

《锰渣污染地块原位阻控与生态修复
技术指南》（征求意见稿）
编制说明



有研资源环境技术研究院（北京）有限公司

2024年10月18日

目 次

一、 任务来源.....	1
二、 标准编制必要性.....	2
三、 主要工作过程.....	4
四、 国内外相关标准概况.....	5
(一) 国内相关标准情况.....	5
(二) 国外相关标准情况.....	6
五、 编制原则及与现行标准的关系.....	6
(一) 编制原则.....	6
(二) 与现行标准的关系.....	6
六、 主要技术内容及说明.....	7
(一) 第4章 总体要求.....	7
(二) 第5章 实施流程.....	8
(三) 第6章 原位阻控.....	8
(四) 第7章 生态修复.....	9
(五) 第8章 监测与评估.....	10
七、 预期效果.....	10
八、 重大意见分歧的处理依据及结果.....	10
九、 作为推荐性标准或强制性标准的建议及理由.....	10
十、 实施标准的措施（政策措施、宣贯培训、试点示范、配套资金）.....	10
十一、 其他应说明的事项.....	10

锰渣污染地块原位阻控与生态修复技术指南

编制说明

一、任务来源

金属锰是国家重要战略资源之一，每产生 1 吨的电解金属锰，将产生 10~12 吨的电解锰渣，我国电解锰渣的储存量已超过 1.6 亿吨。电解锰渣产生的主要污染物为可溶性锰 (Mn^{2+}) 和氨氮 (NH_4^+-N) 等。在堆存过程中，随着雨水冲刷和淋溶，外加不当的堆渣场防渗措施，导致其中的可溶性锰和氨氮等污染物随雨水、渗滤液等进入周边生态环境，污染土壤、河流和地下水，破坏生态平衡，危害人体健康。本任务来源于主编单位有研资源环境技术研究院（北京）有限公司作为课题承担单位的 2022 年广西重点研发计划项目“典型岩溶地区锰渣污染土壤地下水协同修复关键技术研发与应用”（项目编号：桂科 AB23026043）。本标准项目从机制、技术、实践等层面全面支撑电解锰渣污染治理工作，进一步完善我国电解锰行业污染修复技术体系。项目成果可缓解污染土壤及地下水治理成本高、难度大与地方财政资金投入不足的矛盾局面，推进实施固废资源化利用，贯彻“以废治废”理念，逐步消除固废存量，降低污染迁移风险，防止污染物通过食物链转移，影响人体健康，并助力在产的电解锰行业可持续发展。电解锰渣污染治理修复技术及模式，可在全国范围内实施推广应用，推动解决国内历史遗留锰渣堆场区的污染问题。

本标准由有研资源环境技术研究院（北京）有限公司作为项目承担单位，有研资源环境技术研究院（北京）有限公司、广西博世科环保科技股份有限公司、中国地质大学（北京）等作为项目协作单位，

联合承担《锰渣污染地块原位阻控与生态修复技术指南》标准项目的编制工作。

二、标准编制必要性

中国是世界最大的电解金属锰生产国，电解锰年产量可达 140 万吨，占全球供应的 97.0% 以上。研究发现每产生 1 吨的电解金属锰，将产生 10~12 吨的电解锰渣。电解锰渣是碳酸锰矿硫酸浸出后在过滤器中产生的固体废物，是电解锰行业的重点污染物。近几十年来，我国电解锰渣的储存量已超过 1.6 亿吨，每年排放近 1000 万吨的电解锰渣。电解锰渣目前的处置方式主要是堆放在开放式填埋场中，锰渣中存在的铁、镁等氢氧化物胶体成分使锰渣中的水分难以被完全压滤，导致了锰渣中较高的含水率。含水率较高会使得存在的可溶性离子（如重金属锰离子）浸出产生渗滤液，渗滤液中锰浓度甚至高达 3000 mg/L。在降雨和自然渗滤作用下渗滤液下渗会导致堆放场地土壤发生严重的锰污染，渗滤液随地表径流会进一步污染周边地表水环境。而且可溶性锰具有较高的流动性和迁移性，随时间进一步扩散污染地下水。此外，过去由于资金投入和技术水平不足，电解锰渣场的选址和建设都存在一定的缺陷，尤其是防渗工作。电解锰渣场的防渗不完全，防渗膜缺乏或破碎、排水系统不完善，导致了电解锰渣场土壤和地下水环境中锰污染日趋严重。2017 年在重庆市城口县某电解锰渣场的地下水检测发现总锰浓度高达 60 mg/L，2020 年检测城口电解锰渣场地下水总锰浓度高达 400 mg/L，远远高于《地下水质量标准》总锰 III 类标准 0.1 mg/L（GB/T 14848-2017）。

由于历史上长期的粗放生产，电解锰行业生产也带来了锰渣污染问题，导致生态环境遭受了严重污染，区域内地表水、地下水水质普遍超标，特别是电解锰渣中的可溶性锰离子致地表水最高超标达 100 倍以上，可溶性锰和氨氮进一步迁移至土壤中造成严重污染。然而锰渣污染治理一直存在技术手段欠缺、治理难度大、资金短缺、监测监管基础薄弱、支撑能力不足等实际困难。随着国家对生态文明建设的重视程度不断提高，开展锰渣污染场地及周边环境的治理恢复工作刻不容缓。

本标准开发电解锰渣污染地块治理修复技术，是符合国家环境污染治理与固废资源化利用等相关规划、政策和计划导向的重点领域。生态环境部专门针对电解金属锰行业发布了系列文件，《电解锰行业污染防治技术政策》、《电解金属锰企业环境监察工作指南》、《电解金属锰企业环境守法导则》以及 2022 年 3 月发布了《锰渣污染控制技术规范》（HJ1241-2022）。特别是环发[2010]150 号《电解锰行业污染防治技术政策》中对矿石品位、物料消耗、工艺过程中污染控制、废水、废渣末端循环及处理处置技术等都作了要求。2021 年四部委颁布《关于加强锰污染治理和推动锰产业结构调整的通知》文件明确严控新建锰渣库，锰污染治理问题已经成为电解锰行业必须面对的首要问题。目前亟待开发出绿色、经济、长效的锰渣污染土壤及地下水修复新技术，形成可借鉴、可推广、可持续的电解锰行业污染治理修复技术体系。

因此，总结国内外成功的锰渣污染场地治理技术实践及本单位成

熟的相关经验，结合国家推荐鼓励使用的相关材料与技术，制定锰渣污染土壤地下水协同修复技术标准，对于推进锰渣污染场地治理技术的标准化和规范化，大幅度提升锰渣污染场地治理的能力和水平，降低污染物的环境迁移风险，保障《土壤污染防治行动计划》的实施，贯彻落实《土壤污染防治法》，推动国民经济可持续发展具有重大意义。

三、主要工作过程

本标准由有研资源环境技术研究院（北京）有限公司、广西博世科环保科技股份有限公司、中国地质大学（北京）等单位协助起草。技术归口单位为中华环保联合会。

2023年6月，广西博世科环保科技股份有限公司组织召开广西重点研发计划项目《典型岩溶地区锰渣污染土壤地下水协同修复关键技术研发与应用示范》启动会。有研资源环境技术研究院（北京）有限公司承担锰渣污染土壤修复技术研发，并提出《锰渣污染地块原位阻控与生态修复技术指南》编制工作；

2023年8月，标准编制组在北京市召开了《锰渣污染地块原位阻控与生态修复技术指南》团体标准启动会，有研资源环境技术研究院（北京）有限公司、中国地质大学（北京）、广西博世科环保科技股份有限公司等主、参编单位确定了标准主要内容和编写框架；

2023年12月，标准编制组在北京召开了《锰渣污染地块原位阻控与生态修复技术指南》团体标准座谈会，有研资源环境技术研究院（北京）有限公司、中国地质大学（北京）等主、参编单位对标准草

案初稿提出修改意见；

2024年4月，标准编制组召开了《锰渣污染地块原位阻控与生态修复技术指南》团体标准线上座谈会，有研资源环境技术研究院（北京）有限公司、中国地质大学（北京）等主、参编单位修改标准初稿并形成草案稿；

2024年5月，由中华环保联合会组织专家进行立项评审，专家组一致通过《锰渣污染地块原位阻控与生态修复技术指南》标准立项；

2024年8月，由中华环保联合会组织专家进行技术审查，专家组一致通过《锰渣污染地块原位阻控与生态修复技术指南》标准发布征求意见稿。并根据返回征求意见稿修改标准内容，初步形成送审稿。

四、国内外相关标准概况

（一）国内相关标准情况

我国在锰渣污染治理方面已有相关技术规范，例如，由生态环境部发布的《锰渣污染控制技术规范》，明确了锰渣收集、贮存、运输、处理、利用和处置过程中的污染控制技术要求，以及监测和环境管理要求。这为锰渣的环境管理提供了标准化指导。为了指导具体的地下水修复工作，生态环境部制定了《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》。该导则提出了污染地块地下水修复和风险管控的基本原则、工作程序和技术要求，为地下水修复工作提供了规范和指导。在修复技术方面，我国鼓励采用协同修复技术，即结合物理、化学和生物方法，对土壤和地下水进行综合修复。例如，物理化学修复技术可以通过吸附、沉淀等方法去除土壤和地下水中的锰离子；生物修复技术则

利用微生物降解有机污染物，恢复生态系统功能。此外，我国还强调了风险管控的重要性。《污染地块风险管控技术指南》提出了风险评估、风险管理和风险沟通等方面的指导原则，以确保修复工程的有效性和安全性。

尽管国内外在锰渣处理、填埋、污染水体方面已经建立系列标准，但在锰渣污染地块修复方面，仍存在标准空白。原位阻控和生态修复作为锰渣污染地块风险管控的手段，能够有效降低锰和氨氮等污染物的环境风险，但针对这一技术的系统性规范和操作指导尚不完善。

（二）国外相关标准情况

国外目前没有关于锰渣污染治理方面的具体标准。在欧盟尽管没有专门针对锰渣的细则，但它为污染土壤修复提供了框架，建议采用稳定化和固化方法来处理重金属污染。

五、编制原则及与现行标准的关系

（一）编制原则

《锰渣污染地块原位阻控与生态修复技术指南》的制订基本原则：

本标准按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求进行编写；

符合相关法律、法规和有关规定，在编制过程中充分考虑技术内容的科学性、适用性和可操作性。

（二）与现行标准的关系

本标准未采用国际标准。本标准微生物安全原则的制定主要依据

了 HJ/T 415 《环保用微生物菌剂环境安全评价导则》。场地污染调查主要引用了 HJ 25.1 《场地环境调查技术导则》。固废材料的选择与使用原则依据了 GB/T 32326 《工业固体废物综合利用技术评价导则》。生态修复技术实施主要引用了 HG/T 20719 《微生物法修复化工污染土壤技术规范》。锰渣的处置主要依据 GB 18599 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》和 HJ 1241 《锰渣污染控制技术规范》。固废基阻控材料施加后，土壤质量应符合 GB 36600 《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》。监测与评估章节的框架内容构建主要引用了 HJ 25.2 《建设用土壤污染风险管控和修复监测技术导则》、HJ 25.5 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》、HJ 25.4 《建设用土壤修复技术导则》、GB3838 《地表水环境质量标准》、HJ 1272 《生态保护修复成效评估技术指南》。

六、主要技术内容及说明

（一）第 4 章 总体要求

本部分从锰渣污染地块污染防治原则、环境风险控制、锰渣污染地块原位阻控和生态修复技术方案制定、锰渣污染地块原位阻控和生态修复过程提出了总体要求。其中，锰渣污染地块的治理宜遵循“源头防控、风险控制、生态恢复、长效持续、经济适用”原则，实现污染物稳定化、生态系统功能重建及环境风险长期可控。应识别锰渣污染地块的污染源，并采取防控措施。锰渣产生、收集、运输、贮存、利用与处置等环节的污染控制应符合 GB 18599 和 HJ 1241 的规定。修复开始前，应获取地块污染调查结果，必要时依据 HJ 25.1 补充

污染调查。根据地块特征、修复目标等制定修复方案，修复方案应包括材料选择、工艺设计、工程实施、监测与评估等内容。材料的选择、配比、投加量、投加方式、技术选择和施工不应对地块及周边环境造成二次污染。宜根据污染地块水文地质条件、土壤、水体使用功能、污染程度和范围以及对人体健康和生态受体造成的危害，合理选择原位阻控和生态修复技术，因地制宜进行原位阻控和生态修复工艺设计，使地块原位阻控和生态修复工程切实可行。锰渣污染地块原位阻控和生态修复工程设计与施工，应符合安全生产、职业健康、交通运输、消防安全等法规及标准规定，防止对施工人员、周边人群健康和生态受体产生危害。

(二) 第 5 章 实施流程

5.1 部分提出了锰渣污染地块原位阻控与生态修复技术的实施流程。实施流程主要包括：原位阻控和生态修复两部分主要内容。

5.2 部分对锰渣污染地块原位阻控与生态修复技术的实施流程进行了一般规定。

(三) 第 6 章 原位阻控

6.1 部分提出了原位阻控的一般规定。

6.2 部分提出了阻控材料的选择。阻控材料宜对锰等其他污染物具有高效固定或稳定作用，包括但不限于：微生物阻控材料、化学阻控材料、固废基阻控材料（有机固废基阻控材料和无机固废基阻控材料）。宜根据土壤、水体的污染状况，选择不同组合的阻控材料：（1）针对锰渣污染土壤，宜优先选用微生物阻控材料或与其他材料协同

(包括微生物阻隔材料、微生物与化学联合阻隔材料、微生物与固废基联合阻隔材料);对于土壤渗透性低于 $6.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 的土壤,可选用化学阻隔材料或固废基阻隔材料或其组合材料。(2) 针对污染程度较低的水体,宜优先选用微生物阻隔材料、微生物与有机固废基联合阻隔材料;对于污染程度较高的水体,宜首先选用化学阻隔材料、固废基阻隔材料等进行原位阻隔,待污染物浓度降低至微生物可耐受范围后选用微生物阻隔材料,加速污染物的降解。

6.3 部分提出了原位阻隔技术工艺设计。

6.4 部分提出了原位阻隔施工过程。

(四) 第 7 章 生态修复

7.1 部分提出了生态修复的一般规定。

7.2 部分提出了生态修复材料的选择。生态修复材料包括但不限于:植物生态修复材料、调理剂(化学调理剂、有机质调理剂、矿物质)、微生物生态修复材料。生态修复材料宜根据土壤、地表水的污染状况,选择不同组合的生态修复材料:(1) 针对锰渣污染土壤,宜优先选用植物组合材料(包括植物生态修复材料、调理剂与植物生态修复材料、植物与微生物联合生态修复材料),减少生态恢复施工措施;对于植物生长困难的土壤,可选用调理剂、微生物生态修复材料及其组合材料,调理土壤至适宜生态恢复。(2) 针对锰渣污染地表水,宜选用植物生态修复材料、微生物生态修复材料及其组合材料(包括微生物生态修复材料、有机质调理剂与微生物联合生态修复材料、矿物质联合微生物生态修复材料)。

7.3 部分提出了生态修复工艺设计。

7.4 部分提出了生态修复施工过程。

(五) 第 8 章 监测与评估

本部分提出了监测与评估内容，确保工程实施过程后的环境安全。修复后土壤需进行环境监测，包括长期监测对象、长期监测点位的布设、长期监测指标、注意事项等。

七、预期效果

本标准提供了本文件规定了锰渣污染地块原位阻控与生态修复技术的总体要求、实施流程、原位阻控、生态修复、监测与评估等技术内容。本标准的实施能够有效规范锰渣污染地块原位阻控与生态修复技术在锰渣污染土壤治理行业的应用，并指导行业运行实践。

八、重大意见分歧的处理依据及结果

目前处于征求意见阶段，尚未出现重大意见分歧。

九、作为推荐性标准或强制性标准的建议及理由

本标准为中国环保联合会团体标准。未涉及强制内容。

十、实施标准的措施（政策措施、宣贯培训、试点示范、配套资金）

本标准处于征求意见阶段，未进入实施阶段。

十一、其他应说明的事项

无。