



宣州区养贤乡聚贤小区二期（原宣城市阳光皮业有限公司）地块污染土壤修复技术方案

生态环境部南京环境科学研究所
二〇二三年二月



1总论

1.1任务由来

宣州区养贤乡聚贤小区二期(原宣城市阳光皮业有限公司)地块位于宣城市宣州区养贤乡，S322省道以东，竺贤路以北。厂区占地面积8391m²，地理位置见图1.1-1。

该企业于2009年4月取得该地块土地使用权，厂房同年完成建设，主要经营箱包生产加工。2015年6月企业关闭。2015年6月，原宣城市阳光皮业有限公司将厂房租赁于宣城市盐宣服装厂，宣城市盐宣服装厂主要进行羽绒服生产加工。2021年11月，地块内厂区构筑物全部拆除。2022年2月，地块内已完成土地平整。

2021年12月，宣州区养贤乡人民政府委托安徽拓维检测服务有限公司对本地块开展土壤污染状况初步调查，2022年2月安徽拓维检测服务有限公司编制完成《宣州区养贤乡聚贤小区二期地块土壤污染状况调查报告》。2022年5月，宣州区养贤乡人民政府通过招投标委托安徽省地质矿产勘查局311地质队对本地块开展土壤污染状况详细调查工作，并编制《宣州区养贤乡聚贤小区二期地块土壤污染状况详细调查报告》《宣州区养贤乡聚贤小区二期(原宣城市阳光皮业有限公司)地块土壤污染状况风险评估报告》，2022年7月，调查报告通过宣城市生态环境局组织的专家评审；2022年10月，风险评估报告通过省级评审。

根据风险评估报告结论，在第一类用地(住宅)方式下，该地块土壤污染风险人体健康风险水平不可接受，需开展土壤修复工作。受安徽省地质矿产勘查局311地质队委托，生态环境部南京环境科学研究所(以下简称“南京所”)编制《宣州区养贤乡聚贤小区二期(原宣城市阳光皮业有限公司)地块污染土壤修复技术方案》。

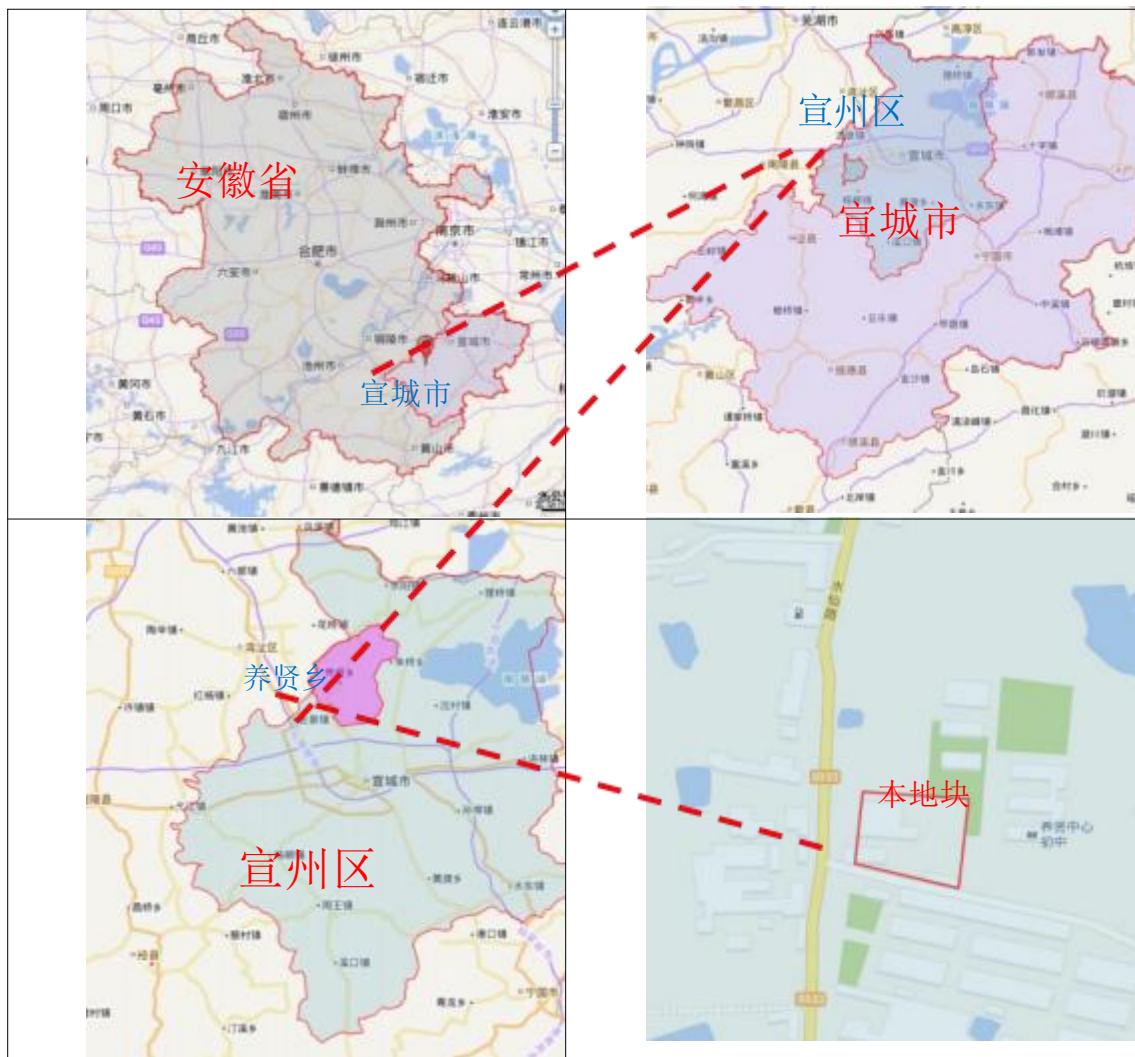


图1.1-1养贤乡聚贤小区二期(原宣城市阳光皮业有限公司)地块地理位置图

1.2地块范围

宣州区养贤乡聚贤小区二期(原宣城市阳光皮业有限公司)地块, 占地面积约8391m²。本地块四至为: 东至养贤中心初级中学, 西至S322省道, 南至竺贤路, 北至空闲荒地。本地块边界范围见图1.2-1, 地块边界拐点坐标见表1.2-1, 投影坐标系为CGCS2000_3_Degree_GK_CM_120E(2000国家大地坐标系, 高斯克吕格3度带投影, 中央经线为东经120°)。

表1.2-1地块边界拐点坐标一览表

拐点编号	横坐标(m)	纵坐标(m)
J1	3440796.367	377223.194
J2	3440789.608	377317.599
J3	34406932328	377310602
J4	3440718.720	377214.957



图1.2-1地块边界范围图

1.3 工作依据

1.3.1 国家相关法律、法规、政策

- 《中华人民共和国环境保护法》，2015
- 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月实施）
- 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发〔2016〕31号）
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（主席令第31号，2016）
- 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部令第42号，2017）
- 《关于加强工业企业地块再开发利用环境管理的通知》（合环〔2015〕99号）

1.3.2 相关标准

- 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）
- 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）

- 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)

1.3.3相关技术导则、规范

- 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)
- 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019) ➤
《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)
- 《建设用地土壤修复技术导则》(HJ25.4-2019)
- 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018) ➤
《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(公告2017年第72号)
- 《工业企业地块污染环境调查评估与修复工作指南(试行)》(环发[2014]78号)
- 《关于发布2014年污染地块修复技术目录(第一批)的公告》(公告2014年第75号)

1.3.4其他

- 《宣州区养贤乡聚贤小区二期地块土壤污染状况调查报告》，2022年2月
- 《宣州区养贤乡聚贤小区二期(原宣城市阳光皮业有限公司)地块土壤污染状况详细调查报告》，2022年7月
- 《宣州区养贤乡聚贤小区二期(原宣城市阳光皮业有限公司)地块土壤污染状况风险评估报告》，2022年10月

1.4编制内容

根据业主委托及要求，本次修复方案主要针对宣州区养贤乡聚贤小区二期(原宣城市阳光皮业有限公司)内污染的土壤，在对企业基本信息、地质情况、前期调查结果、风险评估结论等资料进行整合及综合分析的基础上，结合污染地块的环境特征和修复工程的特点进行修复技术初筛，最终编制本修复技术方案。具体编制内容如下：

- (1)分析地块土壤污染状况，结合地块规划用途，划分修复区块，确定各区块的土壤污染物的种类及其修复目标值。

(2) 修复模式的确定：分析地块污染物类型、地块规划方式、地块条件等，提出地块修复模式。

(3) 修复技术的筛选：分析现有的较为成熟的土壤修复技术，根据地块条件和污染物类型，筛选合适的修复技术。

(4) 修复技术参数的选择：根据筛选的修复技术，确定修复技术关键技术参数。

(5) 防止二次污染措施：地块修复过程中，做好土壤、地下水、大气(包括废气、扬尘)、废水、噪声、固体废物等二次污染防治措施。

(6) 地块环境管理与监测计划：根据地块污染特征和环境保护目标，提出地块环境管理计划。

(7) 土方量估算与成本效益分析：根据地块污染土壤的修复面积和土方量及推荐的修复模式和技术，估算地块的修复费用，并对其效益进行分析。

1.5 编制原则

本方案的制定遵循“科学性、安全性、规范性、可行性、经济性”的总体原则。

科学性原则：综合考虑污染地块土壤污染物类型、污染程度、修复目标、土壤修复技术的处理效果、修复时间、修复工程的环境影响等因素，科学选择修复技术。

安全性原则：在污染土壤处置的各个阶段，保证人员安全和环境安全，防止产生污染转移和二次污染。

规范性原则：土壤污染清理与修复中的各项工作均应遵循相关环保标准、规范以及相关环保部门批复的清理与修复方案的要求。

可行性原则：综合考虑气候条件、地块条件、技术条件和时间因素，采取因地制宜的措施，应对工程实施过程中遇到的问题，制定可操作性强、易于工程实施的实施方案。

经济性原则：在保证修复效果的前提下，选择处理费用较低的修复方案或方案组合，以有效降低处理成本。

2地块污染风险

2.1土壤污染健康风险

根据导则中建议的可接受风险水平，对单一污染物以 $1.0E-06$ 为可接受致癌风险水平，对于非致癌风险，单一污染物以1为可接受风险水平。地块内污染物砷在规划用地方式下，超过了可接受的风险水平。

根据以致癌风险值为 10^{-6} 或危害商为1推算的单一污染物的风险控制值，筛选出超过风险控制值的点位，利用GIS空间绘图软件将上述模型计算结果在空间上以实际采样评估点位的位置进行污染物人体健康风险的表征，绘制地块内的高风险污染物及点位空间分布图，黄色为污染水平分布范围，见图2.1-1。

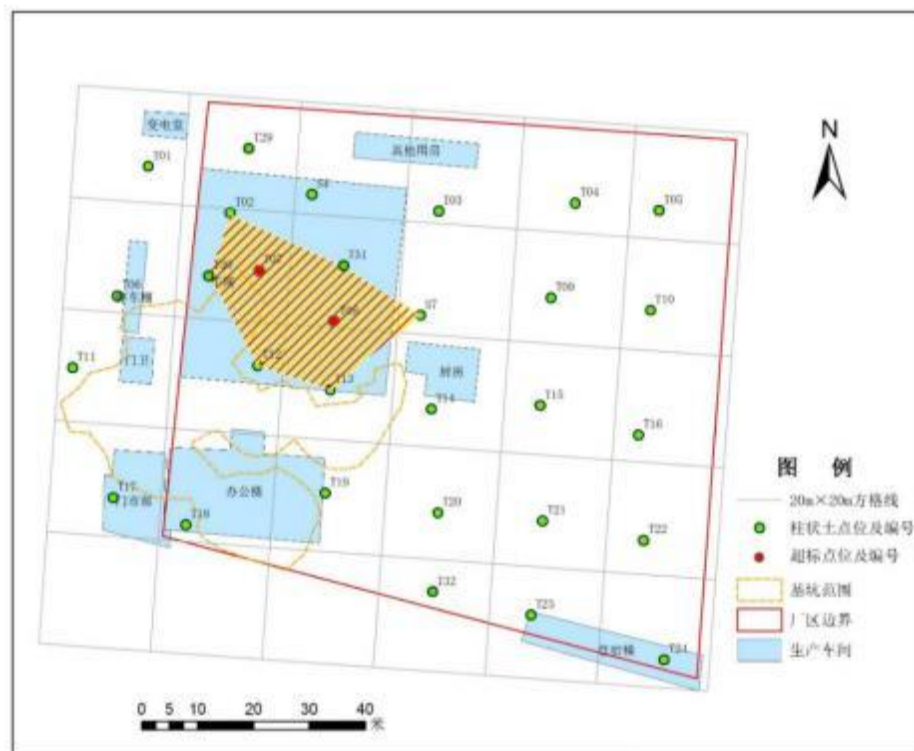


图2.1-1第一类用地方式下土壤污染范围水平分布

2.2地下水污染健康风险

根据导则中建议的可接受风险水平，对单一污染物以 $1.0E-06$ 为可接受致癌风险水平，对于非致癌风险，单一污染物以1为可接受风险水平。在规划住宅用地方式下，不考虑饮用地下水途径，地块地下水中污染物风险均可接受。

3 地块修复模式

地块修复模式主要有基于污染源削减和基于切断暴露途径、管控风险两类。

3.1 修复模式比选结果

本地块未来规划为居住用地，该地块修复范围和方量较小，综合考虑时间、成本等因素，几种修复模式的适用性分析如下表所示。**建议采用异地处置修复模式，原地异位处置作为备选修复模式。**

表3.1-1不同修复模式的适用性分析

原位处理	成本相对较高，修复时间相对较长，对重金属的修复效果难以达标，且本地块需尽快开发利用。因此，为提高修复效率，降低修复成本，不建议作为本地块土壤修复的主要模式。
原地异位处理	成本适中，修复时间可根据实际情况通过增加机组等方式适当缩短，修复效果较为可靠。 建议作为本地块土壤修复的备选修复模式。
异地处理	需要确定地块外适合的修复场所，且运输过程和异地修复过程二次污染风险大，因此不建议采用。
异地处置	选择合适的修复技术，对重金属具备较好的处置效果，修复后土壤可实现资源利用。 本地块修复方量较小，建议采用此模式。
风险管控	成本相对较低，但污染物未彻底去除，影响地块再利用，且需进行长期监控。本地块规划为住宅用地，不建议采用。

3.2 修复目标

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)开展的健康风险评估，筛选确定对人体健康风险较高的污染物，在规划用地方式下的土壤中超过风险控制值的污染物为重金属砷，地下水污染物均未超风险控制值。将筛选出的土壤污染物作为该地块的建议修复目标污染物，见表3.4-1所示。

土壤修复目标值确定依据：结合目前国家对污染地块的管理要求和地块后期的开发利用需求，以及考虑当地土壤背景值，本次选择《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)GB36600-2018》中给出红壤砷的背景值

40mg/kg作为土壤目标修复值。

表3.2-1地块土壤修复目标污染物及目标值单位：mg/kg

污染物	致癌风险控制值	非致癌风险控制值	GB36600-2018规定的 第一类用地 筛选值	GB36600-2018规定的 红壤土土壤 环境背景值	风险控制值
砷	4.62E-01	1.26E+01	20	40	40

3.3 修复范围

选择采用泰森多边形方法依据污染点位划分建议修复范围，修复范围的划定办法如下：

(1) 因本地块土壤点位垂向取样量较大，取样间隔较小，基本均在0.5~1.0m范围内，具备精准切分污染方量的基础；

(2) 详细调查采用了连续取样的方法，现有超标样品的顶板和底板均有未超标的样品控制，因此可以采用其样品长度作为污染土壤厚度；

(3) 本地块的表层土壤未超目标修复值，考虑到修复工程的经济性和可操作性，在对深层土壤进行取土时，不可避免的会对浅层土壤进行扰动，建议在修复时，将浅表未超目标修复值的土壤取走，可用于废弃矿山修复，只对超目标修复值的污染土壤进行修复；

(4) 修复土方量为面积与修复深度的乘积。

根据上述土壤修复目标污染物及目标值，本次调查将地块土壤分为0-1m、1-2m、2-3m、3-4m、4-5m五个层次，根据计算仅两层土壤存在污染，即1.0-2.0m和3.0-4.0m土壤。地块需要修复的土壤总方量为：340.35m³。

4 修复方案设计

4.1 修复技术路线

根据前文修复模式与修复技术筛选，推荐本地块土壤修复采用异地处置的修复模式。

本地块修复技术路线思路如下：

(1) 对污染土壤进行清挖，暂存至密闭式大棚中，对挖出土壤进行预处理，包括筛分、研磨、脱水等。

(2) 对污染土壤采用水泥窑协同处置技术，淋洗作为备选技术。根据生态环境部相关要求，若污染土壤转运至水泥厂进行水泥窑协同处置，水泥窑协同处置的土壤鉴别与检测、设施选择、处置工艺技术和要求、污染控制等方面应满足《水泥窑协同处置固体废物技术规范》(GB30760—2014)和《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》(HJ662—2013)的相关要求。若用于生产建筑材料，应注意接收企业的资质、环保能力及对接收土壤性质与污染情况的要求，遵守《固体废物再生利用污染防治技术导则》(HJ1090-

2020)》“6.3利用固体废物生产砖瓦、轻骨料、集料、玻璃、陶瓷、陶粒、路基材料等建材过程的污染控制执行相关行业污染物排放标准，相关产品中有害物质含量参照GB30760的要求执行。”的要求，还特别应关注烧制期间气体的排放，烧制温度应高于600℃，污染土壤添加含量应控制比例，并避免用于直接与人群直接接触的用途。

(3)基坑开挖抽出的废水以及修复施工过程中产生的废水统一收集至废水收集池，运送水量及水质需满足废水处置单位的接水要求，根据当地环保要求向生态环境局报备。

(4)在对地块进行清理的过程中，对地表的残留建筑物、构筑物、建筑材料、硬化地面、渣垫层等建筑垃圾，应视其污染程度分类处理处置。

本地块修复技术路线见图4.1-1。

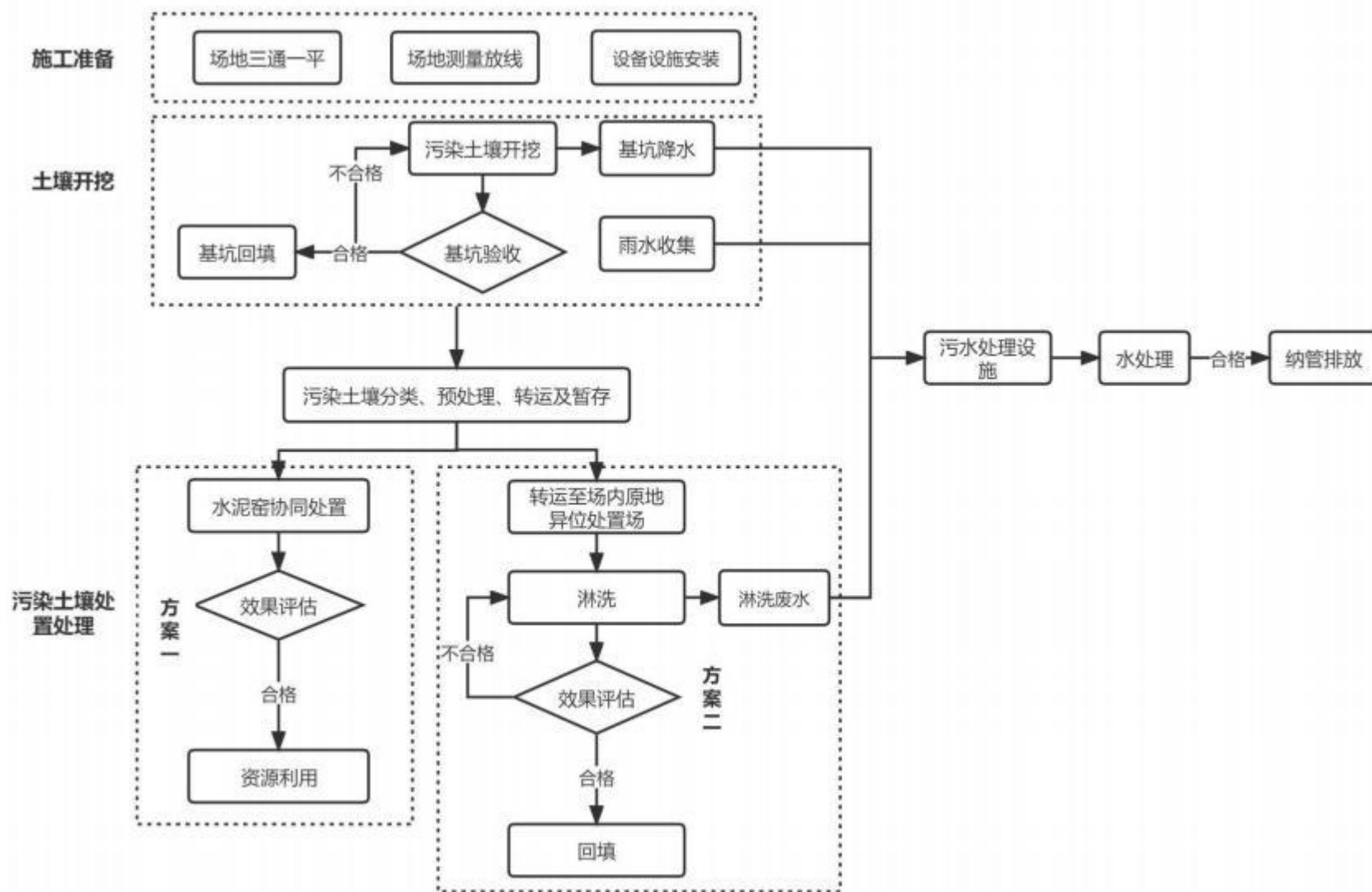


图4.1-1修复技术路线

4.2 修复路线综合比选

本方案根据污染地块修复与风险管控技术方案比选原则及各项比选指标，分别对以上两种备选方案进行技术、经济、环境和社会效益的比选，通过对技术指标、经济指标、环境指标和社会指标的对比，结合该地块土壤污染物种类、地质水文条件，根据地块总体修复目标、修复时间及未来地块开发规划的要求，充分考虑各种修复技术特点及适用范围，以确定最优修复技术方案。具体比选分析如表4.2-1所示。

表4.2-1 两种修复技术方案的比选

指标方案		修复方案一	修复方案二	分项比较结果
技术指标	可操作性	优点：技术成熟，容易操作，水泥窑协同处置可实现资源利用； 不足：仅需占用一定地块面积开展土壤预处理。	优点：技术成熟，容易操作； 不足：需占用一定地块面积开展淋洗作业及废水收集处理。	方案一较好
	修复效果	优点：能够彻底去除土壤中污染物； 不足：无	优点：可有效去除土壤中重金属； 不足：修复效果取决于对土层性质和污染程度。	方案一较好
	修复工期	预计105天左右	预计100天左右	两方案接近
经济指标	修复费用	2305683	2581613	方案一较好
	后期费用	无后期其它费用	涉及稳定化效果的后期监测费用	方案一较好
环境指标	二次污染风险	优点：能够彻底去除土壤中污染物，后期现场无污染物存在； 不足：无。	优点：能够有效去除土壤中重金属，实现污染物减量化； 不足：产生大量淋洗废水需再处理。	方案一较好
	长期效果	后期无需进行长期监测	后期无需进行长期监测	两方案接近
社会指标	管理接受程度	符合相关法律法规的规定，对周边居民影响较小，有相关地块案例	符合相关法律法规的规定，对周边居民影响较小，有相关地块案例	两个方案相同
	公众接受程度	施工期对周边居民的影响主要为扬尘和废水排放，同时存在噪声影响。	施工期对周边居民的影响主要为扬尘和大量废水排放，同时存在噪声影响。	方案一较好

通过从技术指标、经济指标、环境指标和社会指标方面对两种修复方案的综合对比,结合现场实际情况,认为方案一更好。选择方案一作为本地块的推荐修复技术方案,方案二可作为备选修复方案。

5结论

综合考虑污染地块修复效果、修复成本、修复工程的环境影响等因素,制定修复方案。对污染土壤采用水泥窑协同处置技术,淋洗作为备选技术。根据生态环境部相关要求,若污染土壤转运至水泥厂进行水泥窑协同处置,水泥窑协同处置的土壤鉴别与检测、设施选择、处置工艺技术和管理要求、污染控制等方面应满足《水泥窑协同处置固体废物技术规范》(GB30760—2014)和《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》(HJ662—2013)的相关要求。若用于生产建筑材料,应注意接收企业的资质、环保能力及对接收土壤性质与污染情况的要求,遵守《固体废物再生利用污染防治技术导则》(HJ1090-2020)》“6.3利用固体废物生产砖瓦、轻骨料、集料、玻璃、陶瓷、陶粒、路基材料等建材过程的污染控制执行相关行业污染物排放标准,相关产品中有害物质含量参照GB30760的要求执行。”的要求。