

# Research on Environmental Pollution Risks and Preventive Measures of Rare Earth Industry in Jiangxi Province

Haogang Liu Yaofeng Li Mei Cai Dan Xu Yueming Tu

Jiangxi Province Ecological Environment Monitoring Center, Nanchang, Jiangxi, 330046, China

## Abstract

Rare earths play a vital role in national defense, aerospace, electronic information technology, new energy and petrochemical industry. The growing global demand for rare earth resources has not only promoted the rapid development of the rare earth industry, but also brought significant risks of ecological and environmental pollution. Therefore, it is urgent to prevent the risk of environmental pollution brought about by the development of rare earth industry. The paper takes Jiangxi Province as an example, based on field research and data collected from enterprises and environmental regulatory departments, summarizes the basic development and pollutant emissions of the rare earth industry in Jiangxi Province in 2022, analyzes the main environmental pollution problems brought about by the development of the rare earth industry in Jiangxi Province, and draws on the successful experience of other provinces to propose a series of targeted risk prevention and control measures, aiming to provide scientific basis and practical guidance for the sustainable development of the rare earth industry.

## Keywords

rare earth; risk of environmental pollution; prevention countermeasures; sustainable development

## 江西省稀土产业环境污染风险及防范对策研究

刘颢刚 李耀锋 蔡梅 徐单 涂月明

江西省生态环境监测中心, 中国·江西 南昌 330046

## 摘要

稀土在国防、航空航天、电子信息技术、新能源及石油化工等领域发挥至关重要的作用。全球对稀土资源的需求不断增长, 不仅推动了稀土产业的迅猛发展, 同时也带来了显著的生态环境污染风险。因此, 迫切需要防患稀土产业发展带来的环境污染风险。论文以江西省为例, 基于实地调研以及从企业和环境监管部门收集的数据, 总结了2022年江西省稀土产业基本发展、污染物排放情况, 分析了江西省稀土产业发展带来的主要环境污染问题, 并借鉴了其他省份的成功经验, 提出了一系列针对性的风险防控措施, 旨在为稀土产业的可持续发展提供科学依据和实践指导。

## 关键词

稀土; 环境污染风险; 防范对策; 可持续发展

## 1 引言

稀土元素是指元素周期表中包括镧系元素和钪、钇在内的17种元素的统称, 通常基于其物理和化学属性分为轻稀土(La~Eu)和重稀土元素(Gd~Lu以及具有重稀土属性的Y)<sup>[1]</sup>。稀土的独特电子结构让其在国防、航空航天、电子、新能源和石油化工等领域有着广泛的应用。据统计中国稀土资源储量、开采量常年位居全球首位, 已建成包括稀土矿石开采、冶炼加工生产原材料和产业应用的完整稀土产业链<sup>[2]</sup>。稀土产业为经济发展作出了巨大贡献, 但其快速发展也带来了显著的生态风险, 包括大规模开发导致的植被破坏、地质灾害、有毒物质的环境累积以及冶炼过程中的废水

和放射性污染问题<sup>[3,4]</sup>。目前, 国内外对于稀土产业领域的研究主要集中在稀土元素的开采、冶炼以及应用上, 对稀土产业发展带来的环境污染风险及防范对策的研究较少。论文基于对2022年江西省稀土产业的详细调查, 旨在通过分析其污染物排放状况和环境风险, 结合其他省份的成功经验, 提出有效的风险防控策略, 以促进稀土产业的可持续发展。

## 2 江西省稀土产业的发展及污染物排放情况

江西省作为中国重要的稀土产地之一, 离子型稀土资源储量占全国同类稀土资源保有储量的60%以上, 其中赣州市的富钇型重稀土矿全国独有<sup>[5]</sup>。根据2022年数据, 江西省稀土矿产品(以稀土氧化物计量)的开采量为0.8万吨, 占全国总量的3.8%; 稀土冶炼分离产品的产量为1.6万吨, 占全国的7.4%。此外, 江西省的稀土二次资源综合利用产能能达到2.6万吨/年, 占全国总产能的70%以上。

【作者简介】刘颢刚(1983-), 男, 中国江西九江人, 硕士, 高级工程师, 从事环境污染防治研究。

根据2022年的环境统计数据,全省稀土产业废水排放量470万吨,约占全省工业源废水排放量的1.2%;废水中主要污染物化学需氧量、氨氮、总铅的排放量分别约占全省工业源排放量的0.8%、9.6%、7.0%。其中冶炼废水约352万吨,约占全行业废水排放量的74.9%,化学需氧量、氨氮和总铅的年排放量分别约占全行业排放量的99.1%、23.8%、98.2%。

### 3 江西省稀土产业环境污染风险

#### 3.1 工艺特点本身造成的环境污染风险

##### 3.1.1 稀土矿山现有原地浸矿工艺存在污染地下水、地表水的风险

离子型稀土原地浸矿是用浸矿液灌入天然埋藏条件下的非均质矿体中,把呈吸附态的稀土离子交换至浸出液中并从中回收稀土元素的采矿方法<sup>[6]</sup>。鉴于原地浸矿工艺的特殊性,尽管闭矿后会采用清水淋洗以减少残留,部分浸矿液仍可能残留在矿区,对地下及地表水造成长期污染<sup>[7]</sup>。江西省部分区县采取的小流域治理模式面临废水处理量大和高昂成本的挑战,给当地政府及企业造成较大压力。2023年实施整治后采用的无铵采选工艺,以镁盐代替铵盐,从源头减少氨氮的排放,虽然镁离子目前未被列入国家控制污染物标准,但该新工艺的环境安全性和实际效果仍需进一步研究和验证。

##### 3.1.2 稀土冶炼企业高盐废水对园区污水处理厂造成冲击

稀土冶炼行业的废水以高含盐量为特征,从省内六家企业的现场采样监测中发现,氯化物浓度范围为1.37万~9.91万mg/L。而当前的国家和地方污染物排放标准并未对全盐量设定限制,导致企业对此缺乏足够的控制措施,仅少数企业尝试对氯化物进行资源化回收。稀土冶炼产业集聚区的高盐废水若不加以控制排入园区集中式污水处理设施,将对集中式污水处理设施的生化系统造成冲击。

##### 3.1.3 稀土伴生放射性废渣无合理去向

调研发现,稀土原矿冶炼分离产生的酸溶渣属低放射性废物,虽相关企业在积极探索处置方式,但目前暂无经济合适的综合利用渠道或其他处置去向,主要堆存于企业厂区库房内,随着生产的持续,废渣量将持续累积,若仓库容量不足或管理不善,可能会导致防护措施失败,从而引发环境污染。

#### 3.2 企业违法违规行为引发环境污染风险

通过查看近年环境违法案件查处情况发现,江西省稀土企业易引发环境污染风险的主要情形有:有毒有害的第一类水污染物在车间排口难以稳定达标,存在与其他种类废水混合后稀释排放行为;企业偷排酸性废液、高浓度废水行为现象;部分企业委外处置的危险废物,转运不及时,部分危废违规进入废水处理系统排入外环境。这些行为不仅违反了环境保护法规,还对周围环境造成了严重威胁。

#### 3.3 日常环境监管弱项带来环境污染风险

##### 3.3.1 稀土产业中的铍污染物尚未引起足够重视

在稀土产业的日常环境监管中,铍污染尚未得到充分重视。铍是已知的第一类致癌物,其在稀土矿山和冶炼企业、稀土资源综合回收企业中经常被检测出。目前国家、省相关标准对铍和铊排放均按照 $5\mu\text{g/L}$ 进行控制,但根据监测数据,铍的产生浓度( $0.04\sim 184\mu\text{g/L}$ )远高于铊( $0.02\sim 18.6\mu\text{g/L}$ ),相对于铊的控制,对铍污染物的污染控制需引起更多关注。

##### 3.3.2 稀土边角废料中所含的易燃油料易被忽视

在稀土资源的综合回收过程中,边角废料常含有易燃油料,其在接触空气时可能因氧化反应而自燃,增加了火灾的风险。此类废料的处理通常未受到足够重视,导致潜在的安全隐患,从而引起次生环境风险。

### 4 江西省稀土产业环境污染风险防范对策

由于离子型稀土矿山的独特性,可供借鉴的省外管理经验不多,主要有及时出台地方标准,如广东省针对稀土分离冶炼项目中产生的高盐废水出台相关标准,要求产生的高盐废水需要采用蒸发结晶处理后回用,不得外排;对于一般性生产废水、初期雨水等外排废水,要求含盐量不超过 $5000\text{mg/L}$ 或达《污水排入城镇下水道水质标准》。本研究针对稀土产业发展存在的环境污染风险,在研究借鉴外省成功经验做法和专家咨询论证的基础上,提出如下建议:

#### 4.1 强化科技创新支撑,从工艺源头降低污染风险

加大稀土采选新工艺的研发力度,探索开发更加环保的选矿药剂。对镁法提取稀土富集物工艺进行持续跟踪分析,提升浸矿母液的回收效率,减少浸矿母液在矿体中的残留污染。推动稀土冶炼企业研究环保型萃取剂,从源头降低废水中氯化物浓度,如龙南和利稀土通过科技创新,采用有机酸萃取剂替代传统萃取剂直接溶解吸附负载稀土元素,在减少盐酸消耗、降低生产成本的同时实现了节水减排。

#### 4.2 强化规划标准引领,守牢环境质量底线

##### 4.2.1 科学规划引导行业做优做强

充分发挥规划环评在地方经济高质量发展中的调控、引领和约束作用,指导稀土行业科学选址合理布局,从源头防控环境风险。针对稀土行业特有的污染问题,如伴生放射性废物,建议地方政府与行业合作,制定专门的处置和监管计划。例如,赣州市应根据稀土伴生废渣的具体产生量和特性,规划并建立专门的安全填埋场,确保废物得到科学、安全的处理。

##### 4.2.2 明确纳管标准规范排污行为

对于稀土冶炼产业中的高盐废水问题,推动制定具体的排放和处理标准。建议环保部门制定详细的废水处理指南,并通过政策支持鼓励企业采用先进的废水处理技术,如蒸发结晶技术,以实现废水的回收利用和减少对环境影响。

### 4.3 强化环评联动管理，切实防范环境污染风险

制定并执行一套针对稀土行业环境影响评估流程体系，打通水、气、土等环境要素，统筹考虑选址、布局、规模及区域环境承载力、污染风险防范等因素，强化生态环境准入管理。对现行稀土行业排放标准中缺项的铈、铍、盐分等污染因子，强化环境影响论证，补齐排放控制要求并纳入排污许可，加强证后监管。

### 4.4 强化企业主体责任，提高环境风险防控能力

#### 4.4.1 同步落实污染治理及污染风险防范等措施

严格落实环保“三同时”制度，补齐铅、铈、铍等污染防治短板。强化绿色矿山建设和生态治理修复，持续开展小流域尾水收集处理。严格稀土矿山原地浸矿残留液的清洗、收集、处理和监测，如稀土矿山企业对开采后的山体及时进行闭矿和生态治理修复，加强闭矿后山体清水清洗频次，直至清洗废水达到《地表水环境质量标准》Ⅲ类标准要求。

#### 4.4.2 完善日常和应急监测系统

企业配备特征污染物监控设备，制定日常和应急监测方案，提高监控水平、应急响应速度和应急处理能力；按环评要求开展污染源排放以及周边地下水、土壤的监测。接纳处理稀土行业废水的园区污水处理厂尽快完善重金属因子的自行监测能力，增加铅、铈、铍、氯离子等例行监测和抽检频次，对出现超标的管道应立即切断进水闸阀，启动污水处理厂应急预案，并向相关部门报备开展污水溯源工作。

#### 4.4.3 强化环境风险应急体系建设

推动相关企业、园区与当地政府建立完善的环境风险应急联动三级防控体系，健全环境污染事件应急机制，明确企业、园区与当地政府职责，形成“预警—响应—处置”的综合环境风险管控措施，有效预防、及时控制和消除突发环境污染事件的危害。

### 4.5 强化全过程环境监管，严厉打击环境违法行为

#### 4.5.1 进一步完善全过程监管机制

建议研究出台建设项目全过程监督执法的制度文件，打通从环评准入排污许可与执法监管的关键节点，实现环评、排污许可、监督执法以及其他相关管理制度之间的数据共享，完善以排污许可制为核心的固定污染源执法监管体系，形成“环评—排污许可—监督执法—督察问责”的全过程环境管理体系。

#### 4.5.2 强化日常监管执法

强化监测监控，督促企业按要求落实自行监测要求并开展周边地下水、土壤质量监测。增加监督性监测频次，对

违法排污、不按证排污等行为进行严厉处罚，追究相关责任人法律责任。加强对外包服务和代工生产的企业的监管，对违反环评及其要求、擅自更改工艺规模的，依法严厉查处，切实将第三方企业纳入全过程生态环境保护监管。加强镍、铅、铈、铍等污染物排放以及危险废物利用处置的监测、执法，落实污水第一类污染物车间排口达标排放要求。

#### 4.5.3 及时开展环境影响后评价

关注稀土矿山开发的长期性、累积性环境影响，督促稀土矿山企业开展环境影响后评价，建议将企业自行监测、执行报告作为后评价的重要依据，以实际产生的环境影响以及污染防治、生态保护和风险防范措施的有效性进行跟踪监测和验证评价，并提出补救方案或者改进措施。

## 5 结论与展望

稀土是中国重要战略性资源，江西省作为中国独特离子型稀土的重要产地，其稀土产业发展引起的环境污染风险不可忽视。稀土资源的多样性及生产工艺的差异性导致稀土产业发展环境污染风险防控的难度较大，严重影响稀土产业的可持续发展。论文详细分析了江西省稀土产业的环境污染风险，识别出工艺特点导致的直接污染和由于监管不力引起的间接风险为主要问题。论文从理念、技术创新，以及政策角度提出了针对性的风险防控措施。未来，稀土产业的发展必须着重于创新和环保，特别是在采选和冶炼工艺上需要开发更为高效和环境友好的技术。此外，提升选矿药剂的环境友好性及增加废物资源化利用将是关键。

### 参考文献

- [1] 王园园,傅浩洋,朱建喜,等.稀土元素的生物毒害性研究进展[J].地球化学,2024,53(1):3-16.
- [2] 贾涛,刘小芳.“新中国70年”中国稀土产业回顾与展望[J].稀土信息,2019(9):12-19.
- [3] 李顺,韩萧萧,熊竹楠,等.中国稀土全产业链中的环境和健康风险[J].稀土,2024,45(2):143-158.
- [4] 龚子涵,吴开兴,王永航,等.赣南废弃离子型稀土矿区稻米重金属污染评价[J].化工矿物与加工,2024,53(3):53-62.
- [5] 王春英,罗玉霞,王兴祥,等.离子型稀土原地浸矿残留氨氮“源—流—汇”一体化控制技术模式研究[J/OL].有色金属科学与工程:1-9[2024-05-09].
- [6] 李永绣.离子吸附型稀土资源与绿色提取[J].精细与专用化学品,2015,23(3):14.
- [7] 徐星,陈斌,霍汉鑫,等.离子型稀土原地浸矿场清水淋洗室内模拟试验研究[J].有色金属(矿山部分),2021,73(5):128-131.