

原吉林市晨鸣纸业场地污染土壤北区及  
南二区修复验收报告



# 原吉林市晨鸣纸业场地污染土壤北区及南二区修复验收报告

## 专家意见

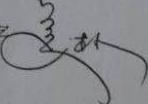
2017年12月24日，国开吉林投资有限公司在吉林市组织召开了《原吉林市晨鸣纸业场地污染土壤北区及南二区修复验收报告》（以下简称“报告”）专家验收会。参会单位有吉林省环保局、中国环境科学研究院（修复验收单位）、北京高能时代技术股份有限公司（修复施工单位）、吉林东北煤炭工业环保研究有限公司（环境监理单位）和吉林建设项目管理有限责任公司（工程监理单位）、吉林市环卫科研所。会议邀请了五位专家（名单附后）对项目进行评审，与会专家认真听取了验收单位对验收报告内容的汇报，经质询与讨论，形成以下意见：

一、报告针对原吉林市晨鸣纸业场地北区和南二区污染土壤的修复状况，开展了文件审核、现场勘查、采样分析和修复效果评价等工作，明确北区及南二区污染土壤（原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目）已按要求进行了清挖和填埋处理，土壤修复工程完成了项目方案的规定和要求。

二、建议进一步整理相关支撑材料，完善报告。

专家组同意通过项目验收报告。

专家组组长签字



2017年12月24日

### 专家名单

姓名	职称	单位	签字
姜林	研究员	北京市环境保护科学研究院	姜林
董军	教授	吉林大学	董军
陈刚	教高	沈阳环境科学研究院	陈刚
吴运金	副研究员	环境保护部南京环境科学研究所	吴运金
赵文生	副教授	吉林化工学院	赵文生

项目名称：原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目竣工验收

报告名称：原吉林省晨鸣纸业场地污染土壤北区及南二区修复验收报告

委托单位：国开吉林投资有限公司

编制单位：中国环境科学研究院

工程资质：工咨甲 20120100005

项目负责人：张超艳

项目组成员：

姓名	专业	职称	主要职责
周友亚	分析化学	研究员	项目设计与审查
白利平	水文地质	研究员	土壤修复验收区域布点规划
颜增光	环境毒理	研究员	项目实施过程审核
邸沙	环境工程	研究生	现场采样与资料整理
区杰泳	环境工程	研究生	现场采样
乔雄彪	水文地质	研究生	现场调研
郭晓欣	环境科学	研究生	数据处理

## 目 录

1 项目背景.....	1
2 验收依据.....	4
2.1 法律法规.....	4
2.2 政策文件 .....	4
2.3 标准与规范 .....	4
2.4 技术文本 .....	5
3 场地概况.....	6
3.1 场地基本信息 .....	6
3.1.1 场区水文地质条件 .....	6
3.1.2 场地未来用地规划 .....	7
3.2 场地环境调查评估结论 .....	8
3.3 场地修复方案与要求 .....	9
3.3.1 污染土壤修复方案 .....	9
3.3.2 污染土壤修复要求 .....	10
4 文件审核.....	12
4.1 修复工程相关文件.....	12
4.2 修复过程环境管理相关文件 .....	14
4.3 工程监理文件 .....	14
4.3.1 工程监理文件统计 .....	14
4.3.2 工程监理实施情况 .....	15
4.3.3 工程监理工作小结 .....	16
4.4 环境监理文件 .....	16
4.4.1 工程监理文件统计 .....	16
4.4.2 环境监理实施情况 .....	17
4.4.3 环境监理工作小结 .....	17
5 场地修复实施情况 .....	19
5.1 土壤修复实施过程.....	19
5.1.1 施工前期准备 .....	19
5.1.2 场地污染状况补充调查 .....	19
5.1.3 污染土壤清挖运输 .....	21
5.1.4 污染土壤化学氧化处置 .....	24
5.1.5 污染土壤填埋 .....	27
5.1.6 填埋场封场 .....	29

5.2 修复实施过程环境管理 .....	30
5.2.1 修复过程对污水二次污染的防治 .....	30
5.2.2 修复过程对大气二次污染的防治 .....	30
5.2.3 修复过程对噪声污染的防治 .....	32
5.2.4 修复过程对固体废物的管理 .....	34
5.2.5 其它环境管理措施 .....	34
5.2.6 修复过程人员安全措施 .....	34
5.3 修复效果自验收 .....	35
5.4.1 土壤清挖基坑自检 .....	35
5.4.2 土壤化学氧化处置效果自检 .....	36
5.4.3 阻隔填埋自检 .....	38
5.4.4 修复自验收结论 .....	39
6 修复验收 .....	40
6.1 验收目的 .....	40
6.2 验收要求 .....	40
6.3 土壤布点 .....	40
6.4 样品采集 .....	44
6.5 分析检测 .....	46
6.6 质量控制 .....	49
6.7 修复效果评价 .....	51
6.7.1 评价方法 .....	51
6.7.2 评价结果 .....	51
7 验收结论 .....	55
7.1 文件审核结论 .....	55
7.2 场地修复效果结论 .....	55
7.3 场地修复工程和环境监理结论 .....	56

## 1 项目背景

原吉林市晨鸣纸业场地位于吉林市西北部的昌邑区，北邻松花江南岸，厂区坐标为东经  $126^{\circ}33'04''\sim 126^{\circ}33'49''$ ，北纬  $43^{\circ}52'52''\sim 43^{\circ}53'18''$ 。厂区北部以松花江为界，南以吉林大街北端为界，东至中兴街，西至吉长铁路，场地面积约 86.9 万平方米。地理位置详见图 1-1。

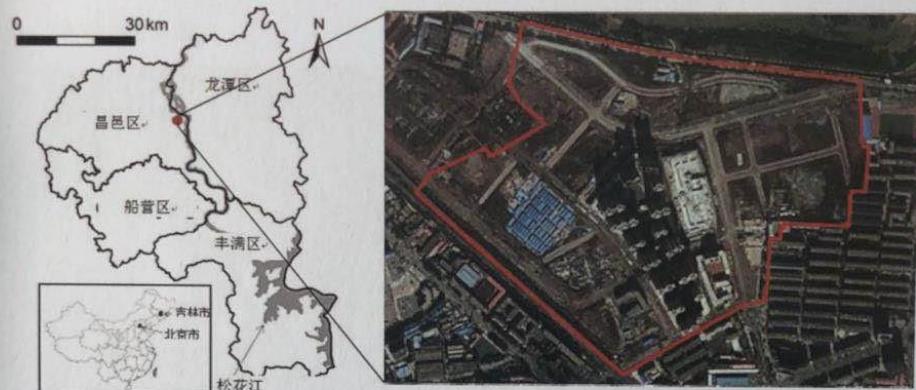


图 1-1 原吉林市晨鸣纸业场地地理位置

2011 年原吉林市晨鸣纸业搬迁后，中国环境科学研究院分两个阶段对该搬迁遗留场地进行调查及评估（2014 年 3 月至 8 月）。调查评估结果表明，原晨鸣纸业场地存在污染土壤及污染地下水，并且存在环境风险，因此需要对其进行修复。2014 年 9 月~2015 年 6 月，北京高能时代环境技术股份有限公司完成《原吉林市晨鸣纸业污染场地修复项目》一期工程，对厂区内污染地下水及南一区污染土壤进行修复，共治理污染土壤体积约  $4 \text{万 m}^3$ ，修复污染地下水体积约  $73 \text{万 m}^3$ ，相关单位包括：① 建设单位：国开吉林投资有限公司；② 施工单位：北京高能时代技术股份有限公司吉林修复项目部；③ 工程监理单位：吉林建设项目管理有限责任公司；④ 环境监理单位：中国石油集团东北炼化工程有限公司吉林设计院；⑤ 环评单位：吉林东北煤炭工业环保研究有限公司。中国环境科学研究院于 2015 年 6 月~8 月完成上述修复工程验收工作。该项目已经通过当地环保主管部门验收并符合国家施工验收规范的合格标准。

2017 年 7 月~2017 年 11 月，该场地北区及南二区污染土壤修复工作已基本完成，参与场地北区及南二区污染土壤修复工作的单位有：① 建设单位：国开吉林投资有限公司；② 施工单位：北京高能时代技术股份有限公司吉林修复项目部；③ 工程监理单位：吉林建设项目管理有限责任公司；④ 环境监理单位：吉林东北煤炭工业环保研究

有限公司。受国开吉林投资有限公司委托，中国环境科学研究院于 2017 年 7 月跟进项目修复工程并着手对该场地北区和南二区污染土壤修复工作进行验收。验收区域为场地北区和南二区污染土壤（图 1-2），以及周边潜在二次污染区域和污染土壤临时堆放区。

根据《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》的相关要求，中国环境科学研究院通过文件审核、现场踏勘、现场采样和分析等，对修复后的原晨鸣纸业场地污染土壤（北区和南二区）修复情况进行验收，评估场地的修复效果，判断场地修复是否达到验收标准。



图 1-2 原吉林省晨鸣纸业场地北区及南二区污染土壤修复验收范围

表 1-1 场地调查、评估及修复工作进度表

时间	工作内容	承担单位	成果产出
2011 年	企业搬迁	吉林晨鸣纸业	--
2014.3-2014.7	调查评估（分两阶段）	中国环境科学研究院	《原吉林市晨鸣纸业场地调查评估(第一阶段)报告》 《原吉林市晨鸣纸业场地修复调查与方案设计》
2014.8	制定修复技术方案	中国环境科学研究院	《原吉林市晨鸣纸业场地修复方案》
2014.9	制定修复工程方案	北京高能时代环境技术股份有限公司	《原吉林市晨鸣纸业场地修复项目施工组织设计方案》
	环境监理	中国石油集团东北炼化工程有限公司 吉林设计院	《原吉林市晨鸣纸业污染场地修复工程环境监理总结报告》
2014.9-2015.6	修复项目一期 修复地下水和 南一区污染土壤	吉林建设项目建设管理有限公司	--
2015.6-2015.8	修复验收	中国环境科学研究院	《原吉林市晨鸣纸业污染场地修复项目竣工总结报告》
2017.7	制定修复工程方案	北京高能时代环境技术股份有限公司 吉林高能时代技术股份有限公司吉林 修复项目部	《原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土壤修复项目施工方案》
	环境监理	吉林东北煤炭工业环保研究有限公司	《原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土壤修复项目环境监理工作总结》
2017.7-2017.11	修复项目二期 工程监理 修复北区和 南二区土壤	吉林建设项目建设管理有限公司 吉林 修复项目部	《原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土壤修复项目工程监理工作总结》 《原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土壤修复项目竣工总结报告》
2017.7-2017.12	修复验收	中国环境科学研究院	《原吉林市晨鸣纸业场地污染土壤北区及南二区修复验收报告》

## 2 验收依据

### 2.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015年1月1日起施行)
- (2) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2000年9月1日)
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》(2008年2月28日)
- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2013年6月29日)
- (5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(1997年3月1日)
- (6) 《中华人民共和国清洁生产促进法》(2002年6月29日)
- (7) 《中华人民共和国安全生产法》(主席令第七十号)
- (8) 《中华人民共和国道路交通安全法》(主席令第八十一号)

### 2.2 政策文件

- (1) 《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》(环发[2014]66号)
- (2) 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》(国发[2016]31号)
- (3) 《关于规范工业企业场地污染防治工作的通知》(苏环办[2013]246号)
- (4) 《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)
- (5) 《近期土壤环境保护和综合治理工作安排》(国办发[2013]7号)

### 2.3 标准与规范

- (1) 《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)
- (2) 《场地环境调查技术导则》(HJ 25.1-2014)
- (3) 《场地环境监测技术导则》(HJ 25.2-2014)
- (4) 《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014)
- (5) 《污染场地土壤修复技术导则》(HJ 25.4-2014)
- (6) 《污染场地术语》(HJ 682-2014)
- (7) 《污染场地修复验收技术规范》(DB11/T 783-2011)
- (8) 《土的分类标准》(GBJ 145-90)
- (9) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001)

- (10) 《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889-2008)
- (11) 《工程测量规范》(GB 50026-2007)
- (12) 《土壤环境监测技术规范》(HJT 166-2004)
- (13) 《固体废物处理处置工程技术导则》(HJ 2035-2013)

## 2.4 技术文本

- (1) 《原吉林市晨鸣纸业场地调查评估（第一阶段）报告》(2014 年 5 月)
- (2) 《原吉林市晨鸣纸业场地修复调查与方案设计结题报告》(2014 年 7 月)
- (3) 《原吉林市晨鸣纸业场地修复方案》(2014 年 8 月)
- (4) 《原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目施工方案》(2017 年 7 月)
- (5) 《原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目竣工总结报告》(2017 年 11 月)
- (6) 《原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目环境监理工作总结》(2017 年 11 月)
- (7) 《原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目工程监理工作总结》(2017 年 11 月)

### 3 场地概况

#### 3.1 场地基本信息

##### 3.1.1 场区水文地质条件

原吉林市晨鸣纸业厂区地貌单元属松花江河漫滩，地形较为平坦，南部略高，北部稍低，呈向松花江微倾斜之势。勘探期间测得厂区地面标高为 188.4~190.2 m。根据场地勘察取样过程中揭露到的地层资料，按沉积年代和成因类型可划分为人工堆积层、第四纪松散沉积层与侏罗纪砂岩 3 大类；按土层岩性和赋水特征，自上而下进一步划分为 4 个大层及其亚层。其中，第 1 大层为人工填土层，粉土填土层；第 2 大层岩性以细砂、粉砂为主；第 3 大层为卵石层，第 2 及第 3 两个大层可赋存地下水，其综合渗透系数约为 50.00 m/d；第 4 大层为强风化砂岩层。



图 3-1 土层结构示意图

根据场地调查阶段水文地质勘探、地下水水位量测结果，厂区地面以下 12.00 m 深度范围内主要分布 1 层地下水，调查评估期间水位埋深 4.70~6.70 m，标高 181.42~184.75 m。流向为南向北，场区地下水向松花江排泄（图 3-2），平均水力梯度约为 4‰，平均渗流速度为 0.20 m/d。

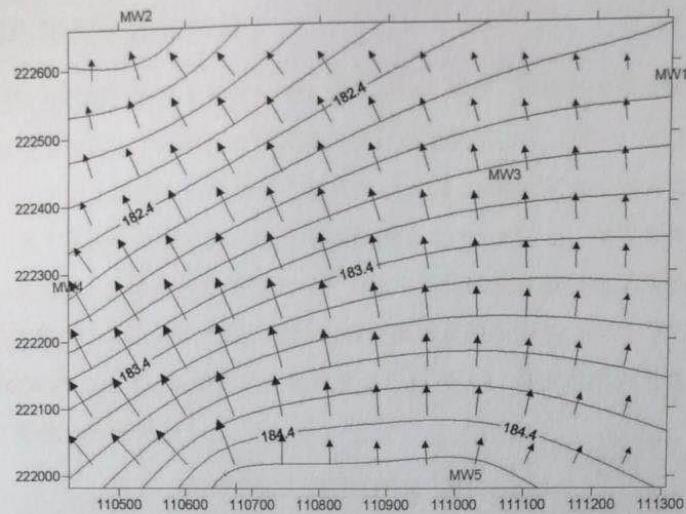


图 3-2 勘查区地下水水位标高等值线和地下水流向图

### 3.1.2 场地未来用地规划

自上世纪四十年代至今，场地所有权及厂名虽经多次变更，但厂区主体功能均为造纸工业。随着吉林市城市建设经济的快速发展，以及对环境治理要求的日益提高，为彻底改变吉林市综合环境质量，按照《吉林市哈达湾区域控制性详细规划》的规定，原吉林省晨鸣纸业场地将被开发为居住和商业用地，具体开发规划情况见图 3-3。

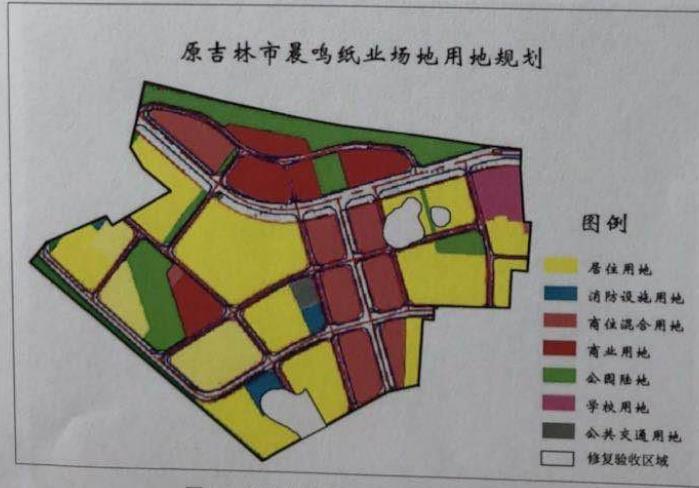


图 3-3 原吉林省晨鸣纸业场地规划用途

### 3.2 场地环境调查评估结论

按照《场地环境调查技术导则》(HJ 25.1-2014)要求,中国环境科学研究院对原吉林市晨鸣纸业场地进行了环境调查和风险评估,结果表明:① 场地 0~ -3.8m 深度污染土壤中苯并(a)芘对人体存在不可接受的健康风险;② 场地地下水不作为饮用水的情况下,对厂区人群没有健康风险,地下水水位埋深 4.15~7.52 m、场地含水层位于污染土壤清挖范围以下。场地待修复污染土壤主要集中于厂区北部碱回收车间及南部化浆车间,污染深度集中于表层回填土层。场地污染土壤修复面积为 31763.01 平方米,修复土方量为 100804.87 立方米。场地污染土壤修复目标见表 3-1,各区域污染土壤修复面积、清挖深度、修复土方量见表 3-2。

表 3-1 土壤苯并(a)芘的修复目标值 (单位: mg/kg)

污染物	检出限	最大检出值	筛选值	修复目标值
苯并(a)芘	0.1	41.12	0.2	1.92

表 3-2 场地修复验收区域面积、深度及土方量

分布区域	深度 (m)	周长 (m)	面积 (m <sup>2</sup> )	土方量 (m <sup>3</sup> )
北区	3.3/3.8	603.48	14337.02	48526.9
南二区	3	536.93	17425.99	52277.97
合计	--	1140.41	31763.01	100804.87

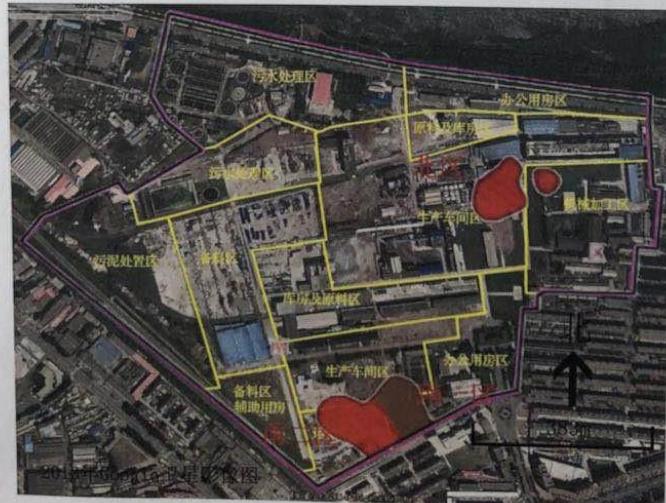


图 3-4 污染土壤修复范围

2014年9月~2015年6月，北京高能时代环境技术股份有限公司完成《原吉林市晨鸣纸业污染场地修复项目》一期工程，对厂区内地表水及南一区污染土壤进行修复，共治理污染土壤体积约4万m<sup>3</sup>，修复污染地下水体积约73万m<sup>3</sup>。

由于场地环境调查和风险评估工作（2014年3月至8月）距本场地北区和南二区污染土壤修复工程实施（2017年7月-11月）已有三年，需要对现有场地进行补充调查、检测，应国开吉林投资有限公司要求，北京高能时代环境技术股份有限公司对场地进行了污染状况补充调查。污染土壤取样检测分析表明苯并(a)芘浓度高于修复目标值，根据垃圾填埋场污染土壤进场要求及环保要求，需要对污染土壤进行预处理，应国开吉林投资有限公司要求，北京高能时代环境技术股份有限公司对场地污染土壤进行了化学氧化处置。

### 3.3 场地修复方案与要求

#### 3.3.1 污染土壤修复方案

施工单位对场地污染土壤修复的主要工作包括：建筑垃圾清理、污染土壤清挖、污染土壤预处理、分类运输、土壤分区填埋处置及监测和自验收，修复技术路线见图3-5。

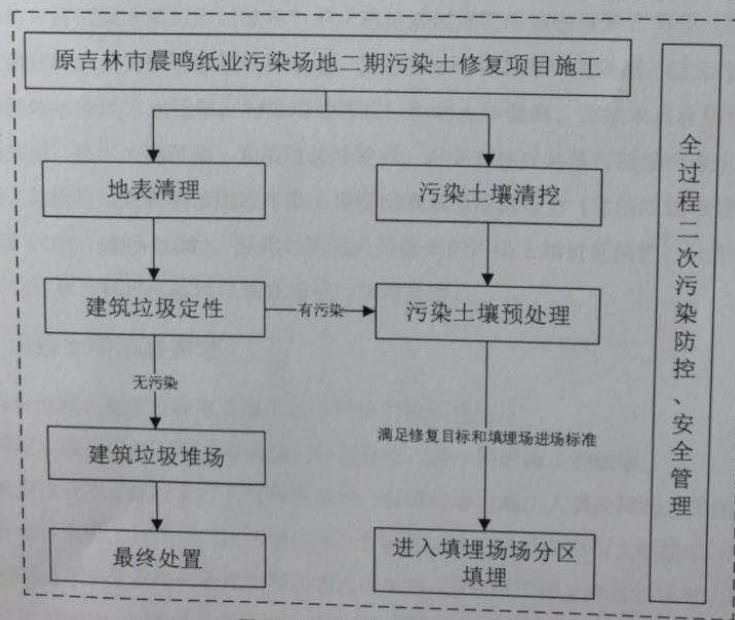


图3-5 场地污染土壤修复技术路线

### (1) 污染土壤化学氧化预处理

本项目使用意大利 D'Apollonia 公司与中国环境科学研究院合作开发的 RTSM 修复技术筛选矩阵 (Remediation Technologies Screening Matrix, RTSM)，对适用于本场地污染土壤的修复技术进行初步筛选，结合吉林市已具备的污染土壤处理设施，筛选出可行性强，成熟度高、预算成本低、可获取型强的污染土壤修复技术。筛选结果表明 RTSM 所推荐的填埋法、固化稳定化和玻璃化修复技术为系统定义的永久性安全控制措施，可优先考虑作为备选技术使用，结合吉林市现有环保设施条件及国内场地修复的资源、技术和经济条件，本方案确定以填埋法作为本场地污染土壤修复技术。对于不满足进场要求的土壤，则需要进行化学氧化预处理达到进场要求后进场，本项目的主要污染物为苯并(a)芘，依据资料《原吉林省晨鸣纸业污染场地修复方案》(中国环境科学研究院, 2014 年 8 月) 和《原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目施工方案》(北京高能时代环境技术股份有限公司 2017 年 7 月)，对土壤中超标的有机物采用化学氧化工艺处理。

### (2) 污染土壤填埋

该技术的基本原理是将污染土壤运到限定的区域内进行有计划的填埋，使其发生物理、化学和生物学等变化，最终达到污染物减量化和无害化的目的。该技术修复实施方式为异位，将污染土壤或经过治理后的土壤阻隔填埋在由高密度聚乙烯膜 (HDPE) 等防渗阻隔材料组成的防渗阻隔填埋场里，使污染土壤与四周环境隔离，防止污染土壤中污染物随降水或地下水迁移，污染周边环境，影响人体健康。该技术具有修复成本低、修复周期短、技术成熟可靠、实用性强等特点。由于吉林市具备可接纳污染土壤的垃圾填埋场，且检测结果表明该场地污染土壤浸出液浓度限值符合《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889-2008)，因此对场地内待修复的污染土壤进行清挖，化学氧化处置达标后运送至吉林市生活垃圾填埋场进行填埋处理。

#### 3.3.2 污染土壤修复要求

污染土壤在修复过程中采取了以下严格的控制措施：

- (1) 根据本项目污染土壤分布情况，分区开挖，减小同时施工的区域；
- (2) 清挖作业现场进行实时大气环境监控，保障场地内施工人员及周边居民的健康；
- (3) 严格控制施工过程的二次污染问题，土壤清挖施工时严格控制工地扬尘。污染土壤挖掘过程中采取控制开挖面积和洒水等措施，减轻施工扬尘等对场地周边环境可能造成的污染；并在出入口安排人员专门负责运输车辆的清洗和运输道路的清扫工作，

以免车辆出入带泥，引起扬尘污染。所有运输车辆在出入口内清洗干净后方可离开现场。场内运输道路每天按照规定时间清扫并洒水，保证现场干净，没有灰尘；

- (4) 土壤开挖时注意现场安全，对于落差较大的部分设置脚手架栏杆，专人指挥机械，以免发生滑塌。对于地下障碍物，探明障碍物的特性，在确保安全的前提下开挖；
- (5) 化学氧化预处理后通过检测确保各项指标符合标准，土壤重金属含量需满足《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889-2008)，苯并(a)芘按照《固体废物 浸出毒性浸出方法 醋酸缓冲溶液法》(HJ/T 300-2007) 浸出浓度需要低于《地下水水质标准》(DZ/T 0290-2015) IV 类水指标 ( $0.5\mu\text{g}/\text{l}$ ) 方可进入生活垃圾填埋场，土壤中苯并(a)芘浓度需要低于  $1.92\text{mg}/\text{kg}$ ；
- (6) 清挖或预处理后未能及时运送至填埋场的污染土壤，需临时堆放于场地内，并对临时堆放的土壤进行防渗和苫盖处理，防止污染扩散；
- (7) 按照预定运输路线运送污染土壤，全程跟踪并监控污染土壤运输情况，沿途设置大气监测点，定期进行监测，防止污染土壤运输过程对沿线及周边环境造成二次污染；
- (8) 污染土壤清挖工作结合基坑检测结果开展。基坑检测结果表明基坑内不存在土壤污染物超过场地修复目标值时，即可停止清挖工作；基坑检测结果发现新增污染土壤时，需按实际情况对场地清挖土方量和修复工程量进行调整。

## 4 文件审核

### 4.1 修复工程相关文件

施工单位北京高能时代环境技术股份有限公司提供的场地修复相关文件主要包括：原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目竣工总结报告、修复实施过程的记录文件、开工报告、施工单位资质证书、施工人员资格证、修复相关图件、修复的原始记录、工程进度确认单、各阶段的工程进度、化学氧化预处理记录报验申请表、北京高能时代环境技术股份有限公司设备报审资料、相关合同协议、场地污染状况补充调查报告、原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目施工方案等相关文件（表 4-1）。

表 4-1 原吉林省晨鸣纸业场地修复相关文件清单

编号	名称	内容
1	原吉林省晨鸣纸业污染场地修复项目竣工总结报告	
2	修复实施过程 记录文件	(1) 土壤苯并(a)芘监测的第三方检测机构资质的事宜 2017.7 (1份) (2) 空气环境质量检测机构资质的事宜 2017.8 (1份) (3) 安全施工组织设计报验 2017.6.23 (1份) (4) 安全生产许可证报验 2017.7.23 (1份) (5) 环境应急处理预案报审 2017.7.28 (1份) (6) 环境保护专项方案报审 2017.7.28 (1份) (7) 预处理专项方案报审 2017.7.28 (1份) (8) 土壤清挖专项方案报审 2017.7.28 (1份) (9) 暂存处置场地专项方案报审 2017.7.28 (1份) (10) 机械伤害应急预案报审 2017.7.28 (1份) (11) 施工安全管理方案报审 2017.7.28 (1份) (12) 消防应急预案报审 2017.7.28 (1份) (13) 安全监理工作交底 (1份) (14) 监理工作交底记录 (1份) (15) 安全会议记录 2017.7.23 (1份) (16) 安全技术交底记录报验 2017.7.23 (1份) (17) 监理例会会议记录 2017.6.20-2017.10.7 (1份) (18) 污染土壤每日运输量记录报验 2017.7.27-2017.9.30 (1份) (19) 污染土壤运输记录报验 2017.7.27-2017.10.7 (1份) (20) 污染土壤接收记录 2017.7.30-2017.10.7 (1份) (21) 污染土壤筛分记录 2017.7.27-2017.10.19 (1份) (22) 污染土壤筛分后预处理记录 2017.7.27-2017.10.19 (1份) (23) 污染土壤处置检验批质量验收记录 (南二区、北一区东侧、北一区西、北二区各 1份) (24) 土壤填埋记录 2017.7.30-2017.10.7 (1份) (25) 工作联系单-北二区二次开挖相关的事宜 2017.10 (1份) (26) 工程进度相关资料
3	开工报告	北京高能时代环境技术股份有限公司的工程开工报审表
4	施工单位 资质证书	(1) 职业健康安全管理体系认证证书 (2) 环境管理体系认证证书

编号	名称	内容
		(3) 质量管理体系认证证书 (4) 安全生产许可证 (5) 企业法人营业执照的复印件
5	施工人员资格证	北京高能时代环境技术股份有限公司项目管理人员配置表和相关证书复印件
6	修复相关图件	(1) 场地地理位置示意图(1份) (2) 总平面布置图(1份) (3) 修复范围图(1份) (4) 污染修复工艺流程图(1份) (5) 修复过程照片和影像记录(1份) (6) 基坑清挖范围图(1份)
7	修复原始记录	(1) 场地补充调查检测数据报验(取样点位及检测报告) (2) 北一区西侧施工控制测量成果报验 2017.10 (①开挖后高程施工测量记录②开挖后高程测量成果示意图) (3) 北一区东侧施工控制测量成果报验 2017.10 (①开挖后高程施工测量记录②开挖后高程测量成果示意图) (4) 北二区施工控制测量成果报验 2017.10 (①开挖后高程施工测量记录②开挖后高程测量成果示意图) (5) 南二区施工控制测量成果报验 2017.10 (①开挖后高程施工测量记录②开挖后高程测量成果示意图) (6) 北一区西侧二次开挖施工控制测量成果报验 2017.10 (①开挖后高程施工测量记录②开挖后高程测量成果示意图) (7) 北一区东侧、北二区基坑及侧壁自检测数据(1份) (8) 北一区东侧、北二区基坑及侧壁验收结果数据(1份) (9) 北一区西侧基坑及侧壁自检测数据(1份) (10) 北一区西侧基坑及侧壁验收结果数据(1份) (11) 南二区基坑及侧壁自检测数据(1份) (12) 南二区基坑及侧壁验收结果数据(1份) (13) 北一区西侧二次开挖基坑及侧壁自检测数据(1份) (14) 北一区西侧二次开挖基坑及侧壁验收结果数据(1份) (15) 施工单位施工日志 2017.6.26-2017.11.28 (16) 施工单位月报(2017.6-2017.11)
8	进度确认单	(1) 已完成工程形象进度确认单(2017.8) (2) 已完工程形象计量初审审核书(7017.8) (3) 已完成工程形象进度确认单(2017.9) (4) 已完工程形象计量初审审核书(7017.9) (5) 已完成工程形象进度确认单(2017.10) (6) 已完工程形象计量初审审核书(7017.10)
9	污染土化学氧化预处理报验	(1) 污染土日处理量记录表 (2) 药剂使用记录表记录表 (3) 药剂合格证 (4) 材料进场清单
10	北京高能时代环境技术股份有限公司设备报审资料	(1) 土工布材料报审 (2) HDPE膜材料报审 (3) 土工复合排水网材料报审 (4) ALLu-斗铲出厂合格证 (5) 挖掘机出厂合格证 (6) 推土机出厂合格证 (7) 化学氧化预处理药剂材料报审表

编号	名称	内容
11	其它文件-相关合同协议	关于接收原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土壤的说明（1份）
12	原吉林晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目中试报告	
13	原吉林晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目场地污染状况补充调查报告	
14	原吉林晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目施工方案	

## 4.2 修复过程环境管理相关文件

修复单位提供的场地修复过程环境管理相关文件包括：北区污染土壤清挖运输过程中噪声检测报验(2017.8.15)、南二区污染土壤清挖运输过程中噪声检测报验(2017.10.12)、北区污染土壤清挖运输过程中环境空气质量检测报验(2017.8.15)、南二区污染土壤清挖运输过程中环境空气质量检测报验(2017.10.12)、污染土壤化学氧化预处理检测结果报验(2017.8-2017.10)(表4-2)。

表4-2 原吉林晨鸣纸业场地修复过程环境管理相关文件清单

编号	名称	内容
1	北区污染土壤清挖运输过程中噪声检测报验 2017.8.15	(1) 报验申请表 (2) 噪声监测见证取样单 (3) 噪声监测点平面布置图 (4) 检测报告
2	南二区污染土壤清挖运输过程中噪声检测报验 2017.10.12	(1) 报验申请表 (2) 噪声监测见证取样单 (3) 噪声监测点平面布置图 (4) 检测报告
3	北区污染土壤清挖运输过程中环境空气质量检测报验 2017.8.15	(1) 报验申请表 (2) 监测见证取样单 (3) 监测点平面布置图 (4) 检测报告 (5) 检测单位资质认定复印件
4	南二区污染土壤清挖运输过程中环境空气质量检测报验 2017.10.12	(1) 报验申请表 (2) 监测见证取样单 (3) 监测点平面布置图 (4) 检测报告
5	污染土壤化学氧化预处理检测结果报验 2017.8-2017.10	(1) 报验申请表 (2) 检测报告

## 4.3 工程监理文件

### 4.3.1 工程监理文件统计

场地修复工程监理单位提供的文件包括：监理单位资质证书、监理人员监理证书、

原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目工程监理工作总结、修复项目监理规划、安全监理实施细则、安全生产应急预案、工程监理资料、工程监理月报、工程监理日志等，共 9 份文件（表 4-3）。

表 4-3 原吉林省晨鸣纸业场地修复工程监理文件清单

编号	名称	内容
1	监理单位资质证书	(1) 工程监理中标通知书 (2) 营业执照和组织机构代码证的复印件
2	监理人员监理证书	工程监理人员的简历及相关证件
3	原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目工程监理工作总结	
4	原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目监理规划	
5	原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目安全监理实施细则	
6	原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目安全生产应急预案	
7	工程监理资料	(1) 北一区东侧污染土清挖运输(旁站)监理记录 2017.7.27-2017.8.2 (2) 北二区污染土清挖运输(旁站) 监理记录 2017.7.27-2017.8.2 (3) 北一区西侧污染土清挖运输(旁站)监理记录 2017.8.4-2017.9.20 (4) 南二区污染土清挖运输监理记录(旁站) 监理记录 2017.9.19-2017.9.30 (5) 北二区污染土壤二次开挖清挖运输(旁站) 监理记录 2017.10.07 (6) 土工布铺设(旁站) 监理记录 2017.6.30-2017.8.5 (7) 土工复合排水网铺设(旁站) 监理记录 2017.6.30-2017.8.5 (8) HDPE 膜铺设(旁站) 监理记录 2017.6.30-2017.8.5 (9) 土工布铺设质量检查(平行检测) 监理记录 (10) HDPE 膜铺设质量检查(平行检测) 监理记录 (11) 土工复合排水网铺设质量(平行检测) 监理记录 (12) 监理工作交底记录(1份) (13) 安全监理工作交底记录(1份) (14) 安全监理工作会议纪要(1份)
8	工程监理月报 2017.6-2017.11	对每个月做了该月的工程概况、该月监理工作小结和下月监理工作安排
9	工程监理日志 2017.6.26-2017.11.28	主要介绍每天的监理监管的主要内容

#### 4.3.2 工程监理实施情况

原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染如修复项目实施过程中，吉林建设项目管理有限公司主要通过巡查、旁站和平行检验的监理方式对修复施工情况进行工程监理。根据吉林建设项目管理有限公司提供的文件资料可知，工程监理单位已完成的工作内容包括：

- (1) 汇总了 2017 年 6 月 26 日至 2017 年 11 月 28 日的工程监理日志，期间对场地污染土壤处理量进行核查，截止 2017 年 11 月 28 日，共修复污染土壤约 10.1787 万 m<sup>3</sup>。
- (2) 提供了 2017 年 6 月到 2017 年 11 月共 6 个月的工程监理月报，对修复工程的

质量和施工情况进行了记录和信息收集。

(3) 监督了施工过程中的环境管理事宜。

(4) 提供了工程平行检验记录，对工程中的各项施工材料、构配件和设备进行了质量核查。

(5) 进行了安全监理交底工作。

#### 4.3.3 工程监理工作小结

根据工程监理单位提交的与本场地污染土壤清挖、运输、填埋等过程相关的文本和图件资料可知：

(1) 修复项目总体上按施工方案和施工图设计完成，各项竣工资料齐全，工程建设质量合格。

(2) 场地内各个修复区域污染土壤均已清挖干净，清挖工程达到场地清挖目标。

(3) 污染土壤经化学氧化处置后苯并(a)芘浓度低于修复目标值，处理后的污染土壤全部在垃圾填埋场进行卫生阻隔填埋控制风险，填埋场封符合各项要求。

(4) 填埋场防渗层建设施工质量和材料符合设计标准及施工规范要求。

(5) 环境效益：通过对污染场地的修复治理，消除污染土壤对人体健康存在的健康风险，具有较好的环境效益。

(6) 经济效益：由于该片区域治理完成后才能进行土地的二次开发利用，因此该修复项目的实施可以使该片土地大幅升值，带动哈达湾经济的快速发展。

(7) 总体过程和检测结果表明：修复项目施工符合设计要求，整体工程施工过程中保质保量安全的完成了项目的施工，监理方评定该项目竣工验收合格。

#### 4.4 环境监理文件

##### 4.4.1 工程监理文件统计

场地修复环境监理单位提供的文件包括：监理单位资质证书、监理人员监理证书、原吉林晨鸣纸业场地修复工程环境监理日报（2017.6.26-2017.11.28）、修复工程环境监理月报（2017.6-2017.11）、修复工程环境监理总结报告（2017.11）等文件（表 4-4）。

表 4-4 原吉林市晨鸣纸业场地修复环境监理文件清单

编号	名称	主要内容
1	监理单位资质证书	(1) 环境监理中标通知书 (2) 环境监理资质说明

编号	名称	主要内容
		(3) 资质证书和营业执照的复印件
2	监理人员监理证书	提供了环境监理人员的简历及相关证件
3	环境监理日志 2017.6.26-2017.11.28	原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目环境监理日志，主要介绍每天的监理内容包括取样检测和工程质量保证。
4	环境监理月报 2017.6-2017.11	场地修复工程环境监理月报 2017.6-2017.11 (1) 环境监理工程概况 (2) 环境保护执行情况 (3) 修复进展 (4) 环境保护落实情况 (5) 环境事故隐患或环境事故 (6) 存在的主要问题及建议
5		原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目环境监理总结报告

#### 4.4.2 环境监理实施情况

吉林东北煤炭工业环保研究有限公司主要通过巡视和旁站的方式，对修复项目的施工情况进行环境监理。根据吉林东北煤炭工业环保研究有限公司提供的文件资料可知，该环境监理单位已开展的工作内容包括：

- (1) 汇总了2017年6月26日至2017年11月28日的环境监理日志，期间主要工作内容为对场地污染土预处理量进行核查，污染土壤氧化预处理修复效果进行核查，二次污染防治进行监督，填埋场铺膜质量进行评价。
- (2) 提供了2017年6月到2017年11月的环境监理月报，此6个月的月报对修复工程的质量和施工情况进行了记录和信息收集。
- (3) 重点关注了污染土预处理的修复效果及施工过程中的环境管理。

#### 4.4.3 环境监理工作小结

根据吉林东北煤炭工业环保研究有限公司环境监理部提供的文件资料可知：

- (1) 修复项目自2017年7月27日开始正式施工，2017年11月28日结束，总工期124个日历天。
- (2) 本次监理的三个区域清挖污染土方量共计10.1787万m<sup>3</sup>，符合修复施工要求。
- (3) 污染场地土壤化学氧化预处理后检测结果表明，所有土样中所含苯并(a)芘值均小于修复目标值。委托第三方检测机构对修复后的土壤进行复检，检测结果远远低于修复目标值。
- (4) 修复工程落实了《原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目施工方案》，基本执行了各项污染防治措施，各类污染物满足达标排放要求，监测方案落实到位，环

境风险可控，污染土壤去向明确，达到标准后安全卫生填埋，风险可控。

(5) 施工期间对噪声、废气和扬尘进行了监测，区域的施工时间段共监测两次，结果均达标，施工过程未对周边环境造成不良环境影响，未发生环境风险事故，未发生群众信访事件。施工单位能够认真执行环境监理的各项要求，积极落实各项环境保护措施，现场环境管理措施得力。

## 5 场地修复实施情况

### 5.1 土壤修复实施过程

针对原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目，根据《原晨鸣纸业污染场地修复调查与方案设计》、《原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目施工方案》和《原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目竣工总结报告》可知，北京高能时代环境技术股份有限公司完成了污染土修复面积约 3.2 万平方米，总修复土方量约为 10.1787 万立方米，关注污染物为苯并(a)芘，修复目标值为 1.92 mg/kg。

场地污染土壤修复工作从 2017 年 7 月 27 日开始，至 2017 年 11 月 28 日结束。场地修复实施的主要工作内容包括有：施工准备工作、场地污染状况补充调查、现场污染土壤开挖及运输、污染土壤化学氧化预处理、污染土壤填埋等。北京高能时代环境技术股份有限公司对本项目污染土壤总体修复大致施工流程为：施工场地布置→技术准备→设备进场→开挖准备（建筑垃圾及地表清理等）→基坑支护→土壤开挖及化学氧化预处理→土壤运输→土壤阻隔填埋→过程自检及自验收→不合格区域继续开挖→竣工验收。

#### 5.1.1 施工前期准备

项目施工准备工作主要主要包括有：

##### (1) 现场进驻

施工单位进驻现场后，通过现场踏勘和详细的调查，了解施工现场的交通、环境、施工条件，办理相关证明材料后与建设单位进行手续交接；同监理单位、当地政府、环保部门及其他相关部门取得联系，同周边群众做好沟通为下一步工作开展奠定基础。

##### (2) 施工生产条件准备

依据施工单位提供的《原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目竣工总结报告》可知，施工生产条件的准备工作主要有：人员准备、水电接入、机械设备进场准备、材料进场、施工队进场、现场临时设施施工等内容。

#### 5.1.2 场地污染状况补充调查

中国环境科学研究院对本项目场地调查工作于 2014 年完成，距今已有 3 年。应业主要求和施工方案专家评审会的意见，施工单位按照《场地环境调查技术导则》(HJ 25.1-2014) 的要求规定及场地修复范围、深度及修复目标，参考国内相关场地调查评价

方法，对污染场地进行了补充调查工作，进一步明确场地污染现状。场地土壤污染状况补充调查的布点方案如图 5-1 所示，具体采样及检测结果见《原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目竣工总结报告》。

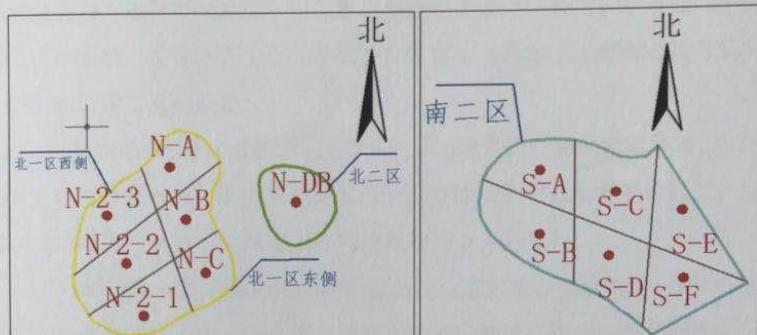


图 5-1 场地补充调查取样点位示意图

施工单位对污染场地补充调查的结果与前期中国环境科学研究院的场地调查的结果基本相同，项目总体可以按照施工方案进行施工。通过对取样检测数据进行分析，确定了各场区的开挖面积和开挖深度，对照实际的土壤污染状况和修复目标值，对各场地进行分块分层开挖，不同深度污染土壤进行分类堆放。

表 5-1 场地修复区域方量信息

区域	北区西基坑（北一区）	北区东基坑（北二区）	南二区	总区域
坑底面积 (m <sup>2</sup> )	11907.55	2429.47	17425.99	31763.01
深度 (m)	3.3	3.8	3	--
侧壁周长 (m)	424.92	178.56	536.93	1140.41
体积 (m <sup>3</sup> )	39294.92	9231.99	52277.97	100804.9

根据补充调查检测结果，北一区西侧 3.3m 深度苯并(a)芘检出浓度远低于修复目标值，施工单位在实际开挖过程中对场地进行分块分层开挖；北一区东侧 N-B 点位 3.3m 处超标，对其开挖到设定深度后取样分析清挖效果进一步确定是否继续开挖；。北二区 3.8m 深度苯并(a)芘未检出，对底层土壤可进行拌合处理；南二区 S-C 及 S-D 点位 3.0m 深度超标，这两个所代表区域内的土壤需全部进行化学氧化处置，同时通过取样检测分析确定是否需要进一步向下清挖。对于其他苯并(a)芘检测值均低于修复目标值的采样区域，可进行分层开挖，底部土壤可经过拌合后检测污染浓度，同时确定是否需要进行化学氧化处置。

### 5.1.3 污染土壤清挖运输

#### 5.1.3.1 清挖前准备工作

在场地污染土壤开挖运输前，施工单位为确保安全文明施工、不造成二次污染、减少对居民区的影响，进行以下工作（详细工作内容见《原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目竣工总结报告》）：

- (1) 平整场地。在开挖运输前，施工单位对场地表面存有的建筑垃圾、生活垃圾、弃置土方、地面杂草等进行清理整平，以便于机械施工作业以及车辆的进出。清理的建筑垃圾、生活垃圾、杂草等将全部运往垃圾填埋场进行处置。
- (2) 区域围挡。场地四周搭设围挡形成封闭施工区域并设置大门作为施工出入口，门口设置专业保安工作人员。减弱施工过程中机械设备运行造成的噪声污染。
- (3) 路面防护。在进行污染土运输时施工单位对出入口的道路进行了硬覆盖，防止车辆带泥土出场造成二次污染。
- (4) 车辆清理。为确保运输车辆出行洁净，避免造成二次污染，场地出入口设置洗车台、沉淀池和蓄水池，洗车池长度为10米，宽度为6米，排水槽宽度为0.3米，沉淀池和蓄水池侧墙砌筑均采用砖砌24墙，内表面用2厘米厚M10水泥砂浆抹面，洗车污水收集经沉淀后回用。
- (5) 测量放线。为了准确定位污染土壤的清挖范围，施工单位由专业测量技术人员对现场各拐点位置，清挖边界进行了准确的定位，并进行标记。
- (6) 保护控制桩。对工程施工过程中测量放线的依据进行保护，砖墩周围砌砖，中间填充砂浆，砖墩外侧也用砂浆抹平。





图 5-2 清挖前准备工作相片

#### 5.1.3.2 清挖运输施工过程

(1) 基坑开挖。由补充调查结果可知, 场地内污染土壤在 1.5m 深度以上苯并(a)芘的浓度较高, 1.5m 深度以下污染程度较轻, 据此施工单位在开挖过程中遵循了“分区域分层开挖”的原则, 上层土壤和底层土壤分类堆放。开挖采用机械为主, 人工为辅。对于部分高差较大、面积较小、不便于修建施工临时道路的区域, 采用人工开挖, 其它区域设计采用机械开挖。施工过程中如遇地下障碍物(如各种管道、管沟、电缆等)时, 立即停止施工, 及时报告施工负责人, 待妥善处理后方可继续施工。经过基坑内土壤的监测与验收达标后, 方可停止挖掘, 严禁超挖。施工中, 根据污染土壤处理的进度来确定清挖进度和清挖量, 禁止任意挖掘。

(2) 地下构筑物破碎。对于不能用机械直接挖运的地下构筑物、施工单位对其进行机械破碎, 破碎后的构筑物在达到垃圾填埋场的进场要求后均运往垃圾填埋场填埋处置, 以管控其可能存在的健康风险。

(3) 基坑支护。在基坑清挖的过程中需做好基坑支护, 本项目清挖基坑深度为 3.0m~3.8m, 边坡支护主要为放坡开挖, 开挖边坡比为 1:1.5。场地内地下水埋深 4.15~7.52 m, 低于场地最大清挖深度, 因此开挖过程不需要进行基坑降水。



图 5-3 基坑清挖

(4) 挖掘运输机械。污染土运输时办理渣土受纳许可证，核查运输车、挖掘机及操作司机的有关证件，保证各项手续齐全完善。根据施工进度计划安排，结合土方外运距离及现场施工实际情况，配备挖掘机、自卸车、洒水车等。

(5) 运输路线。本项目土壤运输过程中主要涉及两条线路：① 北区运往南二暂存场地，此线路在场地内部，运距较短约为 1km，在实际拉运过程中避开人口密集区、街道等；② 暂存场运往垃圾填埋场，综合考虑吉林省交通干道、人口分布等因素，确定运输路线为：晨鸣纸业场地→松江北路→哈大公路→吉长北线→吉林市生活垃圾填埋场，运距约为 22.5 公里。运输路线避开了市区人口密集道路，运输车辆在出场之前进行拍照，进出场均有监理人员进行确认和记录。

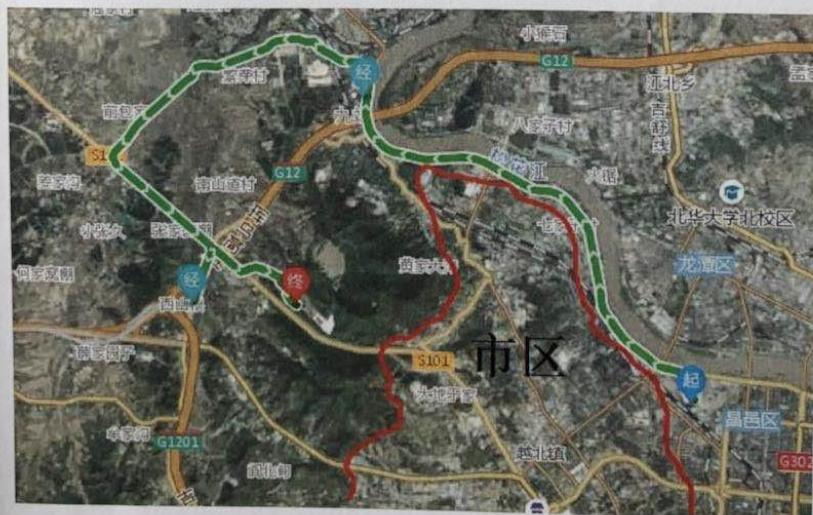


图 5-4 污染土壤运输路线

(6) 运输车辆管理。车辆全过程密闭，进出场时进行清洗与清扫，保证与外界的

隔离：所有运输车辆驶出施工现场前必须经过指定的洗车池，并由专人负责冲洗，经监理工程师检查合格后，车辆方可上路。运输车辆要统一编号组队前行，不得单独出行，同时对每辆车进行 GPS 全程定位与跟踪，确保污染土全部运往垃圾填埋场，同时配备专车进行现场指导与监控。为防止路途颠簸污染土遗撒，每次运载土壤量不得超过车载的 4/5，车辆载斗顶部铺盖帆布，若发现运输过程中有污染土的遗撒，立即组织人员清理，将散落的污染土集中至处置地点或暂存地点。



#### 5.1.4 污染土壤化学氧化处置

##### (1) 污染土氧化处理中试实验

施工单位在土壤大批量预处理之前，进行现场中试实验。中试目的是验证药剂对本项目污染土壤的去除效果，细化药剂添加量。北京高能时代环境技术股份有限公司所使用的药剂主体为过硫酸盐、过硫酸氢盐类氧化剂，氧化剂还原产物为硫酸盐，对环境无风险。中试实验对氧化预处理后的土壤进行全分析，检测氧化产物，以确保不会对环境造成二次污染问题。现场中试实验药剂添加质量百分比如下表所示。

表 5-2 现场中试药剂添加量

编号	中试污染土方量 (m³)	氧化药剂添加量 (%)	活化药剂添加量 (%)
1	1.5	0.8	0.04
2	1.5	1.0	0.05
3	1.5	1.2	0.06



图 5-6 现场中试工作相片

对中试实验后的土壤进行取样检测分析，其氧化产物中没有对环境造成二次污染的新物质生成。三种不同药剂添加量下对苯并(a)芘除去率分别为 76.6%、85.9%、86.9%，均表明使用的复合药剂对苯并(a)芘的氧化效果好，除去率高。综合考虑药剂添加量带来的项目成本、场地的实际污染状况、除去率和修复效果等因素，确定本项目氧化药剂添加量为 1.0%、活化药剂添加量为 0.05%。

#### (2) 污染土化学氧化预处理

根据场地污染状况补充调查报告，污染土壤在开挖过程中遵循“分区域分层开挖，分类堆放处理”的原则，以 0.5~1.0m 深度进行分层开挖，对上层污染程度较重的土壤进行化学氧化处置，对于底部污染程度轻的土壤进行拌合处置后检测污染物的浓度并确定是否需要进行化学氧化处置。施工单位化学氧化处置总量约 5.65 万立方米，进行筛分拌合处理的污染土总量约 4.43 万 m<sup>3</sup>。

所有污染土壤经 ALLU 铲斗筛分破碎后，由施工单位专业技术人员现场指导药剂添加、混合搅拌、养护、取样等工作，并做好每天预处理记录（如药剂使用量），当天由监理签字确认。预处理的土壤在添加药剂养护两天后按 500m<sup>3</sup>取一个样品进行检测，经第三方检测达标后再进行填埋，对于预处理未达标的土壤继续添加药剂直到再检测达标。



图 5-7 现场预处理工作相片

### (3) 预处理区域建设

在化学氧化预处理工作之前需要建设处置场地，依据工程实际情况南二区土壤修复面积最大约 1.74 万平方米，且后期进行开挖，因此可将南二区一部分场地作为预处理场地。预处理区域建设面积约 0.43 万平方米，实际预处理过程中土方堆高 3.5m，场地可暂存预处理的污染土可达 1.5 万立方米。预处理区域全部用土工布、HDPE 膜进行防渗处理，并在场地四周和场内道路两侧设置集、排水沟，确保内部和外部无积水，对场地外侧用围挡进行封锁。

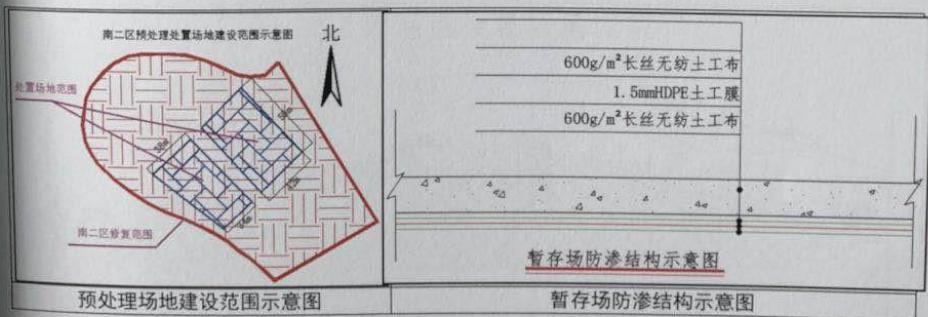


图 5-8 土壤暂存区域示意图

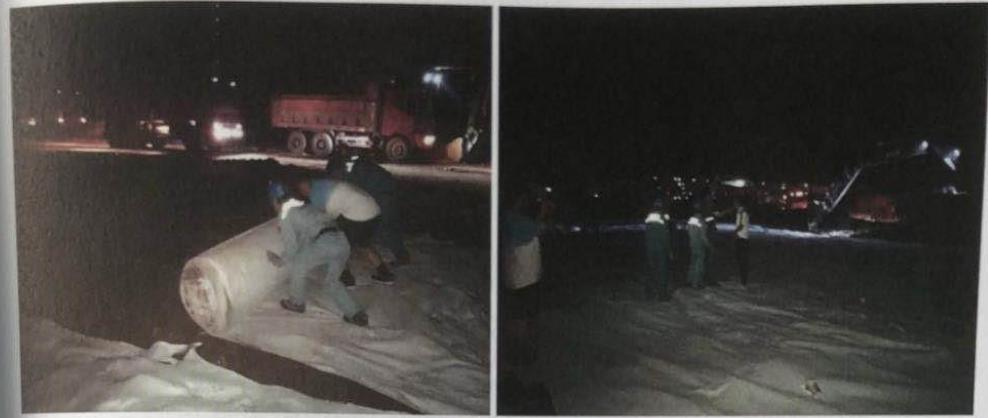


图 5-9 预处理场地铺膜相片

### 5.1.5 污染土壤填埋

#### 5.1.5.1 污染土填埋概述

污染土壤填埋过程中，在填埋场原有防渗层技术上再次建设防渗结构，对污染土壤进行包裹。由于污染土壤的密度远大于生活垃圾，为防止填埋区域沉陷，本项目污染土壤填埋于生活垃圾填埋区底部，污染土壤经填埋、压实、顶部防渗覆盖后，在其上填埋生活垃圾。分区填埋可以保证污染土壤与外界环境之间存在双层防渗层阻隔，与生活垃圾之间存在一层阻隔层，有效控制污染物的转移，消除环境风险。

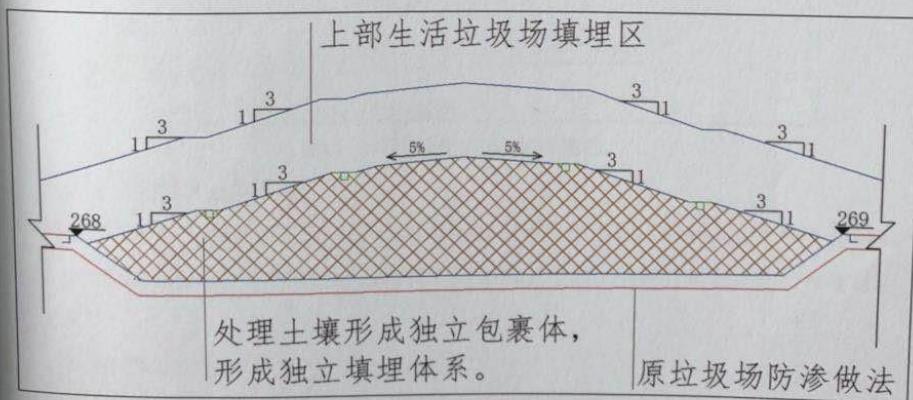


图 5-10 污染土壤填埋区剖面图

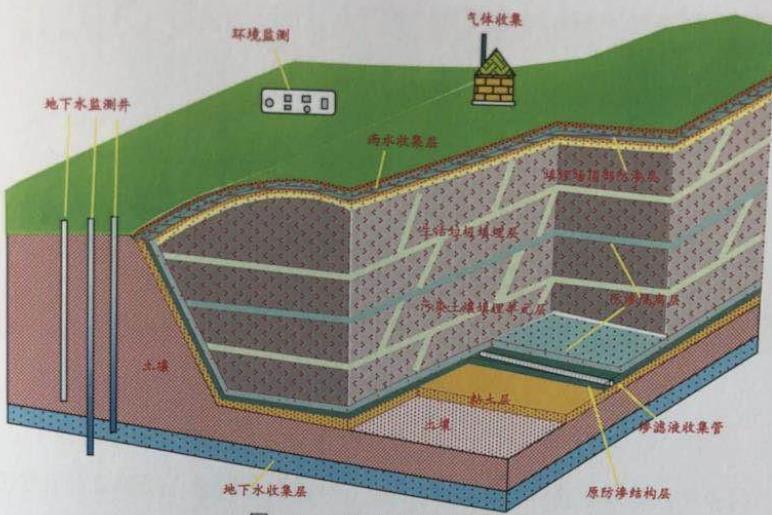


图 5-11 污染土壤填埋示意图

#### 5.1.5.2 防渗层建设

填埋场防渗层结构主要包括有：原防渗层、土工复合排水网、土工布、HDPE 土工膜、土工布，如下图所示。

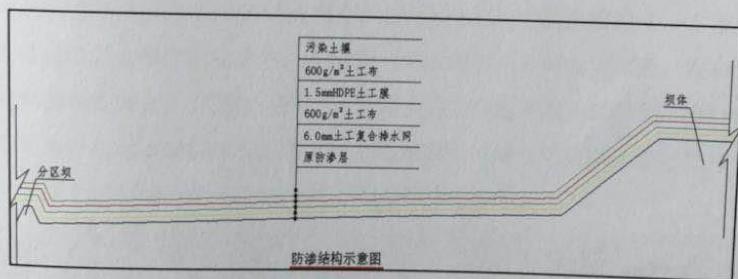


图 5-12 填埋场防渗层结构示意图

##### ① 土工布的铺设及焊接

所有的土工布都须用土袋压住，土袋将在铺设期间使用并保留到铺设上面一层材料。缝须与坡面线相交，与坡脚平行。在坡面上，对土工布的一端进行锚固，然后将卷材顺坡放下。

##### ② HDPE 膜铺设及焊接

HDPE 土工膜采用双缝热熔焊接，使用双缝热熔焊机确保在极短的时间将待焊的两片 HDPE 土工膜熔融，每分钟自动爬行焊接 3m~6m，一次完成一组双焊缝，并形成一个可充气检漏的空腔，利用该空腔，进行充气法检漏。



图 5-13 现场膜铺设示意图

### ③ 土工复合排水网铺设及搭接

土工复合排水网的上方锚固在边坡上方的锚固沟内，材料沿斜坡向下铺设，保证材料的排水方向与水流方向一致，安装时避免在宽度方向搭接。土工复合排水网捆扎完毕后，对土工复合物中的土工布进行缝合。土工布底层采用搭接，上层缝合/热粘在一起。

#### 5.1.5.3 污染土壤填埋

装载土壤的车辆进入作业区的速度控制在 15km/h，车辆至倾卸点，在指挥人员示意后，方可卸料。土壤卸料完毕后，在指挥人员示意后，方可放下顶泵。在填埋作业中将覆盖材料铺设在每天作业面的上面，可以起到提高层面承载力的作用。“推铺、压实”可以提高填埋场填埋土壤的压实密度，减少填埋场的不均匀沉降量，增加填埋量，延长作业单元和整个填埋场的使用年限，减少填埋物的空隙率。



图 5-14 污染土壤填埋相片

#### 5.1.6 填埋场封场

被填埋的污染土壤在推铺、压实、整平后，需要对其进行包覆封场，在污染土壤表面分别铺设土工布、HDPE 膜、土工复合排水网、卵石层（如下图所示），使污染土壤完全与外界环境阻隔开来，控制风险确保不会造成环境二次污染。此外，本工程集气井

导气管采用 DN200HDPE 管与二期填埋库区内原气体导排管焊接。穿过污染土壤层的导气管采用实管，并在铁丝网外包裹土工复合排水网及 HDPE 土工膜，保持污染土壤内的密闭。露出污染土壤层的部分再采用穿孔管，便于收集上层垃圾填埋气。



图 5-15 填埋场封场防渗图

## 5.2 修复实施过程环境管理

### 5.2.1 修复过程对污水二次污染的防治

本项目在整个施工过程中不涉及地下水处理，产生水污染的过程主要包括洗车池内冲刷车辆后的污水，以及在降雨过程中造成的少量基坑积水。对洗车池内废水严格控制不溢出洗车池及向下渗入土壤中造成二次污染，施工单位对于洗车池内的废水及降雨产生的积水，最后均用到预处理拌药的过程中，运往填埋场。一方面可以有效的节约水资源，同时严格控制了可能造成的健康风险。

### 5.2.2 修复过程对大气二次污染的防治

(1) 污染场地修复施工期间密切关注国家气象局天气预报，提前做好了施工进展安排。在未做硬化处理的区域，定期压实地面和洒水，减少扬尘对周围环境的污染。尽量减少清理作业面，控制开挖面积，集中施工，精选设备。使产生扬尘的作业、运输尽量避开敏感点和敏感时段。禁止在施工现场焚烧任何废弃物和会产生有毒气体、烟尘、臭气的物质等。

(2) 对施工现场的车辆进行清扫，在作业区出口处，对施工和运输车辆轮胎以及其他粘附污染土壤的部位进行及时清扫，选择最短的运输距离，减少运输次数。车辆外部不准挂有拉运的物质，车轮不准带有泥土上路；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，减少扬尘产生；同时在修复场地周边、车辆行驶道路及车辆

周转区域勤洒水，保持表层土壤湿润，减少扬尘。

(3) 对于暂存堆放的土方及时做好苫盖处理，防止大风造成扬尘带来空气污染问题。



图 5-16 洒水苫盖工作相片

(4) 根据《大气污染物无组织排放监测技术导则》(HJ/T55-2000) 中第 4 章规定，对场区外主要环境敏感点布设采样点，空气采样点分布图如下图所示。施工过程中，在环境监理、工程监理、业主的见证下，委托第三方检测机构吉林市吉科检测技术有限公司分别对施工现场大气中总悬浮颗粒物 (TSP)、PM2.5、PM10 和苯并(a)芘进行监测。



图 5-17 环境空气质量检测点位示意图

2017 年 8 月、9 月，在污染土修复施工期间北京高能时代环境技术股份有限公司委托吉林省吉科检测技术有限公司对原吉林省晨鸣纸业污染场地周边环境空气中的总悬浮颗粒物 (TSP)、PM2.5、PM10 进行监测。施工现场环境监测数据表明，所有空气样品检测结果均低于施工方案中的限值，符合《大气污染物综合排放标准》(GB 16297—1996)、《室内空气质量标准》(GB/T 1883-2002) 规定的含量限值，本次施工过程没有对周边大气产生二次污染。



图 5-18 场地修复区域及周边环境空气 TSP 监测场景图

表 5-3 空气质量监测结果

监测点位	监测项目	监测频次	单位	监测结果		检出限
				2017.8.8	2017.9.26	
1#昌邑区交 警大队	苯并(a)芘	日均值	mg/m <sup>3</sup>	未检出	未检出	1.8×10 <sup>-4</sup>
	PM <sub>2.5</sub>	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.032	0.043	0.010
	PM <sub>10</sub>	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.070	0.086	0.010
	总悬浮颗粒物	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.159	0.182	0.001
2#佳德 消防	苯并(a)芘	日均值	mg/m <sup>3</sup>	未检出	未检出	1.8×10 <sup>-4</sup>
	PM <sub>2.5</sub>	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.048	0.052	0.010
	PM <sub>10</sub>	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.105	0.112	0.010
	总悬浮颗粒物	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.196	0.207	0.001
3#万达广场 2 号门	苯并(a)芘	日均值	mg/m <sup>3</sup>	未检出	未检出	1.8×10 <sup>-4</sup>
	PM <sub>2.5</sub>	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.060	0.053	0.010
	PM <sub>10</sub>	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.125	0.118	0.010
	总悬浮颗粒物	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.209	0.235	0.001
4#体育场	苯并(a)芘	日均值	mg/m <sup>3</sup>	未检出	未检出	1.8×10 <sup>-4</sup>
	PM <sub>2.5</sub>	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.056	0.067	0.010
	PM <sub>10</sub>	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.110	0.132	0.010
	总悬浮颗粒物	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.214	0.257	0.001
5#松花 江边	苯并(a)芘	日均值	mg/m <sup>3</sup>	未检出	未检出	1.8×10 <sup>-4</sup>
	PM <sub>2.5</sub>	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.047	0.064	0.010
	PM <sub>10</sub>	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.088	0.118	0.010
	总悬浮颗粒物	日均值	mg/m <sup>3</sup>	0.189	0.238	0.001

### 5.2.3 修复过程对噪声污染的防治

(1) 本工程噪声来源为挖掘机、运输车辆和其他大型修复设备，在施工过程中需采取有效措施防止噪声污染。施工过程中尽可能采用低噪音的工艺和施工方法，施工过程中严格遵守《建筑施工场界噪声限值》规定的降噪限值。

(2) 建筑施工厂界环境噪声严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011) 中的排放限值。在设备的安装、调试、验收和投入运行前认真地执行设备的技术标准，严格控制机械噪声。机械设备作业班组负责对设备定期检修、润滑，使机械正常运转，降低噪声。本项目中无高噪声的设备与器具，且所有设备一直处于低噪声、良好的工作状态，最大限度地减少了噪声对附近居民生活的影响。

(3) 控制人为噪声和强噪声作业时间。施工现场一直提倡与强调文明施工，培养了全体施工人员避免噪声扰民的自觉意识，全程避免了人为的大声喧哗。进入施工现场内的车辆、所有场内施工用机械设备不允许鸣笛。远距离的联系采用对讲机。

(4) 施工过程中，在环境监理、工程监理、业主的见证下，施工方委托了第三方检测单位对施工期间污染场地周边的噪声进行了检测

2017年8月、9月，北京高能时代环境技术股份有限公司在场地边界对场地施工过程的噪声进行了监测（图5-22）。由噪声监测结果（表5-4）可知，该场地昼间和夜间的噪声值均满足《建筑施工场界环境噪声排放标准（GB12523-2011）》的要求（昼间噪音排放限值为70dB，夜间为55dB）。



图 5-19 场地修复区域及周边噪音监测点

表 5-4 施工期间场地修复区域及周边噪音监测结果

监测日期		2017.8.8		2017.9.26	
监测结果	监测点编号	监测点名称	昼间 dB(A)	夜间 dB(A)	昼间 dB(A)
	1#	万达广场西侧	59.6	49.4	60.8
	2#	恒大项目部	64.5	49.2	65.8
	3#	林荫路小学	63.8	49.0	65.7

#### 5.2.4 修复过程对固体废物的管理

- (1) 对放置可能产生二次污染物品的容器加盖，以防止该废弃物的泄漏、蒸发，并防止因雨、风、热等原因引起的二次污染。
- (2) 实验室产生的固体废物均进行特别的标识，防止该废弃物和其他废弃物相混淆，并由专人进行管理处置跟踪。
- (3) 项目部产生的废弃物按照废弃物类别投入指定的垃圾箱(桶)，禁止乱投乱放。
- (4) 项目部设立后期管理小组，专门负责工程项目、建设施工中的废弃物及建筑垃圾处置管理。废弃物由专人定时负责外运处置。

#### 5.2.5 其它环境管理措施

- (1) 施工区域，树立醒目目标语牌，加强环保文明施工的宣传力度。
- (2) 各施工队实行管理区域责任制，挂牌施工，文明施工，定期整治现场环境，保持现场的各类机械设备、材料堆放整齐有序，不用的器材要及时回收。
- (3) 全部工程完成后，在征得监理单位的同意时，拆除一切必须拆除的施工临时设施，拆除后的场地按有关指示及时清除干净。

#### 5.2.6 修复过程人员安全措施

- (1) 专业设备由专人负责操作，工人经过安全培训后才能入场，修复过程中要按照操作规章进行，防止产生意外伤害。
- (2) 根据工作性质穿戴合适的防护装备，避免接触土壤造成身体健康损害。
- (3) 实验室检测人员由具有专业知识的人负责，其余无关的人员禁止进入实验室，避免接触易腐蚀性的化学药品。
- (4) 工作前必须检查机械、仪表、工具等，确认完好方准使用；电气设备和线路必须绝缘良好。电线不得与金属物绑在一起。各种电动机具必须按规定接地接零，并设置单一开关。临时停电或停工休息时，必须拉闸加锁；施工机械和电气设备不得带病运行和超负荷作业。发现不正常情况应停机检查，不得在运行中修理。电气、仪表和设备试运转，应严格按照单项安全技术措施运行。运转时不准清洗和修理。严禁将头手伸入机械行程范围内；在架空输电线路下面工作时先停电，不能停电时，则设有隔离防护措施。起重机不得在架空输电线下面工作，通过架空输电线路应将起重臂落下。
- (5) 项目实施过程中，实施单位为现场人员配备了安全帽、安全鞋、防护手套、

防尘口罩、电焊面罩等基本防护用品，同时配备防毒面具、防护服等安全防护用品。规定工作人员进入施工现场，必须戴好安全帽，禁止穿拖鞋或光脚。施工现场的脚手架、防护设施、安全标志和警告牌不得擅自拆动，需要拆动的，要经工地负责人同意；施工现场的洞、坑、水池等危险处，均设有防护设施或明显标志。



图 5-20 人员安全防护图

(6) 施工单位对工人进行安全教育培训，安全教育和培训体现全面、全员、全过程的原则，覆盖施工现场的所有人员，贯穿于从施工准备、工程施工到竣工交付的各个阶段和方面，通过动态控制，确保只有经过安全教育的人员才能上岗。



图 5-21 施工单位安全教育培训

### 5.3 修复效果自验收

#### 5.4.1 土壤清挖基坑自检

根据《原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目施工方案》，污染场地待修

复的土壤污染物为苯并(a)芘，修复目标值为 1.92 mg/kg。场地清挖结束后，对基坑清挖效果进行自检验收，基坑清挖效果检测包括侧壁及基坑底部检测两部分。在清挖后的基坑底部及边缘侧壁进行布点、采样、检测分析。基坑底部或边缘侧壁未达到修复目标值时，扩大清挖范围，继续清挖直至达到修复目标值。

布点方案：基坑底部表层采用系统布点的方法，按照基底底部面积，确定每个分区采集样品数量。将底部均分成块，单块的最大面积不超过 400m<sup>2</sup>。基坑侧壁采用等距离法以 40m 为单元分段布点。当侧壁采样深度小于等于 1m 时，侧壁不进行垂向分层采样。当修复深度大于 1m 时，进行垂向分层采样。第一层为表层土，以下每 1-3m 分一层，不足 1m 时与上一层合并。各层采样点之间垂向距离不小于 1m，采样点位置可依据土壤异常气味和颜色，并结合场地污染状况确定。

施工单位实验室自检和第三方单位检测单位分析检测结果可知，基坑底部及侧壁全部样品自检合格，场地施工达到了清挖范围。具体检测分析结果见《原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目竣工总结报告》。

#### 5.4.2 土壤化学氧化处置效果自检

土壤经过化学氧化预处理后，需按照每 500m<sup>3</sup> 土壤采取一个样品，进行自检。所有样品分别经北京高能时代环境技术股份有限公司实验室自检、及第三方权威检测公司进行检测，施工单位主要检测预处理后土壤浸出液污染物浓度和土壤中苯并(a)芘的浓度。部分预处理样品经施工单位实验室自检测结果如下表所示：

表 5-10 施工单位预处理样品实验室自检结果

序 列	编 号	浸出液浓度 (ug/L)												土壤苯并(a)芘 (a)芘 (mg/kg)		
		录	铜	锌	铅	镉	镍	钡	铍	砷	总铬	六价铬	硒			
1	Y1	未检出	13.5	43.3	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.61	0.13	未检出	0.15	1.17	
2	Y2	未检出	9.9	24.2	未检出	0.05	未检出	10.7	0.21	未检出	1.20	0.10	未检出	未检出	未检出	
3	Y3	未检出	35.6	37.4	0.10	未检出	未检出	8.9	未检出	0.17	1.73	0.41	未检出	0.23	0.95	
4	Y4	未检出	11.0	9.1	0.05	0.10	未检出	3.7	未检出	0.05	0.94	未检出	未检出	未检出	0.42	
5	Y5	0.01	13.7	21.0	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.10	2.30	0.74	未检出	未检出	0.61	
6	Y6	未检出	22.9	61.4	0.10	0.10	未检出	16.1	0.09	0.20	0.60	未检出	未检出	未检出	未检出	
7	Y7	未检出	13.5	9.5	未检出	0.05	未检出	4.0	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.20	1.41
8	Y8	0.02	14.8	37.2	未检出	0.07	未检出	9.5	未检出	0.06	2.91	1.17	未检出	未检出	未检出	
9	Y9	未检出	22.2	19.8	未检出	0.02	未检出	11.3	0.34	0.09	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	
10	Y10	未检出	19.7	56.7	未检出	未检出	未检出	9.4	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	
11	Y11	未检出	14.2	19.0	未检出	0.06	未检出	未检出	0.15	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	
12	Y12	0.02	11.8	24.8	未检出	未检出	未检出	4.0	未检出	未检出	1.26	0.21	未检出	0.23	0.95	
13	Y13	未检出	3.5	12.6	未检出	未检出	未检出	13.7	未检出	0.31	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	
14	Y14	未检出	16.5	13.4	未检出	未检出	未检出	未检出	0.09	未检出	1.49	0.10	未检出	未检出	未检出	
15	Y15	未检出	12.0	12.6	0.10	0.11	未检出	2.9	未检出	0.32	0.60	未检出	未检出	未检出	未检出	
16	Y16	未检出	19.7	19.5	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	
17	Y17	未检出	1.3	17.8	0.11	未检出	未检出	7.8	未检出	未检出	0.57	未检出	未检出	未检出	0.28	
18	Y18	未检出	9.4	19.8	未检出	0.07	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.12	0.79

分析检测结果可以得出：经预处理后土壤中的砷、铅、镉、汞等重金属的浓度均低于土壤重金属《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889-2008)、苯并(a)芘浸出浓度低于《地下水水质标准》(DZ/T 0290-2015) IV 类水指标 (0.5μg/L)，土壤中苯并(a)芘浓度低于修复目标值 1.92mg/kg。总体结果来看污染土壤经化学氧化预处理后各项指标均达到相关标准。详细的预处理数据及自检检测数据见《原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目竣工总结报告》。通过分析预处理后土壤中 SVOCs 浓度、特别是苯并(a)芘的浓度，结果表明预处理合格率达到了 97%以上，各项指标均满足填埋场的进场要求。对于个别不满足要求的进一步增加药剂添加量直到苯并(a)芘浓度低于修复目标值。

项目名称	采样点位	检测项目			样品状态	采样日期	报告日期	
		砷	铅	镉				
苯	USEPA A2700-2007	0.10	0.12	0.08	≤0.54	≤0.22	2017/06/30	2017/06/30
铅	USEPA A2700-2007	0.10	mg/kg	0.19	≤0.32	≤0.11		
镉	USEPA A2700-2007	0.10	mg/kg	1.09	≤1.48	≤1.81		
汞	USEPA A2700-2007	0.10	mg/kg	1.16	≤0.84	≤1.2		
苯并(a)芘	USEPA A2700-2007	0.10	mg/kg	0.82	≤0.79	≤0.82		
苯并(a)蒽	USEPA A2700-2007	0.10	mg/kg	0.79	≤0.79	≤0.80		
䓛	USEPA A2700-2007	0.10	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10		
苯并(a)芘+䓛	USEPA A2700-2007	0.10	mg/kg	0.79	≤1.52	≤0.73		
苯并(a)芘+䓛+苯并(a)蒽	USEPA A2700-2007	0.10	mg/kg	0.26	≤0.30	≤0.27		
苯并(a)芘+䓛+苯并(a)蒽+苯并(a)芘+䓛+䓛+䓛	USEPA A2700-2007	0.10	mg/kg	0.08	≤0.76	≤0.61		
䓛+䓛+䓛+䓛+䓛+䓛+䓛	USEPA A2700-2007	0.10	mg/kg	0.26	≤0.46	≤0.24		
䓛+䓛+䓛+䓛+䓛+䓛+䓛+䓛	USEPA A2700-2007	0.10	mg/kg	0.11	≤0.16	≤0.12		
䓛+䓛+䓛+䓛+䓛+䓛+䓛+䓛+䓛	USEPA A2700-2007	0.10	mg/kg	0.37	≤0.49	≤0.31		

图 5-22 样品送检和检测报告示例相片

#### 5.4.3 阻隔填埋自检

污染土壤阻隔填埋是主要的自检项目包括：土工布铺设自检、HDPE 膜铺设自检、土工复合排水网铺设自检。

(1) 土工布主要检查材料的性能指标规格型号均符合设计要求和规范规定，见证取样送检合格。土工布在坡面基本按坡面线方向接缝，平面接缝距坡角线基本保持 1.5m，土工布接缝基本平直，无漏接，土工布表面基本平整，无大的皱褶，土工布表面无严重缺陷现象，缺陷部位进行了加强处理，锚固方式正确，留有适当余量。

(2) HDPE 膜安装施工完成之后，施工单位对 HDPE 膜施工质量进行检验。主要有 HDPE 膜和焊条的材料规格和质量符合设计要求和有关标准的规定，铺设是否符合相关要求，采用的检测方法为充气法和电火花法。

(3) 土工复合排水网自检时主要观测排水方向是否与水流方向一致，土工布和排水网是否和同类材料连接。相邻部位是否使用塑料扣件或聚合物编织袋连接，要求底层土工布相互搭接，上层土工布之间缝合连接，连接部分重叠。



图 5-23 膜铺设质量现场检测

#### 5.4.4 修复自验收结论

原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目自 2017 年 6 月开始到 2017 年 11 月结束，历时 6 个月。污染土壤中的污染因子为苯并(a)芘，该工程该工程完成了总土壤修复面积约为 3.2 万平方米，总修复土方量为 10.1787 万立方米。清挖的污染土壤经预处理达标后进行卫生填埋，清挖后基坑土壤苯并(a)芘含量低于修复目标值，土壤修复达到施工方案中的目标。

原吉林市晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目自验收结果表明，场地污染土壤修复工作已基本完成既定任务，污染土壤修复基本达标，并且在施工过程中操作规范，未造成二次污染。

## 6 修复验收

### 6.1 验收目的

现场验收的目的在于核实原吉林市晨鸣纸业污染场地北区和南二区土壤修复进展情况，识别修复现场施工对周围环境的潜在影响，判断场地的修复治理效果，对修复的污染区域及周边可能造成二次污染的区域进行现场勘查和布点取样，并对土壤样品中的关注污染物苯并(a)芘进行检测分析，核实其检测浓度是否低于修复目标值，结合场地自验收材料和环境监理报告，判断场地土壤修复结果是否达到验收标准。

### 6.2 验收要求

- (1) 清挖范围：GPS 测定场地清挖区域范围，要求达到修复施工方案规定。
- (2) 清挖深度：测定场地基坑深度，要求北区东侧基坑深度为 3.8m，北区西侧基坑深度为 3.3m，南二区基坑深度为 3m。
- (3) 土壤污染物：检测基坑坑底及侧壁土壤污染物，要求土壤苯并(a)芘检测浓度低于其修复目标值 1.92mg/kg。



图 6-1 场地修复验收位置

### 6.3 土壤布点

(1) 坑底采样点：根据《场地环境监测技术导则》(HJ25.5-2014)要求“对治理修复后场地的土壤验收监测一般应采用系统布点法布设监测点位，原则上每个监测地块面积不应超过 $1600m^2$ ”，结合《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南》(试行)中“坑底表层采用系统布点方法，原则上网格大小不超过 $20m \times 20m$ ”的规定，本场地修复区域地块基本采用 $20m \times 20m$ 网格布设坑底采样点。结合坑底边界调整点位位置后，共计布设坑底采样点66个（表6-1）。坑底样品采集以表层土壤为主。

(2) 侧壁采样点：根据《场地环境监测技术导则》(HJ25.5-2014)和《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南》(试行)的相关要求，本场地修复区域侧壁采用等距离布点方法，每隔40m布设1个侧壁采样点(不足40m的布设1个采样点)，共计布设侧壁采样点32个(表6-1)。按照《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南》(试行)的规定“侧壁进行垂向分层采样，第一层为表层土，以下每隔1~3m分一层，不足1m时与上一层合并，各层采样点之间垂向距离不小于1m”，为此本场地修复区域侧壁垂向采样深度设定为表层土、1.5m和3m(南二区)/3.3(北区西侧)/3.8m(北区东侧)。

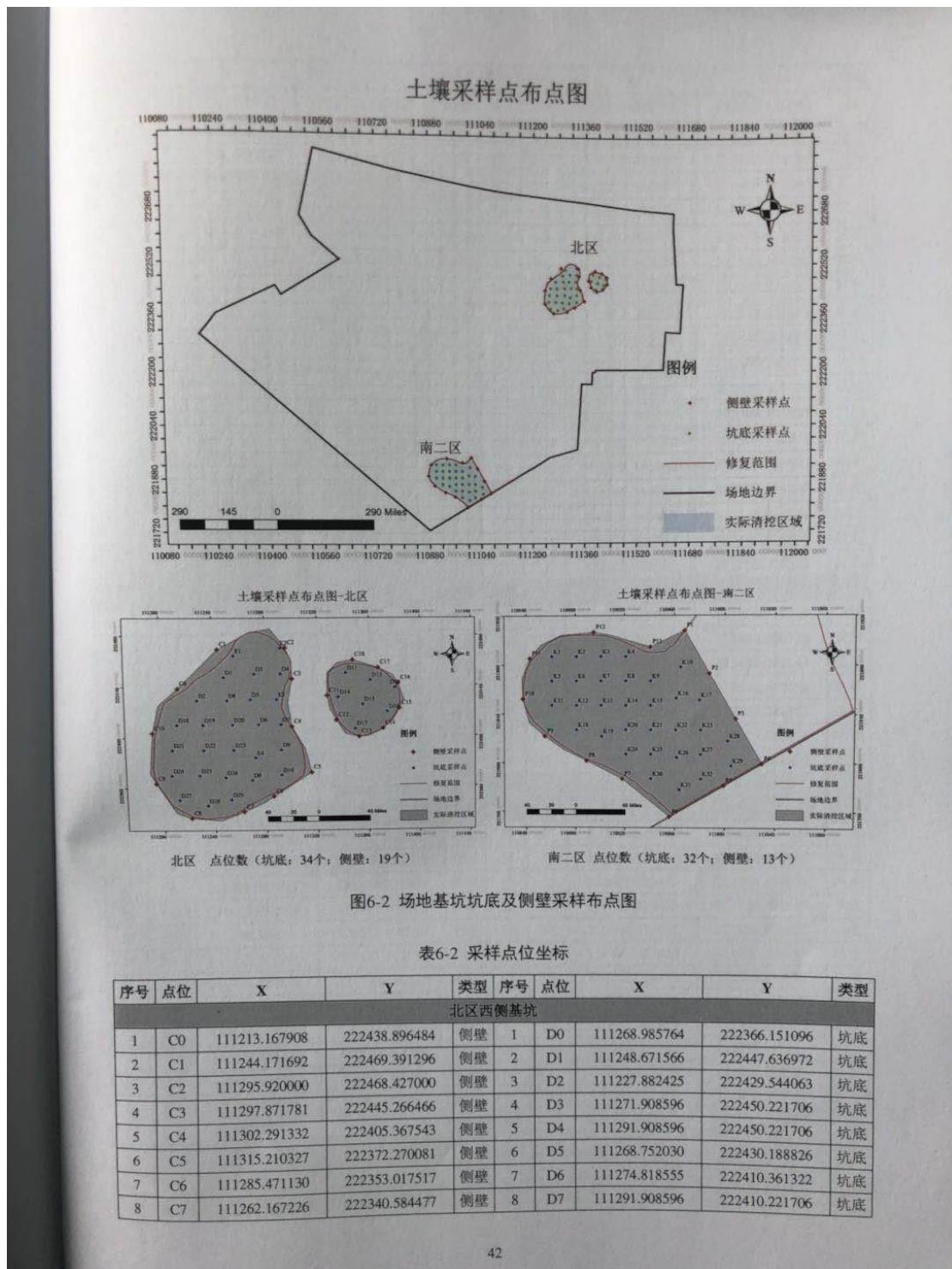
表6-1 坑底及侧壁采样点数量统计

类别	区域	北区西基坑	北区东基坑	南二区基坑	总区域
	深度(m)	3.3	3.8	3	--
	体积( $m^3$ )	39294.92	9231.99	52277.97	100804.9
坑底	坑底面积( $m^2$ )	11907.55	2429.47	17425.99	31763.01
	相关规定 指南*(个)	$\geq 10$	7	$\geq 10$	$\geq 10$
	HJ25.2***(个)			不超过 1600 $m^2$	
	DB11/T 783*** (个)	8	5	8	9
侧壁	实际坑底布点数(个)	27	7	32	66
	侧壁周长(m)	424.92	178.56	536.93	1140.41
	相关规定 指南*(个)	$\geq 8$	6	$\geq 8$	$\geq 8$
	HJ 25.2** (个)			/	
	DB11/T 783*** (个)	7	5	8	8
	实际侧壁布点数(个)	11	8	13	32

注：

- \*为《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》对场地内基坑坑底和侧壁土壤采样点数目的要求(P75)。
- \*\*为《场地环境监测技术导则》(HJ 25.2-2014)对污染场地修复工程验收监测点位布设的要求(P8)。
- \*\*\*为《污染场地修复验收技术规范》(DB11/T 783-2011)对基坑坑底和侧壁土壤采样点数目的最低要求(P5)。
- 本场地布设的采样点符合上述指南和规范的要求。

(3) 本项目也将对修复过程可能产生的二次污染区域进行验收，验收指标为土壤中的苯并(a)芘，验收标准为场地污染物修复目标值。具体采样点位根据场地实际修复情况进行现场确认。



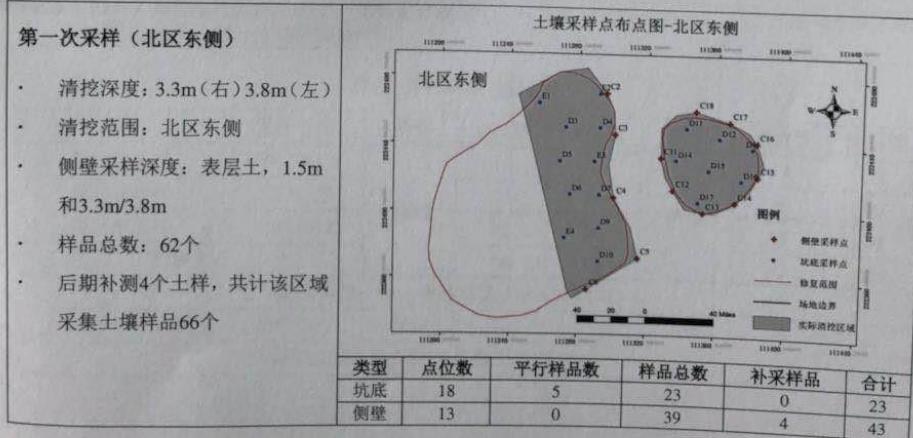
序号	点位	X	Y	类型	序号	点位	X	Y	类型
9	C8	111221.769727	222336.331053	侧壁	9	D8	111250.841705	222429.420760	坑底
10	C9	111194.903799	222364.034720	侧壁	10	D9	111291.908596	222390.221706	坑底
11	C10	111194.633629	222403.620838	侧壁	11	D10	111291.908596	222370.221706	坑底
					12	E1	111256.346078	222464.463205	坑底
					13	E2	111291.852274	222470.361322	坑底
					14	E3	111288.906370	222430.073618	坑底
					15	E4	111271.852274	222384.106765	坑底
					16	D18	111211.963864	222410.201681	坑底
					17	D19	111231.963864	222410.201681	坑底
					18	D20	111254.676538	222410.201681	坑底
					19	D21	111207.689348	222390.201681	坑底
					20	D22	111231.963864	222390.201681	坑底
					21	D23	111255.169751	222390.201681	坑底
					22	D24	111206.702921	222369.872872	坑底
					23	D25	111228.346966	222369.872872	坑底
					24	D26	111248.346966	222368.228827	坑底
					25	D27	111211.963864	222350.201681	坑底
					26	D28	111233.936718	222345.598356	坑底
					27	D29	111252.428405	222350.448288	坑底
北区西侧基坑									
12	C11	111327.696825	222432.887776	侧壁	28	D11	111342.099068	222450.755729	坑底
13	C12	111334.736660	222413.547248	侧壁	29	D12	111361.207301	222444.850186	坑底
14	C13	111352.664358	222400.835956	侧壁	30	D13	111380.315534	222438.944644	坑底
15	C14	111370.806240	222406.761087	侧壁	31	D14	111336.193525	222431.647496	坑底
16	C15	111383.799045	222422.305136	侧壁	32	D15	111355.301758	222425.741953	坑底
17	C16	111382.957025	222442.287060	侧壁	33	D16	111374.409991	222419.836411	坑底
18	C17	111367.110259	222454.662879	侧壁	34	D17	111349.396209	222406.633727	坑底
19	C18	111347.587555	222460.902555	侧壁					
南二区基坑									
20	P1	110968.264236	221907.918852	侧壁	35	K1	110861.023455	221886.898907	坑底
21	P2	110987.992527	221873.122379	侧壁	36	K2	110881.023455	221886.898907	坑底
22	P3	111008.912701	221836.223681	侧壁	37	K3	110901.023455	221886.898907	坑底
23	P4	111029.732936	221799.501252	侧壁	38	K4	110921.023455	221886.898907	坑底
24	P5	110999.288101	221781.498220	侧壁	39	K5	110861.023455	221866.898907	坑底
25	P6	110958.531936	221757.397752	侧壁	40	K6	110881.023455	221866.898907	坑底
26	P7	110919.188110	221788.341125	侧壁	41	K7	110901.023455	221866.898907	坑底
27	P8	110889.098083	221801.520081	侧壁	42	K8	110921.023455	221866.898907	坑底
28	P9	110856.187073	221822.588074	侧壁	43	K9	110941.023455	221866.898907	坑底
29	P10	110837.196106	221852.191101	侧壁	44	K10	110964.969162	221878.242815	坑底
30	P11	110844.666077	221885.795105	侧壁	45	K11	110861.023455	221846.898907	坑底
31	P12	110892.593850	221904.954443	侧壁	46	K12	110881.023455	221846.898907	坑底
32	P13	110941.126099	221892.537109	侧壁	47	K13	110901.023455	221846.898907	坑底
					48	K14	110921.023455	221846.898907	坑底
					49	K15	110941.023455	221846.898907	坑底
					50	K16	110961.516668	221852.817468	坑底

序号	点位	X	Y	类型	序号	点位	X	Y	类型
					51	K17	110980.201433	221851.420030	坑底
					52	K18	110881.023455	221826.898907	坑底
					53	K19	110901.434466	221821.555762	坑底
					54	K20	110921.023455	221826.898907	坑底
					55	K21	110941.023455	221826.898907	坑底
					56	K22	110961.023455	221826.898907	坑底
					57	K23	110981.023455	221826.898907	坑底
					58	K24	110921.023455	221806.898907	坑底
					59	K25	110941.023455	221806.898907	坑底
					60	K26	110961.763275	221804.432840	坑底
					61	K27	110981.023455	221806.898907	坑底
					62	K28	111002.667500	221818.103268	坑底
					63	K29	111005.215769	221797.856662	坑底
					64	K30	110941.023455	221786.898907	坑底
					65	K31	110963.736129	221778.103268	坑底
					66	K32	110981.023455	221786.898907	坑底

#### 6.4 样品采集

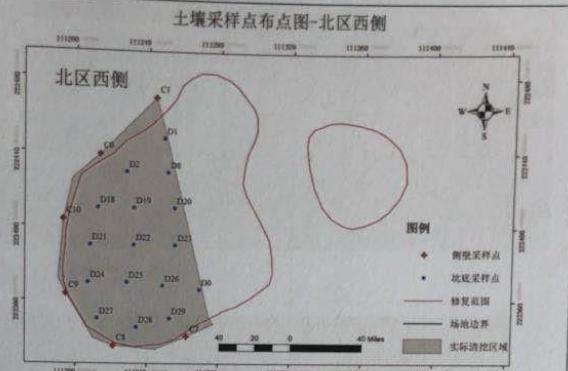
根据场地现场修复施工进度和现场踏勘情况，结合上述布点原则，分三次对场地北区及南二区清挖后基坑坑底及侧壁土壤进行布点采样。具体点位及样品信息见表6-3~表6-4。修复过程中，修复施工单位曾将北区污染土壤临时堆放于场地南二区待修复污染区域，之后在清挖南二区污染土壤过程中，一并将临时堆存土壤清理并运送到填埋场。因此不再进行场地临时土壤堆放区样品采集工作。

表6-3 采样点位及样品信息统计表



### 第二次采样（北区西侧）

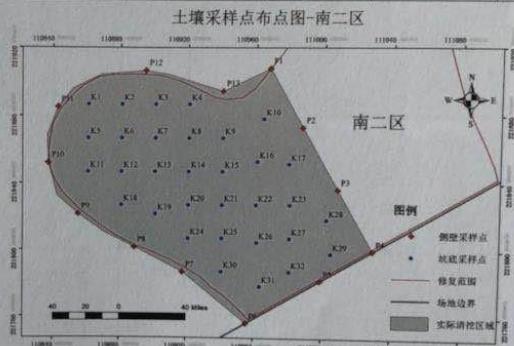
- 清挖深度：3.3m
- 清挖范围：北区西侧
- 侧壁采样深度：表层土，1.5m和3.3m
- 样品总数：37个
- 后期补测7个土样，共计该区域采集土壤样品44个



类型	点位数	平行样品数	样品总数	补采样品	合计
坑底	16	2	18	3	21
侧壁	6	1	19	4	23

### 第三次采样（南二区）

- 清挖深度：3m
- 清挖范围：南二区
- 侧壁采样深度：表层土，1.5m和3m
- 样品总数：79个
- 后期补测1个土样，共计该区域采集土壤样品80个



类型	点位数	平行样品数	样品总数	补采样品	合计
坑底	32	4	36	0	36
侧壁	13	4	43	1	44

统计：（1）共布设坑底采样点66个；侧壁采样点32个；共计土壤采样点98个。（2）采集坑底样品80个；侧壁样品110个；共计土壤样品190个。

表6-4 采样时间及样品数

序号	采样时间	类型	点位数	样品数	类型	点位数	样品数
第一次采样	20170817	坑底	18	23	侧壁	13	39
第二次采样	20170921		16	18		6	19
第三次采样	20171012		32	36		13	44
初步合计			66	77		32	101
点位总数：98；样品总数 178 (77+101)。							
二次清理后补充采样	20171013	坑底	--	3	侧壁	--	9
点位总数：98；样品总数 190 (178+3+9)。							



图 6-3 现场工作相片



图 6-4 现场采样相片

## 6.5 分析检测

采集并送检土壤样品 190 个，检测项目为苯并(a)芘。根据《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11/T 811-2011) 的规定，按照 EPA8270 分析方法，采用 GC/MS 测定土壤中苯并(a)芘。所有土壤样品检测工作由上海实朴检测技术服务公司 (SEP) 承担。

场地北区初次采样 99 个，南二区初次采样 79 个，共计 178 个。检测结果 (表 6-5) 表明，场地修复清挖区域部分土壤样品检测结果超过修复目标值。待修复施工单位对场地进行二次清理后，在场地北区补充采样 11 个，南二区补充检测 1 个，补采样品检测结果 (表 6-6) 低于场地修复目标值 (详细结果见上海实朴检测技术服务有限公司提供的检测报告)。

表 6-5 初次采样土壤苯并(a)芘检测结果(单位 mg/kg)

编号	采样深度(m)	检测值	编号	采样深度(m)	检测值	编号	采样深度(m)	检测值	编号	采样深度(m)	检测值	编号	采样深度(m)	检测值
C0-0.2	0.2	8.81	D0	3.3	<b>1.48</b>	K1	3	n.d.	P1-0.2	0.2	n.d.	C11-3	3.8	n.d.
C0-1.5	1.5	8.97	D1	3.3	<b>0.18</b>	K2	3	n.d.	P1-1.5	1.5	n.d.	C12-1	0.2	n.d.
C0-3.3	3.3	2.94	D2-1	3.3	<b>2.99</b>	K3	3	<b>0.17</b>	P1-3.0	3	n.d.	C12-2	1.5	<b>0.8</b>
C1-0.2	0.2	1.29	D2-2	3.3	<b>2.87</b>	K4	3	n.d.	P2-0.2	0.2	<b>0.17</b>	C12-3	3.8	<b>0.92</b>
C1-1.5	1.5	n.d.	D3	3.3	<b>0.12</b>	K5	3	n.d.	P2-1.5	1.5	n.d.	C13-1	0.2	<b>0.97</b>
C1-3.3	3.3	n.d.	D4	3.3	<b>0.77</b>	K6	3	n.d.	P2-3.0	3	n.d.	C13-2	1.5	
C2-1	0.2	n.d.	D5	3.3	<b>1.16</b>	K7	3	n.d.	P3-0.2	0.2	n.d.	C13-3	3.8	<b>0.1</b>
C2-2	1.5	n.d.	D6	3.3	<b>0.65</b>	K8	3	n.d.	P3-1.5-1	1.5	<b>0.13</b>	C14-1	0.2	<b>0.11</b>
C2-3	3.3	n.d.	D7	3.3	<b>0.7</b>	K9-1	3	n.d.	P3-1.5-2	1.5	<b>0.16</b>	C14-2	1.5	<b>0.49</b>
C3-1	0.2	1.72	D8	3.3	<b>0.14</b>	K9-2	3	<b>0.11</b>	P3-3.0	3	<b>0.15</b>	C14-3	3.8	<b>0.36</b>
C3-2	1.5	<b>0.47</b>	D9	3.3	<b>0.48</b>	K10	3	n.d.	P4-0.2	0.2	<b>0.34</b>	C15-1	0.2	<b>0.21</b>
C3-3	3.3	0.27	D10	3.3	n.d.	K11-1	3	n.d.	P4-1.5	1.5	n.d.	C15-2	1.5	<b>0.1</b>
C4-1	0.2	0.45	D11	3.8	n.d.	K11-2	3	n.d.	P4-3.0	3	n.d.	C15-3	3.8	<b>0.18</b>
C4-2	1.5	4.19	D12	3.8	n.d.	K12	3	<b>0.4</b>	P5-0.2	0.2	<b>0.15</b>	C16-1	0.2	n.d.
C4-3	3.3	n.d.	D13	3.8	n.d.	K13	3	<b>1.55</b>	P5-1.5	1.5	n.d.	C16-2	1.5	<b>0.34</b>
C5-1	0.2	2.02	D14	3.8	<b>0.14</b>	K14	3	n.d.	P5-3.0-1	3	<b>0.15</b>	C16-3	3.8	n.d.
C5-2	1.5	1.26	D15	3.8	<b>1.37</b>	K15	3	n.d.	P5-3.0-2	3	<b>0.19</b>	C17-1	0.2	<b>0.31</b>
C5-3	3.3	n.d.	D16	3.8	n.d.	K16	3	n.d.	P6-0.2	0.2	<b>0.24</b>	C17-2	1.5	<b>0.25</b>
C6-1	0.2	<b>0.29</b>	D17	3.8	n.d.	K17	3	n.d.	P6-1.5	1.5	<b>0.1</b>	C17-3	3.8	n.d.
C6-2	1.5	n.d.	D18	3.3	n.d.	K18	3	<b>0.66</b>	P6-3.0	3	n.d.	C18-1	0.2	<b>0.22</b>
C6-3	3.3	<b>0.2</b>	D19	3.3	<b>0.37</b>	K19	3	n.d.	P7-0.2	0.2	<b>0.16</b>	C18-2	1.5	n.d.

编号	采样深度 (m)	检测值	编号	采样深度 (m)	检测值	编号	采样深度 (m)	检测值	编号	采样深度 (m)	检测值
C7-0.2	0.2	n.d.	D20	3.3	n.d.	K20	3	<b>0.15</b>	P7-1.5	1.5	<b>0.25</b>
C7-1.5	1.5	n.d.	D21	3.3	<b>0.16</b>	K21-1	3	n.d.	P7-3.0	3	<b>0.3</b>
C7-3.3	3.3	n.d.	D22	3.3	<b>1.66</b>	K21-2	3	n.d.	P8-0.2	0.2	<b>0.32</b>
C8-0.2	0.2	<b>0.31</b>	D23	3.3	<b>1.47</b>	K22	3	n.d.	P8-1.5	1.5	n.d.
C8-1.5	1.5	n.d.	D24	3.3	n.d.	K23	3	n.d.	P8-3.0-1	3	<b>0.2</b>
C8-3.3	3.3	n.d.	D25	3.3	n.d.	K24	3	<b>0.45</b>	P8-3.0-2	3	<b>0.24</b>
C9-0.2	0.2	<b>0.54</b>	D26	3.3	<b>3.53</b>	K25	3	n.d.	P9-0.2	0.2	<b>2.39</b>
C9-1.5	1.5	0.25	D27	3.3		K26	3	<b>0.22</b>	P9-1.5	1.5	n.d.
C9-1.5-2	1.5	0.52	D28-1	3.3	<b>0.57</b>	K27	3	n.d.	P9-3.0	3	n.d.
C9-3.3	3.3	0.22	D28-2	3.3	<b>1.08</b>	K28	3	n.d.	P10-0.2	0.2	<b>0.48</b>
C10-0.2	0.2	<b>0.21</b>	D29	3.3	n.d.	K29	3	<b>0.87</b>	P10-1.5	1.5	<b>0.13</b>
C10-1.5	1.5	0.16	D30	3.3	n.d.	K30-1	3	n.d.	P10-3.0	3	<b>1.38</b>
C10-3.3	3.3	0.7	D40	3.3	<b>0.97</b>	K30-2	3	n.d.	P11-0.2	0.2	<b>0.29</b>
C11-1	0.2	<b>2.8</b>	D50	3.3	n.d.	K31	3	<b>0.14</b>	P11-1.5	1.5	<b>0.17</b>
C11-2	1.5	<b>0.12</b>				K32	3	n.d.	P11-3.0	3	<b>0.16</b>

注意：表中为178个初次采样检测结果；n.d表示未检出，未检出样品数共计78个。

表 6-6 补充采样土壤苯并(a)芘检测结果 (单位 mg/kg)

序号	初次采样超修复目标值			二次清理后补充采样结果		
	采样位置	样品编号	检测值	采样位置	样品编号	检测值
1	侧壁表层	C0-0.2	8.81	侧壁表层	C0-0.2*	<0.10
2	侧壁 1.5m	C0-1.5	8.97	侧壁 1.5m	C0-1.5*	<0.10
3	侧壁 3.3m	C0-3.3	2.94	侧壁 3.3m	C0-3.3*	<0.10
4	侧壁 1.5m	C4-2	4.19	侧壁 1.5m	C4-2*	0.21
5	侧壁表层	C5-1	2.02	侧壁表层	C5-1*	0.32
6	侧壁表层	C11-1	2.80	侧壁表层	C11-1*	<0.10
7	坑底 3.3m	D2-1	2.99	坑底 3.8m	D2-1*	<0.10
8	坑底 3.3m	D2-2	2.87	坑底 3.8m	D2-2*	<0.10
9	坑底 3.3m	D26	3.53	坑底 3.8m	D26*	<0.10
10	侧壁表层	P9-0.2	2.39	侧壁表层	P9*	<0.10
11				侧壁表层	C0-D2*	<0.10
12				坑底 3.3m	D70*	0.43

注：红色底纹表示超修复目标值浓度；\*表示继续清挖后补充采样点

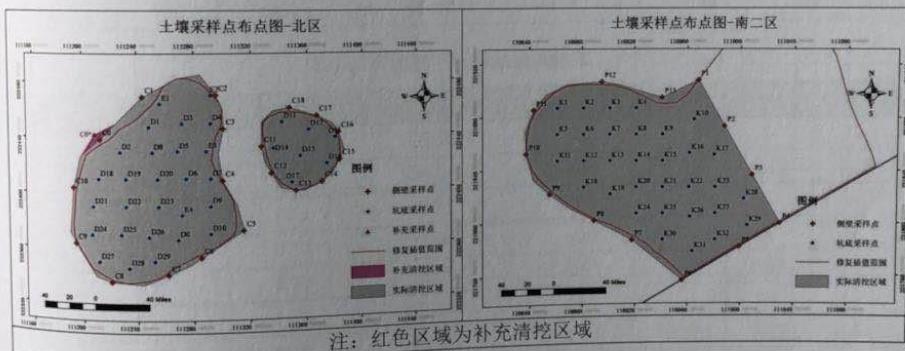


图 6-5 二次开发区域

检测分析结果表明，场地部分区域（10 个样品）土壤苯并(a)芘含量超过修复目标值（1.92mg/kg）。修复施工单位二次清理后，补充采集超修复目标值区域土壤样品并送检，补充采样结果表明，场地修复区域基坑土壤苯并(a)芘含量低于修复目标值，达到修复浓度阈值要求。

## 6.6 质量控制

样品分析由具有CMA认证的实验室完成，样品分析过程中进行了加标回收检测、平

行样比对分析等质量控制（详见上海实朴检测技术服务有限公司提供的检测报告）。土壤样品苯并(a)芘加标回收率为60-107%，平行样品相对差异控制范围为1-25，现场平行样品相对标准偏差为0.03-0.34之间，检测结果基本符合实验室质量控制要求。

表6-7 样品加标回收率

分析指标	检出限	单位	空白样品浓度	加标量(μg)	回收率 (%)	控制范围	
						低	高
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	<0.10	5	72	60	119
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	<0.10	5	82	60	119
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	<0.10	5	96	60	119
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	<0.10	5	74	60	119
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	<0.10	5	72	60	119
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	<0.10	5	91	60	119
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	<0.10	5	74	60	119
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	<0.10	5	72	60	119
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	<0.10	5	91	60	119
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	<0.10	5	107	60	119
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	<0.10	5	92	60	119
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	<0.10	5	86	60	119

表6-8 实验室平行样品检测结果

序号	样品编号	检测值	平行样编号	检测值	均值	SD	RSD
1	C0-0.2*	<0.1	C0-D2*	<0.1	--	--	--
2	C9-1.5	0.25	C9-1.5-2	0.52	0.39	0.19	0.50
3	D2-1*	<0.1	D2-2*	<0.1	--	--	--
4	D3	0.12	D30	<0.1	--	--	--
5	D4	0.77	D40	0.97	0.87	0.14	0.16
6	D5	1.16	D50	<0.1	--	--	--
7	D7	0.70	C70*	0.43	0.57	0.19	0.34
8	D2-1	2.99	D2-2	2.87	2.93	0.08	0.03
9	D28-1	0.57	D28-2	1.08	0.83	0.36	0.43
10	K9-1	<0.1	K9-2	0.11	--	--	--
11	K11-1	<0.1	K11-2	<0.1	--	--	--
12	K21-1	<0.1	K21-2	<0.1	--	--	--
13	K30-1	<0.1	K30-2	<0.1	--	--	--
14	P3-1.5-1	0.13	P3-1.5-2	0.16	0.14	0.02	0.15
15	P5-3.0-1	0.15	P5-3.0-2	0.19	0.17	0.03	0.17
16	P8-3.0-1	0.20	P8-3.0-2	0.24	0.22	0.03	0.12
17	P12-3.0-1	0.15	P12-3.0-2	0.12	0.14	0.02	0.15

表6-9 实验室平行样品检测结果

分析指标	检出限	单位	平行样品结果			相对差异控制范围%
			样品结果	平行样品结果	相对差异%	
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	2.38	2.36	1	0~35
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	8.97	6.96	25	0~35
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	2.38	2.36	1	0~35
苯并(a)芘	0.10	mg/kg	0.22	0.20	11	0~35

## 6.7 修复效果评价

### 6.7.1 评价方法

根据《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》，样品检测数据分析评价方法主要包括逐个对比法、95%上限评估法和t检验评估法，方法选择依据如下：当某场地或堆土采样数量少于8个时，采用逐个对比法判断整个场地是否达到修复效果；当某场地或堆土采样数量大于或等于8个时，可运用整体均值的95%置信上限法判断整个场地的修复效果；若采样数量大于或等于8个，同时样品中同一污染物平行样累积数量大于或等于4组时，还可用t检验评估法来判断整个场地的修复效果。

根据《污染场地修复验收技术规范》(DB11/T 783-2011)规定，对于面积大于10000m<sup>2</sup>的区域：当低于检测线的样本数占总样本数的比例不大(<25%)时，应采用t检验的方法进行评价；当低于检测线的样本数占总样品本数比例较大(>25%)时，应采用逐个对比方法进行评价。

本场地修复区域面积大于10000m<sup>2</sup>，样品数量共计190个，平行样品数17组。其中其中未检出样品数为87个，占总样品数(190个)的45.79%。保守起见，本场地采用逐个对比法对修复效果进行评价。

### 6.7.2 评价结果

修复施工单位初次完成修复区域污染土壤清挖工作后，侧壁有7个土壤样品检测值超过修复目标值，坑底有3个土壤样品超标，共计超标(超过修复目标值)样品10个。修复施工单位后期针对超过修复目标值区域的污染土壤进行二次清理，二次清理过程中补充采集基坑土壤样品，样品检测达标后(检测结果见表6-10)，结束清挖工作。

表 6-10 二次清挖后所有样品检测值统计表

点位	浓度	点位	北西侧基坑		点位		北东侧侧壁		点位		浓度		点位	浓度	点位	浓度
			C11-2	D11	<0.10	C2-1	<1	D3	0.12	P1-0.2	<0.10	K1	<0.10	K2	<0.10	南二区基坑
C11-3	<0.10	D12	<0.10	C2-2	<1	D4	0.77	P1-1.5	<0.10	K3	0.17			K4	<0.10	
C12-1	<0.10	D13	<0.10	C2-3	<0.10	D5	1.16	P1-3.0	<0.10	K5	<0.10			K6	<0.10	
C12-2	0.80	D14	0.14	C3-1	1.72	D6	0.65	P2-0.2	0.17					K7	<0.10	
C12-3	0.92	D15	1.37	C3-2	0.47	D7	0.70	P2-1.5	<0.10					K8	<0.10	
C13-1	0.97	D16	<0.10	C3-3	0.27	D9	0.48	P2-3.0	<0.10					K9-1	<0.10	
C13-2	<1	D17	<0.10	C4-1	0.45	D10	<0.10	P3-0.2	<0.10					K10	<0.10	
C13-3	0.10			C4-3	<0.10	D30	<0.10	P3-1.5-1	0.13					K11	<0.10	
C14-1	0.11			C5-2	1.26	D40	0.97	P3-1.5-2	0.16					K12	<0.10	
C14-2	0.49			C5-3	<0.10	D50	<0.10	P3-3.0	0.15					K13	0.55	
C14-3	0.36			C6-1	0.29	D90	0.54	P4-0.2	0.34					K14	<0.10	
C15-1	0.21			C6-2	<0.10	D100	<0.10	P4-1.5	<0.10					K15	<0.10	
C15-2	0.10			C6-3	0.20	E1	<0.10	P4-3.0	<0.10					K16	<0.10	
C15-3	0.18			C1-0.2	1.29	E2	0.93	P5-0.2	0.15					K17	<0.10	
C16-1	<0.10			C1-1.5	<0.10	E3	0.45	P5-1.5	<0.10					K18	0.66	
C16-2	0.34			C1-3.3	<0.10	E4	0.40	P5-3.0-1	0.15					K19	<0.10	
C16-3	<0.10			C7-0.2	<0.10	D70	0.43	P5-3.0-2	0.19					K20	0.15	
C17-1	0.31			C7-1.5	<0.10	D0	1.48	P6-0.2	0.24							
C17-2	0.25			C7-3.3	<0.10	D1	0.18	P6-1.5	0.10							
C17-3	<0.10			C8-0.2	0.31	D8	0.14	P6-3.0	<0.10							
C18-1	0.22			C8-1.5	<0.10	D18	<0.10	P7-0.2	0.16							
C18-2	<0.10			C8-3.3	<0.10	D19	0.37	P7-1.5	0.25							

点位	浓度	点位	浓度	点位	浓度	点位	浓度	点位	浓度	点位	浓度	点位	浓度		
C18-3	0.22	C9-0.2	0.54	D20	<0.10	P7-3.0	0.30	K21-1	<0.10	C11-1	<0.10	K21-2	<0.10		
C11-1	<0.10	C9-1.5	0.25	D21	0.16	P8-0.2	0.32	K22	<0.10	K22	<0.10	K23	<0.10		
		C9-1.5-2	0.52	D22	1.66	P8-1.5	<0.10								
		C9-3.3	0.22	D23	1.47	P8-3.0-1	0.20	K23	<0.10						
		C10-0.2	0.21	D24	<0.10	P8-3.0-2	0.24	K24	0.45						
		C10-1.5	0.16	D25	<0.10	P9-1.5	<0.10	K25	<0.10						
		C10-3.3	0.70	D27	<0.10	P9-3.0	<0.10	K26	0.22						
		C4-2	0.21	D28-1	0.57	P10-0.2	0.48	K27	<0.10						
		C5-1	0.32	D28-2	1.08	P10-1.5	0.13	K28	<0.10						
		C0-0.2*	<0.10	D29	<0.10	P10-3.0	1.38	K29	0.87						
		C0-1.5*	<0.10	D2-1*	<0.10	P11-0.2	0.29	K30-1	<0.10						
		C0-3.3*	<0.10	D2-2*	<0.10	P11-1.5	0.10	K30-2	<0.10						
		C0-D2*	<0.10	D26*	<0.10	P11-3.0	0.15	K31	0.14						
						P12-0.2	<0.10	K32	<0.10						
						P12-1.5	<0.10								
						P12-3.0-1	0.15								
						P12-3.0-2	0.12								
						P13-0.2	<0.10								
						P13-1.5	0.17								
						P13-3.0	0.16								
						P9*	<0.10								
								南二区侧壁							
								北东侧基坑							
								最大值	1.72	最大值	1.66	最大值	1.38	最大值	1.55
最大值	0.97	最大值	1.37	最大值	1.72	最大值	1.66								

## 7 验收结论

### 7.1 文件审核结论

修复实施单位、环境监理单位和工程监理单位供了场地修复相关资料，包括竣工总结报告、二次污染防治相关文件、修复过程相关原始记录、工程监理文件、环境监理文件和相关图件等，共计 33 份。通过对上述文件进行审核可知：

- (1) 修复项目自 2017 年 7 月 27 日开始正式施工，2017 年 11 月 28 日结束，总工期 124 个日历天。修复施工清挖污染土壤共计 10.1787 万 m<sup>3</sup>，符合修复施工要求。
- (2) 污染场地土壤经化学氧化预处理后土样苯并(a)芘低于修复目标值，重金属浸出浓度达到填埋场入场要求。
- (3) 清挖后的污染土壤全部在垃圾填埋场进行阻隔填埋，填埋场防渗层建设和封场施工质量符合设计标准及施工规范要求。
- (4) 施工期间对噪声、废气和扬尘进行了监测，结果表明施工过程未对周边环境造成不良环境影响，未发生环境风险事故，未发生群众信访事件。
- (5) 修复过程执行了各项污染防治措施，各类污染物满足达标排放要求，污染土壤去向明确，环境风险可控。

### 7.2 场地修复效果结论

#### (1) 修复工程量

截止至 2017 年 11 月底，北京高能时代技术股份有限公司已采用清挖-化学氧化处置-填埋方法，完成了约 10.1787 万立方米污染土壤的修复，土壤修复工程量达标。

#### (2) 修复达标情况

项目采用逐个对比法对场地北区和南二区污染土壤修复效果进行评价。评价结果表明，场地清挖基坑坑底和侧壁土壤苯并(a)芘污染物检测值均低于其修复目标值，达到验收标准。

#### (3) 修复过程二次污染防治情况

北京高能时代环境技术股份有限公司在修复施工期间，对场地大气、噪声和固废进行了安全有效的二次污染防治。场地环境大气和噪声的监测结果表明场地修复施工过程未造成二次污染。

### 7.3 场地修复工程和环境监理结论

吉林建设项目管理有限公司和吉林东北煤炭工业环保研究有限公司分别对原吉林省晨鸣纸业污染场地修复项目的工程质量、环境影响进行了监理，提供了工程和环境监理资料。

工程监理单位表明本场地修复施工项目总体上按照施工方案和施工图完成了相关施工工作。项目工程建设质量合格，符合国家施工验收规范合格标准。此外，由于该片区域治理完成后才能进行土地的二次开发利用，因此该修复项目的实施可以使该片土地大幅升值，带动哈达湾经济的快速发展。

环境监理单位表明该修复项目的实施过程严格执行国家环境保护各项法律法规、标准规范，满足环境保护部《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》的要求，符合《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》的技术要求。修复工程落实了《原吉林省晨鸣纸业污染场地二期污染土修复项目施工方案》，场内污染土壤清挖后，基坑土壤苯并(a)芘检出值低于修复目标值，符合验收要求。被清挖的污染土壤经氧化处理后入垃圾场填埋并封场，污染土壤去向明确。场地修复施工期间噪声、废气和扬尘排放达标，未对周边环境造成不良影响，未发生环境风险事故，未发生群众信访事件。施工单位能够认真执行环境监理的各项要求，积极落实各项环境保护措施，现场环境管理措施得力。