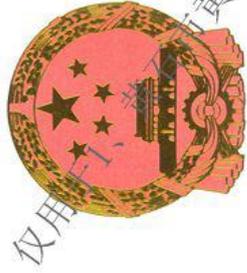


黄石市黄石港区吉雄药业场地
污染治理项目

实施方案
(备案稿)

长沙市德邦环保工程技术有限公司

二〇二二年一月



工程资质证书

证书编号: A243014451

有效期: 至2022年07月20日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

企业名称: 长沙市德邦环保工程技术有限公司

经济性质: 有限责任公司(自然人投资或控股)

资质等级: 环境工程(污染修复工程、水污染防治工程)专项乙级。

可从事资质证书许可范围内相应的建设工程总承包业务以及项目管理和相关的技术与管理服务。*****

长沙市黄石港区神药业场地污染治理项目, 再次

发证机关:



201年 0月 2日

No. AZ 0149374

黄石市黄石港区吉雄药业场地污染治理项目 实施方案及施工图设计专家评审意见

2022年1月3日，黄石市生态环境局黄石港区分局主持召开《黄石市黄石港区吉雄药业场地污染治理项目实施方案及施工图设计》（以下简称《实施方案及施工图设计》）专家评审会。参加会议的有：黄石市生态环境局、黄石市黄石港区住房保障局以及设计单位长沙市德邦环保工程技术有限公司等单位的代表。会议邀请了5名专家（名单附后）组成了专家评审组。

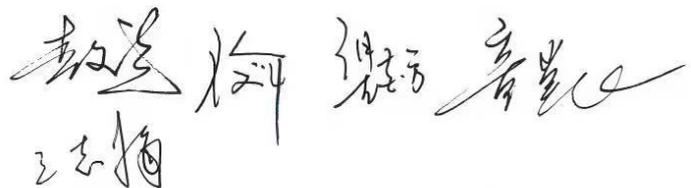
专家组审阅了《黄石市黄石港区吉雄药业场地污染治理项目实施方案》及《黄石市黄石港区吉雄药业场地污染治理项目施工图设计》，听取了项目设计单位对实施方案及施工图设计的汇报，进行了讨论和质询，形成如下评审意见：

一、黄石市黄石港区吉雄药业场地污染治理项目实施方案及施工图设计基本符合国家相关标准及规范的要求，内容较全面，可操作强，专家组一致同意通过评审。

二、意见及建议：

- 1、进一步论证施工过程中产生的废水处理方案的可行性；
- 2、细化投资估算。

专家签字：



2022年1月3日

专家评审意见答复

序号	专家意见	修改说明
1	进一步论证施工过程中产生的废水处理方案的可行性。	根据专家意见进一步优化了施工废水处理方案,本项目拟对施工重金属废水采用化学沉淀法进行预处理,若达《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)一级标准后排入市政管网,若不达标则再外委处理。具体内容详见 P89。
2	细化投资估算。	已按照专家意见对项目投资估算进行了细化,详见 P130。

目 录

1 总论.....	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 任务由来.....	2
1.3 编制依据.....	2
1.4 编制原则.....	4
1.5 编制内容.....	5
2 地块问题识别.....	6
2.1 所在区域概况.....	6
2.2 场地基本信息.....	16
2.3 场地环境特征.....	22
2.4 场地污染特征.....	27
2.5 土壤污染风险.....	34
3 场地修复模式.....	38
3.1 修复总体思路.....	38
3.2 修复范围.....	39
3.3 修复目标.....	43
4 修复技术筛选.....	44
4.1 土壤修复技术概述.....	44
4.2 治理与修复技术比选.....	60
4.3 治理与修复技术确定.....	63
4.4 技术可行性研究.....	63

5 治理方案设计.....	66
5.1 总体方案.....	66
5.2 污染土壤清挖与暂存.....	67
5.3 污染土壤水泥窑协同处置.....	78
5.4 污染土壤运输.....	87
5.5 废水处理方案.....	89
6 环境管理计划.....	93
6.1 环境监理计划.....	93
6.2 二次污染防治.....	99
6.3 修复效果评估监测.....	103
6.4 应急预案.....	108
6.5 项目实施进度安排.....	126
7 成本效益分析.....	128
7.1 修复费用.....	128
7.2 经费来源与管理.....	134
7.3 效益分析.....	136
8 结论.....	138
8.1 可行性研究结论.....	138
8.2 问题和建议.....	138

附件：

附件 1 黄石市黄石港区吉雄药业场地污染土壤接收意向函

附件 2 《关于华新环境工程（大冶）有限公司水泥窑协同处置一般固废项目环境影响报告书的批复》（黄石市生态环境局大冶市分局，冶环审函[2020]79 号）

1 总论

1.1 项目概况

1.1.1 项目名称

黄石市黄石港区吉雄药业场地污染治理项目

1.1.2 建设单位

黄石港区住房保障局

1.1.3 项目场址

吉雄药业位于黄石港区东侧，地理位置属于黄石市主城区内，正门西侧紧邻黄石大道，西北为花湖大道，两条街道均为黄石市区主干道，东侧距长江 300 米，占地面积约 17000 平方米，周边属黄石老城棚户改造区，分布有多所学校、商场等，位置敏感，人口密集。



图 1.1-1 吉雄药业地理位置图

1.2 任务由来

吉雄药业成立于 1997 年 12 月，是黄石港区代表性生物制药公司之一，主要生产红霉素碱、四环素碱等抗生素原料药和制剂产品，药品生产许可证有效期至 2010 年 12 月 31 日。历史上吉雄药业主要生产过红霉素碱、四环素碱等抗生素原料药和制剂产品，生产工艺主要为生物发酵。随着科技社会不断发展，该厂已于 2010 年停产，其后场地一直处于停产状态，主要生产设备均已拆除，留有部分设备也已基本切割，厂区基本空置。2021 年，厂区整体拆迁，于 11 月拆迁完成。

由于吉雄药业地块属 A03 管理单元，在已经市政府审批通过的 A03 管理单元控制性详细规划中用地性质分别为二类居住用地和商住用地。根据国家对于污染地块环境管理的要求，业主委托了环境保护部环境规划院对吉雄药业地块开展了土壤环境调查和风险评估，判明该地块存在一定的环境污染风险，需要进行治理修复。

1.3 编制依据

1.3.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行；
- (2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019 年 1 月 1 日起施行
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018 年 1 月 1 日起施行；
- (4) 《中华人民共和国防洪法》，2016 年 1 月 1 日起施行；
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日起施行；

- (6) 《中华人民共和国土地管理法》，2020年1月1日起施行；
- (7) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令682号，2017年10月1日；
- (8) 《土壤污染防治行动计划》国发〔2016〕31号，2016年5月28日；
- (9) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》环保部令第42号，2016年12月31日。

1.3.2 标准规范

- (1) 《建设用地土壤修复 技术导则》（HJ 25.4-2019）；
- (2) 《建设用地土壤污染风险管控和修复 监测技术导则》（HJ 25.2-2019）；
- (3) 《建设用地土壤污染风险评估 技术导则》（HJ 25.3-2019）；
- (4) 《建设用地土壤污染状况调查 技术导则》（HJ 25.1-2019）；
- (5) 《全国土壤污染状况评价技术规定》（环发[2008]39号）；
- (6) 《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ 682-2019）；
- (7) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）；
- (8) 《污染地块地下水修复和风险管控 技术导则》（HJ 25.6-2019）；
- (9) 《固体废物处理处置工程技术导则》（HJ 2035-2014）；
- (10) 《危险废物鉴别技术规范》（HJ 298-2019）；
- (11) 《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007）；
- (12) 《固体废物浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》（HJT 299-2007）；

- (13) 《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ 662-2013）；
- (14) 《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB 30760-2014）；
- (15) 《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；
- (16) 《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）；
- (17) 《水污染治理工程技术导则》（HJ 2015-2012）；
- (18) 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；
- (19) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (20) 《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）；
- (21) 其他国家现行其他相关法规、规范和标准。

1.3.3 相关资料

- (1) 《黄石市黄石港区吉雄药业场地环境调查报告》（生态环境部环境规划院，2019年04月）；
- (2) 《黄石市黄石港区吉雄药业场地风险评估报告》（生态环境部环境规划院，2021年12月）；
- (3) 《黄石市黄石港区吉雄药业场地污染土壤接收意向函》（华新环境工程有限公司，2021年12月）；
- (4) 黄石市黄石港区吉雄药业场地 1: 1000 地形图；
- (5) 其他业主提供及现场收集的相关资料。

1.4 编制原则

- (1) 科学性原则：采用科学的方法，综合考虑场地历史遗留污染源治理技术的处理效果、治理时间、治理成本、治理工程的环境影响等因素，

制定合适的治理方案。

(2) 可行性原则：制定的历史遗留污染源治理技术方案要合理可行，要在前期工作的基础上，针对地块的污染性质、程度、范围以及对人体健康或生态环境造成的危害，合理选择治理技术，因地制宜制定可行的治理方案，使修复目标可达。

(3) 安全性原则：制定历史遗留污染源治理工程实施安全，防止对施工人员、周边人群健康以及生态环境产生危害和二次污染。

1.5 编制内容

(1) 选择治理模式

在分析前期场地污染源状况调查的基础上，根据地块特征条件、目标污染物、治理目标、治理范围和治理时间长短，选择确定治理总体思路。

(2) 筛选治理技术

根据固废的具体情况，按照确定的治理模式，筛选实用的重金属污染土壤修复技术，开展必要的实验，或对重金属污染土壤修复技术应用案例进行分析，从适用条件、对本项目重金属污染土壤修复效果、成本和环境安全性等方面进行评估。

(3) 制定修复方案

根据确定的治理技术，制定重金属污染土壤修复技术路线，确定重金属污染土壤修复技术的工艺参数，估算地块重金属污染土壤修复的工程量，提出初步治理方案。从主要技术指标、治理工程费用以及二次污染防治措施等方面进行方案可行性比选，确定经济、实用和可行的治理方案。

2 地块问题识别

2.1 所在区域概况

2.1.1 地理位置

黄石市下辖 4 区、1 县，代管 1 个县级市，黄石港区是湖北省黄石市的中心城区，面积 42.4 平方公里，北临鄂州市，东靠黄冈市浠水县，南接黄石市西塞山区，西抵黄石市下陆区。黄石港区地处黄石东北部，东临长江，西依磁湖，南北环山，地形西南高，东北部低，区内有青港湖、鸭儿湖，青山湖等水面较大湖泊。2011 年人口 22 万人，辖花湖街道办事处、江北管理区，设 32 个社区居委会。黄石港区是长江中下游的重要港口，黄石长江大桥、鄂东长江大桥贯通南北，国、省干道纵横交织，沪蓉、大广、杭瑞、京珠等高速公路穿越而过。黄石港区承东启西、连南接北的战略枢纽地位日益突显。黄石港区地处黄石东北部，东临长江，西依磁湖，南北环山，地形西南高，东北部低，区内有青港湖、鸭儿湖，青山湖等水面较大湖泊。



图 2.1-1 黄石港区行政位置图

2.1.2 自然概况

黄石地形总的趋势是西南高，东北低，由西南向东北倾斜，延绵于湘江鄂赣三省边境的幕阜山脉，在阳新境内有大小山峰 411 座。进入大冶，分为大同山（又称南山）、天台山、龙角山、云台山、茗山、黄荆山等去脉。境内较大的山有东方山、黄荆山、云台山、父子山、七峰山等。最高峰为阳新境内的七峰山主峰南岩岭，海拔 867.7 米（吴淞高度，下同），次高峰为大冶太婆尖，海拔 840 米，最低处为阳新境内的富水南城潭河床，海拔 8.7 米。

黄石地处中纬度，太阳辐射季节性差别大，远离海洋，陆面多为矿山群，春夏季下垫面粗糙且增湿快，对流强，加之受东亚季风环流影响，其气候特征冬冷夏热、四季分明，光照充足，热能丰富，雨量充沛，为典型

的亚热带大陆性季风气候。

黄石属亚热带季风气候，四季分明，雨量充沛。年平均气温 17℃。最热月（7 月）平均 29.2℃，最冷月（1 月）平均 3.9℃。无霜期年平均 264 天，年平均降水量 1382.6 毫米，年平均降雨日 132 天左右，全年日照 1666.4—2280.9 小时，占全年月日可照射时数的 31%—63%。境内多东南风，年平均风速为每秒 2.17 米。全境气候温和、湿润，冬寒期短。但由于大气环流、地形、季节变换，气候各要素年际、年内变化较大，因而倒春寒、大暴雨、强风、伏秋连旱等灾害性天气时有发生。

黄石境内有长江自北向东流过，北起与黄石接址的鄂州市杨叶乡艾家湾，下迄阳新县上巢湖天马岭，全长 76.87 公里。市境内由富水水系、大冶湖水系、保安湖水系及若干干流、支流和 258 个大小湖泊组成本地区水系。最大的水系为阳新境内的富水水系。富水河发源于通山，由西向东，流入长江，全长 196 公里，流域面积 5310 平方公里，在市境内河段长 81 公里，流域面积 2245 平方公里。大冶湖水系流域面积 1339 平方公里，保安湖水系流域面积 570 平方公里。市境内河港纵横，湖泊、水库星罗棋布，大小河港有 408 条，其中 5 公里以上河港有 146 条，总河长 1732 公里。

2.1.3 水文地质概况

2.1.3.1 地质构造

黄石港区位于鄂东南地区，该区位于中下扬子陆块的西段，北与桐柏-大别造山带相接，南与九岭-幕阜隆起带毗邻，处于岳阳-九江前陆褶冲带的东端前缘部位。区域地质在大地构造位置上处于淮阳山字型构造前弧西翼

与新华夏构造体系的复合地段，以梁子湖北东向断裂带和大磨山-鄂城隆起带为主。岩体的岩石类型主要属钙碱系列，三十多个岩体，规模不等，自北向南依次主要有鄂城、铁山、金山店、阳新、灵乡、殷祖六大岩体。

项目区内出露地层主要有志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、白垩系和第四系，中下三叠统分布广泛，厚度大，常组成向斜核部，是区内铁、铜成矿带直接接触的围岩。主要地层特征如下：

(1) 志留系（距今 4.40-4.00 亿年）由一大浅海相碎屑岩组成，由一大浅海相碎屑岩组成，包括页岩、砂岩、粉砂岩、灰岩、石煤等。

(2) 泥盆系（距今 4.00-3.50 亿年），主要为灰白色至厚层石英岩状砾岩夹粘土岩，有时为含砾石英岩或底部有石英砾岩。

(3) 石炭系（距今 3.5-2.85 亿年），为一大浅海相碳酸沉积，由石灰岩、白云岩等组成。

(4) 二叠系（距今 2.85-2.30 亿年），下统称海相碳酸盐岩，由高岭石粘土、累托石粘土组成；上统为含煤地层，其岩性主要为含煤砂页岩、铝主矿、耐火粘土矿、赤铁矿、硅质岩和硅质页岩等。

(5) 三叠系（距今 2.3-1.95 亿年）下统是浅海相沉积的碳酸盐岩，其中含有的石灰岩、白云岩、页岩为优质水泥及冶金溶剂原料；中上统为碎屑岩，含石膏、铜等成分。

(6) 侏罗系（距今 1.95-1.35 亿年）为湖北省重要的含煤地层之一。为一套湖相碎屑岩，还包含石英闪长岩、石英砂岩、夹碳质页岩等

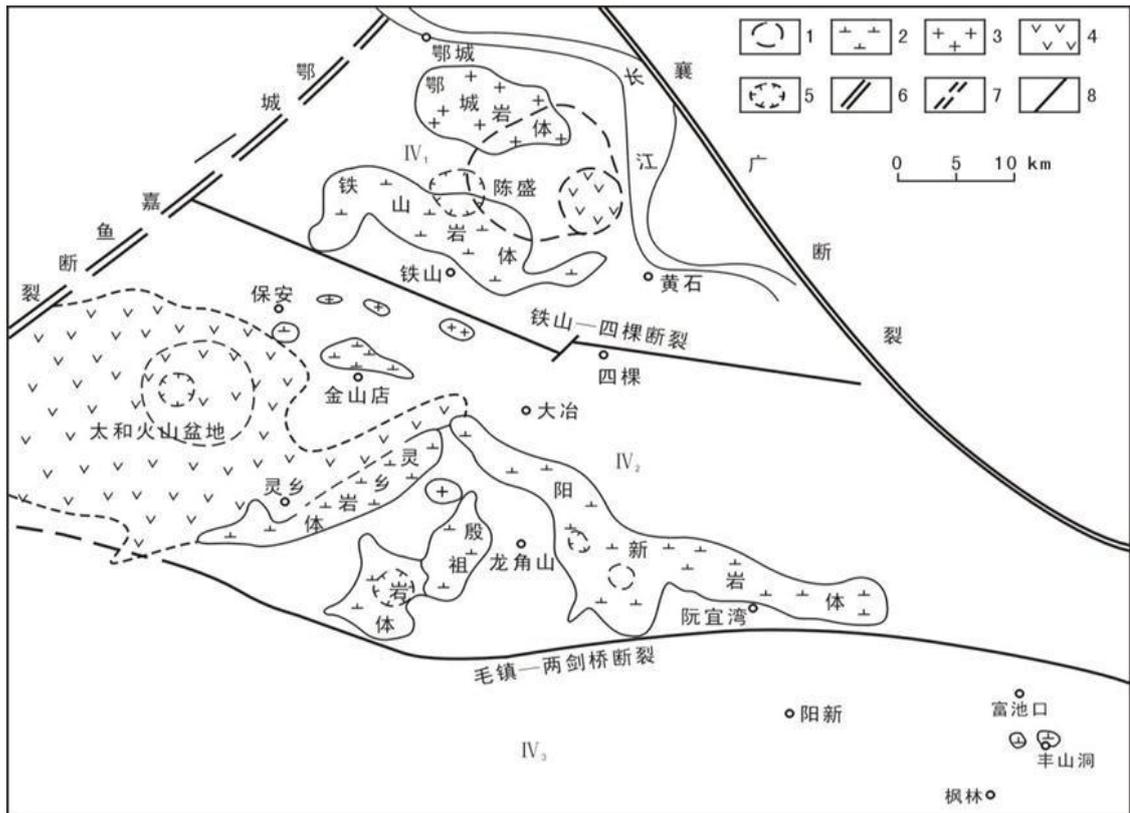
(7) 白垩系（距今 1.35-0.80 亿年），主要由火山岩、碎屑岩、泥质粉砂岩组成。

(8) 第三系（距今 0.8-0.30 亿年），为一套红色粉砂岩、砂岩、砂砾岩、砾岩组成。

(9) 第四系（距今 300 万年）市境内分布较广，更新统主要为残坡积、冲积、洪积物，全新统主要为冲积物、湖积物等。主要为冲洪积层、残坡积层、湖积层和人工堆积层，前三者岩性为黏土、亚黏土、砂砾和粉石等，后者人工堆积层主要为矿山开采遗弃的废石废渣。

根据区域地质构造资料，黄石市位于淮阳山字型弧顶西侧与华夏构造复合部位，也处于山字型构造上的新华夏系第二沉降带。燕山运动在本区遗留的构造形迹表明本区内主压应力为近南北向，因此形成一系列近东西向的压性结构面和相伴而生的近东西向压性断层、北北西及北北东的压扭性、张扭性断层，晚近期以来，区域构造转为新华夏系为主体。据区域地质资料，黄石地区现代构造运动呈现缓慢下降的性质，新构造运动不大、附近无区域性深大断裂通过，近代无中强震记录，为相对稳定地带。

黄石岩浆活动频繁，岩石类型以中酸性为主，侵住特征为四深成、浅成，超浅成列贡发；按成岩特征可分侵入岩、火山岩。



1.重力异常推断中间岩浆房；2.闪长岩；3.花岗岩；4.火山岩；5.磁法差值法推断岩浆上通道；6. I 级断裂；7.推断 I 级断裂；8. II 级断裂；IV1.铁山—黄金山逆冲滑覆构造带；IV2.殷祖—筠山逆冲滑覆构造带；IV3.大幕—枫林逆冲滑覆构造带

图 2.1-2 鄂东南地区地质构造图

2.1.3.2 区域水文概况

黄石含水层（带）主要有：第四系人工堆积孔隙含水层、第四系冲洪积、残坡积孔隙含水层、闪长岩风化裂隙含水层、三叠系下统大冶群灰岩、角岩、大理岩岩溶裂隙含水层（T1d）、矿体含水层及外围二叠系上统龙潭组（P21）裂隙岩溶含水层。具体如下：

① 第四系人工堆积孔隙含水层：分布在露采坑附近地势低洼处（废渣堆放位置）及洪山溪、白雉山一带，由露天开采所弃废渣及选矿纬纱组成，废渣堆放处透水不含水（或含季节性孔隙水），尾砂堆放处含孔隙水。

② 第四系冲洪积孔隙含水层：分布在山间洼地及冲沟底部，由冲洪积

物组成，一般厚度为 10 米左右。具有双层结构，上部以亚粘土、亚砂土为主，一般 10 米左右；下部以砂砾石为主，厚 3~7 米，水位埋深 2~3 米。

③ 闪长岩风化裂隙含水带：分布在矿区北部和东部，近地表 15 米范围内，风化裂隙较发育。由于受大气降水直接补给，含少量季节性裂隙水。

④ 三叠系下统大冶群灰岩、角岩、大理岩岩溶裂隙含水层：主要以一系列平行线状褶皱广泛分布在矿区南部，在矿区内长度约 4km，形成区内分布最广的含水层。其埋藏分布特点是：地表出露的部分东窄西宽，于西竖井以东宽 200~300m，以西逐渐加宽至 1000m 以上。在狮子山至铁门坎地段则逐步发育大冶群 5~6 段大理岩及白云质大理岩，而白云质大理岩受地下水溶蚀作用较强，裂隙岩溶较发育，富水性有所增强，地下水受大气降水补给，属弱中等富水性岩层，也是本区地下水最活跃类型。

⑤ 铁矿体的含水性：矿体赋存与大理岩与闪长岩体的接触面间，矿石主要属致密块状含铜磁铁矿矿石，其地下水受大气降水和风化裂隙水补给，一般说来铁矿体层属弱富水裂隙含水层。

⑥ 构造破碎带的含水性：本区构造断裂时北东向破碎带含裂隙水较丰富，导水性能好。而北西向构造断裂破碎带一般不含水，仅对工程地质条件的稳定有一定影响。

黄石港区水资源极其丰富，水资源总量 42.43 亿 m^3 ，其中地下水资源量为 8 亿 m^3 。



图 2.1-3 区域水文地质图

2.1.3.3 地块水文条件

黄石境内有长江自北向东流过，两岸支流水量丰富。气候冬冷夏热、四季分明，光照充足，热能丰富，雨量充沛。

(1) 地表水

经调查，场区附近地表水水系较为丰富，场区东方可见长江。

(2) 地下水

经钻孔揭露，场区第四系冲洪积（ Q_4^{al+pl} ）粉质黏土层为相对隔水层，杂填土为相对含水层，地下水类型为上层滞水。本地块地势较平缓，调查期间未发现第四系潜水含水层，局部区域存在少量上层滞水。成井后经过多次洗井、试验及观测恢复水位，确定井内水位。

上层滞水以大气降水补给为主，亦受长江地下迳流补给影响，上层滞水的径流方式主要为向下渗透，同时以蒸发排泄的形式向外排泄。

2.1.4 土壤环境信息

黄石地区土壤可分为 6 个土类，13 个亚类，57 个土属，229 个土种，300 多个变种。6 个土类如下：

红壤：发育于多种母岩母质，受亚热带气候的影响形成。分布范围主要在低山丘陵地区。典型的红壤剖面中有明显的红色心土层和淋溶淀积层，脱硅富铝化明显，土壤孔隙度小，pH 值低，呈酸性反映。土体呈黄色或红黄色，有机质含量低，养分较缺乏，经过发行可成为高土壤。

石灰岩土：发育于各类石灰岩及其变质岩，呈条状分布。土质粘重，有石灰反映，pH 值比地带性土壤高一级，不适应油菜、马尾松及映山红的生长。

紫色土：发育于紫色岩，土层深厚，但根底浅，耕作质差，难起苗。pH 值 6.8，呈中性反映。

潮土：潮土是泛域性土壤，成土母质系第四系全新世冲积物及沉积物。分布在长江两岸，湖泊周围、港溪两旁的平原、大畈、湖汊、河阶、谷地及地势平坦的开阔地。土层深厚、疏松，结构良好，地下水位常在 100 厘米上下，孔隙度适中，夏季土壤回潮湿润。

水稻土：水稻土是在人工种植水稻过程中，通过施肥、耕耘、灌溉等措施和周期性的干湿交替以及氧化还原等条件影响下，形成的一类耕作土壤。

沼泽土：滨湖区多草甸沼泽土亚类，地下水位高，有机质含量亦较高，处脱沼脱潜阶段。

2.1.5 社会经济概况

2020年，全市固定资产投资同比下降18.4%。在固定资产投资中，国有及国有控股投资同比下降15.7%；外商港澳台投资同比下降38.9%；民间投资同比下降19.8%。其中个体私营投资同比下降16.0%。民间投资占固定资产投资的比重为66.3%，比去年同期下降1.2个百分点。

在固定资产投资中，第一产业投资同比下降30%；第二产业投资同比下降21%；第三产业投资同比下降16.2%。工业投资同比下降21.1%。其中，有色金属冶炼及压延加工业投资同比增长75.5%，黑色金属冶炼及压延加工业投资同比增长27.9%，通用设备制造业投资同比增长16.6%；专用设备制造业投资同比下降53.5%。农副食品加工业投资同比增长191.5%；非金属矿物制品业投资同比下降29.9%；纺织工业投资同比下降52.3%。在第三产业投资中，水利、环境和公共设施管理业投资同比下降30.6%；批发和零售业投资同比下降25.4%；交通运输仓储和邮政业投资同比下降25.3%；住宿和餐饮业投资同比下降20.5%；教育投资同比增长23%。

2020年，城镇居民人均可支配收入37912元，下降2.1%；农村常住居民人均可支配收入16549元，增长0.2%。城镇居民人均消费支出23718元，下降5.0%；农村居民人均消费支出14076元，增长1.0%。城镇居民恩格尔系数为33.8%，农村居民恩格尔系数为29.7%。

2020年，全市万元GDP能耗增长5.9%。全社会用电量144.8亿千瓦时，下降2.4%。规模以上工业综合能源消费量846.4万吨标准煤，下降3%。其中，煤炭消费量860.13万吨，下降11.1%；焦炭消费量230.43万吨，增长12.5%；天然气消费量3.99亿立方米，下降7.5%

2.2 场地基本信息

2.2.1 场地历史

吉雄药业成立于 1997 年 12 月，是黄石港区代表性生物制药公司之一，主要生产红霉素碱、四环素碱等抗生素原料药和制剂产品，药品生产许可证有效期至 2010 年 12 月 31 日。历史上吉雄药业主要生产过红霉素碱、四环素碱等抗生素原料药和制剂产品，生产工艺主要为生物发酵。

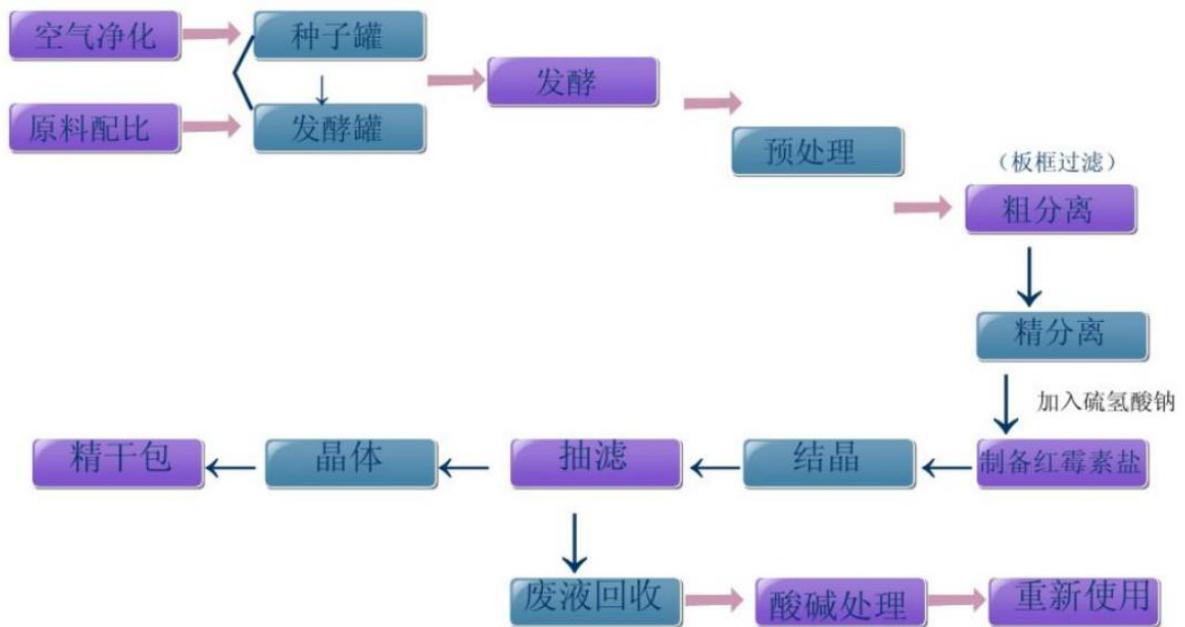


图 2.2-1 生产工艺分析

该厂已于 2010 年停产。其后场地一直处于停产状态，主要生产设备均已拆除，留有部分设备也已基本切割，厂区基本空置，2021 年，厂区整体拆迁，于 11 月拆迁完成。

2.2.2 场地现状

本项目前期场调与风评阶段承担单位—生态环境部环境规划院于 2018

年 10 月对项目场地开展了详细调查；2021 年 10 月，由于棚改工作的推进，场地地表建筑物被拆迁，考虑数据的代表性和时效性，另由于相关建设用地土壤污染风险管控和修复导则规范的更新，生态环境部环境规划院对地块按照新的导则规范进行了补充调查与风评。

1、2018 年场地环境调查情况

2018 年，经过与黄石市生态环境局黄石港分局以及吉雄药业相关人员沟通，结合项目组实地踏勘，本项目调查范围为吉雄药业生产厂区，调查面积约 17000m²，地块东西跨度 E115°3'43.04~115°3'49.12"，南北跨度 N30°14'45.83"~30°14'51.08"，具体如下图所示。



图 2.2-2 吉雄药业调查范围图（2018 年，生产区）

据现场踏勘，吉雄药业厂区已停产多年，停产后就一直处于闲置状态，

目前厂区范围内不存在工业生产活动，厂区周边已经开始进行棚户区拆迁改造，厂区内厂房主要用于仓储物流等经营活动或基本废弃，厂区内基本情况如下图。



图 2.2-3 2018 年吉雄药业现场踏勘情况

吉雄药业虽然目前处于停产状态，且厂区范围内出租厂房也并未从事工业生产经营活动，但历史上曾经从事过相关生物发酵工艺，由于当时生产粗放、设备简陋、管理缺失等因素，可能存在跑冒滴漏、堆放混乱、排污不规范等现象，从而对场地及周边土壤、地下水造成威胁，需要开展进一步详细调查，厂区相关生产工艺分布及功能区域划分如下图所示。

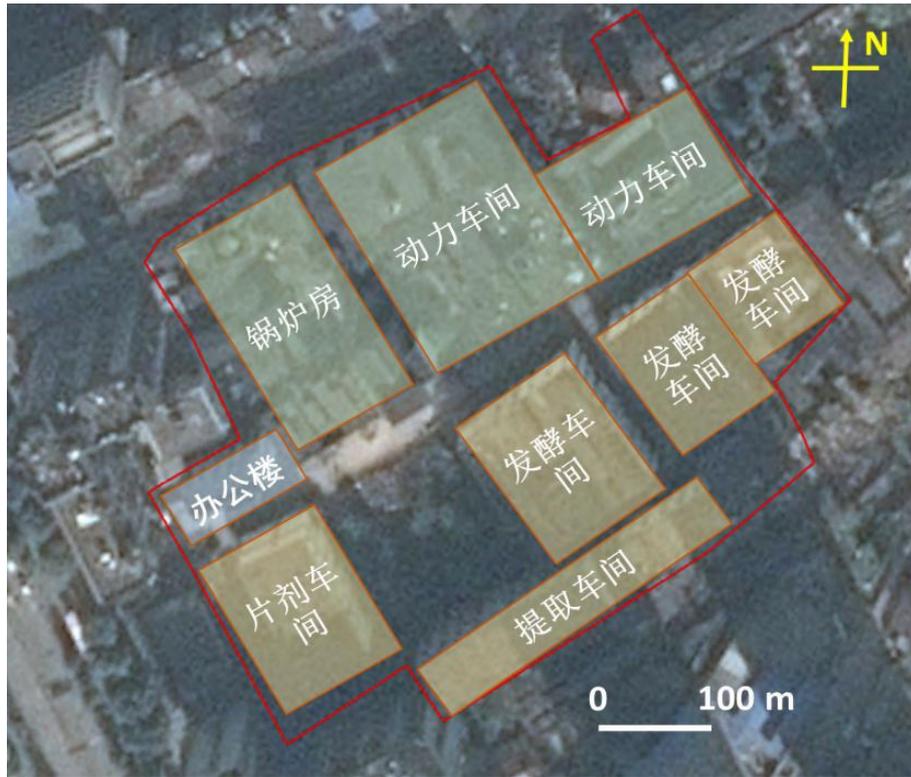


图 2.2-4 吉雄药业地块生产工艺分布示意图

2、2021 年场地环境调查情况

2021 年，结合项目组实地踏勘，吉雄药业全厂区拆迁完成后，对项目全厂区（生产区+生活区）开展补充调查，调查面积约 28852.404m²。



图 2.2-5 2021 年吉雄药业调查范围图



图 2.2-7 2021 年现场踏勘情况

2.2.3 场地规划

经与黄石市生态环境局黄石港分局多次对接，吉雄药业地块属 A03 管理单元，在已经市政府审批通过的 A03 管理单元控制性详细规划中用地性质为商住用地。



关于金帆化工厂等 6 地块规划用地性质的函

市土壤污染防治工作领导小组办公室：

贵办《关于商请提供金帆化工厂等 6 个地块规划用地类型的函》已收悉。经查阅，现就相关地块的规划用地性质情况函复如下：

金帆化工厂地块、吉雄药业地块同属 A03 管理单元。在已经市政府审批通过的 A03 管理单元控制性详细规划中用地性质分别为二类居住用地和商住用地。长乐工业园区由多地块组成，在下陆区控制性详细规划中主要用地性质为三类工业用地；锶发选矿厂地块在下陆区控制性详细规划中为餐饮综合用地和二类居住用地；老鹤庙选矿厂地块在下陆区控制性详细规划中用地性质为公园绿地。蜂烈山土法选金厂地块在下陆区控制性详细规划中用地性质为公园绿地。

特此函复。



2.3 场地环境特征

2.3.1 周边敏感目标

经过现场踏勘，吉雄药业位于黄石市主城区内，正门紧邻黄石大道，

东侧距长江 300 米，周边全部为居民区，属黄石老城棚户改造区，分布有多所学校、商场等，居民生产生活活动频繁，人口密集，需要密切关注。周边环境敏感点具体有长江、青山湖、黄石十四中、黄石中山小学、黄石中英文学校、黄石武黄路小学、黄石江滩公园、黄石桥头公园、万达广场等，均分布与吉雄药业周边 1 公里范围内，环境敏感，人口密集。



图 2.3-1 场地周边环境识别示意图

2.3.2 场地水文地质条件

2.3.2.1 地层岩性

本次现场调查及钻孔揭露的地层，主要为第四系，按成因类型可分为人工堆积和湖积两大类，其中：

1、人工堆积层（Qm1）：在项目区内均有分布，主要由人工回填的混凝土、砖块、砾石、砂土等组成，厚度一般 1~1.65 米。

2、湖积层（Q1）：项目区人工堆积层以下均有分布，主要为灰黑色的淤泥、淤泥质粘土，软塑—可塑，属中—高等压缩性土。本次施工钻孔均有揭露，未见底。

2.3.2.2 地下水分布情况

1、人工堆积孔隙含水层

由人工堆积的混凝土、砖块、砾石、砂土等组成，厚1~1.65米。

2、湖积粘土孔隙含水层

位于场地人工堆积层之下，由淤泥、淤泥质粘土组成，本次勘查未揭穿。调查期间在该层利用JX-ZK5做钻孔单孔抽水试验一组，试验中：当抽水流量控制在44.32m³/d时，水位降深为1.06m，基本达到稳定状态。

利用单孔均质无限含水层潜水非完整井稳定流抽水公式进行渗透系数计算如下：

$$\textcircled{1} \quad K = \frac{Q}{\pi(H^2 - h^2)} \left[\ln \frac{R}{r} + \frac{\bar{h} - L}{L} \cdot \ln \left(1 + 0.2 \frac{\bar{h}}{r} \right) \right]$$

$$\textcircled{2} \quad R = 2S\sqrt{HK}$$

式中：Q—抽水流量（m³/天），Q=44.32m³/d；

S—抽水孔降深（m），S=1.06m；

H—含水层自然时厚度（m），此处取10m；

h—含水层抽水时厚度（m），h=H-S=8.94m；

r—抽水井半径（m），取0.065m；

L—进水段长度（m），1.27m；

联立方程①、②计算得该层混合渗透系数 $K=19.76\text{m/d}$ 。

3、隔水层

场区内湖积层的底部粘土结构密实，构成相对隔水层。

4、地下水补给条件

项目区第四系孔隙含水层主要以接受大气降雨补给为主，孔隙含水层接受补给后除少部分垂向越流补给下伏含水层外，大部分水平运移至项目区外围排泄。

本次工作期间对 6 个水文地质孔进行了稳定水位观测，其中：JX-ZK1 水位埋深 0.4m、标高 21.707m，JX-ZK2 水位埋深 0.55m、标高 18.567m，JX-ZK3 水位埋深 0.63m、标高 18.797m，JX-ZK4 水位埋深 0.48m、标高 23.08m，JX-ZK5 水位埋深 0.45m、标高 19.347m，JX-ZK6 水位埋深 0.77m、标高 20.715m。

由等水位线图可以看出，勘查期间场区地下水流向为自东向西，水位最大高差约 4.5 米，水力梯度约 3%。结合区域资料分析，地下水流向会受降雨量及长江水位影响，季节性变化。根据本次钻孔稳定水位利用 surfer 软件分析得出区内松散孔隙含水层地下水等水位线下图所示。

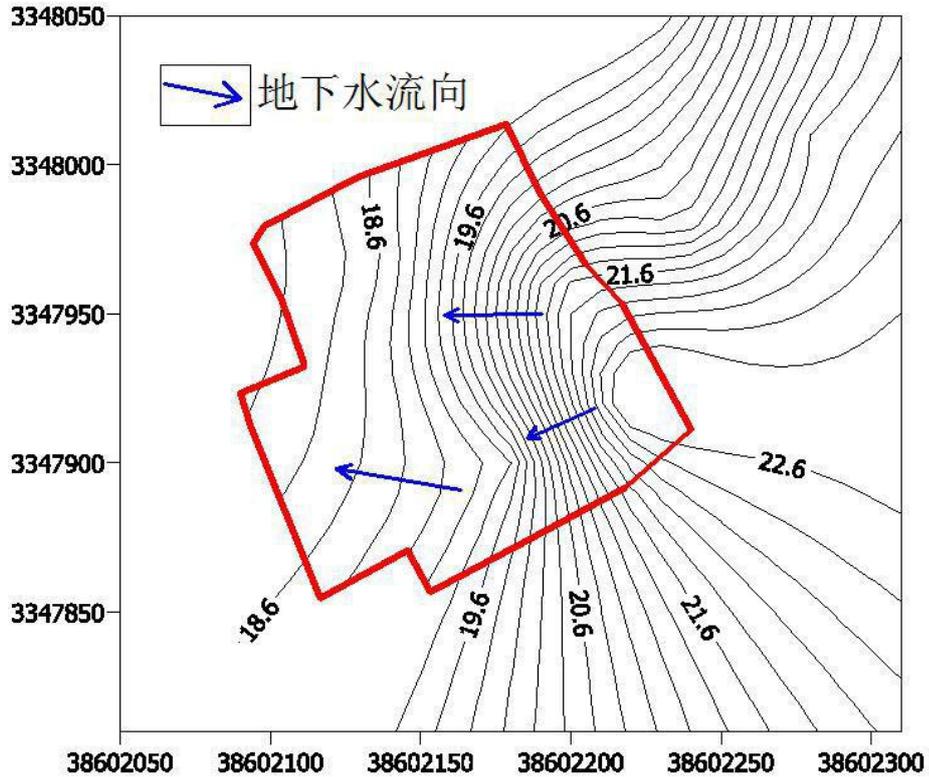


图 2.3-2 吉雄药业地块松散孔隙含水层地下水等水位线图

2.3.3 土壤理化性质

本项目补充调查土壤理化性质分析由湖北金楚资环勘测技术有限公司完成，土壤理化性质如下表：

表 2.3-1 土层物理性质指标表

地层编号	土层名称	项目	含水量 W%	天然重度 γ	比重 G	孔隙比 e	液限 WL	塑限 WP	塑性指数 IP	液性指数 IL	压缩系数 a ₁₋₂ (MPa ⁻¹)	压缩模量 E (MPa)	快剪 C _q (kPa)	内摩擦角 ϕ (度)	有机质含量 (%)
②2	粉质黏土	统计个数	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		最大值	33.6	19.30	14.94	2.730	1.0	49.0	99.7	49.00	32.10	16.9	0.9	0.7	3.95
		最小值	28.7	18.30	13.86	2.720	0.8	45.3	90.2	33.60	19.60	12.9	0.1	0.2	2.56
		平均值	30.8	18.85	14.42	2.728	0.9	47.2	94.0	37.55	22.18	15.4	0.6	0.4	3.255
		标准差	1.95	0.34	0.39	0.00	0.05	1.39	3.63	5.70	4.87	1.39	0.27	0.18	

地层编号	土层名称	项目	含水量 W%	天然重度 γ	比重 G	孔隙比 e	液限 WL	塑限 WP	塑性指数 IP	液性指数 IL	压缩系数 a ₁₋₂ (MPa ⁻¹)	压缩模量 E (MPa)	快剪 C _q (kPa)	内摩擦角 ϕ_q (度)	有机质含量 (%)
		变异系数	0.06	0.02	0.03	0.00	0.06	0.03	0.04	0.15	0.22	0.09	0.44	0.44	
		标准值	32.4	19.1	14.74	2.732	0.9	48.3	97	42.26	26.21	14.2	/	/	
②1	淤泥	统计个数	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		最大值	56.7	16.4	10.49	2.64	1.5	60.4	98.3	52.7	30.1	22.6	1.3	1.2	6.75
		最小值	56.4	16.4	10.48	2.64	1.5	60.3	98.1	50.4	30.1	20.3	1.2	1.2	5.68
		平均值	56.6	16.4	10.48	2.64	1.5	60.3	98.2	51.55	30.1	21.5	1.2	1.2	6.215

表 2.3-2 土层渗透系数指标表

层号	岩土名称	室内试验指标 (cm/s)	
		垂直 (K _v) 平均值	水平 (K _h) 平均值
1	杂填土、素填土	/	/
2	淤泥	2.48×10^{-4}	2.82×10^{-4}
3	粉质黏土	4.52×10^{-6}	4.97×10^{-6}

2.4 场地污染特征

根据《黄石市黄石港区吉雄药业场地风险评估报告》显示，前期工作承担单位—生态环境部环境规划院于 2018 年 10 月对项目场地开展了详细调查；2021 年 10 月，由于棚改工作的推进，地表建筑物被拆迁，考虑数据的代表性和时效性，另由于导则规范的更新，生态环境部环境规划院对地块按照新的导则规范补充调查，并根据补充调查结果进行风险评估。调查结果如下：

2.4.1 土壤污染特征

2.4.1.1 重金属检测结果分析

根据《黄石市黄石港区吉雄药业场地风险评估报告》显示，补充调查阶段共检出重金属指标 8 种（砷、镉、铜、铅、汞、镍、锑、钒），其中砷、镉、铅、汞、锑、钒污染物浓度超过本地块的土壤筛选值，砷、镉、铅超过了管制值。主要超标区域位于提取车间和烟囱。土壤中检出超标的污染物浓度统计与评价结果如下：

表 2.4-1 本地块检出超标的污染物浓度统计与评价结果（单位：mg/kg）

分析指标	砷	镉	铅	汞	锑	钒
检出限	0.01	0.01	2.0	0.002	0.01	4.0
筛选值	40	20	400	8	20	200
管制值	120	47	800	33	40	330
样品数	173	173	173	173	173	173
检出数	173	173	173	173	173	173
检出率	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
最大值	352	115	1343	31.4	36.5	432
最小值	5.66	0.1	14	0.032	0.37	23.4
平均值	14.7	3.2	53.5	0.508	1.93	113.3
超标个数	2	5	1	2	2	2
超标率	1.16%	2.89%	0.58%	1.16%	1.16%	1.16%
最大超标倍数	7.8	4.75	2.3575	2.925	0.825	1.16

根据补充调查检测结果显示：

超过一类用地筛选值的污染物有重金属砷、镉、铅、汞、锑、钒共 6 种，但超标率均较低。其中，镉超标样品数量 5 个，超标率为 2.89%，砷、汞、锑、钒超标率为 1.16%，铅超标率为 0.58%。整个地块超标点位较少，共计 5 个，其中生活区所有点位均不超标，主要超标区域位于烟囱处。



图 2.4-1 土壤超标点位图

表 2.4-2 本地块超标点位数据（单位：mg/kg）

指标	砷	镉	铅	汞	锑	钒
筛选值	40	20	400	8	20	200
BC35-2.0	13.1	25.9	53.6	0.654	5.95	23.4
BC28-0.5	13.3	115	60.1	0.385	1.25	73.4
BC39-0.5	9.16	34.7	67.8	1.14	1.66	74.3
BC39-2.0	9.29	38.9	46.5	0.407	0.81	63.1
BC40-0.5	9.39	40.6	38.7	0.179	0.69	91.3
BC42-0.5	347	8.51	1343	31.4	36.5	275
BC42-1.5	352	10.3	385	25.5	29.1	432

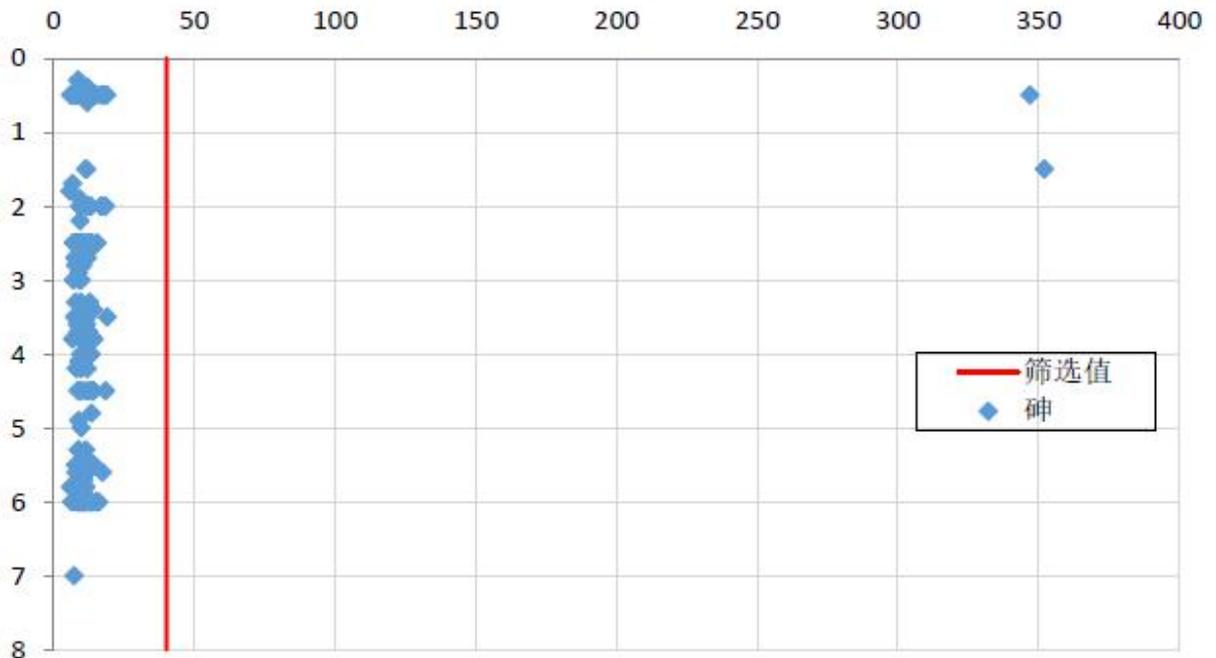


图 2.4-2 砷污染垂向分布图

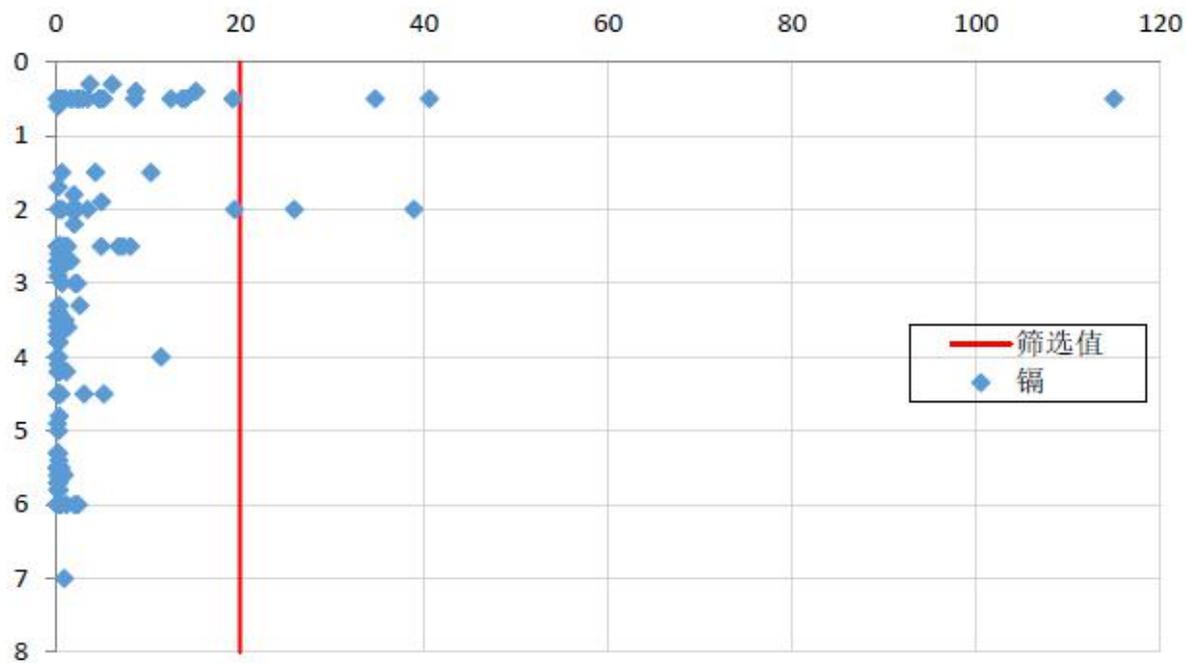


图 2.4-3 镉污染垂向分布图

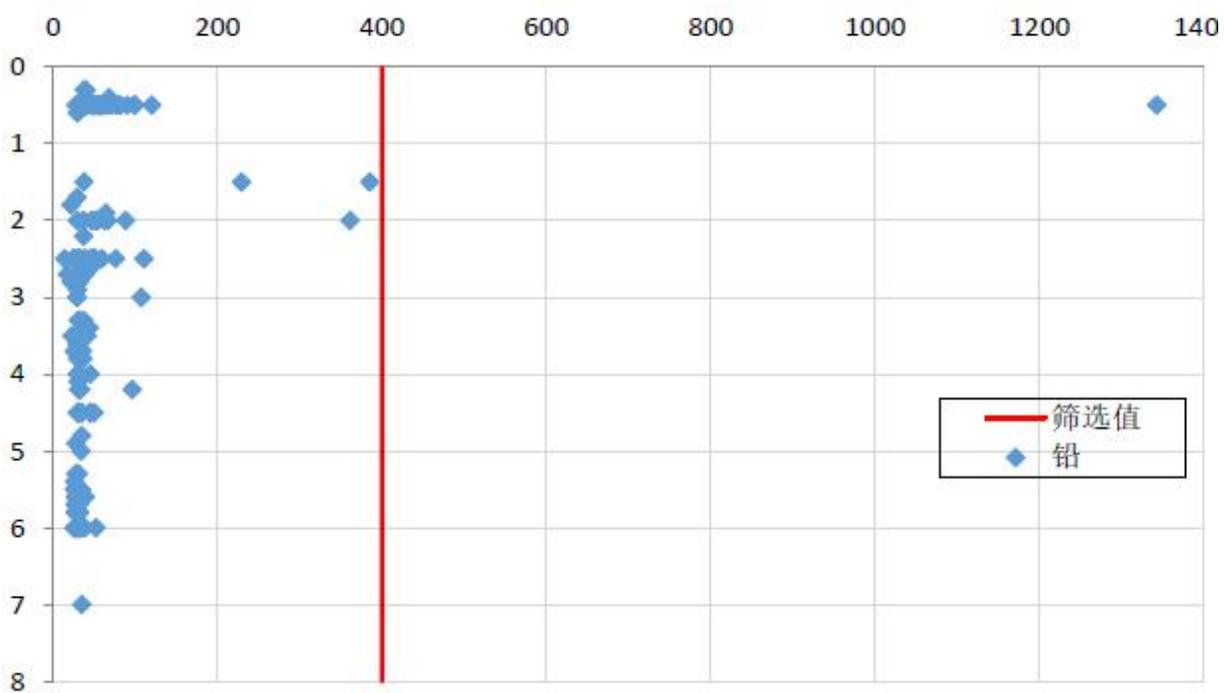


图 2.4-4 铅污染垂向分布图

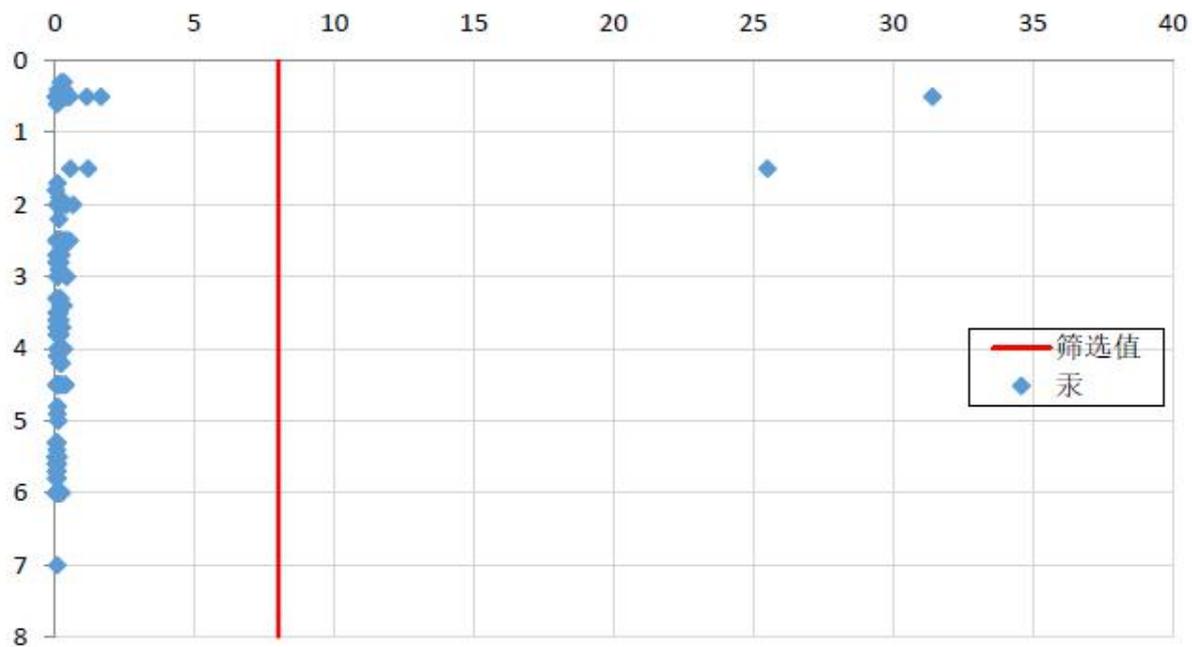


图 2.4-5 汞污染垂向分布图

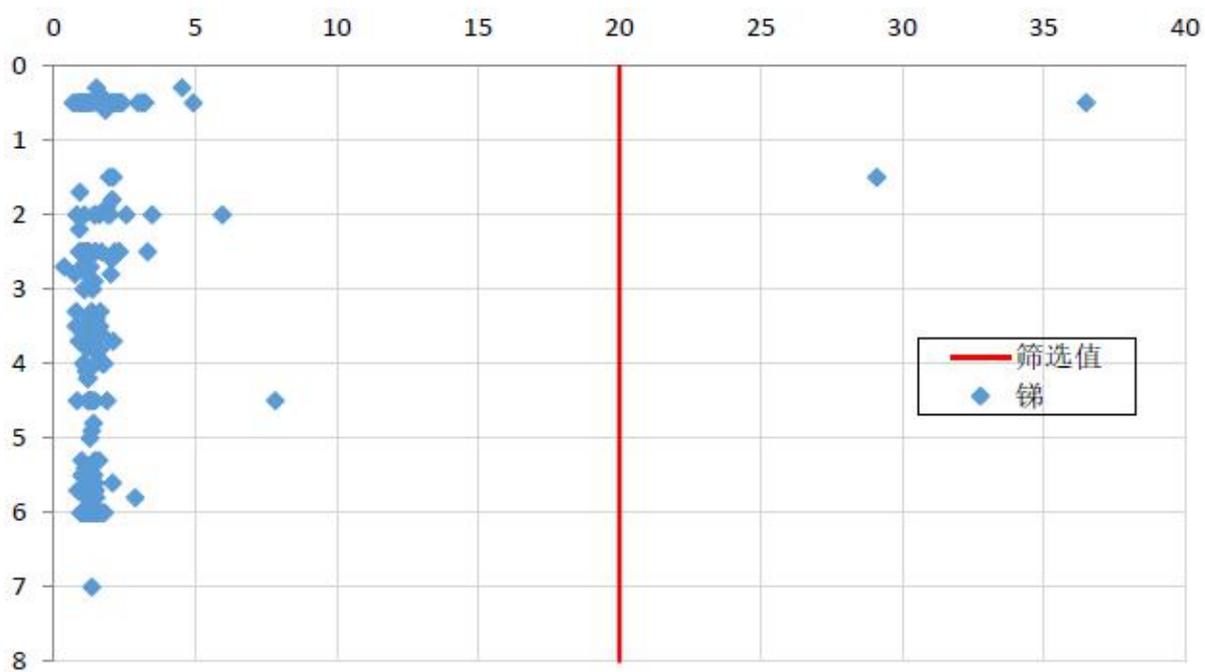


图 2.4-6 镉污染垂向分布图

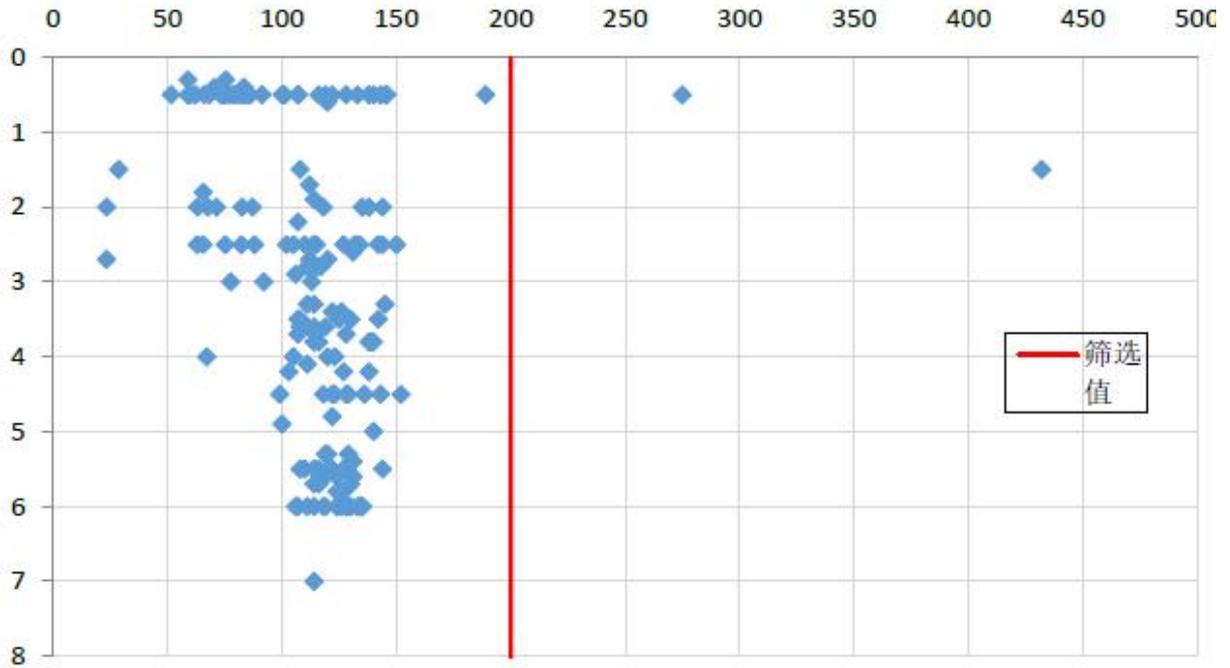


图 2.4-7 钒污染垂向分布图

2.4.1.2 有机物检测结果分析

补充调查阶段有机物指标少部分检出，173 个样品中，没有样品有机物超标，说明地块未受到有机物污染。

2.4.2 地下水污染特征

本次共设置 5 个地下水污染识别监测井，以识别地块内及周边地下水污染情况。样品检测指标包括《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）表一常规指标。对比IV类标准，本次调查的上层滞水中主要是总硬度和碘化物存在轻微超标。

表 2.4-3 初步调查地下水超标因子检测结果统计（单位：mg/kg）

指标	标准	BCDW1	BCDW2	BCDW3	BCDW4	BCDW5
总硬度	650	908	686	569	981	666

指标	标准	BCDW1	BCDW2	BCDW3	BCDW4	BCDW5
碘化物	0.5	0.58	0.23	0.22	0.59	0.22



图 2.4-8 补充调查地下水监测井分布示意图

2.5 土壤污染风险

2.5.1 风险评估主要结论

根据 A03 管理单元控制性详细规划，吉雄药业地块规划为商住用地。属于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中第一类用地。从保守角度考虑，假设每种污染物在土壤中均

存在完整的暴露途径，对砷、镉、铅、汞、锑、钒 6 种超标污染物健康风险进行了评估。评估结果显示，砷、镉、铅、汞、锑、钒 6 个指标风险计算结果均超过了可接受水平，可能对人体具有危害，需采取进一步的修复措施。

地下水中仅总硬度、碘化物超筛选值，但 2 种污染物在现有的情境下均没有暴露途径，表明在该地块上层滞水对人体没有健康风险，不需要开展下一步的管控措施。

表 2.5-1 土壤中关注污染物的修复目标值结果

污染物	砷	镉	汞	锑	钒	铅
修复目标值 (mg/kg)	40	20	8	20	200	400

地块范围内各层污染范围统计如下。其中 0-1m、1-3m 存在多种复合污染。经计算地块范围内各层污染范围统计如下，初步估算超标方量为 2606.3m³。

表 2.5-2 本地块超修复目标值面积及方量

深度\类型	污染物	超修复目标值面积 (m ²)	超标方量 (m ³)	总超标方量 (m ³)
0-1m	砷、镉、汞、锑、钒、铅	1310.7	1310.7	2606.3
1-3m	砷、镉、汞、锑、钒	647.8	1295.6	

2.5.1 风险管控建议

在经济合理、技术可行、风险可控、绿色环保的基础上，建议对该地块污染土壤开挖处置，去除环境污染。针对土壤超标污染情况，对开挖后的污染土壤送周边水泥窑协同处置。

3 场地修复模式

3.1 修复总体思路

根据《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019）中关于污染场地土壤修复方案编制的工作程序，本项目修复技术方案的选取将以场地调查和风险评估结果为基础，本着“科学性、可行性、安全性”的基本原则，结合污染场地特征条件、目标污染物污染状况和迁移特性，并综合考虑目标污染物对于当地民众以及生态系统的影响特点。因此，本项目的土壤修复技术方案拟遵循以下原则：

（1）科学性：对本项目具有场地特征的污染介质的技术有效性，即在合理使用时都应该可以实现修复目标，使污染降到可以接受的水平。主要考察的指标包括技术成熟度、适合的目标污染物和土壤类型、技术应用性等；

（2）经济可行性：在达到目标值的同时，需充分考虑其经济性，主要包括各项成本的初步分析，如土方开挖、污染土壤预处理、处理设施建设、处理设施运行维护、修复药剂、技术人工、定期监测、水电等。如果有不止一种技术可选择，那么不同技术施工和实施的资金费用将作为决定修复选择的主要考虑因素。

（3）环境、安全及健康因素：对环境的潜在风险（包括事故泄露，挖掘时遭遇困难，废物数量或浓度超过预期，或产生大量地下水）、二次污染的危险程度、对场地内人员（如施工人员、来访者及其它场地的使用者）和周边人群健康的影响等。

（4）实施时间：考虑到所采用技术实施需要的时间，应尽可能缩短修

复期，以适应未来土地开发利用要求。

(5) 项目区未来规划因素：根据项目区的未来土地利用规划，充分和业主单位沟通，在保障修复效果和成本的基础上，在技术方案设计上尽量与项目区未来建设施工方案相衔接，避免重复施工，提高项目的经济效益与社会效益。

本项目场地污染土壤主要为镉超标，污染范围集中，周边环境敏感。场地规划为二类居住用地和商住用地，根据业主整片区域开发时序安排，本项目需尽快完成治理修复。因此，本项目场地计划采用进行永久性修复模式，显著地减少污染物数量、毒性和迁移性。修复技术考虑采取异位或原位修复技术，择优选择应用范围广，技术成熟度高的技术开展修复工作。

3.2 修复范围

根据前期场调与风险评估情况，确定本项目治理对象主要为重金属污染土壤，治理工程量如下：

表 3.2-1 本地块超修复目标值面积及方量

深度\类型	污染物	修复面积 (m ²)	超标方量 (m ³)	总超标方量 (m ³)
0-1m	砷、镉、汞、 锑、钒、铅	1310.7	1310.7	2606.3
1-3m	砷、镉、汞、 锑、钒	647.8	1295.6	



图 3.2-1 第一层（0-1.0m）超标区域拐点坐标图

表 3.2-2 第一层（0-1.0m）超标区域拐点坐标

序号	X	Y	序号	X	Y
1	602352.80	3347949.16	22	602328.46	3347924.18
2	602359.48	3347949.30	23	602333.88	3347925.80
3	602361.30	3347947.71	24	602337.61	3347929.20
4	602359.36	3347940.34	25	602339.92	3347934.51
5	602358.54	3347936.03	26	602340.36	3347939.13
6	602358.92	3347932.25	27	602340.05	3347942.03
7	602365.73	3347925.22	28	602338.54	3347946.84
8	602366.13	3347924.05	29	602340.44	3347949.78

序号	X	Y	序号	X	Y
9	602365.12	3347922.22	30	602342.01	3347950.32
10	602358.94	3347913.42	31	602348.40	3347949.44
11	602357.45	3347912.22	32	602266.13	3347960.22
12	602350.99	3347913.02	33	602260.06	3347962.60
13	602349.32	3347912.79	34	602255.54	3347963.11
14	602348.12	3347911.31	35	602256.16	3347972.95
15	602344.06	3347903.32	36	602258.30	3347975.82
16	602341.72	3347902.46	37	602264.60	3347974.04
17	602335.92	3347905.12	38	602269.59	3347973.56
18	602325.43	3347910.94	39	602270.33	3347972.84
19	602323.54	3347913.59	40	602268.79	3347967.93
20	602324.50	3347919.53	41	602268.30	3347962.62
21	602326.51	3347923.00	42	602266.13	3347960.22



图 3.2-2 第二层（1.0-3.0m）超标区域拐点坐标图

表 3.2-3 第二层（1.0-3.0m）超标区域拐点坐标

序号	X	Y	序号	X	Y
1	602341.94	3347902.23	21	602249.47	3347884.11
2	602327.95	3347908.95	22	602252.11	3347879.00
3	602325.75	3347910.39	23	602252.17	3347877.68
4	602325.43	3347914.45	24	602249.04	3347874.43
5	602327.88	3347921.17	25	602244.73	3347871.82
6	602329.55	3347922.52	26	602266.23	3347960.52
7	602335.53	3347923.60	27	602265.19	3347960.48
8	602341.04	3347923.71	28	602260.45	3347962.59

序号	X	Y	序号	X	Y
9	602345.16	3347922.58	29	602255.79	3347963.31
10	602346.27	3347921.51	30	602255.44	3347964.00
11	602349.52	3347916.45	31	602256.11	3347968.33
12	602349.38	3347913.52	32	602256.10	3347972.11
13	602344.28	3347903.39	33	602258.07	3347975.58
14	602244.73	3347871.82	34	602258.90	3347976.01
15	602243.43	3347871.85	35	602263.07	3347974.43
16	602242.56	3347874.25	36	602269.77	3347973.57
17	602241.96	3347881.69	37	602270.33	3347973.03
18	602242.47	3347884.34	38	602268.73	3347967.06
19	602244.91	3347885.54	39	602268.42	3347963.15
20	602247.81	3347885.08	40	602266.23	3347960.52

3.3 修复目标

根据风险评估结论，对项目场地污染土壤治理后，场地土壤中相关重金属含量不超过以下限值。

表 3.3-1 土壤中关注污染物的修复目标值结果

污染物	砷	镉	汞	锑	钒	铅
修复目标值 (mg/kg)	40	20	8	20	200	400

4 修复技术筛选

根据本项目场地修复总体思路，计划采用进行永久性修复模式，修复技术考虑采取异位或原位修复技术，目前适合本项目重金属污染土壤修复技术包括换土法、固化/稳定化、阻隔填埋法、电动力学修复、土壤淋洗法、化学氧化还原、水泥窑协同处置、植物修复等。

土壤污染类型多种多样，污染场地错综复杂，需要结合场地实际情况对土壤修复技术进行评估，从而提出有针对性的修复方法与技术。

4.1 土壤修复技术概述

4.1.1 换土法

(1) 技术介绍

换土法是用新鲜未受污染的土壤替换或部分替换原污染土壤，以稀释原污染物浓度，增加土壤环境容量。换土法又可分为翻土、换土和客土三种方法。土壤仅受轻度污染时采用深耕翻土的方法，而治理重污染区时则采用异地客土的方法，即客土或者换土的方法。

(2) 优缺点

客土、换土对于修复土壤的重金属污染有很好的效果，它的优点在于方法成熟和修复全面，主要缺点为工程量较大、投资高，并且容易造成土壤肥力下降等问题

(3) 适用范围

需要大量的清洁土壤，挖出的污染土壤较难处置，一般只做应急技术。

4.1.2 固化稳定化技术

(1) 技术介绍

固化/稳定化技术作为一项永久性治理重金属的常用技术，自上世纪 80 年代以来，已在美国、欧洲、澳大利亚等地区应用多年，现已广泛应用于处理含重金属土壤、废渣和淤泥沉积物、铬渣、汞渣、砷渣等领域的环境治理中。

固化稳定化技术通过将重金属污染的土壤与特定的粘结药剂结合，使得土壤中的重金属被药剂固定，使其长期处于稳定状态，降低其迁移性。这种方法较普遍的应用于土壤重金属污染的快速控制修复，对同时处理多种重金属复合污染土壤具有明显的优势。美国环保署将固化/稳定化技术称为处理有害有毒废物的最佳技术。

按处置位置的不同，分为原位和异位固化稳定化。原位/异位固化稳定化技术修复示意图如下：

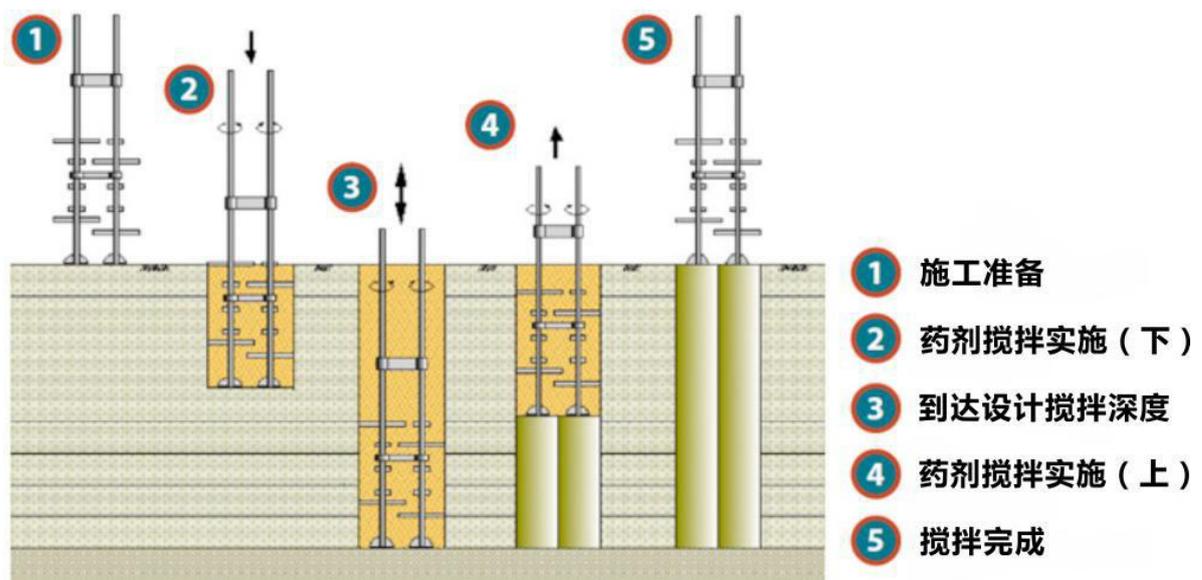


图 4.1-1 原位固化/稳定化土壤修复示意图



图 4.1-2 异位固化/稳定化土壤修复示意图

固化/稳定化技术通常包括稳定化和固化两个程序，其中，稳定化是利用磷酸盐、硫化物和碳酸盐等作为污染物稳定化处理的反应剂，将有害化学物质转化成毒性较低或迁移性较低的物质，使其不具有危害性或移动性。例如重金属污染土壤与石灰混合，石灰与重金属反应形成金属氢氧化物沉淀，不易移出土壤。固化是指利用水泥一类的物质与土壤相混合将污染物包被起来，使之呈颗粒状或大块状存在，进而使污染物处于相对稳定的状态。固化程序包含将污染土壤与固化剂（如水泥）混合，以使土壤硬化的过程，混合物干燥后形成硬块，可以在原地或转移到其它地点进行最终处置。固化程序可避免固化物中的化学物质流散到周围环境中，来自雨水或其他水源的水，在流经地下环境中的固化物时，不会带走或溶解其固化物中的有害物质。

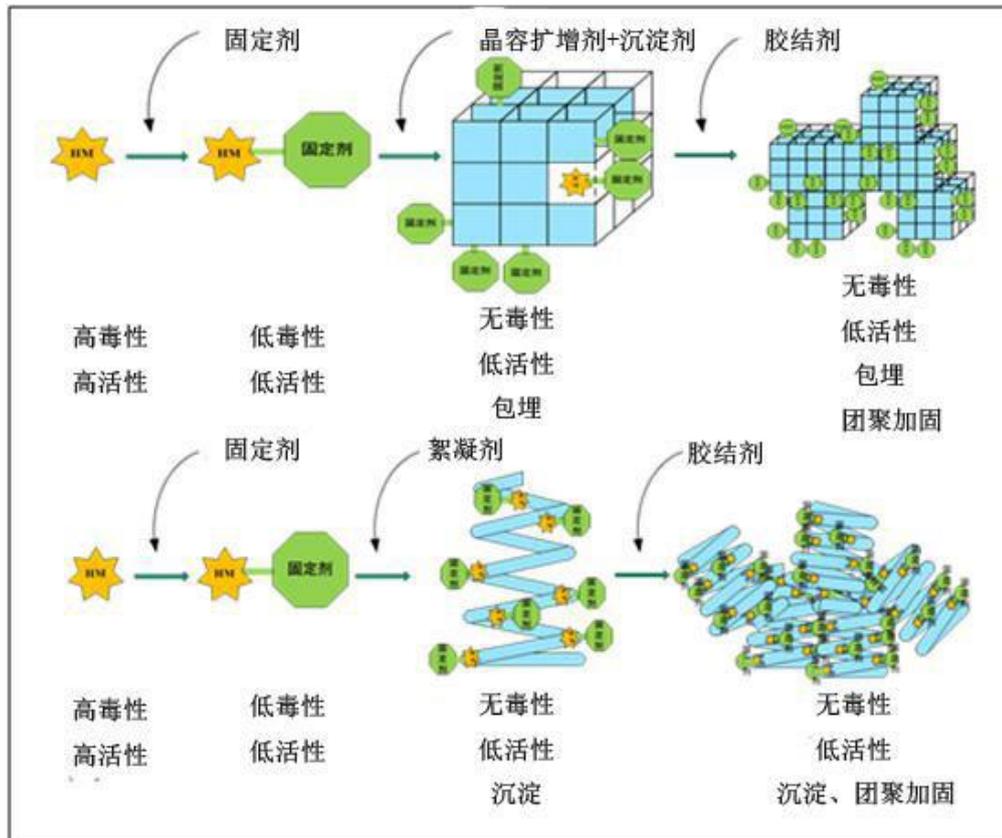


图 4.1-3 固化/稳定化技术原理示意图

(2) 适用范围

适用于污染土壤。可处理金属类、石棉、放射性物质、腐蚀性无机物、氰化物以及砷化合物等无机物；农药/除草剂、石油或多环芳烃类、多氯联苯类以及二噁英等有机化合物。

不适用于挥发性有机化合物和以污染物总量为验收目标的项目。当需要添加较多的固化/稳定剂时，对土壤的增容效应较大，会显著增加后续土壤处置费用。

(3) 优缺点

稳定化/固化技术的优点是技术成熟可靠，操作简单、安全，排放少，处置成本较低，约 500~1500 元/m³。缺点是该技术只是将污染物固定在混合体内，而非去除，土壤内污染物总量未得到削减。因此，稳定化固化处理后的土壤应结合其最终归宿，制定相应的验收方法和标准，如浸出检验等。处理后的土壤由于材料性质的改变，通常不易再作为普通土壤使用，需进行填埋处置，或采取与其性质相符的资源化利用途径。

4.1.3 阻隔填埋法

(1) 技术介绍

阻隔填埋法是将污染土壤或经过治理后的土壤置于防渗阻隔填埋场内，或通过敷设阻隔层阻断土壤中污染物迁移扩散的途径，使污染土壤与四周环境隔离，避免污染物与人体接触和随土壤水迁移进而对人体和周围环境造成危害。

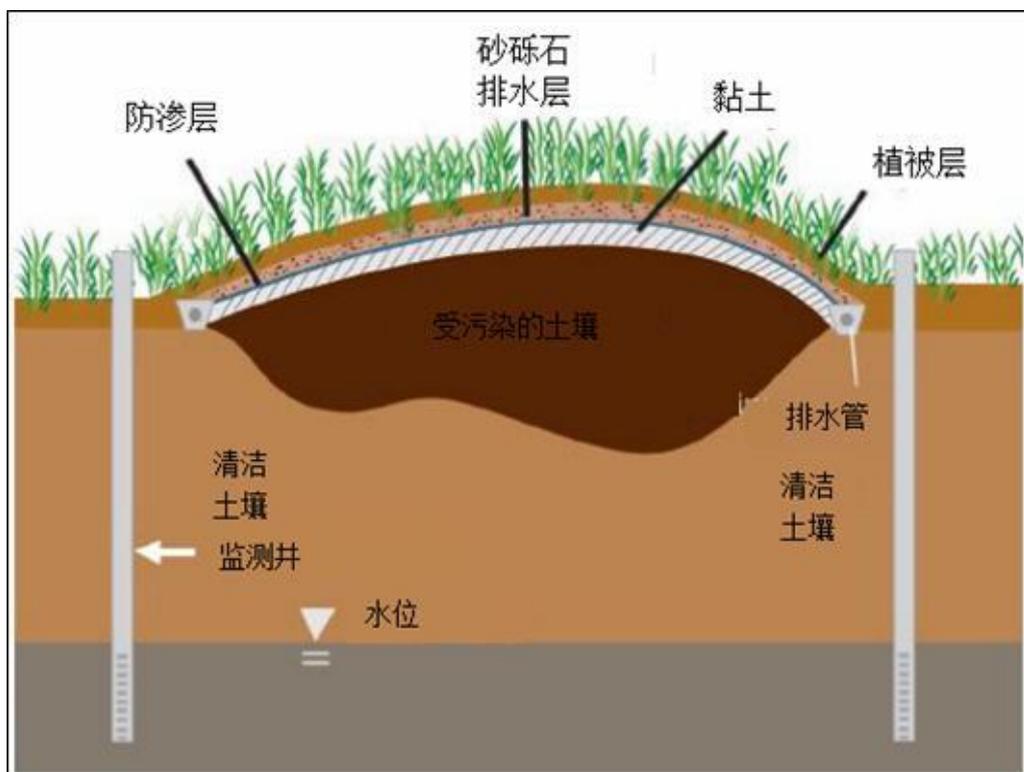


图 4.1-4 填埋法示意图

(2) 技术特点

①技术成熟可靠。污染土壤填埋技术早在 20 世纪 80 年代初期就已经开始应用，该技术在外国已经应用 30 多年，已成功用于近千个工程，技术已经相对比较成熟。

②修复周期短。该技术由于为异位处理，清挖后土壤只需运输到待填

埋区域，待填埋处置即可，修复周期短。

③修复成本低。填埋技术投资及运行费用较低，修复成本低，国内处理成本为 300-800 元/m³。

④适用性强。该技术对污染物浓度、种类及污染土壤质地等要求较低，适用性好。

(3) 适用范围

适用于重金属、有机物及重金属有机物复合污染土壤的阻隔填埋。不宜用于污染物水溶性强或渗透率高的污染土壤，不适用于地质活动频繁和地下水水位较高的地区。

4.1.4 电动力学修复

(1) 技术介绍

电动力学修复技术（简称电动修复）：把电极插入受污染的土壤中，通过施加微弱电流形成电场，利用电场产生的各种电动力学效益（包括电渗析、电迁移和电泳等）驱动土壤污染物沿电场方向定向迁移，从而将污染物在电极附近富集，然后进行集中处理或回收利用，从而达到清洁土壤的目的。

电动力学修复方法有：阳离子选择性膜法、Lasagna 技术、阳极陶土外罩法、电动力学生物修复法。以 Lasagna 技术为例，该技术已经应用在美国肯塔基州的 Paducah 现场。Lasagna 的本意是烤宽面条。该技术的设施是由几个平行的渗透反应区组成，类似于烤宽面条。在渗透反应区中加入了吸附剂、接触反应剂、缓冲液和氧化剂、外加电场使污染物质迁移到渗透反应区中进行物理化学处理。它的形式有水平和垂直 2 种，该技术通过电极

并在阳极注入水，在外加电场的作用下污染物随水流迁移到阴极附近并抽出进行处理。该技术的水平形式适用于深层密实土的污染，而垂直形式适用于浅层（15m 内）污染和不太密实的土壤。

该技术具有高效、无二次污染、节能、可原位实施、成本较低等优点，特别适用于小范围内的粘质的多种重金属污染土壤和可溶性有机物污染土壤的修复，对现有景观和建筑的影响较小，污染土壤本身的结构不会遭到破坏，处理过程中不需要引入新的物质，原位异位均可使用。并且对传统方法难以治理的低渗性土壤以及不能改变地上环境的区域（如未受污染区域上部有重要建筑物）修复中有独特的优势。

国内先后开展了铜、铬等重金属、菲和五氯酚等有机污染土壤的电动修复技术研究。国内对于用电力学方法治理含有重金属土壤的研究还停留在实验室阶段，所用于研究的土壤样品以人工添加重金属硝酸盐污染的样品为主，而在实际土壤中金属形态相对复杂，土壤本身又是一个相当复杂的体系，其结构不均匀，又含有石块等物质，影响电流的传导，并且该技术修复周期较长，国内外尚无采用电动修复技术的工程案例。

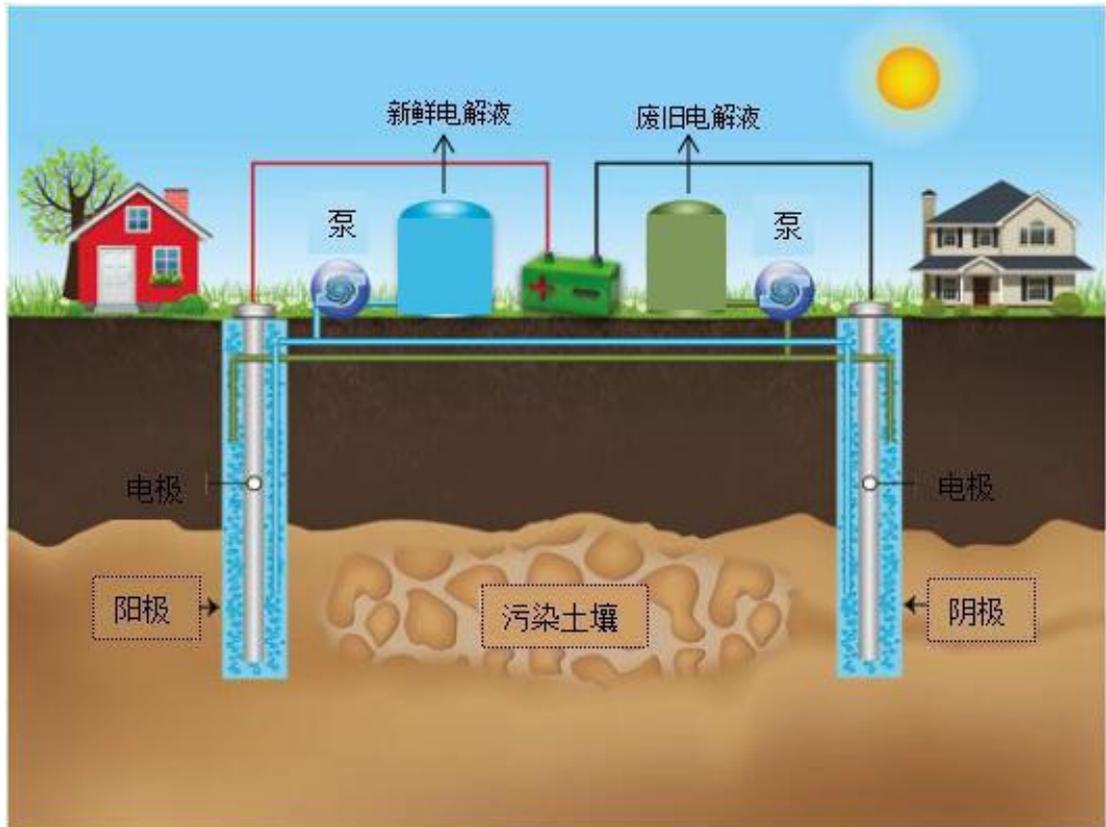


图 4.1-5 电动力学修复技术示意图

(2) 技术特点

电动力学修复技术具有较多优点，对现有景观和建筑的影响较小，污染土壤本身的结构不会遭到破坏，处理过程不需要引入新的物质，原位异位均可使用。土壤含水量、污染物的溶解性和脱附能力对处理效果有较大影响，因此使用过程中需要电导性的孔隙流体来活化污染物。

(3) 适用范围

可高效处理重金属污染（包括铬、汞、镉、铅、锌、锰、铜、镍等）及有机物污染（苯酚、六氯苯、三氯乙烯以及一些石油类污染物），去除率可达 90%。可用于水力传导性较低或黏土含量较高的土壤。土壤中含水量 $<10\%$ 时，处理效果大大降低。埋藏的金属或绝缘物质、地质的均一性、地下水位均会影响土壤中电流的变化，从而影响处理效率。

4.1.5 土壤淋洗修复技术

(1) 技术介绍

淋洗法是将水或含有冲洗助剂的水溶液、酸碱溶液、络合剂或表面活性剂等淋洗剂注入到污染土壤或沉积物中，促进土壤环境中污染物溶解或迁移，通过将溶剂与污染土壤混合，然后再把包含有污染物的液体从土壤中抽提出来，进行分离处理的技术。淋洗的废水经处理后达标排放，处理后的土壤可以再利用。

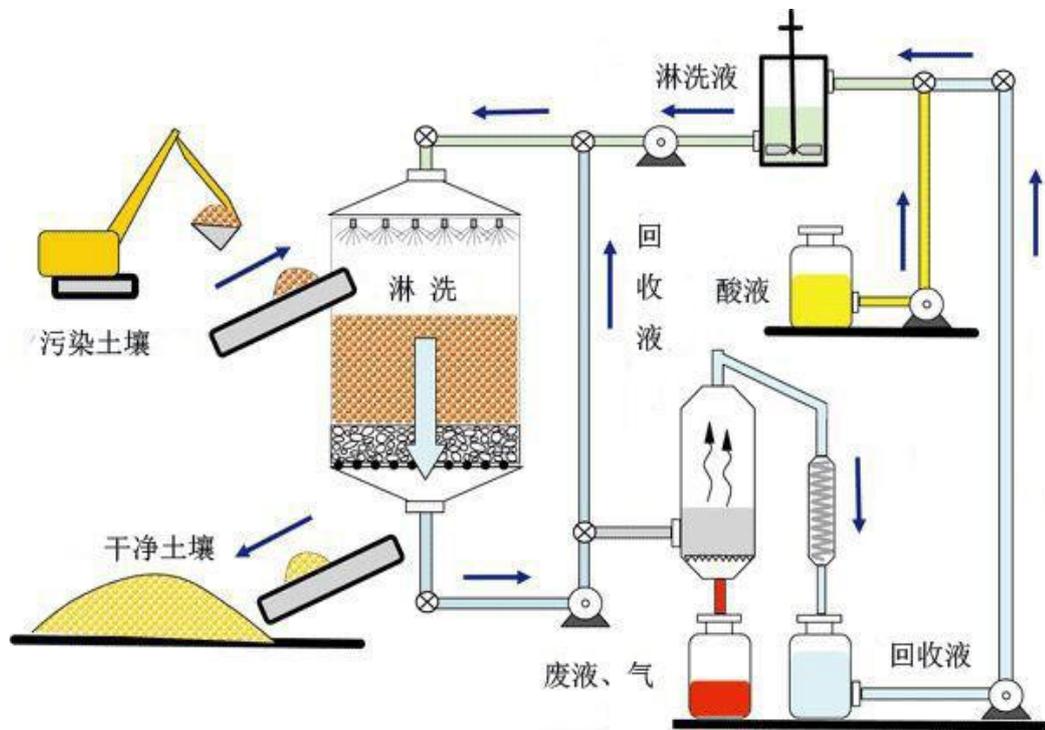


图 4.1-6 土壤淋洗技术示意图

此技术分为原位土壤淋洗和异位土壤淋洗。

原位淋洗技术即不对土壤进行开挖，直接通过水力压头或冲洗等方式对污染土壤进行淋洗，携带污染物质到达地下水后用泵抽取污染的地下水，并于地面上去除污染物的过程。该技术对土壤质地要求严格，一般适用于砂土和沙壤土，不适于粘土含量较高的污染土壤的修复。该技术若操作不

当容易造成二次污染，而且大部分淋洗剂的使用会造成土壤肥力下降，部分淋洗剂的残留也会对土壤造成二次污染。

异位清洗技术是把受污染的土壤挖出后，采用专门的清洗设备和药剂对其进行清洗，从而使吸附、固定或沉淀在土壤中的污染物被去除，再对含有污染物的清洗废水或废液进行处理，洁净土可以回填或运到其他地点回用。

原位/异位淋洗技术修复示意图如下：

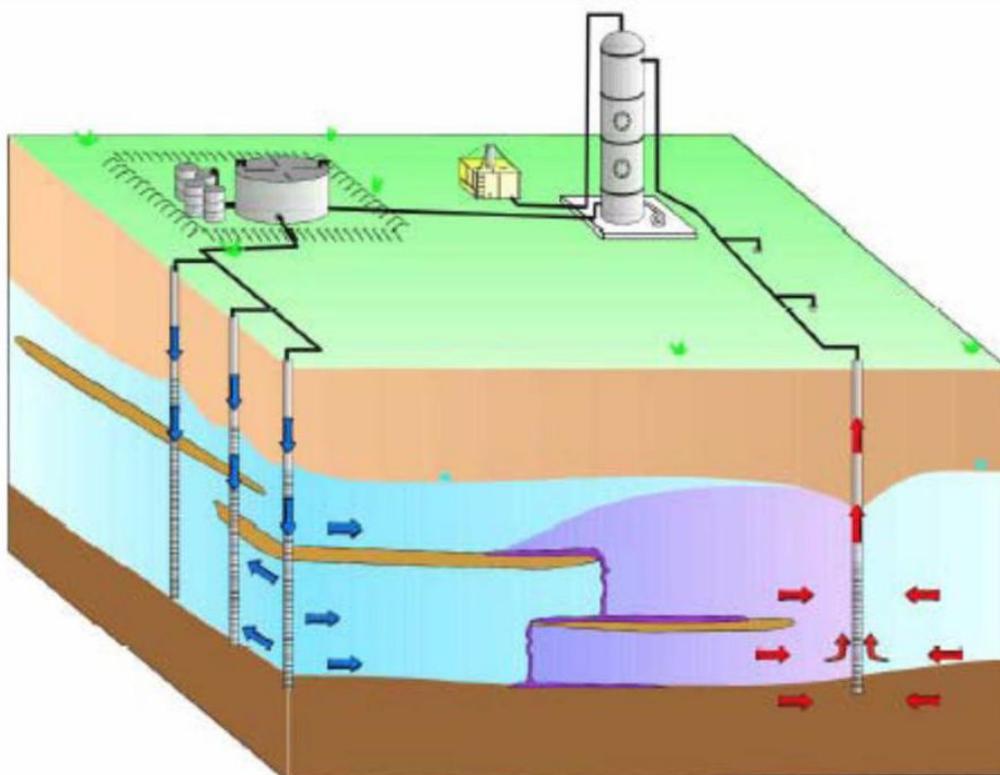


图 4.1-7 原位土壤淋洗修复示意图



图 4.1-8 异位土壤淋洗修复示意图

(2) 技术特点

土壤淋洗在使用时，冲洗剂主要有无机冲洗剂、人工螯合剂、阳离子表面活性剂、天然有机酸、生物表面活性剂等。无机冲洗剂具有成本低、效果好、速度快等优点，但用酸冲洗污染土壤时，可能会破坏了土壤的理化性质，使大量土壤养分淋失，并破坏土壤微团聚体结构。人工螯合剂价格昂贵，生物降解性差，且冲洗过程易造成二次污染。在处理质地较细的土壤时，需多次清洗才能达到较好效果。低渗透性的土壤处理困难，表面活性剂可粘附于土壤中降低土壤孔隙度，冲洗液与土壤的反应可降低污染物的移动性。较高的土壤湿度、复杂的污染混合物以及较高的污染物浓度会使处理过程更加困难。冲洗废液如控制不当会产生二次污染，因此需回收处理。淋洗过程通常采用可移动处理单元在现场进行，因此该技术所需的实施周期主要取决于处理单元的处理速率及待处理的土壤体积。

(3) 适用范围

土壤淋洗技术处理成本约为 1000-3000 元/m³。该技术可适用于污染土壤。可处理重金属及半挥发性有机污染物、难挥发性有机污染物。质地相对疏松、渗透性较强、大粒径级别的沙砾、沙、细沙中的污染物更容易被

清洗出来，而土壤湿度高、污染混合物复杂以及污染物浓度高的土壤则较难清洗。一般来说，当土壤中粘土含量达到 25%~30%时，不考虑采用该技术。

4.1.6 水泥窑协同处置技术

(1) 技术介绍

水泥窑协同处置技术是指利用水泥回转窑内的高温、气体长时间停留、热容量大、热稳定性好、碱性环境、无废渣排放等特点，在生产水泥熟料的同时，焚烧固化处理污染土壤。有机物污染土壤从窑尾烟气室进入水泥回转窑，窑内气相温度最高可达 1800℃，物料温度约为 1450℃，在水泥窑的高温条件下，污染土壤中的有机污染物转化为无机化合物，高温气流与高细度、高浓度、高吸附性、高均匀性分布的碱性物料（CaO、CaCO₃ 等）充分接触，有效地抑制酸性物质的排放，使得硫和氯等转化成无机盐类固定下来；重金属污染土壤从生料配料系统进入水泥窑，使重金属固定在水泥熟料中。

水泥窑协同处置包括污染土壤贮存、预处理、投加、焚烧和尾气处理等过程。在原有的水泥生产线基础上，需要对投料口进行改造，还需要必要的投料装置、预处理设施、符合要求的贮存设施和实验室分析能力。

水泥窑协同处置主要由土壤预处理系统、上料系统、水泥回转窑及配套系统、监测系统组成。土壤预处理系统在密闭环境内进行，主要包括密闭贮存设施（如充气大棚），筛分设施（筛分机），尾气处理系统（如活性炭吸附系统等），预处理系统产生的尾气经过尾气处理系统后达标排放。上料系统主要包括存料斗、板式喂料机、皮带计量秤、提升机，整个上料

过程处于密闭环境中，避免上料过程中污染物和粉尘散发到空气中，造成二次污染。水泥回转窑及配套系统主要包括预热器、回转式水泥窑、窑尾高温风机、三次风管、回转窑燃烧器、篦式冷却机、窑头袋收尘器、螺旋输送机、槽式输送机。监测系统主要包括氧气、粉尘、氮氧化物、二氧化碳、水分、温度在线监测以及水泥窑尾气和水泥熟料的定期监测，保证污染土壤处理的效果和生产安全。



图 4.1-9 水泥窑协同处置技术示意图

(2) 技术特点

目前我国主要采用新型干法水泥回转窑对污染土壤进行焚烧处置，此类技术在发达国家广泛应用。水泥回转窑处理土壤类废物具有很大的优越性，主要体现在以下几个方面：

① 焚烧温度高。水泥回转窑内物料温度高达 1450℃，气体温度则高达 1750℃左右。在水泥窑内的高温下，废物中的毒性有机物将产生彻底的分解，焚毁去除率可达 99.99%以上，实现废物中有毒有害成分的彻底“摧毁”和“解毒”。

② 停留时间长。水泥回转窑是一个旋转的筒体，一般直径 3.0-5.0 米，长度 45-100 米，以每小时 100-40 转的速度旋转，焚烧空间很大，废物在回转窑高温状态下停留时间长。根据一般统计数据，物料从窑头到窑尾总的停留时间在 40 分钟左右；气体在温度高于 950℃ 以上的停留时间大于 8 秒，

高于 1300℃ 以上停留时间大于 4 秒，可以使废物长时间处于高温之下，更有利于废物的燃烧和彻底分解。

③ 焚烧状态稳定。水泥回转窑焚烧系统由金属筒体、窑内砌筑的耐火砖以及在烧成带形成的结皮和待煅烧的物料组成，热惯性很大，燃烧状态稳定，而且新型回转式焚烧炉运转率高，一般年运转率大于 90%，不会因为废物投入量和性质的变化，造成大的温度波动而影响焚烧效果。

④ 良好的湍流。水泥窑内高温气体与物料流动方向相反，湍流强烈，有利于气固相的充分混合、传热传质与热化学反应的进行。

⑤ 废气处理效果好。水泥工业烧成系统和良好的废气处理系统使燃烧之后的废气经过较长的路径进入冷却和收尘设备，污染物排放浓度较低。

⑥ 没有废渣排出。在水泥生产的工艺过程中，只有生料和经过煅烧工艺所产生的熟料，收尘器收集的飞灰返回原料制备系统重新利用，没有废渣排出。

(3) 适应范围

水泥窑协同处置污染土壤的单价约 900~1500 元/m³，可用于重金属污染土壤和挥发性较差的有机物污染土壤修复，其优点是处置量较大，成本较低；缺点是土壤矿物成分必须满足水泥制造的要求，处置前需对水泥窑进料和排放系统进行改造，且水泥窑共处置污染土壤必须得到环保主管部门的审批。

4.1.7 植物修复技术

(1) 技术介绍

植物修复技术是一种以植物忍耐、分解或超量积累某些化学元素的生

理功能为基础，利用植物及其共存微生物体系来吸收、降解、挥发和富集环境中污染物的治理技术。

根据其作用过程和机理，植物修复技术可分为植物稳定、植物提取、植物挥发和根系过滤四种类型。该技术具有修复成本低、过程简单，且环境友好的优点，但修复周期普遍较长。

植物可以吸取容易挥发的重金属（汞、硒等）、农药、石油、持久性有机物、炸药以及放射性核素等。同时，在土壤中添加 EDTA、有机酸等螯合剂可以促进植物对于重金属的吸收。重金属污染土壤的植物吸取修复技术在国内外都得到了广泛研究，已经应用于砷、镉、铜、锌、镍、铅等重金属以及多环芳烃复合污染土壤的修复，并发展出包括络合诱导强化修复、不同植物套作联合修复、修复后植物处理处置的成套集成技术。



图 4.1-10 植物修复示意图

(2) 技术特点

植物修复技术与物理和化学修复技术相比具有成本低、效率高、无二次污染、不破坏植物生长所需的土壤环境等特点，非常易于就地处理污染物，操作方便。修复植物对环境的选择性强，很难在特定的环境中利用特定的植物种；气候或是季节条件会影响植物生长，减缓修复效果，延长修复期；修复技术的应用需要大的表面区域；一些有毒物质对植物生长有抑制作用，因此植物修复多只用于低污染水平的区域。有毒或有害化合物可能会通过植物进入食物链，所以要控制修复后植物的利用。污染深度不能超过植物根之所及。这种技术的应用关键在于筛选具有高产和高去污能力的植物，摸清植物对土壤条件和生态环境的适应性。植物修复技术不仅应用于农田土壤中污染物的去除，而且同时应用于人工湿地建设、填埋场表层覆盖与生态恢复、生物栖身地重建等。

近年来，植物稳定修复技术被认为是一种更易接受、大范围应用、并利于矿区边际土壤生态恢复的植物技术，也被视为生物能源生产技术；为寻找多污染物复合或混合污染土壤的净化方案，分子生物学和基因工程技术应用于发展植物杂交修复技术；利用植物的根圈阻隔作用和作物积累作用，发展能降低农田土壤污染的植物修复技术正在研究。

较之其他修复技术，具有良好的美学效果和较低的操作成本，比较适合与其他技术结合使用。

（3）适用范围

国内的工程应用成本约为 100-400 元/t。植物修复适用于污染土壤，可处理重金属（如砷、镉、铅、镍、铜、锌、钴、锰、铬、汞等），对于 PAHs、DDT 和 POPs 等污染物也有过先例，但尚不能达到完全修复有机污染土壤

的目的。

4.2 治理与修复技术比选

根据本场地实际污染情况，在调研国内外土壤修复技术的基础上，采用土壤修复技术选择矩阵的方法对上述重金属污染土壤修复治理技术的优缺点进行了分析。该场地的土壤修复技术选择矩阵结果见表 4.2-1。

表 4.2-1 土壤修复技术选择矩

序号	技术名称	应用参考因素								应用优势	应用局限	结论
		适用性	成熟性	可操作性	时间条件	处理效率	二次污染	费用	公众认可度			
1	固化稳定化	适用	成熟,已成功应用且资料齐全	中,技术参数需要调整	短,如6-12个月	去除率>90%	污染土不能彻底去除,需要对地下水、土壤进行长期监测	中等	中等	适用性较强;原位异位均可使用	不能清除土壤中污染重金属,容易再度活化;操作不当,容易造成二次污染	建议部分采用
2	阻隔填埋技术	适用	成熟,国内有应用	好,已掌握相关技术原理及参数	较短,1-3年不等	去除率70-90%	对环境影响较小	中等	中等	应用范围广	不能清除土壤中污染重金属,操作不当,容易造成二次污染	建议部分采用
3	电力修复	不适用	非常不成熟,处于实验阶段	差,技术参数需要较大改进	短,如6-12个月	去除率>90%	可能产生有害副产物(氯气、丙酮等)	小	中等	不破坏土壤结构;不需引入新的物质;原位异位均可使用	技术不够成熟;受土壤理化性质影响较大;大规模的应用较少。	不建议采用
4	土壤淋洗	不完全适用	一般,处于实验阶段	好,已掌握相关技术原理及参数	短,如6-12个月	去除率>90%	对环境影响较大	较大	中等	对适用范围广、见效快、处理容量大	对粘土和粉土中的污染物比较难于完全清洗出来;需要进行后期水处理	不建议采用

序号	技术名称	应用参考因素								应用优势	应用局限	结论
		适用性	成熟性	可操作性	时间条件	处理效率	二次污染	费用	公众认可度			
5	水泥窑协同处置技术	适用	技术成熟/国内有应用较多	好, 技术参数已成熟	需要时间较短, 约2个月	去除率 >90%	焚烧过程中可能产生有害气体	中等	好	适用于不宜挥发的重金属污染土壤的固化, 同时高温下可以将含氯有机化合物分解。	常规水泥窑的尾气处理系统需要改造以控制二噁英的排放。具备焚烧资质的水泥厂距离较远, 运输成本高。	建议采用
6	换土法	不完全适用	技术成熟/国内有应用较多	好, 已掌握相关技术原理及参数	短, 如1-3个月	去除率 70-90%	对环境影响较小	中等	好	实施过程简单易行, 对于各种污染物都有广泛的适用性	对于高、超高浓度污染土壤成本相对增加。	不建议采用
7	植物修复法	不完全适用	技术成熟/国内外有应用	中, 技术参数需要调整	较长	去除率 70-90%	对环境影响较小	高	中等	修复过程简单, 对环境影响小, 不破换植物生长所需的土壤环境	不能完全修复有机污染土壤	不建议采用

4.3 治理与修复技术确定

通过前面章节的修复技术比选，结合本场地实际情况，确定本项目污染土壤治理修复的工艺，即对于重金属复合污染土壤，采用原地清挖与水泥窑协同处置技术，尽可能满足后期场地开发需求。

4.4 技术可行性研究

4.4.1 技术适用范围

水泥窑协同处置技术是指利用水泥回转窑内的高温、气体长时间停留、热容量大、热稳定性好、碱性环境、无废渣排放等特点，在生产水泥熟料的同时，焚烧固化处理污染土壤。有机物污染土壤从窑尾烟气室进入水泥回转窑，窑内气相温度最高可达 1800℃，物料温度约为 1450℃，在水泥窑的高温条件下，污染土壤中的有机污染物转化为无机化合物，高温气流与高细度、高浓度、高吸附性、高均匀性分布的碱性物料（CaO、CaCO₃ 等）充分接触，有效地抑制酸性物质的排放，使得硫和氯等转化成无机盐类固定下来；重金属污染土壤从生料配料系统进入水泥窑，使重金属固定在水泥熟料中。

水泥窑协同处置技术适用于处理土壤中的有机污染物与重金属，本次场地土壤涉及砷、镉、铅、汞、锑、钒复合污染，水泥窑协同处置技术能有效控制以上污染，技术适用。

4.4.2 国内应用案例

1、国外应用情况

水泥窑是发达国家焚烧处理工业危险废物的设施，已得到了广泛应用，即使难降解的有机废物（包括 POPs）在水泥窑内的焚毁去除率也可达到 99.99%，从技术上水泥窑协同处置完全可以用于污染土壤的处理，下表列出的是国外水泥窑协同处置技术在污染土壤修复方面的应用况。

表 4.2-2 采用水泥窑协同处置技术国外应用情况

序号	场地名称	污染物种类
1	美国德克萨斯州拉雷多市某土壤修复工程	重金属、PAHs
2	澳大利亚酸化土壤修复	重金属、多种有机污染物
3	美国 Dredging Operations and Environmental Research Program	PAHs、PCBs
4	德国海德堡某场地修复	PCDDs、PCDFs
5	斯里兰卡锡兰电力局土壤修复工程	PCBs

2、国内应用情况

水泥窑协同处置常用于处置各种固体废物（如毒鼠强等剧毒农药）、不合格产品（如含三聚氰胺奶粉、伪劣日化产品等）以及事故污染土壤等。水泥窑协同处置技术受污染土壤性质及污染物性质影响较少，而且我国是水泥生产和消费大国，水泥厂数量多，分布广，因此，目前在国内水泥窑协同处置越来越多应用于污染土壤的处理。

我国水泥窑协同处置污染土壤的应用始于 2005 年，北京修建地铁时，

发现含六六六、滴滴涕农药类污染土壤 1.6 万 m³，首次采用水泥窑协同处置污染土壤。

2007 年，该技术应用于某染料厂污染场地重金属及染料污染土壤的处置，处置规模达 2.5 万 m³。2011 年，该技术应用于北京焦化厂污染场地多环芳烃污染土壤的处理，处理规模达到 6 万 m³。截止 2013 年年底，北京已处置约 40 万 m³ 含六六六、滴滴涕、多环芳烃、总石油烃、重金属等污染物的污染土壤。2017 年，贵定海螺盘江水泥有限责任公司在首钢贵钢老区开发项目污染场地治理过程中，采用水泥窑协同处置污染土壤，将污染土壤转化为水泥生产的替代原料，达到污染土处理的无害化、减量化和资源化的目标。除此以外，某些地区还开展了水泥窑协同处置 POPs 污染土壤的实践。

5 治理方案设计

5.1 总体方案

结合场地用地规划、场地的污染特征和风险评估结果，优先选择风险管控措施，对于需要采用修复措施的区域，尽量考虑土地未来的规划和建设施工，将修复措施和土地未来规划的建设施工相结合，避免重复施工，进而降低成本。项目整体技术路线如下图所示，主要分为污染土壤清挖和转运，水泥窑协同处置，项目验收等主要工程。

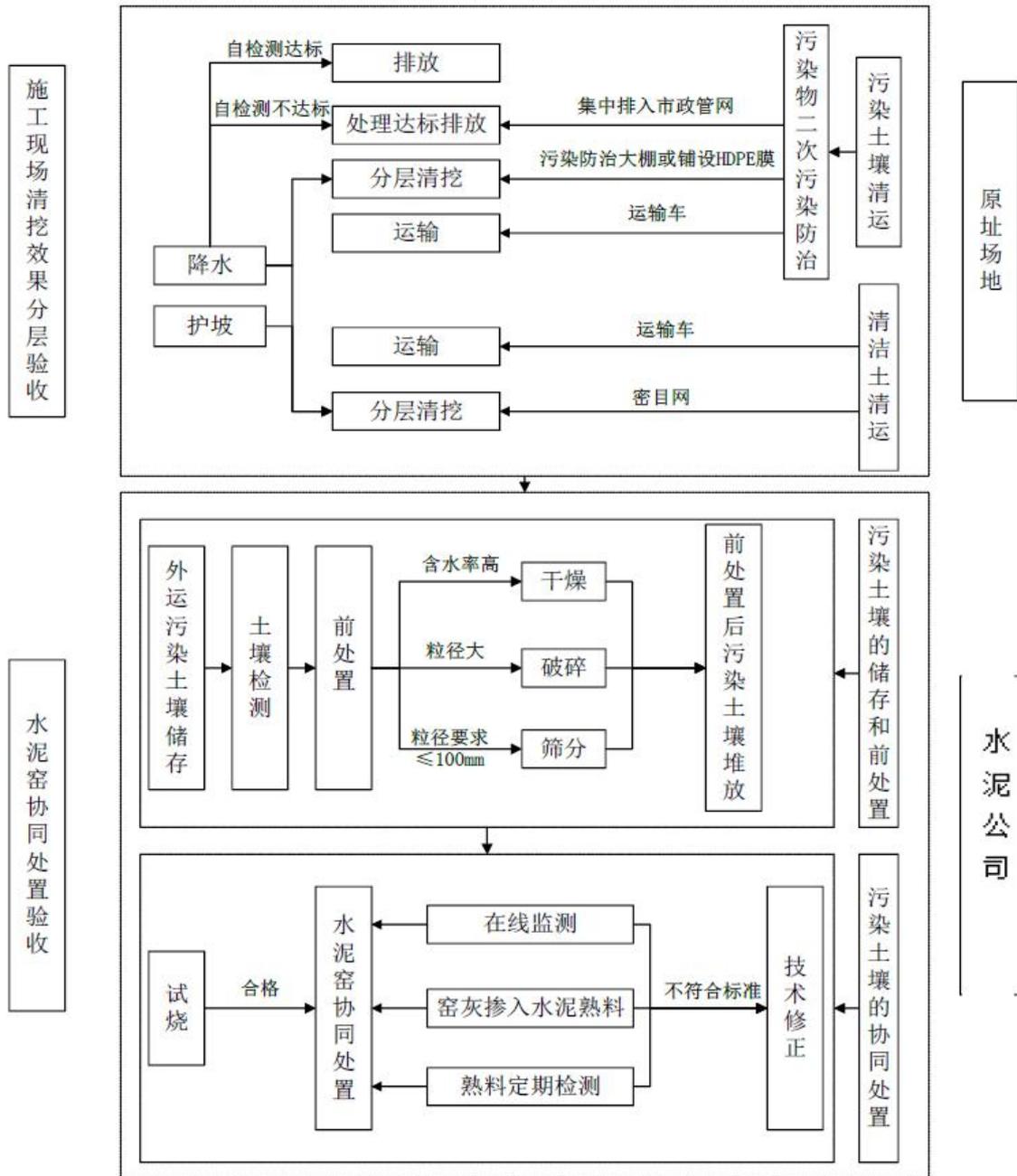


图 5.1-1 项目总体技术路线

5.2 污染土壤清挖与暂存

5.2.1 清挖原则

(1) 严格按照定量评估报告确定的污染范围边界拐点坐标及深度进行污染土壤或废渣的清挖，避免超挖或少挖或二次污染现象发生。

(2) 理论上未列入风险评估定量报告中的区域、点位不在清理范围内，施工中以实际清挖量为准。

(3) 本场地污染区块多且分布零散，土方开挖严格遵守“分区域、分层、分污染类型”的施工方法。

(4) 污染土壤清挖应与基坑支护、降排水等工序紧密配合，不可超前或滞后。土方必须与护坡一体化安排，要为护坡工程施工创造快捷和良好的前提条件。基坑开挖一定深度后，应修整好相应的土方开挖边坡。

(5) 本工程涉及土壤具有污染性，开挖清运过程需加强二次污染防治措施，保证人身安全，设置专职环保和安全巡视人员，加强开挖施工各环节的巡视。

5.2.2 清挖技术要求

1、清挖施工时序

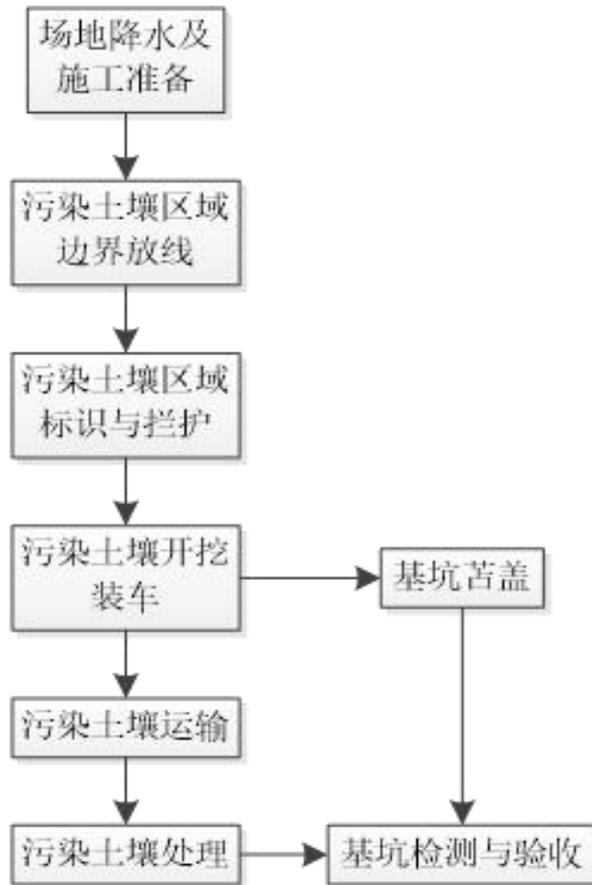


图 5.2-1 基坑清挖施工顺序图

2、定位测量

为确定土壤的清挖范围，应进行现场的定位测量。通过定位测量确定清挖地块边界拐点后，在地块内选取相互间隔 5m 以上的 10 个最高点和 10 个最低点，进行标高实测，选取 20 个标高评价只作为地块表面原始基本标高。再跟进采样点的起始标高进行适当修正，最后由施工单位、设计单位和监理单位共同确定该地块原始标高，办理专业移交手续后方可开始开挖。

3、污染土壤清挖

本项目污染土壤分布在 0-3m，共 2 层，各层污染土壤分布不同，具体位置范围如下图所示。

序号	X	Y	序号	X	Y
9	602365.12	3347922.22	30	602342.01	3347950.32
10	602358.94	3347913.42	31	602348.40	3347949.44
11	602357.45	3347912.22	32	602266.13	3347960.22
12	602350.99	3347913.02	33	602260.06	3347962.60
13	602349.32	3347912.79	34	602255.54	3347963.11
14	602348.12	3347911.31	35	602256.16	3347972.95
15	602344.06	3347903.32	36	602258.30	3347975.82
16	602341.72	3347902.46	37	602264.60	3347974.04
17	602335.92	3347905.12	38	602269.59	3347973.56
18	602325.43	3347910.94	39	602270.33	3347972.84
19	602323.54	3347913.59	40	602268.79	3347967.93
20	602324.50	3347919.53	41	602268.30	3347962.62
21	602326.51	3347923.00	42	602266.13	3347960.22



图 5.2-3 第二层（1.0-3.0m）超标区域拐点坐标图

表 5.2-2 第二层（1.0-3.0m）超标区域拐点坐标

序号	X	Y	序号	X	Y
1	602341.94	3347902.23	21	602249.47	3347884.11
2	602327.95	3347908.95	22	602252.11	3347879.00
3	602325.75	3347910.39	23	602252.17	3347877.68
4	602325.43	3347914.45	24	602249.04	3347874.43
5	602327.88	3347921.17	25	602244.73	3347871.82
6	602329.55	3347922.52	26	602266.23	3347960.52
7	602335.53	3347923.60	27	602265.19	3347960.48
8	602341.04	3347923.71	28	602260.45	3347962.59

序号	X	Y	序号	X	Y
9	602345.16	3347922.58	29	602255.79	3347963.31
10	602346.27	3347921.51	30	602255.44	3347964.00
11	602349.52	3347916.45	31	602256.11	3347968.33
12	602349.38	3347913.52	32	602256.10	3347972.11
13	602344.28	3347903.39	33	602258.07	3347975.58
14	602244.73	3347871.82	34	602258.90	3347976.01
15	602243.43	3347871.85	35	602263.07	3347974.43
16	602242.56	3347874.25	36	602269.77	3347973.57
17	602241.96	3347881.69	37	602270.33	3347973.03
18	602242.47	3347884.34	38	602268.73	3347967.06
19	602244.91	3347885.54	39	602268.42	3347963.15
20	602247.81	3347885.08	40	602266.23	3347960.52

表图 5.2-3 本地块超修复目标值面积及方量

深度\类型	污染物	修复面积 (m ²)	超标方量 (m ³)	总超标方量 (m ³)
0-1m	砷、镉、汞、 锑、钒、铅	1310.7	1310.7	2606.3
1-3m	砷、镉、汞、 锑、钒	647.8	1295.6	

根据现场确定的污染土壤清挖范围，用挖掘设备进行清挖施工，直至第一层污染土壤底部。污染土壤清挖完成后，应对污染土壤的清挖效果进行验收，如验收不合格，则需要再次清挖和验收，直至合格为止。污染土壤清挖验收合格后，再对非污染土壤进行清挖，至第一层底部。现场

清挖出来的非污染土壤，应与污染土壤分开堆放，防止与污染土壤混放。在清除第一层污染和非污染土壤的基础上，再根据现场施工图要求，确定第二层污染土壤的清挖范围，然后进行清挖作业，至第二层底部。等清挖效果检验合格后，再次确定和清挖第二层非污染土壤至第二层底部，并进行放坡处理。以此循环，完成各层污染土壤和非污染土壤的清挖施工。

根据污染土壤修复范围，污染区域内 0~3.0m 的污染土采用挖掘机分层清挖，清挖后对侧壁进行验收。根据清挖深度情况，在挖掘过程中配合采用分级放坡和基坑支护。

边坡系数是指土壁边坡坡度的底宽 b 与基高 h 之比，即 $m=b/h$ 计算。开挖中，土壤放坡比例参考如下标准：

- 1) 挖土深度在 0m~1.0m，按 1:0.5 放坡；
- 2) 挖土深度在 1.0m~3.0m，按 1:0.75 放坡。

4、清挖注意事项

1) 土方清挖根据时空效应原理，采用分区、分层、分段（竖向）清挖。施工前制定严格的施工方案，严格按照审核过的方案施工。

2) 在每层土方清挖时，必须按边坡布置形式和土方清挖的速度，将基坑合理分区、分层，事先计算好各施工块的土方量及出土需要时间。在施工过程中严格按时间要求控制进程。土方运输车辆配备和调度应保证能满足运土不间断的要求，场内车辆行驶应有统一规划和指挥。

3) 首先在污染土壤清挖之前，了解地下管线和其他地下构筑物的情况，并与相关部门做好交接工作。若在清挖过程中如遇不明地下管线，应立即

停止清挖，查清地下管线的情况，分清是否为废弃管线，如不是废弃管线，应立即上报，通知管线相关部门进行处理。在清挖过程中，如遇不明地下障碍物，应立即上报，确定地下障碍的情况，在得到可以进行破除清挖的通知后，方可继续施工。

4) 施工过程中若遇到土层中含有未知固废时，必须按照相关法规流程及时向环境监理以及业主等汇报，并提出合理的处置建议，待相关部门同意后进行安全处置

5) 清挖时机械挖土、人工修坡，清挖过程中，随时用标杆检查边坡坡度是否正确无误。

6) 挖土至设计标高，地基勘探后，尽快会同勘测、设计、业主单位、质监站、监理等部门共同对基底进行验槽，办理验槽手续。

7) 污染土壤现场不允许堆放，在此期间现场不允许进行大块水泥块筛选，不允许对污染土壤进行预处理。

8) 施工过程中若遇到降雨情况，做好以下防护措施：①现场停止施工，并立即将准备好的支架及防雨布等搭好，在防雨布四周挖明沟，铺防渗膜收集雨水；②防雨范围包括挖掘区和所有与污染物有直接接触的设备；③大雨或暴雨时，挖掘区立即启用备用水泵抽水；④雨停后，基坑内水要抽干，地面土夯实后，挖掘机方可进坑工作。

9) 为防止超挖和保持边坡坡度正确，机械开挖至接近设计坑底标高或边坡边界，应预留 80~50cm 厚土层，用人工开挖和修坡。

10) 人工挖土，一般采取分层分段均衡往下开挖，较深的坑（槽），

每挖 1m 左右应检查边线和边坡，随时纠正偏差。

11) 为确保基坑安全，本项目场地洁净土壤推土位置距离基坑一定距离，确保安全，应采取在坡脚设挡墙或支撑进行加固处理。

12) 开挖后土壤及时转运，确保边坡稳定。

13) 支护分层开挖深度和施工的作业顺序应保证修整后的裸露边坡能在规定的时间内保持自立并在限定的时间内完成支护。应尽量缩短边坡土体的裸露时间，对于自稳能力差的土体如高含水量的粘性土和无天然粘结力的砂土必须立即进行支护。

14) 开挖过程中如遇到土质与原设计有异常情况时应及时进行反馈设计。

5.2.3 清挖基坑降水

本项目临近长江，地下水量充沛。为防止清挖长沙二次污染，在基坑开挖过程中采用明沟排水形式进行降水作业。明沟宽 0.5m，向集水井两侧放坡 1%，明沟边缘离开边坡坡脚不小于 0.3m，底面比开挖面低 0.3~0.4m，集水井规格为长、宽均为 1m，大致按照每 40m 一口集水井设置，为保证明沟中废水集中抽出处理，集水井底面比沟底面低 1.5m，集水井具体数量根据现场地下水分布情况和水量而定。由于本项目污染地下水位于浅层，在基坑开挖时对浅层水扰动严重，故降水过程抽取的地下水全部输送至废水处理区域。

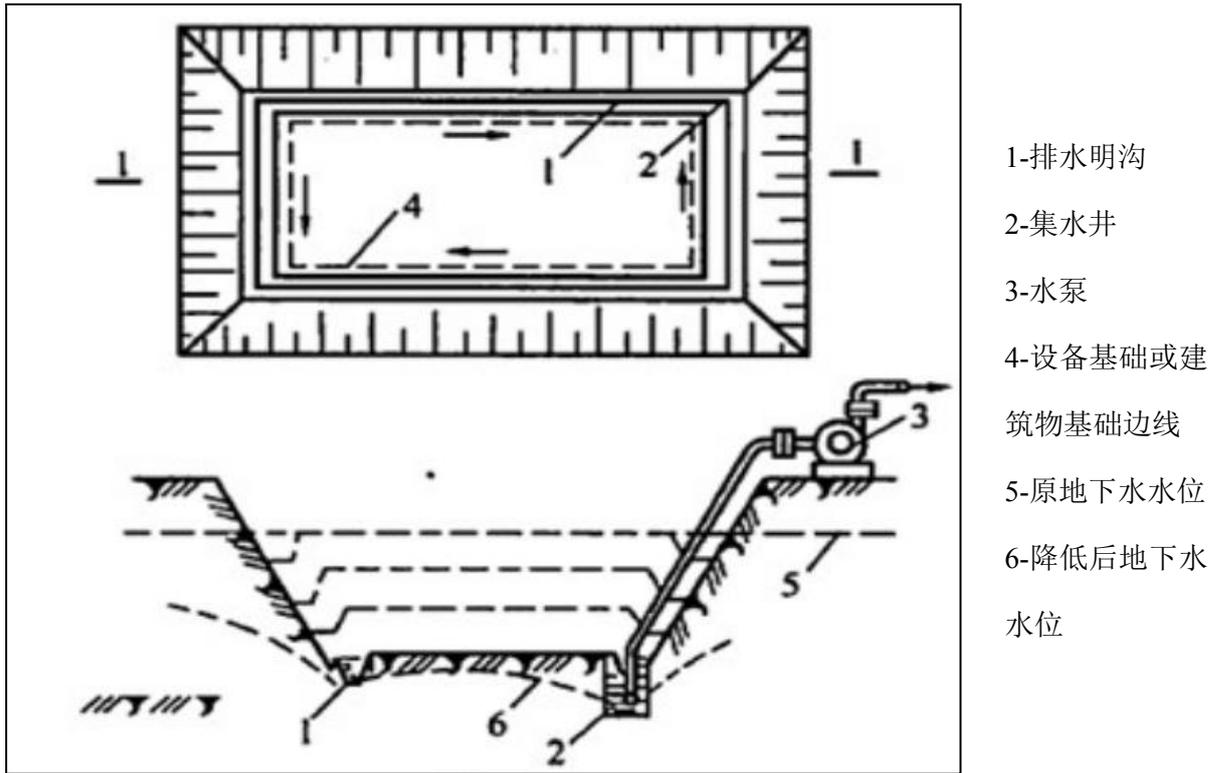


图 5.2-4 明沟排水示意图

为防止地表水流入基坑，冲刷边坡，基坑上口线均向外做坡比为 2% 散水，基坑周边沿支护结构顶部砌筑高 30 cm 挡水墙，基坑外的水是非污染的地下水，可以通过现场布置的截排水沟排放到市政排水渠中。

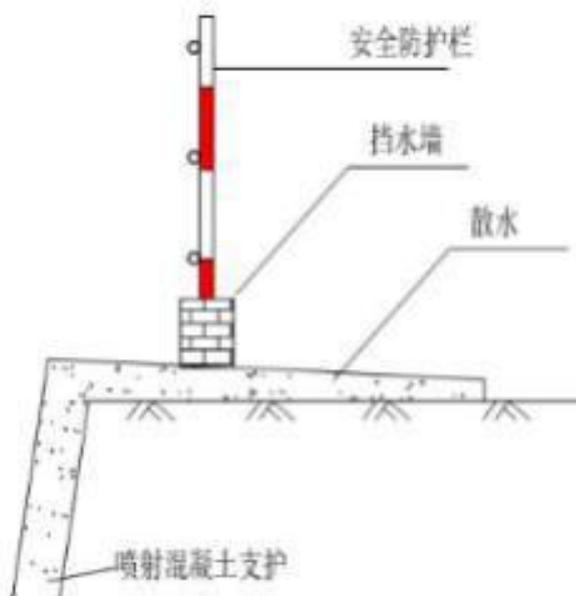


图 5.2-5 基坑坡顶散水示意图

5.2.4 污染土壤暂存

本项目计划采用“0.3m 厚粘土保护层+1.5mm 双光面膜+20cmC20 混凝土”对地面进行防渗，防渗面积 1000m²，该防渗场地作为土壤开挖后的临时暂存场地，土壤暂存并及时苫盖，并在四周设置排水沟。

5.3 污染土壤水泥窑协同处置

5.3.1 处理对象

本项目场地中重金属含量超《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）第一类用地筛选值的污染土壤进行水泥窑协同处置，超标因子包括砷、镉、汞、锑、钒、铅，土方量 2606.3m³。

5.3.2 水泥窑协同处置单位选择

5.3.2.1 选择要求

本项目污染土壤水泥窑协同处置单位选择应满足以下要求：

（1）距离较近：选择距离较近的水泥窑协同处置单位，以减少运输成本和运输过程中的环境二次污染风险；

（2）满足协同处置技术要求：水泥窑设备经过设计改造符合含氯有机污染土壤协同处置技术要求，并且技术改造升级通过环境影响评价审批，具备污染土壤协同处置运营资质；

（3）具备较大的处理能力：由于本项目需要水泥窑协同处置的污染土壤方量较大，需要水泥窑协同处置单位具有较大的处理能力；

(4) 水泥窑协同处置单位满足污染土壤临时存储要求：水泥窑协同处置单位需要满足临时存储要求，其一足够大的存储空间，其二存储场地满足防渗和防有机污染物挥发控制要求。

5.3.2.2 筛选结果

黄石地区具备污染土壤协同处置能力包括华新环境工程有限公司下属的水泥厂有华新水泥（大冶）有限公司、华新水泥（阳新）有限公司等。其中华新水泥（大冶）有限公司距离较近，运距为 26km；华新水泥（阳新）有限公司运距约为 56km。

经初步筛选，暂考虑选择华新水泥（大冶）有限公司作为本项目污染土壤协同处置单位。该公司目前有库容为 25000t（直径 80m，高 5m）污染土壤暂存库，处理能力为 10 万 t/a，可满足本项目污染土壤处理暂存需求。由于本项目污染土壤中汞含量较低，清挖土壤经充分混合后，可满足《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ 662-2013）与《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB 30485-2013）的要求，该公司获得了黄石市生态环境局大冶市分局出具的《关于华新环境工程（大冶）有限公司水泥窑协同处置一般固废项目环境影响报告书的批复》（冶环审函[2020] 79 号），具体内容详见附件 2。

5.3.3 工艺流程图

1、卸料

固废经自卸汽车运进厂区，直接卸入联合储库卸车坑，经棒条阀喂入一台皮带秤进行计量，称重后的物料经皮带输送机输送至生料立磨进行烘干粉磨。联合储库配料仓仓下均设有称重给料机，固废当作生料配料的原料进行使用，各原料按一定配比要求准确配料后，由胶带输送机送入原料粉磨车间。生料质量根据配料前各样品中重金属种类和含量采用荧光分析仪和原料配料自动调节系统来控制。

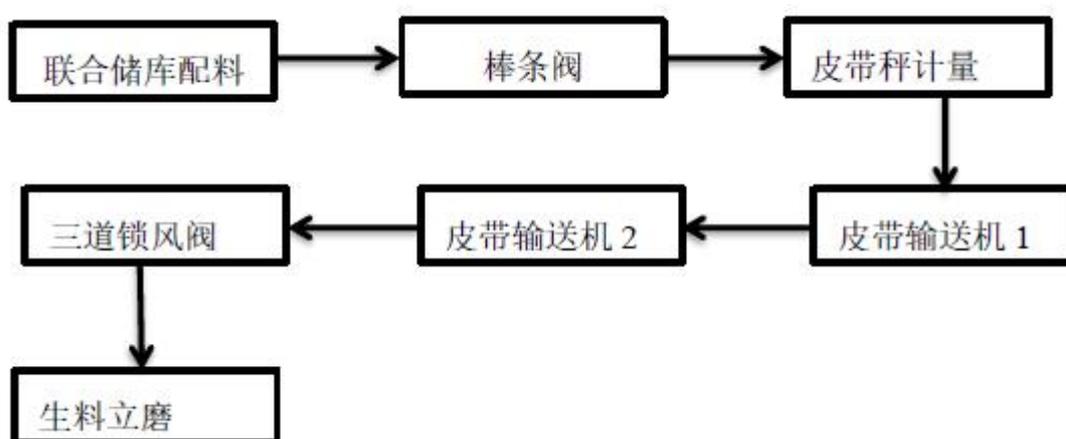


图 5.3-1 配料流程图

2、储存

重金属污染土储存于大冶厂区原料库堆场，可暂存 25000t（直径 80m，高 5m）。

库房均按照按《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB 18599-2020）要求进行建设，采取基础防渗、防风、防雨措施。同时，对污染土堆棚加强管理，禁止危险废物和生活垃圾混入。并定期检查维护雨水收集、导流设施，发现有损坏可能或异常，及时采取必要措施，以保障正常运行。



图 5.3-2 污染土壤暂存库实景图

3、协同处置

水泥窑协同处置污染土壤是利用窑头热风作为烘干机热源，采用顺流式回转烘干工艺对污染土壤中的有机物进行热解析处置，热解析之后的污染土壤进入生料配料系统，随生料进入预热器系统最终参与熟料煅烧过程。热解析烘干后的污染土壤大颗粒经拉链机输送至指定棚内；废气中携带的污染土壤细颗粒物经旋风收尘器气固分离后形成固体物料，该固体物料输送到指定棚内与热解析烘干后的污染土壤大颗粒混合后自然冷却；热解析处置后的冷却混合污染土壤输送至砂岩堆棚作为部分替代原料使用。热解析工艺产生的经旋风收尘器气固分离后的气体通入两线篦冷机后进入窑内彻底焚烧，其工艺流程图见下图。

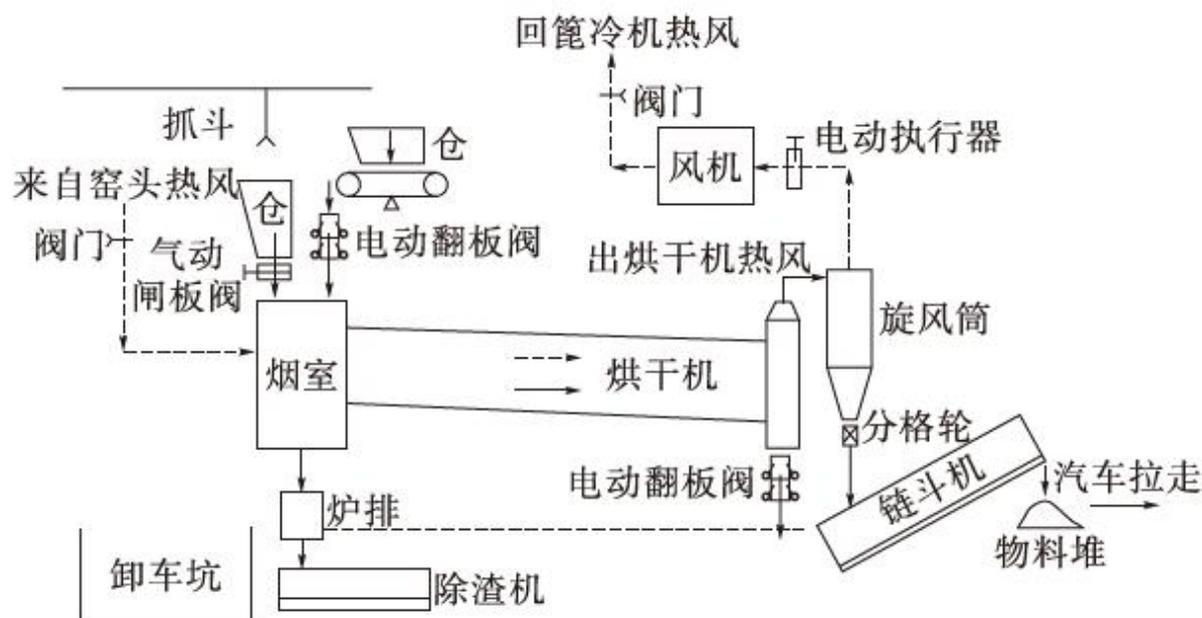


图 5.3-2 水泥窑协同处置技术流程示意图

5.3.4 关键技术参数

(1) 污染土壤中碱性物质含量：污染土壤提供了硅质原料，但由于污染土壤中 K_2O 、 Na_2O 含量高，会使水泥生产过程中中间产品及最终产品的碱当量高，影响水泥品质，因此，在开始水泥窑协同处置前，应根据污染土壤中的 K_2O 、 Na_2O 含量确定污染土壤的添加量。

(2) 重金属污染物初始浓度：入窑配料中重金属污染物的浓度应满足《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ 622-2013）的要求。

(3) 污染土壤中的氯元素和氟元素含量：应根据水泥回转窑工艺特点，控制随物料入窑的氯和氟投加量，以保证水泥回转窑的正常生产和产品质量符合国家标准，入窑物料中氟元素含量不应大于 0.5%，氯元素含量不应大于 0.04%。

(4) 污染土壤中硫元素含量：水泥窑协同处置过程中，应控制污染土

壤中的硫元素含量，配料后的物料中硫化物硫与有机硫总含量不应大于 0.014%。从窑头、窑尾高温区投加的全硫与配料系统投加的硫酸盐硫总投加量不应大于 3000mg/kg。

(5) 污染土壤添加量：应根据污染土壤中的碱性物质含量、重金属含量、氯、氟、硫元素含量及污染土壤的含水率，综合确定污染土壤的投加量。

表 5.3-1 水泥协同处置技术指标

工艺参数	进料口：封闭、负压
	窑体温度：≥150℃
	水泥回转窑：火焰温度> 1800℃，物料温度 1450℃，物料停留时间> 15 分钟，在大于 1800℃段烟气停留时间 5-6 秒，在大于 1200℃段烟气停留时间 12-15 秒
	预分解炉：物料温度> 850℃，火焰温度> 1450℃ 火焰温度> 1450℃
	二燃室温度：≥850℃，尾气二燃室停留时间≥20s
	应确保入窑物料氯元素含量<0.04%。一般的，根据氯元素限制和污染土壤对于水泥品质影响的限制，污染土壤添加量一般低于水泥熟料量的 4%。

5.3.5 实施步骤

水泥窑协同处置主要是利用现有水泥生产企业的回转窑及其配套设施，进行污染土壤的修复。由于用于水泥生产的回转窑处理能力大，非常适合规模较大的场地修复。水泥窑协同处置土壤工艺主要包括以下几个步骤：

1、开挖和存储

污染土壤清挖时，采用小作业面分层清挖，对已开挖的区域及时进行苫盖。挖出的含水量较高的土壤，可加入干燥剂进行干燥，使污染土壤的含水率 $\leq 17\%$ ；大块土壤适当进行破碎，保证粒径 $\leq 100\text{mm}$ 。将前处理后的污染土壤用防渗膜等进行封装、整形，并用封闭运输车将污染土壤运至水泥厂的储存及前处置车间内暂存。做好人体健康风险管控措施。清挖前和开挖过程中的基坑降水抽至污水处理设施处理达标后排入市政管网。

2、土壤预处理

污染土壤的前处理主要包括筛分、调整含水率。污染土壤的粒径会影响其受热的均匀程度以及升温效率，因此需要使用破碎筛分设施对待处理的污染土壤进行筛分，筛分后的超规格土块（粒径 $>100\text{mm}$ ），使用破碎机粉碎后再次进行筛分，由于热解吸设备中的温度超过 500°C ，足以使部分铁质金属开始熔融并附着在热解吸设备内壁上影响其导热能力并严重降低使用寿命，因此必须使用除铁设备将污染土壤中的铁质金属去除。振动筛安置在大棚内，保证了振动筛在筛分过程中产生的污染气体不发生外泄，待棚内污染气体达到一定浓度后，开启强制通风系统，气体经活性炭过滤后达标排至大气。

由于水的比热值较高，污染土壤的含水率会影响热解吸以及后续氧化焚烧系统的能源使用效率，因此当污染土壤含水率超过建议的限值时，向其中掺入生石灰、碎麦秆等脱水材料，降低污染土壤的含水率。

3、污染土壤进料

污染土壤经过预处理后，用专门的运输车从大棚储库转运到预热器塔

架旁的喂料斗，为避免卸料时扬尘造成的二次污染，卸料区密封。

卸料完成后，该门处于封闭状态。从存料斗下出来的污染土经板式喂料机进入皮带秤计量，计量后的土壤经提升机提升后由管道进入窑尾烟室喂料点，送入窑尾烟室高温段焚烧，完成污染土壤的整个入窑过程。整个上料装置进行密闭，使粉尘不会外扬，同时保证了上料过程中不发生有机气体外泄产生的污染。

4、污染土壤处置

污染土壤从窑尾烟气室进入水泥回转窑，窑内气相温度最高可达到 1800°C ，物料温度约为 1450°C ，气体($>800^{\circ}\text{C}$)停留时间长达20s以上，完全可以保证污染土壤中的完全燃烧和彻底分解。在水泥窑的高温条件下，污染土壤中的重金属污染物迅速蒸发和气化，高温气流与高温、高细度、高浓度、高吸附性、高均匀性分布的碱性物料(CaO 、 CaCO_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 等)充分接触，有效地抑制酸性物质的排放，使得重金属污染物形成无机盐类化合物被彻底固定下来。

5、尾气处理阶段

尾气处理系统包括急冷设备、布袋除尘器和酸性气体洗涤塔等。高温烟气从热氧化室出来后，经急冷设备迅速冷却至小于 200°C ，避开二恶英生成最剧烈的温度区域($200-500^{\circ}\text{C}$)，有效防止了二恶英的产生。急冷器内装有成排的喷嘴，烟气于急冷器的烟气入口进入，与喷头喷出的水接触后，从急冷器烟气出口流出。急冷器有温度控制系统，自动保证所需要的温度。

急冷后的烟气流经过入口闸阀进入布袋除尘器。含污染物的烟气冲击

缓冲板，分离出较重的颗粒物进入底部的集灰斗；烟气流上流进入滤袋模块，通过滤袋过滤，然后进入出气口提升阀，离开布袋除尘器。通过在线吹扫将滤袋中汇集的灰块进行清理。

烟气离开布袋除尘器直通风机，然后进入酸性气体洗涤塔。酸性气体洗涤塔中含填料，可吸收烟气中的酸性气体；填料上面有波纹除雾器，去除烟气中的液滴；除雾器带冲洗喷头，可喷入碱液，加入的碱液量由循环液 pH 值控制，该 pH 值随着酸性烟气量变化而变化。经过酸性气体洗涤塔洗涤的烟气通过烟囱排入大气中。尾气处理系统配有烟气在线监测设备的，时刻对排放的气体进行监测，确保尾气达标排放。

6、处置后污染土壤去向

污染土壤作为水泥生产的替代原料，和其他配料一起经水泥窑焚烧后生产成水泥熟料；污染土壤中所含重金属污染物经水泥窑高温和长时间的煅烧被彻底固化，污染土壤最终变为符合产品质量的水泥并在市场上进行销售，没有废渣和其他废弃物的产生。

7、运行维护和监测

因水泥窑协同处置是在水泥生产过程中进行的，协同处置不能影响水泥厂正常生产、不能影响水泥产品质量、不能对生产设备造成损坏，因此水泥窑协同处置污染土壤过程中，除了需按照新型干法回转窑的正常运行维护要求进行运行维护外，为了掌握污染土壤的处置效果及对水泥品质的影响，还需定期对水泥回转窑排放的尾气和水泥熟料中特征污染物进行监测，并根据监测结果采取应对措施。

5.4 污染土壤运输

5.4.1 运输路线

目前，华新环境工程有限公司下属的华新水泥（大冶）有限公司位于大冶市还地桥镇屏山新村 68 号，离项目场地较近，且愿意接收处置本项目污染土壤，运距约 26km。



图 5.4-1 污染土壤运输路线图

5.4.2 运输要求

本项目污染土壤拟采用专用防渗防泄漏措施良好的运输车进行运输，结合每天设计的运输量、运输距离、装载设备和工期，以及部分运输路段条件的限制等因素，综合考虑配备的运输车的运输能力及数量。此外，根据相关要求，运输出厂的污染土壤应提前制定运输计划，将运输时间、方

式、线路和污染土壤数量、去向、最终处置措施等，提前报所在地和接收地生态环境主管部门，且按照 500m³ 进行固废鉴定。

根据本场地污染修复方案，场区内运输较少，主要为场外的运输，具体包括：污染土壤装载、场内运输、场外运输等环节，其运输应遵循如下原则：

(1) 污染土壤的运输车辆应全过程密闭，出场应进行清洗，减少遗撒和防止二次污染。

(2) 污染土壤的运输车辆进出场应填写五联单，运输途中应进行 GPS 全程定位与跟踪，并配备专车进行现场指导与监控，确保污染土壤运输到位。

(3) 污染土壤的场地内运输应尽量采用单循环形式，避免车辆对车带来的延误与不便。

(4) 污染土壤的场外运输路线要避开人口密集区、水源保护地等敏感点。

(5) 污染土壤的运输时间应符合的有关规定，尽量选择在非高峰期出行，并减少运输车辆在路途上的停留时间。

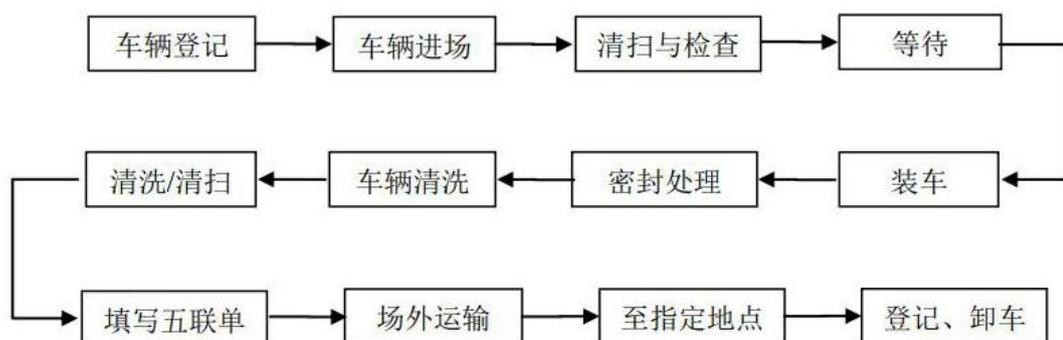


图 5.4-2 污染土壤车辆运输流程图

5.4.3 浸出鉴别

污染土壤清挖后的污染土壤在运出场前，按清挖进度在暂存区开展分批次采样鉴定，鉴别污染土壤区域是否遗留危险废物。根据《危险废物鉴别技术规范》（HJ 298-2019），污染土壤采用随机布点法布设采样点，原则上每个样品代表的土壤体积不应超过 500m³，每批次至少采集 1 个样品，重金属浸出毒性鉴别按《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007）执行。

5.5 废水处理方案

5.5.1 废水来源

本次施工废水主要来自大气降水产生的地表水和基坑降水产生的废水。

5.5.2 废水处理方案

根据项目土壤污染情况，本项目废水可能存在重金属超标情况，为了更好控制施工过程中二次污染，本项目拟对施工重金属废水采用化学沉淀法进行预处理，若达《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）一级标准标后排入市政管网，若不达标则再外委处理。

5.5.2 预处理工艺说明

预处理设计工艺流程为施工废水统一收集至集水坑，再进入强化絮凝

沉淀池，经试验通过添加一定比例的 DTCR（重金属捕捉剂），进行络合沉淀，再添加 PAC、PAM，加快絮凝沉淀速度。沉淀底部浓浆进入板框压滤机进行压滤处理，压滤水返回强化絮凝沉淀池处理；絮凝沉淀池的上清液进入砂滤和活性炭进行处理，污水达标后进入清水池，未达标则回流强化絮凝池进行二次处理。

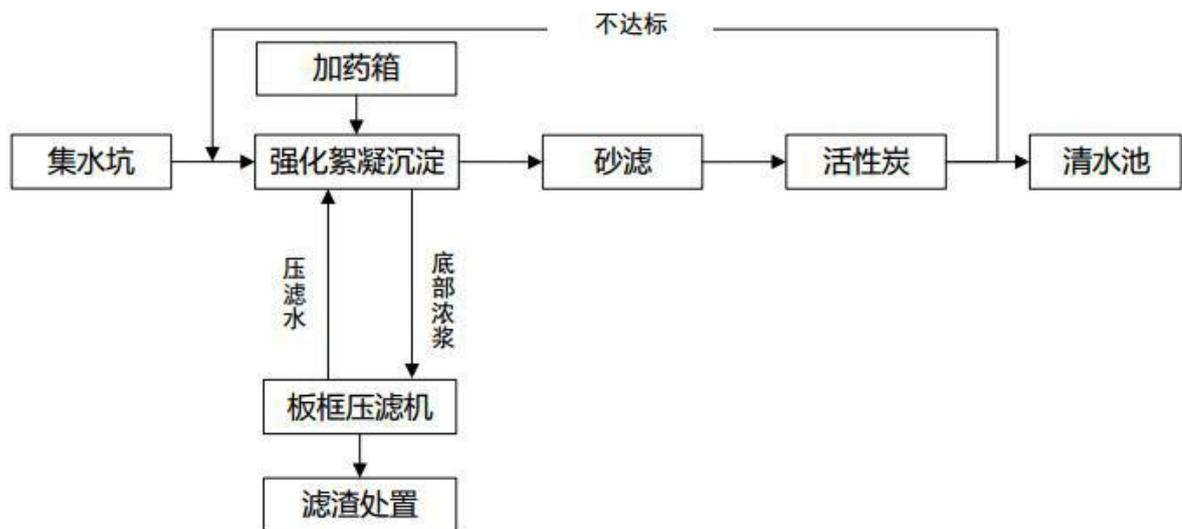


图 5.5-1 施工废水处理工艺路线

1、强化絮凝沉淀池

强化絮凝沉淀池（调节池）用于在污水处理前用以调节进、出水流量及水质。设计调节池水力停留时间为 24 小时，池体的有效容积为 120m³，池体采用玻璃钢材质制作，其设计尺寸为 10m（长）×6m（宽）×2.3m（高）。

2、活性炭处置单元

活性炭是一种经特殊处理的炭，具有无数细小孔隙，表面积巨大，每克活性炭的表面积为 500-1500m²。活性炭有很强的物理吸附和化学吸附的功能，而且活性炭还具有解毒功能。活性炭能与多种污染物结合，从而达

到污水中污染物的减量化作用。为了保证后处理系统的长期安全运行，系统设置了活性炭过滤器，内装高效净水碳，能有效过滤去除原水的有机物、余氯和部分重金属离子。

活性炭过滤器为带有椭圆形封头的圆柱形筒体装置。筒体上部设有进水装置，下部设有排水装置，运行时，水经上部进入，流经活性炭过滤层，从底部流出。

活性炭过滤器应定期进行反洗，以除去积附在表面的悬浮物及胶体等物质。反洗时，水从底部进入，自上部排出。随着过滤时间的延长，聚凝物能逐渐堵塞滤料，当过滤达到一定压力后，由微机控制来完成反冲洗。反冲洗废水直接排入城市地下污水管网。活性炭过滤器出水流入清水池。

3、清水池

清水池用于暂存水处理后地下水，采用玻璃钢材质集水箱，有效容积设计为 60m³，处理后地下水用于洗车及喷洒降尘。

5.5.4 污水处理相关排放要求

1、污水处理标准及达标排放

本项目的废水来源主要为大气降水产生的地表水和基坑降水废水，因此，应设置合理的排放途径，其处理标准主要根据修复技术方案所确定的地下水中污染物指标。废水处理达《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）一级标准后排入市政管网，若不达标则再外委处理。

2、产生污泥处理要求

废水处理过程中产生的污泥进行规范收集暂存，再与污染土壤一同进行水泥窑协同处置。

6 环境管理计划

6.1 环境监理计划

为了加强场地环境管理，对污染土壤现场清理、运输和修复过程中排放的特征污染物进行监测，确保该场地污染土壤修复治理过程中施工作业人员的健康安全和避免对该区域的大气和地下水产生二次污染，修复工程实施过程中需要委托第三方专业机构开展环境监理监测工作。

6.1.1 工作概况

(1) 工作目的

环境监理是受污染场地责任主体委托，依据有关环境保护法律法规、场地环境调查评估备案文件、场地修复方案备案文件、环境监理合同等，对场地修复过程实施专业化的环境保护咨询和技术服务，协助和指导建设单位全面落实场地修复过程中的各项环保措施，以实现修复过程中对环境最低程度的破坏、最大限度的保护。

(2) 工作对象

环境监理的对象主要是工程中的环境保护措施、风险防范措施以及受工程影响的外部环境保护等相关的事项。

(3) 工作内容

环境监理工作内容是监督治理工程是否满足环境保护的要求等，协调好工程与环境保护、以及业主与各方的关系。

6.1.2 环境监理工作程序

环境监理工作主要分为三个阶段：治理工程设计阶段、治理工程施工准备阶段和治理工程施工阶段，具体工作程序见下图。

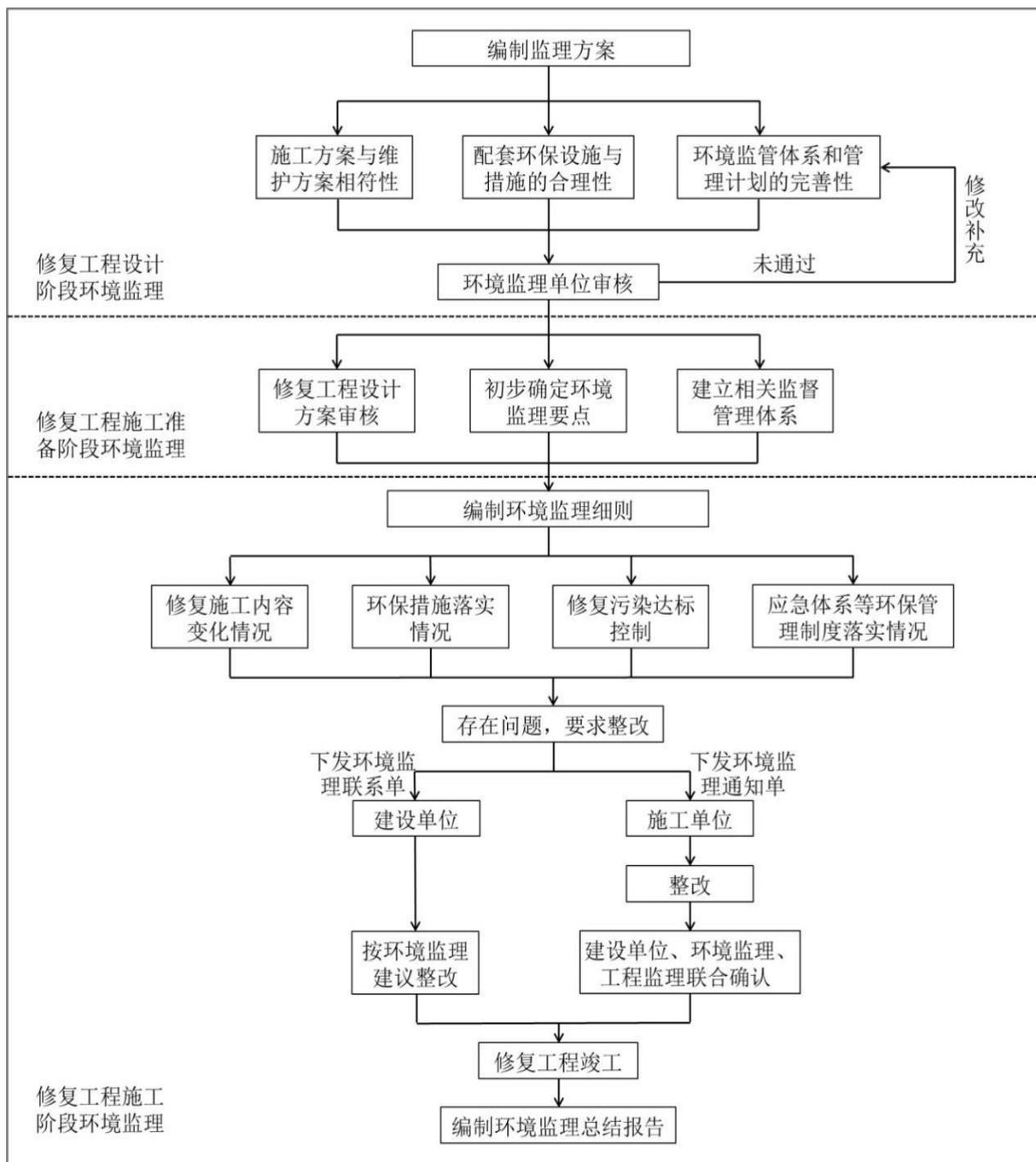


图 6.1-1 环境监理工作程序

6.1.3 环境监理工作内容

环境监理工作贯彻整个项目的工程实施过程，从前期工艺设计，施工图设计，治理工程实施和后期验收及监测过程

6.1.3.1 设计阶段

设计阶段环境监理内容包括：污染土壤清挖方案、治理工程施工设计、施工组织方案等基础资料，对治理工程中的环保措施和环保设施设计文件进行审核，关注治理工程的施工位置和外运固体去向，审核修复过程中废水、大气、噪声、固体废物等二次污染处理措施的全面性和处理设施的合理性，必要的后期管理措施的考虑。

6.1.3.2 施工准备阶段

施工准备阶段环境监理内容包括：了解具体施工程序及各阶段的环境保护目标，参与治理工程设计方案的技术审核，确定环境监理工作重点，协助业主监理完善的环保责任体系，建立有效的沟通方式等，并编制场地修复环境监理细则。

6.1.3.3 施工阶段

1、施工阶段环境监理内容

施工阶段环境监理内容包括：

(1) 核实治理工程是否与实施方案符合，环保设施是否落实，是否建立事故应急体系和环境管理制度；

- (2) 监督环境保护工程和措施，监督环保工程进度；
- (3) 检查和监测施工过程中产生的废水、气、声、渣排放，施工影响区域应达到规定的环境质量标准；
- (4) 对场内运输固废、污水车辆的密闭性、运输过程进行环境监理；
- (5) 根据施工环境影响情况，组织环境监测，行使环境监理监督权；
- (6) 向施工单位发出环境监理工作指示，并检查环境监理指令的执行情况；
- (7) 协助建设单位处理环境突发事故及环境重大隐患；
- (8) 编写环境监理月报、半年报、年报和专项报告。

2、施工阶段环境监理工程程序

施工阶段工作程序见下图：

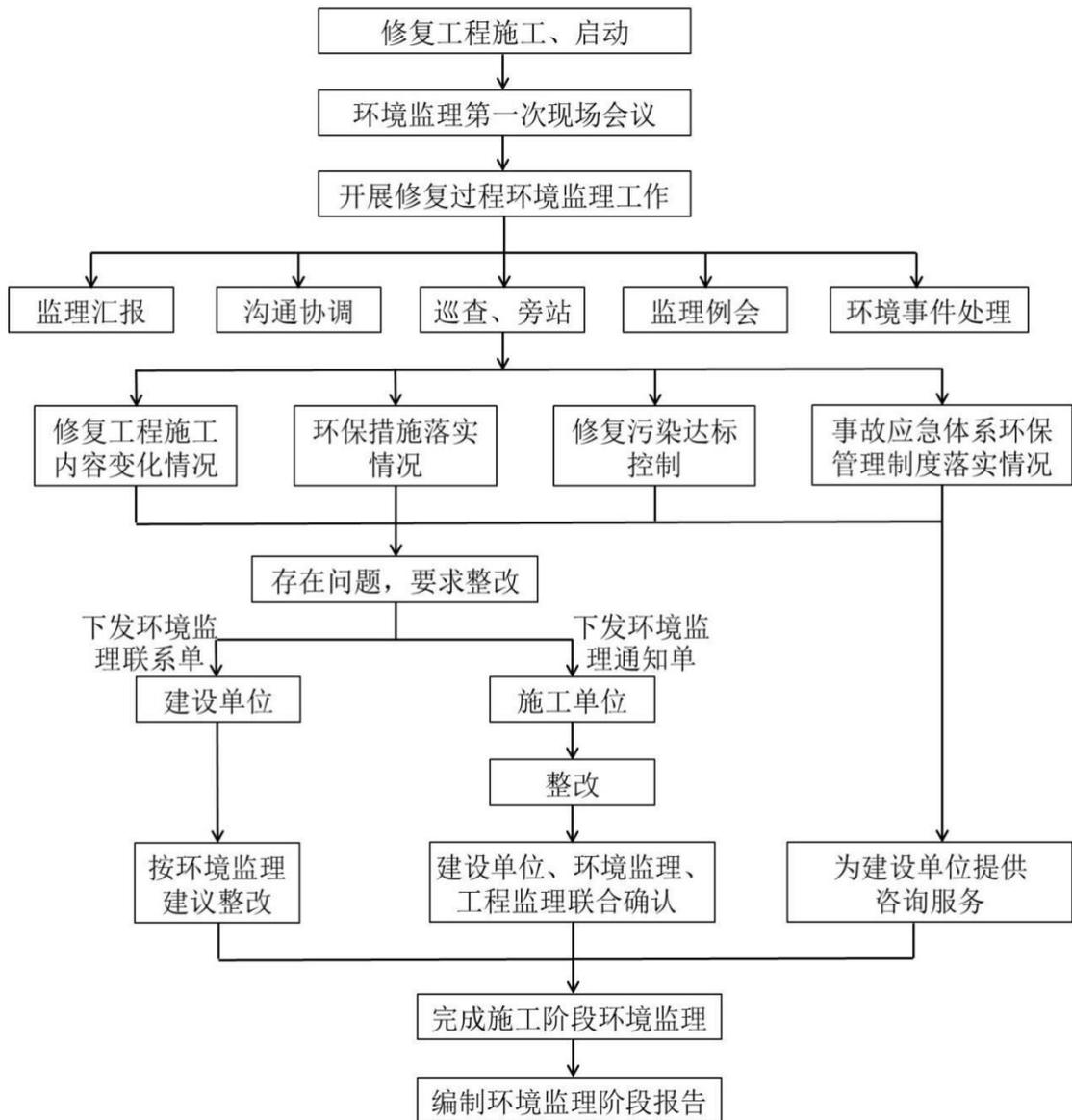


图 6.1-2 工程施工阶段环境监理工作程序

6.1.4 环境监理工作要点

1、清挖环节

根据治理修复技术方案和施工组织设计核实修复工程平面布置，环境监理单位应监督现场放样工作，重点核实放样范围与场地环境风险评估报告的符合性。

环境监理单位应监督治理修复单位按照放样范围进行清挖，监督治理

修复单位控制清挖过程中废水、废气、噪声的产生和排放。

环境监理单位应督促治理修复单位按照治理修复技术方案、施工组织设计和相应标准、规范等要求，监测清挖过程污染物排放、环境质量和清挖效果，监测结果应满足相应要求。环境监理单位应抽样监测。

2、转运环节

环境监理单位应监督治理修复单位将污染土壤按指定路线转移至指定区域；督促治理修复单位对运输车辆采取封闭措施，防止“跑、冒、滴、漏”，必要时跟车监督。

鉴于本项目主要修复工程在场地内进行，环境监理单位应主要核查转移联单执行情况，核实转运车辆行进路线、转运过程中遗洒情况、车次和转运量。

3、暂存环节

环境监理单位应监督治理修复单位将污染土壤暂存至指定区域，并按相关要求暂存。对于污染土壤的场内暂存，环境监理单位应监督治理修复单位落实防扬散、防流失、防渗漏等二次污染防治措施。

环境监理单位应督促治理修复单位按照治理修复技术方案、施工组织设计和相应标准、规范、管理文件等要求，监测暂存过程污染物排放、环境质量，监测结果应满足相应要求。环境监理单位应抽样监测。

4、土壤处置环节

环境监理单位应监督治理修复单位按治理修复技术方案和施工组织设计中的工艺及技术参数实施，包括土壤筛分、破碎等预处理过程，药剂添

加的种类、顺序、比例和方式，处置温度、停留时间等。

环境监理单位应监督治理修复单位控制处置过程中废水、废气、噪声的产生和排放。包括核查相关设施设备的密闭、仪器运行、废水废气收集处理等情况，监督地表阻隔措施、药剂储存区域防雨防渗措施是否完善，设备使用或清洗过程是否有交叉污染。

环境监理单位应督促治理修复单位按照治理修复技术方案、施工组织设计和相应标准、规范等要求，监测处置过程污染物排放、环境质量和污染土壤处置效果，监测结果应满足相应要求。环境监理单位应抽样监测。

环境监理单位应监督污染土壤的最终去向符合治理修复技术方案和施工组织设计的要求。

6.2 二次污染防治

6.2.1 污染识别

为保证场地环境修复过程中土壤清挖、转运处置或现场处理等阶段不会对周边环境、修复工作人员和周边居民身体健康产生不利影响，在整个修复过程中，需要全过程的环境管理和监测。在场地修复实施的全过程中需对所涉及区域内的土壤、空气、水和噪声环境进行监测，然后将监测结果与相关标准规范或施工前的环境质量进行对比评价，并采取相应管理措施。

6.2.2 污染防治措施

6.2.2.1 土壤污染防治

污染土壤在清挖、运输过程中，可能遗撒到周边未污染区域及道路上。例如：清挖过程中污染土与净土混合堆积造成交叉污染；运输便道不平整造成车辆行驶颠簸，以及污染土壤装载不当或超载，导致在运输过程污染土壤的散落等；暂存和修复过程中，大量污染土壤堆置在暂存区和修复区，可能对暂存区和修复区土壤造成二次污染。为防止污染土壤可能造成的二次污染，采取以下措施：

（1）严格限制清挖阶段清挖机械的活动范围，防止将污染土壤带离污染区域。

（2）污染土壤装载时，不准装大块，卸料时应尽量放低铲斗；严禁运输车辆超载，并加盖密闭式加盖装置，确保在运输过程中不往外撒落。

（3）卸料前，应确定四周应无人员来往。卸料时，应将车停稳，不得边卸边行驶；卸料过程中尽量做到减缓速度和降低落差，减少人为污染扩散；卸料后，应及时使车厢复位，方可起步，不得在倾斜情况下行驶。

（4）在作业区出口处设置清洗池，对施工机械和运输车辆进行清洗，严禁带泥上路。

（5）用防雨布覆盖暂存区的土壤，防止扬尘及污染物扩散进入空气。

（6）污染土壤修复施工在密闭车间内开展，防止施工过程中污染物随土壤颗粒扩散至周边环境。

(7) 大风或者大雨天气无法施工时，用防雨布覆盖已经挖开的土壤，减少扬尘或雨水冲刷，避免发生二次污染。

6.2.2.2 废水污染防治

修复过程中产生的污水主要包括开挖过程中的基坑内上层滞水和修复时产生的废水如高压冲洗水、车辆清洗废水等。为防止污水可能造成的二次污染，采取以下措施：

(1) 开挖过程中产生的基坑内上层滞水、高压冲洗水和车辆清洗废水是本工程水环境污染防治的重点关注对象。施工过程中的污水采用絮凝沉淀一体化设备进行集中处理，处理量为 150m³/d，主体工艺流程设计为“进水+混凝（铁盐混凝剂）+沉淀+污泥收集”。即：基坑水、洗车水混合进入管道混合器与混凝剂混合，再通过沉淀池沉淀，混凝及沉淀过程中产生的污泥外运后安全填埋，最后污水达标排放。

(2) 在污染区和修复区的四周设置挡水墙，实行雨污分流，雨水排进市政雨水管网，污水经处理达标后排入市政污水管网。

(3) 污染区和修复区内统一规划排水沟，控制污水流向，统一收集进入污水处理设施，经处理达标后排入市政污水管网。

(4) 加强现场存放油品和化学品的管理，对存放油品和化学品的库房进行防渗处理，建立严格的使用制度，防止油料在储存和使用中跑、冒、滴、漏污染水体。

6.2.2.3 大气污染防治

修复过程中对大气环境的影响主要来自污染土壤挖掘、运输、堆放和修复等过程中产生的扬尘；挥发性有机物污染区域开挖时存在污染土壤中挥发性有机物的挥发。

为防止污染土壤可能对大气造成的二次污染，采取以下措施：

(1) 污染土壤清挖过程中，严格控制开挖创面，减少污染物暴露的机会；并对重污染区域喷洒气味抑制剂防止污染气体扩散。

(2) 污染土壤清挖、运输、暂存过程中，主要采取洒水降尘措施：安排洒水设备早、中、晚三次洒水作业，并在期间安装专人不定期洒水。

(3) 暂存区堆存的土方要覆盖防雨布防止扬尘，在重污染土壤存放区喷洒气味抑制剂防止异味气体扩散。

(4) 修复过程中所使用到的各种材料（如药剂等），安排在库内存放或严密遮盖，防止遗撒、飞扬，减少污染。

(5) 运输道路，至少是主干道应硬底化，减少运输过程中的扬尘。

(6) 机械设备的尾气要定时监测，发现异常及时停运设备，排除问题后才可运行。

(7) 委托有资质的第三方检测机构对场地及周边大气进行检测，确保没有对周边大气造成污染。

6.2.2.4 噪声污染防治

本工程工期短，投入的机械设备较多且集中，修复过程中的噪声污染

主要来自于清挖机械、运输车辆、处理设备等。为施工过程中可能造成的噪声污染，采取以下措施：

(1) 工程实施期间，噪声排放不得超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的限值要求，即昼间 70dB，夜间 55dB。

(2) 尽量选用低噪声或备有消声降噪声设备的施工机械。

(3) 对强噪声设备，以隔音棚、隔音罩或隔音屏障封闭，遮挡，实现降噪。

(4) 加强环保意识的宣传。采用有力措施控制人为的施工噪声，严格管理，最大限度地减少噪声扰民。

(5) 高噪声设备近距离操作的施工人员应佩戴耳塞，并应安排轮流作业或缩短其劳动时间，以降低噪声对人耳造成的伤害。

6.2.2.5 废弃物的处理措施

对施工作业的一般无毒无害废弃物及时运往弃渣场，或按工程师指示处理。施工中废弃的易漂浮（如水泥袋、包装塑料薄膜、包装纸箱等）物品，及时收集清理，防止随风飘扬，使自然环境不受侵害。

6.3 修复效果评估监测

6.3.1 修复效果评估程序

污染场地修复效果评估具体工作程序见下图。

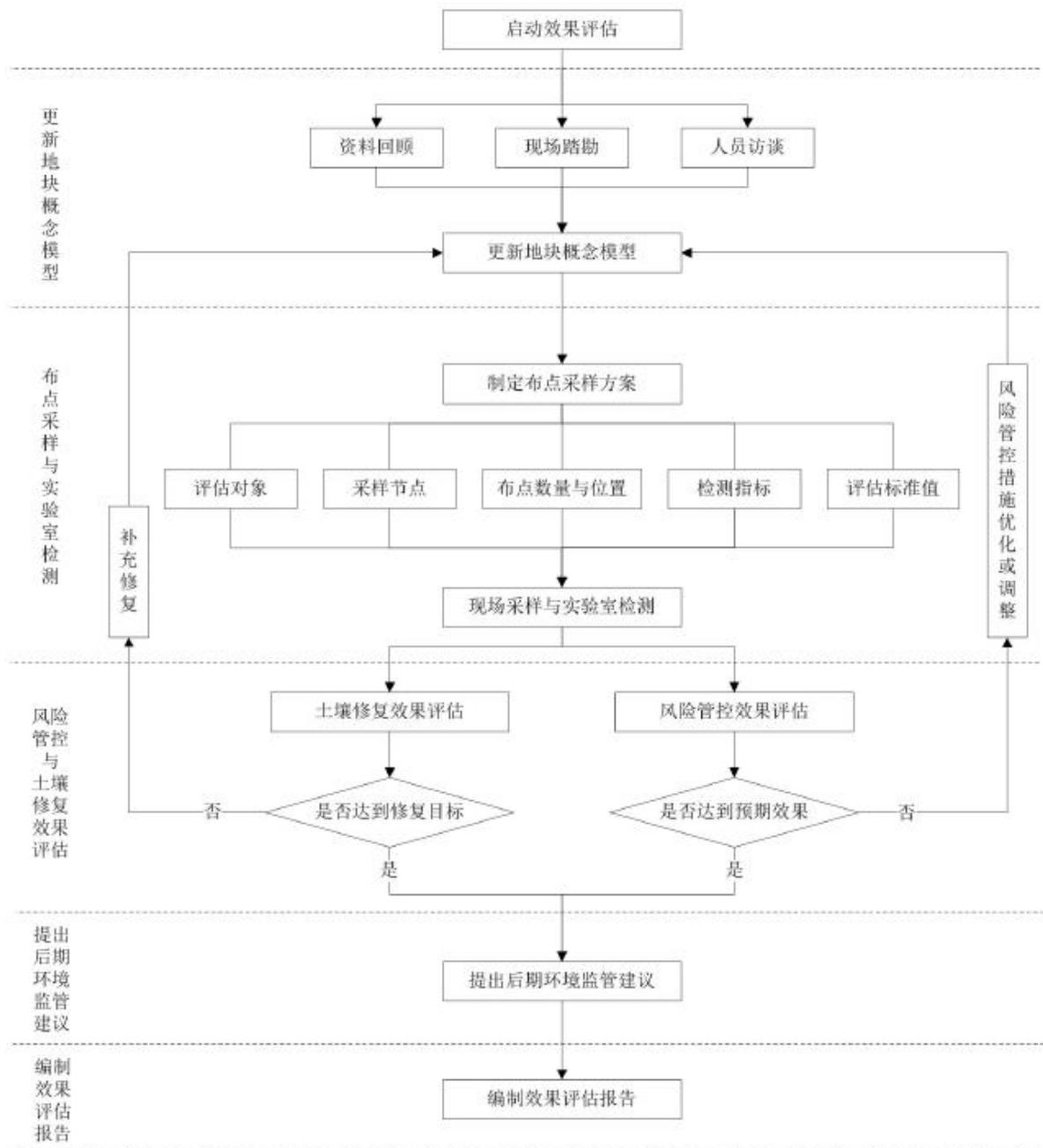


图 6.3-1 污染地块风险管控效果评估工作程序

6.3.2 验收项目和标准

本项目验收项目主要包括受污染土壤、废水等，具体验收项目和标准如下：

表 6.3-1 本项目治理对象与治理目标

序号	验收对象	单位	数量	超标情况	验收标准
1	污染土壤	m ³	2606.3	砷、镉、汞、锑、钒、铅总量超标	土壤中污染物的修复目标值
2	废水	m ³	/	SS、砷、镉、铅等超标	《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 一级标准

6.3.3 土壤清挖验收方案

1、土壤清挖范围测量

采用全站仪对清挖范围拐点坐标进行现场测量，确定现场修复范围是否符合规定要求。

(1) 标准坐标点引入：为准确定位清挖边界拐点坐标，首先将场内已知的标准坐标点引入到清挖区域。

(2) 清挖拐点坐标测定：在基坑附近确定两个坐标点，然后借助已知点坐标，分别测定基坑边界所有拐点坐标。

(3) 拐点坐标点比对：将测定的边界拐点坐标与自监测方案中确定的拐点坐标进行比对，确定现场修复范围是否符合要求。

2、土壤清挖深度测量

(1) 标准高程引入：先将场内已知的标准高程点引入到清挖区域。

(2) 清挖深度的测量：将测量结果与该标段的平均起挖高程进行比较，计算清挖深度及其误差，确定是否达到规定的清挖深度。

3、土壤清挖效果监测

根据《建设用地土壤污染风险管控和修复 监测技术导则》(HJ

25.2-2019) 的要求, 本场地污染土壤清挖效果的自验收监测采用网格布点法布点, 对修复范围内部和边缘的原址土进行采样, 采样点位于坑底和侧壁, 以表层样为主, 不排除深层采样, 挥发性有机物土壤样品的采集深度一般为表层以下 0.2 m。由于基坑开挖过程中可能遇到障碍, 且存在很多不确定因素, 因此坑底和坑壁的采样点应该根据现场的实际情况布设。

1. 基坑底部布点

坑底表层采用系统布点的方法, 一般随机布置第一个采样点, 构建通过此点的网格, 在每个网格交叉点采样。网格大小根据采样面积和采样数量确定, 采样数量可参考表 6.3-2 中所规定数量, 原则上网格大小不超过 20 m×20 m, 在每个工作单元中均匀分布地采集 9 个表层土壤样品制成混合样。

表 6.3-2 土壤采样布点—底部采样数量

采样区域面积 (m ²)	土壤采样点数目 (个)
小于 100	3
100~500	4
500~1000	5
1000~1500	6
1500~2500	7
2500~3500	8
3500~5000	9
大于 5000	≥10

2. 基坑侧壁布点

修复范围侧壁采用等距离布点方法，根据边长确定采样点数量。。根据地块大小和污染的强度，应将四周的侧面等分成段，每段最大长度不应超过 40 m，在每段均匀采集 9 个表层土壤样品制成混合样，横向采样点数量可参考表 6.3-3 中规定的数量确定。

表 6.3-3 土壤采样布点—侧壁采样数量

采样区域周长 (m)	土壤采样点数目 (个)
50	4
50~100	5
100~200	6
200~300	7
300 以上	≥8

土壤样品采集过程中另外采集 10%的质控样品。检测指标与土壤修复目标污染物种类相同。

样品采集应在项目监理单位的现场监督下进行，样品检测委托有资质的第三方检测单位进行，污染区域分析指标根据不同区域分别为：0-1.0m 为砷、镉、汞、锑、钒、铅，1.0-3.0m 为砷、镉、汞、锑、钒等。分析结果与所要求的修复标准进行比较。如样品中污染物检测值明显低于修复目标值或与修复目标无显著差异，则达到验收标准，结束该区域清挖或异位修复；如样品中污染物检测值明显大于修复目标值，则未达到验收标准，其对应的单元格区域应该进一步清挖或或异位修复，然后再同样的方法采样与检测，直到污染土壤完全清除为止。

6.3.4 修复后土壤验收方案

污染土壤修复完成后，由验收单位委托有资质的第三方单位进行采样，并对回填土壤中的目标污染物进行检测验收，检测报告送当地环保局验收并给出验收意见。

对于异位修复后的土壤，采用随机布点法布设采样点，原则上每个样品代表的土壤体积不应超过 500m³，布点数量应根据修复技术修复效果、土壤的均匀性等实际情况进行调整。

6.3.5 可能的二次污染区域

对于场地内修复范围外可能产生二次污染的区域，可采用判断布点的方法，结合实际情况进行布点。

6.4 应急预案

6.4.1 整体目标

应急预案的总目标：各类应急准备应充分，应急物资和设备完好，及时响应，正确救护，有效控制事态发展，防止事故扩大，努力减少事故对周边环境和相关方的影响，避免救援人员受到新的伤害，将事故损失降到最低。

6.4.2 过程控制目标

(1) 现场安全事故应急目标

高空坠落事故应急目标：发生高处坠落事故能及时开展自救与互救，杜绝救护不及时和救护方法不当造成的人员伤亡事故；杜绝二次事故的发生。

坍塌事故应急目标：在最短的时间内有效地抢救因高空坠落、物体打击的伤员，避免伤员伤情进一步恶化，尽快恢复身体和身心健康；避免响应不当或不及时，而造成的边坡、架体坍塌面积的进一步扩大，杜绝二次坍塌事故的发生，及时恢复正常生产；有效隔离架体坍塌区域，避免更大面积的坍塌拆除及损失。

触电事故应急目标：及时救护触电人员，避免救护人员伤害和二次伤害，尽快恢复正常供电，恢复正常生产。

（2）消防交通事故应急目标

火灾事故应急目标：火灾发生后应按照先确保人身安全，再保护财产的优先顺序进行，及时进行有效的自救与外部救援，杜绝二次事故和救援过程对环境的二次污染。

交通事故应急目标：协助交警疏通事发现场道路，保证救援工作进行，做好各项善后工作。

（3）职业健康事故应急目标

中暑事故应急目标：发现人员中暑应及时展开自救，从而尽可能降低对人体的危害。

污染中毒应急目标：受污染中毒人员应及时被送去医院治疗；采取遮盖或应急排风等措施，减少由污染物挥发引起局部空间瞬间的高浓度污染；

加强日常的安全防护用品的规范使用管理；加强人员的职业健康安全培训，增强人员的职业健康意识。

（4）社会公共事故应急目标

防恐、防暴应急目标：防止工程施工过程中犯罪分子的恐怖和暴力活动，确保施工现场的安全保卫。

人群聚集应急目标：预防施工过程异味扰民、噪声扰民等，将施工对周围居民的影响降至最低。

（5）其他事故应急目标

防汛应急目标：采取积极有效的防御措施，把汛期带来的灾害影响和损失减少到最低限度，以保障工程建设的顺利进行和人民生命财产的安全。

6.4.3 组织管理

为确保劳动安全及场地修复工作如期进行，建立以项目经理为组长的紧急情况处置领导小组，并形成由公司总部、社会机构、项目相关职能部门等共同参加的紧急情况处置组织体系。

（1）应急小组组长主要职责

决定是否存在或可能存在重大紧急事故，请求应急服务机构提供帮助并实施场外应急计划，在不受事故影响的地方进行直接控制；

复查和评估事故可能发展方向，确定其可能的发展过程；指挥、协调应急行动，直接监察应急操作人员的行动；

通报外部机构，与社会应急机构取得联系，决定请求外部援助或启动

上一级预案（公司级）；

在施工现场内实行交通管制，协助场外应急机构开展服务工作；决定事故现场外影响区域的安全性，最大限度的保证现场人员和外援人员及相关人员的安全；

指导设施的部分停工，应急撤离，保证任何伤害者都能得到足够的重视；

在紧急状态结束后，控制受影响地点的恢复；

负责确定救援工作的终止；

负责上报事故。

（2）应急小组副组长职责

评估事故的规模和发展态势，建立应急步骤，确保员工的安全和减少设施、财产的损失；

如有必要，在救援服务机构到来之前直接参与救护行动；

安排寻找受伤者及将与救援无关的人员撤离到指定的安全地带；

设立与应急中心的通信联络，为应急服务机构提供建议和信息。

（3）技术支持组

应急预案启动后，根据事故现场的特点，及时向应急小组长提供科学的工程技术方案和技术支持，有效地指导应急行动中的工程技术工作；

提出抢险抢修及避免事故扩大的临时应急方案和措施；

指导抢险组实施应急方案和措施；

绘制事故现场平面图，标明重点部位，向外部救援机构提供准确的抢

救救援信息资料；

修补实施中的应急方案和措施存在的缺陷。

（4）后勤保障组

负责调集抢险器材、设备，及时提供后续的抢险物资；

保障系统内各组人员必需的防护、救护用品及生活物资的供给；

负责解决抢险救援人员的食宿问题；

负责应急器材的发放、管理及维护工作；

根据施工场区的位置，了解落实项目周边的应急物资供应点分布情况，为及时向应急行动的后勤物资供给做好准备工作。

（5）现场医疗救护组

负责现场伤员的救护工作；

在外部救援机构未到达前，对受害者进行必要的抢救；

对受伤人员作简易的抢救和包扎，及时转移重伤人员到医疗机构就医；

协助外部救援机构转送受害者至医疗机构，并指定人员护理受害者；

使重度受害者优先得到救护。

（6）现场抢险组

下设现场安全事故抢险组、火灾事故处理组、交通事故处理组、职业健康应急小组、防恐处理小组、重大节日小组、防汛小组，各小组机构组成与职责详见相应各专项应急措施。

领导现场抢险处理组下属各小组，各项应急事故发生时及时组织各抢险小组投入战斗；

及时向项目经理反映抢险救援及各类突发事件处理进程；

与各应急小组保持密切沟通，确保以最佳方案、最快速度结束险情；

在紧抢险结束后，提交现场抢险报告，配合各小组做好现场恢复工作；

抢险抢修或救援结束后，对结果进行复查和评估；

组织总结抢险经验，进一步完善抢险队伍。

（7）警戒保卫组

负责事故现场的警戒，设置事故现场警戒线、岗，阻止非抢险救援人员进入现场，保护抢险人员的人身安全，维持治安秩序；

负责现场车辆疏通，引导抢险救援人员及车辆的进入，保持抢险救援通道的通畅；

对场区内、外进行有效隔离，疏散、引导施工现场外周边居民撤出危险地带；

负责保护事故现场，避免闲杂人员围观，监视事故发展情况等；

抢救救援结束后，封闭事故现场，直到收到明确解除指令。

（8）恢复生产组

在事故调查清楚并定性的条件下，尽快清理现场；

制定详细方案，恢复生产。

（9）善后处理组

负责做好对遇难者家属的安抚工作；

协调落实遇难者家属抚恤金和受伤人员住院费问题；

负责保险索赔事宜的处理；

积极与当地政府主管部门协商，尽快恢复或减少对环境的影响和破坏，消除不良社会影响。

（10）通信联络组

负责消息的转达，确保与公司 and 外部联系畅通、内外信息反馈迅速；

发生事故第一时间通知项目应急小组成员，负责召集小组成员，对外联络，及时向主管部门汇报；

保持通信联络设施和设备处于良好状态，做好消防、医疗、交通管制、抢险救灾等公共救援部门的联系工作；

负责应急过程的记录、整理、对外联络和事情澄清后的对外发布。

（11）外部应急

外部应急常用联系方式如下：

火灾爆炸：119；

交通事故报警电话：122；

伤员急救：120；

公安机关专用报警电话：110。

6.4.4 应急事故分类分级

6.4.4.1 应急事故分级

按本项目按突发事故事件及紧急情况的性质、严重程度、可控制性和影响范围，分为一般（I级）、较大（II级）、重大（III级）、特别重大（IV级）四级。

(1) I级危险发现人响应

发生紧急情况后，发现者应及时将信息传递到项目部应急机构，或要求停止清挖、运输等作业，争取并在力所能及的范围内采取初步措施，控制事态发展。

项目经理决定现场其他作业人员撤离，待故障排除后方可复工。

(2) II级项目部响应

项目接警后，有关人员应立即到各自相应岗位，按分工和应急程序进行应急。

向上级进行汇报，请求技术支持。

检查初步措施和现场危险情况，拿出技术处理方案，消除紧急情况。

(3) III级公司响应

全部停工，施工现场作业区人员全部撤离。

当接到项目的报告后，应根据事故情况，依据公司预案规定进行响应，为项目提供指导和帮助。

(4) IV级本市响应

事态不能控制时，项目部得到企业授权后，向本市相关组织、单位求救，获得增援。

6.4.4.2 应急事故类型

经研究分析，项目施工过程中可能存在的事故事件和紧急情况如下表：

表 6.4-1 主要事故事件和紧急情况类型

类型	潜在险情	等级
环境突发情况	污染土壤遗撒、污染气体挥发、扬尘或噪声超标	I ~ IV
突发性公共安全事件	周边居民上门扰乱施工、媒体曝光、经济安全事件、涉外突发事件和群体性事件等社会事件	II ~ IV
中毒和窒息	现场作业人员因以下原因发生中毒或窒息：不佩戴安全防护用品；使用已失效滤毒盒；污染物浓度太高，防护用品难防护	II ~ IV
坍塌	支护结构破坏、基坑坍塌等	I ~ III
渗水与漏水	基坑开挖出现渗水漏水	I ~ II
高处坠落	基坑边、登高作业等发生的高处坠落	I ~ III
物体打击	由内外架搭设时钢管、扣件等失手；拆模等交叉作业等原因造成的物体打击	I ~ III
触电事故	带电作业、雷击等造成的触电	I ~ III
火灾事故	车间库房失火，办公区失火，危险化学品等发生火灾	I ~ IV
交通事故	项目交通流量大，易发生交通事故	II
大面积中暑事故	夏季施工天气炎热，引发群体中暑	II ~ III
食物中毒	不当饮食或人为原因引起的食物中毒	II ~ IV
传染病	传播迅速，后果严重的传染病	IV
不可抗力自然灾害	地震、地裂、地表陷落、冰雹、暴雨、大风、雷电、暴雪严寒、严重沙尘暴等	II ~ IV

6.4.4.3 应急准备

根据实际情况，应急物资设备分两部分准备，一部分储备在施工现场，一部分从场外相关单位获得援助。储备在施工现场的应急物资设备为应急救援专用常备物资，非特殊情况，不得动用，并定期检查，随时补充。场

外相关单位的援助应急物资设备为非专用物资，要经常与相关方保持联系，确认物资设备的现状，确保能随时调配，必要时，与多家相关方建立联系。

场内要配备的应急物资和设备主要有：

(1) 常用药品：消毒用品、急救物品（创口贴、绷带、无菌敷料、仁丹等）及常用各种小夹板、担架、止血袋、氧气袋等。

(2) 抢险工具：铁锹、撬棍、千斤顶、麻绳、气割工具、加压泵、消防斧、灭火桶、小型金属切割机、电工常用工具等。

(3) 应急器材：架管、扣件、木枋、架板、草袋、砂石、水泥、安全帽、安全带、应急灯、发电机、对讲机、电焊机、水泵、电动葫芦、手动葫芦、灭火器、消火栓、消防水带、消防水池。应急器材位于施工区域的10 m之内，并始终留在场地内。



图 6.4-1 常用药物及应急器械

(4) 相关单位援助的应急物资和设备主要有：挖掘机、推土机、自卸汽车、平板货车、液压汽车吊、发电机、机动翻斗车、救护车、消防车等。

项目配备一定的检测设备并保持设备的有效状态，确保在紧急情况发

生时，能够实施监测，为抢险工作提供科学数据，以便根据现场情况发展事态，及时调整抢险计划，防止在抢险过程中产生新的伤害和损失。

6.4.5 应急措施

6.4.5.1 基坑坍塌应急措施

坍塌事故发生时，安排专人及时切断有关闸门，对现场进行影像资料的收集。

事故发生后立即组织抢险人员在半小时内到达现场。根据具体情况，采取人工和机械相结合的方法，对坍塌现场进行处理。在接近边坡处时，必须停止机械作业，全部改用人工扒物，防止误伤被埋人员。现场抢救中，还要安排专人对边坡、架料进行监护和清理，防止事故扩大。

事故现场周围设警戒线。处置行动必须做到接警调度快、到达快、准备快、疏散救人快，避免急躁行动引发连续坍塌事故。

当现场遇有人员受到危险时，首要任务是抢救人员。伤员抢救立即与急救中心和医院联系，请求出动急救车辆并做好急救准备，确保伤员得到及时医治。

在救助行动中，抢救机械设备和救助人员严格执行安全操作规程，配齐安全设施和防护工具，加强自我保护，确保抢救行动过程中人身安全和财产安全。

6.4.5.2 人员中毒应急措施

因本项目污染土壤中所含重金属、多环芳烃、汞、氰化物、苯系物和石油烃等污染物可能对人体健康产生伤害，因此，在工程开工前，相关安全人员需对施工人员进行安全教育，所有进入施工现场的人员必须配戴防毒面具、安全防护眼镜，工作现场禁止吸烟、进食和饮水。如果发生人员中毒事故，按照以下程序进行应急：

(1) 中毒人员救援

现场中毒事件发生后，立即联系医疗等部门，禁止盲目施救，并确认事故地点。根据实际中毒情况，轻度中毒人员立即带离现场，转移至空气新鲜的地方，解开衣领、腰带，去除假牙及口、鼻内可能有的分泌物，使中毒者仰卧并头部后仰，保持呼吸畅通，注意身体的保暖，并送入医院进行相关治疗；对中毒严重者，如出现呼吸停止或心跳停止，立即按常规医疗手段进行心肺脑复苏。如呼吸急促、脉搏细弱，进行人工呼吸（有条件的可使用呼吸器），给予吸氧，并及时送往医院救治。

(2) 安全警戒

中毒事件发生后封锁现场，只准应急救援人员、车辆进入，其余人员、车辆必须经突发事件应急处置领导小组批准后方可进入，对无关人员劝其离开，禁止围观，直至中毒人员安全送至医院救治、现场取证结束及现场中毒区域防护工作完成后，经突发事件应急处置领导小组批准后解除。

(3) 信息记录

对事故现场情况进行拍照记录，记录救援情况、中毒人员、现场指挥领导，事故后的现场情况。询问值班人员事故发生的原因和过程。及时将信息报给突发事件应急处置领导小组组长。

(4) 信息报送

根据现场中毒人员情况进行信息报送，1 h 内由突发事件应急处置领导小组组长报告建设单位领导，并根据事故调查结果编写事故信息并及时上报。

6.4.5.3 异味扰民等社会事件应急措施

当气压过低造成污染物积累危及环境安全和周边居民健康，根据现场 PID 等实时检测报警结果，及时停止施工和处置工作，并迅速提高现场施工人员安全防护等级。在紧急情况下，及时通知环保部门。

当发生现场扬尘投诉事故时，现场应马上停止产生扬尘的施工，经处理满足要求时再施工，并对扬尘的施工项目进行处理，防止类似的事情发生。

当发生运输车辆噪声扰民的投诉时，项目领导要及时查出原因，如是司机鸣笛造成的噪声，要对司机进行教育，令其马上改正；如是行驶噪声，则要改变运输时间进行处理。当施工现场的噪声扰民时，项目应急小组应马上组织人员对噪声源进行治理，以达到排放标准。

如遇到附近居民投诉并在工地大门聚集，项目部应立即停止施工，并向附近居民解释工程情况、处置污染土壤的意义、出示场区内及周边空气

监测记录和监测报告，解释这个浓度值会造成的危害，告知居民相应的预防措施。如附近居民发生了情绪激动的情况，项目组应建立临时附近居民接待处，做好居民情绪安抚工作，并配合当地的公安部门做好解释和宣传工作，在未做好附近居民安抚工作的情况下，项目不得施工。

6.4.5.3 消防安全应急措施

本项目场地内应布设发电机、电表、电缆、照明线路、风机等一系列的电气设备和设施。整个场区施工涉及阶段复杂，作业面较广，可能因工作人员操作不当或者防火措施不严而造成意外火灾事故。应对措施：

在场区涉及重要电器设施的位置，布设一定数量的灭火器，定期检查并保证其使用的有效性，以备发生意外火灾事故。

若场区发生火灾，当火势较小时，施工人员应立即就近使用灭火器救火；当火势较强时，应立即向工地其他安全地段转移，并及时拨打 119、120 通知消防部门和医疗机构，对火灾逃生中受伤的人员进行救护。当火灾发生时和扑救完毕后，应急小组要派人保护好现场，等待对事故原因及责任人的调查，同时应立即采取善后工作。此外，灾后应组织人员对作业区域的配电线路、供电设备等状况检测或试验一次。对安全隐患在作业前整改到位，全面消除隐患。损坏的电器线路和设施按临时用电方案恢复，并经验收合格。

加强施工人员的作业培训，正确使用并且严格按照施工方案维护场内设施和设备，做好日常检修记录。普及防火知识并加强施工人员的防火意

识，定期巡查，及时发现并排除火灾隐患。

6.4.5.4 运输事故应急措施

运输阶段可能出现的异常情况：车辆覆盖不严造成遗撒及异味扩散，车辆交通事故等。

应对措施：对运输过程加强控制，严格按照制定的方案实施，每辆车出场前都进行严格检查，确认车辆覆盖符合要求，车轮及车身清洗干净无附着污染土壤，方可允许车辆出场。一旦发现有遗撒行为，责令运输方立即停止运输，进行整改。

项目配备巡视及环保小组，实行实时监控，特别注意道路拐弯处及可能产生紧急停车等容易造成遗撒处。每辆车配备充足的清扫工具及铺盖材料，发现遗撒现象及时清理干净。自觉接受环保和城管监察部门的监督管理，一旦发现遗撒，及时组织人力清扫，并迅速冲洗干净。在土方运输过程中，确保通讯畅通。

如发生翻车事故或大面积污染土壤遗撒事故，迅速用苫布或塑料布对污染土壤进行覆盖，防止造成污染扩散，并马上通知环保、交通、城管、公安等相关部门进行协调指挥，及时将污染土壤收集、装运、清扫，运至污染土壤处理场所，做到遗撒处污染土壤全部清洁完毕。运送污染土壤的车辆经过重要的水源、河流等位置，车辆减速，避免污染土壤遗撒乃至倾覆。

若交通事故造成了人员伤亡，立即送往就近医院进行救治。

6.4.5.5 发现地下不明物体应急措施

发现不明管道、构筑物时，及时停止施工，与市政部门联系，确认该管道、构筑物已废弃且消除安全隐患后，方可继续施工。发现不明物料时，由有资质单位进行鉴定，如确认为危险废物时，请具有危险废物处置资质的相关单位处置。发现不明潜在爆炸物时，立即停止清挖工作，并及时上报，之后请相关单位进行鉴定，确认为潜在爆炸物后，由专业的爆炸物排除人员进行排除，在确认施工现场安全后方可继续清挖作业。

6.4.5.6 施工机械事故应急措施

项目实施过程中，施工机械事故造成人员伤亡应立即展开对伤亡人员的施救，及时送往附近的医院。

6.4.5.7 风雨天施工应急措施

在施工中遇有风天气，要多配备洒水车，降低扬尘；遇到4级以上大风时，停止机械作业；准备充足的苫盖材料，加强苫盖，防止扬尘；

在雨季到来前，充分备好雨季施工物资，主要采用覆盖、疏导、排抽方式对现场内的积水进行处理，防止由于雨水的冲刷对未污染土壤造成的二次污染。在施工中要注意收集7天前后天气情况，当知道雨水将要到来前4小时内，在基坑内设置排水沟和积水坑，排水沟内铺设塑料布，形成导水、隔水膜，积水坑采用3mm钢板制作，将水泵放入钢板基坑内，最后采用水泵进行抽除，排放到市政管网。在场地原有未污染的剥离土壤堆放

场周围设置排水沟，同时做好覆盖工作防止由于雨水冲刷产生的二次污染。

雨天的清挖和运输工作做好道路的防滑措施，运输道路路基碾压坚实，上铺焦渣或天然级配砂石，路拱道路两旁做好排水沟，保证不滑、不陷、不积水，保证雨后正常通行。

6.4.5.8 夏季高温天气施工应急措施

(1) 施工过程注意事项

本工程所在地夏季地表温度较高。施工过程中应注意以下几方面问题：

1) 挖掘施工过程防护措施

在挖掘施工过程中，被封在土壤中的异味容易释放出来向周围扩散，并在较强气流的影响下沿下风向扩散明显。挖掘施工组织，挖掘施工安排条理有序，需控制污染场地的开挖面积，减少污染土壤的暴露面，及时采用洒水、塑料膜覆盖开挖作业面等措施控制异味气体的扩散，严重的，采用气体抑制剂进行应急防护。

2) 土壤运输过程防护措施

运输过程中，所有运载污染土壤的车辆均需帆布覆盖防护。

3) 土壤修复过程防护措施

为加强对在高温天气施工生产的防暑、防中毒和防火，应及时做好安全事故发生的隐患处置工作，最大限度的减少事故损失。

(2) 人员注意事项

夏季施工，因天气炎热，现场施工人员体力消耗较大，为此必须做好

防暑降温工作。配备必要的设施和制订相应的措施以落实防暑降温工作，如发放清凉油等防暑药品。为防止气温高、施工人员失水多而发生中暑；合理安排作息时间，避高温，充分利用早、晚时间进行施工，可在中昼高温时间进行休息或进行室内施工。

当夏天施工作业时，发现作业人员出现中暑情况时应及时报告项目经理部，在项目经理部现场医疗组的组织下立刻展开自救：迅速脱离高温环境；在阴凉通风处安静休息；补充清凉含盐饮料；严重者应迅速物理降温，可用冰水或酒精擦拭，电风扇吹风；在应急处理的同时急送医院进一步救治。

（3）夏季高温紧急情况的处理方法

采取针对性强的防范措施，加强对各班组的宣传、教育，使每人都掌握夏季施工过程中的注意事项，做到每人都懂得保护自己；懂得救护他人。

1) 轻度患者：现场作业人员出现头昏、乏力、目眩现象时，作业人员应立即停止作业，防止出现二次事故，其他周边作业人员应将症状人员安排到阴凉、通风良好的区域休息，供应其凉水、湿毛巾等。并通知项目部管理人员进行观察、诊治。

2) 严重患者：昏倒、休克、身体严重缺水等当作业现场出现中暑人员时，应第一时间转移到最近的医院进行观察、治疗。

6.4.5.9 其他应急措施

（1）突发停水应急措施

施工中洒水降尘或洗车时，为防止突遇停水问题影响施工，在现场停放水车，同时专业人员立即检查原因，抢修及早恢复正常。

(2) 防盗应急措施

施工现场设置安全保卫小组，24 小时轮流值班、巡视现场，发现紧急情况立刻拨打 119/110 救援电话，同时组织人力尽力控制事态的发展。

(3) 增加工作的应急措施

对本工程所需的人员、机械设备等做好充足的储备。根据工程需要随时调派设备及设备进场，满足施工需要。

6.5 项目实施进度安排

本项目实施阶段可计划实施时间为 4 个月，主要包括三个阶段：

(1) 项目招投标阶段；

(2) 施工阶段，污染土壤清挖暂存，污染土壤运输以及污染土壤水泥窑协同处置，废水处理以及相关配套工程。

(3) 验收阶段

各阶段项目进度计划详见表 6.5-1。

表 6.5-1 下项目实施进度计划表

序号	项目阶段	第 1 月	第 2 月	第 3 月	第 4 月
1	施工招标及施工准备	————	————		
2	施工准备		————		
3	污染土壤清挖			————	

序号	项目阶段	第 1 月	第 2 月	第 3 月	第 4 月
4	污染土壤运输			—	
5	污染土壤水泥窑协同处置			—	—
6	废水处理				—
7	验收监测			—	—

7 成本效益分析

7.1 修复费用

7.1.1 费用范围

本项目修复费用估算编制范围包括污染土壤清挖暂存，污染土壤运输以及污染土壤水泥窑协同处置，以及相关配套工程。

7.1.2 编制范围

(1) 建设部关于印发《市政工程投资估算编制办法》的通知（建标[2007]164号）；

(2) 《市政工程投资估算指标》；

(3) 《建设项目经济评价方法与参数（第三版）》（2006年）；

(4) 《市政公用设施建设项目经济评价方法与参数》；

(5) 《湖北省建筑安装工程费用定额》（2018）；

(6) 《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299号）；

(7) 各有关设备生产厂家及询价；

(8) 建设单位提供的有关资料；

(9) 类似工程技术经济指标；

7.1.3 编制方法

(1) 建筑工程

一般土建：根据湖北省建筑安装工程费用定额结合本项目实际情况，按单位造价估算总造价。

公用工程：根据估算的工程量按有关规定估算。

(2) 设备安装工程

相关设备首先考虑租赁，估算阶段相关费用折入建筑工程费用中。

(3) 其它费用

根据国家、省、市有关规定标准，按工程费用与其他费用之和的 5% 计取。

7.1.4 费用估算

本项总修复费用为 486.12 万元，其中工程费用 348.24 万元，具体如表 7.1-1 所示：

表 7.1-1 项目投资估算表

序号	工程或费用名称	修 复 费 用 (万元)					技术经济指标			备注
		建筑工 程	设备购 置	安装工 程	其他费 用	合 计	单位	数量	单价/元	
(一)	第一部分 工程费用									
1	施工围挡	12.60				12.60	项	630.00	200	
2	污染土壤清挖	4.69				4.69	m3	2606.30	18	
3	施工临时道路	4.20				4.20	m2	350.00	120	0.5m 厚泥结碎石结构
4	暂存场									
4.1	压实粘土	1.50				1.50	m3	300.00	50	
4.2	1.5mmHDPE 膜	3.00				3.00	m2	1000.00	30	
4.3	C30 砼	10.00				10.00	m3	200.00	500	
4.4	截洪沟	2.34				2.34	m	130	180	0.3m*0.3m 砖砌结构
4.5	废水收集池	0.50				0.50	座	1	5000	1.0m³PE 水箱
5	污染土壤运输	15.64				15.64	m3	2606.3	60	运距 26km

序号	工程或费用名称	修 复 费 用 (万元)					技术经济指标			备注
		建筑工 程	设备购 置	安装工 程	其他费 用	合 计	单位	数量	单价/元	
6	污染土壤水泥窑协同处 置	243.95				243.95	t	4691.34	520	按 1.8t/m ³
7	基坑降水费									
7.1	排水沟	6.12				6.12	m	340.00	180	0.3m*0.3m 砖砌结构
7.2	集水坑	1.00				1.00	座	2	5000	1.0m ³ PE 水箱
7.3	抽水费	2.00				2.00	m ³	2500	8	
8	废水处理									
8.1	废水处理设备租赁	10.00				10.00	项	1.00	100000	
8.2	废水处理费	9.50				9.50	m ³	2500.00	38	
9	施工过程监测									
9.1	土壤清挖自检				15.00	15.00	个	100	1500	检测指标包括砷、镉、汞、 锑、钒、铅
9.2	浸出鉴别				2.40	2.40	个	20	1200	检测指标包括砷、镉、汞、 铅
10	其他附属设施									

序号	工程或费用名称	修 复 费 用 (万元)					技术经济指标			备注
		建筑工 程	设备购 置	安装工 程	其他费 用	合 计	单位	数量	单价/元	
10.1	防雨布				3.00	3.00	m2	2000.00	15	
10.2	宣传牌				0.80	0.80	面	4.00	2000.00	
	第一部分工程费用 合计	327.04	0.00	0.00	21.20	348.24				
(二)	第二部分 其他费用									
1	场地准备费				6.96	6.96				2%
2	设计费				29.80	29.80				实际
3	招标代理服务费				2.97	2.97				发改价格[2007]670
4	工程与环境监理				35.00	35.00				计价格[2002]1980号
5	第三方治理与效果评估				40.00	40.00				暂估
	第二部分费用 合计				114.73	114.73				
(三)	第三部分 预备费									
1	基本预备费				23.15	23.15				(工程费用+其他费用)*5%

序号	工程或费用名称	修 复 费 用（万元）					技术经济指标			备注
		建筑工 程	设备购 置	安装工 程	其他费 用	合 计	单位	数量	单价/元	
	小 计				23.15	23.15				
(四)	工程静态总投资(建设投资)	327.04	0.00	0.00	159.08	486.12				
	投资比例(%)	67.28%	0.00%	0.00%	32.72%	100.00%				

7.2 经费来源与管理

7.2.1 资金来源

本项目资金来源于申请的中央专项环保资金。

7.2.2 经费管理

经费使用总则为加强工程项目的财务管理，实施有效的成本控制。对工程实行项目管理、独立核算、全面预算管理，加强工程项目成本控制，提高经费使用效益，实现经费达到充分合理利用。具体措施如下：

(1) 项目经费实行独立核算

项目部应根据项目规模的大小、施工组织特点、核算力量强弱及项目的地理位置等因素，采取独立核算经费核算体制，明确责任并授予相应权利，进行独立的绩效评价。因为每个工程项目都有其相对独立的资金流动，工程成本的发生、工程价款的结算，都能够可靠地归集和确认，完全能够独立考察其成本效益情况。因此，施工企业对各工程项目应进行独立的经费核算，在条件许可的情况下，成立财务机构，配备财会人员，财务负责人由主管部门或施工企业委派，项目经理不得自行调换。项目财务负责人全面负责分管项目的经费管理和会计核算。

(2) 工程项目经费应实行预算管理

在独立核算经费管理体制下，工程资金回收与使用应建立科学的经费预算管理体制，进行成本控制，通过预算、控制、监督、分析、考核规范

经费使用。项目资金使用应严格执行项目资金需求预算，增强计划性，减少项目经费浪费和损失；在保障项目施工正常进行的前提下，提高资金使用效益，努力减少资金的占用，提高资金周转率。在项目开工之前，依据项目工程预算、施工组织设计等原始资料，选择最优施工方案，按照工程项目各项费用支出类别、支出时间、支出数额编制项目资金需求预算。以工程规模确定项目部人员编制，根据施工进度对作业人员实行动态管理，适时安排人员进退场；以工程进度安排材料机械采购、租赁、使用和保养，保证材料、机械的利用率，避免浪费，减少中转，节省成本，为充分筹措、适时投入资金提供基本依据。当客观情况发生变化时，应及时调整资金需求预算。项目资金使用必须执行严格内部控制制度，资金需求预算必须经项目部行政办公会议讨论，执行情况应及时向施工企业主要负责人和主管部门汇报。施工企业的财务管理负责人负责资金预算的审查和平衡，然后报分管领导批准并拨付。

（3）正确核算工程项目成本，加强成本控制

工程成本是由人工费、材料费、机械使用费、其他直接费、间接费、分包工程支出组成。其中，“其他直接费用”包括临时设施摊销费、施工工具费、项目设备与物资的进退场费。间接费用包括管理费用、财务费用。项目部应按照收入与支出类别，制定成本费用计划，落实管理责任，尽量降低消耗、减少支出。接到施工任务之后，要细化成本和费用核算，要从实际出发，制定严格的项目成本计划表、降低成本措施计划表、降低项目成本计划表、间接费用计划表，作为对成本控制、分析和考核的重要依据。

对于直接费支出建议主要运用定额控制。对于间接费支出建议用包干预算，一次性包死预算总额，全年不变。杜绝在物资采购、工程结算、设备材料使用中管理混乱；杜绝各种非生产性经费开支，如电话费、招待费、差旅费等方面的浪费。项目部的资金、物资实行财务负责人、技术负责人和经理“三支笔”联批制度(资金支付还要执行施工单位统一的审批程序)。除项目经理授权之外，未经项目经理终批的经济业务一律不得报销入账，违反联批制度的支出，将视为违规问题查处。

7.2.3 经费组成情况

表 7.2-1 经费组成情况统计表

序号	项目	金额（万元）	比例
1	工程费用	348.24	71.64%
2	其他费用	114.73	23.60%
3	预备费	23.15	4.76%
	合计	486.12	100.00%

7.3 效益分析

7.3.1 环境效益

项目场地原作为工业用地，受到了一定程度的污染，通过开展本次场地污染土壤修复方案编制和后期的修复治理工作，可以满足商住用地的用地要求，降低污染物健康风险，保障用地安全，不产生二次污染。通过对土地资源 and 环境的处置和保护，创造更加有益于人类生存的环境。通过恢

复环境生产力带来源源不断的环境效益，消除了区域土壤及地表水的一个污染危害隐患，维护了生态安全，避免区域环境质量恶化。通过本项目的安全处置，环境风险消除，场地环境质量提高，周边大气更加怡人，周围居民的幸福感必将增加，处置后的场地将带来的巨大的环境效益。

7.3.2 经济效益

从目前该类污染场地处置技术考虑，本项目选用的处置技术费用较为经济适用，修复费用支出相对于土壤修复完成后恢复的土地使用价值来说数额较小，正常开发使用，能够带来源源不断的土地资源效益。是按照现行的规定，如果不进行修复，土地就无法流转，不具有再开发利用的资格。所以进行场地污染治理对提升本地块的经济价值，具有重要意义。

7.3.3 社会效益

通过本项目的实施，场地污染土壤治理达标后，满足规划用地的要求，有利于推进当地棚改进度，提升城市功能品质，增加新的就业机会，缓解社会矛盾，拓展了地块周边的发展空间，促进了区域经济发展，实现环境保护和城市化进程双丰收，对黄石市的城市化进程起到重要作用。

同时，环境安全风险消除，周围居民投诉和抱怨会减少消失，场地修复项目的实施有利于提高民众的环保意识，是一项造福于人类的具有极大社会效益的项目。

8 结论

8.1 可行性研究结论

根据本项目《场地风险评估报告》评估结果显示，本项目修复对象为重金属污染土壤，污染因子包括：砷、镉、铅、汞、锑、钒 6 个指标，治理工程量如下：

表 8.1-1 本地块超修复目标值面积及方量

深度\类型	污染物	修复面积 (m ²)	超标方量 (m ³)	总超标方量 (m ³)
0-1m	砷、镉、汞、锑、钒、铅	1310.7	1310.7	2606.3
1-3m	砷、镉、汞、锑、钒	647.8	1295.6	

通过对本项目污染物治理修复进行技术比选和论证，确定对重金属污染土壤采取水泥窑协同处置技术，该技术具有周期较短、处理彻底、工艺操作简单，投资较小等优点，且华新水泥（大冶）有限公司具备处理能力，到《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB 30485-2013）与《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ 662-2013）的要求。

故本项目重金属污染土壤选择华新水泥（大冶）有限公司采用水泥窑协同处置技术处置是完全可行，可以实现修复目标。

8.2 问题和建议

(1) 场地周边分布有大量居民区，环境敏感度较高，建议施工开始前，项目相关方应建立有效沟通机制，协商确定周边居民保护等有关事项及处

理办法。场地修复过程应采取有效的安全和环保措施，防止二次污染和污染风险。在场地修复施工前，应制定详尽的二次污染防治计划和风险防范预案，并对相关人员进行必要的安全和环保培训，持证上岗；施工中，应严格参照执行，减少意外环境污染事故和污染风险的发生，确保工程的顺利实施。施工过程中及时对外公布项目进展及环境监测情况，避免出现异味扩散扰民、安全事故等情况。

(2) 污染分布存在一定的不确定性。建议在修复工程实施过程中，根据现场情况适时调整污染修复边界等，应时刻关注、防范现场突发和异常情况，规范处理处置，以确保场地治理达到预期修复目标。同时进行污染防治措施的专题论证，作为修复施工方案的附件和依据，更好的指导下一步的施工方案设计。

(3) 建议施工单位合理安排施工时间和施工方式，优先处理场地敏感污染区域，尽量避免雨天、雪天和高温天施工作业，防止发生施工安全事故和污染扩散事件。

(4) 场地修复过程应进行跟踪检查，及时发现问题。在场地修复过程中，应随时观察、发现是否有新的污染产生，如地下埋藏物、地下罐体、地下管线和有明显特殊气味的地方。一经发现，应及时上报，并由专业人员进行处理。

附件：

黄石市黄石港区吉雄药业场地
污染土壤接收意向函

黄石港区住房保障局：

黄石市黄石港区吉雄药业场地污染治理需要安全处理砷、镉、汞、
锑、钒、铅含量超《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试
行）》（GB 36600-2018）一类用地筛选值的污染土壤，我司具备处理
该类污染土壤的能力，可以接收此类污染土壤。

二〇二一年十二月二十四日



黄石市生态环境局大冶市分局

冶环审函〔2020〕79号

关于华新环境工程（大冶）有限公司水泥窑协同处置一般固废项目环境影响报告书的批复

华新环境工程（大冶）有限公司：

你公司《关于审查华新环境工程（大冶）有限公司水泥窑协同处置一般固废项目环境影响报告书的请示》已收悉，根据原黄石市环保局《关于调整建设项目环境影响评价分级审批权限的通知》和市审改办《关于调整市环保局部分行政审批事项的函》，经研究，现对你公司《华新环境工程（大冶）有限公司水泥窑协同处置一般固废项目环境影响报告书》（以下简称《报告书》）批复如下：

一、该项目位于华新水泥（大冶）有限公司水泥厂内，为扩建项目，依托现有二期工程K2窑（4500t/d的新型干法水泥熟料生产线）处理一般工业固体废物（主要包括工业污泥、无机污染土和其他一般工业固废），项目建成后年处理一般工业固体废物20万吨，项目总投资1500万元，其中环保投资100万元。该项目符合国家产业政策，选址符合大冶市还地桥镇总体发展规划和土地利用规划，我局认为《报告书》的评价内容和结论以及提出的污染防治措施基本可行，可作为项目实施过程中防治污染的依据。从环境保护的角度分析，我局同意该项目按照《报告书》所列的性质、规模、地点、环境保护对策及措施进行建设。

二、项目在设计、建设、运行和环境管理过程中必须严格落实《报告书》中提出的各项环保措施和要求，确保各项污染物达标排放，并必须做好以下工作：

1、加强施工期环境管理，施工现场需修筑防护墙和遮挡设施，运输车辆不得超载，并采取遮盖篷布、及时对施工场地进行洒水、使用商品混凝土等措施，有效控制挖掘、运输过程中粉尘和道路扬尘的产生和排放；合理安排施工时间，采取有效的降噪减震措施，避免施工噪声扰民；施工过程中产生的废砖、弃土等建筑材料要做到合理处理、综合利用。

2、窑尾废气经“高温焚烧+碱性环境+生料吸收+SNCR+布袋除尘”处理后由110m高排气筒排放，外排废气须满足水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）表2标准及《水泥窑协同处置固体废物污染

控制标准》（GB30485-2013）相关限值要求；一般固废暂存间设置布袋除尘器，厂区无组织粉尘排放须满足《水泥工业大气污染物排放标准》表3标准（GB4915-2013）限值要求；污泥暂存库设置负压收风系统，散排的恶臭气体（ H_2S 、 NH_3 ）须满足（GB14554-93）《恶臭污染物排放标准》限值要求。

3、合理布局，优先选用低噪声设备，采取对高噪声设备进行消声、隔声、减振等措施，有效降低厂界噪声对周围环境的影响，厂界噪声需满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准。

4、窑灰、除尘器收集的粉尘作为原料进入水泥熟料生产线处理；生活垃圾合理收集后，由环卫部门统一清运、处置。

5、污泥暂存库、一般固废暂存库按照《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及2013年修改单标准做好防渗处理，严禁污染物泄露污染土壤和地下水；制定详尽的环境风险应急预案，报相关管理部门备案，并加强演练。

6、加强入窑固废管控，对不同批次的入厂固废要进行检测，确保入厂固废长期稳定为一般固废，严禁处置危险废物。

三、建立严格的管理制度，加强环境管理，使各项污染治理设施正常运转，确保污染物达标排放，严格控制污染物排放总量。

四、项目建设必须严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度，落实各项环境保护措施。

五、本批复自下达之日起5年内有效，项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动，应当重新报批项目的环境影响评价文件；自环境影响评价文件批复批准之日起，如超过5年方决定开工建设，环境影响评价文件应报我局重新审核。

六、辖区环境监察单位要加强项目现场监管，督促项目单位完善各项环保设施，落实环保“三同时”。

七、你单位要按规定接受环境保护行政主管部门的监督检查。



抄送：湖北丰桐环保科技有限公司

黄石市生态环境局大冶市分局办公室

2020年8月28日印发

共印10份



营业执照

(副¹)本)

统一社会信用代码 914202813523528276

名称 华新环境工程(大冶)有限公司
类型 一人有限责任公司
住所 大冶市还地桥镇屏山村新村小区68号
法定代表人 杨宏兵
注册资本 陆拾万圆整
成立日期 2015年08月11日
营业期限 长期
经营范围 环保项目设计、施工及相关项目管理;环保咨询;
一般工业废弃物处置和回收利用(不含危险废弃物
及国家限制经营的工业废弃物);市政污泥处置;
燃烧烟气治理;出售垃圾、污泥处理后产生的原燃
料;普通货运;物流运输车辆租赁(涉及许可经营
项目,应取得相关部门许可后方可经营)。



登记机关

请于每年1月1日至6月30日通过全国企业
信用信息公示系统自主公示上一年度年度报告

