

生态与农村环境学报
Journal of Ecology and Rural Environment
ISSN 1673-4831,CN 32-1766/X

《生态与农村环境学报》网络首发论文

题目：长江经济带中下游四省尾矿库环境管理问题及建议
作者：李春艳，王俊杰，方正，赵珅，张俊，焦少俊
DOI：10.19741/j.issn.1673-4831.2026.0324
收稿日期：2026-04-20
网络首发日期：2026-07-01
引用格式：李春艳，王俊杰，方正，赵珅，张俊，焦少俊．长江经济带中下游四省尾矿库环境管理问题及建议[J/OL]．生态与农村环境学报.
https://doi.org/10.19741/j.issn.1673-4831.2026.0324



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

网络首发时间：2026-07-01 09:40:58　网络首发地址：https://link.cnki.net/urlid/32.1766.X.20260630.1854.002

DOI：10.19741/j.issn.1673-4831.2026.0324

长江经济带中下游四省尾矿库环境管理问题及建议

李春艳[1]，王俊杰[1]，方正[1]，赵珅[1]，张俊[1]，焦少俊[1①]（1. 生态环境部南京环境科学研究所，江苏 南京 210042）

摘要：长江经济带中下游是我国金属和非金属矿产的重要产区，尾矿库存量多，规模较大，尾矿库环境风险防控一直是该区域生态环境风险防控的重点。“十四五”以来，我国尾矿库环境管理政策体系逐步完善，长江经济带尾矿库监管精准化水平持续提升，但仍存在环境风险隐患与管控短板。为进一步促进长江经济带中下游四省尾矿库环境监管的精细化提升，本文以江西、安徽、江苏、浙江 4 省为重点研究区域，系统梳理这些区域尾矿库监管系统数据与政策文件，并结合实地调研，识别出当前长江经济带中下游四省尾矿库环境管理存在以下问题：历史遗留问题短期难以解决，责任主体灭失，整改面临资金技术难题；部分尾矿库运行管理不规范，未严格落实现行管理政策；部门监管合力不足，跨部门联动响应效率偏低；尾矿库基础信息不完善。针对上述问题，提出优化路径：厘清责任归属，压实主体责任；提升基层人员专业能力，出台不同等级尾矿库差异化管控指南；健全协同监管机制，统一风险隐患评价、尾矿库数量统计标准，推动多部门信息共享与联合执法；开展尾矿库摸底排查，强化尾矿库信息化管理，以期为长江经济带中下游四省尾矿库环境管理精细化提升提供参考。

关键词：尾矿库；长江经济带；分类分级监管；固体废物管理；问题；建议

中图分类号：X751

Environmental Management Issues and Recommendations for Tailings Ponds in the Four Provinces of the Middle and Lower Reaches of the Yangtze River Economic Belt, China *LI Chun-yan*, *WANG Jun-jie*, *FANG Zheng*, *ZHAO Shen*, *ZHANG Jun*, *JIAO Shao-jun* (Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Ecology and Environment, Nanjing 210042, China)

Abstract: The middle and lower reaches of the Yangtze River Economic Belt are major production areas for China's metal and non-metal mineral resources, characterized by a large volume and scale of Tailings Ponds. The prevention and control of environmental risks associated with these Tailings Ponds have consistently been a priority in the region's ecological and environmental risk management. Since the start of the 14th Five-Year Plan period, China's policy framework for Tailings Pond environmental management has gradually improved, and the precision of supervision in the Yangtze River Economic Belt has continued to increase; however, environmental risks and gaps in management still persist. To further promote the refinement of environmental supervision of Tailings Ponds in the middle and lower reaches of the Yangtze River Economic Belt, this paper focused on the four provinces of Jiangxi, Anhui, Jiangsu, and Zhejiang. By systematically reviewing regulatory data and policy documents from these regions and combining them with field research, the study identified the following issues in the current environmental management of Tailings Ponds in these four provinces: historical legacy issues were difficult to resolve in the short term, responsible entities had ceased to exist, and remediation faced funding and technical challenges; Some Tailings Ponds had not strictly implemented current management

收稿日期：2026-04-20
基金项目：环境应急管理与突发污染事件响应能力建设（ZX2026SYF00004RW1）
①通信作者：E-mail：jsj@nies.org

policies, frontline personnel lack professional knowledge, and the effectiveness of differentiated supervision for Tailings Ponds of different grades has not been fully realized; interdepartmental coordination was inadequate, and the efficiency of cross-departmental joint responses was low; Basic information on Tailings Ponds was incomplete. In response to these issues, the following optimization strategies are proposed: clarifying accountability and reinforcing primary responsibility; Enhancing the professional capabilities of frontline personnel and issuing guidelines for differentiated management of Tailings Ponds of varying grades; Improving collaborative regulatory mechanisms, unifying standards for risk assessment and Tailings Pond inventory statistics, establishing an interdepartmental information management platform for Tailings Ponds, and promoting information sharing and joint law enforcement across departments; Conducting comprehensive surveys of Tailings Ponds and strengthening their digital management. These measures aim to provide a reference for refining environmental management of Tailings Ponds in the four provinces of the middle and lower reaches of the Yangtze River Economic Belt.
Keywords：Tailings Ponds；Yangtze River Economic Belt；categorized and graded supervision；solid waste management； issues； recommendations

长江经济带中下游地区由湖南、湖北、江西、安徽、江苏、浙江、上海 6 省 1 市组成，域内矿产资源主要集中在江西、湖南、湖北、安徽四省，以有色金属和稀土、磷矿资源为主[1-2]。受长期高强度开发利用和较低综合利用率的影响，长江经济带中下游尾矿堆存量增多，尾矿库数量不断增加，促进地区经济增长的同时也带来一系列生态环境问题[3]。

尾矿库作为矿业生产必备的配套堆存设施，同时也是典型的高环境风险源。尾矿库运行周期内，坝体高度、堆存量等核心工程参数处于动态变化状态，若运维管理不到位，极易引发溃坝、滑坡、塌陷等安全事故，以及尾矿泄漏、渗滤液下渗等环境污染事件，堆存尾矿中残留的浮选药剂与镉、砷、铅等重金属组分可随渗滤液进入周边地下水、土壤生态系统，长期累积会破坏区域生态平衡，甚至直接威胁下游居民的生命财产安全[4-9]。截至 2025 年，长江经济带纳入环境监管的尾矿库约 1800 余座，总量占全国三分之一；其中中下游地区占比约 60%，且区域内包含长三角、长江中游两大城市群，生产总值合计占长江经济带 70%以上，是区域经济活力最强、人口产业最密集的核心区域[10, 11]。若该区域尾矿库发生突发环境事件，将呈现污染扩散路径长、应急处置难度大、社会影响范围广等特征，对周边生态环境和经济发展造成不可估量的损失。

目前相关研究多聚焦于单个尾矿库环境风险及污染防治[12-15]，对跨省级行政区的共性管理问题分析仍显不足。基于此，本文聚焦江西、安徽、浙江、江苏 4 省尾矿库管理实践，四省经济发展水平呈现明显的梯度，江浙两省尾矿库数量较少，但作为长三角核心区，人口密度大，对环境监管要求高，赣皖属于典型的资源型省份，矿业经济占比较高，尾矿库治理面临历史欠账多、资金缺口大等挑战，将两类省份纳入同一研究框架，有助于揭示区域差异下的共性管理问题。

因此，本研究系统梳理长江经济带尾矿库政策框架与治理进展，结合实地调研，深入剖析长江中下游四省尾矿库环境管理的共性障碍，提出相关对策，以期为完善长江经济带中下游尾矿库环境管理体系、保障长江生态安全提供参考。

1 长江经济带中下游四省尾矿库分布特征

根据全国尾矿库监管信息系统，截止 2025 年底，长江经济带中下游地区共有尾矿库 1126 座，占长江经济带总量的 60.6%。

江西、安徽、江苏、浙江四省尾矿库总计 524 座，空间分布呈现显著不均衡特征：江西省 351 座、安徽省 110 座、浙江省 50 座、江苏省 13 座，占中下游地区尾矿库总量的 46.5%（图 1）。江西省作为我国稀有稀土金属、有色金属资源大省，已发现矿产 193 种（含亚矿

种），铀、铜、钨、稀土等战略性矿产资源优势突出，素有“稀土王国”之称，对应尾矿库矿种类型多样，覆盖有色金属、稀有金属等多个品类[16, 17]；安徽省铜矿、煤炭、铁矿资源禀赋优势显著，下辖铜陵市是国内重要的铜产业基地[18, 19]，铜矿尾矿库占比约 38.2%，铁矿尾矿库占比约 33.6%，其余为铅锌矿、钨钼矿、金矿等类型尾矿库。浙江省和江苏省尾矿库较少，矿种均以金属矿产为主（图 2）。

根据项目组 2022 年-2024 年对江西、安徽、江苏、浙江四省的调研，四省尾矿库主要为中小型尾矿库，以五等尾矿库为主，一二三等尾矿库较少；超过 60%的尾矿库都已闭库或停用，在用尾矿库占比约 30%；整体上二三级尾矿库占比约 90%，一级尾矿库占比较少，安徽和江西二三级环境监管的尾矿库数量突出，江苏和浙江均没有一级环境监管尾矿库；高敏感的尾矿库较少，中低敏感程度的尾矿库居多，占比超 80%；约 90%的尾矿库有经营主体。

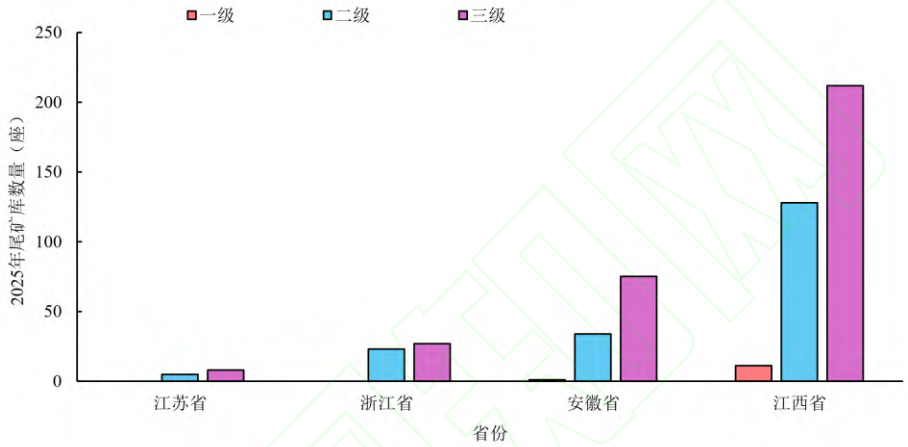


图 1 2025 年长江经济带中下游四省尾矿库分级分类监督管理数量分布

Fig. 1 Quantity distribution of tailings ponds under hierarchical and categorized supervision in four provinces in the middle and lower reaches of the Yangtze River Economic Belt, 2025

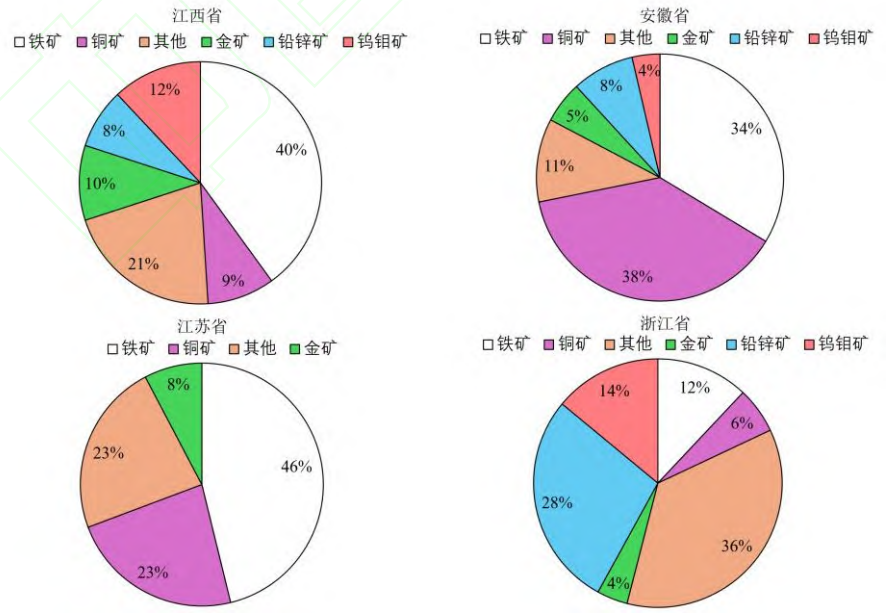


图 2 2025 年长江经济带中下游四省尾矿库类型占比情况

Fig. 2 Proportion of tailings ponds types in the four provinces of the middle and lower reaches of the Yangtze River Economic Belt in 2025

2 长江经济带尾矿库政策管理体系现状

2.1 国家层面

我国尾矿库环境管理体系自 20 世纪 90 年代逐步建立，经过多阶段逐步完善，已形成法律法规、政策性文件、技术标准、操作指南等多层次制度体系[20]（见表 1）。

1992 年，原国家环保局颁布《防治尾矿污染环境管理规定》（已废止），首次从法规层面明确选矿及湿法冶炼尾矿各环节的污染防治要求与责任主体，为尾矿库行业环境管理奠定了制度基础。2005 年《尾矿库安全技术规程》（AQ 2006-2005）规范了尾矿库从设计到再利用全流程安全技术要求；2010 年《尾矿库环境应急管理工作指南（试行）》构建了全过程应急管理体系；2013 年《尾矿设施设计规范》（GB 50863-2013）明确了尾矿库在选址、设计、建设、运行等技术要求和尾矿设施的环保措施；2015 年《尾矿库环境风险评估技术导则（试行）》（HJ 740-2015）建立了运行期尾矿库的风险等级量化指标体系与评估流程；2020 年八部门联合印发《防范化解尾矿库安全风险工作方案》，提出“总量只减不增”等核心目标，逐步形成多部门协同监管格局。

近些年，尾矿库政策法规体系不断完善，环境监管精准化水平进一步提升。2022 年，生态环境部密集出台两项关键文件，《尾矿污染环境防治管理办法》强化尾矿污染的全过程防治，密切衔接《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》等法律法规，提出对尾矿库实施分类分级环境监管及对污染隐患组织排查治理，两项制度均已纳入《中华人民共和国生态环境法典》。《尾矿库环境监管分类分级技术规程（试行）》采用“定性分类与定量分析”相结合的方式，确定尾矿库环境监管等级，为差异化精准监管提供技术支撑。《尾矿库污染隐患排查治理工作指南（试行）》建立“资料收集-现场排查-治理及成效核查”的污染隐患排查治理工作方法，推动企业落实主体责任，实现隐患排查治理规范化、制度化、常态化。

相关国家级政策文件进一步将尾矿库污染防治纳入生态环境安全保障的核心任务。《关于全面推进美丽中国建设的意见》将尾矿库环境风险防控纳入固体废物污染防治重点领域；《重金属环境安全隐患排查整治行动方案（2025—2030 年）》提出按照“查、评、改、治、防、管”思路，针对铅、汞、镉、铬、砷、铊、锑等重点重金属污染物，全面开展尾矿库环境安全隐患排查整治。

在管理落地层面，各单位须按《尾矿污染环境防治管理办法》建立健全全链条环境管理台账，如实记录尾矿产生、流向、贮存、综合利用、污染防治设施运行及隐患排查等信息，实现污染可追溯、可查询；同时按《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）落实“三防”措施，强化尾矿收集、运输、贮存各环节规范化管理，有效防范环境风险。

经过三十余年制度建设，我国尾矿库环境管理体系实现系统性升级：监管格局从单一部门向多部门联动转变，管理模式从粗放式监管向精细化分类分级管控转变，治理逻辑从被动防控向源头主动治理转变。研究表明，2013 年后我国尾矿库事故数量大幅降低，充分说明完善管理体系对尾矿库风险防控意义重大[21]。

2.2 区域层面

基于全国早期的政策部署，沿长江经济带尾矿库污染治理政策体系也逐步推进。2017 年，《长江经济带生态环境保护规划》将尾矿库环境监管纳入长江生态保护框架，要求加强监管并开展环境风险排查。2019 年，《关于加强长江经济带尾矿库污染防治的指导意见》对长江经济带尾矿库污染防治工作进行全面部署。2021 年，生态环境部印发《加强长江经济带尾矿库污染防治实施方案》，提出“两步走”目标：2023 年底前补齐设施短板、治理突出问题，2025 年底前建立长效管控机制。同年，《“十四五”长江经济带尾矿库污染治理实施方案》进一步构建“4 项目标+5 大任务”的系统性治理框架，为长江经济带尾矿库污染治理提供全面指导。

区域各省均按照《加强长江经济带尾矿库污染防治实施方案》要求出台尾矿库分类分级环境监管工作方案和尾矿库闭库销号管理办法，强化尾矿库系统治理，综合治理，巩固提升治理成效。如以“一库一策”为核心治理原则，建立尾矿库环境监管清单并动态更新，统一执行长江干流岸线 3 公里、重要支流岸线 1 公里范围内禁止新建尾矿库的刚性规定，建立分类分级环境监管体系，重点管控“三边库”和“头顶库”，推进尾矿库生态修复工程，强化尾矿综合利用，完善尾矿库污染防治措施等。各地也形成了差异化创新实践，江西省率先出台《江西省尾矿库污染防治验收以及治理成效核查管理办法试行（一）》，规范验收标准与核查流程保障治理质量[22]；江苏省正在编制《尾矿产生单位污染隐患排查治理技术指南》，明确排查工作程序与技术要求，强化源头环境管理[23]。安徽省发布《铜尾矿作道路材料应用技术规程》，规范铜尾矿资源化利用技术要求，推动尾矿高值化利用[24]。浙江省出台《关于全面加强全省矿产资源节约与综合利用工作的通知》，通过源头管控、监督考核与激励政策协同推动尾矿综合利用水平提升[25]。

表 1 国家层面和省级层面尾矿库管理相关政策清单

Table 1 List of policies related to tailings ponds management at the national and provincial levels

	序号	名称	发布时间（年）	发布单位	聚焦内容
国家层面	1	《尾矿库安全技术规程》（AQ 2006-2005）	2005	国家安全生产监督管理总局	规定了尾矿库在建设、生产运行、回采、闭库、安全检查、生产经营单位应急管理、安全评价等方面的安全要求。
	2	《尾矿库环境应急管理工作指南（试行）》	2010	原环境保护部	构建了尾矿库突发环境事件防范与应急处置体系。
	3	《尾矿设施设计规范》（GB 50863-2013）	2013	住房和城乡建设部	统一明确了尾矿设施设计的原则和技术要求。
	4	《尾矿库环境风险评估技术导则（试行）》	2015	原环境保护部	规定了尾矿库环境风险评估的一般原则、内容、程序、方法和技术要求。
	5	《关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》	2020	应急管理部、生态环境部等 8 部门	明确全国尾矿库数量原则上只减不增，坚决遏制非不可抗力因素导致的溃坝事故。
	6	《尾矿库环境监管分类分级技术规程（试行）》	2021	生态环境部	选取定性与定量指标进行分析，将尾矿库划分为以二三级环境监管尾矿库。
	7	《尾矿污染环境防治管理办法》	2022	生态环境部	明确预防为主、污染担责的原则，首次提出对尾矿库实行分类分级环境监督管理。
	8	《尾矿库污染隐患排查治理工作指南（试行）》	2022	生态环境部	建立“资料收集、现场排查、治理及成效核查”的尾矿库污染隐患排查治理工作方法。

	9	《关于全面推进美丽中国建设的意见》	2024	中共中央 国务院	以长江经济带、黄河流域等为重点加强尾矿库污染治理；强化尾矿库、重金属等重点领域以及管辖海域、边境地区等环境隐患排查和风险防控。
	10	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）	2021	生态环境部	明确了一般工业固体废物贮存场、填埋场从选址、建设到运行等流程的环保要求，以及相关监测、监督管理内容。
	11	《重金属环境安全隐患排查整治行动方案（2025-2030 年）》	2025	生态环境部、发展改革委、科学技术部等 9 部门	将涉重金属尾矿库列为重点排查整治对象，对其风险进行评估分级、实施分级整治。
区域层面	12	《长江经济带生态环境保护规划》	2017	原环境保护部、发展改革委、水利部	提出规划化建设尾矿库并严格监督；严防尾矿库不达标废水进入地表水体；整治尾矿库危库、险库；排查尾矿库环境风险等。
	13	《关于加强长江经济带尾矿库污染防治的指导意见》	2019	，推动长江经济带发展领导小组办公室	对区域尾矿库污染防治的做出系统性部署，提出排查摸底、分类整治，强化监管、政策支持四方面的重点任务。
	14	《加强长江经济带尾矿库污染防治实施方案》	2021	生态环境部	提出“两步走”实施目标，到 2023 年底，补齐环境治理设施短板，治理突出环境问题，到 2025 年底，建立长效污染管控机制。
	15	《“十四五”长江经济带尾矿库污染治理实施方案》	2021	推动长江经济带发展领导小组办公室	明确从排查治理、生态修复、完善监管、增强应急能力等方面系统性治理措施。
	16	《江西省尾矿库污染防治验收以及治理成效核查管理办法试行（一）》	2022	江西省生态环境厅	制定尾矿库污染防治验收标准、治理成效核查、尾矿库管理要求等办法，规范尾矿库污染防治验收以及治理成效核查流程。
	17	《尾矿产生单位污染隐患排查治理技术指南（征求意见稿）》	2025	江苏省生态环境厅	明确尾矿污染隐患排查治理的总体要求、工作程序、主要内容和技术要求等。
	18	《铜尾矿作道路材料应用技术规程》	2025	安徽省市场监督管理局	规定铜尾矿作道路材料应用技术的基本要求、原材料、设计、施工、质量控制与验收以及环境监测。
	19	《关于全面加强全省矿产资源节约与综合利用工作的通知》	2024	浙江省自然资源厅	提出矿产资源源头管控措施，监督管理要求及相关激励支持政策。

3 长江经济带尾矿库污染防治现状

2021 年，长江经济带开展流域尾矿库环境状况摸底调查，调研数据显示，长江流域抽查的 38 座尾矿库共发现环境问题 54 个，其中 10 个涉及渗滤液偷排、直排或超标排放，问题及风险检出率高达 68%。同年对沿江省市 2400 余座尾矿库进行全流域排查，累计发现各类环境问题 2100 余个，流域尾矿库污染防控短板突出，地下水监测井缺失或建设不规范，定期监测落实不到位，外排废水、地下水监测频率不足及指标覆盖不全情况较为普遍；渗滤

液导排设施不规范、应急池超水位运行、扬尘防控及雨季截排水措施缺失等问题亦多发[26]。

随着尾矿库环境整治工作全面开启，“十四五”期间长江经济带累计完成 1800 余座尾矿库整改治理，渗滤液偷排直排、监控设施异常、无组织扬尘等问题明显改善[27]，尾矿库治理取得积极进展。其中中央生态环境保护督察与长江经济带生态环境警示片披露问题的整改带动作用尤为突出：如湖北大冶有色金属集团下属的丰山铜矿尾矿库因废水直排长江、防污设施缺失、闭库治理滞后被中央环保督察通报，经整改后完成闭库复绿及渗滤液处理系统升级，周边地表水、地下水重金属浓度稳定达标，彻底消除长江干流污染风险[28]；重庆市秀山县 18 家电解锰企业的 23 个锰渣场（含 19 座尾矿库、4 个渣场）因无防渗系统、整改敷衍，多次被中央环保督察通报，市政府成立工作专班对历史渣场实施深度治理，整治在用渣场“批建不符”及锰渣填埋库未使用问题，目前相关问题已销号公示[29]。此外，赤马山铜矿[25]、连永锰业[30]、洪江市锰业公司整改均取得显著成效[31]（见表 2），流域尾矿库污染防治水平整体提升。但部分尾矿库仍存在运行管理不规范、责任主体落实不到位、基本信息不清等问题。

表 2 长江流域部分尾矿库被中央环保督察通报的情况

Table 2 Status of selected tailings ponds in the yangtze river basin cited in reports by the central ecological and environmental protection inspection

序号	时间（年）	省份	企业名称	问题	整改措施
1	2021	湖北	大冶有色金属集团控股有限公司丰山铜矿	截洪沟建设严重滞后，防污设施缺失，含重金属废水直排长江，年入江尾矿废水达 279 万立方米	立即停排改造；完成尾矿库闭库复绿；新建截洪沟和渗滤液收集处理系统；实施废水回用工程，实现废水零排放；尾矿库变身滨江生态公园
2	2021	湖北	大冶有色金属集团控股有限公司赤马山铜矿	尾矿库停产后未按要求完成闭库治理；尾矿库截洪沟上游大量尾矿砂随意堆放，部分尾砂和选矿废水进入截洪沟排入下游工农水库	拆除赤马山铜矿原选矿厂，并通过验收，正式闭库注销。
4	2017-2025	重庆	秀山县 23 个锰渣场（19 座尾矿+4 个渣场）	18 家电解锰企业锰渣场均无防渗系统；对锰污染整治工作敷衍应对，多轮督察持续关注	编制锰污染系统治理方案；新建防渗系统和渗滤液收集处理设施；推进锰渣场封场和生态修复
5	2024	湖北	阳新连永锰业有限公司	渗滤液治理设施闲置，渗滤液长期超标排放，总锰浓度高达 1572mg/L	对尾矿库整体库区表层做土工膜防渗处理，防止雨水淋溶矿渣，对库区内的导排系统、收集系统进行完善，正常运行渗滤液治理设施，监测结果达标
6	2024	湖南	湖南省洪江市锰业有限责任公司	尾矿库长期渗漏，截洪沟中废水锰浓度高达 1880 毫克/升，超过湖南省工业废水锰污染物排放标准限值 1879 倍	重新修建完善截排洪沟导流沟、沉淀池等防污设施，实现废水的闭环收集，对地表水、地下水、截洪沟等处水质开展长期监测，实施落后产能退出
7	2024	湖北	大冶市亚峰矿业有限责任公司	铁矿石及铁精粉长期露天堆放，淋溶水渗漏至厂区外形成红褐色水沟	落实铁矿石及铁精粉堆存“三防”措施，对尾矿库南侧坝体和原矿堆棚南侧边坡挂网喷浆，修建雨水截流沟，新建雨水收集池、应急池、回水池，绿化尾矿库坝体

8	2024	湖北	嘉鱼县高强锰业有限公司锰渣库	渗滤液直排，监测显示氨氮、总锰浓度分别高达87.1毫克/升、180毫克/升	等整改措施，消除环境污染隐患 对渗滤液收集池坝体加固、加高及防渗，新建渗滤液处理设施，落实锰渣库截洪沟及渗滤液收集管网规范化建设，强化土壤、地下水、下游地表水监督监测

4 长江经济带中下游四省尾矿库管理存在的主要问题

4.1 历史遗留问题短期难以解决

根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）与《尾矿设施设计规范》（GB 50863-2013）的现行规定，我国工业固体废物实施差异化的堆存、防渗、监测及运维管理。但在实际落地过程中，因历史遗留问题的制度性约束，大量建成于 2010 年以前的尾矿库普遍存在“先天不足”，如未开展尾矿属性鉴别，工程建设标准偏低，防渗层结构不符合现行规范要求、雨污分流系统缺失或不完善，导致汛期大量雨水混入尾矿水，环境风险突出，据国家矿山安全监察局 2024 年数据，全国三等及以上的大中型尾矿库仅占 19.5%，四等、五等小型尾矿库占比超过 80%[32]，大量早期小型库受限于当时的技术条件和经济水平，防渗、排洪等关键设施建设标准普遍偏低，整改技术难度大、资金需求高；同时历史遗留尾矿库因企业历经破产、重组、权属变更等多轮调整，常出现责任主体灭失、追溯路径中断等问题，“有主/无主”界定不清，多个停用或闭库尾矿库的后续环境风险责任主体不明；这些历史遗留问题并非单一企业的个体行为，而是特定发展阶段产业政策导向的产物，针对责任主体灭失的尾矿库，政府需要对其安全与环境风险兜底负责，财政压力较大，尾矿库的污染治理、风险防控责任难以落地[33]。

4.2 尾矿库运行管理不规范

我国尾矿库环境管理制度体系日趋完善，但实际执行过程中仍存在较多偏差，难以支撑精准化风险防控需求。据前期工作统计，四省份未建设地下水监测井或监测井不规范的占比约 70%，约 50%的尾矿库缺少渗滤液收集设施，存在渗滤液直接外排情况，一方面是因历史遗留问题的制度性约束，另一方面是环境管理不规范，部分尾矿库运营主体责任意识薄弱，未严格落实《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）关于渗滤液收集与地下水监测的制度要求，突出表现为污染防治设施缺失、日常监管执行不力、监测频次不达标、监测因子覆盖不全等问题，导致污染特征识别不充分、治理成效缺乏科学判定依据[34]。另外，由于部分基层人员专业知识不足，对监测数据难以做出科学的判断，导致部分矿产富集区天然高背景值常被误判为人为污染，如南京江宁区部分铁矿尾矿库地下水铁、锰超标实为区域天然高背景值所致，因判定逻辑简单化，部分项目盲目投入千万元治理却未达预期，造成资金与人力的无效消耗；同时，我国尾矿库差异化管理还存在一定短板，虽然实现了对尾矿库进行分类分级监管，但并未制定不同监管等级尾矿库的管控细则，导致各地方监管存在“形式分级、实质同管”偏差，监管资源配置效率较低，尾矿库环境管理精准化不足。

4.3 部门监管合力不足

尾矿库监管涉及生态环境、应急管理、自然资源、水利等多部门，当前跨部门协同机制存在“多头发力、合力不足”的突出问题。各部门虽各有分工，但在风险隐患评价、尾矿库数量统计环节尚未建立统一标准与信息共享机制，部分地区存在“标准打架”现象。生态环境部与应急管理部的尾矿库数量统计标准尚未统一，长江经济带各省份对历史遗留尾矿库、未履行闭库销号程序尾矿库的界定规则存在差异，对部分未取得生产许可证的小型尾矿堆场是否纳入监管仍存在争议，在册登记数量与实际存量存在偏差。同一尾矿库不同部门出具的风险等级判定结果不一致，导致企业无所适从。此外，跨部门联动响应效率偏低，日常监管

以部门单独检查为主，联合执法频次不足，未形成常态化协同机制；突发环境事件应急处置中，常出现监测数据不互通、处置措施衔接不畅等问题，难以形成风险防控合力[35]。

4.4 尾矿库基础信息不完善

尾矿库基础信息的完整性与准确性是开展风险精准防控、推进尾矿资源化利用的核心前提。部分早期建成的尾矿库受限于建设时期规范不完善，普遍存在工程地质勘察报告、设计施工档案、环境影响评价文件、环境监测数据等核心基础资料缺失问题，库区地质条件、尾矿堆存特性、污染本底值等关键信息难以精准核验；同时运营管理单位对全国尾矿环境管理信息系统填报工作重视不足，部分中小型尾矿库企业因人员配备不足、信息化水平有限，存在填报信息缺项漏项、监测数据更新滞后等情况，系统数据的时效性和准确性有待提升，难以保障尾矿库基础信息质量。

5 长江经济带中下游四省尾矿库环境管理建议

基于长江经济带尾矿库污染防治现状及主要问题，从压实主体责任、强化政策支持、健全监管机制、完善信息台账四个方面提出相关对策建议，见图 3。

5.1 压实主体责任，及时消除风险隐患

坚持“谁产生、谁治理，谁污染、谁担责”原则，进一步压实属地政府监管责任与企业主体治理责任，完善多层级责任传导体系，推动尾矿库环境风险隐患动态清零。首先要精准厘清责任归属，统一历史遗留无主尾矿库的认定标准及程序，明确在产运营企业为尾矿库污染治理第一责任主体，对责任主体灭失、权属不清的历史遗留尾矿库，建立各级财政分担的治理资金保障机制，统筹矿产资源开发收益、生态转移支付、社会资本参与等多元资金渠道，破解整改资金瓶颈，推动长江经济带等重点区域历史遗留尾矿库风险处置与闭库生态修复；其次是严格落实“一库一策”整治要求，结合矿种特性、区域风险特征与运行状态制定差异化整改方案，加强科技支撑能力，鼓励科研机构与企业联合开展尾矿源头减量、低成本低扰动风险防控、尾矿资源化利用等关键技术研发与推广应用，降低尾矿库治理和运营成本。

5.2 强化政策支持，规范尾矿库的运行管理

推动尾矿库全生命周期规范运行，构建覆盖源头防控、过程监管、风险处置的全链条管理机制，要严格落实生态环境法典及固体废物污染环境防治、尾矿库安全监督管理等现行法律法规要求，强化尾矿库管理要求与现有一般工业固体废物管理体系衔接，确保尾矿属性鉴别、分类贮存、污染防控、监测监管等各环节工作均严格落实相关规定；定期开展环境监测、污染判定领域的专项培训，提升基层人员的业务能力；深化尾矿库分类分级的差异化管理，配套出台不同风险等级尾矿库的差异化管控操作指南，促使监管资源向高风险对象倾斜，提升资源配置效率。

5.3 健全监管机制，凝聚监管治理合力

健全生态环境、应急管理、自然资源、水利等多部门参与的尾矿库协同监管机制，统一风险隐患评价、尾矿库数量统计标准，从源头上消除“标准打架”问题；建设跨部门共享的尾矿库信息管理平台，将同一尾矿库的用地审批、安全许可、排污许可、监测数据、风险等级等信息纳入统一数据库，实现部门间信息互通与动态更新；健全突发环境事件跨部门联动响应机制，明确应急状态下各部门的职责分工、监测数据共享规则、处置措施衔接流程，组织跨部门联合应急演练与监管人员业务培训，提升应急队伍的能力与应急处置效率，推动多部门联合执法，将联合执法纳入常态化监管流程。

5.4 完善信息台账，夯实数据支撑基础

建议开展长江经济带尾矿库整体摸排，重点聚焦长江干流、两湖流域沿线、沿江产业园区及重点耕地周边的涉重金属历史遗留尾矿库，联合地勘、环保、安监等专业机构对存量老旧库开展现场勘测与溯源，核定尾矿库数量、分布、类型、堆存规模等核心信息，补充完善地质勘察、环境本底监测、尾矿特性检测等关键数据，实现底数清、情况明。其次是强化信

息化管理，地方主管部门严格督促企业落实全国尾矿库环境管理信息系统填报要求，建议将填报情况纳入年度考核，落实运营单位动态更新主体责任。同时定期组织尾矿环境管理信息系统填报培训，明确各类信息的填报标准与时限要求，对信息化能力薄弱的中小型尾矿库企业提供技术帮扶。

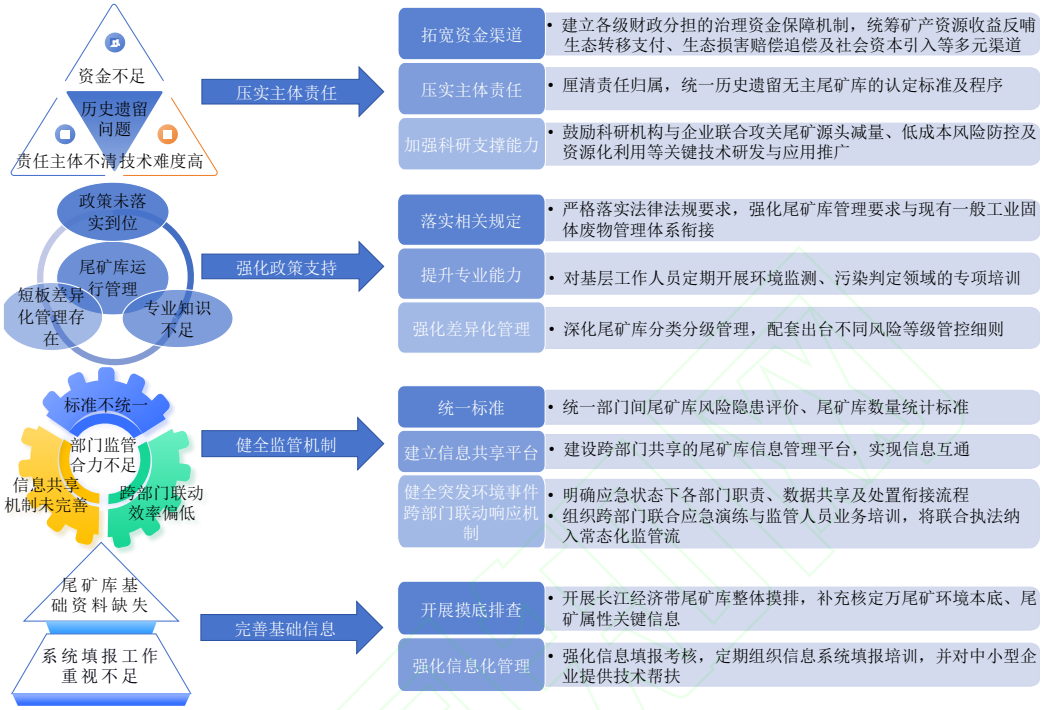


图 3 长江经济带下游四省尾矿库污染防治问题及相关建议

Fig. 3 Issues regarding pollution prevention and control at tailings ponds in the four provinces of the lower yangtze river economic belt and related recommendations

6 结语

（1）尾矿库历史遗留问题整改面临资金大、技术难、责任不清等障碍。建议统一无主库认定标准，厘清责任，建立财政分担的多元资金机制，推动源头减量与低成本风险防控技术攻关，降低治理成本。

（2）部分尾矿库管理不规范，基层能力与差异化管理不足。建议强化法规衔接，开展专项培训，出台差异化管控指南，推动监管资源向高风险倾斜。

（3）尾矿库监管涉及多个部门，各部门尚未建立统一的工作标准与信息共享机制，监管合力不足，建议统一风险评价与数量统计标准，建设跨部门信息共享平台，健全应急联动响应机制，推动联合执法常态化。

（4）尾矿库基础信息缺失较多，制约精准防控与资源化利用。建议从整体上开展长江经济带尾矿库摸底排查，加强全国监管系统信息填报管理。

参考文献

[1] 黄贤金, 毛熙彦, 李焕, 等. 长江经济带资源环境与绿色发展 [M]. 南京: 南京大学出版社, 2020: 34-57. [HUANG Xian-jin, MAO Xi-yan, LI Huan, *et al*. Resources, Environment and Green Development of the Yangtze River Economic Belt [M]. Nanjing: Nanjing University Press, 2020: 34-57.]

[2] 成金华, 赵豪. 推动长江经济带矿产资源开发和生态环境保护相协调 [J]. 长江流域经济研究, 2025, (01): 3-12. [CHENG Jin-hua, ZHAO Hao. Promoting Coordination Between Mineral Resources Development and Ecological Environment Protection in the Yangtze River Economic Belt [J]. Yangtze River Basin Economic Research, 2025, (01): 3-12.]

[3] HU S, XIONG X, LI X, *et al*. Spatial Distribution Characteristics, Risk Assessment and Management Strategies of Tailings Ponds in China [J]. Science of the Total Environment, 2024, 912: 169069.

[4] HUDSON-EDWARDS K A, KEMP D, TORRES-CRUZ L A, *et al*. Tailings Storage Facilities, Failures and Disaster Risk [J]. Nature Reviews Earth & Environment, 2024, 5: 612-630.

[5] LING J, ZHAO X, ZHOU L, *et al*. Combined Environmental and Natural Disaster Risk Assessment of Tailing Ponds in China and Diverse Responses Analysis [J]. Environment International, 2025, c: 109610.

[6] PANG K, LIU L, YANG J, *et al*. A Source-oriented Precise Risk Assessment of Trace Metal(loid)s in Sediments of the Yangtze River Basin [J]. Environmental Pollution, 2025, 384(c): 126896.

[7] ASKA B, FRANKS D M, STRINGER M, *et al*. Biodiversity Conservation Threatened by Global Mining Wastes [J]. Nature Sustainability, 2024, 7: 23-30.

[8] SU C, RANA N M, ZHANG S, *et al*. Environmental Pollution and Human Health Risk Due to Tailings Storage Facilities in China [J]. Science of the Total Environment, 2024, 928: 172437.

[9] SHI B, LI X, HU W, *et al*. Environmental Risk of Tailings Pond Leachate Pollution: Traceable Strategy for Leakage Channel and Influence Range of Leachate [J]. Journal of Environmental Management, 2023, 331: 117341.

[10] 王君. 2023 年长江经济带区域拉动全国经济增长 2.6 个百分点 [N]. 中国信息报, 2024-02-20. [WANG Jun. The Yangtze River Economic Belt Contributed 2.6 Percentage Points to National Economic Growth in 2023 [N]. China Information News, 2024-02-20.]

[11]汪朝阳, 王宗威. 长江经济带经济发展与生态环境耦合协调度的时空演化及收敛特征 [J]. 统计与决策, 2026, (10): 106-111. [WANG Chao-yang, WANG Zong-wei. Spatiotemporal Evolution and Convergence Characteristics of the Coupling Coordination Degree between Economic Development and Ecological Environment in the Yangtze River Economic Belt [J]. Statistics and Decision, 2026, (10): 106-111.]

[12] 高鹏飞, 赵艳宾. 某尾矿库闭库及综合治理研究 [J]. 中国矿业, 2025, 34(S1): 123-126. [GAO Peng-fei, ZHAO Yan-bin. Study on Closure and Comprehensive Treatment of a Tailings Pond [J]. China Mining Magazine, 2025, 34(S1): 123-126.]

[13] 蒋硕, 刘丙祥, 宋小鹏, 等. 铜陵某富铜尾矿库下游重金属污染特征与生态风险 [J]. 地球与环境, 2024, 52(03): 354-364. [JIANG Shuo, LIU Bing-xiang, SONG Xiao-peng, et al. Heavy Metal Pollution Characteristics and Ecological Risk Downstream of a Copper-Rich Tailings Pond in Tongling [J]. Earth and Environment, 2024, 52(03): 354-364.]

[14] ZOU H, REN B, DENG X, *et al*. Geographic Distribution, Source Analysis, and Ecological Risk Assessment of PTEs in the Topsoil of Different Land Uses Around the Antimony Tailings Tank: A Case Study of Longwangchi Tailings Pond, Hunan, China [J]. Ecological Indicators, 2023, 155: 110205.

[15] REN M, CAI Q, PEI W, *et al*. Tracing Copper Pollution Migration Mechanisms in Mine Tailings Pond and Surrounding Soils Using Isotopes: A Case Study of the Shuimuchong Tailings Pond, Tongling, China [J]. Environmental Pollution, 2025, 387: 127305.

[16] 胡刚, 欧阳学财, 缪向亮. 江西省矿产资源形势现状与资源保障程度研究 [J]. 矿产勘查, 2025, 16(12): 2683-2692. [HU Gang, OUYANG Xue-cai, MIAO Xiang-liang. Research on the

Current Situation of Mineral Resources and Resource Guarantee Degree in Jiangxi Province [J]. Mineral Exploration, 2025, 16(12): 2683-2692.]

[17] 江西省人民政府. 江西省矿产资源总体规划(2021-2025 年) [EB/OL]. (2022-11-11) [2026-03-26].. [Jiangxi Provincial People's Government. Overall Plan for Mineral Resources in Jiangxi Province (2021-2025) [EB/OL]. (2022-11-11) [2026-06-02]. http://bnr.jiangxi.gov.cn/jxszrzyt/wjtz989/content/content_1887861068192325632.html.]

[18] 潘茜, 查钟健, 马连新, 等. 安徽省主要矿产资源供需分析及对策建议 [J]. 安徽地质, 2025, 35(04): 371-376. [PAN Qian, ZHA Zhong-jian, MA Lian-xin, *et al*. Supply and Demand Analysis and Countermeasure Suggestions of Main Mineral Resources in Anhui Province [J]. Geology of Anhui, 2025, 35(04): 371-376.]

[19] 张放, 程春凤, 黄敏. 安徽省重要矿产资源产业竞争力现状分析 [J]. 能源与节能, 2025, 06): 69-71+148. [ZHANG Fang, CHENG Chun-feng, HUANG Min. Analysis on the Current Situation of Industrial Competitiveness of Important Mineral Resources in Anhui Province [J]. Energy and Energy Conservation, 2025, (06): 69-71, 148.]

[20] 王硕, 田祎, 叶旌, 等. 国内外尾矿管理制度比较研究和展望 [J]. 中国环境监测, 2020, 36(06): 29-35. [WANG Shuo, TIAN Yi, YE Jing, *et al*. Comparative Study and Prospect of Tailings Management Systems in China and Abroad [J]. Environmental Monitoring in China, 2020, 36(06): 29-35.]

[21] 袁华山, 张明慧, 陶霞, 等. 尾矿库环境事故因素分析及建议 [J]. 环境工程技术学报, 2024, 14(3): 1026-1033. [YUAN Hua-shan, ZHANG Ming-hui, TAO Xia, *et al*. Factor Analysis and Suggestions on Environmental Accidents of Tailings Ponds [J]. Journal of Environmental Engineering Technology, 2024, 14(03): 1026-1033.]

[22] 江西省生态环境厅. 关于公开征求《江西省尾矿库污染防治验收以及治理成效核查管理办法（试行）（征求意见稿）》意见建议的公告 [EB/OL]. (2022-12-28) [2026-06-02]. https://sthjt.jiangxi.gov.cn/jxssthjt/col/col42164/content/content_1766291172312674304.html. [Department of Ecology and Environment of Jiangxi Province. Announcement on Soliciting Public Comments on the Measures of Jiangxi Province for the Acceptance of Pollution Prevention and Control and the Verification of Governance Effectiveness of Tailings Ponds (Trial) (Draft for Comment) [EB/OL]. (2022-12-28) [2026-06-02]. https://sthjt.jiangxi.gov.cn/jxssthjt/col/col42164/content/content_1766291172312674304.html.]

[23] 江苏省生态环境厅. 江苏省生态环境厅关于征求《尾矿产生单位污染隐患排查治理技术指南（征求意见稿）》意见的函 [EB/OL]. (2025-05-16) [2026-06-02]. https://sthjt.jiangsu.gov.cn/zjdc/jsurvey/questionnaire/jsurvey_333.html. [Department of Ecology and Environment of Jiangsu Province. Letter on Soliciting Comments on the Technical Guidelines for the Investigation and Governance of Pollution Hazards in Tailings Generating Units (Draft for Comment) [EB/OL]. (2025-05-16) [2026-06-02]. https://sthjt.jiangsu.gov.cn/zjdc/jsurvey/questionnaire/jsurvey_333.html.]

[24] 铜陵市人民政府. 铜尾矿作道路材料应用技术规程 [EB/OL]. (2025-09-22) [2026-06-02]. https://www.tl.gov.cn/openness/OpennessContent/show/1117579.html. [People's Government of Tongling Municipality. Technical Specification for Application of Copper Tailings as Road Materials [EB/OL]. (2025-09-22) [2026-06-02]. https://www.tl.gov.cn/openness/OpennessContent/show/1117579.html.]

[25] 浙江省自然资源厅. 关于全面加强全省矿产资源节约与综合利用工作的通知 [EB/OL].

(2024-08-01) [2026-06-02]. https://zrzyt.zj.gov.cn/art/2024/8/1/art_1229098242_2525967.html. [Department of Natural Resources of Zhejiang Province. Notice on Comprehensively Strengthening the Conservation and Comprehensive Utilization of Mineral Resources throughout the Province [EB/OL]. (2024-08-01) [2026-06-02]. https://zrzyt.zj.gov.cn/art/2024/8/1/art_1229098242_2525967.html.]

[26] 王玉晶, 石一辰, 聂晶磊, 等. 尾矿污染防治的进展、问题与对策建议 [J]. 环境保护, 2022, 50(24): 52–55. [WANG Yu-jing, SHI Yi-chen, NIE Jing-lei, *et al*. Progress, Problems and Countermeasure Suggestions on Tailings Pollution Prevention and Control [J]. Environmental Protection, 2022, 50(24): 52-55.]

[27] 新华网. “十四五”期间我国生态环境治理工程成效显著 [EB/OL]. (2026-01-28) [2026-03-26]. https://www3.xinhuanet.com/20260128/c66ec64a32a94a19a20c6bd8cc431627/c.html. [Xinhua News Agency. Significant Achievements in China’s Ecological and Environmental Governance Projects During the 14th Five-Year Plan Period [EB/OL]. (2026-01-28) [2026-06-02]. https://www3.xinhuanet.com/20260128/c66ec64a32a94a19a20c6bd8cc431627/c.html.]

[28] 中华人民共和国生态环境部. 中国有色集团下属大冶有色公司环境污染严重 风险隐患突出 [EB/OL]. (2021-09-06) [2026-06-02]. https://www.mee.gov.cn/ywgz/zysthjbhdc/dcjl/202109/t20210906_900028.shtml. [Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. Severe Environmental Pollution and Prominent Risk Hazards at Daye Nonferrous Metals Company under China Nonferrous Metal Mining Group [EB/OL]. (2021-09-06) [2026-06-02]. https://www.mee.gov.cn/ywgz/zysthjbhdc/dcjl/202109/t20210906_900028.shtml.]

[29] 重庆人大. 重庆市人大环境与资源保护委员会关于我市尾矿库综合治理和资源化利用情况的调研报告 [EB/OL]. (2024-02-26) [2026-06-02]. https://www.cqrd.gov.cn/site/article/1217163938459832320/web/content_1217163938459832320.html. [Chongqing Municipal People's Congress. Environmental and Resources Protection Committee of Chongqing Municipal People's Congress. Research Report on the Comprehensive Management and Resource Utilization of Tailings Ponds in Chongqing [EB/OL]. (2024-02-26) [2026-06-02]. https://www.cqrd.gov.cn/site/article/1217163938459832320/web/content_1217163938459832320.html.]

[30] 黄石市人民政府. 黄石市第三轮中央生态环境保护督察反馈问题（省序号 44）整改完成情况的公示 [EB/OL]. (2025-12-04) [2026-06-02]. https://www.huangshi.gov.cn/xwdt/2020_gggs/202512/t20251204_1286069.html. [Huangshi Municipal People's Government. Public Notice on the Completion of Rectification of Issues Identified in the Third Round of Central Ecological and Environmental Protection Inspection (Provincial Serial No. 44) in Huangshi City [EB/OL]. (2025-12-04) [2026-06-02]. https://www.huangshi.gov.cn/xwdt/2020_gggs/202512/t20251204_1286069.html.]

[31] 新邵县人民政府. 关于第三轮中央生态环境保护督察第 13 项反馈问题整改完成情况公示 [EB/OL]. (2025-11-17) [2026-06-02]. https://www.xinshao.gov.cn/xsxsthjj/nbsfw/202511/7a17d5e07dd54a3c99a73f7382dece26.shtml. [Xinshao County People's Government. Public Notice on the Completion of Rectification of the 13th Feedback Issue Identified in the Third Round of Central Ecological and Environmental Protection Inspection [EB/OL]. (2025-11-17) [2026-06-02].

https://www.xinshao.gov.cn/xsxsthjj/nbsfw/202511/7a17d5e07dd54a3c99a73f7382dece26.shtml.]

[32] 国家矿山安全监察局. 我国尾矿库数量与 2020 年相比下降 32.4% [EB/OL]. (2024-04-09) [2026-06-02]. https://www.chinamine-safety.gov.cn/xw/mkaqjcxw/202404/t20240409_484656.shtml. [National Mine Safety Administration. Number of Tailings Ponds in China Decreased by 32.4% Compared with 2020 [EB/OL]. (2024-04-09) [2026-06-02]. https://www.chinamine-safety.gov.cn/xw/mkaqjcxw/202404/t20240409_484656.shtml.]

[33] 田祎, 赵虎, 王硕, 等. 我国尾矿环境风险分析与措施建议 [J]. 中国矿业, 2022, 31(10): 57–61+81. [TIAN Yi, ZHAO Hu, WANG Shuo, *et al*. Environmental Risk Analysis and Countermeasure Suggestions for Tailings in China [J]. China Mining Magazine, 2022, 31(10): 57-61, 81.]

[34] 于然, 张洁, 胥清波, 等. 黄河流域尾矿库管理现状分析及对策建议 [J]. 环境科学研究, 2026, 39(01): 202–210. [YU Ran, ZHANG Jie, XU Qing-bo, *et al*. Analysis on Current Management Status and Countermeasure Suggestions of Tailings Ponds in the Yellow River Basin [J]. Research of Environmental Sciences, 2026, 39(01): 202-210.]

[35] 王宏洋, 王旭, 陈海燕, 等. 尾矿库环境风险管控相关政策分析及建议 [J]. 环境科学研究, 2023, 36(5): 1052-1060. [WANG Hong-yang, WANG Xu, CHEN Hai-yan, et al. Analysis of and Recommendations on Policies Related to Environmental Risk Management and Control of Tailings Ponds [J]. Research of Environmental Sciences, 2023, 36(5): 1052-1060.]

作者简介：李春艳（1996 年-），女，重庆市开州人，工程师，研究方向为固废污染与防治。
E-mail：chunyanli0805@126.com