

郑州金盛热镀锌钢管有限公司 场地环境修复项目污染土壤治理与修复效果 评估报告



建设单位：郑州市鼎城置业有限公司

报告编制单位：河南和阳环境科技有限公司

2018年11月



检验检测机构 资质认定证书

证书编号：171612050212

名称：河南和阳环境科技有限公司

地址：郑州高新技术产业开发区雪松路169号汉威国际传感器产业园
6号楼6层

经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准，可以向社会出具具有证明作用的数据和结果，特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

许可使用标志



171612050212
有效期 2023年4月16日

发证日期：2017年4月17日

有效期至：2023年4月16日

发证机关：河南省质量技术监督局

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。

报告完成人：

日期： 年 月 日

审核人：

日期： 年 月 日

审定人：

日期： 年 月 日

郑州金盛热镀锌钢管有限公司污染土壤治理与修复效果评估

专家评审会意见

郑州金盛热镀锌钢管有限公司 污染土壤治理与修复效果评估报告 专家评审意见

2018年11月23日，河南省环境保护厅会同省国土资源厅组织召开郑州金盛热镀锌钢管有限公司污染土壤治理与修复效果评估报告专家评审会。会议邀请5名专家进行论证（名单附后），会议推举张丽娜任专家组组长。专家组通过现场查看、听取汇报、查阅资料，经过质询和讨论，形成意见如下：

一、郑州金盛热镀锌钢管有限公司污染土壤治理与修复效果评估报告基本符合污染地块相关管理文件与技术规范的要求。郑州金盛热镀锌钢管有限公司污染地块经治理与修复后达到了风险评估报告确定的修复目标，该污染地块达到安全利用、风险管控目标要求。

二、建议

1. 补充固化稳定化后接收地水文地质条件，完善路基的坐标、高程、厚度等参数以及修复工程相关指标，分析固化稳定化后土壤安全利用的可行性；

2. 增加固化稳定化后接收地长期环境监测等环境监管建议；

3. 补充说明固化稳定化后土壤的分析测试方法、修复过程中二次污染防控措施的相关资料。

专家组组长：张丽娜

专家组成员：张锦灵 谢永强 刘钟奇 张子

2018年11月23日

郑州金盛热镀锌钢管有限公司污染土壤治理与修复效果评估报告

修改说明

序号	专家意见	修改说明
1	补充固化稳定化后接收地的水文地质条件，完善路基的坐标、高程、厚度等参数以及修复工程相关指标，分析固化稳定化后土壤安全利用的可行性；	<p>P39-P45, 补充完善相关内容, 详见以下章节:</p> <p>3.4.8.1 固化稳定后土壤接受地位置</p> <p>3.4.8.2 固化稳定后土壤接受地的坐标及高程</p> <p>3.4.8.3 固化稳定后土壤接受地水文地质条件</p> <p>3.4.8.4 固化稳定后土壤全利用的可行性分析</p>
2	增加固化稳定化后接收地长期环境监测等环境监管建议	<p>P73, 补充完善固定稳定化后接受地长期环境监测等环境监管建议, 详见以下章节内容:</p> <p>5.2.2 稳定固定化后土壤综合利用填埋区管理建议</p> <p>1) 环境监管建议</p> <p>① 区域警示的要求</p> <p>② 动工许可的要求</p> <p>③ 文件存档的要求</p> <p>2) 长期监测的建议</p>
3	补充说明固化稳定化后土壤的分析测试方法、修复过程中二次污染防治措施的相关资料	<p>P54-55, 补充稳定固定化后土壤的分析测试方式, 详见以下章节内容:</p> <p>4.3.3 检测方法</p> <p>P51-52 补充修复过程中二次污染防治措施, 详见以下章节内容:</p> <p>3.7 环境保护措施落实情况</p>

目 录

一 项目背景	1
1.1 项目地址	1
1.2 项目历程	2
1.3 项目参与方	3
1.4 任务来源	4
二 工作依据	6
2.1 法律法规	6
2.2 标准规范	7
2.3 项目文件	9
三 地块概况	11
3.1 项目地理位置及周边环境	11
3.2 调查评价结论	14
3.2.1 初步调查结果	15
3.2.2 详细调查结果	16
3.2.3 调查结果汇总	17
3.2.4 风险评估结论	18
3.3 修复技术方案	21
3.4 项目实施情况	24
3.4.1 施工准备	24
3.4.2 建筑基础破碎及清运	26
3.4.3 土壤清挖	27

3.4.4 污染土壤运输及暂存	29
3.4.5 土壤预处理.....	32
3.4.5.1 预处理目的.....	32
3.4.5.2 预处理技术路线.....	32
3.4.5.3 土壤预处理实施	33
3.4.6 污染土壤稳定化修复中试.....	34
3.4.7 污染土壤稳定化工程实施	34
3.4.8 土壤外运填埋.....	39
3.5 实际工程量	48
3.6 工程实际建设内容.....	49
3.7 环境保护措施落实情况	51
3.7.1 废水	51
3.7.2 废气	51
3.7.3 噪声	52
3.7.4 固体废物	52
四 修复与治理效果评估	53
4.1 评估目的及原则.....	53
4.1.1 评估目的	53
4.1.2 评估原则	53
4.2 评估方法	53
4.3 评估的范围和评估因子	53
4.3.1 评估范围	53

4.3.2 评估因子	54
4.3.3 检测方法	54
4.4 评估标准	55
4.5 本次评估重点	57
4.6 布点与采样方案.....	57
4.6.1 采样节点	57
4.6.2 布点数量与位置	59
4.7 检测指标	61
4.8 采样检测结果分析	62
4.8.1 现场基坑采样结果分析.....	62
4.8.2 第一批次修复治理后土壤采样检测结果分析.....	64
4.8.3 第二批次修复治理后土壤采样检测结果分析.....	66
4.8.4 不合格土壤重新修复治理后土壤采样检测结果分析.....	67
4.8.5 修复车间剩余土壤及综合利用区取样检测结果分析.....	68
4.9 文件资料审查情况	69
4.10 现场勘察情况	70
五 结论与建议	71
5.1 结论	71
5.1.1 现场污染土壤清挖及运输	71
5.1.2 污染土壤的修复治理	71
5.1.3 修复合格后土壤的综合利用.....	72
5.2 建议	72

5.2.1 金盛热镀锌污染地块现场管理建议	72
5.2.2 稳定固定化后土壤综合利用填埋区管理建议	73
关于金盛热镀锌钢管有限公司污染地块项目现场原定修复范围外异常区域 的相关情况说明	74
项目影像资料剪辑	77

附件 1. 污染土壤开挖转运记录表

附件 2. 现场基坑测量报告

附件 3. 现场基坑侧壁及坑底取样检测报告

附件 4. 现场基坑验收申请及评审会专家意见

附件 5. 修复治理合格后土壤运输填埋记录单

附件 6. 修复车间第一批次修复后土壤采样检测报告

附件 7. 不达标土壤重新修复治理后样品送检检测报告

附件 8. 修复车间第二批次修复治理后土壤采样检测报告

附件 9. 修复车间剩余土壤及综合利用区土壤取样检测报告

附件 10. 金盛项目现场土壤颜色异常区域取样检测报告

附件 11. 各阶段报验申请表

附件 12. 环境监理通知单

附件 13. 土壤采样记录表

附件 14. 环境详查、风险评估及修复方案编制评审会意见

附件 15. 效果评估报告评审会专家意见及修改说明

一 项目背景

1.1 项目地址

郑州金盛热镀锌钢管有限公司位于郑州市管城区十八里河镇大王村东吴河小组，南台路以西、市场南街以北、南三环南辅道以东、市场街以南围合区域范围内，距离十八里河东岸约 50 m 处，厂址地理位置示意图 1-1。

该企业从事金属表面处理与热处理加工，主要生产热镀锌构件。由于郑州金盛热镀锌钢管有限公司在该厂区从事金属表面处理与热加工已经十余年，且根据有关媒体报道，该公司生产的电镀产品在院内随意堆放，操作车间简陋，并存在非法排污现象，场地可能受到比较严重的污染。



图 1-1 项目所在地理位置

1.2 项目历程

根据规划，该地块将作为商住用地进行开发建设，为了判断和消除郑州金盛热镀锌钢管有限公司所在场地残留污染物对人体健康的潜在危害，满足场地后续开发要求，郑州商都控股集团有限公司、郑州市金岱鼎城置业有限公司按照《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部令第42号）及当地环境保护主管部门的要求和管理流程，相继开展了该地块的环境初步调查、环境详细调查、风险评估、修复技术方案、建设项目环境影响评价、环境监理及污染土壤的修复治理工作，主要工作历程如下：

2017年11月，郑州商都控股集团有限公司委托郑州源致和环保科技有限公司对该地块开展环境初步调查，并编制《商城佳苑建设项目土壤环境检测初步调查报告》。

2018年1月，郑州市金岱鼎城置业有限公司委托中节能大地环境修复有限公司对该地块进行详细环境调查、风险评估及修复技术方案编制工作。中节能大地环境修复有限公司借鉴环境初查报告的相关内容，依据国家相关技术导则、技术规范编制了《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境详细调查报告》、《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境风险评估报告》、《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复技术方案》，并于2018年2月11日通过专家评审。

2018年3月，受郑州市金岱鼎城置业有限公司委托，河南省正德环保科技有限公司编制了《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目环境影响评价报告表》，并于2018年3月18日通过专家评

审。

2018年4月，湖南宏福环保股份有限公司承担郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目的修复治理工作，并于2018年9月30日完成整个项目的污染土壤清挖运输、污染土壤治理修复及修复后合格土壤的填埋利用工作。

河南咏蓝环境科技有限公司受业主委托，做为独立的第三方环境监理单位，对该项目工程实施进行环境监理。

1.3 项目参与方

序号	单位名称	任务分工
1	郑州商都控股集团有限公司	环境初步调查委托方
2	郑州源致和环保科技有限公司	环境初步调查报告编制单位
3	郑州市金岱鼎城置业有限公司	环境详细调查、风险评估、修复技术方案编制、环境影响报告编制、修复治理、环境监理、修复效果评估委托方
4	中节能大地环境修复有限公司	环境详细调查、风险评估及修复技术方案编制单位
5	河南省正德环保科技有限公司	环境影响评价报告表编制单位
6	湖南宏福环保股份有限公司	修复工程实施单位
7	河南咏蓝环境科技有限公司	环境监理单位
8	河南和阳环境科技有限公司	第三方检测、治理与修复效果评估单位

1.4 任务来源

受郑州市金岱鼎城置业有限公司委托，河南和阳环境科技有限公司承担郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目第三方检测及污染土壤治理与修复效果评估工作，并编制《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目污染土壤治理与修复效果评估报告》。

河南和阳环境科技有限公司接受污染土壤治理与修复效果评估委托后，对国家和项目所在地土壤污染防治政策、污染场地修复工作要求及相关标准、技术导则、技术规范等进行了认真的分析研究，开展了现场踏勘、资料收集、人员访谈、现场取样检测等相关工作，根据相关文件、资料、访谈结果及取样检测报告，按照《污染地块风险管控与修复效果评估技术导则》（征求意见稿）及其要求的修复效果评估工作程序（图 1-2），编制完成了《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目污染土壤治理与修复效果评估报告》。

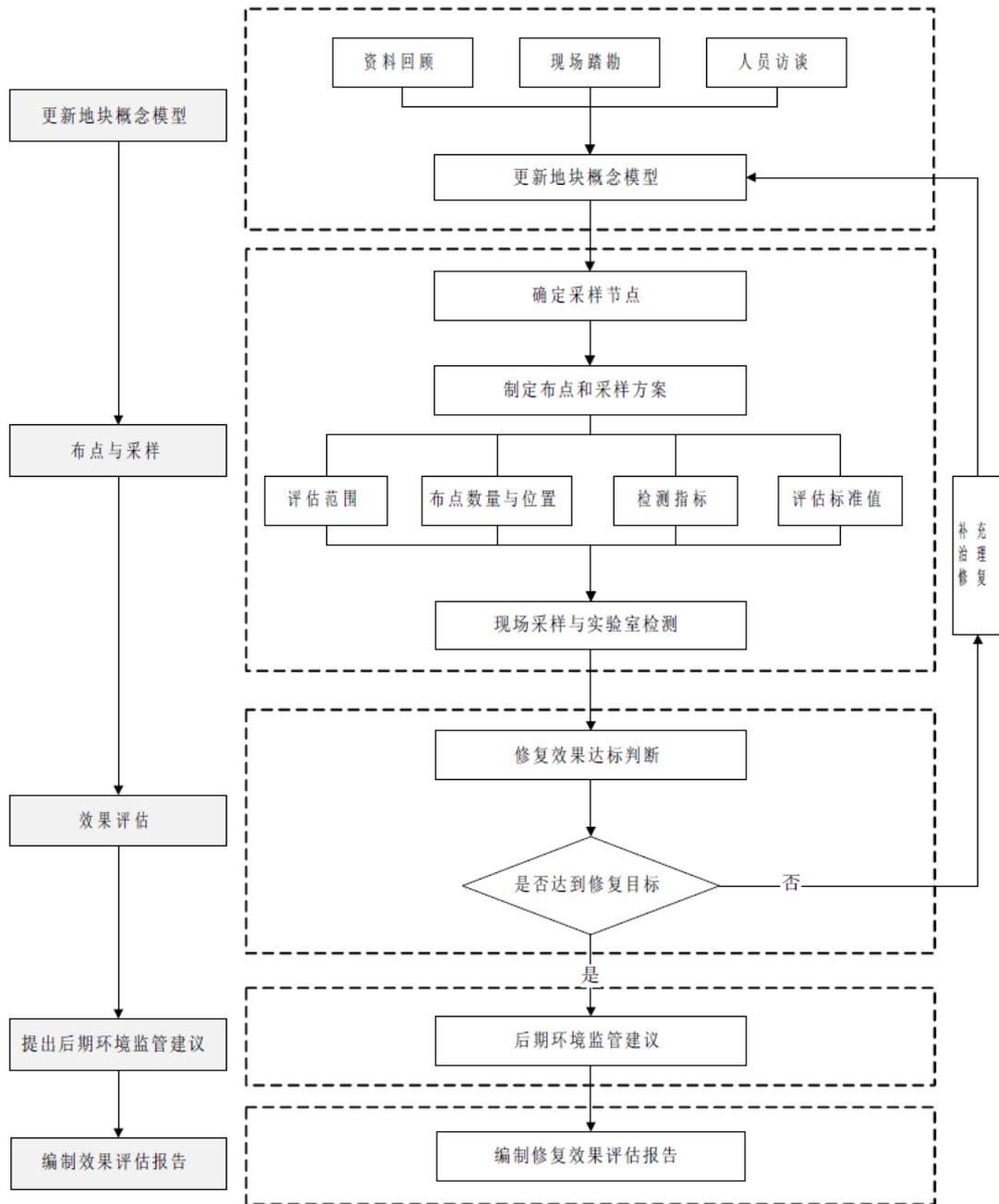


图 1-2 污染地块土壤修复效果评估工作程序

二 工作依据

2.1 法律法规

《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）

《建设项目环境保护管理条例》（国务院令[1998]253号）

《国家危险废物名录》（环境保护部令[2016]第39号）

《危险化学品安全管理条例》（国务院令[2011]591号）

《中华人民共和国土地管理法》（主席令[2004]28号）

《中华人民共和国水法》（主席令[2002]74号）

《中华人民共和国水污染防治法》（主席令[2017]70号）

《中华人民共和国水污染防治法实施细则》（国务院令[2000]284号）

《环境行政处罚办法》（环保部令[2009]8号）

《中华人民共和国环境影响评价法》（主席令[2002]77号）

《废弃危险化学品污染环境防治办法》（国家环保总局令[2005]27号）

《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环发[2012]140号）

《关于进一步加强重金属污染防治工作的指导意见》（国办发〔2009〕61号）

《重金属污染综合防治“十三五”规划》

《污染地块土壤环境管理办法》（环境保护部令〔2016〕42号，2017年7月1日施行）

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2005年4月1日）

《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》（环办〔2004〕47号）

《关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知》（国办发〔2013〕7号）

《关于贯彻落实<国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知>的通知》（环发〔2013〕46号）

《关于做好污染地块环境管理工作的通知》（豫环委办〔2017〕130号）。

《关于印发河南省清洁土壤行动计划的通知》（豫政〔2017〕13号）

《关于印发郑州市土壤污染防治工作方案的通知》（郑政文〔2017〕224号）

《土壤污染治理与修复成效评估技术指南（试行）》（环办土壤函【2017】1953号）

《污染地块风险管控与修复效果评估技术导则》（征求意见稿）

《河南省污染地块土壤环境管理办法(试行)》豫环文[2018]243号

2.2 标准规范

《场地环境调查技术规范》（HJ 25.1-2014）

《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）

《污染场地土壤修复技术导则》（HJ 25.4—2014）

《大气污染物综合排放标准》（DB11/ 501-2007）

《环境监测分析方法标准制修订技术导则》（HJ/T168-2010）

《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T 194-2005）

《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）

《空气和废气监测分析方法》（第四版），2003

《土的工程分类标准》(GB/T50145-2007)

《土工试验方法标准》(GB/T 50123-1999)

《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)

《土壤环境质量标准》(GB15168-95)

《危险废物焚烧大气污染物排放标准》(DB11/503-2007)

《污染场地修复验收技术规范》(DB11/T 783-2011)

《岩土工程勘察规范》(GB50021-2009)

《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》
(GB18599-2001)

《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)

《声环境质量标准》(GB 3096-2008)

《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1-2010)

《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)

《固定源废气监测技术规范》(HJ/T 397-2007)

《固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范(试行)》(HJ/T
373-2007)

《污染地块土壤环境管理办法试行》(2016)

《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》(GBZ
2.1-2007)

《大气污染物无组织排放监测技术导则》(HJ/T 55-2000)

《建筑与市政降水工程技术规范》(JGJ/T 111-98)

《绿色施工管理规程》(DB 11/513-2008)

《固体废物处理处置工程技术导则》(HJ 2035-2013)

《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889-2008)

《工业企业土壤环境质量风险评价基准》(HJ/T 25-1999)

《大气污染物无组织排放监测技术导则》(HJ/T 55-2000)

《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国III、IV、V阶段）》（GB 17691-2005）

《Dutch Soil Remediation Circular-2009》（荷兰土壤修复函-2009）

《工业建筑防腐蚀设计规范》（GB 50046-2008）

《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）

《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB 50202-2002）

《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB 50300-2001）

《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2002）

《建筑与市政降水工程技术规范》（JGJ/T 111-98）

《工程测量规范》（GB 50026-2007）

《建筑施工安全检查标准》（JGJ59-2011）

《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ 33-2012）

《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46-2005）

《建设工程施工现场供电安全规范》（GB 50194-93）

《绿色施工管理规程》（DB 11/513-2008）

《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523—2011）

《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）

2.3 项目文件

（1）《商城佳苑建设项目土壤环境检测初步调查报告》（郑州源致和环保科技有限公司，2017年12月）

（2）《商城佳苑项目岩土工程地质条件说明》（河南省建筑设计研究院有限公司，2017年11月10日）。

（3）《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境详细调查报告》（中节能大地环境修复有限公司，2018年2月）

（4）《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境风险评估报告》（中

节能大地环境修复有限公司，2018年2月)

(5)《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复技术方案》(中节能大地环境修复有限公司，2018年2月)

(6)《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目环境影响评价报告表》(河南省正德环保科技有限公司，2018年4月)

(7)《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目工程实施方案》(湖南宏福环保股份有限公司，2018年7月)

(8)《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目竣工验收报告》(湖南宏福环保股份有限公司，2018年10月)

(9)《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目环境监理报告》(河南咏蓝环境科技有限公司，2018年10月)

三 地块概况

3.1 项目地理位置及周边环境

管城区位于郑州市老城区东南部，位于北纬 $34^{\circ}39' \sim 34^{\circ}57'$ ，东经 $113^{\circ}41' \sim 113^{\circ}46'$ 之间，地处郑州市的东南部，是商城遗址所在地，属老城区。东临中牟县、西临二七区、南连新郑市、北与金水区相接，东起圃田乡石王村东 0.6 公里，西至十八里河镇南小李庄西 2.1 公里，南至南曹乡安庄南 0.2 公里，北到圃田乡穆庄北 1.2 公里。东西长 19 公里、南北宽 16 公里。

郑州金盛热镀锌钢管有限公司位于郑州市管城区十八里河镇大王庄村东吴河小组，南台路以西、市场南街以北、南三环南辅道以东、市场街以南围合区域范围内，十八里河东岸约 50m 处，厂址地理位置示意图见图 3-1。



图 3-1 项目所在地理位置

由于郑州金盛热镀锌钢管有限公司及周围均属于再开发范围，因此场地周边大部分区域已经拆除。拆除前，场地北侧和东侧为河南名优汽配广场，现已拆除。南侧为河南省雅宝家具有限公司，现已拆除。西侧为十八里河。厂址周边情况见图 3-2。

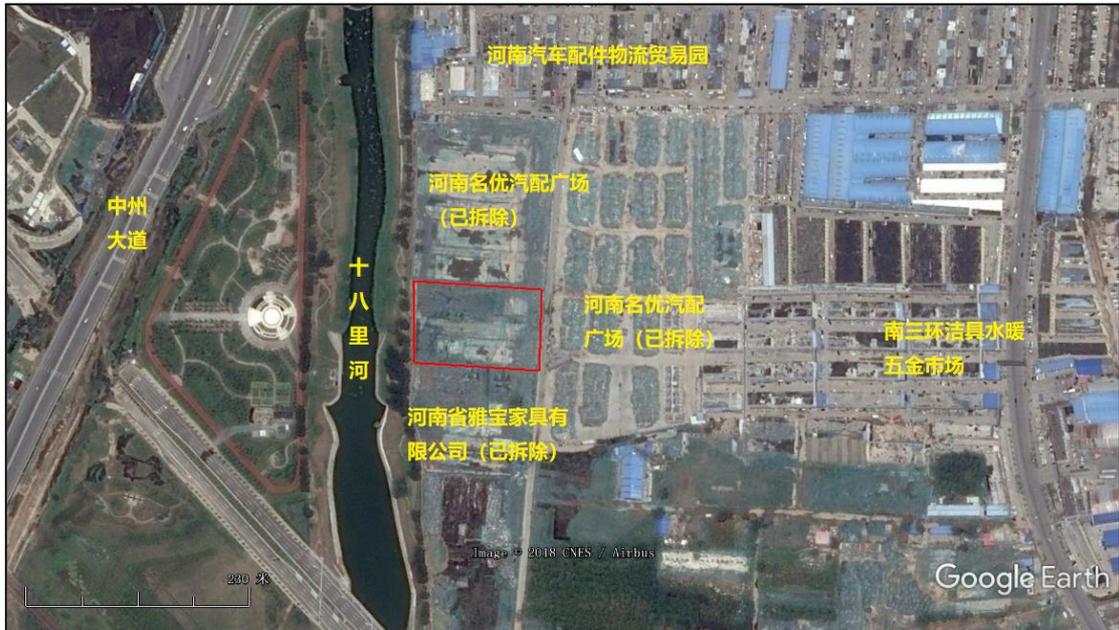


图 3-2 场地周边情况

根据业主提供的场地周边详细规划，郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地大部分将作为住宅用地，西侧部分将修建城市道路。具体可见图 3-3 和图 3-4。

根据开发规划，未来将在场地上方建设高层住宅楼，建造两层地下车库，需在目前地表向下开挖 10~13m。

3.2 调查评价结论

本项目调查评估阶段《建设用地土壤污染风险筛选指导值》（三次征求意见稿）处在征求意见阶段，尚未正式发布实施。调查评估单位结合调查区域实际情况及未来规划用途（商住用地），综合考虑项目后期环境治理成本及公众安全，同时参考国内类似项目的经验。为严格把控调查区污染情况，确保不遗漏任何可能存在的污染物，对国内现有标准进行比选，确定本场地筛选值标准的选取原则如下：

北京市开展风险评估较早，其地方标准《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811-2011）自发布以来在国内多个场地风险评估中得到应用，且指标较全面，根据污染识别结果和初步调查结果，本场地潜在污染物为 pH、8 项重金属（砷、镉、铬、铜、铅、镍、锌、汞）、六价铬及氰化物，除 pH 外，《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811-2011）中包含其他指标的筛选值。因此，优先考虑北京市《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811-2011）对本场地检出指标进行筛选。

表 3-1 土壤污染物筛选值

序号	污染物	报告参考标准
1	氰化物	300 mg/kg
2	砷	20 mg/kg
3	镉	8 mg/kg
4	铬	250 mg/kg
5	铜	600 mg/kg
6	铅	400 mg/kg
7	镍	50 mg/kg

8	锌	3500 mg/kg
9	汞	10 mg/kg
10	六价铬	30 mg/kg

3.2.1 初步调查结果

初步调查场地范围内共布设土壤采样点 12 个，采集 42 个土壤样品，采集的土壤样品送往河南松筠检测技术有限公司分析检测。经检测，场地土壤镍、锌、铬超标，超标情况见表 3-2 和图 3-5。

表 3-2 初步调查污染物超标统计表

采样深度	超标污染物	超标采样点编号	筛选值 (mg/kg)	最大超标倍数
0~0.5m	锌	2	3500	5.14
	镍	2	50	0.16
0.5~2.0m	铬	4	250	1.24
	锌	2、5	3500	0.88
2.0~5.0m	镍	2、13	50	3.76



图 3-5 初步调查污染物超标情况

3.2.2 详细调查结果

详细调查在初步调查基础上，对污染区域加密布点，共设 10 个土壤采样点，采集 90 个土壤样品，根据现场筛选，送检 41 个样品及 3 个平行样品，土壤样品送往上海实朴监测技术服务有限公司进行检测。结果显示，土壤样品镍、锌超标。超标情况如表 3-3 和图 3-6 所示。

表 3-3 详细调查土壤污染物检测结果统计

序号	污染物	筛选值 (mg/kg)	检测 数量	检出 数量	超标 数量	超标率 (%)	最大值 (mg/kg)	最大值 超标倍数
1	砷	20	41	41	0	0	10.3	-
2	镉	8	41	41	0	0	0.26	-
3	铬	250	41	41	0	0	152	-
4	铜	600	41	41	0	0	66	-
5	铅	400	41	41	0	0	60.1	-
6	镍	50	41	41	1	2.4	62	0.24
7	锌	3500	41	41	1	2.4	3610	0.03
8	汞	10	41	41	0	0	0.105	-
9	六价铬	30	41	0	0	0	-	-
10	氰化物	300	41	0	0	0	-	-

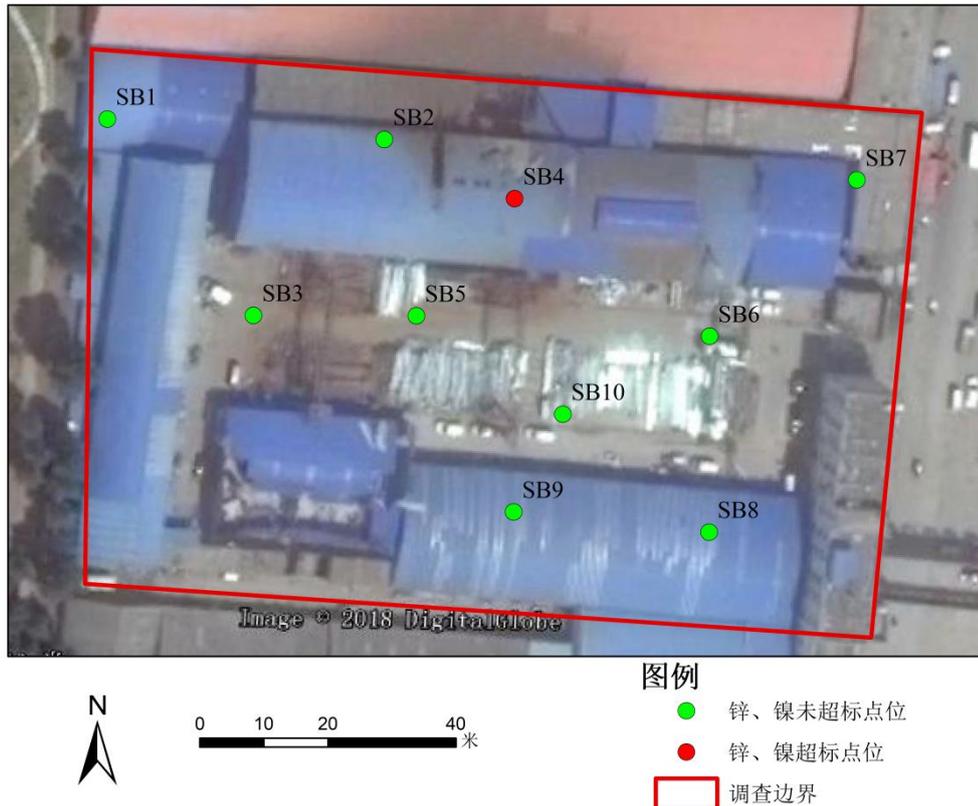


图 3-6 详细调查污染物超标情况

3.2.3 调查结果汇总

两次调查共布设土壤采样点 22 个，共检测土壤样品 86 个（含 3 个质控平行样）。根据污染识别结论，对 pH、氰化物、8 项重金属（砷、镉、铬、铜、铅、镍、锌、汞）及六价铬等指标进行检测，检测结果显示超标污染物共 3 种，均为重金属，分别为镍、锌、铬。其中镍浓度最大值为 238 mg/kg，最大超标倍数为 3.76 倍，超标样品分布于第 1 层和第 3 层土壤中。锌浓度最大值为 21507mg/kg，最大超标倍数为 5.144 倍，超标样品分布于第 1 层、第 2 层和第 3 层土壤中。铬浓度最大值为 561mg/kg，最大超标倍数 1.24 倍，超标样品分布于第 2 层土壤中。以上污染物均在 0~5.0m 范围内，在第 4 层内，未有污

染物超过筛选值。

3.2.4 风险评估结论

根据风险评估报告，对超过筛选值的污染物计算风险控制值，选定 10^{-6} 为目标可接受致癌风险，1 为目标可接受危害商，计算土壤的风险控制值。修复目标值根据风险控制值与筛选值进行比较，对于风险控制值高于筛选值的污染物，选择风险控制值作为修复目标值，对于风险控制值低于筛选值的污染物，选择筛选值作为修复目标。

由于场地开发时将修建两层地下车库，开挖深度为 10~13m，因此 0~5.0m 土壤风险控制值计算时暴露途径为全途径暴露，5.0m 以下没有超过风险污染物，不需要进行修复。

根据风险评估报告，将地层划分为 0~0.5m，0.5~2.0m，2.0~5.0m，5.0~8.0m。各层污染范围如图 3-7、图 3-8 和图 3-9 所示，相应拐点坐标见表 3-4、表 3-5 和表 3-6 所示。

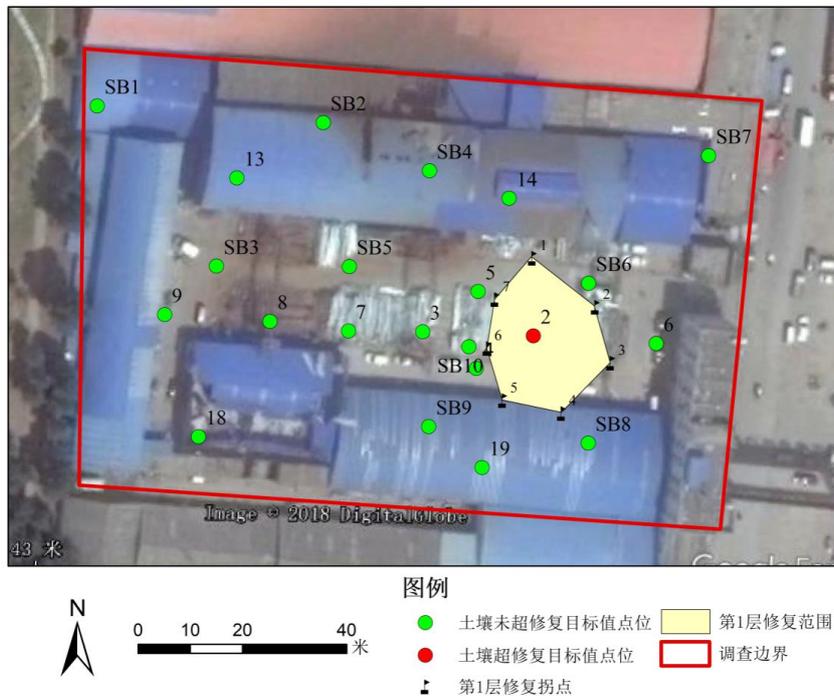


图 3-7 第 1 层调查区域土壤修复范围及拐点 (0~0.5 m)

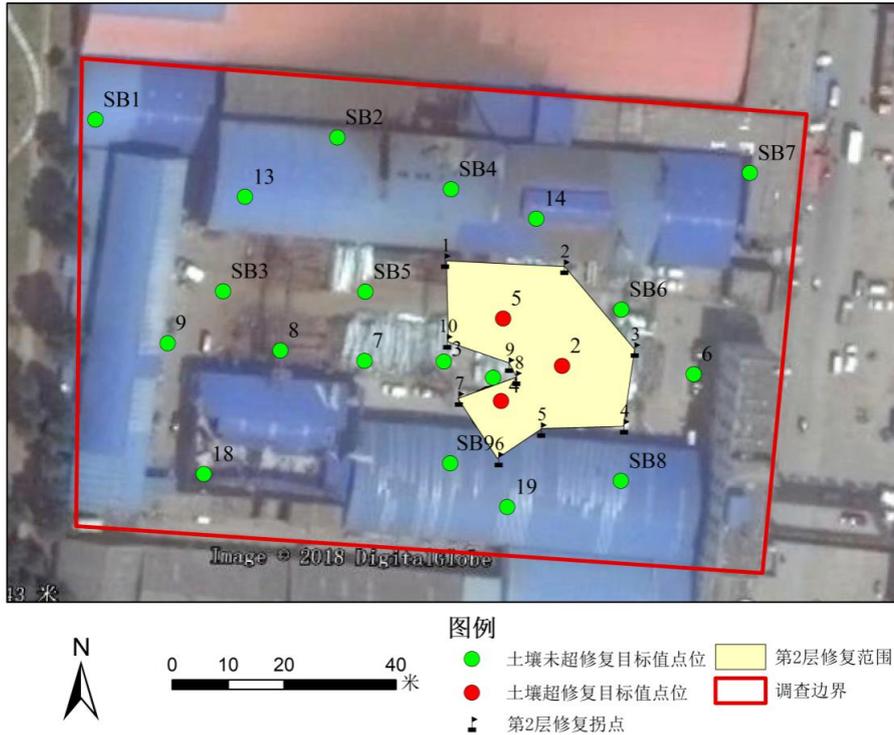


图 3-8 第 2 层调查区域土壤修复范围及拐点 (0.5~2.0m)

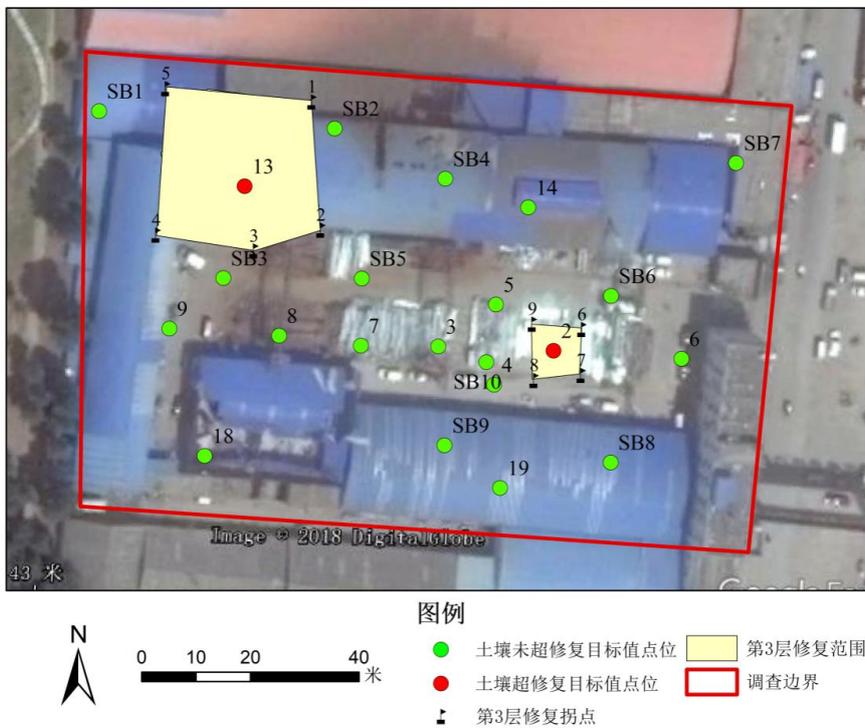


图 3-9 第 3 层调查区域土壤修复范围及拐点 (2.0~5.0m)

表 3-4 第 1 层土壤修复范围拐点坐标 (0~0.5 m)

拐点编号	经度	纬度
1	113°42'09.0756"E	34°41'52.2564"N
2	113°42'09.5508"E	34°41'51.9540"N
3	113°42'09.6696"E	34°41'51.6012"N
4	113°42'09.2988"E	34°41'51.2880"N
5	113°42'08.8560"E	34°41'51.3672"N
6	113°42'08.7372"E	34°41'51.6912"N
7	113°42'08.7984"E	34°41'51.9972"N

表 3-5 第 2 层土壤修复范围拐点坐标 (0.5~2.0 m)

拐点编号	经度	纬度
1	113°42'08.2656"E	34°41'52.3824"N
2	113°42'09.1044"E	34°41'52.3500"N
3	113°42'09.6012"E	34°41'51.8676"N
4	113°42'09.5256"E	34°41'51.4176"N
5	113°42'08.9460"E	34°41'51.3996"N
6	113°42'08.6472"E	34°41'51.2232"N
7	113°42'08.3664"E	34°41'51.5796"N
8	113°42'08.7696"E	34°41'51.6984"N
9	113°42'08.7192"E	34°41'51.7776"N
10	113°42'08.2836"E	34°41'51.9108"N

表 3-6 第 3 层土壤修复范围拐点坐标 (2.0~5.0 m)

拐点编号	经度	纬度
1	113°42'07.3368"E	34°41'53.2608"N
2	113°42'07.4052"E	34°41'52.4940"N
3	113°42'06.9228"E	34°41'52.3644"N

拐点编号	经度	纬度
4	113°42'06.2172"E	34°41'52.4580"N
5	113°42'06.2820"E	34°41'53.3400"N
6	113°42'09.2916"E	34°41'51.9000"N
7	113°42'09.2844"E	34°41'51.6264"N
8	113°42'08.9460"E	34°41'51.5940"N
9	113°42'08.9316"E	34°41'51.9324"N

根据修复范围计算污染土壤修复方量，具体如表 3-7 所示。

表 3-7 修复面积及修复方量

污染深度	污染类型	修复面积 (m ²)	修复土方量 (m ³)
0~0.5m	锌污染	478.18	239.09
0.5~2.0m	锌、铬污染	798.60	1197.9
2.0~5.0m	镍污染	864.83	2594.49
合计	—	—	4031.48

3.3 修复技术方案

根据修复方案，污染场地内产生的 4031.48m³ 重金属污染土壤采用污染土壤现场清挖+异地修复处理工艺。修复场地设置于郑州管城区金岱产业集聚区文德路与鼎力路交叉口西北角现有车间内。郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地重金属污染土壤现场清挖后送至郑州管城区金岱产业集聚区文德路与鼎力路交叉口西北角现有车间内进行修复，修复方案拟采用稳定固定化+综合利用（修复后土壤用作路基）技术。该场地修复方案总体技术路线如图 3-10 所示。

一方面场地内污染土壤现场清挖后，原址土壤中镍、锌和铬污染物浓度降低至修复目标以下，另一方面污染土壤通过固化稳定化后，重金属的浸出浓度低于《地下水质量标准》（GB/T14848-1993）III类标准，以达到消除或降低风险的目的。

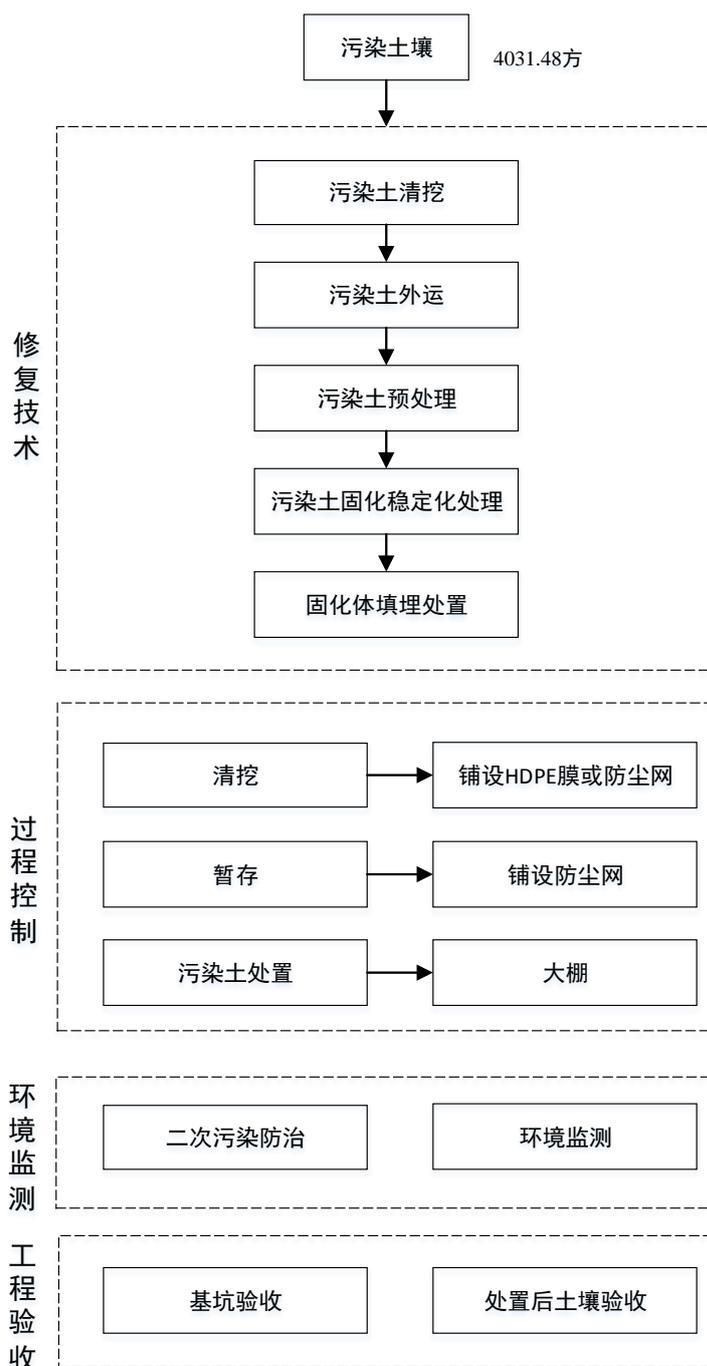


图 3-10 修复技术路线

根据修复方案，郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目

在原厂区污染场地建设分主体工程、公用工程、运输工程、辅助工程和环保工程，具体见表 3-8 原厂区污染场地建设内容一览表。

表 3-8 原厂区污染场地建设内容一览表

项目名称	项目组成		工程内容
主体工程	污染场地开挖		0~0.5m 开挖污染面积 478.18m ² , 0.5~2.0m 开挖污染面积 798.60m ² , 2.0~5.0m 开挖污染面积 864.83m ² 。开挖污染土壤的总量为 4031.48m ³ 。
	污染土壤暂存区		面积 700m ² ，设于原厂区所在地块非污染区，加设防渗措施。
公用工程	用水、用电		使用原厂区所在地块青年人才公寓商城苑项目已布设的水电设施。
	排水		生活污水经原厂区化粪池处理后排入经城东路污水管网 暂存场四周设排水沟，排水沟尺寸宽 400mm、深 300mm，底部敷设 1mmHDPE 膜，沟底铺设 C15 细石混凝土不小于 8cm 厚。暂存场四个角设置 4 口集水坑，尺寸 500*500*1200cm,要求 M10 砂浆抹面 10mm 厚。
运输工程	场内运输		采用转载机场内倒运
	场外运输		采用环保自卸汽车运输
辅助工程	办公、生活		原厂区所在地块青年人才公寓商城苑项目用地南侧临时建设 150m ² 办公用房，不单独设食堂，员工就近用餐、住宿。
	覆盖工程	基坑开挖区	开挖后的基坑，土堆表层采用土工布遮盖，无法施工时采用防雨布进行覆盖。
		暂存堆场区	采用防雨布对暂存的污染土壤及时覆盖
防渗工程	暂存堆场区	均铺设高密度聚乙烯（HDPE）防渗膜以及抗渗混凝土地面。	
环保工程	废气	无组织	污染场地清挖区采取洒水喷头抑尘等防尘、防异味措施，污染土壤暂存堆场采取防挥发、降尘措施。
	废水	生活污水	依托原厂区所在地块青年人才公寓商城苑项目的化粪池处理后直接排入市政污水管网。
		基坑废水	沉淀处理后用于污染区基坑洒水降尘。

	车辆冲洗废水	经沉淀处理后循环使用不外排。
噪声	筛分机噪声，修复车辆噪声	采用低噪、低振动筛分设备，对施工修复车辆加强管理。
固废	生活垃圾	集中收集后，由当地环卫部门统一处理
	污泥	稳定固定化，检测合格后同一综合利用

3.4 项目实施情况

3.4.1 施工准备

项目工程实施单位湖南宏福环保股份有限公司按照要求组建了项目经理部，挑选具有丰富土壤修复工程施工经验的管理人员、技术人员和长期从事土壤修复工程的专业施工队伍组成项目经理部，负责本工程的施工管理工作。并按照修复方案和施工计划，进场前汇总了劳动力需用量清单、机械需用量清单、材料需用量清单，并详细制定了进场计划。项目部提前到现场落实了用工计划，对特殊工种专项考核，做到了持证上岗。测量仪器、预处理设备等均在开工前就位，各类修复物资材料按需进场。



测量仪器开工前就位



ALLU 筛分机开工前就位

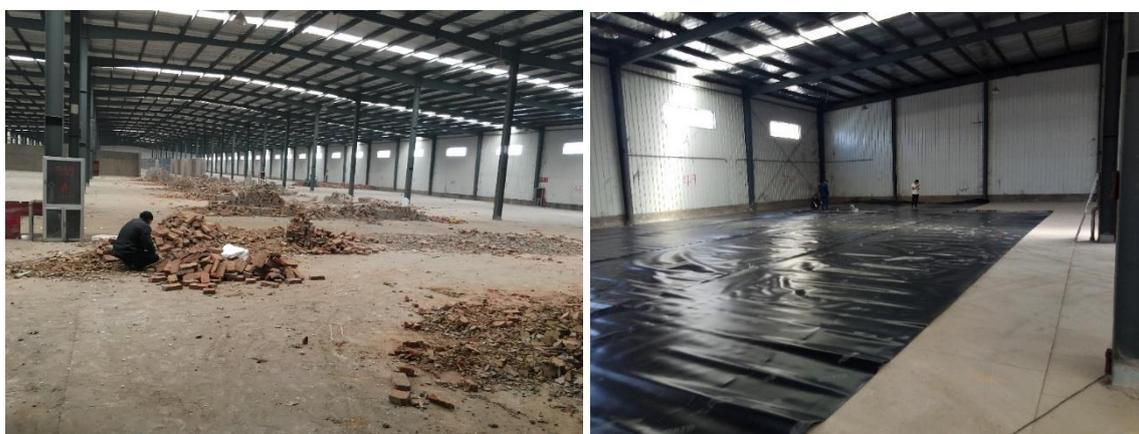
项目部正式进场施工前，项目工程实施单位多次组织人员现场踏勘，在原有调查的基础上对场地及周边环境、临水临电、外运通道、遗留建筑等进一步核实，为施工组织设计提供真实、可靠的依据。与测绘单位对本工程平面控制点和高程点交桩，建立施工测量网，对各污染区边界及场地规划测量放样，确保后期施工有序开展。



现场确定基准点

现场点位测量

为保证现场土壤清挖后能够得到安全储存，保证土壤储存期间不被雨水冲刷而对周边环境产生二次污染，4月13日至4月17日项目工程实施单位对修复车间墙体及限高广告栏进行了拆除，大门及门口道路进行修建、地面建筑垃圾清理，并在修复车间内铺设了HPDE膜。



修复车间墙体拆除

修复车间铺设 HPDE 膜

场地内现有道路因受项目现场清表的影响，部分道路已不能满足施工车辆行驶，项目工程实施单位利用厂区内地面用场地内现有建筑垃圾和混凝土块修筑临时便道，确保车辆和机械设备正常通行。



拆除修复车间门头钢结构广告牌



进修复车间道路进行改造

3.4.2 建筑基础破碎及清运

2018年4月16日，施工单位开始进场施工，对现场污染区域及边界的建筑垃圾进行清除，其中共清除现场地表以上垃圾清除4000m³，对污染区域表层硬化地面进行，其中破除与清理硬化地面2000m²（30公分硬化地面破除与清理），对污染区域及边界的地下钢筋水泥罐体破碎清除，其中地下钢筋混凝土罐体长30米、宽30米，深5米，壁厚30公分，池底厚度1米，共计破碎清除1980m³。



硬化地面破碎清除



地下钢筋水泥罐体破碎清除

3.4.3 土壤清挖

土方开挖工艺流程：定位放线、验线→土方开挖→装车→转运至密闭修复车间→坑底和基坑死角人工开挖→最后收尾土方挖除。

根据调查评估报告的拐点坐标和高程，工程实施单位请测量单位精确地测定各区域平面控制点的拐点范围和高程，再用直角坐标法放出基坑各角点位置，在地面钉入木桩，洒灰线，标出土壤清运范围。把标注区域内清洁土壤挖出，清运打堆，经检测合格后不再进行处置。

污染土壤开挖顺序采用逐层清挖，由北向南，最先清挖场区东北侧的污染区域。

(1) 主要采用机械开挖，坑底和基坑死角人工开挖方法。

(2) 根据施工组织设计，分不同层次、不同污染区域进行开挖。

考虑现场情况挖机在基坑上依次后退开挖作业。



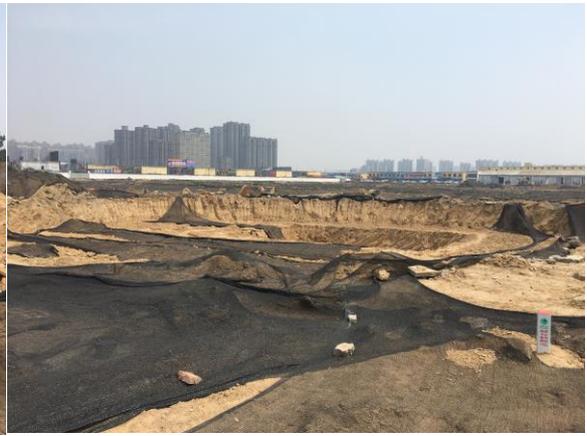
现场测量放线



基坑清挖



污染土装车



污染土清挖后现场基坑状况



现场测量

3.4.4 污染土壤运输及暂存

施工过程中，工程施工单位严格按照监理的指示进行施工，派专人管理，每辆车进行编号处理，该工程土方运输为场内运输，做到专车专用，运输期间车辆不得出场。

为减少运输污染土对周围环境的影响，业主单位和施工单位组织成立污染土运输管理小组，同时做到管理工作横到边、纵到底，责任落实到人，避免在污染土在运输途中发生扬尘、洒漏等问题。污染土壤运输至密闭修复车间。

在原修复方案中，在场地南侧中间位置非污染区域内拟设置700m²的污染土壤暂存区，用于现场污染土壤清挖出来后进行暂存。但施工过程中，施工单位发现污染土壤修复车间距离项目现场距离较紧（仅4公里左右），且该场地内需要修复的污染土壤仅4031.48m³，为避免污染土壤在非污染区域内暂存可能产生的二次污染，减少污染土壤在原场地内的存留时间，提高污染土壤清运效率，施工单位决定加强项目现场挖机和运输车辆数量，在现场基坑内污染土壤直接清挖后进行装车，运输至封闭的修复车间内进行存放，以待后续进行修复治理。



污染土壤现场清挖



污染土壤直接装车



污染土壤暂存

本阶段现场污染土壤清挖、运输及暂存的工程量如下：

- 1) 现场地表垃圾清除：4000m³
- 2) 表层硬化地面破除与清理：2000m²，30 公分硬化地面破除与清理；
- 3) 地下钢筋水泥罐体破碎清除：地下钢筋混凝土罐体长 30 米、宽 30 米，深 5 米，壁厚 30 公分，池底厚度 1 米。共计 1980m³；
- 4) 污染土壤现场清挖和运输：共计 4620m³，其中 4 月 19 日 680m³，4 月 20 日 2340m³，4 月 21 日 860m³，4 月 22 日 760m³；

污染土壤清运台账

施工时间	施工内容	施工负责人
4月7日至18日	场地混凝土地面破碎及清理,治理车间场地清理	杨彪
4月19日(包含20日凌晨)	开挖及转运34车	杨彪
4月20日(包含21日凌晨)	开挖及转运159车	杨彪
4月21日(包含22日凌晨)	开挖及转运38车	杨彪

因此本项目基坑清挖污染土实际方量为 4620m³,总污染土方量多于原预估量 589m³。这主要因为该项目地块被规划为郑州市重点项目用地(人才公寓建设用地),为加快污染土壤外运进程,确保污染土壤一次性清挖到位,现场清挖过程中,清挖边界适当外延所造成的。

同时,因该项目地块被规划为郑州市重点项目用地(人才公寓建设用地),人才公寓建设项目纳入到郑州市月度考核指标中,为加快项目进度,建设单位郑州市金岱鼎城置业有限公司于2018年5月11日向管城区环保局申请对该项目进行分期验收,并于2018年5月18日,在金岱产业集聚区管委会3楼会议室组织郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目现场基坑验收评审会,第一阶段现场污染土壤清挖、运输及基坑顺利通过验收。

污染土壤清挖转运详细情况见附件1。基坑测量报告详见附件2。基坑侧壁及坑底取样检测报告见附件3。第一阶段现场基坑验收申请及专家评审会意见详见附件4。

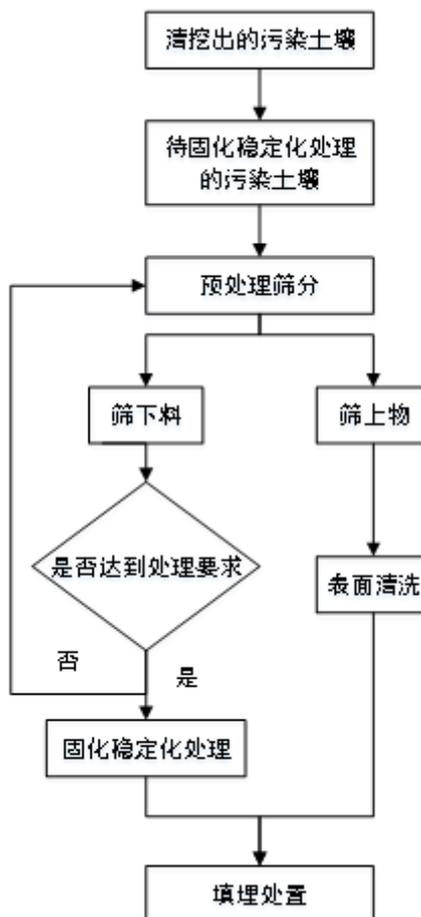
3.4.5 土壤预处理

3.4.5.1 预处理目的

预处理主要目的包括：

- (1) 去除土壤中大块非土壤物质，如石块、建筑垃圾等；
- (2) 破碎较大土块，确保土壤粒径相对均一，增强污染物去除效果；
- (3) 调整土壤的含水率，保证后续修复处理对含水率的要求。

3.4.5.2 预处理技术路线



污染土预处理技术路线图

3.4.5.3 土壤预处理实施

7月9日至7月14日对污染土壤进行预处理。土壤预处理需在密闭环境内进行，主要包括密闭贮存设施（钢结构大棚），筛分设施（筛分机）。

预处理的目的是去除土壤中较大的石块，满足一般固体废物填埋要求。挖掘出的污染土壤利用预处理设备进行筛分，筛下土壤外运，运至污染暂存区堆存，分批进行固化稳定化处置，养护后检测达标后填埋。筛上物较大石块通过清洗，去除表面污染物后可作为建筑垃圾外运。

土壤破碎程度大有利于后续与固化/稳定剂的充分混合接触，一般要求土壤颗粒最大的尺寸不宜大于5 cm。

筛上物通常是石头、混凝土块、钢筋等，以建筑垃圾为主要特征的混合物。筛上物同修复合格污染土一起填埋。本项目计划使用Allu铲斗进行所有污染土壤的前处理，该装置的筛分效率约为600 m³/d。该铲斗的参数见下表。

ALLU 多功能筛分破碎铲斗参数

型号	斗容(m ³)	筛分面积(m ²)	液压流量(L/min)	最大液压动力持续/峰值(kW)	尺寸(高×宽×长)(cm)
DSB3-17	2.1	1.7	95-235	75/110	169×175×215



多功能 Allu 筛分机照片

3.4.6 污染土壤稳定化修复中试

7月15日,湖南宏福环保股份有限公司对现场污染土壤进行不同配比的药剂添加拌和实验,养护完成后取相关土样进行检测,25日出具污染土壤修复中试报告。结果显示,5%的添加量已经基本满足项目需求。考虑到工程施工与实验室中试的差异性,因此考虑工程施工实际添加量为6%。

3.4.7 污染土壤稳定化工程实施

土壤转运至修复区,添加药剂,采用 AULL 斗搅拌均匀后,转运至养护区。

修复时间:7月25日至8月15日;

药剂添加比例:药剂质量比按照土方质量的6%计;

修复过程:7月25日上午接到中试报告,下午按中试结果修复400m³;7月26日修复600m³;7月27日修复600m³;7月28日上午

修复 400m³，下午人员中暑、机器维护停工；7月29日停工养护；7月30日修复 500m³，下午对28日上午及之前修复后的土壤进行检测采样与修复场地环境检测；7月31日修复 450m³，修复场地环境检测；8月1日修复 400m³，修复场地环境检测；8月2日机器维护，停工；8月3日修复 450m³；8月4日修复 380m³；8月5日修复 340m³；8月6日修复后土壤养护；8月7日修复后土壤养护；8月8日修复后土壤第二次检测采样，修复场地环境检测；8月9日修复场地环境检测；8月10日修复场地环境检测；8月13日上午接到第一次采样检测报告，下午根据检测报告结果返工修复不达标土壤 400m³；8月14日返工修复不达标土壤 700m³；8月15日上午返工修复不达标土壤 400m³，下午开始养护；8月16日返工修复后土壤养护；8月17日返工修复后土壤上午养护，下午送检；

修复总量：修复总土方共 4620m³（中试合格的 7%药剂添加组的 100m³和后续修复的 4520m³）。第一次修复消耗药剂 372 吨（包含中试药剂 100m³）；修复后经检测其中 1500m³ 修复效果不达标，重新加药搅拌修复，第二次修复消耗药剂 117 吨，土壤修复后全部达标共消耗药剂 489 吨。

污染土壤处置台账

施工时间	施工内容	施工负责人
7月9日	筛土预处理 1700m ³	杨凯
7月10日	筛土预处理 1500m ³	杨凯
7月11日	筛土预处理 1420m ³	杨凯
7月12日	按药剂添加量 3%、5%、7%分别修复污染土壤 100m ³	杨凯
7月13日	修复后土壤养护	杨凯
7月14日	修复后土壤养护	杨凯
7月15日	中试检测取样	杨凯
7月25日	上午接到中试报告,下午按中试结果修复 400m ³	杨凯
7月26日	修复 600m ³	杨凯
7月27日	修复 600m ³	杨凯
7月28日	上午修复 400m ³ ,人员中暑、机器维护下午停工	杨凯

备注: 5%及 7%药剂添加量的两组修复后检测数据均达到修复目标值, 为保证修复质量, 修复药剂按 6%添加。未达到 6%添加量的均需重新修复, 修复土壤总量合计 4520m³。

污染土壤处置台账

施工时间	施工内容	施工负责人
7月30日	1、修复 500m ³ ; 2、下午对 28 日上午及之前修复后的土壤进行检测采样; 3、修复场地环境检测	杨凯
7月31日	1、修复 450m ³ ; 2、修复场地环境检测	杨凯
8月1日	1、修复 400m ³ ; 2、修复场地环境检测	杨凯
8月2日	机器维护, 停工	杨凯
8月3日	处理 450m ³	杨凯
8月4日	处理 380m ³	杨凯
8月5日	处理 340m ³	杨凯
8月6日	修复后土壤养护	杨凯
8月7日	修复后土壤养护	杨凯
8月8日	1、修复后土壤第二次检测采样; 2、修复场地环境检测	杨凯
8月9日	修复场地环境检测	杨凯
8月10日	修复场地环境检测	杨凯

不达标土壤返工修复处置台账

施工时间	施工内容	施工负责人
8月13日	上午接到第一次采样检测报告,下午根据检测报告结果返工修复不达标土壤 400m ³	杨虎
8月14日	返工修复不达标土壤 700m ³	杨虎
8月15日	上午返工修复不达标土壤 400m ³ ,下午开始养护	杨虎
8月16日	返工修复后土壤养护	杨虎
8月17日	返工修复后土壤上午养护,下午送检	杨虎



药剂添加



修复车间内分区情况



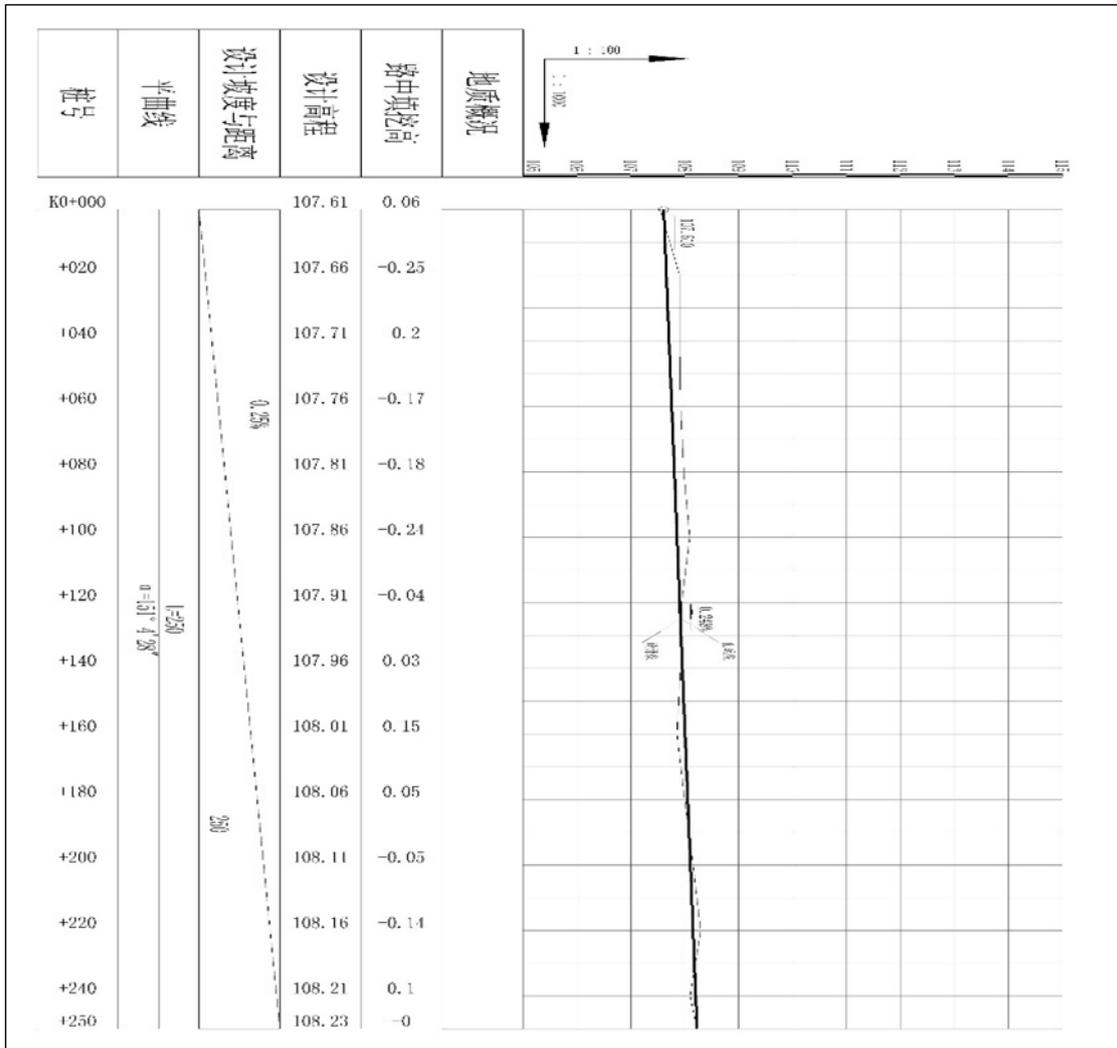
取样检测

3.4.8.2 固化稳定后土壤接受地的坐标及高程

固化稳定化后土壤接受地为润滑路（鼎瑞街-鼎力街段），全长250米。工程起点K0+000坐标为（X=3840573.600,Y=474675.845），设计高程为107.61。工程终点坐标K0+250坐标为（X=3840354.788,Y=474796.763），设计高程为108.23。该路段不同桩号的坐标见下表
遂桩坐标表。固定稳定化后土壤填埋深度为设计高程下1.4m区域，厚度80cm左右，上层路面结构总厚度为59cm，结构采用沥青混凝土结构。路面结构为4cm细粒式沥青混凝土AC-13C+5cm中粒式沥青混凝土AC-16C+18cm水泥粉煤灰碎石+32cm水泥土（分两层）。

遂桩坐标表

桩号	坐标(米)		方位角
	X	Y	
K0+000	3840573.6	474675.845	151° 4' 28"
+020	3840556.095	474685.518	151° 4' 28"
+040	3840538.59	474695.192	151° 4' 28"
+060	3840521.085	474704.865	151° 4' 28"
+080	3840503.58	474714.539	151° 4' 28"
+100	3840486.075	474724.212	151° 4' 28"
+120	3840468.57	474733.886	151° 4' 28"
+140	3840451.065	474743.559	151° 4' 28"
+160	3840433.56	474753.233	151° 4' 28"
+180	3840416.055	474762.906	151° 4' 28"
+200	3840398.55	474772.58	151° 4' 28"
+220	3840381.045	474782.253	151° 4' 28"
+240	3840363.54	474791.926	151° 4' 28"
+250	3840354.788	474796.763	151° 4' 28"



不同桩号设计高程图

3.4.8.3 固化稳定后土壤接受地水文地质条件

润滑路为贯穿光之谷商业中心的市政道路，西侧 10 米处为光之谷商业中心一期，东侧 10 米处为光之谷商业中心二期。河南工程水文地质勘察院有限公司分别于 2015 年 6 月、2017 年 6 月出具了《光之谷商业中心岩土工程勘察报告（详细勘察）》和《光之谷商业中心二期岩土工程勘察报告（详细勘察）》。

根据以上岩土工程勘察报告，固化稳定化后土壤接受地地貌单元

为黄河冲洪积平原，依据钻探、静力触探及土工试验成果，勘探深度范围内将地层分为8个单元层：

第（1）层，沙粉（ Q_4^{al+pl} ）；

褐黄色，稍湿，松散~稍密，主要矿物成份以长石、石英为主，颗粒级配不良，局部夹杂少量粉土。该层上部局部为杂填土，主要以粉砂和建筑垃圾为主。该层在场地内普遍分布。

第（2）层，粉质黏土（ Q_4^{al} ）；

黄褐色，褐灰色，可塑，稍有光泽，韧性中等，干强度中等，夹褐黄色稍密-中密状粉土，局部夹薄层粉砂。该层在场地局部缺失。

第（3）层，沙粉（ Q_4^{al+pl} ）；

褐黄色，灰黄色，湿，中密，主要矿物成份以长石、石英为主，颗粒级配不良，夹褐黄色密实状粉土，局部夹薄层粉质黏土。该层在场地内普遍分布。

第（4）层，粉质黏土（ Q_4^{al} ）；

黄褐色，可塑，稍有光泽，韧性中等，干强度中等，夹褐黄色密实状粉土。该层在场地局部缺失。

第（5）层，细沙（ Q_4^{al} ）；

黄色，灰黄色，饱和，密实，主要矿物成分以长石、石英、少量云母碎片为主，颗粒级配不良，局部夹薄层粉土。该层在场地内普遍分布。

第（6）层，粉质黏土（ Q_4^{al} ）；

黄褐色，可塑，稍有光泽，韧性中等，干强度中等，含少量小粒

径钙质结核，局部夹薄层粉土。该层在场地内普遍分布。

第（7）层，粉质黏土（ Q_4^{al} ）；

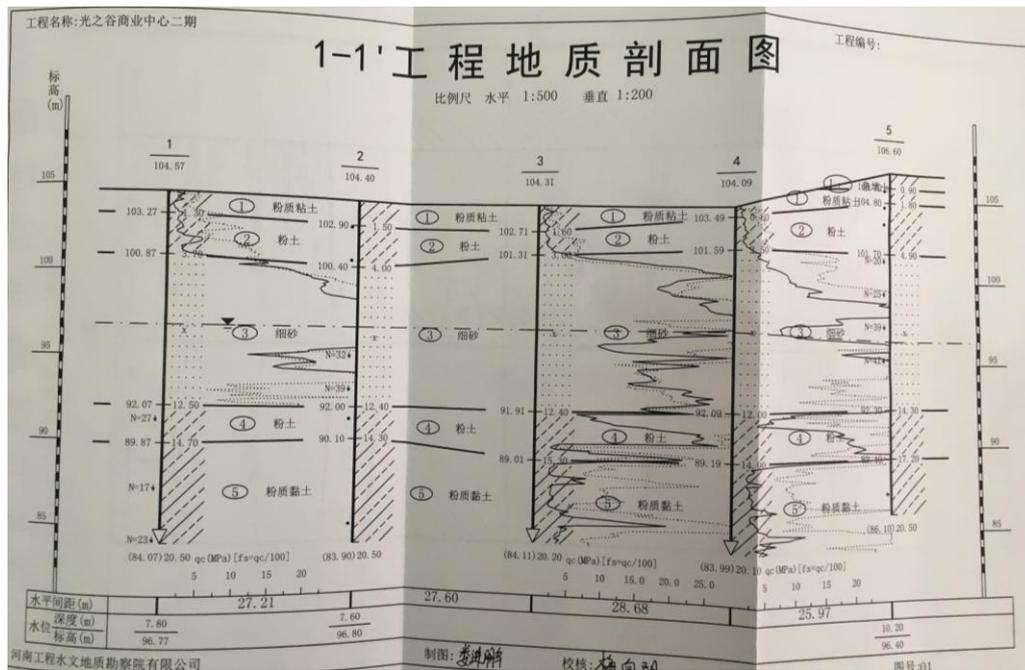
黄褐色，局部灰黄色，可塑—硬塑，稍有光泽，韧性中等，干强度中等，含少量小粒径钙质结核，局部夹薄层粉土。该层在场地内普遍分布。

第（8）层，粉质黏土（ Q_4^{al} ）；

黄褐色，局部灰黄色，硬塑，有光泽，韧性中等，干强度中等，含大量小粒径钙质结核，局部少量黏土。在 50.5 勘探深度分为内未有揭穿该层。

地下水水位：根据钻探揭露，本工程勘察期间量测的水位在地面以下 7.6-10.5m（绝对标高约为 95.4-97.2 米）。根据区域水文地质资料，该地区地下水位的正常年份地下水年变幅 1.0-2.0 米左右，属潜水类型，主要为大气降水补给，近 3-5 年最高水位埋深为 7.0 米（绝对标高约为 97.0m），历年最高水位埋深为 4.0m（绝对标高约为 100.0m）。

不良地质作用及对工程不利的埋藏物：在场地内及附近未发现对工程安全有影响的诸如岩溶、滑坡、塌陷、崩塌、采空区、地面沉降、地裂等不良地质作用。也未发现影响地基稳定性的沟浜、孤石及其他人工地下设施等埋藏物。



工程地质剖面图

3.4.8.4 固化稳定后土壤全利用的可行性分析

1) 固定稳定化后土壤中镍、锌、铬（六价）浸出浓度分别低于 0.05mg/L，1.0mg/L，0.05mg/L。均能达到《地下水质量标准》（GB/T14848-1993）III 类标准。不会对润滑路所在地土壤和地下水造成污染。

2) 固定稳定化后土壤填埋深度 1.4 米，厚度 80 公分左右。填埋区域水位在地面以下 7.6- 10.5m（绝对标高约为 95.4-97.2 米）。历年最高水位埋深为 4.0m（绝对标高约为 100.0m）。埋藏深度在当地历年最高水位上方 2.6 米。符合相关选址要求，不会对填埋利用区地下水产生不良影响。

3) 固化稳定化土壤填埋后, 上层有 59cm 厚的路面结构做覆盖, 路面结构层为 4cm 细粒式沥青混凝土 AC-13C+5cm 中粒式沥青混凝土 AC-16C+18cm 水泥粉煤灰碎石+32cm 水泥土 (分两层)。不会对周边环境和人群造成不良影响。

4) 固定稳定化土壤填埋区没有穿越水源保护区、农田等环境敏感区的道路下方, 没有供水管线穿越, 根据河南元盛建设集团有限公司出具的土壤压实度实验记录, 该路段土壤压实度均在 97%以上, 满足该路段工程要求, 可在改路度进行再利用。

综上, 固化稳定后土壤达到相关标准后, 在润滑路 (鼎瑞街-鼎力街段), 进行安全利用是可行性的。

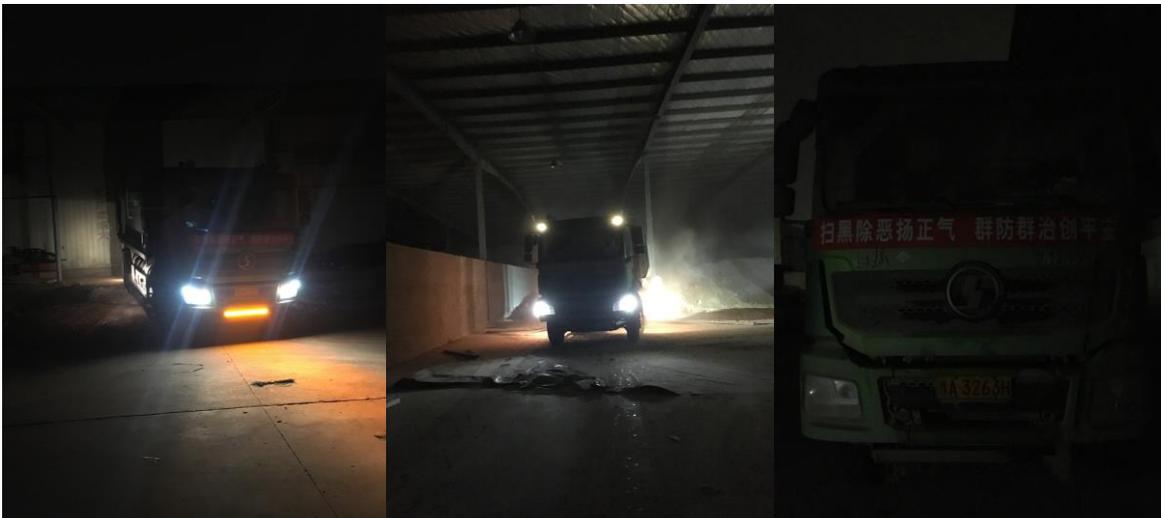
3.4.8.5 固化稳定后土壤外运填埋做路基综合利用

9 月 1 日至 9 月 20 日, 将修复好检测合格的土壤外运至路基填埋施工现场进行综合填埋做路基安全利用。其中 9 月 1 日向外清运 13 车合计 260m³, 9 月 2 日向外清运 13 车合计 260m³, 9 月 3 日向外清运 9 车合计 180m³, 9 月 4 日向外清运 34 车合计 680m³, 9 月 8 日向外清运 28 车合计 560m³, 9 月 9 日向外清运 27 车合计 540m³, 9 月 16 日向外清运 42 车合计 840m³, 9 月 19 日向外清运 32 车合计 640m³, 9 月 20 日向外清运 5 车合计 100m³, 9 月 21 日向外清运 46 车合计 920m³, 9 月 23 日向外清运 10 车合计 200m³。总合计 5260m³。

修复后土壤转运及回填台账

施工时间	施工内容	施工负责人
9月1日(包含2日凌晨)	转运及回填 26 车	杨亮
9月3日(包含4日凌晨)	转运及回填 22 车	杨亮
9月4日	转运及回填 21 车	杨亮
9月8日凌晨	转运及回填 28 车	杨亮
9月9日凌晨	转运及回填 27 车	杨亮
9月17日凌晨	转运及回填 42 车	杨亮
9月19日晚上	转运及回填 32 车	杨亮
9月20日	转运及回填 5 车	杨亮
9月21日	转运及回填 46 车	杨亮
9月23日	清理仓库, 转运及回填 14 车	杨亮

此阶段统计清运量大于修复治理阶段污染土壤土方量，主要是因为污染土壤加药剂后比较蓬松所致。修复治理合格后土壤转运填埋情况见附件 3. 修复治理合格后土壤外运填埋记录表。



检测合格后土壤外运

具体运输填埋情况详见附件 5. 运输填埋记录单。

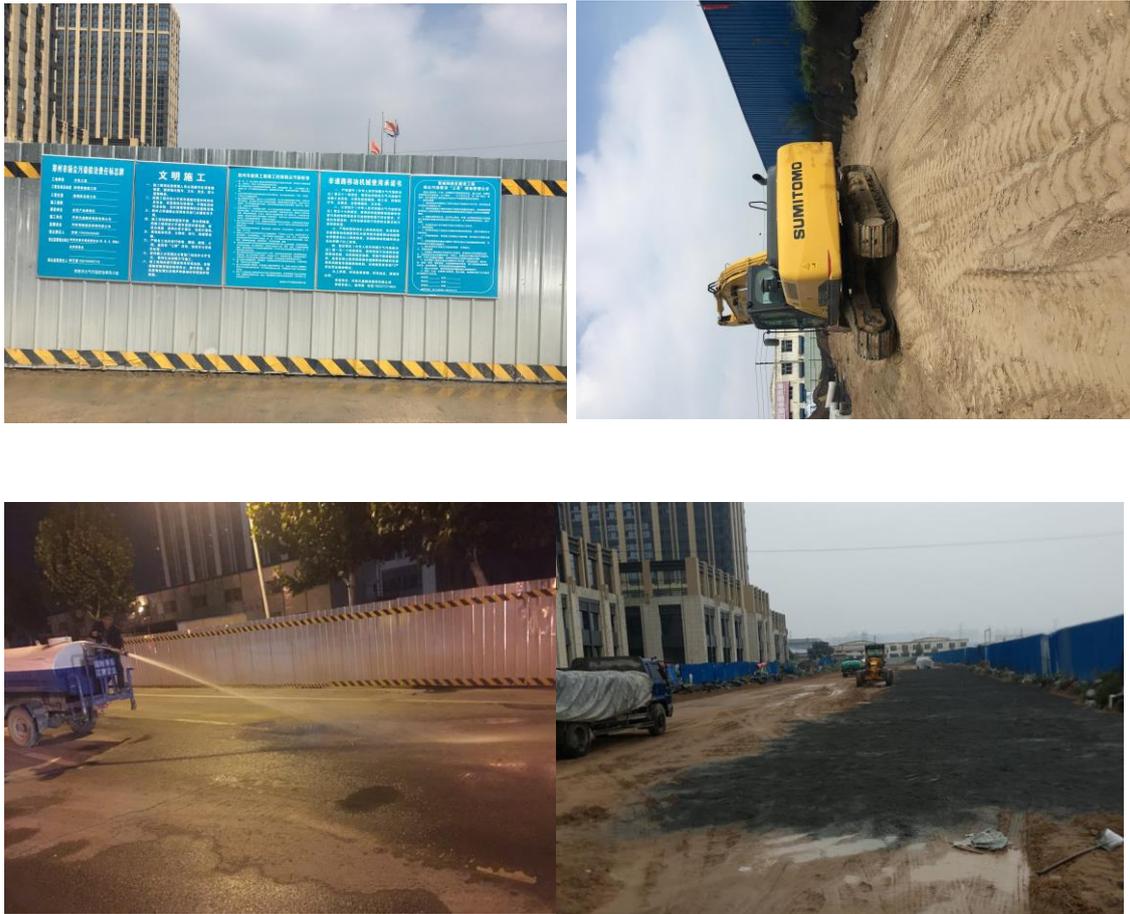
本项目污染土壤经过固定稳定化处理后，土壤污染物浸出浓度满足《地下水质量标准》（GB/T14848-1993）III 类标准，不会对环境

造成污染，修复后土壤外运至郑州市管城区金岱产业集聚区用作润滑路（鼎力街-鼎瑞街段）路基使用。为了加强修复后土壤中重金属的稳定性，防止土壤中重金属向外迁移扩散的可能，同时达到道路施工需要的夯实系数，满足道路施工的相关质量要求，在做路基填埋的现场，在修复后的土壤中增加 8% 的水泥，现场进行混合固化，使修复后土壤彻底固化在路基之中。

混合水泥固化的合格土壤填埋时分层铺摊，采用推土机从四周将土推到基坑，再用人工及蛙式打夯机以 20 米为一段铺填，分为两层，每层之间按阶梯形铺填。采用机械打夯分层夯填密实。打夯时每层铺土厚度为 300mm，人工打夯不超过 150mm。每层铺摊后，随之耙平。填埋土每层夯打。打夯为一夯压半夯，夯夯连接，纵横交叉，防止漏压或漏夯，现场要求严禁采用水浇使土下沉的所谓“水夯”法。

填土全部完成后，现场进行表面拉线测平，对超过标准高程的地方，及时依线铲平，对低于标准高程的地方，补土夯实。





修复合格后土壤做路基填埋综合利用现场照片

3.5 实际工程量

本工程污染土壤主要包括：

- 1) 现场地表垃圾清除：4000m³
- 2) 表层硬化地面破除与清理：2000m²，30 公分硬化地面破除与清理；
- 3) 地下钢筋水泥罐体破碎清除：地下钢筋混凝土罐体长 30 米、宽 30 米，深 5 米，壁厚 30 公分，池底厚度 1 米。共计 1980m³；
- 4) 污染土壤清运和修复治理量：4620m³。

因此本项目修复治理污染土方量为 4620m³，总污染土方量多于原预估量 589m³。总合计 5260m³。

修复合格后土壤做路基填埋综合利用阶段统计外运量大于修复治理阶段污染土壤土方量，主要是因为污染土壤加药剂后比较蓬松所致。本项目实际修复污染土方量按照污染土壤清运和治理阶段方量计算。

3.6 工程实际建设内容

与修复方案中原厂区污染场地建设内容进行比较，工程实施过程中，实际建设内容取消了污染土壤暂存区，改为直接装车运输至密闭修复车间中暂存。

同时为了加强修复后土壤中重金属的稳定性，防止土壤中重金属向外迁移扩散的可能，同时达到道路施工需要的夯实系数，满足道路施工的相关质量要求，在做路基填埋的现场，在修复后的土壤中增加 8% 的水泥，现场进行混合固化，使修复后土壤彻底固化在路基之中。

原厂区污染场地建设内容一览表

项目名称	项目组成	工程内容
主体工程	污染场地开挖	0~0.5m 开挖污染面积 478.18m ² ，0.5~2.0m 开挖污染面积 798.60m ² ，2.0~5.0m 开挖污染面积 864.83m ² 。开挖污染土壤的总量为 4031.48m ³ 。 实际情况：开挖污染土壤的总量为 4620m³。
	污染土壤暂存区	面积 700m ² ，设于原厂区所在地块非污染区，加设防渗措施。 实际情况：未设置暂存区，直接转运至修复车间
	钢筋混凝土砌体拆除	拆除混凝土结构 1980m³。

公用工程	用水、用电		使用原厂区所在地块青年人才公寓商城苑项目已布设的水电设施。
	排水		生活污水经原厂区化粪池处理后排入经城东路污水管网 暂存场四周设排水沟，排水沟尺寸宽 400mm、深 300mm，底部敷设 1mmHDPE 膜，沟底铺设 C15 细石混凝土不小于 8cm 厚。暂存场四个角设置 4 口集水坑，尺寸 500*500*1200cm,要求 M10 砂浆抹面 10mm 厚。 实际情况：取消暂存场地，未设置。
运输工程	场内运输		采用转载机场内倒运
	场外运输		采用环保自卸汽车运输
辅助工程	办公、生活		原厂区所在地块青年人才公寓商城苑项目用地南侧临时建设 150m ² 办公用房，不单独设食堂，员工就近用餐、住宿。
	覆盖工程	基坑开挖区	开挖后的基坑，土堆表层采用土工布遮盖，无法施工时采用防雨布进行覆盖。
		暂存堆场区	铺设高密度聚乙烯（HDPE）防渗膜以及抗渗混凝土地面。 直接转运至修复车间，未进行暂存
环保工程	废气	无组织	污染场地清挖区采取洒水喷头抑尘等防尘、防异味措施，污染土壤暂存堆场采取防挥发、降尘措施。
	废水	生活污水	依托原厂区所在地块青年人才公寓商城苑项目的化粪池处理后直接排入市政污水管网。
		基坑废水	沉淀处理后用于污染区基坑洒水降尘。
		车辆冲洗废水	经沉淀处理后循环使用不外排。
	噪声	筛分机噪声，修复车辆噪声	采用低噪、低振动筛分设备，对施工修复车辆加强管理。
	固废	生活垃圾	集中收集后，由当地环卫部门统一处理
污泥		稳定固定化，检测合格后同一综合利用	

3.7 环境保护措施落实情况

3.7.1 废水

污染场地土壤清挖过程中废水主要来自于工作人员生活污水、车辆轮胎冲洗废水，本项目基坑最深5米，基坑清挖过程中，坑底没有地下水渗出，无基坑排水。修复场地修复过程中废水主要来自于生活用水、渣土冲洗废水、车辆轮胎冲洗废水。

污染场地及修复场地生活污水依托所在地块化粪池处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后排入市政污水管网。施工场地配套建设沉淀池，车辆冲洗废水经沉淀处理后回用没有外排，渣块冲洗废水经沉淀处理后回用于修复治理工序。

综上所述，本项目废水均得到合理处置，对周围水环境没有产生不良影响。

3.7.2 废气

项目在开挖、运输过程中，及时用洒水车、雾炮车进行场地洒水、降尘。在风力大于4级或大气污染管控期停止土方作业，对裸露地面及时铺设防尘网。

修复筛分废气和固化稳定化废气经引风机引至脉冲袋式除尘器后再经15m高排气筒排放，检测结果表明，废气排放满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）的相关要求。

3.7.3 噪声

本项目的噪声主要为污染场地现场挖掘机、运输车辆，修复车间的风机、搅拌机和铲车工作时产生的噪声。

根据现场踏勘，污染场地北侧的噪声敏感点橡树玫瑰城距离项目所在地 600m，修复场地东南 120m 光之谷为在建公寓，尚未交付，无居民住宿。且监测结果表明，修复治理期间，厂界噪声均达到相关标准值得要求。

3.7.4 固体废物

为减轻污染土壤清挖运输过程中可能产生的二次污染，本项目取消了金盛污染场地现场的暂存场地，改为直接装车运输。污染土壤运输车辆采用全密闭车辆，装载过程中严禁超载。为防止修复治理过程中产生二次污染，污染土壤修复治理车间全封闭，地面有 30cm 水泥硬化地面，同时在硬化地面上铺设厚度为 1mm 以上的 HPDE 膜。施工单位对污染场地现场、运输过程中产生的遗撒及修复治理车间的土壤进行及时清理与收集。本项目产生的生活垃圾有环卫部分定期清运，废水处理池产生的污泥、脉冲袋式除尘器收集的土壤颗粒物均直接参与固化稳定化处置，达到修复目标值后统一拉运至润滑路做路基综合填埋利用。

四 修复与治理效果评估

4.1 评估目的及原则

4.1.1 评估目的

- (1) 评估项目是否已经完成修复目标。
- (2) 本项目的实施是否改善了土壤环境质量，保障人居环境安全。

4.1.2 评估原则

- (1) 认真贯彻和落实国家相关法律法规及其他条例、规定。
- (2) 坚持客观、公正、科学、实用的原则。
- (3) 坚持实地调查与理论分析相结合的原则。

4.2 评估方法

本次评估采用资料收集、人员走访、实地考察以及现场采样和检测分析，广泛收集意见和建议，深入了解项目真实情况。

4.3 评估的范围和评估因子

4.3.1 评估范围

郑州金盛热镀锌管有限公司厂区：环境详细调查、评估报告中认定的原郑州金盛热镀锌管有限公司厂区内需要修复土壤的相关范围

内污染土壤是否清挖到位，基坑侧壁和坑底残留土壤是否达到预定的目标值。

修复治理车间：经修复治理后的土壤是否达到修复目标值。

润滑路：修复合格后的土壤是否按照技术方案的要求，完全做路基进行填埋综合利用。

车辆运输线路：沿途是否发生抛撒、侧翻等相关情况。

4.3.2 评估因子

现场基坑及侧壁残留土壤（总量）：pH、镍、锌、铬。

修复车间内修复治理后土壤（浸出浓度）：pH、镍、锌、铬（六价）。

4.3.3 检测方法

现场基坑及侧壁残留土壤（总量）：pH、镍、锌、铬的检测方法见表表 4-1 检测方法及检测仪器一览表。

表 4-1 检测方法及检测仪器一览表

序号	检测项目	分析方法与依据	主要仪器	检出限
1	土壤 锌	土壤质量 铜、锌的测定 火焰原子吸收分光光度法 GB/T 17138-1997	原子吸收分光光度计 AA-6880	0.5 mg/kg
2	土壤 镍	土壤质量 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法 GB/T 17139-1997	原子吸收分光光度计 AA-6880	5 mg/kg
3	土壤 总铬	土壤 总铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ 491-2009	原子吸收分光光度计 AA-6880	5 mg/kg
4	土壤 pH	土壤 pH 的测定 NY/T 1377-2007	台式 pH 计 HI2221	/

修复车间内修复治理后土壤（浸出浓度）：pH、镍、锌、铬（六价）的检测方法见表 4-2 检测方法及检测仪器一览表。

表 4-2 检测方法及检测仪器一览表

序号	检测项目	分析方法与依据	主要仪器	检出限
1	浸出毒性 pH	pH 的测定 玻璃电极法 GB/T 15555.12-1995	台式 pH 计 HI2221	/
2	浸出毒性 Ni	危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别 (附录 D 固体废物金属元素的测定火焰原子吸收光谱法) GB 5085.3-2007	原子吸收分光光度计 AA-6880	0.04 mg/L
3	浸出毒性 Zn	危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别 (附录 D 固体废物金属元素的测定火焰原子吸收光谱法) GB 5085.3-2007	原子吸收分光光度计 AA-6880	0.005 mg/L
4	浸出毒性 铬（六价）	浸出毒性 铬的测定 电感耦合等离子体发射光谱法 HJ 781-2016	电感耦合等离子体发射光谱仪 AES-3000	0.02 mg/L

4.4 评估标准

根据风险评估报告，对超过筛选值的污染物计算风险控制值，选定 10^{-6} 为目标可接受致癌风险，1 为目标可接受危害商，计算土壤的风险控制值。修复目标值根据风险控制值与筛选值进行比较，对于风险控制值高于筛选值的污染物，选择风险控制值作为修复目标值，对于风险控制值低于筛选值的污染物，选择筛选值作为修复目标。

据此原则，最终确定本场地污染范围内基坑侧壁及坑底残留土壤的目标值如表 4-3 所示。

表 4-3 场地土壤修复目标值确定

序号	污染物	风险控制 (mg/kg)	土壤筛选 (mg/kg)	修复目标值 (mg/kg)
1	镍	130.64	50	130.64
2	锌	4442.20	3500	4442.20
3	铬	-	250	250

由于场地开发时将修建两层地下车库，开挖深度为 10~13m，因此 0~5.0m 土壤风险控制值计算时暴露途径为全途径暴露，5.0m 以下没有超过风险污染物，不需要进行修复。据此原则，最终确定本场地土壤修复面积及修复土方量如表 4-4 所示。

4-4 修复面积及修复方量

污染深度	污染类型	修复面积 (m ²)	修复土方量 (m ³)
0~0.5m	锌污染	478.18	239.09
0.5~2.0m	锌、铬污染	798.60	1197.9
2.0~5.0m	镍污染	864.83	2594.49
合计	—	—	4031.48

本项目修复后土壤拟送至郑州市管城区金岱产业集聚区用作润滑路（鼎力街-鼎瑞街段）路基使用，本项目污染土壤需先经过固定稳定化处理，经过固化/稳定化处理后的土壤污染物浸出浓度满足《地下水质量标准》（GB/T14848-1993）III 类标准。

4-5 清挖土壤修复浸出目标值

序号	污染物	修复目标值 (mg/l)
1	镍	0.05
2	锌	1.0
3	铬（六价铬）	0.05

4.5 本次评估重点

本次评估重点确定为：

- 1) 金盛项目现场需要治理修复区域污染土壤是否完全清挖，清挖后基坑侧壁及坑底遗留土壤是否满足修复技术方中场地土壤修复目标值。
- 2) 清挖出来的污染土壤是否完全运输至指定的修复治理场地，修复后土壤是否达到修复目标值。
- 3) 修复合格后的土壤是否按照技术方案的要求，完全做路基进行填埋综合利用。
- 4) 修复治理过程中否采取合适的二次污染防治措施，是否对周边环境产生二次污染。

4.6 布点与采样方案

4.6.1 采样节点

现场污染土壤清理后遗留的基坑底部与侧壁，在基坑清理之后、回填之前进行采样。

异位修复后的土壤在修复完成后、再利用之前采样。

在满足以上原则的基础上，对现场基坑周边疑似污染区域、污染土壤及修复后土壤综合利用填埋区进行了采样。

同时在修复治理期间，对修复车间烟囱有组织排放、厂界及敏感点环境空气、厂界噪声进行了监测。

4-6 采样节点安排情况表

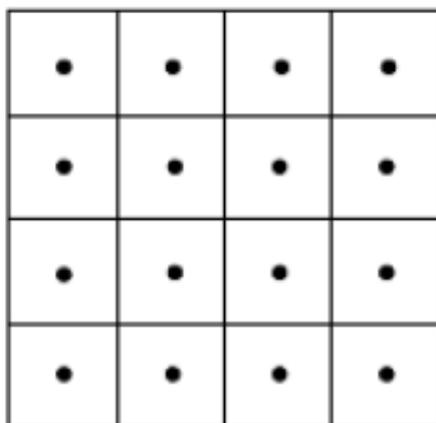
序号	采样地点	采样日期	采样节点
1	基坑坑底及侧壁	4月22日	在基坑清理之后、回填之前进行采样。
2	修复车间第一批修后土壤	7月30日	修复车间第一批土壤修复自检合格后
3	修复车间第二批修复后土壤	8月10日	修复车间第二批土壤修复自检合格后
4	修复车间第一批重新修复后土壤	8月17日	修复不合格土壤返工后
5	金盛项目现场异常区域取样	9月6日	现场巡查过程中发现土壤异样后
6	修复车间内修复后土壤取样	9月13日	修复车间内随机抽检
7	润滑路	9月13日	修复后合格土壤综合利用区域随机取样
8	现场土壤取样	9月30日	区环保局现场取样
9	有组织排放	7月30日至 8月01日 08月10日至 08月20日	修复治理过程中两个时段
10	环境空气质量	7月30日至 8月01日 08月10日至 08月20日	修复治理过程中两个时段
11	厂界噪声	7月30日至8 月01日 08月10日至 08月20日	修复治理过程中两个时段

4.6.2 布点数量与位置

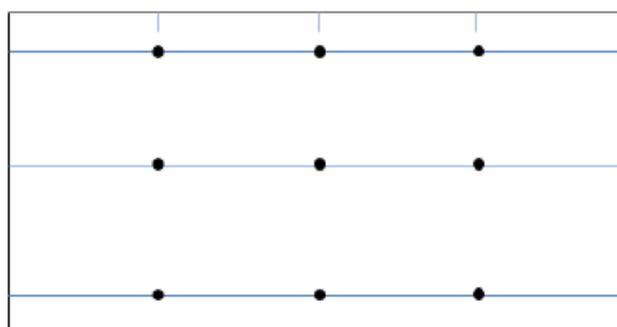
基坑底部采用系统布点法，推荐采样网格大小见表 4-7，布点位置参见图 4-1。

基坑侧壁采用等距离布点法，推荐采样间隔见表 4-8，布点位置参见图 4-2。当基坑相对深度大于 1m 时，侧壁应进行垂向分层采样，应考虑地块土层性质与污染垂向分布特征，在污染物易富集位置设置采样点，各层采样点之间垂向距离不大于 3m。

修复后土壤采用系统布点，在堆体内均匀布点，每个样品代表的土壤体积原则上不超过 500 方。布点示意图见图 4-3。



4-1 基坑底部-系统布点法



4-2 基坑侧壁-等距离布点法

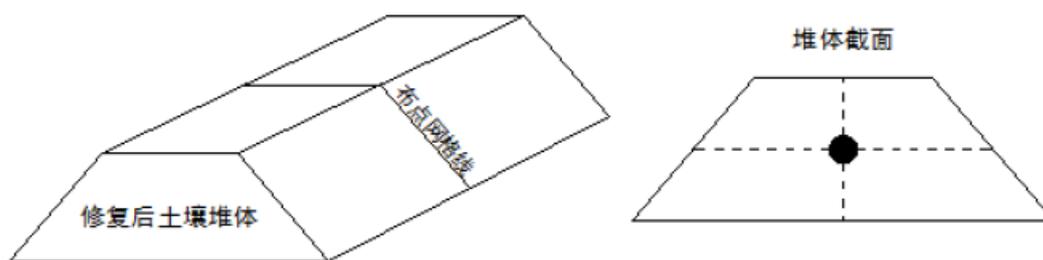


图 4-3 修复后土壤取样示意图

表 4-7 异位修复遗留基坑底部推荐采样网格

基坑面积 m ²	网格大小 m
$x < 100$	10×10
$100 \leq x < 1000$	15×15
$1000 \leq x < 2500$	20×20
$2500 \leq x < 5000$	25×25
$5000 \leq x < 10000$	30×30
$10000 \leq x < 25000$	35×35
$25000 \leq x < 50000$	40×40
≥ 500000	40×40

表 4-8 异位修复遗留基坑侧壁推荐采样间隔

侧壁长度 m	采样间隔 m
$x < 100$	10
$100 \leq x < 200$	20
$200 \leq x < 300$	30
$300 \leq x < 500$	40
≥ 500	40

根据以上原则，基坑采样点设置情况如下：

东侧基坑侧壁：第一层基坑侧壁 0.2 米处设置 5 个采样点，在第二层基坑侧壁 1.5 米处设置 5 个采样点，第三层基坑侧壁 2.5 米处设置 4 个采样点，基坑侧壁 4 米处设置 4 个采样点。共设置 18 个采样点。

东侧基坑坑底：在第二层坑底设置 3 个采样点，在第三层基坑坑底设置 1 个采样点。共设置 4 个采样点。

西侧基坑：

基坑侧壁：基坑第三层基坑侧壁 3 米处设置 5 个采样点，西侧基坑第三层基坑侧壁 5 米处设置 5 个采样点。共设置 10 个采样点。

基坑坑底：第三层基坑坑底设置 4 个采样点。共设置 4 个采样点。

在修复车间修复后的土壤，以每个样品代表的土壤体积原则上不超过 500 方为原则，设计取样 12 个。每次取样的数量根据修复治理进展情况进行调整。

4.7 检测指标

现场基坑及侧壁残留土壤（总量）：**pH**、镍、锌、铬。

修复车间内修复治理后土壤（浸出浓度）：**pH**、镍、锌、铬（六价）。

修复后合格土壤综合利用区域（浸出浓度）：**pH**、镍、锌、铬（六价）。

异常区域复核：砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、**pH**

环境空气质量：**TSP**、**NO₂**

有组织废气：**TSP**、**NO₂**

声环境：等效 **A** 声级

4.8 采样检测结果分析

4.8.1 现场基坑采样结果分析

2018年4月22日，效果评估单位对场地进行现场勘查，对现场基坑侧壁及坑底进行取样，并于5月4日出具了检测报告。检测报告结果表明，基坑侧壁、底部遗留土壤均达到修复目标值的要求。基坑侧壁及坑底取样检测报告见附件3。



图 4-7 基坑采样图片

表 4-9 第一层侧壁土壤检测结果表

采样点名称	采样日期	锌 (mg/kg)
第一层侧壁 b1-1-0.2m	2018.04.22	34.5
第一层侧壁 b1-2-0.2m		34.7
第一层侧壁 b1-3-0.2m		166
第一层侧壁 b1-4-0.2m		129
第一层侧壁 b1-5-0.2m		31.6

表 4-10 第二层坑底及侧壁土壤检测结果表

采样点名称	采样日期	锌 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
第二层坑底 d2-1	2018.04.22	48.1	80
第二层坑底 d2-2		30.8	103
第二层坑底 d2-3(p-1)		254	86
第二层侧壁 b2-1-1.5m		31.6	88
第二层侧壁 b2-2-1.5m		30.8	87
第二层侧壁 b2-3-1.5m		29.9	88
第二层侧壁 b2-4-1.5m		31.5	90
第二层侧壁 b2-5-1.5m (p-2)		30.5	88

表 4-11 第三层坑底及侧壁土壤检测结果表

采样点名称	采样日期	镍 (mg/kg)
第三层东侧坑底 d3-1-1	2018.04.22	23
第三层东侧侧壁 b3-1-1-2.5m		22
第三层东侧侧壁 b3-1-2-2.5m		25
第三层东侧侧壁 b3-1-3-2.5m		25
第三层东侧侧壁 b3-1-4-2.5m		25
第三层东侧侧壁 b3-1-1-4.0m		20

第三层东侧侧壁 b3-1-2-4.0m (p-3)		25
第三层东侧侧壁 b3-1-3-4.0m		27
第三层东侧侧壁 b3-1-4-4.0m		24
第三层西侧坑底 d3-2-1		28
第三层西侧坑底 d3-2-2		24
第三层西侧坑底 d3-2-3		20
第三层西侧坑底 d3-2-4 (p-4)		22
第三层西侧侧壁 b3-2-1-3.0m		27
第三层西侧侧壁 b3-2-2-3.0m		25
第三层西侧侧壁 b3-2-3-3.0m		27
第三层西侧侧壁 b3-2-4-3.0m		22
第三层西侧侧壁 b3-2-5-3.0m		25
第三层西侧侧壁 b3-2-1-4.0m		23
第三层西侧侧壁 b3-2-2-4.0m		22
第三层西侧侧壁 b3-2-3-4.0m		39
第三层西侧侧壁 b3-2-4-4.0m		24
第三层西侧侧壁 b3-2-5-4.0m		27

4.8.2 第一批修复治理后土壤采样检测结果分析

根据施工进度，效果评估单位在业主单位、施工单位和监理单位的见证下于 2018 年 7 月 30 日至 8 月 01 日进入污染土壤修复治理施工现场第一次集中采样 6 个，约代表修复后土壤 2000m³。并在实验室测定待检土壤的 pH 及土壤中镍、锌、六价铬的浸出浓度。同时对施工期间周边环境空气质量、厂界噪声及有组织废气排放进行检测。

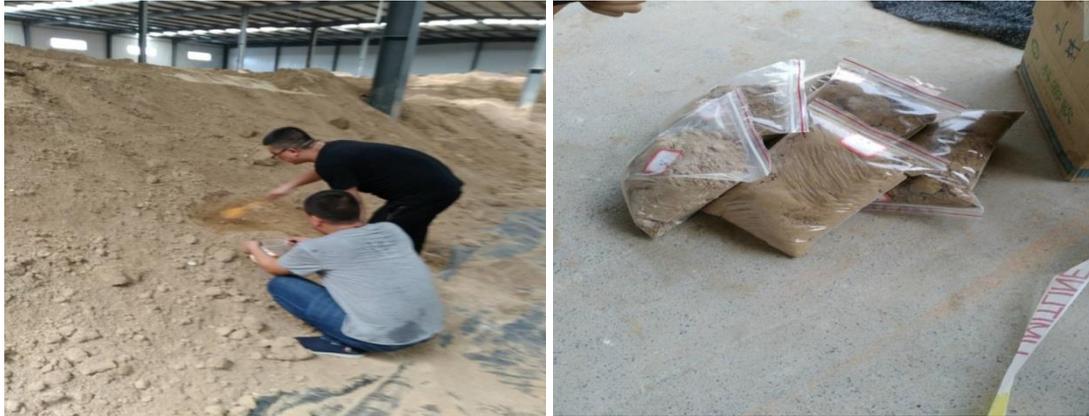


图 4-8 样品采集照片

在 8 月 13 日出具的检测报告中，有组织废气检测项中废气量、颗粒物、NO₂ 检测数值全部合格，处置车间区域门外、东侧居民点环境空气检测结果全部符合要求，东厂界、南厂界、西厂界、北厂界噪声监测结果全部符合规定，待检区土壤采样点 2、5、6 三个采样点镍的浸出浓度超标，其余三个采样点所有检测数值均已达标。对 3 个不达标的采样点的 1500m³ 不合格土壤，施工单位湖南宏福环保股份有限公司通过再次添加 117 吨药剂对不合格土壤重新修复后，并于 8 月 17 日进行取样送检，送检土样的检测数值达到修复目标值的要求。相关取样检测报告见附件 6. 第一批次修复治理后土壤采样检测报告。附件 7. 不达标土壤重新修复治理后样品送检检测报告。

表 4-12 第一批次修复后土壤检测结果表

样品名称	采样日期	pH	镍 (mg/L)	锌 (mg/L)	铬(mg/L)
修复车间 1#	2018.07.30	8.09	未检出	0.09	未检出
修复车间 2#		8.05	0.11	未检出	未检出
修复车间 3#		8.03	未检出	0.10	未检出
修复车间 4#		8.07	未检出	未检出	未检出
修复车间 5#		8.06	0.06	0.10	未检出
修复车间 6#		8.04	0.07	0.10	未检出

4.8.3 第二批次修复治理后土壤采样检测结果分析

根据项目进展，效果评估单位在业主单位、监理单位和施工单位的见证下于2018年8月8日至8月10日进入施工现场第二次集中采集6个土样（约2620m³），并于8月11日至22日实验室测定待检土壤的PH及土壤中镍、锌、六价铬的浸出浓度。同时对施工过程中厂界噪声、环境空气质量及有组织废气排放进行检测。相关取样检测报告见附件8. 第二批次修复治理后土壤采样检测报告。



图 4-9 现场采样图片

在8月23出具的检测报告中，有组织废气检测项中废气量、颗粒物、NO₂检测数值全部合格，处置车间区域门外、东侧居民点环境空气检测结果全部符合要求，东昌界、南厂界、西厂界、北厂界噪声监测结果全部符合规定，待检区土壤6个采样点各项指标均已达标。

表 4-13 第二次批次修复后土壤检测结果表

样品名称	采样日期	pH	Ni (mg/L)	Zn(mg/L)	六价铬 (mg/L)
1#	2018.08.08	8.17	0.03	0.11	未检出
2#		8.25	0.03	0.12	未检出
3#		8.32	0.04	0.12	未检出
4#		8.19	0.02	0.12	未检出
5#		8.14	未检出	0.12	未检出
6#		8.22	0.04	0.13	未检出

4.8.4 不合格土壤重新修复治理后土壤采样检测结果分析

施工单位对第一次检测未合格的 1500 方土壤进行了重新治理修复，2018 年 8 月 17 日，在业主单位和监理单位的见证下，施工单位按照相关规范自行采集 6 个土样，送至河南和阳环境科技有限公司进行 pH 及土壤中镍、锌、六价铬的浸出浓度检测。在 8 月 29 日出具的检测报告中，待检土壤 6 个采样点各项指标均已达标。相关取样检测报告见附件 7. 不达标土壤重新修复治理后样品送检检测报告。



图 4-10 现场取样照片

表 4-14 不合格土壤重新修复治理后土壤检测结果表

样品名称	送样日期	pH	镍 (mg/L)	锌 (mg/L)	镉 (mg/L)
修复车间 1#	2018.08.17	8.31	未检出	0.04	未检出
修复车间 2#		8.25	未检出	0.03	未检出
修复车间 3#		8.30	未检出	0.04	未检出
修复车间 4#		8.27	未检出	0.05	未检出
修复车间 5#		8.26	未检出	0.05	未检出
修复车间 6#		8.28	未检出	0.04	未检出

4.8.5 修复车间剩余土壤及综合利用区取样检测结果分析

为进一步确认车间内修复治理后土壤及润滑路（修复后合格土壤综合利用区）的修复治理效果。9月13日，效果评估单位在业主、监理单位、施工单位的陪同下，对修复车间内修复后剩余土壤及样润滑路进行随机取样，其中修复车间内剩余土壤取10个土样、润滑路填埋综合利用区取10个土样，并送至实验室对pH及土壤中镍、锌、六价铬的浸出浓度进行检测，9月29日出具的检测报告显示，润滑路填埋区、修复车间内剩余土壤均达到修复目标值的要求。相关取样检测报告见附件9。修复车间剩余土壤及综合利用区土壤取样检测报告。

表 4-15 润滑路土壤检测结果表

监测点位	采样日期	pH	镍 (mg/L)	锌 (mg/L)	六价铬 (mg/L)
(路基) 填埋地点土壤 1	2018. 09. 13	8.01	0.05	0.13	未检出
(路基) 填埋地点土壤 2		7.92	未检出	0.14	未检出
(路基) 填埋地点土壤 3		7.93	0.03	0.12	未检出
(路基) 填埋地点土壤 4		7.95	未检出	0.13	未检出
(路基) 填埋地点土壤 5		7.97	未检出	0.12	未检出
(路基) 填埋地点土壤 6		7.99	未检出	0.14	未检出
(路基) 填埋地点土壤 7		8.06	未检出	0.13	未检出
(路基) 填埋地点土壤 8		7.97	未检出	0.13	未检出
(路基) 填埋地点土壤 9		7.99	未检出	0.11	未检出
(路基) 填埋地点土壤 10		8.08	未检出	0.12	未检出

表 4-16 修复车间内剩余土壤检测结果表

监测点位	采样日期	pH	镍 (mg/L)	锌 (mg/L)	六价铬 (mg/L)
仓库土壤 1	2018. 09. 13	7.95	未检出	0.11	未检出
仓库土壤 2		8.01	0.05	0.12	未检出
仓库土壤 3		7.94	未检出	0.11	未检出
仓库土壤 4		7.95	未检出	0.11	未检出
仓库土壤 5		7.99	未检出	0.11	未检出
仓库土壤 6		8.02	0.03	0.11	未检出
仓库土壤 7		7.93	未检出	0.11	未检出
仓库土壤 8		8.05	0.03	0.13	未检出
仓库土壤 9		7.99	未检出	0.12	未检出
仓库土壤 10		8.04	未检出	0.13	未检出

4.9 文件资料审查情况

评估文件资料的审查主要是各种文件资料是否齐全、准确，是否按照规定分类存档。本次评估主要是对以下文件进行审查：污染土壤清挖转运资料、修复后污染土壤转运填埋资料、环境监理资料，施工单位原始记录文件、施工台账以及实施过程中的现场影像资料和图片资料。通过现场的查阅及审查，本项目资料基本齐全并已经归档处理。

4.10 现场勘察情况

在治理与修复效果评估过程中，效果评估单位多次与项目建设单位、环境监理单位一起对修复场地进行了勘察，施工单位总体按照实施方案进行施工作业，具体查验情况如下：

1) 根据现场勘查和施工单位出具的相关报告对修复现场进行核定，其中开挖边界、修复范围和深度均符合场地修复实施方案的要求。

2) 根据现场勘查和施工单位出具的污染土壤清挖、运输联单、环境监理提供的日常巡检记录、施工影像资料可知，在土方清挖、运输、修复处置过程中，未发现明显散落的污染土壤，并且对基坑开挖边界遗撒土壤、修复车间内残余土壤均及时进行了清理；

3) 根据施工单位提供的施工日志、施工台账、药剂出库单可知，施工单位对拉运至修复车间的污染土壤全部进行了修复治理。

4) 对环境监理日常巡视记录和旁站记录查验可知，施工单位对环境监理单位提出的相关意见进行及时整改。在实际土壤修复过程中，各项二次污染防治措施基本到位，符合环保要求，无二次污染现象发生。各项安全文明施工措施、暂存堆土，土壤处理区域均符合实施方案设计要求。

五 结论与建议

5.1 结论

根据项目施工单位提供的施工总结报告、环境监理单位提供的环境监理总结报告，并结合现场踏勘、人员访谈及取样检测情况，郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目修复效果评估结论如下：

5.1.1 现场污染土壤清挖及运输

郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目现场基坑清挖及运输工作主要包括污染土壤的开挖和清运，该部分工作基本符合《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复技术方案》和《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目工程实施方案》的要求。

基坑侧壁及坑底土壤取样检测结果表明，基坑现场污染土壤开挖到位，基坑坑底、侧壁土壤达到现场基坑开挖修复目标值要求。

该部分工作已经于 2018 年 5 月 18 日通过专家评审会评审。

5.1.2 污染土壤的修复治理

郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目现场基坑清挖的污染土壤全部运送至位于郑州市管城区金岱产业集聚区文德路与鼎力路交叉口西北角现有的修复车间内，并按《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复技术方案》和《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复项目工程实施方案》的要求进行修复治理。

现场多次取样检测结果表明，修复治理后土壤均达到《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复技术方案》所要求的修复目标值。

5.1.3 修复合格后土壤的综合利用

修复合格后的土壤全部送至郑州市管城区金岱产业集聚区润滑路，现场掺办 8%水泥进行固化后分层压实，全部得到了综合利用。
现场

综上，郑州金盛热镀锌钢管有限公司环境修复项目原定区域内污染土壤已经完全清挖到位，修复治理后土壤达到相关修复标准，并按照原方案进行综合填埋利用。修复治理过程中，二次污染防治措施基本到位，符合环保要求，无二次污染现象发生。

5.2 建议

5.2.1 金盛热镀锌污染地块现场管理建议

考虑到土壤不均质性，不排除该地块其他区域土壤还存在潜在污染，建议对地块开发做好技术交底，向后续土地使用方明确场地原污染类型、修复因子、修复区域及深度等相关内容。在该地块房建施工过程中，如果发现疑似污染土或其他危险废物类物质，建议立即停止施工，报告相关部门，按要求进行处置。

因《建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》 GB36600-2018 已经正式颁布实施，建议后期管理工作以该标准进行校核。

5.2.2 稳定固定化后土壤综合利用填埋区管理建议

1) 环境监管建议

① 区域警示的要求：在润滑路附近设立告示板，明文规定限制综合利用填埋区域地表面的使用方式，如改变地形地貌等可能造成较大扰动的工程活动。

② 动工许可的要求：如在固化稳定化土壤填埋区域进行任何工程活动，土地责任单位须向环境主管部门申请动工许可，审批通过后方可动工，且全过程确保有安全员进行监督；

③ 文件存档的要求：固化稳定化土壤填埋区位置应该在相关文件中明确标注；实施工程活动的，须记录备案工程活动的相关信息，如动工深度等。

2) 长期监测的建议

项目所在地位于郑州市管城区市域范围内，自来水供应情况良好，居民基本上不饮用浅层地下水，本场地地下水不存在健康风险。但基于保守估计，建议对地下水进行制度管控，确保其不被使用。同时对稳定固定化后土壤综合利用填埋区地下水进行长期监测，建议在润滑路西北侧、东南侧设置两口地下水监测井。对地下水 pH、电导率、镍、锌和铬（六价）等指标进行定期检测，监测期限为 3 年，每半年监测一次，并对检测结果进行汇总、归档保存。定期向环境主管部门汇报。

关于金盛热镀锌钢管有限公司污染地块项目现场原定修复范围外异常区域的相关情况说明

2018年4月，施工单位按照建设单位提供的《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境风险评估报告》、《郑州金盛热镀锌钢管有限公司场地环境修复技术方案》中划定的污染修复范围，对金盛热镀锌钢管有限公司原场地内污染土壤进行了清挖，清挖出的污染土壤全部转运至位于郑州市管城区金岱产业集聚区文德路与鼎力路交叉口西北角的修复车间内。现场基坑侧壁及坑底土壤取样检测结果表明，基坑现场污染土壤开挖到位，基坑坑底、侧壁土壤达到现场基坑开挖修复目标值要求。

该部分工作已经于2018年5月18日通过专家评审会评审。

8月30日，河南省环保厅、郑州市环保局、管城区环保局领导在金盛项目现场巡查期间，发现原定修复范围外有部分土壤颜色异常。管城区环保局和业主单位非常重视，要求效果评估单位到现场进行踏勘，并现场取样进行分析。



省市区环保局领导现场视察



修复范围外局部区域土壤颜色异常

效果评估单位到现场进行了实地踏勘，并根据现场情况制定了取样和检测方案，于9月5日对土壤颜色异常区域（1个样品）、土壤颜色异常区域侧壁（1.5米、3.5米）和周边堆存土壤（1个点）进行了现场取样，9月6日-9月25日，在实验室对pH、砷、六价铬、铜、铅、镍、锌、汞等8项指标进行分析测试，同时以《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》进行了校核。

9月26日出具的检测报告显示，土壤颜色异常区域、土壤颜色异常区域侧壁及旁边堆放土壤中pH、砷、六价铬、铜、铅、镍、锌、汞的浓度值均低于《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》中第一类用地筛选值。

附件 10. 金盛项目现场土壤颜色异常区域取样检测报告。

颜色异常区域土壤检测结果表（单位：mg/kg）

采样点名称	采样日期	检测指标							
		pH	砷	镉	铬 (六价)	铜	铅	汞	镍

土壤颜色异常区域	2018.09.05	7.92	/	1.27	/	13	15.3	/	11
异常区域西侧距离地表 1.5 米处		7.97	/	1.43	/	19	22.8	/	9
异常区域西侧距离地表 3.5 米处		7.93	/	1.09	/	15	20.6	/	13
异常区域旁边堆放土壤		7.95	/	1.50	/	27	42.8	/	/
第一类用地筛选值		/	20	20	3.0	2000	400	8	150

9月29日，管城区环境保护局委托第三方检测机构对金盛热镀锌钢管有限公司场地现场土壤进行了取样检测，整个厂区共取16个土壤样品，其中场地现状基坑内取样12个（颜色异常区域取样4个），西侧场地取样6个，对pH、镍、锌、总铬等四个指标进行检测，检测报告结果显示：16个样品中镍、锌、总铬的浓度均达到修复目标值的相关要求。

考虑到土壤不均质性，不排除该地块其他区域土壤还存在潜在污染，建议对地块开发做好技术交底，向后续土地使用方明确场地原污染类型、修复因子、修复区域及深度等相关内容。在该地块房建施工过程中，如果发现疑似污染土或其他危险废物类物质，建议立即停止施工，报告当地环境保护主管部门，按《污染地块土壤环境管理办法（试行）》、《河南省污染地块土壤环境管理办法（试行）》及相关技术导则、规范要求处置。

项目影像资料剪辑



郑州市环保局、管城区环保局现场指导



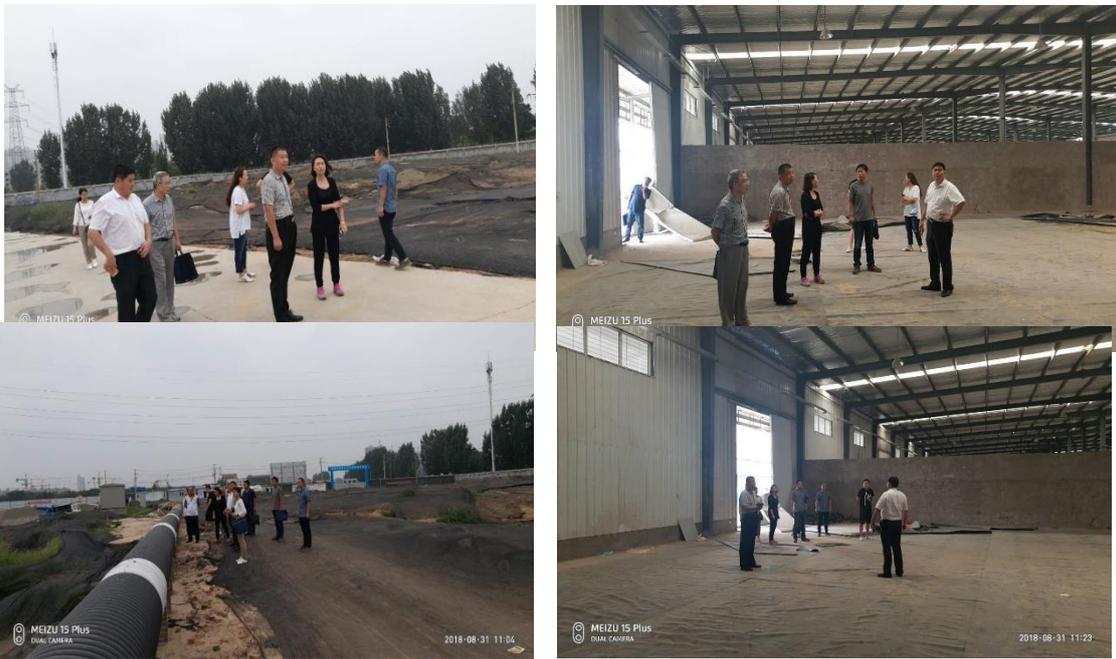
郑州市环保局、管城区环保局听取工作汇报



调查评估及修复技术方案评审现场



环评专家评审会



河南省、郑州市、管城区环保局领导现场指导



现场测量放线



基坑清挖



污染土装车



施工现场洗车池



施工现场洒水车



修复车间土壤暂存现场



现场防尘网覆盖



污染土清挖后现场基坑

工程概况		防范措施		环境保卫牌	
工程项目	郑州市建筑垃圾资源化利用PPP项目建筑垃圾工程	1. 扬尘防护措施 ①施工区域四周设置连续、封闭的围挡，围挡坚实稳固，高度协调，并做到及时维护及保洁工作，破损部分及时修复。 ②工地进出口道路进行硬化处理，设置冲洗车辆设备，同时设置导向，所有施工车辆必须，按照土质等标准出工地前，进行冲洗，覆盖苫布等，严格遵守冲洗制度，不得发生扬尘。车辆驶出工地，必须设置喷雾产生扬尘标准，做好车体封闭，无遗漏。 ③所有沙、石等易飞扬的材料露天存放、堆放时，采用防喷网或密目网遮盖严密，有效防尘降尘。 ④土方场内堆放，裸露土壤苫盖防尘网，防止刮风扬尘对周围造成不良影响。 ⑤对扬尘扬尘问题的作业时段进行有效的洒水作业，并制定洒水工作制度实施作业，并建立奖惩制度，以便推动施工现场扬尘污染控制进程。 ⑥土方工程作业时，采取洒水降尘措施，避免土壤扬尘。		2. 污水治理措施 ①施工中配备污水管网收集污水，收集池设置污水和开挖过程中的降水，做到天降雨水及时排走。 ②集中处理：建立沉淀池定期清理池内沉淀物并定期清理污水池内沉淀物，定期清理沉淀池，集中处理达标后排放。 ③施工过程中遇到暴雨天气，应提前设置应急池，并定期清理沉淀池，防止污水外溢造成环境污染。 ④场地清理管理：场地清理时，清理的污染土壤的料堆与堆场应采取二次污染，为减少扬尘污染，应做好防尘网苫盖措施。 ⑤材料堆场管理：如临时堆场，应做好防尘网苫盖措施，并定期洒水，并做好洒水记录方可堆场。 ⑥材料堆场管理：土方堆场应采取二次污染，应做好防尘网苫盖措施，并定期洒水。	
建设单位	郑州市建筑垃圾资源化有限公司				
设计单位	中冶天海环境技术有限公司				
工程监理单位	河南绿源环保科技有限公司				
施工单位	河南宏福环保科技有限公司				
污染场地地点	郑州市管城区	3. 土壤二次污染防治措施 ①场地清理管理：场地清理时，清理的污染土壤的料堆与堆场应采取二次污染，为减少扬尘污染，应做好防尘网苫盖措施。 ②材料堆场管理：如临时堆场，应做好防尘网苫盖措施，并定期洒水，并做好洒水记录方可堆场。 ③材料堆场管理：土方堆场应采取二次污染，应做好防尘网苫盖措施，并定期洒水。		一、遵守国家有关环境保护的法律法规和标准，制定各项环保制度，落实各项环保措施，防止扬尘、噪声、废水、废气、固废等对环境造成的污染。 二、施工过程中严格执行环保制度，定期洒水、防尘网苫盖等措施，减少扬尘。 三、定期对扬尘防治措施进行检查，发现问题及时整改。 四、定期对扬尘防治措施进行检查，发现问题及时整改。 五、定期对扬尘防治措施进行检查，发现问题及时整改。 六、定期对扬尘防治措施进行检查，发现问题及时整改。 七、定期对扬尘防治措施进行检查，发现问题及时整改。 八、定期对扬尘防治措施进行检查，发现问题及时整改。	
质量要求	合格，满足验收要求，通过验收	4. 噪声防治措施 ①合理安排施工时间，避免夜间施工。 ②选用低噪声设备，并采取降噪措施。 ③施工现场设置噪声监测点，定期监测噪声。 ④施工现场设置围挡，减少噪声传播。 ⑤施工现场设置洒水措施，减少扬尘。 ⑥施工现场设置防尘网苫盖措施，减少扬尘。 ⑦施工现场设置防尘网苫盖措施，减少扬尘。		九、定期对扬尘防治措施进行检查，发现问题及时整改。 十、定期对扬尘防治措施进行检查，发现问题及时整改。	
工期要求	郑州市管城区	5. 其他环保措施 ①定期对施工现场进行洒水，减少扬尘。 ②定期对施工现场进行洒水，减少扬尘。 ③定期对施工现场进行洒水，减少扬尘。 ④定期对施工现场进行洒水，减少扬尘。		十一、定期对扬尘防治措施进行检查，发现问题及时整改。 十二、定期对扬尘防治措施进行检查，发现问题及时整改。	
计划工期	7天	6. 其他环保措施 ①定期对施工现场进行洒水，减少扬尘。 ②定期对施工现场进行洒水，减少扬尘。 ③定期对施工现场进行洒水，减少扬尘。 ④定期对施工现场进行洒水，减少扬尘。		十三、定期对扬尘防治措施进行检查，发现问题及时整改。 十四、定期对扬尘防治措施进行检查，发现问题及时整改。	
工作内容	建筑垃圾资源化利用PPP项目建筑垃圾工程	7. 其他环保措施 ①定期对施工现场进行洒水，减少扬尘。 ②定期对施工现场进行洒水，减少扬尘。 ③定期对施工现场进行洒水，减少扬尘。 ④定期对施工现场进行洒水，减少扬尘。		十五、定期对扬尘防治措施进行检查，发现问题及时整改。 十六、定期对扬尘防治措施进行检查，发现问题及时整改。	

修复车间现场标识牌



药剂添加过程

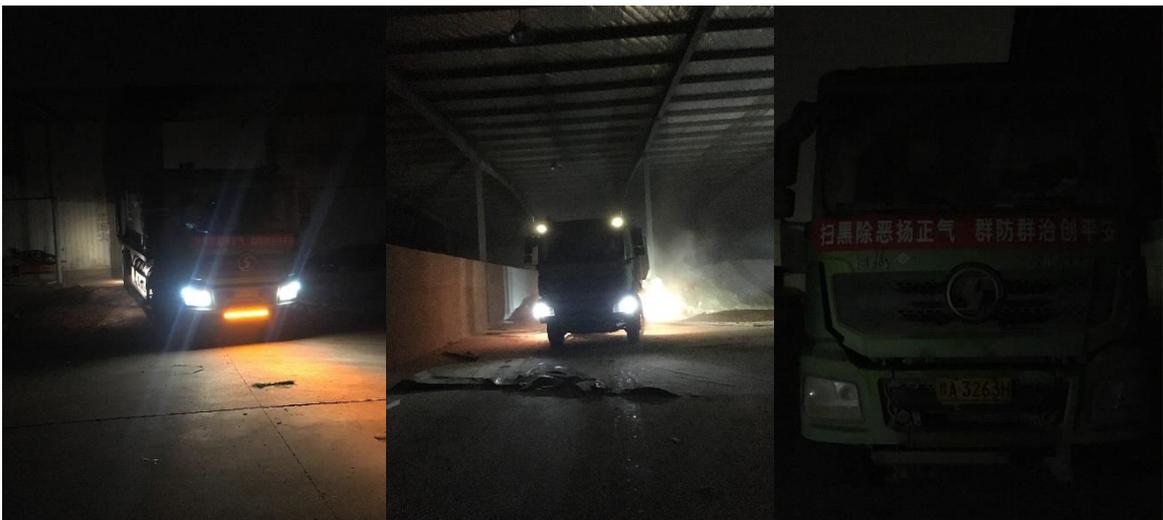




修复车间内现场分区



自行取样检测



检测合格后土壤外运



分层碾压后养护现场



路基填埋施工现场



污染场地东侧水暖五金市场



污染场地所在商城苑开发地块



污染地块现状及北侧橡树玫瑰城



污染地块东侧情况



西侧十八里河



所在商城苑开发地块车辆冲洗设施