

水城悦府项目土壤修复工程

修复效果评估报告

聊城市环境科学工程设计院环境检测中心

2018年4月

水城悦府项目土壤修复工程效果评估报告

验收监测人员职责表

职责	姓名	签名
现场采样人员	张广振	
	崔代顺	
	朱超	
	韩桐	
分析化验人员	齐荣	
	史月镇	
报告编写人员	孙庆国	
审核	张学宽	
授权签字人	吴文虎	

目录

1	总论	1
1.1	项目背景	1
1.2	编制目的	1
1.3	编制依据	1
1.3.1	相关法律法规	1
1.3.2	技术导则、规范和标准	2
1.3.3	业主提供的相关资料	2
1.4	编制原则	3
1.4.1	科学性原则	3
1.4.2	独立性原则	3
1.4.3	公正性原则	3
1.5	编制程序	3
2	场地修复工程基本情况	5
2.1	场地地理位置及周边情况	5
2.2	场地水文地质情况	6
2.2.1	地层分布条件	6
2.2.2	地下水分布条件	8
2.3	场地污染和风险状况	8
2.3.1	场地原土壤污染现状和风险评价	8
2.3.2	场地地下水及底泥污染现状和风险评价	10
2.4	修复工程修复技术方案	11
2.4.1	场地修复目标和范围	11
2.4.2	场地修复技术	12
2.4.3	二次污染防治措施与监测	14
2.4.4	修复效果验收	15
3	验收内容和方法	16
3.1	验收范围与对象	16

3.2	验收工作程序与方法.....	16
4	文件审核与现场勘查.....	17
4.1	文件审核.....	17
4.1.1	文件审核范围.....	17
4.1.2	文件审核内容.....	17
4.2	现场勘查.....	18
4.2.1	核定修复范围.....	18
4.2.2	识别现场遗留污染.....	18
5	施工期环境监测情况.....	19
5.1	废水监测情况.....	19
5.1.1	废水监测执行标准.....	19
5.1.2	废水监测点位及频次.....	19
5.1.3	废水监测方法和质量控制.....	19
5.1.4	废水监测结果及评价.....	20
5.2	厂界无组织废气及敏感点环境空气监测情况.....	20
5.2.1	废气及环境空气监测执行标准.....	20
5.2.2	废气及环境空气监测因子及频次.....	20
5.2.3	废气及环境空气监测方法和质量控制.....	21
5.2.4	废气及环境空气监测结果及评价.....	22
5.3	噪声监测情况.....	23
5.3.1	噪声监测执行标准.....	23
5.3.2	噪声监测点位及频次.....	24
5.3.3	噪声监测方法、质量保证和质量控制.....	24
5.3.4	噪声监测结果及评价.....	24
5.4	施工期环境监测结论.....	25
6	场地修复工程效果评估情况.....	26
6.1	修复效果监测与评估基本情况.....	26
6.1.1	验收范围.....	26

6.1.2 验收内容.....	26
6.1.3 文件审核.....	26
6.1.4 现场勘查.....	26
6.1.5 分析项目.....	26
6.1.6 分析方法.....	27
6.1.7 现场采样.....	27
6.2 基坑清挖效果监测和评估结果.....	28
6.2.1 布点原则.....	28
6.2.2 布点方案.....	28
6.2.3 质量控制.....	29
6.2.4 检测结果.....	31
6.3 场地修复效果评估结论.....	33
7 结论.....	34

1 总论

1.1 项目背景

本项目位于聊城市新区街道，新水河以东，卫育北路以西，济聊高速以北，占地面积为 51799 m²。该地块原属企业主要 3 家，分别是：光岳制革厂（1996 年~1999 年）、聊城市华盛制革有限公司（1999 年~2011 年）、聊城新星热镀锌厂（2010 年~2012 年），场地内原属企业主要进行皮革生产、镀锌件加工。该场地于 2014 年拆除完毕后，一直处于闲置状态。

2017 年 11 月山东金柱集团有限公司委托江苏圣泰环境科技股份有限公司编制了《金柱水城悦府（原聊城市华盛皮革厂）地块场地调查及风险评估报告》（简称《调查报告》），2018 年 1 月北京高能时代环境技术股份有限公司编制了《水城悦府项目土壤修复工程施工组织设计》（简称《施工方案》）。

1.2 编制目的

修复处置工程实施 2018 年 2 月开工，2018 年 4 月完工。目前该处置工程已具备验收条件，此验收工作主要是通过文件审核、现场勘察、现场采样和检测分析等，对场地内土壤进行调查，并进行场地修复效果评价，判断是否达到验收标准。在场地修复验收合格后，场地方可进入再利用开发程序。

1.3 编制依据

1.3.1 相关法律法规

- (1) 《土壤污染防治行动计划》（2016 年）
- (2) 《污染地块土壤环境管理办法》（试行）（2016 年）
- (2) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年）
- (2) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2005 年）
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年）
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2016 年）
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（1997 年）
- (6) 《中华人民共和国安全生产法》（2014 年）
- (7) 《关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发[2005]39 号）

- (8) 《国务院关于环境保护若干问题的决定》（国发[1996]31号）
- (9) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第253号1998）
- (10) 《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》（国环办[2004]47号）
- (11) 《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环发[2012]140号）
- (12) 《山东省土壤污染防治工作方案》（2017年）

1.3.2 技术导则、规范和标准

1、技术导则

- (1) 《环境监测分析方法标准制修订技术导则》（HJ/T 168-2010）
- (2) 《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）
- (3) 《污染场地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2014）
- (4) 《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）
- (5) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（2014年11月）
- (6) 《污染场地环境风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）
- (7) 《土壤污染治理与修复成效技术评估指南（试行）》（2017年）

2、技术标准

- (1) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB 18599-2001）
- (2) 《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2010）
- (3) 《土壤污染治理与修复成效技术评估指南（试行）》（2017年）
- (4) 《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）
- (5) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）

3、技术规范

- (1) 《工程测量规范》（GB 50026-2007）
- (2) 《污染场地修复验收技术规范》（DB11/T 783-2011）
- (3) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）

1.3.3 业主提供的相关资料

- (1) 《金柱水城悦府（原聊城市华盛皮革厂）地块场地调查及风险评估报告》

(2) 《水城悦府项目土壤修复工程施工组织设计》

1.4 编制原则

1.4.1 科学性原则

采用科学的方法，综合考虑场地调查评估结果、污染场地修复方案和修复工程实施情况等，科学合理的开展修复工程的验收工作和验收方案编制工作。

1.4.2 独立性原则

污染场地修复工程验收监测方案由第三方验收监测单位编制，并负责实施，确保验收监测工作和验收报告编制的独立性和客观性。

1.4.3 公正性原则

秉持良好的职业操守，坚持保护环境的原则，按相关标准、规范和技术要求，公平、公正、客观地开展修复工程验收工作和评审工作。

1.5 编制程序

通过文件审核、数据收集、踏勘等活动收集的资料进行评估，识别是否存在可能导致场地存在健康风险的潜在问题。判断场地修复行动是否达到保护人体和环境的目的。污染场地修复验收文件编制程序包括制定验收监测方案、确定验收对象和标准、复合采样布点方案、现场采样与实验室检测，并进行修复效果评价，工作程序流程见图。

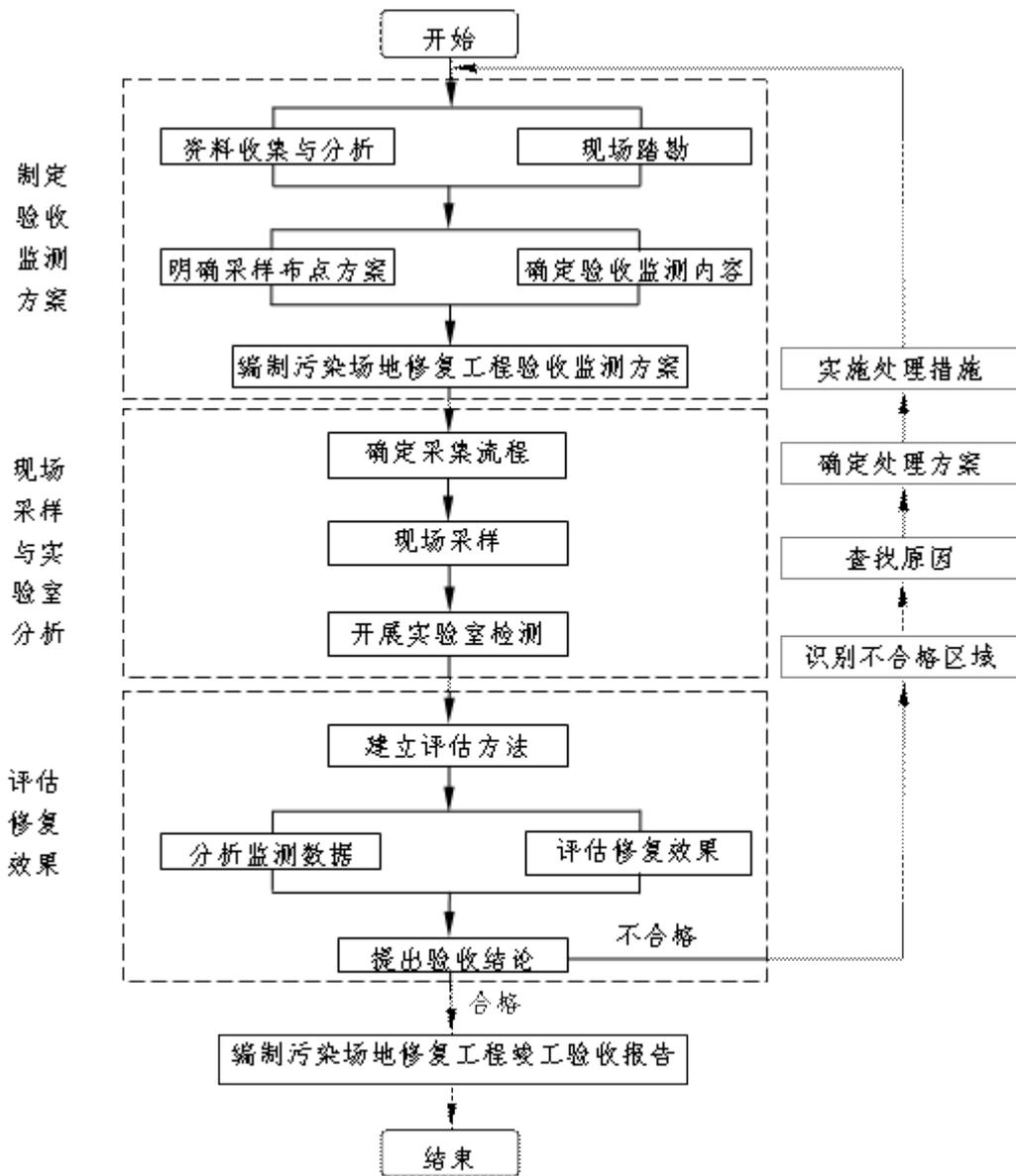


图 1-1 工程验收流程图

2 场地修复工程基本情况

2.1 场地地理位置及周边情况

聊城市地处北纬 35°47'~37°2'和东经 115°16'~116°32'之间，位于山东省西部，本地块位于聊城市新区街道，新水河以东，卫育北路以西，济聊高速以北，调场地地理位置图见图 2-1。



图 2-1 场地位置图

本地块周边 500m 范围内敏感目标见表 2-1、图 2-2。

表 2-1 场地周边敏感目标

序号	名称	性质	场地方位	场地距离 (m)
1	八里庄村	村庄	W	490
2	居民点 1	村庄	SW	50
3	居民点 2	村庄	SE	250
4	明星兰庭居住小区	社区	S	280
5	新水河	河流	W	10

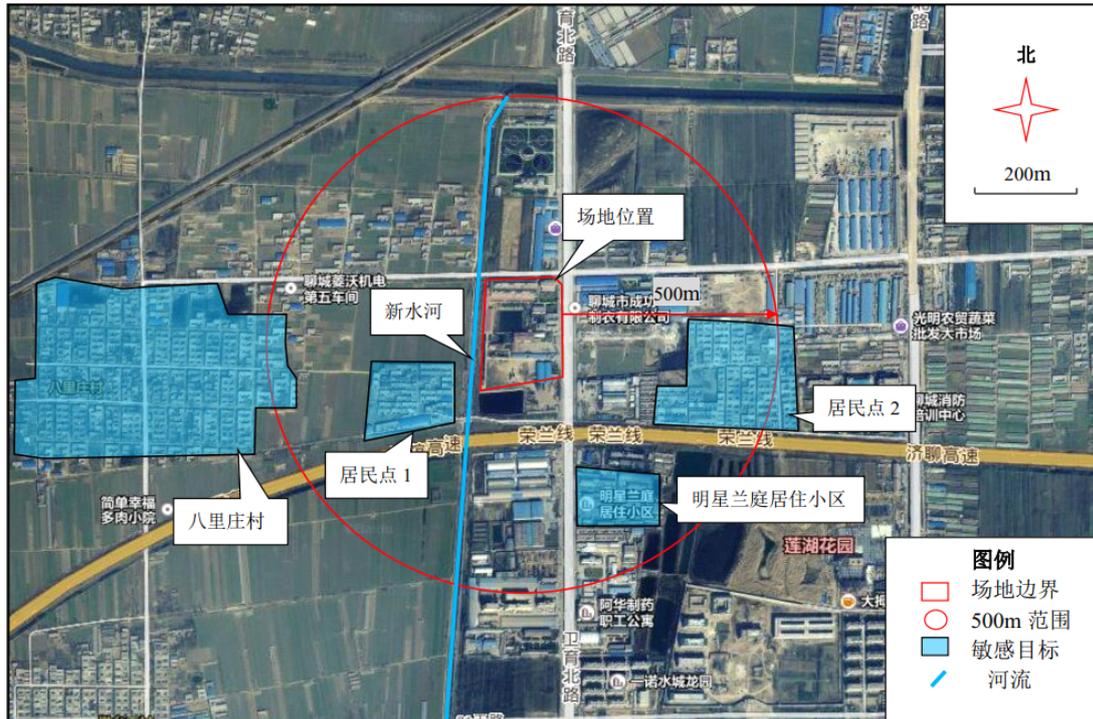


图 2-2 周边敏感区域分布图

2.2 场地水文地质情况

2.2.1 地层分布条件

根据山东金柱集团有限公司委托聊城市华鲁建筑设计院有限公司所做的地质勘察报告，本场区勘察深度范围内，地基土自上而下分为如下 9 层：

1 层杂填土：杂色，松散，主要由建筑垃圾组成。场区普遍分布，厚度：0.90~6.50m，平均 2.09m；层底标高：30.10~36.44m，平均 34.81m；层底埋深：0.90~6.50m，平均 2.09m。

2 层粉质粘土：褐色，可塑，中等干强度，中等韧性。场区普遍分布，厚度：1.30~2.50m，平均 1.90m；层底标高：32.60~34.44m，平均 33.69m；层底埋深：2.70~3.80m，平均 3.21m。

3 层粉土：黄褐色，稍密，稍湿，低干强度，低韧性，摇震反应中等。场区普遍分布，厚度：1.30~2.60m，平均 2.14m；层底标高：30.35~32.24m，平均 31.55m；层底埋深：5.00~6.10m，平均 5.35m。

4 层粉质粘土：灰褐色，可塑，中等干强度，中等韧性，稍有光泽，局部有粉土夹层。场区普遍分布，厚度：0.30~2.30m，平均 1.24m；层底标高：29.45~31.00m，平均 30.26m；层底埋深：6.00~7.40m，平均 6.63m。

5层粉土：黄褐色，稍密，很湿，低干强度，低韧性，摇震反应迅速。场区普遍分布，厚度：0.80~2.70m，平均 1.63m；层底标高：27.50~29.89m，平均 28.67m；层底埋深：7.00~9.10m，平均 8.24m。

6层粉质粘土：灰褐色，可塑，中等干强度，中等韧性，稍有光泽。场区普遍分布，厚度：1.50~4.30m，平均 2.88m；层底标高：24.60~26.90m，平均 25.79m；层底埋深：10.10~12.00m，平均 11.11m。

7层粉砂：黄褐色，中密到密实，饱和，主要由石英，长石组成。场区普遍分布，厚度：2.30~12.10m，平均 9.40m；层底标高：14.06~24.11m，平均 16.45m；层底埋深：13.00~22.80m，平均 20.46m。

8层粉砂夹粉质粘土：以粉砂为主，局部夹杂多层薄层粉质粘土。粉砂，黄褐色，密实，饱和，主要由石英，长石组成。粉质粘土，褐色，可塑，稍有光泽，高干强度，高韧性。场区普遍分布，厚度：7.60~10.50m，平均 9.20m；层底标高：4.91~6.82m，平均 5.96m；层底埋深：30.40~31.50m，平均 30.96m。

9层细砂：褐色，饱和，密实，含石英、云母片。该层未穿透。

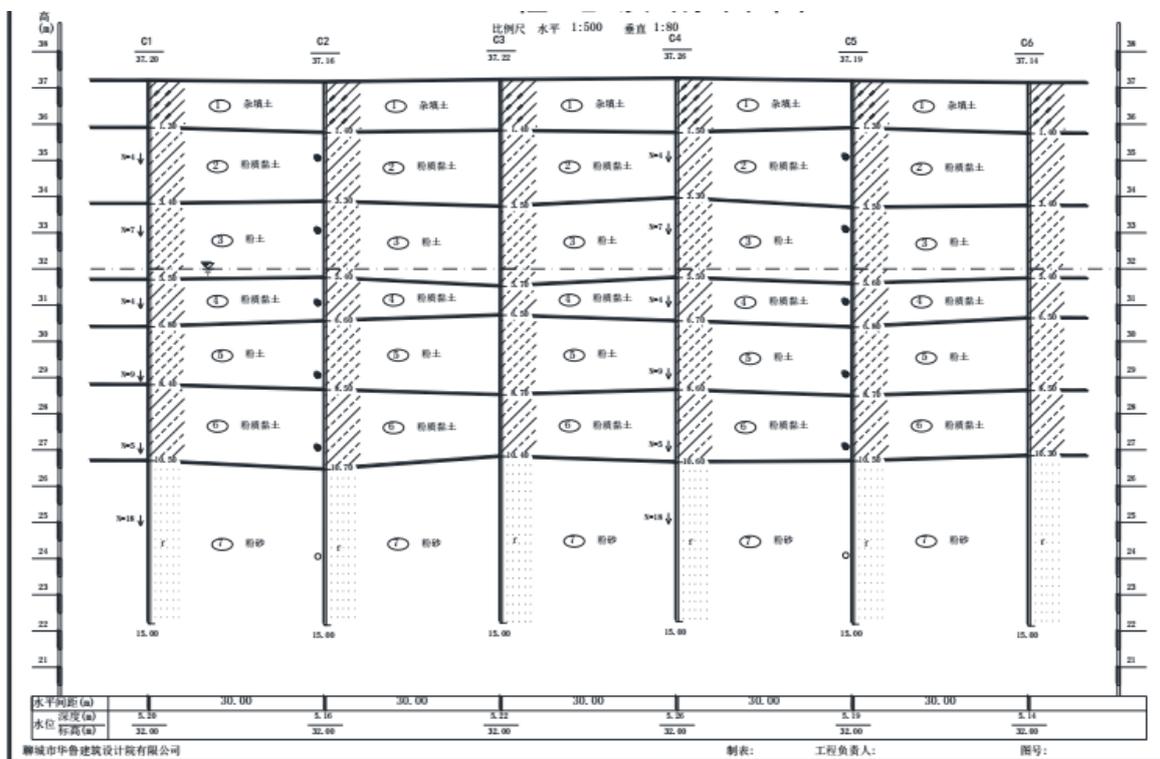


图 2-3 场地工程地质剖面图

2.2.2 地下水分布条件

地下水为第四纪孔隙潜水，地下水随季节变化较大，年变幅 2.0 米左右。

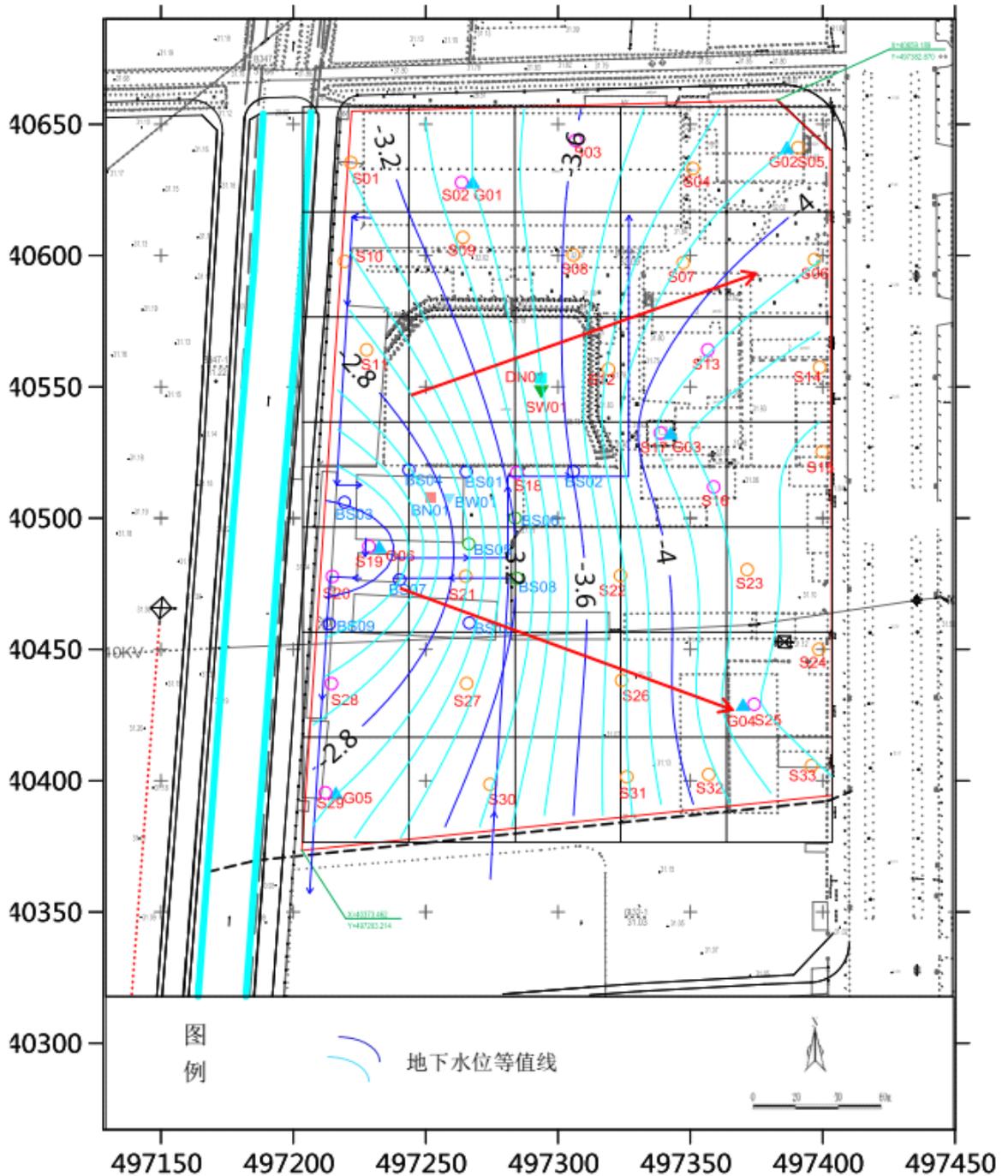


图 2-4 场地地下水等水位线图

2.3 场地污染和风险状况

2.3.1 场地原土壤污染现状和风险评价

通过现场踏勘及对历史资料的分析，调查评估工作共布设 33 个土壤监测点位，

其中浅层采样点 22 个，深层采样点 11 个，土壤背景对照点 1 个，共采集土壤样品 124 个（含平行样），对所有土壤样品检测了 pH、7 种重金属（汞、砷、镉、铅、铜、总铬、六价铬、锌），对所有深层土壤样品及对照点样品（共 57 个），加测了 SVOC、VOC；对总铬含量超标的 5 个样品加测了总铬及六价铬浸出毒性。部分点位土壤样品中总铬、多环芳烃超过筛选值标准，超标点位集中于 S18、S19、S20、S21、BS01、BS02 点位的 0.5m、1.5m、3.0m 深度。部分样品总铬含量较高（最高达 50200mg/kg），对这些样品总铬、六价铬浸出毒性检测后发现该场地送检土壤样品均不属于具有浸出毒性特性的危险废物。

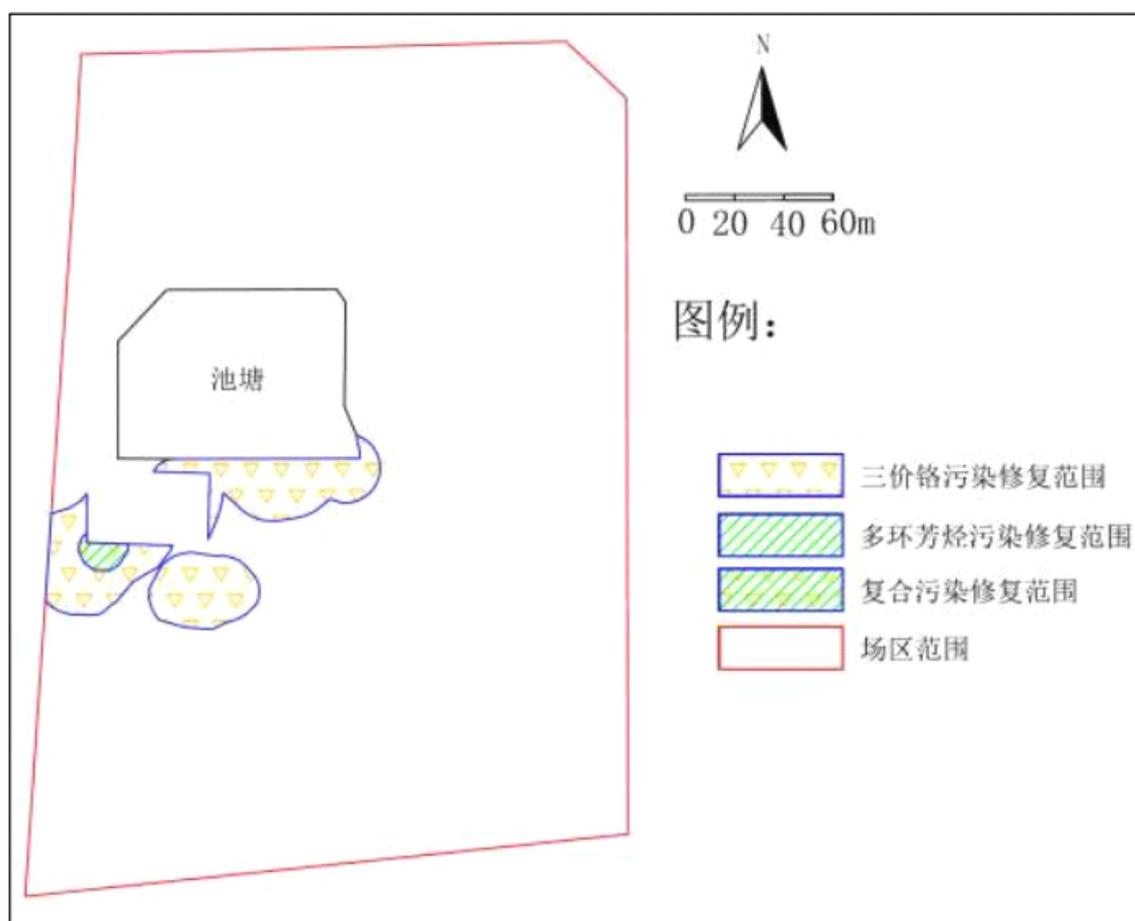


图 2-5 第一层（0-1.5m）土壤污染范围

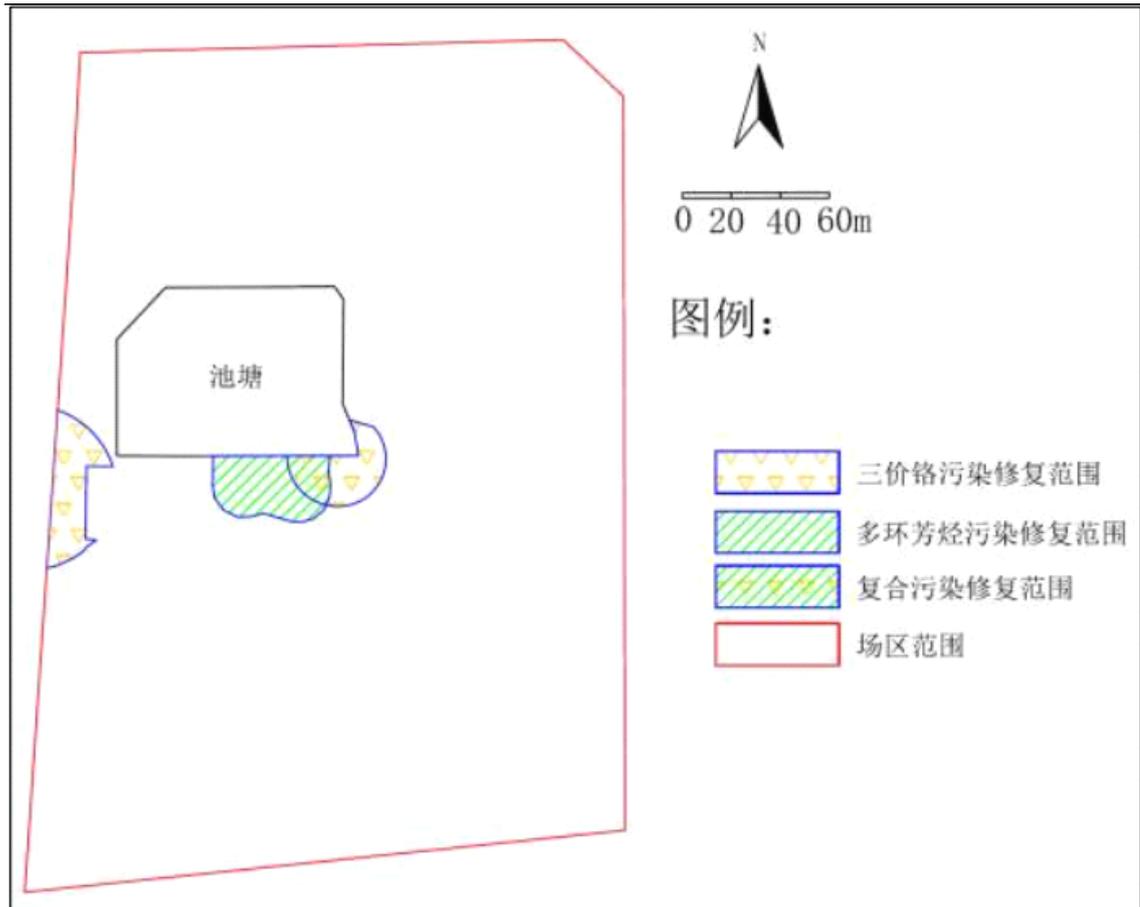


图 2-6 第二层（1.5-3.0m）土壤污染范围

土壤中三价铬的非致癌风险水平不可接受，苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[a]芘、二苯并[a, h]蒽 4 种有机污染物致癌风险水平不可接受，需要进行土壤修复。本场地的修复范围分 2 层（0-1.5m, 1.5m-3.0m）。第一层（0-1.5m）修复面积为 2669.98m²，修复土方量为 4004.97m³；第二层（1.5m-3.0m）修复面积为 1707.62m²，修复土方量为 2561.43m³；地块总修复土方量为 6566.40m³。

2.3.2 场地地下水及底泥污染现状和风险评价

根据《场地调查报告》，场地内共布设了 6 个地下水监测点，共采集 7 个地下水样品（含平行样），均检测了 pH、重金属（汞、砷、镉、铅、铜、总铬、六价铬、锌）、VOC、SVOC。检测结果显示：地下水中重金属有砷、镉、铅、汞 4 种元素检出，均未超标；有机污染物有二氯甲烷、邻苯二甲酸二乙酯、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯 3 种检出，除邻苯二甲酸二乙酯因缺乏相关标准，需进行风险评估外，其余 2 种有机污染物均未超标。详细调查阶段，共采集 2 个地表水样品（含平行样）和 1 个池塘底泥样品，检测指标均为 pH、重金属（汞、砷、镉、铅、铜、总铬、六

价格、锌)、VOC、SVOC。检测结果显示:底泥中7种重金属均有检出,但均未超标;有机污染物有邻苯二甲酸二乙酯检出,未超过相关标准。地表水中仅重金属砷检出,未超出相关标准。补充调查阶段,共采集1个地表水样品和1个池塘底泥样品,检测指标均为pH、重金属(总铬、六价铬、砷)、多环芳烃。检测结果显示:地表水中重金属和多环芳烃均未检出,底泥中多环芳烃未检出,重金属均有检出,其中总铬含量超过相关标准。

根据本场地土壤及地下水中关注污染物风险计算结果,地下水、底泥中污染物不存在健康风险。

2.4 修复工程修复技术方案

2.4.1 场地修复目标和范围

2.4.1.1 土壤修复目标

本场地的土壤中各污染物的修复目标值如下表所示。

表 2-2 本项目基坑验收标准与修复目标 (mg/kg)

编号	污染物	土壤风险控制值	基坑验收标准	异位处置后修复目标值
1	三价铬	24900	400	总铬浸出 1.5mg/L
2	苯并[a]蒽	0.64	0.64	0.64
3	苯并[b]荧蒽	0.64	0.64	0.64
4	苯并[a]芘	0.064	0.2	0.2
5	二苯并[a,h]蒽	0.064	0.064	0.064

2.4.1.2 土壤修复范围

本地块内每层土壤关注污染物超标范围和修复土方量见下表。其中单独三价铬污染土壤修复土方量总计 5269.78m³,单独多环芳烃污染土壤修复土方量总计 851.52m³,复合污染土壤修复土方量总计 445.12m³。

表 2-3 每层土壤关注污染物修复土方量

污染物种类	修复层数	修复深度 (m)	超标面积 (m ²)	修复土方量 (m ³)	修复土方量总计 (m ³)
三价铬	1	0-1.5m	2542.41	3813.62	4004.97
三价铬和多环芳烃		0-1.5m	127.57	191.36	
多环芳烃	2	1.5m-3.0m	567.68	851.52	2561.43
三价铬		1.5m-3.0m	970.77	1456.16	
三价铬和多环芳烃		1.5m-3.0m	169.17	253.76	

2.4.2 场地修复技术

2.4.2.1 单独三价铬污染土壤修复技术

对于单独三价铬污染的区域采用固化/稳定化技术进行修复。首先进行表层干净土壤挖掘，转移至干净土壤堆存区；将污染土壤开挖后转移至修复暂存区，然后采用 ALLU 斗对污染土壤进行筛分破碎将污染土壤粒径控制在 40mm 以下；再用 ALLU 斗将土壤与碱性钙基固化/稳定化药剂混合；药剂混合后进行养护，养护时间为 4 天；检测总铬浸出浓度达到修复目标，则进行回填，检测不合格，则再次进行固化/稳定化修复处置直至达标。

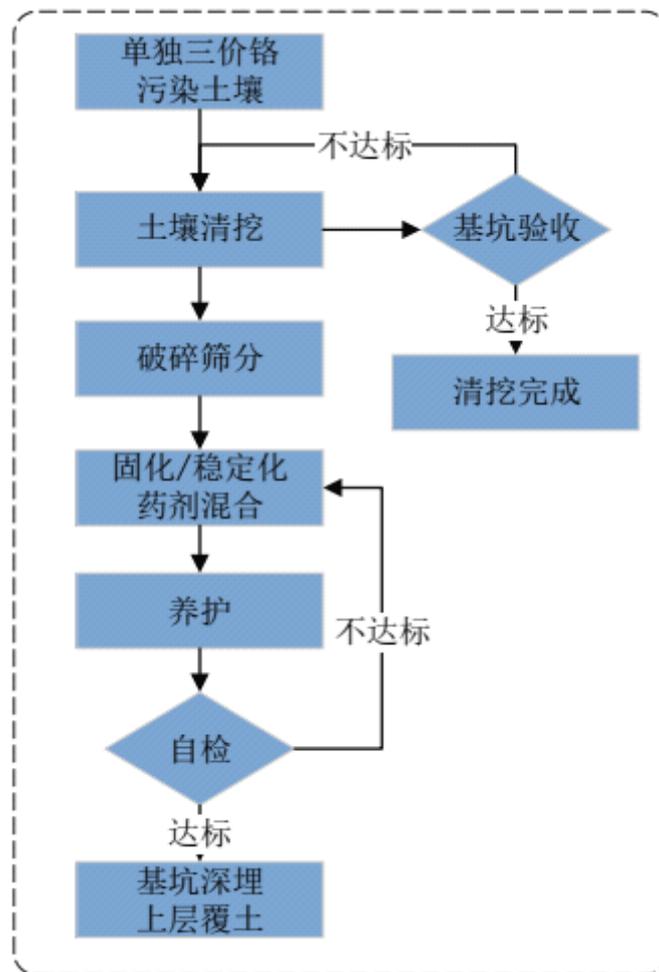


图 2-7 固化/稳定化施工工艺流程图

2.4.2.2 多环芳烃污染土壤修复技术

对于单独多环芳烃污染的区域采用化学氧化的方式进行修复。与单独三价铬污染土壤修复相同，首先将清挖后的土壤进行筛分破碎，然后与药剂混合，养护后对 4 种多环芳烃目标污染物进行检测，合格后回填，否则继续添加药剂，直至检测合格。

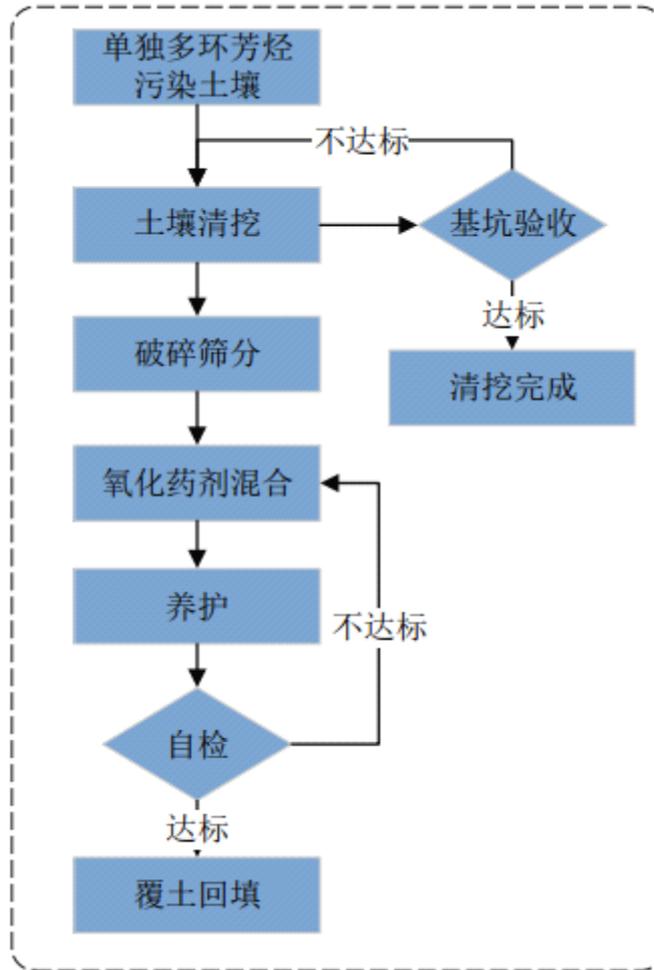


图 2-8 化学氧化施工工艺流程图

2.4.2.3 复合污染土壤修复技术

对于复合污染土壤，先采用化学氧化技术处理多环芳烃，再采用固化/稳定化技术处理三价铬。复合污染土壤的处理为上述两种工艺的耦合，考虑到化学氧化会提高铬的活性，影响固化/稳定化的效果，所以采取先化学氧化再固化/稳定化的工艺。在化学氧化的过程中，部分三价铬被氧化成六价铬，为了保证固化/稳定化的效果，固化/稳定化前需要添加还原药剂。

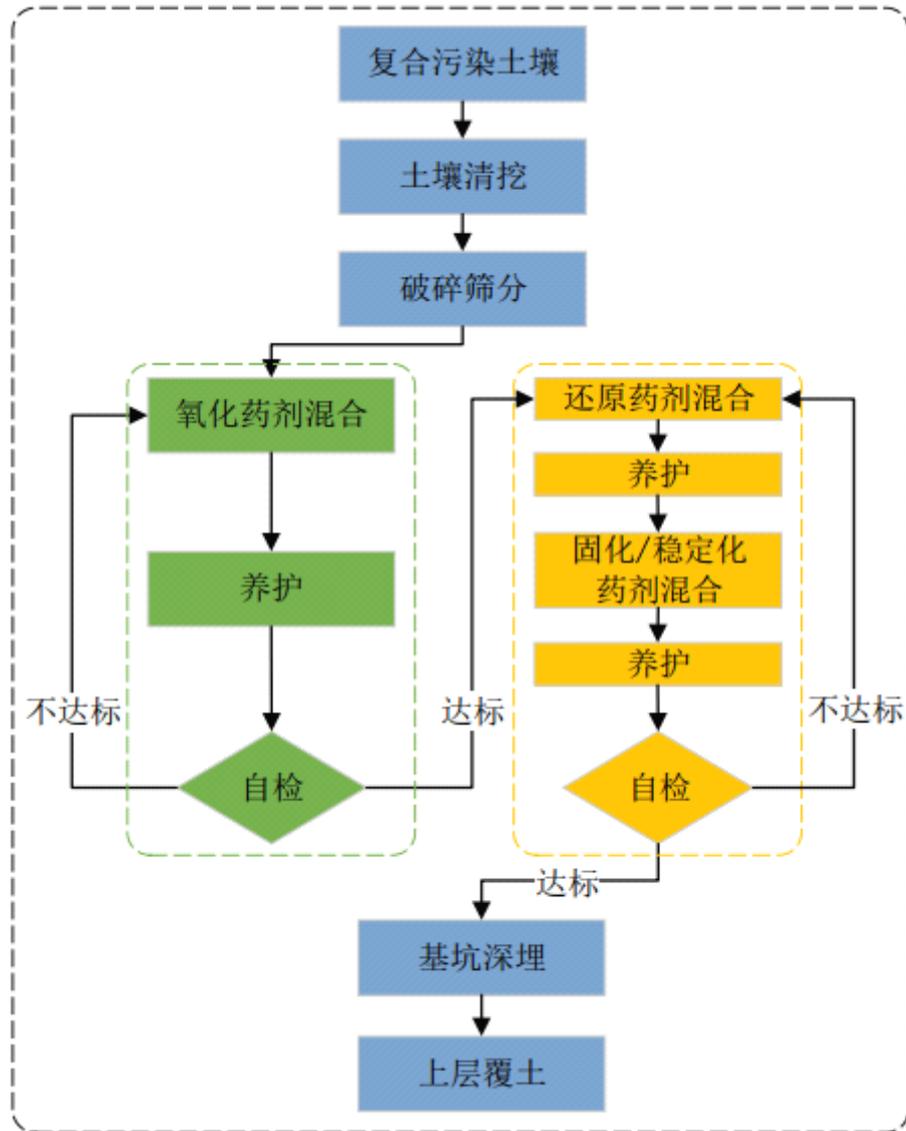


图 2-9 复合污染土壤修复工艺流程图

2.4.3 二次污染防治措施与监测

2.4.3.1 二次污染防治措施

(1) 大气扬尘控制

污染土壤清挖、运输、暂存过程中，主要采取洒水降尘措施；当作业场地发生较为明显的扬尘，通过雾炮增加空气含水率，降低扬尘；多环芳烃污染土壤清挖过程中，多环芳烃挥发严重产生异味时，要实时喷洒气味抑制剂；施工期间，土壤开挖后及时转运至修复场地，并对开挖面和修复场地土壤堆体要及时做好覆盖措施，采用雨布进行遮盖；运输道路主干道硬底化，减少运输过程中的扬尘。

(2) 水环境二次污染控制

修复过程中产生的可能存在污染的废水主要包括修复场地导流沟抽提淋滤水，基坑渗水，洗车台洗车废水、建筑垃圾与碎石冲洗废水、生活污水等。为防止污水可能造成的二次污染，施工现场设置一体化废水处理设施，对施工过程中收集的废水进行处理。

（3）噪声污染防治措施

定期进行噪声监测；选用低噪声设备降低施工现场噪声，尽量避免在夜间进行高噪音作业；及时维修、管理高噪音的器具，使设备处于低噪声、良好的工作状态，降低噪音污染。

2.4.3.2 二次污染监测

根据本场地的修复方案，该修复工程将针对施工过程中可能造成的环境影响，定期对大气、水和噪声进行现场监测，以最大限度地减少施工过程中的环境影响。

2.4.4 修复效果验收

根据国家相关规定及本场地已备案的修复技术方案，本场地修复效果的验收由聊城市环境科学工程设计院环境检测中心独立进行。

验收标准包括基坑、侧壁达到清理验收标准；污染土壤化修复后达到相关标准。

同时对土壤修复期间施工场地的大气、噪声以及废水进行了监测，达到相关标准要求。

3 验收内容和方法

3.1 验收范围与对象

本项目验收范围包括 2017 年场地调查确认的第 1 层(0-1.5m)和第 2 层(1.5-3m)修复污染土壤，包括单独三价铬污染土壤、单独多环芳烃污染土壤和复合污染土壤。验收对象主要包括以下内容：

(1) 对于土壤修复范围开挖后形成的基坑，验收对象为基坑侧壁及基坑底部的表层土壤；

(2) 修复后的土壤。

当修复工程发生变更时，应根据实际情况对验收范围进行调整。土壤验收指标为场地调查确定的目标污染物，验收标准为场地调查确定的修复和清挖目标值。

3.2 验收工作程序与方法

验收工作主要包括文件审核与现场勘察、确定验收对象和标准、采样布点方案制定、现场采样与实验室检测、修复效果评价及验收报告的编制，具体工作程序见图 3-1。

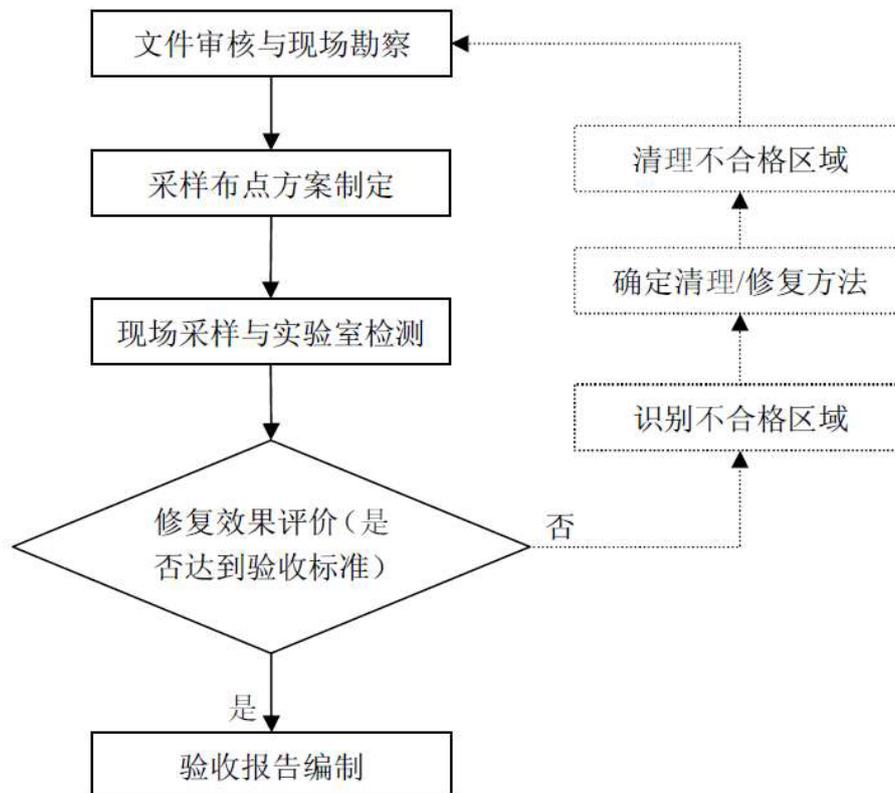


图 3-1 验收工作程序

4 文件审核与现场勘查

4.1 文件审核

4.1.1 文件审核范围

在验收工作开展之前，我中心对修复施工单位及工程监理单位的相关治理技术文件、施工记录、工程联系文件、施工图纸及影像记录等资料进行查验复核，主要审核的资料和文件有：

1) 场地环境调查评估及修复方案相关文件：场地环境调查评估报告书及其备案意见、场地施工组织设计及其备案意见、其他相关资料。

2) 场地修复工程资料：修复过程的原始记录、修复实施过程的记录文件（如污染土壤清挖和转运记录）、回填土回填记录、污水处理设施运行记录、修复工程竣工报告等。

3) 监理文件：有监理方案、监理日志、监理周报、监理月报、监理报告、监测数据等。

4) 其它文件：环境管理组织机构、相关合同协议（如修复单位自检时委托检测单位合同）等。

5) 相关图件：场地地理位置示意图、总平面布置图、修复范围图、污染修复工艺流程图、修复过程照片和影像记录等。

4.1.2 文件审核内容

我中心在收集了场地相关的文件和资料后对其进行整理和分析，并通过与现场负责人、修复实施人员、工程监理人员等相关人员进行访谈确认，审核了验收所需的内容并得到相关结论。相关审核内容见表 4-1。

表 4-1 审核内容及结论

序号	审核内容	审核内容来源	审查结论
1	场地修复的目标污染物和修复目标是否与招标文件及修复实施方案等一致	工程实施报告	一致
2	场地修复的范围和施工量是否达到合同要求	监理报告	达到要求
3	安全文明生产措施是否按照实施方案落实	监理报告	落实
4	场地修复过程中是否按照要求落实二次污染防治措施	工程实施报告	落实

5	场地修复过程中日常监理数据（如噪音、扬尘）是否完整、达标	工程实施报告	完整、达标
6	基坑回填土壤是否全部回填	工程实施报告	全部回填

4.2 现场勘查

4.2.1 核定修复范围

我中心针对场地情况对场地进行了多次现场勘查，修复单位已将原地异位修复后的土壤进行了集中堆放并用塑料薄膜进行了全覆盖，修复区域开挖形成的基坑用防尘网进行了覆盖，污染区域用彩旗进行了标识。场地现场勘查图见图 4-1。



图 4-1 修复后土壤的堆存与覆盖

4.2.2 识别现场遗留污染

对场地基坑坑底土壤、基坑侧面土壤、异位修复处理后的土壤状况、遗留物等进行观察和判断，识别现场遗留污染，并判断污染来源。主要采用感观判断等方法进行判断，对存在污染痕迹的土壤采用便携式测试仪器进行现场测试，经现场踏勘，未发现土壤污染痕迹。

5 施工期环境监测情况

我中心分别于 2018 年 3 月 23 日及 2018 年 4 月 5 日对本项目施工期废水、噪声、无组织废气进行了两次监测。

5.1 废水监测情况

5.1.1 废水监测执行标准

废水须满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的 III 类标准要求，详见下表。

表 5-1 废水排放执行标准

序号	项目	标准限值（mg/L）
1	铬	0.05
2	苯并[a]芘	2.8×10^{-6}

5.1.2 废水监测点位及频次

在污水处理设备出口设置一个废水监测点位，检测指标为总铬和苯并[a]芘，施工期间每月监测 1 次。

表 5-2 废水监测内容

点位编号	监测点位	监测项目	监测频次
1#	污水处理设备出口	铬、苯并[a]芘	1 次/月

5.1.3 废水监测方法和质量控制

(1) 废水监测分析方法

废水监测分析方法下表。

表 5-3 废水监测分析方法一览表

序号	项目名称	监测分析方法	方法来源	检出限
1	铬	高锰酸钾氧化-二苯碳酰二肼分光光度法	GB7466-1987	0.004mg/L
2	苯并[a]芘	液液萃取-高效液相色谱法	HJ 478-2009	0.0004 μ g/L

(2) 质量控制措施

废水样品的采集、运输、保存和监测按照原国家环境保护总局《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）和《环境水质监测质量保证手册》（第二版）的技术要求进行，样品采集不少于 10%的平行样，测定时加不少于 10%的平行样，有质控样品的同时加做 10%的质控样。质控结果见下表。

表 5-4 环境监测质控数据统计表

监测项目	采样日期	平行样		标样	
		监测结果 (mg/L)	相对偏差 (%)	测定值 (mg/L)	标准值 (mg/L)
铬	2018.03.23	0.018	0	0.700	0.700±0.037
		0.018			
	2018.04.05	0.015	3.2	0.705	
		0.016			
苯并[a]芘	2018.03.23	未检出	/	6.24	6.50±0.65
		未检出			
	2018.04.05	未检出	/	6.18	
		未检出			

5.1.4 废水监测结果及评价

废水监测结果见下表。

表 5-5 厂区总排口废水验收监测结果表

监测日期	监测结果 (mg/L)	
	铬	苯并[a]芘
2018.03.23	0.018	未检出
2018.04.05	0.015	未检出
标准限值	1.5	0.00003
备注	无	

施工期两次监测中废水监测结果均满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的 III 类标准要求。

5.2 厂界无组织废气及敏感点环境空气监测情况

5.2.1 废气及环境空气监测执行标准

废气及环境空气监测执行标准见下表。

表 5-6 废气及环境空气排放标准限值

点位	项目	评价标准 (μg/m ³)	参考标准
场界点位	颗粒物	1000	《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996)
	苯并[a]芘	0.008	
其他点位	TSP	日平均 300	《环境空气质量标准》 (GB 3095-2012)
	PM10	日平均 150	
	PM2.5	日平均 75	
	苯并[a]芘	日平均 0.0025	

5.2.2 废气及环境空气监测因子及频次

废气及环境空气监测因子及频次见下表。

表 5-7 废气验收监测内容

类别	监测布点	监测项目	监测频次
无组织废气	厂界上风向	颗粒物、苯并[a]芘	1次/月；小时值
	厂界下风向		
环境空气	居民点 1	TSP、PM10、 PM2.5、苯并[a]芘	1次/月；日均值
	居民点 2		
	明星兰庭居住小区		

5.2.3 废气及环境空气监测方法和质量控制

(1) 废气及环境空气监测分析方法

废气及环境空气监测分析方法见下表。

表 5-8 废气及环境空气监测分析方法一览表

类别	项目名称	分析方法	方法来源	检出限
无组织废气	颗粒物	重量法	GB15432-1995	0.001mg/m ³
	苯并[a]芘	高效液相色谱法	GB/T15439-1995	1.8×10 ⁻⁴ μg/m ³
环境空气	TSP	重量法	GB15432-1995	0.001mg/m ³
	PM10	重量法	HJ618-2011	0.010mg/m ³
	PM2.5	重量法	HJ618-2011	0.010mg/m ³
	苯并[a]芘	高效液相色谱法	GB/T15439-1995	1.8×10 ⁻⁴ μg/m ³

(2) 质量控制措施

废气监测质量保证按照原国家环保总局发布的《环境监测技术规范》和《环境空气监测质量保证手册》的要求与规定进行全过程质量控制。

采样仪器在进入现场前对采样器流量计、流速计等进行校核。仪器标定结果见下表。

表 5-9 大气采样器中流量孔口流量校准记录表

校准日期	仪器编号	气路	表观流量 (L/min)	实测流量 L/min)	是否合格
2018.03.23	035	尘路	100	98.36	合格
	036	尘路	100	97.24	合格
	037	尘路	100	97.21	合格
	038	尘路	100	98.27	合格
	039	尘路	100	98.26	合格
	040	尘路	100	98.26	合格
	041	尘路	100	97.20	合格

	042	尘路	100	98.37	合格
	155	尘路	100	97.22	合格
	156	尘路	100	97.18	合格
	157	尘路	100	98.32	合格
	158	尘路	100	98.38	合格
	159	尘路	100	98.33	合格
	160	尘路	100	98.36	合格
2018.04.05	035	尘路	100	97.21	合格
	036	尘路	100	98.36	合格
	037	尘路	100	97.23	合格
	038	尘路	100	98.34	合格
	039	尘路	100	98.36	合格
	040	尘路	100	97.24	合格
	041	尘路	100	97.25	合格
	042	尘路	100	98.33	合格
	155	尘路	100	98.36	合格
	156	尘路	100	98.37	合格
	157	尘路	100	97.20	合格
	158	尘路	100	97.24	合格
	159	尘路	100	98.25	合格
	160	尘路	100	97.30	合格

5.2.4 废气及环境空气监测结果及评价

废气及环境空气监测结果见下表。

表 5-10 无组织废气及环境空气监测结果

监测项目	采样点位	监测结果 (mg/m ³)	
		2018.03.23	2018.04.05
TSP	居民点 1	0.267	0.272
	居民点 2	0.274	0.265
	明星兰庭居住小区	0.259	0.253
PM10	居民点 1	0.127	0.124
	居民点 2	0.124	0.128
	明星兰庭居住小区	0.118	0.116
PM2.5	居民点 1	0.063	0.059
	居民点 2	0.069	0.063
	明星兰庭居住小区	0.052	0.055
苯并[a]芘	居民点 1	5.0×10 ⁻⁴ μg/m ³	5.3×10 ⁻⁴ μg/m ³

	居民点 2	$7.1 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$	$6.5 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$
	明星兰庭居住小区	$6.4 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$	$6.1 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$
	厂界上风向	$3.3 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$	$4.0 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$
	厂界下风向	$7.1 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$	$7.5 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$
颗粒物	厂界上风向	0.292	0.281
	厂界下风向	0.385	0.376
备注	监测点位见图 5-1		

表 5-5 监测期间气象参数

日期		气温(°C)	风向	风速(m/s)	气压(kPa)	低云量/总云量
2018.03.23	9:30	9.8	N	0.7	101.42	2/5
	11:00	20.3	N	0.7	101.34	2/5
2018.04.05	10:30	5.7	N	0.8	101.47	2/4
	14:00	10.3	N	0.8	101.39	2/4

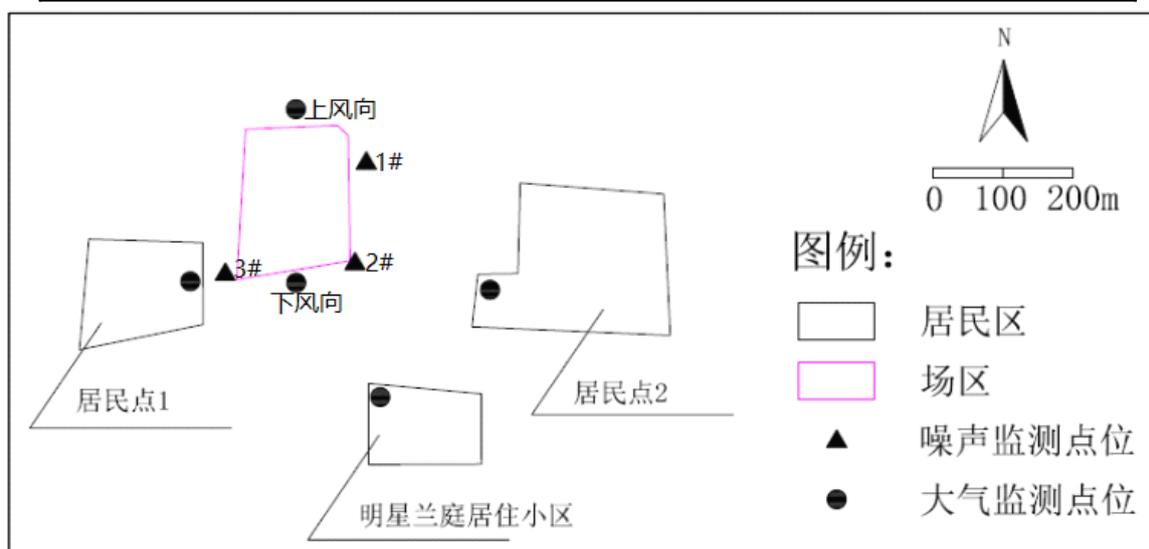


图 5-1 大气及噪声监测点位示意图

施工期两次大气监测，厂界无组织废气及 3 个敏感点的环境空气监测结果均能满足相应标准要求。

5.3 噪声监测情况

5.3.1 噪声监测执行标准

厂界噪声执行《建筑施工厂界噪声限值》（GB12523-2011）中标准要求，噪声执行标准限值见下表。

表 5-6 厂界噪声评价标准限值

项 目	执行标准限值 (dB (A))	
厂界噪声	70 (昼间)	55 (夜间)

5.3.2 噪声监测点位及频次

监测点位：在场区边界线上选择离敏感区域较近的位置设置 3 个监测点。监测点位见图 5-1。

监测频次：每月每个监测点位昼夜各监测 1 次。

5.3.3 噪声监测方法、质量保证和质量控制

厂界噪声监测按《建筑施工厂界噪声限值》(GB12523-2011)进行。质量保证和质控按照国家环保局《环境监测技术规范》(噪声部分)进行。噪声仪器校准结果见下表 5-7。

表 5-7 噪声仪器校准结果

校准日期	校准时间	仪器编号	校准器具编号	测量前仪器校准 (dB)	测量后仪器校准 (dB)
2018.03.23	昼间	047	046	93.79	93.80
	夜间	047	046	93.79	93.80
2018.04.05	昼间	047	046	93.79	93.80
	夜间	047	046	93.79	93.80

监测时使用经计量部门检定、并在有效期内的声级统计分析仪，见下表。

表 5-8 噪声监测所用仪器列表

仪器名称	仪器编号	检定日期	有效期
多功能声级计	047	2017.12.22	1 年
声级校准器	046	2017.04.19	1 年

5.3.4 噪声监测结果及评价

噪声监测结果见下表 5-9。

表 5-9 厂界噪声监测结果

监测日期	监测点位	监测时间	噪声值 dB (A)	监测时间	噪声值 dB (A)	主要声源
2018.03.23	1#东厂界	10:20	68.3	22:05	52.7	施工噪声
	2#东南角	10:38	69.7	22:23	53.0	施工噪声

监测日期	监测点位	监测时间	噪声值 dB (A)	监测时间	噪声值 dB (A)	主要声源
	3#西南角	10:55	62.0	22:39	49.5	施工噪声
2018.04.05	1#东厂界	10:33	67.8	22:10	53.2	施工噪声
	2#东南角	10:49	69.9	22:26	53.1	施工噪声
	3#西南角	11:04	61.4	22:41	49.1	施工噪声
标准值 dB (A)		昼间	70	夜间	55	——
备注		噪声检测点位图见图 4-1				

施工期两次噪声监测结果均符合《建筑施工厂界噪声限值》（GB12523-2011）中标准要求。

5.4 施工期环境监测结论

由以上监测数据可知，本项目施工期废水、大气、噪声监测数据均满足相应标准要求，本工程施工期间未对周边环境产生不利影响

6 场地修复工程效果评估情况

6.1 修复效果监测与评估基本情况

6.1.1 验收范围

本项目土壤修复采用原地异位修复方式，土壤运输、施工、回填均在场内内进行。验收范围为实际开挖范围。

6.1.2 验收内容

清挖后，基坑内底部和侧壁土壤中目标污染物含量是否达到修复目标；修复后土壤中目标污染物浓度或浸出浓度是否符合修复目标值要求。

6.1.3 文件审核

(1) 审核资料范围在验收开展之前，主要包括与场地环境污染和处置相关的资料：

- 1) 《金柱水城悦府（原聊城市华盛皮革厂）地块场地调查及风险评估报告》
- 2) 《水城悦府项目土壤修复工程施工组织设计》

3) 相关图件：场地地理位置示意图、总平面布置图、处置范围图、污染处置工艺流程图、处置过程照片和影像记录等。

(2) 对收集的资料进行整理和分析，并通过与现场负责人、处置实施人员、监理人员等相关人员进行访谈，明确场地的目标污染物、处置范围及处置目标符合本工程处置目标，处置方案和环保措施均落实。

6.1.4 现场勘查

通过对处置现场地表层及侧面裸露土壤状况、遗留物品等进行观察和判断，判定现场无遗留污染痕迹。

6.1.5 分析项目

根据场地总体修复目标的要求，结合《调查评估报告》，确定该块场地验收监测的项目见下表。

表 6-1 验收监测项目表

取样点位		监测项目
三价铬污染地块	清挖后基坑	三价铬
	修复后土壤	总铬浸出毒性
多环芳烃污染地块	清挖后基坑	苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[a]芘、二苯并[a,h]蒽
	修复后土壤	
复合污染地块	清挖后基坑	三价铬、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[a]芘、二苯并[a,h]蒽
	修复后土壤	总铬浸出毒性、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[a]芘、二苯并[a,h]蒽

6.1.6 分析方法

验收监测分析及检出限见下表。

表 6-2 修复后土壤检测方法及依据

项目	方法及依据	检出限
总铬	火焰原子吸收分光光度法 HJ491-2009	5mg/kg
六价铬	火焰原子吸收分光光度法 HJ687-2014	2mg/kg
苯并[a]蒽	气相色谱-质谱法 HJ 805-2016	0.12mg/kg
苯并[b]荧蒽		0.17mg/kg
苯并[a]芘		0.17mg/kg
二苯并[a,h]蒽		0.05mg/kg
总铬浸出	火焰原子吸收分光光度法 GB5085.3-2007 附录 D	0.05mg/L
浸出方法	《固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法》 (HJ557-2010)	--

6.1.7 现场采样

基坑土壤样品采集侧壁和底部的土壤，采样时用取样铲轻轻剥离表面 3~8 cm 土壤，然后采集土壤装入采样袋。采集修复后土壤样品时，在堆土表面挖除 20~30cm 土壤后，然后采集土壤装入采样袋。



图 6-1 检测取样

6.2 基坑清挖效果监测和评估结果

6.2.1 布点原则

根据《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）和《污染场地修复验收技术规范》（DB11/T 783-2011），对于修复区域，对修复范围内部和边缘的原址土进行采样，采样点位于坑底和侧壁，以表层样为主。

（1）底部分块取样，每块 400m²，每块采集 9 个表层土壤样品制成混合样。

（2）侧壁分段取样，每段 40m，每段分层要求为 1.5m 深基坑分两层（0-0.2m, 0.2-1.5m），3m 深基坑分三层（0-0.2m, 0.2-1.5m, 1.5-3m），每段每层采集 9 个表层土壤样品制成混合样

（3）对于超标区域根据监测结果确定二次清挖的边界，二次清挖后再次进行监测，直至达到相应要求（坑底复挖深度为 0.3-0.5m/次，测壁复挖深度为 0.5-1.0m/次）。

6.2.2 布点方案

依据场地尺寸，两层的基坑底部取样点位和侧壁的分段点位如下图所示。

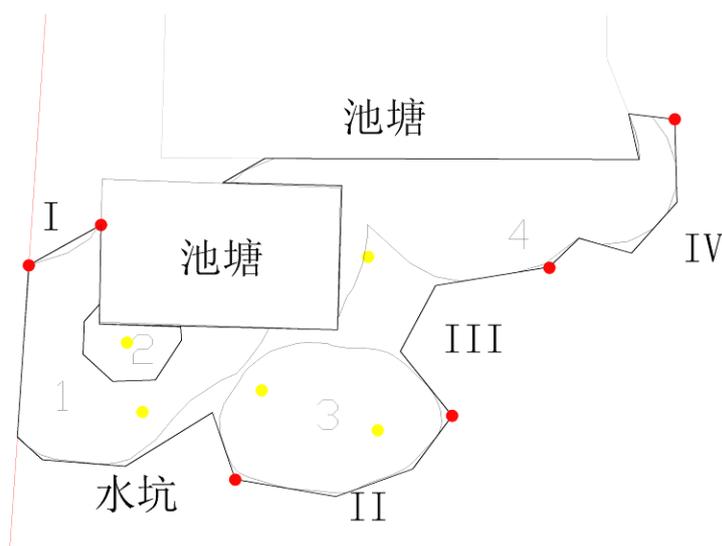


图 6-2 第一层基坑底部取样点位（黄色）与侧壁分段点位（红色）

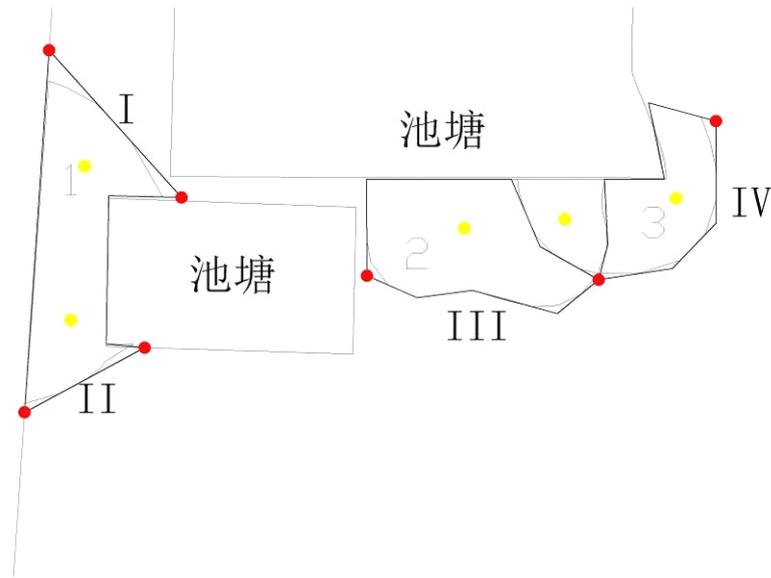


图 6-3 第二层基坑底部取样点位（黄色）与侧壁分段点位（红色）

6.2.3 质量控制

(1) 采样过程的质量控制

采样人员佩戴一次性手套及必要的防护设备，使用木质采样工具进行采样，严格按照采样方案采样，采样全程由施工单位及环境监理单位陪同，并均在现场签到表签字确认；采集样品前，用待采土样对采样工具进行清洗；至少由两名采样人员进行采样，当场填写采样原始记录表；采集完成的样品密封保存并粘贴标签，及时运回实验室分析。

(2) 样品流转过程的质量控制

1) 装运前核对

在采样现场将样品逐件与采样原始记录核对，核对无误后分类装箱。

2) 运输中防损

运输过程中确保样品的安全，防止样品的损失、混淆和沾污。

3) 样品交接

采样人员将土壤样品连同采样原始记录表一同交于质控人员，质控人员核对无误后在交接表上签字；质控人员对样品进行密码编号后连同质控样交于测试人员，测试人员确认无误后在样品接受登记表签字。

(3) 分析过程的质量控制

对于基坑土壤样品，收到样品后置于风干室风干，风干后的样品研磨过筛进行分析；对于修复后样品，收到样品后直接进行分析。

在采样过程中，同种采样介质，应采集至少一个样品的平行样，样品采集平行样是从相同的点位收集并单独封装和分析的样品。

每 10 个样品加 1 个内控样作为自控措施，每批次样品加 1 个质控样。

经统计，所有内控样分析结果相对偏差均在范围内，质控样结果均在范围内。

表 6-3 质控数据统计表（铬标样）

分析日期	分析项目	测定值 (mg/kg)	保证值 (mg/kg)	不确定度 (mg/kg)	是否合格
2018.03.28	铬	416	410	23	是
2018.03.29	铬	408	410	23	是
2018.03.30	铬	424	410	23	是
2018.04.03	铬	412	410	23	是
2018.04.04	铬	422	410	23	是

表 6-4 质控数据统计表（六价铬加标回收）

分析日期	分析项目	样品编号	检测结果	加标量	回收率	是否合格
2018.03.28	六价铬	加标前	0	2.10	95.2	是
		JB-180320-ZK-01	2.00			
2018.03.29	六价铬	加标前	0	2.10	95.2	是
		JB-180323-ZK-01	2.00			
2018.03.30	六价铬	加标前	0	7.20	97.2	是
		JB-180324-ZK-01	7			
2018.04.03	六价铬	加标前	0	5.20	96.2	是
		JB-180329-ZK-01	5			
2018.04.04	六价铬	加标前	0	2.10	95.2	是
		JB-180402-ZK-01	2.00			

表 6-5 质控数据统计表（铬加标回收）

分析日期	分析项目	样品编号	检测结果	加标量	回收率	是否合格
2018.03.15	铬	加标前	0	2.15	99.5	是
		JB-180320-ZK-01	2.14			
2018.03.22	铬	加标前	0	1.80	111	是
		JB-180320-ZK-01	2.00			
2018.03.26	铬	加标前	0	1.80	96.7	是
		JB-180323-ZK-01	1.74			
2018.04.01	铬	加标前	0	2.10	95.2	是
		JB-180329-ZK-01	2.00			

表 6-6 外控平行样结果统计

采样日期	分析项目	样品编号	检测结果	相对偏差 (%)	是否合格
2018.03.13	总铬浸出	TR-180313-I-10	0.42mg/L	1.20	是
		TR-180313-I-11	0.41 mg/L		
2018.03.20	铬	TR-180320-I-04	525mg/kg	0.48	是

	六价铬	TR-180320-I-05	520 mg/kg	1.15	是
		TR-180320-I-04	43mg/kg		
	总铬浸出	TR-180320-I-05	44 mg/kg	1.37	是
		TR-180320-I-07	0.36mg/L		
2018.03.23	铬	TR-180823-I-09	未检出	/	是
		TR-180823-I-10	未检出		
	六价铬	TR-180823-I-09	未检出	/	是
		TR-180823-I-10	未检出		
	总铬浸出	TR-180323-I-03	0.18mg/L	0.0	是
		TR-180323-I-11	0.18 mg/L		
2018.03.24	铬	TR-180324-I-10	2187mg/kg	0.53	是
		TR-180324-I-12	2164 mg/kg		
	六价铬	TR-180324-I-10	188mg/kg	2.17	是
		TR-180324-I-12	180 mg/kg		
	铬	TR-180324-I-11	608mg/kg	0.33	是
		TR-180324-I-13	612 mg/kg		
六价铬	TR-180324-I-11	155mg/kg	1.31	是	
	TR-180324-I-13	151 mg/kg			
2018.03.29	总铬浸出	TR-180329-I-17	0.65mg/L	1.56	是
		TR-180329-I-18	0.63 mg/L		
	铬	TR-180329-I-15	552mg/kg	0.27	是
		TR-180329-I-19	549 mg/kg		
	六价铬	TR-180329-I-15	74mg/kg	0.68	是
		TR-180329-I-19	73 mg/kg		
	铬	TR-180329-I-16	375mg/kg	0.40	是
		TR-180329-I-20	378 mg/kg		
	六价铬	TR-180329-I-16	74mg/kg	2.07	是
		TR-180329-I-20	71 mg/kg		
2018.04.02	铬	TR-180402-I-02	149mg/kg	1.02	是
		TR-180402-I-03	146 mg/kg		
	六价铬	TR-180402-I-02	43mg/kg	2.38	是
		TR-180402-I-03	41 mg/kg		
2018.04.04	铬	TR-180404-I-02	126mg/kg	1.20	是
		TR-180404-I-03	123 mg/kg		
	六价铬	TR-180404-I-02	39mg/kg	2.63	是
		TR-180404-I-03	37 mg/kg		

6.2.4 检测结果

本项目在建设单位及监理见证下,对于污染场地内基坑共采集验收样品 22 个(不含平行样),对于修复后满足养护要求的土壤,采集样品共 15 个(不含平行样),所有取样均由监理、业主和验收单位共同见证,样品由验收单位检测完成。

检测结果显示,水城悦府项目土壤修复工程所处理土壤均达到既定标准,该项目实施过程和结果均达到既定目标。

表 6-7 基坑坑底验收检测数据

取样位置		检测指标	检测数据 (mg/kg)	验收结果
分层	编号			

取样位置		检测指标	检测数据 (mg/kg)	验收结果
分层	编号			
第一层	1号	三价铬总量	55	合格
	2号	三价铬总量	190	合格
		苯并[a]蒽总量	<0.12	
		苯并[b]荧蒽总量	<0.17	
		苯并[a]芘总量	<0.17	
		二苯并[a,h]蒽总量	<0.05	
	3号北	三价铬总量	145	合格
	3号南	三价铬总量	186	合格
4号	三价铬总量	290	合格	
第二层	1号北	三价铬总量	265	合格
	1号南	三价铬总量	259	合格
	2号	苯并[a]蒽总量	<0.12	合格
		苯并[b]荧蒽总量	<0.17	
		苯并[a]芘总量	<0.17	
		二苯并[a,h]蒽总量	<0.05	
	3号	三价铬总量	187	合格
	4号	三价铬总量	182	合格
		苯并[a]蒽总量	<0.12	
		苯并[b]荧蒽总量	<0.17	
		苯并[a]芘总量	<0.17	
二苯并[a,h]蒽总量		<0.05		
		以下空白		
备注	多环芳烃由上海实朴检测技术服务有限公司负责检测			

表 6-8 基坑边壁验收检测数据

取样位置			检测指标	检测数据 (mg/kg)	验收结果
分层	编号	取样深度			
第一层	I	0-0.2m	三价铬总量	107	合格
	I	0.2-1.5m	三价铬总量	258	合格
	II	0-0.2m	三价铬总量	302	合格
	II	0.2-1.5m	三价铬总量	242	合格
	III	0-0.2m	三价铬总量	203	合格
	III	0.2-1.5m	三价铬总量	278	合格
	IV	0-0.2m	三价铬总量	55	合格
	IV	0.2-1.5m	三价铬总量	106	合格
第二层	I	1.5-3m	三价铬总量	301	合格
	II	1.5-3m	三价铬总量	87	合格
	III	1.5-3m	苯并[a]蒽总量	<0.12	合格
	苯并[b]荧蒽总量		<0.17		

			苯并[a]芘总量	<0.17	
			二苯并[a,h]蒽总量	<0.05	
	IV	1.5-3m	三价铬总量	345	合格
		以下空白			
备注	多环芳烃由上海实朴检测技术服务有限公司负责检测				

表 6-9 修复后土壤验收检测数据

样品编号	土壤污染类型	检测指标	检测数据	验收结果
XF-1	三价铬污染土壤	总铬浸出浓度	0.25mg/L	合格
XF-2		总铬浸出浓度	0.30 mg/L	合格
XF-3		总铬浸出浓度	0.30 mg/L	合格
XF-4		总铬浸出浓度	0.24 mg/L	合格
XF-5		总铬浸出浓度	0.14 mg/L	合格
XF-6		总铬浸出浓度	0.22 mg/L	合格
XF-7		总铬浸出浓度	0.27 mg/L	合格
XF-8		总铬浸出浓度	0.16 mg/L	合格
XF-9		总铬浸出浓度	0.24 mg/L	合格
XF-10		总铬浸出浓度	0.42 mg/L	合格
XF-11		总铬浸出浓度	0.21 mg/L	合格
XF-12		总铬浸出浓度	0.18 mg/L	合格
XF-13	多环芳烃污染土壤	苯并[a]蒽总量	<0.12 mg/kg	合格
		苯并[b]荧蒽总量	<0.17 mg/kg	
		苯并[a]芘总量	<0.17 mg/kg	
		二苯并[a,h]蒽总量	<0.05 mg/kg	
XF-14	多环芳烃污染土壤	苯并[a]蒽总量	<0.12 mg/kg	合格
		苯并[b]荧蒽总量	<0.17 mg/kg	
		苯并[a]芘总量	<0.17 mg/kg	
		二苯并[a,h]蒽总量	<0.05 mg/kg	
XF-15	复合污染土壤	总铬浸出浓度	0.36 mg/L	合格
		苯并[a]蒽总量	<0.12 mg/kg	
		苯并[b]荧蒽总量	<0.17 mg/kg	
		苯并[a]芘总量	<0.17 mg/kg	
		二苯并[a,h]蒽总量	<0.05 mg/kg	
		以下空白		
备注	多环芳烃由上海实朴检测技术服务有限公司负责检测			

6.3 场地修复效果评估结论

施工过程文件及检测数据表明，场地内污染土壤已经彻底清挖。修复后土壤，检测值均低于修复目标值，场地修复达到目标要求，修复完成。

7 结论

本项目地块场地的修复主体为土壤。场地调查报告中单独三价铬污染土壤修复土方量总计 5269.78m³，单独多环芳烃污染土壤修复土方量总计 851.52m³，复合污染土壤修复土方量总计 445.12m³。实际修复结果为单独三价铬污染土壤修复土方量总计 5730m³，单独多环芳烃污染土壤修复土方量总计 855m³，复合污染土壤修复土方量总计 473m³。施工过程文件及检测数据表明，场地内污染土壤已经彻底清挖，修复后土壤检测值均低于修复目标值，场地修复达到目标要求，修复完成。

该场地修复工作以全过程监理监督的形式实施。根据施工期大气、废水、噪声等的监测结果，本工程施工过程有效地控制了污染物的扩散，未对周边环境造成二次污染。对污染物做到了处理达标、合理，没有出现二次污染事件，符合环保工程要求，修复过程及修复效果符合修复方案预期目标。同时，施工期间未发生施工安全事故，未发生举报、上访事件。

综上，我认为本项目已具备竣工验收条件，可予以交接业主以满足后续开发需求。