

ICS 13.020.10

CCS N 7726

团体标准

T/HAEPCI 43-2022

金属采选/冶炼行业地块污染源环境风险管控 技术规范（试行）

Technology specifications to environmental risk controlling of pollution
source for metal mining/smelting site

2022-07-06 发布

2022-07-15 实施

湖南省环境治理行业协会 发布

目 次

目 次.....	I
前 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
3.1 金属采选/冶炼地块 Metal mining/smelting site.....	1
3.2 疑似污染地块 Suspected contaminated land.....	2
3.3 污染地块 Contaminated land.....	2
3.4 污染地块优先管控名录 Priority list of contaminated land management.....	2
3.5 污染源 Pollutant source.....	2
3.6 污染源识别 Pollution source identification.....	2
3.7 关注污染物 Contaminant of concern.....	2
3.8 目标污染物 Target contaminant.....	2
3.9 污染传输途径 Pollution transmission pathway.....	2
3.10 污染传输途径识别 Pollution transmission pathway identification.....	3
3.11 污染源监管 Pollutant source management.....	3
3.12 土壤环境污染重点监管单位 Key supervision unit of soil environmental pollution.....	3
3.13 风险管控 Risk prevention and control.....	3
3.14 地下水风险管控 Groundwater risk control.....	3
3.15 风险管控目标 Risk control target.....	3
3.16 制度控制 Institutional control.....	3
3.17 工程控制 Engineering control.....	3
3.18 修复技术 Remediation technology.....	4
4 编制原则与技术路线.....	4
4.1 编制原则.....	4
4.2 技术路线.....	4

5 基础信息调查.....	5
6 地块污染源及其传输途径识别技术.....	5
6.1 总体要求.....	5
6.2 地块污染源识别技术.....	5
6.3 地块污染源主要传输途径识别技术.....	6
7 污染源监管.....	7
7.1 总体要求.....	7
7.2 地块污染源管控.....	7
8 污染地块污染源环境风险管控技术.....	7
8.1 总体要求.....	7
8.2 填埋技术.....	8
8.3 封堵技术.....	8
8.4 阻隔技术.....	8
8.5 客土技术.....	8
8.6 土壤固化/稳定化技术.....	8
8.7 土壤淋洗技术.....	8
8.8 生态修复技术.....	8
8.9 资源化利用技术.....	9
附 录 A（资料性附录） 金属采选/冶炼行业地块污染源信息表.....	10
附 录 B（资料性附录） 地块污染源及其传输途径识别技术适用性.....	12
附 录 C（资料性附录） 污染地块污染源风险管控技术适用性.....	13

前 言

本规范根据GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》起草。

本规范由湖南省环境治理行业协会提出并归口。

本规范中某些内容可能涉及专利。本规范的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规范起草单位：中南大学、湖南省环境保护科学研究院、顶鑫环保科技有限公司。

本规范主要起草人：郭朝晖 谢慧民 张云霞 许友泽 苗旭锋 钟振宇 罗岳平 周文昌 徐锐 肖细元 彭驰 胡志浩 胡玉莲。

本规范由湖南省环境治理行业协会负责管理和解释，中南大学负责具体技术内容的解释。在应用过程中如有需要修改与补充的建议，请将相关资料寄送湖南省环境治理行业协会标准管理部门。

金属采选/冶炼行业地块污染源环境风险管控技术规范

1 范围

本规范规定了金属采选/冶炼行业地块污染源与传输途径识别、污染源风险防控技术。

本规范适用于金属采选/冶炼行业地块溯源、控源及减排措施，为管控或切断地块污染源主要污染物进入土壤、地下水和大气环境提供环境管理技术支持。

本规范仅适用于金属采选/冶炼行业。其他涉重金属污染行业可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规范的应用是必不可少的。所有引用文件最新版本(包括所有的修改单)适用于本规范。

GB 36600-2018 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB 18599-2020 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

HJ 25.1-2019 建设用地土壤污染状况调查技术导则

HJ 25.2-2019 建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则

HJ 25.3-2019 建设用地土壤污染风险评估技术导则

HJ 25.4-2019 建设用地土壤修复技术导则

HJ 25.5-2018 污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则

HJ 25.6-2019 污染地块地下水修复和风险管控技术导则

HJ 682-2019 建设用地土壤污染风险管控和修复术语

HJ 1231-2022 土壤环境 词汇

HJ 91.2-2022 地表水环境质量监测技术规范

HJ 164-2020 地下水环境监测技术规范

HJ 884-2018 污染源源强核算技术指南准则

HJ 651-2013 矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）

HJ 298-2019 危险废物鉴别技术规范

HG/T 20715-2020 工业污染场地竖向阻隔技术规范

DZ/T 0270-2014 地下水监测井建设规范

T/CAEPI 14-2018 污染地块勘探技术指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1

金属采选/冶炼地块 Metal mining/smelting site

指从事金属采矿、选矿和冶炼生产经营活动的建设用地。

3.2

疑似污染地块 Suspected contaminated land

指从事有色金属冶炼、有色金属矿采选、化工、电解锰、电镀、制革、石油加工、危险废物的用地。

3.3

污染地块 Contaminated land

按照国家技术规范确认超过有关土壤环境标准的疑似污染地块。

3.4

污染地块优先管控名录 Priority list of contaminated land management

在产企业用地土壤污染物含量超过 GB36600-2018 中第二类用地管制值、关闭搬迁企业超过 GB36600-2018 中第一类用地管制值的地块纳入优先管控名录。

3.5

污染源 Pollutant source

向环境排放重金属或对环境产生有毒有害影响的原辅材料、产品、设施设备、建筑物和装置等场所。

3.6

污染源识别 Pollution source identification

对污染物的来源进行判别、解析与评价。

3.7

关注污染物 Contaminant of concern

根据地块污染特征、相关标准规范要求和地块利益相关方意见，确定需要进行土壤污染状况调查和土壤污染风险评估的污染物。

3.8

目标污染物 Target contaminant

在地块环境中其数量或浓度已达到对生态系统和人体健康具有实际或潜在不利影响的，需要进行修复的关注污染物。

3.9

污染传输途径 Pollution transmission pathway

指重金属从污染源向周围环境传输的过程，包括但不限于大气沉降、水力驱动、下渗迁移、道路交通扬散、遗撒等。

3.10

污染传输途径识别 Pollution transmission pathway identification

识别金属采选/冶炼地块重金属污染传输途径，包括但不限于识别目标污染物、潜在污染区域及暴露途径。

3.11

污染源监管 Pollutant source management

用环境监测手段确定污染物的排放来源、排放浓度、污染物种类等，为控制污染源排放和环境影响评价提供依据。

3.12

土壤环境污染重点监管单位 Key supervision unit of soil environmental pollution

有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革等行业中应当纳入排污许可重点管理的企业，有色金属矿采选、石油开采行业规模以上企业，以及其他根据有关规定纳入土壤环境污染重点监管单位名录的企事业单位。

3.13

风险管控 Risk prevention and control

采取政策管理、工程控制或/和制度控制等措施，阻断污染物暴露途径，阻止污染物扩散，将地块污染物移除、削减、固定或将风险控制在可接受水平的活动，防止对周边人体健康和生态受体产生不利影响的行为。

3.14

地下水风险管控 Groundwater risk control

采用修复技术、工程控制和制度控制等措施，阻断地下水污染物暴露途径，阻止地下水污染扩散，防止对周边人体健康和生态受体产生影响的过程。

3.15

风险管控目标 Risk control target

由地块环境调查和风险评估确定的目标污染物对人体健康和环境不产生或产生可接受风险的风险管控终点。

3.16

制度控制 Institutional control

通过制定和实施各项条例、准则、规章或制度，防止或减少人群对地块污染物的暴露，从制度上杜绝和防范地块污染可能带来的风险和危害，从而达到利用管理手段对地块的潜在风险进行控制的目的。

3.17

工程控制 Engineering control

采用阻隔、堵截、覆盖等工程措施，控制污染物迁移或阻断污染物暴露途径，降低和消除地块污染物对人体健康和环境的风险。

3.18

修复技术 Remediation technology

可用于消除、降低、稳定或转化地块中目标污染物的各种处理、处置及综合利用技术，包括可改变污染物结构、降低污染物毒性、迁移性或数量与体积的各种物理、化学或生物学技术。

4 编制原则与技术路线

4.1 编制原则

4.1.1 规范性原则

根据法律法规和系列技术标准有关风险管控要求，采用程序化、系统化方式规范地块污染源风险管控过程。

4.1.2 科学性原则

充分考虑地块污染源的潜在风险特征，科学选取风险管控技术，确保风险管控效果。

4.1.3 可行性原则

对地块污染源主要风险管控技术的成熟度、经济适用性、预期效果等进行比较分析，选用成熟、高效、经济、可行的污染源风险管控技术。

4.1.4 指导性原则

以满足省、市（州）、县（区）、乡镇人民政府及生态环境主管部门监管土地使用权人地块污染源及其环境风险管控需求为目标，重点为土壤环境污染重点监管单位、污染地块优先管控名录地块土壤污染源风险管控提供环境管理技术支持。

4.2 技术路线

本规范主要围绕金属采选/冶炼行业地块污染源及其关键传输途径识别、污染源环境风险管控，为环境管理提供技术支持。

本规范技术路线见图 1。

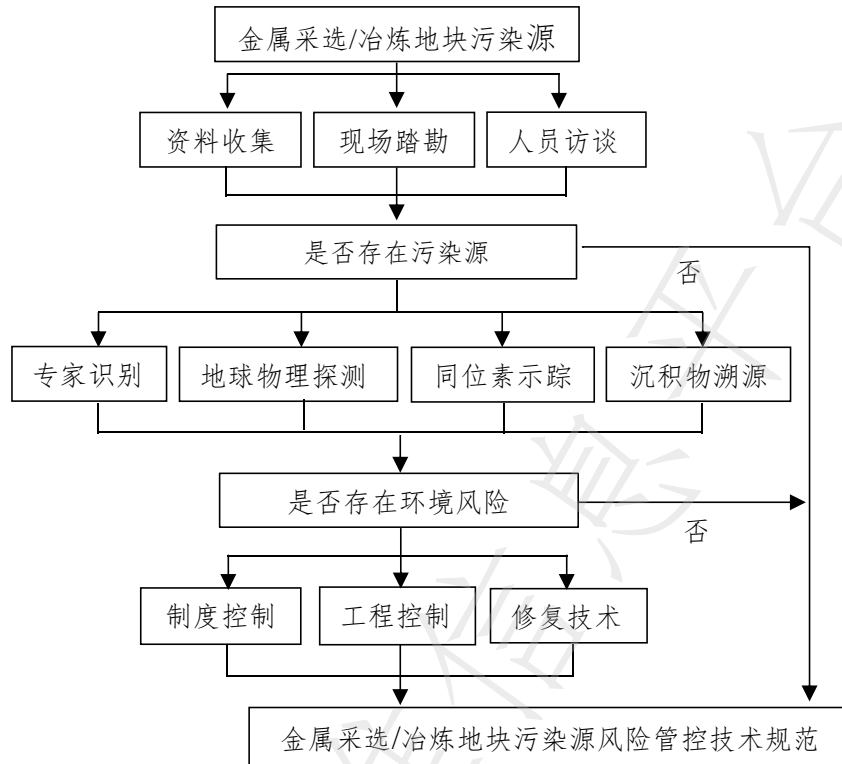


图 1 金属采选/冶炼行业地块污染源环境风险管控技术路线图

5 基础信息调查

按照 HJ 25.1-2019 第一阶段调查要求，开展地块资料收集、现场踏勘和人员访谈等，确定地块是否存在污染源。对符合地块用地规划属性筛选值要求的地块，移交地块利益相关方安全利用；对疑似污染地块和污染地块，提出地块污染源及其关键传输途径识别、污染源风险管控要求。

6 地块污染源及其传输途径识别技术

6.1 总体要求

通过地球物理探测、同位素示踪或沉积物溯源等单一或联合技术确定地块污染源，通过专家识别、定位监测、数值模拟或示踪技术等单一或联合技术识别主要传输途径，满足 HJ 25.1-2019 和 HJ 25.3-2019 的工作要求。

污染地块污染源及其传输途径识别技术不限于以下技术。

6.2 地块污染源识别技术

6.2.1 地球物理探测技术

基于地球物理原理，根据地下介质的密度、磁性、电性等物理性质的差异，优先选择高密度电阻率法、探地雷达法、激发极化法等主要地球物理调查方法探测地块土壤污染源、污染物的空间分布，结合钻探取样、检测等方式进行验证，反演、识别污染源。

6.2.2 同位素示踪技术

借助同位素技术，精准识别地块土壤污染源及其贡献。首先，根据地块资料收集及采样分析初步结果，确定地块土壤污染溯源的调查区域；其次，选择适宜的镉、铅、锌等同位素指标，收集地块调查区域堆存废石、废渣等遗留固废，结合地下水水文钻井勘探，采集相应区域剖面土壤、地下水以及周边地表水样，测定样品中镉、铅、锌等稳定同位素馏分，利用多元同位素关系图解译同位素数据，甄别地块土壤、地表水和地下水中重金属污染源。

6.2.3 水系沉积物溯源技术

依据《利用水系沉积物解析金属矿区地下水重金属污染源及污染边界的方法》（专利号：ZL 2020 1 1314383.1），利用矿区水系沉积物中重金属空间分布特征，反演矿区重金属污染源分布及其污染边界。首先，根据矿区金属矿床原生晕所在岩性/地层范围和矿区地表水走向，确定地块土壤污染溯源的调查区域，并划分矿区各级地表水系单元（包括矿区干流、1级水系及1级以上水系），布设采样点位；其次，采集对应采样点位的水系沉积物及地表水样，测定这些样品中重金属含量，利用地理信息系统技术的空间（反距离）差值法，绘制矿区土壤重金属含量空间分布图；结合矿区土壤化学元素背景值，反演并确定矿区重金属污染源分布区域及其污染边界。

6.3 地块污染源主要传输途径识别技术

6.3.1 专家识别技术

通过专家现场经验，结合地块历史生产沿革信息及水文地质条件，确定金属采选/冶炼地块及周围区域主要污染源及其关注污染物的传输途径。主要针对地块污染物的大气沉降、水力驱动、下渗迁移等传输途径进行定性判别。

6.3.2 定位监测技术

对采选/冶炼企业用地及周边土壤开展大气沉降和地下水长期定位监测，识别金属采选/冶炼行业企业生产过程中产生的降尘、废水和渗漏液污染源中关注污染物的扩散与迁移途径。

对开采矿区废弃地、废石废渣堆场和尾矿库等疑似污染地块和污染地块建设监测井和对照井，识别历史遗留的原辅料和废渣堆存、堆放区中细颗粒物等残留于地表、防渗层与池体中关注污染物经由垂向下渗或横向扩散至土壤和地下水的污染传输途径。

6.3.3 示踪技术

基于镉/铅/锌、碳/氢/氧/氮等同位素、氯等盐分元素、表面活性剂及染料等示踪污染物所发生的物理化学迁移过程，解析污染物在区域或（和）流域水体中的来源及其迁移途径。

6.3.4 数值模拟技术

采用 HYDRUS、地下水模拟系统等数值模型模拟水力驱动、下渗迁移为主的传输过程中关注污染物的传输途径，揭示地下水中污染物溶质组分运移，气-水-土/岩界面污染物的物理、化学与生物反应规律，识别特定情景下地下水流向及地下水出露点，明确关注污染物的主要传输途径。

7 污染源监管

7.1 总体要求

围绕纳入建设用地土壤污染风险管控和修复名录地块，进行信息公开和重点管控；对重点监管单位开展土壤污染隐患排查并全面落实土壤/地下水自行监测或第三方监测评估，落实生态环境部门监测中心质控、环保大数据技术、环保管理部门督察与回头看等措施的相应监管要求，满足《土壤污染防治法》和《“三线一单”编制技术要求（试行）》的管理要求。

7.2 地块污染源管控

7.2.1 土壤环境污染重点监管单位用地污染源

土壤环境污染重点监管单位用地污染源主要包括降尘、固体废物、废水和地下水等。按照土壤环境污染重点监管单位自行监测方案，对主要污染区尤其是生产区、原辅料和废渣堆存堆放区、废水处理区等区域设置监测点位，定期开展土壤环境质量监测。长期监测方案中明确监测时间、频率、监测布点方案、检测指标、采样和检测计划、效果评估等内容。明确潜在风险并制定应急方案。严格生产区、原辅料和废渣堆存堆放区重金属关注污染物排放控制；严格废水处理区目标污染物的稳定达标排放。

7.2.2 污染地块优先管控名录地块污染源

按照 HJ 25.1-2019 和《地下水污染地质调查评价规范》（DD2008-01），开展金属采选/冶炼行业污染地块优先管控名录地块固体废物、矿涌水、渗滤液等土壤/地下水污染源调查，识别地块重点污染区、主要污染源以及特征污染物，根据地块潜在风险等级对污染源采用相应监管措施。

污染地块优先管控名录地块在风险管控期间，禁止开工与风险管控或修复无关的建设活动，禁止土壤外运或者地下水开采等。对暂不开发利用的污染地块，宜优先选择制度控制及监测措施进行风险管控，必要时辅以工程控制措施。对明确要进行修复治理并开发利用但尚未启动的污染地块，应以包含清除污染源在内的制度控制措施为主。已出现污染扩散的地块，须采取必要的工程控制措施。

污染地块优先管控名录地块管控范围内，存在人员及环境安全隐患的污染源（堆存、储藏、处置、放置有害物质的设施、设备、建筑物/构筑物及区域），由土地使用权人根据其空间分布特性设立隔离设施、警示标志及监控探头等。对有必要清除污染源的地块，土地使用权人根据相关规定采取措施移除包括设施、设备、建筑物/构筑物等在内的地块污染源。污染源清除过程中涉及固体废物的，应按照 HJ 298-2019 进行属性判别。涉及危险固体废物的，应由具有相应资质的第三方机构进行安全处置。

8 污染地块污染源环境风险管控技术

8.1 总体要求

根据《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（2016 年环境保护部部令第 42 号），土地使用权人应当通过制度控制、工程控制、修复技术等单一或联合技术措施及时移除或者清理污染源，采取污染隔离、阻断、填埋等措施防止污染扩散，开展土壤、地表地下水、空气环境监测，发现污染扩散的及时采取有效补救措施。根据金属采选/冶炼行业污染地块风险特征、地块条件、风险管控目标及管控范围等，确定风险防控思路，满足 HJ 25.2-2019、HJ

25.6-2019 和 HJ 25.5-2018 的要求。

对修复过程中污染地块污染源的风险管控，以控制污染介质迁移扩散为目的的，实施以工程控制为主的管控措施。对需长期管控的地块，以污染源制度控制结合长期监测为主。修复活动中土地使用权人设置信息公告牌和警示牌，对公开工程基本情况、环境影响等主要信息进行公布；对相关资料（包括但不限于地块土壤污染状况调查报告、风险评估报告、管控方案、施工总结报告、监理报告、效果评估报告等）进行整理、归纳、建档；对纳入污染地块优先管控名录地块信息进行公示。

污染地块污染源风险管控技术不限于以下技术。

8.2 填埋技术

针对金属采选/冶炼地块遗留废石、尾矿、废渣、污泥等固体废物污染源，应根据其属性进行安全处置。属于危险固体废物的，应由具有相应资质的第三方机构进行安全处置；属于 II 类固体废物的，按照 GB 18599-2020 要求进行安全填埋。

8.3 封堵技术

对重金属污染渣土，采取挖掘后封存或处置控制重金属污染源。封存过程中做好相应防渗和防雨措施。在生产车间区域临时堆存场地，采取粘土、膨润土、防渗膜等阻隔材料进行防渗或封盖控制。

8.4 阻隔技术

根据地块水文地质条件并结合修复治理可能的措施，采用沥青路面、混凝土路面、柔性膜衬垫、清洁土壤覆盖、植被覆盖等方式建立阻截工程，阻断直接接触表层受污染土壤；或通过在地下填充反应性填料建设可渗透反应墙、止水帷幕等阻隔工程用以截获污染并将污染物转化为可接受的形态，阻隔地块土壤及地下水污染潜在风险。

8.5 客土技术

以未污染土壤回填污染土壤开挖区域，或对经稳定化固化污染土壤进行未污染土壤覆盖，从而达到污染地块污染源风险管控或修复治理的目的。

限制通过未污染土壤替换或部分替换污染土壤来稀释其中重金属含量的方式达到修复要求的客土措施。

8.6 土壤固化/稳定化技术

通过原位和异位稳定/固化形式在物理上隔离污染物或者将污染物转化成化学性质不活泼的形态。该技术中常用的化学处理是用水泥、石灰以及粘土矿物、铁锰氧化物、磷基材料、炭质材料等固定剂吸附、稳定/固化处理土壤中的污染物。

8.7 土壤淋洗技术

利用水或其它淋洗剂，通过螯合、沉淀等物理及化学作用使污染物脱离土壤颗粒表面转移至淋洗液混合液相中，再对含污染物的混合液相进行处置的土壤修复技术。土壤淋洗可分为原位淋洗和异位淋洗。原位土壤淋洗技术通常在原地采用喷淋或漫灌方式将淋洗剂导入土壤，异位土壤淋洗技术将污染土壤开挖预处理后投入淋洗系统与淋洗剂充分混和。

8.8 生态修复技术

通过人为搭配修复植物及其生态位，改善矿区土壤基质和肥力；结合土壤调理剂和钝化/稳定剂，人工强化调控土壤污染物环境活性和迁移能力，逐步恢复与重建其生态功能。

8.9 资源化利用技术

金属采选/冶炼地块污染源主要为遗留废石、尾矿、废渣、污泥等一般工业固体废物的，鼓励开展物理分选、水泥窑协同处置、焙烧制砖、化学强化淋洗、生物浸出等措施实现其无害化资源化。

附录 A
(资料性附录)

金属采选/冶炼行业地块污染源信息表

表 A.1 地块基础信息调查表

一、地块概况						
地块名称						
单位所在地						
地块中心位置坐标	经度:				纬度:	
地块占地面积 (m ²)						
行业类别	行业类别:				行业代码:	
地块现使用权署	<input type="checkbox"/> 原有企业 <input type="checkbox"/> 集体 <input type="checkbox"/> 土地储备单位 <input type="checkbox"/> 开发单位					
使用权单位名称						
使用权单位联系方式	联系人:				联系电话:	
地块规划用途	<input type="checkbox"/> 工业类用地 <input type="checkbox"/> 住宅类用地 <input type="checkbox"/> 商业类用地 <input type="checkbox"/> 公共场所用地 <input type="checkbox"/> 不确定					
地块利用历史	起始时间	结束时间	土地用途	行业		
二、图表信息资料收集						
图表	地块平面布置图	生产工艺流程图	污水处理流程图	降尘处理流程图	其他	
有(请附后)						
无(请标注)						
三、报告资料收集						
报告	清洁生产报告	水文地质报告	地块调查报告	污染源应急预案	其他	
有(请附后)						
无(请标注)						
四、监测数据资料收集						
环境监测数据	降尘监测数据	废水排口监测数据	废气排口监测数据	土壤/地下水数据	其他	
有(请附后)						
无(请标注)						
五、其它资料收集						

表 A.2 地块潜在污染源信息调查表

产品清单					
序号	产品名称	单位	主要成分	年生产量	
1					
2					
3					
...					
原辅材料清单					
序号	原辅料名称	单位	主要成分	年使用量	是否为危化品
1					
2					
3					
...					
一般固废清单					
序号	固废名称	来源	存放量/年产生量	污染物传输途径	
1					
2					
3					
...					
危险废物清单					
序号	固废名称	来源	存放量/年产生量	污染物传输途径	
1					
2					
3					
...					
化学品泄露记录					
序号	化学品名称	类型及泄露量	泄露区域	处置方式	
1					
2					
...					
环境污染事故记录					
序号	事故名称	污染源类型	事故区域	污染物传输途径	
1					
2					
...					
其它记录					
序号					
1					
2					

附录 B
(资料性附录)

地块污染源及其传输途径识别技术适用性

表 B.1 地块污染源及其传输途径识别技术适用性

技术类别	技术名称	优点	缺点	适用性
污染源识别	地球物理探测技术	技术成熟、效率高、适应性广等	成本投入大、需要水文地质调查	主要用于识别物性异常区，圈定污染范围
	同位素示踪技术	快速、准确	同位素分馏效应复杂，需要建立多同位素源分析模型	适用于识别地块土壤、地表水和地下水中重金属污染源
	水系沉积物溯源技术	经济、快速、准确	需要结合矿山矿床地质调查资料	适用于矿山土壤、地下水污染及其边界调查
主要传输途径识别技术	专家识别技术	经济、快速	依赖专家经验	适用于采选/冶炼地块污染及其传输途径识别
	定位监测技术	准确性高、灵敏度较高、结果可信	周期长、人工投入大	识别废水、渗漏液和大气沉降污染源的排放、扩散与迁移特征
	示踪技术	可用于多边界、复杂水文地质环境条件	硬件设备要求高、数据处理较复杂	污染物在区域或(和)流域水体中的来源及其迁移途径
	数值模拟技术	有效、灵活、相对廉价	技术准入门槛高、准确性一般	模拟水力驱动、下渗迁移为主的传输过程

附录 C

(资料性附录)

污染地块污染源风险管控技术适用性

表 C.1 风险管控技术适用性

序号	技术名称	优点	缺点	适用目标污染物
1	填埋技术	周期短, 效果好, 原位/异位均可	占用土地、对填埋场选址要求严格	重金属
2	封堵技术	效果好, 原位为主	受限于地块水文地质条件、土壤渗透系数等	多种污染物
3	阻隔技术	施工方便, 可将污染物有效阻隔在特定区域, 原位/异位均可	阻隔效果受污染物类型与水溶性, 墙体深度、长度、宽度等影响	重金属和持久性有机污染物
4	客土技术	效果明显, 原位为主	工程量大、费用高; 限制对污染土壤进行客土稀释修复	重金属
5	固化/稳定化技术	修复快速, 技术及设备成熟, 适用于污染重、面积小地块, 原位/异位均可	污染物总量不变, 存在二次污染风险, 需要长期监管	重金属
6	淋洗技术	效果可靠, 修复时间短, 异位为主	破坏土体结构; 淋洗液分离困难	重金属
7	生态修复技术	环境友好、效果稳定, 原位为主	修复周期长; 受降水、土壤地力、植被种类等条件限制	多种污染物复合污染
8	资源化利用技术	彻底, 有一定经济效益	技术成熟度不高	废石、尾矿、废渣、污泥