

原南通万达锅炉（任港路北侧）

地块修复工程

修复效果评估报告

（评审稿）

南京大学环境规划设计研究院股份公司

2020年7月

项目名称：原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程修复效果评估项目

建设单位：：南通产业控股集团有限公司

环评单位：南通国信环境科技有限公司

施工单位：上海环境卫生工程设计院有限公司

工程监理单位：南通方圆工程监理咨询有限公司

环境监理单位：江苏省环保产业技术研究院股份公司

效果评估单位：南京大学环境规划设计研究院股份公司

效果评估单位委托第三方检测单位：江苏康达检测技术股份公司

土地使用权人（盖章）：

法人代表签字（章）：

效果评估单位（盖章）：南京大学环境规划设计研究院股份公司

法人代表签字（章）：

项目负责人： 林锋

编制人员： 翟慕源

审核人员： 李俊

目 录

1 项目背景	1
2 工作依据与原则	5
2.1 法律法规	5
2.2 标准规范	5
2.3 项目文件	6
3 场地概况	8
3.1 场地基本信息	8
3.1.1 场地地理位置	8
3.1.2 自然环境情况	8
3.1.3 地质与水文地质	9
3.1.4 场地周边土地利用情况	11
3.1.5 敏感目标	12
3.1.6 场地土地利用规划	14
3.2 地块调查评价结论	14
3.2.1 第一阶段场地环境调查结论	14
3.2.2 第二阶段场地环境调查结论	15
3.2.3 第三阶段场地环境调查结论	16
3.3 场地修复方案	17
3.3.1 修复技术方案	17
3.3.2 修复施工方案	30
3.4 场地修复实施落实情况	34
3.4.1 施工准备	34
3.4.2 修复区域施工过程概况	35
3.5 环境保护措施落实情况	47
3.5.1 大气污染防治措施	47
3.5.3 水污染防治措施	51
3.5.4 噪声污染防治措施	52

3.5.5 一般固废污染防治措施	53
3.5.6 危废污染防控措施	55
3.5.7 小结	56
4 地块概念模型更新.....	58
4.1 修复效果评估工作内容	58
4.2 修复效果评估程序	59
4.3 资料回顾	60
4.3.1 资料回顾清单	60
4.3.2 资料回顾要点	62
4.4 现场踏勘	81
4.5 人员访谈	86
4.6 地块概念模型	86
4.6.1 修复区域模块更新	86
4.6.2 总平面布置模块更新	91
4.6.3 地块概念模型小结	93
5 效果评估布点方案.....	95
5.1 评估范围	95
5.2 采样节点	95
5.3 布点数量与位置	95
5.4 检测指标	112
5.5 评估标准值	112
6 现场采样与实验室检测.....	114
6.1 样品采集	114
6.1.1 现场采样	114
6.1.2 样品保存与流转	129
6.1.3 现场质量控制	129
6.2 实验室检测	132
6.2.1 检测方法	132

6.2.2 实验室质量控制	133
7 效果评估	134
7.1 检测结果分析	134
7.1.1 清挖基坑检测结果分析	134
7.1.2 土壤异位检测结果分析	137
7.1.3 土壤原位检测结果分析	140
7.1.4 二次污染区域检测结果分析	140
7.2 效果评估	142
8 结论和建议	144
8.1 效果评估结论	144
8.2 建议	145

附件 1 南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地环境调查及风险评估报告及修复技术方案备案意见

附件 2 《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地环境调查及风险评估报告》及《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地污染修复技术方案》专家评审意见

附件 3 《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地污染修复技术方案（修编备案稿）》专家评审意见

附件 4 《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地污染修复技术方案（修编备案稿）》备案意见

附件 5 《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程施工组织设计（备案稿）》专家评审意见

附件 6 《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程施工组织设计（备案稿）》备案意见

附件 7 《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程环境监理方案（备案稿）》专家评审意见；

附件 8 《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程修复效果评估方案（备案稿）》专家评审意见；

附件 9 《关于<南通产业控股集团有限公司原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复项目环境影响报告表>的批复》

附件 10 原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程开工令

附件 11 原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程工程定位验收记录

附件 12 原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程报验申请表

附件 13 原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程基坑清挖记录表

附件 14 原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程热脱附修复记录表（土方量、温度、药剂）

附件 15 原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程异位淋洗修复记录表（土方量、药剂用量、废水站台账）

附件 16 原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程原位淋洗记录（建井、抽提、药剂）

附件 17 原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程危废联单、台账、合同、经营单位资质

附件 18 原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程工程联系单

附件 19 原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程效果评估人员访谈表

附件 20 原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程效果评估实验室资质

附件 21 原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程效果评估采样记录

附件 22 原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程效果评估检测报告

附件 23 原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程效果评估报告市级评审专家意见

摘要

原南通万达锅炉厂（任港路北侧）地块位于南通市任港路 51 号，面积 92.93 亩。2016 年 12 月，南通产业控股集团有限公司委托中国环境科学研究院开展地块的场地环境调查与风险评估工作，发现厂区内土壤存在不同程度的污染。2017 年 4 月中国环境科学研究院编制完成了《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地污染修复技术方案》，2019 年 11 月中设设计集团股份有限公司编制完成了

《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地污染修复技术方案》（修编备案稿），最终确定采用 EDTA 异位淋洗的方式修复砷污染土壤；采用异位热脱附的方式修复多环芳烃污染土壤；对于复合污染区域土壤，采用 EDTA 异位淋洗的方式进行修复，若淋洗后的土壤多环芳烃不达标，则采用异位热脱附的方式进行再修复，最终将修复达标后的土壤进行回填；对于 II-2 电线杆区域，则采用 EDTA 原位淋洗方式修复砷污染土壤。

2020 年 1 月-6 月期间，上海环境卫生工程设计院有限公司针对修复工程的各项内容逐项开展施工工作，目前已完成地块修复工程的全部修复工作，场地已平整，临时设施均已拆除，我单位按照备案的《效果评估方案》完成了文件审核、现场踏勘、效果评估监测等效果评估验收工作。

通过对修复工程过程文件的收集与审核，本项目修复施工过程资料基本齐备。本地块理论污染土方量为 21565.7 m^3 ，实际开挖土方量为 22647.9 m^3 （实方），其中扩挖土方量为 237 m^3 ，最终修复后报验土方量为 23251.7 m^3 。现场踏勘表明，相应区域无明显感官异常，场地现场已进行平整，临时设施均已拆除，现场无明显感官异常。检测结果表明，对于土壤异位修复清挖基坑、土壤异位修复后堆体、土壤原位修复区域、土壤修复二次污染区域、地下水环境质量评价、地块区域抽测检测样品均达到修复目标要求；

综上所述，基于效果评估阶段的资料审核和检测结果，原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程达到既定的修复目标要求。

1 项目背景

原南通万达锅炉厂(任港路北侧)地块位于南通市任港路 51 号,面积 92.93 亩。原南通万达锅炉地块归属于南通万达锅炉有限公司(原南通锅炉厂),于 1958 年在南通天生港电厂锅炉车间的基础上创立,后于 1997 年进行改制,改名为南通万达锅炉股份有限公司,并于 2010 年与中国中材集团有限公司进行资产重组,由中材集团控股,成立南通万达锅炉有限公司。2016 年 2 月,南通产业控股集团有限公司对南通万达锅炉厂老厂区建筑物拆除工程进行了公开招标,并于 2016 年 6 月完成现场建筑物拆除。原南通万达锅炉地块场地建厂历史较早,早期各车间在生产及运营过程中的原料和产生的污染物存在“跑、冒、滴、漏”现象,厂区内土壤存在不同程度的污染。

由于后期项目用地开发为区级综合配套用地,2016 年 12 月,南通产业控股集团有限公司委托中国环境科学研究院开展南通市原南通万达锅炉(任港路北侧)地块的场地环境调查与风险评估工作,编制完成了《南通市原南通万达锅炉(任港路北侧)地块场地环境调查及风险评估报告》(以下简称《场地调查与风险评估报告》),并于 2017 年 6 月获得备案。根据调查评估结果,该场地存在风险需要进行修复。土壤中超过修复目标值的污染物主要包括砷、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、苯并(a)芘。2017 年 4 月南通产业控股集团有限公司委托中国环境科学研究院编制完成了《南通市原南通万达锅炉(任港路北侧)地块场地污染修复技术方案》(以下简称《技术方案》)并于 2017 年 6 月获得备案。修复技术方案通过评审和修复工程正式招标期间,国家相继出台了《中华人民共和国土壤污染防治法》、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600)等文件,2019 年 11 月南通产业控股集团有限公司委托中设设计集团股份有限公司编制完成了《南通市原南通万达锅炉(任港路北侧)地块场地污染修复技术方案》(修编备案稿),最终确定采用 EDTA 异位淋洗的方式修复砷污染土壤;采用异位热脱附的方式修复多环芳烃污染土壤;对于复合污染区域土壤,采用 EDTA 异位淋洗的方式进行修复,若淋洗后的土壤多环芳烃不达标,则采用异位热脱附的方式进行再修复,最终将修复达标后的土壤进行回填;对于 II-2 电线杆区域,则采用 EDTA 原位淋洗方式修复砷污染土壤。修编后的修复技术方案于 2019 年 11 月 12 日获得南通市崇川生态环境局的备案。

2019年10月，南通产业控股集团完成本场地土壤修复工程招标工作，确定由上海环境卫生工程设计院有限公司开展本场地的修复工作，

2019年11月，上海环境卫生工程设计院有限公司编制的《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程施工组织设计》（以下简称《施工组织设计》）通过专家评审，随后，南通产业控股集团有限公司委托了南通国信环境科技有限公司编制《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程环境影响报告表》，并于2019年12月30日取得崇川区行政审批局的《关于<南通产业控股集团有限公司原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复项目环境影响报告表>的批复》（崇行审批[2019]364号）。与此同时，南通产业控股集团有限公司委托江苏省环保产业技术研究院股份公司开展环境监理工作，委托南通方圆工程监理咨询有限公司负责该修复工程的工程监理工作，委托我单位南京大学环境规划设计研究院股份公司负责该修复工程的效果评估工作。

2019年12月《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块环境监理方案》、《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块效果评估方案》通过专家评审，并与2020年1月提交业主备案。

2020年1月10日施工单位取得开工令，正式开工。2020年1月-6月期间，施工单位针对修复工程的各项内容逐项开展施工工作。

工程监理单位南通方圆工程监理咨询有限公司受南通产业控股集团有限公司委托，依据国家相关法律、法规和工程监理合同及其它工程相关合同，对本修复工程实施了监督管理，帮助控制修复工程的投资、工期及工程质量，并监督修复工程的修复范围、修复量和修复施工方法与备案修复施工方案的一致性。

环境监理单位江苏省环保产业技术研究院股份公司受南通产业控股集团有限公司委托，依据有关环境保护法律法规、场地环境监理方案备案文件、场地修复方案备案文件、环境监理合同等，对场地修复过程实施了环境监理和质量控制工作，协助和指导修复单位落实场地修复过程中的各项环保措施；通过监测手段，监督修复工程各项污染物是否达标排放、施工期间场地是否满足相应环境质量标准要求。

自承担效果评估工作以来，我单位结合通过专家评审及业主备案的《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程施工组织设计（备案稿）》和《原南通万达锅炉

（任港路北侧）地块修复工程环境监理方案（备案稿）》以及国家最新导则、技术规范要求，积极编制《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程效果评估方案》（简称《效果评估方案》），并于 2019 年 12 月通过专家评审后于提交业主备案，我单位根据备案的《效果评估方案》开展地块修复效果评估工作。

目前，上海环境卫生工程设计院有限公司已完成原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程的全部修复工作，场地已平整，临时设施均已拆除，我单位按照备案的《效果评估方案》完成了文件审核、现场踏勘、效果评估监测等效果评估验收工作，形成本次《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程效果评估报告》。

2 工作依据与原则

2.1 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）；
- (3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月修订）；
- (4) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月修订）；
- (5) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月修订）；
- (6) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订）；
- (7) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月修订）；
- (8) 《“十三五”生态环境保护规划》（国发[2016]6 号）；
- (9) 《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31 号）；
- (10) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环发[2016] 42 号）；
- (11) 《江苏省土壤污染防治工作方案》（苏政发[2016] 169 号）；
- (12) 《南通市土壤污染防治工作方案》（通政发[2016] 20 号）。

2.2 标准规范

- (1) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）；
- (2) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (3) 《地下水水质标准》（DZT0290-2015）；
- (4) 《危险废物鉴别标准通则》（GB5085.7-2019）；
- (5) 《危险废物鉴别标准腐蚀性鉴别》（GB5085.1-2007）；
- (6) 《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）；
- (7) 《固体废物浸出毒性浸出方法-硫酸硝酸法》（HJ/T299-2007）；
- (8) 《固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法》（HJ557-2009）；
- (9) 《固体废物腐蚀性测定-玻璃电极法》（GB15555.12-1999）；
- (10) 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- (11) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；
- (12) 《水和污水监测分析方法》（第四版）；

- (13)《空气和废气监测分析方法》(第四版);
- (14)《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T87-2012);
- (15)《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019);
- (16)《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ 25.2-2019);
- (17)《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ 25.3-2019);
- (18)《建设用地土壤修复技术导则》(HJ 25.4-2019);
- (19)《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》(HJ 682-2019);
- (20)《土壤环境监测技术规范》(HJT166-2004);
- (21)《地下水环境监测技术规范》(HJ/T164-2004);
- (22)《地下水污染地质调查评价规范》(DD 2008-01);
- (23)《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002);
- (24)《水质样品的保存和管理技术规定》(HJ 493-2009);
- (25)《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ/T 194-2005);
- (26)《危险废物鉴别技术规范》(HJ/T298-2019);
- (27)《水文地质钻探规程》(DZ-T 0148-2014);
- (28)《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2009);
- (29)《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);
- (30)《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》(环发 2014[78]);
- (31)《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(环境保护部公告 2017 年第 72 号);

2.3 项目文件

(1)《南通市原南通万达锅炉(任港路北侧)地块场地环境调查及风险评估报告》及备案意见,中国环境科学研究院,2017年5月;

(2)《南通市原南通万达锅炉(任港路北侧)地块场地污染修复技术方案》及备案意见,中国环境科学研究院,2017年5月。

(3)《南通市原南通万达锅炉(任港路北侧)地块场地污染修复技术方案(修编备案稿)》及备案意见,中设设计集团股份有限公司,2019年11月。

（4）《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程施工招标文件》（2019年10月）

（5）《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程施工组织设计（备案稿）》及备案意见（2019年11月）

（6）《南通产业控股集团有限公司原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复项目环境影响报告表》（2019年12月）；

（7）《关于<南通产业控股集团有限公司原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复项目环境影响报告表>的批复》（崇行审批[2019]364号）。

（8）《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程环境监理方案（备案稿）》（2019年12月）；

（9）《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程修复效果评估方案（备案稿）》（2019年12月）；

（10）《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程施工总结报告（评审稿）》（2020年6月）；

（11）《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程环境监理报告》（2020年6月）；

（12）施工单位提供的相关施工过程资料。

3 场地概况

3.1 场地基本信息

3.1.1 场地地理位置

原南通万达锅炉厂地块位于南通市任港路 51 号，面积 92.93 亩，原南通万达锅炉厂地块北侧紧邻任港河，西侧为农民开垦的菜地，南侧为任港路，东侧为外环西路。原南通万达锅炉厂地块的地理位置见图 3.1-1。



图 3.1-1 原南通万达锅炉地块位置图

3.1.2 自然环境情况

南通地处长江下游冲积平原，海洋性气候明显，地处中纬度地带，滨江临海。崇川区属北亚热带湿润性气候区，季风影响明显，气候温和，四季分明，无霜期长。接近 30 年资料统计，年平均气温 15.8℃左右，全年气温稳定在 10℃以上的有 220~230 天，无霜期年平均 226 天，1 月份平均气温 1.5℃~2.5℃。7 月份平均气温 27.5℃左右。夏季 35℃以上高温酷热天气一般在 3~4 天左右。年平均日照时数 2100~2200 小时，年平均降水量 1000~1400 毫米且雨热同季，夏季雨量约占全年雨

量的 40%~50%。年平均雨日 120 天左右，6~7 月常有一段梅雨。南通盛行偏东风，其中春夏季以东南风居多，秋季以东北风居多，冬季则以西北风为主，常年风速均值为 5 m/s。南通各季度大气稳定度均以中性状态 D 类为主，其次是较稳定状态 E 类。大气层结符合平原地区气候特征。

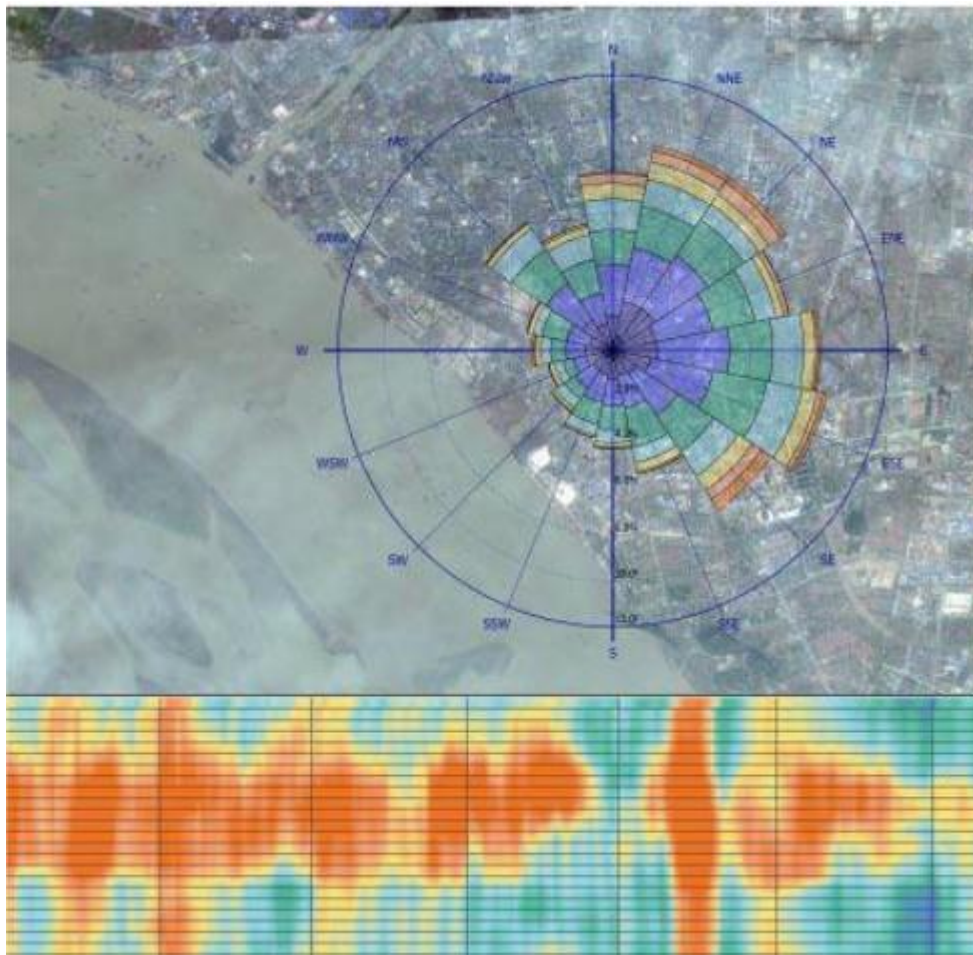


图 3.1-2 南通市风玫瑰图

3.1.3 地质与水文地质

(1) 水文地质条件

南通市位于扬子板块下扬子地块东段，第四纪沉积物源丰富。南通市地层较稳定，层理清晰，各土层水平向分布较均匀，主要为粉、砂性土层，夹有薄层粉质粘土，沉积有韵律，各土层顶板较水平。南通土地肥沃，主要有四大土类，分别为潮土、盐土、水稻土和棕色石灰土。其中潮土 625.22 万亩，占耕地总面积的 86.86%，成土年龄约 5000 年，近的只有一二百年，分布在长江北岸古沙洲平原上。盐土 26.7 万亩，占耕地总面积的 3.71%，主要分布在海安、如东、通州、海门、启东等县（市）堤岸内侧的带状区域，盐土土体及浅层地下水含有较多的可溶性盐分，影响作物正

常生长。水稻土 67.2 万亩，占耕地总面积的 9.43%，分布在里下河洼地、古河汉水网平原区。棕色石灰土 378.13 亩，分布在市区南郊五山地带。

地下水主要赋存于第四纪松散砂层之中，具有分布广、层次多、水量丰富、水质复杂等特征。根据含水层的年代、沉积环境、埋藏分布及水力联系，可将区内孔隙含水层自上而下，依次划分为潜水层和 I、II、III、IV 承压含水层（组）。潜水层埋藏于地表下 50m 以上，由粘土、亚砂土、粉细砂组成，处在与大气降水、地表水交替的地质环境中。水质受全新世海侵影响较大，水质为咸水，后随海水退出，受大气降水、长江水渗入稀释和上游淡水补给而淡化，属微咸水。第 I 承压含水层以灰色中粗砂、中细砂夹粉砂为主，与潜水层有水力关系，为半盐水。第 II 承压含水层以中细砂，含砾中粗砂为主，水质为重碳酸氯化钠（镁）型。第 III 承压含水层埋深 200m 左右，以中细砂、含砾中粗砂为主，为重碳酸氯化钠型淡水，矿化度小，除铁离子高外，适合饮用。该层地下水总量 6.6 亿吨，每年可采 1.27 亿吨，日单井出水量可达 5000 吨，是市区深层地下水主采层。第 IV 承压含水层埋藏在 300m 以下，具有多层状发育特征，为淡水。

（2）地震条件

南通市区位于海安、如皋凹陷的南侧，华南地台的北缘，经中生代地壳运动，由石灰岩、砂岩和石英岩组成，地层形成较早，活动性小。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)，市区抗震设防地震动峰值加速度为 0.05g，地震反应谱特征周期为 0.40sec，属于低抗震设防区。

（3）地表水

南通市河流分属长江、淮河两个流域，大致以老通扬运河、如泰运河为界，其北为淮河流域，约 2400 多平方公里，其余则为长江流域。全市最大最重要的河流为长江，它是南通市工农业、交通运输、水产养殖和生活用水的主要水源。长江流经南通段岸线长约 164 公里，水域面积约 643 平方公里，年均径流量 9793 亿立方米。长江南通市区段在潮流界以内，年径流量 9793 亿 m^3 ，潮汐特征属不规则半日潮，涨潮历时 4.25 h，落潮历时 8.25 h，涨潮时表面平均流速达 1.03 m/s，落潮时表面平均流速为 0.88 m/s、最大流速达 2.23 m/s。水量受径流下泄影响，分为枯、平、丰水期，最大流量为 7~9 万 m^3/s ，平均流量为 3.1 万 m^3/s ，枯水期年最小流量 4600

m^3/s 。受潮汐上溯影响，分为大、小汛期。

南通近岸陆域宽阔，地表水系发达，各级水道密布，形成网络。共有各级河道 580 条，总长度 870.8 公里，其中一级河 5 条（段）（九圩港、通吕运河、通扬运河、通启运河、新江海河），长 43.9 公里；二级河道 12 条（段）（天生港、任港、海港引河、裤子港、南川河、长洪河、天星横河、团结河、幸福竖河、英雄竖河、通甲河、兴石河），长 85.3 公里；三级河道 69 条，长 209.7 公里；四级河道 494 条，长 531.9 公里。

按河道生态特征可以分为自然生态型、人工生态型、生态缺乏型河道。其中：
（1）自然生态型：主要包括南通农场、幸福街道、陈桥街道大部分河道。上述区域开发程度较低，人类活动仍以农业生产为主，河道为天然土坡且水质较好，河道内及滨河湿地生存着多种水生都织物，河道生态功能较强。（2）人工生态型：该种类型河道主要有天星横河西段、海港引河、濠河、富民港、新开港等，其中濠河较为典型。河道水质较好，河岸一般采用硬质护岸防护，无滨河湿地或滩地，河道中存在着种类为数不多的水生动植物，护岸以上有一定规模的滨河绿地。（3）生态缺乏型：该类型河道主要包括姚港、开发区中心河、永兴中心河、通甲河、营船港、天星横河东段，河道内水生动物极少，水生植物仅剩少量品种单一的植物。

3.1.4 场地周边土地利用情况

原万达锅炉（任港路北侧）地块东侧为外环西路，紧邻七欣天品蟹轩、金山宾馆和金山湘菜馆；西侧围墙边为一条人工修砌的水沟，该水沟与任港河相通，水沟西侧原来也有部分建筑，拆除后当地的农民在建筑垃圾上覆土后种植了蔬菜；南侧紧邻任港路，路南即为镖兵体院馆，现该体育馆仍在使用；北侧紧邻任港河，该河为南通市二级河流，河宽 40 m，起自西被闸，讫于任港闸，河岸上有农民开垦的菜地。该调查地块的现场的周围环境见图 3.1-3。






图 3.1-3 原南通万达锅炉地块周边环境


3.1.5 敏感目标

《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）中明确指出，敏感目标是指污染场地周围可能受污染物影响的居民区、学校、医院、饮用水源保护区以

及重要公共场所等。该地块周边的敏感目标见表 3.1-1。

表 3.1-1 原南通万达锅炉地块环境敏感点一览表

序号	敏感点	位置及距离	环境特征	实景照片
1	外环西路及临街商铺	东面，围墙紧邻外环西路，七欣天品蟹轩、金山宾馆、金山湘菜馆，相距东侧围墙 5 m	位于场地东面，外环西路车流量较大，七欣天品蟹轩等商铺也在营业	
2	任港路、镖鏢体育馆及临街商铺	南面，距离场界约 15 m	位于场地南面，临街商铺仍在营业中，镖鏢体育馆目前仍对外开放	
3	人工沟渠及菜地	西面，距离约 5 m	位于场地西面，为人工堆砌的水渠，与任港河相通，水渠西侧为当地农民在建筑垃圾表面覆土后开垦的菜地	

序号	敏感点	位置及距离	环境特征	实景照片
4	任港河	北侧，距离约 5 m	位于场地北侧，为南通市二级河流，河宽 40 m，南侧河岸为农民开垦的菜地，北侧河岸为居民区	

3.1.6 场地土地利用规划

原万达锅炉（任港路北侧）地块未来规划为居住区级综合服务设施用地、停车及绿化用地，用地类型明确，为居住用地，属于一类用地。

3.2 地块调查评价结论

2016 年 12 月，南通产业控股集团有限公司委托中国环境科学研究院开展了南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块的场地环境调查与风险评估工作，编制完成了《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地环境调查及风险评估报告》（以下简称《风险评估报告》），并于 2017 年 3 月获得备案。根据调查评估内容，总体结论如下：

3.2.1 第一阶段场地环境调查结论

送检的 37 个土壤样品（未包括质控样），对其中的锑（Sb）、砷（As）、铍（Be）、镉（Cd）、铬（Cr）、铜（Cu）、铅（Pb）、镍（Ni）、硒（Se）、银（Ag）、锌（Zn）、汞（Hg）、铊（Tl）等 13 种重金属含量进行分析。样品检测结果表明，除了铊、锑和银以外，其他 10 种重金属均有不同程度的检出。

送检的 37 个土壤样品（未包括质控样），对其中的半挥发有机物（SVOCs）含量进行分析。分析结果表明，超标污染物为有苯并（a）芘、二苯并（a, h）蒽、苯并（b）荧蒽、茚并（1,2,3-cd）芘、萘、苯并（a）蒽、菲超标，其中苯并（a）芘样品超标率最高，为 13.5%，其最大检出浓度为 4.13 mg/kg，最大超标倍数为 64.53 倍；其次为二苯并（a, h）蒽和苯并（b）荧蒽，其样品超标率为 5.4%，最大超标倍数分别为 6.56 倍和 14.3 倍；苯并（a）蒽、萘、茚并（1,2,3-cd）芘、菲的样品超标率最低，为 2.7%，其各自最大超标倍数分别为 7.62 倍、6.1 倍、2.86 倍和 1.11 倍。

送检的 37 个土壤样品（未包括质控样），对其中的总石油烃（TPH）含量进行分析。样品检测结果表明。部分样品石油烃（C10-C36）有检出，C10-C36 的样品检出率，为 27%，C6-C9 类未检出。

初步调查结果表明：

（1）万达锅炉地块土壤中多环芳烃（超标污染物为苯并（a）芘、二苯并（a，h）蒽、苯并（b）荧蒽、茚并（1,2,3-cd）芘、萘、苯并（a）蒽、菲超标）、石油烃、六六六检出浓度超过筛选值，需进行补充调查。

（2）万达锅炉地块地下水中污染物不超标。

（3）万达锅炉地块内地表残留的建筑垃圾不属于危险废物，属于 II 类一般工业固体废物。

3.2.2 第二阶段场地环境调查结论

万达锅炉（任港路北侧）地块初步调查、详细调查共计布设 37 个土壤采样点（不包括土壤背景点），共采集 154 个土壤样品（未包括质控样）进行了 5 种重金属（Sb、As、Cd、Pb、Zn）、16 种多环芳烃（SVOCs）、苯系物（挥发性有机物）、TPH 检测。样品检测结果表明，该地块所有样品中，重金属、TPH、多环芳烃、苯系物均存在超标情况。

送检的 154 个土壤样品，通过与各自的筛选值进行比对得知，该地块存在砷、镉、铅、锌超标情况，其中砷的最大检出浓度为 153.81 mg/kg，最大超标倍数 7.69 倍，最大超标深度为 4.5m；镉的最大检出浓度为 23.87 mg/kg，最大超标倍数 3.31 倍，最大超标深度为 1.5m；铅的最大检出浓度为 869.71 mg/kg，最大超标倍数为 2.17 倍，最大超标深度为 1.5m；锌的最大检出浓度为 679.17 mg/kg，最大超标倍数为 1.36 倍。

送检的 151 个土壤样品，通过与各自的筛选值进行比对得知，该地块存在苯并（a）芘、二苯并（a，h）蒽、苯并（b）荧蒽、茚并（1,2,3-cd）芘、萘、苯并（a）蒽、菲超标情况，其中苯并（a）芘的样品超标率最高，为 9.9%，其最大检出浓度为 4.13 mg/kg，最大超标倍数 64.53 倍；菲的样品超标率最低，为 1.3%，其最大检出浓度为 5.53 mg/kg，最大超标倍数 1.11 倍。

3.2.3 第三阶段场地环境调查结论

(1) 万达锅炉地块第一层土壤中砷、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽共计 4 种关注污染物的致癌风险高于 10^{-6} ，其余 10 种关注污染物的致癌风险低于 10^{-6} ；砷的非致癌危害商高于 1，其余 9 种关注污染物的非致癌危害商均低于 1。

万达锅炉地块第三层土壤砷的致癌风险均高于 10^{-6} ，非致癌危害商高于 1。

万达锅炉地块第二层和第四层土壤所有关注污染物的致癌风险均低于 10^{-6} ，非致癌危害商均低于 1。

根据《污染场地风险评估技术导则》，万达锅炉地块第一层土壤中砷、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽 4 种物质需继续计算风险控制值，采取修复措施。第三层土壤中砷需继续计算风险控制值，采取修复措施。

(2) 地下水中 1,2-二氯乙烷的致癌风险为 $1.97E-07$ ，低于目标风险水平 10^{-6} ，后期不需进行修复。但本次地下水风险评估过程中，结合场地实际情况未考虑地下水饮用暴露途径，因此，从保证环境安全角度考虑，建议该地块后续开发及未来使用过程中，应做好风险管控工作，如禁止抽取地下水饮用，后续开挖过程中出现基坑降水，应收集处理，达标后排放。

本项目最终建议土壤中砷的修复目标值为 20mg/kg 、苯并(b)荧蒽的修复目标值为 0.64mg/kg 、苯并(a)芘的修复目标值为 0.4mg/kg 、二苯并(a,h)蒽的修复目标值为 0.064mg/kg 。

本项目按各污染物土壤修复标准划定场地的修复范围，分别针对各类污染物计算需要修复的面积和土方量，见表 3.2-1 中重金属、多环芳烃的污染面积及方量。因本场地内污染类型相对单一，复合污染类型较相对较少，表 3.2-1 同时给出了全场地内污染叠加后的总土方量。

本项目场地实际需要考虑修复的总污染土方量为 21565.7 m^3 ，各类污染物修复方量见表 3.2-1。

表 3.2-1 整个场地修复面积及方量

类型	深度	多环芳烃	重金属+多环芳烃	重金属
面积(m^2)	0-1.7m	6095.0	1871.4	1882.0
	3.5-5.5m	-	-	2411.7
方量(m^3)	0-1.7m	10361.5	3181.4	3199.4
	3.5-5.5m	-	-	4823.4
	合计	10361.5	3181.4	8022.8

整个场地考虑修复的土方为：10361.5+3181.4+8022.8=21565.7m ³
--

3.3 场地修复方案

3.3.1 修复技术方案

2017年3月南通产业控股集团有限公司委托中国环境科学研究院编制完成了《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地污染修复技术方案》（以下简称《技术方案》）并于2017年5月获得备案。报告建议采用固化/稳定化处理重金属污染和复合污染土壤；异位热脱附系统处理多环芳烃污染土壤。

修复技术方案通过评审和修复工程正式招标期间，国家相继出台了《中华人民共和国土壤污染防治法》、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）等文件，2019年11月南通产业控股集团有限公司委托中设设计集团股份有限公司编制完成了《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地污染修复技术方案》（修编备案稿），最终确定①对于含重金属砷污染土壤采用异位淋洗技术；②对于含多环芳烃类污染土壤，优先选择异位热脱附技术；③对于复合污染土壤，采用异位淋洗+异位热脱附的方式；④对于不方便开挖的重金属砷污染土壤区域（场地西南侧II-2区域内的1万伏高压电线杆下部约200m³土壤），采用原位淋洗的方法。

本项目最终确定的特征污染物及对应方量分别为：重金属砷污染土壤8022.8m³、多环芳烃污染土壤10361.5m³、砷+多环芳烃复合污染土壤3181.4m³，共计需要修复污染土壤21565.7m³。本项目特征污染物与对应修复方量与原修复技术方案保持一致。

3.3.1.1 修复目标

根据已备案的《南通市原万达锅炉（任港路北侧）地块场地修复技术方案》结论，本项目场地中共有重金属污染物1种（砷）、SVOCs污染物3种（苯并（b）荧蒽、二苯并（a,h）蒽、苯并（a）芘）需要修复。根据修复技术方案，修复目标值如表3.3-1所示。

表 3.3-1 本场地最终确定的土壤污染物风险控制值表

序号	污染物名称	土壤修复标准(mg/kg)
1	砷	20
2	苯并(b)荧蒽	0.64
3	二苯并(a,h)蒽	0.064
4	苯并(a)芘	0.4

3.3.1.2 修复范围

(1) 重金属修复范围

第一层重金属的修复范围如图 3.3-1 所示。第一层重金属需要修复的范围主要集中在场地北侧的成品、半成品堆场，东北侧原来的宿舍区。修复深度为地面以下 0-1.7m。

第三层重金属的修复范围如图 3.3-2 所示，修复范围在原来的管子车间的南侧区域。修复深度为地面以下 3.5-5.5m。

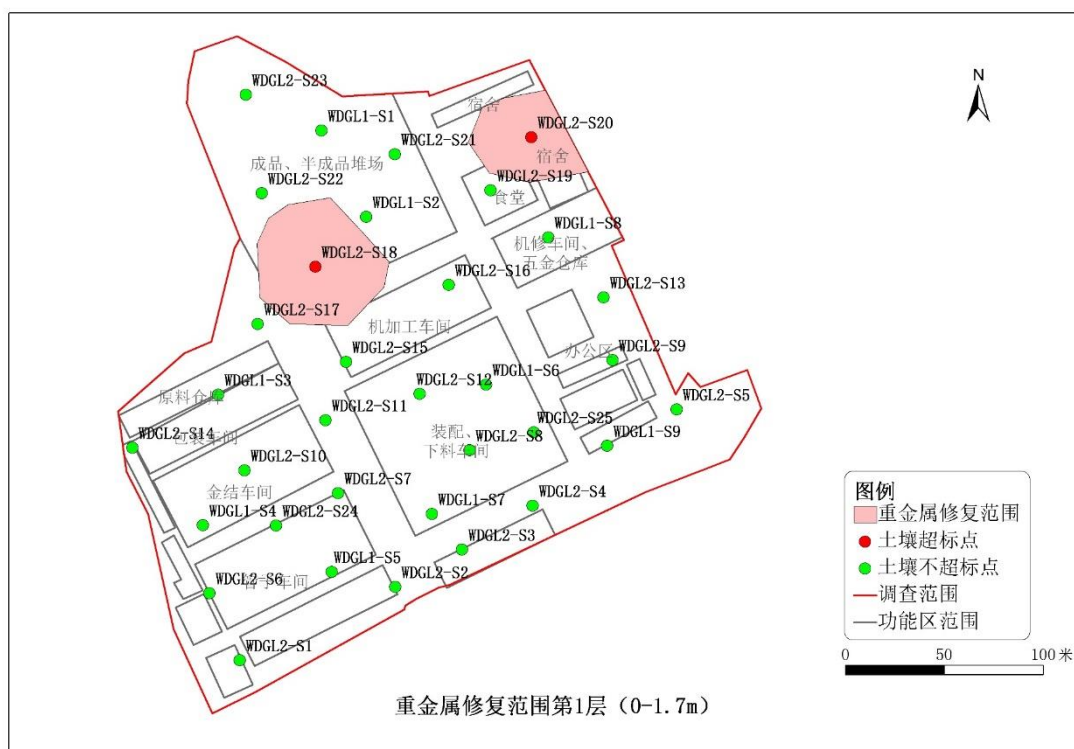


图 3.3-1 重金属第一层 (0-1.7m) 修复范围

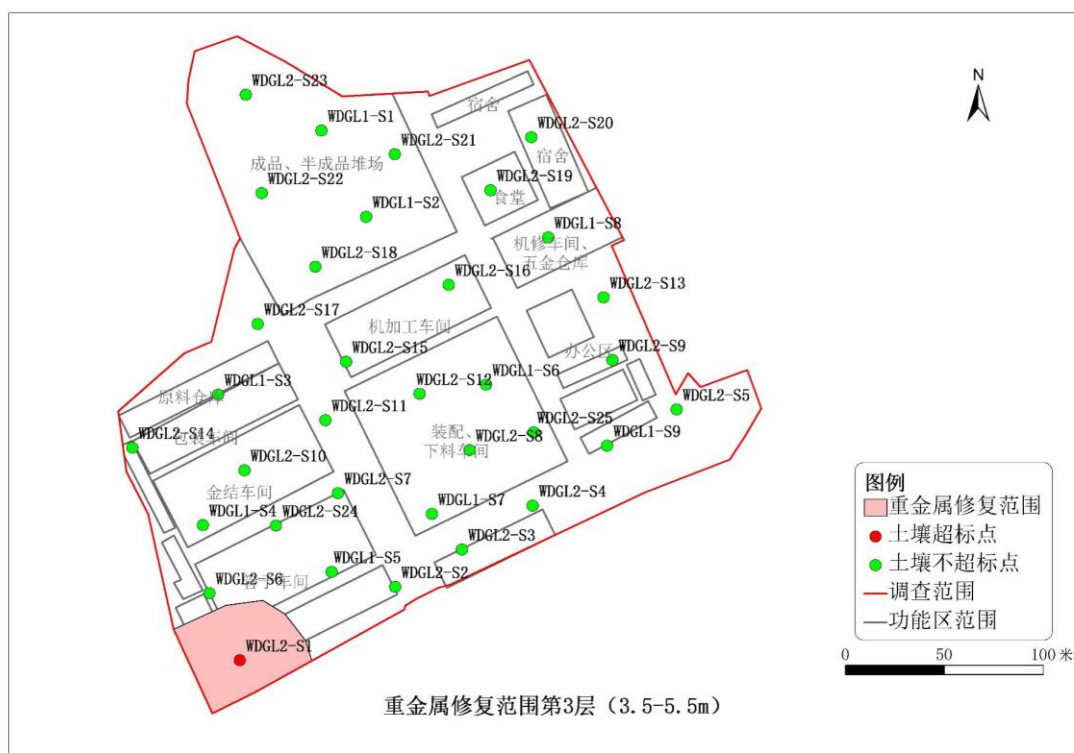


图 3.3-2 重金属第三层（3.5-5.5m）修复范围

（2）多环芳烃修复范围

第一层多环芳烃的修复范围如图 3.2-3 至图 3.2-6 所示。第一层多环芳烃修复区域主要集中在原来的金结车间，成品、半成品仓库，装配、下料车间，机修车间（后改为五金仓库）区域。修复深度为地面以下 0-1.7m。

多环芳烃类仅在第一层存在需还要修复区域。

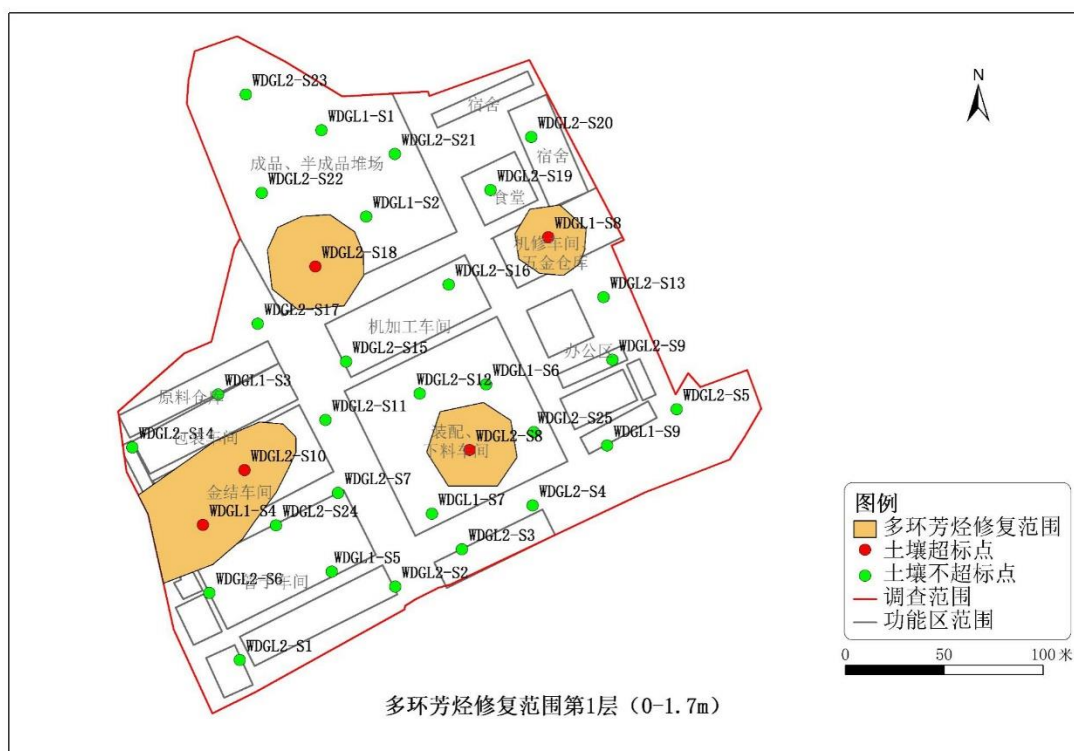


图 3.3-3 多环芳烃第一层 (0-1.7m) 修复范围

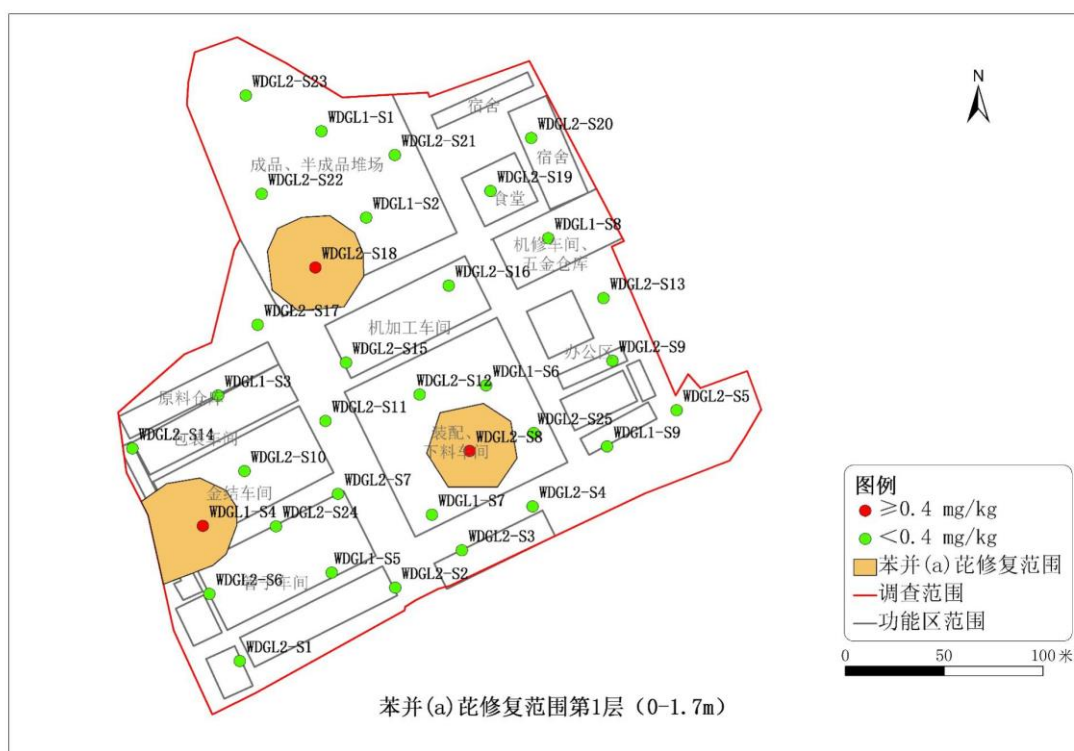


图 3.3-4 苯并(a)芘第一层 (0-1.7m) 修复范围

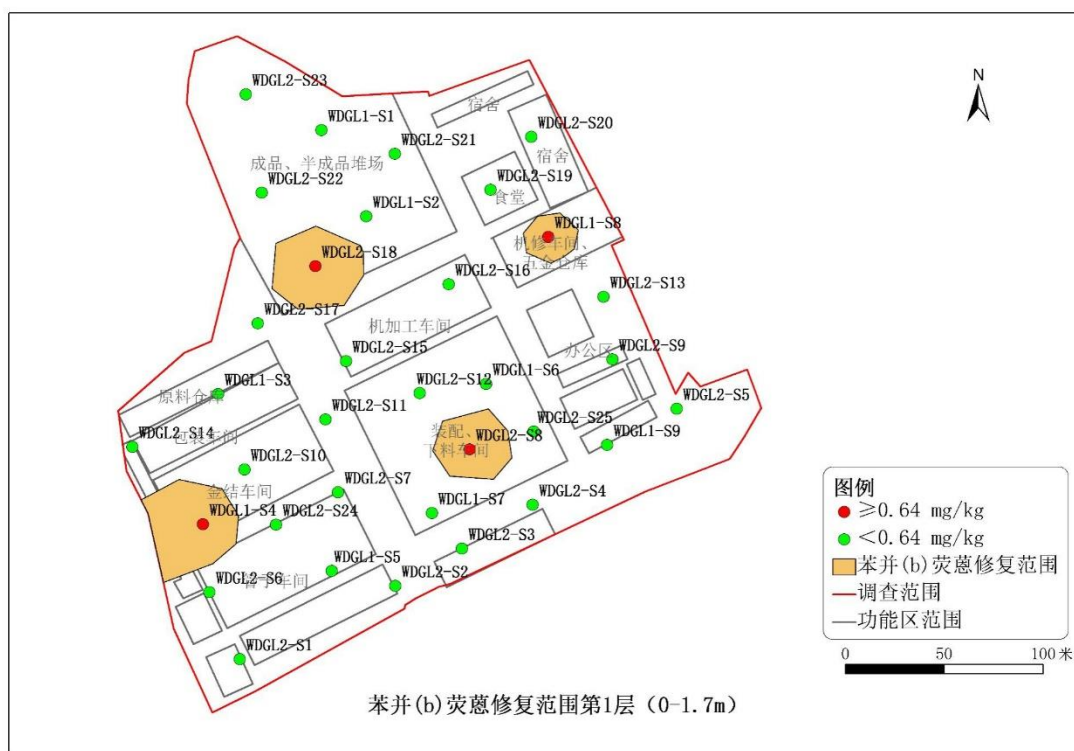


图 3.3-5 苯并（b）荧蒹第一层（0-1.7m）修复范围

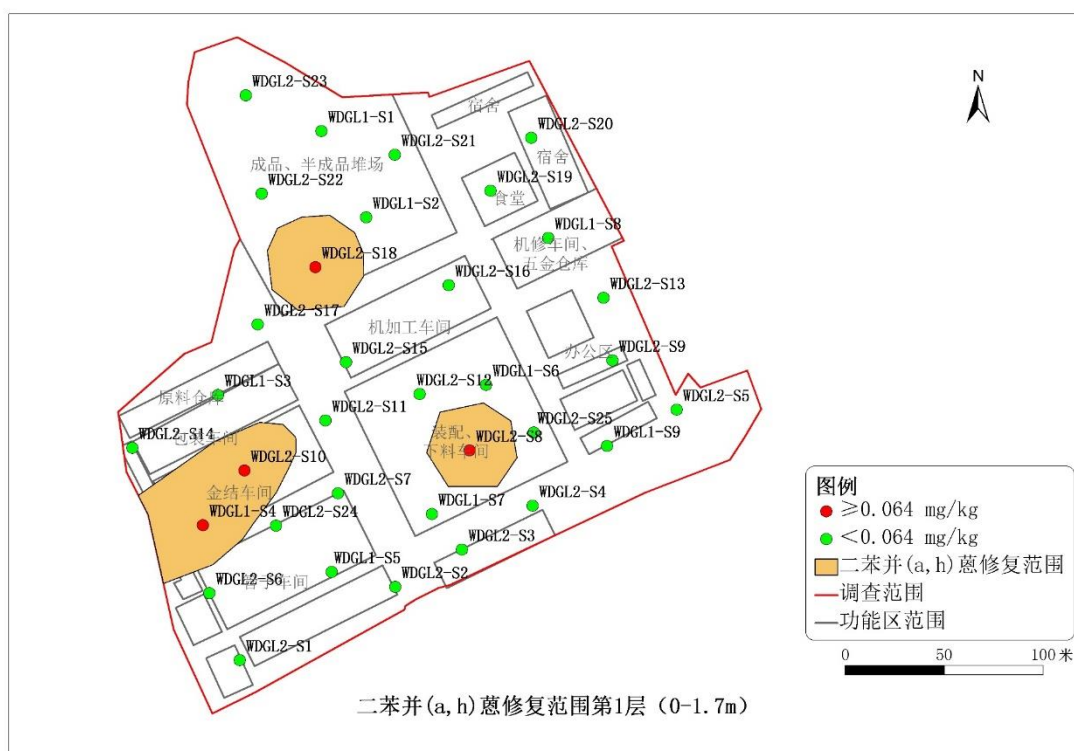


图 3.3-6 二苯并（a,h）蒹第一层（0-1.7m）修复范围

(3) 各层污染物叠加修复范围

本项目场地污染相对简单，局部区域存在重金属、多环芳烃复合污染区域，其他区域主要为多环芳烃类或重金属类单一污染区域，并且污染范围集中于第一层(0-1.7m)，整个万达锅炉地块第一层土壤中污染物叠加修复范围如图 3.3-7 所示，复合

污染主要分布原来的成品、半成品堆场，其他区域不存在复合污染区域。

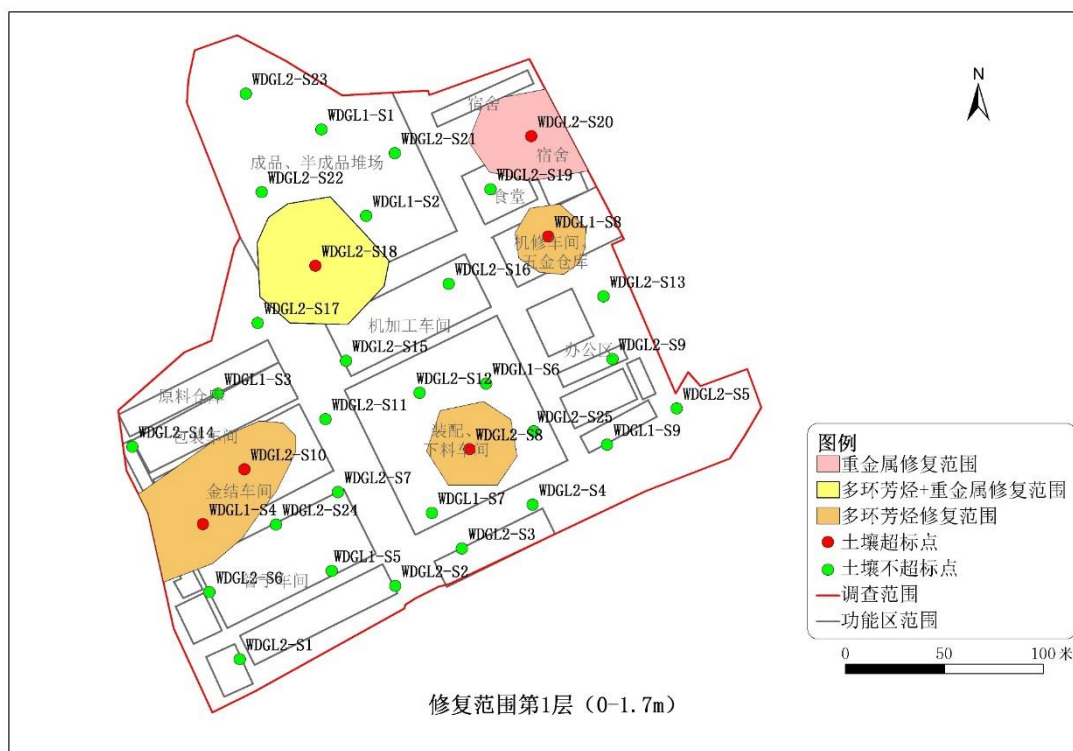


图 3.3-7 全厂区第一层（0-1.7m）复合修复范围

3.3.1.3 修复工程量

本项目按各污染物土壤修复标准划定场地的修复范围，分别针对各类污染物计算需要修复的面积和土方量，见表 3.3-2 中重金属、多环芳烃的污染面积及方量。因本场地内污染类型相对单一，复合污染类型较相对较少，表 3.3-1 同时给出了全场地内污染叠加后的总土方量。

本项目场地实际需要考虑修复的总污染土方量为 21565.7 m³，各类污染物修复方量见表 3.3-2。

表 3.3-2 整个场地修复面积及方量

序号	污染地块	清挖面积 (m ²)	清挖深度 (m)	清挖土方量 (m ³)
1	I-1	3605	0-1.7	6128.5
2	I-2	1500	0-1.7	2550
3	I-3	990	0-1.7	1683
4	II-1	1882	0-1.7	3199.4
5	II-2	2411.7	3.5-5.5	4823.4
6	III	1871.4	0-1.7	3181.4
总计		12260.1		21565.7

3.3.1.4 修复技术路线

2017 年 3 月南通产业控股集团有限公司委托中国环境科学研究院编制完成了《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地污染修复技术方案》（以下简称

《技术方案》并于2017年5月获得备案。修复技术方案通过评审和修复工程正式招标期间，国家相继出台了《中华人民共和国土壤污染防治法》、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）等文件，2019年11月南通产业控股集团有限公司委托中设设计集团股份有限公司编制完成了《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地污染修复技术方案》（修编备案稿），最终确定采用EDTA异位淋洗的方式修复砷污染土壤；采用异位热脱附的方式修复多环芳烃污染土壤；对于复合污染区域土壤，采用EDTA异位淋洗的方式进行修复，若淋洗后的土壤多环芳烃不达标，则采用异位热脱附的方式进行再修复，最终将修复达标后的土壤进行回填；对于II-2电线杆区域，则采用EDTA原位淋洗方式修复砷污染土壤。

（1）异位热脱附修复技术路线

本项目中需要进行异位热脱附修复的土壤为单一有机污染区域I-1、I-2、I-3区，方量为：10361.5 m³；以及III区中淋洗后有机污染未达标的土。具体修复工程范围与修复工程量如下图和下表所示。

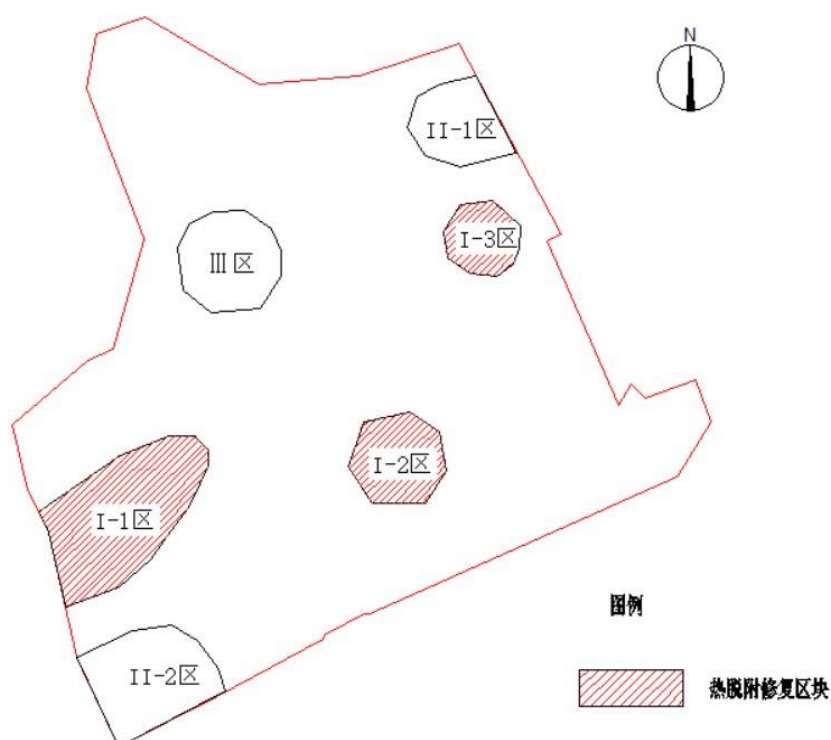


图 3.3-8 异位热脱附修复污染土壤分布图

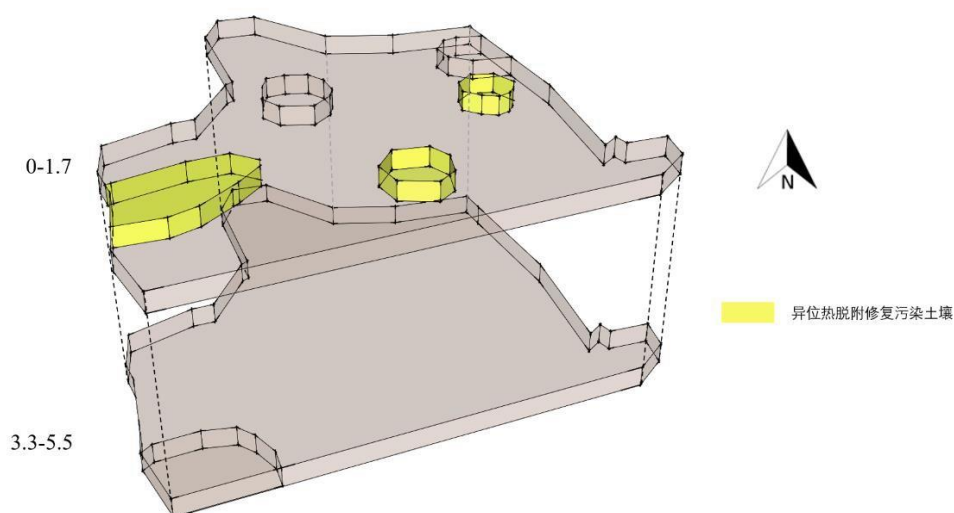


图 3.3-9 异位热脱附修复污染土壤三维分布图

采用异位热脱附工艺的工程量统计表如下：

表 3.3-3 异位热脱附修复范围及工程量统计表

区块	修复深度	面积 (m ²)	修复方量 (m ³)
I-1	0-1.7m	3605	6128.5
I-2	0-1.7m	1500	2550
I-3	0-1.7m	990	1683
合计		6095	10361.5

本项目所处置有机污染土壤含水率较高，因此在热脱附处置前段预处理阶段需添加一定比例的预处理药剂，以降低污染土壤中的含水率，进料土壤的含水率低于20%，有利于降低处置过程的能耗。热脱附工艺将经过预处理（包括破碎、筛分、水分调整等）的污染土壤输入回转窑，回转窑中的高温工况可以促使土壤中的有机污染物气化挥发，并到达去除土壤中污染物的目的。对于有机物污染土壤涉及苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽和苯并(b)荧蒹。苯并(a)芘熔点为 180℃，沸点为 495℃，二苯并(a,h)蒽熔点为 266℃，沸点为 524℃，苯并(b)荧蒹熔点为 168℃，沸点为 467.5℃。本项目采用的热脱附设备可使土壤温度达 550℃ 以上。最终设定温度通过现场中试确定。

本项目技术采用生物质燃料作为能源，由于生物质燃料不含硫磷，燃烧时不产生二氧化硫和五氧化二磷，因而不会导致酸雨产生，不污染大气，相比石油类燃料，更安全。

本项目污染土壤热脱附处置可划分为三个阶段：准备阶段、热脱附处置阶段、收尾和竣工阶段。具体工艺流程图如下：

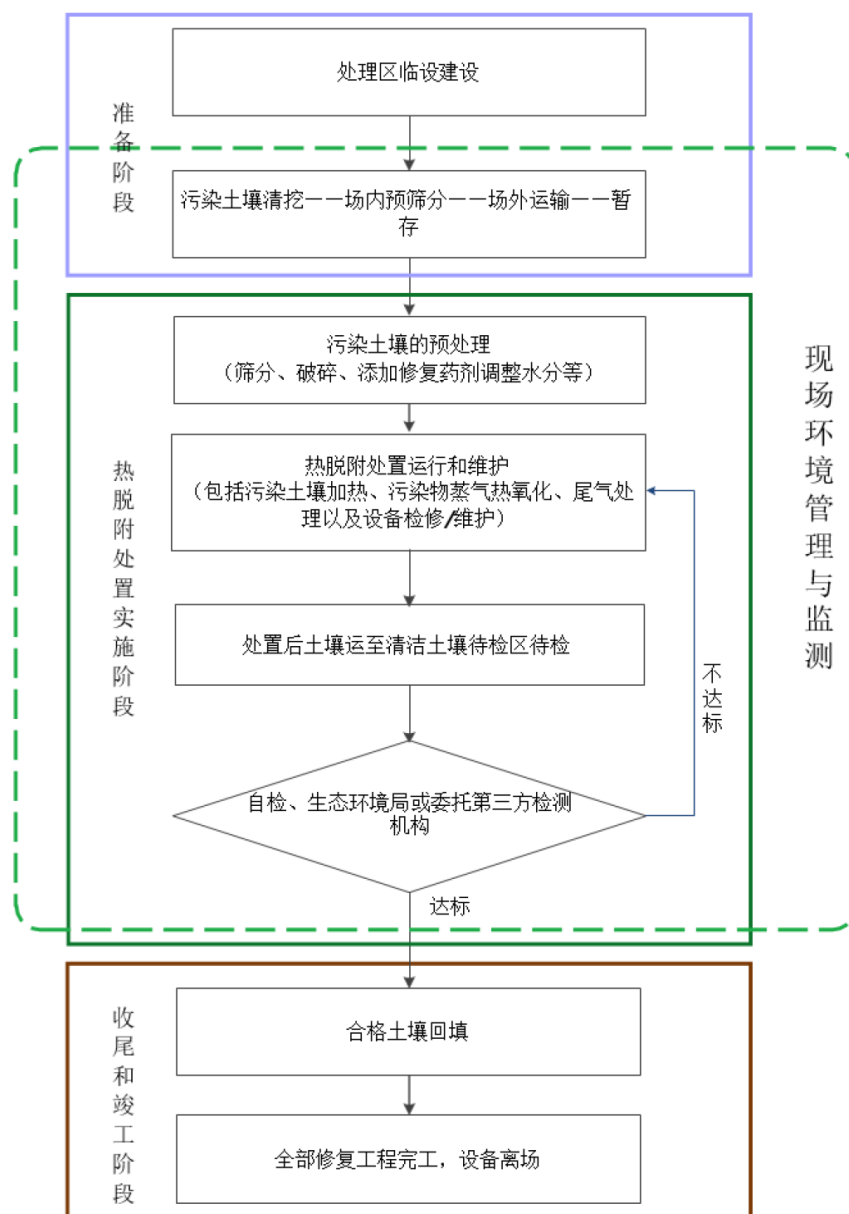


图 3.3-10 异位热脱附工艺施工流程图

（2）异位淋洗修复技术路线

本项目中需要进行异位淋洗修复的土壤为含砷的土壤（含复合污染土壤），修复总方量为：11204.2 m³。若复合污染土壤淋洗后有机物依然超标，该部分土壤运至热脱附区继续修复。

具体修复工程范围与修复工程量如下图和下表所示。

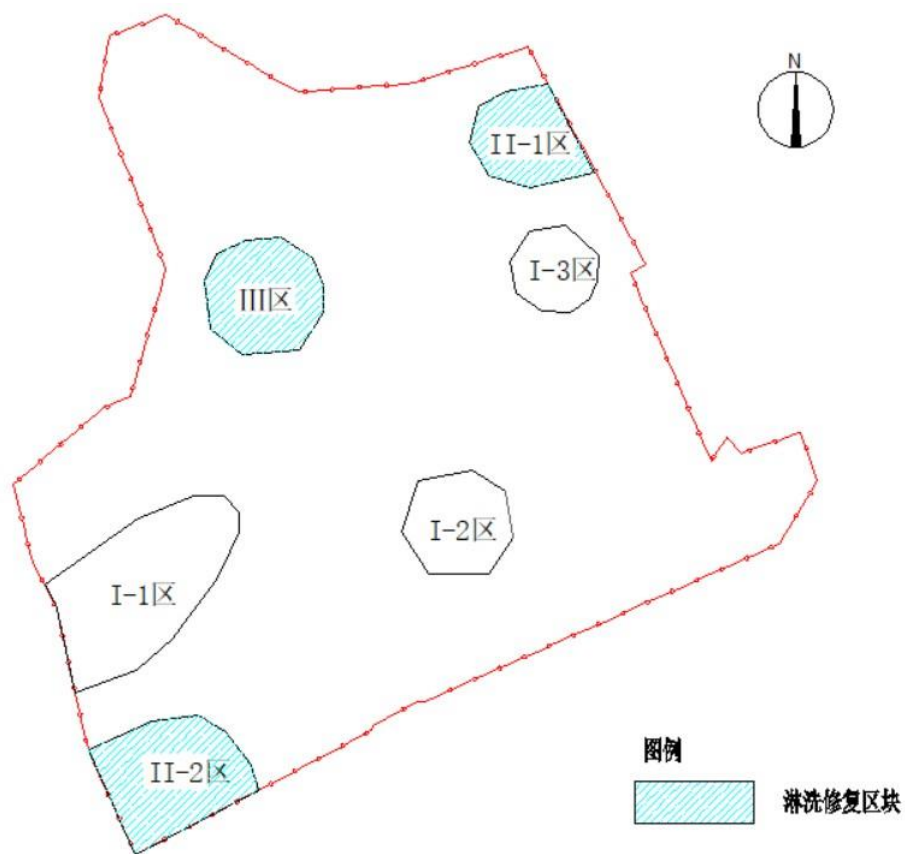


图 3.3-11 异位淋洗修复污染土壤分布图

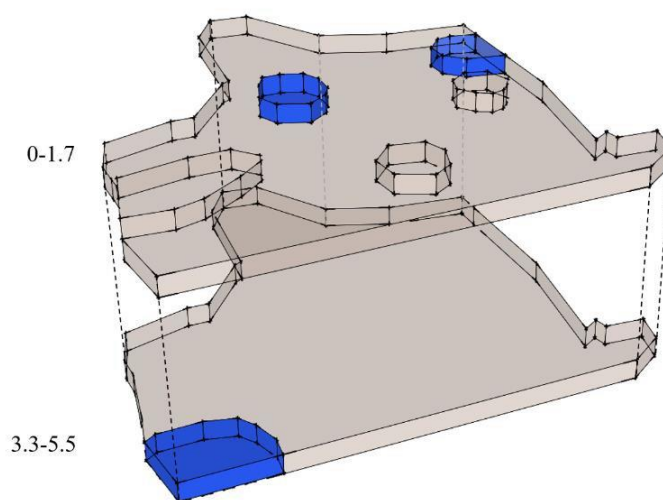


图 3.3-12 异位淋洗修复污染土壤三维分布图

采用异位淋洗工艺的工程量统计表如下：

表 3.3-4 异位淋洗修复范围及工程量统计表

区块	修复深度	面积 (m ²)	修复放量 (m ³)
II-1	0-1.7m	1882	3199.4
II-2	3.5-5.5m	2411.7	4823.4
III	0-1.7m	1871.4	3181.4
合计		6095	11204.2

本项目采用的淋洗工艺是采用物理分离，结合化学增效洗脱等手段，通过添加 EDTA 作为淋洗剂，使污染物从土壤固相转移到液相。本项目中将采用泥浆反应器、机械筛分、水力旋流筛分等工艺进行污染土壤淋洗，针对有机和重金属符合污染，采用添加淋洗药剂、多次淋洗、适当增加水土比的方式解决，同时修复污染土壤重金属和有机物，若淋洗后有机物检测不合格，该部分土壤通过热脱附修复，修复后的土壤检测达标后进行回填。

重金属污染土壤异位淋洗施工流程如下图所示。

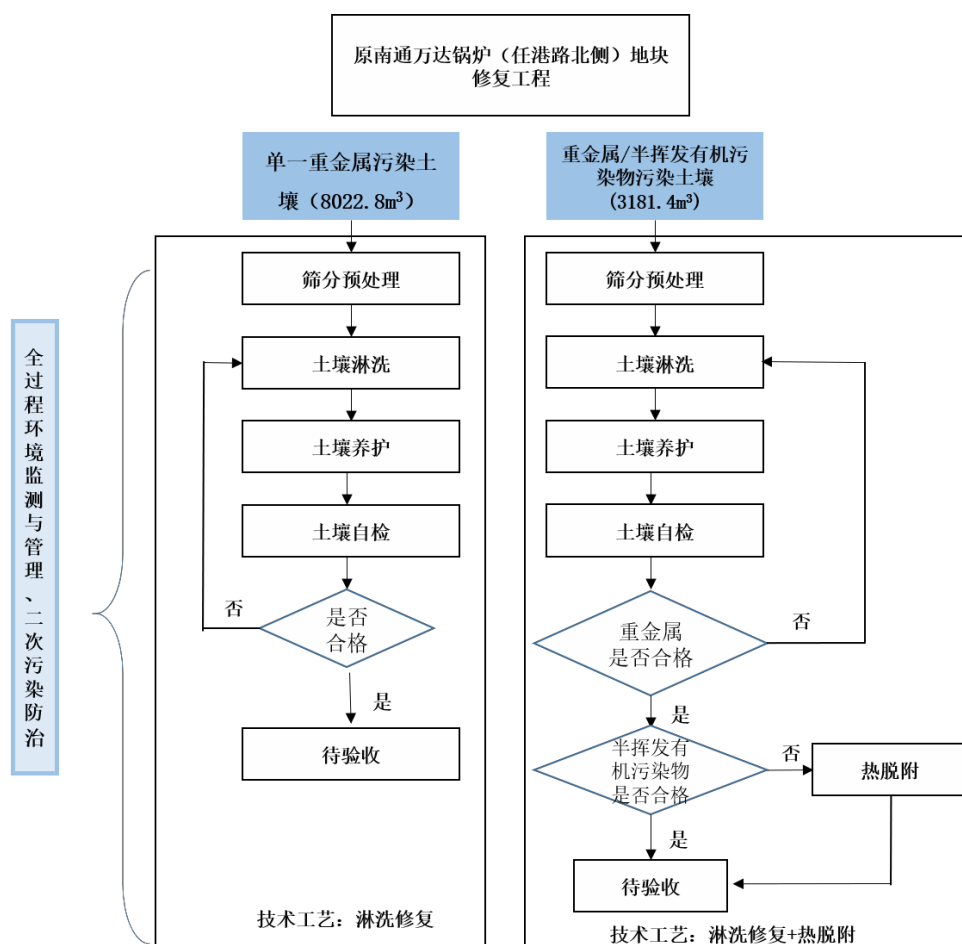
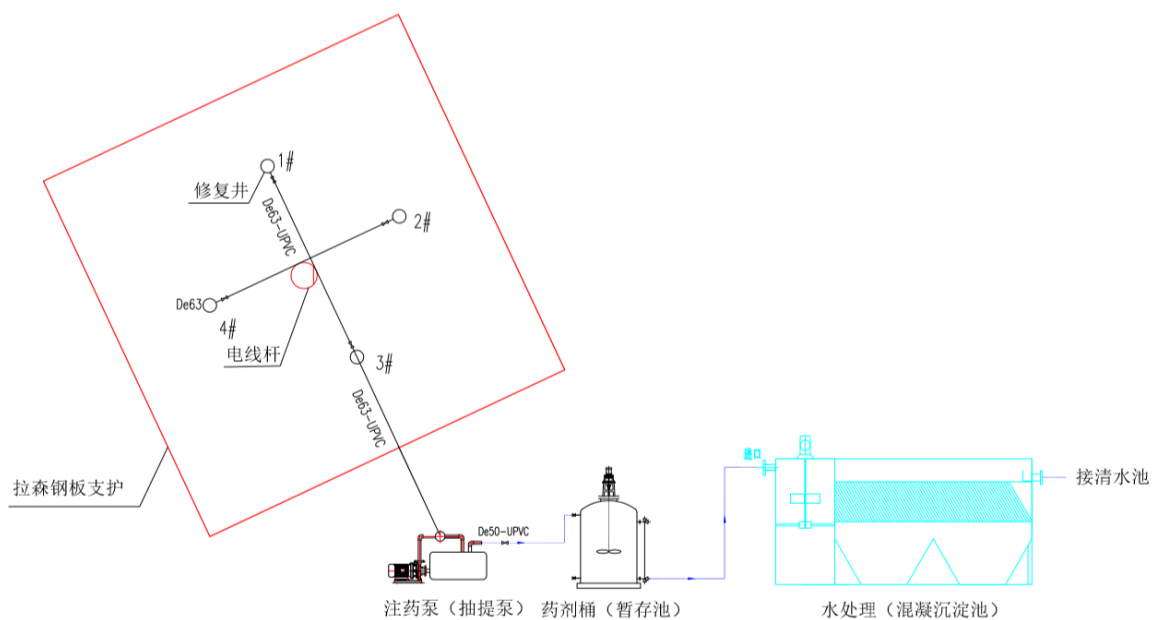
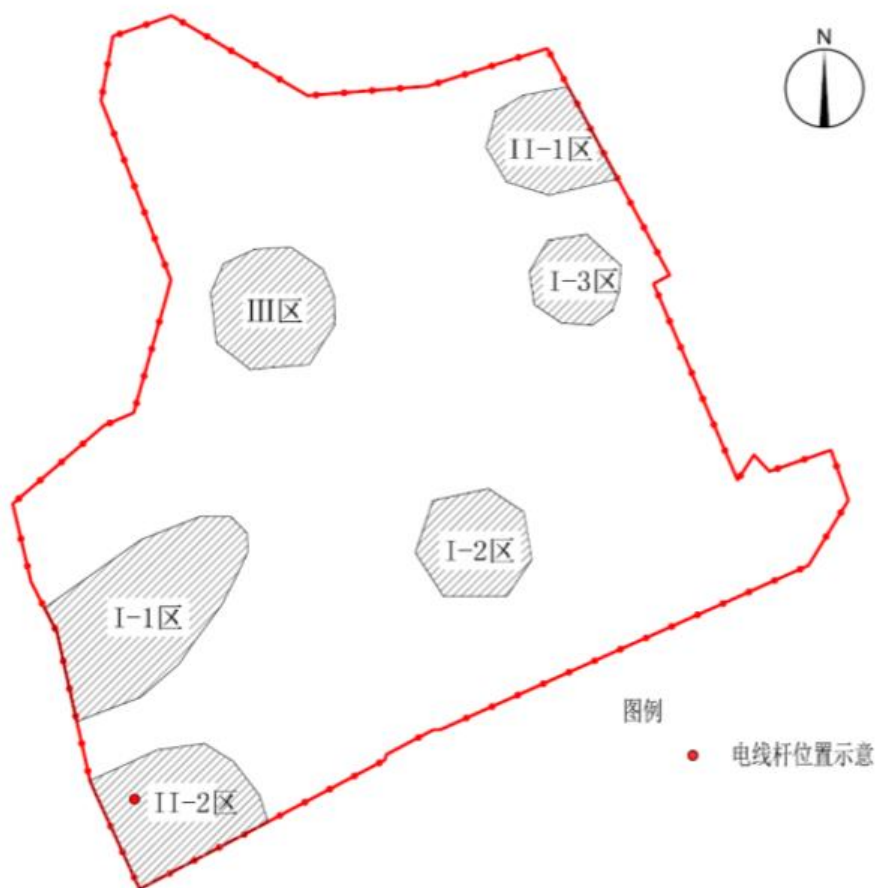


图 3.3-13 异位淋洗施工流程图

(3) 原位淋洗修复技术路线

通过现场踏勘发现，II-2 区域内有一根电线杆，规格为 1 万伏高压线路。为避免基坑开挖过程对电线杆造成扰动，电线杆所在区域将采用工程支护保护，确保基坑安全开挖。针对电线杆区域下方污染土壤，将采用原位淋洗修复技术进行修复，修复面积为 115m^2 ，修复方量为 230m^3 。



原位淋洗是指根据污染物分布的深度，让淋洗液在重力或外力作用下流过污染土壤，使污染物从土壤中迁移出来，并利用抽提井或采用挖沟的办法收集洗脱液。

淋脱液中污染物经合理处置后进行回用。本项目中原位淋洗作为一种针对电线杆四周不开挖污染区域的补充修复技术，具有一定的适用性。主要技术参数如下：

表 3.3-5 原位淋洗参数一览表

淋洗参数	技术参数	备注
淋洗井	深度：6m 筛管范围：3.5-5.5m; 管径：De32mm 材质：UPVC 数量：6 口	淋洗井即可注入淋洗剂又可作为抽提井将淋洗废水抽出。
修复方量	200m ³	根据深基坑设计方案确定
淋洗剂浓度	1-10 mmol/L	根据现场施工调整
淋洗剂	螯合剂 EDTA 等	

淋洗井开孔 160mm，成井直径 63mm。抽提井为 De32 规格 UPVC 材质，安装深度为 6m；井管外壁与土孔之间间隙从下至上依次填充石英砂（或砂石同粗砂的混合物）和膨润土，先用石英砂（或砂石同粗砂的混合物）填充至高出筛管约 50cm 后，再用膨润土填充至地面处。现场施工过程中 6 口淋洗分两组，每组 3 口，一组为注药井，一组为抽提井，采用注药泵将淋洗剂通过注药井注入污染土壤中，污染土壤先后经历预浸润、污染物浸提、抽提等过程，污染物中土壤转移至液相中，抽提井连接真空泵，将淋洗剂抽出，运至污水处理站处置。注药井和抽提井可交替运行，施工至抽提出的淋洗废水中目标污染物无检出可进入土壤自检环节。

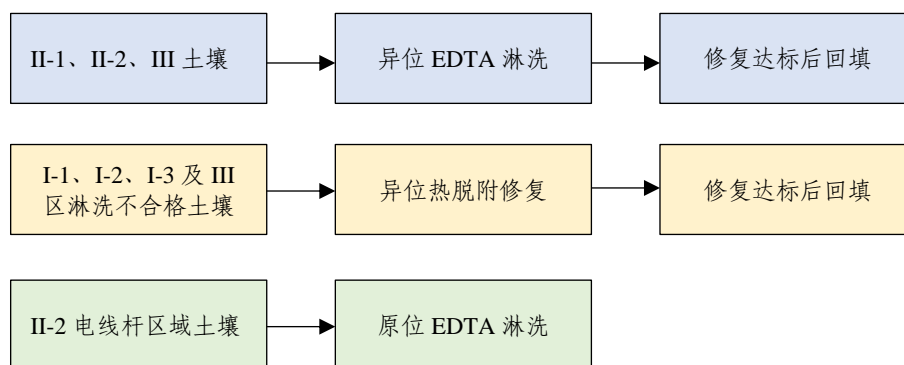


图 3.3-16 修复总体路线图

3.3.2 修复施工方案

3.3.2.1 施工过程简介

根据备案的《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程施工组织设计（备案稿）》，本场地修复主要分为三大块区域，即重金属污染土壤修复区域、有机物污染土壤修复区域和复合污染区域。

重金属污染土壤修复区域，包括砷污染的 II-1、II-2 修复区，均采用异位淋洗方式进行处置。施工单位按照已定的拐点坐标测量放线并进行基坑清挖，清挖后的基坑需进行土壤采样检测，合格后方视为清挖结束，若检测结果高于修复目标值，则需继续清挖，直至不高于修复目标值为止。清挖期间，为保证基坑效果评估采样要求，需进行相应的降水工作。清挖后的土送至 EDTA 淋洗设备进行处理，处理后的土壤堆放于修复后土壤暂存区，并进行修复后堆体检测，检测合格后方进行回填。

有机物污染土壤修复区域，包括有机物污染的 I-1、I-2、I-3 修复区，均采用异位热脱附技术进行修复。施工单位按照已定的拐点坐标测量放线并进行基坑清挖，清挖后的基坑需进行土壤采样检测，合格后方视为清挖结束，若检测结果高于修复目标值，则需继续清挖，直至不高于修复目标值为止。清挖期间，为保证基坑效果评估采样要求，需进行相应的降水工作。清挖后的土送至热脱附回转窑进行焚烧，处理后的土壤堆放于修复后土壤暂存区，并进行修复后堆体检测，检测合格后方进行回填。

对于有机和重金属复合污染区域 III 区，施工方严格按照已定的拐点坐标进行清挖，清挖后的基坑需进行土壤采样检测，合格后方视为清挖结束，若检测结果高于修复目标值，则需继续清挖，直至不高于修复目标值为止。III 区复合污染土壤采用添加淋洗药剂、多次淋洗、适当增加水土比的方式解决，同时修复污染土壤重金属和有机物，若淋洗后有机物检测不合格，该部分土壤通过热脱附修复，修复后的土壤检测达标后进行回填。

此外 II-2 区域内有一根电线杆，规格为 1 万伏高压线路。为避免基坑开挖过程对电线杆造成扰动，电线杆所在区域将采用工程支护保护，确保基坑安全开挖。针对电线杆区域下方污染土壤，采用原位淋洗修复技术进行修复。原位淋洗修复后的土壤按照原位修复效果评估要求进行取样检测，若检测结果高于修复目标值，则继续修复，直至不高于修复目标值为止。

3.3.2.2 工程施工路线

根据备案的《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程施工组织设计（备案稿）》，本场地具体施工总平面布置图如 3.3-15 所示，施工路线如图 3.3-16 所示。

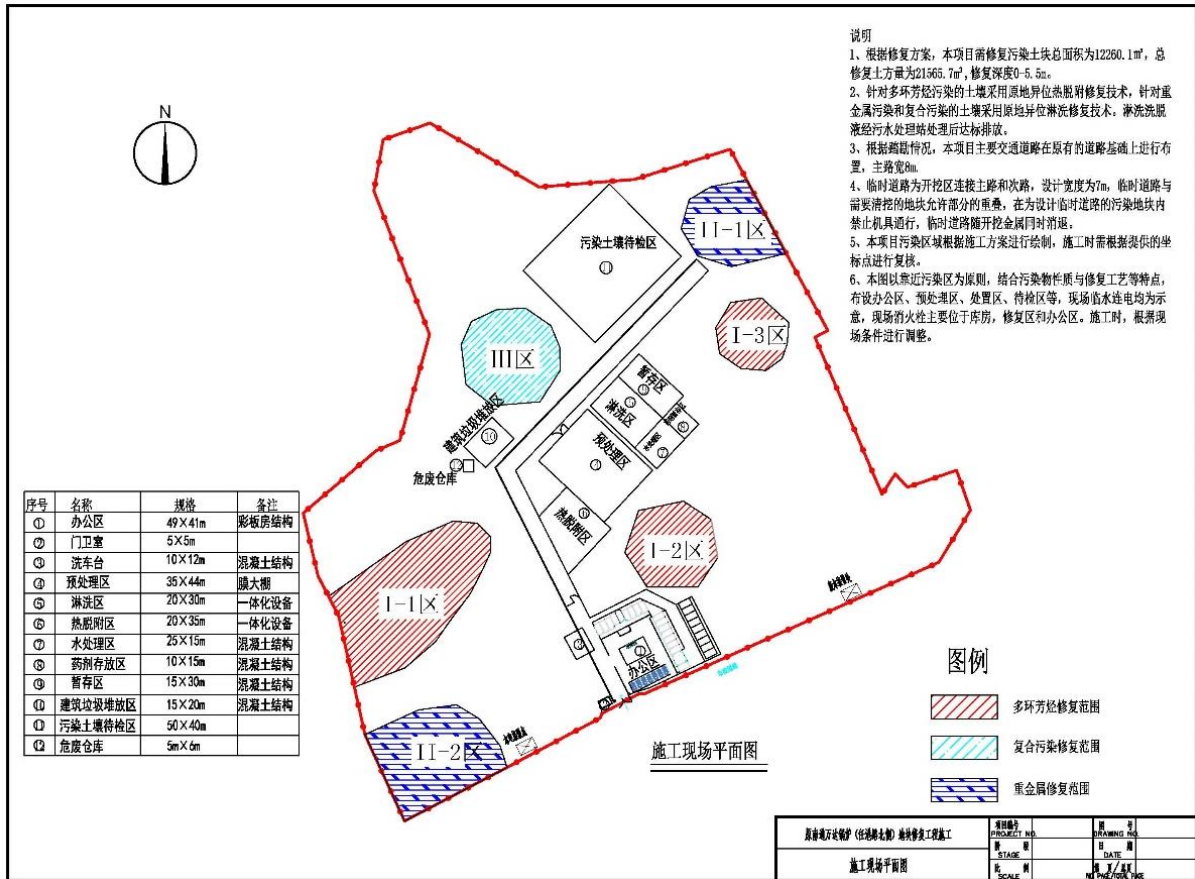


图 3.3-16 施工总平面布置图

原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程施工流程如下图所示。大致施工流程为：施工场地布置→技术准备→设备进场安装调试→基坑支护和降水→土壤开挖、修复→污水处理→过程自检测→不合格区域补充修复→回填→竣工验收场地移交。

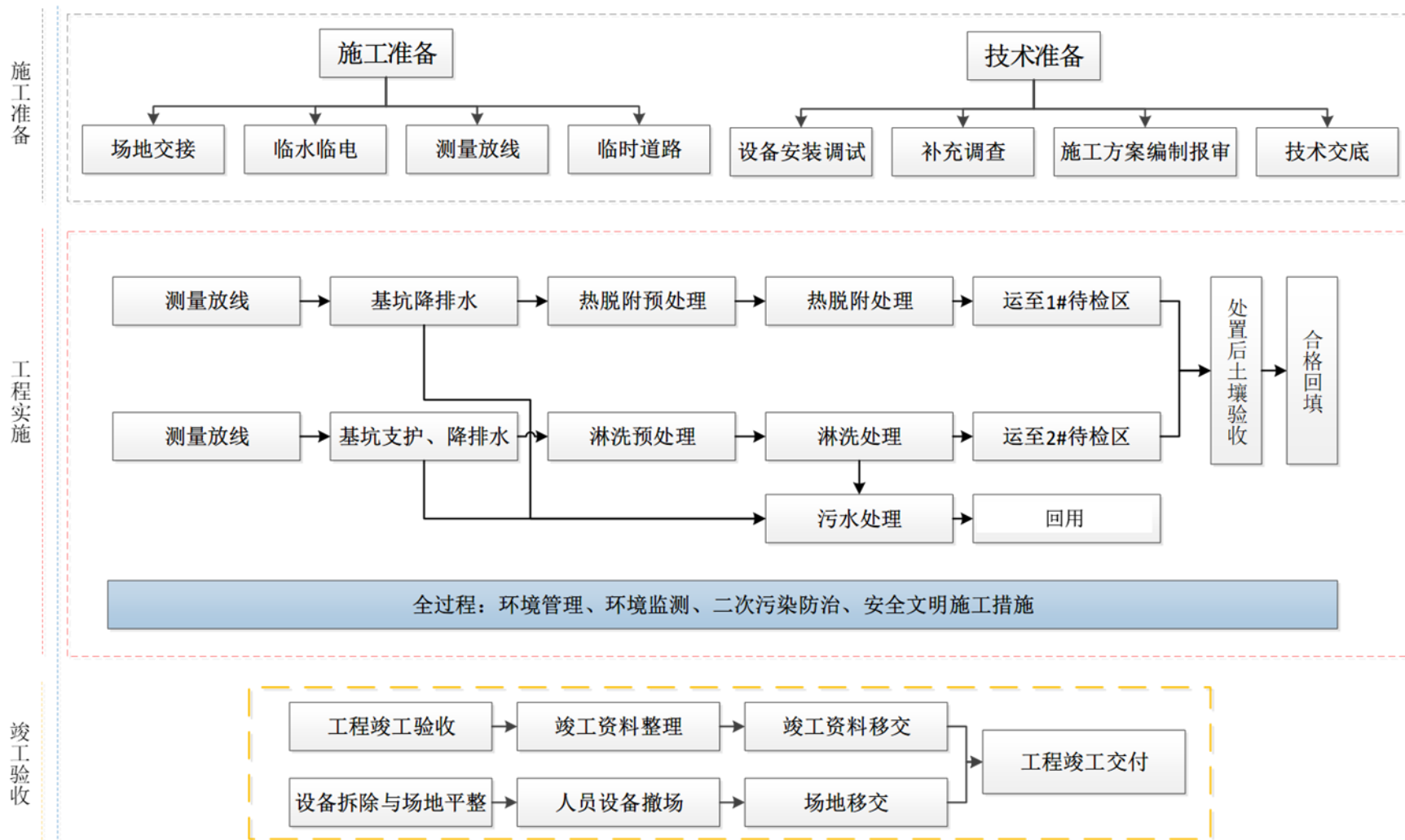


图 3.3-17 总体施工流程图

3.4 场地修复实施落实情况

3.4.1 施工准备

（1）临时道路

施工现场临时道路以现场原有道路为主，结合现场实际情况，新增加临时道路 1 条，道路由办公生活区开始，延伸至各个土壤清挖区，途中经过热脱附区、预处理区和淋洗区。主干路在现有道路基础上进行铺设，宽度设计为 12m 宽，保证容许两台运输车辆并行通过，次干道设计宽度为 8m，辅道设计宽度为 6m，并展开道路的修建工作面，使其与出场大门道路相连。

（2）办公生活区

根据现场场地情况及主要施工作业区位置关系，在主路西侧布置职工办公区，进行统一管理。为便于施工管理，确保建设单位、监理等单位之间的配合顺畅、方便，我司将安排一间至少能容纳 20 人的会议室（不小于 40m²），供工程参建各方使用。此外现场设立专门清洁小组，划分清洁卫生区域及工作内容。对非施工区域定期进行处理，对厕所、垃圾池等容易滋生蚊蝇的地方，由保洁员每日重点处理。

（3）洗车平台

根据现场实际情况，场内距施工车辆出入口大门处设置洗车池，对驶出车辆进行冲洗，未经冲洗的车辆不得驶出场地。现场设二级沉淀池，其内壁抹水泥砂浆，顶部设清扫口，保证现场雨水、车辆冲刷水经沉淀后将符合要求的水排入现场渗水井。现场沉淀池、排水沟安排专人定期清掏，保持排水畅通。

（4）药剂贮存库

为保证药剂在存放和使用过程中不对场地内无污染土壤造成二次污染，在预处理区南侧建设一个 100m² 的药剂贮存区，药剂仓库采用彩钢瓦结构，主要用于储存淋洗剂、水处理药剂等，建成后库房满足本项目的药剂需求量。药剂储存库满足“三防”要求，地面已做好防腐防渗，四周用彩钢瓦围挡建设，防止雨水淋入。

（5）建筑垃圾堆放区

根据场地实际情况，本项目在进行施工时发现修复区地表部分留有原建筑硬化层及剩余建筑垃圾，故设置建筑垃圾冲洗区约 200m² 左右，采用 15cm 厚的 C30 混凝土硬化地面，硬化层下方铺设 1.5mm 防渗膜进行防渗，防渗膜底部铺设一层土工布，用于堆放建筑垃圾及土壤筛分过程中的大块杂物。

3.4.2 修复区域施工过程概况

(1) 测量放线

本项目于 2020 年 1 月 15 日对场地内各污染区进行了测量放线工作。完成测量放线工作后报请业主单位和工程监理等相关方到施工现场对放线成果进行核查，经各方核查批准后进行清挖工作。为确保工程测量满足相关技术要求，以 RTK 和水准仪作为主要测量仪器。本工程测量仪器配备见表。

表 3.4-2 主要测量用具

序号	测量器具名称	数量	用途
1	自动安平水准仪	2 台	标高控制
2	塔尺	2 把	标高控制
3	钢卷尺	1 把	量距
4	RTK	1 台	工程控制定位等
5	对讲机	4 部	通讯联络
6	全站仪	1 台	工程控制定位等
7	计算机	1 部	数据计算、制图、信息传递



图 3.4-1 GPS-RTK 测量

施工团队基于场地修复方案，在每次污染土壤开挖之前，采用高精度 RTK 现场放点，确认各施工区域边界控制点坐标，并采用石灰线与小木桩进行现场标识。在土壤开挖过程中时刻运用 RTK 进行基坑边界及深度的复核。

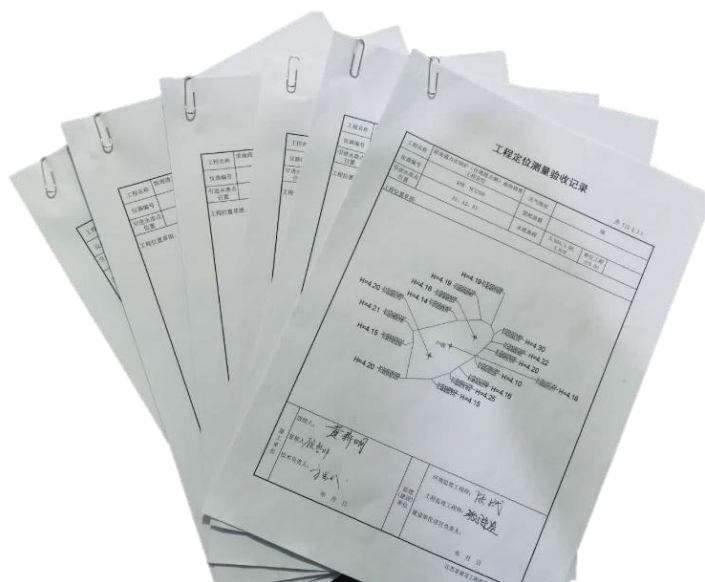


图 3.4-2 污染区工程定位测量验收记录表

(2) 基坑清挖

本工程土方开挖采用反铲挖土机，分区域、分层挖运施工。根据施工部署，热脱附和淋洗修复同时进行，因此有机污染土壤和重金属污染土壤同时开挖，考虑 II-2 区清挖深度为 5.5m，需要做深基坑支护，并且减少深基坑暴露时间，其清挖工作靠后。基坑开挖顺序 I-3、III、II-1、I-1、II-2、I-2。

先对土方开挖区域进行标识，测放出开挖范围，测明污染土壤的边界线，报请业主单位和工程监理等审核通过后，组织土方施工作业。不同边界位置设置控制桩，边开挖边进行监督管理。



图 3.4-3 基坑边界放线

污染土壤采用机械清除(挖掘机)为主, 分层分段逐步出土, 减少交叉作业。经现场开挖显示, 土壤以建筑垃圾和粉质沙土为主, 开挖过程中 5 个 1.7m 基坑的地下水水位均比较低, 坑内未出现积水。开挖过程中, 设专人监控深度和边界, 随时为挖机司指示底余量。



图 3.4-4 污染土清挖

基坑清挖后, 施工单位组织测量人员进行基坑坑底坐标测量, 并通知工程监理单位复核, 确认基坑清挖到位。



图 3.4-5 监理复核清挖后基坑坐标

待监理单位基坑复核确认后，施工方及时对基坑侧壁和底部土壤进行取样分析，判断特征污染物含量是否小于修复目标浓度，若土壤中目标污染物浓度大于修复目标浓度，由环境监理单位确认并同意后实施进一步的继续清挖，扩挖范围每次为 0.5 m。施工单位自检合格后，由环境监理负责对基坑清挖效果进行复核。

（3）土壤预处理

针对重金属污染土壤，由于后续采用淋洗修复，对土壤含水率无要求，预处理过程中不投加石灰，筛分 2 次，防止大石块堵住进料口。



图 3.4-6 有机污染土筛分



图 3.4-7 重金属污染土筛分

在污染土壤预处理区域设置钢结构骨架膜大棚车间，使污染土壤的预处理过程均在密闭空间内进行。膜大棚占地面积 1344 m²，长×宽=42 m×32 m。

钢结构骨架膜大棚车间由环保工程膜密闭。密闭车间设置有尾气处理装置，尾气设备的风机可使车间内产生轻微负压，防止内部污染物泄露和异味溢散。尾气处理采用布袋除尘+活性炭吸附的工艺流程，需定期更换活性炭，使用过的活性炭最终作为危险废物运输至有资质的单位处置。



图 3.4-8 钢结构骨架膜大棚车间

（4）异位热脱附

本项目中进行异位热脱附修复的土壤为有机污染区域 I-1、I-2、I-3 区，理论污染方量为：10361.5 m³，实际修复方量为：10757.5 m³。此外，针对 III 区淋洗

修复未合格复合污染土壤 710 m³，也采用热脱附修复技术进行修复。具体修复方量如表所示。

表 3.4-2 异位热脱附修复范围及工程量统计表

区块	修复深度 (m)	面积 (m ²)	修复方量 (m ³)	实际修复方量 (m ³)
I-1	0-1.7	3605	6128.5	6344.0
I-2	0-1.7	1500	2550	2660.0
I-3	0-1.7	990	1683	1753.5
小计	/	/	10361.5	10757.5
III	0-1.7	/		710
合计		6095	/	11467.5



1、土壤转移至进料口



2、称重输送机



3、进料口和皮带机



4、磁选



5、污染土壤进料



6、回转窑进料口

图 3.4-9 污染土壤进料阶段

(5) 淋洗修复

本项目进行异位淋洗修复的土壤为重金属污染土壤（含复合污染土壤），理论修复方量为：11204.2 m³。实际修复方量为：11890.3 m³。考虑到安全问题，针对 II-2 区不能清挖的电线杆区域，采用原位淋洗修复技术作为补充修复技术，修复方量为 230 m³。

具体修复工程量如表所示。

表 3.4-3 淋洗修复工程量统计表

序号	区块	修复深度 (m)	修复面积 (m ²)	理论修复方量 (m ³)	实际修复方量 (m ³)
1	II-1	0-1.7	1882	3199.4	3563.0
2	II-2	3.5-5.5	2411.7	4823.4	4961.7
3	III	0-1.7	1871.4	3181.4	3365.6
合计				11204.2	11890.3
4	II-2电线杆	3.5-5.5	115	200	230



预处理泥浆池



土壤浸润



土壤转移至进料口



滚筒筛



滚筒筛施工





水力旋流及振动筛



泥浆搅拌



板框压滤机

压滤出土



修复后快检

现场修复施工

图 3.4-10 异位淋洗施工

II-2 区域内有一根电线杆，规格为 1 万伏高压线路。为避免基坑开挖过程对电线杆造成扰动，施工前对电线杆所在区域进行支护保护，确保基坑安全开挖。根据支护方案，采用拉森 IV 型钢板桩作为支护结构，桩顶采用工字钢梁连接。支护的面积为 115 m^2 ，包含污染土壤方量为 230 m^3 。针对电线杆区域下方污染土壤，采用原位淋洗修复技术进行修复。

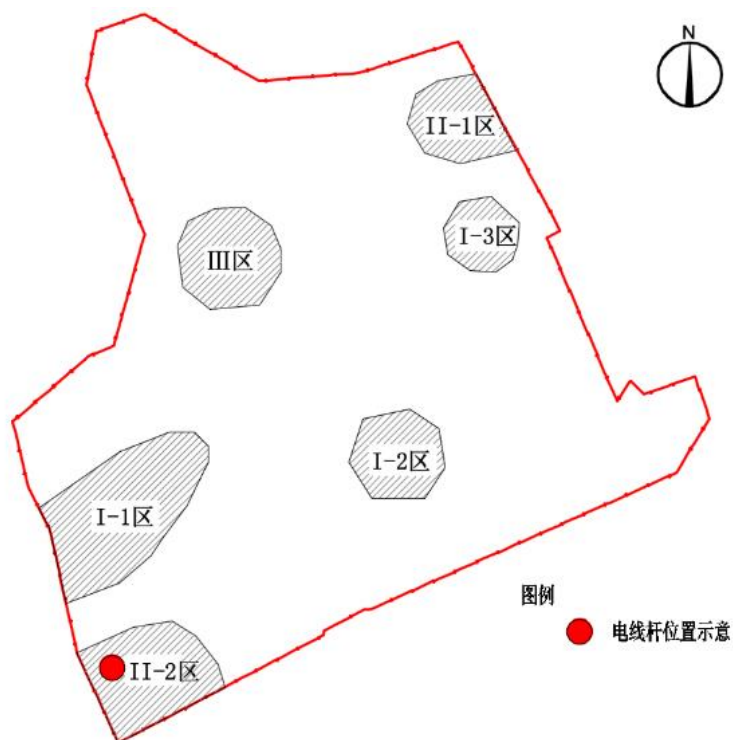


图 3.4-11 电线杆位置

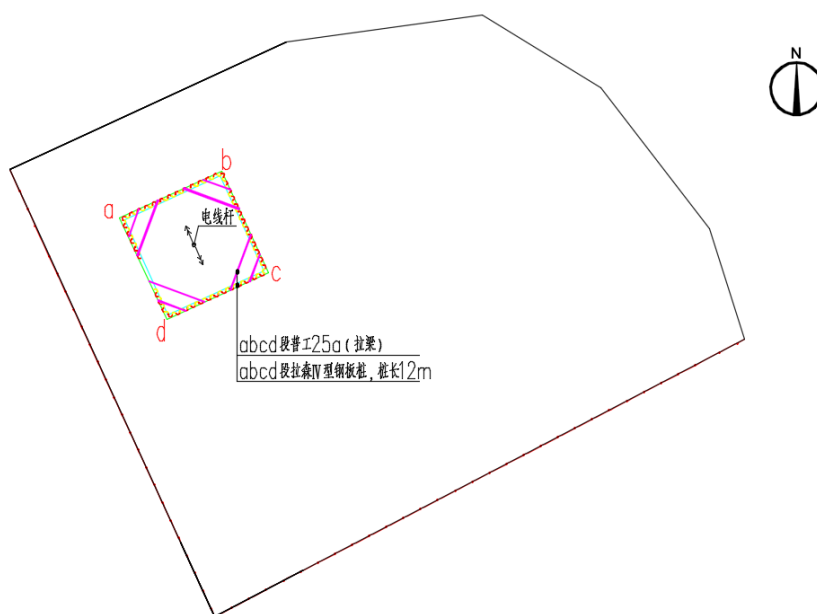


图 3.4-12 电线杆支护平面图

原位淋洗是根据污染物的分布深度，使淋洗液在重力或外力作用下流过污染区域，使污染物从土壤中迁移出来，并利用抽提井或采用挖沟的办法收集洗脱液。洗脱液中污染物经合理处置后进行回用。

本项目中原位淋洗作为一种针对电线杆四周不开挖污染区域的补充修复技术，具有一定的适用性。主要技术参数如下：

表 3.4-4 原位淋洗技术参数

项目	工艺参数	备注
淋洗井	深度：6 m; 筛管范围：3.5-5.5 m; 管径：De50 mm; 材质：UPVC; 数量：4 口	淋洗井即可注入淋洗剂又可作为抽提井将淋洗废水抽出。
修复方量	230 m ³	根据深基坑设计方案确定
淋洗剂浓度	10 mmol/L	/
淋洗剂	螯合剂 EDTA	/

（6）基坑回填

对达到修复目标的土壤，经监理方确认后，开始组织土方车转运至基坑进行回填。本项目回填土方共计 31801.3 m³，回填区域为现场的 6 个基坑。回填时采取分区分层回填压实，使用振动碾进行碾压，经冲洗干净的建筑垃圾回填至表面，用挖机清理平整，回填后的区域及时用防尘网进行覆盖。回填施工顺序为：I-3 区 → III 区 → II-1 区 → I-1 区 → II-2 区 → I-2 区。

本项目回填土方量共 31801.3 m³，2020 年 4 月 3 日开始回填施工，2020 年 5 月 29 日，基坑回填施工完成。具体回填施工时间及工程量统计见表。

表 3.4-5 回填施工时间及工程量

序号	回填区域	回填时间	回填土来源	回填方量 (m ³)
1	I-1	2020.5.2~2020.5.4 2020.5.28	I-1 区和 I-3 区 修复后验收合格土	6355
2	I-2	2020.5.29	I-2 区修复后验收合格土	2753
3	I-3	2020.4.3, 2020.4.4	II-2 区表层清洁土	1932
4	II-1	2020.4.23, 2020.4.24	II-1 区修复后验收合格土	3665
5	II-2	2020.5.5~2020.5.7,	II-2 表层清洁土, I-1 区、II-2	13568.3

		2020.5.28~2020.5.29	区修复后验收合格土, III 区重新修复后验收合格土	
6	III	2020.4.5, 2020.4.10	II-2 区表层干净土, III 区修复后验收合格土	3528
回填总方量 (m ³)				31801.3



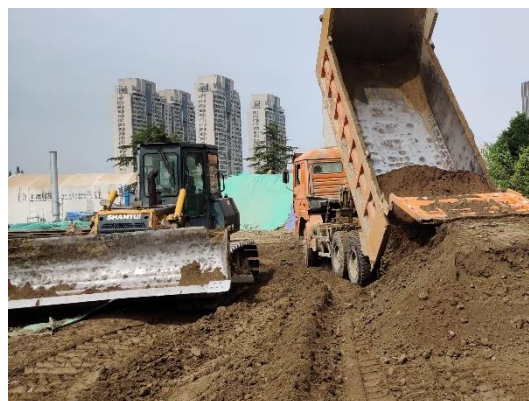
I-1 区基坑回填



I-2 区基坑回填



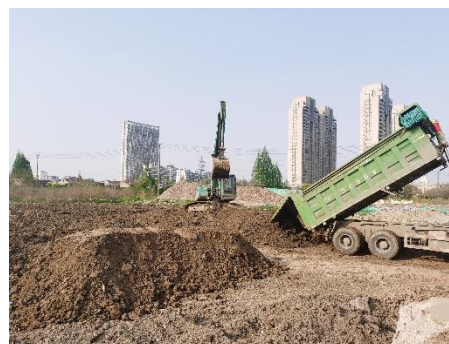
I-3 区基坑回填



II-2 区基坑回填



II-2 区基坑回填



III 区基坑回填



回填后现状



回填后现状

图 3.4-11 基坑回填

3.5 环境保护措施落实情况

3.5.1 大气污染防治措施

3.5.1.1 扬尘防治

施工中采取如下措施控制扬尘：

1) 规范施工方法

在土壤开挖、土壤翻搅过程中，挖土机采取轻挖、慢转、轻放、清边清底准备、装车适量的原则，进行施工。具体如下：轻挖即挖土机铲斗不挖掘过满，以免扬尘和转动时将污染土壤甩出造成其他土壤污染；慢转即挖土机在转动时，放慢速度，避免造成二次污染；轻放即因开挖表层土时，将铲斗内污染土壤轻放，以免产生扬尘。施工过程中，扬尘较大时，采用雾炮洒水抑尘。



图 3.5-1 雾炮降尘

2) 运输过程防尘抑尘措施

①严格限制挖掘机和运输车辆活动范围，防止将污染土壤带入场内其它区域；

车辆、挖掘机及其他施工设备在经过干燥地表时，适当控制车速，减少扬尘。场区内外严格按照规定时速限速行驶，严禁超速和不按规定路线行驶。

②运输道路及时清洁，路面采取定时洒水的方式降尘，原则上 2-4 小时洒水一次，遇大风等天气导致扬尘浓度过大时，适当增加洒水频次。

③装卸过程降低车辆与地面高差，土壤倾倒时缓慢倾倒，并及时碾压成型，避免干燥浮土随风飘散。出现扬尘时，采用雾炮机在基坑周边进行喷雾作业，控制扬尘。



图 3.5-2 洒水车洒水降尘

3) 裸土覆盖防尘网及雨布

基坑开挖和回填完成后，及时对基坑、临时道路和回填区等裸露土壤用防尘网进行覆盖。转运至土壤待检区的土堆及时用雨布进行覆盖。



图 3.5-3 裸土遮盖

4) 热脱附灰库出土抑尘措施

热脱附后的土壤温度较高，且颗粒较小，容易出现扬尘，因此在灰库及待检区各配置一台雾炮机，实时喷水降尘。



图 3.5-4 热脱附出土扬尘控制

5) 污染土壤运输过程中防遗撒

运输污染土壤的车辆每次运载土壤量不得超过车载的 4/5，为防止路途颠簸污染土遗撒。污染土壤装车 and 卸车的过程中严格控制机械作业平稳、缓速，防止土壤遗撒。



图 3.5-5 遗撒土壤处理清扫

车辆进出场必须经过冲洗，同时洗车台定时清理，清理出的淤泥并入污染土壤中进行修复，清洗后的废水泵入支架水池中与污染水一同处理。



图 3.5-6 出场车辆冲洗

3.5.2.2 密闭大棚尾气处理

密闭大棚配备尾气处理系统，尾气处理采用布袋除尘+活性炭吸附的工艺流程，防止内部污染物泄露和异味溢散，影响周边环境。大棚内的气体污染物经尾气处置后，经 15 m 烟囱达标排放。



图 3.5-7 密闭大棚及尾气处理装置

3.5.2.3 热脱附设备尾气处理

土壤热脱附处理产生的尾气采用旋风除尘+布袋除尘+RCO 的工艺流程。尾气在引风机产生的负压下首先进入旋风除尘器内，经旋风除尘器去除尾气中的大部分粉尘后，进入高效布袋除尘器内，进行高效除尘，除尘后尾气经引风机送入 RCO 尾气处理装置，处理尾气中的污染物，确保其中的各类污染物浓度低于《工业企业挥发性有机物排放控制标准》(DB12/524-2014) 和《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996) 中规定的限值，最后通过多功能烟囱(含喷淋和活性炭)高空排放。



图 3.5-8 热脱附尾气处理设备

3.5.3 水污染防治措施

施工过程中建筑垃圾冲洗废水、基坑降水、设备清洗废水、雨水沟收集的雨水进行统一收集，经场地临时污水处理设施处理达标后回用。热脱附设备运行过程中的冷却用水循环使用，本工程修复过程中无工艺废水排放。



图 3.4-9 临时污水处理站支架水池

污染土壤修复后堆置于土壤待检区，本项目共建设两个待检区，地面均做好了防渗工作。土壤待检区 1 采用地坪硬化方式防渗，底部铺设 5-10 cm 黄沙，再浇筑 C20 混凝土，四周设置围堰排水沟，场地外建设集水池，收集废水。土壤待检区采用土工布和 HDPE（1.5 mm）膜防渗，防渗膜上另外铺设干净土作为保护层，干净土上再铺设钢板，方便土方车行驶。



图 3.5-10 HDPE 膜铺设焊接

3.5.4 噪声污染防治措施

噪声是施工期主要的污染因子。项目施工过程中机械设备和施工人员的活动会产生一定的噪声，为避免噪声对周围环境造成不良影响等，采取以下保证措施。

（1）在土壤清挖、运输、修复以及覆土回填和监测井打井过程中选用机器噪声小的生产设备及部件，并在设备的安装、调试、验收和投入运行前要认真执行设备的技术标准，严格控制机械噪声；

（2）在修复施工过程和土壤的转运过程，加强对运输车辆的管理，慢速行车，禁止挖机、车辆等机械在场界内鸣笛，车辆噪声可采取适当减低速度的方法进行控制；

（3）合理安排施工时间、施工设备、运输路线并封闭施工场地，使噪声污染控制在规范容许值以内。污染清挖、运输等产生噪声较大的工序白天施工，夜晚（晚 10 点-早 6 点）不施工。

（4）物料进场装卸过程中必须做到轻卸、轻放，严禁野蛮施工，禁止随意敲击金属机械设。

（5）在施工现场要大力提倡文明施工，建立健全控制噪声的管理制度，加强对施工人员的噪声扰民的教育，尽量减少人为的大声喧哗，增强全体施工人员避免噪声扰民的自觉意识。

除此之外，对场地各区域进行巡检，利用分贝仪监测施工过程中的噪声强度，从而为修复方法、施工强度等进行合理调整。

3.5.5 一般固废污染防治措施

本工程中固体废物主要包括现场开挖的建筑垃圾和杂物、生活垃圾以及药品包装袋等。本项目采取以下有效措施，减轻固体废物二次污染。

（1）建筑垃圾和杂物

在土壤修复过程中筛分出的建筑垃圾和大块杂物高压清洗后运至建筑垃圾堆放区域，待场地修复结束后回填。

（2）生活垃圾

施工人员所产生活垃圾经分类收集后，由当地环卫部门统一外运作进一步处置。

（3）药剂包装袋

废弃的药剂包装袋由药剂厂家回收处理。

在污染土壤修复过程中筛分出的建筑垃圾运至堆场区域清洗，清洗后的泥浆混入污染土壤一同处置。



建筑垃圾冲洗



预处理筛分出的建筑垃圾冲洗



预处理筛分出的建筑垃圾冲洗



预处理筛分出的建筑垃圾冲洗完成

图 3.5-11 建筑垃圾冲洗

3.5.6 危废污染防治措施

本工程中危险废物主要包括：密闭大棚尾气处理装置中使用过的活性炭、废水处理过程中絮凝沉淀产生的污泥。

（1）修复完成后危废的收集

本项目使用到的活性炭（蜂窝状及颗粒状）由活性炭罐体中取出，盛放于吨袋中，待后续转运。水处理过程中产生的污泥经板框压滤脱水后，装袋，待后续外运处置。



图 3.5-12 污泥脱水后装袋

（2）修复完成后危废的转运

本项目修复过程中产生的危废交由南通润启环保服务有限公司进行外运处置。危废转移联单详见工程联系单。



图 3.5-13 危废收集外运

3.5.7 小结

本项目在污染土壤清挖采用分区清挖，严格控制清挖作业面积，减少污染土壤的暴露面；用土工布及时遮盖修复后污染土壤，减少土壤中污染物的扩散。施工机械采取合理的作业时间，全程禁止鸣笛。淋洗废水、基坑废水、运输车清洗废水经厂区污水处理设施处理后回用于淋洗及热脱附合格土壤降温增湿，无工艺废水排放。废包装和生活垃圾定期由环卫公司清运；土壤预处理筛下物暂存于场地内硬化地面并进行覆盖；药剂包装袋于 2020 年 5 月 12 号统一由厂家回收；施工方已与南通润启环保有限公司签订了危废处置协议，对热脱附装置更换的 2 吨废活性炭、水处理装置产生的 5 吨废污泥进行处置。施工过程符合《南通产业控股集团有限公司原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复项目环境影响报告表》及相关批复中防治措施要求。

表 3.5-2 环评报告要求防治措施落实情况表

类型	排放源（编号）	污染物名称	防治措施	防治措施现场落实情况
大气污染物	1#排气筒	颗粒物、TVOC	布袋除尘+活性炭吸附+15m 排气筒	与环评中要求一致
	2#排气筒	SO ₂ 、NO _x 、苯并（a）芘、TVOC、颗粒物	旋风除尘+布袋除尘+RCO 催化燃烧+活性炭吸附+15m 排气筒	与环评中要求一致
水污染物	淋洗废水、异位热脱附喷淋废水、基坑废水、运输车辆冲洗废水	COD、SS、砷、苯并（a）芘、石油类	移动式污水处理系统（调节+初沉+高级氧化+二沉+污泥脱水）	淋洗废水、异位热脱附喷淋废水、基坑废水、运输车辆冲洗废水处理回用不外排
	生活废水	COD、SS、氨氮、总磷	化粪池	与环评中要求一致
	食堂废水	COD、SS、氨氮、总磷、动植物油	化粪池+隔油池	
固体废物	一般固废	生活垃圾	环卫清运	废活性炭、水处理污泥与南通润启环保有限公司签订了危废处置协议，定期转移，生活垃圾由环卫定期清运。
		餐厨垃圾	环卫清运	
		废油脂	环卫清运	
		废包装	厂家回收	
	危险固废	废活性炭	委托有资质单位处置	
		水处理污泥	待鉴定后确定处置方式	
噪声	施工机械		高噪声设备加装隔声装置、禁止场界内鸣笛、限速行驶、厂房隔声、合理布局等	在土壤清挖、运输、修复以及覆土回填和监测井打井过程中选用机器噪声小的生产设备及部件，并在设备的安装、调试、验收和投入运行前要认真执行设备的技术标准，严格控制机械噪声；

4 地块概念模型更新

4.1 修复效果评估工作内容

效果评估单位主要针对撤场后的修复工程进行效果评估。效果评估内容包括以下几部分：

（1）更新地块概念模型

通过收集地块风险管控与修复相关资料，开展现场踏勘工作，并与地块责任人、施工负责人、监理人员等进行沟通和访谈，了解地块调查评估结论、风险管控与修复工程实施情况、环境保护措施落实情况等，掌握地块地质与水文条件、污染物空间分布、污染土壤去向、风险管控与修复设施设置、风险管控与修复过程监测数据等关键信息，更新地块概念模型。

（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、采样周期和频次、布点数量和位置、检测指标等内容，并说明内容确定的依据。

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与质量控制要求。

（3）修复效果评估

根据检测结果，评估土壤修复是否达到修复目标或可接受水平。对于土壤修复结果，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。

4.2 修复效果评估程序

本次工作的效果评估程序如下图 4.2-1 所示：

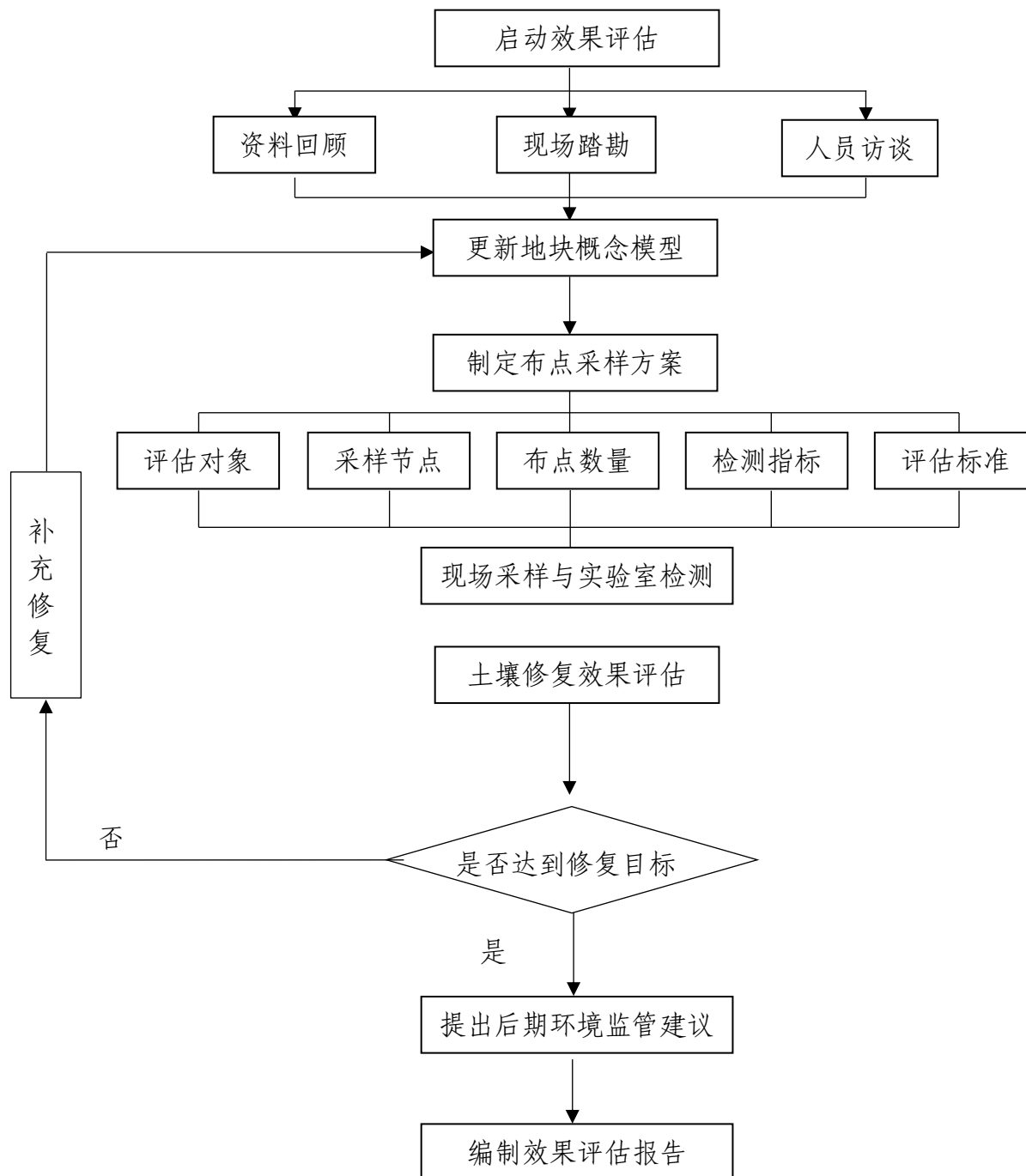


图 4.2-1 修复效果评估工作流程图

4.3 资料回顾

4.3.1 资料回顾清单

评估工作应收集与场地环境污染和修复相关的资料，主要包括内容见表 4.3-

1

表 4.3-1 场地环境污染和修复资料回顾清单表

序号	类别	文件名称
1	修复工程施工前准备资料	原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地环境调查与风险评估报告及其备案意见
2		南通产业控股集团有限公司原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程项目报告表及其批复
3		南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地污染修复技术方案（备案稿）及其备案意见
4		原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程施工组织设计及其备案意见
5		原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程环境监理方案及其备案意见
6		原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程效果评估方案及其备案意见
7		施工现场质量、安全生产管理体系报审表
8		施工单位资质报审表
9		开工报告
10		工程开工报审表
11		施工放样报验单
12	重金属修复区域过程资料	II-1、II-2 基坑质量报验表（附检测报告）
13		II-1、II-2 基坑工程量报验表
14		II-1、II-2 基坑回填土监测报告（附检测报告）
15		II-1、II-2 基坑开挖边界情况说明
16		II-1、II-2 基坑工程测量放线记录
17		异位淋洗污水处理设施工作记录
18		异位修复过程的原始记录
19		异位淋洗预处理车间土壤处理记录
20		药剂采购及使用情况记录
21		建筑垃圾清洗记录
22		污染土壤清挖记录
23		固废转移台账及手续文件
24		监测采集方案
25		采样记录及结果报告（包括施工单位和环境监理单位）
26		工程监理记录和监理报告

序号	类别	文件名称
27	多环芳烃修复区域过程资料	I-1、I-2、I-3 基坑质量报验表（附检测报告）
28		I-1、I-2、I-3 基坑工程量报验表
29		I-1、I-2、I-3 基坑回填土监测报告（附检测报告）
30		I-1、I-2、I-3 基坑开挖边界情况说明
31		I-1、I-2、I-3 基坑工程测量放线记录
32		异位修复过程的原始记录
33		预处理车间土壤处理记录
34		燃料采购及使用情况记录
35		建筑垃圾清洗记录
36		污染土壤清挖记录
37		热脱附设施运行记录
38		活性炭转移台账及手续文件
39		监测采集方案
40		采样记录及结果报告（包括施工单位和环境监理单位）
41		工程监理记录和监理报告
42		修复实施过程的施工日志等记录文件
43	复合污染修复区域过程资料	III 区基坑质量报验表（附检测报告）
44		III 区基坑工程量报验表
45		III 区基坑回填土监测报告（附检测报告）
46		III 区基坑开挖边界情况说明
47		III 区基坑工程测量放线记录
48		异位淋洗污水处理设施工作记录
49		异位修复过程的原始记录
50		热脱附设施运行记录
51		预处理车间土壤处理记录
52		药剂采购及使用情况记录
53		建筑垃圾清洗记录
54		污染土壤清挖记录
55		固废转移台账及手续文件
56		监测采集方案
57		采样记录及结果报告（包括施工单位和环境监理单位）
58		工程监理记录和监理报告
59	电线杆原位修复区域过程资料	I-2 原位修复区域工程量报验表
60		I-2 原位修复区域质量验收申请单（附检测报告）
61		I-2 原位修复区域施工加药记录
62		原位修复区域土壤质量报验表（附检测报告）
63		原位注药统计单建井记录表
64		原位淋洗污水处理设施工作记录
65		原位修复过程的原始记录
66		固废转移台账及手续文件

序号	类别	文件名称
67		监测采集方案
68		采样记录及结果报告（包括施工单位和环境监理单位）
69		工程监理记录和监理报告
70	环境管理资料	清运土壤暂存场地的二次污染物排放记录
71		二次污染防治措施台账
72		二次污染现场检测记录及结果
73		二次污染防治自检报告
74		环境监理记录和监理报告
75		修复实施过程的施工日志等记录文件
76		施工单位修复工程竣工报告
77	相关图件	场地地理位置示意图
78		总平面布置图
79		修复范围图
80		污染修复工艺流程图
81		修复过程照片和影像记录等

4.3.2 资料回顾要点

4.3.2.1 修复工程概况回顾

4.3.2.1.1 修复工程大事记

场地相关活动大事记如表 4.3-2 所示。

表 4.3-2 场地相关活动大事记一览表

序号	重点事迹	参与单位	备注/附件
1	《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地环境调查与风险评估报告》	中国环境科学研究院	2017 年 5 月备案，专家评审意见（附件 1）
2	《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地污染修复技术方案》	中国环境科学研究院	2017 年 5 月备案，专家评审意见（附件 2）
3	《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地污染修复技术方案》修编备案	中设设计集团股份有限公司	2019 年 11 月备案，专家评审意见（附件 3、4）
4	《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程施工组织设计方案》	上海环境卫生工程设计院有限公司	2019 年 11 月评审，12 月备案，专家评审意见（附件 5、6）
5	《南通产业控股集团有限公司原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程项目环境影响报告表》	南通国信环境科技有限公司	2019 年 12 月 30 日取得批复（附件 9）
6	《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程环境监理方案》	江苏省环保产业技术研究院股份公司	2019 年 12 月评审，2020 年 1 月备案，专家评审意见（附件 7）
7	《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程修复效果评估方案》	南京大学环境规划设计研究院股份公司	2019 年 12 月评审，2020 年 1 月备案，专家评审意见（附件 8）
8	项目开工	上海环境卫生工程设计院有限公司 南通方圆工程监理咨询有限公司 江苏省环保产业技术研究院股份公司 南京大学环境规划设计研究院股份公司	2020 年 1 月 10 日，详见开工报告（附件 10）
9	淋洗设备安装及中试实验	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 1 月 17 日
10	I-3 有机污染区开挖	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 1 月 8 日至 2020 年 1 月 12 日，详见清挖记录表（附件 13）
11	III 区基坑开挖	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 1 月 13 日至 2020 年 1 月 15 日，详见清挖记录表（附件 13）
12	I-3 基坑验收采样、II-2 支护侧壁采样	上海环境卫生工程设计院有限公司 南通方圆工程监理咨询有限公司 江苏省环保产业技术研究院股份公司 南京大学环境规划设计研究院股份公司	2020 年 3 月 5 日，报验申请表、采样记录单及检测报告（附件 21、22）

序号	重点事迹	参与单位	备注/附件
13	III 区清挖土修复	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 3 月 6 日至 2020 年 3 月 19 日
14	II-2 电线杆原位淋洗修复	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 3 月 8 日至 2020 年 3 月 13 日
15	III 基坑验收采样	上海环境卫生工程设计院有限公司 南通方圆工程监理咨询有限公司 江苏省环保产业技术研究院股份公司 南京大学环境规划设计研究院股份公司	2020 年 3 月 17 日，报验申请表、采样记录单及检测报告（附件 21、22）
16	I-3 区清挖土修复	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 3 月 18 日至 2020 年 3 月 24 日
17	II-1 区基坑开挖	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 3 月 19 日至 2020 年 3 月 21 日，详见清挖记录表（附件 13）
18	III 区修复后堆体（2462.3m ³ ）采样、III 区基坑侧壁不合格点位采样	上海环境卫生工程设计院有限公司 南通方圆工程监理咨询有限公司 江苏省环保产业技术研究院股份公司 南京大学环境规划设计研究院股份公司	2020 年 4 月 1 日，报验申请表、采样记录单及检测报告（附件 21、22）
19	II-1 区清挖土修复	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 3 月 19 日至 2020 年 4 月 2 日
20	I-1 区基坑开挖	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 3 月 25 日至 2020 年 4 月 9 日，详见清挖记录表（附件 13）
21	II-2 区基坑开挖	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 4 月 3 日至 2020 年 4 月 17 日，详见清挖记录表（附件 13）
22	II-1 基坑采样、II-1 修复后堆体（2544m ³ ）采样	上海环境卫生工程设计院有限公司 南通方圆工程监理咨询有限公司 江苏省环保产业技术研究院股份公司 南京大学环境规划设计研究院股份公司	2020 年 4 月 13 日，报验申请表、采样记录单及检测报告（附件 21、22）
23	II-2 区清挖土修复	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 4 月 3 日至 2020 年 4 月 22 日
24	I-1 区清挖土修复	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 4 月 3 日至 2020 年 4 月 22 日
25	I-1、II-2 基坑采样； I-1 区部分修复后堆体（3399m ³ ）； I-3 区堆体（1753.8m ³ ）采样	上海环境卫生工程设计院有限公司 南通方圆工程监理咨询有限公司 江苏省环保产业技术研究院股份公司 南京大学环境规划设计研究院股份公司	2020 年 4 月 22 日，报验申请表、采样记录单及检测报告（附件 21、22）

序号	重点事迹	参与单位	备注/附件
26	I-2 区基坑开挖	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 4 月 23 日至 2020 年 4 月 25 日
27	I-2 区清挖土修复	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 4 月 24 日至 2020 年 5 月 4 日
28	I-2 区基坑采样；II-2 修复后堆体（4200.7m ³ ）采样； I-1 剩余修复后堆体（2945m ³ ）采样；I-2 修复后堆体 （2753m ³ ）采样；III 区修复后不合格及 III 区不合格 扩挖堆体（744m ³ ）采样	上海环境卫生工程设计院有限公司 南通方圆工程监理咨询有限公司 江苏省环保产业技术研究院股份公司 南京大学环境规划设计研究院股份公司	2020 年 5 月 12 日，报验申请表、采样记录单 及检测报告（附件 11）
29	原位修复区域采样	上海环境卫生工程设计院有限公司 南通方圆工程监理咨询有限公司 江苏省环保产业技术研究院股份公司 南京大学环境规划设计研究院股份公司	2020 年 5 月 14 日，报验申请表、采样记录单 及检测报告（附件 11）
30	场地设备拆除，场地平整	上海环境卫生工程设计院有限公司	2020 年 5 月 31 日
31	地下水采样、二次污染区域采样、区域抽测采样	上海环境卫生工程设计院有限公司 南通方圆工程监理咨询有限公司 江苏省环保产业技术研究院股份公司 南京大学环境规划设计研究院股份公司	2020 年 6 月 3 日，采样记录单及检测报告（附 件 11）

4.3.2.1.2 基坑清挖概况回顾

本项目污染土壤基坑清挖施工工程于 2020 年 1 月 8 日开始, 2020 年 4 月 25 日结束, 基坑开挖顺序 I-3、III、II-1、I-1、II-2、I-2。其中 II-2 基坑清挖深度为 5.5m, 剩余基坑清挖深度均为 1.7m。本项目理论清挖土方共约 30006.7m³, 其中污染土方 21565.7 m³, 清洁土 8441 m³。实际清挖方量 31198.2 m³, 其中污染土 22647.9 m³, 清洁土 8550.3 m³。项目施工过程中, 由于 II-1 基坑 2-1-k-3、2-1-k-4 点位自检不合格, 随后施工单位针对不合格区域进行了二次清挖, 并告知环境监测单位; 效果评估阶段, 由于 III 区基坑 III-C03-2 点位检测不合格, 随后环境监测单位下达了返工指令单, 施工单位按照返工指令单要求针对不合格区域进行了二次清挖, 扩挖方量分别为 203m³、34m³。清挖后的污染土经预处理后进行异位热脱附修复和异位淋洗修复。各区块清运土方量见下表。

表 4.3-3 各区块清运土方量统计表

序号	区域	理论清挖面积 (m ²)	实际清挖面积 (m ²)	实际清挖深度 (m)	理论土方量 (m ³)	二次扩挖土方量 (m ³)	实际清挖量 (m ³)	清挖日期
1	I-1	3605	3646	0-1.7	6128.5	/	6344.0	2020.3.25-2020.3.27
2	I-2	1500	1520	0-1.7	2550	/	2660.0	2020.4.23-2020.4.25
3	I-3	990	999	0-1.7	1683	/	1753.5	2020.1.8-2020.1.12
4	II-1	1882	1920	0-1.7	3199.4	203	3563.0	2020.3.19-2020.3.21
5	II-2	2411.7	2374	0-3.5	8441	/	8550.3	2020.4.3-2020.4.9
6				3.5-5.5	4823.4	/	4961.7	2020.4.15-2020.4.17
7	II-2 电线杆原位修复		115	/	200	/	230	/
8	III	1871.4	1893	0-1.7	3181.4	34	3365.6	2020.1.13-2020.1.15
总计		12260.1	12352	/	30006.7		31198.2	



图 0.3-1 II-1 基坑扩挖

修复单位基本按照已备案的《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程施工组织设计》完成本项目修复工作。具体资料收集与审核情况如下：

表 4.3-4 基坑清挖材料收集一览表

序号	修复区域	资料名称	主要附件	收集情况
1	所有区域	施工放样报审单	控制点记录表，区域拐点坐标表	施工放样报审单及附件 1 份
2	I-1 基坑	I-1 区域工程量报验表	区域拐点坐标，尺寸示意图，现场测量照片，污染区域分布图	I-1 区域工程量报验表及附件材料 1 份
3		I-1 基坑质量报验表	自检采样签到表，自检检测报告,环境监理检测报告	I-1 基坑质量报验表及附件材料 1 份
4	I-2 基坑	I-2 区域工程量报验表	区域拐点坐标，尺寸示意图，现场测量照片，污染区域分布图	I-2 区域工程量报验表及附件材料 1 份
5		I-2 基坑质量报验表	自检采样签到表，自检检测报告,环境监理检测报告	I-2 基坑质量报验表及附件材料 1 份

6	I-3 基坑	I-3 区域工程量报验表	区域拐点坐标, 尺寸示意图, 现场测量照片, 污染区域分布图	I-3 区域工程量报验表及附件材料 1 份
7		I-3 基坑质量报验表	自检采样签到表, 自检检测报告, 环境监理检测报告	I-3 基坑质量报验表及附件材料 1 份
8	II-1 基坑	II-1 区域工程量报验表	区域拐点坐标, 尺寸示意图, 现场测量照片, 污染区域分布图	II-1 区域工程量报验表及附件材料 1 份
9		II-1 基坑质量报验表	自检采样签到表, 自检检测报告, 环境监理检测报告	II-1 基坑质量报验表及附件材料 1 份
10		II-1 基坑环境监理联系单	自检检测报告, 环境监理联系单	自检报告及环境监理联系单 1 份
11	II-2 基坑	II-2 区域工程量报验表	区域拐点坐标, 尺寸示意图, 现场测量照片, 污染区域分布图	II-2 区域工程量报验表及附件材料 1 份
12		II-2 基坑质量报验表	自检采样签到表, 自检检测报告, 环境监理检测报告	II-2 基坑质量报验表及附件材料 1 份
13	III 基坑	III 区域工程量报验表	区域拐点坐标, 尺寸示意图, 现场测量照片, 污染区域分布图	III 区域工程量报验表及附件材料 1 份
14		III 基坑质量报验表	自检采样签到表, 自检检测报告, 环境监理检测报告	III 基坑质量报验表及附件材料 1 份
15		III 基坑环境监理返工单	环境监理返工单	III 区基坑侧壁返工单 1 份
16		III 基坑侧壁二次工程量报验表	自检采样签到表, 自检检测报告	III 基坑质量二次报验材料及附件材料 1 份

针对基坑清挖工程, 效果评估单位共收集到施工放样报审单、I-1 区域工程量报验表、I-1 基坑质量报验表、I-2 区域工程量报验表、I-2 基坑质量报验表、I-3 区域工程量报验表、I-3 基坑质量报验表、II-1 区域工程量报验表、II-1 基坑质量报验表、II-1 基坑环境监理联系单、II-2 区域工程量报验表、II-2 基坑质量报验表、III 区域工程量报验表、III 基坑质量报验表、III 基坑环境监理返工单共 15 类文件, 该资料由修复单位编制, 经工程监理单位和环境监理单位签字确认。收集到的材料审核如表 4.3-5 所示。

表 4.3-5 基坑清挖材料审核一览表

序号	修复区域	资料名称	收集情况	审核情况
----	------	------	------	------

1	所有区域	施工放样报审单	施工放样报审单及附件 1 份	资料齐全，且资料显示修复区域土壤检测、基坑清挖范围均合格，满足效果评估报验要求，该结论经工程监理和环境监理单位签字确认
2	I-1 基坑	I-1 区域工程量报验表	I-1 区域工程量报验表及附件材料 1 份	资料齐全，且资料显示修复区域土壤检测、基坑清挖范围均合格，满足效果评估报验要求，该结论经工程监理和环境监理单位签字确认
3		I-1 基坑质量报验表	I-1 基坑质量报验表及附件材料 1 份	
4	I-2 基坑	I-2 区域工程量报验表	I-2 区域工程量报验表及附件材料 1 份	资料齐全，且资料显示修复区域土壤检测、基坑清挖范围均合格，满足效果评估报验要求，该结论经工程监理和环境监理单位签字确认
5		I-2 基坑质量报验表	I-2 基坑质量报验表及附件材料 1 份	
6	I-3 基坑	I-3 区域工程量报验表	I-3 区域工程量报验表及附件材料 1 份	资料齐全，且资料显示修复区域土壤检测、基坑清挖范围均合格，满足效果评估报验要求，该结论经工程监理和环境监理单位签字确认
7		I-3 基坑质量报验表	I-3 基坑质量报验表及附件材料 1 份	
8	II-1 基坑	II-1 区域工程量报验表	II-1 区域工程量报验表及附件材料 1 份	资料齐全，且资料显示修复区域土壤检测、基坑清挖范围均合格，满足效果评估报验要求，该结论经工程监理和环境监理单位签字确认
9		II-1 基坑质量报验表	II-1 基坑质量报验表及附件材料 1 份	
10		II-1 基坑环境监理联系单	自检报告及环境监理联系单 1 份	
11	II-2 基坑	II-2 区域工程量报验表	II-2 区域工程量报验表及附件材料 1 份	资料齐全，且资料显示修复区域土壤检测、基坑清挖范围均合格，满足效果评估报验要求，该结论经工程监理和环境监理单位签字确认
12		II-2 基坑质量报验表	II-2 基坑质量报验表及附件材料 1 份	
13	III 基坑	III 区域工程量报验表	III 区域工程量报验表及附件材料 1 份	资料齐全，且资料显示修复区域土壤检测、基坑清挖范围均合格，满足效果评估报验要求，该结论经工程监理和环境监理单位签字确认
14		III 基坑质量报验表	III 基坑质量报验表及附件材料 1 份	
15		III 基坑环境监理返工单	III 区基坑侧壁返工单 1 份	
16		III 基坑侧壁二次工程量报验表	III 基坑质量二次报验材料及附件材料 1 份	

经审核确认各区域拐点坐标与已备案的施工组织设计一致，实际清挖土方总量比已备案的修复技术方案中要求的土方量多 1191.5m³，其中包含二次清挖的污染土壤 237m³，各区域的清挖土方量均在合理误差范围之内。各区域清挖面积、

清挖深度符合修复方案及规范要求，各区域的基坑底部和侧壁均检测合格，满足效果评估报验要求，该结论经监理单位签字确认。

4.3.2.1.3 异位热脱附区域概况回顾

本项目中进行异位热脱附修复的土壤为有机污染区域 I-1、I-2、I-3 区，理论污染方量为：10361.5 m³，实际修复方量为：10757.5 m³。此外，针对 III 区淋洗修复未合格复合污染土壤 710 m³，也采用热脱附修复技术进行修复。本项目热脱附处置设备的平均处理能力为 20 t/h，由于设备关停、重启期间都会导致热能、燃料损失，所以采用连续运行的模式。本工程热脱附处置污染土壤总方量为 11467.5 m³。2020 年 3 月 18 热脱附开始修复，2020 年 5 月 4 日修复完成。

表 0.3-6 异位热脱附修复时间表

修复方法	污染区	时间	实际修复量 (m ³)	备注
热脱附	I-1	2020.3.25~2020.4.12 2020.4.16~2020.4.22	6344.0	
	I-2	2020.4.24~2020.5.4	2660.0	
	I-3	2020.3.18~2020.3.24	1753.5	
	III	2020.4.13~2020.4.15	710	包含 710m ³ 堆体不合格土， 不包括 34m ³ 基坑侧壁扩挖方 量



燃烧器



燃料投加



回转窑

土壤出料刮板机

图 0.3-2 热脱附阶段

修复单位基本按照已备案的《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程施工组织设计》完成本项目修复工作。具体资料收集与审核情况如下：

表 4.3-7 热脱附区域收集一览表

序号	修复区域	资料名称	主要附件	收集情况
1	I-1、I-2、I-3 及 III 区修复后不合格土	热脱附修复区土壤质量报验表	施工单位的自检报告和监理单位的检测报告	I-1、I-2、I-3 及 III 区区域工程量报验表及附件材料 1 份
2		热脱附区域工程量报验表	基坑拐点坐标、开挖面积、土方量	I-1、I-2、I-3 及 III 区基坑质量报验表及附件材料 1 份
3		热脱附设备运行记录	运行时间、运行工况	热脱附设施运行台账 1 份、热脱附药剂（生物质燃料）使用情况 1 份
4		热脱附二次污染防治	尾气净化装置运行记录、活性炭更换记录、废气检测报告	尾气净化装置运行台账一份、活性炭更换记录一份、尾气检测报告 1 份
5		热脱附区域区域质量效果评估申请单	施工单位的自检报告和监理单位的检测报告	施工单位的自检报告和监理单位的检测报告 1 份

针对热脱附区域修复工程，效果评估单位共收集到热脱附修复区土壤质量报验表、热脱附区域工程量报验表、热脱附设备运行记录、热脱附二次污染防治记录、热脱附区域区域质量效果评估申请单共 5 类文件，该资料由修复单位编制，经工程监理单位和环境监理单位签字确认。收集到的材料审核如表 4.3-8 所示。

表 4.3-8 热脱附修复区域材料审核一览表

序号	修复区域	资料名称	收集情况	审核情况
1	I-1、I-2、I-3 及 III 区修复后不合格土	热脱附修复区土壤质量报验表	I-1、I-2、I-3 及 III 区区域工程量报验表及附件材料 1 份	资料齐全，且资料显示修复区域土壤检测均合格，满足效果评估报验要求，该结论经工程监理和环境监理单位签字确认
2		热脱附区域工程量报验表	I-1、I-2、I-3 及 III 区基坑质量报验表及附件材料 1 份	各区域拐点坐标与已备案的施工组织设计一致。
3		热脱附设备运行记录	热脱附设施运行台账 1 份、热脱附药剂（生物质燃料）使用情况 1 份	记录设备开启停时间等情况，与实际施工时间逻辑一致
4		热脱附二次污染防治	尾气净化装置运行台账一份、活性炭更换记录一份、尾气检测报告 1 份	收集到 RCO 装置运行台账一份，活性炭有更换记录，更换量与危废台账一致，根据检测报告显示尾气能够实现达标排放
5		热脱附区域区域质量效果评估申请单	施工单位的自检报告和监理单位的检测报告 1 份	资料齐全，且资料显示修复区域土壤检测均合格，满足效果评估报验要求，该结论经工程监理和环境监理单位签字确认

经审核确认各区域拐点坐标与已备案的施工组织设计一致；热脱附修复区域土壤检测均合格，满足效果评估报验要求，该结论经工程监理和环境监理单位签字确认。

4.3.2.1.4 淋洗区域概况回顾

本项目进行异位淋洗修复的土壤为重金属污染土壤（含复合污染土壤），理论修复方量为：11204.2 m³。实际修复方量为：11890.3 m³。考虑到安全问题，针对 II-2 区不能清挖的电线杆区域，采用原位淋洗修复技术作为补充修复技术，修复方量为 230 m³。2020 年 3 月 6 日，开始淋洗修复施工，2020 年 4 月 24 日，所有淋洗修复工作结束。

表 4.3-9 异位淋洗修复时间表

修复方法	污染区	时间	修复量（m ³ ）
淋洗	II-1	2020.3.20~2020.4.2	3563.0
	II-2	2020.4.3~2020.4.24	4961.7

	III	2020.3.6~2020.3.19	3365.6
小计	/	/	11890.3
原位淋洗	II-2	2020.3.8~2020.3.13	230
合计	/	/	12120.3

本项目 2020 年 3 月 6 日开始处理淋洗废水，废水处理总量为 38251.1 t。

表 4.3-10 废水来源及处理量

序号	污水来源	处理量 (t)
1	II-1 区淋洗废水	10264.3
2	II-2 区淋洗废水（包含原位淋洗）	14290.6
3	III 区淋洗废水	9596.2
4	其他废水（建筑垃圾冲洗废水、基坑降水、洗车机洗车和设备清洗、雨水沟收集的雨水）	4100
处理总量		38251.1



图 4.3-3 原位淋洗井安装



图 4.3-4 原位淋洗设备运行



图 4.3-5 异位淋洗设备运行

修复单位基本按照已备案的《原南通万达锅炉（任港路北侧）地块土壤修复工程施工组织设计》完成本项目修复工作。具体资料收集与审核情况如下：

表 4.3-11 淋洗区域收集一览表

序号	修复区域	资料名称	主要附件	收集情况
1	II-1、II-2（包括电线杆原位淋洗）、III 区	淋洗修复区土壤质量报验表	施工单位的自检报告和监理单位的检测报告	II-1、II-2（包括电线杆原位淋洗）、III 区域工程量报验表及附件材料 1 份
2		淋洗修复区工程量报验表	基坑拐点坐标、开挖面积、土方量	II-1、II-2（包括电线杆原位淋洗）、III 区基坑质量报验表及附件材料 1 份
3		淋洗设备运行记录	运行时间、运行工况	淋洗设施运行台账 1 份、淋洗药剂（EDTA）使用情况 1 份
4		废水站运行记录	运行台账、化验单、污泥台账等	废水站运行台账一份、化验报告 1 份、废水站污泥 1 份、药剂台账一份

5		淋洗区域质量效果评估申请单	施工单位的自检报告和 监理单位的检测报告	施工单位的自检报告 和监理单位的检测报告 1份
---	--	---------------	-------------------------	-------------------------------

针对淋洗区域修复工程，效果评估单位共收集到淋洗区域土壤质量报验表、淋洗区域工程量报验表、淋洗区域设备运行记录、废水站运行记录、淋洗区域质量效果评估申请单共 5 类文件，该资料由修复单位编制，经工程监理单位和环境监理单位签字确认。收集到的材料审核如表 4.3-12 所示。

表 4.3-12 淋洗修复区域材料审核一览表

序号	修复区域	资料名称	收集情况	审核情况
1	I-1、I-2、I-3 及 III 区修复后不合格土	淋洗修复区土壤质量报验表	II-1、II-2（包括电线杆原位淋洗）、III 区域工程量报验表及附件材料 1 份	资料齐全，且资料显示修复区域土壤检测均合格，满足效果评估报验要求，该结论经工程监理和环境监理单位签字确认
2		淋洗修复区工程量报验表	II-1、II-2（包括电线杆原位淋洗）、III 区基坑质量报验表及附件材料 1 份	各区域拐点坐标与已备案的施工组织设计一致。
3		淋洗设备运行记录	淋洗设施运行台账 1 份、淋洗药剂（EDTA）使用情况 1 份	记录设备开启停时间等情况，与实际施工时间逻辑一致，药剂使用台账齐全
4		废水站运行记录	废水站运行台账一份、化验报告 1 份、废水站污泥 1 份、药剂台账一份	废水站运行台账记录齐全，污泥台账与危废台账一致，药剂台账齐全且投加量与实际水处理量吻合。处理设备出水口的废水监测报告中砷的含量符合回用水标准。
5		淋洗区域区域质量效果评估申请单	施工单位的自检报告和 监理单位的检测报告 1 份	资料齐全，且资料显示修复区域土壤检测均合格，满足效果评估报验要求，该结论经工程监理和环境监理单位签字确认

经审核确认各区域拐点坐标与已备案的施工组织设计一致；淋洗修复区域土壤检测均合格；设备出水口的废水监测报告中砷的含量达到回用水标准，满足效

果评估报验要求，该结论经工程监理和环境监理单位签字确认。

4.3.2.2 环境监理概况回顾

4.3.2.2.1 质量控制

针对施工单位的自检方案进行以下环境监理措施：

（1）施工单位自检

- 1) 对施工单位的采样过程进行旁站；
- 2) 对施工单位的采样记录进行审阅；
- 3) 对施工单位与符合资质要求的第三方实验室的样品交接单进行审阅；
- 4) 对第三方实验室出具的检测报告进行审阅。

（2）环境监理单位抽样检测

在对施工单位的自检进行全面环境监理的同时，环境监理方还将对其送检的样品进行抽样检测。环境监理单位抽样检测的方案如下：

在对施工单位的自检采样过程进行旁站的同时，环境监理方还将对施工方采集的自检样品抽样进行同步送实验室检测。平行抽检的数量为施工方采集样品数量的 10%以上。平行抽检的目的，一来可以对施工单位的施工质量进行把控，二来也可以对第三方实验室的检测结果进行平行校核。

4.3.2.2.2 环境监测

（1）场地空气监测

①无组织排放监测

施工过程中污染物的无组织排放，环境监理按照《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T55-2000）中相关规定，在场地边界处设置大气监测点。无组织排放大气污染物的采集根据《大气污染物综合排放标准》（GB 16297）执行，采用连续监测 1 小时采集 1 个样品的方法。采样频次满足《环境监理工作制度（试行）》（环监[1996]888 号）中第 3 条款现场环境监理规定“对重点污染源及其污染防治设施的现场监理每月不少于 1 次；对建设项目、限期治理项目现场监理每月不少于 1 次”的要求。

无组织的大气环境监测的监测点位布设如下图 4.3-7 所示。监测点位的监测

因子如下表 4.3-13 所示。大气监测频次为主体工程施工前采样监测 1 次，施工过程中每 1 个月监测 1 次，施工完成后采样监测 1 次，共监测 4 次。



图 4.3-7 大气监测点位图

表 4.3-13 大气监测点位监测因子

污染源	点位	位置描述	监测因子
无组织	M1	地块北侧边界	SO ₂ 、NO _x 、颗粒物、苯并[a]芘、TVOC、非甲烷总烃、臭气浓度
	M2	地块西侧边界	
	M3	地块南侧边界	
	M4	地块东侧边界	

根据环评及批复中的要求，SO₂、NO_x、颗粒物、苯并（a）芘的无组织排放监控浓度限值满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中的标准；TVOC 排放标准达到天津地方标准《工业企业挥发性有机物排放控制标准》（DB12/524-2014）中表 5 中 VOCs 标准；臭气浓度达到《恶臭污染物排放标准》（GB14554-1993）表 1 中二级标准；非甲烷总烃达到《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）。

②固定源排放监测

尾气排放大气污染物的采集参照《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》（GB/T 16157）执行。对场地内预处理排气筒和热脱附排气筒排出的废气进行监测。监测因子如下表 4.3-15 所示。固定源排放监测频次为主体工程

施工过程中每 1 个月监测 1 次，共监测 2 次。

表 4.3-15 大气监测点位监测因子

污染源	点位	位置描述	监测因子
固定源	1#排气筒 (15m)	预处理排气筒	SO ₂ 、NO _x 、颗粒物、苯并[a] 芘、TVOC
	2#排气筒 (15m)	热脱附排气筒	

环境监理检测结果显示 SO₂、NO_x、颗粒物的排放监控浓度限值能够满足“环大气[2019]56 号 关于印发《工业炉窑大气污染综合治理方案》的通知”中的标准；苯并（a）芘能够满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中二级排放标准限值；TVOC 能够达到天津地方标准《工业企业挥发性有机物排放控制标准》（DB12/524-2014）中表 2 中 VOCs 标准。

③动态监测

针对本项目的特殊性，环境监理增设动态监测项目，为施工现场环境快速反应提供参考依据，对施工现场的施工组织和人员防护起到指导作用。

每日由项目施工方进行动态监测，按照施工作业班组的作业时间，每日监测不低于两次。每日监测数据汇总。考虑到不同时期、不同施工作业面、施工区域（包括设备、设施、构筑物等）等有可能造成污染排放的区域。不同时期，由于施工现场的变化，动态监测点位也应该随之进行相应调整。动态监测指标为 TVOCs。TVOCs 利用便携式有机气体检测仪（PID）快速监测。

（2）场地噪声监测

在项目施工过程中，环境监理单位共完成 2 次噪声监测，检测结果显示施工场界环境噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求。监测点位的监测因子如下表 4.3-17 所示。同时，施工单位完成日常噪声监测工作，每日昼间监测不少于两次（如有夜间施工，加测一次）。



图 4.3-8 噪声监测点位图

表 4.3-17 噪声监测点位监测因子

点位	位置描述	监测因子
Z1	地块北侧边界	白昼噪声、夜间噪声
Z2	地块西侧边界	
Z3	地块南侧边界	
Z4	地块东侧边界	

(4) 场地废水监测

① 地表水

为明确工程施工过程可能对周边地表水环境造成的影响,环境监理工作中对周边地表水体开展采样监测工作。周边地表水环境监测的监测点位布设如下图 4.3-9 所示,监测点位的监测因子如下表 4.3-18 所示。地表水监测频次为主体工程施工前采样监测 1 次,施工过程中每 1 个月监测 1 次,施工完成后采样监测 1 次,共监测 4 次。



图 4.3-9 地表水监测点位图

表 4.3-18 地表水监测点位监测因子

点位	位置描述	监测因子
W1	北侧任港河上游	pH、COD、氨氮、总磷、砷、苯并(a)芘、石油类
W2	北侧任港河下游	

检测结果显示，场地北侧任港河的水质能够满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中的Ⅲ类标准。

②施工废水

基坑开挖、降水过程产生的废水、雨水沟收集的雨水，运输车辆和设备清洗过程产生的废水和淋洗废水，经统一收集至现场污水处理站处理，去除污染物后回用于淋洗及热脱附合格土壤降温增湿，不外排。环境监理对污水处理站排口进行监测，监测因子如下表 4.3-20 所示。监测频次为主体工程施工过程中每 1 个月监测 1 次，共监测 2 次。

表 4.3-20 污水处理站排口监测因子

位置描述	监测因子
污水处理站排口	pH、SS、BOD ₅ 、砷、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽




检测结果显示，污染物 pH、SS、BOD₅ 最终能达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923-2005）表 1 中洗涤用水标准，砷、苯并(a)芘、苯并(b)





茆蒹能够达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类标准。

4.4 现场踏勘


我单位在项目修复过程中于2020年3月16日、2020年4月22日、2020年4月30日、2020年5月12日、2020年5月31日进行了多次现场踏勘，具体情况如下：

表 4.4-1 现场踏勘情况统计表

序号	踏勘时间	现场照片	情况描述
1	2020 年 3 月 16 日	 I-3 基坑踏勘现状	修复单位完成 I-3、III 区基坑清挖工作后，我单位对完成清挖工作的基坑进行了现场踏勘工作，对基坑底部及侧壁裸露土壤状况、遗留物品等进行观察和判断，未发现明显污染遗留，现场无明显感官异常。
		 III 基坑踏勘现状	
2	2020 年 4 月 22 日	 II-1 基坑踏勘现状	修复单位完成 II-1、II-2、I-2 区基坑清挖工作后，我单位对清挖后基坑进行了现场踏勘工作，对基坑底部及侧壁裸露土壤状况、遗留物品等进行观察和判断，未发现明显污染遗留，现场无明显感官异常。

序号	踏勘时间	现场照片	情况描述
		 <p>II-2 基坑踏勘现状</p>	
		 <p>I-2 基坑踏勘现状</p>	
3	2020 年 5 月 12 日	 <p>II-2 基坑清挖后堆体</p> 	<p>修复单位完成 I-1、I-2、II-2 基坑清挖土壤修复后，我单位对修复后的土壤堆体进行了现场勘察，现场堆体均用防尘网覆盖到位，对修复后的土壤堆体进行观察和判断，并没有异味。</p>

序号	踏勘时间	现场照片	情况描述
		I-2 基坑清挖后堆体	
4	2020 年 4 月 30 日	 <p>建筑垃圾覆盖</p>	<p>修复单位施工过程中产生的建筑垃圾进行了淋洗堆放，我单位进行了现场踏勘工作，对堆放区域进行了观察和判断，现场无明显感官异常，淋洗后的建筑垃圾妥善堆存</p>
		 <p>建筑垃圾冲洗</p>	
5	2020 年 5 月 31 日	 <p>撤场后现场现状</p>	<p>修复单位竣工后，我单位对修复完成后的整个场地进行了现场勘察，对场地表层土壤状况、遗留物品等进行观察和判断，发现场地现场已进行平整，场地内注药设备和药剂仓库均已拆除，现场无明显</p>

序号	踏勘时间	现场照片	情况描述
		 <p>场地撤场后航拍图</p>	感官异常。

4.5 人员访谈

效果评估单位最后一次现场踏勘入场前，与业主单位、工程监理、环境监理等相关人员进行了访谈，各访谈对象均表示，场地施工期间未受到噪声、扬尘影响，未发生环境污染投诉事件。此外，根据人员访谈结果可知，周边小区居民未因本场地施工受到不良的环境影响，场地施工对周边居民的影响总体较小，具体访谈内容详见附件。

4.6 地块概念模型

4.6.1 修复区域模块更新

（1）清挖方量更新

重金属污染土壤区域，包括重金属砷污染区域 II-1、II-2 区域，其中 II-1 区域理论清挖面积和土方量为 1882m^2 和 3199.4m^3 ；实际清挖面积和土方量为 1920m^2 和 3563.0m^3 ；由于 II-2 区域内有一根 1 万伏高压电线杆，为避免基坑开挖过程对电线杆造成扰动，电线杆所在区域采用工程支护保护，确保基坑安全开挖。针对电线杆区域下方污染土壤，实际采用原位淋洗修复技术进行修复，修复面积为 115m^2 ，修复方量为 230m^3 。II-2 区域理论清挖面积和土方量为 2411.7m^2 和 4823.4m^3 ，理论清挖面积包含电线杆原位淋洗区域 115m^2 ，实际清挖面积和土方量为 2374m^2 和 4961.7m^3 。

有机污染土壤区域，包括多环芳烃污染区域 I-1、I-2、I-3 区域，I-1 区域理论清挖面积和土方量为 3605m^2 和 6128.5m^3 ，实际清挖面积和土方量为 3646m^2 和 6344m^3 。I-2 区域理论清挖面积和土方量为 1500m^2 和 2550m^3 ，实际清挖面积和土方量为 1520m^2 和 2660m^3 。I-3 区域理论清挖面积和土方量为 990m^2 和 1683m^3 ，实际清挖面积和土方量为 999m^2 和 1753.5m^3 。

III 区为复合污染区域，理论清挖面积和土方量为 1871.4m^2 和 3181.4m^3 ，实际清挖面积和土方量为 1893m^2 和 3365.6m^3 。各区域清挖深度与原方案一致。具体如表 4.6-1 所示。

表 4.6-1 污染区域清挖面积统计表

序号	区域	理论清挖面积 (m ²)	实际清挖面积 (m ²)	实际清挖深度 (m)	理论土方量 (m ³)	实际清挖量 (m ³)	清挖日期
1	I-1	3605	3646	0-1.7	6128.5	6344.0	2020.3.25-2020.3.27
2	I-2	1500	1520	0-1.7	2550	2660.0	2020.4.23-2020.4.25
3	I-3	990	999	0-1.7	1683	1748.3	2020.1.8-2020.1.12
4	II-1	1882	1920	0-1.7	3199.4	3563.0	2020.3.19-2020.3.21
5	II-2	2411.7	2374	3.5-5.5	4823.4	4961.7	2020.4.15-2020.4.17
6			115 (原位淋洗)	/	/	/	/
	III	1871.4	1893	0-1.7	3181.4	3365.6	2020.1.13-2020.1.15
总计		12260.1	12352		21565.7	22647.9	

(2) 药剂使用量更新

淋洗修复施工过程中，共使用 EDTA 淋洗剂 20.1 吨，PAC6.8 吨，PAM0.685 吨，有机硫 3.4 吨，硫酸亚铁 1.4 吨，双氧水 4.8 吨，药剂进货量及使用量见表 4.6-2 和表 4.6-3。

表 4.6-2 淋洗药剂和水处理药剂进场及总用量统计

药剂种类	进场时间	进货量 (t)	总用量 (t)	用途
EDTA	2020.3.6	10.1	20.1	重金属淋洗剂
	2020.3.28	10.0		
PAC	2020.3.6	7.0	6.8	水处理药剂
PAM	2020.3.6	1.0	0.685	水处理药剂
有机硫	2020.3.6	3.5	3.4	水处理药剂
硫酸亚铁	2020.3.4	1.5	1.4	水处理药剂
双氧水	2020.3.4	5.0	4.8	水处理药剂

表 4.6-3 淋洗和水处理药剂使用情况汇总表

日期	EDTA (t)	PAC (t)	PAM (t)	有机硫 (t)	双氧水 (t)	硫酸亚铁 (t)
2020/3/6	0.39	0.132	0.013	0.066	0.331	0.099
2020/3/7	0.305	0.104	0.01	0.052	0.259	0.078
2020/3/8	0.339	0.115	0.012	0.058	0.288	0.086
2020/3/9	0.424	0.144	0.014	0.072	0.36	0.108
2020/3/10	0.39	0.132	0.013	0.066	0.331	0.099

日期	EDTA (t)	PAC (t)	PAM (t)	有机硫 (t)	双氧水 (t)	硫酸亚铁 (t)
2020/3/11	0.441	0.15	0.015	0.075	0.374	0.112
2020/3/12	0.407	0.138	0.014	0.069	0.346	0.104
2020/3/13	0.432	0.147	0.015	0.073	0.367	0.11
2020/3/14	0.373	0.127	0.013	0.063	0.317	0.095
2020/3/15	0.458	0.156	0.016	0.078	0.389	0.117
2020/3/16	0.441	0.15	0.015	0.075	0.374	0.112
2020/3/17	0.424	0.144	0.014	0.072	0.36	0.108
2020/3/18	0.424	0.144	0.014	0.072	0.36	0.108
2020/3/19	0.402	0.137	0.014	0.068	0.341	0.102
2020/3/20	0.424	0.144	0.014	0.072	/	/
2020/3/21	0.447	0.152	0.015	0.076	/	/
2020/3/22	0.373	0.127	0.013	0.063	/	/
2020/3/23	0.458	0.156	0.016	0.078	/	/
2020/3/24	0.434	0.147	0.015	0.074	/	/
2020/3/25	0.458	0.156	0.016	0.078	/	/
2020/3/26	0.424	0.144	0.014	0.072	/	/
2020/3/27	0.441	0.15	0.015	0.075	/	/
2020/3/28	0.373	0.127	0.013	0.063	/	/
2020/3/29	0.441	0.15	0.015	0.075	/	/
2020/3/30	0.441	0.15	0.015	0.075	/	/
2020/4/1	0.43	0.146	0.015	0.073	/	/
2020/4/2	0.458	0.156	0.016	0.078	/	/
2020/4/3	0.441	0.15	0.015	0.075	/	/
2020/4/4	0.203	0.069	0.007	0.035	/	/
2020/4/5	0.424	0.144	0.014	0.072	/	/
2020/4/6	0.441	0.150	0.015	0.075	/	/
2020/4/7	0.378	0.128	0.013	0.064	/	/
2020/4/8	0.449	0.153	0.015	0.076	/	/
2020/4/9	0.441	0.150	0.015	0.075	/	/
2020/4/10	0.449	0.153	0.015	0.076	/	/
2020/4/11	0.435	0.148	0.015	0.074	/	/
2020/4/13	0.254	0.086	0.009	0.043	/	/
2020/4/14	0.444	0.151	0.015	0.075	/	/
2020/4/15	0.424	0.144	0.014	0.072	/	/
2020/4/16	0.441	0.150	0.015	0.075	/	/
2020/4/17	0.373	0.127	0.013	0.063	/	/
2020/4/18	0.446	0.151	0.015	0.076	/	/
2020/4/19	0.415	0.141	0.014	0.071	/	/
2020/4/20	0.458	0.156	0.016	0.078	/	/
2020/4/21	0.449	0.153	0.015	0.076	/	/
2020/4/22	0.449	0.153	0.015	0.076	/	/

日期	EDTA (t)	PAC (t)	PAM (t)	有机硫 (t)	双氧水 (t)	硫酸亚铁 (t)
2020/4/23	0.449	0.153	0.015	0.076	/	/
2020/4/24	0.134	0.046	0.005	0.023	/	/
总用量	20.1	6.8	0.685	3.4	1.4	4.8

(3) 土方回填更新

本项目回填土方量共 31801.3 m³，2020 年 4 月 3 日开始回填施工，2020 年 5 月 29 日，基坑回填施工完成。具体回填施工时间及工程量统计见表。

表 4.6-4 回填施工时间及工程量

序号	回填区域	回填时间	回填土来源	回填方量 (m ³)
1	I-1	2020.5.2~2020.5.4 2020.5.28	I-1 区和 I-3 区 修复后验收合格土	6355
2	I-2	2020.5.29	I-2 区修复后验收合格土	2753
3	I-3	2020.4.3, 2020.4.4	II-2 区表层清洁土	1932
4	II-1	2020.4.23, 2020.4.24	II-1 区修复后验收合格土	3665
5	II-2	2020.5.5~2020.5.7, 2020.5.28~2020.5.29	II-2 表层清洁土, I-1 区、II-2 区修复后验收合格土, III 区重 新修复后验收合格土	13568.3
6	III	2020.4.5, 2020.4.10	II-2 区表层干净土, III 区修复后验收合格土	3528
回填总方量 (m ³)				31801.3

(4) 废水排放情况更新

针对基坑开挖、降水过程产生的废水、雨水沟收集的雨水、厂区入口洗车池洗车和设备清洗过程产生的废水、淋洗洗脱液废水，经统一收集至现场污水处理站处理后回用。废水中可能的污染物主要有重金属砷，半挥发性有机污染物苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽、苯并(b)荧蒹。出水指标中 pH、SS、BOD₅ 执行《城市生活污水再生利用 工业工业用水水质》(GB/T19923-2005) 表 1 洗涤用水标准，砷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽、苯并(b)荧蒹执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III 类标准。

本项目 2020 年 3 月 6 日开始处理淋洗废水，废水处理总量为 38251.1t。

表 4.6-5 废水来源及处理量

序号	污水来源	处理量 (t)
1	II-1 区淋洗废水	10264.3
2	II-2 区淋洗废水 (包括原位淋洗)	14290.6
3	III 区淋洗废水	9596.2

4	其他废水（建筑垃圾冲洗废水、基坑降水、洗车机洗车和设备清洗、雨水沟收集的雨水）	4100
处理总量		38251.1

（5）废气排放情况更新

本项目土壤修复过程中产生的废气主要为扬尘、清挖废气、土壤预处理废气及异位热脱附处理尾气。

为了避免大面积土方开挖施工造成大量扬尘污染环境，施工过程中对地块进行分区分阶段分步实施。运输车辆进出施工现场都对车身及轮胎进行了清洗，采用全封闭运输车进行运输，避免车内及轮胎上土壤掉落，造成扬尘二次污染，同时控制运输车辆在厂区的行驶速度，减速慢行，除此以外，对施工场地道路进行定期洒水抑尘。

本项目土壤清挖过程会存在苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽的污染，施工单位采用喷洒气味抑制剂应对污染土壤清挖过程可能产生的挥发性有机废气和异味，对清挖后还未验收的基坑及时进行防雨布覆盖，防止未清挖完全的污染土中污染物挥发造成二次污染。清挖后的污染土壤直接运至前处理大棚内，避免了污染土壤暂存过程中污染物挥发可能带来的废气二次污染。

预处理过程在密封钢结构膜大棚内进行，预处理过程中粉尘经车间内配置抽风系统和尾气处理系统（布袋除尘+活性炭吸附）处理后达标排放。

异位热脱附尾气经旋风除尘、布袋除尘、RCO催化燃烧、活性炭吸附处理后通过2#15米高的排气筒排放。热脱附修复施工过程中，药剂进货量及使用量见表。

表 4.6-6 热脱附药剂进货量

生石灰					
总进货量 (t)			220.0		
序号	进场日期	进货量 (t)	序号	进场日期	进货量 (t)
1	2020.03.16	20.0	7	2020.04.06	20.0
2	2020.03.21	20.0	8	2020.04.17	20.0
3	2020.03.24	20.0	9	2020.04.22	20.0
4	2020.03.27	20.0	10	2020.04.27	20.0
5	2020.04.01	20.0	11	2020.04.30	20.0
6	2020.04.04	20.0			
生物质燃料					
总进货量 (t)			1160.0		
序号	进场日期	进货量 (t)	序号	进场日期	进货量 (t)

1	2020.03.15	20	24	2020.04.06	30
2	2020.03.16	20	25	2020.04.07	30
3	2020.03.17	20	26	2020.04.09	30
4	2020.03.18	20	27	2020.04.10	30
5	2020.03.19	20	28	2020.04.11	30
6	2020.03.20	20	29	2020.04.12	30
7	2020.03.21	20	30	2020.04.13	30
8	2020.03.22	20	31	2020.04.14	30
9	2020.03.23	20	32	2020.04.15	30
10	2020.03.24	20	33	2020.04.16	30
11	2020.03.25	20	34	2020.04.17	30
12	2020.03.25	20	35	2020.04.22	30
13	2020.03.26	20	36	2020.04.23	30
14	2020.03.27	20	37	2020.04.24	30
15	2020.03.28	30	38	2020.04.25	30
16	2020.03.29	30	39	2020.04.26	30
17	2020.03.30	20	40	2020.04.27	30
18	2020.03.31	20	41	2020.04.28	30
19	2020.04.01	30	42	2020.04.29	30
20	2020.04.02	30	43	2020.04.30	30
21	2020.04.03	20	44	2020.04.30	30
22	2020.04.04	20	45	2020.04.30	30
23	2020.04.05	20			
活性炭					
序号	进场日期	进货量 (t)	出场日期	出货量 (t)	去向
1	2020 年 1 月 10 日	2	2020 年 6 月 4 日	2	南通润启环保科技有限公司处置

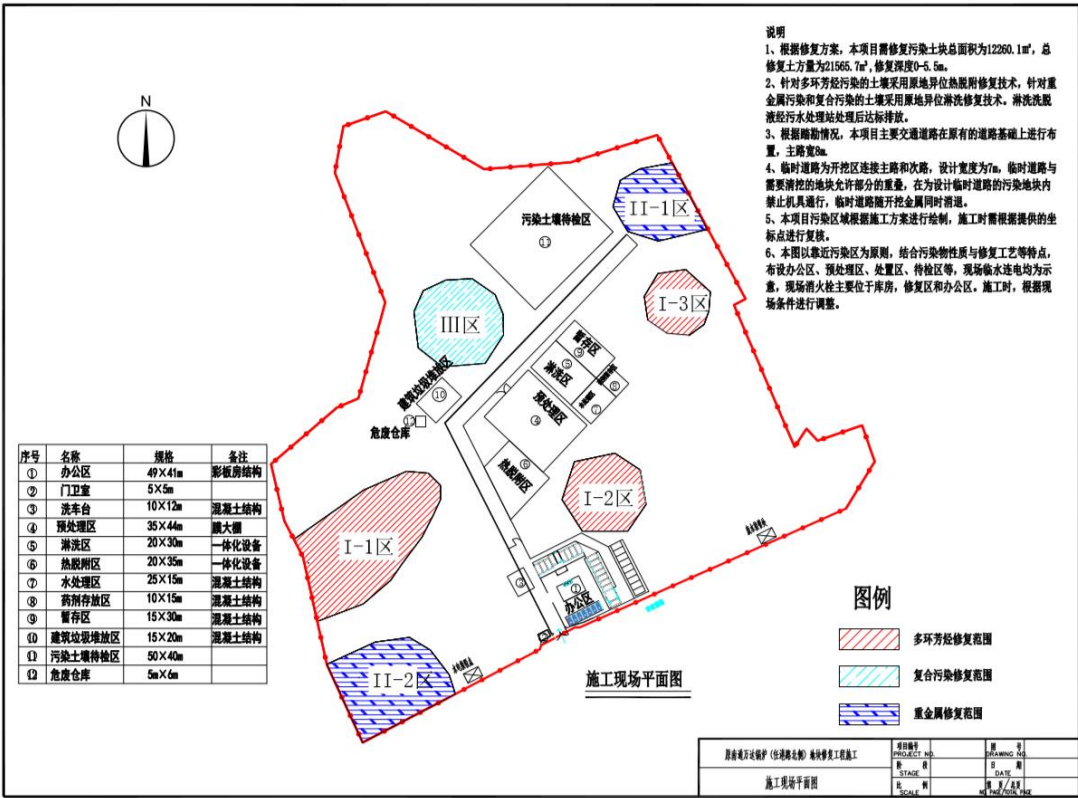
4.6.2 总平面布置模块更新

本项目施工总平面布置包括污染土壤待检区、建筑垃圾堆放区、药剂仓库、水处理区、热脱附区、淋洗区、预处理区、洗车台、门卫室及办公区等。与原方案相比少了暂存区；实际施工过程中新增一污染土壤待检区域，新增区域规格为 50*60m，位于 II-2 基坑旁。施工现场布置与方案内容对比情况如表 4.6-7 所示，原施工平面布置图与现场施工平面布置图对比如图 4.6-1 所示。

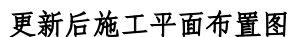
表 4.6-7 施工现场布置与方案对比情况表

序号	施工方案			工程实施		
	功能区	规格	面积 (m ²)	功能区	规格	面积 (m ²)

1	办公区	49 × 41m	2009	实际规格 40 × 50m	2000
2	门卫室	5 × 5m	25	与施工方案一致	25
3	洗车台	10 × 12m	120	实际规格 6 × 6m	36
4	预处理区	35 × 44m	1540	实际规格 32 × 42m	1344
5	淋洗区	20 × 30m	600	规格与施工方案一致，实际位于原暂存区域	600
6	热脱附区	20 × 35m	700	实际规格 30 × 35m	1050
7	水处理区	25 × 15m	375	实际规格 20 × 15m	300
8	药剂存放区	10 × 15m	150	实际规格 10 × 10m，实际位于预处理区大棚内	100
9	暂存区	15 × 30m	450	实际未建设	/
10	建筑垃圾堆放区	15 × 20m	300	实际位于污染待检区域旁，规格 10 × 20m	200
11	污染土壤待检区	50 × 40m	2000	实际建设 2 个污染土壤待检区域，规格分别为 50 × 60 m；40 × 50 m	5000
12	危废仓库	5 × 6m	30	规格与施工方案一致，实际位于热脱附旁	30



原方案中施工平面布置图



4.6.3 地块概念模型小结

本项目污染土壤清挖区域理论开挖面积为 12260.1 m²，实际清挖面积为

12352 m²；污染土壤清挖区域理论清挖方量为 21565.7 m³，实际清挖方量为 22647.9 m³。

5 效果评估布点方案

5.1 评估范围

本次效果评估主要针对原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程，根据业主提供的场地修复方案的相关要求，评估范围主要包括以下几方面：

- （1）重金属和有机物污染土壤清挖后基坑效果评估；
- （2）重金属和有机污染土壤处置后达标的效果评估；
- （3）处置达标的土壤回填后整场地二次污染区域的效果评估。

5.2 采样节点

根据实际施工进度情况，本次效果评估一共分 8 次对场地进行采样检测，相关采样内容及时间安排见表 5.2-1

表 5.2-1 现场采样时间安排表

序号	采样时间	采样内容
1	2020 年 3 月 5 日	I-3 基坑采样、II-2 支护侧壁采样
2	2020 年 3 月 17 日	III 基坑采样
3	2020 年 4 月 1 日	III 区修复后堆体采样、III 区基坑侧壁不合格点位采样
4	2020 年 4 月 13 日	II-1 基坑采样、II-1 修复后堆体采样
5	2020 年 4 月 22 日	I-1、II-2 基坑采样；I-1、I-3 修复后堆体采样
6	2020 年 5 月 12 日	I-2 基坑采样；II-2、I-1、I-2 堆体采样；III 区修复后不合格堆体采样
7	2020 年 5 月 14 日	原位修复区域采样
8	2020 年 6 月 3 日	地下水采样、二次污染区域采用、区域抽测采样

5.3 布点数量与位置

根据之前已备案的修复效果评估方案中确定的布点采样方案，结合《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）文件要求，对清挖后的基坑底部、基坑侧壁、原位淋洗修复区域、异位修复后土壤堆体区域、疑似二次污染区域进行布点取样检测。

5.3.1 清挖基坑效果评估方案

参考《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）中坑底底部及侧壁采样要求，采集基坑土壤样品，采样点位于坑底和侧壁。

5.3.1.1 基坑底部

坑底底部采用系统布点的方法，推荐最少采样点数量见表 5.3-1

表 5.3-1 基坑土壤采样布点——底部采样数量

基坑面积 (m ²)	坑底采样点数目 (个)
小于 100	2
100~1000	3
1000~1500	4
1500~2500	5
2500~5000	6
5000~7500	7
7500~12500	8
大于 12500	网格大小不超过 40×40

现场采样时根据修复施工单位提供的报验申请，结合实际现场情况进行布点。

具体布点方案如表 5.3-2 所示所示。现场点位分布见图 5.3-1。

表 5.3-2 污染土壤修复效果评估基坑底部布点方案

编号	实际清挖面积(m ²)	布点数 (个)
多环芳烃区域 I-1	3646	6
多环芳烃区域 I-2	1520	5
多环芳烃区域 I-3	999	3
重金属区域 II-1	1920	5
重金属区域 II-2	2374	5
多环芳烃+重金属区域 III	1893	5
合计	/	29

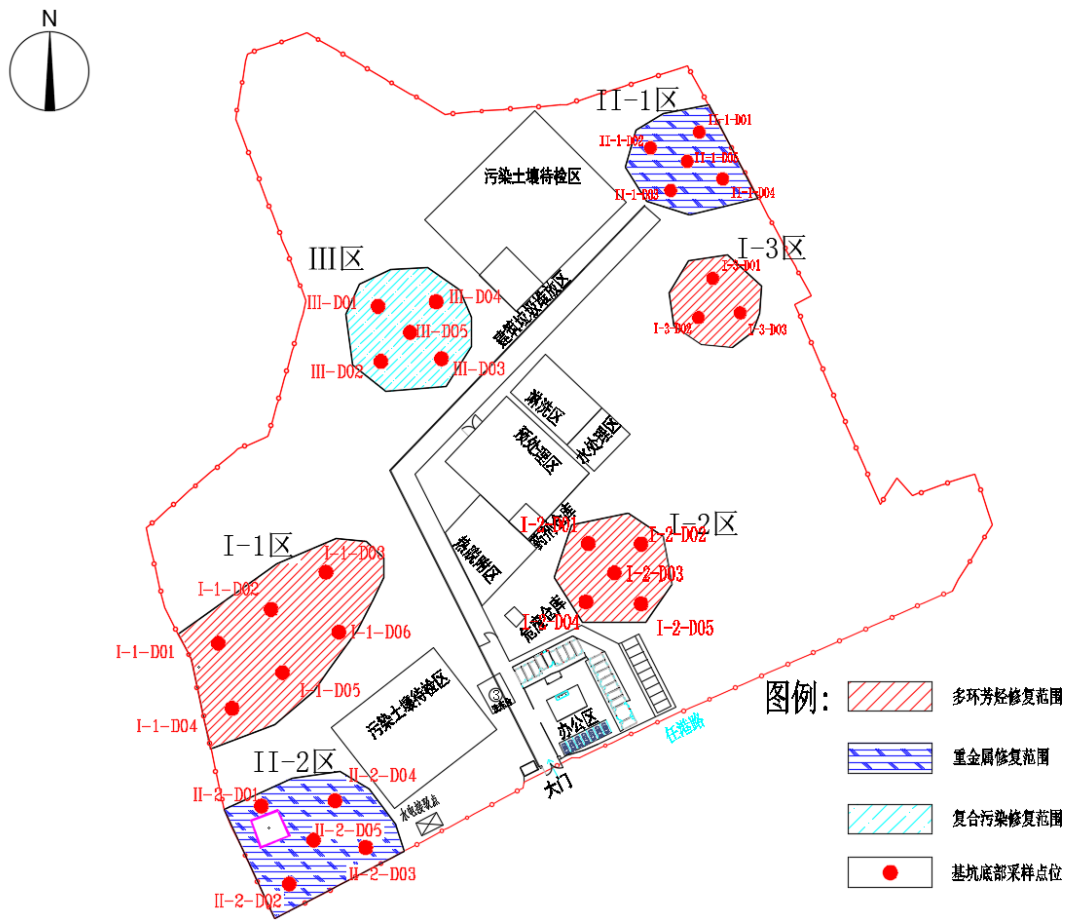


图 5.3-1 基坑底部采样点位分布图

5.3.1.2 基坑侧壁

基坑侧壁采用等距离布点法，当基坑深度大于 1m 时，侧壁进行垂向分层采样，考虑地块土层性质与污染垂向分布特征，在污染物易富集位置设置采样点，各层采样点之间垂向距离不大于 3m。侧壁采样布点规则见表 5.3-3

表 5.3-3 土壤采样布点（侧壁采样数量）

基坑面积（m ² ）	侧壁采样点数目（个）
小于 100	4
100~1000	5
1000~1500	6
1500~2500	7
2500~5000	8
5000~7500	9
7500~12500	10
大于 12500	采样点间隔不超过 40m

现场实际采样过程中，根据施工单位上报的经工程监理、环境监理确认后的报验单各基坑面积进行布点。侧壁土壤采样布点数量如表 5.3-4 所示。现场点位分布见图 5.3-2、5.3-3。

表 5.3-4 污染土壤修复效果评估基坑侧壁布点方案

编号	修复深度 (m)	面积 (m ²)*	横向布点数 (个)	垂向布点数 (个)	小计 (个)
多环芳烃区域 I-1	0-1.7	3646	8	2	16
多环芳烃区域 I-2	0-1.7	1520	6	2	12
多环芳烃区域 I-3	0-1.7	999	5	2	10
重金属区域 II-1	0-1.7	1920	7	2	14
重金属区域 II-2	3.5-5.5	2374	7	2	14
多环芳烃+重金属区域 III	0-1.7	1893	7	2	14
合计	/	/	/	/	80

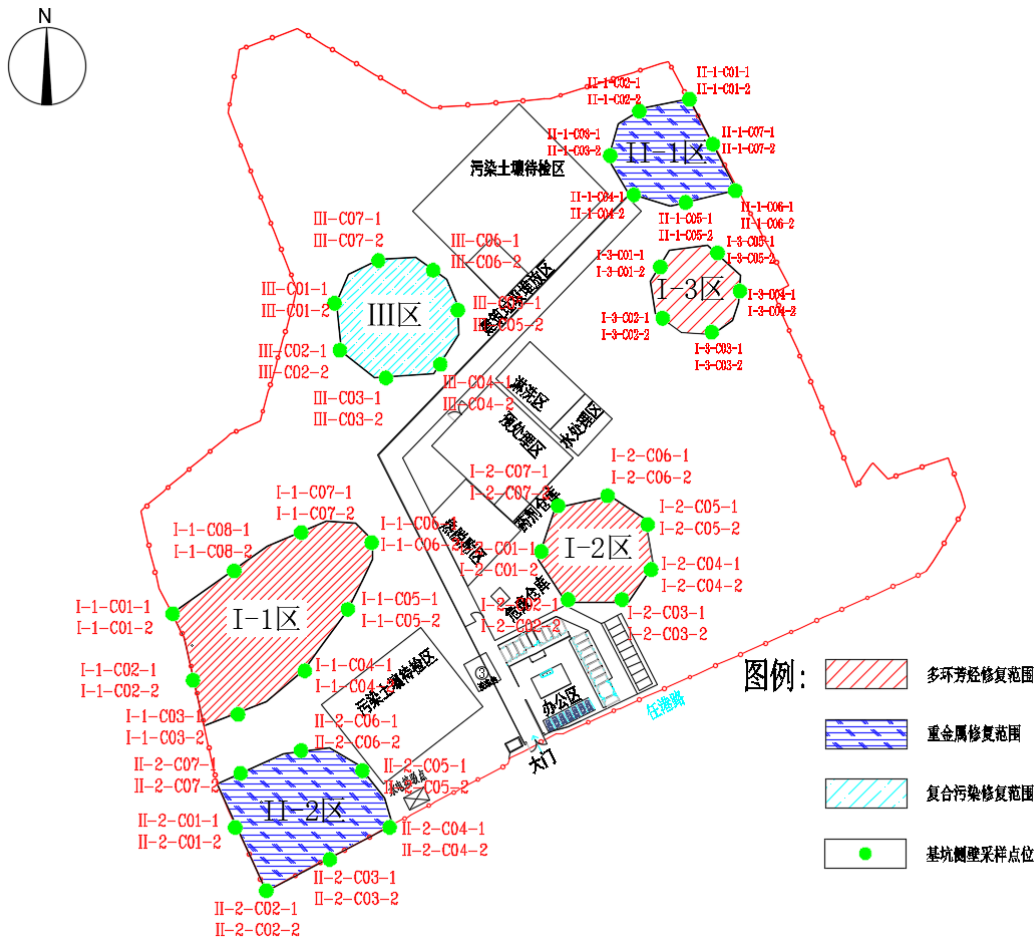


图 5.3-2 基坑采样点位分布图

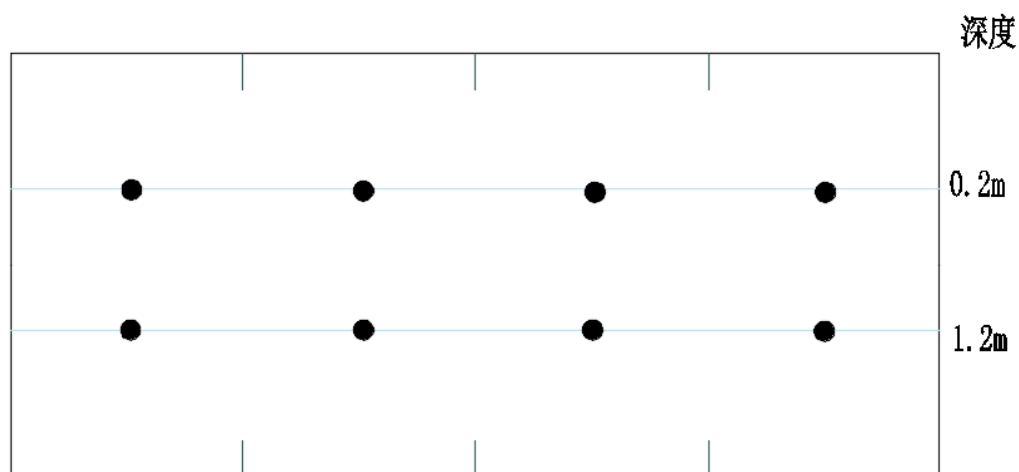


图 5.3-3 0-1.7m 基坑侧壁采样点位分布图

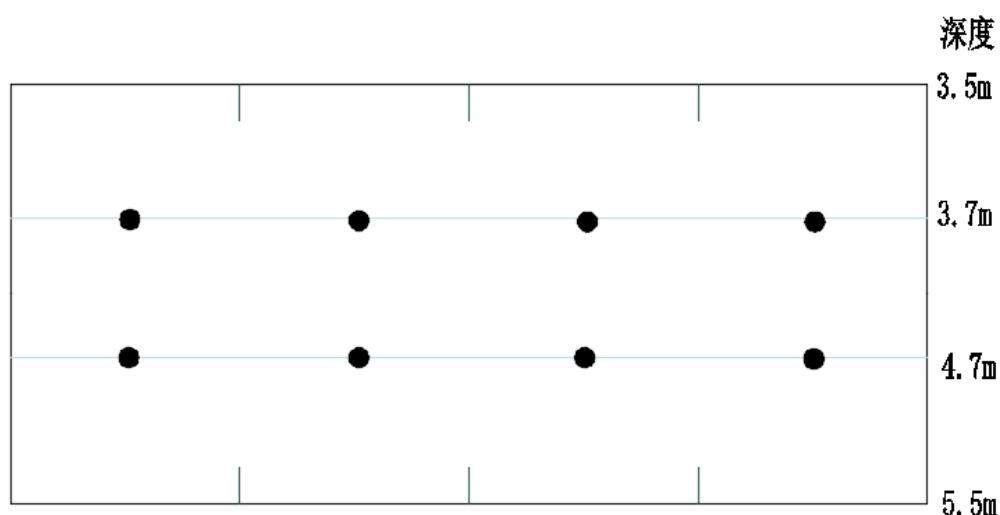


图 5.3-4 3.5-5.5m 基坑侧壁采样点位分布图

5.3.2 土壤异位修复效果评估布点方案

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）》（HJ 25.5-2018）要求，异位修复后土壤修复效果评估的对象为异位修复后的土壤堆体，异位修复后的土壤应在修复完成后、再利用之前采样。修复后土壤根据修复后土壤中污染物浓度分布特征参数计算修复差变系数，根据不同差变系数查询计算对应的推荐采样数量（见表 5.3-5）。差变系数计算方法如下：

差变系数指的是“修复后地块污染物平均浓度与修复目标值的差异”与“估

计标准差”的比值，用 τ 表示。差异越大、估计标准差越小，则差变系数越大，所需样本量越小。计算方法如下：

$$\tau = \frac{(Cs - \mu_1)}{\sigma}$$

其中 Cs 为修复目标值；

μ_1 为估计的总体均值，通常用已有样品的均值来估算；

σ 为估计标准差，根据前期资料和先验知识估计或计算，具体如下：①从修复中试试验或其他先验数据中选择简单随机样本，样本量不少于 20 个，确定 20 个样本的浓度；若不是简单随机样本，则样本点应覆盖整个区域、能够代表采样区；若样本量少于 20 个，应补充样本量或采用其他的统计分析方法进行计算；②计算 20 个样本的标准差，作为估计标准差。

对于按照堆体模式处理的修复技术，若在堆体拆除前采样，在符合前述要求的同时，应结合堆体大小设置采样点。

表 5.3-5 修复后土壤最少采样点数量

差变系数	采样单元大小 (m^3)
0.05~0.20	100
0.20~0.40	300
0.40~0.60	500
0.60~0.80	800
0.80~1.00	1000

表 5.3-6 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	增加一个

根据施工方报验单的相关信息可知，各个基坑清挖量堆体统计见表 5.3-7。

表 5.3-7 修复后土方量统计表

序号	区域	污染物	堆体尺寸 (m)	方量 (m^3)
1	III	砷、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、苯并(a)芘	上长 28.9m，上宽 23.5m， 下长 37.8m，下宽 29m，高 2.8m	2462.3

序号	区域	污染物	堆体尺寸 (m)	方量 (m ³)
2	II-1	砷	上长 27.2m, 上宽 26.2m, 下长 36.2m, 下宽 34m, 高 2.65m	2544
3	I-1、I-3	苯并(b)荧蒽、二苯并 (a,h)蒽、苯并(a)芘	上长 44m, 上宽 26.6m, 下 长 50m, 下宽 32.6m, 高 3.77m	5255
4	II-2	砷	上长 39.6 m, 上宽 27.6 m, 下长 47.4 m, 下宽 34.5 m, 高 3.1 m	4200.7
5	I-1	苯并(b)荧蒽、二苯并 (a,h)蒽、苯并(a)芘	上长 29.4 m, 上宽 25 m, 下 长 35.6 m, 下宽 30.5 m, 高 3.4 m	3076
6	I-2	苯并(b)荧蒽、二苯并 (a,h)蒽、苯并(a)芘	上长 28.8 m, 上宽 24 m, 下 长 35.3m, 下宽 29.5 m, 高 3.2 m	2753
7	III 区不合 格土壤复 验	砷、苯并(b)荧蒽、二 苯并(a,h)蒽、苯并(a) 芘	上长 15.6 m, 上宽 11.3 m, 下长 22m, 下宽 17.5 m, 高 2.8 m	744

实际现场布点过程中, 根据施工单位、环境监测前期检测数据结果计算差变系数, 实际计算结果如表 5.3-8, 实际布点图见图 5.3-5~11

表 5.3-7 各堆体布点数量统计表

序号	区域	污染物	方量 (m ³)	差变系数	采样数量
1	III	砷、苯并(b)荧蒽、二 苯并(a,h)蒽、苯并(a) 芘	2462.3	4.03	7
2	II-1	砷	2544	0.97	8
3	I-1、I-3	苯并(b)荧蒽、二苯并 (a,h)蒽、苯并(a)芘	5255	1.23	13
4	II-2	砷	4200.7	8.23	11
5	I-1	苯并(b)荧蒽、二苯并 (a,h)蒽、苯并(a)芘	3076	1.23	9
6	I-2	苯并(b)荧蒽、二苯并 (a,h)蒽、苯并(a)芘	2753	1.23	8
7	III 区不合 格土壤复 验	砷、苯并(b)荧蒽、二 苯并(a,h)蒽、苯并(a) 芘	744	5.58	4

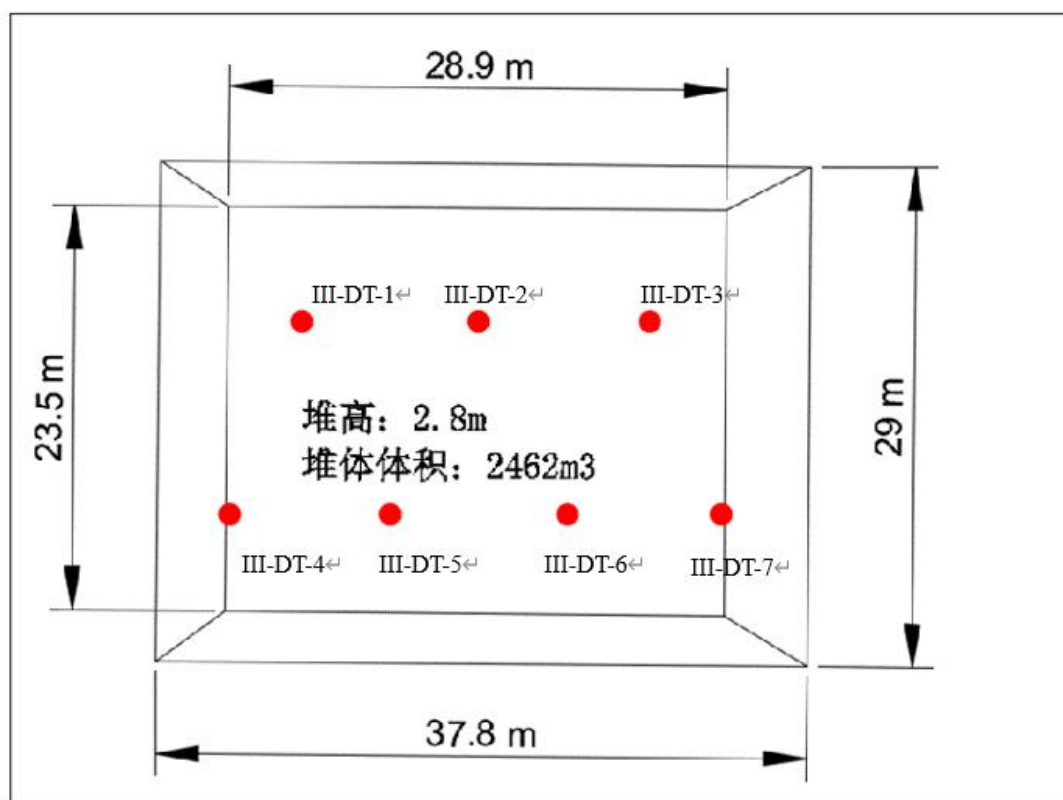


图 5.3-5 III区堆体布点采样分布图

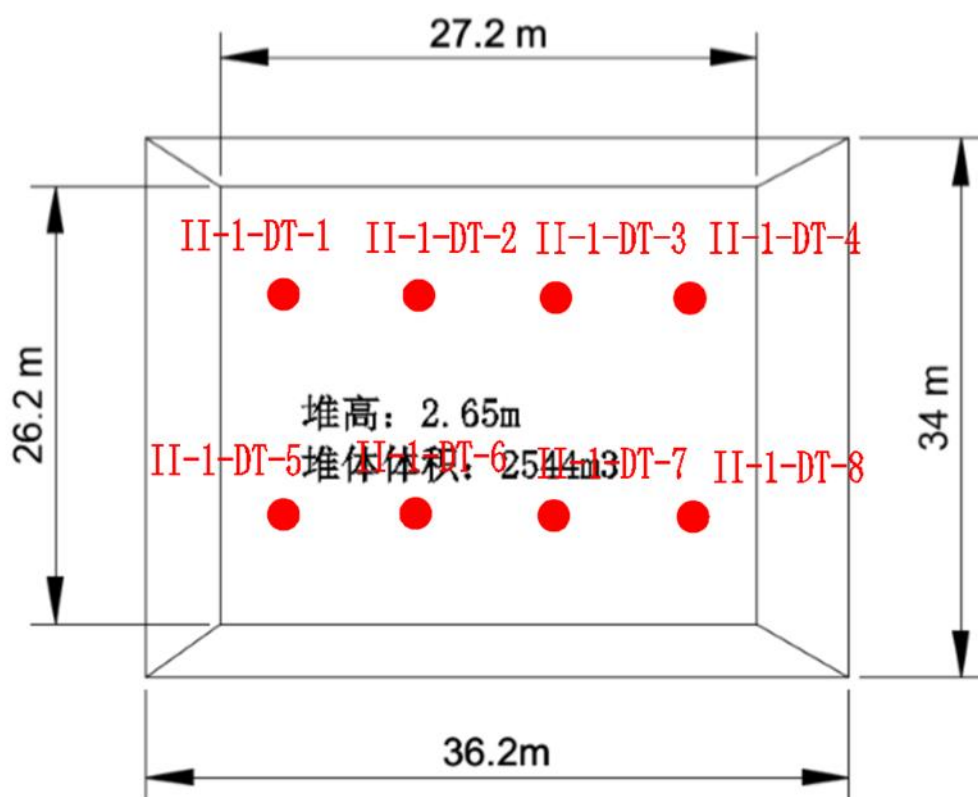


图 5.3-6 II-1 区堆体布点采样分布图

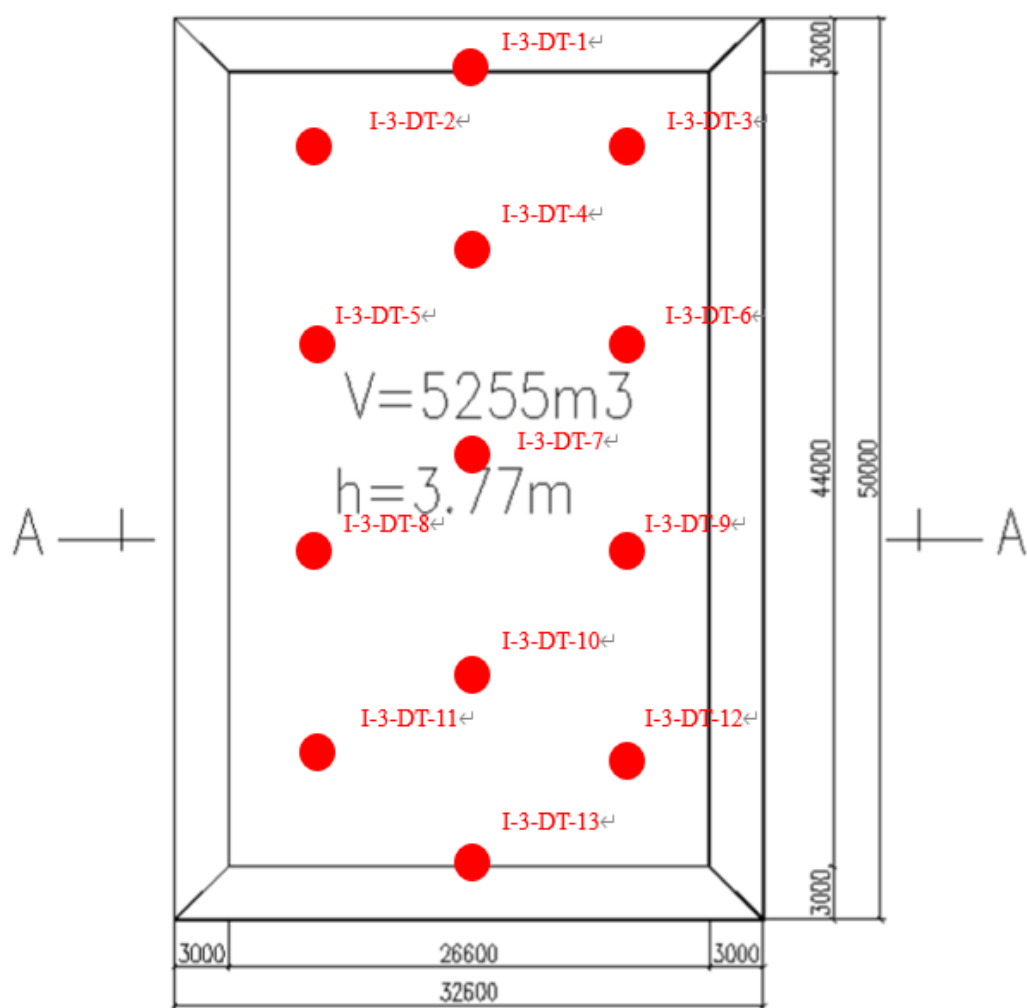


图 5.3-7 I-3 堆体布点采样分布图

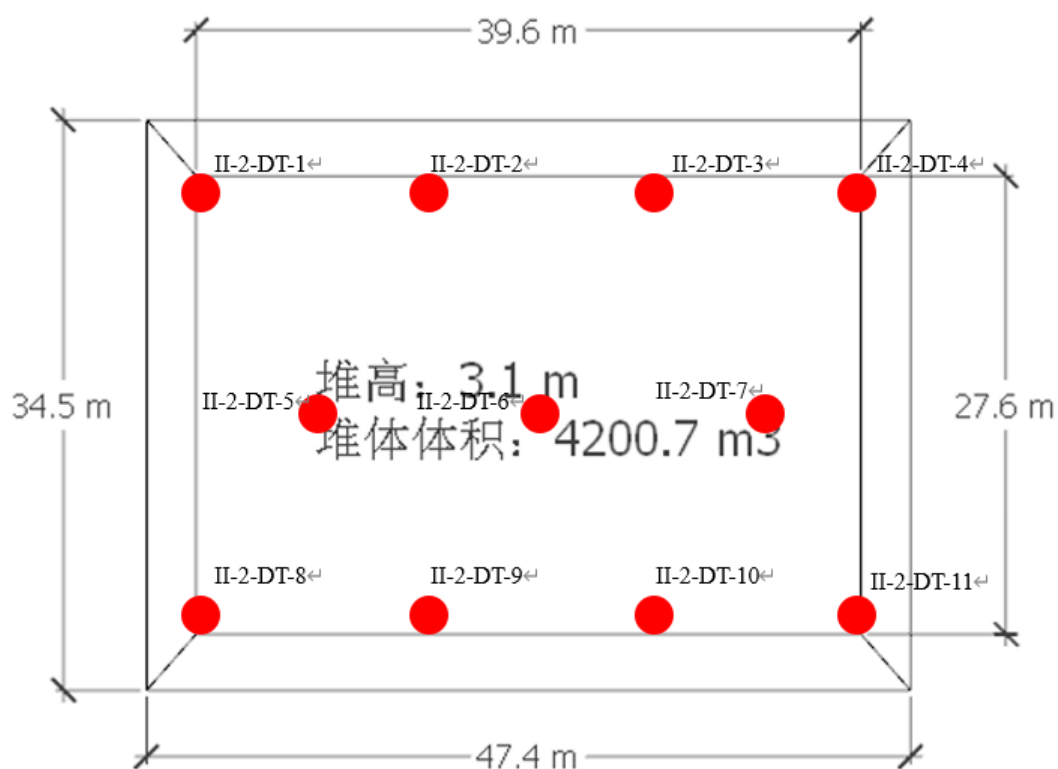


图 5.3-8 II-2 堆体布点采样分布图

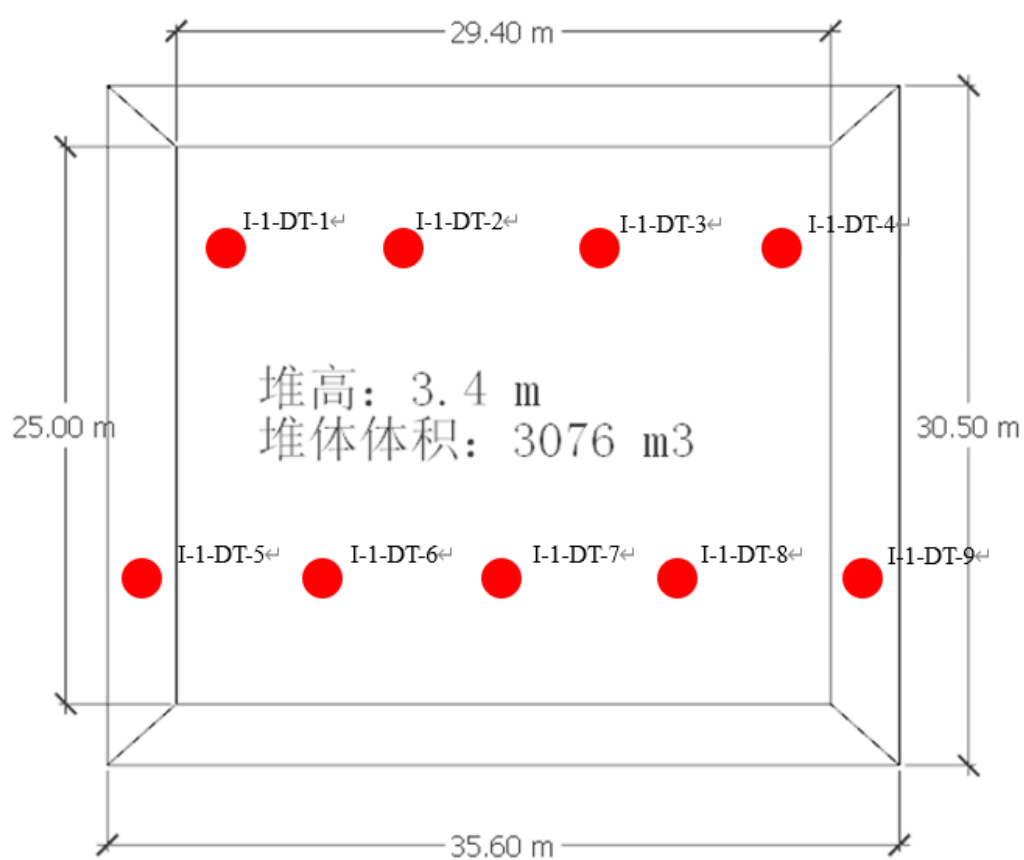


图 5.3-9 I-1 堆体布点采样分布图

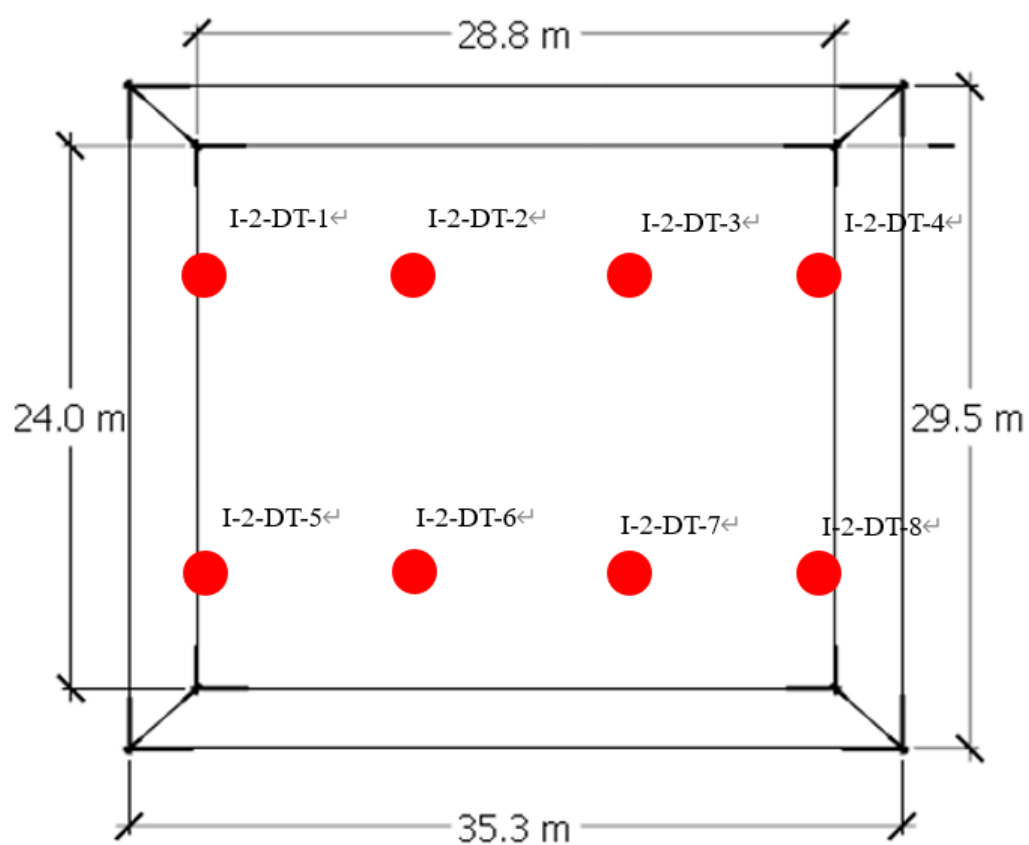


图 5.3-10 I-2 堆体布点采样分布图

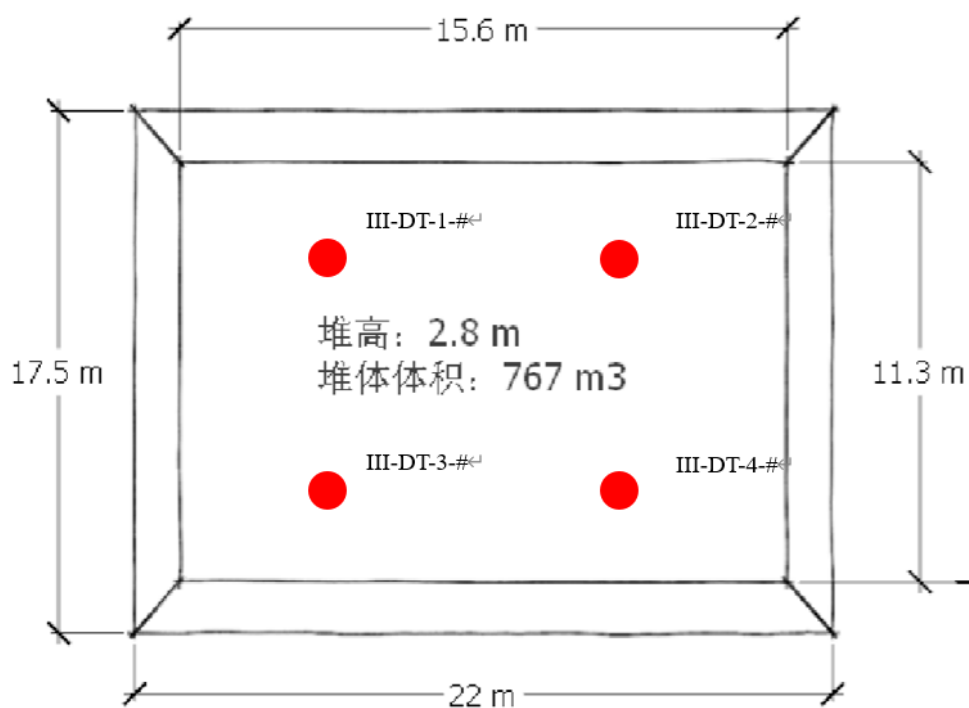


图 5.3-11 III 区不合格土堆体布点采样分布图

5.3.3 土壤原位修复区域效果评估布点方案

5.3.2.1 水平方向

由于 II-2 区域内有一根电线杆，规格为 1 万伏高压线路。为避免基坑开挖过程对电线杆造成扰动，电线杆所在区域将采用工程支护保护，确保基坑安全开挖。针对电线杆区域下方污染土壤，将采用原位淋洗修复技术进行修复，修复面积为 115m^2 ，修复方量为 230m^3 。原位修复后的土壤水平方向上采样系统布点法，采样数量参照表 5.3-8

表 5.3-8 原位修复土壤采样布点——水平采样数量

基坑面积 (m^2)	坑底采样点数目 (个)
小于 100	2
100~1000	3
1000~1500	4
1500~2500	5
2500~5000	6
5000~7500	7
7500~12500	8
大于 12500	网格大小不超过 40×40

具体布点方案如表 5.3-9 所示，现场点位分布见图 5.3-12。

表 5.3-9 污染土壤修复效果评估原位修复水平布点方案

编号	污染因子	原位淋洗区域面积(m^2)	修复深度	垂向污染范围 (m)	布点数 (个)
II-2 电线杆原位修复区域	砷	115	2m	3.5-5.5	3

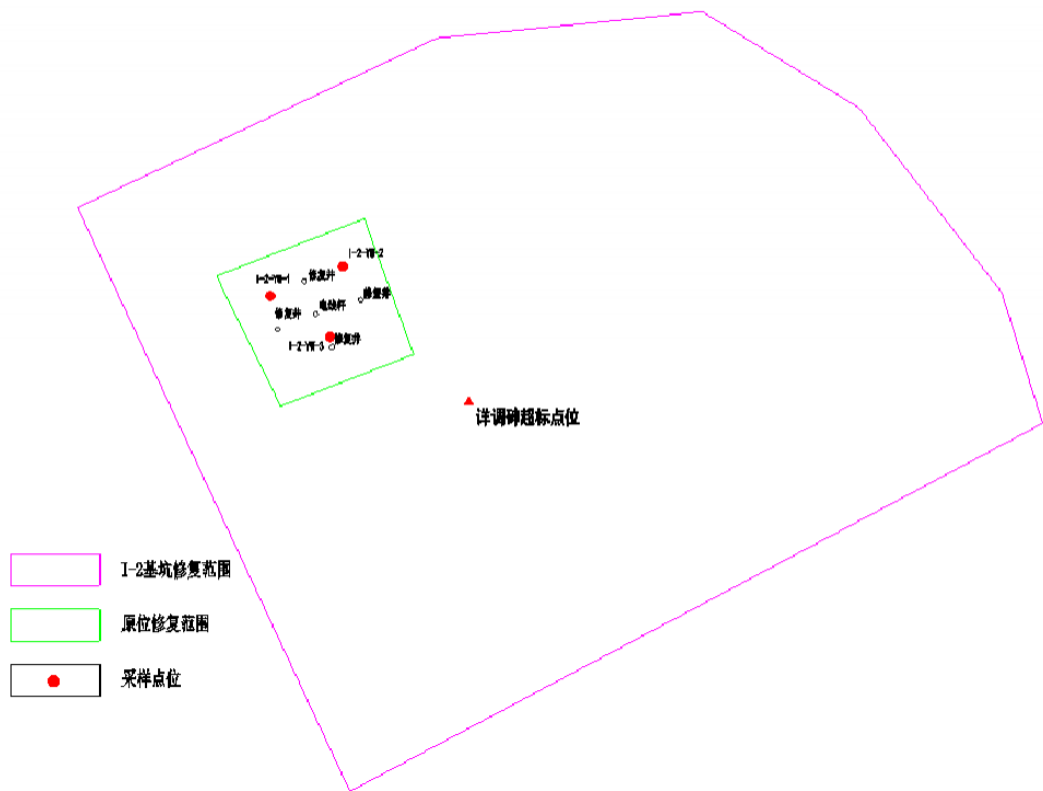


图 5.3-12 原位修复采样点位分布图

5.3.2.2 垂直方向

原位修复后的土壤垂直方向上采样深度应不小于调查评估确定的污染深度以及修复可能造成污染物迁移的深度，根据土层性质设置采样点，垂向采样点之间距离不大于 3m，具体方案如表 5.3-10 所示，现场点位分布见图 5.3-13。

表 5.3-10 污染土壤修复效果评估原位修复垂直布点方案

编号	修复深度(m)	原位淋洗区域 面积(m2)	垂向布点数 (个)	垂向布点 深度
II-2 电线杆原位修复区域	3.5-5.5	115	2	4m、5m

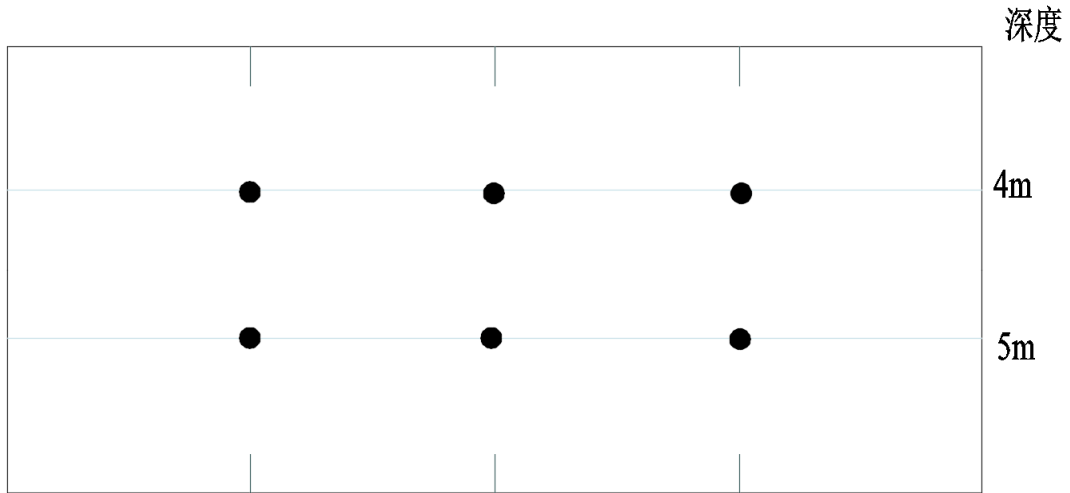


图 5.3-13 原位修复垂直采样点位分布图

5.3.2.3 修复边界及薄弱区

结合地块污染分布、土壤性质、修复设施等，需在高浓度污染物聚集区、修复效果薄弱区、修复范围边界等位置增设采样点。根据《南通市原南通万达锅炉（任港路北侧）地块场地环境调查及风险评估报告》调查接管可知，II-2 基坑砷超标点位位于本原位修复区域东南方约 10m，故选择在东侧、南侧侧壁处各增加一个检测点位，现场点位布置如图 5.3-14

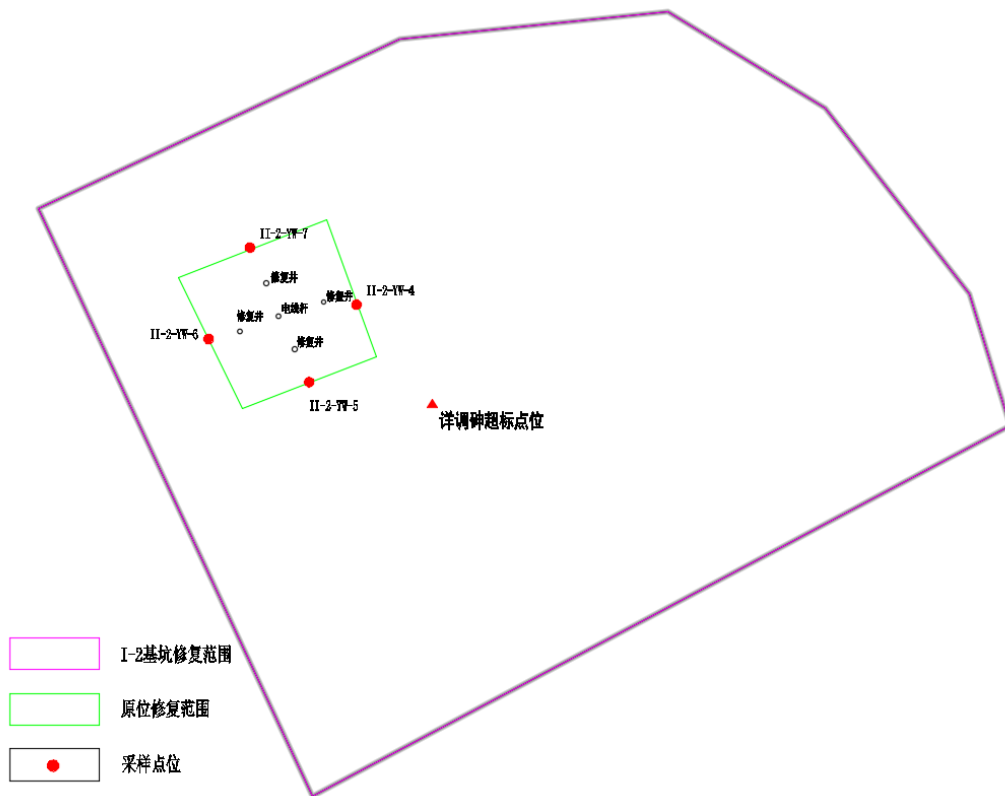


图 5.3-14 原位修复边界及薄弱区点位分布图

实际原位修复区域采样布点如图所示：

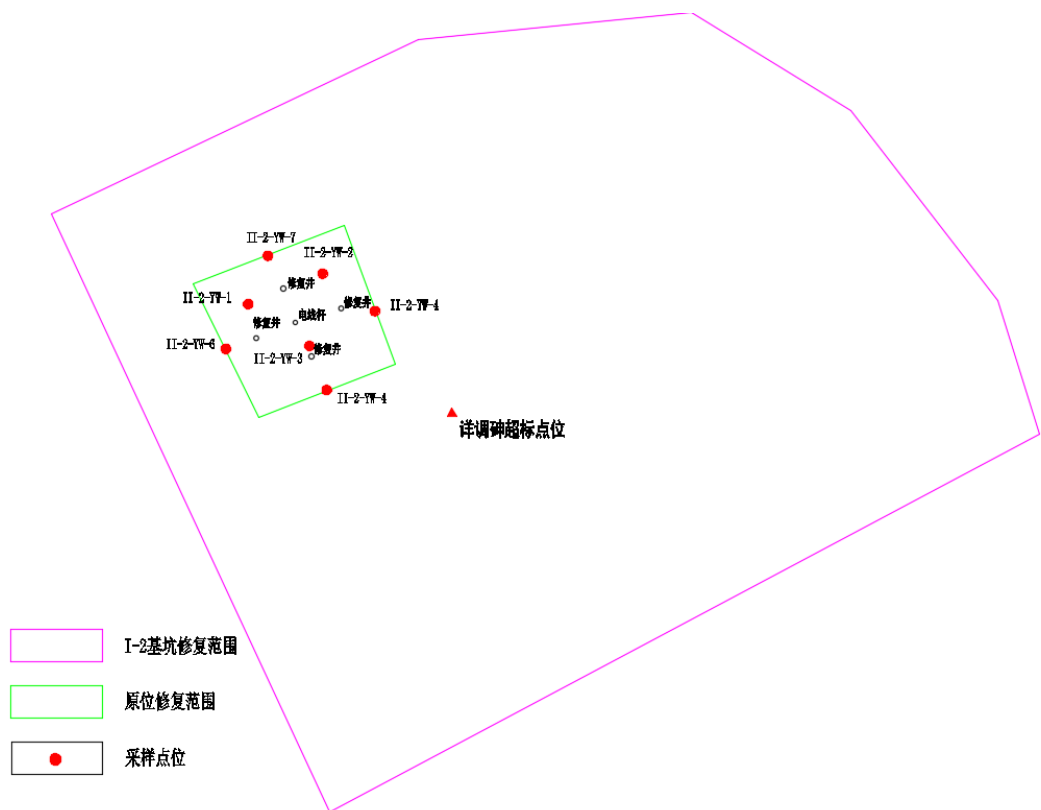


图 5.3-15 原位修复区点位分布图

5.3.4 土壤修复二次污染区域效果评估布点方案

通过资料审核、现场踏勘、人员访谈等，判断潜在二次污染区域，并设置采样点位。二次污染区域包括：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。潜在二次污染区域样品以去除杂质后的土壤表层土为主（0-20cm），对于二次污染概率较大的危废库、淋洗区、水处理区，在浅层采样的基础上，补充深层采样点位。

具体采样具体布点方案如表 5.3-11 所示，土壤采样布点位置图如 5.3-16 所示。

表 5.3-11 二次污染区域采样布点方案

序号	区域	布点数量 (个)	垂直采样数量 (个)	采样深度 (m)
1	污染土壤待检区域	2	1	0.2
2	建筑垃圾暂存处理区	1	1	0.2
3	危废仓库	1	2	0.2、1.5

序号	区域	布点数量 (个)	垂直采样数量 (个)	采样深度 (m)
4	淋洗区	1	2	0.2、1.5
5	水处理区	1	2	1.5
6	预处理区	1	1	0.2
7	药剂仓库	1	1	0.2
8	热脱附区	1	1	0.2
9	施工便道	5	1	0.2

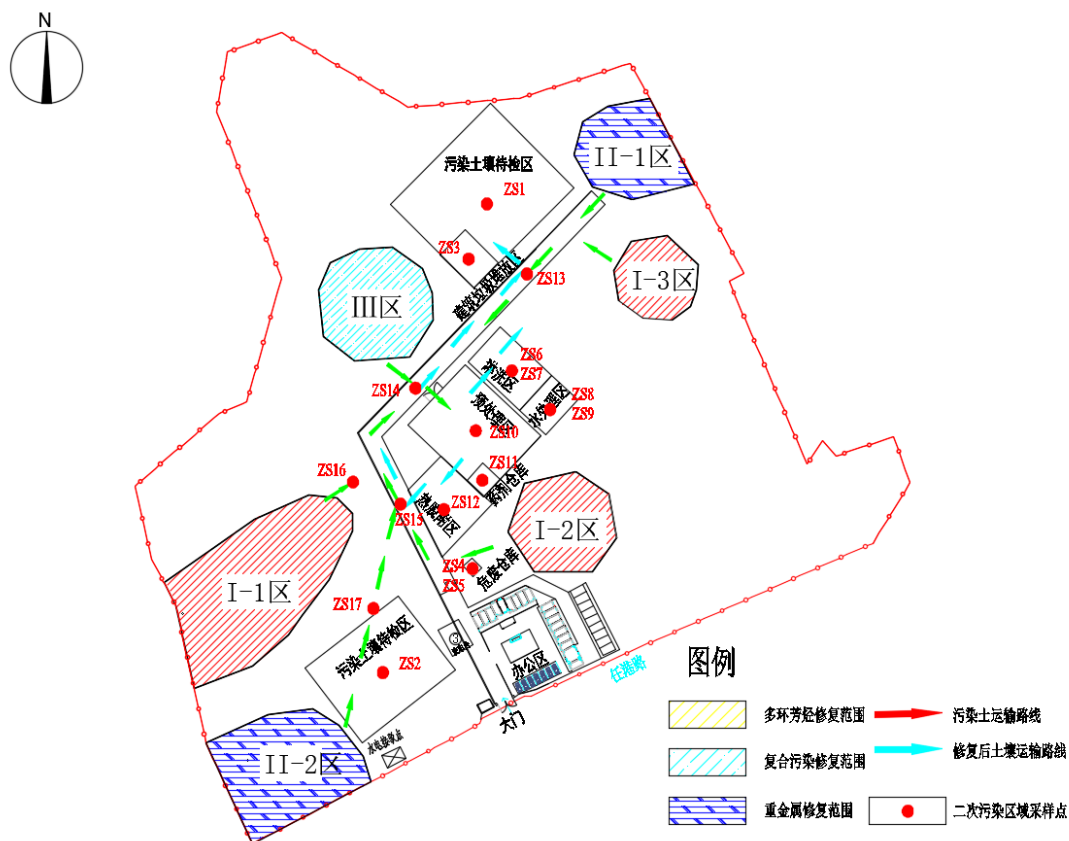


图 5.3-16 二次污染区域土壤采样点位分布图

5.3.5 地下水环境质量评价采样布点

依据《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》(环发[2014]78号)在修复工程进入验收阶段,应依据地下水流向及污染区域地理位置设置地下水监测井,本项目场地在修复范围上游设置地下水采样点 1 个,修复范围内设置采样点 5 个,修复范围下游设置采样点 2 个,具体布井位置如图 5.3-17 所示。

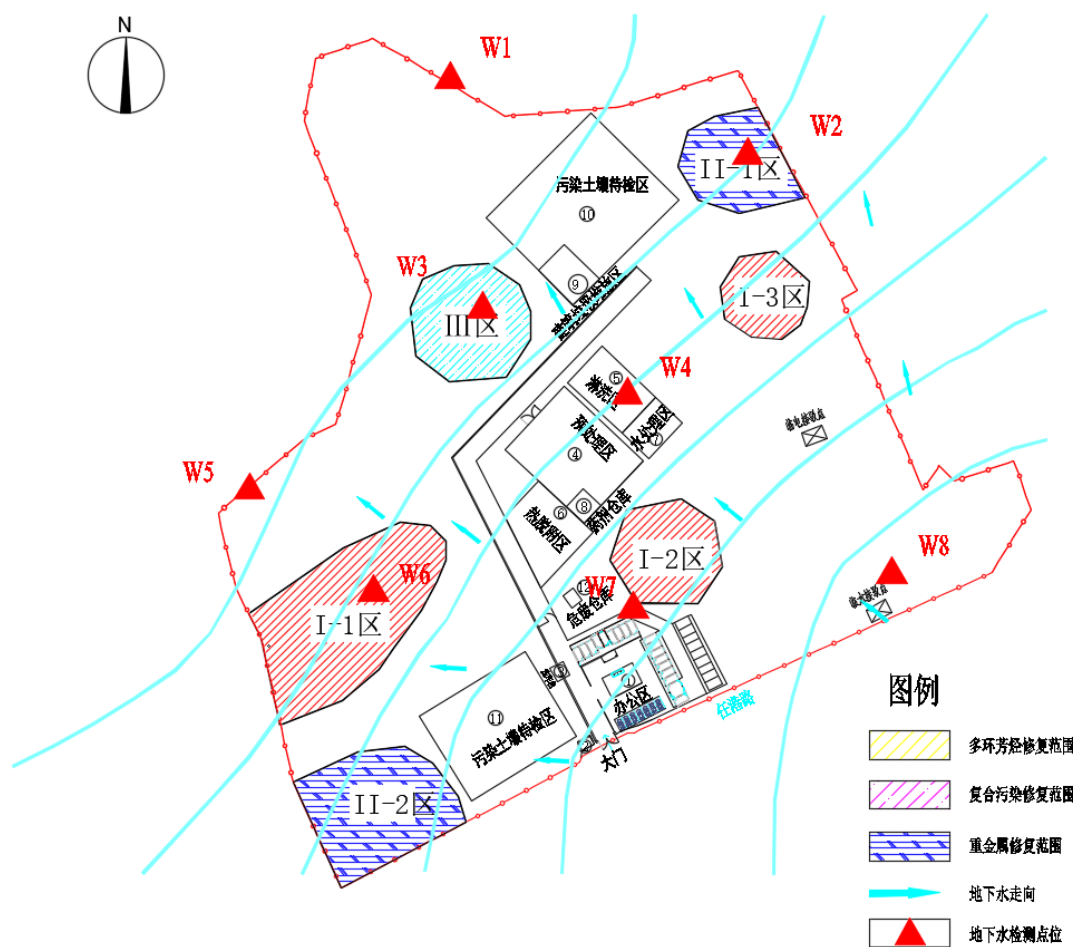


图 5.3-17 地下水采样点位分布图

5.3.6 地块区域抽测采样布点

由于场地施工周期时间长、场地污染区域覆盖广，上述监测点位布设仍可能存在铺设覆盖不到位的情况，故在土壤修复回填后，增设场地内随机采样布点，点位与上述所有已采样点位无重叠，确保点位覆盖所有可能存在污染区域。

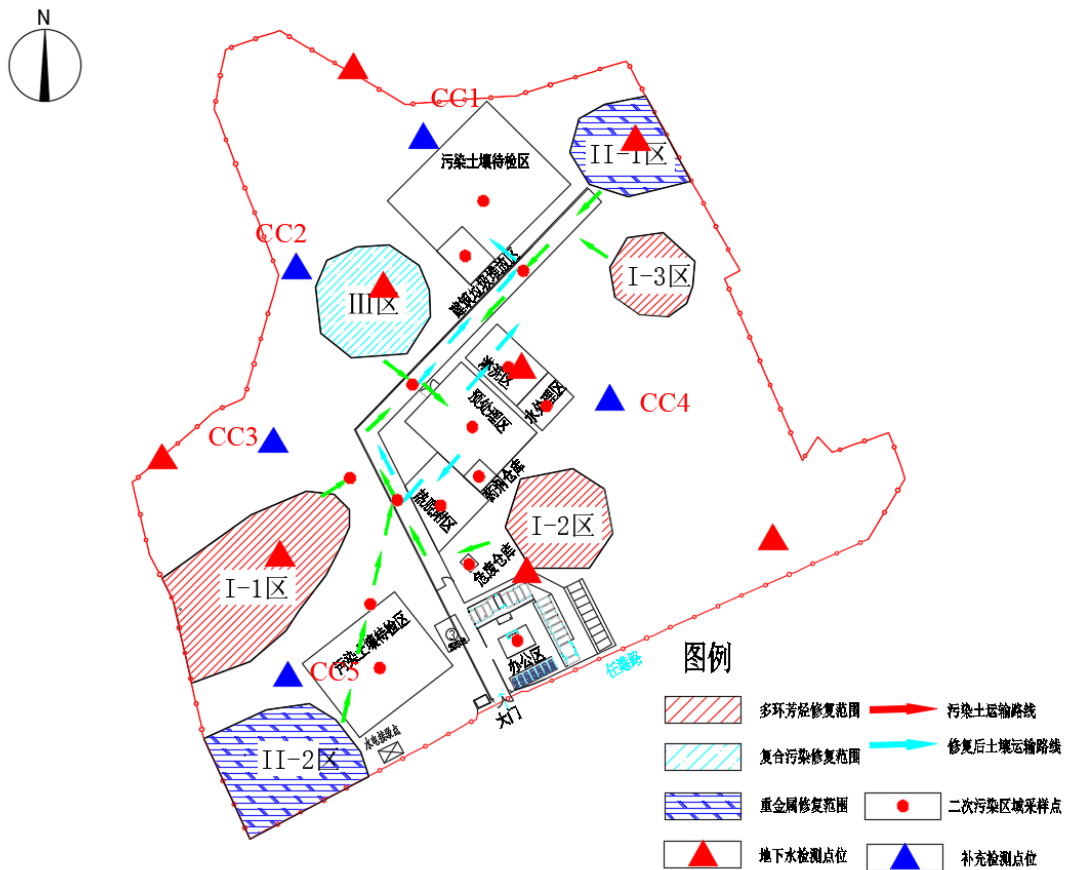


图 5.3-18 区域抽测采样点位分布图

5.4 检测指标

本场地土壤修复区域的土壤检测指标为砷、苯并(b)荧蒹、二苯并(a,h)蒹、苯并(a)芘；各区域检测指标如下表。本场地地下水监测因子包括砷、苯并(b)荧蒹、二苯并(a,h)蒹、苯并(a)芘指标，检测指标统计如下。

表 5.4-1 土壤修复区域检测指标值

序号	污染地块	检测因子
1	多环芳烃污染区域	苯并(b)荧蒹、二苯并(a,h)蒹、苯并(a)芘
2	重金属污染区域	砷
3	混合污染区域	砷、苯并(b)荧蒹、二苯并(a,h)蒹、苯并(a)芘
4	原位修复区域	砷
4	地下水	砷、苯并(b)荧蒹、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒹
5	二次污染区域	砷、苯并(b)荧蒹、二苯并(a,h)蒹、苯并(a)芘
6	区域抽测	砷、苯并(b)荧蒹、二苯并(a,h)蒹、苯并(a)芘

5.5 评估标准值

本项目场地中共有重金属污染物 1 种(砷)、SVOCs 污染物 3 种(苯并(b)

荧蒽、二苯并（a,h）蒽、苯并（a）芘）需要修复。根据修复技术方案，评估标准值如下表所示。

表 5.5-1 评估标准值

序号	污染物名称	土壤修复标准(mg/kg)
1	砷	20
2	苯并(b)荧蒽	0.64
3	二苯并(a,h)蒽	0.064
4	苯并(a)芘	0.4

6 现场采样与实验室检测

6.1 样品采集

6.1.1 现场采样

本项目现场采样时间及采样内容统计见表 6.1-1

表 6.1-1 现场采样时间统计表

序号	采样时间	采样内容
1	3 月 5 日	I-3 基坑采样、II-2 支护侧壁采样
2	3 月 17 日	III 基坑采样
3	4 月 1 日	III 区修复后堆体采样、III 区基坑侧壁不合格点位采样
4	4 月 13 日	II-1 基坑采样、II-1 修复后堆体采样
5	4 月 22 日	I-1、II-2 基坑采样；I-1、I-3 修复后堆体采样
6	5 月 12 日	I-2 基坑采样；II-2、I-1、I-2 堆体采样；III 区修复后不合格堆体采样
7	5 月 14 日	原位修复区域采样
8	6 月 3 日	地下水采样、二次污染区域采用、区域抽测采样

（1）有机污染修复区域采样

本项目 I-1 基坑采样时间为 2020 年 4 月 22 日。I-1 基坑清挖效果评估采样共采集 22 个土壤样品，其中基坑底部 6 个，基坑侧壁 16 个。基坑底部采样深度为 1.7m，基坑侧壁采样深度为 0.2、1.2m。现场手工采样时先用木铲将地表物质去除，然后用木铲进行样本采集。

本项目 I-2 基坑采样时间为 2020 年 5 月 12 日。I-2 基坑清挖效果评估采样共采集 19 个土壤样品，其中基坑底部 5 个，基坑侧壁 14 个。基坑底部采样深度为 1.7m，基坑侧壁采样深度为 0.2、1.2m。现场手工采样时先用木铲将地表物质去除，然后用木铲进行样本采集。

本项目 I-3 基坑采样时间为 2020 年 3 月 5 日，I-3 基坑清挖效果评估采样共采集 13 个土壤样品，其中基坑底部 3 个，基坑侧壁 10 个。基坑底部采样深度为 1.7m，基坑侧壁采样深度为 0.2、1.2m。I-3 基坑现场手工采样时先用木铲将地表物质去除，然后用木铲进行样本采集。

各点位实际采样情况见表 6.1-1，现场采样情况如图 6.1-1 所示。

表 6.1-1 I-3 基坑、II-2 基坑支护侧壁实际采样情况记录

编号	采样区域	点位编号	采样深度	采样日期	颜色	气味
1	多环芳 烃区域 I-3 底部	I-3-D01	1.7m	2020 年 3 月 5 日	褐色	无味
2		I-3-D02	1.7m	2020 年 3 月 5 日	褐色	无味
3		I-3-D03	1.7m	2020 年 3 月 5 日	褐色	无味
4	多环芳 烃区域 I-3 侧壁	I-3-C01-1	0.2 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
5		I-3-C01-2	1.2 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
6		I-3-C02-1	0.2 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
7		I-3-C02-2	1.2 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
8		I-3-C03-1	0.2 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
9		I-3-C03-2	1.2 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
10		I-3-C04-1	0.2 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
11		I-3-C04-2	1.2 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
12		I-3-C05-1	0.2 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
13		I-3-C05-2	1.2 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
14	I-2 基坑 底部	I-2-D01	1.7m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
15		I-2-D02	1.7m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
16		I-2-D03	1.7m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
17		I-2-D04	1.7m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
18		I-2-D05	1.7m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
19	I-2 基坑 侧壁	I-2-C01-1	0.2 m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
20		I-2-C01-2	1.2 m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
21		I-2-C02-1	0.2 m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
22		I-2-C02-2	1.2 m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
23		I-2-C03-1	0.2 m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
24		I-2-C03-2	1.2 m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
25		I-2-C04-1	0.2 m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
26		I-2-C04-2	1.2 m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
27		I-2-C05-1	0.2 m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
28		I-2-C05-2	1.2 m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
29		I-2-C06-1	0.2 m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
30		I-2-C06-2	1.2 m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
31		I-2-C07-1	0.2 m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
32		I-2-C07-2	1.2 m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
33	I-1 基坑 底部	I-1-D01	1.7m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
34		I-1-D02	1.7m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
35		I-1-D03	1.7m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
36		I-1-D04	1.7m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
37		I-1-D05	1.7m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
38		I-1-D06	1.7m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
39	I-1 基坑 侧壁	I-1-C01-1	0.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
40		I-1-C01-2	1.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
41		I-1-C02-1	0.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
42		I-1-C02-2	1.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
43		I-1-C03-1	0.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
44		I-1-C03-2	1.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
45		I-1-C04-1	0.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
46		I-1-C04-2	1.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
47		I-1-C05-1	0.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味

编号	采样区域	点位编号	采样深度	采样日期	颜色	气味
48		I-1-C05-2	1.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
49		I-1-C06-1	0.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
50		I-1-C06-2	1.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
51		I-1-C07-1	0.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
52		I-1-C07-2	1.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
53		I-1-C08-1	0.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
54		I-1-C08-2	1.2 m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味



I-3 基坑采样



I-3 基坑采样



I-1 基坑采样



I-1 基坑采样



I-2 基坑采样



I-2 基坑采样

图 6.1-1 有机污染修复区域基坑采样

（2）重金属污染修复区域采样

本项目 II-1 基坑采样时间为 2020 年 4 月 13 日，II-1 基坑清挖效果评估采样共采集 19 个土壤样品，其中基坑底部 5 个，基坑侧壁 14 个。基坑底部采样深度为 1.7m，基坑侧壁采样深度为 0.2、1.2m。现场手工采样时先用木铲将地表物质去除，然后用木铲进行样本采集。

II-2 基坑支护侧壁区域采样时间为 2020 年 3 月 5 日，II-2 基坑支护侧壁区域共采集 8 个土壤样品，均为场地西南基坑侧壁点位。基坑侧壁采样深度为 3.7、4.7m。II-2 基坑支护侧壁区域采用采用 Geoprobe 进行样品采集。

II-2 基坑剩余点位采样时间为 2020 年 4 月 22 日。II-2 基坑剩余点位清挖效果评估采样共采集 11 个土壤样品，其中基坑底部 5 个，基坑侧壁 6 个。基坑底部采样深度为 5.5m，基坑侧壁采样深度为 3.7、4.7m。现场手工采样时先用木铲将地表物质去除，然后用木铲进行样本采集。

各点位实际采样情况见表 6.1-2，现场采样情况如图 6.1-2 所示。

表 6.1-2 重金属污染修复区域采样情况

编号	采样区域	点位编号	采样深度	采样日期	颜色	气味
1	II-1 基坑底部	II-1-D01	1.7m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
2		II-1-D02	1.7m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
3		II-1-D03	1.7m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
4		II-1-D04	1.7m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
5		II-1-D05	1.7m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
6	II-1 基坑侧壁	II-1-C01-1	0.2 m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
7		II-1-C01-2	1.2 m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
8		II-1-C02-1	1.2 m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
9		II-1-C02-2	1.2 m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
10		II-1-C03-1	0.2 m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
11		II-1-C03-2	1.2 m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
12		II-1-C04-1	0.2 m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
13		II-1-C04-2	1.2 m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
14		II-1-C05-1	0.2 m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
15		II-1-C05-2	1.2 m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
16		II-1-C06-1	0.2 m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
17		II-1-C06-2	1.2 m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
18		II-1-C07-1	0.2 m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
19		II-1-C07-2	1.2 m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味

20	II-2 基坑底部	II-2-D01	5.5m	2020 年 4 月 22 日	黑色	无味
21		II-2-D02	5.5m	2020 年 4 月 22 日	黑色	无味
22		II-2-D03	5.5m	2020 年 4 月 22 日	黑色	无味
23		II-2-D04	5.5m	2020 年 4 月 22 日	黑色	无味
24		II-2-D05	5.5m	2020 年 4 月 22 日	黑色	无味
25	重金属区域 II-2 侧壁	II-2-C01-1	3.7m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
26		II-2-C01-2	4.7m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
27		II-2-C02-1	3.7 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
28		II-2-C02-2	4.7 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
29		II-2-C03-1	3.7 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
30		II-2-C03-2	4.7 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
31		II-2-C04-1	3.7 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
32		II-2-C04-2	4.7 m	2020 年 3 月 5 日	棕色	无味
33	重金属区域 II-2 侧壁	II-2-C05-1	3.7m	2020 年 4 月 22 日	黑色	无味
34		II-2-C05-2	4.7m	2020 年 4 月 22 日	黑色	无味
35		II-2-C06-1	3.7m	2020 年 4 月 22 日	黑色	无味
36		II-2-C06-2	4.7m	2020 年 4 月 22 日	黑色	无味
37		II-2-C07-1	3.7m	2020 年 4 月 22 日	黑色	无味
38		II-2-C07-2	4.7m	2020 年 4 月 22 日	黑色	无味



II-1 基坑采样



II-1 基坑采样



II-2 基坑支护侧壁采样



II-2 基坑支护侧壁采样



II-2 基坑采样



II-2 基坑采样

图 6.1-2 重金属污染修复区域采样

(3) 复合污染修复区域采样

本项目 III 区基坑第一次采样时间为 2020 年 3 月 17 日，采样检测结果显示 III 区基坑 III-3-C03-2 点位修复目标污染物未达到效果评估标准，随后施工单位针对该点位进行了二次清挖，自检合格后，提交了二次效果评估申请，随后我单位针对清挖区域进行了第二次效果评估采样，第二次采样时间 2020 年 4 月 1 日。

第一次 III 区基坑清挖效果评估采样共采集 19 土壤样品，其中基坑底部 5 个，基坑侧壁 14 个。基坑底部采样深度为 1.7m，基坑侧壁采样深度为 0.2、1.2m。第二次 III 区基坑清挖效果评估采样是采集第一次检测超标点位 III-3-C03-2 二次开挖后的基坑侧壁，采样深度为 1.2m。现场手工采样时先用木铲将地表物质去除，然后用木铲进行样本采集。

各点位实际采样情况见表 6.1-3，现场采样情况如图 6.1-3 所示。

表 6.1-3 III 区基坑支护侧壁实际采样情况记录

编号	采样区域	点位编号	采样深度	采样日期	颜色	气味
1	III 区底部	III-D01	1.7m	2020 年 3 月 17 日	褐色	无味
2		III-D02	1.7m	2020 年 3 月 17 日	褐色	无味
3		III-D03	1.7m	2020 年 3 月 17 日	褐色	无味
4		III-D04	1.7m	2020 年 3 月 17 日	褐色	无味
5		III-D05	1.7m	2020 年 3 月 17 日	褐色	无味
6	III 区侧壁	III-C01-1	0.2 m	2020 年 3 月 17 日	棕色	无味
7		III-C01-2	1.2 m	2020 年 3 月 17 日	棕色	无味
8		III-C02-1	0.2 m	2020 年 3 月 17 日	棕色	无味
9		III-C02-2	1.2 m	2020 年 3 月 17 日	棕色	无味
10		III-C03-1	0.2 m	2020 年 3 月 17 日	棕色	无味
11		III-C03-2	1.2 m	2020 年 3 月 17 日	棕色	无味

12		III-C04-1	0.2 m	2020 年 3 月 17 日	棕色	无味
13		III-C04-2	1.2 m	2020 年 3 月 17 日	棕色	无味
14		III-C05-1	0.2 m	2020 年 3 月 17 日	棕色	无味
15		III-C05-2	1.2 m	2020 年 3 月 17 日	棕色	无味
16		III-C06-1	0.2 m	2020 年 3 月 17 日	棕色	无味
17		III-C06-2	1.2 m	2020 年 3 月 17 日	棕色	无味
18		III-C07-1	0.2 m	2020 年 3 月 17 日	棕色	无味
19		III-C07-2	1.2 m	2020 年 3 月 17 日	棕色	无味
20	III 区不合格侧壁	III-C03-2	1.2 m	2020 年 4 月 1 日	褐色	无味



III 区基坑采样



III 区基坑不合格侧壁清挖

III 区基坑不合格侧壁采样

图 6.1-3 III 区基坑采样

（4）异位修复堆体采样

本项目 III 修复后堆体采样时间为 2020 年 4 月 1 日。采样检测结果显示 III 区堆体 III-DT-3 点位苯并(b)荧蒽、III-DT-7 点位苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘值均不满足修复目标值的要求。随后施工单位针对该堆体进行了二次处置，自检合格后，提交了二次效果评估申请，随后我单位针对该堆体进行了第二次效果评估采样，第二次采样时间 2020 年 5 月 12 日。针对 III 区修复后的土壤堆体采用手工钻进行采样，采样深度为 1.0m。

本项目 I-1 修复后堆体采样时间为 2020 年 5 月 12 日。I-1 区修复后报验土方量为 3076m³。堆体区域共采集 9 个土壤样品，现场采样时土壤堆体采用手工钻进行采样，采样深度为 1.0m。

本项目 I-2 修复后堆体采样时间为 2020 年 5 月 12 日。I-2 区修复后报验土方量为 2753m³。堆体区域共采集 8 个土壤样品，现场采样时土壤堆体采用手工钻进行采样，采样深度为 1.0m。

本项目 I-1、I-3 修复后堆体采样时间为 2020 年 4 月 22 日。I-1、I-3 修复后堆体区域共采集 13 个土壤样品，现场采样时土壤堆体采用手工钻进行采样，采样深度为 1.0m。

本项目 II-1 修复后堆体区域采样时间为 2020 年 4 月 13 日，II-1 修复后堆体区域共采集 8 个土壤样品，现场采样时土壤堆体采用手工钻进行采样，采样深度为 1.0m。

本项目 II-2 堆体采样时间为 2020 年 5 月 12 日。II-2 区修复土方量为下层（3.45-5.54 m）清挖量，共计 4961.7 m³，经过预处理、淋洗筛分后石块方量为 870 m³，实际报验土方量为 4200.7m³。堆体区域共采集 11 个土壤样品，现场采样时土壤堆体采用手工钻进行采样，采样深度为 1.0m。

III 区 2020 年 4 月 1 日共报验土方量 2462.3m³，堆体区域共采集 7 个土壤样品，现场采样时土壤堆体采用手工钻进行采样，采样深度为 1.0m。其中 III-DT-3 苯并(b)荧蒽、III-DT-7 苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘值均不满足修复目标值的要求。施工方按照采样点位的布点位置，对不合格土壤重新处置。本次报验 III 区堆体不

合格方量为 744m^3 ，堆体区域共采集 4 个土壤样品，现场采样时土壤堆体采用手工钻进行采样，采样深度为 1.0m。

各点位实际采样情况见表 6.1-4，现场采样情况如图 6.1-4 所示。

表 6.1-4 异位修复堆体采样情况

编号	采样区域	点位编号	采样深度	采样日期	颜色	气味
1	I-1 修复后堆体	I-1-DT-1	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
2		I-1-DT-2	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
3		I-1-DT-3	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
4		I-1-DT-4	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
5		I-1-DT-5	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
6		I-1-DT-6	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
7		I-1-DT-7	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
8		I-1-DT-8	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
9		I-1-DT-9	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
10	I-1、I-3 修复后堆体	I-3-DT-1	1m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
11		I-3-DT-2	1m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
12		I-3-DT-3	1m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
13		I-3-DT-4	1m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
14		I-3-DT-5	1m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
15		I-3-DT-6	1m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
16		I-3-DT-7	1m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
17		I-3-DT-8	1m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
18		I-3-DT-9	1m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
19		I-3-DT-10	1m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
20		I-3-DT-11	1m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
21		I-3-DT-12	1m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
22		I-3-DT-13	1m	2020 年 4 月 22 日	棕色	无味
23	I-2 修复后堆体	I-2-DT-1	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
24		I-2-DT-2	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
25		I-2-DT-3	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
26		I-2-DT-4	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
27		I-2-DT-5	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
28		I-2-DT-6	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
29		I-2-DT-7	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
30		I-2-DT-8	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
31		II-1-DT-1	1m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味

编号	采样区域	点位编号	采样深度	采样日期	颜色	气味
32	II-1 修复后堆体	II-1-DT-2	1m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
33		II-1-DT-3	1m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
34		II-1-DT-4	1m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
35		II-1-DT-5	1m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
36		II-1-DT-6	1m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
37		II-1-DT-7	1m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
38		II-1-DT-8	1m	2020 年 4 月 13 日	棕色	无味
39	II-2 修复后堆体	II-2-DT-1	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
40		II-2-DT-2	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
41		II-2-DT-3	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
42		II-2-DT-4	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
43		II-2-DT-5	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
44		II-2-DT-6	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
45		II-2-DT-7	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
46		II-2-DT-8	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
47		II-2-DT-9	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
48		II-2-DT-10	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
49		II-2-DT-11	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
50	III 修复后堆体	III-DT-1	1.7m	2020 年 4 月 1 日	褐色	无味
51		III-DT-2	1.7m	2020 年 4 月 1 日	褐色	无味
52		III-DT-3	1.7m	2020 年 4 月 1 日	褐色	无味
53		III-DT-4	1.7m	2020 年 4 月 1 日	褐色	无味
54		III-DT-5	1.7m	2020 年 4 月 1 日	褐色	无味
55		III-DT-6	0.2 m	2020 年 4 月 1 日	褐色	无味
56		III-DT-7	1.2 m	2020 年 4 月 1 日	褐色	无味
57	III 区不合格土堆体	III-DT-1#	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
58		III-DT-2#	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
59		III-DT-3#	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味
60		III-DT-4#	1m	2020 年 5 月 12 日	棕色	无味



I-1 修复后堆体采样



I-1 修复后堆体采样



I-2 修复后堆体采样



I-2 修复后堆体采样



I-1、I-3 修复后堆体采样



I-1、I-3 修复后堆体采样



II-1 修复后堆体采样



II-1 修复后堆体采样



II-2 修复后堆体采样



II-2 修复后堆体采样



III 修复后堆体采样



III 修复后堆体采样



III 不合格堆体采样



III 不合格堆体采样

图 6.1-4 异位修复堆体采样

(5) 原位修复区域采样

本项目原位修复区域采样时间为 2020 年 5 月 14 日，II-2 电线杆原位修复效果评估采样共采集 14 个土壤样品，现场共布设 7 个点位，采样深度分别为 4.0、5.0m。区域采样采用 Geoprobe 进行样品采集，同时采集 2 个平行样品。各点位实际采样情况见表 6.1-5，现场采样情况如图 6.1-5 所示。

表 6.1-5 原位修复区域采样情况

编号	采样区域	点位编号	采样深度	采样日期	颜色	气味
1	II-2 电线杆原位修复区域	II-2-YW1-1	4.0m	2020 年 5 月 14 日	黑色	无味
2		II-2-YW1-2	5.0m	2020 年 5 月 14 日	黑色	无味
3		II-2-YW2-1	4.0m	2020 年 5 月 14 日	黑色	无味
4		II-2-YW2-2	5.0m	2020 年 5 月 14 日	黑色	无味
5		II-2-YW3-1	4.0m	2020 年 5 月 14 日	黑色	无味
6		II-2-YW3-2	5.0m	2020 年 5 月 14 日	黑色	无味
7		II-2-YW4-1	4.0m	2020 年 5 月 14 日	黑色	无味
8		II-2-YW4-2	5.0m	2020 年 5 月 14 日	黑色	无味
9		II-2-YW5-1	4.0m	2020 年 5 月 14 日	黑色	无味
10		II-2-YW5-2	5.0m	2020 年 5 月 14 日	黑色	无味

编号	采样区域	点位编号	采样深度	采样日期	颜色	气味
11		II-2-YW6-1	4.0m	2020 年 5 月 14 日	黑色	无味
12		II-2-YW6-2	5.0m	2020 年 5 月 14 日	黑色	无味
13		II-2-YW7-1	4.0m	2020 年 5 月 14 日	黑色	无味
14		II-2-YW7-2	5.0m	2020 年 5 月 14 日	黑色	无味



原位修复区域采样



原位修复区域采样



原位修复区域采样



原位修复区域采样

图 6.1-5 原位修复区域采样

（6）地下水环境质量评价采样

地下水环境质量评价采样时间为 2020 年 6 月 3 日。污染地下水修复区域地下水采用 Geoprobe 建设监测井，采样深度为 6.0m。现场共采集 8 个样品，同时采集 1 个平行样。各点位实际采样情况见表 6.1-6，现场采样情况如图 6.1-6 所示。

表 6.1-6 地下水环境质量采样情况记录

编号	采样区域	点位编号	采样深度	采样日期	颜色	气味
1	地下水环境质量采样	W1	6m	2020 年 6 月 3 日	澄清	无味
2		W2	6m	2020 年 6 月 3 日	澄清	无味
3		W3	6m	2020 年 6 月 3 日	澄清	无味
4		W4	6m	2020 年 6 月 3 日	澄清	无味

编号	采样区域	点位编号	采样深度	采样日期	颜色	气味
5		W5	6m	2020年6月3日	澄清	无味
6		W6	6m	2020年6月3日	澄清	无味
7		W7	6m	2020年6月3日	澄清	无味
8		W8	6m	2020年6月3日	澄清	无味



地下水环境质量采样



地下水环境质量采样

图 6.1-6 地下水环境质量采样

（7）二次污染区域采样

针对修复过程中可能产生二次污染的区域（如：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），在修复过程结束后进行一次评估监测，了解修复施工过程中是否存在次生污染产生。潜在二次污染区域样品以去除杂质后的土壤表层土为主（0-20cm），现场共采集 17 个样品，其中针对危废仓库、淋洗区及废水处理区，在浅层采样的基础上，补充深层采样点位，现场采样时先用电锤进行硬化地面开孔，然后采用手工钻进行采样，采样深度为 1.5m。各点位实际采样情况见表 6.1-7，现场采样情况如图 6.1-7 所示

表 6.1-8 二次污染区域采样情况记录

编号	采样区域	点位编号	采样深度	采样日期	颜色	气味
1	二次污染 采样	ZS1	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
2		ZS2	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
3		ZS3	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
4		ZS4	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
5		ZS5	1.5m	2020年6月3日	棕色	无味
6		ZS6	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
7		ZS7	1.5m	2020年6月3日	棕色	无味
8		ZS8	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味

编号	采样区域	点位编号	采样深度	采样日期	颜色	气味
9		ZS9	1.5m	2020年6月3日	棕色	无味
10		ZS10	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
11		ZS11	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
12		ZS12	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
13		ZS13	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
14		ZS14	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
15		ZS15	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
16		ZS16	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
17		ZS17	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味



二次污染区域采样



二次污染区域采样

图 6.1-8 二次污染区域采样

（8）区域抽测采样

由于场地施工周期时间长、场地污染区域覆盖广，上述监测点位布设仍可能存在铺设覆盖不到位的情况，故在土壤修复回填后，增设场地内随机采样布点，区域抽测合计布点 5 个，同时采集 2 个平行样品。现场手工采样时先用木铲将地表物质去除，然后用木铲进行样本采集。点位与上述所有已采样点位无重叠，确保点位覆盖所有可能存在污染区域。各点位实际采样情况见表 6.1-8，现场采样情况如图 6.1-8 所示

表 6.1-8 区域抽测采样情况记录

编号	采样区域	点位编号	采样深度	采样日期	颜色	气味
1	区域抽测 采样	CC1	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
2		CC2	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
3		CC3	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
4		CC4	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味
5		CC5	0.2m	2020年6月3日	棕色	无味



区域抽测采样

区域抽测采样

图 6.1-8 区域抽测采样

6.1.2 样品保存与流转

样品采集后需要冷藏。先将蓝冰提前冷冻 24 小时，待样品采集后立即放到装蓝冰的保温箱中，并随时更换蓝冰，以保证保温箱内样品的温度。

运输则严格按照先核对、再运输、细交接的流程执行：

装运前核对 采样结束后现场逐项检查，如采样记录表、样品标签等，如有缺项、漏项和错误处，应及时补齐和修正后方可装运。

样品运输 样品运输过程中严防损失、混淆或沾污，并在样品低温（4℃）暗处冷藏条件下尽快送至实验室分析测试。

样品交接 样品送到实验室后，采样人员和实验室样品管理员双方同时清点核实样品，并在样品流转单上签字确认，样品流转单一式四份（自复写），由采样人员填写并保存一份，样品管理员保存一份，交分析人员两份，其中一份存留，另一份随数据存档。

样品管理员接样后及时与分析人员进行交接，双方核实清点样品，核对无误后分析人员在样品流转单上签字，然后进行样品制备。

6.1.3 现场质量控制

为防止交叉污染，在每个采样点样品采集之前，所有钻探设备及采样工具均需仔细清洗，同时应通过运输空白样来控制运输和保存过程中交叉污染情况。现场采样时采集 5% 的平行样进行质量控制。样品采集后应立即封好，并放置在保温箱中保存，24 小时内送至实验室 4℃ 低温保存。

本次效果评估工作现场质量控制共采集个 16 个土壤现场质量控制平行样、1 个地下水现场质量控制平行样。检出指标相对偏差（RD）计算公式如下，各样品相对偏差计算情况见表 6.1-9。

$$RD=(|A-B|)/(A+B) \times 100\%$$

其中：A 是平行原样的检测值；

B 是平行样的检测值。

结果表明，本地块关注目标污染物砷的相对偏差为 0.53%~13.02%；各基坑、堆体及二次污染采样有机物污染物均未检出，符合质量控制要求。

表 6.1-9 现场平行样检出指标相对偏差统计表

样品编号	二苯并[a,h]蒽 (mg/kg)	苯并[b]荧蒽 (mg/kg)	苯并[a]芘 (mg/kg)	砷 (mg/kg)
CC1	ND	ND	ND	3.68
CC1 平行样	ND	ND	ND	3.61
相对偏差	/	/	/	0.96%
CC5	ND	ND	ND	4.11
CC5 平行样	ND	ND	ND	5.34
相对偏差	/	/	/	13.02%
W6	ND	ND	ND	0.7 (ug/L)
W6 平行样	ND	ND	ND	0.7 (ug/L)
相对偏差	/	/	/	0.00%
I-3-C05-1	ND	ND	ND	/
I-3-C05-1 平行	ND	ND	ND	/
相对偏差	/	/	/	/
II-2-C04-2	/	/	/	2.38
II-2-C04-2 平行	/	/	/	2.2
相对偏差	/	/	/	3.93%
II-1-C01-1	/	/	/	3.95
II-1-C01-1 平行	/	/	/	4.31
相对偏差	/	/	/	4.36%
II-1-DT-1	/	/	/	8.49
II-1-DT-1 平行样	/	/	/	8.58
相对偏差	/	/	/	0.53%
I-1-D02	ND	ND	ND	/
I-1-D02 平行样	ND	ND	ND	/
相对偏差	/	/	/	
II-2-C05-1	/	/	/	5.18
II-2-C05-1 平行样	/	/	/	5.43
相对偏差	/	/	/	2.36%
I-3-DT-4	ND	ND	ND	
I-3-DT-4 平行样	ND	ND	ND	
相对偏差	/	/	/	
I-2-C01-1	ND	ND	ND	
I-2-C01-1 平行样	ND	ND	ND	
相对偏差	/	/	/	
I-1-DT-8	ND	ND	ND	
I-1-DT-8 平行样	ND	ND	ND	
相对偏差	/	/	/	
I-2-DT-1	ND	ND	ND	
I-2-DT-1 平行样	ND	ND	ND	
相对偏差	/	/	/	
III-DT-1	ND	ND	ND	8.1

样品编号	二苯并[a,h]蒽 (mg/kg)	苯并[b]荧蒽 (mg/kg)	苯并[a]芘 (mg/kg)	砷 (mg/kg)
III-DT-1 平行样	ND	ND	ND	8.96
相对偏差	/	/	/	5.04%
II-2-DT-7	ND	ND	ND	5.22
II-2-DT-7 平行样	ND	ND	ND	5.86
相对偏差	/	/	/	5.78%
II-2-YW4-2	ND	ND	ND	3.5
II-2-YW4-2 平行样	ND	ND	ND	3.73
相对偏差	/	/	/	3.18%
II-2-YW6-1	ND	ND	ND	3.36
II-2-YW6-1 平行样	ND	ND	ND	3.44
相对偏差	/	/	/	1.18%

6.2 实验室检测

6.2.1 检测方法

重金属砷按照《土壤中总砷的测定 原子荧光法》(GB/T 22105.2-2008)来测定。针对三种 SVOC (苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽和二苯并(a,h)蒽), 由于原南通万达锅炉(任港路北侧)地块场地环境调查与风险评估报告编制较早, 其 SVOC 采用 USEPA8270D 的检测方法检测, 且《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600)规定的《土壤和沉积物半挥发性有机物的测定气相色谱-质谱法》(HJ 834-2017)中二苯并(a,h)蒽的检出限为 0.1mg/kg, 高于修复目标值 0.064mg/kg, 所以项目组考虑到修复效果评估阶段与场地调查阶段检测方法的一致性, 因而苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽和二苯并(a,h)蒽三项 SVOC 采用与场地调查阶段相同的检测方法(《美国标准气相色谱-质谱法》(USEPA 8270E))。具体检测方法如下表所示。

表 6.2-1 各检测因子实验室检测方法统计表

序号	检测因子	检测方法
1	砷	《土壤中总砷的测定 原子荧光法》(GB/T 22105.2-2008)
2	苯并(a)芘	《美国标准气相色谱-质谱法》(USEPA 8270E)
3	苯并(b)荧蒽	《美国标准气相色谱-质谱法》(USEPA 8270E)
4	二苯并(a,h)蒽	《美国标准气相色谱-质谱法》(USEPA 8270E)

6.2.2 实验室质量控制

①实验室质量控制方法空白：土壤和地下水方法空白样品污染物指标均未检出，符合质量控制程序要求。

②实验室质量控制平行样品：土壤和地下水平行样品检测结果显示，土壤平行样品中检出重金属的检测值相对比差为 0~10%，有机物均未检出；地下水平行样品中重金属的检测值相对比差为 0%，有机物均未检出；符合质量控制程序要求。

③实验室质量控制加标样品：土壤样品方法空白样品重金属、有机物加标回收率分别为 90.6~103%和 84~108%，土壤质控样品重金属和有机物基体加标回收率分别为 85.6~95.6%和 74~106%。地下水样品方法空白样品有机物加标回收率为 85~94%。地下水质控样品有机基体加标回收率为 82~104%，符合质量控制程序要求。

7 效果评估

7.1 检测结果分析

7.1.1 清挖基坑检测结果分析

效果评估单位按照 5.3.1 章清挖基坑效果评估布点方案完成相应样品的采集、检测、分析工作，检测报告见附件。污染土壤清挖效果评估土壤样品检测结果如表 7.1-1 所示。

表 7.1-1 清挖基坑效果评估土壤样品检测结果 单位：mg/kg

序号	样品名称	苯并（b）荧蒽	二苯并（a,h）蒽	苯并（a）芘	砷
修复目标值		0.64	0.064	0.4	20
1	I-3-C01-1	ND	ND	ND	/
2	I-3-C01-2	ND	ND	ND	/
3	I-3-C02-1	ND	ND	ND	/
4	I-3-C02-2	ND	ND	ND	/
5	I-3-C03-1	ND	ND	ND	/
6	I-3-C03-2	ND	ND	ND	/
7	I-3-C04-1	ND	ND	ND	/
8	I-3-C04-2	ND	ND	ND	/
9	I-3-C05-1	ND	ND	ND	/
10	I-3-C05-2	ND	ND	ND	/
11	I-3-C05-1 平行	ND	ND	ND	/
12	I-3-D01	ND	ND	ND	/
13	I-3-D02	ND	ND	ND	/
14	I-3-D03	ND	ND	ND	/
15	II-2-C01-1	/	/	/	2.25
16	II-2-C01-2	/	/	/	3.51
17	II-2-C02-1	/	/	/	3.86
18	II-2-C02-2	/	/	/	4.11
19	II-2-C03-1	/	/	/	2.70
20	II-2-C03-2	/	/	/	2.77
21	II-2-C04-1	/	/	/	2.09
22	II-2-C04-2	/	/	/	2.38
23	II-2-C04-2(平行)	/	/	/	2.20
24	II-2-D01	/	/	/	6.15
25	II-2-D02	/	/	/	4.85
26	II-2-D03	/	/	/	4.94
27	II-2-D04	/	/	/	7.79
28	II-2-D05	/	/	/	6.01

序号	样品名称	苯并（b）荧蒽	二苯并（a,h）蒽	苯并（a）芘	砷
修复目标值		0.64	0.064	0.4	20
29	II-2-C05-1	/	/	/	5.18
30	II-2-C05-2	/	/	/	5.95
31	II-2-C06-1	/	/	/	6.15
32	II-2-C06-2	/	/	/	7.48
33	II-2-C07-1	/	/	/	6.43
34	II-2-C07-2	/	/	/	6.51
35	II-2-C05-1 平行	/	/	/	5.43
36	I-1-D01	ND	ND	ND	/
37	I-1-D02	ND	ND	ND	/
38	I-1-D03	ND	ND	ND	/
39	I-1-D04	ND	ND	ND	/
40	I-1-D05	ND	ND	ND	/
41	I-1-D06	ND	ND	ND	/
42	I-1-D02 平行样	ND	ND	ND	/
43	I-1-C01-1	ND	ND	ND	/
44	I-1-C01-2	ND	ND	ND	/
45	I-1-C02-1	ND	ND	ND	/
46	I-1-C02-2	ND	ND	ND	/
47	I-1-C03-1	0.2	ND	0.1	/
48	I-1-C03-2	ND	ND	ND	/
49	I-1-C04-1	ND	ND	ND	/
50	I-1-C04-2	ND	ND	ND	/
51	I-1-C05-1	ND	ND	ND	/
52	I-1-C05-2	ND	ND	ND	/
53	I-1-C06-1	ND	ND	ND	/
54	I-1-C06-2	ND	ND	ND	/
55	I-1-C07-1	ND	ND	ND	/
56	I-1-C07-2	ND	ND	ND	/
57	I-1-C08-1	ND	ND	ND	/
58	I-1-C08-2	ND	ND	ND	/
59	I-3-DT-1	ND	ND	ND	/
60	I-3-DT-2	ND	ND	ND	/
61	I-3-DT-3	ND	ND	ND	/
62	I-3-DT-4	ND	ND	ND	/
63	I-3-DT-5	ND	ND	ND	/
64	I-3-DT-6	ND	ND	ND	/
65	I-3-DT-7	ND	ND	ND	/
66	I-3-DT-8	ND	ND	ND	/
67	I-3-DT-9	ND	ND	ND	/
68	I-3-DT-10	ND	ND	ND	/
69	I-3-DT-11	ND	ND	ND	/

序号	样品名称	苯并（b）荧蒽	二苯并（a,h）蒽	苯并（a）芘	砷
修复目标值		0.64	0.064	0.4	20
70	I-3-DT-12	ND	ND	ND	/
71	I-3-DT-13	0.6	ND	ND	/
72	I-3-DT-4 平行样	ND	ND	ND	/
73	III-D01	ND	ND	ND	6.45
74	III-D02	ND	ND	ND	8.63
75	III-D03	ND	ND	ND	8.77
76	III-D04	ND	ND	ND	6.84
77	III-D05	0.4	ND	0.3	13.4
78	III-C01-1	ND	ND	ND	9.38
79	III-C01-2	0.6	ND	0.2	8.95
80	III-C02-1	ND	ND	ND	6.28
81	III-C02-2	ND	ND	ND	9.21
82	III-C03-1	0.2	ND	0.1	6.11
83	III-C03-2	7.2	0.5	4.6	9.69
84	III-C04-1	0.2	ND	0.1	9.87
85	III-C04-2	ND	ND	ND	12.0
86	III-C05-1	ND	ND	ND	8.79
87	III-C05-2	ND	ND	ND	10.2
88	III-C06-1	ND	ND	ND	6.42
89	III-C06-2	ND	ND	ND	5.99
90	III-C07-1	ND	ND	ND	5.85
91	III-C07-2	ND	ND	ND	8.04
92	I-2-C01-1	ND	ND	ND	/
93	I-2-C01-2	ND	ND	ND	/
94	I-2-C02-1	ND	ND	ND	/
95	I-2-C02-2	ND	ND	ND	/
96	I-2-C03-1	ND	ND	ND	/
97	I-2-C03-2	ND	ND	ND	/
98	I-2-C04-1	ND	ND	ND	/
99	I-2-C04-2	ND	ND	ND	/
100	I-2-C05-1	ND	ND	ND	/
101	I-2-C05-2	ND	ND	ND	/
102	I-2-C06-1	0.5	0.05	0.3	/
103	I-2-C06-2	ND	ND	ND	/
104	I-2-C07-1	ND	ND	ND	/
105	I-2-C07-2	ND	ND	ND	/
106	I-2-C01-1 平行	ND	ND	ND	/
107	I-2-D01	ND	ND	ND	/
108	I-2-D02	ND	ND	ND	/
109	I-2-D03	ND	ND	ND	/
110	I-2-D04	ND	ND	ND	/

序号	样品名称	苯并（b）荧蒹	二苯并（a,h）蒽	苯并（a）芘	砷
修复目标值		0.64	0.064	0.4	20
111	I-2-D05	ND	ND	ND	/
112	III-C03-2#	0.5	ND	0.1	7.4

检测结果显示，基坑清挖效果评估采集的样品除 III 区基坑侧壁 III-C03-2 点位 SVOCs 超标外，其余清挖基坑土壤样品中修复目标污染物浓度均未超出修复目标值并且低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）中第一类用地筛选值。

检测结果出来之后，施工单位判断由于土壤具有不均质性和机械挖掘的差异性导致该区域未清挖完全，随后针对超标点位进行二次清挖后，并对清挖后的侧壁进行自检，待自检合格后，我单位随后第二次针对 III 基坑侧壁 III-C03-2 点位进行采样，检测结果显示侧壁土壤样品中修复目标污染物均未超过修复目标值并且低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）中第一类用地筛选值。

表 7.1-2 基坑侧壁超标点位复测结果 单位：mg/kg

序号	样品名称	苯并（b）荧蒹	二苯并（a,h）蒽	苯并（a）芘	砷
修复目标值		0.64	0.064	0.4	20
第一次	III-C03-2	7.2	0.5	4.6	9.69
第二次	III-C03-2#	0.5	ND	0.1	7.4

7.1.2 土壤异位检测结果分析

效果评估单位按照 5.3.1 章土壤异位修复效果评估布点方案完成相应样品的采集、检测、分析工作，检测报告见附件。土壤异位修复效果评估土壤样品检测结果如表 7.1-3 所示。

表 7.1-4 土壤异位修复效果评估样品检测结果 单位：mg/kg

序号	样品名称	苯并（b）荧蒹	二苯并（a,h）蒽	苯并（a）芘	砷
修复目标值		0.64	0.064	0.4	20
1	I-1-DT-1	ND	ND	ND	/
2	I-1-DT-2	ND	ND	ND	/
3	I-1-DT-3	ND	ND	ND	/
4	I-1-DT-4	ND	ND	ND	/
5	I-1-DT-5	ND	ND	ND	/
6	I-1-DT-6	ND	ND	ND	/
7	I-1-DT-7	ND	ND	ND	/
8	I-1-DT-8	ND	ND	ND	/

序号	样品名称	苯并（b）荧蒽	二苯并（a,h）蒽	苯并（a）芘	砷
修复目标值		0.64	0.064	0.4	20
9	I-1-DT-9	ND	ND	ND	/
10	I-1-DT-8 平行	ND	ND	ND	/
11	I-2-DT-1	ND	ND	ND	/
12	I-2-DT-2	ND	ND	ND	/
13	I-2-DT-3	ND	ND	ND	/
14	I-2-DT-4	ND	ND	ND	/
15	I-2-DT-5	ND	ND	ND	/
16	I-2-DT-6	ND	ND	ND	/
17	I-2-DT-7	ND	ND	ND	/
18	I-2-DT-8	ND	ND	ND	/
19	I-2-DT-1 平行	ND	ND	ND	/
20	III-DT-1#	ND	ND	ND	8.105
21	III-DT-2#	ND	ND	ND	7.93
22	III-DT-3#	ND	ND	ND	8.91
23	III-DT-4#	ND	ND	0.2	8.77
24	III-DT-1 平行	ND	ND	ND	8.96
25	II-2-DT-1	/	/	/	4.03
26	II-2-DT-2	/	/	/	5.55
27	II-2-DT-3	/	/	/	8.33
28	II-2-DT-4	/	/	/	5.35
29	II-2-DT-5	/	/	/	3.86
30	II-2-DT-6	/	/	/	6.51
31	II-2-DT-7	/	/	/	5.22
32	II-2-DT-8	/	/	/	4.46
33	II-2-DT-9	/	/	/	4.41
34	II-2-DT-10	/	/	/	5.51
35	II-2-DT-11	/	/	/	5.43
36	II-2-DT-7 平行	/	/	/	5.85
37	III-DT-01	0.2	ND	0.1	19.2
38	III-DT-02	ND	ND	ND	15.9
39	III-DT-03	0.7	ND	0.3	10.0
40	III-DT-04	0.5	ND	0.2	12.1
41	III-DT-05	0.2	ND	0.1	10.7
42	III-DT-06	0.3	ND	0.2	10.5
43	III-DT-07	0.9	ND	0.5	10.5
44	II-1-D01	/	/	/	15.1
45	II-1-D02	/	/	/	6.88
46	II-1-D03	/	/	/	7.18
47	II-1-D04	/	/	/	10.1
48	II-1-D05	/	/	/	7.17
49	II-1-DT-1	/	/	/	14.2

序号	样品名称	苯并（b）荧蒽	二苯并（a,h）蒽	苯并（a）芘	砷
修复目标值		0.64	0.064	0.4	20
50	II-1-DT-2	/	/	/	10.8
51	II-1-DT-3	/	/	/	12.2
52	II-1-DT-4	/	/	/	12.6
53	II-1-DT-5	/	/	/	13.7
54	II-1-DT-6	/	/	/	14.0
55	II-1-DT-7	/	/	/	13.0
56	II-1-DT-8	/	/	/	9.00
57	I-3-DT-1	ND	ND	ND	/
58	I-3-DT-2	ND	ND	ND	/
59	I-3-DT-3	ND	ND	ND	/
60	I-3-DT-4	ND	ND	ND	/
61	I-3-DT-5	ND	ND	ND	/
62	I-3-DT-6	ND	ND	ND	/
63	I-3-DT-7	ND	ND	ND	/
64	I-3-DT-8	ND	ND	ND	/
65	I-3-DT-9	ND	ND	ND	/
66	I-3-DT-10	ND	ND	ND	/
67	I-3-DT-11	ND	ND	ND	/
68	I-3-DT-12	ND	ND	ND	/
69	I-3-DT-13	0.6	ND	ND	/
70	I-3-DT-4 平行样	ND	ND	ND	/

检测结果显示,异位修复效果评估采集的样品除 III 区修复后堆体 III-DT-03、III-DT-07 超标外,其余清挖基坑土壤样品中修复目标污染物浓度均未超出修复目标值并且低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600)中第一类用地筛选值。

检测结果出来之后,施工单位针对超标点位进行二次处置后,并对处理后堆体进行自检,待自检合格后,我单位随后第二次针对 III 区修复后堆体进行采样,检测结果显示修复后 744m³ 堆体土壤样品中修复目标污染物均未超过修复目标值并且低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600)中第一类用地筛选值。

表 7.1-4 异位修复堆体超标点位复测结果 单位: mg/kg

序号	样品名称	苯并（b）荧蒽	二苯并（a,h）蒽	苯并（a）芘	砷
修复目标值		0.64	0.064	0.4	20
第一次	III-DT-03	0.7	ND	0.3	10.0
第一次	III-DT-07	0.9	ND	0.5	10.5

序号	样品名称	苯并（b）荧蒽	二苯并（a,h）蒽	苯并（a）芘	砷
修复目标值		0.64	0.064	0.4	20
第二次	III-DT-1#	ND	ND	ND	8.105
第二次	III-DT-2#	ND	ND	ND	7.93
第二次	III-DT-3#	ND	ND	ND	8.91
第二次	III-DT-4#	ND	ND	0.2	8.77

7.1.3 土壤原位检测结果分析

效果评估单位按照 5.3.1 章土壤原位修复效果评估布点方案完成相应样品的采集、检测、分析工作，检测报告见附件。土壤原位修复效果评估土壤样品检测结果如表 7.1-5 所示。

表 7.1-5 土壤原位修复效果评估样品检测结果 单位：mg/kg

序号	点位编号	砷
1	II-2-YW1-1 4.0m	2.77
2	II-2-YW1-2 5.0m	3.18
3	II-2-YW2-1 4.0m	3.24
4	II-2-YW2-2 5.0m	2.05
5	II-2-YW3-1 4.0m	3.24
6	II-2-YW3-2 5.0m	2.46
7	II-2-YW4-1 4.0m	18.2
8	II-2-YW4-2 5.0m	3.50
9	II-2-YW4-2 5.0m 平行	3.73
10	II-2-YW5-1 4.0m	4.65
11	II-2-YW5-2 5.0m	2.21
12	II-2-YW6-1 4.0m	3.36
13	II-2-YW6-2 5.0m	2.27
14	II-2-YW6-1 4.0m 平行	3.44
15	II-2-YW7-1 4.0m	3.17
16	II-2-YW7-2 5.0m	4.84

检测结果显示，II 区电线杆原位修复目标污染物浓度均未超出修复目标值，并且低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）中第一类用地筛选值。

7.1.4 二次污染区域检测结果分析

评估单位按照 5.3.4 章节修复过程可能产生二次污染区域的布点方案完成相应样品的采集、检测、分析工作，检测报告见附件，相应土壤样品检测结果如表 7.1-6、表 7.1-7、表 7.1-8 所示。

表 7.1-6 二次污染区域污染物检测结果 单位：mg/kg

序号	点位编号	二苯并[a,h]蒽	苯并[b]荧蒽	苯并[a]芘	砷
1	ZS1	ND	ND	ND	4.38
2	ZS02	ND	ND	ND	3.94
3	ZS3	ND	ND	ND	3.59
4	ZS4	ND	ND	ND	3.64
5	ZS5	ND	ND	ND	4.15
6	ZS6	ND	ND	ND	4.35
7	ZS7	ND	ND	ND	4.01
8	ZS8	ND	ND	ND	3.64
9	ZS9	ND	ND	ND	4.18
10	ZS10	ND	ND	ND	3.76
11	ZS11	ND	ND	ND	3.41
12	ZS12	ND	ND	ND	3.45
13	ZS13	ND	ND	ND	3.79
14	ZS14	ND	ND	ND	3.97
15	ZS15	ND	ND	ND	4.07
16	ZS16	ND	ND	ND	4.06
17	ZS17	ND	ND	ND	4.12

二次污染区域土壤检测结果显示，关注目标污染物浓度均未超出修复目标值，即二次污染区域土壤检测结果全部达标。

在进行二次污染区域土壤采样的同时，我单位也对整场地的地下水进行了监测采样。整场地共采集地下水样品 8 个，具体检测结果如下。

表 7.1-7 地下水环境质量评价污染物检测结果 单位：ug/L

序号	样品名称	二苯并[a,h]蒽	苯并[a]芘	苯并[b]荧蒽	砷
1	W1	ND	ND	ND	0.9
2	W2	ND	ND	ND	1.9
3	W3	ND	ND	ND	0.7
4	W4	ND	ND	ND	0.7
5	W5	ND	ND	ND	1
6	W6	ND	ND	ND	0.7
7	W6 平行样	ND	ND	ND	0.7
8	W7	ND	ND	ND	0.8
9	W8	ND	ND	ND	0.8

地下水环境质量评价污染物检测结果显示，关注目标污染物浓度均未超出修复目标值。

在进行地下水环境质量评价采样的同时，我单位在土壤修复回填后，增设场地内随机采样布点，点位与上述所有已采样点位无重叠，确保点位覆盖所有可能

存在污染区域，具体检测结果如下。

表 7.1-8 区域抽测污染物检测结果 单位: mg/kg

序号	样品名称	二苯并[a,h]蒽	苯并[b]荧蒽	苯并[a]芘	砷
1	CC1	ND	ND	ND	3.68
2	CC1 平行样	ND	ND	ND	3.61
3	CC2	ND	ND	ND	3.66
4	CC3	ND	ND	ND	4.17
5	CC4	ND	ND	ND	3.71
6	CC5	ND	ND	ND	4.11
7	CC5 平行样	ND	ND	ND	5.34

区域抽测土壤检测结果显示，关注目标污染物浓度均未超出修复目标值，即区域抽测土壤检测结果全部达标。

7.2 效果评估

本修复工程的修复效果运用逐个对比法判断整个场地是否达到修复效果。当样本点检测值低于或等于修复目标值时，达到效果评估标准；当样品点检测值高于修复目标值时，未达到效果评估标准。只有所有样品的污染物检测值均达到效果评估标准，方可判定场地达到修复效果。

（1）基坑清挖效果评估

基坑清挖效果评估采集的样品除 III 区基坑侧壁 III-C03-2 点位 SVOCs 超标外，其余清挖基坑土壤样品中修复目标污染物浓度均未超出修复目标值并且低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）中第一类用地筛选值，达到效果评估标准。施工单位判断由于土壤具有不均质性和机械挖掘的差异性导致该区域未清挖完全，随后针对超标点位进行二次清挖后，我单位随后第二次针对 III 区基坑侧壁 III-C03-2 点位进行采样，检测结果显示侧壁土壤样品中修复目标污染物均未超过修复目标值并且低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）中第一类用地筛选值。即基坑清挖全部达到效果评估标准。

（2）土壤异位修复效果评估

异位修复效果评估采集的样品除 III 区修复后堆体 III-DT-03、III-DT-07 超标

外，其余清挖基坑土壤样品中修复目标污染物浓度均未超出修复目标值并且低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）中第一类用地筛选值。施工单位针对超标点位进行二次处置后，并对处理后堆体进行自检，待自检合格后，我单位随后第二次针对 III 区修复后堆体进行采样，检测结果显示修复后 744m³ 堆体土壤样品中修复目标污染物均未超过修复目标值并且低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）中第一类用地筛选值，即土壤异位修复达到效果评估标准。

（3）土壤原位修复效果评估

检测结果显示，II 区电线杆原位修复目标污染物浓度均未超出修复目标值，并且低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）中第一类用地筛选值，达到效果评估标准。

（4）二次污染区域效果评估

修复过程可能产生二次污染区域采集的土壤样品中修复目标污染物浓度均未超出修复目标值并且低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）中一类建设用地筛选值，达到效果评估标准。

地下水环境质量评价污染物检测结果显示，关注目标污染物浓度均未超出修复目标值。

区域抽测土壤检测结果显示，关注目标污染物浓度均未超出修复目标值，即区域抽测土壤检测结果全部达标。

8 结论和建议

8.1 效果评估结论

（1）通过对修复工程过程文件的收集与审核，本项目修复施工过程资料基本齐备。

（2）通过审核修复过程类文件，本地块理论污染土方量为 21565.7 m^3 ，在土壤开挖过程中，由于截弯取直、放坡、基坑超标扩挖等原因，实际开挖土方量为 22647.9 m^3 （实方），其中扩挖土方量为 237 m^3 。清挖后土壤进行筛分、异位修复后，土壤的孔隙率、含水率发生了变化，最终修复后报验土方量为 23251.7 m^3 。项目修复量、修复范围、修复方法相关文件均通过工程监理或环境监理签字认可，根据工程监理和环境监理单位相关资料及《环境监理报告》结论，本项目修复过程基本按照备案的修复技术方案和施工组织设计开展施工。

（3）通过审核环境管理和环境监测类文件，本项目的二次污染防治措施实施文件均通过环境监理签字认可，同时根据《环境监理报告》及相应检测报告：

①施工过程中施工单位采取针对性的措施，较好的控制了扬尘和机械噪音，建筑垃圾集中堆放，废包装和生活垃圾合理处置，药剂包装袋于 2020 年 5 月 12 号统一由厂家回收。淋洗废水、基坑废水、运输车清洗废水经厂区污水处理设施处理后回用于淋洗及热脱附合格土壤降温增湿，无工艺废水排放。施工过程符合《南通产业控股集团有限公司原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复项目环境影响报告表》及相关批复中防治措施要求。

②土壤预处理过程产生的粉尘经布袋除尘装置处理后排放，排放浓度及速率满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中相应标准限值；热脱附废气经旋风除尘+布袋除尘+RCO 催化燃烧+活性炭吸附+15m 排气筒处理后达标排放。本工程的实施未对周围水环境造成明显影响，施工期间未发生环境污染投诉事件。

③热脱附装置更换的废活性炭、水处理装置产生的废污泥等均暂存于危废库内，施工单位已按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）建立危废库，并与南通润启环保有限公司签订了危废处置协议并转移，危废台账齐全，转

移联单与危废台账一致。

（4）通过审核质量检验报审单，本项目清挖基坑，异位修复后堆体，原位修复区域检测结论均通过工程监理和环境监理签字认可，满足报验要求。

（5）我单位在各分项修复内容达到报验要求后进行现场踏勘，相应区域无明显感官异常，具备效果评估采样条件；在整个修复工程完成后，我单位进行现场踏勘，场地现场已进行平整，临时设施均已拆除，现场无明显感官异常。

（6）在各分项修复内容达到报验要求后，我单位对各分项工程进行了效果评估检测，结果表明，对于土壤异位修复清挖基坑、土壤异位修复后堆体、土壤原位修复区域、土壤修复二次污染区域、地下水环境质量评价、地块区域抽测检测样品均达到修复目标要求；除 III 基坑侧壁 III-C03-2，III 修复后堆体 III-DT-03、III-DT-07 点位超标外，其余效果评估检测样品达到修复目标要求。III 基坑超标点位施工单位继续清挖处理，并重新报验复测后达到了修复目标要求。III 区基坑扩挖方量为 34m^3 。III 区堆体超标点位由施工单位重新处置自检达标后再次报验，III 区堆体返工量为 710m^3 ，合计报验量为 744m^3 。复测效果评估检测样品均达到修复目标要求。

综上所述，基于效果评估阶段的资料审核和检测结果，原南通万达锅炉（任港路北侧）地块修复工程达到既定的修复目标要求。

8.2 建议

（1）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，并按照《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部第 42 号令）要求，将相关归档材料上传污染地块信息系统，并通过其网站等便于公众知晓的方式公开，公开时间不得少于两个月。

（2）加强后期场地的管理工作，开发利用前防止无关人员擅自进入现场，避免修复区域私自开挖和地下水的开发利用。