

山东晋煤明升达化工有限公司退役场地
土壤修复效果评估报告
(报批版)

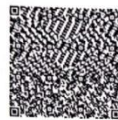
委托单位：山东晋煤明升达化工有限公司

评估单位：泰安维特瑞环保科技有限公司

二〇二〇年十二月



统一社会信用代码
913709020779614754



扫描二维码登录
'国家企业信用
信息公示系统'
了解更多登记、监
备案、许可、监
管信息。

(副本) 1-1

泰安维特瑞环保科技有限公司

类型 有限责任公司(自然人独资)

法定代表人 许慧

经营范围

注册资本 贰佰万元整

成立日期 2013 年 09 月 04 日

营业期限 2013 年 09 月 04 日至 年 月 日

泰安所 泰安市泰山区财源街道长城路46号国山中心C座东单元902室



登记机关 泰安市市场监督管理局 2020年04月02日

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

<http://www.gsxt.gov.cn>

国家企业信用信息公示系统网址:

国家市场监督管理总局监制

项目名称: 山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复效果评估

土地使用权人: 山东晋煤明升达化工有限公司

修复效果评估单位: 泰安维特瑞环保科技有限公司

检测单位: 天津实朴检测技术服务有限公司

项目组成员

类别	姓名	专业	职称	签字
项目负责人	许慧	环境科学	高级工程师	
报告编写人员	刘丽	环境工程	高级工程师	
	王静	环境工程	工程师	
	祝宾	环境工程	助理工程师	
	曹雨	环境工程	助理工程师	
审核	王琪	环境工程	工程师，注册 环评工程师	

目录

1	项目背景.....	1
2	概述.....	4
2.1	评估目的.....	4
2.2	评估原则.....	4
2.3	评估的内容和范围.....	4
2.4	评估工作程序和方法.....	5
2.5	工作依据.....	7
2.5.1	法律法规.....	7
2.5.2	标准规范.....	8
2.5.3	项目文件.....	8
3	地块概况.....	10
3.1	地块基本情况.....	10
3.2	地块区域概况.....	13
3.2.1	地理位置.....	13
3.2.2	自然环境概况.....	13
3.2.3	水文地质概况.....	15
3.2.4	环境敏感目标.....	16
3.2.5	修复地块地质和水文条件.....	21
3.3	地块调查评价结论.....	30
3.3.1	第一阶段调查结论.....	30
3.3.2	第二阶段调查结论.....	31
3.3.3	第三阶段土壤污染状况调查.....	44
3.3.4	土壤污染状况调查结论.....	44
3.3.5	地块风险评估结论.....	46
3.4	地块修复方案.....	47
3.4.1	修复目标.....	47
3.4.2	修复范围.....	47
3.4.3	修复深度和修复方量.....	51

3.4.4	修复技术.....	57
3.4.5	二次污染防治措施.....	60
3.4.6	修复工程监理要求.....	62
4	修复实施情况.....	65
4.1	修复工程基本情况.....	65
4.1.1	工程内容和规模.....	65
4.1.2	工程目标.....	65
4.1.3	修复工程实施进度.....	65
4.1.4	修复工程实施技术路线.....	66
4.1.5	化学氧化修复工艺.....	67
4.2	修复施工实施.....	68
4.2.1	修复工程施工准备.....	68
4.2.2	挖掘区域定位、放线.....	75
4.2.3	土方开挖.....	76
4.2.4	土方运输.....	90
4.2.5	化学氧化修复施工.....	90
4.2.6	修复施工自检.....	94
4.2.7	修复效果评估检测.....	95
4.2.8	修复土壤回填.....	95
4.3	二次污染防治措施.....	97
4.3.1	大气二次污染防范及措施.....	97
4.3.2	水环境二次污染防范措施.....	103
4.3.3	声环境二次污染防范及措施.....	103
4.3.4	固体废物二次污染防治措施.....	105
4.3.5	土壤二次污染防范措施.....	105
4.3.6	修复方案与实际执行二次污染防治措施对比.....	106
4.4	工程实施变更说明.....	113
4.5	工程实施结论.....	113
5	环境保护措施落实情况.....	115
5.1	监理工作范围.....	115

5.2	环境监理工作方法.....	115
5.3	环境监理工作内容.....	116
5.3.1	施工准备阶段环境监理内容	116
5.3.2	施工阶段环境监理工作内容	119
5.3.3	环境监理过程中发现的问题及整改措施	121
5.4	施工期间环境监测.....	122
5.4.1	环境监测实施情况	122
5.4.2	环境监测结果	123
5.4.3	小节	132
5.5	环境保护措施落实情况结论.....	136
6	地块概念模型.....	137
6.1	资料回顾.....	137
6.2	现场踏勘.....	138
6.2.1	核定修复范围	138
6.2.2	识别现场遗留污染	141
6.3	人员访谈.....	142
6.4	地块概念模型更新.....	144
6.4.1	地块修复概况	144
6.4.2	关注污染物情况	146
6.4.3	地质与水文地质情况	151
6.4.4	潜在受体与周边环境变化情况	151
6.4.5	地块模型更新前后变化情况	151
7	效果评估布点方案.....	153
7.1	评估范围.....	153
7.2	采样节点.....	154
7.2.1	基坑清理效果评估采样节点	154
7.2.2	土壤异位修复效果评估采样节点	155
7.2.3	二次污染区域评估采样节点	155
7.3	布点数量与位置.....	155
7.3.1	基坑	155

7.3.2	修复土壤堆体	162
7.3.3	二次污染区域	164
7.4	检测指标.....	166
7.5	评估标准值.....	170
8	现场采样与实验室检测.....	173
8.1	样品采集.....	173
8.1.1	现场采样	173
8.1.2	样品保存与流转	177
8.1.3	采样及运输过程质量控制	178
8.2	实验室检测.....	179
8.2.1	检测方法	179
8.2.2	检测分析单位	183
8.2.3	实验室质量控制	184
9	效果评估.....	187
9.1	检测结果分析.....	187
9.1.1	基坑清挖效果检测结果分析	187
9.1.2	污染土壤修复效果检测结果分析	192
9.1.3	潜在二次污染区域检测结果分析	200
9.2	效果评估.....	204
9.2.1	基坑清挖效果评估	204
9.2.2	污染土壤修复效果评估	204
9.2.3	潜在二次污染区域评估	205
10	结论与建议.....	206
10.1	效果评估结论.....	206
10.1.1	文件审核结论	206
10.1.2	工程监理结论	206
10.1.3	环境监理结论	206
10.1.4	修复效果评估结论	207
10.2	后期环境监管建议.....	207

附件

附件 1: 委托书附-1

附件 2: 申请人承诺书 附-2

附件 3: 编制单位承诺书附-3

附件 4: 环评报告表审批意见附-4

附件 5: 放线记录 附-6

附件 6: 挖掘土方验收记录附-9

附件 7: 修复土方验收记录附-12

附件 8: 人员访谈记录附-17

附件 9: 现场采样照片附-31

附件 10: 采样记录单附-47

附件 11: 实验室检测报告附-241

附件 12: 质量控制报告附-512

附件 13: 检测单位检测资质及认定范围附-553

附件 14: 专家评审意见附-563

附件 15: 专家意见修改说明附-575

附件 16: 专家复核意见附-578

1 项目背景

山东晋煤明升达化工有限公司退役场地位于鲁中地区-宁阳县八仙桥项目聚集区,地块面积约 169680m²,地块中心位置坐标为 E116°47'20.23", N35°44'57.45"。

山东晋煤明升达化工有限公司前身为宁阳县化肥厂,始建于 1968 年,企业历经由氨水厂改碳酸氢铵、尿素“四改六”、“六改十”等一系列的技术改造和技术革新,现已由 3000 吨/年的小化肥厂发展成为集化学肥料、化工原料、橡胶助剂等三大系列产品为一体的综合型化工企业。主导产品有合成氨、尿素、甲醇、碳酸氢铵、食品级二氧化碳、橡胶助剂等,形成了 12 万吨/年氨醇、18 万吨/年尿素、2 万吨/年碳酸氢铵、4 万吨/年精甲醇的规模。

2015 年,晋煤明升达为改善生产工艺,扩大生产能力,另设一新厂区。老厂区将在两年内搬迁拆除,原生产地块将用作商住用地开发。按照国务院《关于落实科学发展观加强环境保护的决定》和国家环保总局《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》等文件要求,为确保企业搬迁后老厂区土地再利用环境安全,2015 年企业委托山东省环境保护科学研究院开展该地块的土壤污染状况调查工作,并编制完成了《山东晋煤明升达退城进园土壤污染调查报告》。根据报告内容,调查工作共在地块范围内设置土壤采样点 53 个,采集土壤样品 255 个,未进行地下水的检测,根据土壤污染调查结论,土壤样品中,镉、砷、镍、苯胺、苯、乙苯和萘出现超标现象,而 1,2-二溴-3-氯丙烷、正丙苯、对-异丙基甲苯、正丁苯在当时我国相关标准中未包含,应当对镉、砷、镍、苯胺、苯、乙苯、萘、1,2-二溴-3-氯丙烷、正丙苯、正丁苯、对-异丙基甲苯进行基于人体健康的风险评估,进一步判断场地土壤中污染物的污染情况。企业委托山东省环境保护科学研究院编制并形成《山东晋煤明升达退城进园土壤污染风险评估报告》,根据报告中健康风险评估结论,需要针对该场地的砷、苯、乙苯、苯胺、萘和 1,2-二溴-3-氯丙烷六种物质进行土壤修复工程。企业委托山东省环境保护科学研究院编制并形成了《山东晋煤明升达退城进园土壤污染治理与修复可行性研究报告》,报告中确定了污染物的修复目标、修复范围和修复方案。2017 年 4 月,修复施工单位山东华泽环保工程有限公司正式开始施工,此次修复施工累计投资 2787.87 万元,修复土壤 38509m³。2017 年 9 月修复完成的土壤经检测合格后全部回填完成。2017 年 11 月此次修复工程完成竣工验收(此次修复工程已经完成

竣工验收，本次评估不包含该次土壤修复效果的评估）。

2017 年~2019 年期间地块内仍进行部分生产活动，2019 年 3 月 27 日企业全部停产。且 2018 年起各项新的土壤相关法律、法规、政策、标准陆续实施，按照现行技术导则标准，分析了山东省环科院编制的《山东晋煤明升达退城进园土壤污染调查报告》和《山东晋煤明升达退城进园土壤污染风险评估报告》两个报告后，发现需考虑以下 2 个问题：①2015 年开展调查时，各项污染物的调查评估标准严于 2018 年发布的《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB36600-2018）；②该厂自 2015 年调查后，至 2019 年仍有生产，前期的调查的污染情况可能有变化。

为保障人体健康，防止地块用地性质变化及后续开发利用过程中带对人体健康和环境造成不利影响，根据国家生态环境部、山东省生态环境厅及泰安市人民政府有关规定，山东晋煤明升达化工有限公司 2019 年委托生态环境部南京环境科学研究所对该地块开展土壤污染调查和风险评估工作，编制了《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤污染状况调查报告》和《山东晋煤明升达化工有限公司退役地块土壤污染风险评估报告》，并分别于 2020 年 4 月 20 日和 2020 年 7 月 1 日通过了专家评审，调查报告于 2020 年 6 月 8 日取得泰安市生态环境局的备案。调查结果表明地块土壤受到不同程度的污染，风险评估结果表明地块的环境风险不可接受，必须进行土壤污染修复。地块需要修复的区域总面积为 7900.38m²，修复层厚度 1~5 米不等，需修复土方量 12967.74m³，需要修复的特征污染物为 1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽。

2020 年 8 月，山东晋煤明升达化工有限公司委托生态环境部南京环境科学研究所编制了《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》，2020 年 8 月 10 日山东晋煤明升达化工有限公司组织专家对修复方案进行了专家论证，讨论形成了专家论证意见，并根据专家意见对修复方案进行了修改和完善。方案确定采用异位化学氧化技术作为地块污染土壤修复技术。

2020 年 8 月，山东晋煤明升达化工有限公司委托山东环泰环保科技有限公司根据修复项目相关资料编制了《山东晋煤明升达化工有限公司污染场地土壤修复项目环境影响报告表》，并于 2020 年 8 月 27 日取得泰安市生态环境保护局宁阳分局批复（批复文号：泰宁环境审报告表[2020]56 号）。

山东晋煤明升达化工有限公司自筹资金，委托山东华泽环保工程有限公司作

为修复工程实施单位。山东华泽环保工程有限公司编制了《土壤修复实施方案》，并于 2020 年 8 月 28 日进场施工。施工期间，工程监理工作由宁阳鲁信建设监理有限公司负责，环境监理工作由山东汇力环保科技有限公司负责。

修复施工竣工日期为 2020 年 11 月 13 日，实际工期为 78 天。

表 1 项目基本情况表

项目名称	山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复效果评估
项目地址	宁阳县八仙桥项目聚集区
业主单位	山东晋煤明升达化工有限公司
污染调查单位	生态环境部南京环境科学研究所
风险评估单位	生态环境部南京环境科学研究所
修复方案编制单位	生态环境部南京环境科学研究所
修复施工单位	山东华泽环保工程有限公司
环境影响评价单位	山东环泰环保科技有限公司
工程监理单位	宁阳鲁信建设监理有限公司
环境监理单位	山东汇力环保科技有限公司
修复效果评估单位	泰安维特瑞环保科技有限公司

2020 年 10 月，山东晋煤明升达化工有限公司委托泰安维特瑞环保科技有限公司开展山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复效果评估工作，作为修复效果评估单位，主要任务是通过资料回顾与现场布点采样与实验室检测，综合评估地块土壤修复是否达到规定要求以及地块风险是否达到可接受水平，确保土地达到后续开发利用的要求。

本次效果评估工作我单位严格按照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）等国家及地方文件要求，开展本次修复效果评估工作；在对污染地块的调查、修复与监理等各阶段的资料的总结与分析、现场踏勘、采样及实验室分析（采样及实验室分析工作由天津实朴检测技术服务有限公司完成）的基础上，编制完成了本项目效果评估报告。

2 概述

2.1 评估目的

本次土壤修复效果评估目的旨在通过对山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复工程进行资料收集分析、现场踏勘、人员访谈、现场采样和检测分析等工作，判断污染土壤主要目标污染物是否达到修复目标、修复过程中是否造成二次污染等情况进行科学、系统地评估，提出后续环境监管建议，为管理本地块提供科学依据。

2.2 评估原则

（1）针对性原则

根据施工整体布置，分别对各修复区域的土壤进行采样与分析，针对性地设定评估区域、评估对象及评估指标。根据修复施工模式，需进行修复效果评估的土壤包括异位修复范围内的土壤、污染土壤清挖区域的侧壁和底部土壤。对上述需进行评估的土壤，将按照我国现有法律法规、技术导则的要求，针对性地设计评估方案，通过资料收集、现场踏勘、人员访谈、现场采样、实验室检测等手段评估其修复效果。

（2）规范性原则

严格遵循目前国内污染地块修复效果评估的相关技术规范，对现场采样、样品保存运输、样品分析等一系列过程进行严格的质量控制，保证评估结果的科学性、准确性和客观性。

（3）可操作性原则

根据修复效果评估方案，综合考虑修复施工工程整体布置、工期进度、修复工作复杂性、环境条件等因素，科学有序开展现场踏勘、现场采样、检测分析等工作，确保评估项目顺利完成。

2.3 评估的内容和范围

土壤修复效果评估内容包括：更新地块概念模型、布点、采样与实验室检测、修复效果评估、提出后期环境监管建议、编制效果评估报告。

依据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》(HJ25.5-2018)、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019)、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南》（试行），同时结合本工程修复施

工方案，本次修复效果评估分为土壤修复效果评估和修复工程环境影响效果评估。

本次土壤修复效果评估对象为异位土壤修复基坑、修复土壤、潜在二次污染区域等；修复工程环境影响效果评估对象为修复工程对场界及其周边环境产生二次污染，包括污水、废气、噪声和固废等环境影响效果评估。

2.4 评估工作程序和方法

（1）更新地块概念模型

应根据修复工作进度，以及掌握的地块信息对地块概念模型进行实时更新，为制定效果评估布点方案提供依据

（2）布点采样与实验室检测

布点方案包括效果评估的对象和范围、采样节点、采样频次、布点数量和位置、检测指标等内容，并说明上述内容确定的依据。原则上应在修复实施方案编制阶段编制修复效果评估初步布点方案，并在地块修复效果评估工作开展之前，根据更新后的概念模型进行完善和更新。

根据布点方案，制定采样计划，确定检测指标和实验室分析方法，开展现场采样与实验室检测，明确现场和实验室质量保证和质量控制要求。

（3）土壤修复效果评估

根据监测结果，评估土壤修复是否达到修复目标和可接受水平。

对于土壤修复效果，可采用逐一对比和统计分析的方法进行评估，若达到修复效果，则根据情况提出后期环境监管建议并编制修复效果评估报告，若未达到修复效果，则应开展补充修复。

（4）提出后期环境监管建议

根据修复工程实施情况与效果评估结论，提出后期环境监管建议。

（5）编制效果评估报告

汇总前述工作内容，编制效果评估报告，报告应包括修复工程概况、环境保护措施落实情况、效果评估布点与采样、检测结果分析、效果评估结论及后期环境监管建议等内容。

污染地块土壤修复效果评估工作程序见图 2.4-1。

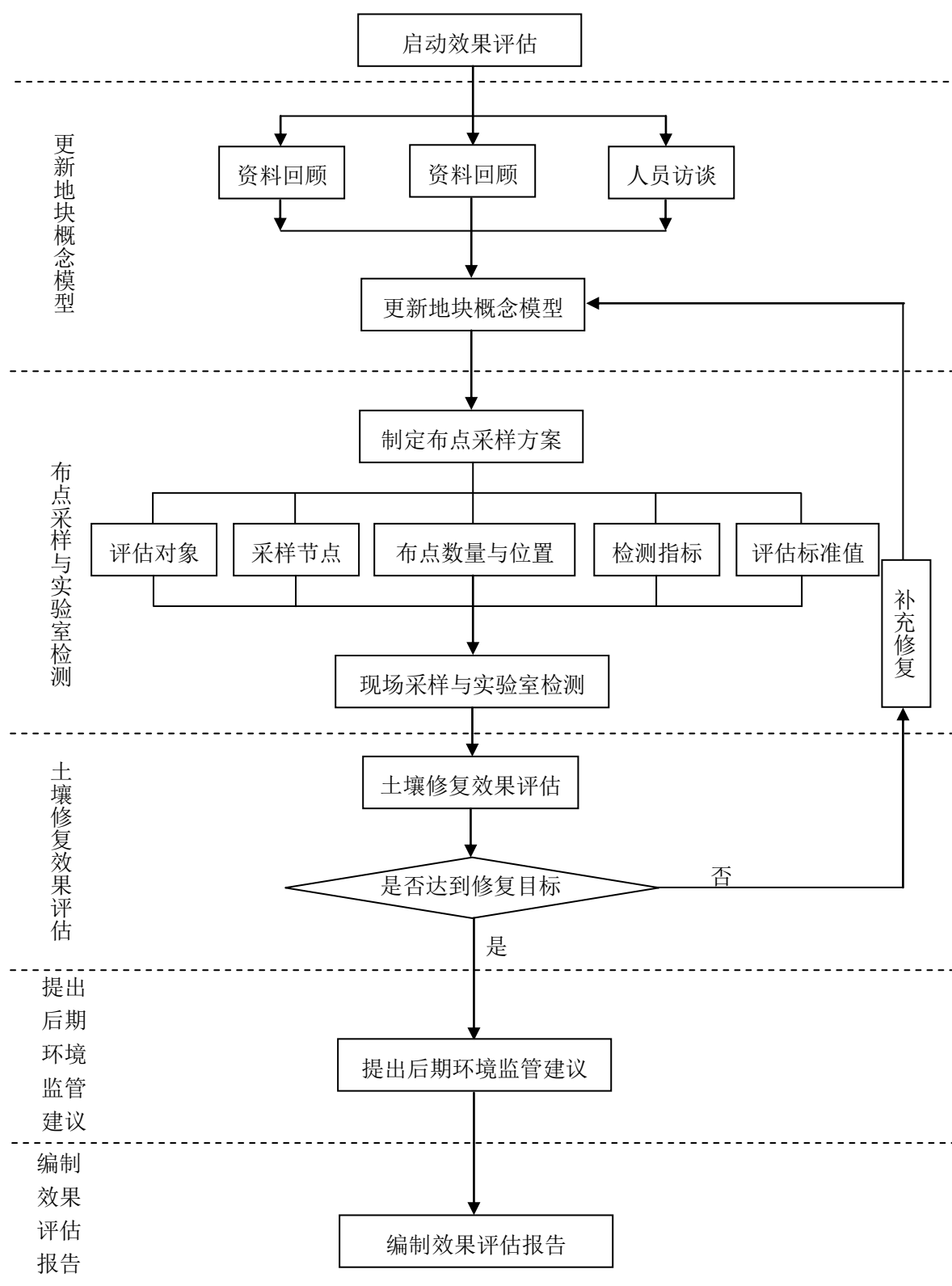


图 2.4-1 污染地块土壤修复效果评估工作程序

2.5 工作依据

2.5.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日);
- (2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019 年 1 月 1 日施行);
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2015 年 8 月 29 日修订);
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017 年 6 月 27 日修订);
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年 9 月 1 日修订后施行);
- (6) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》(国发〔2011〕35 号);
- (7) 《土壤污染防治行动计划》(2016 年 5 月 28 日);
- (8) 《国务院关于印发“十三五”生态环境保护规划的通知》(国发〔2016〕65 号, 2016 年 11 月 24 日);
- (9) 《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》(国办发〔2013〕7 号);
- (10) 《污染地块土壤环境管理办法(试行)》(环境保护部, 2017);
- (11) 《山东省污染防治条例》(2020 年 1 月 1 日施行);
- (12) 《山东省土壤污染防治条例》(2019 年 11 月 29 日山东省第十三届人民代表大会常务委员会第十五次会议通过);
- (13) 《山东省土壤污染防治工作方案》(鲁政发〔2016〕37 号);
- (14) 《关于做好山东省建设用地污染地块再开发利用管理工作的通知》(鲁环发〔2019〕129 号);
- (15) 《关于加强建设用地土壤污染风险管控和修复管理工作的通知》(鲁环发〔2020〕4 号);
- (16) 《山东省生态环境厅山东省自然资源厅关于加强建设用地土壤污染风险管控和修复管理工作的通知》(鲁环发〔2020〕4 号);
- (17) 《山东省生态环境厅山东省自然资源厅关于进一步加强土壤污染重点监管单位管理工作的通知》(鲁环发〔2020〕5 号);
- (18) 《关于印发山东省 2020 年土壤污染防治工作计划的通知》(鲁环发〔2020〕20 号);
- (19) 《山东省建设用地土壤污染风险管控和修复技术文件质量评价办法(试

行)》(鲁环发〔2020〕22号);

2.5.2标准规范

(1)《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ 25.5-2018);

(2)《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019);

(3)《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019);

(4)《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019);

(5)《建设用地土壤修复技术导则》(HJ25.4-2019);

(6)《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》(HJ682-2019);

(7)《建设用地土壤环境调查评估技术指南》公告 2017 年 第 72 号;

(8)《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ1019-2019);

(9)《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018);

(10)《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166-2004);

(11)《地下水环境监测技术规范》(HJ/T164-2004);

(12)《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017);

(13)《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);

(14)《环境空气质量标准》(GB3095-2012);

(15)《声环境质量标准》(GB3096-2008);

(16)《污水综合排放标准》(GB8978-1996);

(17)《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996);

(18)《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93);

(19)《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011);

(20)《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001);

(21)《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001);

(22)《固体废物鉴别标准通则》(GB34330-2017);

(23)《危险废物鉴别标准通则》(GB5085.7-2019)。

2.5.3项目文件

(1)《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤污染状况调查报告》(生态环境部南京环境科学研究所, 2020 年 4 月);

- (2) 《山东晋煤明升达化工有限公司退役地块土壤污染风险评估报告》（生态环境部南京环境科学研究所，2020 年 7 月）；
- (3) 《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》（生态环境部南京环境科学研究所，2020 年 8 月）；
- (4) 《土壤修复实施方案》（山东华泽环保工程有限公司，2020 年 8 月）；
- (5) 《山东晋煤明升达化工有限公司污染场地土壤修复项目环境影响报告表》（山东环泰环保科技有限公司，2020 年 8 月）；
- (6) 《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复工程施工组织设计》（山东华泽环保工程有限公司，2020 年 8 月）；
- (7) 《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复施工总结报告》（山东华泽环保工程有限公司，2020 年 11 月）；
- (8) 《山东晋煤明升达化工有限公司污染场地土壤修复项目环境监理总结报告》（山东汇力环保科技有限公司，2020 年 11 月）；
- (9) 《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复工程质量评估报告》（宁阳鲁信建设监理公司，2020 年 11 月）。

3 地块概况

3.1 地块基本情况

- (1) 地块名称：山东晋煤明升达化工有限公司退役场地。
- (2) 地块污染责任人：山东晋煤明升达化工有限公司。
- (3) 地块地理位置：位于鲁中地区-宁阳县八仙桥项目聚集区，地块中心位置坐标为 E116°47'20.23"，N35°44'57.45"。地块具体地理位置见图 3.1-1。
- (4) 地块规模：地块面积 169680m²，地块范围及历史平面布置见图 3.1-2。
- (5) 地块使用历史：地块历史使用情况详见表 3.1-1。

表 3.1-1 本次评估地块历史使用情况

时间	发展阶段	主要事件
1968 年~1997 年	宁阳县化肥厂	1968 年成立宁阳县化肥厂，先后开展氨水厂、碳酸氢铵、尿素等化肥生产。
1997 年~2002 年	山东省宁阳县飞达化工有限公司	2000 年率先在泰安市进行了以“双置换”（国有资本、职工身份）为核心的产权制度改革
2002 年~2009 年	山东飞达化工科技有限公司	“四改六”、“六改十”等一系列的技术改造和技术革新
2009 年~2015 年	山东晋煤明升达化工有限公司	与山东晋煤明水化工有限公司签订战略合资合作协议，公司更名。
2015 年~2018 年	山东晋煤明升达化工有限公司	晋煤明升达为改善生产工艺，扩大生产能力，另设一新厂区，老厂区逐步搬迁拆除
2019 年 3 月 27	山东晋煤明升达化工有限公司	全厂停产

(6) 地块用地规划

根据地块土地不动产权证，该地块未来规划用途为商住用地。保守起见，将该地块以第一类用地方式开展污染调查和风险评估工作。

该地块地下水污染羽不涉及地下水饮用水源（在用、备用、应急、规划水源）补给径流区和保护区。



图 3.1-1 修复地块地理位置图

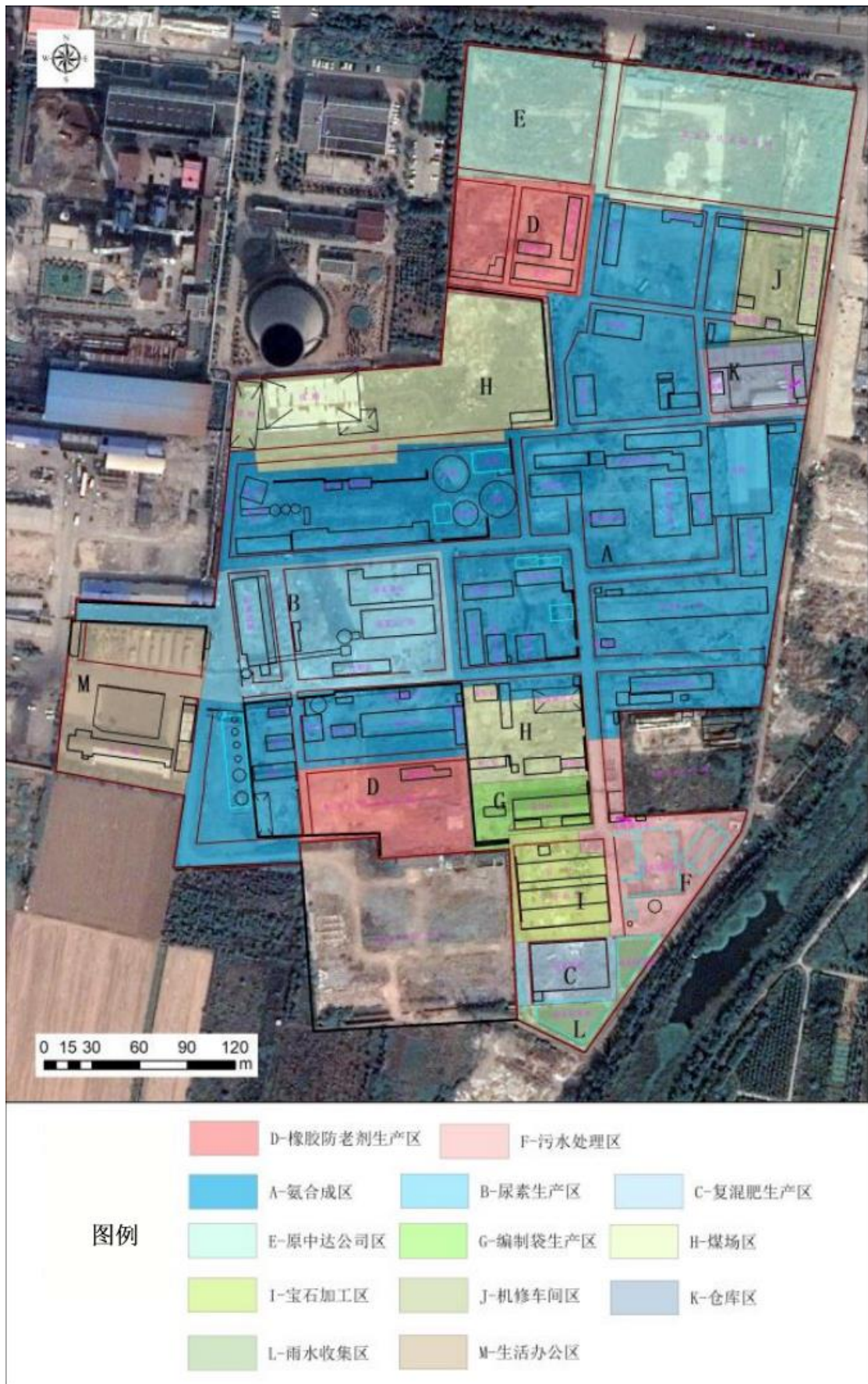


图 3.1-2 地块范围及历史平面布置图

3.2 地块区域概况

3.2.1 地理位置

山东晋煤明升达化工有限公司退役场地位于鲁中地区-宁阳县八仙桥项目聚集区，地块中心位置坐标为 E116°47'20.23"，N35°44'57.45"。

宁阳县位于山东省的中南部，地理位置处于东经 116°36'-117°18'，北纬 35°40'-35°57'之间，总面积 1125km²。宁阳位于泰安市西南，属泰安市辖区，北端以大汶河主流为界，隔河与泰安市郊区，肥城市相望，东与新泰市、泗水县相邻，南与曲阜市、兖州市接壤，西邻汶上县，县城区位于县境西南部，南距兖州 27km，北至肥城 52km，东至新泰 108km，西至汶上 32km。宁阳县交通便利，公路铁路四通八达，京沪铁路纵贯南北，磁莱铁路横穿东部；京福高速公路、104 和 333 省道贯通城区。厂区调查区域占地面积约为 169680m²，位于宁阳县城区南部约 2km 处，厂区所在区域交通便利，紧临 104 省道，地理位置较为优越。地块具体地理位置见图 3.1-1。

3.2.2 自然环境概况

（1）地形地貌

宁阳县境内地势东高西低，东部多为低山、丘陵，西部多为平原。主要地貌类型有低山、丘陵、平原和水面。境内最高峰为东部凤仙山，海拔 608 米；最低处为东疏镇胡茂南洼，海拔 46 米。大小山峰 146 座，面积 138 平方公里；丘陵多分布于低山周围，海拔 70-200 米，面积 432 平方公里；较大河流 15 条，总长204.6 公里，流域面积 1021.3 平方公里，属黄河、淮河流域水系。

根据地貌成因及形态特征，所在区域地貌形态分为：构造剥蚀岩溶丘陵、剥蚀堆积准平原、山间河谷冲积平原。构造剥蚀岩溶丘陵分布在张家庄以西，标高150~237.6m，山顶浑圆，山坡南陡北缓，呈单面山形态坡角8~22度；剥蚀堆积准平原分布在西磁窑以东，张家庄以北和大磨庄以西等地，标高110~150m，相对高差20m左右，地形起伏平缓，坡角3°左右；山间河谷冲积平原分布于歇息铺以北、东太平以东、西磁窑以西，向北至汶河两岸，标高94~110m。其地形平坦，坡降3‰左右。

（2）地表水

宁阳县境内较大河流共15条，总长204.6km，流域面积1021.3km²，按水系

分为黄河和淮河两大流域。属黄河流域大汶河水系的有石碙河、北鄙河、故城河、海子河、潮河、龙泉河、苗河、王家河等，大部分为山洪河道；属淮河流域的有汉马河、罗河、宁阳河、洸河、赵王河、北泉河、南泉河等，除汉马河外，均为排涝河道。

大汶河流域内地势东高西低，北高南低，北有泰山，东靠鲁山、蒙山，西、南为丘陵和平原。流域内山区占土地面积的 31%，丘陵占 37%，其中，海拔高程 300 米以上的山丘只占土地面积的六分之一。泰山巍然耸立在群峰之上，主峰海拔高程 1524 米。

石集河发源于骆驼山南部，全长约 29.2km，南流至葛石村转西流，西流至茂盛村转向南流，最终汇入汉马河，经宁阳县环境保护局介绍石集河为无规划水体功能的河流。

柴汶河系山东省境内大汶河上游两个主要支流之一。发源于沂源县西南部牛栏峪一带，东流至周科峪西折向西南流，穿山东省新泰市东周水库，经新泰、宁阳县境至大汶口入主流牟汶河。因流经汉柴县故城，故名柴汶。河长 116km，流域面积 1944km²。

海子河发源于宁阳县凤凰山北麓，自南向北流，经本地区的姬家庄、东太平，至堡头庄西入大汶河。全流长 21 公里，流域面积 130 平方公里。雨季排涝，旱季干涸。该河流除接纳魁星化工厂和华阳农药化工集团等工业废水外，沿途还接纳了磁窑污水处理厂排水、一些小煤矿和小企业的工业废水。

（3）气候气象

宁阳县属温暖带半湿润季风性气候，一年四季分明，春季干燥多风，回暖迅速，光照充足，辐射强；夏季炎热多雨气温高，湿度大，气压低，雨量集中；秋季天高气爽，气温下降快，辐射减弱；冬季寒冷干燥，雨雪稀少。

①气温

多年平均气温 13.4℃

极端最高气温 41.3℃(1992年7月2日)

极端最低气温 -19.0℃(1981年1月27日)

最热月份为6月份，最高为 31.7℃

最冷月份为1月份，最低为 -6.7℃

②降水

多年平均降水量689.6mm，年际变化大，丰枯悬殊，少水年多于丰水年，最大年降水量为1409.4mm(1964年)，小年降水量为381.4mm(1986年)。夏季降水量占年降水量的67%，强度大，秋季降水量占降水量的13%，冬季占年降水量的9.8%，春季占年降水量的11%，可见降水分配不均匀，不稳定，常与农作物的需水存在着矛盾。

③风况

春季、夏季多东南风，5月底至6月初有短时间的西南风，秋、冬两季东南风和北风较多。常年东南风出现频率最大，年平均风速1.9m/s，大风多出现在春夏两季。

④蒸发量

多年平均蒸发量1213.6mm(水面)；最大蒸发量1523.8mm(水面，1956年)；最小蒸发量935.7mm(水面，1979年)；年内蒸发量变化较大，其中5月份最大，12月份最小。

⑤湿度

累计全年平均相对湿度为71%，年均湿润度0.6。

⑥冻土

最大冻土深度为0.6m。

⑦日照及无霜期

年平均日照 2679.3 小时，无霜期 199 天。

3.2.3水文地质概况

宁阳县城位于宁阳北部的山前冲、洪积的交错平原区，以河相沉积地层为主，上部多为粘土，砂土互层，下部为卵砾石层。地下水的补给主要通过大气降水、地表水入渗、河道侧向补给，水库渗透及农田灌溉回归等，其中大气降水为城区地下水的主要补给来源。地下水流向为由东北向西南。

宁阳县地下水类型可分为基岩裂隙水、碳酸盐岩夹碎屑岩类岩溶裂隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水和松散岩类孔隙水。

(1) 基岩裂隙水

广泛分布于宁阳县中部及中南部，赋存于岩浆岩、变质岩、太古界泰山群和第三系砾岩、泥岩风化裂隙之中，富水性差，单井涌水量一般小于100m³/d，水质较好。主要接受大气降水入渗及农田灌溉回渗补给，人工开采及山前径流排泄

为其主要排泄方式。

（2）碳酸盐岩夹碎屑岩类岩溶裂隙水

鹤山西部地区岩溶发育，富水性好，单井涌水量一般大于 $1000\text{m}^3/\text{d}$ ；华丰—东庄、磁窑镇以南—东山阴地区岩溶发育，地下水连通性好，富水性强，单井涌水量 $1000\sim 5000\text{m}^3/\text{d}$ ，水质优良。大气降水入渗及区外岩溶水径流是其主要补给来源；由东南、南向北和东北方向径流；人工开采、矿坑排水及顶托排泄于第四系孔隙水为主要排泄方式。

（3）碎屑岩类孔隙裂隙水

主要分布在华丰镇东北部及蒋集镇、伏山镇、宁阳镇和东疏镇的中部，主要由石炭系、二迭系和下第三系组成。地下水赋存于细砂岩、粘土岩、及砾岩的裂隙孔隙中，因裂隙、孔隙不发育，单井涌水量小于 $100\text{m}^3/\text{d}$ ，局部构造发育段可达 $500\text{m}^3/\text{d}$ 以上。

（4）松散岩类孔隙水

①本区西北部鹤山乡、伏山镇冲积平原区

表层岩性为黄土状砂质粘土、粘质砂土，含水层岩性为中粗砂夹卵砾石，厚约 8m ，单井涌水量大于 $100\text{m}^3/\text{d}$ ，水位埋深大于 4m ，地下水由北向南运动。

②大汶河南岸磁窑—罡城镇冲洪积平原区

该区松散岩类含水层较薄，厚 $3\sim 4\text{m}$ ，河谷地带岩性为中粗砂夹卵砾石，山前地带为黄土状砂质粘土、粘质砂土夹砾石碎石，地下水埋深 3m 左右，地下水由东南向西北运动，排泄于大汶河内。

③宁阳县以南至酒店镇、乡饮乡山前冲积平原区

含水层岩性主要为中粗砂、中细砂，属松散岩类孔隙水。地下水水位埋深一般在 $5\sim 11\text{m}$ 之间，水位变幅 1m 左右。单井涌水量 $500\sim 1000\text{m}^3/\text{d}$ 。含水层富水性由东部乡饮乡向西部酒店镇逐渐增强。本项目涉及的晋煤明升达老厂区即位于此处。

3.2.4 环境敏感目标

修复地块位于鲁中地区-宁阳县八仙桥项目聚集区，经现场实地踏勘，本次调查地块周边 1.0km 范围内，敏感目标主要为居民区、学校和公共场所，调查地块周边敏感目标分布情况见表 3.2-1 和图 3.2-1。

宁阳县境内地下水水源地主要为庞庄水源地、胡中屯水源地。修复地块不在

宁阳县境内地下水源保护区范围内，距离胡中屯水源地约 4.8km（具体位置详见图 3.2-2：调查地块与胡中屯水源保护区位置关系图），距离庞庄水源地约 6.9km（具体位置详见图 3.2-3：调查地块与庞庄水源保护区位置关系图）。

表 3.2-1 调查地块周边敏感目标一览表

序号	敏感目标	类型	方位	与本地块最近距离 (m)
1	周公台	居民区	E	20
2	泰安市生态环境局宁阳县分局	公共场所	NE	520
3	生态环境局家属院	居民区	NE	560
4	金城华府	居民区	NE	760
5	宁阳县住建局家属院	居民区	NE	590
6	宁阳县住建局	公共场所	NE	670
7	南关小学	学校	NE	340
8	秀水佳苑	居民区	NE	600
9	金桂小区	居民区	N	330
10	世纪城二期	居民区	N	600
11	政府小区	居民区	N	810
12	第一人民医院家属院	居民区	N	390
13	宁阳县第一人民医院	医院	N	450
14	宁阳县卫生职业中专	学校	N	360
15	西关社区东区	居民区	N	650
16	宁阳县城关供销社宿舍	居民区	NW	660
17	宁阳县空压机厂家属院	居民区	NW	730
18	富贵小区	居民区	NW	830
19	西关社区北区	居民区	NW	840
20	瑞和家园	居民区	NW	870
21	西关社区	居民区	NW	670
22	兴业世家	居民区	NW	510
23	杨家村	居民区	W	570
24	飞达集团家属院	居民区	W	100
25	铁佛寺村	居民区	W	90
26	宁阳县农场家属院	居民区	SW	250
27	牛家村	居民区	SW	580

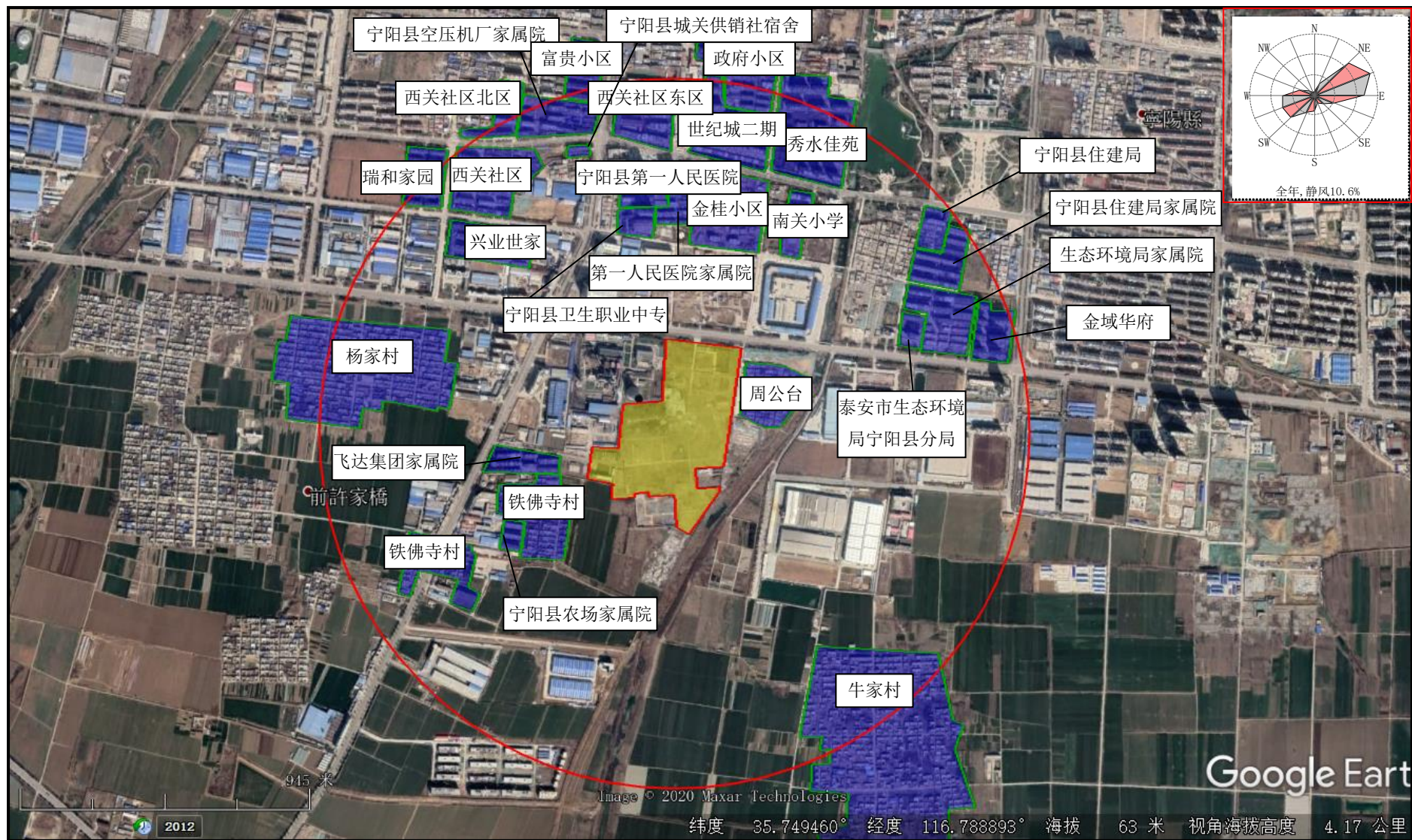


图 3.2-1 修复地块周边敏感目标分布图

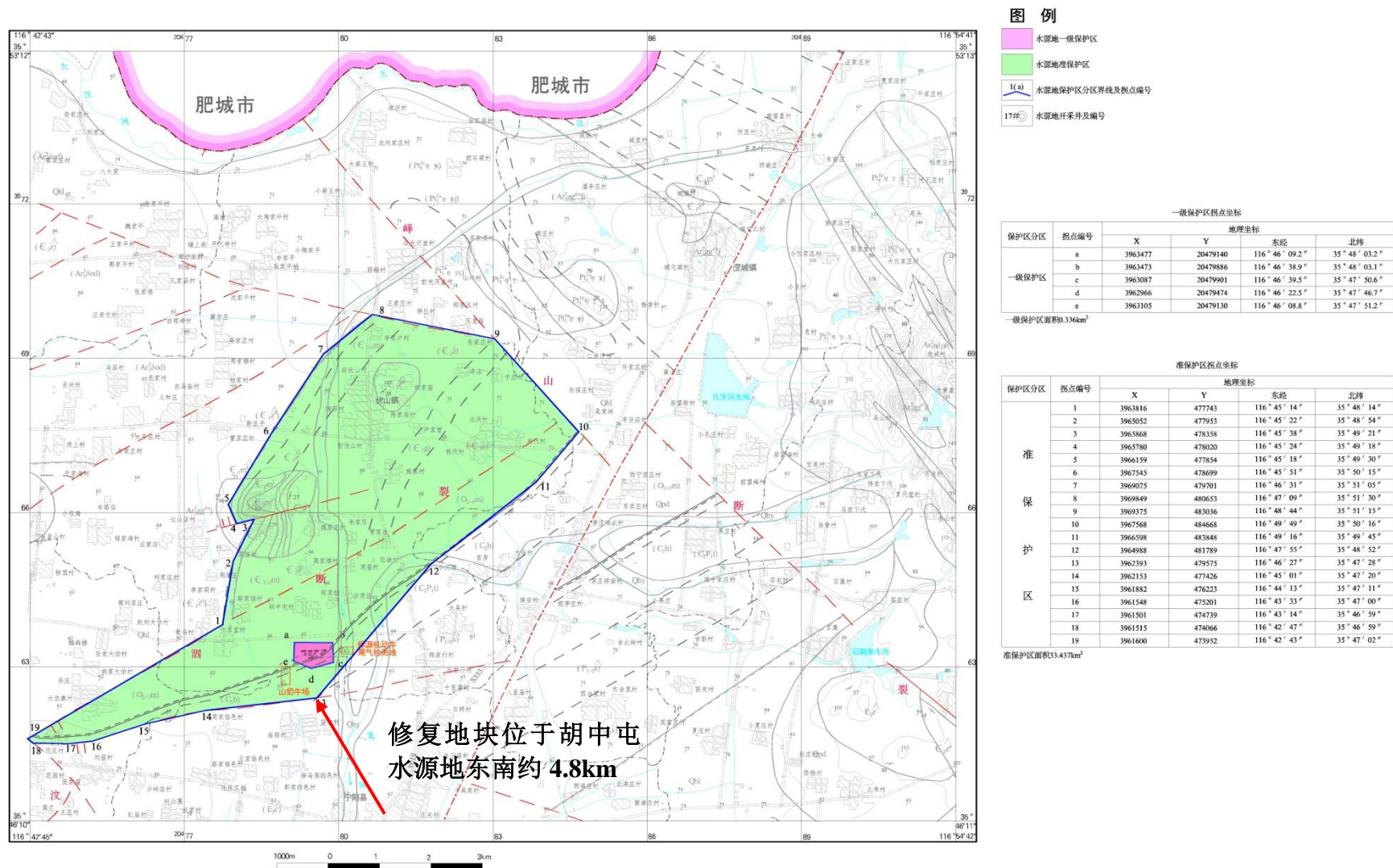


图 3.2-2 调查地块与胡中屯水源保护区位置关系图



图例

- 水源地一级保护区
- 水源地准保护区
- 水源地保护区分区界线
- 3# 水源地开采井及编号

一级保护区拐点坐标

保护区分区	拐点编号	地理坐标			
		X	Y	东经	北纬
一级保护区	a	3956386.3	20470472.7	116° 40' 24.9"	35° 44' 12.4"
	b	3956360.8	20470873.8	116° 40' 40.9"	35° 44' 11.6"
	c	3955888.7	20470843.9	116° 41' 06.9"	35° 43' 50.3"
	d	3955914.2	20470442.7	116° 40' 25.3"	35° 43' 51.9"

准保护区拐点坐标

保护区分区	拐点编号	地理坐标			
		X	Y	东经	北纬
准保护区	1	3956696	20467940	116° 38' 44"	35° 44' 22"
	2	3957140	20469830	116° 39' 59"	35° 44' 37"
	3	3956746	20469696	116° 39' 54"	35° 44' 24"
	4	3958306	20473016	116° 42' 06"	35° 45' 15"
	5	3956652	20473877	116° 42' 40"	35° 44' 21"
	6	3955977	20472818	116° 41' 58"	35° 43' 59"
	7	3955269	20471909	116° 41' 22"	35° 43' 36"
	8	3954798	20469188	116° 39' 34"	35° 43' 21"
	9	3954011	20469037	116° 39' 28"	35° 42' 55"
	10	3953543	20467377	116° 38' 22"	35° 42' 40"
	11	3953281	20466983	116° 38' 07"	35° 42' 31"
	12	3953313	20466117	116° 37' 32"	35° 42' 32"
	13	3952957	20465616	116° 37' 12"	35° 42' 21"
	14	3953826	20464708	116° 36' 36"	35° 42' 49"
	15	3956500	20465058	116° 36' 49"	35° 44' 15"

1000m 0 1 2 3km

图 3.2-3 调查地块与庞庄屯水源保护区位置关系图

3.2.5 修复地块地质和水文条件

根据《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤污染状况调查与风险评估项目水文地质勘察报告》(上海广联环境岩土工程股份有限公司, 2019 年 11 月)。

(1) 地层岩性

本地块所属范围为第四系河湖相沉积地层, 最大勘探深度(25.0m)范围内, 将本区地层分为五层, 从上至下岩性分述如下:

①人工填土层 (Q^{ml}): 总厚度为 0.7~1.6m 不等, 主要由杂填土、素填土组成。素填土在该区域大部分分布, 颜色呈灰褐色, 以粉质粘土为主; 杂填土, 杂色, 在局部小范围分布。层厚在 0.6m~1.2m, 层底高程 50.27~51.02 米。

②粉质粘土 (Q_4^{3al+dl}): 呈黄褐色, 可塑, 土质不均, 切面光滑, 含零星钙化物, 在场地大部区域分布。层厚在 0.7m~7.5m, 层底高程 44.24~51.04 米。

③粉质粘土 (Q_4^{3al+dl}): 呈灰褐色, 可塑, 土质不均, 切面光滑, 含氧化物。在场地大部区域分布。层厚在 6.8m~11.0m, 层底高程 40.47~44.67 米。

④中砂 (Q_4^{3al+dl}): 呈黄褐色, 密实, 饱和, 主要矿物成分为长石、石英为主, 含零星砾石, 在场地内有连续分布。层厚在 10.9m~21.1m, 层底高程 30.82~41.02 米。

⑤粉质粘土 (Q_4^{3al+dl}): 呈黄褐色, 可塑, 土质不均, 含氧化物及钙化物。在场地分布连续且稳定。层厚在 19.0m~25.0m, 层底高程 26.62~32.62 米。地块内钻孔柱状图见图 3.2-4, 工程地质剖面图见图 3.2-5。

钻孔柱状图



图 例



绘制人员	谭宗曦	审核人员	王小冬	绘制日期	2019.10.21
------	-----	------	-----	------	------------

图 3.2-4 地块钻孔柱状图 (1)

钻 孔 柱 状 图

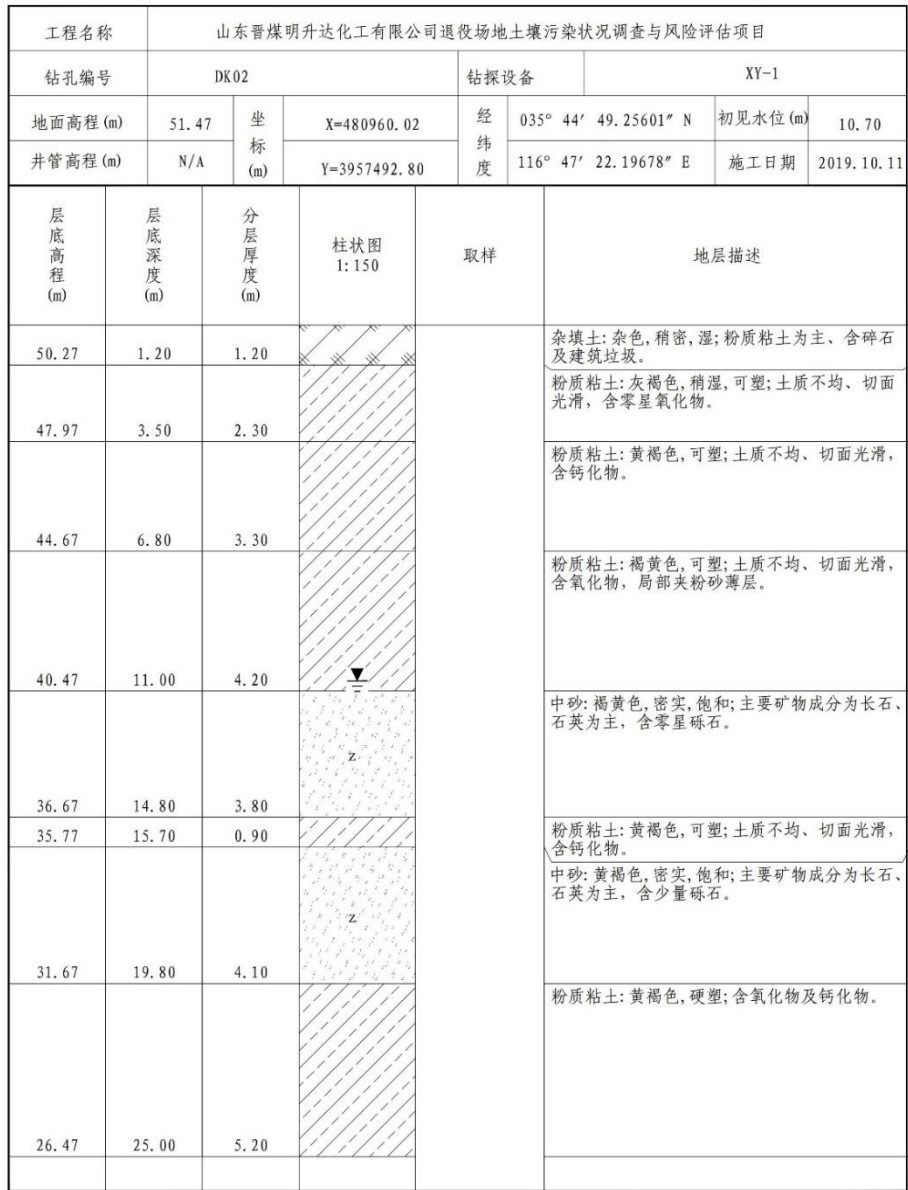


图 例



绘制人员	谭宗曦	审核人员	王小冬	绘制日期	2019.10.21
------	-----	------	-----	------	------------

图 3.2-4 地块钻孔柱状图 (2)

钻孔柱状图

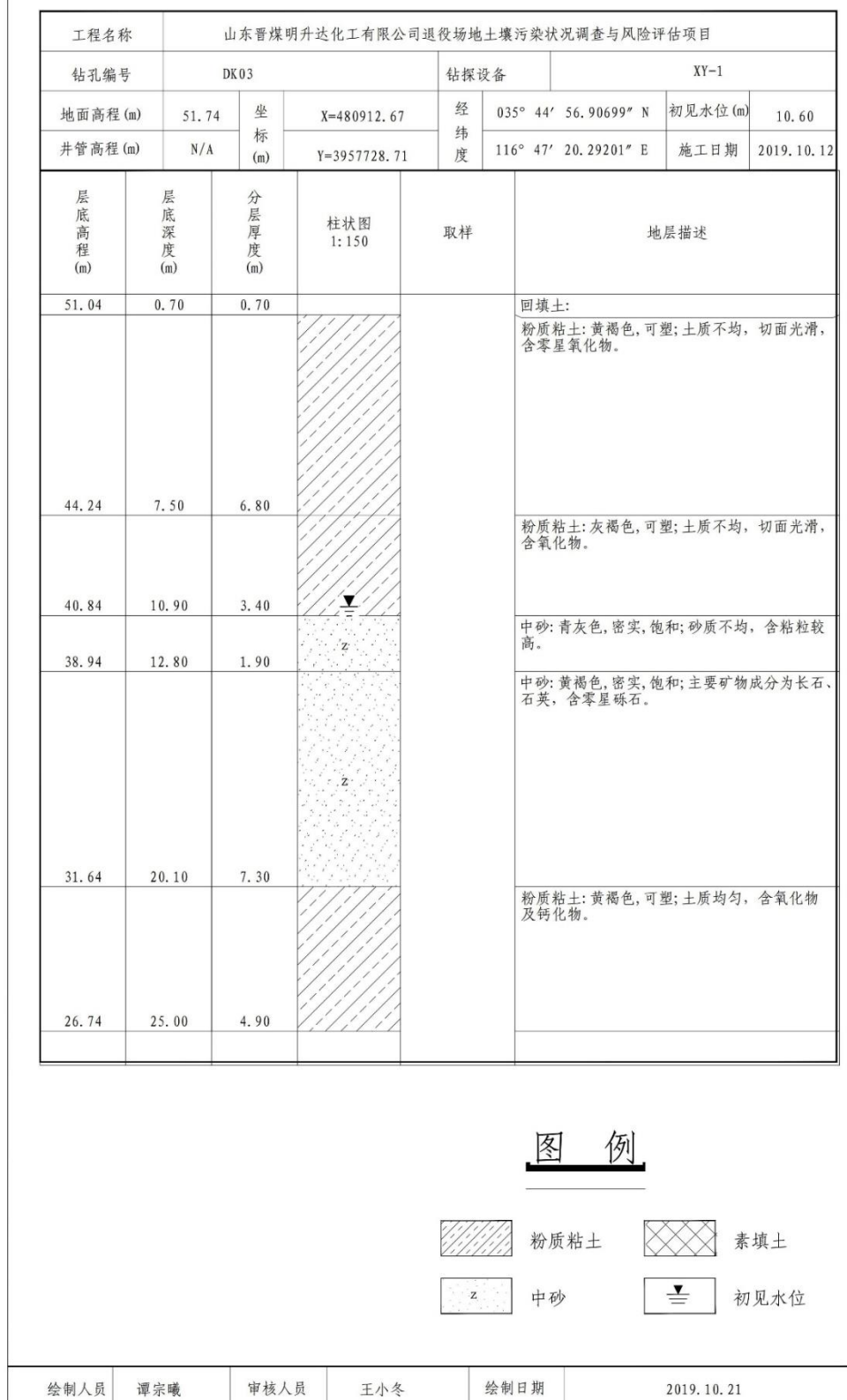


图 3.2-4 地块钻孔柱状图 (3)

钻 孔 柱 状 图

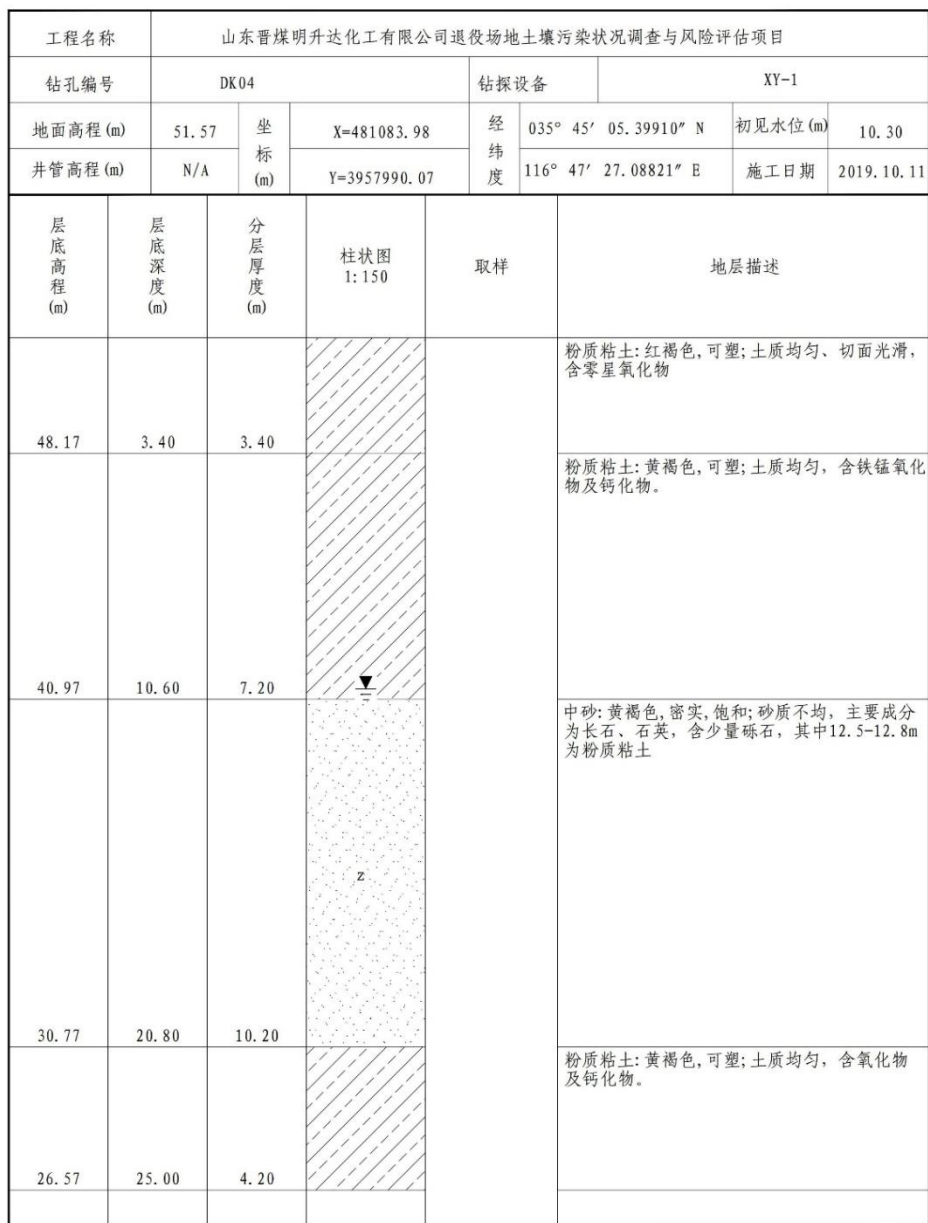


图 例



绘制人员	谭宗曦	审核人员	王小冬	绘制日期	2019.10.21
------	-----	------	-----	------	------------

图 3.2-4 地块钻孔柱状图 (4)

钻 孔 柱 状 图

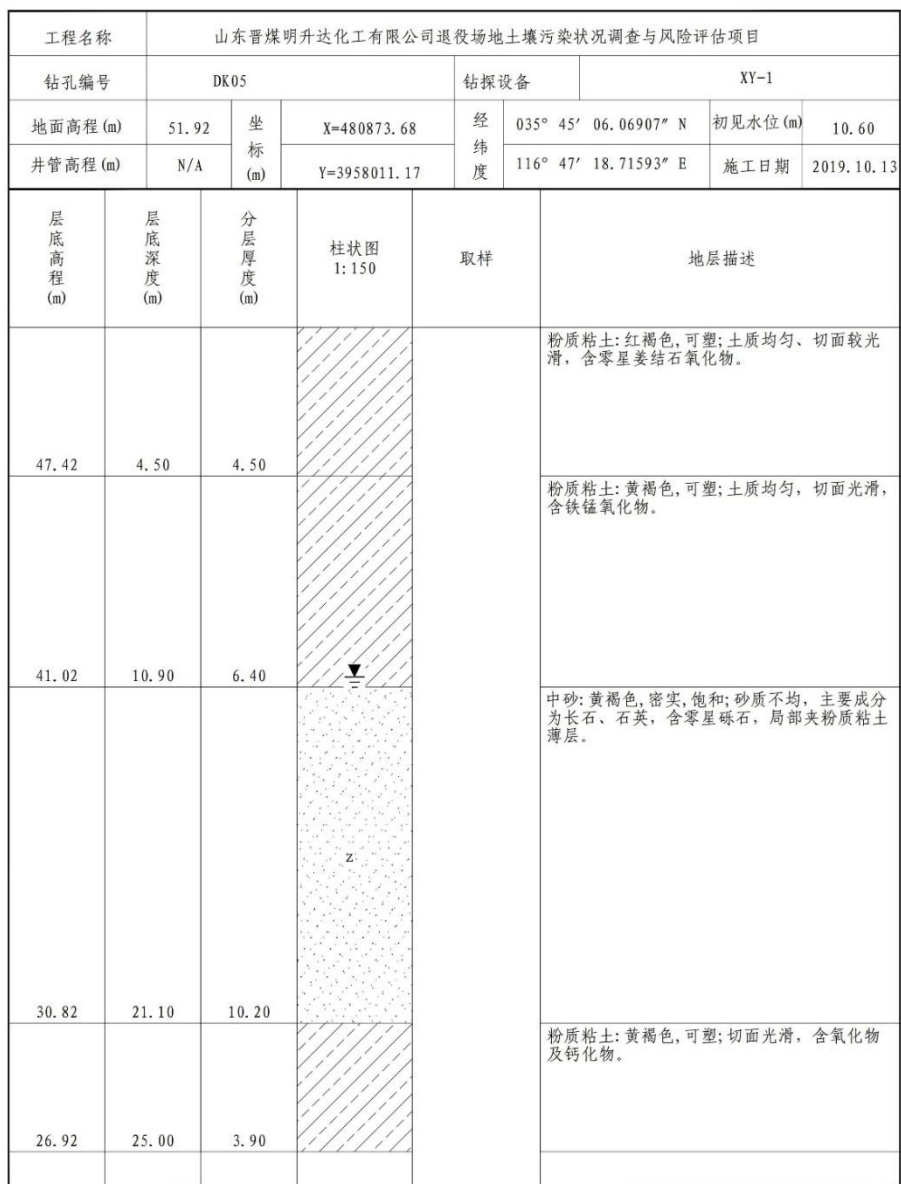
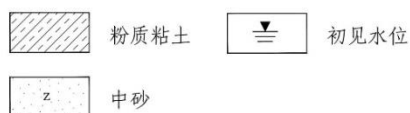


图 例



绘制人员	谭宗曦	审核人员	王小冬	绘制日期	2019.10.21
------	-----	------	-----	------	------------

图 3.2-4 地块钻孔柱状图 (5)

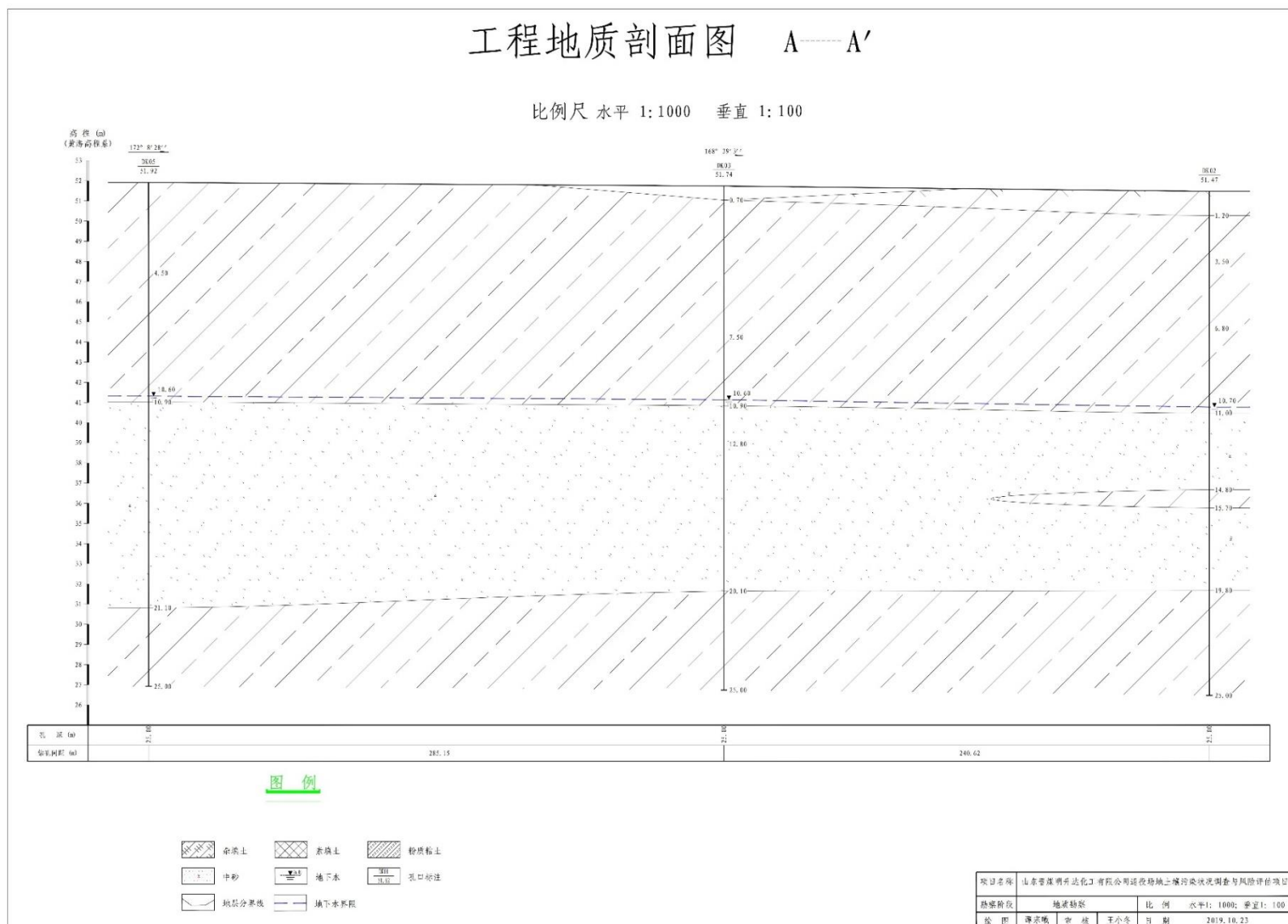


图 3.2-5 工程地质剖面图 (1)

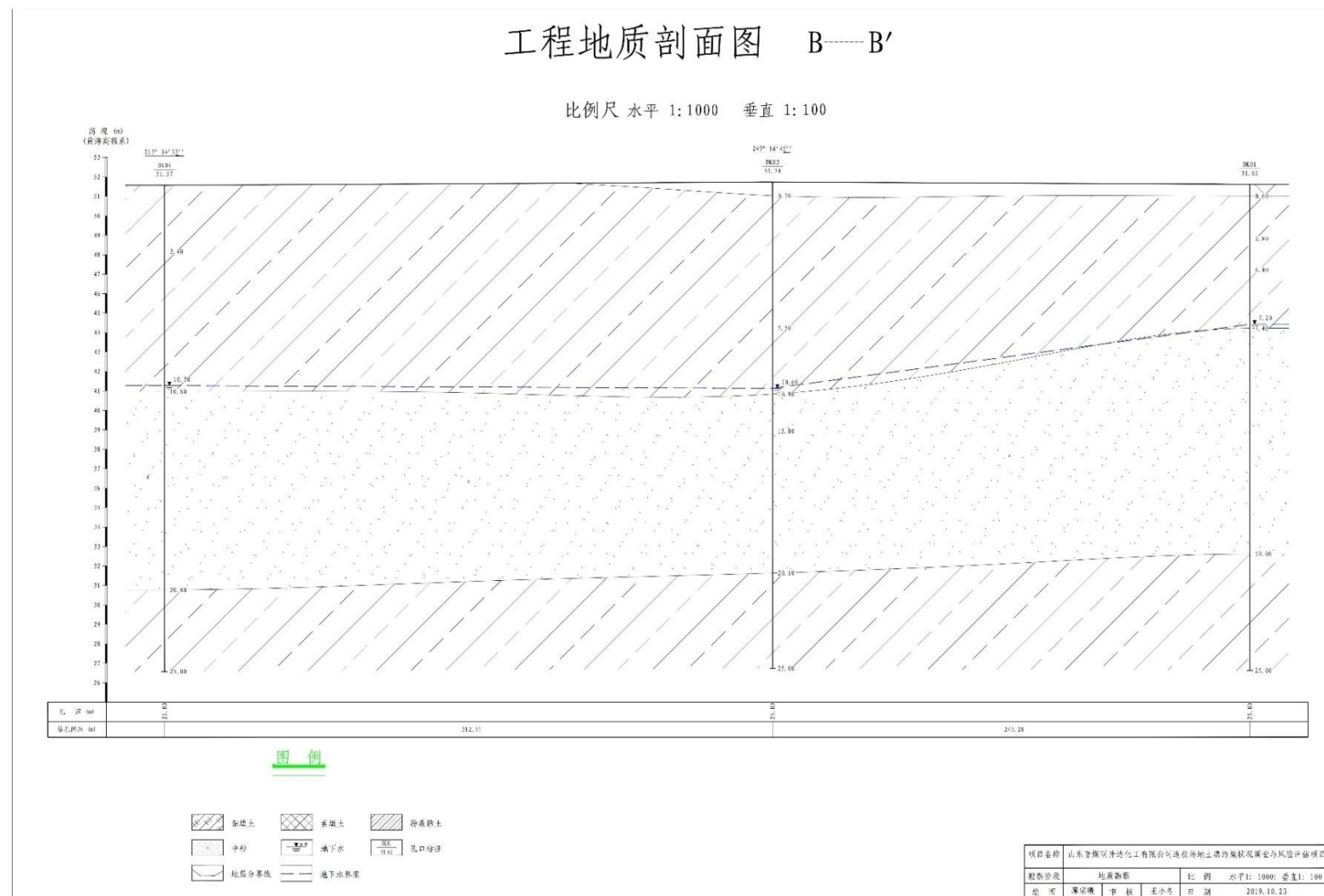


图 3.2-5 工程地质剖面图 (2)

(2) 地下水分布条件

根据本次现场勘探揭露地下水情况及地下水监测结果，场地地表以下 25.0m（最大勘探深度）范围内主要分布的浅层地下水类型为潜水，初见水位埋深为 7.2m~10.7m。根据地勘钻孔周边已施工监测井水位埋深显示，稳定水位埋深为 6.18-7.25m，稳定水位标高为 45.28-45.44m。潜水含水层整体位于第④层中砂土，即赋存于中砂中。西南侧地下水水位最深，总体地块由东北向西南侧径流。地块等水位线详见图 3.2-6。



图 3.2-6 地下水等水位线图

3.3 地块调查评价结论

《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤污染状况调查报告》经评审后上报，并在泰安市生态环境局备案。报告中地块调查评价结论如下：

3.3.1 第一阶段调查结论

第一阶段土壤污染状况调查是以资料收集、现场踏勘和人员访谈为主的污染识别阶段。通过该阶段对本地块生产历史情况的分析，以及对前期调查结论等因素的分析，认为本地块可能存在污染风险，应开展第二阶段以布点采样分析为主的土壤污染状况调查。

通过第一阶段的调查，分析可能对调查地块土壤和地下水产生影响的特征污染物。

(1) 该厂区主要产品为合成氨、氨水、碳酸氢铵、尿素、甲醇等，主要原料为煤，工艺包括造气、脱硫、压缩、脱碳、铜洗等。从原辅料、产品、催化剂、中间产物、生产工艺分析，结合对各生产环节特征污染物的分析统计，本地块特征污染物有多环芳烃类、石油烃、苯酚、氰化物、甲醇、碳酸丙烯酯等有机污染物；砷、汞、铜、铁、铝等金属；另外还有硫化物以及氨氮。

(2) 该厂有橡胶防老剂生产历史，生产环节中涉及丙酮、对氨基苯酚、甲基异丁基酮、甲酸、苯胺、二甲苯、丙酮、甲苯、盐酸等物质。

(3) 2015 年山东省环境保护科学研究设计院编制的《山东晋煤明升达退城进园土壤污染风险评估报告》、《山东晋煤明升达退城进园土壤污染治理与修复可行性研究报告》中砷、苯、萘、1,2-二溴-3-氯丙烷、乙苯、苯胺为超风险污染物，因此本次调查将砷、苯、萘、1,2-二溴-3-氯丙烷、乙苯、苯胺均列为特征污染物。

因此本地块初步识别的特征因子包括多环芳烃类、石油烃、苯酚、氰化物、甲醇、碳酸丙烯酯、砷、汞、铜、铁、铝、硫化物、氨氮、丙酮、对氨基苯酚、甲基异丁基酮、甲酸、苯胺、二甲苯、甲苯、盐酸、苯、1,2-二溴-3-氯丙烷、乙苯。

由于甲醇、碳酸丙烯酯、铁、铝、硫化物、丙酮、甲基异丁基酮、甲酸、盐酸均为低毒或无毒物质，因此以上物质未纳入需检测的特征因子，对氨基苯酚性质不稳定，具有强还原性，易被空气中氧气氧化，在自然中难以直接存在，因此也未纳入需检测的特征因子。2015 年开展的该地块调查中，氰化物最大检出浓度为 7.49mg/kg，不超过当时制定的评价标准，也未超过当前《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），综合考虑未将其纳入检测因子。

综上可知，从识别的特征因子中，最终确定的特征污染物为：多环芳烃类、石油烃、砷、汞、铜、氨氮、苯胺、二甲苯、甲苯、苯、苯酚、1,2-二溴-3-氯丙烷、乙苯。

3.3.2 第二阶段调查结论

（1）初步采样调查结论

① 土壤

本次初步采样共布设土壤采样点位 119 个，含 2 个对照点位。采集样品总数为 680 个，筛选后送检样品 439 个（含平行样品 40 个），送检率 58.68%，检测项目为《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600—2018）中要求的基本 45 项，以及该地块特征污染物石油烃、氨氮、1,2-二溴-3-氯丙烷、萘烯、萘、芴、菲、芘、苯并（g,h,i）芘、蒽、荧蒽、苯酚。

由于土壤中石油烃、氨氮、1,2-二溴-3-氯丙烷、萘烯、萘、芴、菲、芘、苯并（g,h,i）芘、蒽、荧蒽、苯酚没有对应的筛选值标准，因此采用《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）中规定的默认参数，推导计算得出筛选值，经计算 1,2-二溴-3-氯丙烷、萘烯、萘、芴、菲、芘、苯并（g,h,i）芘、蒽、荧蒽、苯酚浓度未超过基于人体健康风险评估计算的筛选值，氨氮浓度未超过基于人体健康风险、室内空气标准以及嗅阈值的风险评估限值。

土壤中有有机物共检出 31 种，包括 1,2-二氯乙烷、氯仿、苯、甲苯、四氯乙烯、乙苯、间&对二甲苯、邻-二甲苯、苯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、1,2-二溴-3-氯丙烷、硝基苯、苯胺、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、蒎、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽、蔡、萘烯、萘、芴、菲、芘、苯并（g,h,i）芘、蒽、荧蒽、总石油烃、苯酚等。31 种有机物中，有机污染物检出率最高的为总石油烃，检出率为 58.33%。其余挥发性/半挥发性有机物中最大检出率为 10.48%（蒎），最大浓度 4.2mg/kg，点位为 A14，深度为表层。检出率最低的为 1,2-二氯乙烷、1,2-二溴-3-氯丙烷，检出率为 0.23%，仅 1 个样品有检出，最大检出浓度分别为 0.0219mg/kg、0.0136mg/kg，检出点位为 A43、D08，深度分别为 10.2-10.5m 以及 0.7-1.0m。

本次调查共检测的 7 项重金属的检出率除六价铬外，均为 100%。其中地块

内各采样点，铜最大检出浓度为 757.00mg/kg，最大浓度检出点位为 B08，最大浓度所处深度为 6.0m。铅最大检出浓度为 217.00mg/kg，最大浓度检出点位为 F06，最大浓度所处深度为 0.5m。镍最大检出浓度为 57.00mg/kg，最大浓度检出点位 E08，最大浓度所处深度为 0.5m。镉最大检出浓度为 0.94mg/kg，最大浓度检出点位为 D03，最大浓度所处深度为 12.0m。汞最大检出浓度为 6.19mg/kg，最大浓度检出点位为 A19，最大浓度所处深度为 0.5m。砷最大检出浓度为 19.6mg/kg，最大浓度检出点位为 B06、A38，所处深度均为 6.0m。六价铬未检出。

根据对比《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第一类用地筛选值及管制值，土壤中 1,2,3-三氯丙烷、并(a)芘、二苯并(a,h)蒽最大浓度均超过了标准中对应的筛选值。根据《污染地块土壤环境管理办法（试行）》要求，本地块应开展土壤环境详细调查和风险评估。

②地下水

本次初步调查共采集地下水样品个数 24 个（含 2 个对照样和 3 个平行样），检测有机污染物、重金属污染物、地下水质量常规指标等共计 126 项（《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中表 1 的常规 37 项、另外涵盖《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600—2018）中规定的 45 项基本项、石油烃、1,2-二溴-3-氯丙烷、多环芳烃（萘烯、萘、芴、菲、芘、苯并（g,h,i）芘、蒽、荧蒽）等）。参照《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的Ⅳ类标准以及《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）判断地块内地下水污染情况。

根据《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》（生态环境部南京环境科学研究所，2020.8）中检测报告。经统计，本次调查地下水样品检测的有机污染物中，石油烃有少量检出，其余挥发性有机物、半挥发性有机物均无检出。石油烃有三个水样有检出，其中检出浓度最大的是 GW12，浓度为 0.14mg/L。不存在有机污染。检测结果详见表 3.3-1。

表 3.3-1 调查报告地下水有机污染物检测结果统计表（1）

序号	污染物	检测结果											
		GW01	GW02	GW03	GW04	GW05	GW06	GW07	GW08	GW09	GW10	GW11	GW12
1	三氯甲烷（μg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	四氯化碳（μg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	三氯甲烷（μg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	1,2-二氯乙烷（μg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	1,1,1-三氯乙烷（μg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	1,2-二氯丙烷（μg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	三溴甲烷（μg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	氯乙烯（μg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	1,1 二氯乙烯（μg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	顺式-1,2-二氯乙烯（μg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	反式-1,2-二氯乙烯（μg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	三氯乙烯（μg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13	四氯乙烯（μg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	氯苯（μg/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

序号	污染物	检测结果											
		GW01	GW02	GW03	GW04	GW05	GW06	GW07	GW08	GW09	GW10	GW11	GW12
15	1,2-二氯苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
16	1,4-二氯苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
17	1,2,3-三氯苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
18	1,2,4-三氯苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
19	乙苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20	间、对-二甲苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21	邻-二甲苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
22	苯乙烯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
23	六氯丁二烯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
24	苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25	甲苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
26	异丙苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
27	2,2-二氯丙烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
28	溴氯甲烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
29	1,1,-二氯丙烯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

序号	污染物	检测结果											
		GW01	GW02	GW03	GW04	GW05	GW06	GW07	GW08	GW09	GW10	GW11	GW12
30	二溴甲烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
31	一溴二氯甲烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
32	顺-1,3-二氯丙烯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
33	反-1,3-二氯丙烯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
34	二溴氯甲烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
35	1,2-二溴乙烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
36	1,1,1,2-四氯乙烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
37	溴苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
38	1,1,2,2, -四氯乙烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
39	1,2,3,-三氯丙烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
40	正丙苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
41	2-氯甲苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
42	1,3,5-三甲基苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
43	4-氯甲苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
44	叔丁基苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

序号	污染物	检测结果											
		GW01	GW02	GW03	GW04	GW05	GW06	GW07	GW08	GW09	GW10	GW11	GW12
45	1,2,4-三甲基苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
46	仲丁基苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
47	1,3-氯苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
48	4-异并基甲苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
49	正丁基苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
50	1,2-二溴-3-氯丙烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
51	1,1-二氯乙烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
52	萘 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
53	蒽 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
54	荧蒽 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
55	苯并[b]荧蒽 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
56	苯并[a]芘 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
57	苯并[a]蒽 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
58	苯并[k]荧蒽 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
59	蒎 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

序号	污染物	检测结果											
		GW01	GW02	GW03	GW04	GW05	GW06	GW07	GW08	GW09	GW10	GW11	GW12
60	茚并[1,2,3-cd]芘 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
61	二苯并(a,h)蒽 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
62	五氯酚 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
63	2,4,6-三氯酚 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
64	二氢茈 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
65	茈 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
66	芴 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
67	菲 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
68	芘 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
69	苯并(g,h,i)芘 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
70	石油烃 (mg/L)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.14

表 3.3-1 调查报告地下水有机污染物检测结果统计表 (2)

序号	污染物	检测结果											
		GW13	GW14	GW15	GW16	GW17	GW18	GW19	GW-DZ01	GW-DZ02	GW01 (平行)	GW02 (平行)	GW03 (平行)
1	三氯甲烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

序号	污染物	检测结果											
		GW13	GW14	GW15	GW16	GW17	GW18	GW19	GW-DZ01	GW-DZ02	GW01 (平行)	GW02 (平行)	GW03 (平行)
2	四氯化碳 (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	三氯甲烷 (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	1,2-二氯乙烷 (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	1,1,1-三氯乙烷 (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	1,2-二氯丙烷 (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	三溴甲烷 (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	氯乙烯 (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	1,1 二氯乙烯 (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	顺式-1,2-二氯乙烯 (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	反式-1,2-二氯乙烯 (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	三氯乙烯 (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13	四氯乙烯 (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	氯苯 (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
15	1,2-二氯苯 (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

序号	污染物	检测结果											
		GW13	GW14	GW15	GW16	GW17	GW18	GW19	GW-DZ01	GW-DZ02	GW01 (平行)	GW02 (平行)	GW03 (平行)
16	1,4-二氯苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
17	1,2,3-三氯苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
18	1,2,4-三氯苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
19	乙苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20	间、对-二甲苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21	邻-二甲苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
22	苯乙烯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
23	六氯丁二烯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
24	苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25	甲苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
26	异丙苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
27	2,2-二氯丙烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
28	溴氯甲烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
29	1,1,-二氯丙烯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

序号	污染物	检测结果											
		GW13	GW14	GW15	GW16	GW17	GW18	GW19	GW-DZ01	GW-DZ02	GW01 (平行)	GW02 (平行)	GW03 (平行)
30	二溴甲烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
31	一溴二氯甲烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
32	顺-1,3-二氯丙烯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
33	反-1,3-二氯丙烯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
34	二溴氯甲烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
35	1,2-二溴乙烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
36	1,1,1,2-四氯乙烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
37	溴苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
38	1,1,2,2, -四氯乙烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
39	1,2,3,-三氯丙烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
40	正丙苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
41	2-氯甲苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
42	1,3,5-三甲基苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
43	4-氯甲苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

序号	污染物	检测结果											
		GW13	GW14	GW15	GW16	GW17	GW18	GW19	GW-DZ01	GW-DZ02	GW01 (平行)	GW02 (平行)	GW03 (平行)
44	叔丁基苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
45	1,2,4-三甲基苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
46	仲丁基苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
47	1,3-氯苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
48	4-异并基甲苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
49	正丁基苯 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
50	1,2-二溴-3-氯丙烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
51	1,1-二氯乙烷 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
52	萘 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
53	蒽 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
54	荧蒽 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
55	苯并[b]荧蒽 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
56	苯并[a]芘 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
57	苯并[a]蒽 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

序号	污染物	检测结果											
		GW13	GW14	GW15	GW16	GW17	GW18	GW19	GW-DZ01	GW-DZ02	GW01 (平行)	GW02 (平行)	GW03 (平行)
58	苯并[k]荧蒽 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
59	蒽 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
60	茚并[1,2,3-cd]芘 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
61	二苯并(a,h)蒽 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
62	五氯酚 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
63	2,4,6-三氯酚 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
64	二氢苊 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
65	苊 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
66	芴 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
67	菲 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
68	芘 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
69	苯并(g,h,i)芘 (μg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
70	石油烃 (mg/L)	--	--	--	--	--	--	--	0.02	0.09	--	--	--

地下水各检出指标评价结果见表 3.3-2。

表 3.3-2 地下水各检出指标筛选情况

序号	指标	单位	范围	标准	是否超标	筛选标准
1	pH 值	--	6.39-8.17	5.5-9.0	否	GB/T 14848-2017
2	硝酸盐	mg/L	573	30	是	GB/T 14848-2017
3	硫酸盐	mg/L	261	350	否	GB/T 14848-2017
4	氯化物	mg/L	208	350	否	GB/T 14848-2017
5	氟化物	mg/L	1.86	2.0	否	GB/T 14848-2017
6	氨氮	mg/L	43.5	1.50	是	GB/T 14848-2017
7	亚硝酸盐 (以 N 计)	mg/L	0.792	4.80	否	GB/T 14848-2017
8	锰	mg/L	1.75	1.50	是	GB/T 14848-2017
9	铁	mg/L	1.50	2.0	否	GB/T 14848-2017
10	钠	mg/L	78.3	400	否	GB/T 14848-2017
11	总硬度	mg/L	2260	650	是	GB/T 14848-2017
12	耗氧量	mg/L	92.5	10.0	是	GB/T 14848-2017
13	溶解性总固 体	mg/L	2560	2000	是	GB/T 14848-2017
14	阴离子表面 活性剂	mg/L	0.278	0.3	否	GB/T 14848-2017
15	色度	度	5	25	否	GB/T 14848-2017
16	浊度	NTU	200	10	是	GB/T 14848-2017
17	肉眼可见物	--	有	无	是	GB/T 14848-2017
18	硒	mg/L	0.0014	0.1	否	GB/T 14848-2017
19	铝	mg/L	0.225	0.50	否	GB/T 14848-2017
20	铜	mg/L	0.04	1.5	否	GB/T 14848-2017
21	镍	mg/L	0.015	0.1	否	GB/T 14848-2017
22	汞	mg/L	0.00033	0.002	否	GB/T 14848-2017
23	砷	mg/L	0.0006	0.05	否	GB/T 14848-2017
24	石油烃	mg/L	0.14	0.3	否	GB5749-2006

地下水中的有毒有害指标锰超过了《地下水质量标准》(GB/T14848)中的Ⅳ类标准,考虑到本地块地下水不作为饮用水源,且地下水中锰无暴露途径,因

此对地下水中锰不作进一步要求。

地下水质量常规指标中的氨氮、总硬度、耗氧量、溶解性总固体、浊度、肉眼可见物、硝酸盐等指标超过了《地下水质量标准》(GB/T14848)中的Ⅳ类水标准。另外,氨氮浓度不超过基于人体健康风险、室内空气标准以及嗅阈值的风险评估地下水浓度限值。

(2) 详细采样调查结论

本次详查共布设土壤采样点位 45 个。采集样品总数为 259 个,筛选后送检样品 187 个(含平行样品 17 个),送检率 65.64%,筛选参照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中的第一类用地筛选值。

本次详查检测有机污染物共 38 项。检出物质有 4 种,包括二氯甲烷、顺式-1,2-二氯乙烯、氯仿、苯,检出率均较低,经对比所有污染物均未超过筛选值。

本次详查检测重金属铜、铅、镍、镉、汞、砷、六价铬共计 7 项,除六价铬外均有检出,检出率均为 100%。所有重金属污染物均未超过筛选值。

详查氨氮共送检 187 个土壤样品,检出 165 个土壤样品,检出率为 88.24%。氨氮最大值出现在 H14(煤场区域)点位的 0.5m 深度,为 249.00mg/kg,未超过计算的氨氮限值。

3.3.3 第三阶段土壤污染状况调查

第三阶段土壤污染状况调查主要工作内容包括地块特征参数和受体暴露参数的调查。

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019),地块特征参数包括不同代表位置和土层或选定土壤样品的理化性质分析数据,如土壤 pH 值、容重、有机碳含量、含水率等参数。该部分内容详见水文地质调查章节。

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019),受体暴露参数包括地块及周边地区土地利用方式、人群及建筑物等相关信息。均参考该导则推荐值。

3.3.4 土壤污染状况调查结论

根据本次调查结果,土壤中的 1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽最大浓度均超过了《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中的第一类用地标准。根据《污染地块土壤环境管理办法(试

行)》要求,本地块应开展进一步的风险评估工作。

本地块共有 10 个点位即 A05、A08、A13、A14、A25、A27、B01、D08、H01、H04 存在土壤样品超过筛选值的情况,见图 3.3-1。从分布情况看,主要集中在氨合成区、尿素生产区、橡胶防老剂生产区和煤场。超筛选深度大部分位于表层,最深为 6.0m。

1,2,3-三氯丙烷的超筛选值点位和深度分别是 A05 (5.7-6.0m)、A08 (0.2-0.5m)、A25 (0.2-0.5m)、B01 (4.3-4.5m、5.8-6.0m)、D08 (0.7-1.0m)、H01 (0.2-0.5m)、H04 (0.3-0.5m),分布于氨合成区、尿素生产区、橡胶防老剂生产区和煤场。苯并(a)芘的超筛选值点位和深度分别是 A13 (0.2-0.5m)、A14 (0.2-0.5m)、A27 (0.2-0.5m),均位于氨合成区。二苯并(a,h)蒽的超筛选值点位和深度是 A14 (0.2-0.5m),位于氨合成区。超筛选值点位情况见图 3.3-1。

分析土壤超筛选值物质 1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽与地块生产历史的相关性。从生产工艺、原辅材料等因素分析均未找到 1,2,3-三氯丙烷的相关性,分析可能源自某生产环节中产生的中间产物或环境衍生物;苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽属于多环芳烃类物质,超筛选值点位所在区域为氨合成区,该区域主要生产活动是以煤为原料合成氨,采用工艺流程包括固定层间歇法造气、湿式氧化法脱硫、中低变换、碳丙法脱除二氧化碳、铜洗精炼,在此过程中会产生多环芳烃类物质。因此,苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽的来源可追溯。



图 3.3-1 土壤超筛选值点位图

3.3.5地块风险评估结论

《山东晋煤明升达化工有限公司退役地块土壤污染风险评估报告》（生态环境部南京环境科学研究所，2020.5）给出的地块风险评估结论如下：

该地块土壤中最终确定的风险评估关注污染物有三个：1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽。地下水中不含风险评估关注污染物。本次人体健康风险评估按照第一类用地方式下的 6 种土壤污染物暴露途径进行评估：（1）经口摄入

土壤；（2）皮肤接触土壤；（3）吸入土壤颗粒物；（4）吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物；（5）吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物；（6）吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物。结合《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）中规定的默认参数以及地块实测参数，经计算得出结论：本地块土壤中有 3 种有机污染物（1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽）的风险不可接受。

综合风险评估计算得出的超风险污染物控制值、污染物的筛选值和管制值以及土壤中污染物的饱和浓度确定该地块土壤超风险污染物 1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽的修复目标值分别为 0.05mg/kg、0.55mg/kg、0.55mg/kg。修复区块的划分从保守出发，将超风险点位四周最近的非污染点位连线形成多边形，作为建议的修复区域，计算得出修复区域总面积为 7900.38m²。

修复层厚按照超风险污染层深度分别向上和向下至无风险层位厚度计算，修复土方量为修复区块面积与修复层厚的乘积，计算出本地块共计需修复土方量 12967.74m³。

3.4 地块修复方案

3.4.1 修复目标

根据《山东晋煤明升达化工有限公司退役地块土壤污染风险评估报告》（生态环境部南京环境科学研究所，2020.5），该地块土壤中修复目标污染物 1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽的修复目标值分别为 0.05 mg/kg、0.55 mg/kg、0.55 mg/kg。

表 3.4-1 地块修复目标一览表

污染物	修复目标
1,2,3-三氯丙烷	0.05 mg/kg
苯并(a)芘	0.55 mg/kg
二苯并(a,h)蒽	0.55 mg/kg

3.4.2 修复范围

《山东晋煤明升达化工有限公司退役地块土壤污染风险评估报告》（生态环境部南京环境科学研究所，2020.5）：

本地块超风险点位分布较为分散，考虑到泰森多边形方法划分的边界污染存在一定的不确定性，此次修复区块的划分从保守出发，将超风险点位四周最近的

非污染点位连线形成多边形,作为建议的修复区域。本地块需修复点位包括:A05、A08、A13、A14、A25、A27、B01、D08、H01、H04,各区块编号以各超风险点位编号计。其中,H04 由于北侧靠近厂界围墙缺少一个控制点,因此将 H14、H15 点向厂界作垂直线,以此圈定的范围作为修复区域。按照以上划分方法划分修复区块见图 3.4-1 所示,统计各修复区块拐点坐标见表 3.4-2 所示,计算各修复区块面积见表 3.4-3。经统计,修复区域总面积为 7900.38m²。

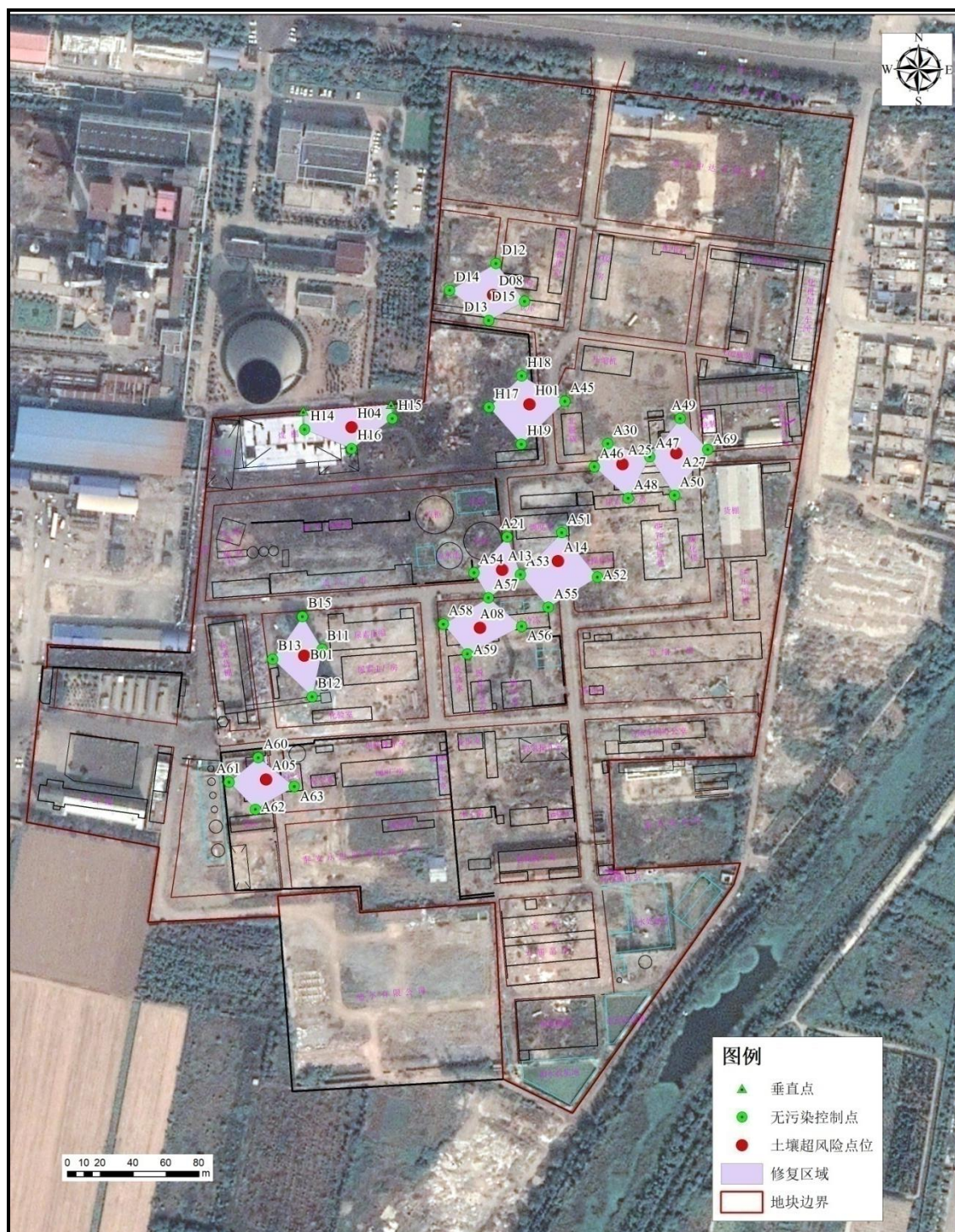


图 3.4-1 修复区域示意图

表 3.4-2 各修复区块拐点坐标

修复区域编号	拐点	坐标			
		X 坐标	Y 坐标	经度	纬度
A05	A60	3957637.239	480754.1516	116°47'13.99"	35°44'53.93"
	A61	3957622.369	480736.4575	116°47'13.29"	35°44'53.44"
	A62	3957605.769	480752.4416	116°47'13.93"	35°44'52.91"
	A63	3957619.576	480776.1469	116°47'14.87"	35°44'53.36"
A08	A56	3957717.011	480914.5018	116°47'20.37"	35°44'56.53"
	A57	3957734.425	480894.2073	116°47'19.56"	35°44'57.09"
	A58	3957718.417	480866.7186	116°47'18.46"	35°44'56.57"
	A59	3957700.161	480881.4953	116°47'19.05"	35°44'55.98"
A13	A21	3957771.24	480905.7277	116°47'10.97"	35°44'58.20"
	A53	3957748.411	480913.6396	116°47'20.33"	35°44'57.55"
	A54	3957749.609	480885.4545	116°47'19.21"	35°44'57.58"
	A57	3957734.425	480894.2073	116°47'19.56"	35°44'57.06"
A14	A51	3957773.931	480938.8559	116°47'21.33"	35°44'58.38
	A52	3957746.981	480960.4914	116°47'22.19"	35°44'57.50"
	A53	3957748.411	480913.6396	116°47'20.33"	35°44'57.55"
	A55	3957728.609	480930.6439	116°47'21.01"	35°44'56.91"
A25	A30	3957828.059	480966.7557	116°47'22.67"	35°45'00.28"
	A46	3957813.941	480958.6176	116°47'22.11"	35°44'59.68"
	A47	3957820.123	480992.3649	116°47'23.46"	35°44'59.88"
	A48	3957794.849	480979.2099	116°47'22.93"	35°44'59.06"
A27	A47	3957820.123	480992.3649	116°47'23.46"	35°44'59.88"
	A49	3957843.269	481010.9150	116°47'24.19"	35°45'00.63"
	A50	3957796.643	481007.3421	116°47'24.05"	35°44'59.12"
	A69	3957824.446	481027.5252	116°47'24.86"	35°45'00.02"
B01	B11	3957703.154	480793.0007	116°47'15.53"	35°44'56.07"
	B12	3957674.141	480786.9138	116°47'15.29"	35°44'55.13"

	B13	3957697.020	480762.8834	116°47'14.33"	35°44'55.87"
	B15	3957722.961	480781.1099	116°47'15.06"	35°44'56.71"
D08	D12	3957937.630	480898.8662	116°47'19.72"	35°45'03.68"
	D13	3957902.956	480894.3497	116°47'19.55"	35°45'02.56"
	D14	3957921.229	480870.6947	116°47'18.60"	35°45'03.15"
	D15	3957914.503	480916.0611	116°47'20.44"	35°45'02.94"
H01	H17	3957850.164	480894.6289	116°47'19.56"	35°45'00.85"
	H18	3957869.191	480914.3878	116°47'20.35"	35°45'01.47"
	H19	3957827.786	480914.3049	116°47'20.34"	35°45'00.12"
	A45	3957853.826	480940.6635	116°47'21.40"	35°45'00.97"
H04	H14	3957836.713	480782.4009	116°47'15.10"	35°45'00.40"
	H15	3957843.324	480835.7472	116°47'17.22"	35°45'00.62"
	H16	3957825.129	480810.9834	116°47'16.24"	35°45'00.30"
	垂足 1	3957847.85658	480781.682728	116°47'15.06"	35°45'0.79"
	垂足 2	3957851.940	480834.997435	116°47'17.20"	35°45'0.93"

表 3.4-3 各修复区块面积统计表

序号	修复区域编号	面积 (m ²)
1	A05	626.89
2	A08	827.55
3	A13	525.73
4	A14	1067.58
5	A25	598.87
6	A27	811.96
7	B01	752.97
8	D08	801.70
9	H01	952.87
10	H04	934.26
总计		7900.38

注：各区域编号以各超风险点位编号计

3.4.3修复深度和修复方量

本地块共计需修复土方量 12967.74m³。修复量统计情况详见表 3.4-4。

表 3.4-4 污染土壤修复量统计表

区块编号	修复深度范围 (m)	修复层厚 (m)	修复面积 (m ²)	修复量(m ³)
A05	4.5-7.5	3	626.89	1880.67
A08	0-1.0	1	827.55	827.55
A13	0-1.0	1	525.73	525.73
A14	0-1.0	1	1067.58	1067.58
A25	0-1.0	1	598.87	598.87
A27	0-1.0	1	811.96	811.96
B01	2.5-7.5	5	752.97	3764.85
D08	0.5-2.5	2	801.70	1603.40
H01	0-1.0	1	952.87	952.87
H04	0-1.0	1	934.26	934.26
总计			7900.38	12967.74

按修复深度划分区块，具体见图 3.4-2、图 3.4-3、图 3.4-4、图 3.4-5。统计各修复区域的修复深度、修复面积、修复污染因子信息见图 3.4-6。

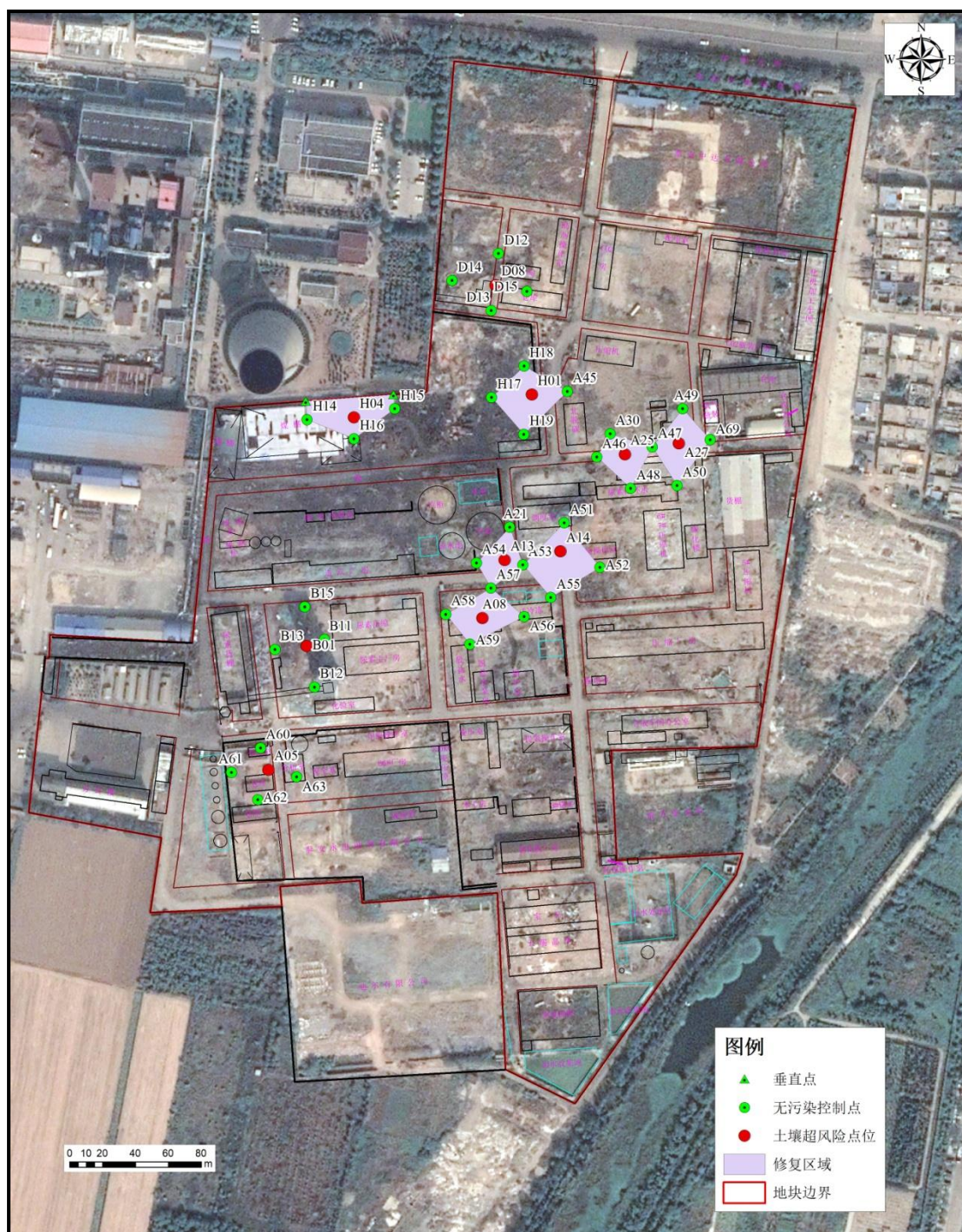


图 3.4-2 本地块修复区域（修复深度 0-1.0m）

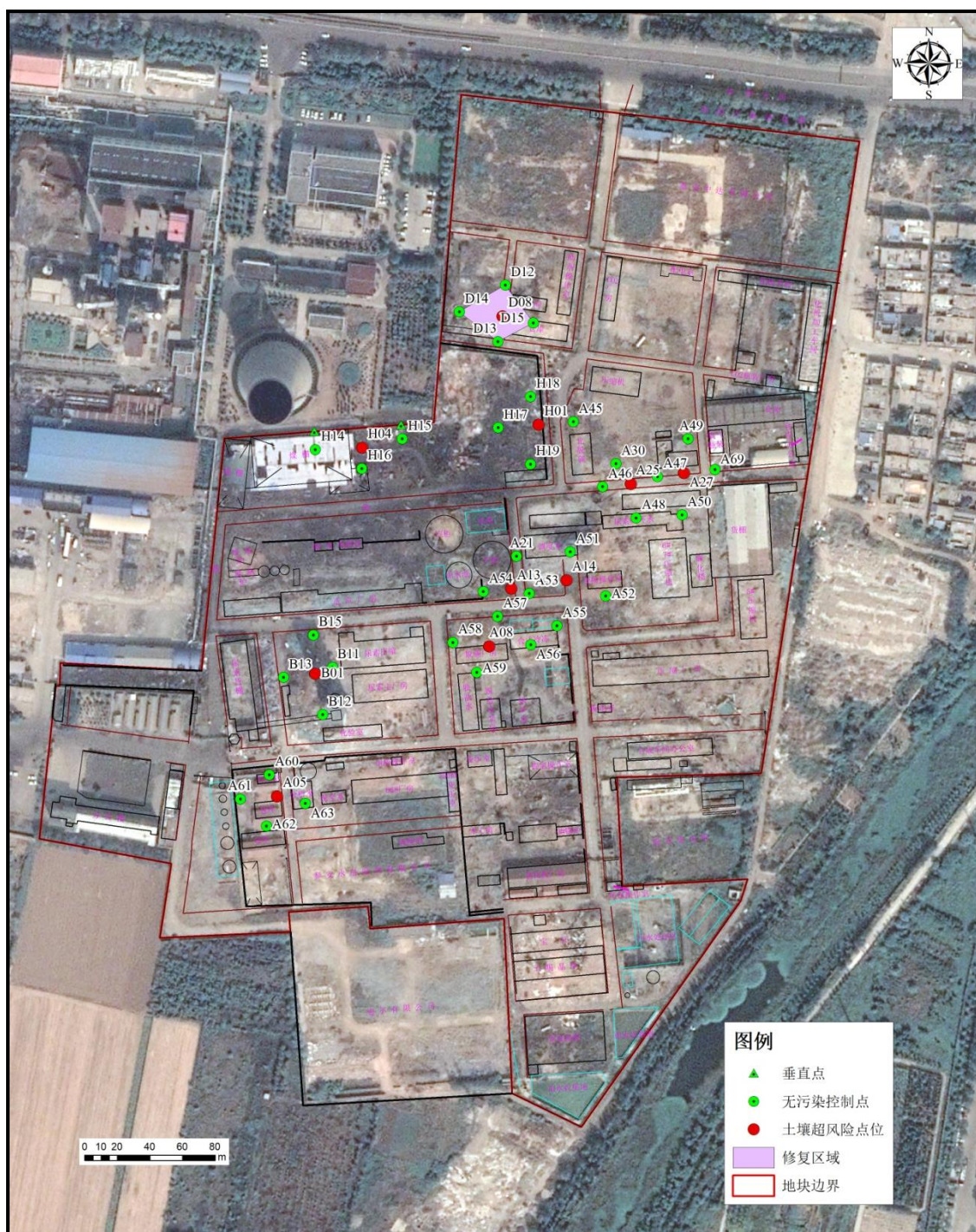


图 3.4-3 本地块修复区域（修复深度 0.5-2.5m）

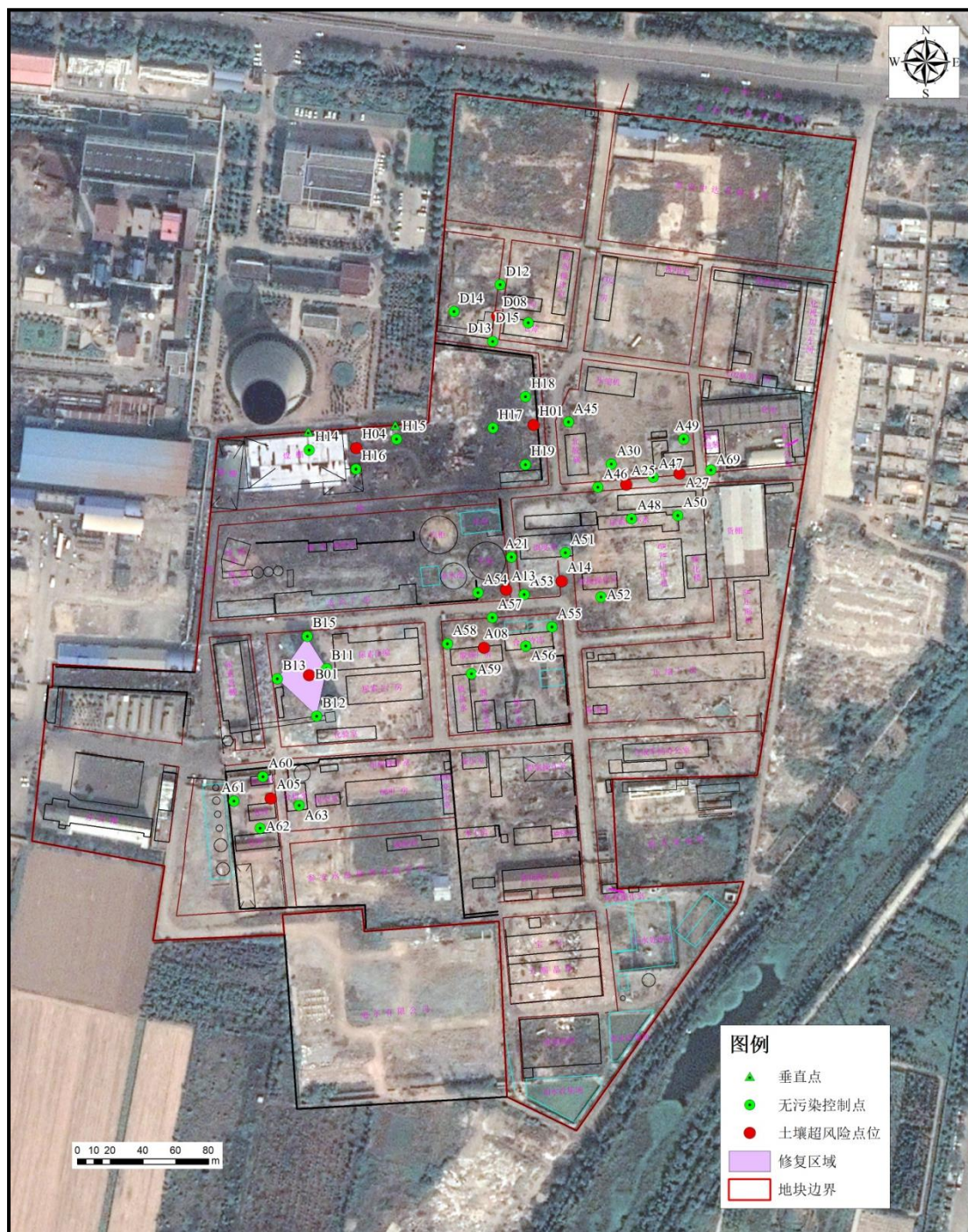


图 3.4-4 本地块修复区域（修复深度 2.5-7.5m）

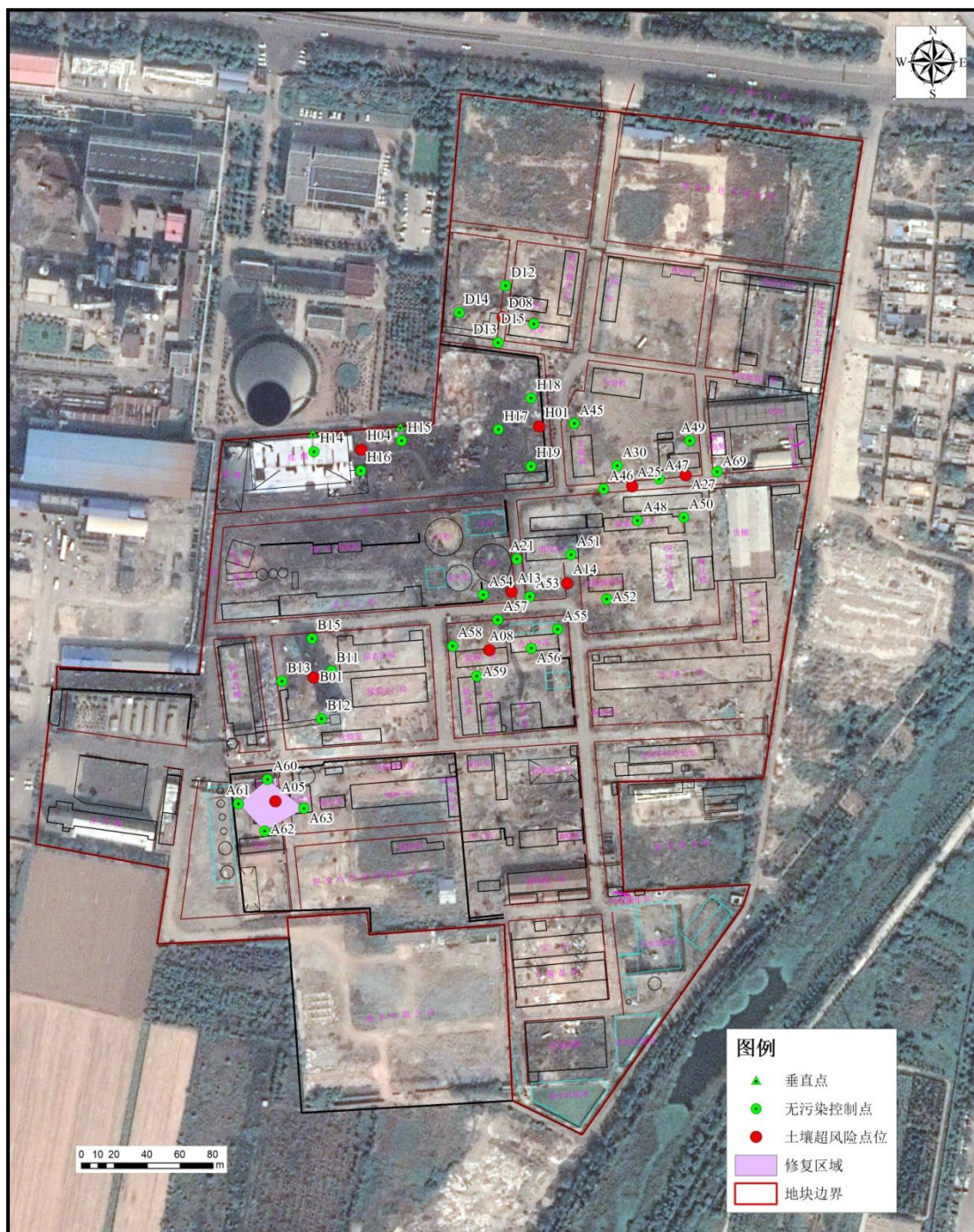


图 3.4-5 本地块修复区域（修复深度 4.5-7.5m）

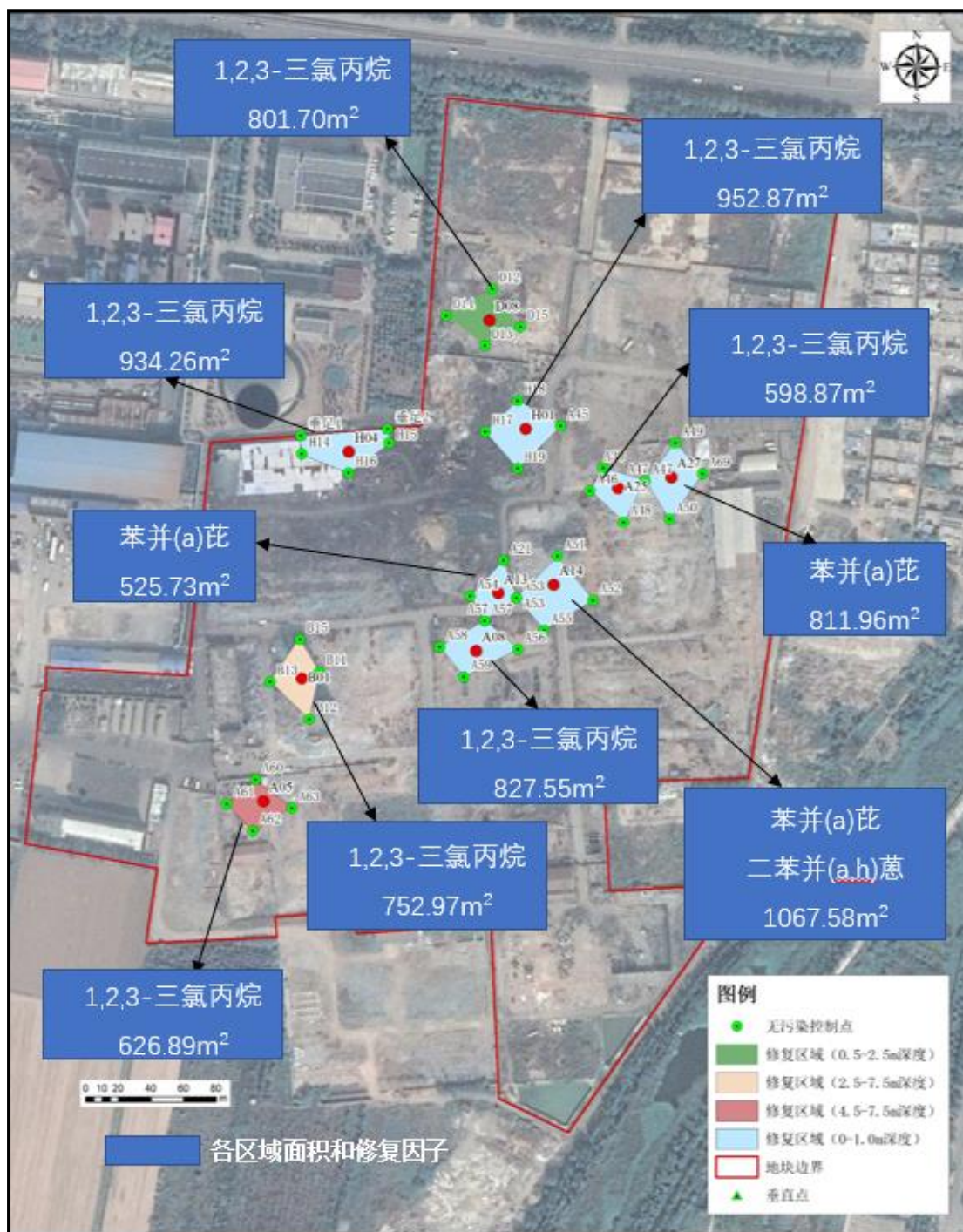


图 3.4-6 各修复区域修复深度、修复面积、修复因子统计图

3.4.4修复技术

根据《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》（生态环境部南京环境科学研究所，2020.8），本次修复地块采用的修复技术如下：

(1) 修复模式

地块修复模式选用原地异位处理。原地异位处理是指将地块污染土壤进行清理，在地块范围内对土壤中污染物进行处理后，并在地块内资源化利用。修复工

程基本在地块范围内完成,污染土壤在修复过程中以及修复结束后都不离开地块,可有效避免污染土壤转移处理可能造成的二次污染。

(2) 修复技术

根据筛选表以及备选修复技术分析,将几种备用技术进行评估,参照《工业企业场地环境调查评估和修复工作指南(试行)》修复技术综合评估评分工具表进行评分,确定了化学氧化技术为最合适本场地的修复技术。

化学氧化技术使用药剂:根据小试结果,初步建议使用药剂为过硫酸钠及氧化钙。过硫酸钠投加比 1/150,氧化钙投加比 1/1000,反应时长约 336 个小时。

(3) 修复技术路线

异位化学氧化技术修复技术流程大致由以下几个部分组成,修复方案技术路线见图 3.3-7。

- ①测量放线后将污染土壤挖掘运输至处理区域;
- ②将污染土壤破碎、筛分,筛除建筑垃圾及其它杂物;
- ③利用专业设备进行药剂喷洒和混合;
- ④通过多次搅拌将修复药剂与污染土壤充分混合,使修复药剂与目标污染物充分接触;
- ⑤监测、调节污染土壤反应条件,直至自检结果显示目标污染物浓度满足修复目标要求;
- ⑥通过效果评估的修复土壤回填。

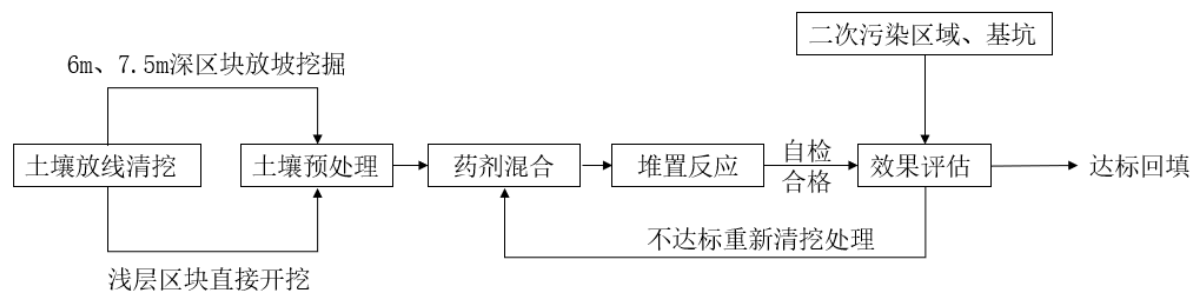


图 3.4-7 修复技术路线图

(4) 关键技术参数

影响异位化学氧化技术修复效果的关键技术参数包括:污染物的性质、浓度、药剂投加比、土壤渗透性、土壤活性性物质总量或土壤氧化剂耗量 (Soil Oxidant Demand, SOD)、氧化还原电位、pH、含水率和其它土壤地质化学条件。

①土壤活性性物质总量：氧化反应中，向污染土壤中投加氧化药剂，除考虑土壤中还原性污染物浓度外，还应兼顾土壤活性还原性物质总量的本底值，将能消耗氧化药剂的所有还原性物质质量加和后计算氧化药剂投加量。

②药剂投加比：根据修复药剂与目标污染物反应的化学反应方程式计算理论药剂投加比，并根据实验结果予以校正。

③pH：根据土壤初始 pH 条件和药剂特性，有针对性的调节土壤 pH，一般 pH 范围 4.0~9.0。常用的调节方法如加入硫酸亚铁、硫磺粉、熟石灰、草木灰及缓冲盐类等。

④含水率：对于异位化学氧化/还原反应，土壤含水率宜控制在土壤饱和持水能力的 90% 以上。

表 3.4-5 化学氧化技术工艺参数及技术要求

技术名称	原地异位化学氧化修复技术		
技术分类	原地异位/化学氧化		
修复介质	有机污染土壤		
目标污染物	1,2,3-三氯丙烷	苯并(a)芘	二苯并(a,h)蒽
修复目标 (mg/kg)	0.05	0.55	0.55
技术要求	(1) 设备配置要求：需配套土壤试剂混合搅拌设备。		
	(2) 设备处理能力要求：建议设备处理能力为 15-20m ³ /h。		
	(3) 在投加药剂前，应根据药剂特性调节土壤 pH。		
	(4) 含水率宜控制在土壤饱和持水能力的 90% 以上。		
	(5) 设置合理的堆置反应时间，使土壤与化学试剂充分接触反应达到修复效果。		
	(6) 污染土壤修复质量要求：按照本方案最终确定的有机污染物修复目标执行。		
	(7) 尾气排放要求：执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996) 表 2 中 II 级标准和《恶臭污染物排放标准》(GB 14554-1993) 等相关大气环境排放标准。		
	(8) 检测要求：对修复后土壤进行取样检测，采样数量按照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》中要求采样，并对大气做好监测。		

(5) 系统构成和主要设备

修复系统包括土壤预处理系统、药剂混合系统和防渗系统等。

①预处理系统。对开挖出的污染土壤进行破碎、筛分或添加土壤改良剂等。该系统设备包括破碎筛分铲斗、挖掘机、推土机等。

②药剂混合系统。将污染土壤与药剂进行充分混合搅拌，按照设备的搅拌混合方式，可分为两种类型：采用内搅拌设备，即设备带有搅拌混合腔体，污染土

壤和药剂在设备内部混合均匀；采用外搅拌设备，即设备搅拌头外置，需要设置反应池或反应场，污染土壤和药剂在反应池或反应场内通过搅拌设备混合均匀。该系统设备包括行走式土壤改良机/翻抛机、土壤搅拌机等。

③防渗系统为反应池或是具有抗渗能力的反应场，能够防止外渗，并且能够防止搅拌设备对其损坏，通常做法有两种，一种采用抗渗混凝土结构，一种是采用防渗膜结构加保护层。

（6）运行维护和监测

异位化学氧化反应进行过程中，应监测污染物浓度变化，判断反应效果。通过监测残余药剂含量、中间产物、氧化还原电位、pH 及含水率等参数，根据数据变化规律判断反应条件并及时加以调节，保证反应效果，直至修复完成。异位化学氧化技术所需要的工程维护工作较少，如采用碱激活过硫酸盐氧化时需要监测并维持一定的 pH 值。使用氧化剂时要根据氧化剂的性质，按照规定进行存储和使用，避免出现危险。

3.4.5 二次污染防治措施

根据《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》（生态环境部南京环境科学研究所，2020.8），本次修复地块要求采取的环保措施如下：

（1）水污染控制

①施工期间，基坑渗水、土壤处理产生废水、堆放渗水、车辆清洗废水、含污染物冲洗废水和径流、生活废水等都统一收集，检测达标后纳管排放；

②采取防雨手段（搭棚或覆盖），减少进入污染土堆的雨水量。

（2）扬尘和废气污染控制

①挖掘过程

A、施工单位必须选用符合国家卫生防护标准的施工机械设备和运输工具，采用专业设备比如雾炮控制扬尘确保其废气排放符合国家有关标准；

B、在对污染区域进行挖掘时，应注意按具体污染程度安排挖掘进度。避免重度污染土壤大量暴露在空气中散发恶臭和异味；

C、对挖掘产生臭味，采取的环保措施包括：

a) 采用生物类除臭剂彻底去除臭味，保证施工人员的健康与安全；

b) 挖掘土壤时，如果出现异味较重现象，则停止挖掘作业，对周围空气进

行除臭，然后，一边缓慢挖土，一边喷洒气味抑制药剂；

c) 用雨布及时遮盖临时堆场的土堆，抑制异味转移到空气。

②暂存和修复过程

a) 对存在异味的污染土壤，在暂存和处理过程均需控制尾气逸散，控制办法包括建设密闭大棚及其尾气处理设施、喷洒气味抑制药剂、膜覆盖等等，可根据实际情况自行选用；

b) 运输垃圾、渣土、砂石的车辆必须取得“运输车辆准运证”，实行密闭式运输；

c) 尽可能将会产生大气污染的工序放在大气污染敏感点的下风向，为实现有效防止排放的达标废气气味对周边居民的产生感官影响，废气治理装置和排气筒的位置与周边商住区的距离不得小于 20 米，排气筒高度原则上不得高于 15 米。

(3) 固废污染控制

①尽可能地少在土壤未受到污染的地面上进行有关治理施工的活动，尽可能地缩小治理工作活动的范围；

②应避免在大风季节以及暴雨季节进行清挖施工作业；

③对地上废弃物(包括建筑垃圾)进行清理时，应采取分类处理处置的方法。对未受污染的废弃物，可按照一般废弃物进行处理处置。对受到污染的废弃物和建筑垃圾，应区别对待，妥善处理，严防产生二次污染。

④施工现场设立专门的废弃物临时储存场地，废弃物分类存放，分生活垃圾存放区、一般固废储存区和危险废物储存区，对有可能造成二次污染的废弃物必须单独储存在危险废物储存区，设置安全防范措施并有醒目标志。

⑤施工现场设置专门垃圾箱派专人管理和清理。

⑥修复治理过程中产生的危险废物按相关规定处置。

⑦污染土壤及固体废物的暂存场所要有防止飞扬、泄露、渗漏等措施，例如建设封闭空间、覆盖、铺设防渗层；

⑧废水废气治理产生的固废，经判别属于危险废物，要按照《固体废物污染环境防治法》等相关的管理要求进行最终处置。

(4) 噪声污染控制

污染土壤修复工作中，产生噪声的环保措施：

①高噪声设备布局远离居民区，运输线路尽量远离居民区，

②加强施工管理，尽量降低施工现场噪声。

③规范施工时间，尽量减少夜间施工，需要夜间施工应及时报批，采取有效措施避免扰民。

④维修、管理高噪音的器具，使设备处于低噪声、良好的工作状态，降低噪音污染。

⑤负压抽气泵和尾气处理设备的安装位置与周边已经存在和即将入住居民区的距离不少于 200 米。

3.4.6修复工程监理要求

3.4.6.1环境监理

一、环境监理工作范围

修复工程的环境监理主要是监测与评估修复过程中对周围环境的影响，主要是污染土壤异位化学氧化修复过程对周围环境的监测与评估。依据有关环境保护法律法规、技术规范和合同等，协助和指导建设单位全面落实修复工程施工过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事项，并开展专业化环境保护咨询和技术服务。

污染地块修复工程环境监理工作包括准备阶段环境监理、施工阶段环境监理和效果评估阶段环境监理。

二、环境监理工作程序

环境监理的工作程序包括：

（1）准备阶段环境监理

收集各类相关报告、法律法规、技术规范、合同等文件通过审查相关记录文件和现场踏勘核实地污染修复方案的实施情况，核实的内容包括污染场地修复范围、修复方式、污染土壤的最终处置、修复过程中的污染防治措施及效果等。编制环境监理方案。

（2）施工阶段环境监理

本地块施工阶段环境监理主要注意四个环节：

①开挖环节环境监理

- a) 应根据修复方案和施工方案核实确认污染土壤开挖范围；
- b) 应监督“三废”处置及去向；
- c) 应检查二次污染防治措施落实情况，宜开展相关监测，重点关注开挖施工过程中开挖区域周边、尾气排放口大气监测和噪声监测；
- d) 宜在开挖区域边界采样检测，评估开挖是否达到边界。监测点位布置可参照 HJ25.2 和 HJ25.5 中相关布点要求。

②土壤运输环节环境监理

- a) 应核查土壤转移路线是否合规；
- b) 监督二次污染防治措施落实情况，应核查污染土壤运输过程中的封闭措施。

③土壤暂存及预处理环节

- a) 应检查暂存及预处理设施建设是否符合环保相关要求，重点核查三防（防扬散、防流失、防渗漏）和密闭措施等是否到位。；
- b) 应开展暂存场所和预处理设施周边大气环境监测，监测布点方式参照 HJ25.2 相关要求。

④土壤修复环节环境监理要点如下：

- a) 应核查修复工艺、设备设施、材料、药剂等与施工方案相符性；
- b) 应检查修复药剂质量和数量是否符合修复方案和施工方案要求，例如添加的种类、顺序、比例和方式等；
- c) 应跟踪监督修复方案的实施情况，包括修复流程、主要环节、工艺参数等；
- d) 应开展二次污染防治监测，重点关注有机污染土壤修复过程中的尾气控制情况以及产生的废水、固废等收集处理情况，并在修复工程周边环境敏感点、地块边界等位置设置大气环境监测点；
- e) 关注中间产物的产生情况，必要时可针对中间产物进行监督监测；
- f) 对修复区域边界进行严格监督管理，宜在周边区域设置采样点，避免修复工程对周边土壤和地下水产生影响；
- g) 应跟踪监督施工单位自测过程，必要时可开展采样分析，初步核实修复效果。

⑤土壤回填环节环境监理要点如下：

- a) 应核实回填基坑底部和侧壁是否达标；
- b) 应核查回填方式和回填土壤质量是否符合施工方案和土地利用规划等要求；
- b) 应开展二次污染防治监测，重点关注回填过程大气监测。

(3) 效果评估阶段环境监理

环境监理机构应协助建设单位开展修复工程效果评估工作，并提供环境监理总结报告等相关资料。

3.4.6.2 工程监理

一、场地工程监理内容

建设项目的工程监理主要目的在于确保施工安全、质量、投资和工期等满足业主要求。但是对于修复项目，工程监理的内容主要是包括 3 部分：

- (1) 对工程安全进行监理；
- (2) 对建设工程部分的质量和投资进行监理，如土方开挖、土方运输和回填等；
- (3) 对施工进度进行监理。

二、工程监理工作程序

工程监理的工作程序包括：

(1) 准备工作

通过审查相关文件和现场踏勘，核实的工作内容包括，按工程建设进度、分专业编制工程建设监理实施细则等。

(2) 施工过程监理

按照监理细则进行建设工程部分的监理，其中包括进度控制、质量控制、造价控制、安全控制、合同管理、协调工程参建方的关系。

(3) 参加竣工验收

参与工程效果评估和竣工验收，签署建设监理意见。建设监理工作完成后，向甲方提交工程建设监理档案资料。

4 修复实施情况

4.1 修复工程基本情况

4.1.1 工程内容和规模

根据《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》设计，本次修复工程对地块内 10 个污染区域土壤进行修复，修复区域面积为 7900.38m²，需修复土方量 12967.74m³。所有污染土壤全部采用原地异位化学氧化修复技术进行修复，修复后土壤中污染物浓度需满足修复目标要求和 GB36600-2018 中第一类用地筛选值要求。

地块设计修复工程量如表 4.1-1 所示。

表 4.1-1 污染土壤修复工程修复量

区块编号	修复深度范围 (m)	修复层厚 (m)	修复面积 (m ²)	修复量(m ³)
A05	4.5-7.5	3	626.89	1880.67
A08	0-1.0	1	827.55	827.55
A13	0-1.0	1	525.73	525.73
A14	0-1.0	1	1067.58	1067.58
A25	0-1.0	1	598.87	598.87
A27	0-1.0	1	811.96	811.96
B01	2.5-7.5	5	752.97	3764.85
D08	0.5-2.5	2	801.70	1603.40
H01	0-1.0	1	952.87	952.87
H04	0-1.0	1	934.26	934.26
总计			7900.38	12967.74

4.1.2 工程目标

根据地块修复技术方案要求，修复后土壤需满足修复目标值要求，地块可用于后期开发建设。

4.1.3 修复工程实施进度

本项目《土壤修复工实施方案》于 2020 年 8 月 15 日通过内部评审，并于 2020 年 8 月办理项目环评手续，2020 年 8 月 27 日取得泰安市生态环境局宁阳分局环评批复。2020 年 8 月 28 日，山东华泽环保工程有限公司正式进场施工开始修复施工工作。2020 年 11 月，山东华泽环保工程有限公司编制完成《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复施工总结报告》。根据该报告和现场访谈，

项目施工竣工日期为 2020 年 11 月 13 日，实际工期约 78 天。

表 4.1-2 修复施工时间节点

序号	分项工程	开始时间	完成时间	施工工期（天）
一	修复前期施工准备			
1	项目部成立	2020.08.16	2020.08.16	1
2	正式进场	2020.08.28	2020.08.28	1
3	三通一平、临时设施建设	2020.08.28	2020.09.04	8
二	污染土壤清挖及修复			
1	开挖部位定位、测量放线	2020.09.05	2020.09.05	1
2	基坑开挖	2020.09.06	2020.09.16	11
3	污染土壤预处理加药	2020.09.06	2020.09.20	15
4	土壤养护	2020.09.06	2020.10.10	35
三	修复效果委托检测	2020.10.27	2020.10.27	1
四	修复土壤回填、场地平整、施工收尾	2020.11.06	2020.11.08	3
五	二次污染区域检测	2020.11.09	2020.11.09	1
六	工程竣工，设备、人员离场	2020.11.13	2020.11.13	1

4.1.4修复工程实施技术路线

本次修复施工对所有污染土壤均采取与原地异位化学氧化修复技术进行修复。本次修复施工具体实施技术路线详见图 4.1-1。

污染土壤分区清挖，清挖后使用密闭运输车运输至暂存区内（土壤养护区兼做土壤暂存区），由装载机将污染土壤转运至处理车间内进行预处理（破碎、筛分、调整含水率）和投加药剂。预处理并完成药剂投加后，转运至土壤养护区进行暂存养护。待养护期满足修复方案要求的时间后进行自检，自检合格后，进行修复效果评估检测，检测合格后则进行回填处置。

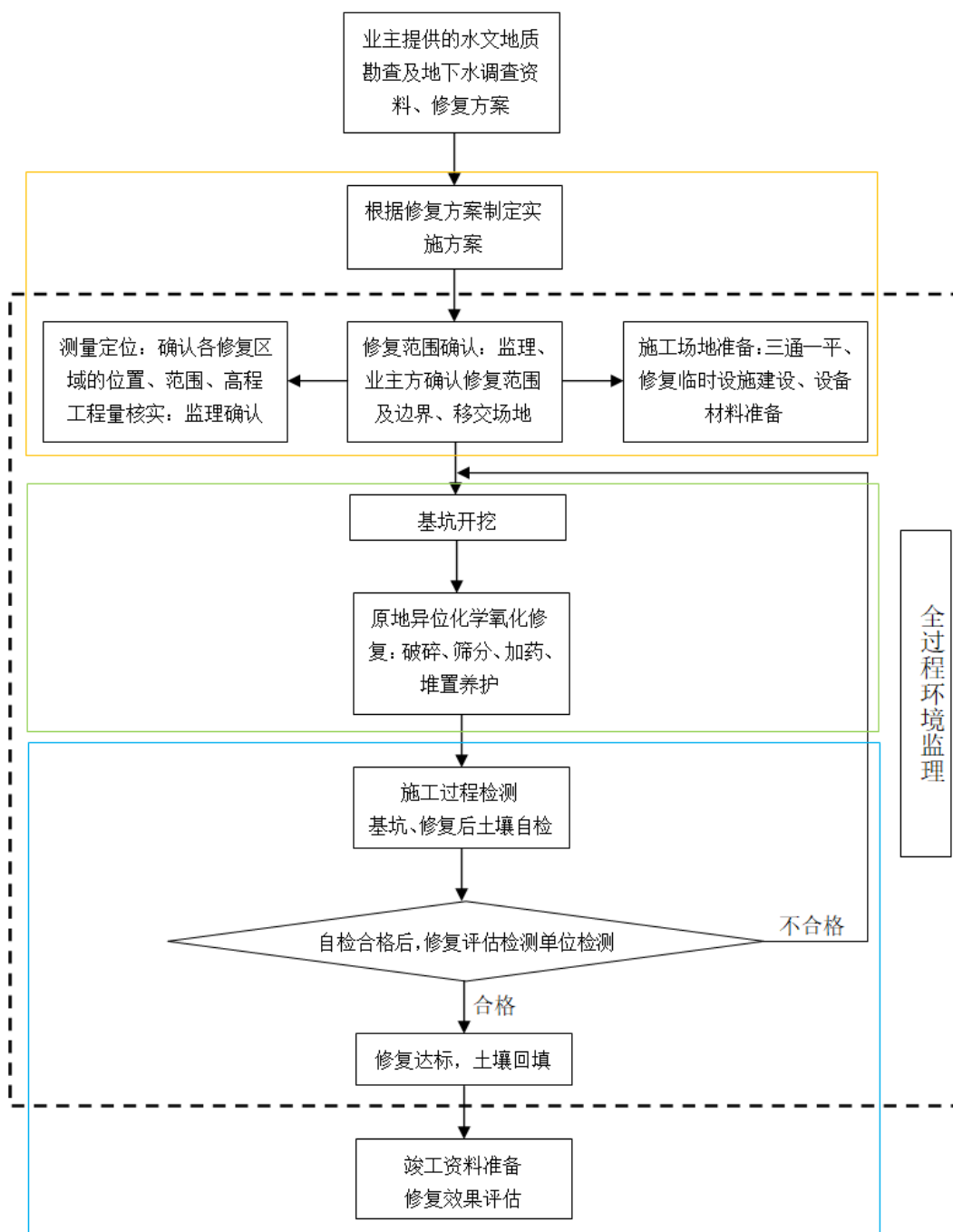


图 4.1-1 项目实施技术路线图

4.1.5 化学氧化修复工艺

(1) 技术原理

化学氧化修复技术是指将强氧化剂（如过硫酸盐、芬顿试剂、臭氧、过氧化氢、高锰酸钾等）添加到污染土壤中，当氧化剂接触到污染物时，污染物被化学分解（氧化）成为毒性更小的产物或无毒的产物（如二氧化碳、水、或氯离子等）。化学氧化技术主要方式有原位化学氧化（ISCO）和异位化学氧化。本项目污染土

壤选用异位化学氧化技术作为本地块的修复技术。

(2) 工艺参数

化学氧化技术处理能力和处理效果受多种参数的直接影响，如污染物特性、土壤 pH 及含水率、氧化药剂类型及投加比例、反应时间等。

山东华泽环保工程有限公司开展了小试研究，研究确定过硫酸钠投加比 1/150，氧化钙投加比 1/1000，养护时间为 336h。

表 4.1-3 化学氧化主要技术参数

项目	类型	要求
土壤性质参数	含水率	90%以上
	pH	4.0~9.0
药剂投加比例	过硫酸钠	投加比例 1:150
	氧化钙	投加比例 1:1000
反应时长	最短时长	336 小时
一体式土壤改良机	组成	筛分破碎机
		药剂给料系统
		主搅拌机
		皮带输送机
	破碎筛分粒径	<60mm
	处理能力	60m ³ /h
	搅拌轴转速	23r/min
	控制系统	PLC 控制系统

4.2 修复施工实施

4.2.1 修复工程施工准备

施工准备包括：项目部组建、劳动力、材料、设备等进场，施工总平面图布置，场地平整清理、修复临时设施建设等。

(1) 项目部组建、劳动力、材料、设备等进场

2020 年 8 月 16 日项目部成立，项目部由业主单位-山东晋煤明升达化工有限公司、施工单位-山东华泽环保工程有限公司、工程监理单位-宁阳鲁信建设监理有限公司、环境监理单位-山东汇力环保科技有限公司人员组成。

按照施工计划，2020 年 8 月 28 日，安排施工人员、材料、机械设备正式进场施工，以应对修复各阶段的需求。其中施工材料包括土工布、土工膜、药剂（硫

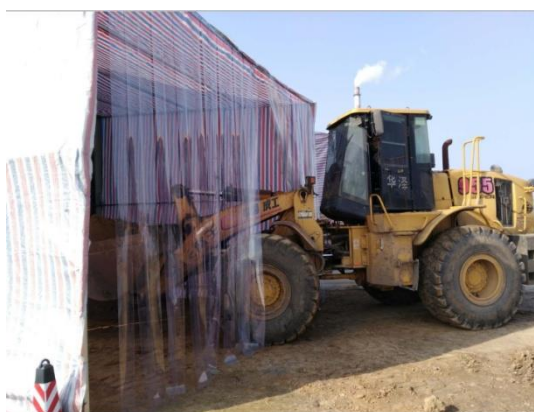
酸钠、氧化钙、除臭剂等)、彩条布、彩钢围挡板、防尘网、混凝土等;施工机械包括:土壤破碎筛分混合设备、挖掘机、铲车、封闭运输车、雾炮、PID 挥发性有机物快速检测仪等,部分施工机械配备情况见图 4.2-1。



土壤破碎筛分混合设备



挖掘机



铲土车



封闭运输车

图 4.2-1 部分施工机械配备

(2) 施工总平面图布置

本项目平面布置根据场地基本条件和工艺流程的需要,在满足防火、安全、卫生、环保等要求,符合规划要求的前提下,综合考虑各项辅助设施的功能,合理进行布置。施工现场总平面图布置内容主要包含现场办公区、药剂仓库、处理车间、土壤养护区、待检区、供水、供电、卫生、道路、消防等设施的情况布置。同时,施工利用场地现有道路作为施工便道。总平面布置图见图 4.2-2,修复作业区平面布置见图 4.2-3。各区域面积见表 4.2-1。



图 4.2-2 修复施工总平面布置图

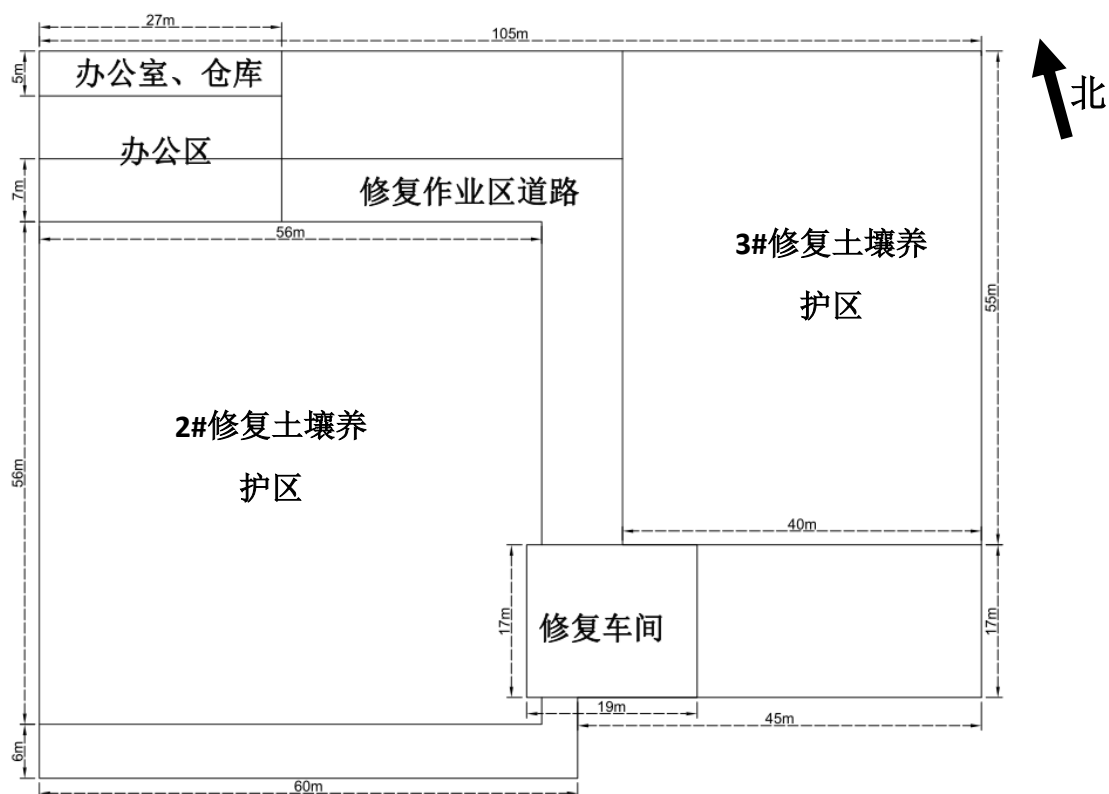


图 4.2-3 修复作业区平面布置图

表 4.2-1 修复施工各区域面积

序号	基坑		序号	修复作业区	
	修复区域编号	区域面积 (m ²)		区域名称	区域面积 (m ²)
1	A05	626.89	1	修复作业区	7920
2	A08	827.55	2	修复车间	323
3	A13	525.73	3	办公室	54
4	A14	1067.58	4	1#修复土壤养护区	2296
5	A25	598.87	5	2#修复土壤养护区	3136
6	A27	811.96	6	3#修复土壤养护区	2200
7	B01	752.97	/	/	/
8	D08	801.70	/	/	/
9	H01	952.87	/	/	/
10	H04	934.26	/	/	/

(3) 场地平整清理及修复临时设施建设

①施工围挡的搭建：施工前，在修复作业区搭建施工围挡，利用围挡将修复作业区和地块其余位置分开，同时将修复作业区的办公区与施工现场分开。



图 4.2-4 施工围挡现场照片

②地块平整：修复工程单位对基坑开挖区域、修复作业区（污染土壤修复区域、修复后土壤堆存区域）、临时设施等占地区域，进行地块平整。地块平整施工过程中产生的土壤、建筑垃圾留在原地，土壤修复时进行了处理。



图 4.2-5 修复作业区场地平整

③施工便道：施工道路包括场内运输道路及场外运输道路。

场内运输道路是指暂存场、处理车间、待检区、填埋区之间的运输道路；根据暂存场、处理车间、待检区、填埋区之间的相对位置，划定 6m-8m 宽的原场地压实路面，总长度按施工实际需要。场内道路路面保证表面平整密实、不积水，路旁边缘无其他堆积物。

场外运输道路指材料、设备运输道路。本项目施工现场附近均有较为便利的公路网，且紧挨华阳大街，能够满足设备、材料的场外运输要求。

④处理车间建设：依据厂区地形条件及场地总平面布置的原则，处理车间（钢结构大棚）建于修复作业区南侧中间的非污染区域空地上，总占地面积 323m^2 ，尺寸为 $19\text{m}\times 17\text{m}\times 7\text{m}$ 。地面以上结构依次为压实基础层、200mm 厚混凝土防渗层作为防渗地坪。

处理车间为钢结构大棚，四周及顶部均采用彩钢板密闭，仅在处理车间北侧设置 2 个车辆进出口，用于污染土壤及加药处理后的土壤的转运及药剂转运。车间内装有喷雾系统喷水和生物除臭剂，处理车间内未设置通风、排气系统以及废气收集处理系统。为方便车辆进出同时满足密闭要求，在处理车间两个进出口加盖篷布并设置软帘。



图 4.2-6 处理车间建设

⑤修复土壤养护区建设

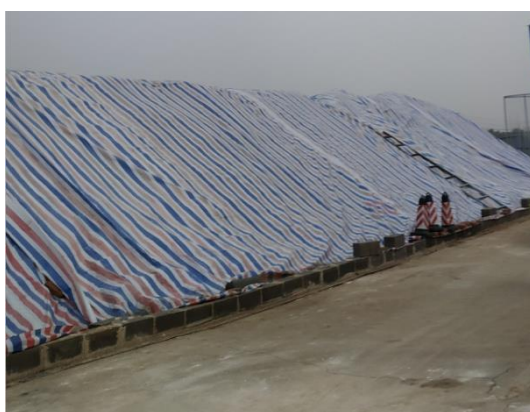
修复土壤养护区总面积为 7591m^2 ，养护区共三处，分别位于修复作业区内西侧（2#修复土壤养护区）、修复作业区内东侧（3#修复土壤养护区）和地块西南侧（1#修复土壤养护区），规格尺寸分别为 $56\text{m} \times 56\text{m}$ 、 $55\text{m} \times 40\text{m}$ 、 $56\text{m} \times 41\text{m}$ 。其中修复作业区内两个土壤养护区，地面平整后右上往下铺设 2 层 2mm 厚 HDPE 膜，并在养护区四周采用水泥砂浆砖砌筑 300mm 的围堰；地块西南侧养护区底部利用场地原有硬化地表，地面硬化采用厚度 200mm 厚混凝土防渗，并在养护区四周采用水泥砂浆砖砌筑 300mm 的围堰。



HDPE 膜搭接



HDPE 膜铺设



防雨围堰

图 4.2-7 修复土壤养护区建设

⑥雨水收集系统

修复作业区内在土壤养护区四周防雨堰外围挖沟埋 110mmPVC 雨水管，每 10 米留下水口，所有雨水经雨水管汇集到一个雨水井，如有下雨用污水泵把雨水井中的雨水抽到 30T 的水槽内，然后运往山东晋煤明升达化工有限公司新厂区的污水处理中心进行处理。



图 4.2-8 雨水收集管道及集水井

4.2.2 挖掘区域定位、放线

进场后，各污染区域清挖前，根据建设单位确定的修复方案对各区域拐点坐标进行测量，在各区域拐点处插木桩，并在各区域边界处撒白灰作为标记。同时在污染区域内按照系统布点法选则 4 个点测量高程。随后将测量结果报建设单位和监理单位，与建设单位、工程监理和环境监理共同对施工拐点坐标进行复测，拐点复测正确后开始此区域土方的清挖工作。

各污染区域测量放线记录详见图 4.2-9、图 4.2-10 和附件 5。

污染土壤放线记录			
位置:	A05 污染地块		
内容:	<p>根据图纸 A05 区域由 A60, A61, A62, A63 四个拐点控制, 高程为 51.4989m, 其坐标分别是:</p> <p>A60: E116° 47' 13.99" N35° 44' 53.93",</p> <p>A61: E116° 47' 13.29" N35° 44' 53.44",</p> <p>A62: E116° 47' 13.93" N35° 44' 52.91",</p> <p>A63: E116° 47' 14.87" N35° 44' 53.36",</p> <p>由这四个拐点分别为起始点连接后放线, 控制的区域为 A05 污染地块</p>		
施工单位:	工程监理单位:	环境监理单位:	建设单位:
(签字并盖章)	(签字并盖章)	(签字并盖章)	(签字并盖章)
2020年9月5日	2020年9月5日	2020年9月5日	2020年9月5日

污染土壤放线记录			
位置:	A08 污染地块		
内容:	<p>根据图纸 A08 地块由 A56, A57, A58, A59 四个拐点控制, 高程为 51.7227m, 其坐标分别是:</p> <p>A56: E116° 47' 20.37" N35° 44' 56.53",</p> <p>A57: E116° 47' 19.56" N35° 44' 57.09",</p> <p>A58: E116° 47' 18.46" N35° 44' 56.57",</p> <p>A59: E116° 47' 19.05" N35° 44' 55.98",</p> <p>由这四个拐点分别为起始点连接后放线, 控制的区域为 A08 污染地块</p>		
施工单位:	工程监理单位:	环境监理单位:	建设单位:
(签字并盖章)	(签字并盖章)	(签字并盖章)	(签字并盖章)
2020年9月5日	2020年9月5日	2020年9月5日	2020年9月5日

图 4.2-9 放线记录



图 4.2-10 测量放线

4.2.3 土方开挖

(1) 清挖工程要求

本次修复土壤清挖 A05、A08、A13、A14、A25、A27、B01、D08、H01、H04 共 10 个区域。其中: A08、A13、A14、A25、A27、H01、H04 区域清挖深度均为 1m, D08 区域清挖深度为 2.5m, 在基坑开挖过程中采用不放坡开挖方式; B01、A05 区域清挖深度较深, 均为 7.5m, 采用了放坡挖掘, 并在清挖区域建设临时马道以便土方运输。清挖范围按照修复方案中给定的污染区域拐点坐标, 平面开挖至拐点坐标位置, 竖向开挖至修复方案中给定的修复深度位置。

（2）土壤清挖原则

①各区域土壤清挖前测量、放线，由修复施工单位、环境监理单位、工程监理单位以及建设单位确认清挖边线。

②清挖顺序主要根据各基坑的开挖复杂程度，同时考虑到道路运输情况。

（3）施工过程

《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》中未对工程的施工的清挖过程做出具体的施工操作要求。本次施工参照同类型项目的施工流程安排进行土壤的清挖，尽可能的挖掘到位，确保清挖效果，同时减少施工过程中可能产生的二次污染。

污染区域清挖时间从 2020 年 9 月 6 日开始，至 2020 年 9 月 16 日全部清挖完成。

A08、A13、A14、A25、27、H01、H04 区域土壤清挖深度均为 1m，直接一次性清挖到位，不进行分层清挖。开挖时首先测定高程作为初始高程，向下挖掘 1m 后停止挖掘，专人使用水准仪跟踪测定高程，高程满足要求后，由甲方和监理确认后，完成基坑的挖掘。挖掘出的污染土壤全部转运至修复作业区。

A05 区域扣除表层硬化层后土壤清挖深度为 7.5m，其中 0-4.5m 为清洁土壤，4.5-7.5m 为污染土壤。施工过程采用分层开挖：开挖时首先清除表面硬化层，然后测定高程作为初始高程，向下挖掘 4.5m 后停止挖掘，专人使用水准仪跟踪测定高程，高程满足要求后，向下进行污染土壤的挖掘，挖掘至 7.5m 后，专人跟踪测定高程，高程满足要求后，由甲方和监理确认后，完成基坑的挖掘。挖掘过程中产生的建筑垃圾、清洁土壤暂存至清洁土壤暂存区，污染土壤全部转运至修复作业区。

B01 区域扣除表层硬化层后土壤清挖深度为 7.5m，其中 0-2.5m 为清洁土壤，2.5-7.5m 为污染土壤。施工过程采用分层开挖：开挖时首先清除表面硬化层，然后测定高程作为初始高程，向下挖掘 2.5m 后停止挖掘，专人跟踪测定高程，高程满足要求后，向下进行污染土壤的挖掘，挖掘至 7.5m 后，专人跟踪测定高程，高程满足要求后，由甲方和监理确认后，完成基坑的挖掘。挖掘过程中产生的建筑垃圾、清洁土壤暂存至清洁土壤暂存区，污染土壤全部转运至修复作业区。

D08 区域土壤清挖深度为 2.5m，其中 0-0.5m 为清洁土壤，0.5-2.5m 为污染土壤。施工过程采用分层开挖：开挖时测定高程作为初始高程，向下挖掘 0.5m

后停止挖掘，专人跟踪测定高程，高程满足要求后，向下进行污染土壤的挖掘，挖掘至 2.5m 后，专人跟踪测定高程，高程满足要求后，由甲方和监理确认后，完成基坑的挖掘。挖掘过程中产生的清洁土壤暂存至清洁土壤暂存区，污染土壤转运至修复作业区。

(4) 施工过程测量结果和工程量统计

在清挖过程中，测量员使用 GPS 定位仪对清挖区域底部拐点坐标和坑底面积进行测量，确保清挖区域面积达到修复方案要求。基坑底部拐点坐标测量结果与修复方案设计拐点坐标对比情况见表 4.2-2 和图 4.2-11，设计修复区域面积和实际修复区域面积对比情况详见表 4.2-3。

表 4.2-2 基坑底部拐点坐标与设计拐点坐标对比表

区域编号	拐点编号	修复方案设计		实际开挖		是否一致
		经度	纬度	经度	纬度	
A05	A60	116°47'13.99"	35°44'53.93"	116°47'14.00"	35°44'53.95"	范围变大
	A61	116°47'13.29"	35°44'53.44"	116°47'13.27"	35°44'53.42"	
	A62	116°47'13.93"	35°44'52.91"	116°47'13.92"	35°44'52.89"	
	A63	116°47'14.87"	35°44'53.36"	116°47'14.86"	35°44'53.38"	
A08	A56	116°47'20.37"	35°44'56.53"	116°47'20.37"	35°44'56.53"	一致
	A57	116°47'19.56"	35°44'57.09"	116°47'19.56"	35°44'57.09"	
	A58	116°47'18.46"	35°44'56.57"	116°47'18.46"	35°44'56.57"	
	A59	116°47'19.05"	35°44'55.98"	116°47'19.05"	35°44'55.98"	
A13	A21	116°47'10.97"	35°44'58.20"	116°47'10.97"	35°44'58.20"	一致
	A53	116°47'20.33"	35°44'57.55"	116°47'20.33"	35°44'57.55"	
	A54	116°47'19.21"	35°44'57.58"	116°47'19.21"	35°44'57.58"	
	A57	116°47'19.56"	35°44'57.06"	116°47'19.56"	35°44'57.06"	
A14	A51	116°47'21.33"	35°44'58.38	116°47'21.33"	35°44'58.38	一致
	A52	116°47'22.19"	35°44'57.50"	116°47'22.19"	35°44'57.50"	
	A53	116°47'20.33"	35°44'57.55"	116°47'20.33"	35°44'57.55"	
	A55	116°47'21.01"	35°44'56.91"	116°47'21.01"	35°44'56.91"	
A25	A30	116°47'22.67"	35°45'00.28"	116°47'22.67"	35°45'00.28"	一致

	A46	116°47'22.11"	35°44'59.68"	116°47'22.11"	35°44'59.68"	
	A47	116°47'23.46"	35°44'59.88"	116°47'23.46"	35°44'59.88"	
	A48	116°47'22.93"	35°44'59.06"	116°47'22.93"	35°44'59.06"	
A27	A47	116°47'23.46"	35°44'59.88"	116°47'23.46"	35°44'59.88"	一致
	A49	116°47'24.19"	35°45'00.63"	116°47'24.19"	35°45'00.63"	
	A50	116°47'24.05"	35°44'59.12"	116°47'24.05"	35°44'59.12"	
	A69	116°47'24.86"	35°45'00.02"	116°47'24.86"	35°45'00.02"	
B01	B11	116°47'15.53"	35°44'56.07"	116°47'15.53"	35°44'56.09"	范围 变大
	B12	116°47'15.29"	35°44'55.13"	116°47'15.30"	35°44'55.11"	
	B13	116°47'14.33"	35°44'55.87"	116°47'14.32"	35°44'55.89"	
	B15	116°47'15.06"	35°44'56.71"	116°47'15.05"	35°44'56.73"	
D08	D12	116°47'19.72"	35°45'03.68"	116°47'19.72"	35°45'03.68"	一致
	D13	116°47'19.55"	35°45'02.56"	116°47'19.55"	35°45'02.56"	
	D14	116°47'18.60"	35°45'03.15"	116°47'18.60"	35°45'03.15"	
	D15	116°47'20.44"	35°45'02.94"	116°47'20.44"	35°45'02.94"	
H01	H17	116°47'19.56"	35°45'00.85"	116°47'19.56"	35°45'00.85"	一致
	H18	116°47'20.35"	35°45'01.47"	116°47'20.35"	35°45'01.47"	
	H19	116°47'20.34"	35°45'00.12"	116°47'20.34"	35°45'00.12"	
	A45	116°47'21.40"	35°45'00.97"	116°47'21.40"	35°45'00.97"	
H04	H14	116°47'15.10"	35°45'00.40"	116°47'15.10"	35°45'00.40"	一致
	H15	116°47'17.22"	35°45'00.62"	116°47'17.22"	35°45'00.62"	
	H16	116°47'16.24"	35°45'00.30"	116°47'16.24"	35°45'00.30"	
	垂足 1	116°47'15.06"	35°45'0.79"	116°47'15.06"	35°45'0.79"	
	垂足 2	116°47'17.20"	35°45'0.93"	116°47'17.20"	35°45'0.93"	

拐点坐标统计表					
区域编号	桩点编号	修复方案设计		实际开挖	
		经度	纬度	经度	纬度
A05	A60	116°47'13.90"	35°44'53.93"	116°47'14.00"	35°44'53.93"
	A61	116°47'13.29"	35°44'53.44"	116°47'13.27"	35°44'53.42"
	A62	116°47'13.93"	35°44'52.91"	116°47'13.92"	35°44'52.89"
	A63	116°47'14.87"	35°44'55.38"	116°47'14.86"	35°44'55.38"
A08	A56	116°47'20.37"	35°44'56.53"	116°47'20.37"	35°44'56.53"
	A57	116°47'19.56"	35°44'57.96"	116°47'19.56"	35°44'57.96"
	A58	116°47'18.86"	35°44'56.57"	116°47'18.86"	35°44'56.57"
	A59	116°47'19.08"	35°44'55.58"	116°47'19.08"	35°44'55.58"
A13	A21	116°47'10.97"	35°44'58.23"	116°47'10.97"	35°44'58.23"
	A53	116°47'20.33"	35°44'57.55"	116°47'20.33"	35°44'57.55"
	A54	116°47'19.21"	35°44'57.58"	116°47'19.21"	35°44'57.58"
	A57	116°47'19.56"	35°44'57.96"	116°47'19.56"	35°44'57.96"
A14	A51	116°47'21.33"	35°44'58.38"	116°47'21.33"	35°44'58.38"
	A52	116°47'22.19"	35°44'57.59"	116°47'22.19"	35°44'57.59"
	A53	116°47'20.33"	35°44'57.55"	116°47'20.33"	35°44'57.55"
	A55	116°47'21.01"	35°44'56.91"	116°47'21.01"	35°44'56.91"
A25	A36	116°47'22.67"	35°45'00.28"	116°47'22.67"	35°45'00.28"
	A46	116°47'22.11"	35°45'09.68"	116°47'22.11"	35°45'09.68"
	A47	116°47'22.46"	35°44'59.88"	116°47'22.46"	35°44'59.88"
	A48	116°47'22.93"	35°44'59.06"	116°47'22.93"	35°44'59.06"
A27	A47	116°47'22.46"	35°44'59.88"	116°47'22.46"	35°44'59.88"
	A49	116°47'24.19"	35°45'00.63"	116°47'24.19"	35°45'00.63"
	A50	116°47'24.03"	35°44'59.12"	116°47'24.03"	35°44'59.12"
	A69	116°47'24.86"	35°45'00.02"	116°47'24.86"	35°45'00.02"
B01	B11	116°47'15.53"	35°44'56.03"	116°47'15.53"	35°44'56.03"
	B12	116°47'15.29"	35°44'55.13"	116°47'15.30"	35°44'55.13"
	B13	116°47'14.33"	35°44'55.57"	116°47'14.32"	35°44'55.57"
	B15	116°47'15.06"	35°44'56.71"	116°47'15.07"	35°44'56.71"
D08	D12	116°47'19.72"	35°45'03.68"	116°47'19.72"	35°45'03.68"
	D13	116°47'19.55"	35°45'02.56"	116°47'19.55"	35°45'02.56"

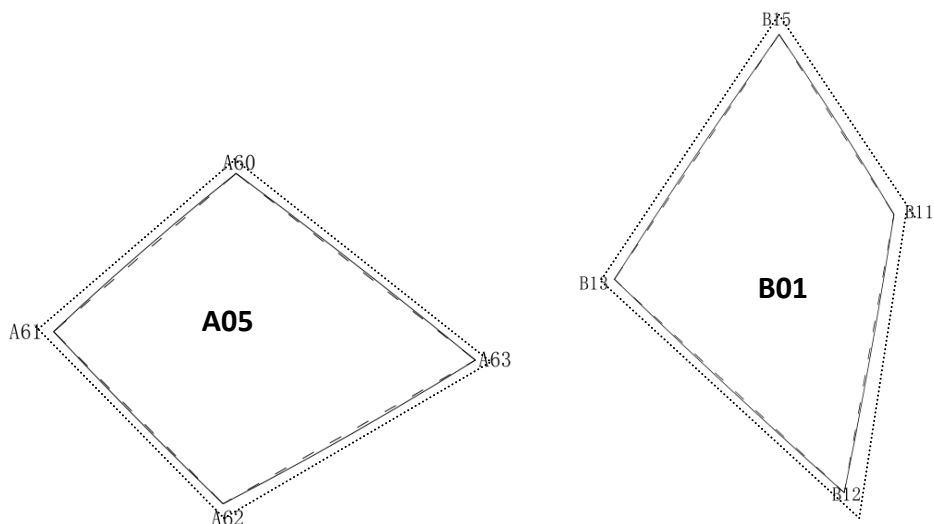
H01	H14	116°47'18.60"	35°45'03.15"	116°47'18.60"	35°45'03.15"
	H15	116°47'20.44"	35°45'02.94"	116°47'20.44"	35°45'02.94"
	H17	116°47'19.56"	35°45'00.85"	116°47'19.56"	35°45'00.85"
	H18	116°47'20.35"	35°45'01.47"	116°47'20.35"	35°45'01.47"
H04	H19	116°47'20.34"	35°45'00.32"	116°47'20.34"	35°45'00.32"
	H45	116°47'21.40"	35°45'00.97"	116°47'21.40"	35°45'00.97"
	H14	116°47'18.60"	35°45'03.15"	116°47'18.60"	35°45'03.15"
	H15	116°47'17.22"	35°45'00.62"	116°47'17.22"	35°45'00.62"
H04	H16	116°47'16.24"	35°45'00.30"	116°47'16.24"	35°45'00.30"
	H17	116°47'15.68"	35°45'00.79"	116°47'15.68"	35°45'00.79"
H04	H18	116°47'17.20"	35°45'00.97"	116°47'17.20"	35°45'00.97"

图 4.2-11 实际开挖基坑拐点统计

表 4.2-3 实际修复区域面积与设计修复区域面积对比表

区域编号	设计修复区域面积 (m ²)	实际开挖基坑面积 (m ²)	是否一致
A05	626.89	636.31	略大, 满足开挖要求
A08	827.55	827.55	一致
A13	525.73	525.73	一致
A14	1067.58	1076.53	一致
A25	598.87	598.87	一致
A27	811.96	811.96	一致
B01	752.97	762.97	略大, 满足开挖要求
D08	801.7	801.7	一致
H01	952.87	952.87	一致
H04	934.26	934.26	一致
合计	7900.38	7928.75	略大, 满足开挖要求

根据表 4.2-3, 本次修复开挖面积满足修复面积设计要求。A08、A13、A14、A25、A27、D08、H01、H04 基坑开挖范围与修复方案设计要求一致; A05、B01 两个基坑, 由于开挖深度较深, 拐点坐标外延, 实际面积增大。A05、B01 基坑实际修复范围和设计范围对比图详见图 4.2-12。



注：图中----为设计开挖范围，——为实际坑底开挖范围，·····为实际基坑顶部开挖范围

图 4.2-12 A05、B01 基坑修复范围对比图

基坑清挖过程及清挖完成后高程测量统计表见表 4.2-4 和图 4.2-13。根据表 4.2-4 和图 4.2-13 测量情况，各污染区域开挖深度均满足修复方案设计要求。各基坑高程测量点位示意图见图 4.2-14。

表 4.2-4 开挖前后放线高程测量结果记录表

区域编号	高程测量点编号	基准高程测量结果 (m)	清洁土开挖完毕高程测量结果 (m)	基坑开挖完毕坑底高程测量结果 (m)	污染土壤平均开挖厚度 (m)
A05	1	51.50	47.01	44.00	3.01
	2	51.47	46.99	43.99	3.00
	3	51.48	46.99	43.97	3.02
	4	51.50	47.03	44.00	3.03
A08	1	51.70	/	50.69	1.01
	2	51.73	/	50.71	1.02
	3	51.72	/	50.66	1.06
	4	51.71	/	50.70	1.01
A13	1	51.81	/	50.81	1.01
	2	51.82	/	50.80	1.01
	3	51.82	/	50.80	1.02
	4	51.80	/	50.80	1.00
A14	1	51.85	/	50.84	1.01
	2	51.86	/	50.84	1.02

	3	51.85	/	50.85	1.01
	4	51.84	/	50.83	1.01
A25	1	52.06	/	51.04	1.02
	2	52.07	/	51.06	1.01
	3	52.03	/	50.99	1.04
	4	52.05	/	51.03	1.02
A27	1	52.11	/	51.09	1.02
	2	52.12	/	51.10	1.02
	3	52.15	/	51.11	1.04
	4	52.09	/	51.08	1.01
B01	1	51.71	49.2137	44.21	5.03
	2	51.74	49.2162	44.23	5.03
	3	51.71	49.2117	44.22	5.04
	4	51.69	49.2122	44.21	5.01
D08	1	52.00	51.5294	49.50	2.01
	2	52.04	51.5396	49.51	2.05
	3	52.03	51.5501	49.52	2.06
	4	52.01	51.5112	49.50	2.04
H01	1	51.80	/	50.79	1.01
	2	51.81	/	50.79	1.02
	3	51.79	/	50.76	1.03
	4	51.78	/	50.72	1.06
H04	1	51.85	/	50.84	1.01
	2	51.81	/	50.79	1.02
	3	51.85	/	50.85	1.00
	4	51.83	/	50.82	1.01

区域 编号	序 号	基准高程	中间高程	清洁层厚	坑底高程	污染层厚	基准和坑 底层厚
A05	1	51.50	47.01	4.49	44.00	3.01	7.50
	2	51.47	46.99	4.48	43.99	3.00	7.48
	3	51.48	46.99	4.49	43.97	3.02	7.51
	4	51.50	47.03	4.47	44.00	3.03	7.50

区域 编号	序 号	基准高程	中间高程	清洁层厚	坑底高程	污染层厚	基准和坑 底层厚
A08	1	51.70			50.69	1.01	1.01
	2	51.73			50.71	1.02	1.02
	3	51.72			50.66	1.06	1.06
	4	51.71			50.70	1.01	1.01

区域 编号	序 号	基准高程	中间高程	清洁层厚	坑底高程	污染层厚	基准和坑 底层厚
A13	1	51.81			50.81	1.00	1.00
	2	51.82			50.80	1.02	1.02
	3	51.82			50.80	1.02	1.02
	4	51.80			50.80	1.00	1.00

区域 编号	序 号	基准高程	中间高程	清洁层厚	坑底高程	污染层厚	基准和坑 底层厚
A14	1	51.85			50.84	1.01	1.01
	2	51.86			50.84	1.02	1.02
	3	51.85			50.85	1.00	1.00
	4	51.84			50.83	1.01	1.01

记录: 程海峰

区域 编号	序 号	基准高程	中间高程	清洁层厚	坑底高程	污染层厚	基准和坑 底层厚
A25	1	52.06			51.09	1.02	1.02
	2	52.07			51.06	1.01	1.01
	3	52.03			51.09	1.04	1.04
	4	52.05			51.03	1.02	1.02

区域 编号	序 号	基准高程	中间高程	清洁层厚	坑底高程	污染层厚	基准和坑 底层厚
A27	1	52.11			51.09	1.02	1.02
	2	52.12			51.00	1.02	1.02
	3	52.15			51.11	1.04	1.04
	4	52.09			51.08	1.01	1.01

区域 编号	序 号	基准高程	中间高程	清洁层厚	坑底高程	污染层厚	基准和坑 底层厚
B01	1	51.71	49.24	2.47	44.21	5.03	5.03
	2	51.74	49.26	2.48	44.23	5.03	5.03
	3	51.71	49.26	2.45	44.22	5.04	5.04
	4	51.69	49.22	2.47	44.21	5.01	5.01

区域 编号	序 号	基准高程	中间高程	清洁层厚	坑底高程	污染层厚	基准和坑 底层厚
D08	1	52.00	51.51	0.49	49.50	2.01	2.01
	2	52.04	51.56	0.48	49.51	2.05	2.05
	3	52.03	51.58	0.45	49.52	2.06	2.06
	4	52.01	51.54	0.47	49.50	2.04	2.04

记录: 程海峰

区域 编号	序 号	基准高程	中间高程	清洁层厚	坑底高程	污染层厚	基准和坑 底层厚
H01	1	51.80			50.79	1.01	1.01
	2	51.81			50.79	1.02	1.02
	3	51.79			50.76	1.03	1.03
	4	51.78			50.72	1.06	1.06

区域 编号	序 号	基准高程	中间高程	清洁层厚	坑底高程	污染层厚	基准和坑 底层厚
H04	1	51.85			50.84	1.01	1.01
	2	51.81			50.79	1.02	1.02
	3	51.85			50.85	1.00	1.00
	4	51.83			50.82	1.01	1.01

区域 编号	序 号	基准高程	中间高程	清洁层厚	坑底高程	污染层厚	基准和坑 底层厚
	1						
	2						
	3						
	4						

区域 编号	序 号	基准高程	中间高程	清洁层厚	坑底高程	污染层厚	基准和坑 底层厚
	1						
	2						
	3						
	4						

记录: 程海峰

开挖前后放线高程测量结果记录表

区域编号	高程测量点 编号	基准高程测量结果 (m)	清洁土壤开挖厚度	清洁土开挖完毕高程 测量结果 (m)	基坑开挖完坑底高 程测量结果 (m)	污染土壤开挖厚度 (m)
A05	1	51.50	4.49	47.01	44.00	3.01
	2	51.47	4.48	46.99	43.99	3.00
	3	51.48	4.49	46.99	43.97	3.02
	4	51.50	4.47	47.03	44.00	3.03
A08	1	51.70	/	/	50.69	1.01
	2	51.73	/	/	50.71	1.02
	3	51.72	/	/	50.66	1.06
	4	51.71	/	/	50.70	1.01
A13	1	51.81	/	/	50.81	1.01
	2	51.82	/	/	50.80	1.01
	3	51.82	/	/	50.80	1.02
	4	51.80	/	/	50.80	1.00
A14	1	51.85	/	/	50.84	1.01
	2	51.86	/	/	50.84	1.02
	3	51.85	/	/	50.85	1.01
	4	51.84	/	/	50.85	1.01
A25	1	52.06	/	/	50.84	1.02
	2	52.07	/	/	50.84	1.01
	3	52.03	/	/	50.84	1.04
	4	52.05	/	/	50.85	1.02
A27	1	52.11	/	/	51.09	1.02
	2	52.12	/	/	51.10	1.02
	3	52.15	/	/	51.11	1.04

B01	4	52.09	/	/	51.08	1.01
	1	51.71	2.47	49.24	44.21	5.03
	2	51.74	2.48	49.26	44.23	5.03
	3	51.71	2.45	49.26	44.22	5.04
D08	4	51.69	2.47	49.22	44.21	5.01
	1	52.00	0.49	51.51	49.50	2.01
	2	52.04	0.48	51.56	49.51	2.05
	3	52.03	0.45	51.58	49.52	2.06
H01	4	52.01	0.47	51.54	49.50	2.04
	1	51.80	/	/	50.79	1.01
	2	51.81	/	/	50.79	1.02
	3	51.79	/	/	50.76	1.03
H04	4	51.78	/	/	50.72	1.06
	1	51.85	/	/	50.84	1.01
	2	51.81	/	/	50.79	1.02
	3	51.85	/	/	50.85	1.00
	4	51.83	/	/	50.82	1.01

负责人:

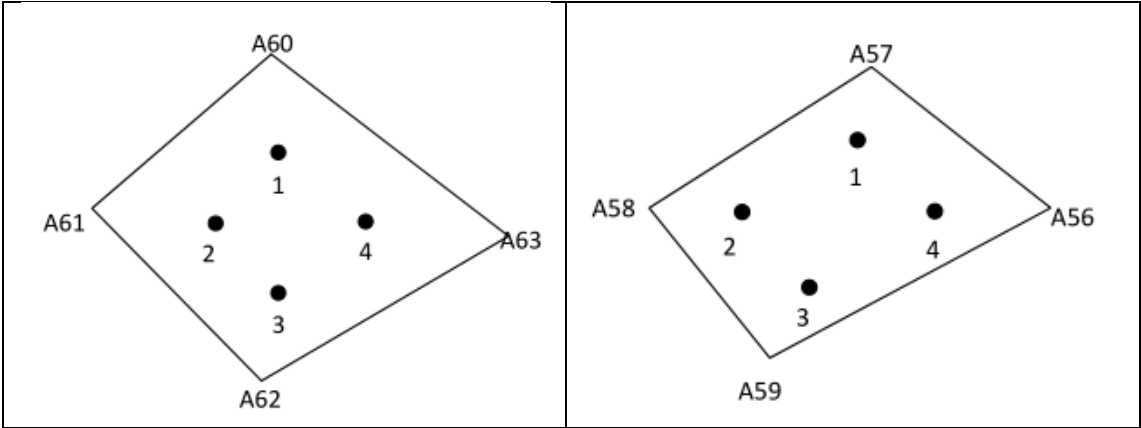
刘忠文

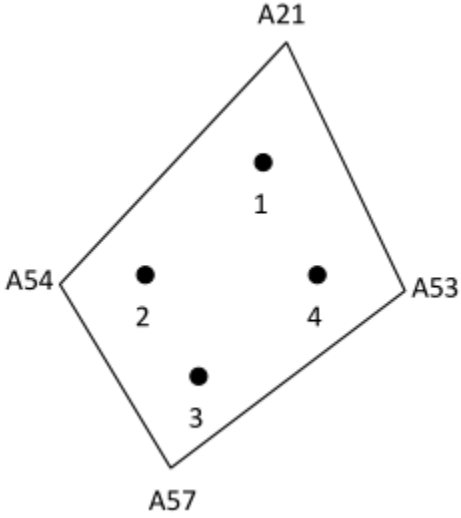
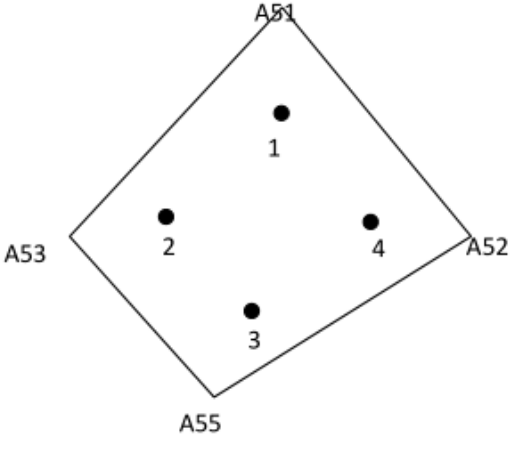
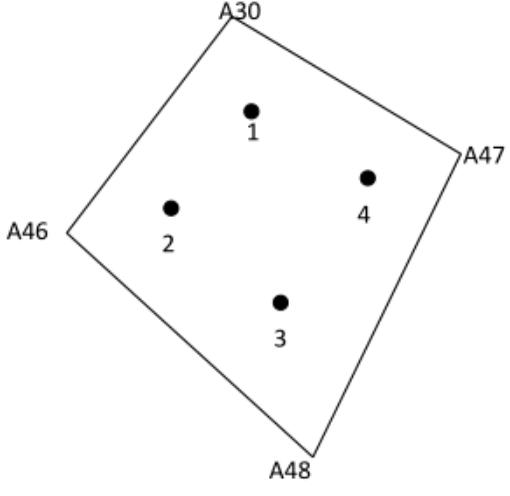
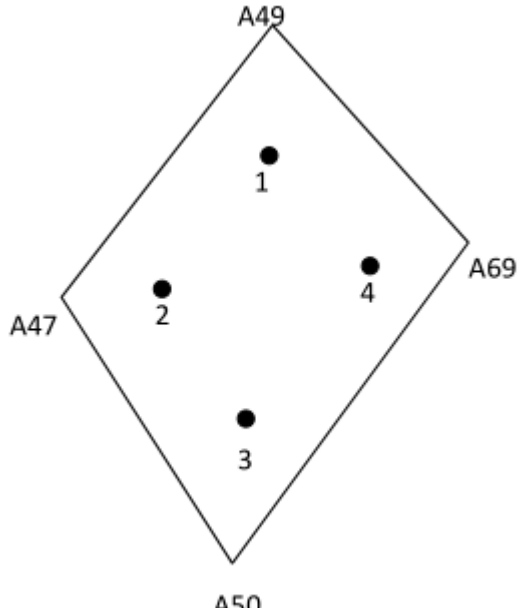
监理:

冯继康

杜国栋

图 4.2-13 清挖完成后高程测量现场记录及统计情况



<p>A05</p> 	<p>A08</p> 
<p>A13</p> 	<p>A14</p> 
<p>A25</p>	<p>A27</p>

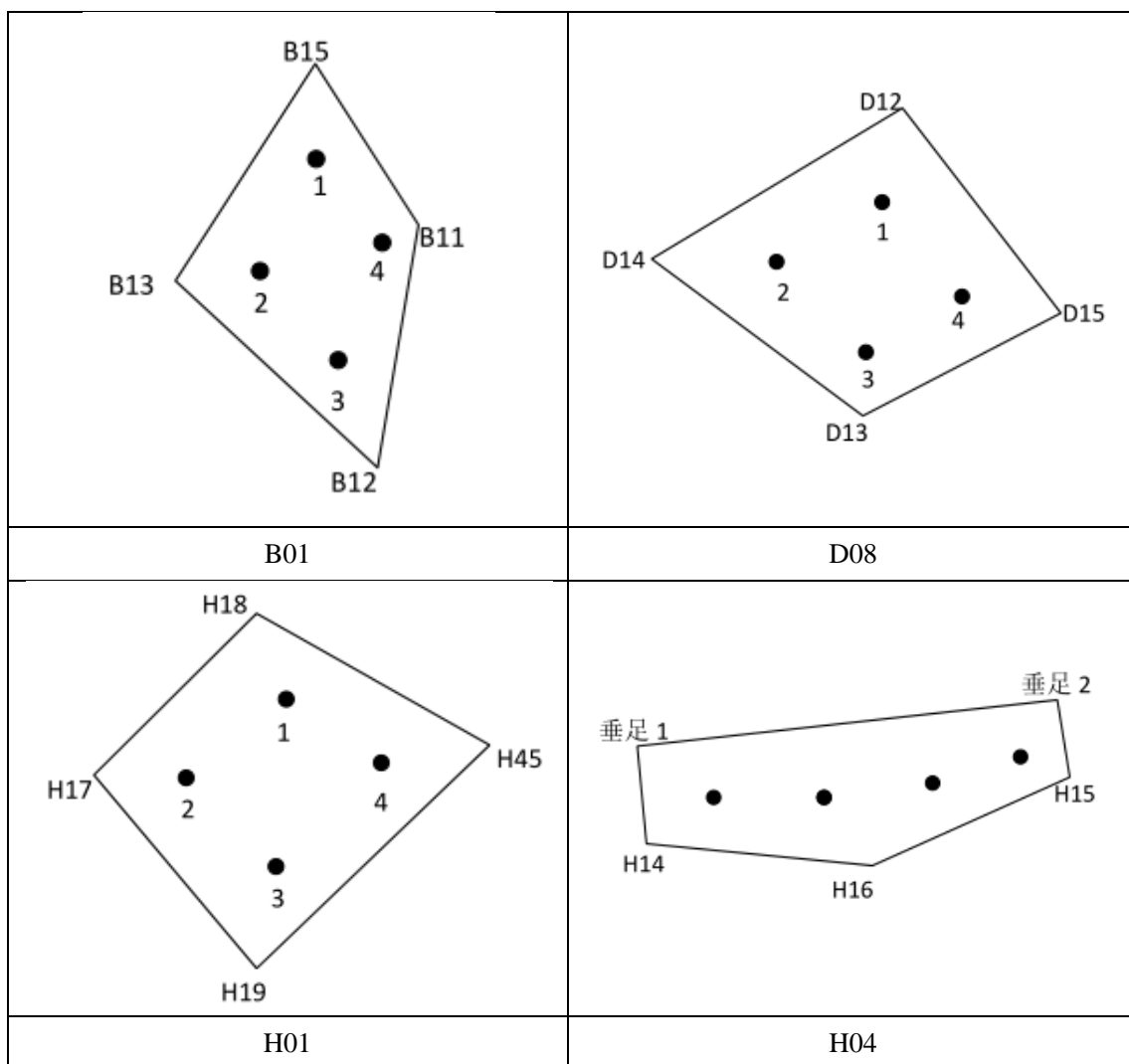


图 4.2-13 基坑底部拐点和高程测量点位示意图

根据以上测量信息，对污染区域开挖工程量进行统计，详见表 4.2-5。实际清挖情况和修复方案设计情况对比详见表 4.2-6 和图 4.2-14。

表 4.2-5 修复施工工作量统计表

区域编号	修复目标污染物	区域面积(m ²)	平均修复深度(m)	实际开挖污染土量 (m ³)
A05	1,2,3-三氯丙烷	636.31	3.01	1911.28
A08	1,2,3-三氯丙烷	827.55	1.03	839.38
A13	苯并[a]芘	525.73	1.01	532.09
A14	苯并[a]芘、二苯并(a、h)蒽	1076.53	1.01	1091.39
A25	1,2,3-三氯丙烷	598.87	1.02	608.75
A27	苯并[a]芘	811.96	1.02	821.7
B01	1,2,3-三氯丙烷	762.97	5.03	3816.6

D08	1,2,3-三氯丙烷	801.7	2.04	1611.66
H01	1,2,3-三氯丙烷	952.87	1.03	966.78
H04	1,2,3-三氯丙烷	934.26	1.01	947.99
合计		7928.75	/	13157.74

表 4.2-6 各基坑实际清挖量和设计清挖量对比表

污染区域	修复方案设计规模			实际开挖规模			污染土壤超挖量(m³)	总体挖方量 (含表层净土和放坡) (m³)
	区域面积(m²)	修复深度范围(m)	设计修复方量(m³)	开挖面积(m²)	修复层平均清挖深度(m)	污染土方开挖量(m³)		
A05	626.89	4.5-7.5	1880.67	636.31	3.01	1911.28	30.61	5162.96
A08	827.55	0-1.0	827.55	827.55	1.03	839.38	11.83	839.38
A13	525.73	0-1.0	525.73	525.73	1.01	532.09	6.36	532.09
A14	1067.58	0-1.0	1067.58	1076.53	1.01	1091.39	23.81	1091.39
A25	598.87	0-1.0	598.87	598.87	1.02	608.75	9.88	608.75
A27	811.96	0-1.0	811.96	811.96	1.02	821.70	9.74	821.70
B01	752.97	2.5-7.5	3764.85	762.97	5.03	3816.60	51.75	6169.36
D08	801.7	0.5-2.5	1603.40	801.7	2.04	1611.66	8.26	2008.82
H01	952.87	0-1.0	952.87	952.87	1.03	966.78	13.91	966.78
H04	934.26	0-1.0	934.26	934.26	1.01	947.99	13.73	947.99
合计	7900.38	/	12967.74	7928.75	/	13157.74	190.00	19149.22

各基坑挖掘土方量确认表

污染区域	修复方案设计规模			实际开挖规模			污染土壤超挖量(m³)	总体挖方量(含表层净土和放坡)(m³)
	区域面积(m²)	修复深度范围(m)	设计修复方量(m³)	开挖面积(m²)	修复层平均清挖深度(m)	污染土方开挖量(m³)		
A05	626.89	4.5-7.5	1880.67	636.31	3.01	1911.28	30.61	5162.96
A08	827.55	0-1.0	827.55	827.55	1.03	839.38	11.83	839.38
A13	525.73	0-1.0	525.73	525.73	1.01	532.09	6.36	532.09
A14	1067.58	0-1.0	1067.58	1076.53	1.01	1091.39	23.81	1091.39
A25	598.87	0-1.0	598.87	598.87	1.02	608.75	9.88	608.75
A27	811.96	0-1.0	811.96	811.96	1.02	821.70	9.74	821.70
B01	752.97	2.5-7.5	3764.85	762.97	5.03	3816.60	51.75	6169.36
D08	801.7	0.5-2.5	1603.40	801.7	2.04	1611.66	8.26	2008.82
H01	952.87	0-1.0	952.87	952.87	1.03	966.78	13.91	966.78
H04	934.26	0-1.0	934.26	934.26	1.01	947.99		947.99
合计	7900.38	/	12967.74	7928.75	/	13157.74	190.00	19149.22

负责人: 孙敬

监理: 马继亮

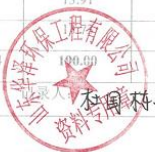


图 4.2-14 挖掘土方量确认表

在各区域清挖结束后,再次与建设单位、工程监理和环境监理共同对清挖后的区域拐点坐标进行复测,确保清挖边界到位,同时对在清挖后的区域底部测量标高,确保深度清挖到位。各基坑验收记录见图 4.2-15、图 4.2-16 和附件 6。

基坑挖掘土方量验收记录			
位置:	A05 基坑挖掘土方量验收记录		
内容:	A05 挖掘完毕,对挖掘基坑进行土方量验收,基坑面积为 626.89 m²,由高程 51.4589m 向下挖掘,挖掘深度位 7.5m, A05 基坑挖掘土方量为 5162.96m³。		
施工单位:	工程监理单位:	环境监理单位:	建设单位:
(签字并盖章)	(签字并盖章)	(签字并盖章)	(签字并盖章)
2020年9月11日	2020年9月17日	2020年9月19日	2020年9月19日

挖掘基坑土方量验收记录			
位置:	A08 挖掘土方量验收记录		
内容:	A08 挖掘完毕,对挖掘土方量进行验收,基坑面积为 827.55 m²,由高程 51.7227m 向下挖掘,挖掘深度位 1m, A08 基坑挖掘土方量为 839.38m³。		
施工单位:	工程监理单位:	环境监理单位:	建设单位:
(签字并盖章)	(签字并盖章)	(签字并盖章)	(签字并盖章)
2020年9月11日	2020年9月17日	2020年9月19日	2020年9月19日

图 4.2-15 各污染区域挖掘土方验收记录



图 4.2-16 污染区域清挖

根据施工过程开挖记录和挖掘土方量确认表, 施工过程共清挖污染土壤土方量 13157.74 m³。其中 A05、B01、D08 基坑清挖的表层清洁土壤（含建筑垃圾）约 5991.48m³, 其中包含 A05 中 0-4.5m 清洁土壤和放坡产生的土方、B01 中 0-2.5m 的清洁土壤和放坡产生的土方、D08 中 0-0.5m 的清洁土壤。

各污染区域清挖时间和挖掘方量见表 4.2-7。

表 4.2-7 各污染区域清挖时间表

序号	区域编号	清挖开始时间	清挖结束时间	清挖污染土方量 (m ³)
1	A05	2020.09.06	2020.09.11	1911.28
2	A08	2020.09.06	2020.09.06	839.38
3	A13	2020.09.07	2020.09.07	532.09
4	D08	2020.09.07 和 09.16	2020.09.07 和 09.16	1611.66
5	A25	2020.09.08	2020.09.08	608.75
6	A27	2020.09.09	2020.09.09	821.7
7	H04	2020.09.10	2020.09.10	947.99
8	H01	2020.09.11	2020.09.11	966.78
9	A14	2020.09.15	2020.09.15	1091.39
10	B01	2020.09.12	2020.19.15	3816.6
合计	/	/	/	13157.74

(5) 清挖注意事项

- ① 土壤清挖过程开启雾炮, 抑制扬尘和异味。
- ② 运输车辆装满土壤后, 使用篷布覆盖车斗内土壤, 并按照设定的运输路线运输。
- ③ 清挖出的土壤不在污染区域周边暂存, 直接装入运输车内。

4.2.4土方运输

- (1) 本次修复土方运输只涉及场内运输，主要分为三个方面：
- ①基坑清挖的污染土壤运输至修复作业区，清洁土壤和建筑垃圾运输至清洁土壤暂存区；
 - ②经预处理加药后的污染土壤运输至修复土壤养护区；
 - ③修复合格土壤和清洁土壤、建筑垃圾运输至基坑内。
- (2) 运输过程控制
- ①污染土壤清挖后直接由开挖设备装载至运输车内，运输车装载时停放在修复区域内，运输车驶出修复区域后沿定的运输路线运输。场内设备区运输道路为利用地块内原有混凝土硬化道路。场内运输道路见图 4.2-2。
 - ②污染土壤运输均填写运输记录单（详见图 4.2-18），记录运出开挖区域和运入修复处理区的土方量，并由监理单位确认。确保污染土壤全部运到修复处理区进行修复处理。
 - ③运输车辆运输过程中全部密闭，防止土壤洒落。每此出污染区域前和出处理车间前均对运输车辆的轮胎和表面进行清扫，清扫下的尘土全部作为污染土壤进行修复处理。

车牌号	鲁H39618	土方量 m³	17	司机	刘昆明
出场时间	8:15				
建设单位	徐玉全	监理单位	冯绍亮	出场检查	8:25
卸车时间	8:46				
建设单位	徐玉全	监理单位	冯绍亮	卸车检查	8:47

车牌号	鲁H32666	土方量 m³	16	司机	靳东
出场时间	8:20				
建设单位	徐玉全	监理单位	冯绍亮	出场检查	8:30
卸车时间	8:51				
建设单位	徐玉全	监理单位	冯绍亮	卸车检查	8:52

图 4.2-18 土方场内运输记录单

4.2.5化学氧化修复施工

- 化学氧化修复施工分为两个阶段，分别是预处理加药阶段和堆置氧护阶段。
- (1) 土壤预处理、加药阶段
- 土壤由密闭运输车转运至处理车间后，先进行筛分、破碎预处理，并投加药剂、混合搅拌均匀，此过程均在一体化土壤改良设备中进行。
- 筛分和预处理将石块，建筑垃圾等杂物剔除，并使土壤颗粒破碎变小，保证污染土壤与氧化药剂能够充分混合接触。

筛分、破碎预处理后的土壤经计量后按照比例投加一定剂量的氧化剂（过硫酸钠）和活化剂（氧化钙），然后经传送带输送至搅拌机中进行搅拌混合均匀。混合均匀后由铲车转运至养护区进行养护。

筛分出来的建筑垃圾表面喷洒修复药剂后堆置到清洁土壤暂存区内进行暂存。

具体流程为：

a. 污染土用装载机装入自动投放机械粉碎料仓内，进行初步破碎筛分，通过主控室设定好粉碎时间为 40s-60s，自动称重量，自动投放到料仓下方传输带，同时根据实验小试的结果，按投加比例（过硫酸钠 1:150，氧化钙 1:1000）通过自动药剂添加仓把药剂添加到土壤中，通过传输带，输送到主搅拌机进行土壤和药剂的充分搅拌，按主控室设定搅拌时间为 60s-90s，自动卸土，由铲车端土到土壤修复养护区。

修复过程中投加的药剂过硫酸钠生产厂家为亚泰电化有限公司，药剂中过硫酸钠净含量为 99.3%。

亚泰电化有限公司

Q/1L-8.6-21

北 泰

质量证明书

品名	过硫酸钠	等级	优等品	标准号	GB/T26519.1-2011
批号	200907	净重	11t	出厂日期	2020.9.6

质量指标

检 验 项 目	指 标	实测数据
外 观	白色结晶粉末	
过硫酸钠 (Na ₂ S ₂ O ₈) ω/%	≥ 99.0	99.3
PH 值 50g/L 溶液 ω/%	3.5~5.5	4.4
铁 (Fe) ω/%	≤ 0.001	0.0002
氯化物 以 CL 计 ω/%	≤ 0.005	0.002
水分, ω/%	≤ 0.10	0.05
锰 Mn ω/%	≤ 0.0001	<0.0001
重金属 以 Pb 计 ω/%	≤ 0.0010	0.0003
铵盐 以 NH ₄ 计 ω/%	≤ 0.20	0.02

质检部门对产品的鉴定:

地址: 河北省衡水市深州市王家井镇东高工业区

2020年9月2日

图 4.2-19 药剂质量证明

b. 在粉碎料仓和搅拌机入口处设有喷淋设施，机器开动时，喷淋自动开启，防止扬尘。

c. 搅拌混合好的土壤根据主控室设定好的搅拌时间自动卸土，用装载车辆送往修复土壤养护区，全部过程为连续工作过程。

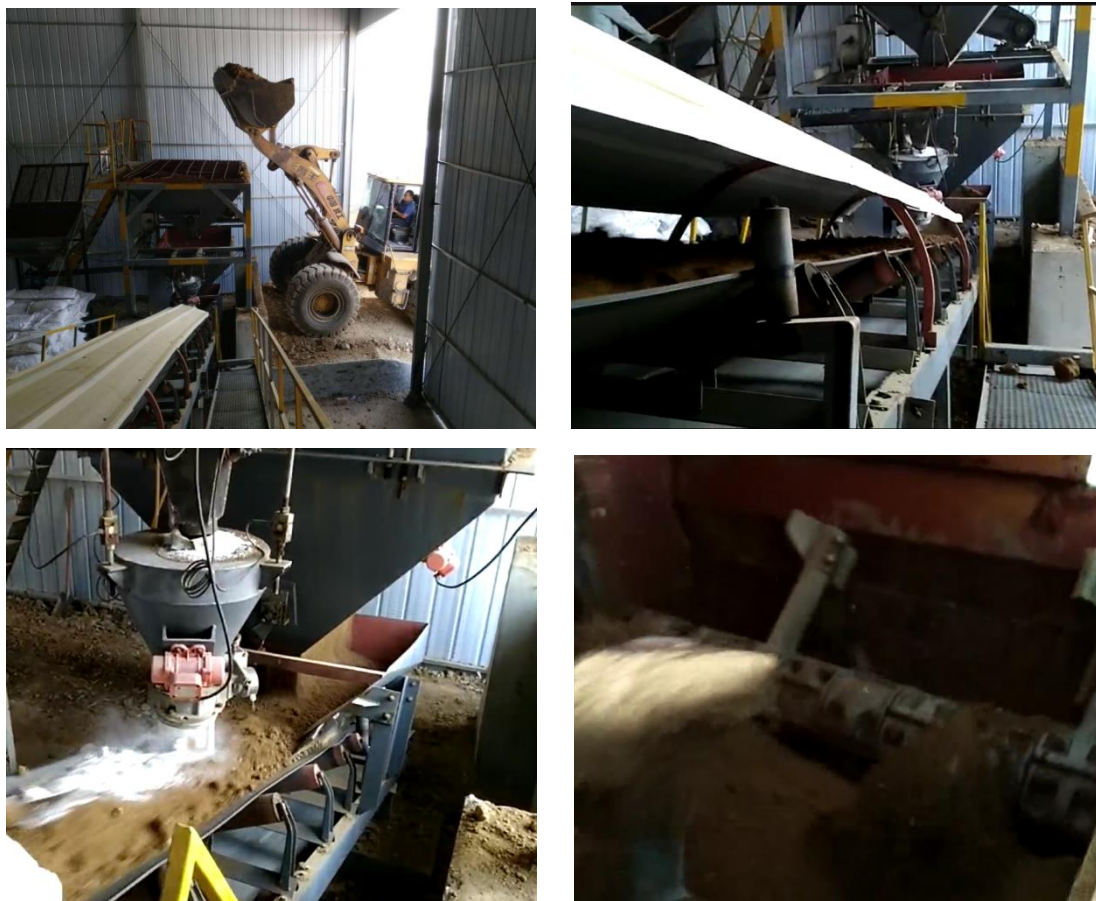


图 4.2-20 土壤预处理与药剂投加

污染土壤预处理加药工期为 15 天，开工日期为 2020 年 9 月 6 日，完工时间为 2020 年 9 月 20 日。根据各基坑的修复土方量验收记录（详见图 4.2-21 和附件 7），各基坑修复土壤量见表 4.2-8。

表 4.2-8 各基坑修复土壤量

位置	坑底面积 (m ²)	修复方量 (m ³)	修复目标污染物
A05	636.31	1911.28	123 三氯丙烷
A08	827.55	839.38	123 三氯丙烷
A13	525.73	532.09	苯并[a]芘
A14	1076.53	1091.39	苯并[a]芘、二苯并(a、h)蒽
A25	598.87	608.75	123 三氯丙烷
A27	811.96	821.70	苯并[a]芘
B01	762.97	3816.60	123 三氯丙烷
D08	801.7	1611.66	123 三氯丙烷
H01	952.87	966.78	123 三氯丙烷

H04	934.26	947.99	123 三氯丙烷
总计	7928.75	13157.74	/

根据施工总结报告，预处理加药过程中，每天记录的修复土壤量及药剂投加情况详见表 4.2-9。根据计算，药剂实际投加比例分别为：过硫酸钠 1:151.6，氧化钙 1:1094，基本满足修复设计要求。

表 4.2-9 预处理加药修复时序

日期	修复土方量 (m ³)	修复土壤重量 (t)	药剂投加量	
			过硫酸钠 (t)	氧化钙 (t)
2020.09.06	828	1490	10	1.3
2020.09.07	938	1650	11	1.5
2020.09.08	911	1600	10.5	1.5
2020.09.09	909	1600	10.5	1.5
2020.09.10	913	1550	10	1.4
2020.09.11	842	1500	10	1.3
2020.09.12	910	1600	10.5	1.5
2020.09.13	912	1550	10.5	1.4
2020.09.14	812	1450	10	1.3
2020.09.15	901	1600	10.5	1.5
2020.09.16	842	1500	10	1.4
2020.09.17	910	1600	10.5	1.5
2020.09.18	843	1500	10	1.4
2020.09.19	842	1500	10	1.4
2020.09.20	844	1500	9	1.3
合计	13157	23190	153	21.2

（2）堆置氧护阶段

添加药剂后的污染土壤，使用铲车按照条状堆置，养护过程中，堆体使用彩条布覆盖，并在四周设置止水围堰。防止养护过程中雨水的进入和流出。

根据小试实验数据，堆置养护时间至少为 336h（14 天）。养护过程中无需翻动。根据修复施工单位提供的资料，本次修复污染土壤堆置养护时间均超过 14 天，满足修复方案设计要求。



图 4.2-16 土壤堆置养护

修复土方量验收情况见图 4.2-21 和附件 7。

修复土方量验收记录	
位置:	A05 修复土方量验收记录
内容:	A05 挖掘完毕, 对修复土方量进行验收, 基坑面积为 628.89 m ² , 由高程 51.4989m 向下挖掘, 挖掘深度位 4.5~7.5m, A05 修复土方量为 1911.28m ³ 。
施工单位:	监理单位:
环境监理单位:	建设单位:
2020年10月10日	2020年10月10日

修复土方量验收记录	
位置:	A08 修复土方量验收记录
内容:	A08 挖掘完毕, 对修复土方量进行验收, 基坑面积为 827.55 m ² , 由高程 51.7227m 向下挖掘, 挖掘深度位 1m, A08 修复土方量为 839.38m ³ 。
施工单位:	监理单位:
环境监理单位:	建设单位:
2020年10月10日	2020年10月10日

图 4.2-21 修复土方验收记录

4.2.6 修复施工自检

土壤修复效果自检包括基坑和修复后土壤自检两部分。

(1) 基坑自检

山东华泽环保工程有限公司于 2020 年 10 月 8 日对坑底坑壁进行自检采样, 样品采集委托浙江实朴检测技术服务有限公司进行检测。

坑底采用系统布点的方法, 坑壁采用等距离布点法。坑底坑壁共取得 54 个土壤样品, 根据检测结果, 坑底、坑壁土壤样品中目标污染物浓度均能满足修复目标要求。

(2) 修复土壤自检

山东华泽环保工程有限公司于 2020 年 10 月 15 日对修复土壤进行自检采样，样品采集委托浙江实朴检测技术服务有限公司进行检测。

修复土壤采用系统布点法采样，共采集土壤样品 10 个，根据修复土壤检测结果，修复土壤中目标污染物浓度均能满足修复目标要求。

4.2.7修复效果评估检测

自检检测合格后，山东晋煤明升达化工有限公司于 2020 年 10 月 27 日委托天津实朴检测技术服务有限公司对基坑和修复土壤进行了样品采集和检测。修复效果评估检测采样由建设单位、修复施工单位、第三方检测单位、工程监理单位、环境监理单位、修复效果评估单位共同参与。

（1）基坑检测

基坑修复效果评估检测严格根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）中关于基坑清理效果评估的技术要求进行布点，采样点位于基坑底部和侧壁，采集深度为表层土（0~0.2m）范围内。

坑底采用系统布点法，坑壁采用等距离布点法，布点数量根据坑底、坑壁面积确定。采样数量不少于《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）中规定的最少采样点数量。

基于以上原则，基坑清理效果评估检测共检测坑底样品 40 个（不包含平行样），坑壁样品 85 个（不包含平行样），合计 125 个（不包含平行样）。

（2）修复土壤检测

修复土壤修复效果评估检测严格根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）中关于土壤异位修复效果评估的技术要求进行布点，每个样品代表的土壤体积不应超过 500m³。

修复后土壤采用系统布点法采样，布点数量根据堆体体积确定，采样数量不少于《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）中规定的最少采样点数量。

基于以上原则，修复土壤修复效果评估检测共检测样品 36 个（不包含平行样）。

4.2.8修复土壤回填

根据《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》（生态环境部南京环境科学研究所，2020 年 8 月）中对土壤回填环节环境监理要点如下：

a) 应核实回填基坑底部和侧壁是否达标；
b) 应核查回填方式和回填土壤质量是否符合施工方案和土地利用规划等要求；

b) 应开展二次污染防治监测，重点关注回填过程大气监测。

基坑（坑底、侧壁）经自检和修复效果评估检测，检测结果表明基坑（坑底、侧壁）清理效果已经满足修复目标要求和 GB36600-2018 中第一类用地筛选值要求后；修复土壤堆体经自检和修复效果评估检测，检测结果表明土壤中修复目标污染物均符合修复目标要求和 GB36600-2018 中第一类用地筛选值要求后；经监理批准后，进行回填施工。本工程回填土主要为经修复并检测合格后的土壤和开挖阶段开挖出的上层清洁土。

2020 年 11 月 06 日至 2020 年 11 月 08 日期间，修复后土壤经密闭运输车运至原基坑内，通过挖掘机从坑底开始回填，先回填修复合格后土壤，并分层压实，修复后土壤全部回填完成后，再在基坑表层回填清洁土，并压实，回填后进行场地平整和覆盖，回填后回填区域高出周围地面 20cm 左右。根据施工总结报告，共回填修复合格土壤 835 车（约 14195m³），清洁土垃圾 350 车（约 6020m³）。



图 4.2-22 修复后土壤回填

4.3 二次污染防治措施

4.3.1 大气二次污染防治及措施

(1) 基坑开挖阶段大气二次污染防治措施

①本次开挖施工过程使用的施工机械设备及运输工具均为符合国六标准的工程机械和车辆，符合现行环保要求。

②基坑开挖作业避开大风天气,本次修复作业在9月6日~9月16期间进行,未出现大风天气。在基坑土壤清挖过程中,为防止修复场区产生扬尘,在土方清挖地点设置环保雾炮机,在清挖作业时开启雾炮抑制扬尘产生。

③合理安排基坑的挖掘顺序,采用小面积开挖,开挖过程喷洒生物除臭剂抑制异味的产生。雾炮设备及运行记录见下图。



图 4.3-1 雾炮机

雾炮运行记录					
日期	位置	开机时间	关机时间	记录人	备注
2020.9.6	A05	上午 7:40 上午 13:30	上午 12:50 上午 18:00	石正	
2020.9.6	A08	上午 7:30 上午 13:00	上午 12:50 上午 18:00	石正	
2020.9.6	15号车间	上午 7:30	上午 13:00	石正	15号车间雾炮 20:00-22:00, 15:00-16:00
2020.9.7	A13	上午 7:30 上午 13:00	上午 13:00 上午 18:30	石正	
2020.9.7	A08	上午 7:30 上午 13:00	上午 13:00 上午 18:00	石正	
2020.9.7	14号	上午 7:30 上午 13:00	上午 13:00 上午 18:30	石正	15号车间雾炮 20:00-22:00, 1:00-2:00
2020.9.8	A05	上午 7:30 上午 13:00	上午 12:50 上午 18:00	石正	
2020.9.8	A05	上午 7:30 上午 13:00	上午 12:50 上午 18:00	石正	
2020.9.8	14号	上午 7:30 上午 13:00	上午 12:50 上午 18:00	石正	15号车间雾炮 19:00-22:00, 1:00-2:00
2020.9.9	A05	上午 7:30 上午 13:00	上午 12:50 上午 18:00	石正	
2020.9.9	A17	上午 7:40 上午 13:00	上午 12:50 上午 18:30	石正	
2020.9.9	14号	上午 7:30 上午 13:00	上午 12:50 上午 18:00	石正	15号车间雾炮 19:00-22:00, 1:00-2:00
2020.9.10	A05	上午 7:30 上午 13:00	上午 12:50 上午 18:00	石正	
2020.9.10	A04	上午 7:30 上午 13:00	上午 12:50 上午 18:00	石正	
2020.9.10	14号	上午 7:30 上午 13:00	上午 12:50 上午 18:00	石正	15号车间雾炮 19:00-22:00, 1:00-2:00

日期	位置	开机时间	关机时间	记录人	备注
2020.9.7	牛棚	17:00 18:10	17:20 18:20	石工	18:30 19:00-24:00 1200-4230
2020.9.18	牛棚	17:30 18:00	17:30 18:30	石工	19:00-24:00 1130-1530
2020.9.19	牛棚	17:00 17:30	17:20 18:00	石工	19:00-24:00 1200-1500
2020.9.20	牛棚	17:00 18:20	17:20 18:30	石工	19:00-24:00 1200-1430
2020.10.6	牛棚地	17:00 18:30	17:20 18:25	石工	19:00-24:00
2020.10.6	牛棚	18:00 18:30	17:30 18:20	石工	19:00-23:30
2020.10.6	牛棚	17:00 17:30	17:20 17:55	石工	19:00-23:30
2020.10.6	牛棚	17:30 18:00	17:30 18:20	石工	19:00-24:00
2020.10.7	牛棚地	17:00 18:30	17:20 18:30	石工	19:00-23:30
2020.10.7	牛棚	17:30 18:00	17:30 18:20	石工	19:00-24:00
2020.10.7	牛棚	17:00 18:30	17:20 18:30	石工	19:00-23:30
2020.10.8	牛棚地	17:00 18:30	17:20 18:20	石工	19:00-24:00
2020.10.8	牛棚	17:30 18:30	17:30 18:50	石工	19:00-23:30
2020.10.8	牛棚	17:00 18:30	17:20 17:55	石工	19:00-23:30
2020.10.8	牛棚	17:00 18:30	17:20 18:50	石工	19:00-24:00

图 4.3-2 雾炮机运行记录

④开挖出的土壤及时转运至污染土壤暂存区并采用彩条布覆盖，并及时转运至处理车间内进行预处理和加药修复。

⑤修复地块周边均采用实体围墙或者硬质挡板进行围挡；修复作业区周边均使用硬质挡板进行围挡；对现场非施工区域采取密目网严密遮盖措施，减少施工过程的扬尘。



图 4.3-3 覆盖、围挡

(2) 土方运输过程中大气二次污染防治措施

①本次修复过程土壤运输均在修复地块内部运输，未运出场外。均采用全封闭式运输车运输污染土壤，保证污染土壤运输途中不遗撒，避免挥发性有机物逸出。



图 4.3-4 密闭运输车运输

②施工现场所有道路全部进行硬化处理，施工过程中，由专人对道路进行定期洒水、清扫。



图 4.3-5 临时道路洒水清扫

(3) 污染土壤预处理、修复过程中气二次污染防治措施

①污染土壤预处理、加药过程均在密闭的处理车间内进行，车间仅设 2 个出入口，并在两个进出口加盖篷布并设置软帘。

②处理车间内安装喷雾系统，喷雾系统喷洒水和生物除臭剂，喷雾降尘同时增加修复土壤含水率，喷洒生物除臭剂抑制土壤破碎、筛分、搅拌过程中产生的异味。运行过程中喷雾系统持续运行，安排专人进行维护，保证喷雾系统正常工作。喷雾系统见下图。



图 4.3-6 喷雾系统

③预处理加药后的土壤在堆置养护过程中均采用彩条布进行覆盖，防止异味气体逸散。

(4) PID 监测

修复施工土壤开挖及土壤预处理过程中，每天使用 PID 快速监测仪对处理车间内、处理车间北侧、污染区域中心、污染区域四周及场界四周布设 11 个监测

点位进行空气质量实时监测，若发现污染物浓度较高，及时进行处理。监测点位见图 4.3-8，PID 监测记录见图 4.3-8，PID 统计结果见表 4.3-1。

修复期间 PID 现场记录表

检测日期	2020年9月6日	天气	晴
温度	31.6-19.6	风向	南风 3级
工程情况	挖填和回填土正常运行		
检测点位置	检测时间	检测结果	检测等级
1#	9:10	0.00mg/m³	正常
2#	9:20	0.50mg/m³	正常
3#	9:30	0.20mg/m³	正常
4#	9:40	0.30mg/m³	正常
5#	9:50	0.50mg/m³	正常
6#	10:00	0.50mg/m³	正常
7#	10:10	0.40mg/m³	正常
8#	10:20	0.60mg/m³	正常
9#	10:30	0.40mg/m³	正常
10#	10:40	0.50mg/m³	正常
11#	10:50	0.30mg/m³	正常
检测人员 (签字)	石卫	监理单位 (签字)	张朝法

修复期间 PID 现场记录表

检测日期	2020年9月12日	天气	晴
温度	30.6-19.6	风向	南风 3级
工程情况	所有所进行的工程一切正常		
检测点位置	检测时间	检测结果	检测等级
1#	9:00	0.30mg/m³	正常
2#	9:10	0.30mg/m³	正常
3#	9:20	0.40mg/m³	正常
4#	9:30	0.30mg/m³	正常
5#	9:40	0.30mg/m³	正常
6#	9:50	0.30mg/m³	正常
7#	10:00	0.30mg/m³	正常
8#	10:10	0.40mg/m³	正常
9#	10:20	0.30mg/m³	正常
10#	10:30	0.30mg/m³	正常
11#	10:40	0.30mg/m³	正常
检测人员 (签字)	石卫	监理单位 (签字)	张朝法

图 4.3-7 PID 监测记录



图 4.3-8 PID 快速检测布点图

表 4.3-1 PID 统计结果表 (mg/m³)

检测结果 检测日期	检测点位										
	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#
2020.9.6	0.4	0.5	0.2	0.4	0.5	0.5	0.4	0.6	0.4	0.5	0.3
2020.9.7	0.4	0.2	0.5	0.5	0.4	0.6	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5
2020.9.8	0.5	0.5	0.4	0.6	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5	0.2	0.4
2020.9.9	0.6	0.4	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5	0.2	0.4	0.5	0.4
2020.9.10	0.3	0.3	0.4	0.3	0.5	0.3	0.2	0.4	0.5	0.3	0.4
2020.9.11	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5	0.3	0.5	0.2
2020.9.12	0.5	0.4	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.5	0.5	0.4
2020.9.13	0.2	0.5	0.4	0.4	0.4	0.6	0.3	0.6	0.5	0.4	0.2
2020.9.14	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	0.3	0.4	0.5
2020.9.15	0.6	0.5	0.4	0.2	0.4	0.5	0.3	0.6	0.6	0.4	0.6
2020.9.16	0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.2	0.4	0.2	0.5	0.6	0.3
2020.9.17	0.4	0.3	/	/	/	/	/	0.6	0.4	0.6	0.5
2020.9.18	0.5	0.5	/	/	/	/	/	0.5	0.3	0.5	0.4
2020.9.19	0.4	0.6	/	/	/	/	/	0.3	0.3	0.3	0.2
2020.9.20	0.4	0.5	/	/	/	/	/	0.5	0.4	0.4	0.4

根据 PID 统计结果，土方开挖及污染土壤预处理期间，PID 快速检测结果显示项目场区内及场区周边挥发性有机污染物浓度较低，均能达标排放。

4.3.2水环境二次污染防治措施

水环境二次污染防治措施如下：

(1) 修复作业区内土壤养护区四周防雨堰外围挖沟埋 110PVC 雨水管，每 10 米留下水口，所有雨水经雨水管汇集到一个雨水井，如有下雨用污水泵把雨水井中的雨水抽到 30T 的水槽内，然后运到山东晋煤明升达化工有限公司新厂区的污水处理中心进行处理。

开挖基坑内若有基坑渗水或降雨积水，用污水泵把积水抽到 30T 的水槽内，然后运往山东晋煤明升达化工有限公司新厂区的污水处理中心进行处理。

本次修复过程中无基坑渗水产生。根据施工期间（2020 年 9 月 6 日-2020 年 11 月 13 日）宁阳县天气情况，施工期间仅 6 天出现降雨天气，且均为小雨，未形成地表径流，集水井中未出现积水，施工过程开挖基坑内无降雨积水产生。

(2) 对堆存土壤加盖雨布，并在堆体四周设置挡水围堰，防止降雨冲刷污染土壤后渗入地下，造成地下水的二次污染。

(2) 施工期间，运输车辆不驶出场外，不进行车辆的冲洗，离场时对车辆表面进行清扫，无废水产生。

(3) 施工期间，修复过程无修复废水产生和排放，修复工作人员依托周边公厕，项目区内无生活污水排放。

根据现场实际情况及施工单位和监理单位提供的资料，实际修复施工过程中：①施工期间降雨天气未形成地表径流，集水井中未收集到雨水，施工过程开挖基坑内无降雨积水产生；②施工车辆施工过程中及离场前只进行清扫，无清洗废水产生；③基坑开挖过程中无基坑渗水产生；④污染土壤预处理、加药及养护过程中无废水产生。综上，本项目施工过程中无施工废水产生。生活污水依托周边公厕排放。

4.3.3声环境二次污染防治及措施

修复施工过程声环境污染防治具体措施如下：

(1) 机械噪声控制

现场使用的施工机械设备均为同类型机械低噪声型号；加强噪声监测，每天进行噪声监测，未发现超标现象。及时对施工设备进行维修养护，确保设备处理良好的运行状态。噪声监测记录见图 4.3-8。

[illegible]

场内及厂界噪声污染物自行监测记录表

日期	监测时间	监测点位	测量结果 dB(A)	记录人	
2020年 9月10日	上午: 9:10	1#厂区东	58 dB	张永华	
	上午: 9:30		58 dB		
	上午: 9:50	2#厂区南	54 dB	"	
	上午: 9:10		58 dB		
	上午: 9:30	3#厂区西	51 dB	"	
	上午: 9:50		58 dB		
	上午: 9:10	4#厂区北	59 dB	"	
	上午: 9:30		59 dB		
	上午: 9:50	1#厂区东	57 dB	张永华	
	上午: 9:10		58 dB		
	9月11日	上午: 9:20	2#厂区南	51 dB	"
		上午: 9:40		51 dB	
上午: 9:10		3#厂区西	49 dB	"	
上午: 9:30			51 dB		
上午: 9:50		4#厂区北	58 dB	"	
上午: 9:10			51 dB		
上午: 9:30		1#厂区东	59 dB	张永华	
上午: 9:50			56 dB		
9月12日		上午: 9:20	2#厂区南	51 dB	"
		上午: 9:40		51 dB	
		上午: 9:10	3#厂区西	57 dB	"
		上午: 9:30		54 dB	
	上午: 9:50	4#厂区北	58 dB	"	
	上午: 9:10		58 dB		
	上午: 9:30	1#厂区东	58 dB	张永华	
	上午: 9:50		54 dB		
	上午: 9:20	2#厂区南	51 dB	"	
	上午: 9:40		51 dB		
	9月13日	上午: 9:10	3#厂区西	57 dB	"
		上午: 9:30		54 dB	
上午: 9:50		4#厂区北	58 dB	"	
上午: 9:10			58 dB		
上午: 9:30		1#厂区东	58 dB	张永华	
上午: 9:50			54 dB		
上午: 9:20		2#厂区南	51 dB	"	
上午: 9:40			51 dB		
上午: 9:10		3#厂区西	57 dB	"	
上午: 9:30			54 dB		
上午: 9:50		4#厂区北	58 dB	"	
上午: 9:10			58 dB		

场内及厂界噪声污染物自行监测记录表

日期	监测时间	监测点位	测量结果	记录人
2020年 9月10日	上午: 9:10		58 dB(A)	36号社
	下午: 2:30	1# 厂区东	58 dB(A)	
	下午: 9:20		59 dB(A)	
	下午: 3:40	2# 厂区南	58 dB(A)	
	下午: 9:30		51 dB(A)	
	下午: 3:50	3# 厂区西	59 dB(A)	
	下午: 9:40		60 dB(A)	
	下午: 4:00	4# 厂区北	51 dB(A)	
	下午: 9:10	1# 厂区东	51 dB(A)	
	下午: 2:30		57 dB(A)	
9月11日	上午: 9:20	2# 厂区南	50 dB(A)	36号社
	下午: 3:50		51 dB(A)	
	上午: 9:30	3# 厂区西	47 dB(A)	
	下午: 4:10		51 dB(A)	
	上午: 9:40	4# 厂区北	58 dB(A)	
	下午: 7:10		51 dB(A)	
	下午: 3:20	1# 厂区东	56 dB(A)	
	下午: 9:30	2# 厂区南	51 dB(A)	
	下午: 3:40		51 dB(A)	
	下午: 9:30	3# 厂区西	57 dB(A)	
9月12日	下午: 3:50		54 dB(A)	36号社
	下午: 9:40	4# 厂区北	58 dB(A)	
	下午: 4:00		58 dB(A)	
	下午: 9:10	1# 厂区东	56 dB(A)	
	下午: 3:30		57 dB(A)	
	下午: 9:20	2# 厂区南	51 dB(A)	
	下午: 3:40		51 dB(A)	
	下午: 9:30	3# 厂区西	58 dB(A)	
	下午: 3:50		57 dB(A)	
	下午: 9:40		57 dB(A)	
9月13日	下午: 4:00	4# 厂区北	56 dB(A)	36号社
	下午: 9:10		56 dB(A)	
	下午: 3:30		57 dB(A)	
	下午: 9:20	2# 厂区南	51 dB(A)	
	下午: 3:40		51 dB(A)	
	下午: 9:30	3# 厂区西	58 dB(A)	
	下午: 3:50		57 dB(A)	
	下午: 9:40		57 dB(A)	
	下午: 4:00	4# 厂区北	56 dB(A)	
	下午: 9:10		56 dB(A)	

场内及厂界噪声污染物自行监测记录表

日期	监测时间	监测点位	测量结果 dB(A)	记录人		
2020年9月14日	上午 7:30	1#厂区东	55 dB	张德红		
	上午 8:30		59 dB			
	上午 9:20	2#厂区南	51 dB			
	上午 9:50		53 dB			
	上午 10:30	3#厂区西	60 dB			
	上午 11:00		57 dB			
	上午 11:30	4#厂区北	58 dB			
	上午 12:00		51 dB			
	9月15日	上午 7:30	1#厂区东		59 dB	张德红
		上午 8:30			61 dB	
		上午 9:20	2#厂区南		54 dB	
		上午 9:50			57 dB	
上午 10:30		3#厂区西	57 dB			
上午 11:00			57 dB			
上午 11:30		4#厂区北	57 dB			
上午 12:00			57 dB			
9月16日		上午 7:30	1#厂区东	61 dB	张德红	
		上午 8:30		57 dB		
		上午 9:20	2#厂区南	50 dB		
		上午 9:50		52 dB		
	上午 10:30	3#厂区西	57 dB			
	上午 11:00		56 dB			
	上午 11:30	4#厂区北	57 dB			
	上午 12:00		57 dB			
	9月17日	上午 7:30	1#厂区东	54 dB		张德红
		上午 8:30		53 dB		
		上午 9:20	2#厂区南	54 dB		
		上午 9:50		60 dB		
上午 10:30		3#厂区西	52 dB			
上午 11:00			57 dB			
上午 11:30		4#厂区北	57 dB			
上午 12:00			57 dB			

日期	监测时间	监测点位	测量结果 dB(A)	记录人
2020年9月18日	上午: 9:10	1#厂界东	57.0dB	张智超
	下午: 2:30	2#厂界南	56.0dB	
	上午: 9:30	3#厂界西	55.0dB	
	下午: 2:50	4#厂界北	56.0dB	
9月19日	上午: 9:10	1#厂界东	56.0dB	张智超
	下午: 2:30	2#厂界南	55.0dB	
	上午: 9:30	3#厂界西	55.0dB	
	下午: 2:50	4#厂界北	56.0dB	
9月20日	上午: 9:10	1#厂界东	57.0dB	张智超
	下午: 2:30	2#厂界南	56.0dB	
	上午: 9:30	3#厂界西	55.0dB	
	下午: 2:50	4#厂界北	56.0dB	
9月21日	上午: 10:00	1#厂界东	55.0dB	张智超
	下午: 10:10	2#厂界南	56.0dB	
	上午: 10:20	3#厂界西	56.0dB	
	下午: 10:30	4#厂界北	57.0dB	

日期	监测时间	监测点位	测量结果 dB(A)	记录人
2020年11月6日	上午: 9:10	1#厂界东	58.0dB	张智超
	下午: 3:30	2#厂界南	57.0dB	
	上午: 9:30	3#厂界西	56.0dB	
	下午: 3:50	4#厂界北	57.0dB	
(11月7日)	上午: 9:10	1#厂界东	57.0dB	张智超
	下午: 3:30	2#厂界南	56.0dB	
	上午: 9:30	3#厂界西	55.0dB	
	下午: 3:50	4#厂界北	56.0dB	
(11月8日)	上午: 9:10	1#厂界东	57.0dB	张智超
	下午: 3:30	2#厂界南	56.0dB	
	上午: 9:30	3#厂界西	55.0dB	
	下午: 3:50	4#厂界北	56.0dB	
(11月9日)	上午: 10:00	1#厂界东	55.0dB	张智超
	下午: 10:10	2#厂界南	56.0dB	
	上午: 10:20	3#厂界西	56.0dB	
	下午: 10:30	4#厂界北	57.0dB	

图 4.3-8 噪声监测记录

(2) 车辆噪声控制

合理规划场内车辆回转路线，减少停留时间；对司机进行了教育和监督，场内车辆禁止鸣笛，做到自觉遵守各项规章制度。

(3) 人为噪声控制

施工过程中，对全体施工人员进行监督，减少了人为的大声喧哗，增强全体施工人员防噪声扰民的自觉意识；施工过程中的联络采用对讲机，禁止在机械上敲打金属的形式通知操作人员。

4.3.4 固体废物二次污染防治措施

修复工程项目部设专职人员负责卫生打扫及垃圾收集。全面管理废弃物的存放、收集及处理并对整个施工现场的废弃物处理进行监督。施工过程中产生的建筑垃圾经喷洒氧化药剂后暂存在清洁土壤暂存区，修复完成后回填；在办公区、临设等设置活动垃圾箱，并进行有序分类，生活垃圾、废篷布、废防渗膜和杂物等由环卫车定期外运处置；施工中使用后的药剂袋、包装塑料薄膜、包装桶等物品，统一收集后回收由供应厂家回收利用。

4.3.5 土壤二次污染防治措施

施工的过程中，为做好土壤二次污染的防治工作，修复工程单位实施了以下防治措施：

(1) 合理规划，划分不同功能区。根据施工计划及现场实际情况，对场内的区域进行了合理的规划，将地块分为基坑开挖区、清洁土壤暂存区、修复作业区等多个功能区，避免施工过程中的交叉污染。

(2) 做好防渗：修复作业区内修复车间混凝土地坪防渗，地面硬化层厚度 20cm；2#修复土壤养护区和 3#修复土壤养护区地面平整后右上往下铺设 2 层 2mm 厚 HDPE 膜，并在养护区四周采用水泥砂浆砖砌筑 300mm 的围堰；地块西南侧养护区底部利用场地原有硬化地表，地面硬化采用厚度 200mm 厚混凝土防渗，并在养护区四周采用水泥砂浆砖砌筑 300mm 的围堰。

(3) 规范施工：污染土壤挖掘遵循“现挖现装”的原则，运输过程禁止超载。施工过程严格按给定的拐点坐标进行污染土壤清挖，开挖后直接装车，未在现场临时堆放，避免了交叉污染；严格控制清挖阶段清挖机械与运输车辆的活动范围，挖机未将污染土壤带离污染区域。

(4) 规范运输。污染土壤进行转运时，不满负荷装载运输，并通过覆盖，防止污染土壤撒漏；在大风、降雨等恶劣天气时停止运输。

(5) 分类堆放。清洁土壤、修复后土壤和污染土壤分开堆放，使其不接触，防止混合后交叉污染。

(6) 雨期施工防护准备充足。雨期时，对堆存土壤加盖雨布，并在堆体四周设置挡水围堰，防止污染土壤扩散。

4.3.6修复方案与实际执行二次污染防治措施对比

修复工程实际实施过程中采取的二次污染防治措施与修复方案和环评文件中要求采取的二次污染防治措施对比情况详见表 4.3-1 和表 4.3-2。

表 4.3-1 修复方案与实际实施过程中采取的二次污染防治措施对比表

环境要素	修复方案要求	实际采取措施	是否一致
大气环境二次污染防治措施	(1) 挖掘过程	/	/
	a) 施工单位必须选用符合国家卫生防护标准的施工机械设备和运输工具, 采用专业设备比如雾炮控制扬尘, 确保其废气排放符合国家有关标准;	①本次施工过程使用的施工设备及运输工具均符合卫生防护标准; 基坑开挖过程中均采用雾炮控制扬尘; 根据施工期环境监测结果, 项目场界无组织废气全部达标排放。	一致
	b) 在对污染区域进行挖掘时, 应注意按具体污染程度安排挖掘进度。避免重度污染土壤大量暴露在空气中散发恶臭和异味;	②本次修复过程污染区域开挖顺序为根据污染区域所在位置及污染区域的污染程度确定, 各基坑陆续开挖。开挖过程中喷洒生物除臭剂, 根据施工期环境监测结果, 项目场界无组织废气全部达标排放。	一致
	c) 对挖掘产生臭味, 采取的环保措施包括: ①采用生物类除臭剂彻底去除臭味, 保证施工人员的健康与安全; ②挖掘土壤时, 如果出现异味较重现象, 则停止挖掘作业, 对周围空气进行除臭, 然后, 一边缓慢挖土, 一边喷洒气味抑制药剂; ③用雨布及时遮盖临时堆场的土堆, 抑制异味转移到空气。	③对挖掘产生臭味, 采取的环保措施为: 基坑开挖过程中及污染土壤预处理过程中均喷洒生物除臭剂; 开挖过程中使用 PID 进行有机废气的快速检测; 对暂存的污染土壤和修复土壤堆体采用彩条布进行覆盖, 防止修复过程中污染物转移到空气中。	一致
	(2) 暂存和修复过程	/	/
	a) 对存在异味的污染土壤, 在暂存和处理过程均需控制尾气逸散, 控制办法包括建设密闭大棚及其尾气处理设施、喷洒气味抑制药剂、膜覆盖等等, 可根据实际情况自行选用;	①根据环评文件要求, 土壤预处理过程全部在密闭的车间内进行, 修复处理车间内设置喷雾系统, 污染土壤预处理过程喷洒生物除臭剂去除预处理过程中产生的异味; ②运输车辆进出口设置软帘; ③污染土壤在暂存及堆存修复过程中均采用彩条布进行覆盖, 防止异味气体逸散。	基本一致

环境要素	修复方案要求	实际采取措施	是否一致
	b) 运输垃圾、渣土、砂石的车辆必须取得“运输车辆准运证”，实行密闭式运输；	②本次修复过程土壤运输均在修复地块内部运输，未运出场外，运输过程均采用密闭运输车运输。	一致
	c) 尽可能将会产生大气污染的工序放在大气污染敏感点的下风向，为实现有效防止排放的达标废气气味对周边居民的产生感官影响，废气治理装置和排气筒的位置与周边商住区的距离不得小于 20 米，排气筒高度原则上不得高于 15 米。	③本次修复过程未设置废气处理装置和排气筒，对基坑过程中产生的颗粒物采用雾炮进行洒水降尘，对土壤破碎筛分过程中产生的颗粒物喷雾头喷洒降尘；对施工过程中产生的异味均采取喷洒生物除臭剂祛除异味。根据施工平面布置，本次修复施工区域距离周边居民区均超过 20 米。根据施工期间监测结果，厂界无组织废气均达标排放。	一致
水环境二次污染防治措施	(1) 施工期间，基坑渗水、土壤处理产生废水、堆放渗水、车辆清洗废水、含污染物冲洗废水和径流、生活废水等都统一收集，检测达标后纳管排放；	(1) 修复作业区内在土壤养护区四周防雨堰外围挖沟埋 110mmPVC 雨水管，每 10 米留下水口，所有雨水经雨水管汇集到一个雨水井，如有下雨用污水泵把雨水井中的雨水抽到 30T 的水槽内，然后运往山东晋煤明升达化工有限公司新厂区的污水处理中心进行处理。 开挖基坑内若有基坑渗水或降雨积水，用污水泵把积水抽到 30T 的水槽内，然后运往山东晋煤明升达化工有限公司新厂区的污水处理中心进行处理。 施工期间，所有开挖基坑均无基坑渗水产生；土壤在预处理、药剂投加及堆置氧护过程中均无渗水产生；所有施工车辆在施工期间均未离开施工场地，未进行车辆清洗，施工完成后，对施工车辆表面进行清扫后离场，无车辆清洗废水产生；施工人员生活污水依托周边公厕。	一致
	(2) 采取防雨手段（搭棚或覆盖），减少进入污染土堆的雨水量。	(2) 修复土壤堆体均使用防雨彩条布覆盖，防止雨水进入土壤堆体。	一致
固废污染控制	(1) 尽可能地少在土壤未受到污染的地面上进行有关治理施工的活动，尽可能地缩小治理工作活动的范围；	(1) 本次修复过程中，开挖的污染土壤直接由运输车运至修复作业区内暂存，不在基坑周边暂存；运输车辆按照既定的运输路线运输；污染土壤堆置养护区兼做土壤暂存区和待检区。	一致

环境要素	修复方案要求	实际采取措施	是否一致
	(2) 应避免在大风季节以及暴雨季节进行清挖施工作业；	(2) 施工方案要求大风及暴雨季节停止施工。本次修复作业在 9 月 6 日~9 月 16 期间进行，基坑开挖过程中未遇到暴雨和大风天气。	一致
	(3) 对地上废弃物（包括建筑垃圾）进行清理时，应采取分类处理处置的方法。对未受污染的废弃物，可按照一般废弃物进行处理处置。对受到污染的废弃物和建筑垃圾，应区别对待，妥善处理，严防产生二次污染。	(3) 对基坑开挖过程中产生的建筑垃圾喷洒化学氧化有机后暂存到清洁土壤暂存区，施工完成后全部回填，不外运；对于 A05、B01、D08 基坑上层清洁土壤（A05: 0-4.5m, B01:0-2.5m; D08:0-0.5m），全部暂存到清洁土壤暂存区，施工完成后全部回填，不外运。建筑垃圾和清洁土壤在暂存过程中均使用防尘网进行覆盖。	一致
	(4) 施工现场设立专门的废弃物临时储存场地，废弃物分类存放，分生活垃圾存放区、一般固废储存区和危险废物储存区，对有可能造成二次污染的废弃物必须单独储存在危险废物储存区，设置安全防范措施并有醒目标志。	(4) 施工过程中没有危险废物产生。修复作业区内设有生活垃圾存放区和一般固废暂存区。在办公区、临设等设置活动垃圾箱，并进行有序分类，生活垃圾、废篷布、废防渗膜和杂物等由环卫车定期外运处置；施工中使用后的药剂袋、包装塑料薄膜、包装桶等物品，统一收集后回收由供应厂家回收利用。	一致
	(5) 施工现场设置专门垃圾箱派专人管理和清理。	(5) 生活垃圾暂存至垃圾箱，由专人管理，并委托环卫部门清运。	一致
	(6) 修复治理过程中产生的危险废物按相关规定处置。	(6) 施工过程中没有危险废物产生。	一致
	(7) 污染土壤及固体废物的暂存场所要有防止飞扬、泄露、渗漏等措施，例如建设封闭空间、覆盖、铺设防渗层；	(7) 修复作业区内处理车间地面采用 200mm 厚混凝土防渗层作为防渗地坪；修复作业区内两个土壤养护区，地面平整后右上往下铺设 2 层 2mm 厚 HDPE 膜进行防渗；地块西南侧养护区底部利用场地原有硬化地表，地面硬化采用厚度 200mm 厚混凝土防渗；在养护区四周采用水泥砂浆砖砌筑 300mm 的围堰。	一致
	(8) 废水废气治理产生的固废，经判别属于危险废物，要按照《固体废物污染环境防治法》等相关的管理要求进行最终处置。	(8) 本次修复治理过程中无危险废物产生。	一致

环境要素	修复方案要求	实际采取措施	是否一致
声环境二次污染防治措施	污染土壤修复工作中，产生噪声的环保措施： （1）高噪声设备布局远离居民区，运输线路尽量远离居民区。	（1）现场使用的施工机械设备均为同类型机械低噪声型号；临时运输路线主要位于修复地块中间靠西的位置，距离最近的居民区（周公台）较远。	一致
	（2）加强施工管理，尽量降低施工现场噪声。	（2）场内车辆禁止鸣笛；对全体施工人员进行监督，减少了人为的大声喧哗。	一致
	（3）规范施工时间，尽量减少夜间施工，需要夜间施工应及时报批，采取有效措施避免扰民。	（3）本次施工期间未进行夜间施工手续的报批。夜间施工加强管理，尽量在远离居民区的区域进行施工，加强夜间施工管理，减少夜间偶发噪声的发生。根据施工期间监测报告监测结果，施工场界噪声能够达标排放，且施工过程中未收到周边居民的投诉。	不一致，未进行夜间施工手续的报批
	（4）维修、管理高噪音的器具，使设备处于低噪声、良好的工作状态，降低噪音污染。	（4）及时对施工设备进行维修养护，确保设备处理良好的运行状态。	一致
	（5）负压抽气泵和尾气处理设备的安装位置与周边已经存在和即将入住居民区的距离不少于 200 米。	（5）本次施工过程中未安装负压抽气泵。喷雾系统安装在修复处理车间内，且为低噪声设备。未安装风机等高噪声设备。	一致

表 4.3-2 环评文件要求与实际实施过程中采取的二次污染防治措施对比表

环境要素	环评文件要求	实际采取措施	是否一致
大气环境二次污染防治措施	1) 扬尘治理	/	/
	①修复区沿线周围设置简易围屏，采用 2.5m 高铁质挡板进行围挡；	①修复地块周边均采用实体围墙或者硬质挡板进行围挡；修复作业区周边均使用硬质挡板进行围挡。	一致
	②基坑开挖避免大风天气作业，采用雾炮抑尘；	②本次修复作业在 9 月 6 日~9 月 16 期间进行，基坑开挖过程中未遇到暴雨和大风天气。	一致
	③异位化学氧化修复车间采用雾炮及水雾抑尘；	③修复处理车间内装有喷雾系统，喷洒水和生物除臭剂进行降尘和去除异味。	一致

环境要素	环评文件要求	实际采取措施	是否一致
	④污染土壤堆放区、合格土壤堆放区、修复土壤养护区、临时堆场及开挖基坑等采用篷布遮盖。	污染土壤暂存过程及修复土壤堆体均使用防雨彩条布覆盖，防止雨水进入土壤堆体。 建筑垃圾和清洁土壤在暂存过程中均使用防尘网进行覆盖。	一致
	2) 异味及有机废气治理	/	/
	①采用小面积作业方式，开挖过程中喷洒气味抑制剂，开挖完成区域及时进行覆盖；	①本次修复过程污染区域开挖顺序为根据污染区域所在位置及污染区域的污染程度确定，各基坑陆续开挖； 开挖过程中喷洒生物除臭剂，根据施工期环境监测结果，项目场界无组织废气全部达标排放。	一致
	②采用密闭自卸车进行运输；	②运输过程均采用密闭运输车运输。	一致
	③开挖及异位化学氧化修复作业过程中采用手持 VOC 检测仪器监测空气中有机物浓度，及时喷洒气味抑制剂。	③开挖过程及修复过程中，专人持 PID 快速检测设备检测环境空气中挥发性有机物浓度。 施工过程中喷洒生物除臭剂去除异味。	一致
	3) 施工机械及运输车辆尾气 施工机械及运输车辆尾气产生量较少，对施工机械、运输车辆进行定期检修，做到施工车辆及机械尾气无组织排放。	施工过程中对施工机械、运输车辆进行定期检修，减少机械尾气的排放。	一致
水环境二次污染防治措施	施工作业人员生活污水依托就近公厕，排入市政污水管网；	施工人员生活污水依托周边公厕。	一致
	修复结束后，施工机械及运输车辆离厂前冲洗废水用于场地喷洒，不外排。	所有施工车辆在施工期间均未离开施工场地，未进行车辆清洗，施工完成后，对施工车辆表面进行清扫后离场，无车辆清洗废水产生；	一致
固废污染控制	废包装袋：厂区危废暂存间内暂存，由供应单位回收再利用； 废篷布及废防渗膜：喷洒化学氧化药剂进行无害化处理 后外售至废品回收站； 石块及建筑垃圾：暂存于临时堆场，与修复后土壤一并	施工中使用后的药剂袋、包装塑料薄膜、包装桶等物品，统一收集后回收由供应厂家回收利用。 修复作业区内设有生活垃圾存放区和一般固废暂存区。生活垃圾、废篷布、废防渗膜和杂物等由环卫车定期外运处置；	一致

环境要素	环评文件要求	实际采取措施	是否一致
	回填；生活垃圾：环卫部门统一清运。 危废暂存间位于异位化学氧化修复车间内，占地面积6m ² ，用于储存施工期间危险废物废包装袋，最大储存量为0.1吨。	石块及建筑垃圾：暂存于清洁土壤暂存区，与修复后土壤一并回填；	
声环境二次污染防治措施	(1) 对声源进行控制，使用高效低噪建筑施工机械，维持设备再良好状态下运转，减少运行噪声。	(1) 定期对施工机械设备进行维护，减少施工过程中噪声的产生。	一致
	(2) 根据施工现场情况，对一些强噪声源如运输车辆的行驶路线作出合理规划，使其噪声对周围的干扰减小到最低程度。	(2) 现场使用的施工机械设备均为同类型机械低噪声型号；临时运输路线主要位于修复地块中间靠西的位置，距离最近的居民区（周公台）较远。	一致
	(3) 对施工中的高噪声设备，根据规定限制作业时间，禁止午休和夜间施工等。可根据工程进展情况，将高噪声作业安排在昼间进行，从而减轻噪声对周围的干扰。	(3) 现场使用的施工机械设备均为同类型机械低噪声型号；合理安排施工时间，夜间施工加强管理，夜间施工区域尽可能远离居民区。	一致
	(4) 将固定工作地点的施工机械尽量设置所在地距离居民区较远的位置，并采取适当的封闭和隔音措施。	(4) 修复处理车间进行密闭，修复地块周边均采用实体围墙或者硬质挡板进行围挡；修复作业区周边均使用硬质挡板进行围挡。	一致
	(5) 在施工沿线全程加设临时围挡。	(5) 修复地块周边均采用实体围墙或者硬质挡板进行围挡；修复作业区周边均使用硬质挡板进行围挡。	一致
	(6) 尽可能减少施工中的撞击、磨擦噪声。施工期间，建筑施工现场界噪声应达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的有关规定。 为减轻施工噪声对周围环境的影响，施工过程中除按照以上措施实施外，还应合理布局施工设备、安排施工进度，中午（12:00-14:00）及夜间（22:00-次日 6:00）禁止施工，因特殊施工工序需要夜间施工的，要向有关部门办理审批手续，经审查同意并向周围单位公示后方可施工。	(6) 本次施工期间未进行夜间施工手续的报批。 夜间施工加强管理，尽量在远离居民区的区域进行施工，加强夜间施工管理，减少夜间偶发噪声的发生。 根据施工期间监测报告监测结果，施工场界噪声能够达标排放，且施工过程中未收到周边居民的投诉。	未进行夜间施工手续的报批

4.4 工程实施变更说明

本工程在实施过程中，基本与修复方案一致，对比情况详见表 4.4-1。

表 4.4-1 实际执行情况与修复方案对比情况一览表

项目	修复方案要求	实际实施情况	是否一致	变化对环境的影响说明
修复目标污染物	1,2,3-三氯丙烷, 苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽	1,2,3-三氯丙烷, 苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽	一致	/
修复范围	修复范围为 A05、A08、A13、A14、A25、A27、B01、D08、H01、H04 共 10 个污染区域	修复范围为 A05、A08、A13、A14、A25、A27、B01、D08、H01、H04 共 10 个污染区域, 修复区域总面积为 7928.75m ²	一致	/
修复面积	修复区域总面积为 7900.38m ²	修复区域总面积为 7928.75m ²	一致, 略大	变化后基坑污染土壤能完全清挖修复
修复土壤量	需修复土方量 12967.74m ³ 。	共修复土方量 13157.74m ³	一致, 略大	变化后基坑污染土壤能完全清挖修复
修复技术与工艺	原地异位化学氧化技术修复技术	原地异位化学氧化技术修复技术	一致	/
药剂投加比例	过硫酸钠 1:150, 氧化钙 1:1000	过硫酸钠 1:151.6, 氧化钙 1:1094	基本一致	修复后土壤经检测均修复合格
养护时间	336h (14 天) 以上	均超过 20 天	一致	满足最低养护时间要求

4.5 工程实施结论

本修复工程于 2020 年 8 月 28 日开始, 历经 78 天, 于 2020 年 11 月 13 日完成。本次修复过程中宁阳鲁信建设监理有限公司对本项目开展了全过程工程监理工作, 工程监理对山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复工程土方工程质量评价意见如下: ①开挖尺寸满足设计要求, 边坡开挖符合设计及规范要求。2020. 11. 9 基坑回填完毕, 回填符合设计要求。②工程资料基本齐全, 对修复完毕潜在二次污染区域取样 33 个, 加平行样品共 37 个样品封存, 2020. 11. 13 检测报告全部出具完毕, 检测结果全部合格。③开挖与回填期间无违规现象发生。综上所述我项目部认为山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复工程开挖与回填符合施工质量验收规范要求, 同意以合格分项工程验收。

综上, 修复施工单位山东华泽环保工程有限公司严格按照《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》要求, 进行了污染土壤的清挖、运输、预处理和养护, 修复后土壤检测合格后, 全部回填回原基坑内, 整个施工过程相对

规范。修复施工过程中采取了有效的二次污染控制措施，经监测，施工期间场区内及场界外均未出现污染物超标情况。目前修复工程已经全部施工完成，已具备验收条件。

5 环境保护措施落实情况

本工程修复过程中，环境监理单位于 2020 年 8 月 28 日入场，于 2020 年 11 月 13 日离场，采用旁站和巡视相结合的形式进行监理，施工前对修复施工单位、检测单位的材料、设备、人员进行了检查，清挖、运输、修复期间安排监理人员驻场实施监理，监督修复施工单位按照修复技术方案要求完成污染基坑清挖、污染土处置、基坑、修复土壤的检测，环境质量监测等工作，并在施工期结束后核对有关工程量，形成环境监理总结报告。根据环境监理报告环境保护措施的落实情况如下：

5.1 监理工作范围

环境监理重点考虑和关注建设场地周围的环境敏感目标、建设项目施工区域和受项目施工过程影响的区域、项目配套建设的环境保护设施和采取的环境保护措施。

施工区域包括承包人的施工现场、办公场地、生活营地、施工道路、材料场、取弃土场、附属设施等，以及在上述范围内的生产活动可能造成的周边环境污染和生态破坏区域。项目配套环境保护设施和采取的环境保护措施主要包括生产废水和生活污水处理设施、固体废弃物处理设施（生产、生活垃圾和生产废渣）、大气污染防治设施、噪声控制措施、生态保护和恢复措施等，监督检查环境保护设施落实情况。

5.2 环境监理工作方法

在该项目环境监理工作实际开展过程中主要采用资料核查、巡视和旁站监督、现场记录、发布文件指令和环境监理会议等5种方法。工程施工期间，环境监理在审核设计文件和施工方案的基础上，对施工单位在环保方面施工及可能产生污染的环节进行全方位巡视、现场记录和旁站监督，保证施工行为达标。对于隐蔽工程施工进行全方位旁站与检查，确保环保措施的有效落实。针对施工过程中发现的问题，及时下发《环境监理整改通知单》及《环境监理工作联系单》或召开环境监理专题会议的方式予以处理和解决。

（1）资料核查

资料核查主要对设计文件、施工方案和配套环保设施的核查。配套环保设施核查主要是对废气治理设施、污水处理设施、噪声控制工程、固体废物处置、隐

蔽工程等环保工程和设施的核查。环境监理通过对设计文件核查以及设计图纸审查等方式，及时与设计单位和建设单位沟通协调，确保环评及批复要求落实到设计文件中。

（2）巡视和旁站监督

根据施工进度和环境监理实施方案，按照一定频次对项目的建设现场开展巡视检查，掌握项目工程的实际建设情况和进度，核实建设内容的批建符合性，环保“三同时”落实情况、施工环保达标情况、生态环保措施等方面现场查找问题、提出合理化建议，并做好巡视记录。

项目施工过程中涉及重点工程、环境敏感区域、隐蔽工程等关键工程时，环境监理对该施工过程和关键节点采取全过程现场跟踪旁站监督方式，确保重点防控部位的环保措施符合环评和设计文件的要求。

（3）现场记录

环境监理采取记录方式对现场巡查工作进行记录，针对现场实际建设情况提出解决方案和对策，主要包括监理日志、现场巡查和旁站记录等。

（4）发布文件指令

环境监理人员对核查设计文件、现场巡视发现项目工程建设内容与环评及批复要求存在调整、环保“三同时”落实不到位、存在环保问题时，及时向建设单位报送《环境监理工作联系单》，提出存在问题和相应的处理意见，督促建设单位尽快落实整改要求。

（5）环境监理会议

环境监理根据施工进度和实际情况组织召开环境监理会议，通过讨论、协调、解决建设过程中存在的各类环保问题，提出相关要求，督促施工单位整改落实。全面梳理项目环境保护措施执行情况、环保工程的建设情况，确保项目工程环境得到有效控制和保障工程的顺利进行。

5.3 环境监理工作内容

5.3.1 施工准备阶段环境监理内容

（1）制定环境监理工作方案

在受到建设单位委托后，环境监理单位及时进行资料收集，通过研读场地评估报告、施工方案和其他工程基础资料，在踏勘现场的基础上编制环境监理方案。环境监理单位完善了环境监管体系和管理计划，明确了环境监理的工作内容及要

点、工作方法、工作制度及工作流程。

(2) 制定施工阶段监测方案

根据环境影响评价文件内容，本次修复过程中无施工废水排放，仅涉及废气和噪声的排放。

1) 大气环境监测

根据环境影响评价文件内容，修复项目施工期间废气主要通过无组织方式排放，因此主要考虑场界无组织废气排放监测。

①布点方案

场界无组织排放的监测点位主要为监测时场界的上风向和下风向。其中上风向 1 个监测点，下风向 3 个监测点，共 4 个监测点。

②采样频率

采用定期+不定期监测相结合方式。施工阶段定期监测为每两周 1 次，直至现场施工结束。不定期监测在工艺不稳定和不利于污染物扩散天气等情况下进行监测。

③监测指标

无组织排放监测指标为：颗粒物、1,2,3-三氯丙烷、苯并[a]芘、二苯并（a、h）蒽、臭气浓度、VOCs。

④评价标准

颗粒物、苯并[a]芘排放浓度执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织监控浓度限值要求，臭气浓度、VOCs 执行《挥发性有机物排放标准 第 7 部分：其他行业》（DB37/ 2801.7—2019）表 2 中厂界监控点浓度限值要求。1,2,3-三氯丙烷、二苯并（a、h）蒽无污染物排放标准和环境质量标准，监测仅留作记录。

另外，在土壤开挖及土壤预处理过程中，每天使用 PID 快速监测仪对，每天使用 PID 快速监测仪对处理车间内、处理车间北侧、污染区域中心、污染区域四周及场界四周布设 11 个监测点位进行有机废气的快速监测，并记录监测结果，PID 检测点位设置情况详见图 4.3-8。

2) 噪声监测

①布点方案

在场界四周设置 6 个监测点位，对场界四周昼间、夜间噪声进行监测。噪声

监测点位示意图见图 5.3-1。



图 5.3-1 施工期环境监测点位图

②监测频次

施工期每月监测一次。

③监测指标

等效连续 A 声级。

④评价标准

《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 标准要求 (昼间 70 dB

(A), 夜间 55dB (A)。

另外,

5.3.2 施工阶段环境监理工作内容

5.3.2.1 基础设施建设环境监理

(1) 修复作业区防渗处理



图 5.3-1 修复作业区防渗

(2) 测量放线



图 5.3-2 测量放线

(3) 修复处理车间建设

建设一处 19m×17m×7m 的处理车间，地面以上结构依次为压实基础层、200mm 厚混凝土防渗层作为防渗地坪，车间进行密闭处理。车间内安装一体式土壤改良机，设备废气产生部位安装喷雾系统。

5.3.2.2 施工过程环境监理

(1) 施工过程环境监理要点

表 5.3-1 施工过程环境监理工作要点

监理内容		监理要点
修复工程 施工内容	现场清挖	清挖边界和清挖深度、污染土的场内运输线路和临时堆放设置等
	污染土暂存与修复	污染土壤入场登记；修复的工艺、方法、施工顺序等情况；修复效果检测过程及其修复效果情况等；
	修复后土壤回填	回填方案、回填土方量等
修复过程 二次污染 防治	现场清挖	基坑、污染土暂存区、道路等的防渗、防尘、防气味扩散、防土壤二次污染的控制措施等。
	污染土场内运输	运输车辆苫盖、防遗撒措施等
	污染土暂存与修复	土壤堆体的防雨、防尘、防渗、防气味扩散措施；处理车间的密闭情况、喷雾系统的运行情况。
	修复后土壤回填	土壤回填过程防尘、防遗撒措施等。
污染物排 放监测	大气无组织监测	土壤清挖、污染土预处理及堆置养护、回填期场界
	噪声	修复施工期间场界噪声
	固废	污染土壤、建筑垃圾、清洁土壤、修复施工过程中产生的所有固体废物的处置

(2) 污染土壤的清挖

污染土壤的清挖，应根据现场确定的污染土壤清挖范围，上一层污染土壤清挖完成后，方可进行下层污染土壤清挖，清挖顺序和流程与上一层相同。同时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。

污染土清挖施工过程中要充分考虑到污染物的挥发扩散对周边和大气环境的影响，尤其是在恶臭类物质管控范围内。同时尽量减少扰动强度和作业面，尽可能采用表面覆盖等手段，减少土壤中污染物的逸出；在开挖过程中如果异味比较严重，则根据实际情况喷洒生物除臭剂。为减少施工过程的无组织排放，可采用控制开挖作业面、覆膜、喷洒生物除臭剂等手段，尽可能控制异味的扩散。

清挖作业现场以及运输车辆均应配备如下防护用具和应急药品：防毒口罩、化学安全防护眼镜、工作防护服、防毒手套、生理盐水等。对作业人员进行上岗

培训，以及急救常识培训。

根据计算，实际施工过程中，共清挖污染土壤 13157.74m^3 。

（3）污染土壤的运输和暂存

本次修复工程污染土壤均在修复场区内进行运输，运输过程按照既定的运输路线，采用密闭运输车运输。污染土壤不再清挖区域周边暂存，全部暂存在修复处理区的暂存区内（土壤修复养护区兼做污染土壤暂存区）。

（4）污染土壤化学氧化修复

本次修复工程污染土壤全部采用异位化学氧化技术进行修复，修复过程包括土壤的预处理加药、土壤的堆置养护两个阶段。预处理加药过程均通过喷雾系统喷雾和生物除臭剂，堆置养护过程中全部使用彩条布进行覆盖。

（5）修复土壤回填

所有修复后土壤经采样检测合格后方可进行回填，回填过程采用密闭运输车运输、采用雾炮降尘。确保所有修复后土壤、清洁土壤和建筑垃圾等回填。根据回填过程中记录，共回填修复合格土壤 835 车（约 13157m^3 ），清洁土壤和建筑垃圾 350 车（约 5798m^3 ）。所有开挖土方全部回填。

5.3.2.3 二次污染防治措施

施工过程中采取了严格的二次污染防治措施，详见 3.4.5 小节。

5.3.3 环境监理过程中发现的问题及整改措施

监理过程中针对施工过程产生的环境问题共计下达《环境监理工作联系单》4 份，收回施工方反馈文件 4 份。督促施工方及时对产生的环境问题进行了调查与整改。

（1）运输过程起尘问题

2020 年 9 月 6 日、9 月 7 日，环境监理人员在巡场过程中发现密闭运输车在土方运输过程中存在车速过快的的问题，地面洒扫不及时，造成地面起尘。要求施工方对运输车辆进行限速，并增加道路洒水次数，防止道路扬尘。

（2）雾炮未及时开启问题

2020 年 9 月 13 日，环境监理人员巡场发现基坑开挖时，未按照要求及时开启雾炮降尘。随后监督施工单位及时开启雾炮，现场环境质量得到改善。

（3）覆盖问题

2020 年 9 月 17 日，环境监理人员巡场发现养护区覆盖的篷布部分出现破损

情况，立即要求施工单位对养护区篷布进行修复和更换。随后监督施工单位落实了更换篷布的整改措施。

环境监理工作联系单

工程名称: 山东晋煤升达化工有限公司污染场地土壤修复项目
编号: 2020年-09月-06日

致: 山东华源环保工程有限公司

事由: 密闭运输车运输过程中车速过快

内容: 立即进行车辆限速, 增加洒水次数。

环境监理单位: 山东华源环保工程有限公司 (盖章)
日期: 2020年09月06日

签收单位: 立即通知运输车司机, 按要求限速, 并增加洒水次数

签收单位: 山东晋煤升达化工有限公司 (盖章) 签收
工程师: 王德成 (签字) 日期: 2020年9月6日

本表一式四份, 由环境监理单位填写, 签收单位存两份, 环境监理单位存两份。

环境监理工作联系单

工程名称: 山东晋煤升达化工有限公司污染场地土壤修复项目
编号: 2020年-09月-13日

致: 山东华源环保工程有限公司

事由: 修复过程中未及时开启雾炮降尘

内容: 修复实施过程中必须开启雾炮降尘, 否则不得开工。

环境监理单位: 山东华源环保工程有限公司 (盖章)
日期: 2020年09月13日

签收单位: 通知雾炮管理人员要及时开启雾炮

签收单位: 山东晋煤升达化工有限公司 (盖章) 签收
工程师: 王德成 (签字) 日期: 2020年9月13日

本表一式四份, 由环境监理单位填写, 签收单位存两份, 环境监理单位存两份。

图 5.3-3 环境监理工作联系单

5.4 施工期间环境监测

5.4.1 环境监测实施情况

本项目基坑开挖过程中基坑无渗水产生, 修复施工过程中无施工废水产生, 生活污水依托周边公厕。因此, 施工期间的环境监测主要包括大气环境监测、声环境监测。

项目施工单位委托第三方检测机构山东鲁岳检测科技有限公司分别于 2020 年 8 月 27 日、2020 年 9 月 12 日、2020 年 9 月 15 日、2020 年 9 月 27 日、2020 年 10 月 9 日、2020 年 10 月 22 日、2020 年 11 月 7 日、2020 年 11 月 14 日对厂界无组织废气和厂界噪声进行了 8 次监测。监测报告详见图 5.4-1 和附件 11。

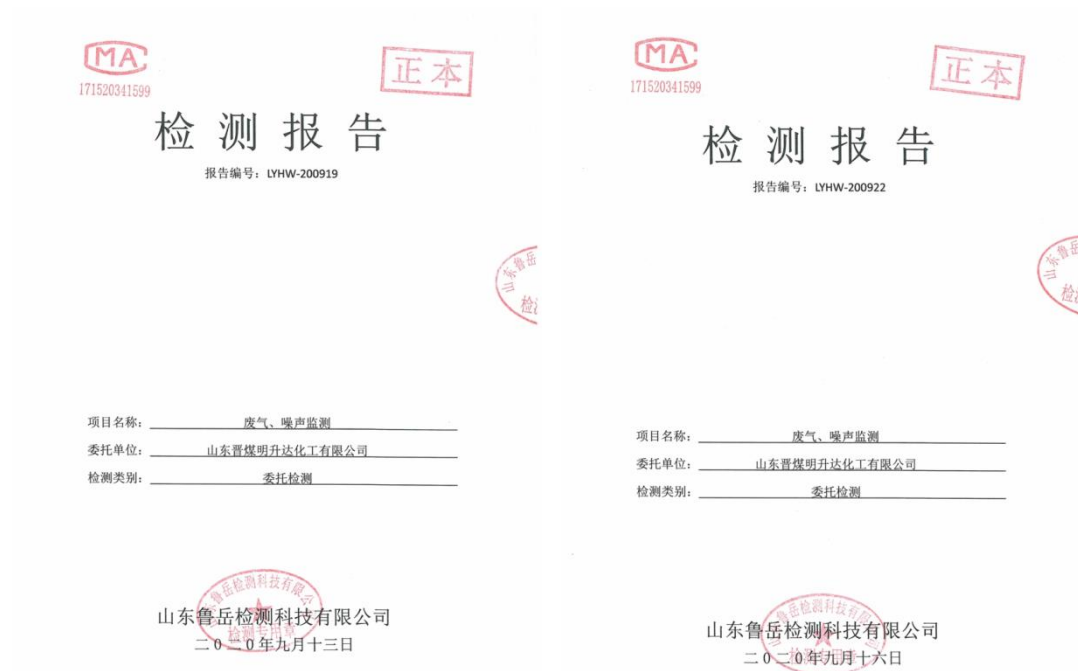


图 5.4-1 监测报告

5.4.2 环境监测结果

5.4.2.1 大气环境监测

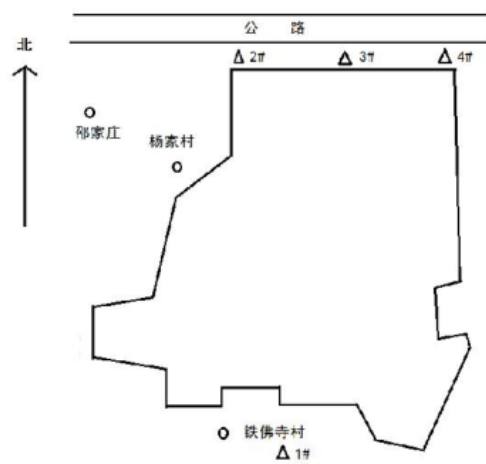
本次修复过程中产生废气主要通过无组织的形式排入大气环境，因此，大气环境监测主要为场界无组织排放监测。大气环境监测点位为场界上风向 1 个监测点位，下风向 3 个监测点位，共 4 个监测点。

大气监测指标为颗粒物、1,2,3-三氯丙烷、苯并[a]芘、二苯并(a、h)蒽、臭气浓度、VOCs（以非甲烷总烃计）。其中颗粒物、苯并[a]芘排放浓度执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织监控浓度限值要求，臭气浓度、VOCs 执行《挥发性有机物排放标准 第 7 部分：其他行业》（DB37/2801.7—2019）表 2 中厂界监控点浓度限值要求。1,2,3-三氯丙烷、二苯并(a、h)蒽无污染物排放标准和环境质量标准，检测仅留作参考。

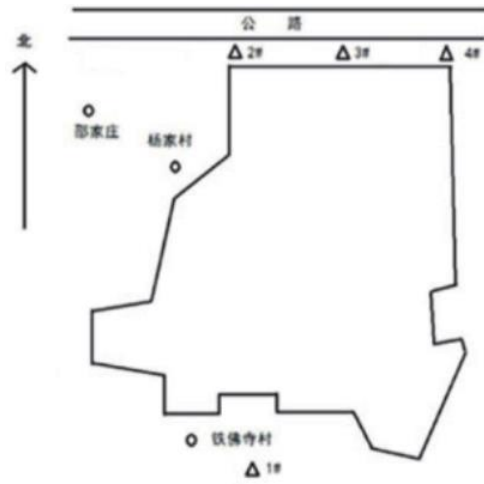
监测期间监测结果见表 5.4-1。



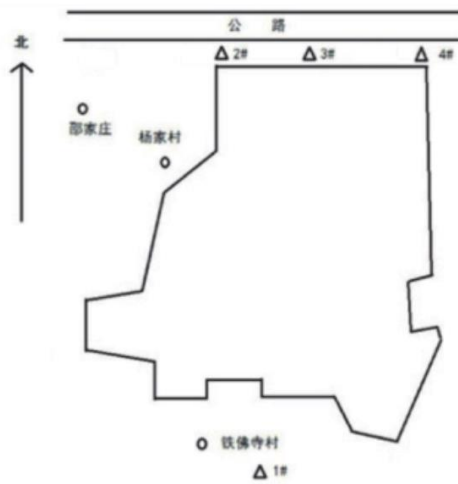
图 5.4-2 大气污染物监测



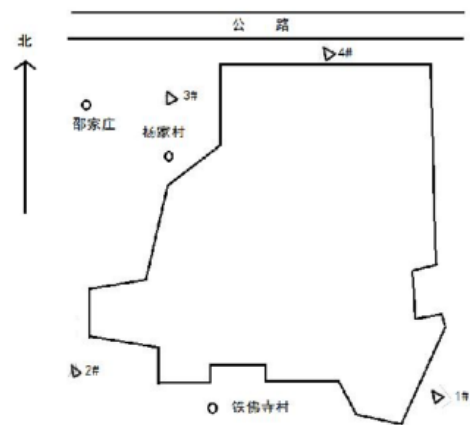
2020.08.27



2020.09.12



2020.09.15



2020.9.27

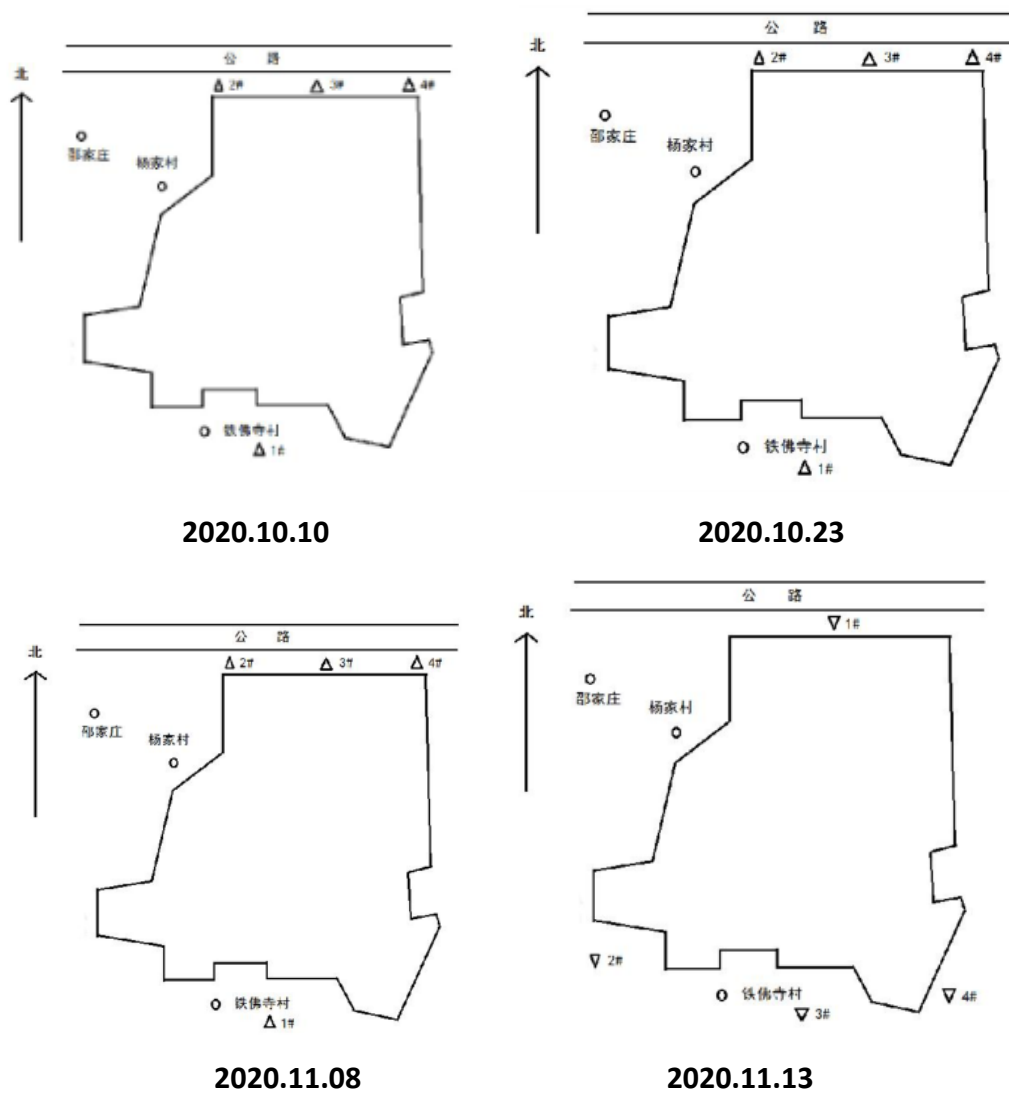


图 5.4-3 大气环境监测点位示意图

表 5.4-1 修复地块边界无组织废气排放监测结果

检测日期	监测时间	颗粒物 (mg/m ³)				1,2,3-三氯丙烷 (μg/m ³)				苯并 (a) 芘 (μg/m ³)			
		上风向 1#	下风向 2#	下风向 3#	下风向 4#	上风向 1#	下风向 2#	下风向 3#	下风向 4#	上风向 1#	下风向 2#	下风向 3#	下风向 4#
2020.8.27	8:00-9:00	0.045	0.211	0.293	0.265	ND	ND	ND	ND	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴
	10:00-11:00	0.032	0.316	0.279	0.250	ND	ND	ND	ND	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴
	14:00-15:00	0.054	0.257	0.310	0.296	ND	ND	ND	ND	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴
	16:00-17:00	0.062	0.258	0.328	0.284	ND	ND	ND	ND	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴
2020.9.12	8:00-9:00	0.098	0.233	0.255	0.280	ND	ND	ND	ND	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴
	10:00-11:00	0.092	0.252	0.267	0.242	ND	ND	ND	ND	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴
	14:00-15:00	0.085	0.250	0.278	0.302	ND	ND	ND	ND	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴
	16:00-17:00	0.095	0.252	0.302	0.268	ND	ND	ND	ND	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴
2020.9.15	8:00-9:00	0.083	0.241	0.259	0.274	ND	ND	ND	ND	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴
	10:00-11:00	0.081	0.256	0.263	0.251	ND	ND	ND	ND	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴
	14:00-15:00	0.089	0.248	0.310	0.297	ND	ND	ND	ND	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴
	16:00-17:00	0.095	0.261	0.316	0.284	ND	ND	ND	ND	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴
2020.09.27	8:00-9:00	0.095	0.677	0.245	0.285	ND	ND	ND	ND	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴
	10:00-11:00	0.096	0.832	0.267	0.292	ND	ND	ND	ND	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴	<1.8×10 ⁻⁴

	14:00-15:00	0.087	0.845	0.248	0.292	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
	16:00-17:00	0.092	0.863	0.302	0.288	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
2020.10.9	8:00-9:00	0.096	0.263	0.245	0.275	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
	10:00-11:00	0.091	0.232	0.257	0.252	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
	14:00-15:00	0.086	0.245	0.238	0.282	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
	16:00-17:00	0.093	0.242	0.312	0.278	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
2020.10.22	8:00-9:00	0.084	0.354	0.354	0.274	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
	10:00-11:00	0.091	0.399	0.426	0.252	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
	14:00-15:00	0.073	0.300	0.299	0.248	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
	16:00-17:00	0.065	0.416	0.443	0.289	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
2020.11.7	8:00-9:00	0.083	0.231	0.279	0.274	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
	10:00-11:00	0.081	0.246	0.253	0.251	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
	14:00-15:00	0.089	0.238	0.300	0.297	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
	16:00-17:00	0.095	0.251	0.316	0.284	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
2020.11.13	8:00-9:00	0.088	0.268	0.295	0.313	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
	10:00-11:00	0.089	0.271	0.331	0.351	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
	14:00-15:00	0.087	0.249	0.328	0.341	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$

	16:00-17:00	0.096	0.355	0.344	0.321	ND	ND	ND	ND	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$	$<1.8 \times 10^{-4}$
执行标准		1.0				/				0.008			
检测日期	监测时间	二苯并 (a、h) 蒽 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				臭气浓度 (无量纲)				VOCs (mg/m^3)			
		上风向 1#	下风向 2#	下风向 3#	下风向 4#	上风向 1#	下风向 2#	下风向 3#	下风向 4#	上风向 1#	下风向 2#	下风向 3#	下风向 4#
2020.8.27	8:00-9:00	ND	ND	ND	ND	<10	12	<10	<10	0.229	0.666	0.791	0.812
	10:00-11:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.370	0.742	0.823	0.843
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.395	0.752	0.854	0.815
	16:00-17:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.380	0.831	0.757	0.817
2020.9.12	8:00-9:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.209	0.664	0.784	0.762
	10:00-11:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.323	0.578	0.862	0.801
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.357	0.703	0.895	0.823
	16:00-17:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.396	0.719	0.715	0.792
2020.9.15	8:00-9:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.228	0.687	0.792	0.802
	10:00-11:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.373	0.745	0.813	0.863
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	13	12	<10	<10	0.394	0.771	0.854	0.835
	16:00-17:00	ND	ND	ND	ND	11	<10	<10	<10	0.383	0.833	0.747	0.817
2020.09.27	8:00-9:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	12	0.330	0.695	0.794	0.541

	10:00-11:00	ND	ND	ND	ND	11	<10	<10	<10	0.329	0.804	0.822	0.712
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.377	0.694	0.621	0.801
	16:00-17:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.391	0.863	0.729	0.794
2020.10.9	8:00-9:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.219	0.634	0.784	0.692
	10:00-11:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.323	0.538	0.812	0.701
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	14	13	0.347	0.713	0.895	0.823
	16:00-17:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.376	0.729	0.715	0.792
2020.10.22	8:00-9:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.318	0.672	0.594	0.482
	10:00-11:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.364	0.341	0.322	0.421
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.352	0.402	0.485	0.513
	16:00-17:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	13	0.375	0.451	0.425	0.482
2020.11.7	8:00-9:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.228	0.676	0.792	0.802
	10:00-11:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.373	0.732	0.813	0.853
	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	13	12	<10	<10	0.394	0.762	0.854	0.825
	16:00-17:00	ND	ND	ND	ND	11	<10	<10	<10	0.383	0.821	0.747	0.807
2020.11.13	8:00-9:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.229	0.675	0.793	0.812
	10:00-11:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.383	0.735	0.815	0.863

	14:00-15:00	ND	ND	ND	ND	<10	<10	<10	<10	0.344	0.782	0.851	0.815
	16:00-17:00	ND	ND	ND	ND	13	<10	<10	<10	0.353	0.821	0.749	0.857
执行标准		/				16				2.0			

监测结果可见，项目场界的无组织排放监测点所有大气监测指标均达到相关无组织排放监控浓度限值要求。

5.4.2.2 声环境监测

修复过程对周围声环境产生的影响主要为修复设备、施工机械和运输车辆产生的噪声。

噪声监测围绕施工场区边界线噪声点布设，测点设置在施工场界外 1m，高度在 1.2m 以上，共设置 6 个监测点（1#-6#）。

按照施工期间的环保要求，治理过程中噪声排放控制执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准要求（昼间 70 dB（A），夜间 55dB（A）。

山东华泽环保工程有限公司委托山东鲁岳检测科技有限公司于 2020 年 8 月 27 日、2020 年 9 月 12 日、2020 年 9 月 15 日、2020 年 9 月 27 日、2020 年 10 月 9 日、2020 年 10 月 22 日、2020 年 11 月 7 日、2020 年 11 月 14 日对项目四场界噪声进行了监测，监测结果见表 5.4-2。



图 5.4-4 噪声监测

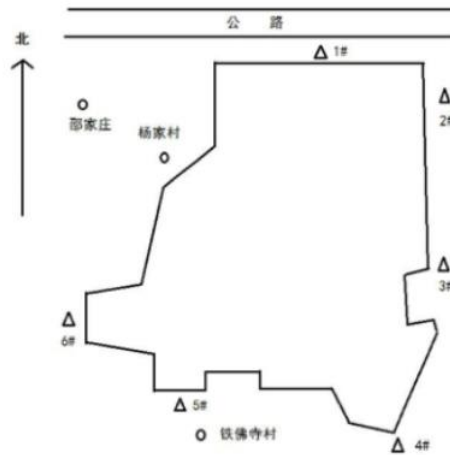


图 5.4-5 监测期间噪声监测点位示意图

表 5.4-2 修复过程噪声监测结果

检测日期	检测项目	检测点位及检测结果 (dB (A))						执行标准 (dB (A))
		1#	2#	3#	4#	5#	6#	
2020.8.27	昼间噪声	61.3	64.7	58.6	51.9	52.3	50.5	70
	夜间噪声	47.7	43.3	37.1	35.1	41.6	42.8	50
2020.9.12	昼间噪声	65.7	63.1	57.3	55.8	52.9	50.2	70
	夜间噪声	45.6	41.6	33.5	34.9	40.8	43.6	55
2020.9.15	昼间噪声	63.3	64.7	58.6	54.9	56.3	51.5	70
	夜间噪声	46.7	42.3	36.1	25.9	41.4	42.7	55
2020.9.27	昼间噪声	62.2	65.9	55.3	53.8	54.9	66.1	70
	夜间噪声	42.8	41.6	36.5	37.9	40.8	49.8	55
2020.10.9	昼间噪声	62.7	64.1	53.3	52.8	52.9	54.2	70
	夜间噪声	44.6	41.6	33.5	34.9	40.8	40.6	55
2020.10.2 2	昼间噪声	62.8	63.2	54.3	51.9	52.6	57.9	70
	夜间噪声	45.1	42.9	33.6	34.6	43.8	41.0	55
2020.11.7	昼间噪声	62.3	63.7	57.6	53.9	55.3	51.5	70
	夜间噪声	46.7	42.3	36.1	35.9	41.4	42.7	55
2020.11.1 3	昼间噪声	66.4	63.2	58.2	53.3	55.2	58.7	70
	夜间噪声	47.2	43.1	36.9	38.8	46.2	49.3	55

根据表 3.6-3，修复施工期间，场界噪声能够满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准要求(昼间 70 dB (A)，夜间 55dB (A))。

5.4.3小节

山东汇力环保科技有限公司开展了本项目的环境监理工作，施工期间，监管

了环保控制措施落实情况，对污染物排放情况及环境影响进行了监测记录，并对施工单位的监测过程进行了旁站，对施工单位监测数据进行了审核，根据数据结果评价环保措施落实情况，指导工作开展，有效的降低了施工过程中的环境影响。

污染物排放及环境影响监测工作的落实情况见表 5.4-3。

表 5.4-3 环境影响监测落实情况

环境要素	修复方案要求	环评文件要求	实际实施情况	符合性
大气环境监测	<p>(1) 监测点位：分别在场地疑似污染区域中心、当时下风向的场地边界及边界外 500 m 的环境敏感点设置大气监测点，监测点位距离地面 1.5~2.0 m，同时在污染场地的上风向设置对照检测点位。</p> <p>(2) 监测频次：在施工前：空气采样监测 1 次；施工过程：每两周监测 1 次；修复工程完成后监测 1 次。</p>	<p>(1) 监测点位：厂界</p> <p>(2) 监测频次：正常情况下每月不少于一次；非正常情况下随时进行必要的监测</p> <p>(3) 监测因子：颗粒物、臭气浓度、VOCs、1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽。</p>	<p>项目委托第三方检测机构山东鲁岳检测科技有限公司于 2020.8.27 项目进场施工期监测 1 次，2020.9.12、2020.9.15、2020.9.27、2020.10.9、2020.10.22、2020.11.7 对厂界无组织废气进行了 6 次监测，每两周监测 1 次，施工完成后 2020.11.13 进行了监测。每天使用 PID 快速检测仪对处理车间内、处理车间北侧、污染区域中心、污染区域四周及场界四周布设 11 个监测点位无组织有机废气进行动态监测。监测结果显示，厂界无组织废气均能实现达标排放。</p>	<p>基本符合。</p> <p>检测点位和频次均符合环评文件要求。检测频次符合修复方案要求，检测点位未按照修复方案要求委托第三方检测机构对疑似污染区域中心和当时下风向的 500m 的环境敏感点进行检测。实际施工过程中每天使用 PID 快速检测仪对疑似污染区域中心和疑似污染区域的四周进行检测，检测果均未超标。</p>
噪声污染源监测	<p>(1) 监测点位：根据被测施工场地的建筑作业方位和活动形式，确定噪声敏感建筑或区域的方位，并在建筑施工场地边界线上选择离敏感建筑物或区域最近的点作为测点。</p> <p>(2) 监测频次：白天测量选在 8:00~12:00 时或 14:00~18:00 时，夜间选在 22:00~6:00 时。每两周采样监测 1 次。</p> <p>(3) 监测因子：白天以 20min 的等效 A 声级表征该点的昼间噪声值，夜间以 8h 的平均等效 A 声级表征该点夜间噪声值。</p>	<p>(1) 监测点位：厂界</p> <p>(2) 监测频次：正常情况下每月不少于一次；非正常情况下随时进行必要的监测</p> <p>(3) 监测因子：Leq (A)</p>	<p>项目委托第三方检测机构于 2020.9.12、2020.9.15、2020.10.9、2020.11.7 对厂界昼间、夜间噪声进行了 4 次监测。监测结果显示，场界噪声能够满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准要求(昼间 70 dB(A)，夜间 55dB(A))，环境监理每日使用对项目场界噪声进行动态监测。</p>	<p>符合</p>

水污染排放监测	<p>(1) 监测点位：在水处理设施的进出口分别设置采样点进行监测。</p> <p>(2) 监测频次：建议每两周采集一次。</p>	无	<p>本次施工过程无施工废水产生，生活污水依托周边公厕，修复地块范围内无废水排放，因此未进行水污染排放监测。</p>	符合
---------	---	---	--	----

5.5 环境保护措施落实情况结论

根据山东汇力环保科技有限公司提供的监理记录和总结报告,并结合山东鲁岳检测科技有限公司对周围环境的检测结果、天津实朴检测技术服务有限公司对挖掘区域的清理效果检测结果,得出结论如下:

土壤修复期间土壤修复设施与环保设施运行稳定,能够同步运行。本项目基本落实了环评及批复文件中的各项环保要求,废气、废水、固废、噪声等污染物得到有效处置。在本次施工过程中采取了有效的二次污染防治措施,相关污染防治设施建设符合要求,运行正常,有关污染防治措施全面,效果良好。经第三方现场监测,其修复过程污染物的排放达到了相关要求,没有对环境造成不利影响。

6 地块概念模型

6.1 资料回顾

根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018），在项目效果评估工作开展之前，需要进行污染场地治理相关资料进行收集审核、整理与分析。本次修复效果评估工作收集的资料详细清单包含地块土壤污染状况调查报告、地块土壤污染风险评估报告、地块土壤修复方案、修复工程环评报告、土壤修复实施方案、修复工程施工与运行资料、修复工程施工与运行过程中检测资料、地块修复工程监理数据资料、地块修复环境监理数据资料、相关合同协议、地块施工管理文件及相关图件等其他相关文件。同时对修复现场负责人、修复实施人员、监理人员进行访谈，确定本地下水修复工程修复的目标污染物、修复范围、修复工艺及二次污染防治措施均基本符合方案要求，且修复施工单位自验收合格，具备工程验收条件。

本项目工程文件审核清单详见表 6.1-1。

表 6.1-1 项目收集资料清单

序号	资料名称	审核结果	提供单位
1	《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤污染状况调查报告》	该报告于 2020 年 4 月通过专家评审	生态环境部南京环境科学研究所
2	《山东晋煤明升达化工有限公司退役地块土壤污染风险评估报告》	该报告于 2020 年 7 月通过专家评审	生态环境部南京环境科学研究所
3	《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》	该报告于 2020 年 8 月通过专家评审	生态环境部南京环境科学研究所
4	《土壤修复实施方案》	该方案具有一定的可实施性	山东华泽环保工程有限公司
5	《山东晋煤明升达化工有限公司污染场地土壤修复项目环境影响报告表》	2020 年 8 月通过泰安市生态环境局宁阳县分局审批	山东环泰环保科技有限公司
6	《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复工程施工组织设计》	该设计具有一定的可实施性	山东华泽环保工程有限公司
7	山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复工程施工日志	记录了施工进度，施工具体工程量等	山东华泽环保工程有限公司
8	山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复工程环境监理日志	能较好地反映施工过程中各项环保措施及二次污染防治措施落实情况	山东汇力环保科技有限公司
9	《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复施工总结报告》	根据报告，修复方案中规定的工程量和修复效果均达标	山东华泽环保工程有限公司
10	施工期间环境监测报告	具有相关第三方资质	山东鲁岳检测科技

		及监测报告，文件齐全	有限公司
11	《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复环境监理总结报告》	环境监理单位对施工过程进行全过程监理，修复过程中污染物均能达标排放	山东汇力环保科技有限公司
12	修复过程相关影像资料	具有修复过程中的照片记录	山东华泽环保工程有限公司

针对以上收集到的资料，主要关注点包括以下内容。

①地块修复治理情况：修复治理起始时间、修复治理范围、修复治理目标、修复治理设施设计参数、修复治理过程运行监测数据、技术调整和运行优化、修复治理过程中药剂添加量等情况；

②关注污染物情况：目标污染物原始浓度、运行过程中的浓度变化、潜在二次污染物产生情况、土壤异位修复治理地块污染源清挖和运输情况等；

③水文地质变化情况：关注地块水文地质条件以及修复治理设施的设置有可能对水文地质条件的改变，包括修复治理设施运行前后地下水埋深和地下水流场变化、是否存在优先流路径、土壤性质变化情况等；

④工程实际完成情况：核实基坑开挖实际范围、基坑开挖实际深度、土壤开挖实际土方量；通过环境监理、工程监理提供的记录表单，核实工程实施过程中二次污染防治措施及施工安全状况；

⑤潜在受体与周边环境情况：结合地块规划用途和建筑结构设计资料，分析修复治理工程结束后污染介质与受体的相对位置关系、受体的关键暴露途径等。

详细情况，见 6.4 节地块概念模型。

6.2 现场踏勘

6.2.1 核定修复范围

通过现场勘察，检查对照土壤污染调查报告、风险评估报告与修复方案中的污染区域拐点坐标，施工过程记录，监理出具的相关记录资料等（详见附件 5、附件 6），确认污染区域已经完成分区清理，开挖边界与相关文件要求基本一致，污染土壤治理修复范围（基坑开挖范围与深度、异位修复土壤工程量等）基本符合实施方案要求。



A05



A14



B01



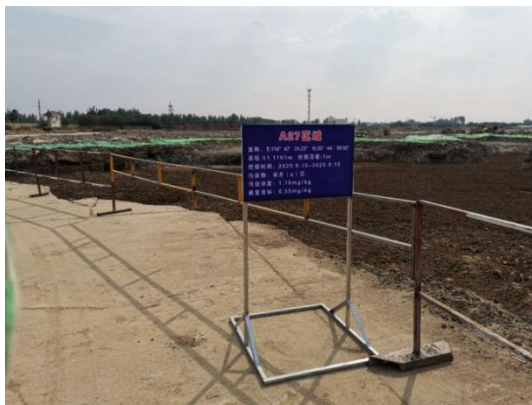
D08



H01



H04



A27



A13



A25



A08

图 6.2-1 开挖基坑照片

修复工作结束后，所有基坑修复土壤均已回填，回填土壤全部压实并覆盖密目防尘网。



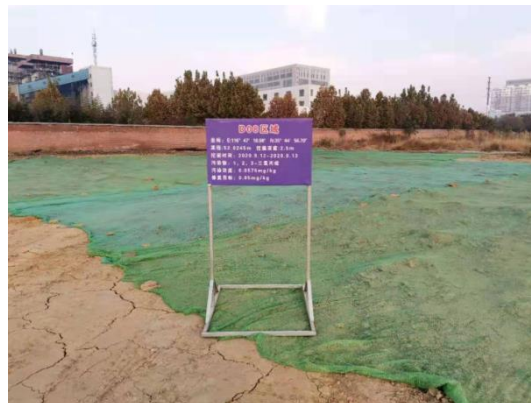
A05



A14



B01



D08

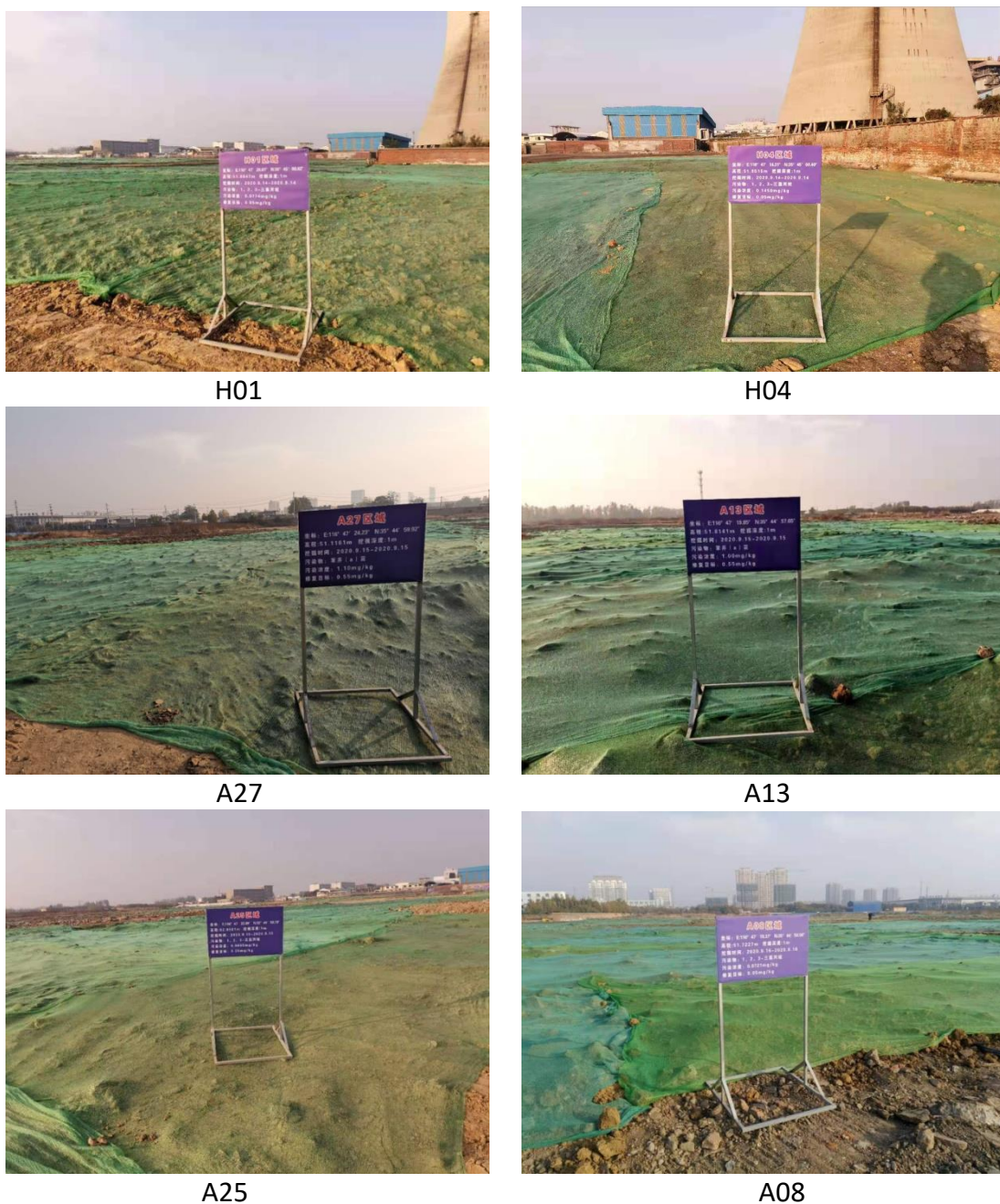


图 6.2-2 修复土壤回填后照片

6.2.2 识别现场遗留污染

(1) 通过工程监理单位与环境监理单位全程的监管，并通过现场踏勘观察地块表层土壤及侧面裸露土壤状况，基本判定地块调查评估报告内确定的污染土壤已经清挖出相关污染区域。清挖的 10 个基坑经效果评估检测合格的修复后土壤进行了回填和压实，并覆盖防尘网，现场总体未发现污染遗留情况。

(2) 施工地块将对临时设施进行拆除与清理，现场仅有处理车间、办公区域设施及周边保留。

(3) 一般性固体废物如包装袋、HDPE 膜、彩条布等均完成了相应清运，

未发现在现场随意洒落或遗留。

（4）施工地块运输道路日常清理与洒扫工作较好，现场总体整洁，未有污水横流等现象。

6.3 人员访谈

通过与土壤污染责任人、地块土壤污染调查单位人员、修复方案编制单位人员、修复实施人员、工程监理人员、环境监理人员进行了访谈，深入了解地块修复工程方案要求、修复施工情况、环境保护措施落实情况等。

主要访谈内容详见表 6.3-1，访谈人员基本信息见表 6.3-2，访谈现场照片见图 6.3-1，访谈记录见附件 8。

表 6.3-1 主要访谈内容一览表

访谈对象	姓 名		电 话	
	受访者简介			
访谈内容	1、您了解的修复地块的基本情况： 修复地块目标污染物： 地块修复范围： 修复目标： 采取的修复技术			
	2、地块目标污染物修复的实施过程：			
	3、修复过程采取的环境保护措施有哪些？ 废水： 废气： 噪声： 固废： 周边土壤： 地下水：			
	4、修复方案具体实施过程中是否发生过变更？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 如有，提供发生变更的内容：			
	5、修复过程中是否发生过环境污染事故或安全事故？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不确定 如有，提供何种事故及事故的具体情况：			

风险评估及修复方案划定范围进行了清理、修复、回填处置；污染治理措施基本得到落实并有效运转，施工过程中未发生过环境污染事故或安全事故，未对周边产生污染扰民问题。

6.4 地块概念模型更新

6.4.1 地块修复概况

6.4.1.1 修复时间节点

山东晋煤明升达化工有限公司退役场地修复工程于 2020 年 8 月 28 日正式进场，施工竣工日期为 2020 年 13 月 10 日，实际工期为 78 天。施工情况具体如下：

表 6.4-1 修复施工情况一览表

序号	分项工程	时间节点
1	设备、人员进场	2020.08.28 山东华泽环保工程有限公司正进场式开始修复施工工作
2	施工准备	2020.08.28~2020.09.04，进行场地平整、围挡建设、临时设施建设等施工准备
3	测量放线	2020.09.05，对修复地块 10 个需要修复的基坑进行测量放线
4	基坑开挖	2020.09.06~2020.09.16，对修复地块 10 个基坑陆续进行开挖
5	土壤预处理、加药搅拌	2020.9.6~2020.9.20，陆续对 10 个基坑开挖出的土壤全部进行预处理、加药。
6	土壤养护	2020.9.6~2020.10.10，预处理并加药后的污染土壤进行堆置养护。
7	坑底、坑壁、修复土壤自检	2020.10.08，对 10 个基坑坑底、坑壁自行采样，委托检测 2020.10.16，对 3 个修复土壤堆体自行采样，委托检测
8	自检合格	2020.10.22，自检委托检测结果显示土壤样品目标污染物检测合格
9	修复效果评估第三方采样检测	2020.10.27，委托天津实朴检测技术服务有限公司对修复工程的 10 个基坑坑底坑壁、3 个修复土壤堆体进行了现场采样检测。 2020.11.6 日，10 个基坑坑底坑壁、3 个修复土壤堆体土壤检测结果显示土壤修复合格
10	修复合格土壤回填	2020.11.6~2020.11.8 修复合格土壤回填、压实、覆盖，并进行场地平整、施工收尾
11	二次污染区域采样检测	2020.11.9 委托天津实朴检测技术服务有限公司对二次污染区域进行采样监测

12	工程竣工，设备、 人员离场	2020.11.13，二次污染区域土壤样品检测合格，工程竣工，设备、人员离场
----	------------------	--

6.4.1.2 修复修复范围及目标

(1) 修复范围

根据《山东晋煤明升达化工有限公司退役地块土壤污染风险评估报告》与《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》，本地块需修复点位包括：A05、A08、A13、A14、A25、A27、B01、D08、H01、H04，修复区域总面积为7900.38m²，需修复土方量 12967.74m³。其中 1,2,3-三氯丙烷污染土壤修复土方量为 10562.47 m³，苯并(a)芘污染土壤修复土方量为 1337.69 m³，苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽共同污染土壤修复土方量为 1067.58 m³。

实际施工过程中，基坑开挖范围和深度与修复方案基本一致，实际开挖面积 7928.75 m³，清挖污染土壤总量为 13157.74m³。其中 1,2,3-三氯丙烷污染土壤修复土方量为 10752.47m³，苯并(a)芘污染土壤修复土方量为 1337.69 m³，苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽共同污染土壤修复土方量为 1067.58 m³。修复土方量与修复方案基本一致。

(2) 修复目标

根据《山东晋煤明升达化工有限公司退役地块土壤污染风险评估报告》与《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》，该地块土壤中修复目标污染物 1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽的修复目标值分别为 0.05 mg/kg、0.55 mg/kg、0.55 mg/kg。

6.4.1.3 修复设施设计参数

根据《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复工程施工组织设计》，修复设施设计参数见表 6.4-2 和表 6.4-3。

表 6.4-2 一体式土壤改良机主要技术参数表

序号	项目	数量 (套)	参数	处理能力
1	筛分破碎机	1	型号：PL2400E 破碎筛分粒径：<60mm	50m ³ /h
2	药剂给料系统	1	型号：LSJ3 储料容量：0.6m ³	10t/h
3	主搅拌机	1	型号：JS1500 搅拌轴转速：23r/min 功率：60KW	50m ³ /h

4	皮带输送机	1	型号: TZ7.5-2.0-500×650(B) 输送速度: 2.0m/s 功率: 7.5KW	50m ³ /h
---	-------	---	---	---------------------

表 6.4-3 工程施工机械参数一览表

设备名称	型号规格	数量 (台)	生产能力	用途
挖掘机	DH225	2	60~80m ³ /h	土方挖掘
装载机	LG955	2	60~80m ³ /h	土壤装载
密闭转运车	JH6	6	23m ³	土壤转运

根据上述关于各设施的参数情况, 可知各设施工程性能指标达到设计要求, 符合修复设施规范。

6.4.1.4 技术调整和运行优化

本次修复工程采用化学氧化法修复土壤中的特征污染物 1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽。根据修复方案, 化学氧化药剂为过硫酸钠及其活化剂氧化钙。过硫酸钠投加比 1/150, 氧化钙投加比 1/1000, 养护时间为 336h。

工程施工过程完全按照修复方案中的技术参数进行, 实际使用的药剂为过硫酸钠和氧化钙。根据工程施工方提供的药剂出入库记录, 过硫酸钠的实际用量为 153t, 氧化钙的实际用量为 21t。投加比例分别为过硫酸钠 1/151.6、氧化钙 1/1094。养护时间为 336h (14 天) 以上。

6.4.1.5 修复过程污染物排放情况

修复过程中, 为较为直观评价本项目施工过程中对周边环境介质及人群健康的影响, 施工单位委托有资质的第三方环境监测单位进行施工中废气以及噪声进行采样、检测。

修复过程中环境检测情况及检测结果详见 5.4 小节。

6.4.2 关注污染物情况

6.4.2.1 目标污染物原始浓度

修复前地块土壤中污染物浓度超标情况详见表 6.4-4。

表 6.4-4 修复地块土壤超标点位一览表 (单位: mg/kg)

超标因子		1,2,3-三氯丙烷 (mg/kg)	苯并(a) 芘 (mg/kg)	二苯并(a,h)蒽 (mg/kg)
筛选值		0.05	0.55	0.55
点位 (深度)				
A05	A05 (5.7-6.0m)	0.0600	/	/
A08	A08 (0.2-0.5m)	0.0721	/	/

A13	A13 (0.2-0.5m)	/	1.00	/
A14	A14 (0.2-0.5m)	/	7.80	1.50
A25	A25 (0.2-0.5m)	0.0695	/	/
A27	A27 (0.2-0.5m)	/	1.10	/
B01	B01 (4.3-4.5m)	0.0727	/	/
	B01 (5.8-6.0m)	0.0627	/	/
D08	D08 (0.7-1.0m)	0.0575	/	/
H01	H01 (0.2-0.5m)	0.0774	/	/
H04	H04 (0.3-0.5m)	0.1450	/	/

6.4.2.2 运行过程中污染物浓度变化

修复前地块中污染物超标点位及超标情况见表 6.4-4。

施工单位在基坑开挖完毕后、修复土壤养护 20 天后，于 2020 年 10 月 16 日自行采样并委托浙江实朴检测技术服务有限公司进行了检测。修复土壤堆体土壤样品中目标污染物的检测结果均为未检出。

自检合格后，2020 年 10 月 27 日，委托天津实朴检测技术服务有限公司对基坑清理效果和修复土壤堆体进行了修复效果评估检测。检测结果详见 9.1 小节和附件 11。检测结果显示修复后土壤中目标污染物均未检出。

6.4.2.3 潜在二次污染物和中间产物产生情况

《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》中未明确说明化学氧化修复过程中可能产生的二次污染物和中间产物。

本次修复评估通过以下三个方面确定修复过程中产生的二次污染物和中间产物：

①根据 1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽三种污染物的分子式，考虑化学氧化过程可能发生的分子功能键的断裂产生的中间产物；

②根据小试实验土壤中污染物的检测图谱；

③考虑《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中挥发性有机物和半挥发性有机物的种类。

确定 1,2,3-三氯丙烷氧化反应过程中需要关注的二次污染物为：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1 二氯乙烷、1,2 二氯乙烷、1,1 二氯乙烯、顺 1,2 二氯乙烯、反 1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2 二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1 三氯乙烷、1,1,2 三氯乙烷、三氯乙烯、氯乙烯。

苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽氧化反应过程中需要关注的二次污染物为：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1 二氯乙烷、1,2 二氯乙烷、1,1 二氯乙烯、顺 1,2 二氯乙烯、反 1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2 二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1 三氯乙烷、1,1,2 三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、对/间二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、蒽、苯并(123-cd)芘、萘、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯、邻苯二甲酸丁基苄酯、邻苯二甲酸二正辛酯。

根据 2020 年 10 月 27 日天津实朴检测技术服务有限公司对修复土壤堆体的修复效果评估检测检测结果，1#堆体、2#堆体中化学氧化修复过程中可能产生的中间产物和二次污染物的检测结果均为未检出，3#堆体中苯的检测结果为 ND~0.0349mg/kg，甲苯的检测结果为 ND~0.163mg/kg，间二甲苯+对二甲苯的检测结果为 ND~0.138mg/kg，邻二甲苯的检测结果为 ND~0.0437mg/kg，其余指标均为未检出。检测结果详见 9.1 小节和附件 11。

修复前后土壤中目标污染物和修复过程中可能产生的二次污染物变化情况详见表 6.4-5。

表 6.4-5 修复前后污染物浓度变化情况

序号	污染物名称	土壤调查阶段浓度范围 (mg/kg)	修复完成后浓度范围 (mg/kg)	变化情况
一	目标污染物			
1	1,2,3-三氯丙烷	ND~0.1450	ND	降低
2	苯并(a)芘	ND~7.80	ND	降低
3	二苯并(a,h)蒽	ND~1.50	ND	降低
二	可能产生的二次污染物			
1	四氯化碳	ND	ND	无变化
2	氯仿	ND	ND	无变化
3	氯甲烷	ND	ND	无变化
4	1,1 二氯乙烷	ND	ND	无变化
5	1,2 二氯乙烷	ND	ND	无变化
6	1,1 二氯乙烯	ND	ND	无变化
7	顺 1,2 二氯乙烯	ND	ND	无变化
8	反 1,2 二氯乙烯	ND	ND	无变化

序号	污染物名称	土壤调查阶段浓度范围 (mg/kg)	修复完成后浓度范围 (mg/kg)	变化情况
9	二氯甲烷	ND	ND	无变化
10	1,2 二氯丙烷	ND	ND	无变化
11	1,1,1,2-四氯乙烷	ND	ND	无变化
12	1,1,2,2-四氯乙烷	ND	ND	无变化
13	四氯乙烯	ND	ND	无变化
14	1,1,1 三氯乙烷	ND	ND	无变化
15	1,1,2 三氯乙烷	ND	ND	无变化
16	三氯乙烯	ND	ND	无变化
17	氯乙烯	ND	ND	无变化
18	苯	ND	ND~0.0349	略有升高, 出现在修复后土壤堆体中
19	氯苯	ND	ND	无变化
20	1,2-二氯苯	ND	ND	无变化
21	1,4-二氯苯	ND	ND	无变化
22	乙苯	ND	ND	无变化
23	苯乙烯	ND~0.0335	ND	降低
24	甲苯	ND	ND~0.163	略有升高, 出现在修复后土壤堆体中
25	间二甲苯+对二甲苯	ND	ND~0.138	略有升高, 出现在修复后土壤堆体中
26	邻二甲苯	ND	ND~0.0437	略有升高, 出现在修复后土壤堆体中
27	硝基苯	ND	ND	无变化
28	苯胺	ND	ND	无变化
29	2-氯酚	ND	ND	无变化
30	苯并(a)蒽	ND~4.00	ND	降低
31	苯并(b)荧蒽	ND~1.40	ND	降低
32	苯并(k)荧蒽	ND~0.90	ND	降低
33	蒽	ND~4.20	ND	降低
34	苯并(123-cd)芘	ND~1.00	ND	降低
35	萘	ND~1.85	ND	降低
36	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	/	ND	/
37	邻苯二甲酸丁基苄酯	/	ND	/
38	邻苯二甲酸二正辛酯	/	ND	/

根据表 6.4-5, 修复后地块内目标污染物及大部分污染物的浓度均呈现降低

趋势，苯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯的浓度出现升高，但均低于《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第一类用地筛选值要求，苯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯浓度出现升高的点位为 3#堆体中的部分点位，分析其出现升高的原因为土壤修复堆体该部分区域土壤药剂投加量不足，修复过程中目标污染物氧化反应产生的二次污染物，未被氧化药剂完全氧化，导致土壤中该部分污染物浓度升高。

6.4.2.4 污染源清挖和运输情况

本次修复过程，基坑开挖均由 2 台挖掘机进行开挖，开挖的土壤直接由挖掘机装运至密闭运输车内，由密闭运输车通过既定的运输道路运送至修复作业区的西侧土壤养护区暂存。暂存的土壤及时由 1 台装载机投加至一体化土壤改良设备中，加药后的土壤由 1 台装载机转运至土壤养护区内养护反应。养护完成并检测达标的土壤直接由装载机装运至密闭运输车内，由运输车运输至基坑内回填。

地块内修复土壤临时运输道路均为利用地块内原有硬化道路进行运输，道路硬化厚度均大于 20cm。土壤由密闭运输车运输，运输过程中无污染土壤洒落。

6.4.2.5 修复技术去除率

本次修复采用氧化法氧化反应去除土壤中的 1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽。氧化处理前土壤中超标 1,2,3-三氯丙烷的含量在 0.0757mg/kg~0.1450 mg/kg，修复后土壤中 1,2,3-三氯丙烷的含量低于检出限 (1.2 μg/kg)，因此去除率在 98.4% 以上。氧化处理前土壤中超标苯并(a)芘的含量在 1.0mg/kg~7.8mg/kg，修复后土壤中苯并(a)芘的含量低于检出限 (0.1mg/kg)，去除率在 90% 以上。氧化处理前土壤中超标二苯并(a,h)蒽的含量为 1.5mg/kg，修复后土壤中二苯并(a,h)蒽的含量低于检出限 (0.1mg/kg)，去除率在 93.3% 以上。

6.4.2.6 潜在二次污染区域

根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018)，潜在二次污染区域包括：污染土壤暂存区、修复设施所在区、固体废物或危险废物堆存区、运输车辆临时道路、土壤或地下水待检区、废水暂存处理区、修复过程中污染物迁移涉及的区域、其他可能的二次污染区域。

本次修复过程，基坑开挖的土壤直接由挖掘机开挖并装运至密闭运输车内，由运输车运输至修复作业区的西侧的 2#土壤养护区暂存，并由装载机投加至一体化土壤改良设备中，加药后的土壤由装载机转运至土壤养护区内养护反应，养

护过程中土壤堆体加盖条纹布覆盖。养护完成并检测达标的土壤直接由装载机装运至密闭运输车内，由运输车运输至基坑内回填。

地块内 10 个开挖的基坑均没有基坑渗水，施工人员生活废水依托周边公厕，修复施工过程中无废水产生和处理；施工过程中无危废产生，产生的药剂包装袋暂存在修复车间内，由药剂供应商及时运走，修复废篷布（条纹布）、废防渗膜等均暂存在修复车间内，喷洒化学氧化药剂进行无害化处理后委托环卫部门清运。

因此，根据修复施工过程判断，本次修复过程可能存在的二次污染区域为修复作业区（修复处理车间、修复土壤养护区）、修复土壤养护区、临时运输道路、清洁土壤堆存区域。

6.4.3地质与水文地质情况

根据修复技术方案与施工总结，本场地修复不涉及地下水修复，且土壤修复仅在局部进行基坑开挖与回填，其他区域地层情况水文地质条件不变，且本次开挖过程中基坑内均无地下水渗水，其地层情况与原场地调查时的地层情况保持一致，场地的地质与水文地质条件发生变化较小。场地地质条件变化如下：

（1）地块内 10 个污染基坑均已回填，原来的素填土/杂填土、粉质粘土结构全部变为进行压实的素填土。

（2）本次修复未揭露地下水，本次修复不改变浅层地下水水位和流向。

6.4.4潜在受体与周边环境变化情况

地块修复之前，地块内所有建筑物已经拆除，污染受体主要为地块周边居民：东侧的周公台村，西侧的飞达集团家属院、铁佛寺村、杨家村，北侧的宁阳县第一人民医院及家属院、金桂小区、南关小学等。

本次修复地块达到修复目标要求后，地块拟规划用作商住用地，在未来规划条件下，主要污染受体为地块内及周围的居民。在场地开发阶段，场地内的施工工人将是主要的污染受体。

6.4.5地块模型更新前后变化情况

地块概念模型更新前后变化情况详见表 6.4-6。

表 6.4-6 地块概念模型更新前后变化情况

序号	项目	更新前地块模型	更新后地块模型	变化情况
1	修复范围	修复范围为 A05、A08、A13、A14、A25、A27、B01、D08、H01、H04 共 10 个污染区域，修复区域总面积为 7900.38m ² ，需修复土方量 12967.74m ³ 。	修复范围为 A05、A08、A13、A14、A25、A27、B01、D08、H01、H04 共 10 个污染区域，实际修复区域总面积为 7928.76m ² ，共修复土方量 13157.74m ³ 。	实际修复面积和修复土方量略大于设计修复面积和土方量。
2	修复目标	修复目标污染物：1,2,3-三氯丙烷，苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽 修复目标：1,2,3-三氯丙烷 0.05mg/kg，苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽：0.55mg/kg	修复目标污染物：1,2,3-三氯丙烷，苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽 修复目标：1,2,3-三氯丙烷 0.05mg/kg，苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽：0.55mg/kg	无变化
3	关注污染物变化情况	1,2,3-三氯丙烷浓度：0.0575~0.1450 mg/kg 苯并(a)芘浓度：1.0~7.8 mg/kg 二苯并(a,h)蒽：1.50mg/kg	1,2,3-三氯丙烷浓度：<1.2μg/kg 苯并(a)芘浓度：<0.1mg/kg 二苯并(a,h)蒽：<0.1mg/kg	关注污染物浓度变低
4	地质、水文地质情况	土层结构：素填土/杂填土、粉质粘土 地下水：潜水	土层结构：杂填土 地下水：潜水	土层结构由自上而下的素填土/杂填土、粉质粘土变为杂填土；地下水未变化
5	潜在受体和周边环境状况	周边居民	地块内居民及周边居民	增加地块内居民

7 效果评估布点方案

7.1 评估范围

本次修复评估范围与《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》和《土壤修复实施方案》一致，为山东晋煤明升达化工有限公司退役场地范围，详见图 5.1-1，评估范围拐点坐标见表 7.1-1。



图 7.1-1 修复效果评估范围图

表 7.1-1 评估范围边界拐点坐标

拐点名称	经度 (E)	纬度 (N)
J1	116.788466 °	35.752120 °
J2	116.791195 °	35.751856 °
J3	116.790555 °	35.748361 °
J4	116.789522 °	35.748314 °
J5	116.789596 °	35.747716 °
J6	116.790434 °	35.747768 °
J7	116.790403 °	35.747641 °
J8	116.789309 °	35.746385 °
J9	116.788850 °	35.746578 °
J10	116.788770 °	35.747527 °
J11	116.787845 °	35.747493 °
J12	116.787820 °	35.747615 °
J13	116.787324 °	35.747571 °
J14	116.787334 °	35.747459 °
J15	116.786493 °	35.747416 °
J16	116.786529 °	35.747862 °
J17	116.785622 °	35.748008 °
J18	116.785782 °	35.748940 °
J19	116.786739 °	35.748903 °
J20	116.786903 °	35.750196 °
J21	116.788316 °	35.750284 °

根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018)以及现场踏勘、资料收集与分析、数据分析,对山东晋煤明升达化工有限公司退役场地修复工程的基坑的清挖效果、清挖出的污染的土壤修复效果以及修复过程中的潜在二次污染区域进行评估。评估对象包括:10 个污染区域污染土壤清挖后遗留的坑底、侧壁,异位修复后的土壤堆体,潜在二次污染区域(污染土壤暂存、修复设施所在区、固体或危险废物堆存区、运输车辆临时道路、土壤待检区、清洁土壤暂存区等)。

7.2 采样节点

7.2.1 基坑清理效果评估采样节点

污染土壤清理后遗留的基坑底部与侧壁，应在基坑清理之后、回填之前进行采样。

本项目污染区域 10 个于 2020 年 9 月 16 日全部开挖完毕，并于 2020 年 11 月 7 日开始回填。基坑清理效果评估检测采样时间为 2020 年 10 月 27 日。采样节点满足 HJ25.5-2018 要求。

7.2.2 土壤异位修复效果评估采样节点

异位修复后的土壤应在修复完成后、再利用之前采样。其中按照堆体模式进行异位修复的土壤，宜在堆体拆除之前采样。

本项目污染土壤全部堆置养护，并于 2020 年 10 月 10 日全部完成修复养护。修复堆体采样时间为 2020 年 10 月 27 日，采样时堆体均未拆除，采样节点满足 HJ25.5-2018 要求。

7.2.3 二次污染区域评估采样节点

潜在二次污染其余土壤应在区域开发使用之前采样。

本项目修复工程于 2020 年 11 月 8 日完成修复合格土壤回填、压实、覆盖等工作，并进行场地平整、施工收尾。2020 年 11 月 9 日对修复工程二次污染区域进行了采样，采样节点满足 HJ25.5-2018 要求。

7.3 布点数量与位置

根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）和《土壤环境检测技术规范》（HJ/T166-2004）等技术规定，对山东晋煤明升达化工有限公司退役场地修复工程进行修复效果评估布点。本次修复效果评估共布设采样点位 159 个（其中坑底点位 40 个，侧壁点位 50 个，修复土壤堆体点位 36 个，二次污染区域 33 个），采集土壤样品 216 个（其中质控样品 22 个，占比 11.3%）。

7.3.1 基坑

（1）技术要求

依据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018），基坑底部和侧壁最少采样点数量见表 7.3-1。

表 7.3-1 基坑底部和侧壁最少采样点数量

基坑面积 (m ²)	坑底采样点数量 (个)	坑底采样点数量 (个)
$x < 100$	2	4
$100 \leq x < 1000$	3	5
$1000 \leq x < 1500$	4	6
$1500 \leq x < 2500$	5	7
$2500 \leq x < 5000$	6	8
$5000 \leq x < 7500$	7	9
$7500 \leq x < 12500$	8	10
$x > 12500$	网格大小不超过 40m×40m	采样点间隔不超过 40m

基坑底部采用系统布点法，基坑侧壁采用等距离布点法。当基坑深度大于 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，各采样点之间垂向距离不大于 3m。

(2) 本次评估布点情况

①坑底采样布点

本次评估坑底采样采用系统布点法采样，采样布点情况见表 7.3-2 和图 7.3-1。

表 7.3-2 坑底采样布点情况一览表

修复区域 编号	基坑面积 (m ²)	采样点位		检测点位编号
		最少采样点数量 (个)	本次评估设置采样点数量 (个)	
A05	656.89	3	4	SA05-1、SA05-2、SA05-3、SA05-4
A08	827.55	3	4	SA08-1、SA08-2、SA08-3、SA08-4、
A13	525.73	3	4	SA13-1、SA13-2、SA13-3、SA13-4
A14	1067.58	4	4	SA14-1、SA14-2、SA14-3、SA14-4
A25	598.87	3	4	SA25-1、SA25-2、SA25-3、SA25-4
A27	811.96	3	4	SA27-1、SA27-2、SA27-3、SA27-4
B01	772.97	3	4	SB01-1、SB01-2、SB01-3、SB01-4
D08	801.70	3	4	SD08-1、SD08-2、SD08-3、SD08-4
H01	952.87	3	4	SH01-1、SH01-2、SH01-3、SH01-4
H04	934.26	3	4	SH04-1、SH04-2、SH04-3、

				SH04-4
合计	7950.38	/	40	/
注：采样深度均为 0.2m。				

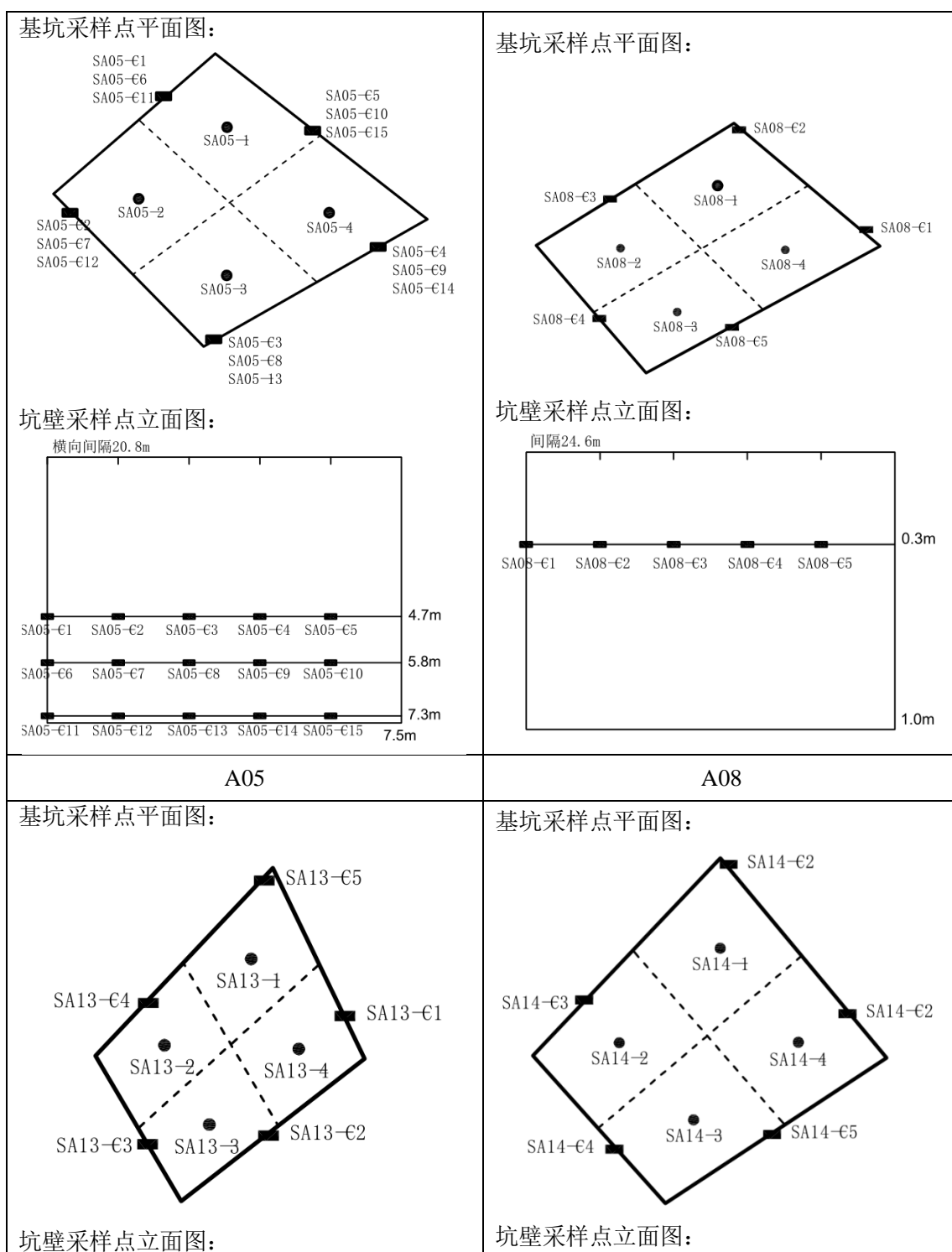
②侧壁采样布点

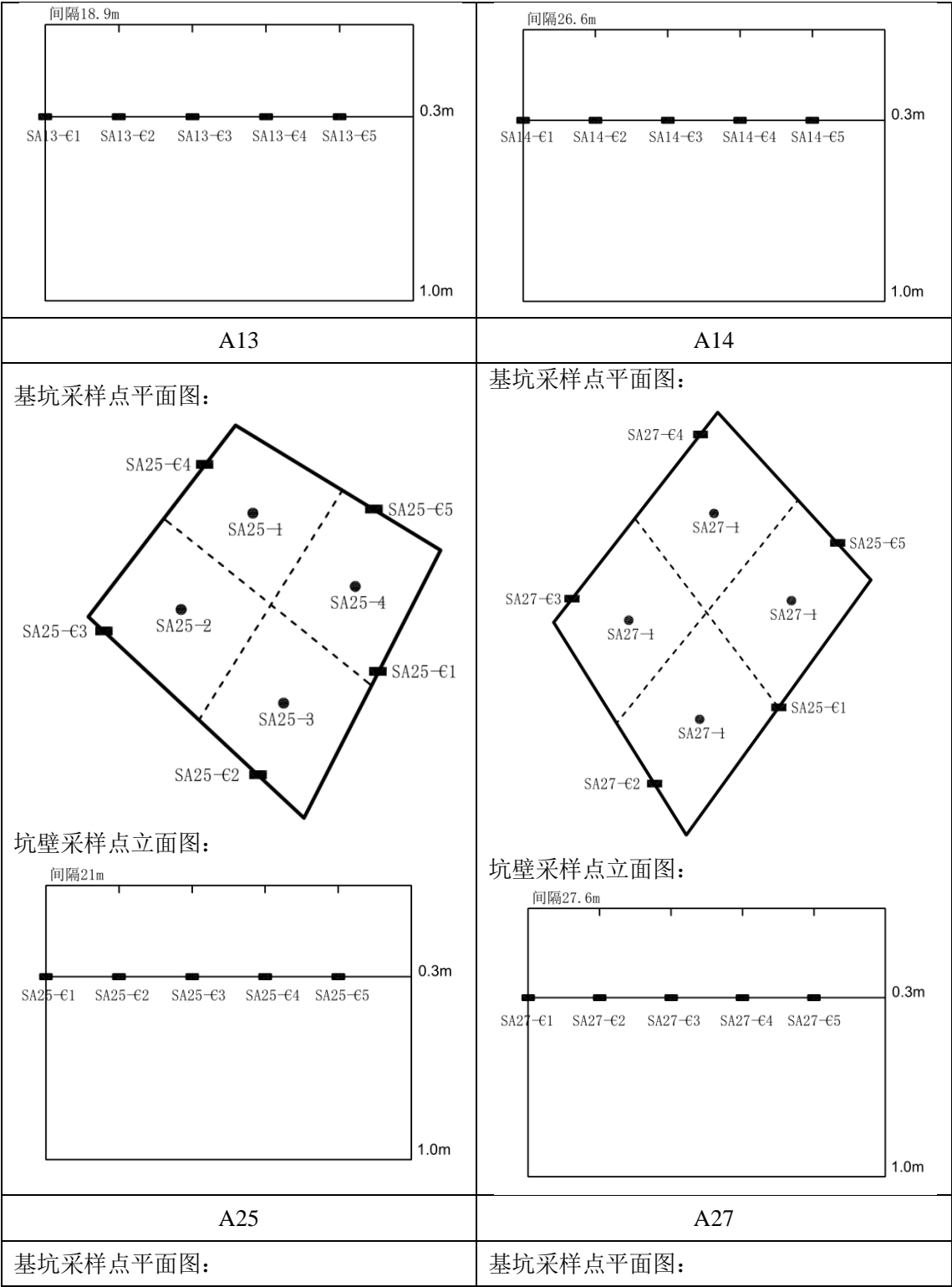
基坑侧壁采用等距离布点法进行采样布点，采样布点情况见表 7.3-3 和图 7.3-1。

表 7.3-3 坑壁采样布点情况一览表

修复区域编号	基坑面积 (m ²)	周长 (m)	开挖深度 (m)	采样数量		监测点位编号
				本次评估设置采样 数量 (个)	点间隔 (m)	
A05	636.31	104	7.5	15	20.8	4.7m: SA05-C1、SA05-C2、SA05-C3、SA05-C4、SA05-C5 5.8m: SA05-C6、SA05-C7、SA05-C8、SA05-C9、SA05-C10 7.3m: SA05-C11、SA05-C12、SA05-C13、SA05-C14、SA05-C15
A08	827.55	123	1	5	24.6	0.3m: SA08-C1、SA08-C2、SA08-C3、SA08-C4、SA08-C5
A13	525.73	94.5	1	5	18.9	0.3m: SA13-C1、SA13-C2、SA13-C3、SA13-C4、SA13-C5
A14	1067.58	133	1	5	26.6	0.3m: SA14-C1、SA14-C2、SA14-C3、SA14-C4、SA14-C5
A25	598.87	105	1	5	21.0	0.3m: SA25-C1、SA25-C2、SA25-C3、SA25-C4、SA25-C5
A27	811.96	120	1	5	24.0	0.3m: SA27-C1、SA27-C2、SA27-C3、SA27-C4、SA27-C5
B01	762.97	119	7.5	20	23.8	2.7m: SB01-C1、SB01-C2、SB01-C3、SB01-C4、SB01-C5 4.4m: SB01-C6、SB01-C7、SB01-C8、SB01-C9、SB01-C10 5.9m: SB01-C11、SB01-C12、SB01-C13、SB01-C14、SB01-C15 7.3m: SB01-C16、SB01-C17、SB01-C18、SB01-C19、SB01-C20
D08	801.70	118	2.5	15	23.6	0.2m: SD08-C1、SD08-C2、SD08-C3、SD08-C4、SD08-C5 0.8m: SD08-C6、SD08-C7、SD08-C8、SD08-C9、SD08-C10 2.3m: SD08-C11、SD08-C12、SD08-C13、SD08-C14、SD08-C15
H01	952.87	124	1	5	24.8	0.3m: SH01-C1、SH01-C2、SH01-C3、SH01-C4、SH01-C5
H04	934.26	138	1	5	27.6	0.3m: SH04-C1、SH04-C2、SH04-C3、SH04-C4、SH04-C5
合计	/	/	/	85	/	/
注：①A05 基坑修复深度为 4.5-7.5m，4.5m 以上为净土，0-4.5m 故不设置采样点；B01 基坑修复深度为 2.5-7.5m，2.5m 以上为净土，0-2.5m 故不设置采样点 ②采样深度均为 0.2m。						

污染区域基坑底部和侧壁采样点位见图 7.3-1 和图 7.3-2。





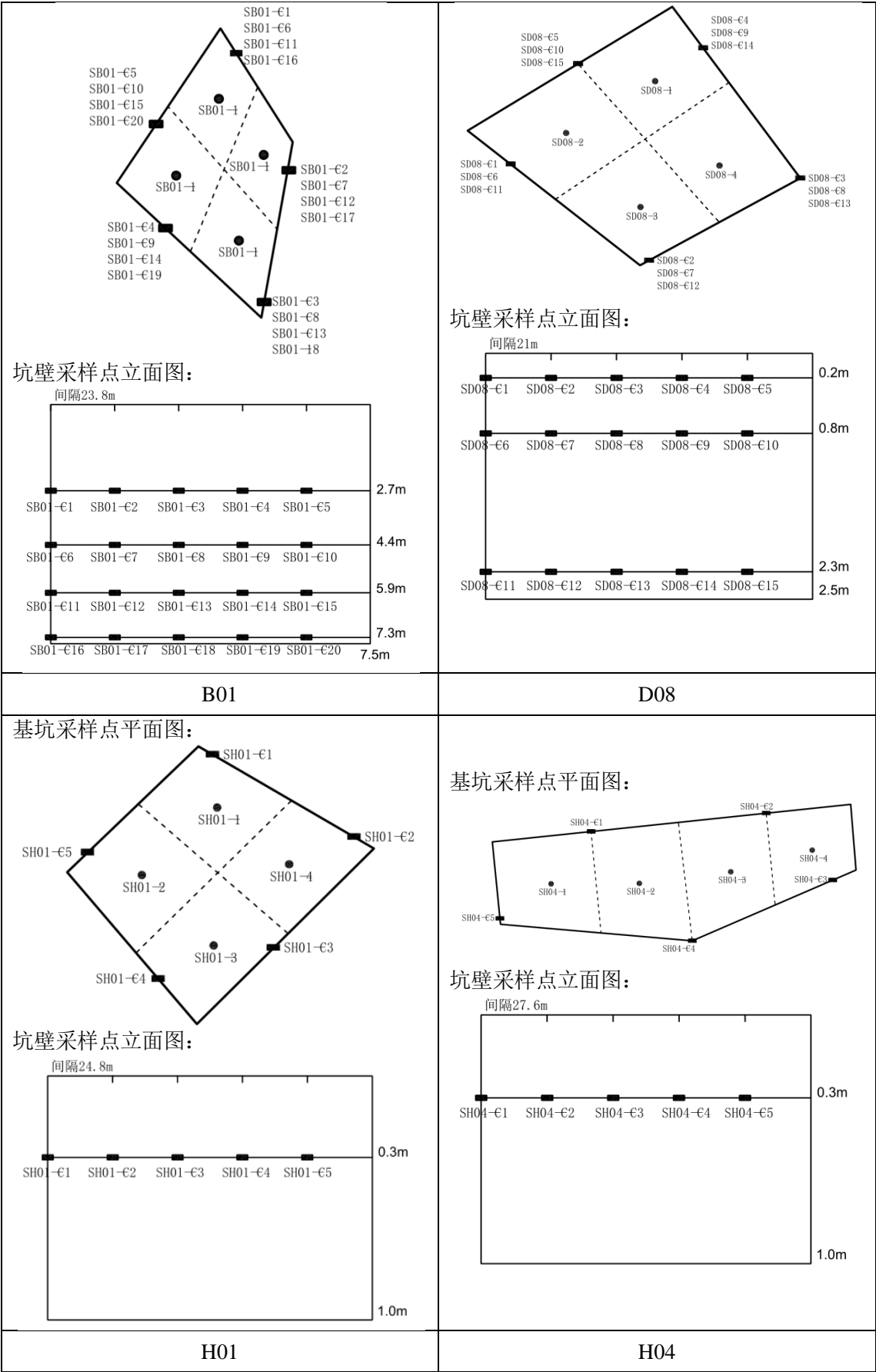


图 7.3-1 污染区域基坑底部和侧壁采样点位示意图

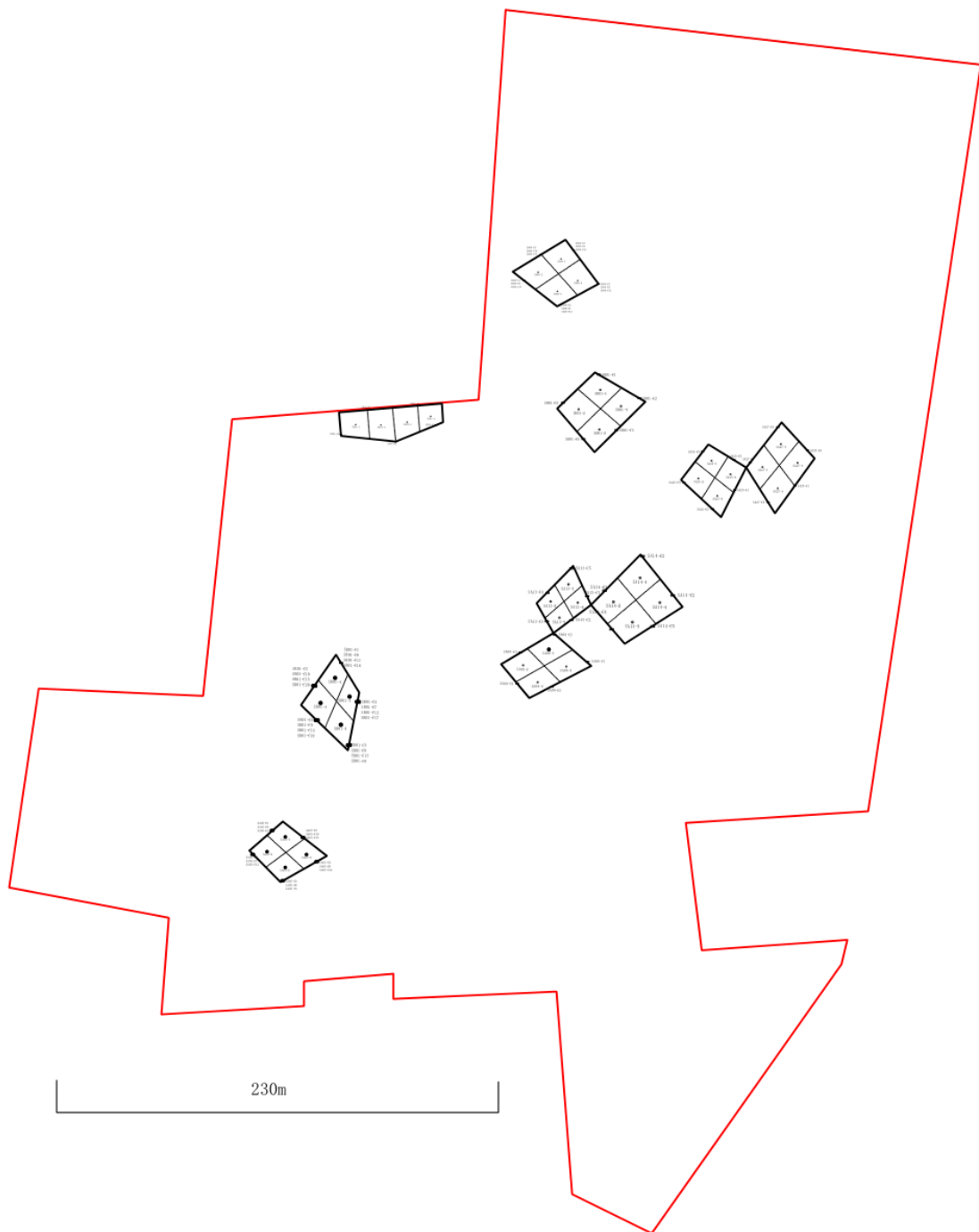


图 7.3-2 污染区域基坑底部和侧壁采样点位布置图

7.3.2 修复土壤堆体

(1) 技术要求

依据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018），土壤异位修复后效果评估的规定布点点位如下：

- ①修复后土壤原则上每个采样单元(每个样品代表的土方量)不应超过 500m^3 。
- ②对于按批次处理的修复技术，每个批次至少采集 1 个样品。

③按堆体模式处理的技术，若在堆体拆除前采样，应结合堆体大小设置采样点，最少采样点数量见表 7.3-4。

④修复后土壤一般采用系统布点法设置采样点，同时考虑修复效果空间差异，在修复效果薄弱区增设采样点。

表 7.3-4 堆体模式修复后土壤最少采样点数量

堆体体积 (m ³)	采样单元数量 (个)
<100	1
100~300	2
300~500	3
500~1000	4
每增加 500	增加 1 个

(2) 本次评估布点情况

本次修复工程共修复污染土壤 13157.47m³。污染土壤全部采用化学氧化修复处理。其中需要修复的 1,2,3-三氯丙烷污染土壤总量为 10742.79 m³，共分为 2 个堆体，分别为 1#堆体和 2#堆体，其中 1#堆体土方总量为 4916.95m³，2#堆体土方总量为 5835.52m³；需要修复的苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽污染土壤总量为 2405.27m³，3#堆体。

本次评估采用系统布点法设置堆体采样点，共设置采样点 36 个，其中 1#堆体 8 个，2#、3#堆体各 14 个。修复堆体采样布点情况见表 7.3-5。

表 7.3-5 修复土壤堆体布点情况一览表

堆体编号	堆体土壤量 (m ³)	修复目标污染物	采样点位数 (个)	每个样品代表的土方量 (m ³)	检测点位编号
1#	4916.95	1,2,3-三氯丙烷	14	351.21	SX01、SX02、SX03、SX04、SX05、SX06、SX07、SX08、SX09、SX10、SX11、SX12、SX13、SX14
2#	5835.52	1,2,3-三氯丙烷	14	416.82	SX15、SX16、SX17、SX18、SX19、SX20、SX21、SX22、SX23、SX24、SX25、SX26、SX27、SX28
3#	2405.27	苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽	8	300.66	SX29、SX30、SX31、SX32、SX33、SX34、SX35、SX36
合计	/	/	36	/	/

本次修复目标污染物为 1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽，修复过程中可能产生的二次污染物主要为挥发性有机物和半挥发性有机物，因此不适于

采集土壤混合样；根据污染物的挥发特性，土壤堆体的内部区域属于修复相对薄弱位置；每个土壤样品代表土方量均小于 500m³。同时参考同类型项目采样布点情况，确定本次评估修复土壤堆体采样点位置，采样点布设位置详见图 7.3-3。

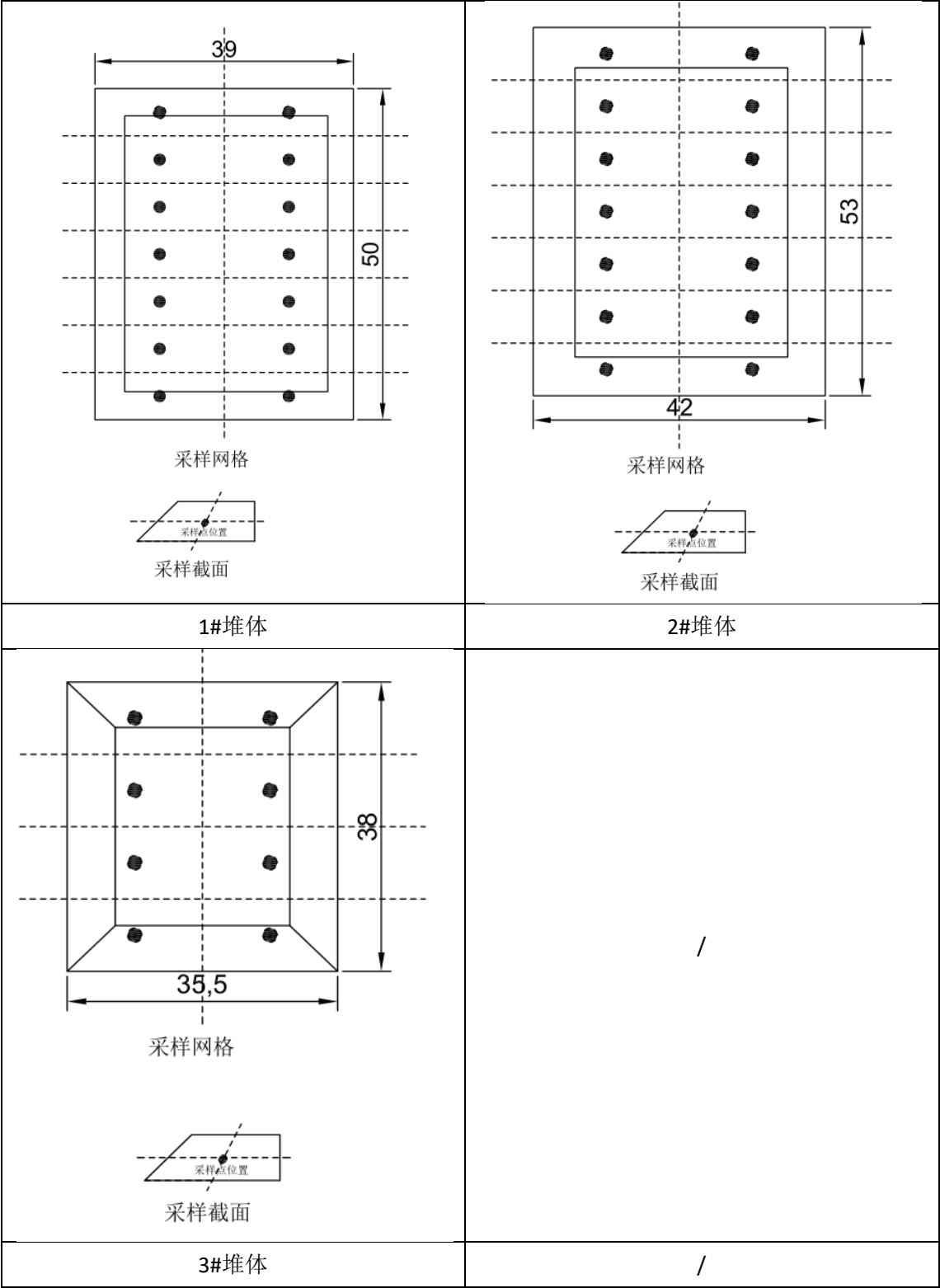


图 7.3-3 修复土壤堆体采样点位示意图

7.3.3二次污染区域

根据调查分析，本地块修复过程中无修复废水产生，修复工作人员依托周边公厕，无生活污水产生；修复过程中产生的氧化药剂废包装材料暂存处理车间内，及时由供应厂家回收。因此，本地块修复过程中涉及的二次污染区域主要为处理车间、土壤养护区（其中部分兼做污染土壤暂存区和土壤待检区）、清洁土壤暂存区（主要存放清洁土壤和建筑垃圾，清洁土壤主要来自 A05、B01、D08 基坑上层清洁土壤，建筑垃圾主要来自 A05、B01 和 H04）、运输车辆临时道路。

本次修复评估采样布点参照系统布点法进行布点，同时考虑现场实际情况，共设置 33 个土壤采样点。采样点布设情况见表 7.3-6 和图 7.3-4。

表 7.3-6 二次污染区域采样布点情况一览表

潜在二次污染区域	面积(m ²)	采样深度	采样点位数量(个)	采样点位编号	潜在污染物
处理车间	323	0.2m	3	S1、S2、S3	1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽
土壤养护区(1#堆体所在位置)	2255	0.2m(硬化面下)	6	S16、S17、S18、S19、S20、S21	1,2,3-三氯丙烷
土壤养护区(2#堆体所在位置)	2200	0.2m(防渗膜下)	6	S10、S11、S12、S13、S14、S15	1,2,3-三氯丙烷
土壤养护区(3#堆体所在位置)	3136	0.2m(防渗膜下)	6	S4、S5、S6、S7、S8、S9	苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽
清洁土壤暂存区	4850	0.2m	6	S22、S23、S24、S25、S26、S27	1,2,3-三氯丙烷
运输车辆临时道路	4800	0.2m	6	S28、S29、S30、S31、S32、S33	1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽
合计	/	/	33	/	/

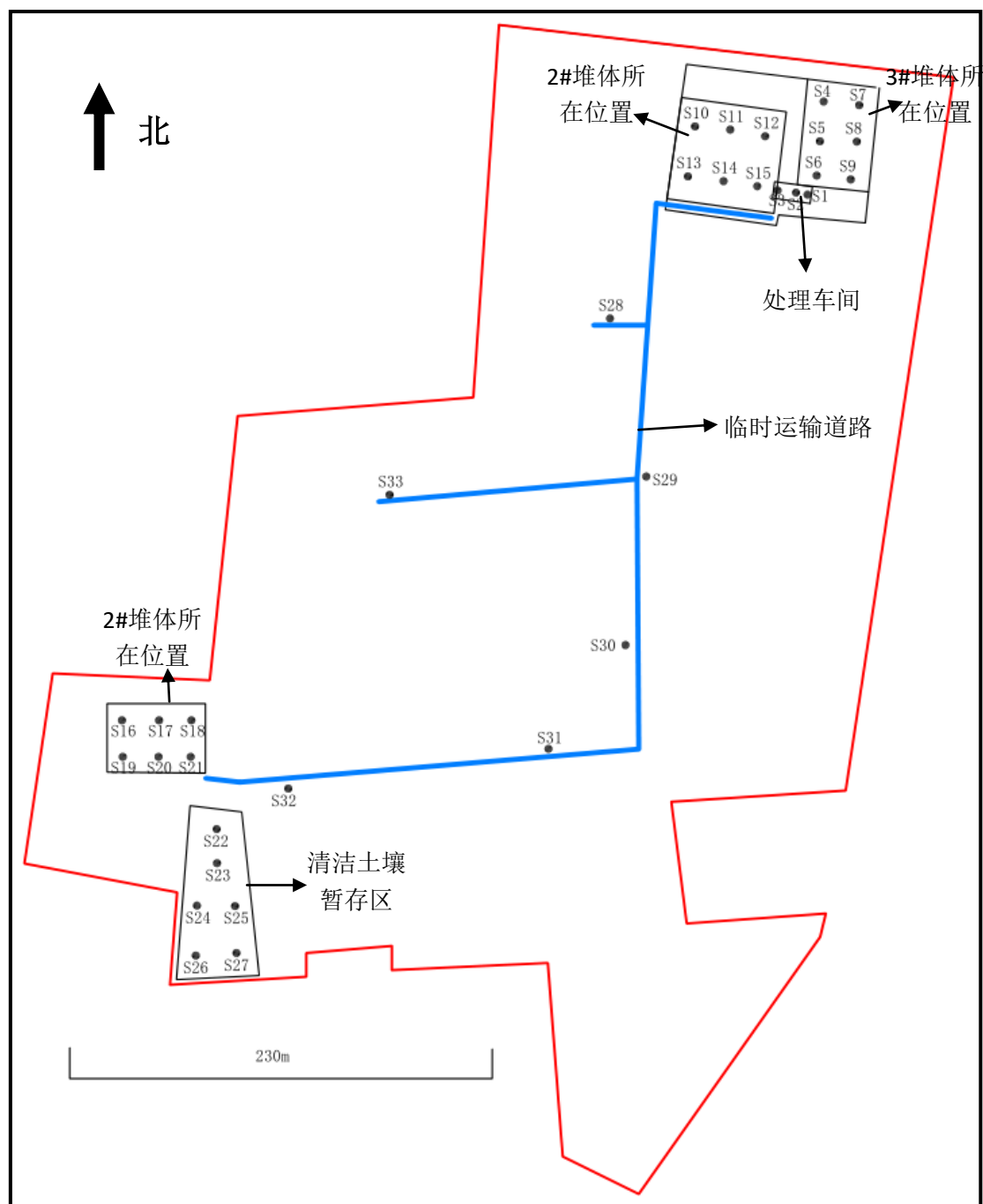


图 7.3-4 二次污染区域采样布点图

7.4 检测指标

(1) 基坑坑底和侧壁清理效果评估检测因子主要考虑各基坑的修复目标污染物。

(2) 修复土壤修复效果评估检测因子主要考虑各基坑的修复目标污染物和化学氧化过程中产生的二次污染物。

《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》中未明确说明化学

氧化修复过程中可能产生的二次污染物和中间产物。

本次修复评估通过以下三个方面确定修复过程中产生的二次污染物和中间产物：

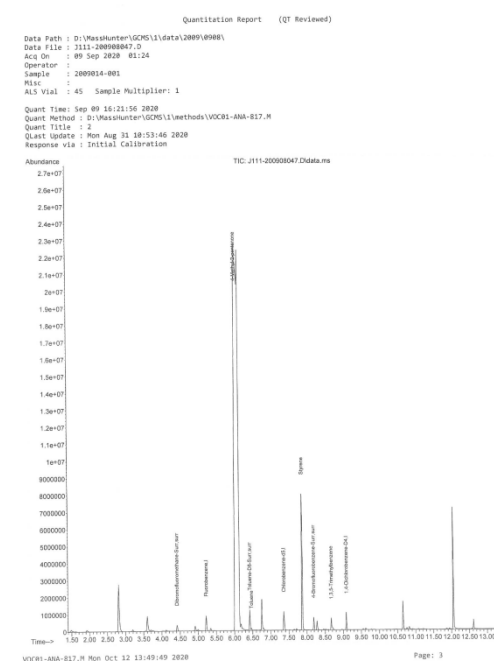
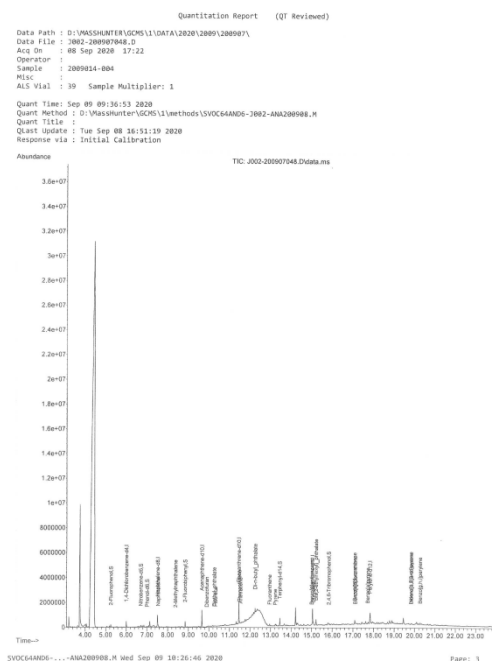
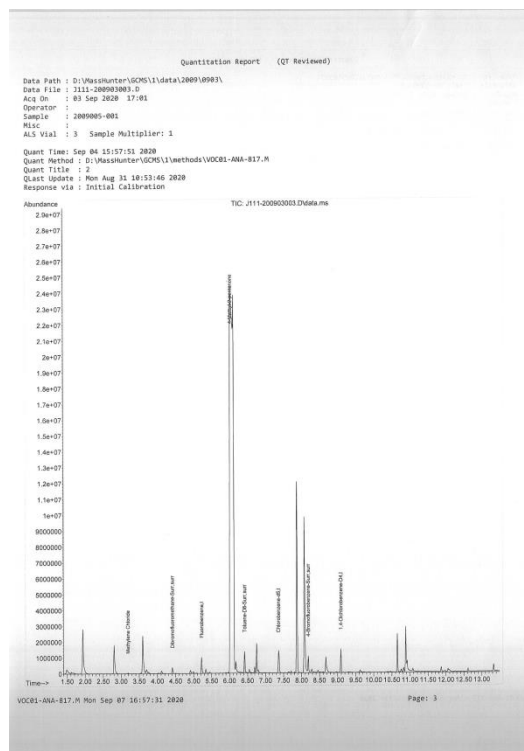
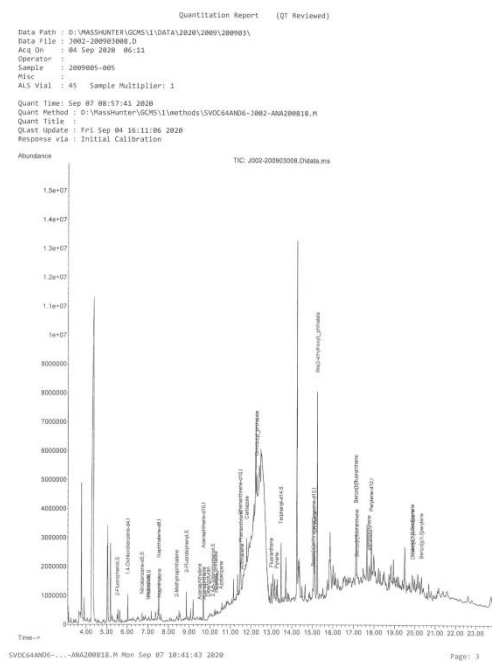
①根据 1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽三种污染物的分子式，考虑化学氧化过程可能发生的分子功能键的断裂产生的中间产物；

②根据小试实验土壤中污染物的检测图谱（详见图 7.4-1）；

③考虑《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中挥发性有机物和半挥发性有机物的种类。

确定 1,2,3-三氯丙烷氧化反应过程中需要关注的二次污染物为：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1 二氯乙烷、1,2 二氯乙烷、1,1 二氯乙烯、顺 1,2 二氯乙烯、反 1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2 二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1 三氯乙烷、1,1,2 三氯乙烷、三氯乙烯、氯乙烯。

苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽氧化反应过程中需要关注的二次污染物为：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1 二氯乙烷、1,2 二氯乙烷、1,1 二氯乙烯、顺 1,2 二氯乙烯、反 1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2 二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1 三氯乙烷、1,1,2 三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、对/间二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、蒽、苯并(123-cd)芘、萘、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯、邻苯二甲酸丁基苄酯、邻苯二甲酸二正辛酯。



SVOC

VOC

图 7.4-1 小试试验监测图谱

(3) 二次污染区域主要考虑本地块修复的目标污染物。

①处理车间内、运输车辆临时道路主要检测指标主要考虑修复的 3 种目标污染物：1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽；

②土壤养护区 1#堆体所在位置和 2#堆体所在位置，堆存土壤修复目标污染物为 1,2,3-三氯丙烷，因此 1,2,3-三氯丙烷作为检测指标。

③土壤养护区 3#堆体所在位置，堆存土壤修复目标污染物为苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽，因此选择苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽作为检测指标。

④清洁土壤暂存区主要存放清洁土壤和建筑垃圾，清洁土壤主要来自 A05、B01、D08 基坑上层清洁土壤，建筑垃圾主要来自 A05、B01 和 H04，A05、B01、D08、H04 修复目标污染物为 1,2,3-三氯丙烷，因此选择 1,2,3-三氯丙烷作为检测指标。

具体检测指标详见表 7.4-1。

表 7.4-1 各区域检测指标一览表

类别	区域编号	检测因子	备注
基坑（坑底、侧壁）	A05、A08、A25、B01、D08、H01、H04	pH、1,2,3-三氯丙烷	修复目标污染物 1,2,3-三氯丙烷
	A13、A27	pH、苯并(a)芘	修复目标污染物苯并(a)芘
	A14	pH、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽	修复目标污染物苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽
修复土壤堆体	1#堆体	pH、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1 二氯乙烷、1,2 二氯乙烷、1,1 二氯乙烯、顺 1,2 二氯乙烯、反 1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2 二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1 三氯乙烷、1,1,2 三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯	目标污染物：1,2,3-三氯丙烷 可能反应中间产物：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1 二氯乙烷、1,2 二氯乙烷、1,1 二氯乙烯、顺 1,2 二氯乙烯、反 1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2 二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1 三氯乙烷、1,1,2 三氯乙烷、三氯乙烯、氯乙烯。 其他：pH。
	2#堆体	pH、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1 二氯乙烷、1,2 二氯乙烷、1,1 二氯乙烯、顺 1,2 二氯乙烯、反 1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2 二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1 三氯乙烷、1,1,2 三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯	目标污染物：1,2,3-三氯丙烷 可能反应中间产物：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1 二氯乙烷、1,2 二氯乙烷、1,1 二氯乙烯、顺 1,2 二氯乙烯、反 1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2 二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1 三氯乙烷、1,1,2 三氯乙烷、三氯乙烯、氯乙烯。 其他：pH。

	3#堆体	pH、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1 二氯乙烷、1,2 二氯乙烷、1,1 二氯乙烯、顺 1,2 二氯乙烯、反 1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2 二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1 三氯乙烷、1,1,2 三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、对/间二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、蒽、二苯并(a,h)蒽、苯并(123-cd)芘、萘、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、邻苯二甲酸丁基苄酯、邻苯二甲酸二正辛酯	目标污染物：苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽 可能反应中间产物：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1 二氯乙烷、1,2 二氯乙烷、1,1 二氯乙烯、顺 1,2 二氯乙烯、反 1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2 二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1 三氯乙烷、1,1,2 三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、对/间二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、蒽、苯并(123-cd)芘、萘、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、邻苯二甲酸丁基苄酯、邻苯二甲酸二正辛酯。 其他：pH。
二次污染区域	处理车间	1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽	修复目标污染物
	1#土壤养护区（1#堆体所在位置）	1,2,3-三氯丙烷	
	2#土壤养护区（2#堆体所在位置）	1,2,3-三氯丙烷	
	3#土壤养护区（3#堆体所在位置）	苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽	
	清洁土壤暂存区	1,2,3-三氯丙烷	
	运输车辆临时道路	1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽	

7.5 评估标准值

根据《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》给出的修复目标值以及修复地块的未来规划，确定本次修复评估标准为《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值。详见表 7.5-1。

表 7.5-1 修复效果评估标准

序号	污染物	评估标准值（mg/kg）
一	目标污染物	
1	1,2,3-三氯丙烷	0.05

2	苯并(a)芘	0.55
3	二苯并(a,h)蒽	0.55
二	可能产生的二次污染物	
4	四氯化碳	0.9
5	氯仿	0.3
6	氯甲烷	12
7	1, 1-二氯乙烷	3
8	1, 2-二氯乙烷	0.52
9	1, 1-二氯乙烯	12
10	顺-1, 2-二氯乙烯	66
11	反-1, 2-二氯乙烯	10
12	二氯甲烷	94
13	1,2-二氯丙烷	1
14	1,1,1,2-四氯乙烷	2.6
15	1,1,2,2-四氯乙烷	1.6
16	四氯乙烯	11
17	1,1,1-三氯乙烷	701
18	1,1,2-三氯乙烷	0.6
19	三氯乙烯	0.7
20	氯乙烯	0.12
21	苯	1
22	氯苯	68
23	1,2-二氯苯	560
24	1,4-二氯苯	5.6
25	乙苯	7.2
26	苯乙烯	1290
27	甲苯	1200
28	间二甲苯+对二甲苯	163
29	邻二甲苯	222
31	硝基苯	34
32	苯胺	92
33	2-氯酚	250
34	苯并[a]蒽	5.5
35	苯并[b]荧蒽	5.5

36	苯并[k]荧蒽	55
37	蒽	490
38	茚并[1,2,3-cd]芘	5.5
39	萘	25
40	邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯	42
41	邻苯二甲酸丁基苄酯	312
42	邻苯二甲酸二正辛酯	390

本次评估采用逐一对比法进行土壤修复效果评估，样品检测值与修复效果评估标准值逐个对比，判断地块是否达到修复效果：

- ①若样品检测值低于或等于修复效果评估标准值，则认为达到修复效果；
- ②若样品检测值高于修复效果评估标准值，则认为未达到修复效果；

未达到修复目标的样品所代表的区域被判定未达到修复目标要求，需再次修复和效果评估，针对地块基坑样品，则需进行二次清挖；针对修复治理后的土壤，则需再次进行修复直至达标。

当全部样品的污染物检测值均达到效果评估标准时，方可判定地块达到修复效果。

8 现场采样与实验室检测

天津实朴检测技术服务有限公司为本次效果评估采样检测单位，主要负责现场土壤样品的采集、流转和检测。本次评估采样共分 2 次完成，其中 2020 年 10 月 27 日进行基坑清理效果检测和污染土壤修复效果检测，2020 年 11 月 9 日进行二次污染区域土壤检测。

8.1 样品采集

8.1.1 现场采样

本次修复效果现场采样工作主要由天津实朴检测技术服务有限公司进行，地块责任单位、修复工程施工单位、修复效果评估单位、施工监理单位、环境监理单位全程参与。

8.1.1.1 采样前准备

在进入现场实地取样之前，做好相应的技术准备工作。如以下几点：

①根据修复效果评估要求、结合修复地块现状，有针对性地设置土壤采样点位。

②进场前，组织学习土壤采样过程中的安全、安全防护知识要求，按相关要求做好安全防护工作方可进场。

③根据地块内采样点的具体情况选择合适的采样方式和设备。

现场采样设备及材料情况见下表 8.1-1：

表 8.1-1 现场调查设备及材料

序号	用途	设备及材料
1	现场点位确认	便携式 GPS 定位仪、卷尺、测量绳
2	土壤样品采集	洛阳铲、铁锹、木铲
3	土壤采集与保存	棕色磨口广口玻璃瓶、棕色顶空瓶
4	调查信息记录	收集、标签纸、记号笔、笔、采样记录单
5	样品保存	保温样品箱、蓝冰
6	安全防护	工作服、安全帽、一次性手套

8.1.1.2 现场采样

一、采样点定位

采样前，根据制定的修复评估检测方案对各检测点进行测量定位，并做好标记。

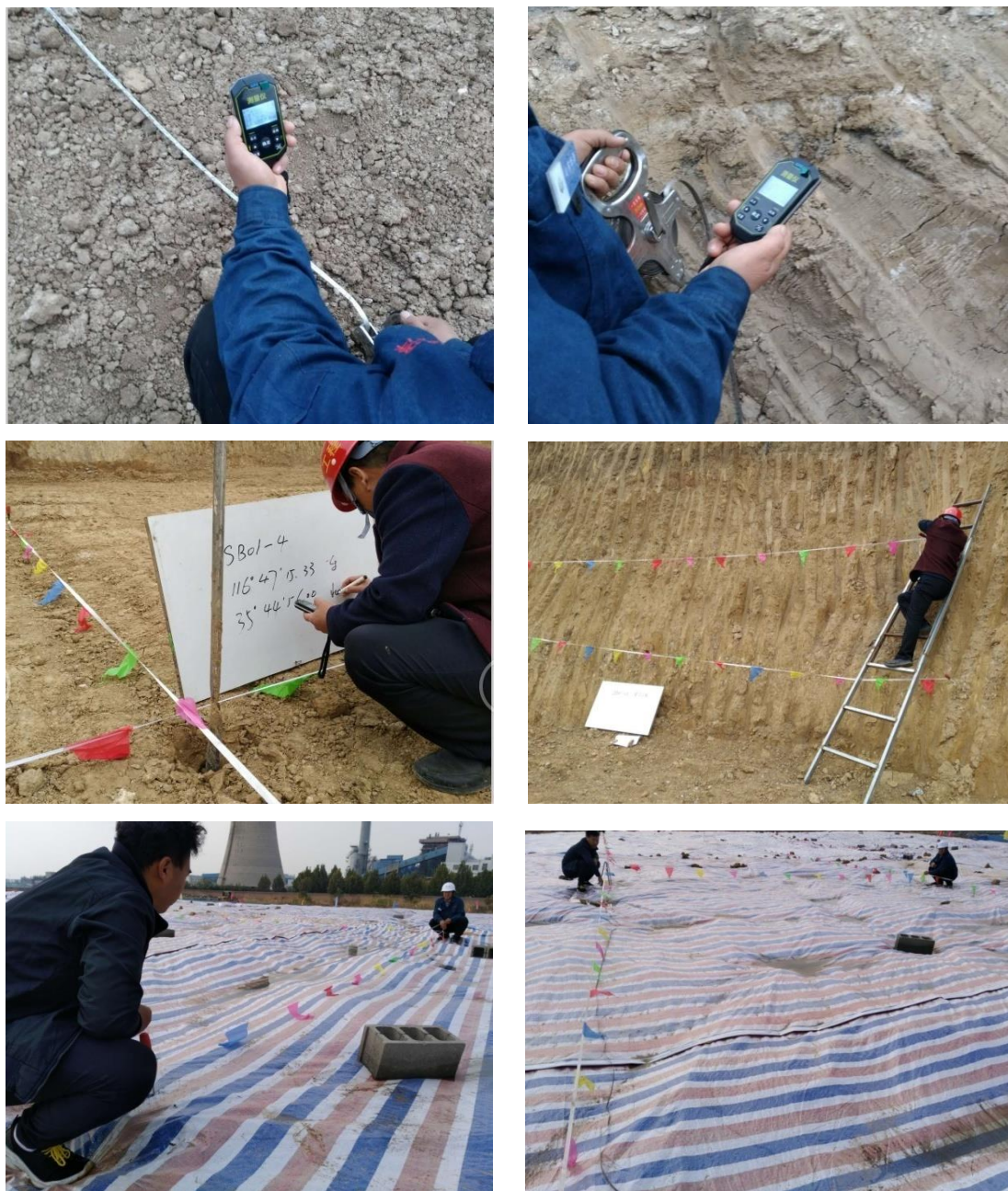


图 8.1-1 现场采样点定位照片

二、现场采样

本次评估采样首先采用铁锹和洛阳铲等工具将地表物质去除（其中硬化地面首先使用挖掘机（钻机）打穿硬化地面），并挖掘到指定深度，然后进行样本采集。具体技术要求按《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）和《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南》（试行）等技术标准中的相关规定进行采集。

（1）土壤挥发性有机物采集与保存：用刮刀剔除约 1cm-2cm 的表层土壤，在新的土壤切面处快速采集样品。用无扰动采样器采集约 5g 土壤，迅速推入加

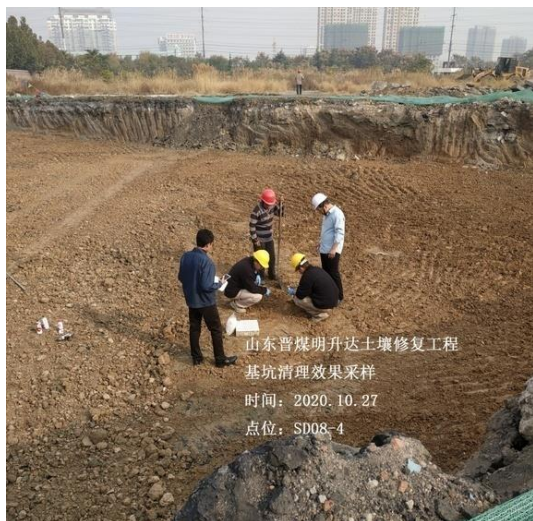
有 10ml 甲醇保护剂的 40ml 棕色顶空瓶里，密封，及时放入装有蓝冰的低温保温箱中。

(2) 土壤半挥发性有机物采集与保存：先用木铲刮去表层与金属采样器接触部分土壤，随后开始采集样品。用木铲将 250ml 带聚四氟乙烯盖的棕色玻璃瓶装满测定土壤有机物 SVOCs、总石油烃样品，密封，及时放入装有蓝冰的低温保温箱中。

(3) 土壤装入样品瓶后，在标签上手写样品信息、采样人和采样日期，贴在对应的采样瓶外壁，要求字迹清晰可辨。

现场采样照片见图 8.1-2 和附件 9。

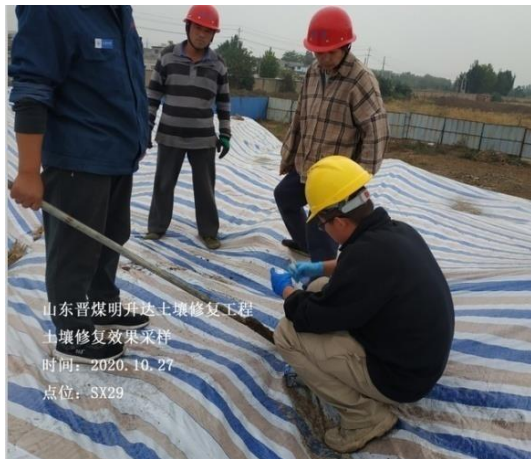




坑底

坑壁





修复土壤堆体



二次污染区域

图 8.1-2 现场采样照片

8.1.2 样品保存与流转

样品采集完成后，由采样员在样品瓶上标明样品编号等信息，并做好现场记录。所有样品采集后放入装有足够蓝冰的保温箱中，采用适当的减震隔离措施，保证运输过程中样品完好并满足保存温度，严防样品瓶破损、混淆或沾污，土壤

有机污染物样品运输过程防震、低温保存、避免阳光照射，在保存时限内运送至公司进行分析。

装运前采样人员现场逐项核对采样记录表、样品标签、采样点位图标记等，核对无误后分类装箱。采样人员现场填好样品流转单，同样品一起交给样品管理员。样品送回实验室后，样品管理员收到样品后即时核对采样记录单、样品标签与样品登记表，核对无误后将样品放入冷库待检。

样品瓶专室存放，避免与采样无关人员接触，保存时间均不超过规范允许的时间。

8.1.3 采样及运输过程质量控制

为保证在允许误差范围内获得具有代表性的样品，对采样及流转全过程进行质量控制，避免采样设备及外部环境条件等因素对样品产生影响：

1) 采样前根据监测目的制订周密详细的采样计划（采样方案），严格按照计划实施采样活动。确保采样点位准确，采样份量足够。现场采样时详细填写现场观察记录单，记录土层深度、土壤质地、气味等，以便为分析工作提供依据。

2) 采样人员为经过培训并经考核后上岗、熟悉土壤监测技术规范、具有野外调查经验且掌握土壤采样技术规程的专业技术人员组成采样组，具备采样安全操作技能。严格按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）规定的采样程序进行采样。根据采样工作量及工期确定采样组人员数量，采样时至少由 2 人以上在现场操作。采样过程中采样人员无影响采样质量的行为，不在采样时、样品分装时及样品密封的现场吸烟，不随意丢弃采样过程中产生的垃圾以及可能影响土壤质量的物品等。

3) 所用采样工具、设备和器材应齐备并事先检查干燥、洁净和完好程度，且不与待采土壤发生任何反应，确保不会造成待采土壤污染和损失。采样工具类包括铁铲、土铲、土刀、木片等；器材类为卷尺、样品袋、样品瓶、照相机以及其他特殊仪器和化学试剂；文具类为样品标签、记录表格、文具夹、铅笔等小型用品；安全防护用品为工作服、工作鞋、安全帽、手套、口罩、常用药品等。根据现场实际情况，确定并准备齐全各类工具及工作过程防护用品。为避免采样过程中取样设备交叉污染，每个样品采样前需要对取样装置也要进行清洗，与土壤接触的其它采样工具，在重复使用时也要进行清洗。每完成一个样品的采集应更换采样手套并清洁采样工具，采样人员佩戴的手套、口罩等统一收集，集中处理。

4) 采样操作应防止土壤受到污染和变化, 要采取适当措施防止采样的环境条件与温度对土壤的影响, 同时保证不发生二次污染。盛样容器应避光、密封、不渗透并干燥、洁净, 其材质不与土壤发生化学反应。要测定挥发性化合物的样品用专用的瓶装样。含易分解有机物的待测定样品, 快速采集后置于低温条件下保存。

5) 样品标签与采样记录的格式应规范, 填写内容应齐全, 字迹清晰, 标识明显并要善保存。现场采样记录、现场监测记录可使用表格描述土壤特征、可疑物质或异常现象等, 同时应保留现场相关照片记录, 其内容、页码、编号要齐全便于核查, 如有改动应注明修改人及时间。

6) 为确保采集、运输、贮存过程中的样品质量, 本项目在现场采样过程中设定现场质量控制样品, 包括现场平行样、运输空白样。在采样过程中, 质控样品的数量主要遵循以下原则: 现场平行样总数应不少于总样品数的 5%, 本次修复效果评估现场平行采样数量均不少于 10%(2020 年 10 月 27 日采集样品数 165, 采集现场平行样 18 个; 2020 年 11 月 9 日采集样品数 33 个, 采集现场平行样 4 个); 采集土壤样品用于分析挥发性有机物时, 每次运输应采集至少一个运输空白样, 同一样品批次内, 放置一个空白样, 以便了解运输过程中是否受到污染和样品是否损失。

7) 采样结束后, 应认真清点样品、检查样品标签和现场记录是否齐全, 采样点位图标记等是否有缺项、漏项和错误处, 应及时补齐和修正后方可撤离现场。并检查现场是否有重要物品遗漏。

8) 所有土壤样品立即存放在现场放置适量蓝冰的低温保存箱中, 低温保存箱在使用前均经仔细检查, 确保其无破损, 且密封性较好。低温保存箱保持恒温 4℃。样品安全到达实验室后保存在 4℃冰箱内。所有样品均应在保存有效期内分析完成。

综上, 本次修复效果评估检测采样及运输过程中采取的质量控制措施均能满足修复效果评估要求。

8.2 实验室检测

8.2.1 检测方法

本次评估所有土壤样品均由天津实朴检测技术服务有限公司实验室进行检测分析。

各污染物的分析测试均按照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB36600-2018)》中的指定方法执行。具体检测方法见表 8.2-1。

表 8.2-1 分析检测方法与实验仪器

序号	检测项目	检测方法	设备名称	设备型号	检出限
1	pH 值	HJ962-2018《土壤 pH 值的测定 电位法》	pH 计	FE28	/
2	四氯化碳	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.3μg/kg
3	氯仿	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.1μg/kg
4	氯甲烷	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.0μg/kg
5	1, 1-二氯乙烷	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.2μg/kg
6	1, 2-二氯乙烷	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.3μg/kg
7	1, 1-二氯乙烯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.0μg/kg
8	顺-1, 2-二氯乙烯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.3μg/kg
9	反-1, 2-二氯乙烯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.4μg/kg
10	二氯甲烷	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、	1.5μg/kg

序号	检测项目	检测方法	设备名称	设备型号	检出限
		气相色谱-质谱法》		8860GC-5977BMS	
11	1,2-二氯丙烷	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集 气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.1μg/kg
12	1,1,1,2-四氯乙烷	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集 气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.2μg/kg
13	1,1,2,2-四氯乙烷	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集 气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.2μg/kg
14	四氯乙烯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集 气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.4μg/kg
15	1,1,1-三氯乙烷	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集 气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.3μg/kg
16	1,1,2-三氯乙烷	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集 气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.2μg/kg
17	三氯乙烯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集 气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.2μg/kg
18	1,2,3-三氯丙烷	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集 气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.2μg/kg
19	氯乙烯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集 气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.0μg/kg
20	苯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集 气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.9μg/kg

序号	检测项目	检测方法	设备名称	设备型号	检出限
21	氯苯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.2μg/kg
22	1,2-二氯苯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.5μg/kg
23	1,4-二氯苯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.5μg/kg
24	乙苯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.2μg/kg
25	苯乙烯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.1μg/kg
26	甲苯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.3μg/kg
27	间二甲苯+ 对二甲苯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.2μg/kg
28	邻二甲苯	HJ605-2011《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》	吹扫捕集-气质联用仪	ATOMXXYZ-7890 B-5977B、 ATOMXXYZ-7890 B-5977BMS、 8860GC-5977BMS	1.2μg/kg
29	硝基苯	HJ834-2017《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》	气质联用仪	8890GC/5977BMS	0.09mg/kg
30	苯胺	HJ834-2017《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》	气质联用仪	8890GC/5977BMS	0.5mg/kg
31	2-氯酚	HJ834-2017《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》	气质联用仪	8890GC/5977BMS	0.06mg/kg

序号	检测项目	检测方法	设备名称	设备型号	检出限
32	苯并[a]蒽	HJ834-2017《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》	气质联用仪	8890GC/5977BMS	0.1mg/kg
33	苯并(a)芘	HJ834-2017《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》	气质联用仪	8890GC/5977BMS	0.1mg/kg
34	苯并[b]荧蒽	HJ834-2017《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》	气质联用仪	8890GC/5977BMS	0.2mg/kg
35	苯并[k]荧蒽	HJ834-2017《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》	气质联用仪	8890GC/5977BMS	0.1mg/kg
36	蒽	HJ834-2017《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》	气质联用仪	8890GC/5977BMS	0.1mg/kg
37	二苯并(a,h)蒽	HJ834-2017《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》	气质联用仪	8890GC/5977BMS	0.1mg/kg
38	茚并[1,2,3-cd]芘	HJ834-2017《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》	气质联用仪	8890GC/5977BMS	0.1mg/kg
39	萘	HJ834-2017《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》	气质联用仪	8890GC/5977BMS	0.09mg/kg
40	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	HJ834-2017《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》	气质联用仪	8890GC/5977BMS	0.1mg/kg
41	邻苯二甲酸丁基苄酯	HJ834-2017《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》	气质联用仪	8890GC/5977BMS	0.2mg/kg
42	邻苯二甲酸二正辛酯	HJ834-2017《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》	气质联用仪	8890GC/5977BMS	0.2mg/kg

8.2.2检测分析单位

本此评估所有样品实验室检测工作全部由国家 CMA 认证的第三方实验室天

津实朴检测技术服务有限公司进行分析检测。

天津实朴检测技术服务有限公司成立于 2017 年，实验室面积 2800 平米，目前公司员工 100 余人，其中硕士占比 22%，本科及以上占比近 83%。实朴检测核心成员在业内拥有多年的实践经验，具有国内事业单位实验室、企业实验室以及合资和外资实验室的良好背景。天津实朴配备了先进的检测设备、现场采样设备、现场测试设备、以及大型仪器和辅助设备 200 台套，其中检定/校准设备 94 台套，辅助设备 106 台套。

实验室根据相关质量、安全管理制度设计实验室布局，实验室整体布局合理且空间利用率高，对于可能造成交叉污染的测试项目分置在不同的房间内，经过多次 CMA 资质评审，实验室环境要求符合检测相关要求。包括样品接收区域、样品保存区域（包括鲜样和干样有独立的冷库以及储存区域）、样品称量区域、重金属处理区域、重金属分析区域、无机指标分析区域等均有完整独立的区域，各区域有明显的功能区标识。对可能影响检测结果质量的环境条件，进行识别、监控和记录，保证其符合相关技术要求。各区域配备温湿度计、空调、除湿机等设备，保障样品检测过程中的环境指标符合要求。

公司具备足够且独立的实验室空间以满足本项目所有检测项目的样品在分析测试过程中所需的检测、环境控制、冷藏和冷冻、数据处理与分析、信息传输等设备。天津实朴检测技术服务有限公司资质认定证书和检测能力范围见附件 13。

8.2.3 实验室质量控制

为保证整个调查采样与实验室检测采样全过程的质量，建立全过程的质量保证与质量控制体。

实验室质控样：除现场平行外，实验室需具有其内部质控要求，这些实验室质控样品包括：样品空白，实验室控制样、实验室平行样，基质加标样品及基质加标平行样品的检测分析对检测质量进行控制。

（1）样品空白

每批次样品分析时均进行空白试验。分析测试方法有规定的，按分析测试方法的规定进行；分析测试方法无规定时，每批样品或每 20 个样品至少做了 1 次空白试验。

本次检测每批样品分析均按 5%比例检测实验室空白，重金属污染物、有机

污染物的空白样品检测结果均低于方法检出限，合格率均为 100%，保证检测过程没有受污染，符合质控要求。

（2）精密度试验

参照《重点行业企业用地调查质量保证与质量控制技术规范（试行）》的相关要求，每批次样品分析时，每个检测项目（除挥发性有机物外）均抽取了 5% 的样品了平行双样分析，通过计算平行样的相对偏差，考察实验室精密度。

若平行双样测定值（A, B）的相对偏差（RD）在允许范围内，则该平行双样的精密度控制为合格，否则为不合格。RD 计算公式如下：

$$RD(\%) = \frac{|A-B|}{A+B} \times 100$$

若平行双样测定值（A, B）的相对偏差（RD）在允许范围内，则该平行双样的精密度控制为合格，否则为不合格。

相对偏差要求依据《重点行业企业用地调查质量保证与质量控制技术规范（试行）》进行判定，结果表明，本次检测精密度合格率为 100%，满足技术规范中样品分析测试精密度要求达到 95%的要求，精密度符合质控要求。

（3）准确度试验

1）有证标准物质

参照《重点行业企业用地调查质量保证与质量控制技术规范（试行）》的相关要求，具备与被测土壤或地下水样品基体相同或类似的有证标准物质时，在每批次样品分析时同步均匀插入有证标准物质样品进行分析测试。每批次同类型分析样品按样品数 5%的比例插入 1 组标准物质样品。

2）样品加标回收率

依据技术规范，当没有合适的土壤或地下水基体有证标准物质时，采用样品加标回收率试验对准确度进行控制。每批次同类型分析样品中，随机抽取了 5% 的样品进行加标回收率试验。

回收率（R）计算公式为：

$$R, \% = \frac{\text{加标后总量} - \text{加标前测量值}}{\text{加标量}} \times 100$$

若样品加标回收率在规定的允许范围内，则该加标回收率试验样品的准确度控制为合格，否则为不合格。

3）空白加标回收测试

按检测方法要求，由实验员进行空白加标回收分析。

空白加标回收率（R）计算公式为：

$$R, \% = \frac{\text{加标后总量} - \text{加标前测量值}}{\text{加标量}} \times 100$$

实验室进行了准确度试验,准确度要求依据《重点行业企业用地调查质量保证与质量控制技术规范（试行）》进行判定，上述结果表明，本项目准确度合格率为 100%，满足技术规范中样品分析测试精密度要求达到 100%的要求，准确度符合质控要求。

此外，本项目样品的分析过程还采取了以下质控措施：

- ①检测限：低于相关污染物评价标准值；
- ② 样品有效性：在样品保存有效期内完成所有分析工作。

本项目土壤检测质量控制情况详见附件 12：质量控制报告。

根据以上内容，得出实验室检测质量控制满足修复效果评估要求。

9 效果评估

9.1 检测结果分析

9.1.1 基坑清挖效果检测结果分析

基坑清理效果检测点位检测结果见表 9.1-1~表 9.1-3。

表 9.1-1 基坑检测结果一览表（目标污染物：1,2,3-三氯丙烷）

采样日期	污染区域编号	检测点位		检测结果				
		点位位置	点位编号	pH	干物质	1,2,3-三氯丙烷（ $\mu\text{g/kg}$ ）		
						检测结果	标准值	评价结果
2020.10.27	A05	坑底	SA05-1	8.85	92.7	ND	50	达标
			SA05-2	8.21	91.8	ND	50	达标
			SA05-3	8.39	90.0	ND	50	达标
			SA05-4	8.51	89.7	ND	50	达标
		侧壁	SA05-C1	7.81	92.8	ND	50	达标
			SA05-C2	8.28	91.6	ND	50	达标
			SA05-C3	8.39	92.0	ND	50	达标
			SA05-C4	8.88	91.8	ND	50	达标
			SA05-C5	8.52	94.5	ND	50	达标
			SA05-C6	7.98	95.7	ND	50	达标
			SA05-C7	8.37	94.5	ND	50	达标
			SA05-C8	8.40	92.4	ND	50	达标
			SA05-C9	8.79	94.4	ND	50	达标
			SA05-C10	8.46	96.6	ND	50	达标
			SA05-C11	7.96	89.0	ND	50	达标
			SA05-C12	8.13	90.2	ND	50	达标
			SA05-C13	8.53	87.1	ND	50	达标
			SA05-C14	8.73	90.5	ND	50	达标
			SA05-C15	8.62	92.8	ND	50	达标
	A08	坑底	SA08-1	5.39	87.2	ND	50	达标
			SA08-2	5.76	89.8	ND	50	达标

采样日期	污染区域编号	检测点位		检测结果					
		点位位置	点位编号	pH	干物质	1,2,3-三氯丙烷（μg/kg）			
						检测结果	标准值	评价结果	
			SA08-3	7.74	87.3	ND	50	达标	
			SA08-4	7.70	89.4	ND	50	达标	
		侧壁	SA08-C1	7.37	84.5	ND	50	达标	
			SA08-C2	7.94	87.4	ND	50	达标	
			SA08-C3	8.16	87.7	ND	50	达标	
			SA08-C4	8.26	83.5	ND	50	达标	
			SA08-C5	7.72	85.0	ND	50	达标	
	A25	坑底	SA25-1	8.49	86.5	ND	50	达标	
				SA25-2	8.44	89.0	ND	50	达标
				SA25-3	7.68	88.2	ND	50	达标
				SA25-4	9.86	89.3	ND	50	达标
			侧壁	SA25-C1	7.97	91.2	ND	50	达标
				SA25-C2	8.26	91.7	ND	50	达标
				SA25-C3	8.50	88.6	ND	50	达标
				SA25-C4	9.50	90.4	ND	50	达标
				SA25-C5	8.10	85.8	ND	50	达标
		B01	坑底	SB01-1	8.08	83.7	ND	50	达标
				SB01-2	8.48	83.1	ND	50	达标
				SB01-3	9.03	86.9	ND	50	达标
				SB01-4	8.72	91.2	ND	50	达标
			侧壁	SB01-C1	8.00	95.4	ND	50	达标
				SB01-C2	8.21	94.7	ND	50	达标
				SB01-C3	8.56	94.8	ND	50	达标
				SB01-C4	8.68	95.0	ND	50	达标
				SB01-C5	7.94	95.6	ND	50	达标
				SB01-C6	7.92	93.7	ND	50	达标

采样日期	污染区域编号	检测点位		检测结果						
		点位位置	点位编号	pH	干物质	1,2,3-三氯丙烷（μg/kg）				
						检测结果	标准值	评价结果		
			SB01-C7	8.01	89.8	ND	50	达标		
			SB01-C8	8.66	94.1	ND	50	达标		
			SB01-C9	9.07	94.3	ND	50	达标		
			SB01-C10	8.25	95.3	ND	50	达标		
			SB01-C11	8.52	91.4	ND	50	达标		
			SB01-C12	8.24	93.6	ND	50	达标		
			SB01-C13	8.82	91.6	ND	50	达标		
			SB01-C14	9.02	91.4	ND	50	达标		
			SB01-C15	8.04	87.1	ND	50	达标		
			SB01-C16	8.16	90.6	ND	50	达标		
			SB01-C17	8.36	86.6	ND	50	达标		
			SB01-C18	8.35	87.6	ND	50	达标		
			SB01-C19	8.66	86.8	ND	50	达标		
			SB01-C20	8.15	83.3	ND	50	达标		
			D08	坑底	SD08-1	7.96	94.6	ND	50	达标
					SD08-2	7.79	94.1	ND	50	达标
					SD08-3	7.87	89.1	ND	50	达标
					SD08-4	8.31	92.8	ND	50	达标
				侧壁	SD08-C1	8.30	83.8	ND	50	达标
					SD08-C2	8.13	89.5	ND	50	达标
	SD08-C3	8.36			88.1	ND	50	达标		
	SD08-C4	7.94			92.6	ND	50	达标		
			SD08-C5	7.11	88.1	ND	50	达标		
			SD08-C6	7.75	91.9	ND	50	达标		
			SD08-C7	7.96	91.4	ND	50	达标		
			SD08-C8	7.94	91.3	ND	50	达标		

采样日期	污染区域编号	检测点位		检测结果				
		点位位置	点位编号	pH	干物质	1,2,3-三氯丙烷（μg/kg）		
						检测结果	标准值	评价结果
			SD08-C9	7.84	91.2	ND	50	达标
			SD08-C10	7.96	87.1	ND	50	达标
			SD08-C11	7.47	90.8	ND	50	达标
			SD08-C12	7.98	92.2	ND	50	达标
			SD08-C13	7.66	94.8	ND	50	达标
			SD08-C14	7.89	90.5	ND	50	达标
			SD08-C15	7.76	92.8	ND	50	达标
			H01	坑底	SH01-1	7.41	88.2	ND
	SH01-2	7.43			90.5	ND	50	达标
	SH01-3	7.78			90.8	ND	50	达标
	SH01-4	7.66			84.1	ND	50	达标
	侧壁	SH01-C1		8.39	83.2	ND	50	达标
		SH01-C2		8.70	91.5	ND	50	达标
		SH01-C3		7.83	94.5	ND	50	达标
		SH01-C4		8.06	92.9	ND	50	达标
		SH01-C5		7.92	88.9	ND	50	达标
	H04	坑底		SH04-1	8.00	92.6	ND	50
			SH04-2	8.41	93.4	ND	50	达标
			SH04-3	7.50	94.5	ND	50	达标
			SH04-4	7.70	92.7	ND	50	达标
		侧壁	SH04-C1	7.91	88.6	ND	50	达标
			SH04-C2	8.05	84.9	ND	50	达标
			SH04-C3	8.39	87.1	ND	50	达标
			SH04-C4	8.16	92.7	ND	50	达标
			SH04-C5	8.08	90.0	ND	50	达标

表 9.1-2 基坑检测结果一览表（目标污染物：苯并(a)芘）

采样日期	污染区域编号	检测点位		检测结果				
		点位位置	点位编号	pH	干物质	苯并(a)芘 (μg/kg)		
						检测结果	标准值	评价结果
2020.10.27	A13	坑底	SA13-1	8.45	79.5	ND	550	达标
			SA13-2	8.32	83.8	ND	550	达标
			SA13-3	8.72	83.8	ND	550	达标
			SA13-4	8.75	84.4	ND	550	达标
		侧壁	SA13-C1	8.31	86.1	ND	550	达标
			SA13-C2	8.17	85.5	ND	550	达标
			SA13-C3	7.88	83.1	ND	550	达标
			SA13-C4	7.83	86.0	ND	550	达标
			SA13-C5	7.98	86.5	ND	550	达标
2020.10.27	A27	坑底	SA27-1	8.67	86.2	ND	550	达标
			SA27-2	8.14	87.0	ND	550	达标
			SA27-3	8.62	84.6	ND	550	达标
			SA27-4	8.25	85.9	ND	550	达标
		侧壁	SA27-C1	8.17	86.2	ND	550	达标
			SA27-C2	5.46	85.3	ND	550	达标
			SA27-C3	8.50	82.6	ND	550	达标
			SA27-C4	8.69	89.5	ND	550	达标
			SA27-C5	8.73	86.0	ND	550	达标

表 9.1-3 基坑检测结果一览表（目标污染物：苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽）

采样日期	污染区域编号	检测点位		检测结果							
		点位位置	点位编号	pH	干物质	苯并(a)芘 (μg/kg)			二苯并(a,h)蒽 (μg/kg)		
						检测结果	标准值	评价结果	检测结果	标准值	评价结果
2020.10.27	A14	坑底	SA14-1	8.12	82.4	ND	550	达标	ND	550	达标
			SA14-2	7.98	85.1	ND	550	达标	ND	550	达标
			SA14-3	8.52	87.4	ND	550	达标	ND	550	达标
			SA14-4	8.80	85.1	ND	550	达标	ND	550	达标
		侧壁	SA14-C1	8.48	86.6	ND	550	达标	ND	550	达标
			SA14-C2	7.17	83.1	ND	550	达标	ND	550	达标
			SA14-C3	6.77	84.3	ND	550	达标	ND	550	达标

			SA14-C4	8.35	85.0	ND	550	达标	ND	550	达标
			SA14-C5	8.17	86.7	ND	550	达标	ND	550	达标

9.1.2 污染土壤修复效果检测结果分析

修复土壤堆体检测点位检测结果详见表 9.1-4~9.1-6。

表 9.1-4 修复土壤堆体检测结果一览表（1#堆体，目标污染物：1,2,3-三氯丙烷）

采样日期	2020.10.27														执行标准 (mg/kg)	评价 结果
污染物名称	点位编号															
	SX01	SX02	SX03	SX04	SX05	SX06	SX07	SX08	SX09	SX10	SX11	SX12	SX13	SX14		
pH	8.21	8.62	8.42	8.04	7.88	8.17	7.80	7.53	7.57	7.98	7.72	7.24	8.01	7.91	/	/
干物质	85.7	84.0	84.2	87.6	82.0	85.0	81.9	85.5	86.8	85.7	80.6	81.4	85.5	87.3	/	/
四氯化碳	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.9	达标
氯仿	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	达标
氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	12	达标
1,1 二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3	达标
1,2 二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.52	达标
1,1 二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	12	达标
顺 1,2 二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	66	达标
反 1,2 二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	10	达标
二氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	94	达标
1,2 二氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	达标
1,1,1,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.6	达标
1,1,2,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.6	达标

采样日期	2020.10.27														执行标准 (mg/kg)	评价 结果
污染物名称	点位编号															
	SX01	SX02	SX03	SX04	SX05	SX06	SX07	SX08	SX09	SX10	SX11	SX12	SX13	SX14		
四氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	11	达标
1,1,1 三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	701	达标
1,1,2 三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.6	达标
三氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.7	达标
1,2,3-三氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	达标
氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.12	达标

表 9.1-5 修复土壤堆体检测结果一览表（2#堆体，目标污染物：1,2,3-三氯丙烷）

采样日期	2020.10.27														执行标准 (mg/kg)	评价 结果
污染物名称	点位编号															
	SX15	SX16	SX17	SX18	SX19	SX20	SX21	SX22	SX23	SX24	SX25	SX262	SX27	SX28		
pH	8.94	8.61	8.12	8.32	8.25	8.13	8.57	8.41	8.31	9.04	8.89	8.37	8.50	8.35	/	/
干物质	84.6	85.1	86.0	86.5	87.0	83.4	83.6	86.5	83.9	88.2	83.9	80.2	88.7	88.4	/	/
四氯化碳	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.9	达标
氯仿	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	达标

采样日期	2020.10.27														执行标准 (mg/kg)	评价 结果
污染物名称	点位编号															
	SX15	SX16	SX17	SX18	SX19	SX20	SX21	SX22	SX23	SX24	SX25	SX262	SX27	SX28		
氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	12	达标
1,1 二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3	达标
1,2 二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.52	达标
1,1 二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	12	达标
顺 1,2 二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	66	达标
反 1,2 二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	10	达标
二氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	94	达标
1,2 二氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	达标
1,1,1,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.6	达标
1,1,2,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.6	达标
四氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	11	达标
1,1,1 三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	701	达标
1,1,2 三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.6	达标
三氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.7	达标

采样日期	2020.10.27														执行标准 (mg/kg)	评价 结果
污染物名称	点位编号															
	SX15	SX16	SX17	SX18	SX19	SX20	SX21	SX22	SX23	SX24	SX25	SX262	SX27	SX28		
1,2,3-三氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	达标
氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.12	达标

表 9.1-6 修复土壤堆体检测结果一览表（3#堆体，目标污染物：苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽）

采样日期	2020.10.27								执行标准 (mg/kg)	评价结果
污染物名称	点位编号及检测结果（mg/kg）									
	SX-29	SX-30	SX-31	SX-32	SX-33	SX-34	SX-35	SX-36		
pH	8.78	7.06	8.25	7.69	8.56	7.88	8.94	8.89	/	/
干物质	82.9	82.5	82.8	84.0	84.4	82.5	83.3	85.7	/	/
四氯化碳	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.9	达标
氯仿	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	达标
氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	12	达标
1,1 二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3	达标
1,2 二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.52	达标
1,1 二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	12	达标

采样日期	2020.10.27								执行标准 (mg/kg)	评价结果
污染物名称	点位编号及检测结果 (mg/kg)									
	SX-29	SX-30	SX-31	SX-32	SX-33	SX-34	SX-35	SX-36		
顺 1,2 二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	66	达标
反 1,2 二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	10	达标
二氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	94	达标
1,2 二氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	达标
1,1,1,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.6	达标
1,1,2,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.6	达标
四氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	11	达标
1,1,1 三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	701	达标
1,1,2 三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.6	达标
三氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.7	达标
1,2,3-三氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	达标
氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.12	达标
苯	ND	ND	ND	0.0349	0.0305	ND	ND	ND	1	达标
氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	68	达标

采样日期	2020.10.27								执行标准 (mg/kg)	评价结果
污染物名称	点位编号及检测结果（mg/kg）									
	SX-29	SX-30	SX-31	SX-32	SX-33	SX-34	SX-35	SX-36		
1,2-二氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	560	达标
1,4-二氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.6	达标
乙苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.2	达标
苯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1290	达标
甲苯	ND	ND	ND	0.163	0.142	ND	ND	ND	1200	达标
间二甲苯+对二甲苯	ND	ND	ND	0.138	0.136	ND	ND	ND	163	达标
邻二甲苯	ND	ND	ND	0.0396	0.0437	ND	ND	ND	222	达标
硝基苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	34	达标
苯胺	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	92	达标
2-氯酚	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	250	达标
苯并(a)蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.5	达标
苯并(a)芘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.55	达标
苯并(b)荧蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.5	达标
苯并(k)荧蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	55	达标

采样日期	2020.10.27								执行标准 (mg/kg)	评价结果
污染物名称	点位编号及检测结果（mg/kg）									
	SX-29	SX-30	SX-31	SX-32	SX-33	SX-34	SX-35	SX-36		
蒎	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	490	达标
二苯并(a,h)蒎	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.55	达标
苯并(123-cd)芘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.5	达标
萘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	25	达标
邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	42	达标
邻苯二甲酸丁基苄酯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	312	达标
邻苯二甲酸二正辛酯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	390	达标

9.1.3潜在二次污染区域检测结果分析

修复过程中可能产生二次污染区域的各检测点位检测结果见表 9.1-7。

表 9.1-7 二次污染区域检测结果一览表

检测区域	点位编号	pH	干物质	1,2,3-三氯丙烷			苯并(a)芘			二苯并(a,h)蒽		
				检测结果	标准值	评价结果	检测结果	标准值	评价结果	检测结果	标准值	评价结果
处理车间	S1	7.80	86.5	ND	50	达标	ND	550	达标	ND	550	达标
	S2	6.56	84.7	ND	50	达标	ND	550	达标	ND	550	达标
	S3	7.23	86.3	ND	50	达标	ND	550	达标	ND	550	达标
3#土壤养护区（3#堆体所在位置）	S4	7.95	87.2	/	/	/	ND	550	达标	ND	550	达标
	S5	7.36	87.6	/	/	/	ND	550	达标	ND	550	达标
	S6	7.21	87.0	/	/	/	ND	550	达标	ND	550	达标
	S7	7.65	86.5	/	/	/	ND	550	达标	ND	550	达标
	S8	7.28	85.1	/	/	/	ND	550	达标	ND	550	达标
	S9	7.40	86.5	/	/	/	ND	550	达标	ND	550	达标
2#土壤养护区（2#堆体所在位置）	S10	7.65	87.6	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S11	7.20	86.2	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S12	6.75	85.7	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S13	8.12	85.9	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S14	8.30	82.0	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S15	8.21	84.3	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/

检测区域	点位 编号	pH	干物质	1,2,3-三氯丙烷			苯并(a)芘			二苯并(a,h)蒽		
				检测结果	标准值	评价结果	检测结果	标准值	评价结果	检测结果	标准值	评价结果
1#土壤养 护区（2# 堆体所在 位置）	S16	7.05	92.3	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S17	7.46	92.9	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S18	8.34	85.0	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S19	7.74	89.2	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S20	6.30	89.1	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S21	7.66	88.3	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
清洁土壤 暂存区	S22	7.89	88.1	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S23	8.31	84.3	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S24	6.98	84.1	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S25	8.91	84.4	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S26	8.15	85.0	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
	S27	6.82	85.1	ND	50	达标	/	/	/	/	/	/
运输车辆 临时道路	S28	6.61	88.6	ND	50	达标	ND	550	达标	ND	550	达标
	S29	8.09	82.7	ND	50	达标	ND	550	达标	ND	550	达标
	S30	7.75	88.4	ND	50	达标	ND	550	达标	ND	550	达标

检测区域	点位 编号	pH	干物质	1,2,3-三氯丙烷			苯并(a)芘			二苯并(a,h)蒽		
				检测结果	标准值	评价结果	检测结果	标准值	评价结果	检测结果	标准值	评价结果
	S31	8.21	83.6	ND	50	达标	ND	550	达标	ND	550	达标
	S32	8.10	90.0	ND	50	达标	ND	550	达标	ND	550	达标
	S33	7.95	87.4	ND	50	达标	ND	550	达标	ND	550	达标
备注：/表示未检测。												

9.2 效果评估

9.2.1 基坑清挖效果评估

根据天津实朴检测技术服务有限公司 2020 年 11 月 6 日出具的检测报告(报告编号: SEP/TJ/E2010439), 检测结果分析表明: A05、A08、A25、B01、D08、H01、H04 基坑坑底和侧壁土壤中 1,2,3-三氯丙烷的检测结果均为未检出(检出限 1.2 μ g/kg); A13、A27 基坑坑底和侧壁土壤中苯并(a)芘检测结果均为未检出(检出限 0.1mg/kg); A14 基坑坑底和侧壁土壤中苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽检测结果均为未检出(检出限均为 0.1mg/kg)。

检测结果表明清挖后基坑中目标污染物浓度均能满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第一类用地筛选值要求。

9.2.2 污染土壤修复效果评估

根据天津实朴检测技术服务有限公司 2020 年 11 月 6 日出具的检测报告(报告编号: SEP/TJ/E2010439), 检测结果分析表明:

(1) 原地异位氧化修复土壤堆体 1#堆体中修复目标污染物 1,2,3-三氯丙烷的检测结果均为未检出(检出限 1.2 μ g/kg); 其余化学氧化修复过程中可能产生的中间产物的检测结果均为未检出。

(2) 原地异位氧化修复土壤堆体 2#堆体中修复目标污染物 1,2,3-三氯丙烷的检测结果均为未检出(检出限 1.2 μ g/kg); 其余化学氧化修复过程中可能产生的中间产物的检测结果均为未检出。

(3) 原地异位氧化修复土壤堆体 3#堆体中修复目标污染物苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽的检测结果均为未检出(苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽检出限均为 0.1mg/kg); 其余化学氧化修复过程中可能产生的中间产物: 苯的检测结果为 ND~0.0349mg/kg, 甲苯的检测结果为 ND~0.163mg/kg, 间二甲苯+对二甲苯的检测结果为 ND~0.138mg/kg, 邻二甲苯的检测结果为 ND~0.0437mg/kg, 其余指标均为未检出。

苯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯的检出点位为: SX32 和 SX33 点位, 根据与污染调查阶段该区域土壤检测结果对比, 检出点位土壤中苯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯浓度值高于修复前土壤中的浓度。

由于 3#堆体堆置反应时长均超过 20 天, 且同一堆体内其余位置检测单位土壤样品未出现同类污染物检出情况, 因此, 分析原因可能为: 土壤修复堆体该部

分区域土壤药剂投加量不足，修复过程中目标污染物氧化反应产生的二次污染物，未被氧化药剂完全氧化，导致土壤中该部分污染物浓度升高。根据分析预计该部分污染物不会持续增高，且考虑氧化药剂投加不足，因此不会进一步发生氧化反应进而分解为其他污染物。

修复土壤堆体中苯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯虽部分检出，但均远低于 GB36600-2018 第一类用地筛选值要求（苯 1 mg/kg、甲苯 1200mg/kg、间二甲苯+对二甲苯 163mg/kg、邻二甲苯 222mg/kg），预计不会对周边土壤及地下水产生不良影响。

检测结果表明修复土壤中修复目标污染物浓度均能满足修复目标要求，可能产生的二次污染物浓度均能满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB36600-2018）第一类用地筛选值要求。

9.2.3潜在二次污染区域评估

根据天津实朴检测技术服务有限公司 2020 年 11 月 13 日出具的检测报告(报告编号：SEP/TJ/E2011183)，检测结果分析表明：各潜在二次污染区域土壤中目标污染物浓度均为未检出。

检测结果表明二次污染区域土壤中目标污染物浓度均能满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB36600-2018）第一类用地筛选值要求。

10 结论与建议

山东晋煤明升达化工有限公司退役场地位于鲁中地区-宁阳县八仙桥项目聚集区，地块面积约 169680m²。土壤污染责任人山东晋煤明升达化工有限公司自 2019 年 10 月起委托相关单位依次进行土壤污染状况调查与风险评估、土壤修复方案、修复实施方案、监理方案、环境影响评价等技术工作和备案文件。

根据《山东晋煤明升达退城进园土壤污染风险评估报告》和《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》，该工程需要对该地块土壤中污染物进行修复，需要修复的土壤总体积为 12967.74m³。

2020 年 8 月 28 日至 2020 年 9 月 5 日（共计 78 天），山东华泽环保工程有限公司开展了该地块的土壤修复工作，宁阳鲁信建设监理有限公司和山东汇力环保科技有限公司对该修复工程实施了全过程的工程监理和环境监理。

10.1 效果评估结论

10.1.1 文件审核结论

本地块修复工程业主单位、施工单位、工程监理单位和环境监理单位提供了调查评估报告、修复方案、总结报告、监理报告、现场记录单、检测报告及相关材料。经资料审查，本项目文件审查和审批程序合法、技术资料完备；场地调查与评估报告、修复方案通过专家审核，合理可行；修复范围与方案一致；修复工程的实施情况和各项污染防治措施均得到较好的落实；监理方案落实情况较好、施工过程中未对周围环境产生水体污染和噪声污染，施工过程未对大气环境产生明显的不良影响；修复施工过程中未发生重大污染事故、施工安全事故和周围居民的投诉事件；施工单位与监理单位相关资质较为齐全。

10.1.2 工程监理结论

宁阳鲁信建设监理有限公司开展了本项目的工程监理工作，提供了工程监理资料；按要求完成了监理工作。工程监理得出结论认为山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复工程开挖与回填符合施工质量验收规范要求，同意以合格分项工程验收。

10.1.3 环境监理结论

山东汇力环保科技有限公司开展了本项目的环境监理工作，提供了工程监理资料。环境监理单位在对项目现状及建设内容核查的基础上，重点开展了施工期

的环境监理，核实了各建设内容的相符性、污染防治措施、风险防范、防腐防渗的落实情况等。得出监理结论：在本次修复施工过程中采取了有效的二次污染防治措施，相关污染防治设施建设符合要求，运行正常，有关污染防治措施全面，效果良好。经第三方现场监测，其修复过程污染物的排放达到了相关要求，没有对环境造成不利影响。

10.1.4修复效果评估结论

该修复工程清挖范围和方量符合《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地土壤修复方案》要求，修复目标污染物、修复范围、修复工程量、修复工艺和技术路线与修复方案内容一致。

本次修复效果评估共布设采样点位 159 个（其中坑底点位 40 个，侧壁点位 50 个，修复土壤堆体点位 36 个，二次污染区域 33 个），采集土壤样品 216 个（其中质控样品 22 个，占比 11.3%）。根据检测结果：基坑清理效果达到清理要求；修复土壤中修复目标污染物浓度均能满足修复目标要求；未造成潜在二次污染区域土壤污染。修复效果已满足修复方案相关要求。修复过程未对场地及周边环境造成不良影响；修复效果已满足修复目标要求。

综上，该场地的修复工程已具备验收条件，建议通过工程验收。山东晋煤明升达化工有限公司退役场地可以进行下一阶段的再开发利用。

10.2 后期环境监管建议

（1）开展地下水后期监测

本次修复采用化学氧化修复技术，考虑修复土壤回填后化学氧化药剂后续的持续反应和有效时间尚不明确，以及残留的未反应的化学氧化药剂对土壤持续影响，修复后的土壤回填至基坑内，在降雨淋溶作用下可能对地下水环境造成影响。

建议针制定统一的地下水监测方案，检测方案应包含以下内容：

① 检测点位

在修复地块内上游、地块内下游和地块西南侧村庄上游位置各设置 1 眼监测井，暂定设置 3 个监测井。监测井位置详见图 10.2-1，监测井具体要求见表 10.2-1。

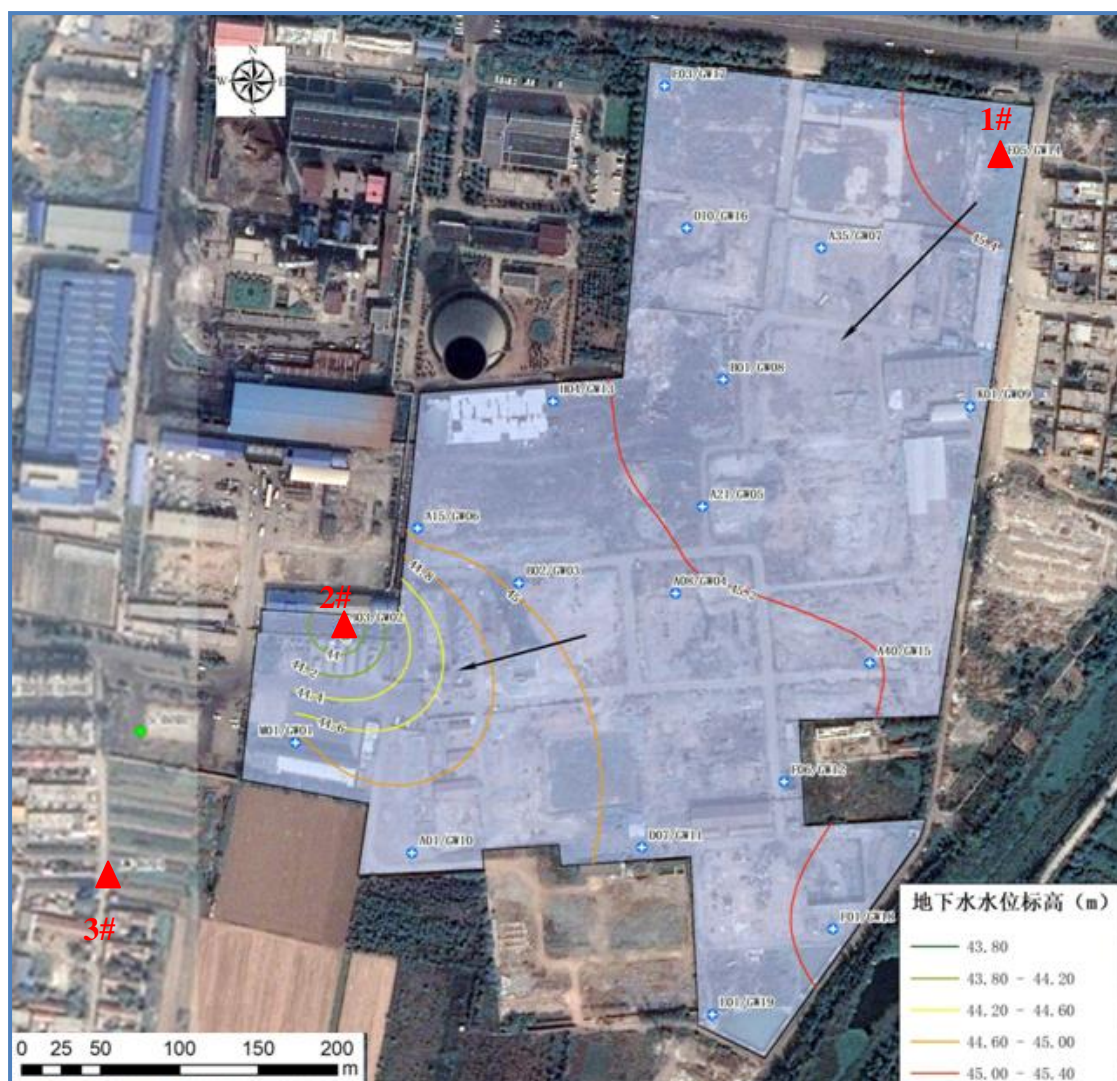


图 10.2-1 监测井点位示意图

表 10.2-1 监测井建井要求一览表

监测井编号	位置	井深	建井要求	备注
1#	地块内上游 (E116°47'27.49", N35°45'05.38")	超过已知最大地下水埋深以下 2m, 不得穿过潜水层以下隔水层底板	经管采用硬质 PVC 井管, 井管内径不小于 80mm。井管底部密闭, 沉淀管长度 1m, 滤水管长度等于目的含水层总厚度, 上层安装实管, 实管应超出地面 0.5-1m。滤料选用石英砂, 选用膨润土作为止水材料。设置井台, 井口设置保护盖, 空口安装帽, 设置标识。	对照井, 土壤污染调查阶段 GW14 监测所在位置处
2#	地块内下游 (E116°47'10.93", N35°44'55.73")	超过已知最大地下水埋深以下 2m, 不得穿过潜水层以下隔水层底板	经管采用硬质 PVC 井管, 井管内径不小于 80mm。井管底部密闭, 沉淀管长度 1m, 滤水管长度等于目的含水层总厚度, 上层安装实管, 实管	控制井, 在土壤污染调查阶段 GW02 监测井所在位置

			应超出地面 0.5-1m。滤料选用石英砂，选用膨润土作为止水材料。设置井台，井口设置保护盖，空口安装帽，设置标识。 满足上述要求后，该监测井还需要安装抽水装置，确保出现异常情况时，能够抽取超标地下水，起到截留地下水的作用。	处。 设置为水质监测、污染物截留两用井。
3#	地块外西南侧村庄上游	超过已知最大地下水埋深以下 2m，不得穿过潜水层以下隔水层底板	经管采用硬质 PVC 井管，井管内径不小于 80mm。井管底部密闭，沉淀管长度 1m，滤水管长度等于目的含水层总厚度，上层安装实管，实管应超出地面 0.5-1m。滤料选用石英砂，选用膨润土作为止水材料。设置井台，井口设置保护盖，孔口安装帽，设置标识。	土壤污染调查阶段 GW-DZ01 监测井所在位置处
注：监测井的钻孔、建井和洗井参照《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）、《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）、《地下水环境监测技术规范》（HJT 164-2004）及《岩土工程勘察规范》（B50021）、《供水水文地质勘察规范》（GB 50027-2001）、《供水水文地质钻探与凿井操作规程》（CJJ 13-87）中的有关规定执行。				

② 监测因子及监测频次

地下水监测因子应考虑修复的目标污染物、目标污染物在化学氧化过程中产生的中间产物和二次污染物以及使用的化学氧化药剂的分解产物（硫酸盐、 Ca^{2+} ， Na^+ ）等。

地下水监测频次建议初期为每月 1 次，如地块内上、下游地下水中特征污染物未出现明显变化，一年后可调整为每季度一次。建议每年度开展一次地下水阶段性评估工作。暂定地下水监测周期为 2 年，如地下水指标符合相关要求并持续 1 年以上，可结束相关监测工作。

表 10.2-2 长期监测计划表

环境要素	监测点位	监测因子	监测频次
地下水	在修复地块内上游、地块内下游和地块西南侧村庄上游等位置各设置 1 眼监测井，暂定 3 个监测井	pH 目标污染物：1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽 可能产生的二次污染物：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1 二氯乙烷、1,2 二氯乙烷、1,1 二氯乙烯、顺 1,2 二氯乙烯、反 1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2 二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1	第一年 每月监测一次， 第二年 每季度监测一次，如地下水指标符合

		三氯乙烷、1,1,2 三氯乙烷、三氯乙烯、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、对/间二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并(a)蒽、苯并(b)蒽、苯并(k)蒽、蒽、苯并(123-cd)芘、萘、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、邻苯二甲酸丁基苄酯、邻苯二甲酸二正辛酯 化学氧化药剂的分解产物：硫酸盐、 Ca^{2+} ， Na^{+}	相关要求并持续 1 年以上，可结束相关监测工作
--	--	---	-------------------------

(2) 制定地下水污染防控应急预案

针对本地块受污染的地下水以及修复后回填土壤等制定地下水污染应急预案。应急预案应包含预警的启动、等级划分、应急措施和应急物资等。

如在后期检测过程中发现地下水特征污染物指标异常，监测点污染物浓度持续升高或污染羽范围有显著扩大的趋势，及时采取应急措施，阻断污染源头，降低地下水环境风险。

采取的地下水污染应急措施包括但不限于：①对地块内地下水进行抽取截留，防止对下游地下水产生影响；②在地块内修复区域位置上下游加密地下水检测点位，查找污染源位置；③制定地下水污染管控和修复方案，对地块内地下水进行风险管控或污染修复。

鉴于地块调查和修复工程存在一定的不确定性，建议在地块再开发过程中，再开发利用相关单位密切注意开挖等施工过程，一旦发现土壤或地下水的异常情况，立即停止相关作业，采取有效措施确保环境安全，并及时报告生态环境主管部门。

(3) 地块开发建设应考虑地下水污染风险

本地块地下水中存在锰、氨氮、耗氧量、硝酸盐等指标超标的情况，考虑到本地块地下水不作为饮用水源，地下水中锰无暴露途径，未来地块开发建设时，基坑开挖或降水等，可能导致暴露途径发生变化，地下水可能出露地表，建议地块后期开发建设需考虑地下水污染风险，对出露地表的地下水进行处理后达标排放。

(4) 加强地块后期监管

本地块存在修复后土壤回填于场地的基坑内以及地下水超标情况，超标的地下水可能对周边环境造成不良影响，建议加强地块地下水的环境监测工作，关注

地块内地下水水位及水质的动态变化特征，分析其对周边地下水环境的影响。必要时采取有效措施。

业主单位及相关部门在地块开发利用前须做好监管工作，严禁外来污染物倾倒、堆放等，防止无关人员擅自进入现场，避免二次污染，确保场地安全利用。在后续开发利用过程中，应严格落实各项污染防治与风险防范措施，确保不对周边环境造成不利影响。

完善场地档案信息，将整个修复过程的所有资料进行整理归档，为今后的开发活动提供环境历史资料支持。后续单位在土地移交过程中，注意对有关资料和后期监管要求的移交。