2023-F-001

盐城金烨新材料科技有限公司
年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌、80 吨铌条、17 吨氟钽酸钾、30 吨碳化钽、20 吨碳化铌、20 吨复合钽铌碳化物技改项目

辐射环境影响评价报告书

盐城金烨新材料科技有限公司

二 O 二三年六月

盐城金烨新材料科技有限公司
年产24吨氧化钽、206吨氧化铌、80吨铌条、17吨氟钽酸钾、30吨碳化钽、20吨碳化铌、20吨复合钽铌碳化物技改项目

辐射环境影响报告书

建设单位名称：盐城金烨新材料科技有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：盐城市阜宁高新技术产业开发区纬二路3号

邮政编码：224000　　联 系 人：

电子邮箱：　　联系电话：

目录

0 前言 1
0.1 项目由来 1
0.2 评价工作过程 1
0.3 分析判定相关情况 3
0.3.1 产业政策相符性 3
0.3.2 相关规划相符性 4
0.3.3 环保政策相符性 5
0.3.4 与“三线一单”相符性分析 6
0.3.5 资源利用上线 7
0.3.6 环境准入负面清单 7
0.4 结论 8
1 概述 11
1.1 项目基本情况 11
1.2 评价目的 11
1.3 编制依据 12
1.3.1 法律、法规、部门规章及规范性文件 12
1.3.2 导则和相关技术规范 13
1.3.3 采用标准 14
1.3.4 其它技术性文件 15
1.4 控制指标 15
1.4.1 职业人员及公众年有效剂量约束值 15
1.4.2 气载放射性流出物控制指标 16
1.4.3 伴生放射性固体废物控制指标 16
1.4.4 参考水平 17
1.5 评价因子及评价核素 17
1.6 评价范围 18

1.6.1 大气环境评价范围 18
1.6.2 土壤环境评价范围 18
1.6.3 γ辐射空气吸收剂量率评价范围 19
1.6.4 生态评价范围 19
1.6.5 地表水评价范围 19
1.6.6 地下水评价范围 19
1.7 环境保护目标 19
2 放射性源项分析 26
2.1 工程概况 26
2.1.1 项目地理位置 26
2.1.2 建设规模与产品方案 27
2.1.3 工程建设内容 27
2.1.4 总平面布置 28
2.1.5 主要设备 31
2.1.6 主要原辅材料用量、公用工程消耗量 32
2.1.7 劳动定员及工作制度 33
2.1.8 工艺流程及产污环节 33
2.2 物料平衡、水平衡以及核素平衡 41
2.2.1 物料平衡 41
2.2.2 水平衡 48
2.2.3 放射性核素平衡分析 50
2.3 放射性污染因素分析 53
2.4 放射性废物管理及排放源项 55
2.4.1 气载流出物 55
2.4.2 含放射性固体废物 59
2.4.3 伴生放射性物料贮存 60
3 辐射环境质量现状 64
3.1 辐射环境调查及监测方案 64

3.1.1 监测内容及方案 64
3.1.2 监测仪器与方法 64
3.1.3 质量保证措施 66
3.1.4 监测工况 66
3.2 γ辐射吸收剂量率环境现状 67
3.3 氡浓度测量 71
3.4 放射性核素分析 73
3.5 水样辐射环境现状 74
4 辐射环境影响分析 77
4.1 厂址特征参数 77
4.1.1 地形地貌 77
4.1.2 气候与气象 77
4.1.3 水文水系 79
4.1.4 生态环境 81
4.1.5 人口特征 82
4.1.6 饮食结构 82
4.2 公众照射途径分析 82
4.3 正常工况气载流出物辐射环境影响分析 83
4.3.1 剂量估算公式 83
4.3.2 公众辐射剂量估算 87
4.3.3 职业人员剂量估算 98
4.4 生态环境影响分析 102
4.5 地表水辐射环境影响分析 103
4.6 地下水辐射环境影响分析 103
4.7“三关键”分析 103
4.8 非正常工况辐射环境风险分析 104
4.8.1 除尘系统失效风险 105
4.8.2 通风系统失效风险 107

4.8.3 原料贮运风险 108
4.9 伴生放射性固体废物辐射环境影响分析 109
4.9.1 酸溶渣的管理 109
4.9.2 中和渣的管理 110
4.10 服务期满辐射环境影响分析 110
5 辐射环境管理和辐射监测 112
5.1 辐射环境保护措施 112
5.1.1 辐射防护措施 112
5.1.2 环境污染防治措施 113
5.2 辐射环境管理 115
5.2.1 管理机构及管理制度 115
5.2.2 辐射环境管理机构的职责 115
5.2.3 人员培训及管理 116
5.2.4 环境管理计划 117
5.3 流出物监测 117
5.4 辐射环境监测 117
5.4.1 辐射环境监测计划 117
5.4.2 监测仪器及质量保证 118
5.5 辐射环境保护竣工验收 120
6 环境影响经济损益分析 123
6.1 经济效益分析 123
6.2 社会效益分析 123
6.3 环境经济损益分析 123
6.3.1 环保设施内容及投资估算 123
6.3.2 综合分析 125
7 结论及建议 126
7.1 结论 126
7.1.1 项目概况 126

7.1.2 工艺流程 126
7.1.3 主要放射性污染物及其治理措施 126
7.1.4 环境现状调查与评价 127
7.1.5 辐射环境影响评价 128
7.1.6 辐射防护“实践正当性” 128
7.2 公众意见采纳情况 128
7.3 存在的问题和建议 128
附件 1：委托书 130
附件 2：环评批复复印件 131
附件 3：竣工环保验收意见复印件 136
附件 4：行政处罚决定书复印件 141
附件 5：企业事业单位突发环境应急预案备案表复印件 145
附件 6：产业园总体规划环评报告书审查意见复印件 147
附件 7：阜宁高新区产业发展方向批复复印件 156
附件 8：一般工业固废处置合同复印件 158
附件 9：类比资料复印件 164
附件 10：辐射环境现状检测报告复印件 177

0 前言

0.1 项目由来

盐城金烨新材料科技有限公司（原名盐城市金烨化工有限公司）由盐城金美合金材料有限公司 2014 年收购原盐城市晶美化工有限公司和原阜宁县三晶化工有限公司的厂房和土地股权投资成立，2018 年公司名称变更为盐城金烨新材料科技有限公司，公司位于阜宁高新技术产业开发区纬二路 3 号，法人代表戚龙燕，注册资金 3000 万元，占地 18021.65 平方米。

2014 年收购完成后，新公司放弃原有铜酞菁、酞菁蓝 B、酞菁蓝 BGS 生产项目并拆除原有生产设备设施，2016 年公司实施年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌、80 吨铌条、17 吨氟钽酸钾、30 吨碳化钽、20 吨碳化铌、20 吨复合钽铌碳化物技改项目，公司年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌项目于 2017 年投产，80 吨铌条、17 吨氟钽酸钾、30 吨碳化钽、20 吨碳化铌、20 吨复合钽铌碳化物等项目生产线未建设，公司转变为一家专业生产和销售氧化钽、氧化铌的生产公司。致密金属钽具有银灰色的金属光泽，主要用于合金、电缆、手术器械、反应容器和管道、超高频电子管、透镜、真空炉部件、手表、电容器等领域。致密金属铌具有银灰色金属光泽，主要用来做超导磁体、电容器、光学镜片、超导射频共振腔，电磁辐射探测器以及航空航天用的喷气发动机组和超导合金。

0.2 评价工作过程

盐城金烨新材料科技有限公司年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌、80 吨铌条、17 吨氟钽酸钾、30 吨碳化钽、20 吨碳化铌、20 吨复合钽铌碳化物技改项目环境影响报告书于 2016 年 4 月 25 日取得原盐城市环境保护局批复（盐环审[2016]22 号，批复见附件 2）。年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌技改项目于 2017 年 9 月 30 日取得原盐城市环境保护局的验收意见（盐环验[2017]37 号，批复见附件 3），验收意见明确本次验收仅针对年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌技改项目，未经审批同意，不得擅自建设和生产新产品，不得擅自扩能。2021 年 7 月盐城金烨新材料科技有限公司突发环境事

件应急预案通过盐城市阜宁生态环境局备案，备案编号为 320923-2021-067-M（备案意见见附件 5）。

盐城金烨新材料科技有限公司使用不同产地的钽铌矿原料中铀（钍）系单个核素含量差异较大，涉及的原料、酸溶渣、中和渣中的铀（钍）系单个核素含量可能超过 1 贝可/克（1Bq/g），根据固体中放射性γ核素检测报告（见附件 10），公司在用钽铌矿原料和酸溶渣核素中的铀（钍）系单个核素含量均超过 1 贝可/克（1Bq/g），按照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号）和《关于发布<矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录>的公告》（生态环境部公告 2020 年第 54 号）的规定，铀（钍）系单个核素含量超过 1 贝可/克（1Bq/g）的项目属于“五十五、核与辐射”第 171 条“伴生放射性矿-冶炼”类别，本项目需编制辐射专项环境影响报告书。根据盐环审[2016]22 号环评审批意见及盐环验[2017]37 号竣工环保验收意见，本次辐射专项环境影响评价项目产品规模为年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌。

盐城金烨新材料科技有限公司项目投产至今一直未办理辐射专项环境影响评价行为涉及辐射项目“未批先建”和“未验先投”，违反了《中华人民共和国放射污染防治法》的规定，目前盐城市生态环境局已进行行政处罚（盐环阜罚字[2023]7 号，处罚意见决定书见附件 4）。

接受建设单位委托后，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司即成立辐射环境影响评价项目组，项目组人员赴现场开展环境现状调查、资料收集、现场监测和样品采集，在充分了解项目工艺流程，研读相关技术资料的基础上，结合企业现状监测结果，对项目运行中产生的辐射环境影响进行了深入分析，提出了相关防治措施。根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）和《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》（环办〔2015〕1 号），编制完成《盐城金烨新材料科技有限公司年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌、80 吨铌条、17 吨氟钽酸钾、30 吨碳化钽、20 吨碳化铌、20 吨复合钽铌碳化物技改项目辐射环境影响报告书》。

0.3 分析判定相关情况

0.3.1 产业政策相符性

国内目前规模化从事钽铌生产企业约 10 余家，为分析本项目生产工艺的先进性，选取《广晟新材异地搬迁升级改造项目环境影响报告书》（粤环审〔2020〕280 号，2020 年 12 月 5 日审批）、《九江有色金属冶炼有限公司年处理 2000 吨钽铌矿及钽铌加工生产线回顾性项目竣工环保验收监测报告》（2020 年 12 月 26 日竣工环保验收）和《衡阳金新莱孚新材料有限公司年产 400t 氟钽酸钾、200t 氧化钽、200t 氧化铌生产线项目环境影响报告表》（湘环评表[2014]21 号，2014 年 5 月 16 日审批）三个项目原辅料及能源消耗进行比较分析，分析结果见表 0.3-1 。

广晟新材异地搬迁升级改造项目项目设计外购钽铌矿 3167.50t/a（品位平均 41.7%R_2O_5），生产钽铌氧化物、钽铌金属材料、铌铁合金等产品合计 1250t/a，包括工业氧化铌 500t/a、高纯氧化铌 250t/a、工业氧化钽 100t/a、高纯氧化钽 100t/a、冶金级钽粉 80t/a、电容器级钽粉 20t/a、高纯钽粉 50t/a、铌铁合金 100t/a、熔炼铌 50 吨/年。九江有色金属冶炼有限公司年处理 2000 吨钽铌矿，年产氧化钽 160 吨、氧化铌 500 吨、氟钽酸钾 150 吨、钽粉 20 吨、钽铌碳化物 17 吨和钽铌金属及其加工材 20 吨生产线。衡阳金新莱孚新材料有限公司年处理 1800 吨钽铌矿，年产 400t 氟钽酸钾、200t 氧化钽、200t 氧化铌生产线项目。

表 0.3-1 原辅料及能源消耗表（以消耗每吨钽铌矿计）

原辅料及能源	本项目	广晟（类比 1）	九江（类比 2）	衡阳（类比 3）
硫酸（吨）				
氢氟酸（吨）				
液氨（吨）				
仲辛醇（吨）				
新水（吨）				
电力（kWh）				
蒸汽（吨）*				

注：按照 1 吨蒸汽消耗 75 立方天然气或消耗 0.1 吨煤进行核算

由表 0.3-1 可知，本项目由于生产废水全部处理后回用，吨消耗的液氨、仲辛醇、新水最少，带来吨蒸汽消耗量最高，同时增加吨电力消耗；项目与类比项目相比，硫酸、氢氟酸吨消耗量相差不大，没有显着差异；类比 1 项目和类比 2 项目由于有氧化钽、氧化铌后续生产项目，故吨电力消耗量相对较高，类比 2 项目由于产品线更丰富吨电力消耗量最高。由于本项目与类比项目均为钽铌湿法冶炼生产（均采用仲辛醇-HF-H_2SO_4 体系萃取分离＋氨沉淀+高温煅烧工艺），生产氧化钽、氧化铌工艺基本一致，由此可见，本项目采用的生产工艺属于行业成熟工艺，项目物耗、能耗与类比项目相比没有明显差异。

根据国家《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订）中鼓励类第四十三项“环境保护与资源节约综合利用”第 24 子项：“共生、伴生矿产资源中综合利用技术及有价元素的提取”。本项目是以钽铌矿为原料，通过萃取反萃取等工艺提取出氧化钽、氧化铌等产品，项目属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》（2021 年修订）中鼓励类项目。

综上所述，本项目采用国内成熟钽铌湿法冶炼工艺，项目建设符合国家产业政策要求。

0.3.2 相关规划相符性

（1）用地规划相符性

本项目不属于《限制用地项目目录（2012 年本）》、《禁止用地项目目录（2012 年本）》中限制和禁止用地项目，不属于《江苏省限制用地项目目录（2013 年本）》、《江苏省禁止用地项目目录（2013 年本）》中限制和禁止用地项目，属于允许建设项目。本项目符合相关用地规划。

（2）与阜宁高新技术开发区产业发展符合性分析

项目选址位于盐城市江苏阜宁高新技术产业开发区纬二路 3 号，根据《关于阜宁高新技术产业园总体规划（2015-2025）环境影响报告书审查意见》（苏环审[2016]35 号，批复见附件 6），严格按照规划产业定位、国家产业政策、最新环保准入条件等提出的入区项目类型清单等相关要求，引进投资强度大、生产工艺和设备先进、技术

含量高、产品附加值高、清洁生产水平高、污染易于治理的项目，提高企业产品之间的关联度，发展上下游产业链。除允许接纳盐城市境内化工项目搬迁外，不得再批准其他新的化工企业。

根据《关于<下达 2019 年全省化工产业安全环保整治提升工作目标任务的通知>》（苏化治[2019]3 号），阜宁高新技术开发区已于 2019 年取消化工集中区。根据《阜宁县人民政府关于阜宁高新区产业发展方向的批复》（阜政复[2021]13 号，批复见附件 7），阜宁高新区重点培育发展智能制造、高端纺织服装、节能环保三个产业，其中节能环保产业以高效节能设备及装置制造、新型建材制造、新材料、再生资源回收和综合利用、金属表面处理及热处理加工、绿色农产品加工及农业资源综合利用等为发展重点。

本项目为盐城金烨新材料科技有限公司年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌、80 吨铌条、17 吨氟钽酸钾、30 吨碳化钽、20 吨碳化铌、20 吨复合钽铌碳化物技改项目辐射环境影响专项评价，对照《国民经济行业分类》为有色金属冶炼中的稀有金属冶炼，属于阜宁高新区规划发展方向中的节能环保产业中的新材料产业，符合阜宁高新区产业发展方向要求。

0.3.3 环保政策相符性

本项目与《市场准入负面清单（2022 年版）》（发改体改规[2022]397 号）、《长江经济带发展负面清单指南》江苏省实施细则（试行，2022 年版）、《长三角地区 2020-2021 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》（环大气[2020]62 号）、《省政府关于印发江苏省水污染防治工作方案的通知》（苏政发[2015]175 号）、《江苏省政府关于印发江苏省大气污染防治行动计划实施方案的通知》（苏政发[2014]1 号）、《江苏省政府关于印发江苏省土壤污染防治工作方案的通知》（苏政发[2016]169 号）、《盐城市人民政府关于印发盐城市水污染防治行动计划实施方案的通知》、《盐城市人民政府关于印发盐城市大气污染防治行动计划实施方案的通知》、《盐城市人民政府关于印发盐城市土壤污染防治行动计划实施方案的通知》、《省生态环境厅关于报送高耗能、高排放项目清单的通知》（苏环便函[2021]903 号）、《省

发展改革委 省工业和信息化厅关于坚决遏制“两高”项目盲目发展的通知》（苏发改资环发[2021]837号）等文件要求相符。

0.3.4 与“三线一单”相符性分析

0.3.4.1 生态保护红线相符性分析

根据《江苏省人民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）、《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）和《盐城市生态红线区域保护规划》。项目地附近最近生态空间管控区域详见表 0.3-2 ，项目与江苏省生态管控区域相对位置关系图见图 0.3-1，项目与阜宁县生态管控区域相对位置关系图见图 0.3-2。

表 0.3-2 本项目最近生态管控区域一览表

生态红线名称	主导生态功能	范围		面积（平方公里）		相对距离
		国家级生态保护红线范围	生态空间管控区域范围	国家级生态保护红线面积	生态空间管控区域面积	
淮河入海水道（阜宁县）洪水调蓄区	洪水调蓄	/	除阜宁县马河洞饮用水水源保护区外，阜宁县境内淮河入海水道北至淮河入海水道北堤脚外 50 米，南至苏北灌溉总渠南堤外 50 米，其中马河洞饮用水源保护区以外岸纵深为 2000 米。	/	53.87	220m

项目位于阜宁高新技术产业园，位于重点管控单元内，根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》，重点管控单元主要推进产业布局优化、转型升级，不断提高资源利用效率，加强污染物排放控制和环境风险防控，解决突出生态环境问题。距离最近的生态红线区域为项目西侧的淮河入海水道（阜宁县）洪水调蓄区，最近距离约为 220 米。因此，项目不在《江苏省人民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）、《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）和《盐城市生态红线区域保护规划》规定的生态红线区域内，因此，项目符合生态红线区域保护规划相关要求。

0.3.4.2 环境质量底线

根据阜宁县《2021 年生态环境质量状况公报》，2021 年阜宁县县城空气优良天数比例 85.5%，较上年上升 2.4 个百分点。空气质量达优 89 天，良 223 天，轻度污染 41 天，中度污染 8 天，重度污染 2 天，严重污染 2 天。首要污染物为 $PM_{2.5}$、臭氧和 PM_{10}。环境空气中二氧化硫（SO_2）、二氧化氮（NO_2）、可吸入颗粒物（PM_{10}）和细颗粒物（$PM_{2.5}$）年均浓度分别为 9 微克/立方米、22 微克/立方米、66 微克/立方米和 32 微克/立方米，一氧化碳（日均 95%位数）浓度 0.8 毫克/立方米、臭氧（日最大 8 小时滑动平均 90%位数）浓度 146 微克/立方米，浓度均优于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。与上年相比，$PM_{2.5}$、一氧化碳（日均 95%位数）浓度、臭氧（日最大 8 小时滑动平均 90%位数）浓度分别下降 3.0%、11.1%以及 10.0%，PM_{10} 年均浓度上升 10.0%，二氧化硫和二氧化氮年均浓度基本持平。

2021 年境内地表水环境质量总体良好，达到或优于Ⅲ类水质断面比例 80.0%。县级在用饮用水源水质稳定达标，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准，通榆河北陈备用水源地和潮河水源地于汛期个别月份水质出现超标。

2021 年县城区声环境质量状况总体较好，昼间区域噪声及道路交通噪声平均等效声级仍维持在上年水平，城区功能区噪声昼夜达标情况良好。

该项目建设后会产生一定的污染物，如粉尘及少量的氢气等，但在采取相应的污染防治措施后，各类污染物的排放对周边环境影响较小，即不会改变区域环境功能区质量要求，能维持环境功能区质量现状。

0.3.5 资源利用上线

本项目利用公司现有场所和生产设施，项目不新增构筑物，不新增占地，项目营运过程中消耗一定量电、水等资源，消耗量相对于区域资源总量较小，项目的运行不会突破当地的资源利用上线。

0.3.6 环境准入负面清单

本项目不属于环境准入负面清单，具体对照见表 0.3-3。

0.3-3 环境准入负面清单分析对照表

序号	文件	要求	相符性分析
1	《限制用地项目目录（2012 年本）》、《禁止用地项目目录（2012 年本）》	-	不属于限制和禁止用地项目
2	《江苏省限制用地项目目录（2013 年本）》、《江苏省禁止用地项目目录（2013 年本）》	-	不属于限制和禁止用地项目
3	《全国主体功能区规划》（国发[2010]46 号）、《江苏省主体功能区规划》（苏政发[2014]20 号）、《盐城市主体功能区实施规划》（盐政发[2017]74 号）	-	不属于限制和禁止开发区域，不涉及重要生态功能保护区
4	《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》		不属于禁止建设项目
5	《长江经济带发展负面清单指南-江苏省实施细则（试行）》（苏长江办发〔2019〕136 号）		不属于禁止建设项目
6	《市场准入负面清单（2022 年版）》		不在禁止准入类和限制准入类中

根据上表分析，本项目与环境准入负面清单相关要求相符。

综上所述，本项目符合“三线一单”控制要求。

0.4 结论

盐城金烨新材料科技有限公司年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌、80 吨铌条、17 吨氟钽酸钾、30 吨碳化钽、20 吨碳化铌、20 吨复合钽铌碳化物技改项目采用的钽铌湿法冶炼生产工艺属于行业成熟工艺，项目物耗、能耗与类比项目相比没有明显差异，项目符合国家产业政策的要求；项目属于阜宁高新区规划发展方向中的节能环保产业中的新材料产业，符合阜宁高新区产业发展方向要求；项目的建设符合区域土地利用规划，符合“三线一单”的控制要求。

项目市场前景广阔，社会经济效益良好，在促进当地经济、社会和产业发展方面具有积极意义，同时项目采取相关防护措施后对周边辐射环境影响比较小，符合辐射防护实践正当性原则。在全面落实本辐射环境影响评价报告提出的各项环保对策措施后，对周边环境的辐射影响可降到尽可能合理低的水平，满足辐射防护最优化原则。项目运行所致的公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定的剂量限值要求，同时满足本项目提出的公众剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。项目在运行中严格落实辐射环境管理和辐射监测计划，从辐射环境保护角度分析，该项目建设可行。

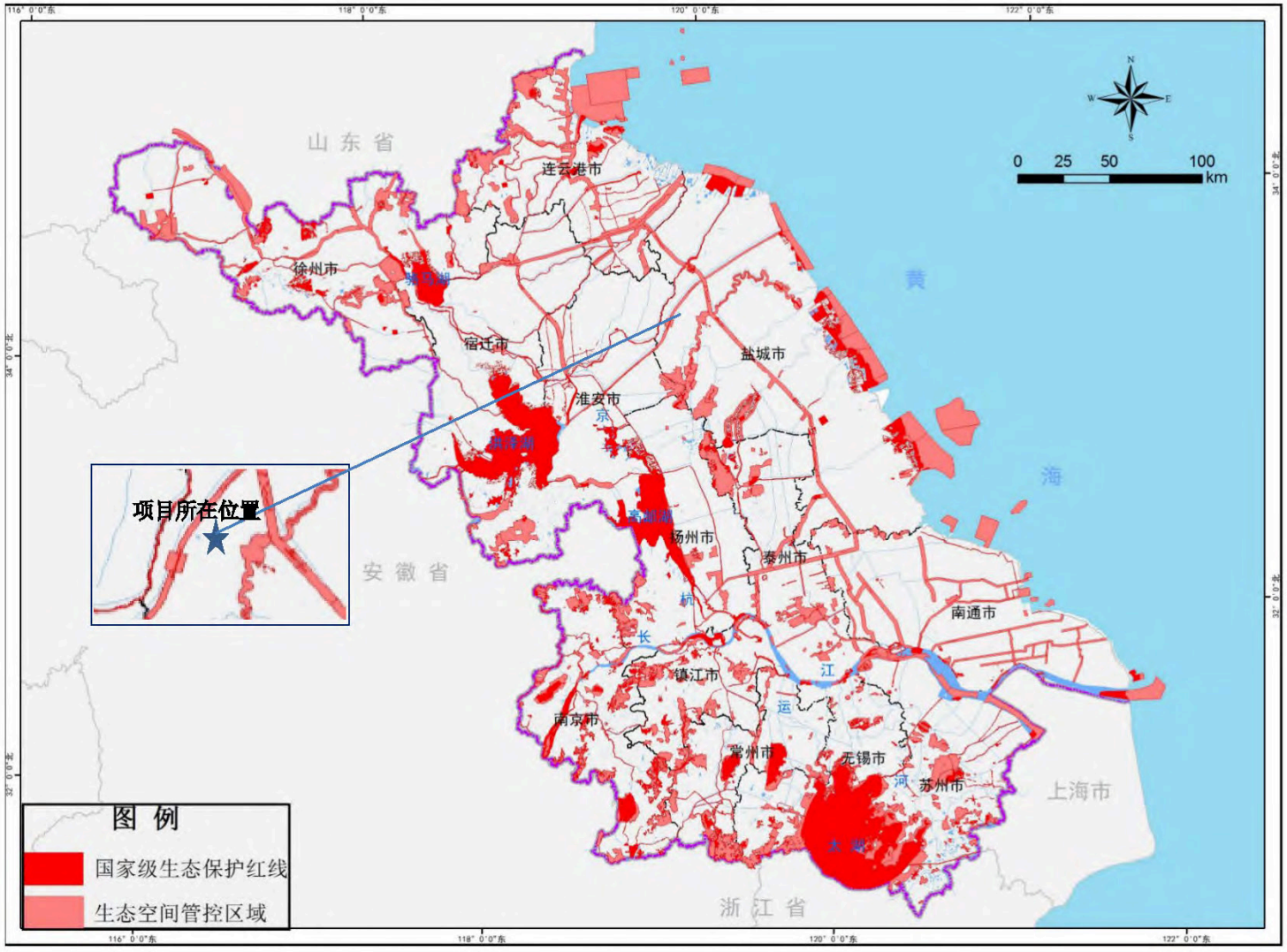


图 0.3-1 本项目与江苏省生态管控区域位置关系图

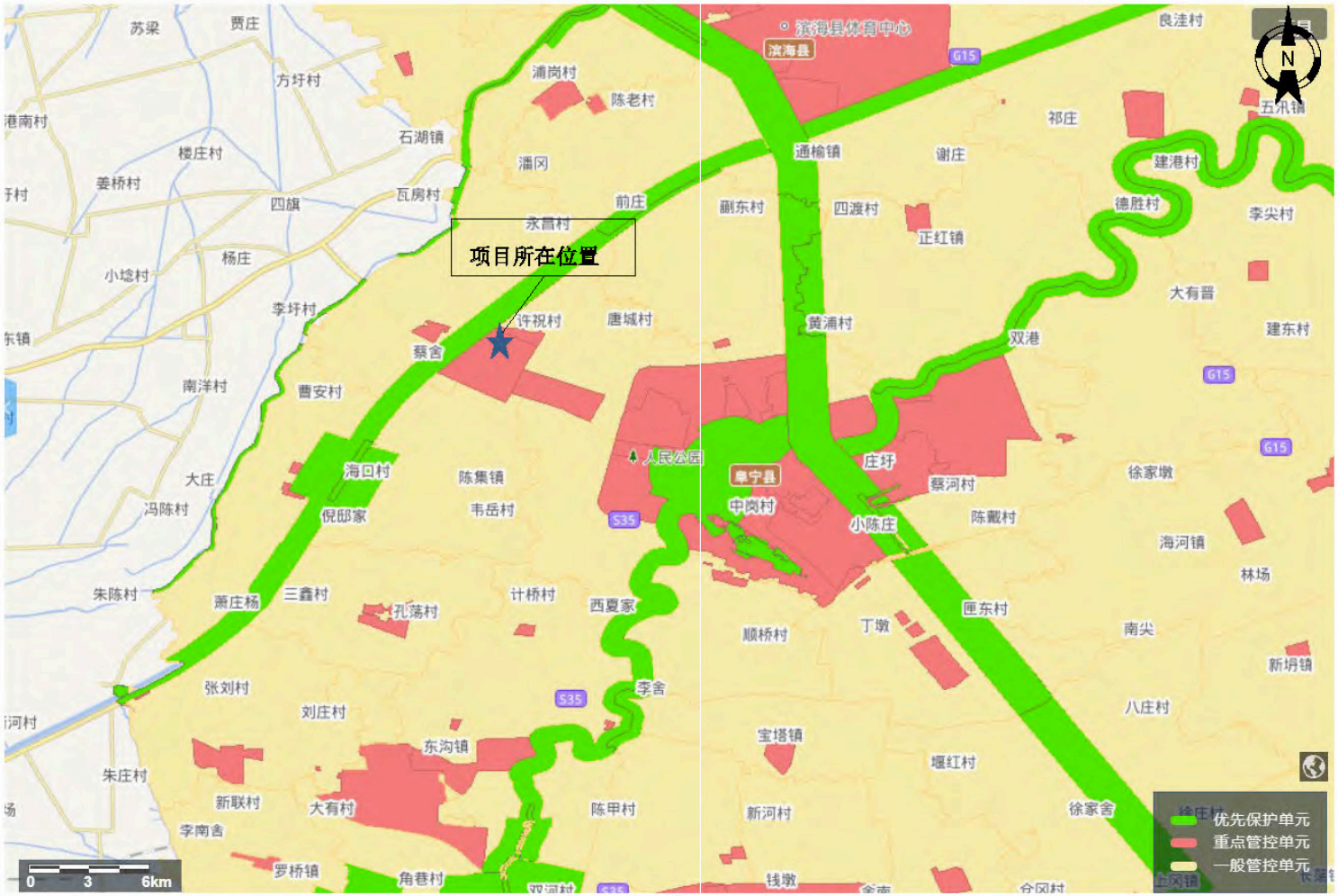


图 0.3-2 本项目与阜宁县生态管控区域位置关系图

1 概述

1.1 项目基本情况

1）项目名称：年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌、80 吨铌条、17 吨氟钽酸钾、30 吨碳化钽、20 吨碳化铌、20 吨复合钽铌碳化物技改项目；

2）建设单位：盐城金烨新材料科技有限公司；

3）工程性质：新建；

4）生产设施：粉碎机、四氟反应锅、料浆萃取槽、清液萃取槽等；

5）项目投资、生产规模及工作制度

项目投资：总投资约 8641 万人民币，项目配套建设的环保工程及设施投资约为 1585 万元，占项目总投资的比例为 18.34 %；

生产规模：年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌；

工作制度：年工作 300 天，年工作时间 7200 小时，生产车间按四班三运转制，每班八小时工作制；

劳动定员：现有职工 42 人，其中直接生产人员 34 人，管理人员 8 人。

6）工程地点：阜宁高新技术产业开发区纬二路 3 号。

1.2 评价目的

1）通过现场调查、资料调研和分析，了解和掌握该项目氧化钽、氧化铌生产工艺及生产设施设计、分布情况。

2）通过工程分析，识别氧化钽、氧化铌生产过程中主要放射性源项以及污染因子，配套建设辐射安全设施和措施以减轻辐射环境影响。

3）对厂区周边环境现状进行辐射环境现状调查，收集项目所在地环境现状数据，为将来项目生产期间产生的环境影响进行对比。

4）通过对厂区放射性污染物对周围环境影响进行预测和评价，明确生产过程中对周围环境和公众人群的辐射影响程度，进行“三关键”分析，评价总的个人有效剂量及各核素、各照射途径所致剂量及其贡献份额。

1.3 编制依据

1.3.1 法律、法规、部门规章及规范性文件

（1）《中华人民共和国环境保护法》，国家主席令第九号，1989 年 12 月 26 日颁布，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日起施行；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》，国家主席令第四十八号，2016 年 7 月 2 日第一次修正，2018 年 12 月 29 日第二次修正，2018 年 12 月 29 日起施行；

（3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行；

（4）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，国家主席令第四十三号，2020 年 4 月 29 日修订，自 2020 年 9 月 1 日起施行；

（5）《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号修订，2017 年 10 月 1 日起施行；

（6）《放射性废物安全管理条例》，国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行；

（7）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》，生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；

（8）《关于发布放射性废物分类的公告》，环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号，2018 年 1 月 1 日起施行；

（9）《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部令第 4 号，2019 年 1 月 1 日起施行；

（10）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行；

（11）《国家危险废物名录（2021 年版）》，生态环境部令第 15 号公布，自 2021 年 1 月 1 日起施行；

（12）《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行；

（13）《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告第 39 号，2019 年 11 月 1 日起施行；

（14）《关于发布<矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录>的公告》，生态环境部公告 2020 年 第 54 号，2020 年 11 月 25 日印发，自 2021 年 1 月 1 日起施行；

（15）《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订），国家发展和改革委员会 2021 年令第 49 号，2021 年 12 月 30 日起施行；

（16）《江苏省辐射污染防治条例》，江苏省人大常委会公告第 2 号，2018 年 3 月 28 日修订，5 月 1 日起施行；

（17）《江苏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，2018 年 6 月 9 日；

（18）《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，2020 年 1 月 8 日；

（19）《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49 号，2020 年 6 月 21 日；

（20）《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187 号，2021 年 11 月 9 日；

（21）《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，2015 年 1 月 8 日；

（22）《江苏省突发环境事件应急预案管理办法》（2015 年修订本），苏环发〔2015〕4 号，2015 年 10 月 10 日；

（23）《省政府办公厅关于印发江苏省辐射事故应急预案的通知》，苏政办函〔2020〕26 号，2020 年 2 月 19 日 。

（24）《江苏省生态环境厅关于进一步规范放射性矿开发利用企业辐射环境管理的通知》，苏政办〔2022〕295 号，2022 年 10 月 18 日 。

1.3.2 导则和相关技术规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016），国家环境保护部 2016 年 12 月 6 日发布，2017 年 1 月 1 日实施；

（2）《环境影响评价技术导则 大气影响》（HJ 2.2-2018），生态环境部 2018 年 7 月 31 日发布，2018 年 12 月 1 日实施；

（3）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），生态环境部 2022 年 1 月 15 日发布，2022 年 7 月 1 日实施；

（4）《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）》，环办〔2015〕1 号，2015 年 1 月 5 日实施；

（5）《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，2019 年 1 月 1 日起施行。

1.3.3 采用标准

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

（2）《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；

（3）《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）；

（4）《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋处置辐射环境保护技术规范（试行）》（HJ1114-2020）；

（5）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；

（6）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；

（7）《环境空气中氡的测量方法》HJ1212-2021；

（8）《土壤中放射性核素的γ能谱分析方法》（GB/T11743-2013）；

（9）《高纯锗γ能谱分析通用方法》（GB/T11713-2015）；

（10）《水质 总α放射性的测定 厚样法》（HJ898-2017）；

（11）《水质 总β放射性的测定 厚样法》（HJ899-2017）；

（12）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；

（13）《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定（暂行）》（HJ53-2000）；

（14）参照《稀土生产场所放射防护要求》（GBZ139-2019）；

（15）参照《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）；

（16）参照《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020)。

1.3.4 其它技术性文件

（1）委托书；

（2）《盐城市金烨化工有限公司年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌、80 吨铌条、17 吨氟钽酸钾、30 吨碳化钽、20 吨碳化铌、20 吨复合钽铌碳化物技改项目环境影响报告书》（江苏诚智工程设计咨询有限公司，2016 年 4 月）；

（3）《盐城市金烨化工有限公司突发环境事件应急预案》（2021 年第 1 版）及备案材料；

（4）《中国环境天然放射性水平》（国家环保局 1995）；

（5）《江苏省室内氡水平调查及对公众剂量估算》（辐射防护，2014 年第 34 卷第 2 期）；

（6）《电离辐射源与效应》（UNSCEAR2000）；

（7）建设单位提供的其它资料。

1.4 控制指标

1.4.1 职业人员及公众年有效剂量约束值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关规定

《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 款规定的特殊情况外，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。

B1.1 款 职业照射

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；

第 B1.2 款 公众照射

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：年有效剂量，1mSv。

根据本报告第四章项目所致职业人员和公众的个人剂量估算结果，结合标准要求和同类项目剂量约束值取值，取 5mSv/a 作为职业人员剂量约束值；取 0.1mSv/a 作为公众剂量约束值。

1.4.2 气载放射性流出物控制指标

本项目气载放射性流出物主要为厂区车间排气筒排放的放射性粉尘和物料堆场产生的氡和钍射气。

（1）有组织排放放射性粉尘

参考《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）表 5 中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 0.1mg/m^3，本项目有组织排放放射性粉尘限值具体见表 1.4-1。

表 1.4-1 有组织排放放射性粉尘排放限值

序号	污染物种类	排放限值	污染物排放监控位置
1	放射性粉尘	钍、铀总量：0.1mg/m^3	磨机房排气筒

（2）氡

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002 ）中第 11.4.2.1 款规定，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 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 500～1000Bq/m^3（平衡因子 0.4）范围内。达到 500Bq/m^3 时宜考虑采取补救行动，达到 1000Bq/m^3 时应采取补救行动。

本项目工作场所氡浓度取 500Bq/m^3 作为控制限值。

1.4.3 伴生放射性固体废物控制指标

根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011），凡是涉及物料中的天然放射性核素的活度浓度小于表 B.1 所列数值（1Bq/g）的活动，无需进行辐射监管。

本项目伴生放射性固体废物中 ^{238}U、^{226}Ra、^{232}Th 核素是否进行辐射监管的限值取 1Bq/g，若物料中核素均小于等于 1Bq/g，可免于辐射监管。若 ^{238}U、^{226}Ra、^{232}Th 核素有大

于 1Bq/g 的情况，需要按照《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）的要求进行管理。

1.4.4 参考水平

（1）γ辐射剂量率

根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月，江苏省环境监测站），江苏省环境天然γ辐射剂量率列于下表 1.4-2。

表 1.4-2 江苏省环境天然γ辐射空气吸收剂量率（单位：nGy/h）

	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
测值范围	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

根据上表，本报告取江苏省 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果中的“均值±3 倍标准差”为其评价参考范围，即原野 γ 辐射空气吸收剂量率参考范围取（50.4±21.0）nGy/h，道路 γ 辐射空气吸收剂量率参考范围取（47.1±36.9）nGy/h，室内 γ 辐射空气吸收剂量率参考范围取（89.2±42.0）nGy/h。

（2）土壤天然放射性核素含量

根据《江苏省土壤中天然放射性核素含量调查研究》（辐射防护第 12 卷第 6 期，1992 年 11 月，江苏省环境监测站），江苏省土壤中天然放射性核素含量列于下表 1.4-3。

表 1.4-3 江苏省土壤中天然放射性核素含量（单位：Bq/kg）

	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra
测值范围	14.1～62.1	17.9～67.9	13.1～89.6
均值	35.5	49.4	35.7
标准差（s）	7.7	8.0	7.4

根据上表，本报告取江苏省土壤中天然放射性核素含量调查结果中的“均值±3 倍标准差”为其评价参考范围，即土壤 ^{238}U 核素含量参考范围取（35.5±23.1）Bq/kg，土壤 ^{232}Th 核素含量参考范围取（49.4±24.0）Bq/kg，土壤 ^{226}Ra 核素含量参考范围取（35.7±22.2）Bq/kg。

1.5 评价因子及评价核素

1、辐射环境现状评价核素或因子

（1）大气环境评价核素：^{222}Rn；

（2）土壤评价核素：^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra；

（3）环境γ辐射评价因子：γ辐射空气吸收剂量率。

2、辐射环境影响评价因子

（1）气载流出物评价因子：^{222}Rn、U+Th 总量；

铀系核素（仅用于剂量估算）：^{238}U、^{234}U、^{230}Th、^{226}Ra、^{210}Pb、^{210}Po，

钍系核素（仅用于剂量估算）：^{232}Th、^{228}Th、^{228}Ra、^{220}Rn；

（2）伴生放射性固体废物评价因子：^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra；

（3）人员剂量：职业人员、公众的附加年有效剂量。

说明：1、本项目评价因子及评价核素选取依据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《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）》（环办〔2015〕1 号）、《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）相关规定。

2、因目前国内没有对钍射气浓度因子检定/校准机构以及浓度限值评价标准，因此本报告没对钍射气因子进行现状监测。由于 ^{220}Rn 的半衰期较短，仅为 55.6s，在空气中、岩石矿物中扩散长度分别为 2.8cm、0.65cm，扩散至厂界外钍射气浓度较低，对外环境影响较小，因此钍射气仅对厂区内职业人员附加年有效剂量进行估算。

1.6 评价范围

1.6.1 大气环境评价范围

本报告 4.3.2 确定的大气环境影响评价工作等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》，三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围，因此本次评价不设置大气环境影响评价范围。

1.6.2 土壤环境评价范围

由于《矿产资源开发利用辐射环境影响评价专篇格式与内容》（2015 年 1 月）中未对辐射类项目的评价范围进行明确规定，参考《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）表 2 辐射环境监测方案，考虑厂区排气筒放射性粉尘最大落地浓度距离，本项目土壤评价范围取厂区边界外 0.5km。

1.6.3 γ 辐射空气吸收剂量率评价范围

由于《矿产资源开发利用辐射环境影响评价专篇格式与内容》（2015 年 1 月）中未对辐射类项目的评价范围进行明确规定，参考《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）表 2 辐射环境监测方案，考虑厂区排气筒放射性粉尘最大落地浓度距离，本项目 γ 辐射空气吸收剂量率评价范围取厂区边界外 0.5km。

1.6.4 生态评价范围

本项目为污染影响类评价项目，对照《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）及《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），本项目不进入江苏省国家级生态保护红线和江苏省生态空间管控优先保护单元，故本项目不设置生态评价范围。

1.6.5 地表水评价范围

本项目生产废水经废水混合后加入生石灰经压滤、脱氨、膜分离纯水制备后全部送回生产车间回用，本项目无生产废水排放，厂区不设置生产废水排放口，故本项目不设置地表水评价范围。

1.6.6 地下水评价范围

项目所在地不涉及集中式饮用水水源准保护区及补给径流区，不涉及国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区。本项目无生产废水排放，项目废水收集池、酸碱中和池、循环水池、酸溶渣库、中和渣库均采取防渗措施，项目对地下水环境产生的潜在影响较小，故本项目不设置地下水评价范围。

1.7 环境保护目标

本项目环境保护目标主要为评价范围内的 18 家企业和 1 处看护房，无居民点，项目东侧是盐城利民农化有限公司和盐城禾佳化工有限公司，南侧是阜宁县水处理发展有限公司，西侧是看护房，厂界北侧是江苏世通着色新材料有限公司、江苏彩瑞实业有限公司。本项

目不进入江苏省国家级生态保护红线和江苏省生态空间管控优先保护单元，本项目不设置生态保护目标。

本项目周围评价范围 500m 内无居民区、学校等敏感保护目标。项目的环境保护目标主要为公司厂房内工作人员（含辐射工作人员和非辐射工作人员）和厂房外评价范围内的公众。

本项目评价范围内环境保护目标见表 1.7-1，环境保护目标分布见图 1.7-1。

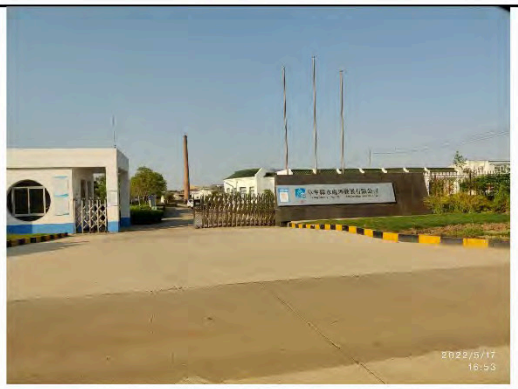
表 1.7-1 本项目评价范围内保护目标

序号	环境保护目标名称		方位	最近距离（m）	人口规模（人）/经营状态	年有效剂量限值
	名称	人员类别				
/	盐城金烨新材料科技有限公司	辐射工作人员	厂区内		34	5mSv/a
/	盐城金烨新材料科技有限公司	公司其它工作人员	厂区内		8	0.1mSv/a
1	看护房	/	西侧	约 80	/	
2	阜宁文华药业有限公司	公司员工	南侧	紧邻	停产	
3	阜宁县水处理发展有限公司	公司员工	南侧	紧邻	约 27	
4	盐城利民农化有限公司	公司员工	东侧	紧邻	约 206	
5	盐城禾佳化工有限公司	公司员工	东侧	约 114	停产	
6	阜宁祥创起重机械有限公司、江苏祥峰机械租赁有限公司	公司员工	东侧	约 220	停产	
7	盐城市凯威化工有限公司	公司员工	东南侧	约 452	停产	
8	江苏世通着色新材料有限公司	公司员工	北侧	约 48	约 30	
9	江苏彩瑞实业有限公司	公司员工	北侧	约 255	约 65	
10	阜宁县华泰油脂有限公司	公司员工	东北侧	约 260	停产	
11	江苏世达化工有限公司	公司员工	东北侧	约 176	停产	
12	盐城华钛化学有限公司	公司员工	东北侧	约 344	约 53	
13	江苏科迪特医药技术有限公司	公司员工	西南侧	约 242	停产	

14	江苏安顺新材料科技有限公司	公司员工	南侧	约 235	停产	
15	江苏同泰化工有限公司	公司员工	东南侧	约 250	停产	
16	江苏全美肥业有限公司	公司员工	东南侧	约 310	注销	
17	盐城市华业医药化工有限公司	公司员工	东南侧	约 375	停产	
18	盐城市德辉新材料科技有限公司	公司员工	东北侧	约 455	停产	



图 1.7-1 盐城金烨新材料科技有限公司项目周边环境保护目标分布图

<table>
<tr><td>
1 农田看护房</td><td>
2 阜宁文华药业有限公司</td></tr>
<tr><td>
3 阜宁县水处理发展有限公司</td><td>
4 盐城利民农化有限公司</td></tr>
<tr><td>
5 盐城禾佳化工有限公司</td><td>
6 阜宁祥创起重机械有限公司
江苏祥峰机械租赁有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
</table>



7 盐城市凯威化工有限公司



8 江苏世通着色新材料有限公司



9 江苏彩瑞实业有限公司



10 阜宁县华泰油脂有限公司



11 江苏世达化工有限公司



12 盐城华钛化学有限公司



13 江苏科迪特医药技术有限公司



14 江苏安顺新材料科技有限公司

	
15 江苏同泰化工有限公司	16 江苏全美肥业有限公司
	
17 盐城市华业医药化工有限公司	18 盐城市德辉新材料科技有限公司

2 放射性源项分析

2.1 工程概况

盐城金烨新材料科技有限公司以钽铌矿为原料，通过萃取反萃取等工艺提取出氧化钽和氧化铌，项目总投资约 8641 万人民币，开展年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌、80 吨铌条、17 吨氟钽酸钾、30 吨碳化钽、20 吨碳化铌、20 吨复合钽铌碳化物技改项目（生产规模：年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌）。

2.1.1 项目地理位置

项目选址位于盐城市江苏阜宁高新技术产业开发区纬二路 3 号（地理坐标为 119.664633，33.841059），项目地理位置见图 2.1-1。

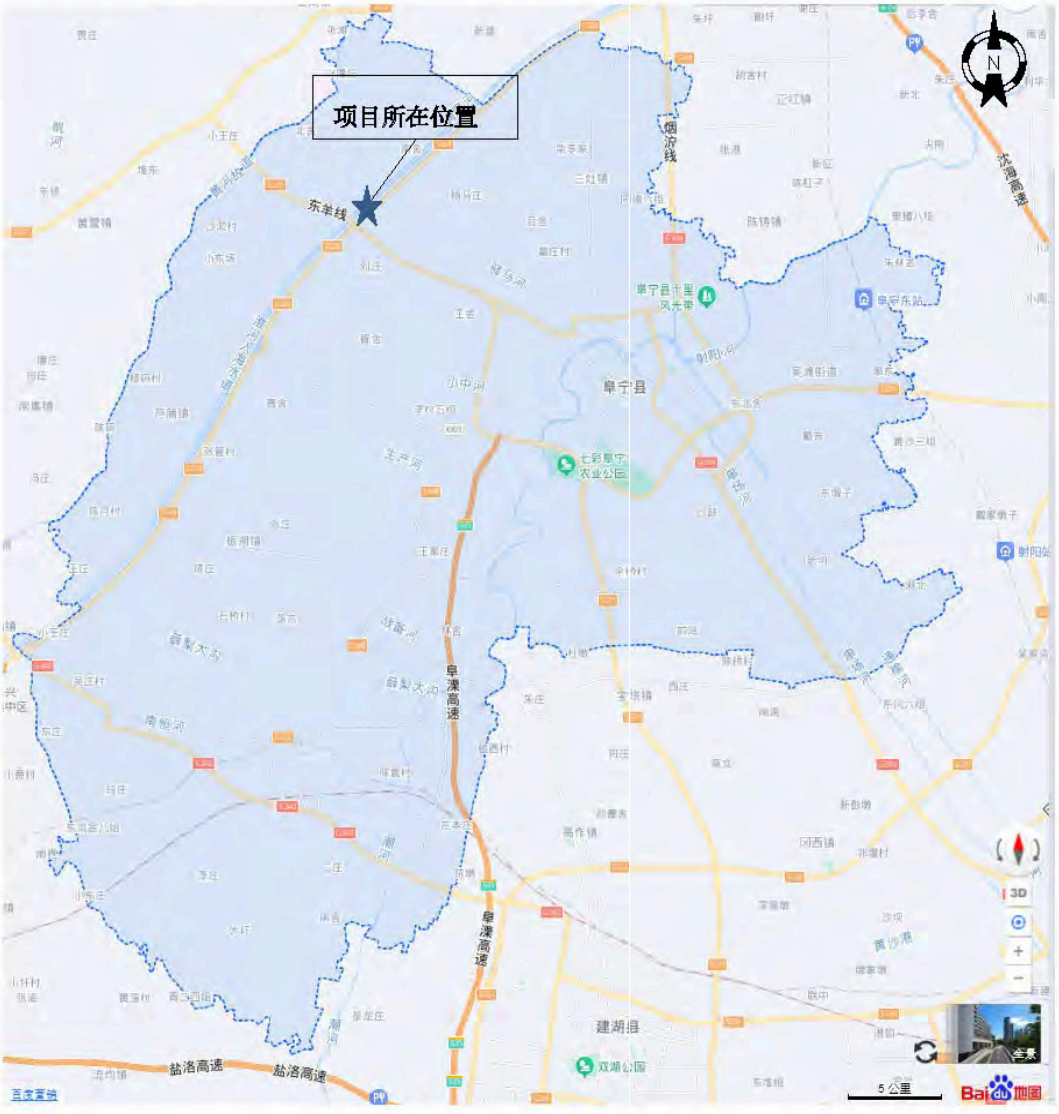


图 2.1-1 厂址地理位置示意图

2.1.2 建设规模与产品方案

盐城金烨新材料科技有限公司设计规模为年利用钽铌矿 469.76 吨，年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌。详细产品方案见表 2.1-1。

表 2.1-1 产品方案一览表

序号	产品名称	产品规格	年产量（吨）	所在车间	年运行时间（h）
1	氧化钽	99.9%	24	氧化钽煅烧房	7200
2	氧化铌	99.9%	206	氧化铌煅烧房	

2.1.3 工程建设内容

该项目占地 18021.65m^2，总建筑面积 5721.05m^2。项目组成包括主体工程、储运工程、辅助工程、依托工程、公用工程和环保工程，具体组成见表 2.1-2。

表 2.1-2 项目组成工程一览表

类别	建设名称	工程内容和规模
主体工程	生产车间	2800m^2
贮运工程	原料库	144m^2
	产品仓库	180m^2
	罐区	250m^2
辅助工程	办公楼	756m^2
	消防工程	消防水池 50m^3，消防泵房 12m^2
公用工程	给水工程	自来水管网 2296.91m^3/a，回用纯水系统 8569.74m^3/a
	排水工程	生活污水管网 4.37m^3/d，雨水管网
	供热工程	锅炉房 240m^2，天然气锅炉 1 台 10t/h、2 台 1t/h
	供电工程	配电房 211.8m^2
环保工程	废水处理站	处理能力 20t/h
	事故池	250m^3
	废气处理	废酸气 10 级吸收设备一套，占地面积 300m^2

	中和渣堆场	600m²
	危废仓库	15m²
	酸溶渣储存池	246.75m²

2.1.4 总平面布置

厂区总平面布置是根据生产工艺和生产规模，总体布置遵循功能区明确、工艺流程合理、生产安全符合国家相关的设计防火规范和规定，交通运输组织合理、便于企业管理、环境保护、节约用地、厂容整齐美观的原则。

厂区内生产区、生产辅助区、办公生活区分区分布，功能明确。生产区布置于厂区中部，各生产车间根据工艺流程需要进行布设，按功能分别设置磨机房、料浆分解及萃取车间、酸洗及反萃取车间、固液分离车间、钽铌烘干及煅烧车间，物流便捷。厂区周边设置生产辅助区，原料仓库、纯水站、消防泵房、罐区、废水处理和回用水制备车间，各辅助设施之间留有一定的安全距离。办公生活区位于厂区北部，主要包括原有的 1 栋两层综合楼和停车场，与生产区独立开来。总平面布置主要技术经济指标见表 2.1-3，厂区生产车间现状布置见图 2.1-2，总平面布置详见图 2.1-3。

表 2.1-3 主要技术经济指标表

序号	名称	单位	数量	备注
1	厂区占地面积	m²	18021.65	
2	建筑物占地面积	m²	5309.85	
3	建筑面积	m²	5721.05	含构筑物
4	道路用地	m²	2082	
5	绿化用地	m²	650	
6	建筑密度	%	29.46	
7	容积率	/	0.317	
8	绿化率	%	3.6	
9	道路用地率	%	11.55	



图 2.1-2 生产车间现状布置图

图 2.1-3 厂区平面布置图

2.1.5 主要设备

本项目主要生产设备见表 2.1-4 所示。

表 2.1-4 主要设备清单一览表

序号	设备名称	型号/规格	数量（台/套）	备注
1	粉碎机（雷蒙磨）	YCV95	1	已有
2	粉碎机（雷蒙磨）	3R75	1	已有
3	搅拌反应釜	20m³	6	已有
4	酸气吸收设备	10 级	1	已有
5	料浆萃取槽	24 级	1	已有
6	清液萃取槽	80 级	1	已有
7	沉淀槽	10m³	3	已有
8	洗水槽	10m³	3	已有
9	洗水槽	5m³	2	已有
10	烘箱	5m3	6	已有
11	窑炉	2m³	5	已有
12	转炉	Φ400×8000	4	已有
13	压滤机	150m²	9	已有
14	压滤机	50m²	1	已有
15	反渗透纯水机	3 吨/小时	1	已有
16	反渗透纯水机	4 吨/小时	1	已有
17	反渗透纯水机	10 吨/小时	1	已有
18	天然气锅炉	1 吨/小时	2	已有
19	天然气锅炉	10 吨/小时	1	已有
20	三效蒸发器	10 吨/小时	1	已有
21	脱氨设备	10 吨/小时	1	已有
22	贮液罐	10m³	20	已有
23	贮液罐	20m³	26	已有
24	叉车	2 吨	2	已有

2.1.6 主要原辅材料用量、公用工程消耗量

盐城金烨新材料科技有限公司年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌、80 吨铌条、17 吨氟钽酸钾、30 吨碳化钽、20 吨碳化铌、20 吨复合钽铌碳化物技改项目（生产规模：24 吨氧化钽、206 吨氧化铌），能耗及辅料指标见表 2.1.5，主要辅料的理化性质和毒理毒性见表 2.1-6。

表 2.1-5 原辅料及能源消耗表

序号	物料名称	规格	单耗（吨/吨氧化钽）	单耗（吨/吨氧化铌）	年耗量（吨/年）	来源及运输
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						

表 2.1-6 主要原辅料的理化性质和毒理毒性

名称	理化性质	毒理特性	危险特性
氧化钽	分子量 441.9，熔点 1800 摄氏度，密度 8.2 克/立方厘米，白色粉末，不溶于水和酸，溶于熔融硫酸氢钾和氢氟酸	/	/
氧化铌	分子量 265.82，白色粉末，加热时变黄，不溶于水，能与硫酸钾、氢氧化钾和碳酸钾共溶，也溶于碱金属的碳酸盐和氢氧化物，以及氢氟酸和热硫酸。	急性毒性	该品不燃，具刺激性。
仲辛醇	无色有芳香味的易燃油状液体，分子量 130.23，相对密度 0.821，熔点：-38 度，沸点：174-181 度，微溶于水	属低毒类	易燃
液氨	无色有刺激性恶臭的气体，分子量 17.03，相对密度（水=1）0.82，熔点-77.7 度，沸点：-33.5 度，易溶于水、乙醇、乙醚	属低毒类	与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸；与氟、氯等接触会发生剧烈的化学反应；若遇高热，容器内压力增大，有开裂和爆炸的危险。
氢氟酸	无色透明有刺激性臭味的液体，分子量 20.01，相对密度（水	急性毒性	腐蚀性极强，遇 H 发泡剂立即燃烧，能与普通金属发生反应，放出氢气而

	=1）1.26，熔点-83.1 度，沸点：120 度，与水混溶		与空气形成爆炸性混合物。
硫酸	无色透明油状液体，无臭，饱和蒸气压 0.135kPa（145.8 度），相对密度（水=1）1.83，熔点-83.1 度，沸点：120 度，与水混溶。	属中等毒性	与易燃物（如苯）和有机物（如糖、纤维素等）接触会发生剧烈反应，甚至引起燃烧；能与一些活性金属粉末发生反应，放出氢气；遇水大量放热，可发生沸溅；具有强腐蚀性。

2.1.7 劳动定员及工作制度

本项目劳动定员 42 人，其中直接生产人员 34 人，管理人员 8 人。生产人员中原料堆场装卸人员 4 人、原料粉碎工段人员 2 人、料浆分解及萃取工段人员 4 人、酸洗及反萃取工段人员 4 人、固液分离工段人员 4 人、烘干及煅烧工段人员 4 人、废水处理、回收工段人员 8 人、成品包装、入库人员 4 人。

根据生产技术要求，年工作 300 天，年工作时间 7200 小时，生产车间按四班三运转制，每班八小时工作制。

2.1.8 工艺流程及产污环节

（1）粉碎

通过螺旋给料机将铌精矿定量加入磨矿机中进行粉碎，通过控制给矿量，使矿被粉碎成 300 目以下的矿粉，磨酸细后的矿粉送至分解车间备用。

粉碎过程中的污染源：

废气：粉碎工序产生的废气 $G_{1\text{-}1}$。

（2）分解

将 55%的工业氢氟酸和经粉碎的矿粉加入衬塑分解槽中，在搅拌条件下将铌精矿粉常压分解，本反应为放热反应，反应温度保持在 0~100℃，通过控制溶液 pH 值参数使钽、铌以氟钽酸、氟铌酸形式进入溶液，原料中的杂质如铁、锰、钛、硅等生成可溶性盐与钽铌共同进入溶液，而钍、低价铀等生成难溶性氟化物或硫酸盐残留在渣中。4~8 小时后加入工业浓硫酸，使钽、铌以 H_2TaF_7、H_2NbF_7 的形式进入溶液。20 小时以后，分解反应结束，按工艺要求调整溶液的酸度，然后溶液经板框压滤机过滤，滤液泵入料液储桶中备用，压滤的酸溶渣入库存放。

铌精矿分解主要反应原理为：

主反应：

$$Ta_2O_5 + 14HF \rightarrow 2H_2TaF_7 + 5H_2O$$

$$Nb_2O_5 + 14HF \rightarrow 2H_2NbF_7 + 5H_2O$$

其他伴生元素和 HF 的反应

$$SnO_2 + 4HF \rightarrow SnF_4 + 2H_2O$$

和 H_2SO_4 发生反应：

$$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$$

分解过程中的污染源：

废气：分解工序产生的废气 G_{1-2}。

（3）料浆萃取

用仲辛醇为萃取剂，在 HF-H_2SO_4 体系中，高酸度条件下使钽铌萃入有机相中，从而使钽、铌及其他可溶性杂质与难溶性盐类分离，产出负载有机相和矿萃残液。萃取工序是在搅拌式混合澄清萃取器里进行的，萃取器由混合室、澄清室、潜室和搅拌器组成，生产中由多台比邻相连的单级萃取器组成集合体。由酸溶工序产生的原料溶液（称为水相）和仲辛醇溶剂（称为有机相）在萃取器里逆流接触，最终完成萃取分离作业。

料浆萃取过程中的污染源：

废气：料浆萃取工序产生的废气 G_{1-3}。

废水：料浆萃取工序产生的废水 W_{1-1}。

废渣：料浆萃取工序产生的酸溶渣 S_{1-1}。

（4）酸洗

向负载有机相中加入 98%硫酸和回用纯水，分出水相和有机相。

酸洗过程中的污染源：

废气：酸洗工序产生的废气 G_{1-4}。

废水：酸洗工序产生的废水 W_{1-2}。

（5）反萃取

向有机相中加入 98%硫酸和回用纯水，用硫酸与含钽铌有机相混合，澄清，铌反萃取进入水相（铌液），钽留在有机相中去纯水反钽工序。

反萃取过程中的污染源：

废气：反萃取工序产生的废气 $G_{1\text{-}5}$。

（6）氧化铌制取

铌液输送到中和槽内在不断搅拌下，加入液氨，使 PH=8 或 9，氨水与氟铌酸反应可生成难溶的氢氧化物沉淀，而铁、钙、钠等杂质则不会沉淀，从而达到分离提纯的目的。生成 $Nb(OH)_5$ 白色沉淀，然后将此浆料通过调洗槽用纯水洗涤，洗涤后固液分离，进入烘干箱中烘干。具体反应如下：

主反应：

$$H_2NbF_7 + 7NH_3 + 5H_2O \rightarrow Nb(OH)_5 + 7NH_4F$$

其他物质反应：

$$H_2TaF_7 + 7NH_3 + 5H_2O \rightarrow Ta(OH)_5 + 7NH_4F$$

$$2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$$

$$NH_3 + HF \rightarrow NH_4F$$

氢氧化铌粗料经螺旋给料机定量均匀进入煅烧回转炉进行煅烧脱水生成成品氧化铌，煅烧采用电作为加热源，回转炉温度控制在 800 度~850 度，具体反应如下：

主反应：

$$2Nb(OH)_5 \rightarrow Nb_2O_5 + 5H_2O$$

其他物质反应：

$$2Ta(OH)_5 \rightarrow Ta_2O_5 + 5H_2O$$

氧化铌制取过程中的污染源：

废气：中和工序产生的废气 $G_{1\text{-}6}$，烘干工序产生的废气 $G_{1\text{-}7}$，煅烧工序产生的废气 $G_{1\text{-}8}$。

废水：洗涤离心工序产生的废水 $W_{1\text{-}3}$。

（7）氧化钽制取

加入纯水与含钽有机相混合，澄清，钽反萃取液进入水相（钽液），使钽与有机相彻底分离，有机相回用至料浆萃取工序。钽液输送到中和槽内在不断搅拌下，加入液氨，使 PH=8 或 9，氨水与氟钽酸反应可生成难溶的氢氧化物沉

淀，而铁、钙、钠等杂质则不会沉淀，从而达到分离提纯的目的。生成 $Nb(OH)_5$ 白色沉淀，然后将此浆料通过调洗槽用纯水洗涤，洗涤后固液分离，进入烘干箱中烘干。具体反应如下：

主反应：

$$H_2TaF_7 + 7NH_3 + 5H_2O \rightarrow Ta(OH)_5 + 7NH_4F$$

其他物质反应：

$$H_2NbF_7 + 7NH_3 + 5H_2O \rightarrow Nb(OH)_5 + 7NH_4F$$

$$2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$$

$$NH_3 + HF \rightarrow NH_4F$$

氢氧化钽粗料经螺旋给料机定量均匀进入煅烧回转炉进行煅烧脱水生成成品氧化钽，煅烧采用电作为加热源，回转炉温度控制在 800 度~850 度，具体反应如下：

主反应：

$$2Ta(OH)_5 \rightarrow Ta_2O_5 + 5H_2O$$

其他物质反应：

$$2Nb(OH)_5 \rightarrow Nb_2O_5 + 5H_2O$$

氧化钽制取过程中的污染源：

废气：中和工序产生的废气 G_{1-9}，烘干工序产生的废气 G_{1-10}，煅烧工序产生的废气 G_{1-11}。

废水：洗涤离心工序产生的废水 W_{1-4}。

（8）废水处理

将来自料浆萃取工序产生的废水 W_{1-1}、酸洗工序产生的废水 W_{1-2}，过滤工序产生的废水 W_{1-3} 和 W_{1-4}，收集混合。具体反应如下：

$$Nb(OH)_5 + 7HF \rightarrow H_2NbF_7 + 5H_2O$$

$$Ta(OH)_5 + 7HF \rightarrow H_2TaF_7 + 5H_2O$$

$$2NH_4F + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 + 2HF$$

$$2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$$

废水中加入生石灰中和具体反应如下：

$$H_2SO_4 + CaO + H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

$$2HF + CaO + H_2O \rightarrow CaF_2 \cdot 2H_2O$$

$$H_3FeF_6 + 3CaO + 6H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 3CaF_2 \cdot 2H_2O$$

$$H_2SnF_6 + 4CaO + 5H_2O \rightarrow CaSnO_3 + 3CaF_2 \cdot 2H_2O$$

$$H_2SiF_6 + CaO + H_2O \rightarrow CaSiF_6 \cdot 2H_2O$$

$$2H_2NbF_7 + 7CaO + 17H_2O \rightarrow 2Nb(OH)_5 + 7CaF_2 \cdot 2H_2O$$

$$2H_2TaF_7 + 7CaO + 17H_2O \rightarrow 2Ta(OH)_5 + 7CaF_2 \cdot 2H_2O$$

$$(NH_4)_2SO_4 + CaO + H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O + 2NH_3$$

生石灰中和固液压滤分离后的固体作为中和渣处理，滤液经膜分离纯水制备处理后回用，经过冷凝水吸收后的氨水回用。

废水处理制取过程中的污染源：

废气：中和工序产生的废气 G_{1-12}，冷凝水吸收工序产生的废气 G_{1-13}。

废渣：中和工序产生的中和渣 S_{1-2}。

项目工艺流程及产污环节见图 2.1-4，项目废水处理工艺流程及产污环节见图 2.1-5。

图 2.1-4 氧化铌、氧化钽项目工艺流程及产污环节图

图 2.1-5 氧化铌、氧化钽项目废水处理工艺流程及产污环节图

2.2 物料平衡、水平衡以及核素平衡

2.2.1 物料平衡

项目主要从钽铌矿中萃取反萃取分离出 99.9%氧化钽和 99.9%氧化铌，生产废水经膜分离纯水制备处理后回用。

本项目原料为 469.76t/a 钽铌矿，年产产品氧化钽 24t/a、氧化铌 206t/a。另外，还年产半成品固钽 11.79t/a，中和石灰渣 3128.13t/a，酸溶渣 42.28t/a，半成品固钽是原环评报告不再用于氟钽酸钾生产的多余钽化物，固钽不对外销售，用于钽铌矿原料紧缺时补充生产用。

物料平衡见图 2.2-1 和表 2.2-1，废水处理平衡见图 2.2-2 和表 2.2-2。

表 2.2-1 氧化钽、氧化铌生产项目物料平衡表

序号	投入（吨/年）		产出（吨/年）		
1					
2					
3			半成品		
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					

22					
合计					

表 2.2-2 氧化铌、氧化钽项目废水处理物料平衡表

序号	投入（吨/年）		产出（吨/年）		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
合计			合计		

图 2.2-1 氧化铌、氧化钽项目物料平衡图

图 2.2-2 氧化铌、氧化钽项目废水处理物料平衡图

2.2.2 水平衡

（1）项目用水

项目用水主要是生产用水、生活用水和绿化用水，供水由工业园区供水系统提供。

生活用水：本项目职工定员 42 人，生活用水按每人每天消耗 130L 水计算，则生活用水为 5.46m^3/d、1638m^3/a。

生产用水：项目生产用水量主要为钽铌矿酸洗及反萃取用水、氧化钽固液分离、氧化铌固液分离等生产用水量。项目生产总用水量 29.56m^3/d，其中：新鲜水量 0.99m^3/d，回用水量 28.57m^3/d。

绿化用水：项目绿化面积 650m^2，绿化用水按 1.5L/m^2 次，年按 50 次计算，则绿化用水量为 48.75m^3/a，折合 0.16m^3/d。

道路洒水：项目道路面积 2082m^2，洒水按 1.5L/m^2 次，年按 100 次计算，则用水量为 312.3m^3/a，折合 1.04m^3/d。

（2）项目排水

项目排水主要为反应消耗水、废气带出水、中和石灰渣和酸溶渣带出水和生活污水。生产废水的排放量为 0m^3/d、0 m^3/a。生活污水产生量 4.37m^3/d，合计 1311m^3/a。项目全厂水量表和水平衡表分别见表 2.2-3，项目水平衡 2.2-4。

表 2.2-3 全厂用水量表

序号	名称	总用水量 m^3/d	新水量 m^3/d	回用水量 m^3/d
一	生产用水	29.56	0.99	28.57
1	配制用水	10.1	0.99	9.11
2	氧化钽固液分离	6.38	0	6.39
3	氧化铌固液分离	3.08	0	3.09
4	纯水反钽	10.0	0	10.0
二	公用工程用水	1.20	1.20	0
4	厂区道路洒水	1.04	1.04	0
5	厂区绿化用水	0.16	0.16	0
三	生活用水	5.46	5.46	0

表 2.2-4 项目水平衡表

输入		输出	
名称	输入量 m^3/d	名称	输出量 m^3/d

2.2.3 放射性核素平衡分析

本项目拟使用不同产地的钽铌矿和铌矿原料，本次选取盐城金烨新材料有限公司在用的三种不同产地的钽铌矿原料以及一种铌玻璃原料进行放射性 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 核素分析，类比项目《广晟新材异地搬迁升级改造项目环境影响报告书》（广东省生态环境厅 2020 年 12 月 5 日审批，粤环审〔2020〕280 号文），该项目所用铌钽矿原料 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 比活度分别为 1770Bq/kg、3220Bq/kg、1680Bq/kg，所用铌矿原料 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 比活度分别为 73.4Bq/kg、170Bq/kg、65.6Bq/kg；类比项目《九江有色金属冶炼有限公司年处理 2000 吨钽铌矿及钽铌加工生产线回顾性项目竣工环保验收监测报告》（2020 年 12 月 26 日九江有色金属冶炼有限公司组织自验收），该项目钽铌矿原料 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 比活度分别为 900Bq/kg、415Bq/kg、683Bq/kg；类比项目《衡阳金新莱孚新材料有限公司年产 400t 氟钽酸钾、200t 氧化钽、200t 氧化铌生产线项目》（湘环评表[2014]21 号，2014 年 5 月 16 日审批），该项目钽铌矿两种原料 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 比活度分别为 8560Bq/kg、1836Bq/kg、8879.8Bq/kg 和 513.8Bq/kg、304.4Bq/kg、762Bq/kg。根据表 2.2-5 本项目所用原料放射性比活度，本评价项目所用钽铌矿原料比活度大于类比项目，铌玻璃原料比活度和类比项目相当。虽然原料使用来源存在一定的不确定性，本项目使用的钽铌矿原料比活度均大于类比项目，用表 2.2-5 中的原料放射性比活度进行分析是可行的。

实际使用中铌玻璃原料和钽铌矿原料按照 3：1 比例掺入混合使用，本次分析按照此比例进行放射性核素平衡分析。铌玻璃原料和钽铌矿原料均以袋装按区域堆放在原料库内，考虑到每种原料每袋原料的成分差异性不大，每种原料采样均以随机性选取同种三袋原料进行按照同比例进行混合采样，各原料放射性 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 比活度及每年使用总活度见表 2.2-5。

表 2.2-5 原料放射性比活度

原料名称	使用量(t)	核素	比活度(Bq/kg)	总活度(Bq)	占比
钽铌矿 1	39.15	^{238}U	18324	7.17E+8	48.2%
	39.15	^{232}Th	34002	1.33E+9	37.3%
	39.15	^{226}Ra	9495.4	3.72E+8	33.4%
钽铌矿 2	39.15	^{238}U	19161	7.50E+8	50.4%

	39.15	^{232}Th	34030	1.33E+9	37.4%
	39.15	^{226}Ra	9305.5	3.64E+8	32.8%
钽铌矿 3	39.15	^{238}U	165.13	6.46E+6	0.4%
	39.15	^{232}Th	22968	8.99E+8	25.2%
	39.15	^{226}Ra	9443.5	3.70E+8	33.3%
铌玻璃	352.32	^{238}U	44.83	1.58E+7	1.0%
	352.32	^{232}Th	9.38	3.30E+6	0.1%
	352.32	^{226}Ra	16.57	5.84E+6	0.5%
原料（平均）	469.76	^{238}U	3171.8	1.490E+9	/
	469.76	^{232}Th	5111.8	3.566E+9	/
	469.76	^{226}Ra	2376.0	1.111E+9	/

本项目采取仲辛醇-HF-H_2SO_4-H_2O 萃取体系进行冶炼，含铀矿物在强酸性条件下会生成游离态的 UO_2^{2+}，由于用氢氟酸和浓硫酸作为浸出剂，因此含有大量的 SO_4^{2-}和 F^-，大部分提取出的 UO_2^{2+}会与之结合为 UO_2SO_4（存在于酸溶分解渣）、UO_2F_2（存在于酸溶分解渣）、UF_4（存在于酸溶分解渣）、$[UO_2(SO_4)_2]^{2-}$（存在于酸性废水）、$[UO_2(SO_4)_3]^{4-}$（存在于酸性废水），含钍矿物在强酸性条件下会生成游离态的 Th^{4+}，由于用氢氟酸作为浸出剂，因此含有大量的 F^-，大部分提取出的 Th^{4+}会与之结合为 ThF_4（存在于酸溶分解渣）。

类比项目中衡阳金新莱孚新材料有限公司年产 400t 氟钽酸钾、200t 氧化钽、200t 氧化铌，除了多出氟钽酸钾生产线，氧化钽、氧化铌生产工艺流程与本项目基本一样，两项目放射性核素在产品、酸溶渣及废水（中和渣）中的比例具备可比性。按照放射性核素全部进入酸溶渣、中和渣、产品（氧化钽 24t、氧化铌 206t、半成品固钽 11.79t）进行核算，根据该项目报告中进入酸溶渣、废水处理站沉渣（中和渣）、产品的比例进行放射性核素平衡核算，核算结果见表 2.2-6，放射性核素平衡图见图 2.2-3。

图 2.2-3 放射性核素平衡图

表 2.2-6 伴生放射性核素（^{238}U、^{232}Th）平衡表

核素名称	投入			产出				
	物料名称	核素总活度（Bq）	占比	物料名称	核素总活度（Bq）	占比	重量（t）	比活度（Bq/g）
^{238}U								
^{232}Th								
^{226}Ra								

2.3 放射性污染因素分析

本项目采用湿法冶炼工艺分离提取钽铌矿原料中的钽、铌，原料钽铌矿中伴生有天然放射性核素，主要包括 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 等，根据表 2.2-5 可知，三种钽铌矿原料中放射性核素 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 比活度超过了 1Bq/g，根据表 2.2-6 放射性核素平衡分析可知，放射性核素会随着生产工序主要在酸溶渣和中和渣中富集，产品由于纯度较高，产品中放射性核素含量比较少。

根据项目生产工艺和产污环节分析可知，本项目可能产生的伴生放射性污染主要包括以下几项：

（1）γ辐射空气吸收剂量率

钽铌矿原料伴生的 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 等放射性核素经过衰变，会使生产车间、生产设备及周围产生一定的α射线和γ射线。α射线在物质中穿透距离较短，一般生产设备、工作服等物质均能有效屏蔽 α 射线；γ 射线穿透能力比较强，经物质屏蔽后仍会有较强的穿透性。因此，本项目伴生的放射性核素衰变产生

的 γ 射线会对工作人员产生一定程度的外照射。^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 的辐射特性参数见表 2.3-1。

表 2.3-1 放射性核素辐射特性参数一览表

核素名称	半衰期	衰变方式	主要射线能量及分支比	空气比释动能率常数 Kγ Gy·m²/(Bq·s)
^{238}U	4.51E+9 年	α 衰变、自发裂变	α 射线：4.198MeV(77%) γ 射线：0.04955MeV(0.32%)	2.04E-18
^{232}Th	1.41E+10 年	α 衰变	α 射线：4.016MeV(76.8%) γ 射线：0.059MeV(0.19%)、0.0123MeV(8.39%)	2.26E-18
^{226}Ra	1602 年	α 衰变	α 射线：4.78MeV(94.45%) γ 射线：0.186MeV(3.3%)	5.23E-19

（2）放射性废气

①氡（^{222}Rn、^{220}Rn）

氡是一种无色无味的惰性气体，在自然界有 3 个常见的同位素，即 ^{222}Rn、^{220}Rn、^{219}Rn，他们分别由铀（^{238}U）、钍（^{232}Th）、锕铀（^{235}U）系中的镭同位素（^{226}Ra、^{224}Ra、^{223}Ra）衰变而成，氡及子体的主要辐射特性见表 2.3-2。

表 2.3-2 天然放射系中氡及子体的主要辐射特性

铀（^{238}U）系			钍（^{232}Th）系			锕铀（^{235}U）系		
核素	半衰期	α 粒子能量(MeV)	核素	半衰期	α 粒子能量(MeV)	核素	半衰期	α 粒子能量(MeV)
^{222}Rn	3.82d	5.49	^{220}Rn	55.6s	6.29	^{219}Rn	3.96s	6.12
^{218}Po	3.04min	6.00	^{216}Po	0.15s	6.78	^{215}Po	1.78ms	8.35
^{214}Pb	26.8min	β、γ	^{212}Pb	10.64h	β、γ	^{211}Po	0.52s	6.22
^{214}Bi	19.7min	β、γ	^{212}Bi	60.6min	6.05	—	—	—
^{214}Po	164μs	7.69	^{212}Pu	0.30μs	8.78	—	—	—
^{210}Po	138.8d	5.30	—	—	—	—	—	—

从表中可知，自然界 3 个氡同位素子体除 ^{222}Rn 外，其余 2 个半衰期较短，在迁移过程中基本衰减完毕，进入环境空气中的主要成分为 ^{222}Rn。氡（^{222}Rn）对人的危害主要是氡衰变过程中产生的半衰期比较短的、具有 α、β 放射性的子体产物：^{218}Po、^{214}Pb、^{214}Bi、^{214}Po、^{210}Po，这些子体粒子吸附在空气中飘尘上形成气溶胶，被人体吸入后，沉积于体内，它们放射出的 α、β 粒子对人体，尤其是上呼吸道、肺部产生很强的内照射，也是肺癌发生的诱因之一。

②粉尘

本项目采用湿法工艺，只在粉碎工序会产生粉尘，由于粉碎工序为物理破碎，无高温、化学等熔融提炼和分解浓集等过程，不破坏钽铌矿的分子结构，粉尘主要为不同粒度的钽铌矿原料，产生的粉尘中放射性核素含量与原料样一致，按照表 2.2-5，粉尘中 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 放射性比活度分别为 3.17Bq/g、5.11Bq/g、2.38Bq/g，均大于 1Bq/g 的限值要求。

（3）含放射性固体废物

①酸溶渣

项目原料中的放射性核素 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 部分转移至酸溶渣中，从表 2.2-6 分析可知，酸溶渣放射性核素 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 活度浓度均超过了 1Bq/g，需要按照《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）的要求进行管理。

②中和渣

从表 2.2-6 分析可知，项目原料中的放射性核素 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 部分转移至中和渣中，因此，需要加强对中和渣的管理，根据测量分析，经检测若 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 活度浓度均低于 1Bq/g，可根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011），无需进行辐射监管；若 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 活度浓度高于 1Bq/g，需要按照《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）的要求进行管理。

2.4 放射性废物管理及排放源项

2.4.1 气载流出物

本项目气载流出物主要是钽铌矿粉碎工序产生的有组织排放粉尘，原料堆存、钽铌矿粉碎工序、酸溶渣堆放过程产生的氡气和钍射气。

（1）粉尘

①有组织排放

根据《盐城金烨新材料科技有限公司年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌、80 吨铌条、17 吨氟钽酸钾、30 吨碳化钽、20 吨碳化铌、20 吨复合钽铌碳化物技改项目环境影响报告书》，该项目有组织产生源强见表 2.4-1。

表 2.4-1 有组织产生源强一览表

位置	废气编号	废气名称	产生情况	
			产生量（吨/年）	速率（千克/时）
磨机房	G1-1	粉尘		

本项目钽铌矿磨机房年工作时间约 600h，设置一套旋风除尘+布袋除尘器，排烟系统为负压运行，可保证废气全部进入除尘系统，除尘效率≥97.5%，排气量为 2000m^3/h，处理后由 15m 高的排气筒排放；经计算，排气筒颗粒物排放浓度为 2.083mg/m^3，排放速率为 0.0042kg/h。

计算排气筒排放的铀、钍总浓度是否达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）相关限值要求，根据《辐射防护手册》（第一分册）表 1.1、表 1.3 可知，^{232}Th 和 ^{238}U 的半衰期分别为 1.41×10^{10}a、4.51×10^{9}a，即 ^{232}Th 和 ^{238}U 衰变常数分别为 4.87×10^{-18}、1.56×10^{-17}，推算出 1g^{232}Th 和 1g^{238}U 的活度分别为 4045Bq、12327Bq，可根据以下计算公式进行核素比活度和质量百分比换算：

$$^{232}Th=Th/10^{-6}\times4.045Bq/kg \quad （公式 2-1）$$

$$^{238}U=U/10^{-6}\times12.33Bq/kg \quad （公式 2-2）$$

按照参考物料的放射性比活度数据（^{238}U 平均比活度为 3171.8Bq/kg，^{232}Th 平均比活度为 5111.8Bq/kg），并根据公式（2-1）和（2-2）可知 U 和 Th 的质量百分比，然后根据排气筒的粉尘浓度（mg/m^3），最后可得到铀钍总量排放浓度，具体估算结果见表 2.4-2。

表 2.4-2 排气筒铀钍粉尘浓度预测结果（mg/m^3）

废气编号	粉尘产生量（t）	粉尘浓度	除尘效率	铀粉尘浓度	钍粉尘浓度	铀钍总量	标准限值
G1-1							

②无组织排放

本项目粉尘产生量约 0.1t/a，磨机房集尘罩收集率 90%，车间为封闭车间，考虑 93%的车间沉降率，少量粉尘无组织排放，其车间无组织排放粉尘速率为 0.0012kg/h，无组织粉尘排放情况见表 2.4-3。

表 2.4-3 无组织排放粉尘排放表

污染物名称	污染源位置	年排放量(kg)	生产时间(h)	排放速率(kg/h)	面源面积(m^2)	面源高度(m)
颗粒物	磨机房					

（2）氡气及钍射气

氡是一种无色无味的惰性气体，在自然界有 3 个常见的同位素，即 ^{222}Rn（氡）、^{220}Rn（钍射气）、^{219}Rn（锕射气），他们分别由铀（^{238}U）、钍（^{232}Th）、锕铀（^{235}U）系中的镭同位素（^{226}Ra、^{224}Ra、^{223}Ra）衰变而成。由于 ^{219}Rn（锕射气）半衰期仅 3.96s，^{220}Rn（钍射气）半衰期 55.6s，均远小于 ^{222}Rn（氡）半衰期 3.824d，考虑钍射气经大气扩散很快衰变对厂区外公众影响很小，故对工作人员主要关注 ^{222}Rn、^{220}Rn（钍射气）及其子体产生的内照射影响，对厂区外公众主要关注 ^{222}Rn 及其子体产生的内照射影响。

本项目在钽铌矿原料仓库、各生产车间、酸溶渣库、中和渣库等场所均会产生氡和钍射气。本项目采用湿法冶炼工艺，钽铌矿经粉碎后，均为湿法冶炼工序，根据《辐射防护手册》（第三册）P179 可知，保持矿石湿润，对抑制氡析出十分有利，可有效减少氡和钍射气析出，且分解车间、料浆萃取车间、中和渣库均为非密闭场所，在自然通风条件下能有效降低车间内氡和钍射气浓度。由于氧化钽、氧化铌产品中伴生的天然放射性核素极少，在反萃取及之后的工序可以不用考虑氡和钍射气的影响。因此，本项目氡和钍射气的影响主要考虑钽铌矿原料库（封闭场所）、酸溶渣库（封闭场所）和粉碎工序（封闭场所）。

粉碎工序氡和钍射气的排放量参考《铀矿冶设施所造成的气态（载）放射性与有毒性源项的规定》（EJ/T 1090-1998）中推荐的计算方法进行估算：

$$S_{\alpha R}=10^{6}\times M_{\alpha}\times E_{d}\times C_{n} \qquad \text{公式（2-3）}$$

式中：$S_{\alpha R}$——^{222}Rn、^{220}Rn 的年释放量，Bq/a；

M_{α}——原料年处理量，t/a；

E_d——^{222}Rn、^{220}Rn 的释放因子，根据 EJ/T 1090-1998 附录 A 矿石破碎及浸出 ^{222}Rn 的排放因子取 0.1；

C_n——原料中 ^{226}Ra、^{228}Ra 的比活度，Bq/g。

表 2.4-4 粉碎工艺生产过程原料气态放射性流出物氡/钍射气释放量

序号	工作场所	年处理量 M_a(t)	释放因子	原料中 Cn(Bq/g)		氡/钍射气释放量(Bq/a)		氡/钍射气释放率(Bq/s)*	
				^{226}Ra	^{228}Ra	^{222}Rn	^{220}Rn	^{222}Rn	^{220}Rn

注：磨机房年工作时间约 600h，按照年工作时间计算氡/钍射气释放率

原料库、酸溶渣库和中和渣库的氡的排放量根据《辐射防护手册（第三分册）》中式 6.32 进行估算，钍射气排放量根据 ^{226}Ra、^{228}Ra 的比活度作简单同比例换算：

$$E = 3.7\times10^{-2}\times S\times\delta$$ 公式（2-4）

式中：E——氡析出量，Bq/s；

S——暴露面积，m^2；

δ——氡析出率，根据表 2.2-5 原料中 ^{238}U 比活度约为 3171.8Bq/kg，1g^{238}U 放射性活度约为 12327Bq，原料中 ^{238}U 含量约为 2.6×10^{-4}，和磷酸盐堆积场（含铀 800ppm）含量属同一个数量级，参考磷酸盐堆积场（含铀 800ppm）的氡析出率上限取 $74\times10^{-2}Bq/(m^2\cdot s)$；根据表 2.2-6 酸溶渣库中酸溶渣中 ^{238}U 比活度约为 7760Bq/kg，原料中 ^{238}U 含量约为 6.3×10^{-4}，和磷酸盐堆积场（含铀 800ppm）含量相当，参考磷酸盐堆积场（含铀 800ppm）的氡析出率上限取 $74\times10^{-2}Bq/(m^2\cdot s)$。

表 2.4-5 项目原料、酸溶渣堆放时气态放射性流出物氡/钍射气释放率

序号	堆放场所	暴露面积 *(m^2)	氡析出率 Bq/(m^2·s)	物料中 Cn(Bq/g)		释放率(Bq/s)	
				^{226}Ra	^{228}Ra	^{222}Rn	^{220}Rn

注:原料库按照顶面 12×12=144m^2，四个侧面按照堆高 2m 估算，4×12×2=96m^2，共 240m^2

酸溶渣库按照顶面 11.5×6.5+43×4=246.75m^2，四个侧面按照堆高 2m 估算，2×(11.5+6.5+43+4)=130m^2，共 376.75m^2

从表 2.4-5 可知，计算得到原料库和酸溶渣库内物料氡析出率和钍射气释放率为分别为 6.57Bq/s、14.1Bq/s 和 10.3Bq/s、42.7Bq/s。由于钽铌矿原料和酸溶渣中所含的放射性元素衰变后会产生氡气和氡子体，因此在钽铌矿原材料仓库、酸溶渣仓库均需安装通风装置，以减小室内氡气浓度，企业计划在原料库（1296m^3）和酸溶渣库房（1532.8m^3）安装的风机风量分别为 6000m^3/h 和 8000m^3/h，通风次数均能达到至少 4 次/小时，以减少对工作人员和周围环境产生的辐射影响。本次评价建议加强原料库和酸溶渣库通风，辐射工作人员进入原料库和酸溶渣库工作前需强制通风 1 小时后方可进入，工作时佩戴防尘口罩，

并应尽量减少在仓库内的工作时间，减少氡和钍射气对辐射工作人员产生的内照射影响。

在强制通风情况下，磨机房、钽铌矿原料仓库、酸溶渣仓库氡气排放浓度分别为 7.79Bq/m^3、3.94Bq/m^3、4.64Bq/m^3，钍射气浓度分别为 20.0Bq/m^3、8.47Bq/m^3、19.2Bq/m^3，具体见表 2.4-6，均小于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“在工作场所中氡持续照射情况下补救行动的行动水平，在年平均活度浓度达到 500Bq/m^3 时宜考虑采取补救行动”的补救行动水平，即不需要采取补救行动水平。

表 2.4-6 各场所放射性流出物氡/钍射气浓度增加量估算

序号	工作场所	容积(m^3)	通风量(m^3/h)	日氡释放量*(Bq/d)	氡浓度增加量(Bq/m^3)	日钍射气释放量*(Bq/d)	钍射气浓度增加量(Bq/m^3)

注:磨机房日氡释放量及日钍射气释放量按照 300 天进行日平均估算。

2.4.2 含放射性固体废物

钽铌矿原料分解的酸溶渣：酸溶渣主要含氧化铌、$CaSO_4$、CaF_2、$MgSO_4$等，约为 42.28t/a，放射性核素在酸溶渣中富集。从表 2.2-6 分析可知，酸溶渣放射性核素 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 比活度均超过了 1Bq/g，需要按照《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）的要求进行管理。

废水处理站中和渣：废水处理站在废水中加入生石灰反应后主要产生含 CaF_2、$CaSO_4$、SiO_2、MgO、Fe_2O_3 等不溶物，年产量 3128.13t，该中和渣含有放射性核素。从表 2.2-6 分析可知，项目原料中的放射性核素 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 部分转移至中和渣中，因此需要加强对中和渣的管理，经检测若 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 活度浓度均低于 1Bq/g，可根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011），无需进行辐射监管；若 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 活度浓度高于 1Bq/g，需要按照《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）的要求进行管理。目前，企业

设置的中和渣棚约 600m^2，按堆高 2m 计，中和渣棚设计贮存量为 1200m^3，按照中和渣比重 2t/m^3 计，最多可以贮存 2400t 中和渣，中和渣棚最多可贮存约 8 个月生产的中和渣量，企业应及时进行中和渣放射性活度浓度的监测，根据监测结果及时予以处理。

2.4.3 伴生放射性物料贮存

从表 2.2-6 分析可知，本项目钽铌矿原料和酸溶渣中的 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 放射性比活度均大于 1Bq/g，即本项目钽铌矿原料和酸溶渣中铀钍系放射性核素含量均大于 1Bq/g，均属于伴生放射性物料。

①钽铌矿原料和酸溶渣库选址和布局合理性分析

本项目设置单独的钽铌矿原料库和酸溶渣库，钽铌矿原料库位于厂区东部最东侧厂房内，靠近磨机房，使得钽铌矿从原料库运输距离较短，减少了工作人员接触和运输钽铌矿原料的时间；酸溶渣库位于厂区南部仓库内，周围较少有人员出入。钽铌矿原料库和酸溶渣库的设置满足《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）“贮存设施采取实体隔离措施，防止无关人员进入”、“贮存设施应根据企业总平面布置等相关要求，尽量布置在远离人群活动的地方”的要求。

钽铌矿原料库长、宽、高分别为 12m、12m 和 9m，按堆高 2m 计，钽铌矿原料库设计贮存量为 288m^3，按照钽铌矿比重 4t/m^3 计，最多可以贮存 1152t 钽铌矿原料，原料库的库容可满足企业约 30 个月的生产需求。钽铌矿原料库只用于堆放钽铌矿原料，不堆放其他非放射性物料，钽铌矿原料库容积设置合理可行。酸溶渣库由两部分组成长、宽、高分别为 11.5m、6.5m、9m 和 43m、4m、5m，按堆高 2m 计，酸溶渣库设计贮存量为 493.5m^3，按照酸溶渣比重 3t/m^3 计，最多可以贮存 1480.5t 酸溶渣，可贮存超过 10 年生产的酸溶渣量，酸溶渣库只用于堆放酸溶渣，不堆放其他非放射性物料，酸溶渣库容积设置合理可行。

②钽铌矿原料和酸溶渣库设计方案

钽铌矿原料库和酸溶渣库均为单层建筑，均采用排架结构（钢筋水泥柱，24cm 砖混墙，铁质顶棚），库房外设置雨水排水沟可防止雨水进入，底部均为 20cm 普通防渗混凝土，防渗性能不能满足《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）不低于渗透系数为 1×10^{-}

^{7}cm/s、厚度为 2m 的粘土层的防渗效果要求，库房底面拟在 20cm 普通防渗混凝土上进行环氧地坪改造以达到防渗防腐改造，改造后的环氧地坪施工示意图见图 2.4-1。库房入口门均设置为 10cm 厚铁制防盗门，设置双人双锁，拟在入口门上张贴电离辐射警告标志。

钽铌矿原料库堆放的钽铌矿原料含水率较低，可不考虑原料贮存产生渗水。酸溶渣含水率比较高，酸溶渣库拟设置渗滤液收集系统，渣库地面设有坡度及设有流液沟和集液坑，集液坑收集的少量废水回废水处理系统处理。

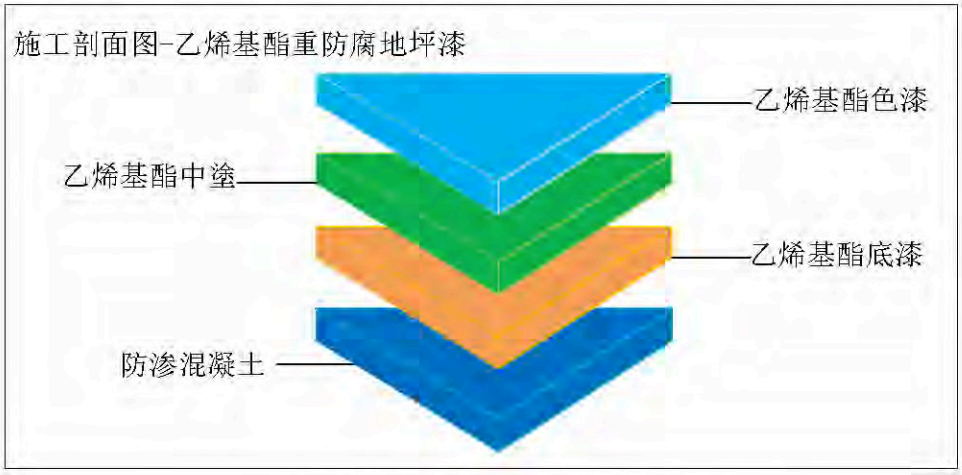


图 2.4-1 环氧地坪施工剖面示意图

③钽铌矿原料和酸溶渣库通风设计

目前钽铌矿原材料仓库、酸溶渣仓库均未安装通风装置，企业计划在原料库（1296m^3）和酸溶渣库房（1532.8m^3）安装的风机风量分别为 6000m^3/h 和 8000m^3/h，通风次数均能达到至少 4 次/小时，以减小室内氡气浓度对工作人员的辐射影响。本次评价建议加强钽铌矿原料和酸溶渣库通风管理，辐射工作人员进入钽铌矿原料和酸溶渣库工作前必须强制通风至少 1 小时后方可进入，工作时需佩戴防尘口罩，穿工作服，配备个人剂量计，尽量减少在钽铌矿原料和酸溶渣库内的工作时间，减少氡对辐射工作人员的内照射影响。

④分区管理

参照《稀土生产场所放射防护要求》（GBZ139-2019），公司拟将放射性水平较高（周围的γ周围剂量当量率可能大于 15μSv/h）的钽铌矿原料库和酸溶渣库设置为控制区，生产区域其他未划为控制区的场所作为监督区进行管理，

控制区入口门上张贴电离辐射警告标志，入口门设置双人双锁。具体监督区和控制区划分情况见表 2.4-7，具体工作场所分区图见图 2.1-3。

表 2.4-7 控制区与监督区划分一览表

工作场所	区域名称
控制区	钽铌矿原料库、酸溶渣库
监督区	磨机房、分解车间、料浆萃取车间、中和槽、洗水车间、烘房、除氨工序、中和渣库、废水收集池

⑤专人负责和台账管理

公司拟建立伴生放射性物料台账，记录钽铌矿原料和酸溶渣来源、数量、入库时间、出库时间及接收单位名称等信息，并由专人负责管理。

⑥工作人员个人防护

1）钽铌矿原料和酸溶渣库工作人员在工作过程中穿戴工作服、工作鞋帽并佩戴防尘口罩，工作结束个人清洗后及时更换服装，经常清洗工作服、工作鞋帽等。

2）工作人员禁止在钽铌矿原料和酸溶渣库内进食和吸烟。

3）企业将制定磨机房、钽铌矿原料库和酸溶渣库相关的工作制度、辐射管理制度及辐射应急预案。

4）钽铌矿原料和酸溶渣库工作人员均拟配备个人辐射剂量计，并建立个人剂量档案。

本项目伴生放射性物料暂存场所拟采取的辐射防护措施根据《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）进行合理性分析，辐射防护措施符合性分析见表 2.4-8。

表 2.4-8 钽铌矿原料和酸溶渣库辐射防护措施与 HJ1114-2020 符合性分析表

标准要求		本项目采取的方案	符合性
选址及布置要求	第 4.2.1 条 伴生放射性物料应与其他物料分区贮存 第 6.1.1 条 贮存设施应根据企业总平面布置等相关要求，尽量布置在远离人群活动的地方	钽铌矿原料库和酸溶渣库只用于堆放钽铌矿原料和酸溶渣，不堆放其他非放射性物料。 钽铌矿原料库位于厂区东部最东侧厂房内，酸溶渣库位于厂区最南部仓库内，周围较少有人员出入。	符合
管理要求	第 4.2.5 条 伴生放射性矿开发利用单位应贯彻执行国家和行业颁发的有关法律法规和标准，提供所必需的人力、物力等保障措施；建立辐射环境管理机构，配备专业技术人员与管理人员；建	公司拟设置专门的安全环保管理小组，由专人负责全厂的环境管理工作，并建立辐射环境管理岗位责任制度、教育培训制度、辐射事故应急预案、辐射环境监测等制度。	符合

	立辐射环境管理岗位责任制度、教育培训制度、报告制度等。		
辐射防护要求	第 6.1.2 条 贮存设施应采取实体隔离措施，防止无关人员进入。 第 6.1.3 条 贮存设施应进行清污分流，防止雨水进入；物料可能产生渗水的应设置地沟等渗水收集系统，渗水应进行回收利用或处理后达标排放	钽铌矿原料库和酸溶渣库均为单层建筑，均采用排架结构（钢筋水泥柱，24cm 砖混墙，铁质顶棚）。 钽铌矿原料库和酸溶渣库外均设置雨水排水沟，防止雨水进入。酸溶渣库拟设置渗滤液收集系统，渣库地面设有坡度及设有流液沟和集液坑，集液坑收集的少量废水回废水处理系统处理。	符合
	第 6.1.4 条 贮存设施应进行防腐防渗设计，防渗性能不低于渗透系数为 1×10^{-7}cm/s、厚度为 2m 的粘土层的防渗效果。 第 6.1.5 条 物料贮存应采取防尘、抑尘措施，防止物料逸散。 第 6.1.6 条 应根据物料来源、放射性水平进行合理的贮存区域划分	钽铌矿原料库和酸溶渣，库房底面拟在 20cm 普通防渗混凝土上进行环氧地坪改造以达到防渗防腐要求。 钽铌矿原料和酸溶渣均用麻袋装载，可以有效防止物料逸散。 公司拟建立伴生放射性物料台账，记录钽铌矿原料和酸溶渣来源、数量、入库时间、入库贮存位置、出库时间及接收单位名称等信息。	符合
	第 7.1 条 伴生放射性物料贮存设施运行要求 第 7.1.1 条 贮存设施边界明显部位应设置最离辐射标志，并加强管理，防止无关人员进入。	公司拟将钽铌矿原料库和酸溶渣库设置为控制区，入口门上张贴电离辐射警告标志，入口门设置双人双锁。	符合

3 辐射环境质量现状

3.1 辐射环境调查及监测方案

为了解项目所在地及周边辐射环境本底水平，受盐城金烨新材料科技有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司于 2022 年 5 月 17 日、7 月 22 日、2023 年 4 月 11 日对厂址周边进行辐射环境监测。

3.1.1 监测内容及方案

根据《辐射环境监测技术规范》、《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）》相关规定，考虑本项目生产废水全部回收利用无液态放射性流出物排放，本次主要对厂区环境以及厂区 500m 范围内厂区外环境进行现场监测或取样分析，以获得项目环境现状监测数据。本次辐射环境现状监测内容如下：

（1）厂区各车间、厂区边界外 500m 范围内敏感点、厂区外土壤监测点、厂门口公路等处 γ 辐射空气吸收剂量率；

（2）厂区生产车间、厂界四周最近敏感点处空气 ^{222}Rn 浓度；

（3）厂区周边环境土壤中 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 含量；

（4）厂区钽铌矿原料、酸溶渣、中和渣中 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 含量；

（5）生产废水总 α、总 β 放射性水平。

3.1.2 监测仪器与方法

为保证测量数据的准确性，测量方法采用国家生态环境领域颁布或推荐的标准测量方法，监测方法、使用仪器情况见表 3.1-1。

表 3.1-1 环境现状监测方法和测量仪器

监测项目	监测方法	监测仪器及编号
γ辐射吸收剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）	仪器型号：FH40G+FHZ672E-10 多功能环境辐射剂量率仪 仪器编号：J0317
氡浓度	《环境空气中氡的测量方法》HJ1212-2021	RJ35-2500 测氡仪 设备编号：J5420
钽铌矿原料、酸溶渣、中和渣、土壤中 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 含量	《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T11743-2013）、《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T11713-2015）	GEM-25195-P-Plus 伽玛谱仪 设备编号：J5620

废水中总α、总β放射性水平	《水质 总α放射性的测定 厚样法》（HJ898-2017） 《水质 总β放射性的测定 厚样法》（HJ899-2017）	RJ41-2 型低本底 α、β 测量仪 设备编号：J5520

（1）FH40G+FH672E-10 型多功能环境辐射剂量率仪

设备编号：J0317

能量响应范围：48keV～4.4MeV

量程范围：1nSv/h～100μSv/h

检定单位：江苏省计量科学研究院

检定证书编号：Y2021-0092877

检定有效期：2021.09.29~2022.09.28

（2）RJ35-2500 测氡仪

设备编号：J5420

量程范围：环境空气氡 3～$1\times10^{8}Bq/m^{3}$

灵敏度：≥9CPM/Bq/m3

检定单位：中国计量科学研究院、氡及其子体测量仪器计量站

检定证书编号：DLhd2021-14332、JD2022-167

检定有效期：2021.11.24~2022.11.23、2022.12.2~2023.12.1

（3）GEM-25195-P-Plus 伽玛谱仪

设备编号：J5620

分辨率：2.03KeV (Co-60)

效率：15%

本底：1.8cps

检定单位：江苏省计量科学研究院

检定证书编号：Y2020-3074400

检定有效期：2020.11.26~2022.11.25

（4）RJ41-2 型低本底 α、β 测量仪

设备编号：J5520

测量灵敏度：β≤1×10^{-3}Bq；α≤5×10^{-4}Bq

产品本底及效率：对于 ^{90}Sr-^{90}Y β 源 2π 效率比≥55%时，本底≤0.10cm^{-2}min^{-1}

对于 ^{239}Pu α 源 2π 效率比≥90%时，本底≤0.0015cm^{-2}min^{-1}

α/β 交叉性能：α 进入 β 道的计数比≤1.0%，β 进入 α 道的计数比为≤0.3%

检定单位：江苏省计量科学研究院

检定证书编号：Y2020-3074399

检定有效期：2020.11.26~2022.11.25

3.1.3 质量保证措施

（1）合理布置监测点位，保证监测点布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。

（2）监测方法采用国家生态环境领域颁布或推荐的标准测量方法，监测人员经考核并持有上岗证书。

（3）监测仪器定期经计量部门检定，所有监测仪器均在检定有效期内。

（4）由专业人员按照操作规程操作仪器，并做好记录。

（5）检测仪器在使用前、后进行性能检查。

（6）监测报告严格实行三级审核制度。

3.1.4 监测工况

2022 年 5 月 17 日监测时企业在生产，原料库内存量：钽铌矿 1#数量约 21.85 吨、钽铌矿 2#数量约 10.5 吨、钽铌矿 3#数量约 11.27 吨、铌玻璃约 124 吨；2022 年 7 月 27 日监测时企业在生产原料库内存量：钽铌矿 1#数量约 8.8 吨、钽铌矿 2#数量约 10.5 吨、钽铌矿 3#数量 0 吨、铌玻璃约 53 吨；5 月份投矿约 40 吨，产出氧化钽约 1.3 吨，氧化铌约 13.65 吨，产生酸渣约 3.75 吨，中和渣约 237 吨；7 月份投矿约 35 吨，产出氧化钽约 1.11 吨，氧化铌约 11.94 吨，产生酸渣约 3.28 吨，中和渣约 207 吨；2023 年 4 月 11 日监测时企业未生产。

3.2 γ辐射吸收剂量率环境现状

本次γ辐射吸收剂量率监测在公司各生产车间、厂界周围评价范围内环境保护目标处均布设γ辐射吸收剂量率监测点位，单次测量，共设置 44 个监测点位。监测点位见图 3.2-1、图 3.2-2，监测结果具体见表 3.2-1。

根据对本项目厂址及附近地区辐射现状调查结果表明，本项目厂区车间室内各测点γ辐射吸收剂量率范围为（66.0~13.3×10^3）**n**Gy/h，厂区道路各测点γ辐射吸收剂量率范围为（68.7~4.02×10^3）**n**Gy/h，厂区外道路各测点γ辐射吸收剂量率范围为（46.8~86.0）**n**Gy/h，厂区外原野各测点γ辐射吸收剂量率范围为（53.4~116）**n**Gy/h。

厂区外道路、原野各测点γ辐射吸收剂量率与江苏省天然 γ 辐射剂量率调查值（道路为 47.1±36.9nGy/h，原野为 50.4±21.0nGy/h）处于同一波动水平。厂区内钽铌矿原料仓库、钽铌矿原料袋表面、钽铌矿原料磨机房、搅拌浸出槽、料浆萃取槽、酸溶渣仓库西侧等测点γ辐射吸收剂量率明显超出江苏省环境天然 γ 辐射剂量率调查值（室内为 89.2±42.0nGy/h，道路为 47.1±36.9nGy/h），厂区内酸洗反萃槽、废水收集池、Nb_2O_5 煅烧房车间等测点γ辐射吸收剂量率略高于天然 γ 辐射剂量率调查值，厂区内其他测点测量值与江苏省天然 γ 辐射剂量率调查值处于同一波动水平。

表 3.2-1 本项目γ辐射空气吸收剂量率现状监测结果

检测点序号	检测点位置	γ辐射剂量率 (nGy/h)	备注
1	钽铌矿原料仓库内	7.94×10^3	室内
2	钽铌矿原料仓库内原料袋表面	13.3×10^3	室内
3	磨机房内	551	室内
4	搅拌浸出槽边 5cm 处	813	室内
5	料浆萃取槽边 5cm 处	1.14×10^3	室内
6	酸洗反萃槽边 5cm 处	240	室内
7	中和槽边 5cm 处	66.0	室内
8	$Ta(OH)_5$ 洗水车间内	119	室内
9	$Ta(OH)_5$ 烘房车间内	107	室内
10	Ta_2O_5 煅烧房车间内	97.8	室内
11	$Nb(OH)_5$ 烘房车间内	119	室内
12	Nb_2O_5 煅烧房车间内	151	室内

检测点序号	检测点位置	γ辐射剂量率(nGv/h)	备注
13	酸溶渣仓库库门外西侧 30cm 处	4.02×10^3	道路
14	除氨工序西侧水池 5cm 处	83.2	道路
15	除氨工序南侧水池 5cm 处	119	道路
16	三效蒸发装置边 5cm 处	68.7	道路
17	废水收集池边 5cm 处	258	道路
18	储液罐边 5cm 处	91.9	道路
19	厂区西侧（静溪路东侧草地）	116	原野
20	厂区南侧（阜宁文华药业有限公司围墙外）	84.2	道路
21	厂区北侧（纬二路南侧草地）	90.7	原野
22	厂区东侧（盐城利民农化有限公司围墙外）	99.7	道路
23	阜宁县水处理发展有限公司西侧草地	55.4	原野
24	江苏科迪特医药技术有限公司西侧草地	64.9	原野
25	江苏科迪特医药技术有限公司南侧门口	56.6	道路
26	江苏安顺新材料科技有限公司南侧门口	63.7	道路
27	江苏同泰化工有限公司南侧门口	54.6	道路
28	江苏全美肥业有限公司南侧门口	86.0	道路
29	盐城市华业医药化工有限公司南侧门口	71.8	道路
30	盐城市凯威化工有限公司南侧门口	83.4	道路
31	阜宁祥创起重机械有限公司南侧门口	81.4	道路
32	盐城禾佳化工有限公司南侧门口	55.4	道路
33	盐城利民农化有限公司南侧门口	67.9	道路
34	阜宁县水处理发展有限公司南侧草地	69.8	原野
35	盐城华钛化学有限公司南侧门口	71.7	道路
36	江苏世达化工有限公司南侧门口	63.7	道路
37	江苏世通着色新材料有限公司南侧草地	57.5	原野
38	江苏世通着色新材料有限公司西侧草地	76.2	原野
39	江苏彩瑞实业有限公司南厂区西侧草地	53.4	原野
40	江苏彩瑞实业有限公司南厂区北侧门口	46.8	道路
41	阜宁县华泰油脂有限公司北侧门口	74.5	道路
42	盐城市德辉新材料科技有限公司北侧门口	73.6	道路
43	静溪路西侧道路（1）	74.7	道路
44	静溪路西侧道路（2）	65.5	道路
	以下空白		

注：表中数据已扣除宇宙响应值

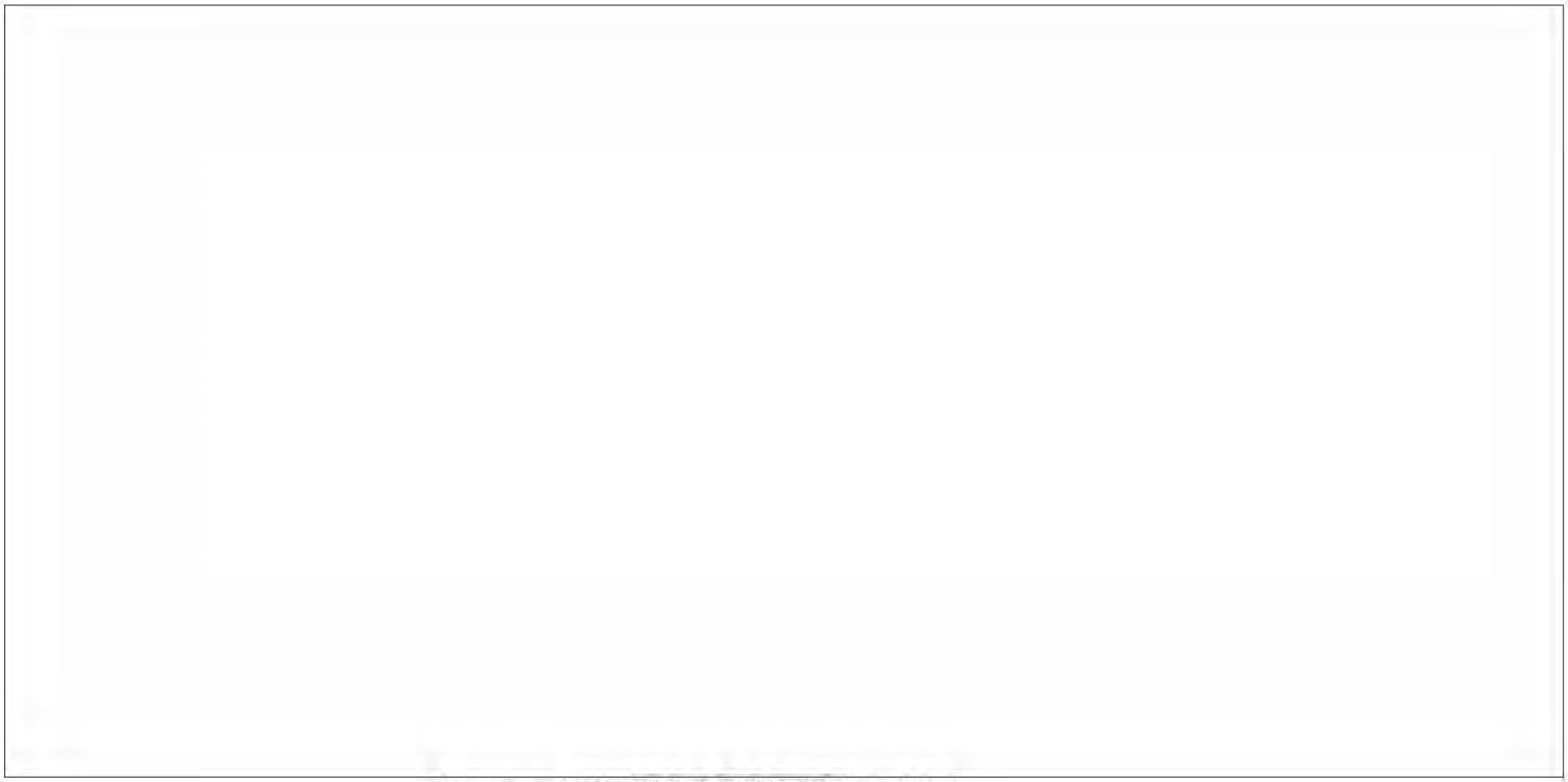


图 3.2-1 γ辐射吸收剂量率检测点位示意图 1

图 3.2-2　γ辐射吸收剂量率检测点位示意图 2

3.3 氡浓度测量

2022 年 7 月 22 日在公司涉及原料主要生产车间内布设氡浓度测量点，单次测量，共设置 3 个监测点位，监测结果具体见表 3.3-1。2023 年 4 月 11 日在公司厂区周围布设氡浓度测量点，单次测量，共设置 6 个监测点位，监测结果具体见表 3.3-2。监测点位见图 3.3-1、图 3.4-2。

表 3.3-1 厂区车间氡浓度测量结果

编号	监测点位描述	氡浓度（Bq/m^3）	备注
1	磨机房内	144.53	监测时磨机房未工作
2	酸洗反萃槽车间内	36.73	监测时酸洗反萃槽在工作
3	钽铌矿原料仓库内	54661.17	监测时原料库内钽铌矿 1#数量约 8.8 吨、钽铌矿 2#数量约 10.5 吨、铌玻璃约 53 吨

表 3.3-2 厂区周围环境氡浓度测量结果

编号	监测点位描述	氡浓度（Bq/m^3）	备注
1	厂区南侧（阜宁文华药业有限公司外）	14.1	监测时企业未生产
2	厂区北侧门口	13.6	
3	厂区北侧（江苏世通着色新材料有限公司外）	13.6	
4	厂区西侧（废弃看护房外）	20.2	
5	厂区东侧（盐城利民农化有限公司外）	23.1	
6	厂区东南偏东上风向对照点（盐城华钛化学有限公司外）	11.2	

从监测结果可知，由于钽铌矿原料仓库内未设置通风装置，氡浓度测量值高达 54661.17Bq/m^3，明显高于本项目 500Bq/m^3 的控制限值要求，钽铌矿原料仓库需设置通风装置，减少氡和钍射气的内照射影响；由于磨机房内有残留的钽铌矿原料矿粉，车间内氡浓度测量值 144.53Bq/m^3，稍高于酸洗反萃槽测量点；酸洗反萃槽是封闭式作业，酸洗反萃槽车间氡浓度测量值为 36.73Bq/m^3，稍高于企业未生产时厂区周围室外环境氡浓度测量值（11.2Bq/m^3~23.1Bq/m^3），参考《江苏省室内氡水平调查及对公众剂量估算》（辐射防护，2014 年第 34 卷第 2 期，江苏省室内氡调查算术平均值为 30Bq/m^3），基本和江苏省室内氡水平调查数据相当。

图 3.3-1　空气氡浓度检测点位示意图

3.4 放射性核素分析

土壤采样点布置于厂区四周，监测结果表明，土壤样品中天然核素 ^{238}U、^{232}Th 和 ^{226}Ra 比活度范围分别为（96.79~116.12）Bq/kg、（82.58~96.42）Bq/kg、（38.19~44.59）Bq/kg，对比江苏省土壤天然放射性核素比活度调查结果，土壤中 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 比活度与江苏省土壤中天然核素调查值处于同一波动水平。根据表 2.2-5 原料放射性比活度数据，原料中 ^{238}U、^{232}Th 和 ^{226}Ra 比活度分别为 3171.8Bq/kg、5111.8Bq/kg、2376Bq/kg，如果随着粉尘释放至厂区外环境，土壤中三种核素的测量值应保持一定的比例关系，目前各土壤测量值中 ^{238}U 比活度相对最高，说明盐城金烨新材料科技有限公司前期项目运行尚未对厂外周围土壤造成明显的粉尘沉降，后期企业应定期进行土壤比活度监测，评估粉尘沉降对厂外土壤的影响。

监测点位见图 3.4-1、图 3.4-2，测量结果如表 3.4-1 所示。

表 3.4-1 样品放射性核素测量结果

编号	样品描述	^{238}U 比活度(Bq/kg)	^{232}Th 比活度(Bq/kg)	^{226}Ra 比活度(Bq/kg)
1	厂区外东侧绿化带土壤	110.28	91.58	42.33
2	厂区外南侧绿化带土壤	99.44	82.58	38.19
3	厂区外西侧绿化带土壤	116.12	96.42	44.59
4	厂区外北侧绿化带土壤	<LLD	90.63	43.87
5	酸溶渣	20276	38772	13312
6	中和渣	476.66	5.72	8.74
7	钽铌矿 1	18324	34002	9495.4
8	钽铌矿 2	19161	34030	9305.5
9	钽铌矿 3	165.13	22968	9443.5
10	铌玻璃	44.83	9.38	16.57
	江苏省地区土壤	范围：14.1~62.1	范围：17.9~67.9	范围：13.1~89.6
		均值：35.5	均值：49.4	均值：35.7

3.5 水样辐射环境现状

本项目无生产废水排放，为了解生产废水中放射性水平，对回收处理中的厂区 4 种废水进行了监测，总 α 活度浓度为（0.065~0.93）Bq/L，总 β 活度浓度为（＜MDL~1.79）Bq/L，测量值均低于《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中第一类污染物最高允许排放浓度要求，即车间废水排放口总 α 放射性≤1Bq/L、总 β 放射性≤10Bq/L。测量结果如表 3.5-1 所示。

表 3.5-1　水中总 α、总 β 检测结果

序号	样品名称	总 α 活度浓度	总 β 活度浓度
1	西池水	0.065Bq/L	1.69Bq/L
2	东池水	0.93Bq/L	1.79Bq/L
3	酸洗水	＜LLD	＜LLD
4	回用水	0.25Bq/L	＜LLD

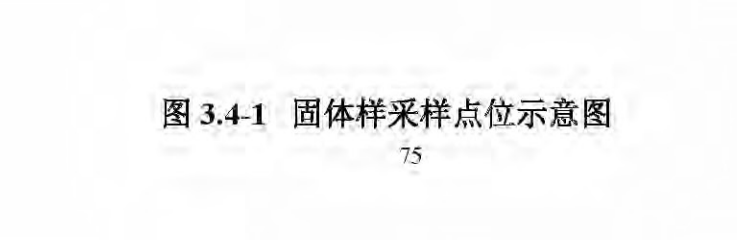


图 3.4-1　固体样采样点位示意图



图 3.4-2　空气氡浓度监测及固体样采样点位示意图

4 辐射环境影响分析

4.1 厂址特征参数

4.1.1 地形地貌

阜宁县为苏北平原的一部分，分属黄淮平原、滨海平原、里下河平原。全县地貌总体上西部高，东、南、北低，大体呈蚌壳形式。本扩建项目所在地位于沿港河以西，射阳河以北，属黄淮平原。黄淮平原为黄河夺淮后由大量泥沙覆盖而形成的黄泛区，分为三个小区：废黄河高地，一般地面高程在 8~12 米，土质为沙土和粉沙土；黄泛冲积坡地，在县境马河以南地区，为黄河决口泛滥形成的以决口为顶点的扇形冲积坡地，一般地面高程在 2.5~5.5 米，土质为粉沙土和沙壤土为主的黄泛冲积层；黄泛沉积平原在县境北部，马河以北至沿岗河之间，属黄泛缓流沉积地带，多为泥土和粘土，一般地面高程为 2.0~3.5 米。本地区地震烈度为 6 度。

阜宁位于江淮平原中部，全县总面积 1440 平方公里，分属黄淮平原、滨海平原、里下河平原。全县地貌总体上西部高，东、南、北低，大体呈蚌壳形。苏北平原是一个持续下降的断陷地区，新生代沉积物总厚度一般为 2000~3000 米，断陷中心部分最大厚度可达 6000 米。上部为第四系河海相淤土厚达 300 米以上。

4.1.2 气候与气象

采用阜宁县气象站（58143）资料，气象站位于江苏省盐城市阜宁县，地理坐标为东经 119.85°，北纬 33.8°，海拔高度 4.8m。据阜宁气象站 2000～2019 年累计气象观测资料统计，主要气象特征如下：

（1）气温

阜宁地区 1 月份平均气温最低 1.41℃，7 月份平均气温最高 27.28℃，年平均气温 14.9℃，阜宁地区平均气温统计见表 4.1-1。

表 4.1-1 阜宁县年平均温度的月变化一览表

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
温度	1.41	3.55	8.46	14.44	19.89	23.98	27.28	26.69	22.33	16.75	10.25	3.80	14.9

（2）相对湿度

阜宁地区年平均相对湿度为 75.3%。7～9 月相对湿度较高，达 80%以上，冬、春季相对湿度为 70%以上，阜宁地区累年平均相对湿度统计见表 4.1-2。

表 4.1-2 阜宁县 2000~2019 年平均湿度的月变化一览表

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
湿度%	71.21	72.72	68.74	69.26	72.04	76.1	82.89	84.73	82.38	77.64	74.78	71.11	75.3

（3）降雨

阜宁地区降水集中于夏季，1 月份降水量最低，为 21.86mm；7 月份降水量最高，为 211.83mm。全年降水量为 946.19mm，阜宁地区累年平均降水统计见表 4.1-3。

表 4.1-3 阜宁县 2000~2019 年平均降水的月变化一览表

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
降雨量 mm	21.86	28.01	35.64	44.5	66.76	115.92	211.83	211.48	96.94	40.55	46.36	26.34	946.19

（4）日照时数

阜宁地区全年日照时数为 2010.62h，5 月份最高为 204.69h ，2 月份最低为 37.18h，阜宁地区累年平均日照时数统计见表 4.1-4。

表 4.1-4 阜宁县 2000~2019 平均日照时数的月变化一览表

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
日照时数 h	144.25	137.18	187.5	201.01	204.69	166.57	158.17	175.04	168.04	171.74	149.62	146.8	2010.62

（5）风速

阜宁地区年平均风速 2.31m/s，月平均风速 3 月份相对较大为 2.97m/s，9 月份相对较小为 1.77m/s，阜宁地区累年平均风速统计见表 4.1-5。

表 4.1-5 阜宁县 2000~2019 年平均风速的月变化一览表

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
风速 m/s	2.4	2.59	2.97	2.84	2.43	2.17	2.12	1.97	1.77	1.8	2.23	2.45	2.31

（6）风频

阜宁地区累年风频最多的是 ESE，频率为 8.58%；其次是 E，频率为 8.49%，WSW 最少，频率为 3.34%，阜宁地区累年风频统计见表 4.1-6 和风频玫瑰图见图 4.1-1。

表 4.1-6 阜宁县 2000~2019 年平均风频的月变化一览表（%）

月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
1 月	9.95	8.95	8	5.05	5.5	5.45	3.8	3.48	4.43	3.45	2.95	3.65	6.25	7.45	7.3	9.35	4.93
2 月	7.05	8.35	9.65	7.6	9.65	7.95	6.6	4.2	4.45	4.47	3.06	3.52	3.9	4.55	5.15	6	3.85
3 月	5.35	7.9	7.3	6.7	8.45	8.7	7.6	6.85	8.35	6.89	4.70	4.15	4.15	3.3	4.15	3.3	2.12
4 月	3.86	6.51	6.23	6.11	7.56	8.56	9.36	8.76	8.76	6.11	5.51	4.33	4.06	4.16	3.91	3.91	2.3
5 月	3.89	4.79	6.04	5.79	8.94	10.64	10.94	8.54	8.191	5.99	5.39	4.44	3.44	3.89	2.29	3.39	3.3
6 月	2.44	3.87	4.79	7.94	12.39	16.14	14.19	9.29	7.89	5.09	3.72	3.12	1.95	1.58	1.49	2	2.16
7 月	2.39	3.57	6.02	8.07	9.87	10.67	11.12	9.32	9.67	6.92	5.42	3.57	3.28	2.47	1.91	2.14	3.64

8月	5.4	8.2	10.05	11.2	10.35	10.05	8.55	7.35	5.47	2.72	3.06	1.83	2.5	2.45	2.45	3.85	4.56
9月	7.91	12.31	11.46	10.61	8.66	7.31	5.16	3.26	2.7	1.93	1.59	2.08	2.64	4.51	2.56	6.86	6.45
10月	7.42	9.22	8.12	7.47	8.02	7.37	4.92	3.82	3.92	2.98	2.1	2.33	3.76	5.82	6.37	7.77	8.53
11月	8.29	8.89	6.49	4.99	6.69	5.59	5.39	4.64	5.14	4.04	4.36	2.65	6.14	6.64	7.04	8.14	4.95
12月	7.68	7.93	6.38	4.23	5.82	4.53	3.33	3.23	4.08	3.78	3.56	4.43	7.03	10.33	9.73	9.48	4.49
全年	5.97	7.54	7.54	7.15	**8.49**	**8.58**	7.58	6.06	6.09	4.53	3.79	**3.34**	4.09	4.76	4.70	5.52	4.27

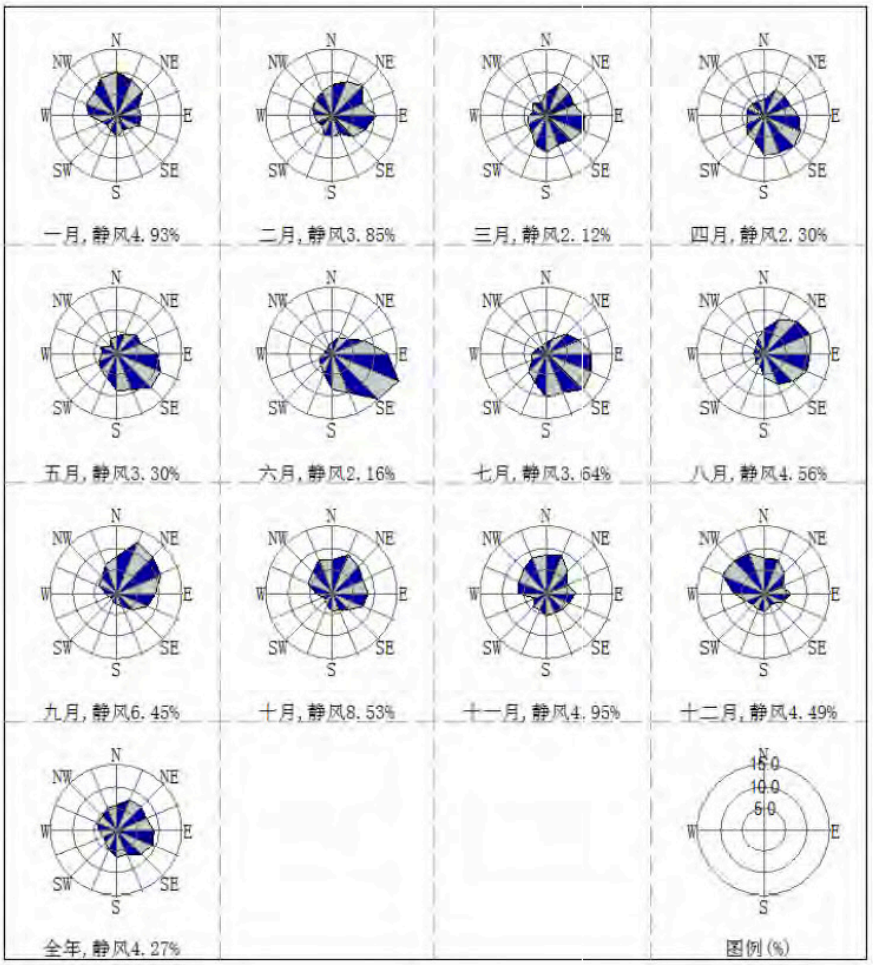


图 4.1-1 阜宁县全年及代表月份风频玫瑰图

4.1.3 水文水系

阜宁县境内流域性河道 12 条，即：废黄河、调度河、入海水道、灌溉总渠、射阳河、通榆河、嘎粮河、潮河、杨集河、串场河、渔深河、海河；有大沟级河道 126 条，主要有阜坎河、沿岗河、川里河、驿马河、四通河、大沙河、小中河、马河、生产河、被泽沟、潮沟河、民便河、薛犁大沟、北恒河、南恒河、海陵河等；有中沟级河道 1364 条。

（1）串场河

串场河横贯里下河地区盐城市境内“四大港”，即由北向南分别为射阳河、黄沙港、新洋港、斗龙港。其水位、流量、流向受“四大港”闸开闸变动回水影响。阜宁境内串场河主要受射阳河下游射阳河闸及黄沙港下游黄沙港闸闸控影响，北部受射阳河闸开闸影响较大，南部受黄沙港闸开闸影响较大。

（2）射阳河

射阳河上游起自宝应县射阳镇，下游至射阳县注入黄海。县境段呈西南至东北走向，蜿蜒于县域中部和东北部，长 75 千米。县境域汇集潮河、海陵河、薛梨大沟、南北恒河、杨集河、马泥沟、潮沟河、生产河、淤深河、马河、小中河、大沙河、川里河、驿马河、沿岗河、阜坎河等。县境射阳河河口宽度一般为 120～200 米。流域面积约 1200 多平方千米，占全县总面积的 83%，是灌溉、排涝行洪、水路运输的主动脉。

（3）通榆河

通榆河在县境南自沟墩镇陈坎村驳运港向北至吴滩各港贯射阳河在阜城镇窑桥北上至三灶镇东湾村止，全长 29.5 千米，1999 年 5 月贯通，2010 年测流量 150 立方米每秒。通榆河左（西）岸挂大沟 2 条，即闸河、施庄中心河；右（东）岸挂大沟 14 条，即盐阜河、友谊河、七一河、海通河、通马河、北干河、吴滩向阳河、匣通港、串通河、戴圩河、马路圩河、胜利河、孙杨港。

（4）入海水道南泓

入海水道工程承担分流淮河干流泄入洪泽湖的洪水直接入海的重任，该项工程按照高低水分排、清污水分开的原则在入海水道中设计了南北两条泓道，北泓为清水制，南泓为污水制。南泓可以接纳原三淮（现为淮安市区、淮安区、淮阴区）、洪泽、滨海城区污水归槽集中处理。南泓沿线有三道水闸，构成三级调蓄净化系统。入海水道南泓进口在洪泽湖东侧二河口，在栖鹤港以北注入黄海，全长 163.5 公里。该河主要承泄洪泽湖以上的来水，兼顾渠北地区的排涝。

（5）苏北灌溉总渠

苏北灌溉总渠集灌溉、排洪、航运、发电于一体，是改变淮河下游地区自然面貌具有历史意义的大型水利工程。西起洪泽湖边的高良涧，在淮安穿过京杭大运河向东经阜宁、滨海、射阳等县至栖鹤港入海，全长 168 公里。在阜宁县境内口宽 165~97 米，最大设计行洪流量 800m^3/s，洪泽湖引水流量 500m^3/s，用以灌溉沿途几百万亩农田。

4.1.4 生态环境

阜宁县境内植被为常绿阔叶与落叶阔叶混交林带。人工植被主要有农田作物、经济林、防护林等；次生植被常见于农田隙地和抛荒地，以白茅、海浮草、西伯利亚蓼等为主，其次是画眉草、狗尾草、苜蓿、蒲公英等。以外还有分布在水域环境中的水生植被，包括芦苇、菖蒲等挺水植物，黑藻、狐尾藻等沉水水生植物和凤尾莲、浮萍等漂浮植物。

农田生态系统：阜宁地处北亚热带季风气候区，周边土地肥沃，耕地多为沉积湖相、湖沼相粘土和亚粘土，具有层次分明，有机质含量高、团结结构好、表上层深厚、保水透气、排灌条件良好等特点，十分适宜农作物生长。土地利用方式基本为成片机耕条田，现状植被主要为农业栽培植物，农作物主要有水稻、小麦、棉花、豆类、薯类以及油料和蔬菜等品种。本地区天然植被已大部分转化为人工植被，林木资源主要是人工的农田林网，主要有杨树、槐树、柳树、榆树、泡桐、水杉、柏树以及苹果、桃、桑等一些果树。

陆生动植物种类：野生动物中哺乳类主要有野兔、家鼠、田鼠、黄鼠狼、狗獾、刺猬、蝙蝠等，鸟类有麻雀、家燕、乌鸦、啄木鸟、猫头鹰、杜鹃等。

水生动植物种类：项目周边河流中鱼类及其它动植物种类较多，鱼类有鲤鱼、鲫鱼、青鱼、草鱼、乌鱼、鲑鱼、泥鳅、黄鳝等，甲壳类有河虾、蟹等，贝类有田螺、蚌等。

水生植物主要有湿地沼泽植物和沉水植物构成，水生管束植物主要有水花生、水车前、凤眼莲、金鱼藻、满江红，淀粉类植物有茨实、菱角等，沼泽植物主要有芦苇、菖蒲、黑三菱等。

4.1.5 人口特征

根据第七次人口普查数据，阜宁县户籍总户数 35.07 万户，总人口 111.61 万人，比上年减少 0.67 万人，其中城镇人口 60.10 万人。2021 年年末阜宁县常住人口 79.44 万人，比上年增 0.04 万人，其中城镇常住人口 47.06 万人，常住人口城镇化率 59.25%，比上年提高 0.68 个百分点。

4.1.6 饮食结构

评价区域内居民主食以大米、小麦为主，副食有肉类、鸡蛋、鱼及各种蔬菜等。对厂区周围土地利用现状调查结果，本项目周边区域基本属于工业区，土地用途为工业用地，项目周边无养殖用地，但有少量农田和菜地，种植的农作物主要是水稻、蔬菜，周边公众所用食物均大部分外购。

4.2 公众照射途径分析

钽铌矿原料中伴生有天然放射性核素 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 等，这些核素在自发状态下会发生 α 衰变、β 衰变，并伴随 γ 射线产生。项目公众主要是厂区内办公区的工作人员和厂外四周的企业职工和看护房内人员，考虑到项目生产厂区酸溶渣库、钽铌矿原料库等距离公众均较远，考虑到库房实体建筑的屏蔽及距离衰减，可不考虑对公众的外照射影响。

由于各种钽铌矿原料物料均含有一定的天然放射性核素，且形态为粉状颗粒物，向外环境排放后，会增加空气中放射性气溶胶浓度，进而形成空气浸没照射；放射性核素地表沉积到地表，形成地表沉积外照射；放射性气溶胶吸入人体后，形成内照射；除此之外，物料中 ^{226}Ra、^{224}Ra(^{232}Th 衰变子体)衰变产生子体 ^{222}Rn、^{220}Rn，吸入人体后，也会对人体产生较强的内照射；沉积到地表的放射性粉尘，被农作物吸收后，通过食物链途径，被人体食入后会产生内照射。

评价区地下水主要靠大气降水的渗入补给，大气降水大部分形成地表径流向沟谷或低洼地排泄，少量以垂向渗流方式，下渗补给风化裂隙和构造裂隙水，最终排向地势低洼低的季节性溪沟。本项目各水池均进行防渗处理，原料中放射性核素下渗影响

地下水的可能性较低，且厂区周边无居民饮用水井，不会通过饮水途径对居民产生内照射。

因此，本次公众主要考虑气载流出物的辐射环境影响。照射途径主要为空气浸没外照射、地表沉积外照射、吸入内照射、食入内照射。

4.3 正常工况气载流出物辐射环境影响分析

4.3.1 剂量估算公式

（1）按照国际原子能机构（IAEA）气载放射性物质排放的环境影响评价方法，根据放射性照射途径，个人有效剂量估算公式为，由于项目评价范围内公众为 18 家企业职工和 1 处看护房偶尔居留人员，计算时按成年组进行取值：

$$E = E_{inh} + E_{gr} + E_{im} + E_{ing} \qquad （公式 4-1）$$

式中：E—照射有效剂量，mSv；

E_{gr}—地表沉积外照射有效剂量，mSv；

E_{im}—烟羽浸没外照射剂量，mSv；

E_{ing}—食入内照射有效剂量，mSv；

E_{inh}—吸入内照射所致有效剂量，mSv。

（2）吸入内照射所致剂量

1）吸入 $^{222}Rn/^{220}Rn$ 浓度有效剂量估算公式如下：

$$H_{Rn} = g_{Rn} \times t \times C_{Rn} \qquad （公式 4-2）$$

式中：H_{Rn}——吸入 $^{222}Rn/^{220}Rn$ 内照射剂量，mSv/a；

g_{Rn}——吸入 ^{222}Rn 和 ^{220}Rn 剂量转换因子分别为 2.44×10^{-6}mSv/（Bq·h·m^{-3}）和 8×10^{-7}mSv/（Bq·h·m^{-3}）；

t——时间，h/a；

C_{Rn}——环境空气中 $^{222}Rn/^{220}Rn$ 浓度，Bq/m^3。

2）吸入放射性粉尘所致内照射有效剂量可按下式计算：

$$E_h = C_{尘} \times f_i \times t \times R \times G_i \times 10^{-6} \qquad （公式 4-3）$$

式中：E_h——公众吸入再悬浮核素 i 所致内照射剂量，Sv/a；

$C_{尘}$——吸入的排放的粉尘浓度，mg/m^3；

f_i——吸入矿尘第 i 种核素比活度浓度，Bq/kg；

t——停留时间；

R——空气摄入速率，m^3/h，根据《核设施辐射环境影响评价方法学》（辐射环境影响评价培训教材之一［Z］.北京，2000:10 －11），少年和成人年空气摄入量分别为 5.5E+3m^3/a，8.0E+3m^3/a，推算出呼吸速率，具体见表 4.3-1；

G_i——第 i 种核素吸入剂量转换系数，Sv/Bq，见表 4.3-2。

表 4.3-1 不同年龄组呼吸速率典型值（R）

年龄组	婴儿组（≤1 岁）	幼儿组（1~7 岁）	**少年组**（7~17 岁）	**成年组**（≥18 岁）

表 4.3-2 吸入剂量转换因子

核素	肺吸收类别	剂量转换因子（Sv/Bq）			
		婴儿组（≤1 岁）	幼儿组（1~7 岁）	少年组（7~17 岁）	成年组（≥18 岁）

（3）地表沉积外照射所致剂量

地表沉积外照射所致的公众外照射剂量计算公式如下：

$$E_{gr} = C_{gr} \cdot DF_{gr} \cdot O_f \cdot R_g + C_{gr} \cdot DF_{gr} \cdot (1 - O_f) \cdot R_d \quad （公式 4-4）$$

式中：C_{gr}—地表沉积核素密度，Bq/m^2；

DF_{gr}—沉积剂量转换因子，（Sv/a）/（Bq/m^2），见表 4.3-3；

O_f—污染地表居留时间份额，取 0.78；

R_g—地面粗糙度屏蔽衰减系数，取 0.7；

R_d—建筑物屏蔽衰减系数，取 0.1。

（4）烟羽浸没外照射所致剂量

烟羽浸没外照射有效剂量应用半无限烟羽模式估算，计算公式如下：

$$E_{im} = C_A \cdot DF_{im} \cdot O_f \cdot R_g + C_A \cdot DF_{im} \cdot (1 - O_f) \cdot R_d \quad （公式 4-5）$$

式中：C_A—空气中核素浓度，Bq/m^3；

DF_{im}—烟羽浸没外照射剂量转换因子，（Sv/a）/（Bq/m^3），见表 4.3-3；

Q_f—公众个体在烟羽中的浸没时间份额；

R_d—建筑物屏蔽衰减系数。

表 4.3-3 外照射剂量转换因子

核素	地表沉积剂量转换因子（Sv/a）/（Bq/m^2）	烟羽浸没剂量转换因子（Sv/a）/（Bq/m^3）

（5）食入内照射所致剂量

公众由于食入受污染的食品所致的内照射成为食入内照射。相对于外排气态放射性核素，本项目所造成的污染食品主要是植物产品（蔬菜），因食入受放射性核素污染的食物所致公众附加剂量的基本计算公式如下：

$$E_{ing} = \sum_{i=1}^{p} (C_{p,i} \times H_p \times f_p) \times Df_{ing} \quad （公式 4-6）$$

式中：E_{ing}—食入受污染食品所致年均有效剂量，Sv/a；

$C_{p,i}$—食物中的核素 i 的活度浓度，Bq/kg；

H_p—食物 P 的年摄入量，kg/a；

DF_{ing}—食入剂量转换因子，Sv/Bq，见表 4.3-4；

F_p—食入 P 食品被污染的份额。

表 4.3-4 食入剂量转换因子

核素	食入剂量转换因子（Sv/Bq）			
	婴儿	幼儿	少年	成人

植物产品中的放射性核素浓度由直接污染和间接污染两种类型，计算公式如下：

1）直接污染

$$C_{v,i,1} = d_i \alpha [1 - e^{-(\lambda_i + \lambda_w) t_e}] / (\lambda_i + \lambda_w) \qquad （公式 4-7）$$

式中：$C_{v,i,1}$—直接污染所致植物表面核素浓度，Bq/kg；

d_i—核素 i 的地表沉降速率，Bq/(m²·d)；

α—植物截留分数，m²/kg，即干、湿沉积过程中，单位质量的植物中能够截留放射性沉积物的可食部分面积，农作物以鲜重计，取 0.3m²/kg；

λ_i—核素 i 衰变常数，d^{-1}；

λ_w—非自然衰变的放射性核素衰减速度，即环境去除速度，取 0.05d^{-1}；

t_e—生产季节暴露在污染中的时间，d。

2）间接污染

$$C_{v,i,2} = F_v \times C_{s,i} \qquad （公式 4-8）$$

式中：$C_{v,i,2}$—间接污染所致植物表面核素浓度，Bq/kg；

F_v—是植物中可食入部分从土壤中摄入放射性核素的浓缩系数；

$C_{s,i}$—土壤中核素累积浓度，Bq/kg，计算公式如下；

$$C_{s,i} = d_i [1 - e^{-(\lambda_i + \lambda_s) t_b}] / \rho / (\lambda_i + \lambda_s) \qquad （公式 4-9）$$

λ_i—核素 i 衰变常数，d^{-1}；

λ_s—土壤根部核素非衰变的衰减速度，取 2.7E-5d^{-1}；

t_b—放射性核素释放的时间，d；

ρ—土壤中有效根部区域的标准密度，kg/m^2。

3）公众消费植物产品中总核素浓度

公众个体消费植物产品中的总核素浓度计算公式如下：

$$C_{v,i} = (C_{v,i,1} \times w_i + C_{v,i,2})e^{-\lambda_i t_h} \quad （公式 4-10）$$

式中：$C_{v,i}$—植物产品中核素浓度，Bq/kg；

$C_{v,i,1}$—直接污染所致植物表面核素浓度，Bq/kg；

$C_{v,i,2}$—间接污染所致植物表面核素浓度，Bq/kg；

w_i—洗涤因子，取 0.125；

λ_i—核素 i 衰变常数，d^{-1}；

t_h—植物从收获到消费的储存时间，d。

4.3.2 公众辐射剂量估算

本次公众所受到的放射性外照射主要表现为粉尘的浸没照射以及沉积在地表的粉尘所致的外照射，内照射主要表现为放射性核素（放射性粉尘、氡气）途径所致吸入内照射。

依据《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ2.2-2018)中 5.3 节工作等级的确定方法，结合项目工程分析结果，选择正常排放的主要污染物及排放参数，采用附录 A 推荐模型中的 AERSCREEN 模式计算项目污染源的最大环境影响，然后按评价工作分级判据进行分级。

（1）P_{max}及 $D_{10\%}$的确定

依据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)中最大地面浓度占标率 Pi 定义如下：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{0i}} \times 100\% \quad （公式 4-11）$$

式中：P_i ——第 i 个污染物的最大地面空气质量浓度 占标率，%；

C_i——采用估算模型计算出的第 i 个污染物的最大 1h 地面空气质量浓度，μg/m^3；

C_{0i}——第 i 个污染物的环境空气质量浓度标准，μg/m³。

（2）评价等级判别表

评价等级按下表的分级判据进行划分

表 4.3-5　评价等级判别表

评价工作等级	评价工作分级判据
一级评价	Pmax≧10%
二级评价	1%≦Pmax<10%
三级评价	Pmax<1%

（3）污染物评价标准

污染物评价标准和来源见下表。

表 4.3-6 污染物评价标准

污染物名称	功能区	取值时间	标准值	标准来源
PM_{10}	二类限区	小时	450μg/m³	环境空气质量标准 (GB 3095-2012)

（4）污染源参数

表 4.3-7 粉尘有组织排放污染源参数

污染源名称	排气筒底部中心坐标(°)		排气筒底部海拔高度(m)	排气筒参数				污染物排放速率
	经度	纬度		高度(m)	内径(m)	温度(℃)	流速(m/s)	PM_{10}(kg/h)

表 4.3-8 粉尘无组织排放污染源参数

污染源名称	坐标(°)		海拔高度(m)	矩形面源			污染物排放速率(kg/h)
	经度	纬度		长度(m)	宽度(m)	有效高度(m)	PM10

（5）项目参数

表 4.3-9 估算模型参数表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	
	人口数(城市人口数)	
最高环境温度		
最低环境温度		
土地利用类型		
区域湿度条件		
是否考虑地形	考虑地形	
	地形数据分辨率(m)	
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	
	岸线距离/m	
	岸线方向/°	

（6）评价工作等级

表 4.3-10 Pmax 预测和计算结果一览表

污染源名称	评价因子	评价标准	C_{max}	P_{max}(%)	D10%(m)

本项目 P_{max} 最大值出现为无组织粉尘排放的 $PM_{10}P_{max}$ 值为 0.3867%，C_{max} 为 1.74μg/m³，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）分级判据，确定本项目大气环境影响评价工作等级为三级。

4.3.2.1 评价范围内空气中 ^{222}Rn 浓度

对于 ^{220}Rn，由于其半衰期较短较短，仅为 55.6s，在空气中、岩石矿物中扩散长度分别为 2.8cm、0.65cm，钍射气对厂界外环境影响较小，可以忽略不计。仅考虑生产期间析出的 ^{222}Rn 对外环境的影响。

本次气载放射性流出物浓度计算主要依据气载污染物源项，通过模式计算出所致周边环境 ^{222}Rn 浓度。

表 4.3-11 氡污染源参数

污染源名称	排气筒底部中心坐标(°)		排气筒底部海拔高度(m)	排气筒参数				污染物排放速率
	经度	纬度		高度(m)	内径(m)	温度(℃)	流速(m/s)	氡(Bq/s)
酸溶渣库氡								
原料库氡								
磨机房氡								

磨机房、钽铌矿原料仓库、酸溶渣仓库氡气排放浓度分别为 7.79Bq/m^3、3.94Bq/m^3、4.64Bq/m^3，然后采用模型根据污染物排放速率预测周围敏感目标的 ^{222}Rn 浓度，周围敏感目标分布见图 4.3-1，敏感目标点位名称见表 4.3-12，预测结果见表 4.3-13~表 4.3-15。

图 4.3-1 周围敏感目标点位示意图

表 4.3-12 敏感目标点位名称

序号	方位	距厂区距离（m）	敏感点名称
1			
5			

表 4.3-13 原料库氡预测结果

距离（m）	原料库氡	
	氡浓度(Bq/m³)	氡占标率(%)

表 4.3-14 酸溶渣库氡预测结果

距离（m）	酸溶渣库氡	
	氡浓度(Bq/m³)	氡占标率(%)
1.0		
25.0		
50.0		
75.0		
100.0		
125.0		
150.0		
175.0		
200.0		
225.0		
250.0		
275.0		
300.0		
325.0		
350.0		
375.0		
400.0		
425.0		
450.0		
475.0		
500.0		
东侧敏感点 86.86		
南侧敏感点 40.37		
西侧敏感点 249.29		
北侧敏感点 172.26		
厂区办公区 92.06		
最大浓度		
最大浓度出现距离		

表 4.3-15 磨机房氡预测结果

距离（m）	磨机房氡	
	氡浓度(Bq/m³)	氡占标率(%)
1.0		
25.0		
50.0		
65.0		
75.0		
100.0		
125.0		

150.0	
175.0	
200.0	
225.0	
250.0	
275.0	
300.0	
325.0	
350.0	
375.0	
400.0	
425.0	
450.0	
475.0	
500.0	
东侧敏感点 67.94	
南侧敏感点 72.97	
西侧敏感点 254.18	
北侧敏感点 140.91	
厂区办公区 63.69	
最大浓度	
最大浓度出现距离	

表 4.3-13~表 4.3-15 可知，钽铌矿原料仓库最大氡浓度落地点为排气筒 81m 处，最大落地浓度为 0.0024Bq/m³，酸溶渣仓库最大氡浓度落地点为排气筒 50m 处，最大落地浓度为 0.0069Bq/m³，磨机房最大氡浓度落地点为排气筒 65m 处，最大落地浓度为 0.0249Bq/m³。根据各处排气筒理论工作时间，计算出厂区四周敏感目标处氡排放产生的附加有效剂量最大值为 2.30E-04mSv，具体估算见表 4.3-16。

表 4.3-16 敏感点处氡排放产生的附加有效剂量预测结果

关注点	磨机房氡浓度(Bq/m³)	磨机房工作时间 t(h)	原料库和酸溶渣库氡浓度叠加(Bq/m³)	原料库和酸溶渣库工作时间 t(h)	H_{Rn}(mSv/a)
东侧敏感点					
南侧敏感点					
西侧敏感点					
北侧敏感点					
厂区办公区					

4.3.2.2 粉尘浓度

采用 AERSCREEN 模型预测有组织排放源对环境空气的影响，计算出该项目排放的粉尘的落地浓度，磨机房有组织粉尘排放预测结果见表 4.3-17，无组织粉尘排放预测结果见表 4.3-18。

表 4.3-17 磨机房粉尘预测结果

距离（m）	磨机房粉尘	
	PM_{10}浓度(μg/m³)	PM_{10}占标率(%)
1.0	0.0000	0.0000

表 4.3-18 无组织粉尘排放预测结果

距离（m）	磨机房粉尘	
	PM_{10}浓度(μg/m³)	PM_{10}占标率(%)

根据表 4.3-17、表 4.3-18 可计算出东侧敏感目标处、南侧敏感目标处、西侧敏感目标处、北侧敏感目标处、厂区办公区粉尘有组织排放和无组织排放的粉尘浓度叠加后分别为 1.4982μg/m³、1.4236μg/m³、0.7037μg/m³、0.8928μg/m³、1.5732μg/m³，根据表 2.2-5 原料放射性比活度（^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 放射性比活度分别为 3171.8Bq/kg、5111.8Bq/kg、2376Bq/kg），粉尘浓度和放射性比活度相乘可得到厂区外敏感目标处铀系（^{238}U、^{234}U、^{230}Th、^{226}Ra、^{210}Po、^{210}Pb）、钍系（^{232}Th、^{228}Th、^{228}Ra）核素的排放浓度，具体见表 4.3-19。

表 4.3-19 放射性粉尘所致敏感点处空气中不同核素浓度

核素	空气中不同核素浓度(Bq/m^3)				
	东侧敏感点	南侧敏感点	西侧敏感点	北侧敏感点	厂内办公区
^{238}U、^{234}U、^{230}Th					
^{226}Ra、^{210}Po、^{210}Pb					
^{232}Th、^{228}Th、^{228}Ra					

从表 4.3-19 可知，本项目气载放射性流出物所致地面敏感目标处空气中 ^{238}U、^{234}U、^{230}Th 各核素贡献浓度在 2.23E-6Bq/m^3~4.99E-6Bq/m^3，^{226}Ra、^{210}Po、^{210}Pb 各核素贡献浓度在 1.67E-6Bq/m^3~3.74E-6Bq/m^3，^{232}Th、^{228}Th、^{228}Ra 各核素贡献浓度在 3.60E-6Bq/m^3~8.04E-6Bq/m^3。

4.3.2.3 公众辐射剂量估算

根据公式 4-1~4-10，以及表 4.3-1~表 4.3-4 中的参数，项目气载放射性流出物所致成年公众最大个人剂量见表 4.3-20。

表 4.3-20 项目各核素各照射途径所致成年公众最大个人剂量单位：mSv/a

关注点	照射途径		吸入内照射	地表沉积	空气浸没	食入内照射	合计	份额
东侧敏感目标	核素	^{238}U						
		^{234}U						
		^{230}Th						
		^{226}Ra						
		^{210}Po						
		^{210}Pb						
		^{232}Th						
		^{228}Th						
		^{228}Ra						
		^{222}Rn						
		合计						
	份额							
南侧敏感目标	核素	^{238}U						
		^{234}U						
		^{230}Th						
		^{226}Ra						
		^{210}Po						
		^{210}Pb						

		^{232}Th		
		^{228}Th		
		^{228}Ra		
		^{222}Rn		
		合计		
	份额			
西侧敏感目标	核素	^{238}U		
		^{234}U		
		^{230}Th		
		^{226}Ra		
		^{210}Po		
		^{210}Pb		
		^{232}Th		
		^{228}Th		
		^{228}Ra		
		^{222}Rn		
		合计		
	份额			
北侧敏感目标	核素	^{238}U		
		^{234}U		
		^{230}Th		
		^{226}Ra		
		^{210}Po		
		^{210}Pb		
		^{232}Th		
		^{228}Th		
		^{228}Ra		
		^{222}Rn		
		合计		
	份额			
厂内办公区	核素	^{238}U		
		^{234}U		
		^{230}Th		
		^{226}Ra		
		^{210}Po		
		^{210}Pb		
		^{232}Th		
		^{228}Th		

		^{228}Ra						
		^{222}Rn						
		合计						
	份额							

由表 4.3-20 可知，该项目气载放射性流出物所致成人最大个人年有效剂量为 1.37E-04mSv/a，出现在厂内办公区，满足本次评价提出的 0.1mSv 年剂量约束值要求。其中，吸入内照射途径所致公众年有效剂量为 1.36E-04mSv/a，贡献份额为 98.80%；吸入 ^{222}Rn 所致公众年有效剂量为 1.35E-04mSv/a，贡献份额为 98.24%，由于粉尘排放所致年有效剂量为 2.0E-06mSv/a，贡献份额为 1.76%。厂内外公众由气载放射性流出物所致成人最大个人年有效剂量为 1.19E-04mSv/a，满足本次评价提出的 0.1mSv 年剂量约束值要求。

4.3.3 职业人员剂量估算

本项目职业工作人员主要包括原料堆场装卸人员、原料粉碎工段人员、料浆分解萃取工段人员、酸洗工段人员、反萃取工段人员、固液分离工段人员、烘干煅烧工段人员、废水处理和回收工段人员、成品库人员等。

4.3.3.1 职业人员工作时间估算

物料堆场装卸人员数量、工作时间估算：4 人，940 小时，其中原料装卸时间约 100 小时，运输时间约 30 小时；酸溶渣装卸时间约 10 小时，运输时间约 20 小时；中和渣装卸时间约 600 小时，运输时间约 180 小时；

原料粉碎工段人员数量、工作时间估算：2 人，600 小时；

料浆分解、萃取工段人员数量、工作时间估算：4 人，3040 小时，其中酸溶渣压滤时间约 40 小时，料浆分解约 600 小时，萃取 2400 小时；

酸洗、反萃取工段人员数量、工作时间估算：4 人，3000 小时；

固液分离（洗水车间）工段人员数量、工作时间估算：4 人，2256 小时；

烘干、煅烧工段人员数量、工作时间估算：4 人，3008 小时；

废水处理、回收工段人员数量、工作时间估算：8 人，3008 小时；

成品包装、入库人员数量、工作时间估算：4 人，480 小时。

4.3.3.2 γ射线外照射所致人员有效剂量估算

本次γ辐射外照射评价采用工作场所γ辐射剂量率实际数据（根据表3.2-1数据）结合理论计算数据相结合的方式来评价工作人员有效剂量。

理论计算参考《电离辐射源与效应》（UNSCEAR2000）卷1：辐射源中附件B天然辐射源的辐射中表 6“由于土壤中不同浓度的陆生放射性核素计算的外照射率”可知，本项目钽铌矿原料表面、酸溶渣表面、中和渣表面、产品表面的空气中吸收剂量率可采取以下估算公式（不考虑^{40}K的影响）：

$$D_r = K_1 \times C_{U-238} + K_2 \times C_{Th-232} \qquad （公式4-12）$$

式中：D_r—空气中吸收剂量率，nGy/h；

K_1—^{238}U的剂量转换系数，取0.462，nGy/h per Bq/kg；

K_2—^{232}Th的剂量转换系数，取0.604，nGy/h per Bq/kg；

C_{U-238}—^{238}U的放射性比活度，Bq/kg；

C_{Th-232}—^{232}Th的放射性比活度，Bq/kg。

在不考虑物质的屏蔽作用下，根据距离平方反比定律，距源r米处关注点的γ辐射剂量率估算公式如下：

$$D_{ri} = D_r / r^2 \qquad （公式4-13）$$

式中：D_{ri}—关注点处的γ辐射剂量率，nGy/h；

D_r—距源1m处的γ辐射剂量率，nGy/h；

r—关注点与辐射源间的距离。

项目γ射线外照射剂量对工作人员产生的有效剂量参照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中剂量估算模式进行估算：

$$E_h = D_\gamma \times t \times K \times 10^{-3} \qquad （公式4-14）$$

式中：Eh：为有效剂量当量，mSv；

D_γ：为环境地表γ辐射空气吸收剂量率，μGy/h；

t：表示该种情况下的年工作总小时数；

K：为空气中吸收剂量换算为有效剂量当量的转换因子，取0.7，单位为Sv/Gy。

根据表 2.2-6 伴生放射性核素（^{238}U、^{232}Th）平衡表，代入（公式 4-12）可估算出钽铌矿原料表面、酸溶渣表面、中和渣表面、产品表面的空气吸收剂量率，估算结果见表 4.3-21。

表 4.3-21 本项目物料表面(5cm)空气吸收剂量率估算结果

序号	物料名称	放射性比活度 (Bq/kg)	剂量转换系数 (nGy/h Per Bq/kg)	γ辐射剂量率 nGy/h

根据表 4.3-21 估算可知，本项目正常运行时钽铌矿原料表面和酸溶渣表面的空气吸收剂量分别为 4553nGy/h、31774nGy/h，远高于江苏省天然本底水平，应着重加强对钽铌矿原料和酸溶渣物料的管理；中和渣表面的空气吸收剂量为 470nGy/h，略高于江苏省天然本底水平；钽、铌产品表面的空气吸收剂量为 129nGy/h。

本项目钽铌矿原料、酸溶渣、中和渣均采用麻袋运输，钽铌矿原料、酸溶渣、中和渣装卸按照原料表面按距物料 5cm 计，运输时按照叉车距物料 0.2m 计，酸溶渣压滤按照原料表面按距物料 0.3m 计。根据表 4.3-21 理论预测数据，结合表 3.2-1 各工作场所实际测量数据预测各生产车间工作人员辐射剂量率，计算结果见表 4.3-22。

表 4.3-22 工作人员γ外照射所致年有效剂量估算一览表

序号	工作场所	γ辐射剂量率 nGy/h*	工作时间 h	有效剂量 mSv/a

注：1~6 号、10 号按照理论预测值估算，其余点位按照实际测量值扣除本底测量值（0.05μGy/h），固液分离测量值按照表 3.2-1 中和槽测量值进行估算，成品包装、入库按照表 3.2-1 中 Nb_2O_5 煅烧房测量值进行估算。

根据表 4.3-22 估算可知，本项目料浆分解、萃取工段人员由于 γ 外照射产生的年有效剂量较高，值为 2.18mSv/a。

4.3.3.2 吸入 ^{222}Rn 和 ^{220}Rn 所致人员有效剂量估算（H_{Rn}）

职业人员吸入氡气、钍射气内照射剂量，计算结果见表 4.3-23 和表 4.3-24。

表 4.3-23 工作人员吸入氡所致年有效剂量估算一览表

序号	工作场所	氡浓度增加量*Bq/m^3	工作时间 h	有效剂量(mSv/a)

注：根据表 2.4-6，磨机房日氡释放量按照 300 天进行日平均估算，按照年工作时间 600h 进行估算时，氡浓度增加量需按照工作时间进行修正。

表 4.3-24 工作人员吸入钍射气所致年有效剂量估算一览表

序号	对象	钍射气浓度*Bq/m3	工作时间 h	有效剂量(mSv/a)

注：根据表 2.4-6，磨机房日钍射气释放量按照 300 天进行日平均估算，按照年工作时间 600h 进行估算时，钍射气浓度增加量需按照工作时间进行修正。

根据表 4.3-23、表 4.3-24 估算可知，在强制通风条件下，本项目磨机房、钽铌矿原料库、酸溶渣库由于工作人员停留产生的氡和钍射所内照射剂量分别为 0.236mSv/a、0.002mSv/a 和<0.001mSv/a。

4.3.3.3 吸入放射性粉尘所致人员有效剂量估算（E_h）

本项目主要为湿法工艺，粉尘影响主要考虑粉碎工段的粉尘浓度，选择粉尘浓度预测结果 2.083mg/m^3 进行计算，计算时考虑工作人员防尘口罩的防尘效率为 90%。

项目工作人员吸入放射性核素所致有效剂量估算结果见表 4.3-25。

表 4.3-25 吸入放射性粉尘所致年有效剂量估算

对象	核素	核素活度（Bq/kg）	工作时间 h	所致剂量(mSv/a)

根据表 4.3-25 估算可知，本项目磨机房工作人员由于停留吸入的粉尘产生的内照射剂量为 0.10mSv/a。

4.3.3.4 职业人员辐射剂量估算（E）

厂区内工作人员年有效剂量估算结果见表 4.3-26。

表 4.3-26 职业人员年有效剂量估算结果

序号	工作场所	所致个人年有效剂量（mSv/a）			
		外照射	^{222}Rn 和 ^{220}Rn	放射性粉尘	合计

从表 4.3-26 估算结果可知，厂区内工作人员个人年有效剂量预测最大值为 2.18mSv/a，为料浆分解、萃取工段人员，小于本项目的剂量约束值 5mSv/a。

4.4 生态环境影响分析

项目生产工段产生的四股废水混合后加入生石灰经压滤、蒸馏工段冷凝产生的蒸馏冷凝水经膜分离纯水制备后全部送回生产车间回用，项目无生产废水排放，厂区不设置生产废水排放口，不会对江苏省生态空间管控优先保护单元产生不利影响。事故工况下，厂区各生产区和贮存区设置了消防尾水收集管线、设置单独的消防尾水收集系统进入事故池，企业已建一座 250m^3 的事故池，事故工况不会对江苏省生态空间管控优先保护单元产生不利影响。

4.5 地表水辐射环境影响分析

项目无生产废水排放，生产废水全部回用，厂区不设置生产废水排放口。项目厂区设有初期雨水收集系统，降水通过雨水收集系统收集到初雨池中，经沉淀后回用。因此本项目不会对地表水产生影响。

4.6 地下水辐射环境影响分析

根据工程分析，项目可能对地下水造成污染的主要来源有两个部分：一是项目中和渣堆放场地，由于降雨淋滤导致的淋滤液下渗造成的地下水污染；另一部分是酸碱中和池、循环水池可能产生的泄漏废水下渗污染地下水。

（1）中和渣堆放场地对地下水环境的影响

本项目中和渣堆放在中和渣棚内，中和渣棚设计为彩钢瓦棚防雨，中和渣棚地面采取防渗处理，底板为 20cm 防渗混凝土。在中和渣棚进出口设置围堰和修建截水沟，可将中和渣棚流经的雨水经导流渠留至循环水池。在采取上述措施的情况下，本项目原料堆放场地不会对周边地下水环境产生不良影响。

（2）废水收集池、酸碱中和池、循环水池对地下水环境的影响

本项目生产废水混合后加入生石灰中和，经脱氨后全部用于生产回用水，不外排。本项目各废水收集池、酸碱中和池、循环水池及事故池池体均进行防腐、防渗处理，各种污水池均采用防水钢筋混凝土，壁厚 20cm，池壁内表面刷防水砂浆。废水输送管道、回水管道选用防渗防腐材料，防止渗入地下水。企业应定期对各池进行清理，并检查池底情况，发现裂缝或渗漏，及时修复。

综上，厂内采取防渗及收集措施后，项目对地下水环境影响较小。

4.7“三关键”分析

（1）关键核素：由估算模式确定本项目关键核素为 ^{222}Rn；

（2）关键照射途径：关键核素通过吸入内照射途径作用于本项目公众，即吸入内照射对公众所致剂量贡献最大，影响最大，故关键照射途径为吸入内照射。

（3）关键人群组：《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关键人群组定义为“对于某一给定的辐射源和给定的照射途径，受照相当均匀、并能代

表因该给定辐射源和该给定照射途径所受有效剂量或当量剂量最高的个人的一组公众成员”。结合上述关于关键人群组的含义，本项目关键人群组为盐城金烨新材料科技有限公司综合楼内办公人员，该项目气载放射性流出物所致成人最大个人年有效剂量为1.37E-04mSv/a，其中，吸入内照射途径所致公众年有效剂量为 1.36E-04mSv/a，贡献份额为 98.80%；吸入 ^{222}Rn 所致公众年有效剂量为 1.35E-04mSv/a，贡献份额为98.24%，由于粉尘排放所致年有效剂量为2.0E-06mSv/a，贡献份额为1.76%。

4.8 非正常工况辐射环境风险分析

根据《盐城金烨新材料科技有限公司突发环境事件应急预案》（2021 年第 1 版），企业已建立突发环境事件应急预案，该应急预案尚未涵盖放射性影响，企业需要将放射性污染源项纳入应急体系，根据企业 2021 年第 1 版应急预案，项目风险源见表见表4.8-1。

表 4.8-1 风险源一览表

序号	地点或位置	危险物质	事故类型
1	罐区	硫酸、氢氟酸	泄漏、火灾、爆炸、中毒、人员伤亡
2	危化品仓库	仲辛醇、活性炭	泄漏、火灾、中毒、人员伤亡
3	生产车间	硫酸、氢氟酸、仲辛醇、液氨	泄漏、火灾、中毒、人员伤亡
4	危废暂存仓库	废活性炭、原料内包装袋、废导热油等	泄漏、火灾、中毒、人员伤亡
5	动力房	/	泄漏、人员伤亡
6	污水站	/	火灾、爆炸
7	其他辅助设施	/	烫伤、砸伤事故

根据《盐城金烨新材料科技有限公司突发环境事件应急预案》（2021 年第 1 版），环境风险类型及事故概率主要有以下几种：

（1）火灾爆炸事故

公司发生火灾爆炸事故主要包括：①由于仲辛醇、液氨等储存仓库泄漏形成易燃气体、易燃液体，当遇到明火时会引起火灾事故；②由于生产单位所用原料属于易燃易爆物质，操作不当而引起的火灾爆炸。贮存系统易燃物质爆炸事故概率为 1.5×10^{-7}（次/年），产生装置爆炸事故概率为 2.0×10^{-7}（次/年）。

（2）毒物泄漏事故

公司发生的毒物泄漏事故包括：①硫酸泄漏造成中毒事件；②液氨泄漏造成中毒事件；③氢氟酸泄漏造成中毒事件等。事故概率为 1.2×10^{-6}（次/年）。

（3）非正常情况下废水排放

非正常情况下的废水排放主要是企业在突发环境事件应急处置过程中产生的消防水通过雨水管网进入附近的河流而造成水污染事件。事故概率为 0.01~0.1（次/年）。

（4）非正常情况下废气排放

非正常情况下的废气排放主要是企业产生的废气超标排入大气或者突发事件和安全事故引发的废气排放，引发大气污染，导致局部环境空气质量下降。事故概率为 0.01~0.1（次/年）。

上述分析可知，毒物泄漏和火灾爆炸事故概率均非常低，厂区各生产区和贮存区设置了消防尾水收集管线、设置单独的消防尾水收集系统进入事故池，企业已建一座 250m^3 的事故池。根据工程分析可知，项目涉及放射性影响的主要区域涉及钽铌矿原料库和酸溶渣库内物料及生产工序中粉碎、分解和料浆萃取三个工序，潜在的事故风险是除尘系统失效、通风系统失效、贮运过程中物料泄漏。

4.8.1 除尘系统失效风险

结合上述分析，对厂外公众而言，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。根据国内工厂多年的生产实践证明，布袋除尘器异常主要原因为滤袋损坏或板结引起除尘效率下降。当滤袋破损形成含尘气流短路时，关闭破损滤袋所在单元排气支管的翻板阀予以控制，同一单元滤袋破损和翻板阀同时失灵的概率极低，在关闭翻板阀、更换新滤袋后，可恢复正常运行。在布袋除尘滤袋破损时，造成除尘器内部气流短路引起除尘器排放口的尘排放浓度增加的情况，可通过关闭破损滤袋所在单元排气支管的翻板阀更换滤袋后恢复正常运行，故障情况下的废气净化系统的颗粒物排放量按除尘效率降低到 80%计算，由于设置有除尘器保护装置，一般在 30 分钟内消除事故排放源，保守按照非正常工况每次 1 小时估算。非正常工况排放情况见表 4.8-2。

表 4.8-2 非正常排放情况一览表

排放情况	污染物名称	排放浓度 mg/m^3	排放速率 kg/h	排气量 m^3/h

非正常工况下利用 AERSCREEN 模型计算结果见表 4.8-3。

表 4.8-3 磨机房粉尘非正常工况预测结果

距离	磨机房粉尘	
	PM_{10}浓度(μg/m³)	PM_{10}占标率(%)
1.0		
25.0		
50.0		
59.0		
75.0		
100.0		
125.0		
150.0		
175.0		
200.0		
225.0		
250.0		
275.0		
300.0		
325.0		
350.0		
375.0		
400.0		
425.0		
450.0		
475.0		
500.0		
东侧敏感点		
南侧敏感点		
西侧敏感点		
北侧敏感点		
厂内办公区		
最大浓度		
最大浓度出现距离		

由表 4.8-3 可知，非正常工况情况下关注点 PM_{10}浓度为正常排放工况的 8.96 倍，从表 4.3-20 可知，项目粉尘排放对公众最大年附加有效剂量值仅为 2.0E-06mSv/a，由于事故工况估算时间仅为 1 小时，单次事故排放造成的年附加有效剂量值小于 2.0E-06mSv，事故排放对众众造成的有效剂量值很小。

选择粉尘浓度预测结果 16.7mg/m^3 进行工作人员影响计算，计算时考虑工作人员防尘口罩的防尘效率为 90%，项目工作人员吸入放射性核素所致有效剂量估算值为 1.354E-03mSv，事故情况下的附加有效剂量值比较小，具体估算结果见表 4.8-4。

表 4.8-4 事故工况工作人员吸入放射性粉尘所致年有效剂量估算

对象	核素	核素活度（Bq/kg）	工作时间 h	所致剂量(mSv/a)

为减少对公众和辐射工作人员的辐射影响，运行中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。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，采取停止生产、立即检修等措施，可减缓非正常工况产生的辐射影响。

4.8.2 通风系统失效风险

结合工作人员和公众年有效剂量估算，本项目可能发生最严重的非正常工况为磨机房、钽铌矿原料库、酸溶渣库通风导致完全失效，工作人员吸入氡气、钍射气产生内照射剂量。磨机房、钽铌矿原料库、酸溶渣库通风系统按照已有故障一周进行估算，磨机房、钽铌矿原料库、酸溶渣库工作人员停留时间分别按照每次 1 小时、0.5 小时、0.1 小时估算。非正常工况排放情况见表 4.8-5。

表 4.8-5 各场所放射性流出物通风系统故障时氡/钍射气浓度估算

序号	工作场所	容积 (m^3)	通风量 (m^3/h)	周氡释放量 *(Bq/d)	氡浓度量 (Bq/m^3)	周钍射气释放量*(Bq/d)	钍射气浓度 (Bq/m^3)

注：根据表 2.4-6，磨机房日氡释放量/钍射气释放量按照 300 天进行日平均估算，按照年工作时间 600h 进行估算时，周氡释放量/钍射气释放量需按照工作时间进行修正。

工作人员事故工况下吸入氡气、钍射气内照射剂量，计算结果见表 4.8-6 和表 4.8-7。

表 4.8-6 事故工况下工作人员吸入氡所致年有效剂量估算一览表

序号	工作场所	氡浓度增加量 Bq/m³	工作时间 h	有效剂量(mSv/a)
3				

表 4.8-7 事故工况下工作人员吸入钍射气所致年有效剂量估算一览表

序号	对象	钍射气浓度 Bq/m³	工作时间 h	有效剂量(mSv/a)

通风系统故障下，磨机房工作人员单次事故工况附加有效剂量为 0.09mSv，原料库房工作人员单次事故工况附加有效剂量为 0.007mSv，酸溶渣库工作人员单次事故工况附加有效剂量为 0.002mSv。

4.8.3 原料贮运风险

本项目利用集装箱（原料用麻袋装）运送原料，由汽车运输进厂送往原料库暂存。通过工程分析可知，项目原料伴生有放射性核素，企业拟加强对原料及粉碎工段的管理，避免事故的发生。

（1）制定严格的规章制度和详细的岗位操作规程，控制厂区内物料洒落和扬尘产生，定期对生产场所和仓库地面灰尘进行清扫，保持厂内地面清洁。

（2）要求岗位员工进入现场前，穿戴好个人卫生用品，工作人员进出原料仓库、粉碎工段间前后，及时清理脚底粉尘。

（3）控制原料和产品运输、装卸人员工作时间，通过减少接触放射性物料时间减小内照射。工作人员应佩戴防尘口罩，杜绝在生产车间内饮食、吸烟，提高设备操作熟练程度，减少工作时间，加强通排风，减少吸入粉尘或氡造成的内照射。如发现有事故发生应立即送事故人员就医，并注意做好个人剂量跟踪监测。

（4）在生产和贮运过程中，原料和产品可能出现散落情形，出现这种事故时，必须采取紧急处理措施，应立即在现场设置警戒线，防止无关人员进入，及时将撒漏的物料进行收集，运送至指定场所。

4.9 伴生放射性固体废物辐射环境影响分析

4.9.1 酸溶渣的管理

由于项目原料中的放射性核素 ^{238}U、^{226}Ra、^{232}Th 在酸溶渣中富集，故酸溶渣放射性核素 ^{238}U、^{226}Ra、^{232}Th 含量超过 1Bq/g，依据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）标准要求进行监管，并按照《放射性废物安全管理条例》（中华人民共和国国务院令第 612 号）、《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）进行管理。

为减少固体废物放射性影响，必须设置专门的放射性固体废物暂存库存放固体废物，酸溶渣库的设计已（拟）满足以下要求：

（1）酸溶渣库已设置在企业仓库最南部，布置在远离人群活动的地方；酸溶渣库已采取实体隔离措施，防止无关人员进入。

（2）厂区已进行清污分流，可防止雨水进入酸溶渣库。

（3）酸溶渣库地面拟在 20cm 普通防渗混凝土基础上进行环氧地坪改造以达到不低于渗透系数为 1×10^{-7}cm/s、厚度为 2m 的粘土层的防渗效果要求；酸溶渣库拟设置渗滤液收集系统，渣库地面设有坡度及设有流液沟和集液坑，集液坑收集的少量废水回废水处理系统处理。

（4）酸溶渣库入口明显部位拟设置电离辐射标志，并加强管理，防止无关人员进入。已按要求双人双锁管理，专人负责，拟在酸溶渣库门上张贴电离辐射标志，无关人员不要进入仓库。

（5）酸溶渣库废物贮存台账拟结合实际情况注明名称、来源、数量、放射性核素活度浓度、入库日期、出库日期及接收单位名称等信息。

厂内设面积为 246.75m^2 的酸溶渣库，采用排架结构（钢筋水泥柱，砖混墙，铁质顶棚），设计最大贮渣量为 1480.5 吨，本项目年产酸溶渣约 42.28 吨，完全能够满足本项目放射性废渣的容量要求。企业投产至今，酸溶渣库内酸溶渣量约 110t，未进行过处置。

酸溶渣暂存一定年限后，必须进行有效的处置，酸溶渣中铀钍含量较高，可进一步提取其中的铀钍资源，可通过酸溶、萃取、反萃等工艺提取重铀酸钠和硝酸钍，达到资源综合利用的目的。为此，公司拟将酸溶渣交由有资质单位进行回收处置。

4.9.2 中和渣的管理

由于项目原料中的放射性核素 ^{238}U、^{226}Ra、^{232}Th 部分转移至中和渣中，根据表 2.2-6 放射性核素平衡表，中和渣中放射性核素 ^{238}U、^{232}Th 含量核算量低于 1Bq/g，因为不同批次原料中放射性核素 ^{238}U、^{226}Ra、^{232}Th 不同，盐城金烨新材料科技有限公司应该分类堆放好不同批次中和渣，经检测若 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 活度浓度均低于 1Bq/g，可根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011），无需进行辐射监管；若 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 活度浓度高于 1Bq/g，需要按照《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）的要求进行管理，企业拟将超过 1Bq/g 的中和渣转移至酸溶渣库存放。

本项目设置中和渣贮存间，使用面积 600m^2，最大暂存渣量 2400 吨，彩钢瓦棚防雨，混凝土地坪防渗。2022 年 1 月，盐城金烨新材料科技有限公司委托江苏环保产业技术研究股份有限公司编制中和渣（氟化钙）危险特性鉴别，经鉴定为一般固废，盐城金烨新材料科技有限公司与盐城百雄环保科技有限公司签订《一般工业固废合同》，共处置 450t 中和渣，目前厂区贮存中和渣约 300t。盐城金烨新材料科技有限公司拟在每批中和渣处置前均进行放射性活度浓度的测量，^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 活度浓度均低于 1Bq/g 时方可按照一般固废进行处置。

4.10 服务期满辐射环境影响分析

本项目属于钽铌矿湿法冶炼项目，在生产过程中使用和产生了含放射性核素的物料。为了保护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。

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），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）对粉碎机、反应釜、萃取槽、压滤机等设备进行监测，若表面污染满足清洁解控水平，直接进行再利用，若不满足，进行去污达标后，再进行利用。

2）对污染较轻的建构筑物，采用去污措施，经处理达标后，可重新利用；对污染严重的建构筑物进行拆除处置措施，进行填埋处置，其场地覆盖黄土，然后植被。

3）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或管道，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；污染严重或不能利用的设备、器材委托有资质单位进行处置。

4）污染的工业场地、厂区道路进行监测后，对超出标准要求限值部分采用清挖或清洗路面处置措施，其污染物委托有资质单位进行处置。

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。

5 辐射环境管理和辐射监测

5.1 辐射环境保护措施

基于辐射防护“可合理达到的尽量低水平”的原则，为达到辐射环境保护的要求，公司拟采取如下环保对策和措施。

5.1.1 辐射防护措施

5.1.1.1 运输过程辐射防护措施

为减小运输过程中的辐射环境影响，设置合理的原料运输路线，尽量远离人口密集区域，原材料装于麻袋内由汽车运输进厂，货物装车后应及时封闭车辆。具体措施如下：

（1）定期对运输汽车进行维修和保养、提高驾驶人员安全意识，防止极端交通事故发生，以避免对沿线道路及周边环境形成放射性污染。

（2）加强人员的辐射安全培训，提高辐射安全防护意识，安全驾驶车辆，沿规定线路、车速行驶，避免原料的撒漏；

（3）定期检查车辆安全装置，避免车辆带事故运行；

（4）人员佩戴防尘口罩，尽可能减少放射性物料接触时间；

（5）制定运输事故应急预案，并定期演练确保发生事故时能及时应急响应。

5.1.1.2 生产过程辐射防护措施

项目生产过程中，物料的搬运、转移、料浆分解等过程均会涉及放射性，工作人员进行作业时，主要受到含放射性物料衰变产生的 γ 射线产生外照射和吸入矿尘、氡钍射气所致的内照射影响。根据作业人员所接受主要照射途径以及第 4 章剂量估算结果，拟采取措施如下：

（1）建设单位对涉及放射性作业的人员需配备个人防护用品（例如，防尘口罩、工作服等）；

（2）严格限制放射性作业人员接触放射性物料的工作时间；

（3）提高放射性作业人员设备操作的熟练度、尽量采用远距离操作，缩短工作时间，减少放射性外照射；

（4）进出生产区处拟设置卫生闸门，并设置更衣室。作业人员进厂前，在更衣室更换工作服；出厂前，进行 X-γ 辐射剂量率检测，检测合格更衣后离开生产区，切断生产区与外界交叉污染，防止放射性污染物进入生活圈。

（5）工作人员应注重个人卫生，不得在厂区生产车间内进行用餐、饮水，用餐前应进行洗手，防止放射性粉尘通过食物链途径进入体内产生辐射损伤。

（6）钽铌矿原料库、酸溶渣库拟设置机械通风装置，降低室内氡钍射气。

（7）钽铌矿原料库拟在 20cm 普通防渗混凝土基础上进行环氧地坪改造，改造后的环氧地坪满足不低于渗透系数为 1×10^{-7}cm/s、厚度为 2m 的粘土层的防渗要求。

5.1.2 环境污染防治措施

5.1.2.1 生产废水防治措施

项目生产废水主要为料浆萃取、酸洗、固液分离等工序产生的废水，生产废水经膜分离纯水制备处理后全部回用，生产废水不排放。生产废水沉淀池底面及池壁均进行硬化，且定期维护确保无裂隙，防止废水在处理过程中的渗漏。事故状态下，消防尾水进入事故池，不排入外环境。

综上所述，厂区生产废水在正常和事故状态下均处于可控状态，生产废水污染防治措施可行。

5.1.2.2 固体废渣处置措施

中和渣定期进行清理、干化，建设单位拟对中和渣进行放射性检测，^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 活度浓度均低于 1Bq/g，根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011），可免于辐射安全监管；超过 1Bq/g，需将该批中和渣转移至酸溶渣库存放。料浆分解工序中会有酸溶渣产生，酸溶渣库设置于厂区南部仓库内，酸溶渣库采取实体隔离措施，周围较少有人员出入，厂区进行清污分流可防止雨水进入酸溶渣库。

按照《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》（HJ1114-2020）和其他相关规定，建设单位拟采取如下措施：

1）拟在酸溶渣库 20cm 普通防渗混凝土上进行环氧地坪改造，改造后的环氧地坪满足防渗性能应不低于渗透系数为 1×10^{-7}cm/s、厚度为 2m 的粘土层的要求。

2）拟设置酸溶渣库渗滤液收集系统，渣库地面设有坡度及设有流液沟和集液坑，集液坑收集的少量废水回废水处理系统处理。

3）酸溶渣入口处拟设置电离辐射标志，并加强管理，防止无关人员进入。

4）酸溶渣和中和渣均设置于麻袋内，可防止物料逸散。

5）按照国家有关规定贮存中和渣和酸溶渣，对中和渣和酸溶渣进行单独存放和管理，建立中和渣和酸溶渣废物管理台帐，如实完整记录中和渣和酸溶渣的种类、数量、流向等信息，以及废物最小化的具体措施。

5.1.2.3 地下水辐射防护措施

（1）控制原料堆存位置

进厂原料置于原料库中，运输过程中确保无物料遗撒，能够避免雨水与原料的接触，使其不产生固体废物淋滤液，不会对地下水造成影响；对厂区道路硬化，并定期清扫、洒水保持清洁；雨水经收集管道收集后进入初期雨水池中处理后回用于生产。

（2）生产用水及初期雨水池渗漏防护措施

现有工程生产废水及初期雨水池经沉淀后全部回用，对循环水池、初期雨水池等均钢混硬化防渗防漏处理。

5.1.2.4 防尘措施

本项目钽铌矿磨机房年工作时间约 600h，设置一套旋风除尘+布袋除尘器，排烟系统为负压运行，可保证废气全部进入除尘系统，除尘效率≥97.5%，排气量为 2000m^3/h，处理后由 15m 高的排气筒排放。

布袋除尘器收集的粉尘，收集后作为原料在磨机房回收利用。更换的废旧的除尘布袋拟放置于酸溶渣存放库，并根据《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）纳入伴生放射性固体废物管理，并按照相关规定及时交由有资质的单位处置。

5.2 辐射环境管理

5.2.1 管理机构及管理制度

为了确保辐射环境保护设施的完好运行及环保措施的有效实施，盐城金烨新材料科技有限公司拟建立辐射环境管理机构和辐射环境管理制度，并配备辐射环境保护专职人员，由主管生产的领导直接负责，各生产车间、污水处理站、原料及产品仓库等主要岗位，设置兼职的环保员，负责对环保设施进行定期维护保养。对厂区γ辐射空气吸收剂量率进行检测，同时要做好记录。保证生产过程中含放射性的物料安全可控，使工作人员及环境中的公众所受年附加有效剂量小于环评提出的约束剂量指标。

针对项目的特点在非放射性管理制度建立的基础上，考虑项目为伴生矿利用开发项目的特殊性，各岗位的操作规程及制度均拟张贴上墙。建立健全相关的岗位规章制度及应急预案，确保建设项目在建设、运行过程中环境的安全。公司拟制定《物料储存管理制度》、《辐射工作人员教育培训制度》、《工作人员职业健康监护制度》、《工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》等制度。

5.2.2 辐射环境管理机构的职责

1）贯彻执行《中华人民共和国放射性污染防治法》及相关法律法规，按照国家的环保政策，环境标准及环境监测要求，制定辐射环境管理规章制度，编制辐射监测方案，并监督执行。

2）编制本项目运营期的辐射环境保护计划和放射性污染防治计划。

3）定期检查放射性污染防治设施的运行情况，并根据存在的问题提出改进意见，加强对生产设施维护和管理，尽量减少放射性废物的产生量。

4）建立原料、酸溶渣、中和渣、产品等台账，记录原料来源及数量、废渣产生的时间及数量、产品数量及流向等信息。

5）定期对从事辐射相关工作的人员进行辐射环境保护和辐射安全与防护培训，不断提高辐射防护工作人员的素质和职工的自我保护意识。

6）领导并组织厂区及周边辐射环境监测工作，建立辐射环境监测档案。

7）全过程做好放射性污染防治工作，做到污染物达标排放。开发利用终止前组织对造成的放射性污染开展治理，对伴生放射性固体废物做出妥当处置。

5.2.3 人员培训及管理

（1）拟对厂内生产区域的工作人员进行辐射环境保护和辐射安全与防护培训，加强该类人员的自我保护和环境保护意识。

（2）厂内生产区域的 34 名工作人员及主管生产的 2 名管理人员均拟纳入放射工作人员，并进行在岗职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；公司拟组织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超过 2 年，必要时可增加临时性检查。厂内生产区域的工作人员拟配带个人剂量计，进行常规个人剂量监测，并对个人监测结果逐个记录存档，合理优化职工人数和工作时间，尽量减少员工与放射性物料的接触时间；接触钽铌矿原料、酸溶渣的工作人员工作时佩戴防尘口罩。

（3）原料库、酸溶渣库拟设有专职人员进行管理，定期及时清理和打扫库房和库区，防止含放射性的物料散落，造成局部环境污染。

（4）厂内配备 X-γ 个人辐射剂量率仪，定期进行检测。指定专人负责进行放射性 γ 辐射定点巡检，按期进行监测和风险评价，发现异常时，应及时找出原因并予以处理。

（5）为了防止放射性物质通过消化道或其它途径进入体内，严禁在放射工作场所吸烟、进食和存放食物。

（6）给工作人员配备了个人的劳保用品（如工作服、手套，防尘口罩等）。

为了减少放射性物质进入体内的机会，不在车间内吸烟，不在车间内进餐；经常注意修剪指甲、剪短头发，以免积存放射性物质；还应注意保护皮肤的清洁完整。在工作中，皮肤受了损伤，应及时清洗，妥善包扎，以防感染化脓或放射性物质由伤口进入体内。设立员工换衣区，上班后换上工作专用工作服和鞋，工作服等用品不允许带出厂外。

5.2.4 环境管理计划

（1）运行期定期监测各类放射性污染物的排放情况，确保放射性污染物的达标排放，并开展相应的流出物监测、常规辐射环境监测等，随时掌握厂区周围辐射环境质量的变化趋势。

（2）明确辐射环境监测的职责，建立健全的各项规章制度；根据国家辐射环境标准，对本项目产生的重点污染源和污染物开展常规监测，并将监测数据编制表格和报表，定期上报有关主管部门，建立监测档案。

5.3 流出物监测

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》以及设施的性质、规模及运行情况，在产生含放射性流出物的设施、部位实施监测，以便及时掌握和控制气、液态流出物对环境的影响。本项目含放射性流出物常规监测计划详见表5.3-1。

表 5.3-1 流出物监测计算一览表

介质	采样点或监测点	监测项目	频次	备注
废气	磨机房排气筒	U 天然、Th	1 次/半年	两次监测的间隔时间应不少于 3 个月

注：流出物的监测方法、仪器及其参数选择参考《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》和《辐射环境监测技术规范》的相关推荐。

5.4 辐射环境监测

5.4.1 辐射环境监测计划

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）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）相关要求和本项目辐射管理要求，结合项目工艺特点，本项目制定监测计划见表 5.4-1。

表 5.4-1 辐射环境监测计划一览表

序号	介质	采样点或取样点	监测项目	频次
1	空气	选厂周围敏感目标点：厂区四周最近敏感点；对照点：厂区上风向 2 公里处。共计 5 个点	氡及其子体浓度、钍射气浓度	1 次/半年
2	陆地 γ	四侧厂界外各 1 个点，空气、土壤取样点、进厂公路、厂区上风向 2 公里处	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/半年
3	土壤	同空气采样点	$U_{天然}$、^{226}Ra、Th	1 次/年

该监测计划监测工作可依托本企业人员、场所、设备开展监测或委托有资质和能力的环境监测单位实施，企业对监测结果及信息公开内容的真实性、准确性、完整性负责，当项目、污染源项及环境敏感点发生变化时，应及时调整监测方案，并及时向社会公开。

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，公司拟于每年 2 月 1 日前编制完成上年度环境辐射监测年度报告，并在“江苏省排污单位自行监测信息发布平台”上公开环境辐射监测信息（包括：环境辐射监测方案、监测报告、环境辐射监测年度报告）。辐射环境监测和豁免监测拟委托经 CMA 认证、并能独立完成放射性废物中相关核素实验室分析的检测机构实施。

5.4.2 监测仪器及质量保证

（1）监测仪器

企业可依托本企业人员、设备开展监测或委托具有相应资质的机构进行监测。建议单位应至少配备 1 台 γ 辐射空气吸收剂量率监测仪器，按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）相关要求定期对各工作场所、工作人员操作位以及厂区周边环境进行监测，监测数据存档备查。仪器每年应送有资质单位检定（或校准）一次，确保仪器在有效范围内使用。

（2）质量保证

若企业具备相关检测资质和检测能力，可以对企业流出物和辐射环境自行开展监测，并对监测结果及信息公开内容的真实性、准确性完整性负责。

质量保证是环境监测计划的必不可少的重要组成部分，为了保证监测数据准确可靠，监测过程严格执行《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），以保证获得的测量结果和评价结论使当时的和以后的主管部门和使用部门确信是正确的。针对本项目特点，在监测过程中应注意：

1）监测人员

对于从事监测的人员在工作作风、专业知识、技术水平等方面予以规定，通过培训和考核合格后才能上岗。

2）采样的质量控制

样品采集尽量采用标准方法或公认方法，采样布点合理、有代表性，部分样品采集平行样。

采样方法、采样设备调整、样品包装、运输、保存、现场处理、贮存以及采样记录资料，严格执行有关规定。

3）样品的分析测试

分析测量方法尽量采用国家已颁布的标准方法；没有国家标准的，采用行业通用方法或经实际样品考核成熟的分析方法，并用标准物质进行校验。分析测量仪器和设备按规定定期送计量部门进行校验和刻度。对于监测仪器，若发现异常情况，随时进行校验；对有质疑的样品，进行双样分析测定或重新取样测定。为提高分析结果的可靠性，定期或不定期与其它权威实验室进行样品分析比对；有的样品必要时送出外检，以保证样品分析测量结果的质量和准确性。分析结果均用专用表格填报，分析数据报表均经采样人员、制样人员、分析测量人员签字，最后经审核人签字后留存和上报。采集的样品要有一部分长期保留，以便随时抽检；监测结果要永久保存。

4）实验室分析质量的内部控制中包括空白试验、校正曲线核查、仪器设备校正、平行样测定、加标样和密码样测定、质量控制图编制。外部控制包括实验室之间的分析比对或交叉核查，参加可以溯源到国家标准的实验室间的比对。

5）监测报告中要完整和准确地保留全部原始数据，保留样品容量的信息。数据处理应采用标准方法，所有计算步骤、计算机程序都经过复审和验证，并载入记录文件。

6）监测计划和采取的质量保证措施应有书面执行程序，并经审核批准后才能实施。文件的格式、术语应具备后人可读性；文件内容应包括从监测方案到结论各部分的详尽描述；并建立文档备份、呈交、保存制度。

7）设立质量保证机构，配备专职或兼职监测人员。质量保证机构的职权包括审查监测计划和质量保证的书面程序；监督实施监测过程的质量保证措施；复查监测数据；建立完整的文件档案等项任务。

5.5 辐射环境保护竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，建设项目需要配套建设的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

表 5.5-1 “三同时”验收一览表

项目		具体防治设施或措施	处理效果
气态流出物	磨机房粉尘	1 套旋风除尘+布袋除尘（效率≥97.5%），排气筒高度 15m（**在用**）	排气筒处铀钍排放总量不超过 0.1mg/m^3
	钽铌矿原料库	设置 1 套通风装置，风机量≥6000m^3/h，排气筒高度 15m（**拟设置**）	<500Bq/m^3
	酸溶渣库	设置 1 套通风装置，风机量≥8000m^3/h，排气筒高度 15m（**拟设置**）	<500Bq/m^3
废水	生产废水	采用中和+冷却压滤+脱氨+膜分离纯水制备后全部回用（**在用**）	不外排
	事故废水	事故消防尾水进入事故池（**在用**）	不外排
雨水	初期雨水	生产区域清污分流，设置有雨水收集管道和初期雨水收集池，初期雨水回用（**在用**）	/
含放射性固废	酸溶渣库	设置酸溶渣库（246.75m^2），防雨淋、防扬散、防渗漏，双人双锁，张贴电离辐射警告标志（**防渗漏、渗漏液收集拟改造**）	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》相关规定
	中和渣	设置中和渣堆放场（600m^2），防雨防渗；拟在每批中和渣处置前均进行放射性活度浓度的测量，^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 活度浓度均低于 1Bq/g 时方可按照一般固废进行处置。（**拟处理前进行检测**）	检测满足要求按照一般固废进行处置，不满足按照放射性固体废物处置
原料	钽铌矿原料库	设置钽铌矿原料库（144m^2），防雨淋、防扬散、双人双锁，张贴电离辐射警告标志（**防渗漏拟改造**）	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》相关规定
管理	辐射安全管理	成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，各生产车间、污水处理站、原料及产品仓库等主要岗位，设置兼职环保员。（**拟设置**）	/
	辐射安全管理制度	根据本报告书的要求制定的辐射安全管理制度，制度主要包括：物料储存管理、辐射工作人员教育培训、工作人员职业健康监护、工作人员个人剂量、辐射环境监测、辐射事故应急预案。（**拟设置**）	/
	工作场所分区	划分控制区和监督区，生产区出入口处拟设置卫生闸门，并设置更衣室（**拟设置**）	参照《稀土生产场所放射防护要求》相关规定
	辐射监测仪器	便携式 γ 剂量率仪 1 台，开展场所自行监测（**拟购置**）	/

	个人剂量监测	辐射工作人员均配备个人剂量计，并定期（不超过 3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人累积剂量档案**（拟开展）**	≤5.0mSv/a
	职业健康体检	开展职业健康体检，两次放射性工作人员体检时间间隔不超过 2 年**（拟开展）**	/
	防护用品	配备防尘口罩、工作服、手套等**（拟配备）**	/

6 环境影响经济损益分析

环境经济损益分析是环境影响评价的重要组成部分，它是从经济学的角度分析建设项目的环境效益和社会效益，充分体现经济效益、社会效益和环境效益的对立和统一关系。本项目是污染型工程，它的建设在一定程度上会给周围环境质量带来一些负面影响，因此有必要进行经济效益、社会效益、环境效益的综合分析，使项目的建设论证更加充分可靠，工程的设计和实施更加完善，实现社会的良性发展、经济的持续增长和环境质量的保持与完善。

6.1 经济效益分析

项目总投资 8641 万元，主要技术经济指标见表 6.1-1。

表 6.1-1 主要技术经济指标

序号	工程和费用名称	单位	指标值	备注
1				
2				
3				
4				
5				

由上表可知，各项经济指标均较好，项目具有一定的盈利能力和抗风险能力，将为企业和国家创造显著的直接经济效益。

6.2 社会效益分析

项目用地为阜宁高新技术产业园工业用地，项目投资强度高，可有效提高园区的土地利用率。项目的建成可为国家及地方增加相当数量的税收，同时又能提供一定数量人员的劳动就业机会，提高当地人民群众的生活水平，也可进一步推动当地经济的发展，其社会经济效益显著。

6.3 环境经济损益分析

6.3.1 环保设施内容及投资估算

依据《建设项目环境保护设计规定》中的第六十二条，按照环保设施划分的基本原则，“凡属于污染治理和保护环境所需的装置、设备、监测手段和工程设施等属环境

保护设施；属生产需要又为环境保护服务的设施；为了保护环境所采取的防粉尘飞扬、防氡通风、防渗漏措施以及绿化设施所需的资金属环境保护投资。”

项目总投资为 8641 万元，环保投资总额为 1585 万元，本次新增整改项目投资 48 万，环保投资占项目总投资的比例为 18.34%，企业完全有能力接受。

表 6.3-1 本项目环境保护投资估算表

类别	治理项目		污染防治设施或措施	总投资（万元）	备注
营运期	废气治理	磨机房粉尘	旋风除尘+布袋除尘	30	/
		酸洗废气	五级碱吸收+三级水吸收 +二级气水分离	28.3	/
		烘干炉废气	不锈钢水吸收塔	22	/
		通风系统	原料库、酸溶渣库各设置 1 套通风系统	22	新增
	废水治理	生产废水	4914m^3 贮水池	491.4	/
			搅拌槽 5 台	75	/
			200m^2 压滤机 5 台	65	/
			10t/h 天然气锅炉 1 台	52	/
			1t/h 天然气锅炉 2 台	21.5	/
			10t/h316L 不锈钢三效蒸发器 1 套	218	/
			10t/h316L 不锈钢脱氨塔 1 套	320	/
			10t/hRO 膜分离纯水系统	45	/
			20m^3 回用水贮槽 19 只	24	/
		雨水	设初期雨水收集池，雨水集排装置	15	/
		生活污水	化粪池	1.5	/
	固体废物	酸溶渣库	246.75m^2	18	/
		中和渣库	600m^2，防雨防渗，定期利用或处置	15	/
		危废暂存间	15m^2	1.2	/
		生活垃圾	分类回收	0.6	/
	噪声	磨机房噪声	减震、隔声、吸声处理	15.5	/
	辐射	内、外照射	防护用品、便携式γ剂量率仪 1 台	3	新增
		管理	职业健康检查、个人剂量监测、环境监测、中和渣放射性检测等	17	新增
	其他	防渗、防腐	厂区内各生产车间	78	/
			酸溶渣库、钽铌矿原料库	6	新增
	合计			1585	

6.3.2 综合分析

项目为钽铌湿法冶炼生产（采用仲辛醇-HF-H_2SO_4体系萃取分离＋氨沉淀+高温煅烧工艺），采用的生产工艺属于行业成熟工艺，根据表 0.3-1 分析可知项目物耗、水耗、能耗与行业同类项目没有明显差异。

项目总投资为 8641 万元，环保投资总额为 1585 万元，占项目总投资的比例为 18.34%。项目财务经济效益良好，内部收益率较高，表明项目有较高的获利能力；项目的产品市场广阔，可有力促进地方经济的发展，该项目的社会效益显著。

本项目生产过程中采取的废气、废水、噪声及固废治理等措施后，大幅度减轻各种污染物排放对环境和人体健康的不利影响。可见，项目各项环保工程的投资和运行，对于三废污染防治和综合利用方面是有益的，项目的资源代价是可以接受的。这项投资是必要的、有效的，可取得一定的环境效益。从环境经济损益分析角度分析，该项目是可行的。

7 结论及建议

7.1 结论

7.1.1 项目概况

（1）项目名称：盐城金烨新材料科技有限公司年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌、80 吨铌条、17 吨氟钽酸钾、30 吨碳化钽、20 吨碳化铌、20 吨复合钽铌碳化物技改项目；

（2）建设性质：新建；

（3）建设地点：盐城市江苏阜宁高新技术产业开发区纬二路 3 号；

（4）工程规模：年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌。

（5）占地面积：项目总占地面积 18021.65m^2（27.03 亩）；

（6）项目投资：总投资约 8641 万人民币，项目配套建设的环保工程及设施投资约为 1585 万元，占项目总投资的比例为 18.34 %；

（7）工作时间：年工作日 300d，每天四班三运转工作；劳动定员 42 人，其中直接生产人员 34 人，管理人员 8 人。

7.1.2 工艺流程

氧化铌（氧化钽）工艺流程如下：粉碎—分解—料浆萃取—酸洗—反萃取—氧化铌（氧化钽）制取。

7.1.3 主要放射性污染物及其治理措施

（1）废气

本项目生产过程中产生的含放射性废气主要包括氡、钍射气和粉尘；来源包括磨机房、原料库、酸溶渣库等。

磨机房设置一套旋风除尘+布袋除尘器进行收尘，完善除尘措施后，理论估算可知铀、钍总量均满足《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 0.1mg/m^3”的要求。原料库、酸溶渣库等场所产生的 ^{222}Rn 和 ^{220}Rn 拟采用强制通风，向环境中排放、扩散、稀释。

（2）废水

本项目生产废水主要为料浆萃取、酸洗、反萃取等工序产生的废水，经蒸馏、冷凝、膜分离纯水制备后回用水送回生产车间回用；且项目厂区设有雨水收集系统，将降水通过雨水收集系统收集到初雨池中，经沉淀池沉淀后回用。

（3）伴生放射性固体废物

根据物料平衡本项目生产过程中料浆萃取工序每年会产生约 42.28t 酸溶渣，将其存放于 246.75m^2 的酸溶渣库贮存，最终交由有资质的单位处置。本项目废水处理和回收每年会产生约 3128.13t 中和渣，中和渣渣库采取防雨淋、防扬散、防渗漏措施，配备渗滤液导流和收集系统，中和渣经检测合格后可作为一般固体废物处置，对外环境影响很小。

7.1.4 环境现状调查与评价

厂区外道路、原野各测点γ辐射吸收剂量率与江苏省天然 γ 辐射剂量率调查值（道路为 47.1±36.9nGy/h，原野为 50.4±21.0nGy/h）处于同一波动水平。厂区内钽铌矿原料仓库、钽铌矿原料袋表面、钽铌矿原料磨机房、搅拌浸出槽、料浆萃取槽、酸溶渣仓库西侧等测点γ辐射吸收剂量率明显超出江苏省环境天然 γ 辐射剂量率调查值（室内为 89.2±42.0nGy/h，道路为 47.1±36.9nGy/h），厂区内酸洗反萃槽、废水收集池、Nb2O5 煅烧房车间等测点γ辐射吸收剂量率略高于天然 γ 辐射剂量率调查值，厂区内其他测点测量值与江苏省天然 γ 辐射剂量率调查值处于同一波动水平。

由于钽铌矿原料仓库内未设置通风装置，氡浓度测量值高达 54661.17Bq/m^3，明显高于本项目 500Bq/m^3 的控制限值要求；磨机房车间内氡浓度测量值 144.53Bq/m^3，酸洗反萃槽车间氡浓度测量值为 36.73Bq/m^3，稍高于企业未生产时厂区周围室外环境氡浓度测量值（11.2~23.1）Bq/m^3。

土壤样品中天然核素 ^{238}U、^{232}Th 和 ^{226}Ra 比活度范围分别为（96.79~116.12）Bq/kg、（82.58~96.42）Bq/kg、（38.19~44.59）Bq/kg，土壤中 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra 比活度与江苏省土壤中天然核素调查值处于同一波动水平。

7.1.5 辐射环境影响评价

根据理论预测及类比计算可知，本项目气载放射性流出物所致公众最大个人年有效剂量为 1.37E-04mSv/a，满足本次评价提出的 0.1mSv 年剂量约束值要求。其中，吸入内照射途径所致公众年有效剂量为 1.36E-04mSv/a，贡献份额为 98.80%；吸入 ^{222}Rn 所致公众年有效剂量为 1.35E-04mSv/a，贡献份额为 98.24%，由于粉尘排放所致年有效剂量为 2.0E-06mSv/a，贡献份额为 1.76%。

厂区内工作人员个人年有效剂量预测最大值为 2.18mSv/a，为料浆分解萃取工段人员，小于本项目 5mSv/a 的剂量约束值要求。

7.1.6 辐射防护“实践正当性”

本项目为伴生放射性矿物资源开发利用项目，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项目产生的辐射环境影响，并在相应标准要求范围内。因此，本项目建设符合《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。

7.2 公众意见采纳情况

为了解项目所在地公众对项目环境保护工作的意见和建议，按照《建设项目环境影响评价技术导则·总纲》（HJ2.1-2016）及《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）的规定，对项目所在地群众开展了公众参与调查。

主要采用网站公示、公共媒体网站公示、张贴公告等形式征集公众意见。本项目第一次信息公开期间以及第二次信息公开期间均未收到单位或个人的意见和建议。

7.3 存在的问题和建议

（1）企业目前未设立辐射安全与环境保护管理机构，也无专人负责辐射环境管理工作，未建立辐射安全管理规章制度，企业应尽快根据要求设置辐射安全与环境保护管理机构、建立各项辐射环境管理制度，配备辐射环境保护专职人员，并有效的开展各项辐射安全管理工作。

（2）企业辐射工作人员未开展个人剂量监测、未开展职业健康检查，企业应尽快开展此项工作，职业健康检查合格人员方可从事辐射工作。

（3）酸溶渣库和钽铌矿原料库房需进行防渗改造，酸溶渣库房需进行渗漏液收集改造，两库房设置为控制区，两库房均需增设排风装置，库房大门需设置双人双锁、张贴电离辐射警告标志。

（4）企业生产区出入口处需设置卫生闸门，并设置更衣室，配备防尘口罩、工作服、手套等劳保用品。

（5）企业应加强对中和渣的管理，每次处置中和渣前均应进行中和渣放射性活度浓度的监测，满足监测要求的方可进行处置。

（6）加强对环保设施的维修管理，保证其正常运转，尽量减少污染物排放，避免对环境造成辐射影响。

（7）企业应当建立原料、废渣、产品等台账，记录原料来源及数量、废渣产生的时间及数量、产品数量及流向等信息。

（8）按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收。环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月，最长不超过 12 个月。

（9）企业应根据《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》的要求，开展流出物监测和辐射环境监测，企业对监测结果及信息公开内容的真实性、准确性、完整性负责，当项目、污染源项及环境敏感点发生变化时，应及时调整监测方案，并及时向社会公开。