

盐城金烨新材料科技有限公司
年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌生产
线技改项目

辐射环境影响报告书
(征求意见稿)

盐城金烨新材料科技有限公司

二〇二三年一月

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	2
0.3.1 产业政策相符性	2
0.3.2 相关规划相符性	3
0.3.3 环保政策相符性	3
0.3.4 与“三线一单”相符性分析	4
0.3.5 资源利用上线	5
0.3.6 环境准入负面清单	5
0.4 结论	6
1 概述	9
1.1 项目基本情况	9
1.2 评价目的	9
1.3 编制依据	9
1.3.1 法律、法规、部门规章及规范性文件	9
1.3.2 导则和相关技术规范	11
1.3.3 采用标准	11
1.3.4 其它技术性文件	11
1.4 控制指标	12
1.4.1 职业人员及公众年有效剂量约束值	12
1.4.2 气载放射性流出物控制指标	13
1.4.3 伴生放射性固体废物控制指标	13
1.5 评价因子及评价核素	14
1.6 评价范围及评价子区	15
1.6.1 大气环境评价范围	15

1.6.2 土壤环境评价范围	15
1.7 环境保护目标	15
2 放射性源项分析	18
2.1 工程概况	18
2.1.1 项目地理位置	18
2.1.2 建设规模与产品方案	18
2.1.3 工程建设内容	19
2.1.4 总平面布置	20
2.1.5 主要设备	22
2.1.6 主要原辅材料用量、公用工程消耗量	23
2.1.7 劳动定员及工作制度	23
2.1.8 工艺流程及产污环节	24
2.2 物料平衡、水平衡以及核素平衡	29
2.2.1 物料平衡	29
2.2.2 水平衡	29
2.2.3 放射性核素平衡分析	29
2.3 放射性污染因素分析	31
2.4 放射性废物管理及排放源项	33
2.4.1 气载流出物	33
2.4.2 含放射性固体废物	35
2.4.3 伴生放射性物料贮存	35
2.4.4 伴生放射性物料生产过程中的辐射防护措施	37
3 辐射环境质量现状	39
3.1 辐射环境调查及监测方案	39
3.2 γ 辐射吸收剂量率环境现状	39
3.3 氡浓度测量	39
3.4 放射性核素分析	39
3.5 水样辐射环境现状	40

4 辐射环境影响分析	41
4.1 厂址特征参数	41
4.1.1 地形地貌	41
4.1.2 水文水系	41
4.1.3 气候与气象	43
4.1.4 生态环境	43
4.2 公众照射途径分析	44
4.3 正常工况气载流出物辐射环境影响分析	45
4.3.1 剂量估算公式	45
4.3.2 公众辐射剂量估算	48
4.3.3 职业人员剂量估算	49
4.4 地表水辐射环境影响分析	51
4.5 地下水辐射环境影响分析	51
4.6“三关键”分析	52
4.7 非正常工况辐射环境风险分析	52
4.7.1 除尘系统失效风险	52
4.7.2 通风系统失效风险	53
4.7.3 原料贮运风险	53
4.8 伴生放射性固体废物辐射环境影响分析	54
4.8.1 酸溶渣的管理	54
4.8.2 中和渣的管理	55
5 辐射环境管理和辐射监测	56
5.1 辐射环境保护措施	56
5.1.1 辐射防护措施	56
5.1.2 环境污染防治措施	57
5.2 辐射环境管理	59
5.2.1 管理机构及管理制度	59
5.2.2 辐射环境管理机构的职责	59

5.2.3 人员培训及管理	59
5.2.4 环境管理计划	60
5.3 流出物监测	60
5.4 辐射环境监测	61
5.4.1 辐射环境监测计划	61
5.4.2 监测仪器及质量保证	62
5.5 辐射环境保护竣工验收	63
6 环境影响经济损益分析	64
6.1 经济效益分析	64
6.2 社会效益分析	64
6.3 环境经济损益分析	64
6.3.1 环保设施内容及投资估算	64
6.3.2 综合分析	65
7 结论及建议	66
7.1 结论	66
7.1.1 项目概况	66
7.1.2 工艺流程	66
7.1.3 主要放射性污染物及其治理措施	66
7.1.4 环境现状调查与评价	67
7.1.5 辐射环境影响评价	67
7.1.6 辐射防护“实践正当性”	67
7.2 公众意见采纳情况	68
7.3 存在的问题和建议	68

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。

盐城市晶美化工有限公司原年产 550 吨铜酞菁、300 吨酞菁蓝 B、500 吨酞菁蓝 BGS 项目于 2007 年 8 月 20 日取得盐城市环保局批复（盐环管[2007]49 号），2010 年 9 月 13 日，一期年产 550 吨铜酞菁、300 吨酞菁蓝 B、250 吨酞菁蓝 BGS 项目取得盐城市环境保护局竣工环境保护验收意见（环验[2010]27 号）。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后，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。氧化钽、氧化铌产品应用领域广泛，公司生产的高纯氧化钽、氧化铌产品可以进一步延伸加工成钽锭、铌条、铌锭。致密金属钽具有银灰色的金属光泽，粉末呈深灰色的稀有金属，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，粉末呈浅灰色且具有一定韧性的稀有金属，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），年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌项目于 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），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目前暂未建设。

根据原技改项目环境影响报告书所附钽铌矿矿粉全组分检测报告，钽铌矿主要成分为氧化铌、铁、氧化锡和氧化钽，其中 Th、U 均为未检出，根据公司发展需要，公司需要使用不同产地的钽铌矿原料，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《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，本项目需编制环境影响报告书。现非辐射部分环境影响评价报告书已取得批复，本报告评价为辐射部分专项环境影响评价。

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 吨氧化铌生产线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

根据国家《产业结构调整指导目录（2019 年本）》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)》中鼓励类项目。

根据《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录》（苏政办发〔2013〕9 号）及《关于修改〈江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012 年）〉部分条目的通知》（苏经信产业〔2013〕183 号），本项目属于鼓励类——二十一、环境保护与资源节约综合利用中的 25 子项：“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”。项目建设期已取得原盐城市经济和信息化委员会备案（备案证号：3209001700138），因此项目符合国家及地方产业政策要求。

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），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），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。

本项目为年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌生产线技改现有项目辐射环境影响专项评价，现有年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌项目对照《国民经济行业分类》为有色金属冶炼中的稀有金属冶炼，属于规划产生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）、《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》。项目地附近最近红线生态区域详见表 0.3-1，项目与江苏省生态红线相对位置关系图见图 0.3-1。

表 0.3-1 本工程生态环境保护目标

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，其中马河洞饮用水水源保护区以外岸纵深为 2000 米。	/	53.87	东侧 650m

项目位于阜宁高新技术产业园，距离最近的生态红线区域为淮河入海水道（阜宁县）洪水调蓄区，最近距离约为 650 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PM₁₀。环境空气中二氧化硫（SO₂）、二氧化氮（NO₂）、可吸入颗粒物（PM₁₀）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%，PM₁₀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，如锅炉烟气及设备运行产生的噪声等，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

本项目所需资源为土地资源和能源，项目不新增构筑物，不新增占地，不涉及土地利用上线；本项目主要能源为电能，为清洁能源，区域供电能力能满足项目需求，因此符合资源利用上线要求。

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，符合国家和地方产业政策要求。项目与国家及地方政策相符性分析见表0.3-2。

0.3-2 项目与国家及地方政策相符性分析

序号	文件	要求	相符性分析
1	《产业结构调整指导目录(2019年本)》(国家发展和改革委员会)	-	不属于限制类和淘汰类项目
2	《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录(2012年本)》(苏政办发[2013]9号文)及《关于修改<江苏省工业和信息产业结构调整指导目录(2012年)>部分条目的通知》(苏经信产业[2013]183号)	-	不属于限制类和淘汰类项目
3	《省政府办公厅转发省经济和信息化委省发展改革委江苏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)	-	不属于限制类和淘汰类项目
4	《江苏省产业结构调整限制、淘汰和禁止目录》(苏办发[2018]32号)	-	不属于限制类、淘汰类和禁止类项目
5	《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
6	《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
7	《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
8	《长江经济带发展负面清单指南(试行)》		不属于禁止建设项目
9	《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
10	《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

盐城金焯新材料科技有限公司年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌生产线技改项目,属于有色金属冶炼中的稀有金属冶炼,符合国家相关产业政策的要求,项目市场前景广阔,社会效益良好,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。

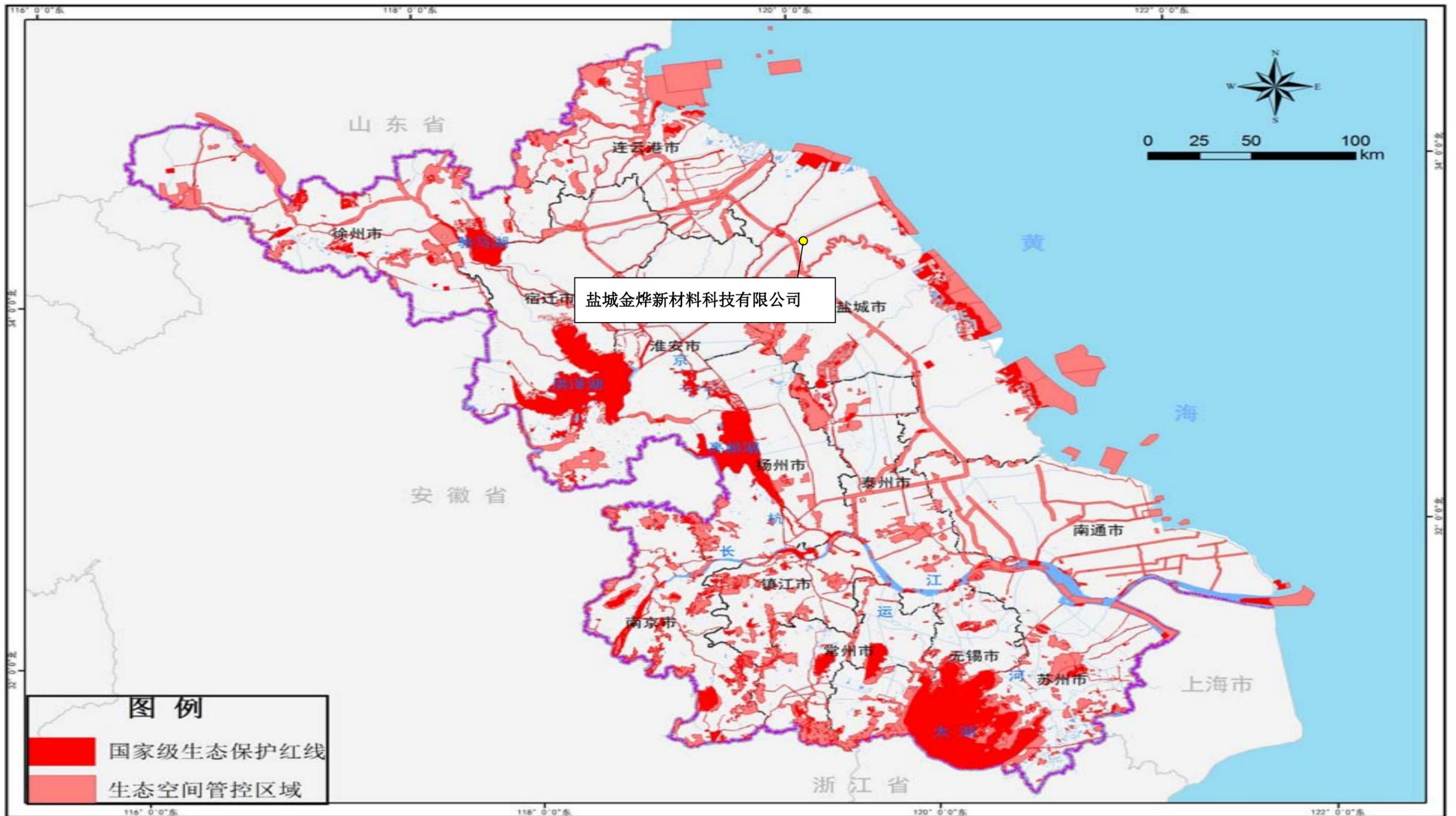


图 0.3-1 本项目与江苏省生态管控区域位置关系图

1 概述

1.1 项目基本情况

- 1) 项目名称：年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌生产线技改项目；
- 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、氢氟酸硫酸储槽等；
- 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 33.58 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。

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，衡量是否满足个人剂量限值的要求，并提出相关要求。

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》（中华人民共和国主席令第九号，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》（中华人民共和国主席令第四十八号，2016年7月2日第一次修正，2018年12月29日第二次修正）；
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，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》（中华人民共和国主席令第四十三号，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》（中华人民共和国国务院令 第682号修订，2017年10月1日起施行）；
- (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005年12月1日起施行，国务院令 第449号，2014年7月29日修订），国务院令 第709号《国务院关于修订部分行政法规的决定》，2019年3月2日起施行；
- (7) 《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，2012年3月1日起施行）；
- (8) 《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）；
- (9) 《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）；
- (10) 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令 第4号，自2019年1月1日起实行）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）；
- (11) 《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）；
- (12) 《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10月25日）；
- (13) 《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）；
- (14) 《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）；

- (15) 《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）；
- (16) 《江苏省突发环境事件应急预案管理办法》（苏环规〔2014〕2号）；
- (17) 《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）。

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）；
- (2) 《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）；
- (3) 《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）。

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) 《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）；
- (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) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；
- (8) 参照《稀土生产场所放射防护要求》（GBZ139-2019）；
- (9) 参照《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）；
- (10) 参照《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）；
- (11) 参照《稀土冶炼废渣放射性豁免要求》（DB32/T 3492-2018）。

1.3.4 其它技术性文件

- (1) 委托书；
- (2) 企业投资项目备案通知书；

(3) 《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);

(4) 盐城金烨新材料科技有限公司从“四个一批”目录中调出的请示及申报材料;

(5) 《伴生放射性矿开发利用环境辐射限值》(征求意见稿);

(6) 《中国环境天然放射性水平》(国家环保局 1995);

(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

(1) 《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。

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 第 11.4.3.2 款, 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30% (即 0.1mSv/a~0.3mSv/a) 的范围之内。

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。

(2) 《伴生放射性矿开发利用环境辐射限值》(征求意见稿) 相关规定

5.2 章节: 伴生放射性矿开发利用企业活动所致公众照射的剂量约束值取连续 5 年的年平均有效剂量不超过 0.3mSv/a。

盐城金烨新材料科技有限公司年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌生产线技改项目是利用钽铌精矿生产氧化钽、氧化铌项目, 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，结合标准相关规定，从个人剂量限值约束角度，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。

根据本报告第四章非正常工况辐射环境风险分析及估算结果，非正常工况期间单次事故所致公众个人剂量约束值取 0.01mSv。

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

根据《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 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ ；《伴生放射性矿开发利用环境辐射限值》（报批稿），排气筒铀、钍排放限值分别为 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 。本项目从保守角度，排气筒铀、钍排放限值取上述标准最小值作为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： $0.1\text{mg}/\text{m}^3$	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 $500\sim 1000\text{Bq}/\text{m}^3$ （平衡因子 0.4）范围内。达到 $500\text{Bq}/\text{m}^3$ 时宜考虑采取补救行动，达到 $1000\text{Bq}/\text{m}^3$ 时应采取补救行动。

本项目工作场所氡浓度取 $500\text{Bq}/\text{m}^3$ 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（ $1\text{Bq}/\text{g}$ ）的活动，无需进行辐射监管。

本项目伴生放射性固体废物中²³⁸U、²²⁶Ra、²³²Th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，若用于建筑材料按照《建筑材料放射性核素限量》(GB6566-2010)，确认其使用范围。

参照《稀土冶炼废渣放射性豁免要求》(DB32/T 3492-2018)，若固体废物表面的γ辐射剂量率(扣除环境对照点监测数值)测量值小于等于135nGy/h的筛选水平，该固体废物可以申请豁免；若固体废物表面的γ辐射剂量率(扣除环境对照点监测数值)测量值大于135nGy/h的筛选水平，需开展放射性核素分析，放射性核素活度浓度见表1.4-2。

表 1.4-2 稀土冶炼废渣放射性豁免限值

天然放射性核素	豁免限值(Bq/g)
²³⁸ U	10
²²⁶ Ra	0.3
²³² Th	1
²²⁸ Ra	0.3
²³⁵ U	0.3
²²⁷ Ac	3

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：²²²Rn；
- (2) 土壤及底泥的评价核素：²³⁸U、²³²Th、²²⁶Ra；
- (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：²²²Rn、U+Th总量；

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

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

- (2) 伴生放射性固体废物评价因子：²³⁸U、²³²Th、²²⁶Ra；

- (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，因此钍射气对厂界外公众的附加年有效剂量没作估算，仅对厂区内职业人员附加年有效剂量进行估算。

1.6 评价范围及评价子区

1.6.1 大气环境评价范围

考虑本项目为低烟囱排放，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），确定本项目大气环境辐射环境影响评价范围为：以厂区磨机房排气筒为中心，半径为 0.5km 的圆形区域。

1.6.2 土壤环境评价范围

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）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）》（国环规辐射〔2018〕1号）的相关规定，考虑厂区烟囱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。

1.7 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，无自然保护区、风景名胜区、珍稀动植物资源等特殊环境敏感点，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)	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	废弃看护房	/	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	约 10	
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 37	
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 本项目周边环境保护目标分布图

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 吨氧化铌技改项目。

2.1.1 项目地理位置

盐城金烨新材料科技有限公司年产 24 吨氧化钽、206 吨氧化铌技改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项目钽铌矿原料来源目前全部来自国产，后期拟部分采用进口原料。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 33.58 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%	33.58	氧化钽烘房	7200
2	氧化铈	99.9%	206	氧化铈烘房	

2.1.3 工程建设内容

该项目占地 18021.65m²，总建筑面积 5721.05m²。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 2211.83m ³ /a，回用纯水系统 8660m 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	600m ²
	危废仓库	15m ²
	酸溶渣储存池	72m ²

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、辅助功能区、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中北部，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。总平面布置详见图 2.1-2。

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	m ²	18021.65	
2	建筑物占地面积	m ²	5309.85	
3	建筑面积	m ²	5721.05	含构筑物
4	道路用地	m ²	2082	
5	绿化用地	m ²	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	

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

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 吨氧化铌技改项目，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	铌钽矿	/	13.99	0.24	469.76	外购、车辆
2	氢氟酸	55%	31.72	5.17	1065	外购、车辆
3	工业硫酸	98%	8.93	1.47	300	外购、车辆
4	纯硫酸	98%	13.98	2.28	469.38	外购、车辆
5	仲辛醇	99%	0.10	0.02	3.42	外购、车辆
6	液氨	99%	0.18	0.03	6.14	外购、车辆
7	生石灰	70%	54.42	8.87	1827.54	外购、车辆
8	生产用水	/	6.34	0.98	202.78	园区水网
9	非生产用水	/			1999.05	园区水网
10	电(kW·h)	380V	26918	5825	1200000	园区电网
11	蒸汽	0.4Mpa	297.80	48.54	10000	自备锅炉

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
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=1）1.26，熔点 -83.1 度，沸点：120 度，与水混溶	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：

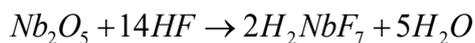
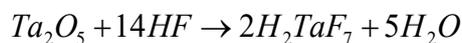
废气：粉碎工序产生的废气 G₁₋₁。

(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 H₂TaF₇、H₂NbF₇ 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：

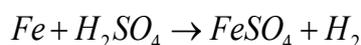
主反应：



其他伴生元素和 HF 的反应



和 H₂SO₄ 发生反应：



分解过程中的污染源：

废气：分解工序产生的废气 G₁₋₂。

(3) 料浆萃取

用仲辛醇为萃取剂，在 HF-H₂SO₄ 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 G₁₋₃。

废水：料浆萃取工序产生的废水 W₁₋₁。

废渣：料浆萃取工序产生的酸溶渣 S₁₋₁。

(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 G₁₋₄。

废水：酸洗工序产生的废水 W₁₋₂。

(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。

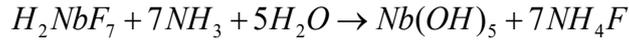
反萃取过程中的污染源：

废气：反萃取工序产生的废气 G₁₋₅。

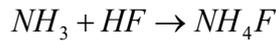
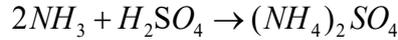
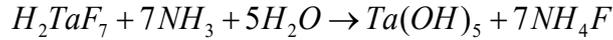
(6) 氧化铌制取

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：

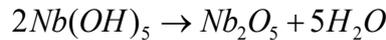


其他物质反应：

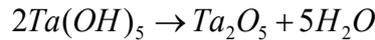


氢氧化铌粗料经螺旋给料机定量均匀进入煅烧回转炉进行煅烧脱水生成成品氧化铌，煅烧采用电作为加热源，回转炉温度控制在 800 度~850 度，具体反应如下：

主反应：



其他物质反应：



氧化铌制取过程中的污染源：

废气：中和工序产生的废气 G1-6，烘干工序产生的废气 G1-7，煅烧工序产生的废气 G1-8。

废水：洗涤离心工序产生的废水 W1-3。

(7) 氧化钽制取

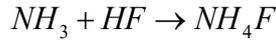
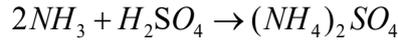
加入纯水与含钽有机相混合，澄清，钽反萃取液进入水相（钽液），使钽与有机相彻底分离，有机相回用至料浆萃取工序。钽液输送到中和槽内在不断搅拌下，加入液氨，使 PH=8 或 9，氨水与氟钽酸反应可生成难溶的氢氧化物沉淀，而铁、钙、钠等杂质则不会沉淀，从而达到分离提纯的目的。生成 Nb(OH)₅ 白色沉淀，然后将此浆料通过调洗槽用纯水洗涤，洗涤后固液分离，进入烘干箱中烘干。具体反应如下：

主反应：



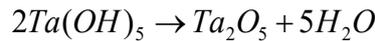
其他物质反应：



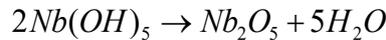


氢氧化钽粗料经螺旋给料机定量均匀进入煅烧回转炉进行煅烧脱水生成成品氧化钽，煅烧采用电作为加热源，回转炉温度控制在 800 度~850 度，具体反应如下：

主反应：



其他物质反应：



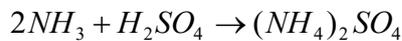
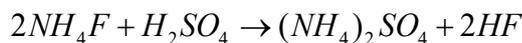
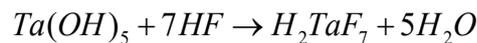
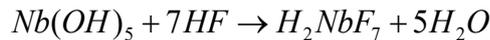
氧化钽制取过程中的污染源：

废气：中和工序产生的废气 G₁₋₉，烘干工序产生的废气 G₁₋₁₀，煅烧工序产生的废气 G₁₋₁₁。

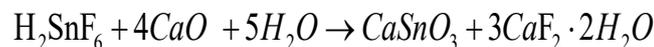
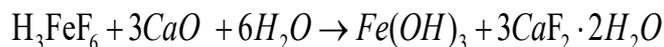
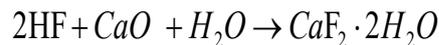
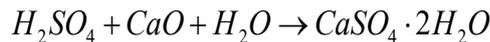
废水：洗涤离心工序产生的废水 W₁₋₄。

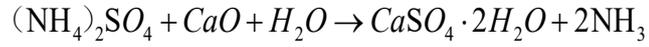
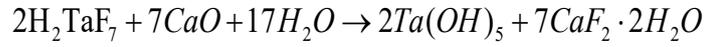
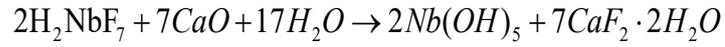
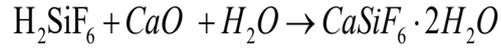
(8) 废水处理

将来自料浆萃取工序产生的废水 W₁₋₁、酸洗工序产生的废水 W₁₋₂，过滤工序产生的废水 W₁₋₃ 和 W₁₋₄，收集混合。具体反应如下：



废水中加入生石灰中和具体反应如下：





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 G₁₋₁₂，冷凝水吸收工序产生的废气 G₁₋₁₃。

废渣：中和工序产生的中和渣 S₁₋₂。

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。

本项目原料主要为 469.76t/a 钽铌矿，年产氧化钽 33.58t/a、氧化铌 206t/a。另外，还年中和石灰渣 3949.98t/a，酸溶渣 12.77t/a。

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 5.46m³/d、1638m³/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 29.58m³/d，其中：新鲜水量 0.71m³/d，回用水量 28.87m³/d。

绿化用水：项目绿化面积 650m²，绿化用水按 1.5L/m²次，年按 50 天计算，则绿化用水量为 48.75m³/a，折合 0.16m³/d。

道路洒水：项目道路面积 2082m²，洒水按 1.5L/m²·次，年按 100 天计算，则用水量为 312.3m³/a，折合 1.04m³/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 0m³/d、0 m³/a。生活污水产生量 4.37m³/d，合计 1311m³/a。

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原料，本次选取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 ²³⁸U、²³²Th、²²⁶Ra 核素分析，由于实际使用中铌玻璃原料和钽铌矿原料按照 1：3 比例掺入混合使用，本次分析按照 3 种钽铌矿原料和铌玻璃原料年使用量均一样进行放射性核素平衡分析。

由于钽铌矿原料中含有 ^{238}U 、 ^{232}Th 等放射性核素，参考同类生产项目，钽铌矿原料中 ^{238}U 核素在分解渣（酸溶渣）、废水、污泥、钽铌产品及其它中元素所占比例分别为 91.5%、2.7%、4.3%、0.1%、1.4%，钽铌矿原料中 ^{232}Th 核素在分解渣（酸溶渣）、废水、污泥、钽铌产品及其它中元素所占比例分别为 92.7%、2.5%、4.3%、0.08%、0.42%，由于本项目没有生产废水排放，废水、污泥和其它中放射性核素全部进入中和渣。 ^{226}Ra 没有在分解渣（酸溶渣）、废水、污泥、钽铌产品及其它中元素所占比例的类比数据，本次报告参考 ^{232}Th 的比例进行核算。

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，产品由于纯度达到 99.9%，产品中放射性核素含量极少。

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、生产设备及其周围产生一定的 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 K_{γ} $\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{Bq}\cdot\text{s})$
^{238}U	4.468E+9 年	α 衰变、自发裂变	α 射线：4.2MeV(76.8%) γ 射线：0.0496MeV(0.07%)、 0.0196MeV(0.178%)	2.04E-18
^{232}Th	1.405E+10 年	α 衰变	α 射线：4.01MeV(76.8%) γ 射线：0.059MeV(0.19%)、 0.0123MeV(8.39%)	2.26E-18
^{226}Ra	1600 年	α 衰变	α 射线：4.78MeV(94.4%) γ 射线：0.186MeV(3.28%)	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	164 μs	7.69	^{212}Po	0.30 μs	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，粉尘中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 放射性比活度分别为 10.5Bq/g、25.3Bq/g、7.84Bq/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 主要转移至酸溶渣中，故酸溶渣放射性核素 ^{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。

②中和渣

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，由于原料来源和各产地原料放射性核素含量的不确定性，中和渣中可能会有 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 比活度超过 1Bq/g。因此，需要加强对中和渣的管理，根据测量分析，符合《稀土冶炼废渣放射性豁免要求》（DB32/T 3492-2018）的中和渣可以申请豁免，不满足豁免要求需要按照《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、钽铌矿粉分解料浆萃取工序、酸溶渣堆放、中和渣堆放过程产生的氦气和钍射气。

(1) 粉尘

本项目钽铌矿粉碎车间年工作时间约 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 $\geq 97.5\%$ ，排气量为 $2000\text{m}^3/\text{h}$ ，处理后由 15m 高的排气筒（1#排气筒）排放；经计算，1#排气筒颗粒物排放浓度为 $2.083\text{mg}/\text{m}^3$ ，排放速率为 $0.00417\text{kg}/\text{h}$ 。

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，按照粉尘中的 ^{238}U 的丰度为 99.275% ， ^{232}Th 的丰度为 100% ，可根据以下计算公式进行核素比活度和质量百分比换算：

$$^{232}\text{Th}=\text{Th}/10^{-6}\times 4.044\text{Bq}/\text{kg} \quad (\text{公式 2-1})$$

$$^{238}\text{U}=\text{U}/10^{-6}\times 12.43\text{Bq}/\text{kg} \quad (\text{公式 2-2})$$

按照参考物料的放射性比活度数据（ ^{238}U 平均比活度为 $10462\text{Bq}/\text{kg}$ ， ^{232}Th 平均比活度为 $25306\text{Bq}/\text{kg}$ ），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。

(2) 氦气及钍射气

氦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 （镭射气），他们分别由铀（ ^{238}U ）、钍（ ^{232}Th ）、镭铀（ ^{235}U ）系中的镭同位素（ ^{226}Ra 、 ^{224}Ra 、 ^{223}Ra ）衰变而成。由于 ^{219}Rn （镭射气）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 ，对于本项目厂区外公众考虑钍射气经大气扩散很快衰变，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氦和钍射气。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，对抑制氦析出十分有利，可有效减少氦和钍射气析出，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氦和钍射气浓度。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氦和钍射气的影响。

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：

$$S_{\alpha R} = 10^6 \times M_{\alpha} \times E_d \times C_n \quad \text{公式 (2-3)}$$

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

M_{α} ——原料年处理量，t/a；

E_d —— ^{222}Rn 、 ^{220}Rn 的释放因子，取 0.1；

C_n ——原料中 ^{226}Ra 、 ^{228}Ra 的比活度，Bq/g。

原料库、酸溶渣库和中和渣库的氡的排放量根据《辐射安全手册（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：

$$E = 3.7 \times 10^{-2} \times S \times \delta \quad \text{公式 (2-4)}$$

式中： E ——氡析出量，Bq/s；

S ——暴露面积， m^2 ；

δ ——氡析出率，原料库内氡析出率取 $74 \times 10^{-2} \text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，酸溶渣库氡析出率取 $148 \times 10^{-2} \text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。

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、21.2Bq/s 和 7.88Bq/s、25.4Bq/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（ 180m^3 ）安装的风机风量分别为 $6000\text{m}^3/\text{h}$ 和 $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，通风次数均能达到至少 4 次/小时的要求，不会对工作人员和周围环境产生辐射影响。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，粉碎车间、钽铌矿原料仓库、酸溶渣仓库氡气排放浓度分别为 $25.6\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 $3.94\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 $28.4\text{Bq}/\text{m}^3$ ，钍射气浓度分别为 $124\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 $12.7\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 $91.3\text{Bq}/\text{m}^3$ ，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 $500\text{Bq}/\text{m}^3$ 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。

2.4.2 含放射性固体废物

钽铌矿原料分解的酸溶渣：酸溶渣主要含氧化铈、CaSO₄、CaF₂、MgSO₄等，约为12.77t/a，放射性核素在酸溶渣中富集，钽铌矿原料中伴生的放射性核素90%以上进入酸溶渣中。酸溶渣放射性核素²³⁸U、²³²Th、²²⁶Ra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含CaF₂、CaSO₄、SiO₂、MgO、Fe₂O₃等不溶物，年产量3949.98t，该中和渣含有放射性核素。项目原料中的放射性核素²³⁸U、²³²Th、²²⁶Ra部分转移至中和渣中，²³⁸U、²³²Th、²²⁶Ra比活度均低于1Bq/g。因此，需要加强对中和渣的管理，根据测量分析，符合《稀土冶炼废渣放射性豁免要求》（DB32/T 3492-2018）的中和渣可以申请豁免。

2.4.3 伴生放射性物料贮存

本项目钽铌矿原料和酸溶渣中的²³⁸U、²³²Th、²²⁶Ra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

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）中对伴生放射性物料的暂存要求，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。酸溶渣库位于厂区东部仓库西南角，周围较少有人员出入。项目所在地常年主导风向为东南偏东风和东风，钽铌矿原料和酸溶渣库均不在厂区内办公楼的上风向，减少了对生活办公区公众的辐射影响，从辐射防护角度来说选址比较合理。

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288m³，按照钽铌矿比重4t/m³计，最多可以贮存1152t钽铌矿原料，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。酸溶渣库长、宽、高分别为6m、12m和2.5m，按堆高2m计，酸溶渣库设计贮存量为144m³，按照酸溶渣比重4t/m³计，最多可以贮存576t酸溶渣，酸溶渣库只用于堆放酸溶渣，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。

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），底部为 20cm 防渗混凝土，防渗性能不低于渗透系数为 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 、厚度为 2m 的粘土层的防渗效果。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。

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（ 180m^3 ）安装的风机风量分别为 $6000\text{m}^3/\text{h}$ 和 $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，通风次数均能达到至少 4 次/小时的要求，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

公司拟将钽铌矿原料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。

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、分解、料浆萃取等工段以及钽铌矿原料和酸溶渣库的工作制度、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 2.4-1。

表 2.4-1 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, 酸溶渣库位于厂区东部仓库西南角, 周围较少有人员出入。项目所在地常年主导风向为东南偏东风和东风, 钽铌矿原料和酸溶渣库均不在厂区内办公区的上风向。	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員; 建立辐射环境管理岗位责任制度、教育培训制度、报告制度等。	公司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
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), 底部为 20cm 防渗混凝土。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。	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 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 、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底部为 20cm 防渗混凝土。钽铌矿原料和酸溶渣均用麻袋装, 可以有效防止物料逸散。公司拟将钽铌矿原料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。	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。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。	符合

2.4.4 伴生放射性物料生产过程中的辐射防护措施

本项目伴生放射性物料生产过程的辐射防护, 主要考虑的是钽铌矿粉碎、转运、分解、料浆萃取、压滤等工段, 拟采取的辐射防护措施如下:

①钽铌矿粉碎工段, 工作人员需将钽铌矿经过雷蒙磨磨细成矿粉, 工作人员上岗前, 需穿戴好个人防护用品 (工作服、工作帽、口罩、手套等), 佩带个人剂量计, 进行操作时尽量远离钽铌矿原料 (保持约 30cm 距离), 岗前进行辐射防护与安全培训和操作培训, 熟练操作, 减少操作时间。

②钽铌矿磨细成矿粉后，工作人员用叉车统一运至分解车间，将原料计量后投入负压优溶罐中，罐内事先充有调配好的氢氟酸和硫酸溶液，利用机械搅拌装置将原料进行搅拌溶解。然后溶液经板框压滤机过滤，滤液泵入料液储桶中备用，滤渣装入麻袋后送至酸溶渣库贮存。

工作人员上岗前，需穿戴好个人防护用品（工作服、工作帽、口罩、手套等），佩带个人剂量计。由于酸溶分解工段是放热反应，反应时优溶罐口是打开状态，建议企业加强该工段的通风，配备大功率风扇，减少氡对工作人员的内照射影响。

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，2022年5月，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27日对厂址周边进行辐射环境监测。

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。

根据对本项目建址及附近地区辐射现状调查结果表明，本项目厂区内各测点 γ 辐射吸收剂量率范围为（66.0~13.3×10³）nGy/h，厂区外评价范围内各测点 γ 辐射吸收剂量率范围为（46.8~116）nGy/h，其中，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放射性本底水平的正常涨落范围（室外剂量率范围为58.5nGy/h~100.5nGy/h，室内剂量率范围为66.2 nGy/h~164.0nGy/h），厂区内酸洗反萃槽、废水收集池等测点 γ 辐射吸收剂量率略高于江苏省环境放射性本底水平的正常涨落范围，厂区内其他测点及厂区外评价范围内各测点 γ 辐射吸收剂量率处于江苏省室内环境放射性本底水平的正常涨落范围内。

3.3 氡浓度测量

本次氡浓度监测在公司涉及原料主要生产车间内布设，单次测量，共设置3个监测点位。

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/m³，明显高于本项目500Bq/m³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/m³，明显高于办公室对照点；环境酸洗反萃槽是封闭式作业，氡浓度测量值为36.73Bq/m³，与办公室对照点测量值相当。

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²³⁸U、²³²Th和²²⁶Ra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²³⁸U、

^{232}Th 比活度稍高于江苏省土壤中天然核素调查值，土壤中 ^{226}Ra 比活度与江苏省土壤中天然核素调查值处于同一水平。酸溶渣中 ^{238}U 、 ^{232}Th 和 ^{226}Ra 比活度均远高于土壤中天然核素调查值，三种核素的比活度均超过 1Bq/g 的限值要求。中和渣中 ^{238}U 比活度高于土壤中天然核素调查值，三种核素的比活度均低于 1Bq/g 的限值要求。4 种钽铌矿原料中除铌琉璃外，其他 3 种钽铌矿原料 ^{238}U 、 ^{232}Th 和 ^{226}Ra 比活度均远高于土壤中天然核素调查值， ^{232}Th 和 ^{226}Ra 核素的比活度均明显超过 1Bq/g 的限值要求，铌玻璃 ^{238}U 、 ^{232}Th 和 ^{226}Ra 比活度均在土壤中天然核素调查值范围内。

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 $(0.065\sim 0.93)\text{Bq/L}$ ，总 β 活度浓度为 $(<\text{MDL}\sim 1.79)\text{Bq/L}$ 。

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 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

射阳河历史悠久，阜宁县境内长 49 公里，为阜宁县的主要河流之一，流向自西向东。河口宽 90~160 米，河底高程-3.5~-4.3 米，水深 2.5 米，是阜宁县灌溉、排涝、防洪、航运的动脉。射阳河阜宁段丰水期的平均流量为 $110\text{m}^3/\text{s}$ ，平均流速 $0.257\text{m}/\text{s}$ ，枯水期平均流量为 $60\text{m}^3/\text{s}$ ，平均流速为 $0.141\text{m}/\text{s}$ ，年径流量为 29.4 亿立方米，历史上出现的最大流量为 7 月份的 $180\text{m}^3/\text{s}$ ，最小流量为 1 月份的 $47.0\text{m}^3/\text{s}$ ，其行洪最大流量 300 立方米，流速 $4\text{m}/\text{s}$ 左右，常年平均水位 0.85 米，月平均最高水位 7 月份为 0.97 米，月平均最低水位 4 月份为 0.79 米，历年最高水位为 2.22 米，历年最低枯水位 0.25 米。

(3) 通榆河

通榆河位于阜宁县城东侧，全长 18 公里，流经三个乡镇 25 个村，南自沟墩镇的陈坎村起，经施庄乡至吴滩乡的各港止，常年流向自南向北，沿河共有耕地面积 9 万亩。县境海河至射阳河一段于 1963 年春进行了疏浚，目前底宽 50 米，水面宽 100m，设计流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ 。通榆河工程是苏北东部地区的一项大型水利工程，功能以供水为主，同时兼顾灌溉、航运等其他功能的综合性河道，是江苏省江水北调东线工程项目的一部分，也是省政府既定的 4 条清水通道之一。整个通榆河工程建设的最终目标是：建成一条南起南通市九圩港，北达赣榆县青口镇，连接南通、连云港两大对外开放港口，纵贯苏北东部沿海地区，全长 415km 的骨干河道。

通榆河与射阳河在阜宁县城西侧相交，交汇长度约 1.5km，这两条河流在相交河段会出现水流交换现象，水体流量流速相互影响。射阳河流向为自西向东，通榆河流向为常年自南向北。

(4) 入海水道南泓

入海水道工程是经国务院批准，于 1998 年 10 月 28 日开工的大型水利工程项目，它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 $800\text{m}^3/\text{s}$ ，洪泽湖引水流量 $500\text{m}^3/\text{s}$ ，用以灌溉沿途几百万亩农田。

4.1.3 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。

阜宁气象站距项目约 18.0km，与项目所在地气象特征基本一致，且拥有长期的气象观测资料，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°C ，7 月份平均气温最高 27.28°C ，年平均气温 14.9°C 。

(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。

(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。

(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。

(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 。

(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%。

4.1.4 生态环境

(1) 农田生态系统项目所在地处于北亚热带季风气候区，周边土地肥沃，地多为沉积湖相，湖沼相粘土和亚粘土，具有层次分明，有机质储量高，团粒结构好，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，土地利用方式基本与成片机械条田，现状植被主要农业栽培植物，主要种植水稻、小麦、玉米、山芋、棉花、大豆及少量蔬菜。

(2) 野生动植物资源 阜宁县境内野生动物资源中，有野兔、草狐、黄鼠狼、鲤鱼、鲫鱼、黑鱼、青鱼、甲鱼、黄鳝、虎头鲨、野鸡、野鸭、杜鹃、猫头鹰、灰喜鹊、白头翁、画眉、百灵、鸳鸯、青蛙、蜗牛、地鳖虫、青草蛇、赤练蛇、蛤蜊、蚬子、泥螺、龙虾、泥鳅等。野生植物资源丰富，马兰、牛薺子、半支莲、地黄、枸杞、柴胡、半夏、紫苏、车前子、益母草、芡实、王不留行、黄花、铺地锦，柴、蒲、柳、芦苇等，可用于中药和广泛发展编织业。

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。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 、 ^{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。

由于本项目工艺废水均进行循环利用，不涉及放射性核素转移过程。本项目烘干以及干选工序产生的粉尘，经过旋风除尘器、布袋除尘器处理后，排气筒外排粉尘量极少，最大落地浓度为 $0.5557\text{ug}/\text{m}^3$ ，出现在排气筒下风向 65m 处，本项目农田距离厂界最近距离约为 258m ，此处最大粉尘浓度估算值 $0.3603\text{ug}/\text{m}^3$ ，其浓度较小，沉积到地表的量极小，粉尘中放射性核素转移至农作物的量极小，因此食入途径导致公众内照射的量极小。

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行性较低，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) 根据放射性照射途径，个人有效剂量估算公式为：

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

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

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

式中： H_{Rn} ——吸入 $^{222}\text{Rn}/^{220}\text{Rn}$ 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 $2.44 \times 10^{-6} \text{mSv}/(\text{Bq} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3})$

和 $8 \times 10^{-7} \text{mSv}/(\text{Bq} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3})$ ；

t——时间，h/a；

C_{Rn} ——环境空气中 $^{222}\text{Rn}/^{220}\text{Rn}$ 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：

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

式中： E_h ——公众吸入再悬浮核素 i 所致内照射剂量，Sv/a；

C_{\pm} ——吸入的排放的粉尘浓度， mg/m^3 ；

f_i ——吸入粉尘第 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 ；

G_i ——第 i 种核素吸入剂量转换系数， Sv/Bq 。

(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：

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

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：

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

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， $(Sv/a) / (Bq/m^3)$ ；

O_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。

(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：

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

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 ；

F_p —食入 P 食品被污染的份额。

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

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

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

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

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；

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

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/m²。

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：

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

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矿尘的浸没照射以及沉积在地表的矿尘所致的外照射，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。

本项目 P_{max} 最大值出现为磨机房粉尘排放的 $PM_{10}P_{max}$ 值为 0.1235%， C_{max} 为 $0.5557\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，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 各子区空气中 ^{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。

粉碎车间、钽铌矿原料仓库、酸溶渣仓库氡气排放浓度分别为 $25.6\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 $3.94\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 $28.4\text{Bq}/\text{m}^3$ ，然后采用模型预测周围敏感目标的 ^{222}Rn 浓度。

计算可知，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 $0.0024\text{Bq}/\text{m}^3$ ，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 $0.0053\text{Bq}/\text{m}^3$ ，粉碎车间最大氡浓度落地点为排气筒 65m 处，最大落地浓度为 $0.0816\text{Bq}/\text{m}^3$ 。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 $2.30\text{E}-04\text{mSv}$ 。

4.3.2.2 粉尘浓度

(1) 矿尘浓度预测 ($C_{\text{尘}}$)

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。

计算厂区外敏感目标处空气中核素浓度时，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 10462Bq/kg、25306Bq/kg、7835.9Bq/kg），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。

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 $3.63\text{E}-6\text{Bq}/\text{m}^3\sim 5.71\text{E}-6\text{Bq}/\text{m}^3$ ， ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 各核素贡献浓度在 $2.72\text{E}-6\text{Bq}/\text{m}^3\sim 4.28\text{E}-6\text{Bq}/\text{m}^3$ ， ^{232}Th 、 ^{228}Th 、 ^{228}Ra 各核素贡献浓度在 $8.78\text{E}-6\text{Bq}/\text{m}^3\sim 1.38\text{E}-5\text{Bq}/\text{m}^3$ 。

4.3.2.3 公众辐射剂量估算

本项目气载放射性流出物所致成人最大个人年有效剂量为 $2.55\text{E}-04\text{mSv}/\text{a}$ ，出现在南侧敏感目标处，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 $2.53\text{E}-04\text{mSv}/\text{a}$ ，贡献份额为 99.09%；吸入 ^{222}Rn 所致公众年有效剂量为 $2.52\text{E}-04\text{mSv}/\text{a}$ ，贡献份额为 98.67%，由于粉尘排放所致年有效剂量为 $3.41\text{E}-06\text{mSv}/\text{a}$ ，贡献份额为 1.33%。

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，405 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 2 小时，运输时间约 3 小时；中和渣装卸时间约 240 小时，运输时间约 30 小时；

原料粉碎工段人员数量、工作时间估算：1 人，600 小时；

料浆分解、萃取工段人员数量、工作时间估算：3 人，3010 小时，其中酸溶渣压滤时间约 10 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：2 人，3000 小时；

固液分离工段人员数量、工作时间估算：2 人，2256 小时；

烘干、煅烧工段人员数量、工作时间估算：2 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：3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结合理论计算数据相结合的方式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）：

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

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：

$$D_{ii} = D_r / r^2 \quad (\text{公式 4-13})$$

式中： D_{ii} —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：

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

式中： E_h ：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， $\mu\text{Gy/h}$ ；

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 20118nGy/h、683272nGy/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 180nGy/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 35nGy/h，处于江苏省室外环境天然 γ 辐射剂量率涨落范围内，可不考虑钽、铌产品的放射性影响。

本项目物料装卸人员和料浆分解、萃取工段人员由于 γ 外照射产生的年有效剂量较高，分别为 3.45mSv/a 和 3.27mSv/a。

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

根据估算可知，在强制通风条件下，本项目粉碎车间、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 0.096mSv/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/m³ 进行计算，计算时考虑工作人员防尘口罩的防尘效率为 90%。

根据估算可知，本项目粉碎车间工作人员由于停留吸入的粉尘产生的内照射剂量为 0.42mSv/a。

4.3.3.4 职业人员辐射剂量估算 (E)

从估算结果可知，厂区内工作人员个人年有效剂量预测最大值为 3.452mSv/a，为物料装卸人员，小于本项目的剂量约束值 5mSv/a。

4.4 地表水辐射环境影响分析

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；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。因此本项目不会对地表水产生影响。

4.5 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) 原料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，防渗性能不低于渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 、厚度为 2m 的粘土层的防渗效果。建议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，作为生产回用水。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。

4.6 “三关键”分析

关键人群组是指评价区内人均年有效剂量最大的人群组。根据估算结果，本项目运营期，公众关键人群组为厂区西侧看护房公众，气载放射性流出物所致西侧看护房公众年最大附加有效剂量为 $2.33\text{E-}04\text{mSv/a}$ 。

关键途径是指所致人均年有效剂量当量最大的照射途径。通过评价区域内公众年附加有效剂量的估算结果表明，所致剂量的关键途径为吸入内照射，贡献值为 $2.31\text{E-}04\text{mSv/a}$ ，贡献份额为 99.04%。

关键核素为 ^{222}Rn 。

4.7 非正常工况辐射环境风险分析

4.7.1 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极率极低，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。非正常工况情况下关注点 PM10 浓度为正常排放工况的 8.56 倍，项目粉尘排放对公众最大年附加有效剂量值仅为 $3.41\text{E}-06\text{mSv/a}$ ，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 $3.41\text{E}-06\text{mSv}$ ，满足本次评价提出的单次事故剂量 0.01mSv 剂量约束值要求。

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 $5.624\text{E}-03\text{mSv}$ ，事故情况下的附加有效值比较小。

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。

4.7.2 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。

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 0.083mSv 。

4.7.3 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，企业应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。

4.8 伴生放射性固体废物辐射环境影响分析

4.8.1 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 主要转移至酸溶渣中，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，尾渣库的设计须满足以下要求：

(1) 酸溶渣库应根据企业总平面布置等相关要求，尽量布置在远离人群活动的地方（本项目设置在企业仓库西南角）。

(2) 酸溶渣库应采取实体隔离措施，防止无关人员进入。

(3) 厂区已进行清污分流，防止雨水进入酸溶渣库。

(4) 酸溶渣库入口明显部位应设置电离辐射标志，并加强管理，防止无关人员进入。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，尽量不在尾渣库周围停留。

(5) 酸溶渣库废物贮存台账应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 72m^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 576 吨，本项目年产酸溶渣约 12.77 吨，完全能够满足本项目放射性废渣的容量要求。

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。

4.8.2 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 少部分转移至中和渣中，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要求分类堆放好不同批次中和渣，并按照《稀土冶炼废渣放射性豁免要求》（DB32/T 3492-2018）对不同批次中和渣开展 γ 辐射剂量率监测，大于筛选水平时开展放射性核素分析。监测结果符合《稀土冶炼废渣放射性豁免要求》（DB32/T 3492-2018）的，盐城金烨新材料科技有限公司应向江苏省生态环境厅申报中和渣放射性豁免，申报内容包括中和渣的来源、数量、检测报告和中和渣豁免后的用途，经江苏省生态环境厅认可后，可免于放射性监管。检测结果不满足放射性豁免要求时，建设单位应根据《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）将中和渣纳入伴生放射性固体废物管理。

本项目设置中和渣贮存间，使用面积 600m^2 ，最大暂存渣量 1800 吨，彩钢瓦棚防雨，混凝土地坪防渗。

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，建议采取措施如下：

(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，高过滤性材料口罩，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) 进出厂区处拟设置卫生闸门，在洗浴间设置更衣室。作业人员进厂前，在更衣室更换工作服；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。

(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) 原料仓库、酸溶渣库、料浆分解车间应设置机械通风装置，降低室内氡钍射气。

5.1.2 环境污染防治措施

5.1.2.1 生产废水防治措施

(1) 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。为了防止项目对所在地地表水系造成污染，利用厂区废水处理循环系统工艺，生产废水经水循环系统沉淀净化后，澄清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期雨水池中，经沉淀池沉淀后回用。

(2) 项目对初期雨水池、沉淀池、原料堆场应做防渗措施、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。

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

5.1.2.2 固体废渣处置措施

(1) 中和渣定期进行清理、干化，建设单位应当对中和渣进行放射性检测，检测结果符合《稀土冶炼废渣放射性豁免要求》（DB32/T 3492-2018）时，申报豁免经江苏省生态环境厅认可后，可免于辐射安全监管，应根据其放射性比活度分析检测结果，采取合理的资源化利用途径或处置方案或根据《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，尽量减少对周边环境的影响，不增加附近公众的潜在附加剂量。

(2) 料浆分解工序中会有酸溶渣产生，建设单位将酸溶渣堆存至由 20cm 厚的混凝土围砌而成的长×宽×高为 6m×12m×2.5m 的酸溶渣库内堆存，堆存库按照危险废物暂存间设计，采取防雨淋、防扬散、防渗漏措施，并按照《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）相关规定，建设单位应采取如下措施：

- 1) 贮存设施布置在远离人群活动的地方。
- 2) 贮存设施采取实体隔离措施，防止无关人员进入。
- 3) 贮存设施进行清污分流，防止雨水进入；
- 4) 贮存设施进行防腐防渗设计，防渗性能应不低于渗透系数为 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 、厚度为 2m 的粘土层的防渗效果。
- 5) 物料贮存采取防尘、抑尘措施，防止物料逸散。
- 6) 根据物料来源、放射性水平等进行合理的贮存区域划分。
- 7) 贮存设施边界明显部位应设置电离辐射标志，并加强管理，防止无关人员进入。
- 8) 固体废物贮存应有明确标识，并结合实际情况注明废物的名称、数量、放射性核素活度浓度等。
- 9) 固体废物贮存台账应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。

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

本项目钽铌矿粉碎车间年工作时间约 1200h，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 $\geq 97.5\%$ ，排气量为 $2000 \text{m}^3/\text{h}$ ，处理后由 15m 高的排气筒（1#排气筒）排放。

生产线的布袋除尘器收集的粉尘，收集后作为原料重回选矿程序回收利用。更换的废旧的除尘布袋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，该公司需建立各车间岗位负责制的环境管理机构，由主管生产的领导直接负责。各生产车间、污水处理站、原料及产品仓库等主要岗位，设置兼职的环保员，负责对环保设施进行定期维护保养。对污染物排放情况进行监督检查，同时要做好记录，建立排污档案。保证生产过程中含放射性的物质安全可控，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须张贴上墙。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。公司应制定《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》、《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。

4) 组织开展职工的辐射防护教育和工作人员的技术培训，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。

5) 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。

5.2.3 人员培训及管理

(1) 对厂内接触伴生矿生产的工作人员进行相关知识的学习和培训，加强该类人员的自我保护和环境保护意识。

(2) 接触放射性矿物、含放射性废物的工作人员，车间的工作人员工作时佩戴防尘面具，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。对于独居车间等关键岗位工作人员配带个人剂量计，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。

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

(4) 厂内配备有 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，下班之后立即沐浴，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：厂区内上风向 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、厂区内上风向 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，公司应于每年 2 月 1 日前编制完成上年度环境辐射监测年度报告，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。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，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。

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。

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	工程总投资	万元	8641	
2	年销售收入	万元	8235	
3	年总成本费用	万元	6113	
4	年利润总额	万元	1694	
5	年增值税	万元	428	

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、防氨通风、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，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)	
营运期	废气治理	粉碎车间粉尘	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	32	
	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	6m×12m×2.5m，72m 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	粉碎车间噪声	减震、隔声、吸声处理	15.5	
其他	厂区防渗、防腐	/	84		
辐射	内、外照射	防护用品、个人剂量监测	10		
合计				1585	

6.3.2 综合分析

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。

通过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。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 33.58 吨氧化钽、206 吨氧化铌。

(5) 占地面积：项目总占地面积 18021.65m²（16.24 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氦、钍射气和粉尘；来源包括粉碎车间、原料库、酸溶渣库、料浆分解车间等。

粉碎车间设置一套旋风除尘+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）

（参照）“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/m³”的要求。原料库、酸溶渣库、料浆分解车间等场所产生的 ²²²Rn 和 ²²⁰Rn 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 12.77t 酸溶渣，将其存放于长×宽×高为 6m×12m×2.5m 的渣库堆放，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 3949.98t 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，因此对外环境影响很小。

7.1.4 环境现状调查与评价

根据本次现状监测结果，项目所在地 γ 辐射空气吸收剂量率与江苏省处于同一水平；项目周边土壤中的各放射性核素含量处于当地本底水平。

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成人公众最大个人年有效剂量为 $2.55E-04\text{mSv/a}$ ，出现在南侧敏感目标处，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 $2.53E-04\text{mSv/a}$ ，贡献份额为 99.09%；吸入 ^{222}Rn 所致公众年有效剂量为 $2.52E-04\text{mSv/a}$ ，贡献份额为 98.67%，由于粉尘排放所致年有效剂量为 $3.41E-06\text{mSv/a}$ ，贡献份额为 1.33%。

厂区内工作人员个人年有效剂量预测最大值为 3.452mSv/a ，为物料装卸人员，小于本项目的剂量约束值 5mSv/a 。

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。

主要采用网站公示方式，征集公众意见。本项目第一次信息公开期间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）生产过程中，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。

（2）建议员工在生产车间工作时，严格按照规定要求佩戴劳保用品。