

有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复 技术指南

编制说明

起草单位： 中国地质大学（北京）

参编单位： 中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司、中山大学、昆明理工大学、西南科技大学、北京矿冶科技集团有限公司、中铝集团四川省会理县鹏程废渣利用有限公司、罗平锌电上市公司贵州省安顺市普定县向荣矿业有限责任公司、广西博世科环保科技股份有限公司

主要起草人： 姚俊、唐垂云、刘兴宇、刘建丽、李淼淼，华绍广，董鹏，谌书，汤叶涛，朱红祥，刘厚权，姜顺，李泽海，李若飞，李克新，苏建。

2023 年 8 月 13 日

目录

- 一、工作简况 1
 - 1、任务来源（同时说明列入团体标准制修订工作计划情况） 1
 - 2、起草单位、参编单位 1
 - 3、主要起草人 1
- 二、制定（修订）标准的必要性和意义 1
- 三、主要起草过程 2
- 四、制定（修订）标准的原则和依据 3
 - 1、标准编制原则 3
 - 2、标准参考的主要依据 4
- 五、与现行有关法律、法规和标准的关系 4
- 六、标准主要内容说明 4
 - 1、术语和定义 5
 - 2、适用性评价及实施流程 5
 - 3、功能微生物选择及驯化 6
 - 4、工程参数的确定 6
 - 5、工程措施 6
 - 6、监测与分析 6
 - 7、验收要求 6
- 七、分歧意见的处理过程、依据和结果 7
- 八、采用国际标准或国外先进标准情况 7
- 九、贯彻标准的措施建议 7
- 十、其他应予说明的事项 7

《有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复技术指南》

团体标准编制说明

一、工作简况

1、任务来源（同时说明列入团体标准制修订工作计划情况）

有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复技术规范，来源于由中国地质大学（北京）牵头的国家重点研发计划项目“场地土壤污染成因与治理技术”重点专项--“西南有色金属选冶渣场影响区污染修复技术与工程示范”和中山大学牵头的国家重点研发计划项目--“有色金属采选冶聚集区遗留污染场地生物修复技术”。

为贯彻落实国家标准化委员会等十七部门联合印发的《关于促进团体标准规范优质发展的意见》中“建立以需求为导向的团体标准制定模式”、“发展团体标准充分释放市场主体标准化活力，优化标准供给结构，提高产品和服务竞争力，助推高质量发展”的精神，加强绿色矿山标准体系建设，提升引领高质量发展的能力，促进绿色矿山技术进步、工艺水平提高，推动矿业领域绿色低碳发展2023年中关村绿色矿山产业绿盟（以下简称中绿盟）发布了《关于征集2023年度团体标准计划项目的通知》。项目组按照中绿盟要求提交了《有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复技术指南》，方案经中绿盟决定立项，并于2023年6月6日发布于《中绿盟2023年度第一批团体标准立项计划》。

2、起草单位、参编单位

本文件起草单位：中国地质大学（北京）、中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司、中山大学、昆明理工大学、西南科技大学、北京矿冶科技集团有限公司、中铝集团四川省会理县鹏程废渣利用有限公司、罗平锌电上市公司贵州省安顺市普定县向荣矿业有限责任公司、广西博世科环保科技股份有限公司

3、主要起草人

本文件主要起草人：姚俊、唐垂云、刘兴宇、刘建丽、李淼淼，华绍广，董鹏，谌书，汤叶涛，朱红祥，刘厚权，姜顺，李泽海，李若飞，李克新，苏建

二、制定（修订）标准的必要性和意义

有色金属是国民经济、国防工业和科学技术发展的重要战略物资，是我国西

南、中南、西北地区等一些城市重要经济支柱之一。有色金属行业在给我带来巨大经济效益的同时，也带来了巨大的环境污染，有色金属行业是重金属污染和有机选冶药剂的主要来源，是我国最大最危险的污染源。尤其是在城市化过程中，大量有色金属采选冶企业搬迁，导致诸多遗留场地的产生，对周边土壤、地下水污染，严重危害人类健康和生活。微生物作为生态环境中的重要组成部分，在环境治理中起着举足轻重的地位，可以通过降解有机选冶药剂，同时通过生物成矿将游离的阴阳离子，通过多复盐效应，形成溶度值较低的复盐矿物沉淀，从而治理矿山重金属与有机选冶药剂的复合污染，微生物修复是有色金属采选冶遗留场地修复的主流研究方向。

有色金属采选冶遗留场地污染防治与生态修复是“十四五”期间生态环境保护和深入打好污染防治攻坚战的重要任务。随着生态文明建设进程加快，越来越多的地方政府开始重视并发展微生物修复技术及产品，面对有色金属采选冶遗留场地污染范围广、持续时间长、污染隐蔽性、污染物种类多样化的特点，微生物修复技术未被充分利用，因此亟需成熟的、规范的技术标准

本文件规定了有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复的术语和定义、适用性评价、技术路线、工作程序、微生物筛选及驯化、可行性验证、工程化设计、工程实施、监测与分析、验收要求等。填补了有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复技术相关标准的空白，形成了促进微生物原位修复技术在有色金属采选冶遗留场地工程应用的指导性文件。

本文件适用于我国有色金属采选冶遗留场地的微生物原位修复工程方案设计、施工及验收。

三、主要起草过程

本项目于 2023 年 5 月申报，2023 年 6 月由中关村绿色产业联盟下达标准制定计划。自立项后，由中国地质大学（北京）牵头组织成立标准编制工作组，制订了工作原则，确定了起草组成员和任务分工，并确定了由中国地质大学（北京）牵头负责标准文本的初稿起草、意见汇总和修改工作，其他单位共同参与规范编制。

本文件的起草过程中根据各阶段任务的工作要求，组织了相关领域的调研，并召开了讨论会，参与研讨的人员来自高校教师和一线管理人员。通过对文件内

容的修改和完善，形成了目前的文件文本。主要编制过程包括以下几个阶段：

1、准备阶段

2023 年 1 月-3 月，组织开展标准立项前的项目调研工作。

2、资料整理与初稿拟定

2023 年 5 月-6 月，进行国内外有关微生物原位修复技术的文献资料的查询、收集和整理工作，查阅前人对微生物原位修复的研究情况和目前科学界对微生物原位修复技术的研究进展。调研了目前微生物原位修复污染土壤的相关标准，以及国内采用微生物修复技术的应用场地情况及案例，在充分调研和分析总结的基础上，标准编制组按要求起草了标准初稿。

3、试验论证

2023 年 6 月-8 月，针对微生物的筛选和驯化、可行性验证、工程参数的确定进行实验验证，确定工程参数、功能微生物菌群对污染物去除的影响，并对文件初稿进行内容补充和完善。

4、内部研讨

2023 年 9 月，标准起草组就标准初稿召开内部讨论会，根据试验结果与最新文献对标准进行反复修改，形成文件的工作组讨论稿与编制说明。

5、征求意见阶段

2023 年 10 月，项目组向高校、研究所、国家重点实验室等单位及专家发送《有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复技术规范》的工作组讨论稿，根据专家意见对讨论稿进行进一步的完善，形成征求意见稿。

6、确定终稿

2023 年 11 月，在相关讨论和修改的基础上，结合试验结果、数据统计，确定征求意见稿终稿。

四、制定（修订）标准的原则和依据

1、标准编制原则

（一）实用性原则

本标准是在充分收集相关资料和文献，分析微生物修复研究成果，坚持与现行有关国家标准、行业标准、地方标准、团体标准协调一致，结合中国地质大学（北京）等科研院所和相关生产企业多年关于微生物原位修复技术的研究经验和

成果，开展标准起草工作。标准内容符合有色金属采选冶遗留场地原位修复的发展方向和市场需求，标准条款切实可行，具有较强的实用性和可操作性。

（二）协调性原则

本标准编写过程中尊重知识产权，同时也注意做好有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复技术规范与相关法律法规的衔接，在内容上与现行法律法规、标准协调一致。

（三）规范性原则

本标准严格按照 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》的规定起草，标准涉及的专业术语、技术要求、处理工艺、治理效果检测与评估等内容表达准确，引用数据来源真实可靠，指标科学、论证充分，保证标准质量。

2、标准参考的主要依据

本文件制定过程主要收集了国内有关微生物原位修复治理技术相关文献资料，并参考了以下相应标准：

- （1）HG/T 20719 《微生物法修复化工污染土壤技术规范》
- （2）HJ 25.4 建设用地土壤修复技术导则
- （3）HJ 25.5 污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则
- （4）DB43/T 1165-2016 《重金属污染场地土壤修复标准》
- （5）《石油污染土壤微生物修复技术规范》（征求意见稿）
- （6）《污染场地土壤修复技术导则》（征求意见稿）

五、与现行有关法律、法规和标准的关系

本文件符合 GB/T 1.1-2020 的规定，不与现行有关法律、法规和强制性标准冲突，是落实有关《中华人民共和国环境保护法》《“十四五”土壤、地下水和农村生态环境保护规划》的必要补充。

六、标准主要内容说明

本文件主要章节内容包括：术语和定义、适用性评价及实施流程、功能微生物选择及驯化、可行性验证、工程参数的确定、工程措施、监测与分析、验收要求。标准主要内容说明如下：

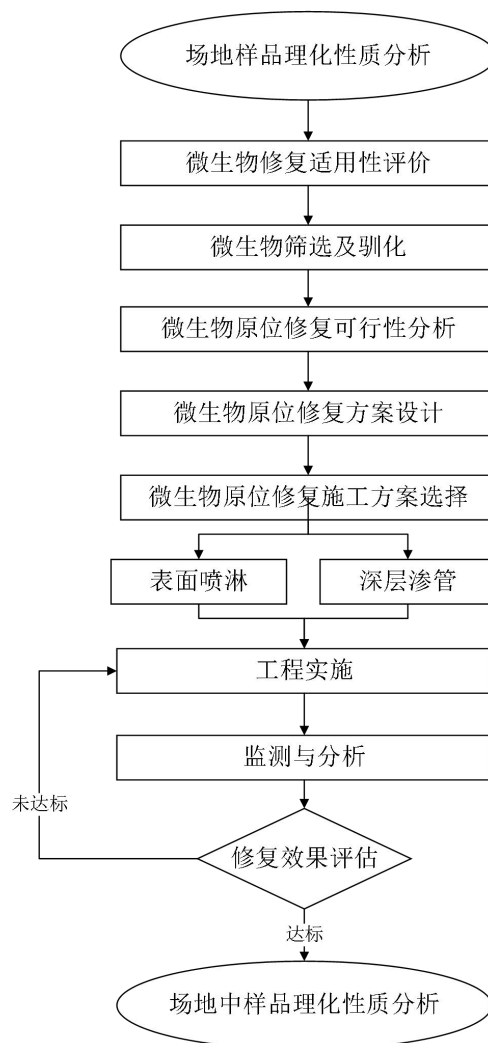
1、术语和定义

标准编制工作组在查阅总结了相关标准、著作、论文、科技期刊等文献资料的基础上，对术语和定义、适用性评价、微生物原位修复流程、微生物原位修复可行性及方案设计、工程措施、监测与分析所涉及的概念进行统一定义、确立术语。

2、适用性评价及实施流程

微生物原位修复适用于渗透率高、污染面积大、污染污染物浓度中等的场地。同时，微生物修复易受环境因素的影响，因此通过有色金属采选冶遗留场地污染状况调查、土地利用类型等确定微生物修复技术的可行性。

结合文献及相关的标准，本文件规定有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复技术的流程如下所示：



3、功能微生物选择及驯化

本文件规定了用于有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复技术的微生物选择和驯化要求。复合微生物菌群构建时，需根据环境特点，根据微生物的生长特点，构建适合微生物功能实现的微宇宙环境。主要要求依据来源于中国地质大学（北京）在有色金属污染微生物原位地球矿化的研究，主要以硫酸盐还原菌、铁还原菌、解磷菌、解硅菌等重金属原位矿化微生物和有机物降解菌构建的功能微生物菌群，成功应用于重金属和有机物污染防治实践工程。

4、工程参数的确定

微生物易受现场环境因素的影响，本文件规定了在工程应用前，需根据场地实际情况对微生物修复周期、温度、pH、菌液添加量。同时，通过高通量测序技术，分析不同工程参数对功能微生物菌群与土著微生物之间的协作竞争关系的影响，确保功能微生物菌群能与土著微生物协同。

5、工程措施

本文件规定了有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复技术工程施工应符合《有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复技术规范》要求，主要包括一般要求、微生物技术的工程措施。其具体施工作业方法见附录 A。通常深层渗管法适合的场地，溶解氧含量低，适合还原微生物的生长。表面喷淋法的土壤表层适合好氧微生物和有机污染物的降解，深层处于还原环境，适合还原功能微生物的生长。

6、监测与分析

本文件规定了有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复技术环境监测内容、监测方法及监测内容，以实际监测数据作为微生物原位修复的效果指标。主要的监测指标及分析方法，可参考 DB43/T 1165-2016 《重金属污染场地土壤修复标准》。

7、验收要求

有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复过程中不应产生二次污染和污染物转移，治理前、后的水、土、气环境质量不变。本文件规定了验收要求应以地块调查评估、修复方案中确定的修复目标值为主对项目修复效果进行评估和验收。

验收应符合国家现行标准《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》GB36600、《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》HJ 25.5 的要求。

七、分歧意见的处理过程、依据和结果

本文件的制定过程中未出现重大的分歧意见。

八、采用国际标准或国外先进标准情况

目前，国内外尚无用于有色金属采选冶遗留场地微生物原位修复技术的标准。

九、贯彻标准的措施建议

组织措施：在中关村绿色矿山产业联盟的组织协调下，以标准起草单位和起草人员为主，成立标准宣贯小组。

技术措施：积极在有色金属采选冶企业开展标准宣贯、培训工作和标准技术应用实践。

十、其他应予说明的事项

本文件编制说明由中关村绿色矿山产业联盟提出。

本文件编制说明由中关村绿色矿山产业联盟标准化工作委员会归口。

本文件编制说明主要由中国地质大学（北京）、中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司、中山大学、昆明理工大学、西南科技大学、北京矿冶科技集团有限公司、中铝集团四川省会理县鹏程废渣利用有限公司、罗平锌电上市公司贵州省安顺市普定县向荣矿业有限责任公司、广西博世科环保科技股份有限公司负责起草。

本文件编制说明主要起草人：姚俊、唐垂云、刘兴宇、刘建丽、李淼淼，华绍广，董鹏，谌书，汤叶涛，朱红祥，刘厚权，姜顺，李泽海，李若飞，李克新，苏建。