	1250	为锆英电选车间和石榴石独居石车间的配套配矿车间
10		石榴石独居石生产车间	2500	设置两条生产线，一条生产线产能为 1.5 万 t/a 独居石，另一条为 3 万 t/a 钛精矿、8 万 t/a 石榴石

(2) 公用及辅助工程

本项目公用及辅助工程见表 2-3。

表 2-3 本项目公用及辅助工程一览表

序号	建、构筑物名称		占地面积(m ²)	车间功能
1	公用工程	给、排水	/	新鲜水由园区市政管网供给,目前园区内已建成 DN500 的供水主管道 生产废水处理回用,不排放;生活污水经处理后回用于厂区绿化
2		供电	/	由 110kV 变电站引入园区 10kV 开闭所内,年用电量为 2527.20 万 kW·h
3		雨水池	1000	本项目设置一个雨水池(深度 3m)
4		循环水池	9000	本项目设置一个循环水池(深度 3m),用于生产废水回用
5	贮运工程	原料钢仓	531	2 个,内径 26m,高度 19m,每个储量 2.5 万吨,共 5 万吨
6		钛矿产品钢仓	314	2 个,内径 20m,高度 13m,每个储量 0.5 万吨,共 1 万吨
7	环保工程	废气处理	/	湿矿烘干车间设置 4 台烘干炉,每台烘干炉自带 1 套布袋除尘装置;钛矿精细车间、锆英金红精细车间各配置 1 套布袋除尘装置;全厂共设置 6 套除尘装置,共配备 6 根 15m 高排气筒,实行高空排放
8		废水处理	/	设置有污水处理站,生产废水经酸碱中和+混凝沉淀后循环使用,项目生产废水不外排;生活污水经地埋式生物接触氧化池处理后回用于厂区绿化
9	办公设施	办公楼	/	4 层建筑,用于办公
10		宿舍	/	6 层建筑,用于员工倒班休息
11		门房及其他	400	/

本项目运输主要是原料矿石、辅助材料及成品矿石,为降低生产成本,厂外运输均委托专业运输公司,厂内运输利用叉车。

2.2 生产工艺分析

锆钛矿精选工艺主要为物理选矿，包括、磁选、电选和重选（摇床）等，基本原理为：

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，独居石具有非导电性和弱导磁性，钛铁矿具有导电性和有磁性。利用各矿石的导电、导磁性的不同，可以通过磁选将原矿分为铁矿砂、钛精矿和不导磁矿混合物。其中，铁矿砂直接作为副产品出售，钛矿须进一步磁选，得出钛精矿产品。不导磁的锆英砂、金红石及尾矿砂，利用物矿比重差异，采用重力摇床将不导磁的锆英砂、金红石及石英砂分离，获得锆英砂中矿、金红石中矿及石英砂。各中矿再经过多次干式磁选和多次电选，得到各自精矿。项目生产工艺流程见图 2-1。各产品具体工艺流程如下。

2.2.1 钛锆毛矿湿选

钛矿湿磁车间是对毛矿进行湿式粗选，主要包括圆筒筛粗筛、螺旋分级、中磁选、强磁选、真空脱水等工序。

（1）圆筒筛粗筛

原料钢仓内的钛锆毛矿通过摆式给矿机经传送带输送至钛矿湿磁车间圆筒筛，同时按 1:2（原料和水质量比）的比例加水进行湿式筛分，通过圆筒筛将粒径 $>2\text{mm}$ 的粗尾矿筛出，该部分尾矿所占比例约为原料毛矿的 0.5%。粗尾矿含水率约为 8%，筛分出的粒径 $\leq 2\text{mm}$ 的毛矿和循环水一同进入螺旋分级工序。

（2）螺旋分级

螺旋分级是利用螺旋分级机（沉没式）去除粒径 <200 目的细尾矿。沉没式螺旋分级机的原理：根据毛矿颗粒大小不同，比重不同，因而在液体中的沉降速度不同，小颗粒毛矿随水流走，大颗粒毛矿沉入槽底，进而达到分选的目的。

该部分需加水保持螺旋分级机内矿浆浓度为 30%，粒径 <200 目的细尾矿浮游在水中被溢流水带走进入水处理系统（尾矿砂），该部分细尾矿所

占比例约为原料毛矿的 0.5%。粒径介于 200 目~2mm 之间的毛矿沉于槽底，利用螺旋片旋入磁选机。

（3）中磁选

磁选是利用各种矿物磁导率的不同，使它们通过一个磁场，由于不同矿物对磁场的反应不同，磁导率高的矿物被磁盘吸起，再失磁掉落，经集料漏斗将其收集，磁导率低的不被吸起，留在物料中随转动着的皮带，作为尾矿带出去而得以分离。

中磁选设备为湿式磁选机（中磁），设置磁场强度为 4000Gs，可筛分出的强磁性矿和弱磁性矿。毛矿进入磁选机前需加水将浓度调至约 30%，中磁选后分别产生了磁性矿物和弱磁性矿物。强磁性矿进入脱水工序，弱磁性矿进一步强磁选。

（4）强磁选

强磁选设备为湿式磁选机（强磁），设备原理与中磁选相同，该部分设置两道强磁选，磁场强度均为 10000Gs，最终筛分出的弱磁性矿物和非磁性矿。

至此，湿式磁选基本结束，通过湿式磁选将粒径位于 200 目~2mm 的混合毛矿区分为强磁性矿、弱磁性矿和非磁性矿。

（6）真空脱水

毛矿经上述工序分选后，在进入烘干炉或螺旋重选前均需进行真空脱水。真空脱水是利用真空脱水皮带在真空作用下对湿毛矿进行连续吸滤和干燥，真空脱水可将毛矿的含水率由 15%降至 5%。

2.2.2 湿矿烘干

经磁选产生的磁性矿、弱磁性矿和非磁性矿经螺旋分级、真空脱水等工序后，通过皮带输送至湿矿烘干车间进行烘干。湿矿烘干车间配备有 4 台烘干炉，其中 2 台烘干能力 30t/h 的烘干炉接收经真空脱水后的强磁性矿，烘干后输送至钛矿干磁车间；1 台烘干能力 30t/h 的烘干炉接收经真空脱水后的石榴石中矿和独居石中矿，烘干后输送至石榴石独居石车间；

另外 1 台烘干能力 15t/h 的烘干炉接收经真空脱水后的锆英砂中矿和金红石中矿，烘干后输送至锆英电选车间。

烘干炉以天然气为燃料，湿矿通过皮带输送至烘干炉，热空气与物料直接接触以达到烘干的目的，烘干温度为 120~150℃，每台烘干炉均自带除尘系统，燃烧烟气、蒸发的水蒸气和烘干时产生的粉尘混合废气经除尘设施后通过 15m 高排气筒排放。

2.2.3 钛精矿、磁铁矿选矿工艺

钛精矿具有强导电性和强导磁性，主要成分为 TiO_2 ，可通过磁选和电选得到不同品级的产品；独居石因经常呈单晶体而得名，是稀土金属矿的主要矿物之一，常含钍、铀等元素，具有弱导电性和中导磁性，可通过磁选得到。

烘干后的强磁性毛矿通过皮带输送至钛矿干磁车间，通过进一步磁选和电选将烘干后的毛矿精选得到不同品级的钛精矿、含钛磁铁矿以及独居石。钛矿干磁车间所用磁选设备为三辊钛矿机和独居强磁机，通过设置不同强度的磁场，逐步分选出不同纯度的钛精矿，并利用独居强磁机分选出独居石；电选设备为 4 辊双排电选机，在高压电场作用下，利用各种矿物的不同导电性，调节电选机电场的大小，从而实现强导电矿物、弱导电矿物和非导电矿物的分选。

经磁选、电选出的磁铁矿、钛精矿、独居石在钛矿精细车间中根据不同产品精度的需求，将不同品级的精矿混合配成所需精度的成品，然后分别输送至相应的产品贮存区贮存。

钛矿干磁车间所分选矿石为干式物料，原料矿石通过皮带输送时将产生粉尘。项目采用密封输送工艺，对钛矿干磁车间产生的颗粒物进行全封闭收集，并通过风机将颗粒物引至钛矿精细车间除尘系统进行除尘，通过 15m 高排气筒排放。根据建设单位提供的资料，钛矿干磁车间粉尘的产生量为该车间毛矿总量的 0.005%。

2.2.4 锆英石、金红石选矿工艺

（1）锆英螺旋溜槽车间

锆钛毛矿强磁选分选出的非磁性矿物经螺旋分级和真空脱水由输送带输送至锆英螺旋溜槽车间，然后由摆式给矿机给入对应的输送带输送至大螺旋溜槽、小螺旋溜槽，大螺旋溜槽的中矿经大螺旋溜槽扫选后生成最终的尾砂，小螺旋溜槽精矿作为最终精矿，小螺旋溜槽尾矿进入摇床，摇床精矿与小螺旋溜槽精矿形成最终精矿，摇床尾砂作为最终尾砂产品。

锆英螺旋溜槽车间包含螺旋重选和旋流重选两种工序。锆英砂具有非导电性和非导磁性，可通过重选将锆英砂中矿分选出来，重选的目的是为除砂。

螺旋重选所使用的设备为螺旋溜槽，非磁性矿经真空脱水后含水率仅为 5%，进入螺旋溜槽前需加水将浓度调至 30%，水的来源为选矿循环水。螺旋溜槽具有占地面积小、结构简单、无需动力、处理量大的特点，利用矿物比重、粒度和形状上的差异，通过重力和旋流产生的离心力作用，将矿和砂区分开。

旋流重选所用设备为旋流器，亦是通过重力和旋流产生的离心力作用，进一步将矿和砂区分开。分选出的矿物进入下一步锆英摇床车间，分选出的尾砂含水率约为 8%，直接作为尾矿出售。

（2）锆英摇床车间

锆英螺旋溜槽车间分选出的粗矿在摇床车间进一步分选、排尾（尾砂）。大小螺旋溜槽的尾矿经分级旋流器进行分级，旋流器沉砂产品进入螺旋溜槽，与螺旋精矿合并进入摇床，摇床精矿与重选精矿合并进入精矿清洗车间，经浮选机擦洗后产品经脱水和烘干进入 4 段双排电选，电选尾矿作为尾矿产品，电选的最终精矿进入弧板电选机。擦洗浮选产生的独居石中矿输送至石榴石独居石生产车间作进一步分选。

（3）锆英电选车间

擦洗浮选工段分选出的锆英粗矿经烘干炉烘干后在锆英电选车间进

行电选。锆英砂不导电，金红石具有导电性，故可以通过电选进行区分。分选过程中产生的尾矿利用周转车运至锆英螺旋溜槽车间进一步分选。弧板电选机精选出锆英砂和金红石后，再分别进入下一步强磁选工序，磁选后精矿经筛分分级后生成锆英砂和金红石精矿产品。根据建设单位提供的资料，该工序粉尘的产生量为该车间毛矿总量的 0.005%。

经磁选、电选出的锆英砂和金红石矿在锆英金红精细车间中根据不同产品精度的需求，将不同品级的精矿混合配成所需精度的成品，然后输送车间内产品区贮存。

2.2.5 独居石、石榴石选矿工艺

石榴石独居石车间包含 2 条生产线，经烘干后的石榴石中矿和独居石中矿分别进行精选。

钛矿湿磁车间强磁选工序分选出的弱磁性矿物及锆英重选分选出的非磁性矿物均进入清洗车间进行浮选，精矿清洗车间是利用独居石的亲油性，在浮选机中加入植物油酸，通过搅拌将独居石分选出来。浮选产生的独居石中矿在烘干炉中烘干后，通过磁选和电选将独居石中矿中的尾矿砂筛出，最后利用独居强磁机分选出独居精矿，尾矿利用周转车运至锆英螺旋溜槽车间进一步分选。

浮选机底部的沉砂（石榴石中矿）经螺旋分级、真空脱水后，由皮带传输至烘干炉烘干，经进一步的磁选和电选，分选出钛精矿、石榴石精矿。

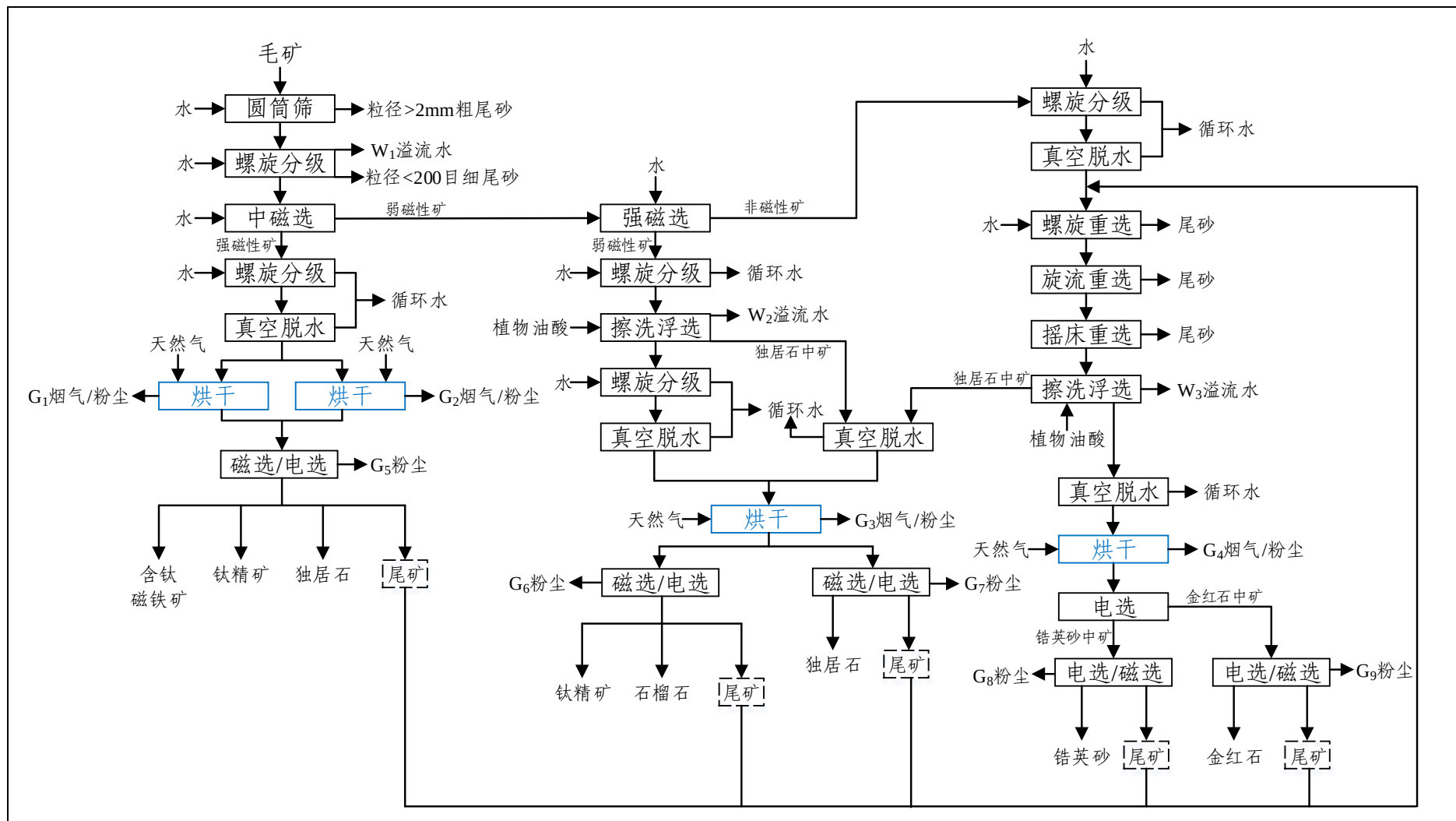


图 2-1 项目工艺流程示意图

2.3 原辅材料消耗及工程设备

2.3.1 原辅材料消耗

本项目原辅材料汇总情况见表 2-4。

表 2-4 原辅材料汇总情况一览表

序号	物料名称	年耗量	备注
1	锆、钛中矿	60 万 t	莫桑比克进口
2	衬板	600t	塑料钢骨架结构, 用于浮选机底部, 抗磨损
3	筛网	60t	不锈钢材质、圆筒筛筛网
4	黄油	6t	设备润滑用
5	机油	6t	设备润滑用
6	胶带	12000m ²	橡胶材质、输送带
7	叶轮盖板	240t	塑料钢骨架结构
8	油酸药剂	138t	植物油酸
9	水玻璃	486t	硅酸钠
10	纯碱	408t	碳酸钠
11	6501 清洁剂	108t	擦洗浮选用
12	35%盐酸	400t	废水处理
13	氢氧化钠	200t	废水处理
14	聚合氯化铝(PAC)	4.5t	废水处理
15	聚丙烯酰胺 (PAM)	0.9t	废水处理

2.3.2 原料毛矿成分分析

本项目原料全部来自进口, 主要产地为济南域潇集团有限公司在莫桑比克持有的锆钛矿采矿权证的矿山, 少部分是来自澳洲及非洲其他地区的锆钛原料。根据公司提供的相关资料, 其主要矿物成份组成见表 2-5。

表 2-5 本项目原料毛矿化学组成成分一览表

成分比例 (%) 矿物名称	成分分析										
	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	ZrO ₂	SiO ₂	HfO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Cr ₂ O ₃	P ₂ O ₅	其他
毛矿	43.87	21.95	7.92	21.78	0.26	1.85	0.1	0.29	0.25	0.25	1.48

2.4 生产设备

本项目主要设备参数见表 2-6。

表 2-6 本项目生产设备情况

序号	设备名称	型号或规格	产能 t/h	数量/台
一、钛矿湿磁车间				
1	摆式给矿机	400×400	15	18
2	摆式给矿机	750×750	40	4
3	圆筒筛	φ 1000x2000	60	2
4	螺旋分级机（沉没式）	φ 1500	60	2
5	螺旋分级机（沉没式）	φ 1200	40	6
6	真空脱水皮带	DU4/800 型	40	2
7	真空脱水皮带	DU8/1000 型	60	2
8	湿式磁选机（中磁）	2500(0.8T)	60	2
9	湿式磁选机（强磁）	2250(1.3T)	50	2
10	湿式磁选机（强磁）	2250(1.3T)	30	2
11	吊泵	11kw	60	5
12	吊泵	7.5kw	30	6
13	储料斗	10m ³	/	4
14	水泵	5.5kw	120	6
二、锆英螺旋溜槽车间				
1	旋流器	φ 300	10	8
2	螺旋溜槽	φ 1200	10	20
3	螺旋溜槽	φ 600	4	20
4	旋流器	300*2	10	2
5	吊泵	5.5kw	20	10
6	吊泵	7.5kw	30	2
7	水泵	5.5kw	120	2
三、锆英摇床车间				
1	摇床	4500×1580	2	160
2	储料斗	15m ³	/	8
3	分矿器 20 孔	/	40	8
4	吊泵	5.5kw	20	16
5	水泵	5.5kw	120	16

序号	设备名称	型号或规格	产能 t/h	数量/台
四、精矿清洗车间				
1	浮选机	5A	槽	40
2	搅拌桶	$\phi 1200$	50	6
3	水泵	5.5kw	120	3
4	吊泵	5.5kw	20	6
5	真空脱水皮带	DU4/800 型	40	3
6	储料斗	15m^3	/	3
五、湿矿烘干车间				
1	普通烘干炉	$\phi 2 \times 20\text{m}$	30	3
2	普通烘干炉	$\phi 1.5 \times 18\text{m}$	15	1
六、钛矿干磁车间				
1	三辊钛矿机	$\phi 160 \times 1500$	3	48
2	4 辊双排电选机	$\phi 160 \times 1500$	3	16
3	独居强磁机	$\phi 160 \times 1500$	3	8
4	提升机	/	12	10
5	储料斗	15m^3	/	8
6	提升机	/	6	30
7	储料斗	10m^3	/	10
七、锆英电选车间				
1	4 辊双排电选机	$\phi 160 \times 1500$	3	42
2	弧板电选机	/	3	24
3	储料斗	15m^3	/	7
4	储料斗	10m^3	/	18
5	永磁机	$\phi 100 \times 1200$	3	18
6	提升机	/	9	13
7	提升机	/	6	24
8	振动筛	$\phi 1.5\text{m}$	/	3
八、石榴石独居石车间				
1	三辊钛矿机	$\phi 160 \times 1500$	3	6
2	4 辊双排电选机	$\phi 160 \times 1500$	3	6
3	独居强磁机	$\phi 160 \times 1500$	3	4
4	弧板电选机	/	3	4
5	提升机	/	12	6

序号	设备名称	型号或规格	产能 t/h	数量/台
6	提升机	/	6	7
7	储料斗	15m ³	/	7
8	储料斗	10m ³	/	3

九、污水处理站

1	水泵	5.5kw	120	3
2	压滤机	100m ²	/	2
3	浓密机	Φ20m	/	1

十、除尘系统

1	除尘系统	集中式脉冲行喷袋除尘系统 主风管：Φ850mm 功率：150kw 流量：60000-80000m ³ /h	/	2
---	------	---	---	---

2.5 物料平衡

本项目原料毛矿含水率为 3%，经湿式磁选、干式磁选、重选、电选等工艺分选出钛精矿、锆英砂、金红石、石榴石、独居石、含钛磁铁矿及尾砂共 7 种产品，除尾砂含水率约为 8%外，其他产品均不含水。

为便于项目计算，本项目物料平衡均采用 100%物料进行计算。项目各工段物料平衡见图 2-1。全厂物料平衡见表 2-7。

表 2-7 物料平衡表

投入		产出	
原料	投入量 (t/a)	产品	产出量 (t/a)
锆钛毛矿	600000	钛精矿	360000
		锆英砂	40000
		金红石	13000
		石榴石	80000
		独居石	15000
		含钛磁铁矿	32000
		废气中含尾砂	55.08
		废水中含尾砂	3000
		圆筒筛分选出尾砂	3000
		重选分选出尾砂	53944.92
合计	600000	合计	600000

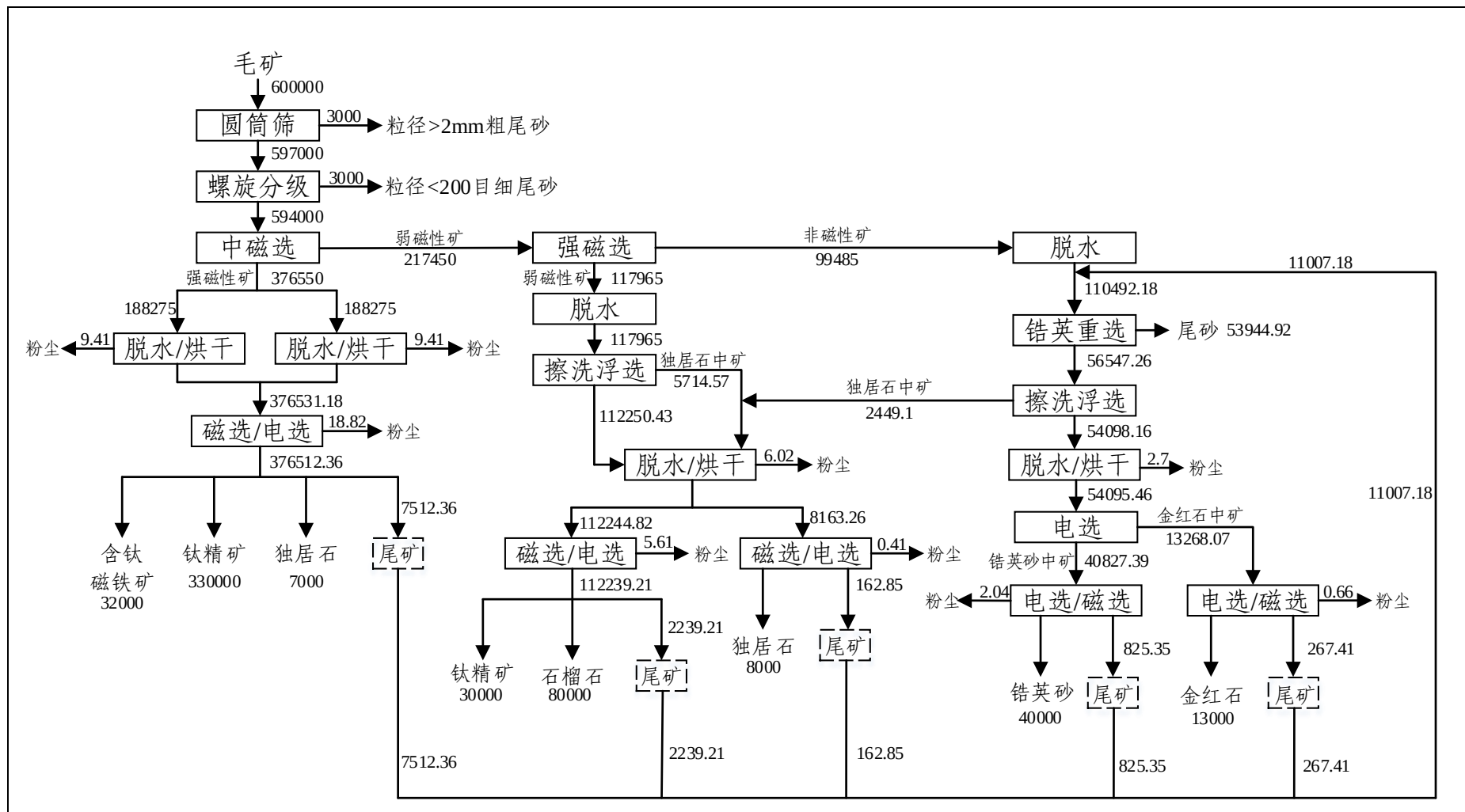


图 2-1 物料平衡图 单位 t/a

2.6 水平衡分析

2.6.1 给排水

2.6.1.1 给水

本项目生产、生活用水由园区市政管网供给，包括生产用水、生活用水、地面冲洗水和绿化用水。

(1) 生产用水

本项目生产用水主要为圆筒筛湿式筛分和选矿车间用水，生产过程中每1t矿需配2t水，项目处理毛矿量为2000t/d，故选矿用水量为120万m³/a。

(2) 生活用水

本项目职工定员186人，参考《江苏省城市生活与公共用水定额》(2014年修订)，用水量按80L/(人·d)计算，故项目建成后总生活用水量为14.88m³/d合4464m³/a。

(3) 地面冲洗水

地面冲洗用水量根据《建筑给排水设计规范》(GB50015-2009)中地面清洗水定额2~3L/(m²·次)来计算，本次环评取2L/(m²·次)。本项目建成后全厂共有27875m²需进行地面冲洗。地面冲洗均使用自来水，冲洗频率按每周1次计，年冲洗频次为43次，故本项目地面冲洗水用量为2397.25m³/a。

(4) 绿化用水

本项目绿化面积约18720m²，根据《建筑给排水设计规范》(GB50015-2009)，绿化浇洒用水定额1~3L/(m²·d)，本项目按3L/(m²·d)计，绿化用水量约16848m³/a。

综上所述，项目生产用水量为4000m³/d，生产用水部分经污水处理站处理后回用，部分直接进入循环水系统。本项目回用水量为3880m³/d，项目生活用水量为14.88m³/d，地面冲洗水8m³/d，地面冲洗水损耗量为1.6m³/d，绿化用水56.16m³/d。因此本项目新鲜水总用量为192.64m³/d(合57792m³/a)。

3.6.1.2 排水

本项目采用“雨污分流”制，分设污水、雨水排水管网。项目采用地埋

式生物接触氧化法处理技术对生活污水进行处理，处理后回用于厂区绿化；生产废水经厂区污水处理站处理后回用于圆筒筛湿式筛分和选矿车间用水。项目废水不外排。

（1）生产废水

本项目生产过程中需用到圆筒筛分、螺旋分级、湿式磁选、螺旋重选、旋流重选、摇床重选、擦洗浮选进行选矿。选矿过程中，螺旋分级是自圆筒筛筛分后第一道工艺，大量粒径<200 目的细尾矿将随溢流水进入污水处理站进行处理；精矿清洗车间产生的独居石粗矿浮选废水亦进入污水处理站进行处理；其他工艺是将水作为介质对粗矿进行精选，所产生的水基本为清水，可直接进入循环水池沉淀后回用。

污水处理站处理工艺为“沉淀+酸碱中和+絮凝沉淀”，处理后的水可以回用于选矿。粒径<200 目的细尾矿量为 10t/d，经板框压滤后含水率为 3%，该部分尾矿带走水量为 0.3t/d（90m³/a）。

项目毛矿含水率为 3%。所产生尾矿的含水率为 8%，该部分尾矿量为 190t/d，带走水量为 15.2t/d（4560m³/a）。其余产品中含水量不再考虑。

（2）生活污水

项目劳动定员 186 人，生活用水量为 14.88m³/d，产污系数取 0.8，生活污水的产生量为 11.9m³/d（3570m³/a）。

（3）初期雨水：根据盐城市暴雨强度计算公式初步估算如下：

$$q = 945.22 \times (1 + 0.761 \times \lg P) / (t + 3.5)^{0.57}$$

式中：q：为设计暴雨强度，L/s·ha；

P：为设计降雨重现期，年，本设计采用 P=2 年；

t：为设计降雨历时，min，地面集水时间 10 分钟；

L：为径流系数，取 0.60。

需收集的初期雨水为原料及产品贮储区的汇水，总汇水面积约 25480m²。经计算，本项目初期雨水（10 分钟）产生量为 362.4t/次，按年均暴雨次数 30 次计，本项目初期雨水量为 10872t/a。

本项目采用“雨污分流”制，分设污水、雨水排水管网。生产用水经污水处理站处理后进入循环水系统，回用于选矿。生活污水经地埋式生物接触氧化法处理技术进行处理，满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）中城市绿化用水标准后回用于厂区绿化，不外排。雨水排水采用雨水口收集，管道输送，排至市政雨水管网。

3.6.2 水平衡图

根据本项目用水情况及排水情况，项目水平衡表见表 2-8。全厂水平衡图见图 2-3。

表 2-8 本项目水平衡表

输入		输出	
名称	输入量 (m³/d)	名称	输出量 (m³/d)
原料毛矿带入	60	尾矿含水	15.5
生产用水补充	113.6	烘干炉烘干	90
生活用水	14.88	生活用水损耗	2.98
地面冲洗水	8	地面冲洗水	8
绿化用水	56.16	绿化用水蒸发	68.06
		生产线蒸发水	74.5
总计	259.04	总计	259.04

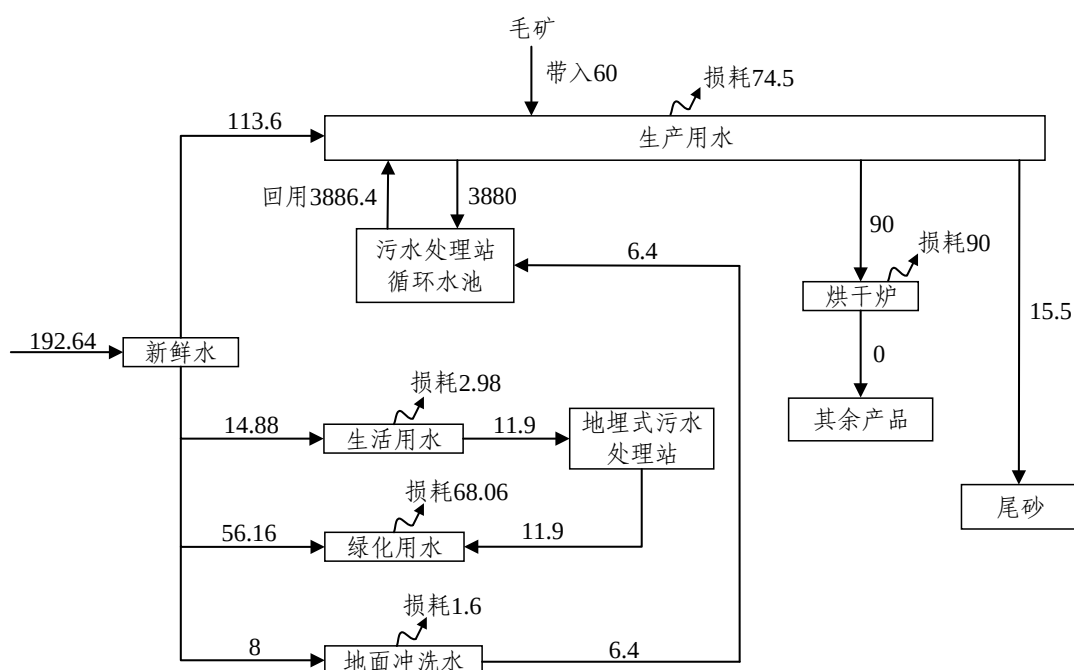


图 2-3 本项目建成后全厂水平衡图

2.7 放射性污染源项及废弃物分析

2.7.1 γ 射线外照射

本项目原料锆钛矿中伴生有独居石等放射矿石，矿石中的铀系、钍系元素不断衰变放射出 α 、 β 、 γ 射线，项目整个选矿过程都会有外照射影响，对工作人员产生一定程度的外照射。

本项目采用磁选、电选、重选等选矿工艺，物理选矿不会破坏矿物结构，所以放射性核素始终在独居石等矿物中，独居石是主要的外照射源。

本项目锆、钛矿原料中天然放射性核素比活度为 ($10^3 \sim 10^4$) Bq/kg，其周围外照射水平约为几百到几千 nGy/h，是天然本底水平的几十倍。原料经磁选、电选、重选等生产工序后，放射性核素富集到独居石中，放射性比活度为 ($10^4 \sim 10^5$) Bq/kg，外照射剂量率约为几千 nGy/h，是天然本底水平的几十倍；其他产品中放射性水平极低，允约为 ($10 \sim 10^2$) Bq/kg，外照射剂量率约为几十 nGy/h，略高于天然本底辐射水平。

2.7.2 放射性废气

2.7.2.1 粉尘

(1) 烘干炉燃烧废气中烟尘

本项目采用外热式烘干炉，项目共设置 4 台烘干炉，均布置在湿矿烘干车间，对湿毛矿进行烘干，烘干炉使用天然气作为燃料，采用热空气直接烘干的方式。

根据第二次全国污染源普查数据：《工业锅炉（热力生产和供应行业）产污系数表-燃气工业锅炉》，对本项目烘干炉废气污染物产生量进行核算，具体产排污系数统计见表 1-9。烟尘产生量参照《环境保护实用数据手册》中统计，烟尘产生量为 1.2 千克/万立方米-原料。

表 2-9 工业锅炉（热力生产和供应行业）产污系数表-燃气工业锅炉

产品名称	原料名称	工艺名称	污染物指标	单位	产污系数
蒸气/热水/其它	天然气	室燃炉	工业废气量	标立方米/万立方米-原料	107753

根据建设单位提供的资料，本项目天然气使用量为 432 万 m³/a。项目共设置 4 台烘干炉，烘干炉燃烧废气通过 4 根 15m 高排气管单独排放，因烘干炉相距较远，故不合并排放。经计算，烘干炉燃烧废气中烟尘产生情况见表 2-10。

表 2-10 烘干炉废气污染物产生情况表

烘干炉编号	运行时间 (h)	烟气量 (万 m ³ /a)	污 染 物	处理前	
				浓度(mg/m ³)	产生量(t/a)
1 号烘干炉	7200	1590	烟尘	9.67	0.15
2 号烘干炉		1590	烟尘	9.67	0.15
3 号烘干炉		1017	烟尘	9.67	0.10
4 号烘干炉		458	烟尘	9.67	0.044
合计		4655	烟尘	9.67	0.444

(2) 烘干炉排气筒有组织排放的粉尘

烘干过程中，因毛矿粒径较小（200 目~2mm），热空气上升时，会产生少量粉尘，粉尘产生量约为烘干炉进料量的 0.005%。经计算，烘干炉粉尘产生情况见表下表。

表 2-11 烘干炉粉尘产生情况表

烘干炉编号	运行时间 (h)	污 染 物	处理前	
			浓度 (mg/m ³)	产生量 (t/a)
1 号烘干炉	7200	粉尘	591.95	9.41
2 号烘干炉		粉尘		9.41
3 号烘干炉		粉尘		6.02
4 号烘干炉		粉尘		2.7
合计		粉尘		27.55

每台烘干炉设置有 1 套布袋除尘系统，根据业主提供的资料及其他相关资料，本项目布袋除尘器的除尘效率不低于 99.4%，烘干炉有组织排放粉尘产生、排放情况见表 2-12。

表 2-12 烘干炉有组织粉尘产生排放情况表

烘干炉编号	风量 (m ³ /h)	污染物	产生量 (t/a)	处理量 (t/a)	排放量 (t/a)
1 号烘干炉	1590	粉尘	9.56	9.5	0.06
2 号烘干炉	1590	粉尘	9.56	9.5	0.06
3 号烘干炉	1017	粉尘	6.12	6.08	0.04
4 号烘干炉	458	粉尘	2.744	2.728	0.016

注：烘干炉天然气燃烧产生的烟尘和热空气引起的粉尘合并考虑，按粉尘做相应计算。

(2) 车间内组织排放粉尘

为了保护工作环境，对在生产过程中产生粉尘的工段及设备，除工艺专业对各工艺设备采取有效的密闭外，在各产生粉尘点均设置除尘设施，减小粉尘的排放。

毛矿经烘干炉烘干后进行干式分选，分选过程中因毛矿颗粒较细（200 目~2mm），皮带转运及物料在磁选机和电选机间分选时，均会产生扬尘。本项目对生产设备采取全密闭措施，通过风机将粉尘引至除尘系统处理。密闭系统粉尘收集效率约为 99%。

本项目共有 3 个车间进行干式分选，分别为钛矿干磁车间、石榴石独居石车间和锆英电选车间。毛矿粒径为 200 目~2mm，粉尘产生量约为相应车间毛矿处理量的 0.005%。钛矿干磁车间产生的粉尘经收集后由钛矿精细车间进行处理，之后由 1 根 15m 高排气筒排放；石榴石独居石车间和锆英电选车间产生的粉尘经统一收集后由锆英金红精细车间进行处理，之后由另 1 根 15m 高排气筒排放。处理设施均为集中式脉冲行喷袋除尘系统，平均治理效率为 99.4%。除尘器收集的粉尘因与原矿性质相同，经皮带机运送返回工艺系统。项目干选车间粉尘产生量和排放量见表 2-13。

表 2-13 干选车间有组织废气污染物产生排放情况表

除尘系统	车间	风量 (m ³ /h)	污染物	产生量 (t/a)	处理量 (t/a)	排放量 (t/a)
钛矿精细车间 除尘系统	钛矿干磁车间	60000	粉尘	18.63	18.52	0.11
锆英金红精细 车间除尘系统	石榴石独居石 车间	60000	粉尘	8.63	8.58	0.05
	锆英电选车间					

(3)无组织排放粉尘

本项目原料和产品均采用钢仓密闭储和厂区内编织袋袋装贮存，粉尘无组织排放主要位于干式选矿车间筛分、皮带转运、卸料处产生。

本项目所处理毛矿颗粒较小，精选过程中虽对产生粉尘工段全程密闭，但仍会产生少量粉尘无组织排放。产生粉尘车间有钛矿干磁车间、石榴石独居石车间和锆英电选车间。本项目无组织排放粉尘排情况见 2-14。

表 2-14 本项目无组织废气排放源强汇总表

污染源	污染物名称	排放量 t/a	排放速率 kg/h	面源参数		
				长度 m	宽度 m	高度 m
钛矿干磁车间	粉尘	0.19	0.026	60	31	12
石榴石独居石车间	粉尘	0.06	0.0083	55	45	12
锆英电选车间	粉尘	0.03	0.0042	60	31	12

3.7.2.2 氦及氦子体

天然放射性核素物质中钍的含量是铀的 3 倍，但半衰期也是其 3 倍，故单位时间内产生的 ^{222}Rn 和 ^{220}Rn 的原子数基本相同。但由于 ^{220}Rn 的半衰期短（54.5s），产生的 ^{220}Rn 只有很少一部分能够释放到大气环境中，而且很快衰变掉，在大气中的含量不中 ^{222}Rn 的 10%。 ^{222}Rn 的半衰期长（3.83d），产生的 ^{222}Rn 可以迁移、扩散到物料表面并扩散到大气环境中，并随着空气的流动传播，是低层大气中天然放射性的主要成分。

本项目原料、半成品、产品中含有天然核素铀、钍、镭，选矿过程中及独居石暂存时铀、钍衰变排出的含有氦及氦子体，在密封环境条件下浓度将增大，这种气体吸入人体后对人体健康会造成一定影响。

本项目中各工序厂房均采用通透设计，并设计有通风设施，厂房各车间采用机械排风，自然补风的通风形式，可满足 3~4 次/h 的通风需求。有效降低空气中氦及氦子体浓度。项目原料、半成品及产品放射性水平均较低，衰变产生的氦及氦子体通过空气自然对流即可快速扩散至周围大气环境中，对环境的影响较小。

2.7.3 放射性废水

(1) 生产废水

本项目采用磁选、电选及重选等选矿工艺，项目生产过程中需用到圆筒筛分、螺旋分级、湿式磁选、螺旋重选、旋流重选、摇床重选、擦洗浮选等湿选工艺进行选矿。选矿过程中，螺旋分级是自圆筒筛筛分后第一道工艺，大量粒径<200 目的细尾矿将随溢流水进入污水处理站进行处理；精矿清洗车间产生的独居石粗矿浮选废水亦进入污水处理站进行处理；生产废水在污水处理站处理后仍回用。

本项目选矿过程只是物理过程，放射性物质不会分解和溶出，仅具有伴生放射性矿的 SS。经沉淀后的选矿废水循环利用做到全部回用不外排，正常工况下废水不会对水环境产生辐射影响。

(2) 生活污水

项目劳动定员 186 人，生活污水的产生量为 $11.9\text{m}^3/\text{d}$ (3570t/a)。生活污水经地埋式生物接触氧化法处理技术进行处理，满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2002) 中城市绿化用水标准后回用于厂区绿化，不外排。

2.7.4 放射性固体废物

由业主提供的锆钛矿原料及产品的放射性检测结果可知，本项目原料、产品中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 在选矿过程中产品均有一定富集，主要富集在产品独居石中。

物理选矿不会破坏矿物结构，所以天然放射性元素始终在独居石中，独居石矿石将外卖给有资质处理独居石的单位。未销售的独居石如果不合理利用将成为低水平放射性废物，会对环境和工作人员人体健康造成一定程度的影响和危害。

磁铁矿、石榴石、金红石等产品中放射性水平较低，基本能够满足清洁解控水平要求，通常无需进行辐射监管。

尾砂中的天然放射性核素的活度浓度小于 1Bq/g ，满足清洁解控要求，无需进行辐射监管，可作为建筑材料外售。

第三章 自然环境和社会环境状况

3.1 项目地理位置

本项目位于江苏省大丰港经济开发区特钢新材料产业园（南区）内，特钢新材料产业园（南区）规划范围为东至现海堤复河，南至环港南路，西至环港东路，北至疏港四级航道，规划面积约 5.6 平方公里。项目地理位置图见附图 1。

盐城市大丰区地处中国东部沿海开放带，位于江苏省东部沿海地区，北纬 $32^{\circ}56'$ ~ $33^{\circ}36'$ ，东经 $120^{\circ}13'$ ~ $120^{\circ}56'$ ，东临黄海，南与东台市接壤，北与盐城市亭湖区交界，西连兴化市。

大丰港处于江苏省 1040 公里海岸线港口空白带的中心位置，东经 $120^{\circ}43'$ ，北纬 $33^{\circ}11'$ ，是国家交通部规划的港口项目和江苏省跨世纪五大战略工程，国家一类口岸，经国务院批准被国家海关总署列为“十五”期间江苏省唯一开放的水运口岸，纳入上海港国际航运体系，成为上海港北翼的配套港口。

3.2 自然环境状况

3.2.1 地形地貌

大丰地处苏中平原腹地，地势低洼平坦，总体呈南高北低，东高西低形态，地面标高一般在 1.9~4.5m 之间（废黄河标高）。地貌成因类型属堆积平原，地貌形态简单，与新构造运动关系密切，主要受北北西构造线的控制。串场河以西为古泻湖平原区，串场河以东为滨海平原区、以西为全新世古泻湖所形成的平原，地势低洼，标高在 3 米以下，河道纵横，东区则为海积平原。拟建项目位于大丰区东部，地貌属滨海平原区。

3.2.2 地质构造

盐城-东台以南区域在构造上隶属于我国东部新华夏系第二巨型隆起带上，秦岭东西向复杂的构造带也东延至此。整个区域主要受到纬向构造体系、华夏系或华夏式构造和新华夏系三个主要构造体系的影响，地质构造十分复杂，基底构造形态呈隆凹相间的分布特征，各类构造行迹繁杂，

规模不等，性质各异。区内三个主要构造体系详述如下：

纬向构造体系：秦岭东西向构造带东延至此，近东西向的建湖隆起将本区分隔成南部的东台凹陷和北部的盐阜凹陷，隆起部分由南方型古生代地层组成，岩层产状陡峻，其南北侧的凹陷区堆积着巨厚的中新世地层。

华夏系及华夏式构造：主要由一系列北东向挤压性构造及与之大体平行的凹陷和凸起，为本区中重要的构造体系，它们不但影响到古生代及中生代地层，同时也控制着本区新生代地层的发育。

新华夏系：为我国东部强大的构造体系。区内的新华夏系主要是与北北东向压性构造相伴生的三组断裂。一组为北 50°-60° 东方向，相当发育，为正断层；第二组为北 20° 西，在本区内广泛发育；另一组为北 60°-70° 西，系扭张性断裂。

大丰区可划分为四岔河凸起、裕华凸起和白驹凹陷三个分区，根据区域地质资料，晚近期均未发现活动迹象，区域地质稳定性较好。本项目位于白驹凹陷区，地貌上为滨海平原区，地势平坦，地貌类型单一，地层结构简单，分布连续，厚度稳定，物理力学性质较均匀，场区稳定性良好。

3.2.3 水文水系

(1) 河流

盐城市大丰区境内有川东港、江界河、王港河、二卯酉河、斗龙港、西潮河、大丰干河等入海河流，平均地面年径流量为 5.1 亿立方米。大丰港区内水系主要有大丰港海域、王港河、海堤复河、三港调渡河，其次有八中沟、七中沟、华丰中心河、港区中心河。评价区周边相关水系主要有王港河、二卯酉河、三港调度河、王竹海堤复河。

王港河：王港河是沿海垦区中部单独排水入海的干河，流域范围南至江界河以北，北至一卯酉河以南，西至五十里河（又称西团河）以东，东至海堤复河，流域面积 593 平方公里。该河西头在董家庄衔接五十里河和通榆河，经草堰北闸与串场河相通，向东经洋心洼、小海、大圩头、庆生渡至王港闸入海。该河全长 44 公里，底宽 30m，底高程负 1.5m，河坡 1

比 3，改建后为该流域的引淡、灌溉、排涝、保港等提供有利条件，确保农业生产的不断发展。

二卯酉河：二卯酉河是大丰垦区由南向北排列的第二条东西向河，西起斗龙港与新河口的对接，向东经大中集、裕华、东坝头、通王港口入海，全长 23.1 公里。二卯酉河既是通海的排水道也是航道，历史上有着重要的航道功能。

三港调度河、王竹海堤复河：三港调度河西接王港河(王港闸向西)，东连区内小河华丰中心河。河流全长约 5.0km，河宽 25~30m，河底深 3~5m，河流正常流量约 11m³/s；王竹海堤复河为东西向走向的小河，径流量小。

老斗龙港：老斗龙港是大丰区境内由南向北流的河道，河道面宽约 50—60m，平均水深约为 2.5m，全长 40km，南起西团，接西团河与三十里河，向北与新团河、二卯酉河交汇，其中 30%的水量进入二卯酉河，向东流入市区，70%的水量沿河道向北，汇入斗龙港。老斗龙港的主要功能是交通运输、农田灌溉和泄洪。

新团河：新团河西起刘庄岔河口处七灶河，向东北流经新团至老斗龙港，因横贯新团，故名。全长 12.3 公里，底宽 25 米，底高程负 2 米，边坡 1 比 3。该河改建后，成为县境中部引、灌、排的主要河道，也成为老斗龙港的支河之一，可调节里下河地区排水，同时也是大丰县与外部交通的主要航道。大丰区第一水厂备用取水口设在该河上。

北中心河：北中心河位于二卯酉河、三卯酉河之间，故名。西起老斗龙港，向东穿过大四河至中子午河，全长 11.55 公里，1976 年 11 月，组织民工 6000 人开挖，于 1977 年 2 月竣工，完成土方 108 万立方米，投资 20.54 万元。根据《江苏省干线航道网规划》中刘大线航道整治规划，包括北中心河在内的刘大线将进行全面航道整治，具体航道整治工程西起新团河闸（距离通榆河 320 米），沿胜利河东进，新开挖 4km 河段后沿北中心河向东，然后新开挖河段延伸连接大丰干河，再沿二卯酉河通向大丰港，航道等级为 IV 级。

（2）海域

岸外地形：岸外地形包括两部分，即低潮位以下的水下地形和低潮位以上的滩地地形。王港河口外 0m 线距离中堤岸约 8-10km，-10km 等深线的水域宽度有 5km，相应水域面积在 100km² 以上，该区域以北航道水深均大于 10m，而且深槽位置及尺度三十年来较稳定的，其西部边缘从 0 至 -10m 均无明显变化，但东部沙洲区域有较多淤涨。

海堤以外 3-4km 宽的高潮位区域一直处于淤积状态，此区域外的大面积滩地处于一种有冲有淤的状态，无明显的规律，但高程均在 1.5m 以下。由于深槽相对稳定，所以滩地延伸到深槽边缘后不会继续向前淤涨。

潮位：江苏沿海北部和南部全部受旋转潮波和前进潮波的控制，两潮波波峰线在距大丰港 50km 的港外辐合。能量的集中使该地区的潮波振幅是最大，成为江苏乃至全国潮差最大的海区，也是江苏沿海辐射状水下沙脊群形成和演变的主要水动力条件。江苏沿海潮汐性质一般为正规半日潮，王港河口一带海域浅海分潮明显。

王港河口外西洋的潮位特征值为：平均高潮位为 2.10 m；平均低潮位为 -1.58m；平均潮差为 3.68m；平均海面为 0.34m；10%高潮位为 2.66m；90%低潮位为 -2.15m；校核高潮位为 4.16m；校核低潮位为 -3.35m。

潮流：大丰港附近海区为强流区，涨潮流速可达 1.9m/s，落潮流速经为 1.8m/s，且主流方向与岸线平行。无论大、小潮，涨潮期和落潮期各侧站流向基本一致，河落海干期水流以南偏东方向为主，落潮期大都为北偏西向，与深槽走向一致。往复流特征明显，转流时间很短，不利于水体中泥沙的扩散和沉积，对维持深槽稳定有利。

泥沙：江苏沿海海域的含沙量普遍高于两侧相邻海域，其来源可分为陆域来沙、海岸侵蚀和海域来沙，以海域来沙为主。海域含沙分布有以下几个物质特点：近岸含沙量很高，向海逐渐降低；水深较浅，水下地形复杂的水域含沙量较高，反之则低；平面上含沙等值线大致与等深线平行，与岸线走向一致；含沙量在冬季比在夏季高得多，底层比表层高得多。

(3) 地下水

大丰区松散堆积物厚度达 1000m 以上,地下水类型以松散岩类孔隙水为主,根据各含水层的时代、成因、水质、水力联系等水文地质特征,并考虑目前开采利用现状,可将该区第四系含水层分为潜水含水层、第 I、II、III、IV、V 承压 6 个含水层组。

潜水含水层组为一套全新世海积或海陆交互相沉积物,含水层岩性主要为粉砂、亚粘土与粉砂互层,含水层总厚为 15~35m,厚度自北向南、自西向东逐渐增厚。

第 I 承压含水层组为晚更新世沉积的一套海陆交替相沉积物。含水层顶板为灰黄-灰绿色亚粘土,局部为亚粘土与粉砂互层。含水层岩性主要为粉砂,部分地段含泥量较高,含水层厚度较薄。

第 II 承压含水层组为中更新世沉积的一套河湖相沉积物,其上部为一套海积物,含水层岩性以粉、细砂为主,该含水层为大丰区最主要的地下水开采层位。

第 III 承压含水层组为早更新世沉积的一套河湖相沉积物。含水层主要岩性为粉、细砂及含砾粉、细、中砂。受古地理沉积环境的影响,市内富水性变化复杂,自北向南呈由差—好,再由好-差的条带状变化趋势。该含水层也为市内地下水开采的主要层位。

第 IV 承压含水层组为上新世沉积的河湖堆积物,岩性以厚层亚粘土、粘土夹粉砂、细砂、中砂为主。含水层顶板埋深在 280~340m 之间,由北向南逐渐加深,厚度一般大于 20m。全区富水性较好。

第 V 承压含水层组该含水层研究程度较低,主要由新第三系上新统河湖相堆积多层砂层组成,岩性以细砂、中砂、粘土夹细砂、中砂、中粗砂为主。含水层埋藏较深,顶板埋深一般大于 150m,富水性较好。

本项目所在地地下水类型为孔隙潜水,其补给来源主要为大气降水及河水,水位呈季节性变化。根据水文地质长期观测资料,近期内年最高地下水位为 1.80m,地下水位年变化幅度为 1.5m,潜水含水层渗透系数为 2.2m/d。

3.2.4 气候、气象

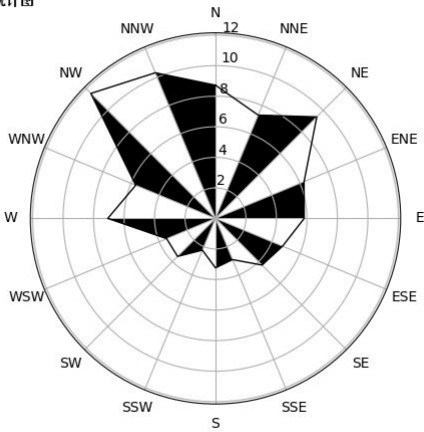
大丰地处亚热带气候向暖温带气候的过渡地带，具有明显的过渡性、海洋性和季风性，光热条件优越。夏季受海洋季风的影响，多东南风，雨量充沛，雨热同季；春秋两季处于交替时期，形成干、湿、冷、暖多变气候。年日照时数为 2181.8 小时，比常年偏少 73.8 小时。春旱少雨造成春季各月日照均高于常年同期平均值，而降水较多或雨水较多的月份，如 1、2、6、8、10、12 月均比常年同期偏少，冬季湿而多雨，阴雨寡照。

项目地区全年主要风向为 NE、ENE、E、ESE 和 SE，占 43.1%，其中以 E 为主风向，占到全年 10.1%左右。大丰区各月平均风速见表 3-1，项目所在地月风频玫瑰图见图 3-1。

表 3-1 大丰区各月平均风速表

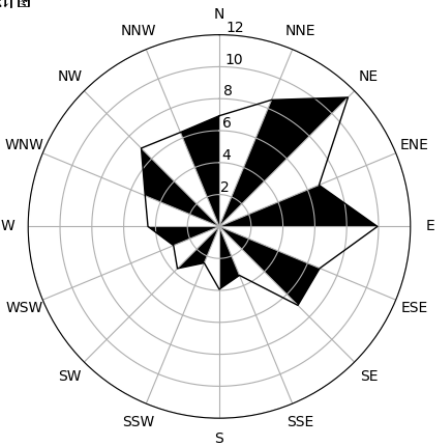
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均风速	2.6	2.8	3.1	3.1	2.8	2.6	2.5	2.4	2.3	2.1	2.4	2.6

累年1月风向频率统计图
(1999-2018)
静风频率: 3.32%



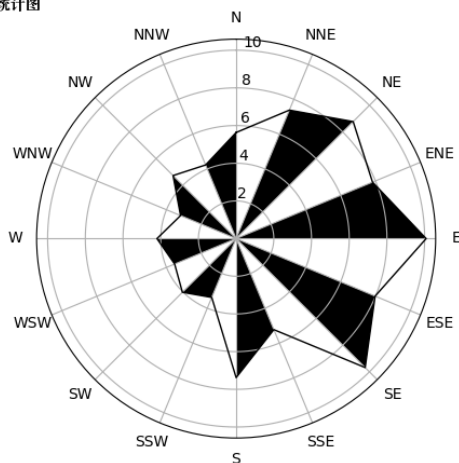
一月静风 3.32%

累年2月风向频率统计图
(1999-2018)
静风频率: 3.16%



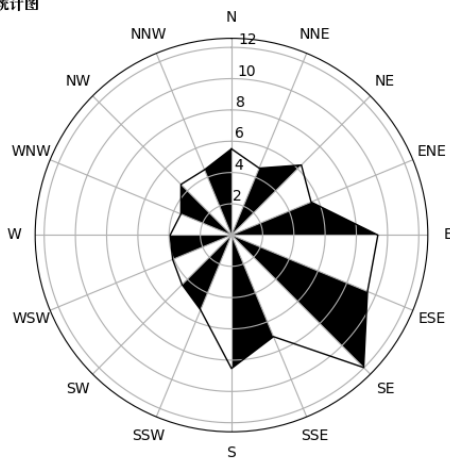
二月静风: 3.16%

累年3月风向频率统计图
(1999-2018)
静风频率: 2.21%



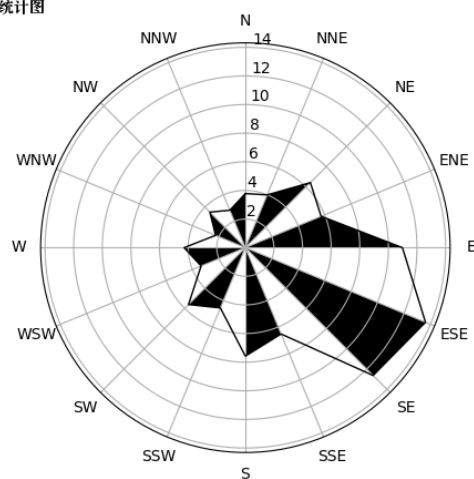
三月静风: 2.21%

累年4月风向频率统计图
(1999-2018)
静风频率: 1.36%



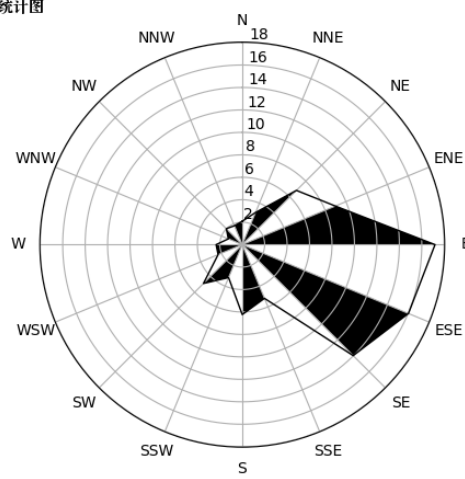
四月静风: 1.36%

累年5月风向频率统计图
(1999-2018)
静风频率: 2.28%



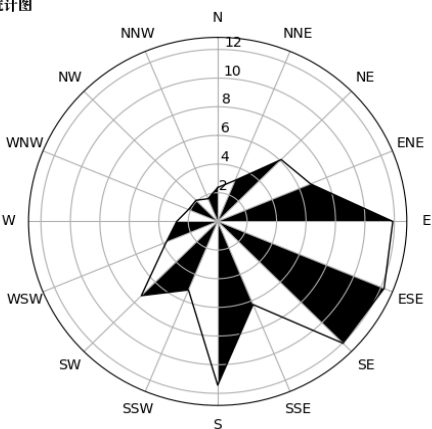
五月静风: 2.28%

累年6月风向频率统计图
(1999-2018)
静风频率: 2.47%



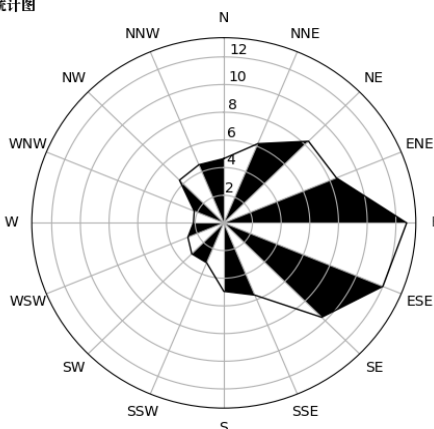
六月静风: 2.47%

累年7月风向频率统计图
(1999-2018)
静风频率: 2.69%



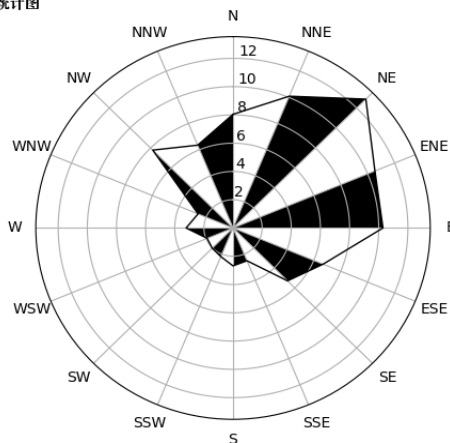
七月静风: 2.69%

累年8月风向频率统计图
(1999-2018)
静风频率: 5.0%



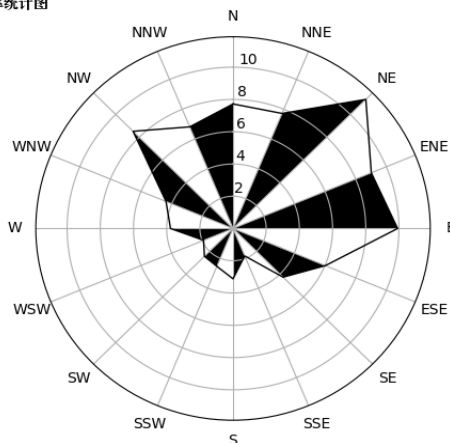
八月静风: 5.0%

累年9月风向频率统计图
(1999-2018)
静风频率: 4.92%



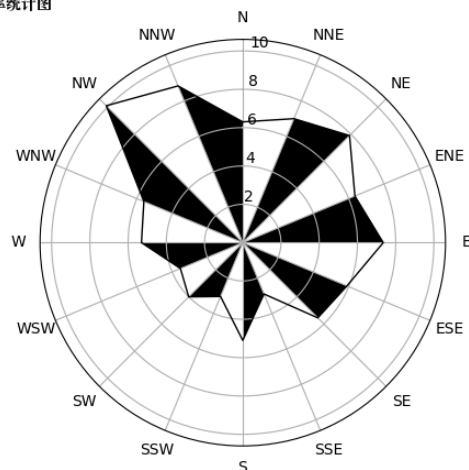
九月静风: 4.92%

累年10月风向频率统计图
(1999-2018)
静风频率: 8.68%



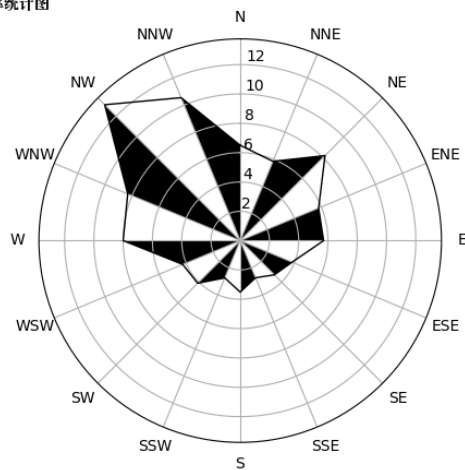
十月静风: 8.68%

累年11月风向频率统计图
(1999-2018)
静风频率: 5.27%



十一月静风: 5.27%

累年12月风向频率统计图
(1999-2018)
静风频率: 3.45%



十二月静风: 3.45%

图 3-1 项目所在地区风向玫瑰图

3.2.5 生态环境

大丰区境内物产丰富，品种繁多。植物资源有木本植物、草本植物、地被植物三大类 500 多种。除有近 80 种人工培植的药材以外，还有罗布麻、茵陈、龙胆草、益母草、墨旱莲、苍耳子、马鞭草等野生药材 200 多种。陆上脊椎动物 100 多种。有世界珍稀麋鹿近两千头，有丹顶鹤、天鹅、白尾海雕、牙獐等 28 种国家一、二类保护动物，还有多种候鸟，其中近年发现的蜂鸟为世界上最小的鸟。近海资源繁丰，潮间带浮游植物 145 种，浮游动物 68 种，底栖固着性藻类 47 种，水生动物种有各种鱼类 20 种，

其中黄鳊、银鲴、小带鱼等优势品种 10 多种。贝类以文蛤、青蛤、四角蛤、泥螺等为多，年产文蛤、泥螺等达 4000 吨左右。

3.3 社会经济

2019 年，大丰区实现地区生产总值 654.88 亿元，按可比价计算，同比增长 5.1%。其中，第一产业增加值 88.72 亿元，同比增长 3.0%；第二产业增加值 228.17 亿元，同比增长 1.4%；第三产业增加值 337.99 亿元，同比增长 8.3%，增幅列盐城市首位。人均 GDP 达 93581 元，同比增长 5.3%。产业结构持续优化，2019 年全区三次产业比重调整为 13.6:34.8:51.6，其中第三产业比重提高 1.4 个百分点，比盐城市平均水平高 4.1 个百分点。

3.4 周边自然保护区概况

大丰区动、植物资源丰富，江苏大丰麋鹿国家级自然保护区、江苏盐城国家级珍禽自然保护区的部分缓冲区和实验区位于大丰境内。本项目不在保护区范围内，距盐城湿地珍禽国家级自然保护区（大丰区境内实验区）最近约 7.93km；距大丰林海省级森林公园距离最近约 16.68km。

（1）江苏盐城国家级珍禽自然保护区规划要点

江苏盐城国家级珍禽自然保护区位于东经 119°48′ ~120°56′、北纬 32°34′ ~34°28′ 之间，管辖范围为盐城市的东台、大丰、射阳、滨海和响水 5 个县（市/区）的沿海滩涂部分，总面积 4553.3 平方公里。该保护区属典型的海涂型盐土湿地生态系统保护区，是各种候鸟、珍禽理想越冬（或度夏）的栖息场所。

保护区的主要保护对象为丹顶鹤、白头鹤、白枕鹤、灰鹤、白鹳、黑鹳、黑脸琵鹭等越冬珍禽及淤长型海涂湿地生态系统，同时保护好候鸟的主要越冬地和迁徙通道，以及位于北亚热带边缘的典型的淤泥质平原海岸景观。该保护区划分为核心区、缓冲区、实验区三大功能区。

核心区位于保护区的中部，南以斗龙港出海河北岸为界，北至新洋港出海河南岸，东至海水 0 米等深线，西以海堤堤角线向东 2 公里为界，总面积 138 平方公里。核心区内保持自然景观，禁止一切活动。核心区分别位于射阳县和大丰区行政地域内。

缓冲区是核心区向四周的延伸，南至大丰区的四卯酉河，北至射阳县盐场北端，西到黄海公路，东为海水-3 米，陆地面积约 467 平方公里，主要由射阳盐场、射阳林场、中路港乡、方强农场、上海农场及大丰水产养殖场等组成。区内有居民居住，人口密度为 100~200 人/平方公里，产业以农、林、盐、渔、芦苇业等为主，也是水鸟越冬比较多的区域。

实验区为保护区核心区、缓冲区以外的区域，位于缓冲区外围地带，开发活动强度较大，是江苏省建设“海上苏东”、盐城市建“海上盐城”的主战场，由于这些战略的实施，使得实验区的开发强度与日俱增，部分地段已经失去保护区的作用。

（2）江苏大丰麋鹿国家级自然保护区规划要点

大丰麋鹿国家级自然保护区位于大丰区境内的黄海之滨，东南与东台市滩涂蹲门口接壤，南边与江苏省新曹农场毗邻，西边和大丰林场和上海市川东农场相连，北为黄海。保护区地理位置为东经 $120^{\circ} 47' \sim 120^{\circ} 53'$ 、北纬 $32^{\circ} 59' \sim 33^{\circ} 03'$ 之间。1996 年建区时面积为 1000 公顷，其中围网面积 420 公顷。1996 年大丰市政府又划出 1666.7 公顷给保护区，使总面积达 2666.7 公顷。保护区距大丰区 50 公里。

目前保护区又分为三区，第一区 1000 公顷，位于老海堤内，又称老区；第二区 666.7 公顷，位于老海堤和新海堤之间，又称新区；第三区 1000 公顷，位于川东新海堤以北，川东港入海口中心线以东，将作为麋鹿野生放养区。

3.5 辐射环境质量现状调查与评价

江苏域潇锆钛矿业有限公司位于江苏大丰港经济开发区特钢新材料产业园内，现场勘察时办公室楼、宿舍楼正在装修(系原有建筑)。

2020 年 8 月 26 号，受我公司委托，江苏省苏核辐射科技有限公司对公司厂区周围环境 γ 辐射剂量率和环境空气中氡浓度进行了监测，并对地表水、地下水及土壤进行了取样检测，检测布点图见图 3-2（检测报告见附件）。

3.5.1 监测质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，选择有代表性的位置进行监测；
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准；
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。
- (5) 监测报告严格实行校对、校核、审定三级审核制度，专人负责数据质量。

3.5.2 监测分析方法

监测分析方法采用国家标准监测分析方法，见表 3-2。

表 3-2 环境现状调查使用的分析及测量方法

序号	监测项目		仪器设备	标准编号与名称
1	γ 辐射剂量率		FH40G 辐射测量仪	GB/T14583-93《环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率测定规范》
2	^{222}Rn		测氡仪	GB/T14582-1993《环境空气中氡的标准测量方法》
3	地表水、地下水样品	总 α 、 β	MPC9604 型低本底 α 、 β 测量仪	《水中总 α 放射性浓度的测定 厚源法》(EJ/T1075-1998)
		^{238}U	WGJ-III 微量铀分析仪	《水中总 α 放射性浓度的测定 厚源法》(EJ/T1075-1998)
		^{232}Th	UV-1800 紫外分光光度仪	《水中总 α 放射性浓度的测定 厚源法》(EJ/T1075-1998)
		^{226}Ra	FD-125 型氡钍分析仪	《水中总 α 放射性浓度的测定 厚源法》(EJ/T1075-1998)
4	土壤样品	^{238}U ^{232}Th ^{226}Ra	SALX 低本底 γ 谱仪，	《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》(GB/T 11713-2015)

3.5.3 监测频次

一次

3.5.4 环境辐射水平现状监测

3.5.4.1 γ 辐射剂量率监测及评价

- (1) 监测时间：2020.08.26
- (2) 监测项目： γ 辐射剂量率
- (3) 监测布点：以项目场址内及厂址边界处布点
- (4) 监测结果及评价

表 3-4 γ 辐射剂量率监测结果

序号	监测点位	监测结果 (nSv/h)
1	办公楼南侧空地处	129
2	本项目拟建址中央	129
3	二期工程预留地北侧边界中部	132
4	东侧厂界中部	117
5	南侧厂界东部	117
6	西侧厂界东部	118
7	北侧厂界东部	108

由表中数据可以看出,项目周围环境贯穿辐射水平为(108~129)nSv/h,均处于江苏省环境天然辐射水平范围内,属正常环境本底水平。

3.5.4.2 空气中氡浓度

- (1) 监测时间: 2020.08.26
- (2) 监测项目: 环境空气中氡浓度
- (3) 监测布点: 以项目场址内及厂址边界处布点
- (4) 监测结果

表 3-4 空气中氡浓度监测结果

序号	监测点位	监测结果 (Bq/m ³)
1	办公楼南侧空地处	未检出

3.5.4.3 地表水、地下水放射性监测及评价

- (1) 采样时间: 2020.08.26
- (2) 采样点位: 环港南路复河(地表水), 公司东侧江苏三和不锈钢有限公司西侧的饮用水井(地下水, 已弃用)
- (3) 监测项目: 总 α 、总 β 、铀、钍、镭-226、
- (4) 监测结果及评价

表 3-4 地表水、地下水放射性监测结果

检测项目 样品名称	总 α (Bq/L)	总 β (Bq/L)	铀 (μ g/L)	钍 (μ g/L)	镭-226 (mBq/L)
环港南路复河水样	未检出	1.29	<LLD	0.093	<LLD
饮用水井水样	未检出	1.12	0.71	0.041	0.106

由表中数据可以看出，项目周围地表水、地下水水样中未检出总 α ，满足《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)(参照)中水质常规指标放射性指标总 α 不大于0.5Bq/L限值要求；总 β 监测结果为(1.12~1.29)Bq/L，略高于GB5749-2006限值要求。

参照《中国环境天然放射性水平：江苏省水体中天然放射性核素浓度调查研究》(国家环境保护局，1995.8)，即铀：(0.11~2.29) $\mu\text{g/L}$ ，钍：(0.01~0.79) $\mu\text{g/L}$ ，镭-226：(2.0~20)mBq/L。本项目企业拟建址周围地表水中铀、钍镭浓度均处于江苏省天然放射性水平。

3.5.4.4 土壤及底泥放射性监测及评价

(1) 采样时间：2020.08.26

(2) 采样地点：项目场址现场及周边环境

(3) 监测项目： ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra

(4) 监测结果及评价

表 3-5 项目场址周围土壤放射性监测结果

检测项目 样品名称	样品状态	铀 (Bq/kg)	钍 (Bq/kg)	镭-226 (Bq/kg)
项目拟建址中央土壤	褐色，固态	26.1	49.8	26.5
公司厂界东侧中部土壤	褐色，固态	27.7	40.3	28.1
公司厂界南侧东部土壤	褐色，固态	29.5	44.5	29.0
公司厂界西侧中部土壤	褐色，固态	26.6	45.9	29.3
公司厂界北侧东部土壤	褐色，固态	26.6	41.1	25.6
环港南路复河底泥	褐色，固态	22.9	38.7	24.2

由表中数据可以看出，参照《中国环境天然放射性水平：江苏省土壤中天然放射性核素含量调查研究》(国家环境保护局，1995.8)，即铀-238：(14.1~62.1)Bq/kg，钍-232：(17.9~67.9)Bq/kg，镭-226：(13.1~89.6)Bq/kg。本项目拟建场址周围地表土壤中铀-238含量为(22.9~29.5)Bq/kg、钍-232含量为(38.7~49.8)Bq/kg、镭-226含量为(24.2~29.3)Bq/kg，均处于江苏省天然放射性水平。

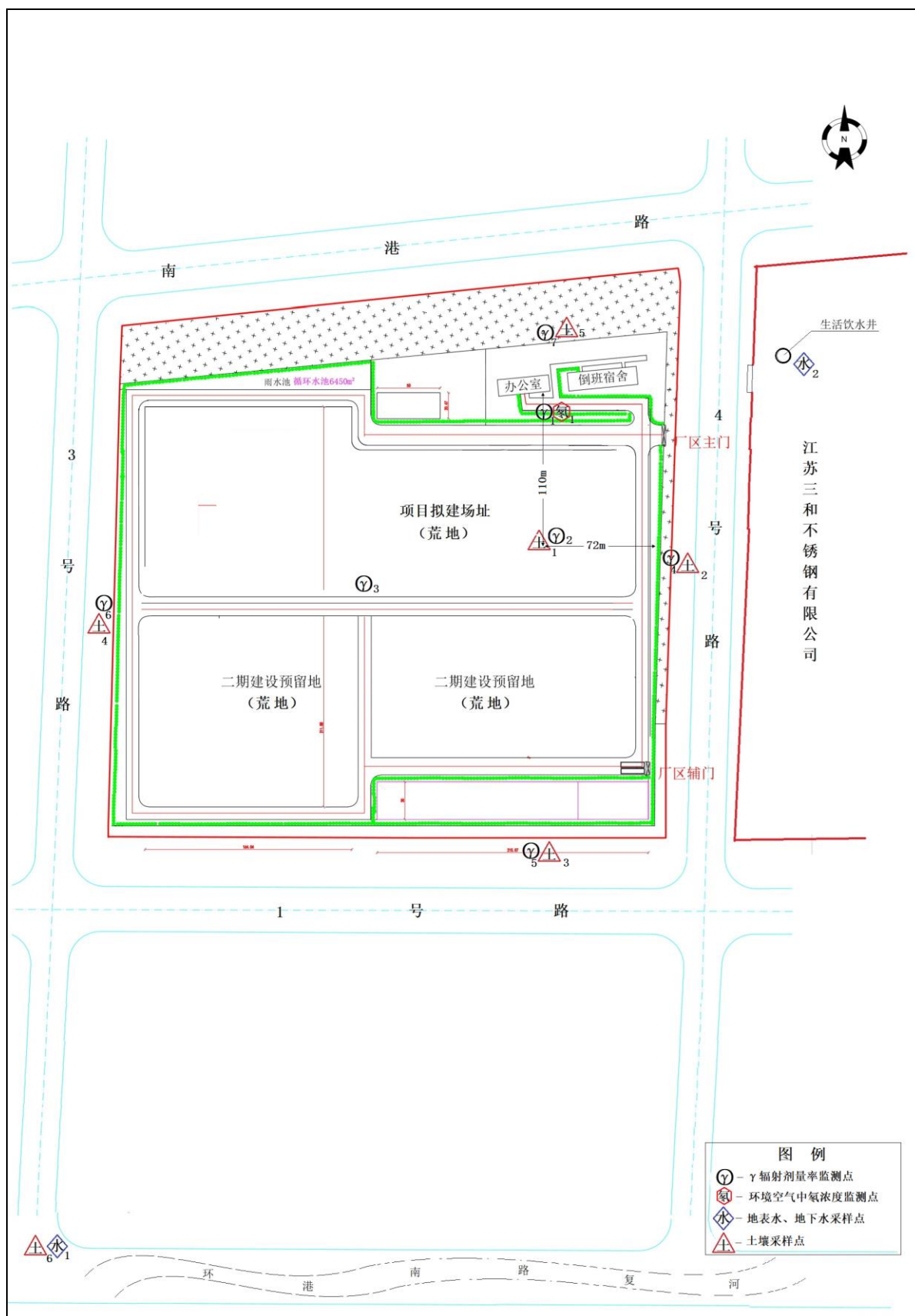


图 3-2 环境现状检测点位示意图

第四章 辐射安全与防护

4.1 工作场所布局与分区

4.1.1 厂区总图布置

江苏域潇锆钛矿业有限公司按照《建筑设计防火规范》(GB50016-201)要求,根据生产工艺、生产规模、生产流程和场地自然条件因地制宜进行厂区布局,厂区由西向东依次布置有钛、锆英原矿加工处理区、独居石生产区、仓储区、公用工程区、办公生活区等,满足规范防火、安全、卫生以及厂内运输、生产及经营管理要求。

本项目厂区设置 10 个生产车间,钛原矿加工处理区布置在厂区南部,依据工艺流程,由西向东布置,包括原料钢仓、加工采选车间、成品车间等;公用工程区布置在厂区北部,办公生活区布置在厂区东部。

厂区东南侧、东北侧共设有 2 个出入口,原料进厂与产品出厂路径分开设置,有利于原料的堆存和产品的运输。

本项目厂区平面布置见图 4-1,项目工艺布局图见图 4-2。

4.1.2 工作场所分区

本项目原料锆钛矿中伴生有独居石等放射矿石,矿石中的铀系、钍系元素不断衰变放射出 α 、 β 、 γ 射线,项目整个选矿过程都会有外照射影响,吸入含放射性物质的粉尘还会造成内照射影响。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002),建设单位应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区。

从环境影响分析可知,本项目各场所中(独居石库除外)中所涉及的放射性物质中放射性核素比活度相对较低,工作场所内的 γ 剂量率、氡浓度均较低,不需要采用专门的防护手段或安全措施。但是独居石仓库及车间用于独居石的暂存及生产,独居石中的放射性核素比活度相对较高,为便于控制正常工作条件下的正常照射和加强独居石的管理,防止独居石扩散,需要对独居石仓库及车间库采用专门的防护手段和安全管理措施,所以应将独居石仓库及车间划为控制区,并采取了以下的防护手段和管理措施:



图 4-1 江苏域潇锆钛矿业有限公司厂区平面布置图

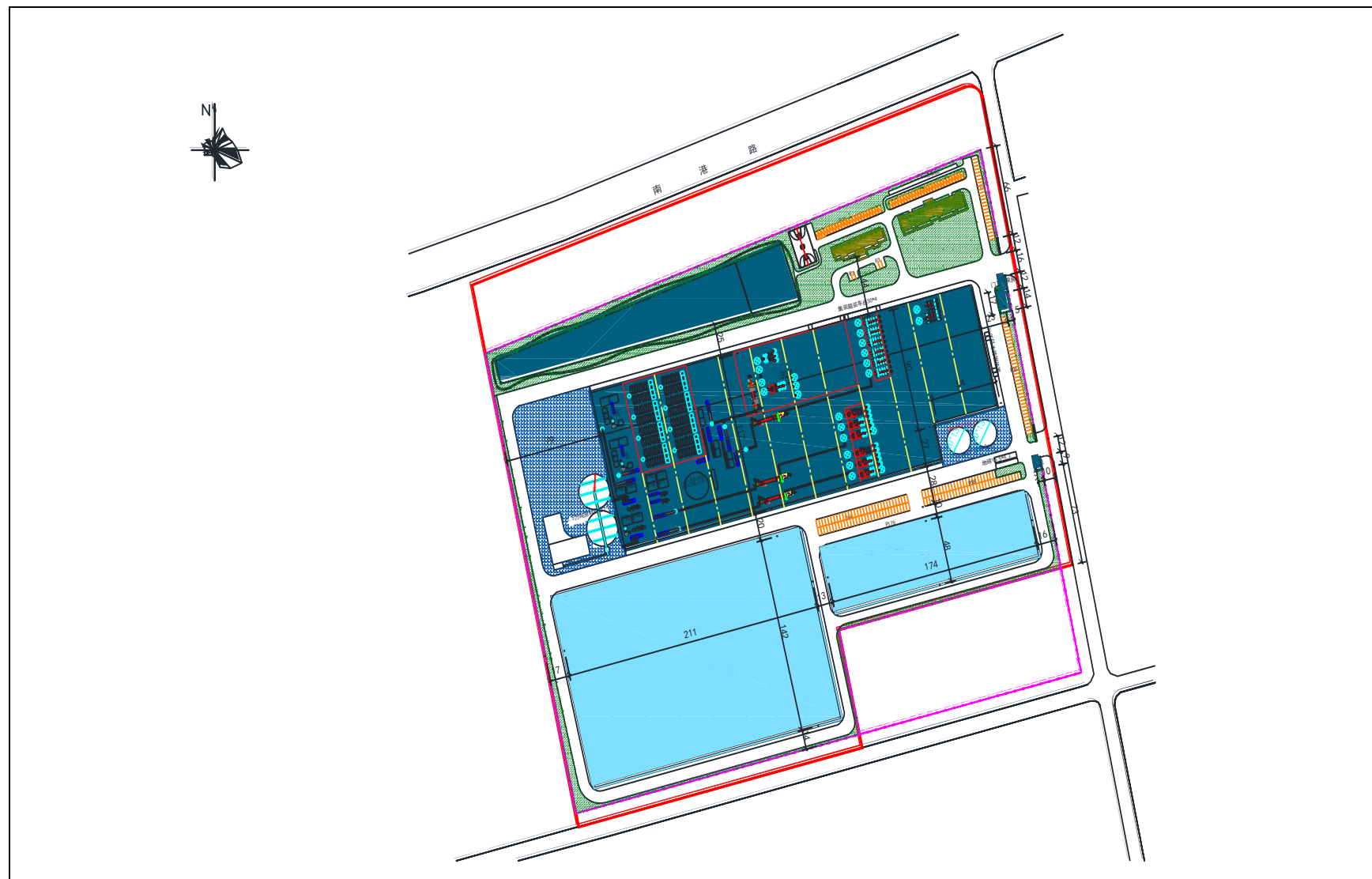


图 4-2 江苏域潇锆钛矿业有限公司工艺布置图

(1) 独居石仓库及车间均采用混凝土墙体，墙体厚 30cm，独居石仓库应设置铅防护门；

(2) 独居石仓库外设置电离辐射标志，建议在仓库外设置围栏，防止无关人员靠近；

(3) 独居石暂存库管理上要求双人双锁，专人负责，禁止无关人员进入仓库，且尽量不要在仓库周围停留。

独居石车间及仓库周边区域、其他车间工作场所要划定为监督区，并加强管理，限制无关人员进入上述区域。

4.2 辐射安全与防护措施

由于原料、产品中天然铀系、钍系元素不断衰变放射出 α 、 β 、 γ 射线，对工作人员人可能会产生外照射和内照射影响。因此项目在运行过程应采取必要的安全与防护措施，减轻或避免辐射对工作人员的影响。

4.2.1 运输过程中安全与防护措施

(1) 原料运输前进行严密包装，尽可能采用袋装，以避免运输过程中出现洒落、矿尘外逸情况等情况

(2) 公司应设置合理的原料及产品（锆英砂、金红石、独居石）运输路线。

(3) 定期对运输汽车进行维修和保养、提高驾驶人员安全意识，防止事故发生。

4.2.2 生产过程辐射安全与防护措施

项目选矿过程中，物料的转移、加工、贮存等过程均会涉及放射性，工作人员进行作业时，可能会受到 γ 射线产生外照射和吸入矿尘所致的内照射影响。公司应在运行前制定相应的安全生产规章制度，并采取必要的预防措施，防止工作人员受到照射。

(1) 为辐射工作人员配备了必备的个人防护用品（如高过滤性材料口罩，工作服等）；

(2) 限制辐射工作人员工作时间，尽可能采用采用自动化设备，减

少工作人员接触射线机会和时间；

(3) 加强辐射工作人员技能培训，提高工作人员业务水平；定期组织辐射安全与防护知识的培训，增加工作人员辐射安全意识。

(4) 加强车间生产管理，禁止任何人在生产车间内饮食、喝水及吸烟等，防止放射性矿尘通过食入或吸入途径进入体内。

(5) 购置、配备相关辐射监测设备，定期对生产辐射及周围环境辐射水平进行检测。

(6) 对所有辐射工作人员开展个人剂量监测，定期组织员工进行放射性职业病体检，并按相关法规要求建立辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案，相关档案应终生保存。

为进一步减轻选矿过程中辐射对工作人员的影响，建议建设单位设立专用洗浴间和更衣室。作业人员进厂前，在更衣更换工作服；出厂前，作业人员应进行洗澡换衣，切断厂区与外界交叉污染，防止放射性污染物进入生活圈。

4.2.3 独居石仓库辐射安全与防护措施

原料经磁选、电选等一系列选矿工艺后，原料中天然放射性核素 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 将逐渐富集在产品独居石中，其辐射水平明显高于原料及其他产品，因此公司应加强独居石的安全管理与防护。

本项目设计有独居石贮存库，公司应加强独居石贮存库的安全管理，在贮存库地设置醒目的电离辐射安全警告标志，采用双人双锁，并保证铅门处于常关闭状态，确保独居石的安全。

公司还应建立生产和销售台账，生产量和去向记录应连续完整。公司定期（每月至少一次）对独居石生产量、销售量和库存量进行核实查验，确保帐物相符。

4.3 放射性“三废”的治理

4.3.1 粉尘

为了保护工作环境，减小粉尘的排放，本项目生产过程中产生粉尘的工段及设备，除工艺专业对各工艺设备采取有效的密闭外，在各产生粉尘点均设置除尘设施。湿矿烘干车间设置4台烘干炉，每台烘干炉自带1套布袋除尘装置；钛矿精细车间、锆英金红精细车间各配置1套布袋除尘装置，密闭系统粉尘收集效率约为99%，平均除尘效率为99.4%。除尘器收集的粉尘因与原矿性质相同，经皮带机运送返回工艺系统，极少量的粉尘通过15m高排气筒排放到大气环境中，对周围环境影响较小。

4.3.2 废水

本项目生产废水主要为湿式选矿阶段的选矿废水，本项目选矿过程只是物理过程，放射性物质不会分解和溶出，仅具有伴生放射性矿的SS。项目生产废水经厂区污水系统处理后进入水循环系统，回用于圆筒筛分、螺旋分级、湿式磁选、螺旋重选、旋流重选、摇床重选、擦洗浮选等湿选工艺，不外排，正常工况下生产废水不会对水环境产生辐射影响。

4.3.1 固体废弃物

锆钛矿原料中伴生有独居石等放射矿石，钛矿原料经过磁选、电选、重选等工序后，产生钛精矿、金红石等产品，同时产生约6万吨/年的尾矿砂，尾砂是本项目产生的副产品，如不妥善处置，将成为本项目放射性固体废物。

尾砂主要成分为石英砂，原矿经多重选矿后，放射性物质基本富集进入独居石等产品中，尾砂中放射性含量较低，能够符合《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》(GB 27742-2011)规定，通常作为普通建筑材料进行销售，对环境影响较小。

第五章 辐射环境影响分析

5.1 施工期环境影响分析

本项目建设期主要为厂房土木工程建设和办公室、宿舍楼的装修，没有辐射环境影响。

5.2 运营期环境影响分析

5.2.1 粉尘排放预测与评价

5.2.1.1 预测模型及模型参数

(1) 预测模型

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)中评价等级判定的工作要求，结合本项目工程分析结果，以污染源正常排放作为计算工况，采用导则附录A推荐的估算模型(AERSCREEN模型)计算本项目大气污染源的最大环境影响。

(2) 估算模型参数

本项目估算模型预测参数见表5-1

表 5-1 估算模型参数表

参数	取值
城市/农村选项	农村
最高环境温度/℃	38.6
最低环境温度/℃	-9.4
土地利用类型	草地
区域湿度条件	中等湿度气候
是否考虑地形	是
地形数据分辨率/m	90
是否考虑岸线熏烟	否
离岸距离/km	10.2
岸线方位/°	/

(3) 污染源参数

根据工程分析结果，本项目有组织废气排放作为点源考虑，无组织废气排放作为面源考虑。正常工况下，有组织废气源强见表5-2，无组织废气源强见表5-3。

表 5-2 本项目正常工况下有组织废气排放源强一览表

点源名称	X坐标(m)	Y坐标(m)	海拔高度(m)	排气筒高度(m)	排气筒出口内径(m)	烟气排放量(m ³ /h)	烟气出口温度(℃)	年排放小时数(h)	排放工况	污染物名称	源强(kg/h)
1#排气筒	285723	3673596	3.89	15	0.5	3865.49	50	7200	正常	颗粒物	0.057
2#排气筒	285719	3673585	3.89	15	0.5	1152.31	50	7200	正常	颗粒物	0.057
3#排气筒	285760	3673545	3.89	15	0.5	83.81	50	7200	正常	颗粒物	0.037
4#排气筒	285785	3673519	3.89	15	0.5	555.35	50	7200	正常	颗粒物	0.016
5#排气筒	285743	3673558	3.89	15	0.85	60000	25	7200	正常	颗粒物	0.11
6#排气筒	285768	3673594	3.89	15	0.85	60000	25	7200	正常	颗粒物	0.05

表 5-3 本项目正常工况下无组织废气排放源强一览表

污染源	污染物名称	排放量t/a	排放速率kg/h	面源参数		
				长度 m	宽度 m	高度 m
钛矿干磁车间	颗粒物	0.19	0.026	60	31	12
石榴石独居石车间	颗粒物	0.06	0.0083	55	45	12
锆英电选车间	颗粒物	0.03	0.0042	60	31	12

(4) 估算模型计算结果

正常工况下主要污染源估算模型计算结果见表5-4~表5-8。

表5-4 1#~4# 排气筒有组织废气估算模型计算结果表

下风向距离(m)	颗粒物 (1#排气筒)	颗粒物 (2#排气筒)	颗粒物 (3#排气筒)	颗粒物 (4#排气筒)
	预测质量浓度 (mg/m^3)	预测质量浓度 (mg/m^3)	预测质量浓度 (mg/m^3)	预测质量浓度 (mg/m^3)
100	8.16E-04	3.82E-04	6.51E-05	2.85E-04
200	7.28E-04	2.85E-04	3.86E-05	1.84E-04
300	6.68E-04	2.55E-04	3.90E-05	1.61E-04
400	6.03E-04	2.21E-04	3.32E-05	1.42E-04
500	5.48E-04	1.97E-04	2.79E-05	1.27E-04
600	4.83E-04	1.80E-04	2.36E-05	1.12E-04
700	4.37E-04	1.62E-04	2.04E-05	1.01E-04
800	4.16E-04	1.46E-04	1.86E-05	9.54E-05
900	3.91E-04	1.38E-04	1.73E-05	8.91E-05
1000	3.66E-04	1.31E-04	1.61E-05	8.29E-05
1100	3.42E-04	1.24E-04	1.49E-05	7.72E-05
1200	3.19E-04	1.17E-04	1.40E-05	7.20E-05
1300	3.00E-04	1.11E-04	1.31E-05	6.74E-05
1400	2.92E-04	1.05E-04	1.23E-05	6.31E-05
1500	2.83E-04	9.89E-05	1.16E-05	5.97E-05
1600	2.74E-04	9.37E-05	1.10E-05	5.78E-05
1700	2.65E-04	8.99E-05	1.04E-05	5.59E-05
1800	2.55E-04	8.75E-05	9.77E-06	5.40E-05
1900	2.46E-04	8.50E-05	9.36E-06	5.21E-05
2000	2.37E-04	8.26E-05	9.02E-06	5.03E-05
2100	2.29E-04	8.01E-05	8.82E-06	4.85E-05
2200	2.21E-04	7.77E-05	8.70E-06	4.68E-05
2300	2.13E-04	7.54E-05	8.55E-06	4.52E-05
2400	2.06E-04	7.31E-05	8.40E-06	4.37E-05
2500	2.00E-04	7.09E-05	8.24E-06	4.22E-05
下风向最大质量浓度 (mg/m^3)	8.16E-04	3.82E-04	6.51E-05	2.85E-04

表 5-5 5#、6# 排气筒有组织废气估算模型计算结果表

下风向距离(m)	颗粒物 (5#排气筒)	颗粒物 (6#排气筒)
	预测质量浓度 (mg/m ³)	预测质量浓度 (mg/m ³)
100	1.23E-03	4.28E-04
200	1.58E-03	5.52E-04
300	1.39E-03	4.87E-04
400	1.30E-03	4.53E-04
500	1.16E-03	4.06E-04
600	1.02E-03	3.57E-04
700	9.27E-04	3.24E-04
800	8.72E-04	3.04E-04
900	8.14E-04	2.84E-04
1000	7.58E-04	2.64E-04
1100	7.05E-04	2.46E-04
1200	6.58E-04	2.29E-04
1300	6.15E-04	2.15E-04
1400	5.76E-04	2.01E-04
1500	5.40E-04	1.88E-04
1600	5.09E-04	1.77E-04
1700	4.88E-04	1.70E-04
1800	4.72E-04	1.65E-04
1900	4.57E-04	1.60E-04
2000	4.42E-04	1.54E-04
2100	4.27E-04	1.49E-04
2200	4.13E-04	1.44E-04
2300	4.00E-04	1.39E-04
2400	3.86E-04	1.35E-04
2500	3.76E-04	1.31E-04
下风向最大质量浓度 (mg/m ³)	1.58E-03	5.52E-04

表 5-6 无组织废气估算模型计算结果表

下风向距离(m)	颗粒物 (钛矿干磁车间)	颗粒物 (石榴石独居石车间)	颗粒物 (锆英电选车间)
	预测质量浓度 (mg/m ³)	预测质量浓度 (mg/m ³)	预测质量浓度 (mg/m ³)
100	2.08E-02	6.05E-03	3.37E-03
200	1.37E-02	4.11E-03	2.23E-03
300	1.03E-02	3.30E-03	1.67E-03
400	8.40E-03	2.69E-03	1.36E-03
500	7.18E-03	2.30E-03	1.16E-03
600	6.31E-03	2.02E-03	1.02E-03
700	5.66E-03	1.81E-03	9.17E-04
800	5.15E-03	1.65E-03	8.35E-04
900	4.74E-03	1.52E-03	7.68E-04
1000	4.40E-03	1.41E-03	7.14E-04
1100	4.12E-03	1.32E-03	6.67E-04
1200	3.87E-03	1.24E-03	6.28E-04
1300	3.66E-03	1.17E-03	5.93E-04
1400	3.48E-03	1.11E-03	5.63E-04
1500	3.31E-03	1.06E-03	5.37E-04
1600	3.17E-03	1.01E-03	5.13E-04
1700	3.03E-03	9.71E-04	4.92E-04
1800	2.91E-03	9.32E-04	4.72E-04
1900	2.81E-03	8.98E-04	4.55E-04
2000	2.71E-03	8.66E-04	4.39E-04
2100	2.62E-03	8.37E-04	4.24E-04
2200	2.53E-03	8.10E-04	4.10E-04
2300	2.45E-03	7.85E-04	3.98E-04
2400	2.38E-03	7.62E-04	3.86E-04
2500	2.31E-03	7.40E-04	3.75E-04
下风向最大质量浓度 (mg/m ³)	2.08E-02	6.05E-03	3.37E-03

由预测结果可知，运营期大气污染源在采取有效治理措施后，本项目

排放的颗粒物浓度均能达到评价标准的要求，对周围环境影响较小。

5.2.2 辐射影响预测与分析

本项目为新建项目，由于原料及各产品中的铀-238、钍-232、镭-226、钾-40 等伴生的放射性核素的比活度浓度较低，且选矿过程中生产环节较多，不易进行理论分析和估算，因此本报告拟采用类比分析的方法对项目运行后的辐射环境影响进行预测。

5.2.2.1 类比对象的选取

目前国内已建成且运行锆钛矿项目生产厂家众多，选矿工艺也基本相同，经比较我们选择了与本项目生产工艺和污染防治措施基本相同、生产能力相近、原料相似的《海南海拓矿业有限公司文昌年加工 50 万吨锆钛矿项目》进行类比分析，通过类比监测结果分析项目运行过程中对周围环境的辐射影响，进而通过类别，分析评估本项目运行后的辐射环境影响。

海南海拓矿业有限公司文昌年加工 50 万吨锆钛矿项目位于文昌市东路镇约亭工业区，项目于 2014 年建成投产，采用重选、磁选、电选工等生产工艺，年产锆英砂 10.7 万 t/a，独居石 3 万 t/a，蓝晶石 6 万 t/a，金红石 4.8 万 t/a，钛精矿 24 万 t/a，石榴石 1.5 万 t/a。该公司原料与生产设备、生产工艺等与本项目相同或相似，产品方案与生产规模与本项目相近，具有一定的可比性。

2019 年 7 月公司委托核工业二三〇研究所编制了《海南海拓矿业有限公司文昌年加工 50 万吨锆钛矿项目辐射环境影响评价专篇》，对该项目辐射环境环境影响进行了评价，2020 年 8 月 11 日该项目通过了海南省生态环境厅的审批（《关于批复海南海拓矿业有限公司年加工 50 万吨锆钛矿项目辐射环境影响评价专篇的函》（琼环函〔2020〕364 号））。

5.2.2.2 γ 射线外照射辐射类比分析与评价

（1） γ 射线外照射影响水平评价

本项目原料矿中含少量的铀-238、钍-232、镭-226 等伴生的放射性核素，因此生产过程中各个环节均存在 γ 辐射外照射辐射影响。

2019年7月6日,核工业二三〇研究所对海南海拓矿业有限公司年加工 50 万吨锆钛矿项目运行期间工作场所及厂区内 γ 辐射外照射水平进行了监测,监测情况及监测结果如下:

监测时间:2019年7月6日;

监测条件:气温 26~34℃,多云,西南风;

测量仪器:便携式 $\alpha-\gamma$ 剂量率仪,仪器型号 JB4000,出厂编号为 13135,检,检定有效期:2020年1月1日。

监测结果:厂区边界外环境辐射水平监测结果见表 5-7,厂区内各生产场所辐射水平监测结果见表 5-8。

表 5-7 厂区周边环境 γ 辐射剂量率监测结果

监测点 编号	监测点点位描述	γ 辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	备注
1#	厂区东侧围墙外	0.22	监测时公司 正常生产
2#	厂区西侧围墙外	0.18	
3#	厂区南侧围墙外	0.23	
4#	厂区北侧围墙外	0.20	
5#	最大风频下风向(厂区围墙外西南角)	0.16	

注:表中监测结果未扣除本底。

根据表中监测结果,类比监测项目厂区边界周围环境中 γ 辐射水平为 0.16 $\mu\text{Gy/h}$ ~0.23 $\mu\text{Gy/h}$,基本处于环境天然辐射水平。

表 5-8 类比监测项目 γ 辐射剂量率检测结果一览表

监测点 编号	监测点位	γ 辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	备注
11#	钛矿车间外厂内道路	0.18	监测时公司 正常生产
12#	摇床车间外厂内道路	0.14	
13#	锆英电磁选车间外厂内道路	0.11	
15#	2号堆场锆中矿表面 1m	2.57	

续上表:

16#	电磁选车间锆英砂投料口	2.39	监测时公司正常生产
17#	1 号堆场钛矿堆表面 1m	1.08	
18#	钛矿车间中间通道	1.87	
19#	摇床车间（锆英摇床 2 斗表面）	2.84	
20#	成品仓库北部	2.35	
24#	宿舍楼一楼	0.14	

从表 5-8 中监测结果可以看出，类比监测项目车间外厂内道路、行政办公楼及宿舍楼 γ 辐射剂量率在海南环境天然贯穿辐射水平之内，原料堆场、各车间、仓库等 γ 辐射剂量率测量值范围为 $1.08\mu\text{Gy/h} \sim 2.84\mu\text{Gy/h}$ 。

2020 年 5 月 17 日，核工业二三〇研究所对独居石仓库辐射水平进行了补充监测，该独居石仓库采用水泥混凝土墙体，墙体厚 30cm，顶部用 0.476mm 厚的彩钢瓦封闭，独居石仓库西南侧及车间东南侧均设有 $4.6\text{m} \times 4.2\text{m}$ 的双开铅门（70mmPb），南侧及东侧均设有 $4.6\text{m} \times 1.5\text{m}$ 的单开铅门（70mmPb），监测结果见表 5-9。

表 5-9 独居石仓库车间及周边环境 γ 辐射剂量率监测结果

监测点编号	监测点点位描述	γ 辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	备注
G1	西南侧防护门中间外 30cm	5.305	1、检测期间独居石仓库存放量约为 300t 2、西南侧防护门防护不严实,准备整改。
G2	西南侧防护门左侧外 30cm	2.643	
G3	西南侧防护门右侧外 30cm	2.160	
G4	西南侧防护门下边外 30cm	4.839	
G5	南侧墙体外 30cm	0.640	
G6	西侧墙体外 30cm	2.332	
G7	北侧墙体外 30cm	1.308	
G8	东侧墙体外 30cm	0.963	
G9	东南侧防护门中间外 30cm	1.790	
G10	东南侧防护门左侧外 30cm	1.431	
G11	东南侧防护门右侧外 30cm	3.425	

续上表:

G12	东南侧防护门下边外 30cm	1.665	1、检测期间独居石仓库存放量约为 300t 2、西南侧防护门防护不严实，准备整改。
G13	南侧小防护门中间外 30cm	1.312	
G14	南侧防小护门左侧外 30cm	1.523	
G15	南侧小防护门右侧外 30cm	1.524	
G16	南侧小防护门下边外 30cm	1.579	
G17	独居石车间及仓库中间过道	17.230	

由表 5-9 中的监测结果表可知，独居石车间及仓库内部的 γ 剂量率为 $17.230\mu\text{Gy/h}$ ，防护门由于不严实导致射线泄漏到门外，辐射水平最大处出现在独居石仓库西南侧防护门中间，为 $5.305\mu\text{Gy/h}$ ，墙体外最大出现在西侧墙体，为 $2.332\mu\text{Gy/h}$ 。

(2) γ 外照射致有效剂量估算

γ 射线外照射所致有效剂量可通过下式进行估算：

$$H_E = D \times t \times k \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中， H_E --- γ 射线外照射所致有效剂量，Sv/a；

D --- γ 射线外照射剂量率，Gy/h；

t --- 年工作时间

k --- 空气中吸收剂量与有效剂量转换因子，取 0.7

表 5-7、表 5-8 及表 5-9 监测结果基本反映出锆钛矿精选项目生产工作场所及周围环境辐射水平。根据上述表中监测结果和公式 1，可估算出本项目运行后各车间内工作人员及厂区周围公众的辐射水平。

本项目年有效工作日 300 天，每天 3 班，每班 8 小时，年运行时间 7200 小时，单人年最大工作时间不超过 2400h，其中：

① 钛矿车间、锆英电磁选车间均采用自动化生产设备，工作人员在车间内接触物料时间每班约为 3h，年工作 300 天，接触物料时间约为 900h；

② 接触物料时间为每班 2h，全年近距离接触约 200d 计，接触物料时间约为 400h；

③ 成品仓库及独居石仓库接触物料时间为约为每班 0.5h，年工作 300 天，接触物料时间约为 150h；

④摇床车间也采用自动化生产设备，但是考虑到摇床车间工作人员需要调整摇床挡板的位置，受照射时间为约为每班 3h，年工作 300 天，年受照射时间为 900h。

根据表 5-7、表 5-8 类比监测结果，可以估算出本项目相似工序工作人员所受外照射有效剂量，估算结果见表 5-10、表 5-11。

表 5-10 工作人员所受外照射有效剂量估算一览表

序号	工作场所描述	γ 辐射剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	工作时间 h	外照射有效剂量 mSv/a
1	2 号堆场锆中矿表面 1m	2.57	400	0.72
2	电磁选车间锆英砂投料口	2.39	900	1.51
3	1 号堆场钛矿堆表面 1m	1.08	400	0.30
4	钛矿车间中间通道	1.87	900	1.18
5	摇床车间（锆英摇床 2 斗表面）	2.84	900	1.79
6	成品仓库北部	2.35	150	0.25
7	独居石仓库中间过道	17.23	150	1.81

表 5-11 公众所受外照射有效剂量估算一览表

序号	工作场所描述	γ 辐射剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	受照射时间 h	环境本底	居留因子	外照射有效剂量 mSv/a
1	钛矿车间外厂内道路	0.18	7200	0.12	1/16	0.02
2	宿舍楼一楼	0.14	7200	0.12	1/4	0.04
3	厂区南侧围墙外	0.23	7200	0.12	1/40	0.02

备注：① 厂界外取辐射水平最高点进行估算；受照时间按全年工作时间，考虑居留因子。

② 表中监测数据未扣除环境本底，估算时环境本底取海南省天然环境本底平均值

5.2.2.3 空气中氡及子体类比分析与评价

(1) 空气中氡及子体类比监测

本项目原料、半成品及产品中含有天然核素铀、钍、镭，从原材料中析出的氡进入大气并进行衰变时，可产生氡的衰变子体，钍射气为钍衰变产生的放射性核素（气体）。

2019年7月25日，核工业二三〇研究所对海南海拓矿业有限公司年加工50万吨锆钛矿项目工作场所及厂区内环境空气中氡浓度水平进行监测，监测情况及监测结果如下：

监测时间：2019年7月5日；

监测条件：气温26~34℃，阴，东南风；

监测仪器：EQF3200测氡仪，制造单位为德国SARAD公司，出厂编号00090；检定有效期至2019年9月11日；

监测结果：厂区周围环境空气中氡浓度监测结果见表5-12，厂区内各生产场所监测结果见表5-13。

表5-12 类比监测项目厂区及周边氡浓度监测结果

监测点编号	监测点点位描述	氡浓度 (Bq/m ³)
D2	厂界西侧	9.84
D3	厂界东侧	12.43
D4	厂界北侧	11.71
D5	厂界南侧	11.28
D6	厂界西南侧（下风向）	11.39

类比监测项目厂址周边氡浓度范围为9.84~12.43Bq/m³，处于《中国环境天然放射性水平》中全国城市空气中氡平均浓度变化范围值(3.3~40.6 Bq/m³)控制范围内，项目运行未对周围环境产生污染。

表5-13 类比监测项目生产车间氡及子体浓度、钍射气浓度监测结果

监测点 编号	监测点名称	氡及氡子体监测 结果 (Bq/m ³)	钍射气浓度监测 结果 (Bq/m ³)
D8	2号原料堆场南部	20.43	44.98
D9	锆英电磁选车间过道	32.34	58.29
D10	1号原材料堆场南部	20.06	48.01
D11	钛矿车间过道	40.78	49.00
D12	摇床车间过道	36.7	45.97
D13	成品仓库过道	42.65	46.28
D16	宿舍楼一楼	13.74	12.47

从上表中监测结果可以看出，类比监测项目生产场所内空气中氡浓度为 13.74Bq/m³~42.65Bq/m³，最大浓度出现在成品仓库；钍射气浓度为 12.47 Bq/m³~58.29Bq/m³，最大浓度出现在锆英电磁选车间。

(2) 氡及氡子体所累积剂量估算

氡及氡子体主要为 α 衰变，穿透能力弱，电离能力强，其外照射影响较小，其主要辐射影响是经人体吸入后对产生的内照射影响。吸入 ²²²Rn 和 ²²⁰Rn 及其子体后所致个人有效剂量可以用下式估算：

吸入氡及氡子体所致有效剂量可通过正式进行计算：

$$H_E = E_C \times \bar{X} \times g_E \times H \quad \dots \dots (2)$$

式中： H_E — 公众吸入氡（钍射气）子体所致有效剂量，Sv/a；

E_C — 氡（钍射气）与子体平衡因子；根据 GB18871-2002 附录 B 表 B2，氡与其子体平衡因子取 0.4。根据《电离辐射源与效应》钍射气与子体平衡因子室内取 0.03，室外取 0.01。

$\bar{X}$ — 平均氡（钍射气）浓度，Bq/m³；

g_E — 吸入 ²²²Rn 和 ²²⁰Rn 及其子体的剂量转换因子，UNSCEAR2000 年报告中给出的氡及氡子体剂量转换因子为 10nSv(Bq·m⁻³·h)⁻¹，钍射气剂量转换因子为 40nSv(Bq·m⁻³·h)⁻¹

H — 受照时间，同 4.3.2.1。

（参考文献《空气中氡及其子体的测量方法》，张智慧，北京，原子能出版社，1994）

根据上式可估算出吸入 ^{222}Rn 和 ^{220}Rn 及其子体产生的内照射所致年有效剂量，见表 5-14。

表 5-14 工作人员吸入氡及钍射气有效剂量估算一览表

序号	工作场所描述	氡及子体浓度测量值 (Bq/m ³)	钍射气测量值 (Bq/m ³)	时间 (h/a)	有效剂量 (mSv/a)	
					氡及子体	钍射气
1	2 号原料堆场	20.43	44.98	400	0.08	0.02
2	锆英电磁选车间	32.34	58.29	900	0.12	0.06
3	1 号原材料堆场	20.06	48.01	400	0.03	0.02
4	钛矿车间	40.78	49.00	900	0.15	0.05
5	摇床车间	36.7	45.97	900	0.13	0.05
6	成品仓库	28.7	46.28	150	0.02	0.01

注：表中时间 h 为已考虑居留因子后的受照射时间

5.2.2.4 辐射工作人员及公众年有效剂量分析与评价

(1) 辐射工作人员年有效剂量分析与评价

综合表 5-12 及表 5-14 的类比监测结果，可以估算出本项目运行后相似工序工作人员年有效剂量，见表 5-15。

表 5-15 各场所辐射工作人员所受年有效剂量

序号	工作场所描述	外照射有效剂量 (mSv/a)	外照射有效剂量 (mSv/a)	合计 (mSv/a)
1	2 号原料堆场	0.72	0.10	0.82
2	电磁选车间	1.51	0.18	1.69
3	1 号堆场钛矿堆	0.30	0.05	0.35
4	钛矿车间	1.18	0.20	1.38
5	摇床车间	1.79	0.18	1.87
6	成品仓库	0.25	0.03	0.28

从表 5-15 中估算结果可以看出，项目运行后对工作人员造成的内、外照射有效剂量最大约为 1.87mSv/a，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中剂量限值要求和项目管理目标中对工作人员剂量约束值要求 (职业人员年有效剂量不超过 5mSv)。

(2) 公众年有效剂量分析与评价

本项目原料及各产品中含有少量铀-238、钍-232、镭-226 等天然放射性核素，放射性核素的比活度浓度较低，通过表 5-9~表 5-14 均可以看出，其辐射主要集中在原料及各产品堆场周围，对车间外、厂区外环境辐射影响较小，基本上增加附加照射，且随着距离的增加，项目对厂区周围公众的影响将迅速降低，公众的年有效剂量能够满足 GB 18871-2002 和项目管理目标要求（公众年有效剂量不超过 0.25mSv），本项目对周围公众的辐射影响较小。

^{220}Rn 半衰期短(54.5s)很短，原料及产品放射性核素衰变产生的 ^{220}Rn 只有很少一部分能够释放到大气环境中，而且很快衰变掉，不会对厂区周围的公众产生辐射影响。

原料及产品放射性核素衰变产生的 ^{222}Rn 的半衰期长(3.83d)，可以迁移、扩散到物料表面并扩散到大气环境中，并随着空气的流动传播。根据类比监测结果，项目厂区周围环境中氡浓度水平为天然环境辐射水平，不会对厂区周围的公众产生辐射影响。

5.2.3 粉尘辐射影响分析与评价

本项目原料及各产品中含有少量铀-238、钍-232、镭-226 等天然放射性核素，原料经磁选、电选等选矿工艺后，放射性核素逐渐富集到独居石中，钛精矿、金红石等产品、尾矿渣中放射性活度较低。

5.2.3.1 有组织排放粉尘辐射影响分析与评价

湿毛矿、半成品矿等烘干过程中，因矿物粒径较小(200 目~2mm)，热空气上升时，会产生少量粉尘。为降低生产过程中的粉尘排放，本项目烘干工序均设置有除尘装置，通过排气筒高空排放，有效的减小粉尘排放量和粉尘污染。

本项目湿矿烘干车间设置有 4 台烘干炉，烘干炉自带有除尘装置；钛矿精细车间、锆英金红精细车间各设有 1 套除尘系统，车间内粉尘经密闭收集后，由风机引至集中式脉冲行喷袋除尘系统除尘后通过 15m 高排

气筒排放。除尘器收集的粉尘因与原矿性质相同，经皮带机返回工艺系统。根据预测结果，1#~6#排气筒下风向粉尘最大质量浓度为 $(6.51 \times 10^{-5} \sim 1.58 \times 10^{-3}) \text{ mg/m}^3$ 。

2019 年 7 月核工业二三〇研究所对海南海拓矿业有限公司文昌年加工 50 万吨锆钛矿项目其中 4 个烘干炉排气筒的烟尘取样进行铀、钍检测，具体检测结果见下表：

表 5-16 烘干炉排气筒处铀钍粉尘量类比检测情况 (mg/m^3)

监测点 编号	采用地点	铀粉尘量	钍粉尘 量	测量次数	铀钍总量
1#	1#烘干炉排气筒	0.00488	0.0113	2	0.0162
2#	2#烘干炉排气筒	0.0014	0.0052	3	0.0066
3#	5#烘干炉排气筒	0.0003	0.00153	3	0.00183
4#	6#烘干炉排气筒	0.00072	0.0017	3	0.00242

根据表中数据，铀钍总量最大浓度出现在 1#排气筒处为 0.0162 mg/m^3 ，满足《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011)“新建企业车间后生产设施排气筒处大气污染物排放限值铀钍总量不超过 0.1 mg/m^3 ”的要求。

本项目中粉尘比重较大，沉降作用明显，通过排气筒排放的粉尘随着空气流动扩散到周围环境中，并沉降回地面，根据粉尘预测结果及类比监测结论，少量粉尘的排放对周围环境辐射影响极小。

5.2.3.2 无组织排放粉尘辐射影响分析与评价

本项目无组织粉尘排放主要来源于干式选矿车间逸散粉尘。本项目毛矿精矿产品颗粒极小，精选过程中虽对产生粉尘工段全程密闭，但仍会产生少量粉尘无组织排放，产生粉尘车间主要有钛矿干磁车间、石榴石独居石车间和锆英电选车间。

为降低生产过程中粉尘无组织排放，可能产生粉尘的工段及设备均采取有效的密闭措施，相关粉尘产生点还设置除尘设施，过风机将粉尘引至除尘系统处理。为减少废气外逸，废气总管采用负压收集。除尘器收集的粉尘因与原矿性质相同，经皮带机返回工艺系统，有效的减小粉尘排放量。

2019 年 7 月核工业二三〇研究所对海南海拓矿业有限公司文昌年加

工 50 万吨锆钛矿项目厂内无组织粉尘取样并进行粉尘浓度分析检测，检测结果如表 5-17。

表 5-17 正常工况下厂内无组织粉尘浓度及粉尘中铈钍含量

采用地点	粉尘浓度 (mg/m^3)	铈含量 (mg/m^3)	钍含量 (mg/m^3)	检测 次数	铈钍总量 (mg/m^3)
钛矿车间	1.17	0.000024	0.00049	1	0.000514
摇床车间	0.69	0.000012	0.00028	1	0.000292
电磁选车间	0.83	0.000035	0.00069	1	0.000725
厂界东侧	0.12	0.0000076	0.000081	3	0.0000886
厂界南侧	0.18	0.0000019	0.000046	3	0.0000479
厂界西侧	0.147	0.0000026	0.000016	3	0.0000186
厂界北侧	0.10	0.0000033	0.000013	3	0.0000163

根据表中类比监测结果，项目厂区内的粉尘浓度为 $(0.69\sim1.17)\text{mg}/\text{m}^3$ ，厂界粉尘浓度为 $(0.1\sim0.18)\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 中颗粒物的周界外浓度最高点。厂界粉尘中铈钍总量最大出现在厂界东侧，为 $0.0000886\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011)“现有企业和新建企业边界大气污染物浓度限值，铈钍总量不超过 $0.0025\text{mg}/\text{m}^3$ ”的要求。

本项目中各生产车间内粉尘量极小，根据预测结果及类比监测结论，少量粉尘的排放对工作人员及厂界周围环境影响较小，基本上不会对工作人员、厂区周围公众产生附加照射剂量。

5.2.4 地表水、地下水辐射环境影响分析与评价

生产废水主要为湿式选矿阶段的选矿废水，本项目选矿过程只是物理过程，放射性物质不会分解和溶出，仅具有伴生放射性矿的 SS。项目生产废水经厂区污水系统处理后进入水循环系统，回用于圆筒筛分、螺旋分级、湿式磁选、螺旋重选、旋流重选、摇床重选、擦洗浮选等湿选工艺，不外排，正常工况下生产废水不会对水环境产生辐射影响。

生活污水经地埋式生物接触氧化池处理后，回用于厂区绿化，不外排。

初期雨水因其中可能含有伴生放射性矿物质的 SS 而具有一定放射性。本项目厂区设有雨水池，生产区初期雨水经雨水收集池沉淀后排放市政雨水管网。雨水收集池可以有效控制雨水中的 SS 外排到外界水体中，不会对地表水环境造成辐射影响。

本项目生产给水管道、生产废水、污水及雨水管道采用无缝钢管和超高分子量聚乙烯管，钢骨架硬聚氯乙烯复合管采用电熔连接，无缝钢管采用焊接或法兰连接，超高分子量聚乙烯管采用法兰连接，管道采用管架或沿地面明设，部分埋地管道防腐采用环氧煤沥青漆六油二布特加强级防腐，明设钢管采用环氧富锌底漆两遍，环氧云铁中间漆一遍，氯化橡胶面漆两遍防腐。

厂区地面采用水泥固化处理，管道和固化后的地面对只有 SS 污染的废水可以起到有效的防渗效果。废水雨水不直接和地表联系，不会通过地表水和地下水的水力联系而进入地下水从而引起地下水水质的变化。微量雨水在下渗过程中通过土壤对污染物的阻隔、吸收和降解作用，污染物浓度会进一步降低，即使有微量废水渗入地下水后对区域内地下水的水质影响也很微弱，不会改变区域地下水的现状使用功能。

生产循环水池、地面雨水池、尾矿砂池均为钢筋混凝土水池结构并设计采取多层防渗防漏措施，等效粘土防渗层 $Mb \geq 6.0m$ ， $K \leq 10^{-7}cm/s$ ，对周围地下水环境影响较小。

5.2.5 固体废物辐射环境影响分析与评价

钛矿原料经过磁选、电选、重选等工序后，产生钛精矿、金红石等产品，同时产生约 6 万吨/年的尾矿砂，尾砂是本项目产生的副产品，如不妥善处置，将成为本项目放射性固体废物。

尾砂主要成分为石英砂，原矿经多重选矿后，放射性物质基本富集进入独居石等产品中，尾砂中放射性含量较低。《海南海拓矿业有限公司年加工 50 万吨锆钛矿项目》尾矿砂中放射性活度监测见表 5-18。

表 5-18 类比监测项目尾矿砂中放射性活度监测结果

采样点	U(Bq/kg)	²³² Th(Bq/kg)	²²⁶ Ra(Bq/kg)
尾砂	26.4	27.3	33.0

由表中类比监测结果可以看出可知，尾砂中的天然放射性核素的活度均小于 1 Bq/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》（GB 27742-2011）规定，尾砂可作为普通建筑材料进行销售，无需进行辐射监管。

需要注意的是随着生产活动时间的推移，生产废水循环水池、雨水收集集中的混有放射性矿物的污泥将不断累积，污泥的放射性核素水平也随之增大。公司应将循环水池中的污泥列入监管计划因此，项目运行后建议公司定期对循环水池中的污泥辐射水平检测，并及时清理；清理出的污泥清理应妥善处理，严禁随意堆放、处置。

5.2.6 独居石库辐射环境影响分析

独居石产品具有一定的放射性，为减少产品放射性影响，公司拟在石榴独居石生产车间东侧部分设置独居石暂存库，专门存放独居石产品。

独居石暂存库尺寸为 8m×8m×4m，设计最大贮存量为 300t；暂存库墙体和顶均采用混凝土墙，屏蔽厚度为 30cm，暂存库设进出口处采用铅防护门，铅板厚度为 70mm；暂存库设计有通风措施，底部进行防渗漏处理。

项目运行后，随着独居石产口的积累，暂存库内的辐射水平也将逐渐升高，参考海南海拓矿业有限公司年加工 50 万吨锆钛矿项目独居石贮存库辐射水平类比监测可知，在正常运行情况，独居石车间及贮存库内部的 γ 剂量率为 17.230 μ Gy/h，贮存库墙体外辐射水平为（0.693~2.332） μ Gy/h，防护门表面辐射水平（1.312~5.305） μ Gy/h（说明：防护门剂量较高是因为防护门屏蔽不严实，门缝处射线泄漏严重）。

通过类比监测结果分析表明，暂存库的辐射防护设计基本能够满足独居石的辐射防护要求，但要防护门在设计、安装及使用过程中应注意门与墙体的缝隙和搭接长度，缝隙和搭接长度的比例不能大于 1：20，防护门底部宜采取地沟设计，以防止射线从门缝处泄漏。

独居石暂存库应采用强制通风，宜采取上进风、下排风设计，每小时通风换气次数不得低于4次，及时将暂存库内产生的氦及钍射线排出室外。

暂存库管理上要求双人双锁专人负责，门上张贴电离辐射标志，无关人员不要进入仓库，尽量不在仓库周围停留。公司应对独居石暂存库应严格执行台账制度，由专人负责，准确无误的登记独居石来源去向，并且实行联单管理。

5.3 非正常工况辐射环境影响分析

5.3.1 除尘系统失效的辐射环境影响分析

根据工程分析及辐射环境影响分析评价，本项目可能发生最严重的非正常工况为车间除尘系统由于设备故障或人为操作失误导致完全失效，外排粉尘对浓度及总量增加可能对环境及公众造成影响。因此，项目投入运行后公司加强对设备的维护和操作，强化工作人员的防范意识，能够有效避免非正常工况的发生。

此外公司应采取先进的生产工艺尽可能减小粉尘的产生量，并采用自动控制技术，即使发生废气净化系统完全失效的工况，自动控制系统会进行连锁控制停止生产，避免或减轻事故造成的环境污染。

5.3.2 独居石库照射事故

通过工程分析可知，本项目原料伴生有独居石，钛矿经过磁选、电选等工序后铀、钍系放射性核素富集到独居石矿内，因此独居石矿辐射水平相对较高。独居石同时也是重要稀土矿物材料，在未销售前公司应加强管理，特别是对于独居石的安全和辐射防护管理，建立独居石贮存库，建立生产和销售台账，避免辐射事故的发生。

5.3.3 循环沉淀水池渗漏或者泄露事故

本项目建立有循环水池，项目产生的生产废水经回水系统处理后全部回用。当出现暴雨或其他事故时，可能会导致循环水池发生泄漏、或漫顶，选矿废水会直接溢出或者下渗。

本项目运行后公司应严格控制循环水池进水量，保持循环水池低水位运行，以应对突发的事故及自然灾害。在雨季，选矿厂房内部要设置

排水沟，预防洪水。同时建议设置专职管理人员，定期检查水池的水位及其他安全措施，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，可通过厂内排水管道，将池水抽出暂存，保证循环水池池水不进入外环境。

5.4 服务期满辐射环境影响分析

本项目属于伴生放射性矿采选项目，在生产过程中使用和产生了含放射性物质的物料。为了保护本项目周围环境和公众健康，控制放射性核素向环境转移，服务期满后，应进行调查监测，根据污染水平对设施、场地进行不同的处理处置，使其达到安全稳定、资源化、无害化。

5.4.1 服务期满后的处理处置措施

项目服务期满后进行放射性源项调查，参照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素浓度活度》（GB 27742-2011），对于表面污染满足解控水平的设备和构筑物可按要求解控再利用，对于表面污染较重的设备和构筑物应进行拆除和去污处理。

（1）设备管道

对设备管道进行表面污染监测，当其表面污染水平等于或低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于可解控的物体表面放射性物质污染控制水平的，可以作为普通设备管道进行重复利用。对于表面污染水平较高的设备管道，采用物理、化学去污方法对进行去污，去污后满足标准要求的，重复利用；不满足要求的，按照先易后难的原则，分段拆除后，运送至城市放射性废物库安全贮存。

（2）厂房

对厂房的墙面地面进行表面污染监测，当其表面污染水平等于或低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于可解控的物体表面放射性物质污染控制水平的，可以根据实际需求进行使用。对于表面污染水平较高的墙面地面，按照由上至下，由内向外的原则，采

用物理、化学方法进行去污。待去污完成后进行监测，满足标准要求的，重复利用；不满足要求的，运用机械设备进行拆除，拆除的建筑垃圾运至城市废物库贮存。

(3) 土壤

待厂房拆除完毕后公司应委托有资质的单位对厂房周边污染土壤进行中的剩余放射水平检测并报审管部门审查，确认场址土壤中的剩余放射性水平满足《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定》(HJ 53-2000)要求和审管部门要求后方可解除控制，开放利用。

场址的开放分为无限制开放和有限制开放两类，前者指不附带限制条件的开放，后者指在某些限制条件下的开放。不满足开放要求的应进行去污处理和土壤修复，直至满足开放条件。在进行去污处理或土壤修复时，应调查清楚土壤污染的原因、水平、范围、核素种类和土壤估计量，在专业人员的指导下制定去污方案，保障相关经费，在审查部门和有关专家的监督指导下实施去污和土壤修复。

5.4.2 辐射环境影响分析

通过采取以上措施，本项目服务期满后受放射性污染的设施、场地能得到妥善的处理处置，处理处置过程不会对周围环境产生不利影响；同时，服务期满后放射性源项也随之关闭、消失，不再产生含放射性物质，不会对周围环境产生不利影响。

第六章 辐射安全管理与辐射环境监测

6.1 辐射安全管理机构与人员

6.1.1 机构设置

江苏域潇锆钛矿业有限公司应成立辐射安全管理机构，并设定专职辐射安全与防护负责人，负责辐射安全与环境保护管理工作，落实环境污染治理和安全防护措施；公司还应制定厂区的环境保护管理制度和环境监测计划，根据《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)》规定，定期对生产场所及厂区周围环境中 γ 辐射剂量率、环境介质（地表水、土壤）中放射性物质等进行监测。

6.1.2 人员

公司应对辐射管理负责人、辐射工作人员未进行放射性安全教育、培训，公司应尽快组织辐射工作人员参加辐射安全与防护知识（包括辐射安全和防护专业知识、监测规范、相关法律法规等）教育和培训，只有在通过考核后，才能从事相应的工作。

6.2 辐射安全管理规章制度

江苏域潇锆钛矿业有限公司应尽快建立一套环境管理体系，包括辐射环境管理制度和其他环境管理制度，如《辐射安全管理制度》、《锆钛矿原材料、产品管理制度》、《污染处理设施的管理制度》、《监测人员持证上岗制度》、《环境监测制度》等。

公司应在日常的生产中根据环保的法律法规、标准规范、主管部门的要求建议等逐步补充完善这些规章管理制度，以逐渐形成完整可行的环境管理体系，以便全面系统的对污染物进行控制，进一步提高能源资源的利用率，更好地遵守法律法规及各项制度。

6.3 辐射监测

6.3.1 监测计划

公司应根据《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）》要求和生态环境保护部门管理要求，尽快制定监测计划，对公司生产场所、厂区周围辐射环境质量及气态、液态流出物、固体废物辐射排放状况进行监测，并将监测结果及信息进行公开公示。公司可依托本厂人员、场所、设备开展监测或委托具有相应资质的机构进行监测。

6.3.1.1 监测目的

（1）判断伴生放射性矿开发利用活动流出物是否达标排放；

（2）掌握活动期间辐射环境质量，积累辐射环境水平数据，掌握辐射环境质量的变化趋势，总结辐射环境的变化规律，了解辐射环境水平是否异常，为辐射环境管理提供依据。

6.3.1.2 辐射环境监测方案

辐射环境监测方案可参照表 6-1 和生态环境部门管理要求制定。

表 6-1 辐射环境监测计划

测量介质	采样点或监测点	监测项目	频次	备注
空气	最大风频下风向下的厂区边界；对照点	^{222}Rn 及其子体、钍射气	1 次/半年	两次监测的间隔时间应不少于 3 个月
陆地 γ	厂界四周不少于 4 个点；各生产车间、原料库及产品库等场所内及周围环境、厂区内道路等；空气、土壤采样布点处；易洒落矿物的公路；对照点	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/半年	
地下水	厂内地下水监控井（建议设置）或周边最近的水井	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th	1 次/年	/
土壤	厂界四周边界处土壤；排气口最大风频下风向 500 米范围内土壤；对照点	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th	1 次/年	包括排气口最大落地地点附近的土壤
底泥	循环水池、雨水池	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th	1 次/半年	/

6.3.1.3 流出物监测方案

流出物监测方案可参照表 6-2 和生态环境部门管理要求制定。

表 6-2 流出物监测计划

介质	采样点或监测点	监测项目	频次	备注
废气	各烘干炉的排气筒及钛矿车间排气筒，钛矿车间、锆英电磁选车间和厂界东、南、西、北侧	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{232}Th	1 次/半年	两次监测的间隔时间应不少于 3 个月

6.3.2 辐射监测设备、个人剂量监测

参照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《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）》要求，辐射工作单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测仪等仪器。

江苏域潇锆钛矿业有限公司公司应尽快配置 1 台 γ 辐射巡测仪，定期对工作场所和厂区周围环境进行常规监测，并做好监测记录。

本项目拟配备的辐射工作人员应按照《放射工作人员职业健康管理辦法》（卫生部令第 55 号）规定，尽快联系有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，并定期组织职业健康体检，同时还应按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

外照射个人剂量监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天。公司还应关注工作人员每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量管理限值的原因进行调查和分析，优化实践行为，同时应建立并终生保存个人剂量监测档案，以备辐射工作人员查看和管理部门检查。

辐射工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；项目运行后公司还应当组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。

6.3.4 质量保证

公司可自行监测，也可委托具有相应资质的机构进行监测。自行监测时，应采取以下质量保证措施，确保监测结果的真实性、准确性和完整性。

（1）公司并建立质量管理体系，提出质量保证计划；应配备相应的专业技术人员和检测设备，质量保证必须贯穿于辐射监测的整个过程。

（2）配备与监测项目相适用的辐射监测仪器、设备。仪器设备技术指标能够满足环境监测的要求。

（3）辐射监测仪器必须定期检定或校准，检定或校准的方法应能够追溯到国家标准。

（4）从事环境监测的人员必须经过专业培训，监测数据必须经过复核并签字。

（5）优先采用国家标准、环境保护行业标准和其他行业标准分析方法。使用自制方法应经过确认。

公司环境辐射监测方案及其调整、变化情况应及时向社会公开。

6.3.4 环境辐射监测信息公开

根据《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，项目运行后公司应在《关于发布全国31个省级地区国家重点监控企业污染源监测信息公开网址的公告》

（环境保护部公告2015年第40号）中的信息公开平台上公开环境辐射监测信息，并至少保存一年。同时，公司也可通过对外网站、报纸、广播、电视等便于公众知晓的方式公开环境辐射监测信息。

环境辐射监测信息包括环境辐射监测方案、监测报告和环境辐射监测年度报告。每年2月1日前公司应编制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。

第七章 辐射环境风险评价

7.1 辐射环境风险事故识别

为防止环境风险发生，应采取必要的防范和风险应急处理措施。针对本项目的特点及实际情况，本项目存在的辐射污染事故如下：

（1）除尘系统失效或运行不正常，含放射性核素的粉尘超标排放，对厂区周围及下风向环境造成污染；

（2）公司管理不善，锆钛矿原料或独居石矿被盗，或运输过程中发生事故导致原料散落环境中造成辐射污染事故。

（3）未设置独居石贮存库或屏蔽防护措施不能够满足防护要求，导致工作人员受到超剂量照射事故。

（4）循环水池、雨水池及废水管网年久失修或腐蚀渗漏等原因出现破裂的事故时，含生产废水、雨水经处理直排入环境中，会对周围环境（土壤和地表水造成辐射污染事故。

7.2 辐射环境风险防范措施及应急预案

7.2.1 风险防范措施

针对本项目的辐射环境事故风险，建议项目采取以下风险防范措施：

（1）加强生产设备的安全管理，在生产使用过程中定期对通风除尘设备设施进行检查、维护，定点、定线进行巡回检查，认真、按时、如实地对设备运行状况和安全附件状况等做好运行记录；发现及时维修，排除事故隐患。

（2）加强钛矿原料、独居石贮存库的安全管理，建立原料及产品进出台账，详细记录每一种产品及尾矿的入库的时间、数量、贮存位置等。定期对库存的原料、产品及尾矿进行核对，防止流失。

（3）加强对独居石贮存库的安全和防护管理，禁止或限止无关人员进入库区，以避免不必要的照射；加强的原料及产品仓贮和运输管理，原料及产品转移过程中防止跑冒漏滴。

(4) 采用先进工艺技术，减少污染物的跑冒滴漏，降低环境事故风险；所有输水、排水管线等液态物质管道必须采取防渗措施，杜绝各类废水下渗。各污水管线应采用“可视化”原则，即管线应采用架空敷设方式，做到污染物泄漏“早发现、早处理”，减少由于地埋管线泄漏而造成的土壤、地下水污染。

(5) 加强污水处理站、各循环水系统的维护和管理，定期对废水处理、暂存和输送设施进行检查，做好记录备查，杜绝废水的跑、冒、滴、漏；定期对相关设备进行保养，定期对水池的进出水进行放射性活度水质分析，严格监控出水中放射性核素活度。当出现管道泄漏的事故时应及时采用事故池或应急池等设施暂存废水，必要时停止生产，待事故排除后继续生产。

(6) 设置一座应急事故池，避免事故排水污染厂外地表水环境。

江苏域潇锆钛矿业有限公司应配合环保、安全及消防等各有关部门的工作，集思广益，采取各种其它能降低风险发生概率及风险不良影响程度的防范措施。

7.2.2 风险应急预案

江苏域潇锆钛矿业有限公司应建立相应行之有效的辐射事故应急预案，当出现事故时立即启动预案实施事故应急处理，必要时停止生产以防止不良环境影响的产生及扩大。在排除事故隐患及采取有效防治措施控制事故现场，并得到有关部门允许后重新开工。

江苏域潇锆钛矿业有限公司应根据公司应并定期开展培训及演练。应急演练应针对公司可能发生的辐射污染事故确定预案演练内容，具体建议见下表：

表 7-1 风险应急预案完善建议一览表

序号	项目	具体内容
1	应急计划区	制定辐射环境风险的计划区、循环水池、雨水池、废水输送管道、料场及产品库等
2	应急组织机构、人员	明确应急组织机构、人员负责辐射环境污染事故的职责。
3	预案分级响应条件	建立辐射事故预案分级响应机制。
4	应急救援保障	制定本项目辐射环境污染风险的防范救援保障措施，包括配备的仪器设备。
5	报警、联络方式	明确辐射环境污染风险的报警、联络方式。
6	应急环境监测、抢险、救援及控制措施	明确由有资质单位负责对事故现场进行侦察监测，对事故性质、参数与后果进行评估，为指挥部门提供决策依据
7	应急监测、防护措施、清除泄漏措施及器材	明确事故现场、邻近区域、控制和清除污染措施及相应设备
8	人员紧急撤离、疏散、应急剂量控制、撤离组织计划	明确事故现场、工厂邻近区、受事故影响的区域人员及公众对电离辐射应急剂量控制规定，撤离组织计划及救护，医疗救护与公众健康
9	事故应急救援关闭程序与恢复措施	增加辐射环境污染事故应急状态终止程序的规定，事故现场善后处理，恢复措施，邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施。
10	应急培训计划	应急计划补充完善后，平时应安排人员培训与演练
11	公众教育和信息	可采用张贴公告或者发布信息等方式对工厂内部职工、邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息。

第八章 环境影响经济损益分析

环境经济损益分析主要是评价建设项目实施后，对环境造成的损失费用和采取各种环保治理措施所能收到的环保效果及其带来的经济和社会效益，衡量建设项目的环保投资在经济上的合理水平。

一个项目的开发建设，除对国民经济的发展起着促进作用外，同时也在一定程度上影响着项目拟建地区的环境。社会影响、经济影响、环境影响是一个系统的三要素，最终以提高人类的生活质量为目的。它们之间既互相促进又互相制约，必须通过全面规划、综合平衡，正确地把全局利益和局部利益、长远利益和近期利益结合起来，对环境保护和经济发展进行协调，实现社会效益、经济效益、环境效益的三统一。通过对拟建项目的经济、社会和环境效益分析，为项目决策者更好地考虑环境、经济和社会效益的统一提供依据。

8.1 项目投资、经济和社会效益分析

建设项目总投资为 60500 万元，项目建成后，正产生年营业收入 124110.0 万元，增值税 6843.6 万元，税金及附加 821.2 万元，利润总额 25029.0 万元，净利润 18771.7 万元。由此可见，项目具有较好的经济效益。项目建成后能促进当地产业结构的合理调整，寻找新的经济增长点，增加财政税源，壮大地方经济，该项目具有较好的经济效益。

8.1.2 项目投资社会效益分析

本项目的建成具有以下社会效益：

（1）契合大丰港特钢新材料产业园的发展需求

本项目建设符合大丰区的工业导向和布局规划，大丰港特钢新材料产业园启动区充分利用自身突出的区位及土地资源的优势，重点发展有色金属加工（不含重有色金属冶炼）、镍铁新材料、钒钛合金、不锈钢制品深加工等产业。本项目的建设会带动当地产业发展和基础设施建设，如运输、通讯、供销等第三产业的兴起，也将带动其他基础设施，如道路、电力、水利工程的建设和完善。

(2) 推动地区经济快速发展

本项目建成投产后对促进地方经济和国民经济的发展具有积极的推动作用。同时项目每年还需要一定的原辅材料、燃料动力，可有效刺激和带动其他相关产业的发展。江苏域潇锆钛矿业有限公司产品市场前景广阔，项目的建设有利于项目所在企业经济的发展，为提升当地企业市场竞争力和盈利能力创造了条件。

本次项目新增工作岗位 186 个，能促进经济持续快速发展，此外还能带动区域相关产业的发展，项目具有良好的经济效益。

8.2 环境经济损益分析

8.2.1 环保投资分析

根据工程分析和环境影响预测结果可知，本项目建成投产后，将对周围环境产生一定的影响，因此必须采取相应的环境保护措施加以控制，并保证相应的环保资金投入，使项目建成后生产过程中产生的各类污染物对周围环境影响降低到最小程度。根据初步估算，该项目总计环保投资额为 1500 万元人民币，占总投资 60500 万元人民币的 2.5%。

8.2.2 环保费用指标分析

环保费用指标是指项目污染治理需用的各项投资费用，包括污染治理的投资费用，污染控制运行费用和其它辅助费用构成。

环保费用指标按下式计算：

$$C = \frac{C_1 \times \beta}{n} + C_2 + C_3$$

式中：C—环保费用指标；

C1—环保投资费用，本工程为 1500 万元；

C2—环保年运行费用，本工程为 300 万元；

C3—环保辅助费用，一般按环保投资的 0.5%计；

n—设备折旧年限，以有效生产年限 15 年计；

β—为固定资产形成率，一般以 90%计。

根据以上公式计算，本项目环保费用指标为 397.5 万元，占总投资 60500 万元的 0.66%，占比较小，在企业的承受范围之内。

8.3 环境效益分析

根据环境影响预测与评价可知，本项目排放的颗粒物等气态污染均能达到评价标准的要求，对周围环境的影响较小。本项目建成后，生产用水部分经污水处理站处理后回用，部分直接进入循环水系统，生产废水不外排。生活污水经地埋式生物接触氧化法处理后回用厂区绿化，不外排。项目产生的固体废物均得到了妥善处置或综合利用。

综上，本项目产生的“三废”在采取合理的治理措施后，可有效降低其对环境的影响，对环境的影响较小。

第九章 结论与建议

9.1 结论

9.1.1 项目概况

江苏域潇锆钛矿业有限公司位于江苏大丰港经济开发区特钢新材料产业园内，公司根据国内钛白粉、高钛渣、陶瓷等行业的市场需求，拟投资 60500 万元建设年处理 60 万吨锆钛矿精选项目。

公司主要以进口莫桑比克毛矿为原料，少部分来自澳洲和非洲其他地区，通过磁选、电选、重选等精选工艺，年生产钛精矿 36 万 t、磁铁矿 3.2 万 t、锆英砂 4 万 t、金红石 1.3 万 t、石榴石 8 万 t、独居石 1.5 万 t。项目预计每年将产生 6 万吨尾矿砂，拟作为建筑材料外售。项目预计 2021 年 6 月投产运营。

9.1.2 项目辐射环境现状评价

根据本项目拟建场址及周围环境 γ 辐射剂量率现状监测结果，场址周围环境 γ 辐射水平均处于江苏省环境天然辐射本底水平范围内，项目周围环境空气未检出氡及氡子体。

由场址周围地下水及环港南路复河的样品现状监测可知，环境地表水及地下水等水样中的总 α 均未检出，总 β 水平均高于《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006) 标准限值 (参考标准)，水样中铀、钍浓度均处于江苏省水体中天然放射性核素浓度范围内。

由环港南路复河和拟建址周围土壤样品分析结果可以看出，项目周围土壤和土壤中铀-238、钍-232、镭-226 含量均处于江苏省土壤中天然放射性核素含量范围内。

9.1.3 辐射环境影响评价

通过辐射环境影响类比监测分析、预测和评估，可以预测本项目投入运行后，项目周围环境辐射水平处于江苏省环境天然辐射本底水平范围内，影响较小，项目运行后排放的粉尘对工作人员和公众的影响均较小。

本项目生产废水经污水处理站处理后全部回用，生活污水经地埋式生

物接触氧化池处理后回用于厂区绿化，对周围地表水、地下水环境影响均较小；选矿产生的尾砂中的天然放射性核素的活度均小于 1 Bq/g，符合《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》(GB 27742-2011)规定，作为普通建筑材料进行销售，固体废弃物处置符合相关要求。

项目产品独居石属于重要稀土原料，其放射性水平较高。公司拟建 1 座独居石仓库，专用于堆放、贮存独居石。日常运行过程中公司应加强独居石库的安全管理，建立独居石入库、出库台帐，详细记录每批进库的时间、数量及贮存位置等。定期对库存进行核对，防止流失。

9.1.4 辐射管理评价

江苏域潇锆钛矿业有限公司应尽快成立辐射安全管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作，落实环境污染治理和安全防护措施；公司应制定环境保护管理制度和环境监测计划及相应的辐射污染事故应急预案。

本项目定员 168 人，公司应尽快组织辐射工作人员参加辐射安全与防护知识教育和培训，只有在通过考核后，才能从事相应的工作。

公司未配备相应的辐射监测仪器，公司应尽快配置相应的辐射监测仪器，定期对工作场所和厂区周围环境进行常规监测，并做好监测记录。

公司各选矿车间的工作人员均应进行个人剂量监测，公司还应定期组织工作人员进行职业健康体检，并按相关法规要求建立辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案。

9.1.5 辐射环境监测

江苏域潇锆钛矿业有限公司应根据《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，制定环境辐射监测方案，方案及其调整、变化情况应及时向社会公开。

在项目建成运行后，公司应自行或委托有资质机构定期对生产场所及厂区周围环境中 γ 辐射剂量率、环境介质（地表水、土壤）中放射性物质等进行监测。并在国家规定的信息公开平台上公开环境辐射监测信息，信息至少保存一年。同时，公司也可通过对外网站、报纸、广播、电视等便

于公众知晓的方式公开环境辐射监测信息。

每年2月1日前公司应编制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。

9.1.6 公众参与

在网络公示期间，建设单位和环评单位均未收到公众的电话咨询、电子邮件、来访及相关反馈意见。

9.2 建议

（1）切实做好各项污染治理工作，保证生产中各污染物达标排放。

（2）在综合考虑经济情况的基础上，对原料进行优化选择，从源头减少放射性污染物的产生。

（3）在以后的生产过程中，综合考虑经济情况的基础上，不断对生产工艺或污染防治工艺进行升级改造，争取在生产过程中废水、固废等污染物产生量能实现减量化。

（4）在以后的生产过程中，综合考虑经济情况的基础上，对各生产或污染防治设备、设施进行维护乃至更新，以确保各设备及设施能正常运行，防止因设备老化、设施破损而导致非正常生产工况的产生次数增加、污染物产生量增加、污染物处理处置效率降低等现象的出现。

（5）提高全厂环保意识，建立和健全环保管理网络及环保运行台帐，加强对各项环保设施的日常维修管理。