

# 茌平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地 污染土壤修复工程效果评估报告

聊城市环境科学工程设计院环境检测中心

二〇一九年三月

在平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地污染土壤修复工程

效果评估报告人员职责表

职责	姓名	签 名
报告编写人员	孙庆国	
审核	张学宽	
授权签字人	吴文虎	

## 茌平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地污染土壤修复工程

### 效果评估报告技术评审意见

2019年1月30日，茌平县环境保护局在茌平组织召开了《茌平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地污染土壤修复工程效果评估报告》技术评审会，参加会议的有聊城市环境保护局、聊城市环境科学工程设计院环境检测中心（效果评估报告编制单位）、河北德诚建设有限公司（修复方案编制和修复工程施工单位）、聊城市诚信建设监理有限公司（环境监理单位），会议邀请三位专家（名单附后）。与会代表踏勘了现场，听取了报告编制单位的介绍，经质询和讨论，形成如下意见：

一、报告表明，该项目各个场地基坑及修复后土壤所测样品和指标的检测结果均达到修复目标值，符合《茌平县污染场地修复技术方案》中土壤修复质量要求。

二、修复效果评估工作应进一步完善：

1、进一步核实、明确用地性质。

2、修复效果评估应检测污染场地内及周边附近土壤和地下水（包括污染区内和上、下游）中的目标污染物以及pH、硫酸盐、重金属等指标，并分析有无中间产物；按照相关技术规范要求增加采样数量；说明修复后土壤理化性质的变化。分析地下水中高锰酸盐指数超标的原因。

3、报告应对整个调查评估和修复工作的程序、相关技术资料以及修复过程等相关内容及其合规性、完整性、可靠性做回顾和评述、

说明。

4、补充地块地质和水文地质、土壤、气象等资料；补充修复效果评估采样过程照片；按相关规范补充、细化布点说明和布点图；进一步补充细化采样和检测分析质控措施；说明上覆土的数量、来源等情况；补充完善项目环境监理相关内容。

5、对接近修复目标值的土壤样点进行抽检。

成杰民

潘军

黄景

2019.1.30

茌平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地污染土壤修复工程效果评估报告专家签到表

姓名	单位	职称	签字	联系方式
黄莹	山东省环境保护科学研究设计院	研究员	黄莹	15066697929
成杰民	山东师范大学	教授	成杰民	13188841781
潘光	山东省环境监测中心	研究员	潘光	13969150728

## 目录

1 总论.....	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 编制依据.....	3
1.2.1 相关法律法规.....	3
1.2.2 技术导则、规范和标准.....	3
1.2.3 相关资料.....	4
1.3 编制原则.....	4
1.3.1 科学性原则.....	4
1.3.2 独立性原则.....	4
1.3.3 公正性原则.....	4
1.4 编制程序.....	4
2 场地修复工程基本情况.....	6
2.1 场地地理位置及周边情况.....	6
2.1.1 场地地理位置.....	6
2.1.2 场地周边环境.....	7
2.2 场地周边敏感目标.....	8
2.3 场地水文地质情况.....	10
2.4 项目场地土地利用规划.....	11
2.5 场地污染和风险状况.....	12
2.5.1 场地土壤和危废污染及风险评价.....	12
2.6 修复工程修复技术方案.....	12
2.6.1 危险废物处置.....	12
2.6.2 修复对象及范围.....	13
2.6.3 场地修复技术.....	16
2.6.4 二次污染防治措施与监测.....	18
2.6.5 修复效果评估要求.....	19
3 修复工程实施情况.....	22

3.1 修复工程基本情况.....	22
3.1.1 项目基本信息.....	22
3.1.2 工程内容和规模.....	22
3.2 修复工程设计.....	22
3.2.1 施工技术路线.....	22
3.2.2 施工平面布置.....	23
3.2.3 化学氧化工艺设计.....	24
3.3 施工准备.....	24
3.3.1 危险废物清运总体部署.....	24
3.3.2 办公生活区布置.....	25
3.3.3 临时用水、用电布置.....	25
3.3.4 运输道路布置.....	25
3.3.5 污染土壤修复区域平面布置.....	25
3.3.6 原地异位修复氧化池布置.....	25
3.3.7 污水处置区域平面布置.....	26
3.4 修复施工.....	27
3.4.1 危险废物处置.....	27
3.4.2 修复工程实施前期准备工作.....	27
3.4.3 污染土壤处置.....	29
3.4.4 清洁土壤覆盖.....	36
3.4.5 施工完成情况.....	36
4 项目环境监理情况.....	40
4.1 组织机构.....	40
4.2 工作范围和内容.....	40
4.2.1 监理范围.....	40
4.2.2 监理时段.....	41
4.2.3 工作内容.....	41
4.3 环境监理工作成果.....	47

4.3.1	修复技术方案落实情况.....	47
4.3.2	环保措施落实情况.....	48
4.4	大事记.....	49
4.4.1	对暂存场地内的危废防雨措施的落实情况.....	49
4.4.2	对静置污水处置的落实情况.....	50
4.4.3	对场地内其余工作的落实情况.....	50
4.5	环境监理结论.....	51
5	场地修复工程效果评估情况.....	53
5.1	修复效果监测与评估基本情况.....	53
5.1.1	修复效果评估范围.....	53
5.1.2	修复效果评估内容.....	53
5.1.3	文件审核.....	53
5.1.4	现场勘查.....	53
5.1.5	分析项目.....	54
5.1.6	分析方法.....	55
5.2	修复效果监测和评估结果.....	55
5.2.1	布点方案.....	55
5.2.2	质量控制.....	61
5.2.3	检测结果.....	62
5.3	场地修复效果评估结论.....	65
5.4	危险废物清运及处置情况.....	65
5.5	二次污染监测.....	66
6	补充监测情况.....	68
6.1	补充监测方案.....	68
6.2	补充监测结果.....	73
6.2.1	地下水监测结果.....	73
6.2.2	土壤监测结果.....	76
6.2.3	实验室分析质量控制.....	86

7 结论和建议.....	88
7.1 效果评估结论.....	88
7.2 后期环境监管建议.....	89

## 1 总论

### 1.1 项目背景

茌平县隶属山东省聊城市，位于山东省西部，东邻德州齐河县，西靠东昌府区、临清市，南接东阿县，北连高唐县，总面积 1003.37km<sup>2</sup>。本项目一共两块污染场地，其中一处于 2015 年 9 月左右，茌平县公安局治安警察大队接到茌平县环境保护局移送案件，即在茌平县贾寨镇草林张村有一处土炼油点，生产过程中产生的废酸液经暗管排至院内大坑，涉嫌污染环境。茌平县公安局治安警察大队立即对该事件立案侦查，对相关责任人进行了传唤讯问。经查，犯罪嫌疑人王某伙同另一王某在贾寨镇草林张村艾尔沃特环保科技有限公司院内利用废油渣炼制防水材料，期间购进废油渣约 130 余 t，生产防水材料 100 余 t。另外一块污染场地于 2016 年 6 月左右，茌平县公安局治安警察大队接到茌平县环境保护局移送案件，在茌平县温陈办事处齐东村村北砂石料厂内发现一个非法土小炼油点，生产过程中产生的废液排入未做任何防渗处置措施的渗坑，涉嫌污染环境。茌平县公安局治安警察大队立即对该事件立案侦查，对相关责任人进行了传唤讯问。经查，该加工点主要利用废机油渣熬制沥青。现场勘查发现，场院中心有一加热罐；加热罐西侧堆有编织袋装产品沥青；加热罐东侧为一南北长约 10m、东西宽约 9m 的土坑，坑内有黑色油状废物，土坑东侧堆有编织袋装产品沥青；加热罐南侧为一东西长约 25m、南北宽约 17m 的渗坑，渗坑与加热罐之间有一管道相连，渗坑内为黑色液体，有强刺鼻性气味；加热罐北侧有一铁罐，铁罐东侧堆有铁桶，桶内装有黑色油状废物，具有强刺鼻性气味。两处污染场地生产工艺相同。虽然这两处非法炼油点在污染事件发生后立即进行了处置，但是原先生产过程中已经对该范围内的土壤造成了一定程度的污染，对周边农田造成一定潜在危害。

受茌平县环境保护局委托中国恩菲工程咨询有限公司于 2017 年 8 月-2017 年 10 月对茌平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地进行了土壤环境调查及风险评估，并通过了茌平县环保局组织的专家评审。根据调查和风险评估结果，该场地土壤污染超过了人体健康可接受水平，需要对两块污染场地进行治理和修复，包括对现场 79m<sup>3</sup> 危险废物（HW34 类废酸液及酸泥）进行规范处置，对 2804.2m<sup>3</sup> 污染土壤以及 177.45m<sup>3</sup> 污水修复治理。

2017 年 12 月河北德诚建设有限公司中标该场地治理施工，其编制完成的《茌平

县污染场地修复技术方案》于 2018 年 3 月 3 日通过专家评审。修复技术方案要求为：

（1）温陈办事处齐东村污染场地：①污染区域 1 内危险废物交由有资质单位规范化处置，②污染区域 1 及污染区域 2 内污染土壤原位氧化修复，③污染区域 3 内污染土壤原地异位氧化修复。④污染土壤修复后静置水采用化学氧化修复。（2）贾寨镇草林张村污染场地：①对污染区域 4 内污染土壤原位氧化修复。②污染土壤修复后静置水采用化学氧化修复。

2018 年 4 月河北德诚建设有限公司对本项目污染场地开展了修复工作。同时，聊城市诚信建设监理有限公司承担了本项目的环境监理工作，对施工过程和施工质量进行监督管理。2018 年 4 月 11 日至 4 月 12 日资质单位对场地内危险废物进行了收集暂存，5 月 4 日由资质单位运离接收。2018 年 4 月 13 日至 4 月 29 日施工方对场地污染土壤进行了无害化处置，期间对场地内污染区域 1、2、4 内污染土壤进行原位化学氧化修复，对污染区域 3 内污染土壤进行原地异位化学氧化修复，同时，在施工时污染区 2、4 内的原有污水已自然蒸干，此次修复工程共修复污染土壤 2804.2m<sup>3</sup>，与《茌平县污染场地修复技术方案》规定方量一致。2018 年 5 月 20 日至 5 月 21 日施工方按照修复技术方案要求对两块场地进行腐殖土覆盖，后经自检验收，结果显示修复效果合格。

2018 年 4 月，受茌平县环境保护局委托，我单位聊城市环境科学工程设计院环境检测中心承担了本项目的修复效果评估工作，经资料回顾、现场踏勘、人员访谈及样品采集检测的基础上编制完成了修复效果评估报告，结果显示修复后土壤全部达标合格。

**表 1.1-1 本工程参与各方职责分工**

单位名称	本项目中职责
茌平县环境保护局	建设单位
河北德诚建设有限公司	设计单位
河北德诚建设有限公司	修复施工单位
聊城市诚信建设监理有限公司	环境监理单位
聊城市环境科学工程设计院环境检测中心	修复效果评估单位
苏州汉宣检测科技有限公司	监测单位

## 1.2 编制依据

### 1.2.1 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) 《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）
- (10) 《山东省土壤污染防治工作方案》（2017年）

### 1.2.2 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）
- (8) 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（生态环境部2018年12月29日）

#### 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）

### 1.2.3相关资料

- (1) 《茌平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地土壤环境调查及风险评估报告》
- (2) 《茌平县污染场地修复技术方案》
- (3) 《茌平县环境保护局土壤污染治理修复工程危险废物处置报告》
- (4) 《茌平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地污染土壤修复工程竣工报告》
- (5) 《茌平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地污染土壤修复工程环境监理工作报告》

## 1.3编制原则

### 1.3.1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评估工作和修复效果评估报告的编制工作。

### 1.3.2独立性原则

污染场地修复工程效果评估方案由第三方评估单位编制，并负责实施，确保修复效果评估工作和评估报告编制的独立性和客观性。

### 1.3.3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评估工作和评审工作。

## 1.4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。污染场地修复效果评估文件编制的程序包括制定修复效果评估方案、确定评估对象和标准、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，工作程序流程图见图 1-1。

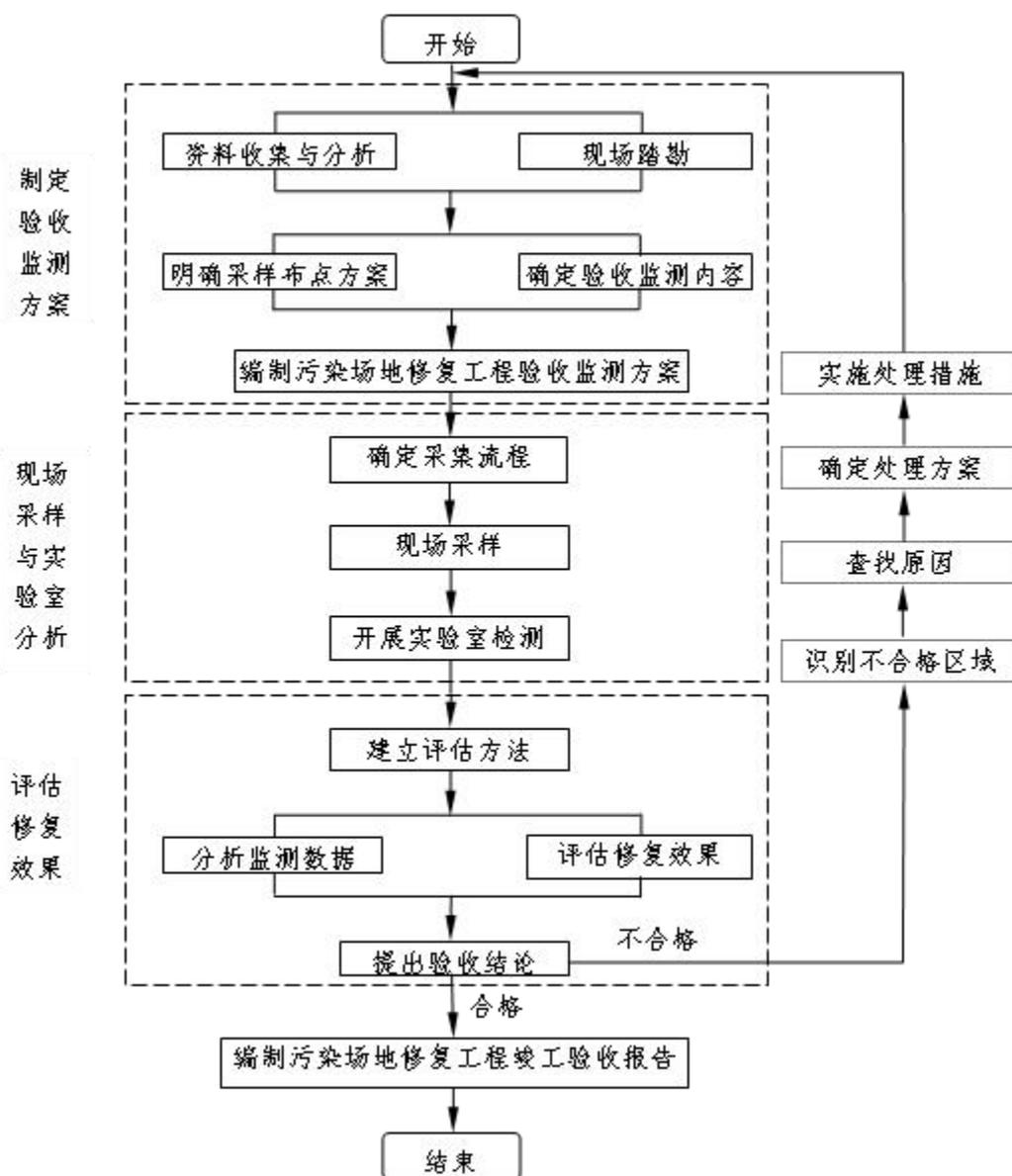


图 1-11 工程评估流程图

## 2 场地修复工程基本情况

### 2.1 场地地理位置及周边情况

#### 2.1.1 场地地理位置

本次调查区域共有 2 处，其中一块污染地块位于茌平县贾寨镇草林张村，其中心坐标为  $36^{\circ} 36' 47.62''$  N,  $115^{\circ} 58' 1.44''$  E，位于艾尔沃特环保科技有限公司院内，在山东省聊城市茌平县贾寨镇 S254 省道西侧。场地东侧穿过国道即为居民区，北侧和西侧均为农田，南侧有农田及树林，东侧均为树林。

另外一块污染地块位于茌平县温陈办事处齐东村，其中心坐标为  $36^{\circ} 33' 25.22''$  N,  $116^{\circ} 8' 24.14''$  E。温陈办事处齐东村炼油点污染现场位于茌平县温陈办事处齐东村北，温陈位于山东省聊城市茌平县城西 6km 处，309 国道从乡驻地穿过，是茌平至博平的中心地带。地理位置十分优越，804 省道、济邯铁路、济聊馆高速公路分别从该乡穿过，交通十分便利。项目地理位置如图 2-1 与图 2-2 所示。

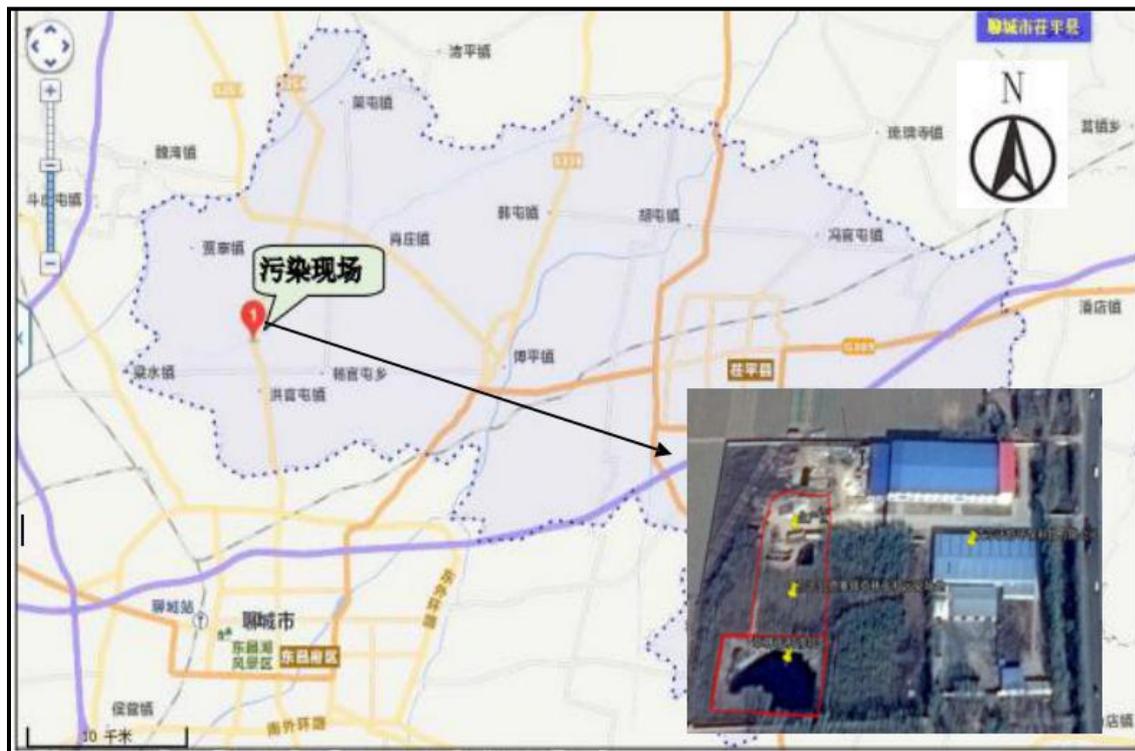


图 2-11 贾寨镇草林张村调查区域位置示意图



图 2-22 温陈办事处齐东村调查区域位置示意图

### 2.1.2 场地周边环境

茌平县贾寨镇草林张村污染地块处于树林当中，北面约 115 米为农田，西边约 30 米为农田，南边紧邻农田，东边距离艾尔沃特环保科技有限公司厂房约 50 米，距离省道 254 约 150 米，场地周边情况见图 2-3。

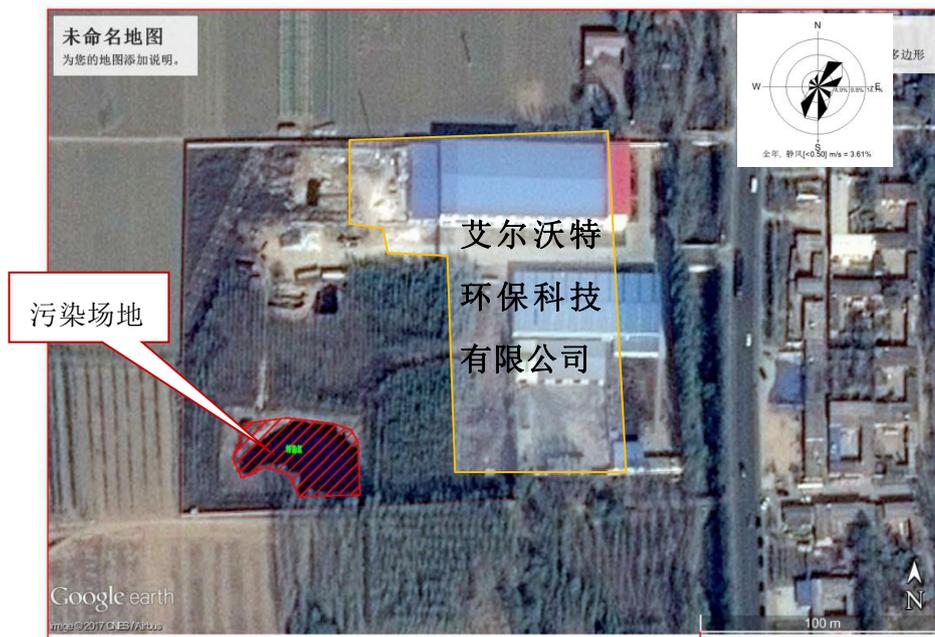


图 2-33 贾寨镇草林张村污染场地周边环境

温陈办事处齐东村污染地块四周均为农田，东面紧邻一个砂石料场，约 210 米处有个生活垃圾站。场地周边情况见图 2-4。两处污染场地周边无水源地及生态保护红线。



图 2-44 温陈办事处齐东村污染场地周边环境

## 2.2 场地周边敏感目标

在平县贾寨镇草林张村污染地块东边以公路为界，东边为建筑密集区，为居民用地区域；场地另三个方向外围均为农田，规划为农业用地。污染现场场地周边土地利用现

状见图 2-5。

在茌平县温陈办事处齐东村污染地块位于温陈办事处齐东村生活垃圾中转站和砂石料场中间，三处相隔不远。该处用地四周均为农田，四周均规划为农业用地范围，污染场地距居民区域均在 800m 以外，四周土地利用现状具体见图 2-6。两块污染场地周边敏感目标情况见表 2-1。

表 2-11 场地周围敏感目标一览表

污染场地	序号	敏感目标	方位	距离 (m)
贾寨镇污染场地	1	草林张村	东侧	165
温陈污染场地	2	解庄村	西北侧	850
	3	齐西村	西南侧	960
	4	玉范村	东侧	900
	5	万庄村	北侧	1270

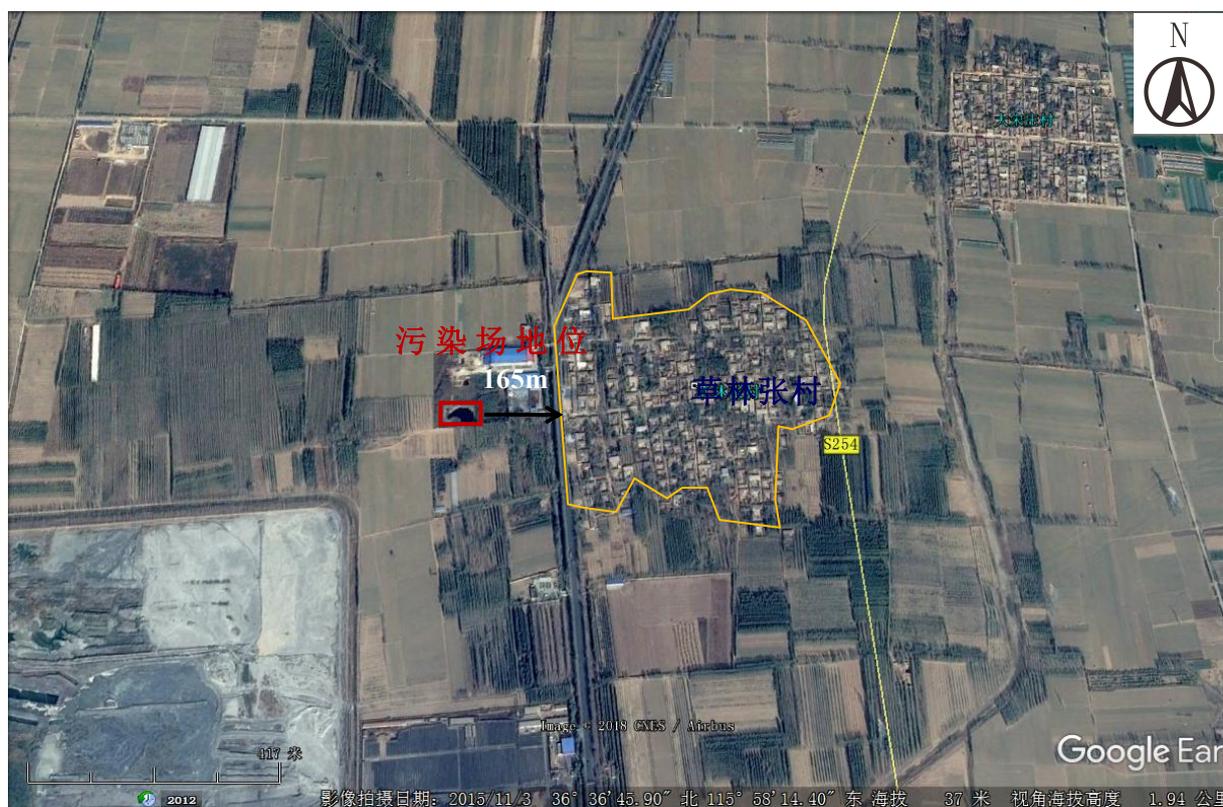


图 2-55 茌平县贾寨镇草林张村污染地块周边土地利用现状

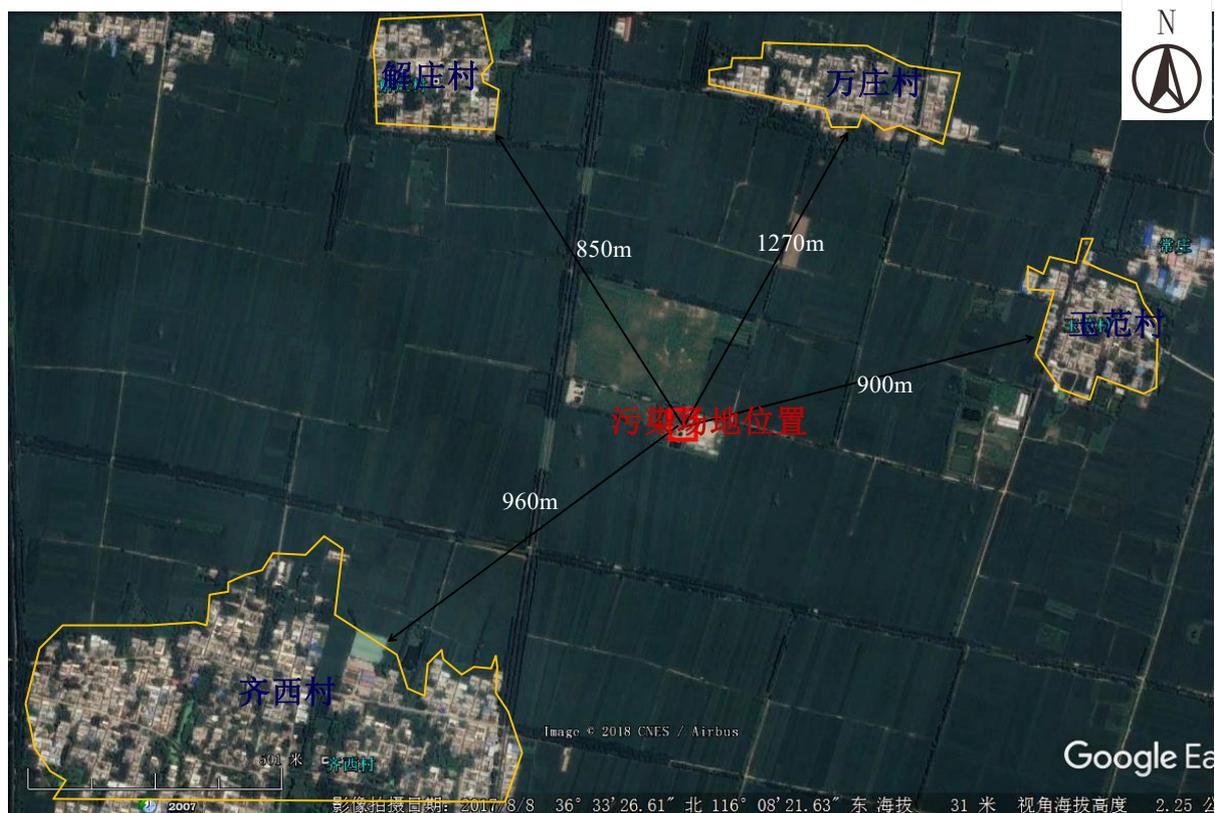


图 2-66 茌平县温陈办事处齐东村污染地块周边现状图

## 2.3 场地水文地质情况

根据前期中国恩菲《场调报告》，得到以下水文地质信息：

### (1) 地表水

茌平境内有徒骇河、马颊河、赵牛河、管氏河、冯氏河、四新河、茌新河、茌中河、西新河、老徒骇河、七里河、德王河、小运河及普济沟。均为西南东北流向。据《中国江河水系图》标准，徒骇河、马颊河为海河水系。其余属支流。西新河、老徒骇河、茌新河、茌中河在境内直入徒骇河；七里河在高唐入徒骇河；管氏河、四新河在禹城县境内入担救河，德王河在境内西北隅出境入马颊河。境内河流主要承担上游和境内径流排水，流量达 4 亿立方米。徒骇河、赵牛河、管氏河、七里河、冯氏河建有拦河闸。可拦蓄雨水和黄水，用于灌溉，其他河流汛过干涸。另有金牛湖正在紧张的建设中，与聊城东昌湖一起组成江北水城的水域框架。地表径流条件受地形因素影响明显，一般自西南向东北方向径流，水力坡度与地形坡降基本一致。茌平县多系源近流短、季节性间歇河流，主要承担上游和境内排水。地表水系自西南至东北方向分布，主要有徒骇河水系。污染现场西侧距离位山一干渠直线距离约 1km，西侧距离徒

骇河直线距离约 3.2km。

## (2) 地质

自古近系以来普遍接受了新近系和第四系的沉积，主要为黄河泛滥冲积物和洪积物，除东阿沿黄河一带不足 50m 高的 10 座孤山有古生界奥陶系灰岩出露处，其余均为新生界第四系所覆盖。第四系厚度一般为 30m~270m，以临清、莘县、高唐一带厚度较大。第四系包括全新统和更新统，更新统又分上、中、下更新统。全新统主要为冲积物和洪积物，沉积厚度 7m~25m，广泛分布于全市；更新统主要为河湖相沉积，厚 30m~260m。第四系以下有新近系明化镇组、冠陶组；古近系东营组、沙河街组、孔店组；古生界石炭二迭系、奥陶系、寒武系，还有古生界变质岩等。温陈办事处项目所在地地处黄河冲积平原，场地地层主要为第四系冲积层（Qal3~Qal4），成层性较好，均为中等压缩性土。表层土由于人类长期活动形成一层硬壳层，1-7 层为粉土与粉质粘土交互出现，粉土层力学性质较好，而粉质粘土由于含水量较高，孔隙较大，因而力学性质一般，第八层粘土性质一般，自第九层开始，各土层力学性质明显增强，且随着深度增加其力学性质有逐渐增强的趋势，各土层承载力标准值自上而下介于 130kpa-160kpa 之间。

## (3) 地下水

根据区域水文地质图分析，茌平区域地下水属于松散岩类孔隙水，地下水资源相对较丰富。浅层淡水底界面 70~80m，深层淡水层顶界面在 170~260m。浅层淡水井喷涌量在 1000m<sup>3</sup>/d~3000m<sup>3</sup>/d，砂层累计厚度大于 15m，地下水流向与地表水一致，自西南流向东北，补给来源主要靠降水入渗、引黄入渗、径流拦蓄、河道漏渗和侧渗补给。

## 2.4 项目场地土地利用规划

根据中国恩菲《场调报告》，茌平县将在目前县城建成区的基础上，主要向东、西、南方向发展。根据茌平城市总体规划，北部为重点发展的工业区。本项目两块污染场地分别位于茌平县偏西部和南部，两块污染场地均未纳入详细规划。

茌平县贾寨镇草林张村污染地块属于建设用地范围内，具体位于艾尔沃特环保科技有限公司院内，为聊城市天泰百货有限公司所租赁的土地，该土地归草林张村集体所有，属于建设用地。此外，场地东边以公路为界，东边为建筑密集区，为居民用地

区域；场地另三个方向外围均为农田，规划为农业用地。

茌平县温陈办事处齐东村污染地块位于温陈办事处齐东村生活垃圾中转站和砂石料场中间，三处相隔不远，均属于建设用地范围。该处建设用地四周均为农田，四周均规划为农业用地范围。

## 2.5 场地污染和风险状况

### 2.5.1 场地土壤和危废污染及风险评价

根据前期中国恩菲《场调报告》，主要结论如下：（1）土壤中的污染因子主要为多环芳烃、石油烃，污水中的主要污染因子为多环芳烃、总石油烃。（2）污染土壤总面积为 2257.6m<sup>2</sup>，总方量为 2852m<sup>3</sup>。其中包含 47.8m<sup>3</sup> 腐蚀性危险废物（HW34 251-014-34）。腐蚀性危险废物（酸泥）位置在渗坑 1 地面以下平均深度 0.5m。其中温陈办事处场地原料渗坑中（渗坑 1）污染的深度较深，需修复平均深度达 5m，方量为 430.2m<sup>3</sup>。温陈办事处场地的（渗坑 2）需修复平均深度为 2m，方量为 724m<sup>3</sup>。温陈办事处场地在生产区域需修复的平均深度为 0.5m，方量为 150m<sup>3</sup>。在贾寨镇草林张污染场地渗坑需修复平均深度为 1.5m，方量为 1500m<sup>3</sup>。（3）渗坑 1 中的污水（强酸性）属于腐蚀性危险废物（HW34251-014-34），体积为 31.2m<sup>3</sup>；渗坑 2、3 的水体受严重污染，其体积分别为 151.45m<sup>3</sup>、26m<sup>3</sup>。

## 2.6 修复工程修复技术方案

### 2.6.1 危险废物处置

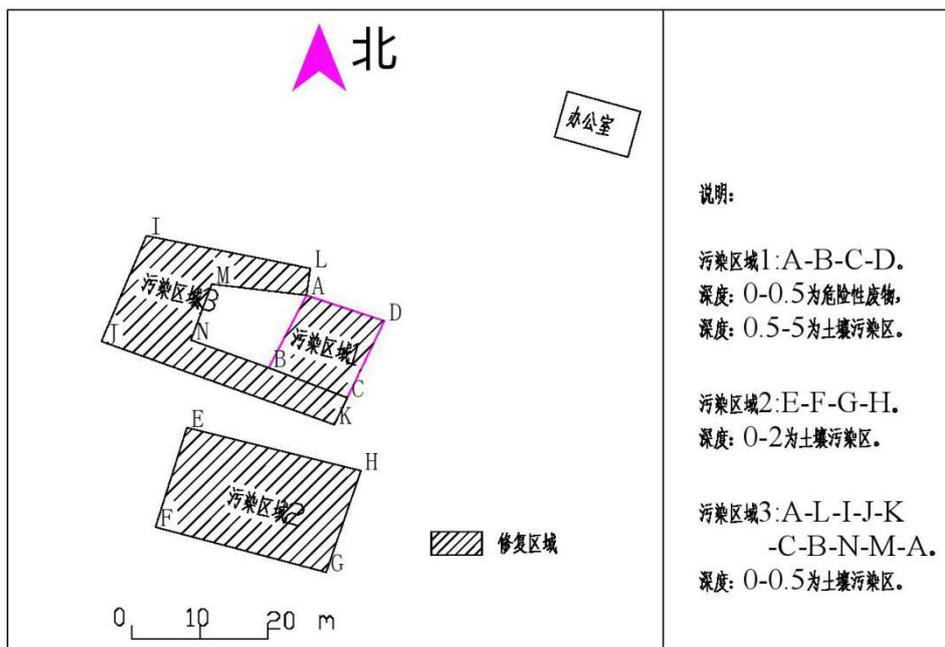
#### （1）危险废物处置目标

《茌平县污染场地修复技术方案》显示温陈办事处齐东村污染场地内存在 79m<sup>3</sup>（HW34 类）危险废物，根据《修复技术方案》及国家相关法律法规要求，危险废物应交由有危险废物处置资质的单位进行处置。

#### （2）危险废物工程量

《茌平县污染场地修复技术方案》中显示，温陈办事处齐东村污染场地内污染区域 1（A-B-C-D）的面积为 95.6m<sup>2</sup>，其中在地面以下平均深度为 0.5m 的土壤为腐蚀性危险废物，认定为 HW34 类危险废物，其腐蚀性危险废物方量为 47.8m<sup>3</sup>。除此之外，该区域上部存在 31.2m<sup>3</sup> 污水，经实验室鉴别，该部分污水也具有腐蚀性，认定为 HW34

类危险废物。危险废物处置范围见图 2-7。



## 2.6.2 修复技术方案

### 2.6.2.1 污染土壤治理目标及范围

#### (1) 土壤修复目标

根据《茌平县污染场地修复技术方案》，确定的本场地土壤中各污染物的修复目标值如下表所示。

表 2-22 土壤污染因子建议修复目标值

序号	污染物		建议修复目值(mg/kg)
	名称	CAS 码	
1	苯并(b)荧蒽	205-99-2	0.9
2	二苯并(a,h)蒽	53-70-3	0.33
3	苯并(a)芘	50-32-8	0.3
4	苯并(a)蒽	56-55-3	0.9
5	总石油烃	/	1000

#### (2) 土壤清挖范围

《茌平县污染场地修复技术方案》中显示，温陈办事处齐东村及贾寨镇草林张村两处场地污染土壤的总方量约为 2804.2m<sup>3</sup>。

#### 1、温陈办事处齐东村污染土壤修复范围及工程量

温陈办事处齐东村污染场地内共分为 3 个区域，其中污染区域 1 (A-B-C-D) 修复面积为 95.6m<sup>2</sup>。在渗坑地面以下需要挖深 5 米，其中在地面以下平均深度 0.5m

为腐蚀性危险废物，认定为 HW34。其腐蚀性危险废物方量为 47.8m<sup>3</sup>，其余污染土的方量为 430.2m<sup>3</sup>。其中污染区域 3（A-L-I-J-K-C-B-N-M-A）修复面积为 300m<sup>2</sup>，修复平均深度在地平面以下 0.5m，方量为 150m<sup>3</sup>。污染区域 2（E-F-G-H）污染面积 362m<sup>2</sup>，修复平均深度在地平面以下 2m，修复方量为 724m<sup>3</sup>。各区域污染范围见图 2-7，污染范围各边界点位坐标见表 2-3。

表 2-33 温陈办事处齐东村污染场地修复范围点位

污染场地	拐点	纬度坐标	经度坐标
温陈办事处污染场地	A	N36°33'25.65"	E116°08'24.77"
	B	N36°33'25.31"	E116°08'24.60"
	C	N36°33'25.21"	E116°08'24.93"
	D	N36°33'25.53"	E116°08'25.08"
	E	N36°33'25.06"	E116°08'24.10"
	F	N36°33'24.57"	E116°08'23.98"
	G	N36°33'24.38"	E116°08'24.85"
	H	N36°33'24.88"	E116°08'25.02"
	I	N36°33'25.96"	E116°08'23.98"
	J	N36°33'25.46"	E116°08'23.72"
	K	N36°33'25.09"	E116°08'24.89"
	L	N36°33'25.75"	E116°08'24.78"
	M	N36°33'25.70"	E116°08'24.30"
	N	N36°33'25.44"	E116°08'24.17"

## 2、贾寨镇草林张村污染土壤修复范围及工程量

贾寨镇草林张村污染场地内仅有一个污染区域即污染区域 4，污染区域 4（A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-A）区域面积为 1000m<sup>2</sup>，修复平均深度取到地面以下 1.5m 处，污染土壤方量为 1500m<sup>3</sup>。该区域污染范围见图 2-8，污染范围各边界点位坐标见表 2-4。

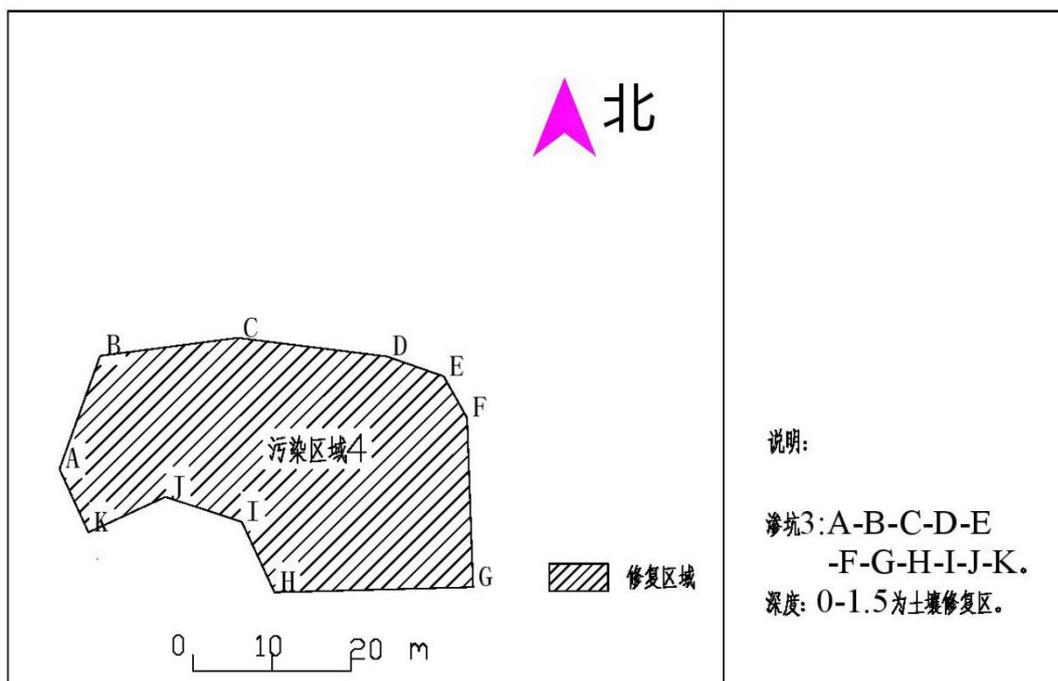


图 2-88 贾寨镇草林张村污染场地修复范围

表 2-44 贾寨镇草林张村污染场地修复范围点位

污染场地	拐点	纬度坐标	经度坐标
贾寨镇草林张村污染场地	A	36°36'46.37"	115°58'0.28"
	B	36°36'46.80"	115°58'0.38"
	C	36°36'46.88"	115°58'1.08"
	D	36°36'46.81"	115°58'1.84"
	E	36°36'46.73"	115°58'2.13"
	F	36°36'46.56"	115°58'2.25"
	G	36°36'46.02"	115°58'2.15"
	H	36°36'45.97"	115°58'1.38"
	I	36°36'46.20"	115°58'1.14"
	J	36°36'46.30"	115°58'0.71"
	K	36°36'46.23"	115°58'0.33"

### 2.6.2.2 污水治理目标及范围

#### (1) 污水修复目标值

《莒平县污染场地修复技术方案》中显示，污水的修复目标值的确定根据场地内渗坑中污水在外排时，需满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）二级标准，相关污染因子的具体评价标准限值见表 2-5。

表 2-55 污水污染因子建议修复目标值

序号	污染物	修复目标值
1	pH	6~9
2	COD	150mg/L
3	石油类	10mg/L
4	苯并（a）芘	0.00003mg/L
5	氨氮	25mg/L

## （2）污水修复范围及工程量

### 1) 温陈办事处齐东村污染场地内污水范围及工程量

经现场探勘及测量，温陈办事处齐东村污染场地修复范围内污染区域 1 内存在污水，该部分污水在《莒平县污染场地调查及风险评估》报告中，已定性为危险废物，共 31.2m<sup>3</sup>，应交由有危险废物处置资质的单位进行单独处置。

该污染场地污染区域 2 为污水排放坑，面积约 233m<sup>2</sup>，污水深度为 50cm~80cm，平均深度约为 65cm。经估算，该坑内污水约 151.45m<sup>3</sup>。

### 2) 贾寨镇草林张村污染场地内污水范围及工程量

贾寨镇草林张村污染地块污染区域 4 原有污水经过处理及后续撒石灰填埋后已经无污水，目前坑内积水为下雨积水，面积 130m<sup>2</sup>，平均水深 20cm，故积存的雨水约在 26m<sup>3</sup>。

## 2.6.3 场地修复技术

### 2.5.3.1 危险废物处置要求

根据通过专家评审的《莒平县污染场地修复技术方案》，本次修复工程包括对现场 79 立方（HW34 类废酸液及酸泥）危险废物进行规范处置，修复面积为 95.6m<sup>2</sup>，温陈办事处污染区域 1 中地面以下平均深度 0.5m 为腐蚀性危险废物，配合资质单位将 31.2m<sup>3</sup> 废酸液及 47.8m<sup>3</sup> 废酸泥进行收集，交由有危废运输资质单位运输，危废处置资质单位接收并处置。

### 2.5.3.2 场地修复总体思路

根据已通过专家评审的《茌平县污染场地修复技术方案》，采用化学氧化技术对场地内的污染土壤和污水进行处理。本项目污水量较少，化学氧化技术需要提高土壤含水率，才能达到较好的处理效果，因此该方案中污水将作为土壤提高含水率的水与土壤同时进行处理，处理的主要工艺流程为：定位放线→药剂投加同时机械搅拌→静置→自检→验收合格→覆盖腐殖质土壤 20cm→工程竣工。污染土在经过化学氧化技术处置后，可能会产生少量静置水，对静置水进行检测，若满足《山东省海河流域水污染物综合排放标准》(DB37/635-2007)表 4 中的一级标准(鲁质监标发[2011]35 号文修改单标准) 及《<山东省南水北调沿线水污染物综合排放标准>等 4 项标准增加全盐量指标限值修改单》的通知（鲁质监标发[2014]7 号），则可运至污水处理厂；若检测数据不达标，则应经过化学氧化技术处理，达标后方可运至污水处理厂。

本方案的土壤和污水修复技术路线如图 3-9 所示。

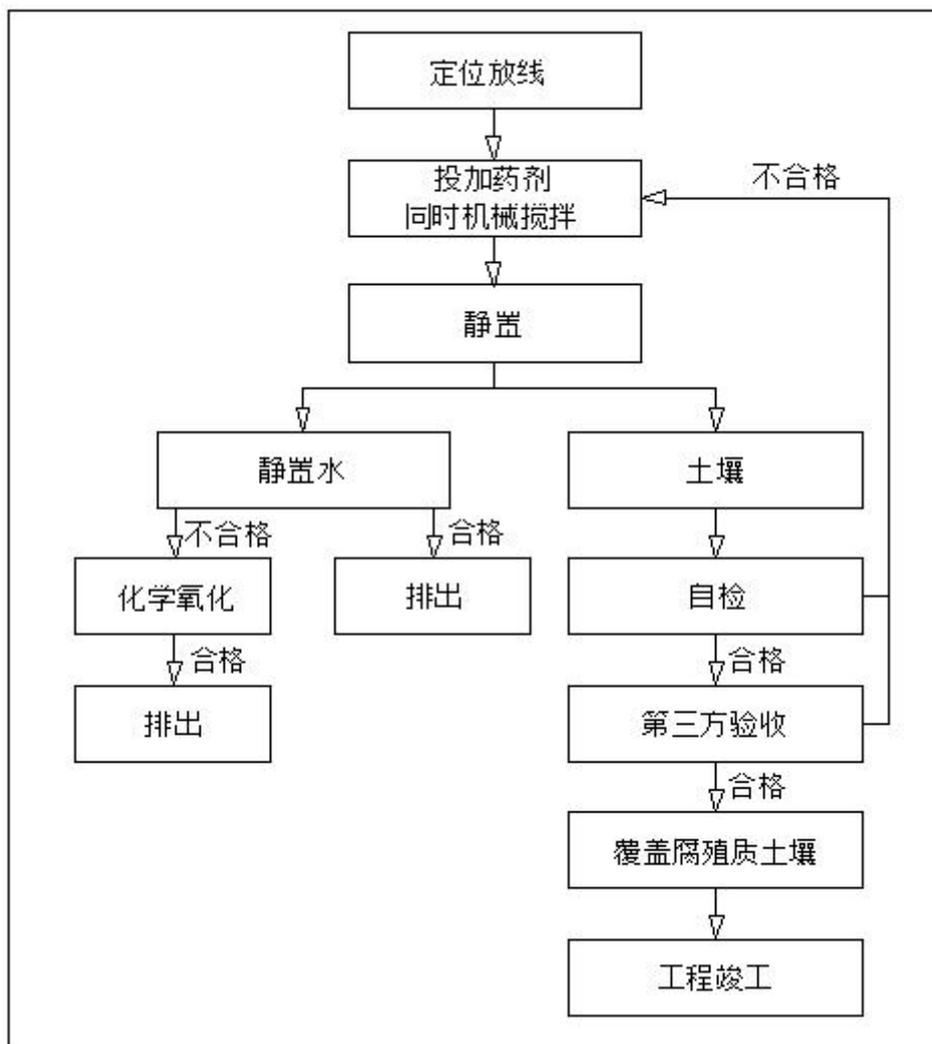


图 3-9 污染土壤和污水修复技术路线图

### 2.5.3.3 污染土壤修复处置技术要求

根据通过专家评审的《茌平县污染场地修复技术方案》，本项目温陈办事处齐东村、贾寨镇草林张村 2 块污染场地内，污染深度不同，污染较深的区域（污染区域 1、2、4）采用原位化学氧化技术；污染较浅的区域（污染区域 3）采用原地异位化学氧化技术。

### 2.5.3.4 污水修复处置技术要求

《茌平县污染场地修复技术方案》指出，本项目污水量较少，化学氧化技术需要提高土壤含水率，才能达到较好的处理效果，因此本方案污水将作为土壤提高含水率的水与土壤同时进行处理。

经处理后的土壤可能会有上清液浸出，对静置水进行检测，若满足《山东省海河流域水污染物综合排放标准》(DB37/635-2007)表 4 中的一级标准(鲁质监标发[2011]35 号文修改单标准)及《<山东省南水北调沿线水污染物综合排放标准>等 4 项标准增加全盐量指标限值修改单》的通知（鲁质监标发[2014]7 号）。则可运至污水处理厂；若检测数据不达标，则应经过化学氧化技术处理，达标后方可运至污水处理厂。

## 2.6.4 二次污染防治措施与监测

### 1、土壤环境二次污染的控制

①污染土壤在清挖过程均在污染区域进行，涉及将污染土在场地内转移的情况铺设土工布。

②污染土壤修复过程中通过 RTK 测量仪器严格控制修复深度和范围，防止影响未污染的土壤，造成修复场地周边土壤的二次污染。

### 2、大气环境二次污染的控制

①在搅拌施工过程中，需要防止尘土飞扬。遇到 4 级以上大风天气，应停止土方清挖作业，并对暴露土壤进行苫盖；

②土壤清挖施工机械在操作时慢转、轻摇，尽可能防止起尘；

③采用满足国家 III 阶段排放标准（GB17691-2005）要求的施工机械，防止施工机械产生尾气污染大气环境；

④短时间内不操作的作业面、堆土应采取苫盖措施，避免扬尘。

### 3、水环境二次污染的控制

①施工过程中应密切关注天气变化，一旦遇到降雨预报，应在降雨前及时做好坑槽积水导排工作，一旦发生降雨导致修复区域积水，先抽至集水池，之后与土壤处理后的静置污水协同处置。

②施工人员的生活废水排放到旱厕。

### 4、噪声环境二次污染的控制

#### ①减少机械设备噪声

污染土壤的清挖、暂存、修复过程的施工机械、运转设备等都会产生噪音。为防止其噪声污染，应选用低噪声设备、加强设备维护、采取噪声设备基础减振和隔离降噪措施、减少设备运行时间，特别是夜间的使用频率。施工机械合理布置，防止在同一位置布置大量的动力机械设备，避免局部声级过高。对场界噪声应定期监测，应采取设置绿化隔离带等措施减小噪声对周围环境的影响。

#### ②控制作业时间

严格按照国家规定，控制作业时间；特殊情况需连续作业（或夜间作业）时，须采取有效的降噪措施，并事先做好当地居民的工作。

③加强施工管理，减少人为噪声。

### 5、固体废物二次污染的控制

①修复过程中产生的固体废物应进行集中收集和处置，进行外售或者交于环卫部门处理；

②生活垃圾应经分类收集后，由当地环卫部门统一外运作进一步处置。

## 2.6.5修复效果评估要求

修复验收时，除了进行严密的采样和实验室检测之外，还需要对检测数据进行科学合理的分析，确定场地污染物是否达到验收标准，以判定场地是否达到修复效果要求。若达不到修复效果要求，需要给出继续清理或修复建议。场地若需开展后期管理，还应评估后期管理计划合理性及落实程度。

### 1、评价方法

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数量累积大于或等于 4 组时，还可用 t 检验评估法来判断整个场地的修复效果。各评价方法具体使用如下：

### (1) 逐个对比法

①当样本点检测值低于或等于修复目标值时，达到验收标准；

②当样本点检测值高于修复目标值时，未达到验收标准；

采用逐个对比法时，只有所有样品的污染物检测值均达到验收标准，方可判定场地达到修复效果。

### (2) 95%置信上限评估方法

当某场地或堆土采样数量大于等于 8 个时，可运用整体均值的 95%置信上限与修复目标比较，分析整个场地的修复效果：

①当样本点检测值整体均值的 95%置信上限大于修复目标，则认为场地未达到修复效果。

②当场地样本点同时符合下述情况，则认为场地达到修复效果。a)样本点检测值整体均值的 95%置信上限小于或等于修复目标；b)样本点检测值最大值不超过修复目标的两倍；c)样本超标点不相对集中在某一区域。

### (3) t 检验评估方法

t 检验评估方法首先要确定采样点的检测结果与修复目标的差异，然后评估场地是否达到修复效果：

①当样本点的检测结果显著低于修复目标值或与修复目标差异不显著，则认为达到验收标准；

②若某样本点的检测结果显著高于修复目标值，则认为未达到验收标准。

采用 t 检验评估方法时，只有所有样品的污染物检测值均达到验收标准，方可判定场地达到修复效果。平行样的 t 检验方法见附录 10。

本场地验收采样数量大于 8 个，运用整体均值的 95%置信上限法判断整个场地的修复效果。

## 2、继续清理/修复建议

对于修复土壤，若某处验收采样检测不合格，则根据网格对局部污染土壤进行再次

清理和验收，必要时可在局部进行详细采样，详细采样布点采用网格布点方法。

### 3、编制验收报告

验收报告内容应真实、全面，至少包括以下内容：场地环境调查评估结论概述、修复方案实施情况、验收工作程序与方法、文件审核与现场勘察、采样布点计划、现场采样与实验室检测、修复效果评价、验收结论和建议、修复环境监理报告和检测报告。

### 3 修复工程实施情况

#### 3.1 修复工程基本情况

##### 3.1.1 项目基本信息

(1) 项目名称：茌平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地污染土壤修复工程

(2) 监理单位：聊城市诚信建设监理有限公司

(3) 施工单位：河北德诚建设有限公司

(4) 修复效果评估单位：聊城市环境科学工程设计院环境检测中心

(5) 项目地点：茌平县贾寨镇草林张村，艾尔沃特环保科技有限公司院内；  
茌平县温陈办事处齐东村北

(6) 污染因子：多环芳烃、石油烃

(7) 修复技术：土壤化学氧化，危废外运有资质单位处置

(8) 工程质量：达到环保主管部门验收要求，确保验收合格

(9) 施工规模：本项目实际修复总土方量约 2804.2m<sup>3</sup>，转移危险废物液态 400kg，固态 94.64 吨。

##### 3.1.2 工程内容和规模

根据已备案的修复技术方案，场地危险废物为 79m<sup>3</sup> 需安全处置；污染土壤需修复方量为 2804.2m<sup>3</sup>；污水需修复方量为 177.45m<sup>3</sup>。本项目实际转移危险液态 400kg，固态 94.64 吨；修复总土方量为 2804.2m<sup>3</sup>；施工时污水已因自然原因蒸干。

#### 3.2 修复工程设计

##### 3.2.1 施工技术路线

根据通过专家评审的《茌平县污染场地修复技术方案》，本项目温陈办事处齐东村、贾寨镇草林张村 2 块污染场地内，污染深度不同，污染较深（污染区域 1、2、4）的采用原位化学氧化技术；对于污染较浅的区域（污染区域 3），若

在原位直接注入氧化药剂搅拌，会扰动下层的土壤，造成修复体积增大，增加药剂消耗，因此污染较浅的区域采用原地异位化学氧化技术。此外，危险废物交由有资质单位进行运输及处置。

### 3.2.2 施工平面布置

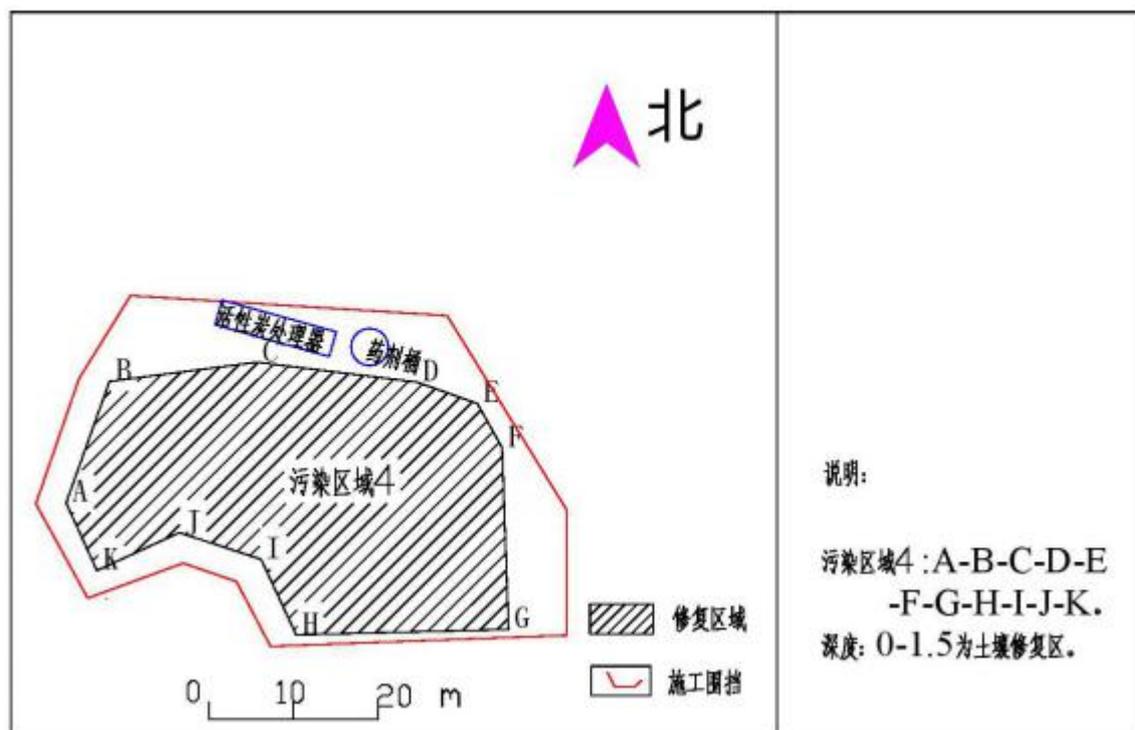


图 3-11 贾寨镇草林张村污染场地施工平面图（红色线为施工作业面）

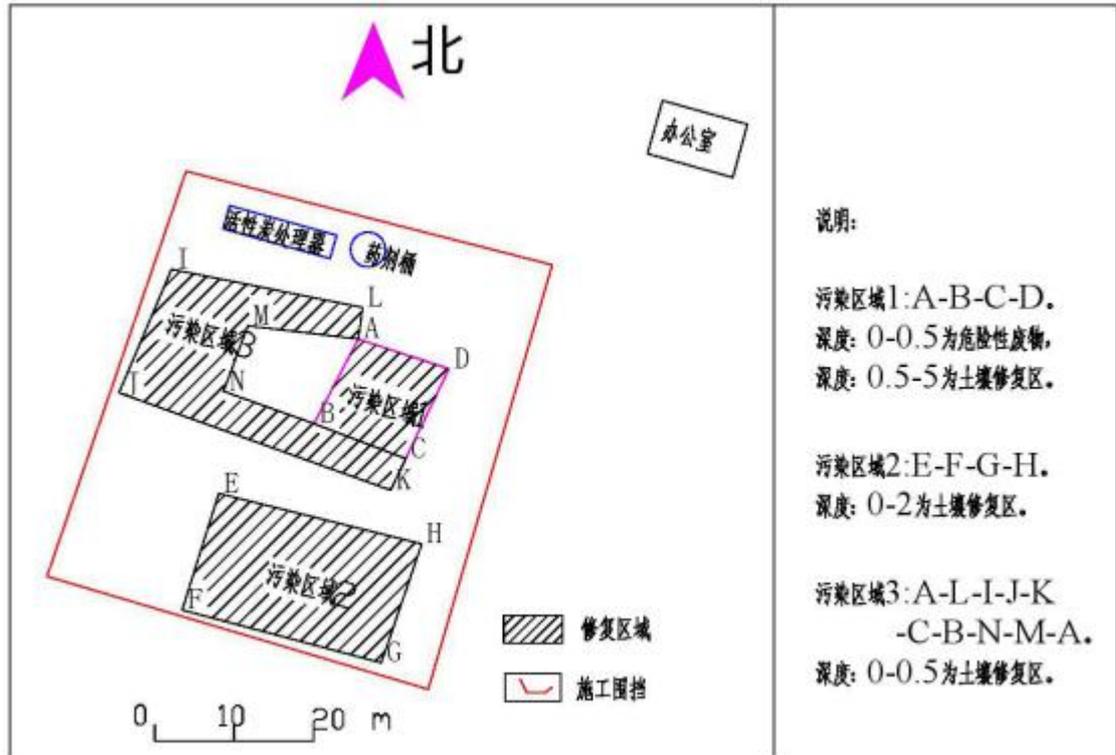


图 3-22 温陈办事处污染地施工平面图（红色线为施工作业面）

### 3.2.3 化学氧化工艺设计

本修复工程采用原位化学氧化法作为污染修复技术，并以最为常用的修复效果好的活性过硫酸盐作为氧化剂。本项目污水量较少，化学氧化技术需要提高土壤含水率，才能达到较好的处理效果，因此本方案污水将作为土壤提高含水率的水与土壤同时进行处理，处理的主要工艺流程为：定位放线→药剂投加同时机械搅拌→静置→自检→验收合格→覆盖腐殖质土壤 20cm→工程竣工。污染土在经过化学氧化技术处置后，可能会产生少量废水，静置后上层废水经过高级氧化+活性炭吸附的技术处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）二级标准后，外排至污水处理厂。

## 3.3 施工准备

### 3.3.1 危险废物清运总体部署

本项目危险废物在修复工程实施前，全部清挖收集后暂存在场地内，在修复工程结束后交由有运输资质单位江苏金豫港物流有限公司运至由有危险废物处置资质单位山东平福环境服务有限公司进行安全填埋，具体部署见《茌平县污染

场地治理修复工程危险废物处置报告》。

### 3.3.2 办公生活区布置

本项目共有两个污染场地，其中温陈办事处齐东村污染场地修复治理过程中租用南侧砂石料场内两间房屋作为本场地员工的办公生活区，贾寨镇草林张村污染场地修复治理过程中租用山东艾尔沃特环保科技有限公司内职工宿舍作为本场地员工办公生活区，均不再新建，满足《茌平县污染场地修复技术方案》要求。

### 3.3.3 临时用水、用电布置

本项目温陈办事处齐东村污染场地及贾寨镇草林张村污染场地修复治理过程中临时用水、用电均分别租用砂石料场及山东艾尔沃特环保科技有限公司内水、电，就近由专业电工引入。不再自己组建配电设施。

### 3.3.4 运输道路布置

本项目污染场地修复过程中修复方法为原位修复和原地异位修复，原地异位修复也是在污染区域内，短距离转移，不涉及污染土壤的运输。

### 3.3.5 污染土壤修复区域平面布置

本项目两块污染场地内污染区域 1、2、4 均为原位化学氧化修复，均在原地进行搅拌修复，不再单独设置污染土壤修复区域。污染区域 3 为原地异位化学氧化修复，需要单独设置污染土壤修复区，施工过程中将其布置在污染区域 3 清挖后基坑底部，不在对污染土壤进行外运。

### 3.3.6 原地异位修复氧化池布置

本项目两块污染场地内污染区域 1、2、4 均为原位化学氧化修复，均在原地进行搅拌修复，修复后直接再原位进行养护，待检，不再单独布置修复后土壤待检区，污染区域 3 为原地异位化学氧化修复，修复后土壤需单独布置氧化池进行养护待检，施工过程中将其布置在污染区域 3 清挖后基坑底部，具体布置方式为：①在污染区域 3 清挖后基坑底部挖设一个深 2m、长宽各 10m 的基坑，②在深挖基坑内铺设复合土工布并对其进行环保胶无缝粘接用来进行防渗，防止堆存、养护过程中造成二次污染。该区域平面布置见图 3-3。

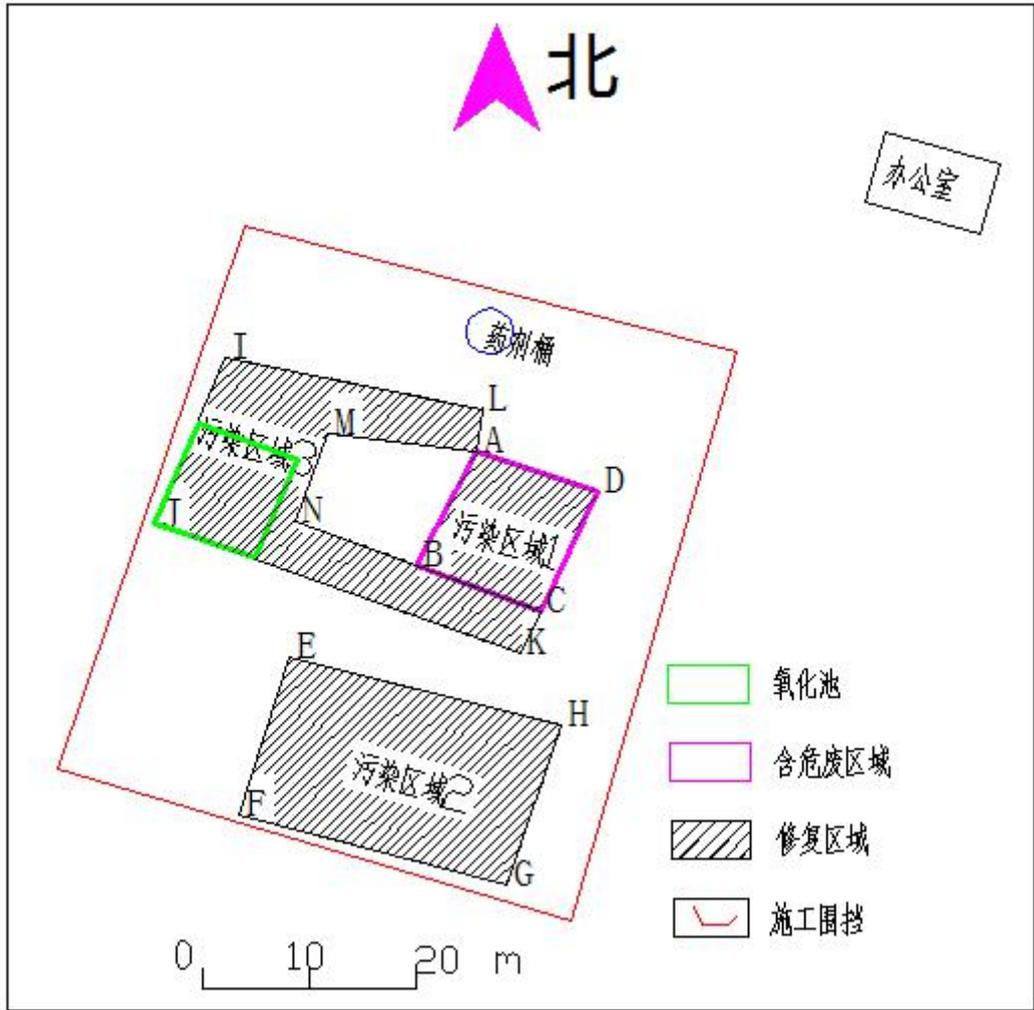


图 3-33 氧化池布置图

### 3.3.7 污水处置区域平面布置

本项目污染场地调查及修复方案编制阶段，场地内污染区域 2、4 内存在少量污水，《修复技术方案》中指出将此部分污水用于配置药剂同污染土壤一同处置。处置后土壤可能会有上清液浸出，对经土壤静置后的污水进行收集后，再通过高级氧化+活性炭吸附的技术处理。

实际施工时，污染区域内污水已全部自然蒸发完毕，不需要用于配置药剂同污染土壤一同处置。处置后土壤静置，上部产生少量（约 10cm）上清液，此时上清液中含有大量修复药剂，为使药剂充分发挥作用，只能在污染土壤治理合格后再对上清液进行处置。

在后续修复后土壤养护过程中，土壤上部上清液经自然蒸发等原因，全部消

失，因此，本工程不再设计污水处理过程，不再布设污水处理区域。

### 3.4 修复施工

#### 3.4.1 危险废物处置

本项目危险废物于2018年4月11日至2018年4月12日进行收集暂存，2018年5月4号交由有运输资质单位江苏金豫港物流有限公司运至由有危险废物处置资质单位山东平福环境服务有限公司进行安全填埋，整个过程受当管理部门茌平县环境保护局、监理单位聊城市诚信建设监理有限公司监督管理，具体实施过程见《茌平县污染场地治理修复工程危险废物处置报告》。

#### 3.4.2 修复工程实施前期准备工作

##### 1、搭建围挡

施工单位为防止无关人员进入污染场地内造成不必要影响，在污染场地周边搭建围挡。



图 3-44 搭建围挡及安全标识

##### 2、安全标识

本项目施工时，内有运行设备且现场污染治理区域均为渗坑，为提高人员安全意识，施工单位在现场悬挂张贴项目简介及各种安全标识。



图 3-55 项目简介及安全标识

### 3、设备药剂到场

本项目施工前，根据《茌平县污染场地修复技术方案》，所用到的主要设备均提前进场。时间为2018年4月10日。



设备进场



药剂到场

设备到场

图 3-6 设备、药剂到场

### 3.4.3 污染土壤处置

本工程修复过程自 2018 年 4 月 13 日至 2018 年 4 月 29 日,修复过程按温陈办事处齐东村污染场地修复至贾寨镇污染场地顺序进行修复工作,修复过程主要包括原位化学氧化修复、原地异位化学氧化修复、修复后土壤的养护、修复区域腐殖质土壤覆盖等过程。

#### 3.4.3.1 现场定位

本项目采用毫米级定位精度的 RTK 定位设备对各污染区域拐点进行定位并测量记录高程,对污染区范围进行测量放线,确保各污染区域边界划分准确、污染土壤全部处置完毕。污染土壤现场定位包括平面位置的定位以及立面标高的定位。

①平面位置定位:污染土壤范围需进行精确的拐点定位,主要以勘察设计部门提供的标准点做为定位数据,向本场地内部区域测设控制桩点,以控制桩点形成虚拟控制网,再以该控制网为依据精确定位污染土壤分布范围各拐点。

②立面标高定位:污染土壤立面定位是指在施工过程中对各层标高进行的实时监控定位,在污染土壤修复过程中利用 RTK 实时测量深度,防止出现搅拌过深,超出污染范围等现象。



现场定位放线

#### 3.4.3.2 原位化学氧化修复

本项目采用原位化学氧化修复的污染区域按施工顺序依次为污染区域 2、污染区域 1、污染区域 4,根据每个区域的差异性,施工过程也稍有不同。

##### 3.4.3.2.1 污染区域 2 原位化学氧化修复

### 1、药剂配比

本次土壤修复药剂选取由中国地质科学院水文地质环境地质研究所韩占涛研究员研制的化学氧化药剂，该药剂主要成分为过硫酸盐、硫酸亚铁、柠檬酸钠。按照专家提供的最佳药剂配比为 4:1:0.5。修复污染土壤时，向污染土壤中添加药剂量以过硫酸盐计为 1%（土壤干重）。

### 2、修复过程

根据《茌平县污染场地修复技术方案》要求，本项目污染区域 2 修复方式为原位化学氧化修复，根据现场实际情况，污染区域 2 东西方向较长，为使挖掘机机械臂可以覆盖整个污染区域，将污染区域内的污染土壤全部可以充分搅拌，将污染区域 2 分为 3 个小区域，依次进行搅拌并保证各区域交界处机械臂可进行充分搅拌，杜绝搅拌盲区。

修复过程中，利用搅拌头对污染区域内污染土壤进行搅拌，搅拌的同时，向搅拌处加入配制好的修复药剂，边搅拌边加药，使药剂和污染土壤可以充分接触反应，搅拌头各插点间距均匀，逐点移动，按顺序进行，做到不遗漏且均匀搅拌，各搅拌头插入点间距不超过搅拌头有效作用半径的 1.5 倍。



现场配置修复药剂



污染土壤边搅拌边加修复药剂

### 3、要求与完成情况对比

序号	修复技术方案要求	施工落实情况	是否一致
1	污染土壤采用原位化学氧化技术进行修复	污染土壤采用原位化学氧化技术进行修复	一致

2	修复过程中利用带有搅拌头的挖掘机对污染土壤进行搅拌，边搅拌便加入修复药剂，使污染土壤与药剂充分接触，达到最佳修复效果	修复过程中利用带有搅拌头的挖掘机对污染土壤进行搅拌，边搅拌便加入修复药剂，使污染土壤与药剂充分接触，达到最佳修复效果	一致
3	搅拌时搅拌头各插点间距均匀，逐点移动，按顺序进行，不得遗漏，做到均匀搅拌	搅拌时搅拌头各插点间距均匀，逐点移动，按顺序进行，做到了均匀搅拌	一致

### 3.4.3.2.2 污染区域 1 原位化学氧化修复

#### 1、药剂配比

本次土壤修复药剂选取由中国地质科学院水文地质环境地质研究所韩占涛研究员研制的化学氧化药剂，该药剂主要成分为过硫酸盐、硫酸亚铁、柠檬酸钠。按照专家提供的最佳药剂配比为 4:1:0.5。修复污染土壤时，向污染土壤中添加药剂以过硫酸盐计为 0.5%（土壤干重）。

#### 2、修复过程

污染区域 1 污染深度较深，为去除危险废物后坑底以下 4.5m，单纯的一次搅拌无法搅拌至该污染深度。实际施工时，首先将污染区域上部 2m 污染土壤清挖至已做好防渗的污染区域 1 南侧，首先修复下部剩余 2.5m 深污染土壤，修复过程同污染区域 2，边搅拌便加入修复药剂，使药剂与污染土壤充分接触，达到最佳修复效果。下部 2.5m 深度污染土壤修复完成后，将清挖处上部 2m 污染土壤回填至污染区域 1 内，重复以上修复过程。



污染区域 1 南侧铺设复合土工布进行防渗



清挖污染区域 1 上部 2m 污染土壤



铺设斜坡搅拌下部 2.5m 污染土壤



搅拌回填后上部 2m 污染土壤

### 3、要求与完成情况对比

序号	修复技术方案要求	施工落实情况	是否一致
1	污染土壤采用原位化学氧化技术进行修复	污染土壤采用原位化学氧化技术进行修复	一致
2	修复过程中利用带有搅拌头的挖掘机对污染土壤进行搅拌，边搅拌便加入修复药剂，使污染土壤与药剂充分接触，达到最佳修复效果	修复过程中利用带有搅拌头的挖掘机对污染土壤进行搅拌，边搅拌便加入修复药剂，使污染土壤与药剂充分接触，达到最佳修复效果	一致
3	搅拌时搅拌头各插点间距均匀，逐点移动，按顺序进行，不得遗漏，做到均匀搅拌	搅拌时搅拌头各插点间距均匀，逐点移动，按顺序进行，做到了均匀搅拌	一致

#### 3.4.3.2.3 污染区域 4 原位化学氧化修复

##### 1、药剂配比

本次土壤修复药剂选取由中国地质科学院水文地质环境地质研究所韩占涛研究员研制的化学氧化药剂，该药剂主要成分为过硫酸盐、硫酸亚铁、柠檬酸钠。按照专家提供的最佳药剂配比为 4:1:0.5。根据现场情况，污染区域 4 污染深度为 1.5m，上部 1.0m 污染情况较为严重，下部 0.5m 污染情况较轻，添加药剂时，上部 1.0m 污染土壤添加药剂量以过硫酸盐计为 5%（土壤干重），下部 0.5m 污染土壤添加药剂量以过硫酸盐计为 0.5%（土壤干重）。

##### 3、修复过程

污染区域 4 污染面积为 100 m<sup>2</sup>，面积较大，添加药剂后，修复后土壤呈稀泥状，为降低施工难度，修复时共将污染区域 4 分为 11 各小区域，从西自动依次进行修复。

污染区域 4 上部 1.0m 污染情况较为严重，下部 0.5m 污染较轻。修复时，首先添加土壤干重 5% 的药剂来搅拌修复上层 1.0m 污染土壤，充分搅拌后静置反应 4h，之后再添加土壤干重 0.5% 药剂将上层 1.0m 污染土壤与下层 0.5m 污染土壤混合搅拌充分，以此来提高修复药剂的使用效率。



添加修复药剂



污染土壤搅拌修复

### 3、要求与完成情况对比

序号	修复技术方案要求	施工落实情况	是否一致
1	污染土壤采用原位化学氧化技术进行修复	污染土壤采用原位化学氧化技术进行修复	一致
2	修复过程中利用带有搅拌头的挖掘机对污染土壤进行搅拌，边搅拌便加入修复药剂，使污染土壤与药剂充分接触，达到最佳修复效果	修复过程中利用带有搅拌头的挖掘机对污染土壤进行搅拌，边搅拌便加入修复药剂，使污染土壤与药剂充分接触，达到最佳修复效果	一致
3	搅拌时搅拌头各插点间距均匀，逐点移动，按顺序进行，不得遗漏，做到均匀搅拌	搅拌时搅拌头各插点间距均匀，逐点移动，按顺序进行，做到了均匀搅拌	一致

#### 3.4.3.3 原地异位化学氧化修复

本项目温陈办事处齐东村污染场地内污染区域 3 的修复方式与其他不同，为原地异位化学氧化修复，该修复过程中涉及污染土壤的收集、修复、堆存养护等过程。

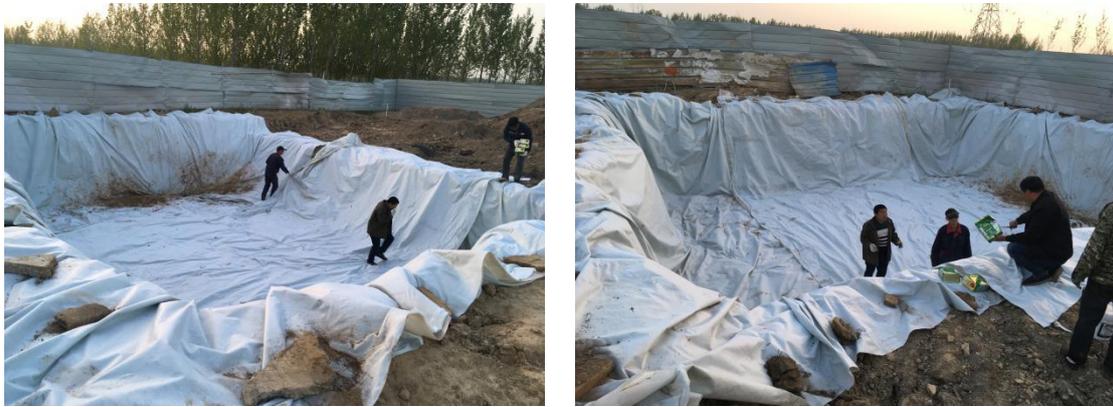
##### 1、药剂配比

本次土壤修复药剂选取由中国地质科学院水文地质环境地质研究所韩占涛研究员研制的化学氧化药剂，该药剂主要成分为过硫酸盐、硫酸亚铁、柠檬酸钠。

按照专家提供的最佳药剂配比为 4: 1: 0.5。修复污染土壤时，向污染土壤中添加药剂以过硫酸盐计为 0.5%（土壤干重）。

## 2、氧化池设置

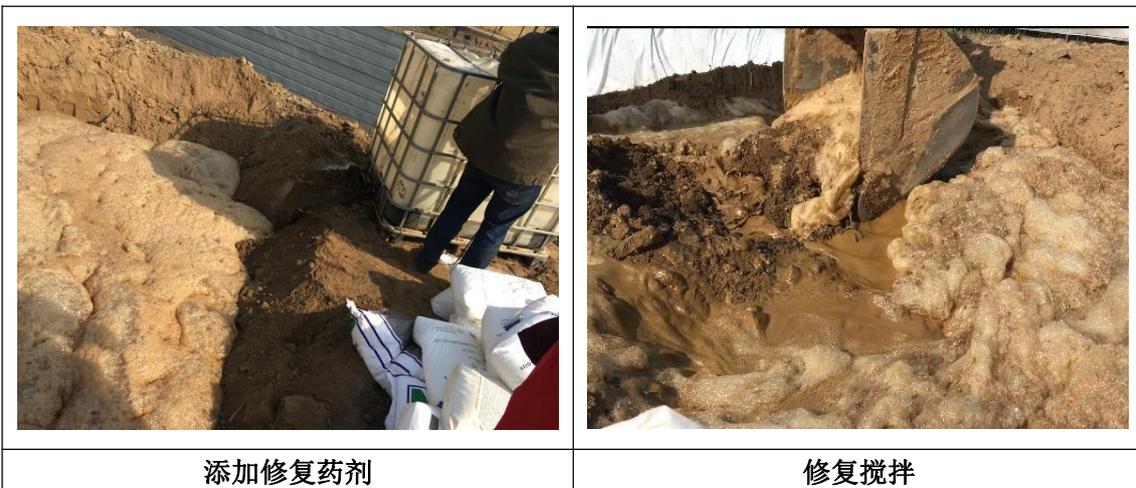
污染区域 3 为原地异位化学氧化修复，修复后土壤需单独布置氧化池进行养护待检，施工过程中将其布置在污染区域 3 清挖后基坑底部，具体布置方式为：①在污染区域 3 清挖后基坑底部挖设一个深 2m、长宽各 10m 的基坑，②在深挖基坑内铺设复合土工布并对其进行环保胶无缝粘接用来进行防渗，防止堆存过程中造成二次污染。



修复后土壤堆存区覆膜并用环保胶无缝粘接防渗

## 3、修复过程

污染区域 3 共有 150m<sup>3</sup> 污染土壤，土方量较少。修复时，首先将规划为氧化池的区域内污染土清挖堆存在区域 3 内北侧位置，铺设完成氧化池后将北侧堆积污染土及区域 3 内其他位置污染土一并转移至氧化池内进行加药搅拌并堆存。





修复后土壤直接放至旁边堆存区

#### 4、要求与完成情况对比

序号	修复技术方案要求	施工落实情况	是否一致
1	污染土壤采用原地异位化学氧化技术进行修复	污染土壤采用原地异位化学氧化技术进行修复	一致
2	在坑内修筑一个氧化池，池壁进行防渗，用于修复土壤的养护、待检	在坑内修筑一个氧化池，池壁池底用复合土工布并对其进行环保胶无缝粘接进行防渗，用于修复土壤的养护、待检	一致

#### 3.4.3.4污水处置

本项目污染场地调查及修复方案编制阶段，场地内污染区域 2、4 内存在少量污水，《茌平县污染场地修复技术方案》中指出将此部分污水用于配置药剂同污染土壤一同处置。处置后土壤可能会有上清液浸出，对经土壤静置后的污水进行收集后，再通过高级氧化的技术处理。

实际施工时，污染区域内污水已全部自然蒸发完毕，处置后土壤静置，上部产生少量（约 10cm）上清液，经检测上清液达标。此时上清液中含有大量修复药剂，为使药剂充分发挥作用，只能在污染土壤治理合格后再对上清液进行处置。

在后续修复后土壤养护过程中，土壤上部上清液经自然蒸发等原因，全部消失，因此，本项目不再涉及污水处置过程。

修复技术方案要求与完成情况对比。

序号	修复技术方案要求	实际施工情况
1	污水用于配置药剂同污染土壤一同处置。处置后土壤可能会有上清液浸出，对经土壤静置后的污水进	污水已全部自然蒸发，修复处置后土壤静置上清液，经检测上清液达标。此时上清液中含有大量修复药

	行收集后,再通过高级氧化的技术处理。	剂,为进行处理,后期养护过程中上清液经自然蒸发。
--	--------------------	--------------------------

### 3.4.4 清洁土壤覆盖

因场地湿度较大,不符合采集验收样品条件,为尽快恢复场地耕作能力及场地安全性考虑,在不影响之后采样验收活动的前提下,经监理同意后于2018年5月20日—2018年5月21日进行了清洁土的覆盖。清洁土由齐东村村委提供,取自齐东村村南约200m的盖房取土坑。根据卫星图片显示取土坑历史上为农田,未进行过工业生产。识别为未受到污染的清洁土。

#### 修复技术方案要求与完成情况对比

序号	修复技术方案要求	实际施工情况
1	修复验收达标后,进行腐殖质土覆盖,厚度20cm。	在不影响验收采样的前提下提前对修复区域表层进行了清洁土覆盖,厚度大于20cm。

各修复后污染区覆土情况如下:

污染区域名称	修复深度	覆土深度
温陈办事处污染区域1	5m	5m
温陈办事处污染区域2	2m	2.5m
温陈办事处污染区域3	清挖0.5m	0.5m
贾寨镇污染区域4	1.5m	0.4m

### 3.4.5 施工完成情况

#### 3.4.5.1 危险废物清运工程量

本项目严格按照已通过评审的《茌平县污染场地修复技术方案》进行,其中清理危险废物液态400kg,固态94.64吨,全部交由危险废物处置单位山东平福环境服务有限公司进行安全填埋,由于自然蒸发等原因,修复工程实施时,场地内液态危险废物收集量比方案少。详细内容见《茌平县污染场地治理修复工程危险废物处置报告》。

#### 修复技术方案要求与完成情况对比

序号	修复技术方案要求	实际施工情况
1	对现场79立方(HW34类废酸液及酸泥)危险废物交有资质单位进行规范处置	清理危险废物液态400kg,固态94.64吨

#### 3.4.5.2修复工程量

本项目修复工程严格按照已通过评审的《茌平县污染场地修复技术方案》进行，共修复污染土壤 2804.2m<sup>3</sup>，污水随污染土壤共同被化学氧化处理，静置后上层水经检测达标，因为含有氧化剂，未进行处理，自然蒸发。

表 3-11 污染土壤修复工程落实情况

项目	修复技术方案要求			实际施工情况
现场定位	污染区域	污染深度 (m)	土方量 (m <sup>3</sup> )	——
	温陈办事处齐东村污染区域 1-3	0-5m、0-2m、0-0.5m	污染土壤 1304.2m <sup>3</sup>	一致
	贾寨镇草林张村污染区域 4	0-1.5m	1500m <sup>3</sup>	一致
修复方法	污染区域 1	危险废物交由山东平福环境服务有限公司处置，污染土壤原位化学氧化		一致
	污染区域 2、4	原位化学氧化		一致
	污染区域 3	原地异位化学氧化		一致
修复处置方案	处置流程	污染区域 1	修复边界放线→边添加药剂边原位搅拌进行原位化学氧化→原位养护	一致
		污染区域 2、4	修复边界放线→边添加药剂边原位搅拌进行原位化学氧化→原位养护	一致
		污染区域 3	清挖放线→污染土壤清挖→添加药剂搅拌进行异位化学氧化→堆存区堆存养护	一致
	修复设备	钩机、搅拌头		一致
	添加药剂用量	62.641m <sup>3</sup> 过硫酸钠、15.662m <sup>3</sup> 硫酸亚铁、7.835m <sup>3</sup> 柠檬酸钠		

表 3-22 污水和静置水修复工程落实情况

项目	修复技术方案要求		实际施工情况
现场定位	污染区域	污水量 (m <sup>3</sup> )	——
	污染区域 2	151.45	无污水
	污染区域 4	26	无污水
修复方法	污染区域 2、4	用于土壤修复时药剂添加用水, 同污染土壤一同修复	由于蒸发等原因, 实际施工时, 污染区域内无污水
	静置水	经化学氧化达标后排入污水处理厂	自然蒸发

## 4项目环境监理情况

根据监理单位编制的环境监理工作报告，得到以下信息。

### 4.1组织机构

本项目环境监理单位为聊城市诚信建设监理有限公司，公司内设监理部，从事负责建设项目及土壤修复工程环境监理等工作。

### 4.2工作范围和内容

#### 4.2.1监理范围

根据修复工程修复技术方案相关内容，结合修复期环境影响，确定本工程环境监理范围分阶段包括以下内容：

##### （1）修复工程设计阶段

设计阶段环境监理内容包括：收集场地调查评估、场地污染修复方案、修复工程施工设计、施工组织方案等基础资料，对修复工程中的环保措施和环保设施设计文件进行审核，关注修复工程的施工位置和异位修复外运土壤去向，审核修复过程中水、大气、噪声、固体废物等二次污染处理措施的全面性和处理设施的合理性，必要的后期管理措施的考虑。

##### （2）修复工程施工准备阶段

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

##### （3）修复工程施工阶段

修复工程施工阶段环境监理内容包括：核实修复工程是否与修复实施方案符合，环保设施是否落实，是否建立事故应急体系和环境管理制度；监督环境保护工程和措施，监督环保工程进度；检查和监测施工过程中产生的水、气、声、渣排放，施工影响区域应达到规定的环境质量标准；对场内修复工程相关措施和废水处理进行监督管理；对异位处置过程，包括氧化池及暂存区地面防渗措施的落实和监控；检查污染土储存场地、处置设施的尾气排放设施和监测设施是否完备，确认各项条件是否符合环境要求；根据施工环境影响情况，组织环境监测，行使环境监理监督权；

向施工单位发出环境监理工作指示，并检查环境监理指令的执行情况；协助建设单位处理环境突发事故及环境重大隐患；编写环境监理专项报告。

#### （4）修复工程竣工阶段

修复工程完成后，在上述工作的基础上编制污染场地修复工程环境监理总结报告，参加工程验收现场检查会议，并参加修复工程验收工作。

监理要点包括以下几点：

1) 清挖修复过程范围：温陈办事处齐东村污染场地及贾寨镇草林张村污染场地；边界外 1m 范围以内，包括场地拐点坐标定位、测量放线、清挖修复深度、面积、清挖修复量的监理以及清挖修复过程中的环境监测监理。

2) 危废收集、贮存、运输过程：污染场地内危险废物的收集、贮存、运输环节中的环境监理。

3) 处理处置过程范围：污染土临时储存及处理处置设施，边界外 1m 范围内，包括安全措施的落实情况、处置效果等的环境监理。

### 4.2.2 监理时段

本工程环境监理的服务期限为：整个工程施工期，直至工程按照计划工期完成土壤修复工程，并完成修复后环境质量监测为止。现场监理时段为从监理方接受建设单位委托之日起至项目通过竣工验收为止。

### 4.2.3 工作内容

#### 4.2.3.1 施工准备阶段

##### 4.2.3.1.1 治理单位及危废接收单位资质审查的监理工作

在治理修复工程开工前，监理单位监理工程师审查了河北德诚建设有限公司报送的工程施工单位资质报审表、开工报审单等资料及山东平福环境服务有限公司的危险废物经营许可证等资料符合有关规定后，由总监理工程师予以签认。对施工单位资格审核了以下内容：

- 1、营业执照、企业资质等级证书、安全施工许可证、特殊行业施工许可证等；
- 2、施工单位的业绩及主要业绩证明材料；
- 3、施工工程的内容和范围；

4、专职管理人员和特种作业人员如焊工、起重工、电工等资格证、上岗证。

治理单位配备了足够的管理、专业技术和操作人员，有完善的管理制度和操作规程，能够保证治理修复工程的正常运行。

#### 4.2.3.1.2 修复技术方案的审查工作

1、在设计交底前，总监理工程师组织监理人员熟悉了污染场地修复技术方案报告中的污染场地治理修复措施，了解了治理修复工程的具体目标。

2、在工程开工前，业主单位将监理单位的名称，监理的范围、内容和权限及总监理工程师的姓名书面通知了治理单位，治理单位向监理单位提交了经专家论证的修复技术方案，经项目监理机构审查符合要求，并由总监理工程师签认后报业主单位。

3、在工程开工前，专业监理工程师在总监理工程师的组织下，审查了修复技术方案相关内容，熟悉了工程图纸设计文件和有关标准规范，掌握了本专业工程的特点、关键部位的施工方法和质量要求等，并参加了图纸会审和设计技术交底，对修复技术方案提出了审查意见，包括施工中必须保护的环境敏感点、具体的治理修复措施、治理修复工程管理制度和工程专业人员等。

4、在工程开工前，总监理工程师组织审查了治理单位的工程施工管理体系，该体系责任明确，切实有效，确能保证工程项目施工，予以了确认。对质量管理体系、技术管理体系、安全管理体系和质量保证体系审核了以下内容：

- (1) 工程管理、技术管理、安全管理和质量保证的组织机构；
- (2) 治理修复工程管理、技术管理、安全管理制度；
- (3) 专职管理人员和特种作业人员的资格证、上岗证。

5、工程开工前，监理人员根据工程场地的交通、水电等基础设施情况对工程运输方案、场地供水供电方案进行了审查，根据工程的施工时段、施工部署安排监理工作。

6、工程开工前，监理人员认真审核了治理修复工程技术方案内容，对工程总平面设计、土石方挖掘工程设计、危废处置设计、污水收集设计、场地污染土壤及污水的处置作业设计进行了审核并提出审查意见。

7、工程开工前，监理人员对治理修复工程施工方法进行了认真审核：

8、工程开工前，监理人员对治理修复工程拟投入的主要物资、机具和劳动力计划的合理性进行了认真审核。

#### 4.2.3.1.3第一次工地会议

1、工程开工前，总监理工程师及有关监理人员参加了由第一次工地会议，会议纪要由项目监理机构负责整理，与会各方代表会签。

2、第一次工地会议包括以下主要内容：

(1) 业主单位、治理单位和监理单位分别介绍了各自驻现场的组织机构、人员、分工及其联系方式；

(2) 业主单位根据委托监理合同宣布了对总监理工程师的授权；总监理工程师宣布对驻地监理工程师授权；治理单位书面提交了对工地代表（项目监理）的授权书；

(3) 业主单位介绍了工程开工准备情况，包括工程占地、临时用地、临时道路、拆迁、工程支付担保情况以及其他与开工条件有关的内容及事项进行说明；

(4) 治理单位介绍了施工准备情况，监理工程师就施工准备以及安全、环保等予以评述；

(5) 监理单位就监理工作准备情况以及有关事项作出了说明；

(6) 总监理工程师介绍了监理工作的主要内容，对治理修复工程准备情况提出了意见和要求；

(7) 监理工程师就主要监理程序、质量和安全事故报告程序、报表格式、函件往来程序、工地例会等进行了说明；

(8) 总监理工程师进行了会议小结，明确了施工准备工作还存在的主要问题及解决措施。研究确定了各方在施工过程中参加工地例会的主要人员，召开工地例会周期、地点及主要议题。

#### 4.2.3.1.4工程开工的审查工作

总监理工程师组织专业监理工程师审查了治理单位报送的开工报审表及相关资料，同时具备以下条件后，总监理工程师签署了审查意见，报业主单位批准后，总监理工程师签发开工令：

(1) 施工许可证已获政府主管部门批准；

(2) 征地拆迁工作能满足工程进度的需要；

(3) 设计交底和图纸会审已完成；

(4) 治理单位现场质量、安全生产管理体系已建立，管理及施工人员已到位，施工机械已进场并满足施工要求，主要工程材料已落实到位；

(5) 进场道路及水、电、通信等已满足开工要求。

#### 4.2.3.2 工程施工阶段

##### 4.2.3.2.1 工地例会

1、工地例会由总监理工程师或驻地监理工程师主持，业主单位代表和治理单位现场主要负责人及三方有关人员参加。工地例会每周召开一次，会议纪要的内容由项目监理机构负责起草，并经与会各方代表会签。

2、工地例会包括以下治理修复工程工作的主要内容：

(1) 检查上次例会议定治理修复工程议定事项的落实情况，分析未完事项原因；

(2) 就工程质量、安全、环保、费用、进度及合同其他事项等进行讨论，检查分析工程项目工作进度计划完成情况，提出下一阶段治理修复工程进度目标、落实措施；

(3) 解决需要协调的有关事项；

(4) 其他有关事宜。

3、总监理工程师或专业监理工程师根据需要及时组织专题会议，解决施工过程中的各种专项问题。

##### 4.2.3.2.2 施工阶段的监理内容

1、专业监理工程师对治理单位报送的拟进场治理修复工程材料、构配件和设备及其材料/构配件/设备报审表、环境性能指标证明资料进行审核，对进场的实物按照监理合同约定或有关工程管理文件的规定采用平行检验或见证取样方式进行抽检。

2、项目监理机构定期检查直接影响治理修复工程的设备技术状况。

3、总监理工程师安排监理员对施工过程进行巡视和检查。对隐蔽工程的隐蔽过程、下道工序施工完成后难以检查的重点部位，专业监理工程师安排监理员进行旁站。

4、专业监理工程师协助项目监理机构，根据治理单位报送的隐蔽工程报验申请

表和自检结果进行现场检查，符合要求予以签认。对未经监理人员验收或验收不合格的工序，监理人员应拒绝签认，并要求治理单位严禁进行下一道工序的施工。

5、总监理工程师组织监理人员对治理单位报送的分部工程和单位工程工作验评资料进行了审核和现场检查，符合要求后予以签认。

6、对施工过程中出现的工程缺陷，专业监理工程师及时下达了监理工程师通知，要求治理单位整改，并检查整改结果。

总监理工程师及时向业主单位、环境保护行政主管部门及本监理单位提交有关工程事故的书面报告，并将完整的工程事故处理记录整理归档。

#### 4.2.3.2.3 工程质量控制的监理工作

污染场地治理修复工程质量控制监理工作的基本思想是在治理单位质量保证的基础上，依据合同的质量要求及设计制定的标准对设计文件、供应设备、材料以及工程质量进行监督及管理，以得到符合要求的工程质量。

1、在施工过程中，治理单位对已批准的修复技术方案中治理修复技术进行调整、补充或变动，经专业监理工程师审查，并由总监理工程师签认。

2、专业监理工程师要求治理单位报送重点部位、关键工序的施工工艺和工程质量保证体系，审核同意后予以签认。

3、监理员需对工程的质量控制措施进行认真监理，做到文件签发有据、资料管理有序。

(1) 采用关键工序控制法，对重点部位和关键工序实行严格的签证和旁站监督管理。

对于施工过程中，需要重点控制的关键工序和特殊过程，监理工程师在施工前与治理单位事先商议，并以巡视或旁站记录形式对关键工序质量控制点书面确定。

(2) 检查、评定、旁站的重点部位。

总监理工程师安排了监理员对治理修复工程中的特殊关键工序进行旁站及巡视，对特殊关键工序的质量控制实行监理。

本污染场地治理修复工程中的关键工序及关键质量控制点主要有：

关键工序：危废收集、暂存、运输；土石方开挖；土石方量、污染界面认定；治理修复设备建设；防渗工程建设；污染场地污染物监测等。

关键控制点：危废清理范围、土石方挖掘范围、深度控制；治理修复技术关键设备的建设、运行效果；防渗工程是否能够按要求施工；污染物监测频率、因子需满足要求等。

4、专业监理员对修复单位负责的修复效果的自检过程进行监督，并根据需要安排平行检验。

#### 4.2.3.3 工程进度控制的监理工作

##### 4.2.3.3.1 修复工程进度监理程序

- (1) 总监理工程师审核治理单位报送的治理修复工程施工总进度计划；
- (2) 专业监理工程师对治理修复工程施工进度计划实施情况检查、分析；

##### 4.2.3.3.2 工程进度监理控制手段

(1) 按照工程项目治理修复总体进度控制计划，根据总进度目标设置各分部工程进度控制点。提出各主要控制点目标，并在实施过程中控制其执行，编制各阶段进度计划，并控制其执行，必要时作及时调整。

(2) 审核治理单位提出的进度计划，并检查、督促其执行。在项目实施过程中，比较进度计划与实际实施情况，并提交进度控制周表、月表及季表。

(3) 要求治理单位编制总体施工网络计划、进度计划、各专业人力安排计划、各类物资供应计划和主要施工机具使用计划等，反映出各主要工序的作业时间。

##### 4.2.3.3.3 工程进度控制监理内容

(1) 定期组织召开工程协调会议，协调工程进度矛盾，并将有关问题向业主单位及时汇报，统计厂址修复施工进度。

(2) 根据工程实施过程进行旁站、巡视，检查施工总进度计划及施工进度横道图，并根据工程实施情况填写监理工作日志，做好进度报告分析，定期将进度情况及分析意见向业主单位进行报告；

(3) 检查治理修复工程进度计划的实施，统计污染土处理进度，包括修复单位对危险废物及污染土的处置日期、处置量等。

- (4) 统计污染场地的监测进度，明确监测日期、时间监测点位、监测因子。

##### 4.2.3.4 工程其他监理工作

- (1) 监理员检查了治理单位防水排水的控制措施、空气污染的预防措施、污染

场地噪声的控制措施、废液的控制措施、保护绿色植被和土地资源等措施的准备情况及应对特殊施工环境的措施，定期检查了治理修复措施的实施情况，做好了监理记录。

(2) 项目监理机构组织了专业监理工程师参与工程竣工验收，通过见证取样、平行取样等方式对工程质量验收过程进行监理。

(3) 依据有关法律、法规、污染治理修复强制性标准、设计文件及施工合同，对治理单位报送的工程竣工资料进行了审查，并向业主单位提交《监理工作报告》，移交档案资料。

### 4.3环境监理工作成果

#### 4.3.1修复技术方案落实情况

根据修复技术方案有关要求，修复工程施工过程中各类环保措施、设施完成情况见表 4-1。

表 4-11 修复技术方案要求落实情况

项目	技术方案要求		实际施工情况	完成情况
环境监测	环境空气监测	无组织废气监测：在场外边界布设 4 个监控点，要求监测点位距离围墙不大于 10m，距地面 1.5m。监测项目：颗粒物、非甲烷总烃、苯并(a)芘。监测时段为监测时段选择整个污染土壤处置、施工以及少量清挖过程中对环境影响较大的重点环节，每两周采样监测一次。	污染土修复期间共进行 2 次环境监测，监测因子不变，监测结果均合格。	完成
	噪声监测	在本场地东、南、西、北场界外 1m 分别设置 1 个噪声监测点，布点位置距离地面不小于 1.2m。测量连续 20min 的等效声级，夜间同时测量最大声级。每两周监测 1 次。		完成
环境应急预案	修复施工期间污染防治及应急措施	修复施工期间定期对厂界四周污染物浓度进行监测，若场地边界或下风向敏感点目标污染物浓度超标或周边居民投诉，现场应立即停止开挖，以防止挥发性气体影响周边居民。	定期进行环境监测，未发现污染物浓度超标现象，修复期间，未接到周边居民投诉。	完成
	火灾防范及应急措施	在修复场地的关键区域及涉及重要电器设施的位置布设一定数量的灭火器，并保证其使用的有效性，以备发生意外火灾事故。加强施工人员的作业培训，正确使用并且严格按照修复方案维护现场内设施和设备，做好日常检修记	施工现场配备了一定数量灭火器，修复期间未发生火灾事件。	完成

项目	技术方案要求		实际施工情况	完成情况
		录。普及防火知识、加强防火意识，定期巡查，及时发现并排除火灾隐患。		
噪声防范及应急措施		本项目噪声污染源主要为施工机械运行产生的噪声，除了采取各种降低噪音措施外，员工或需要进入场地的来访者需配备听力防护装置（如耳塞）。	与技术方案要求一致	完成
全过程人员中毒事故应急措施		现场如发生人员中毒事件，第一发现人应及时与事故应急小组联系。接到消息后，应急小组应立即赶到出事地点，确认其中毒症状，并根据中毒症状及时施救。立即拨打“120”急救电话，通知专业医护人员到现场施救，并组织组织人员赶到事故发生地点，立即将抬到大门口，等救护车的到来，或直接送往就近医院，积极配合急救人员的后勤工作。同时应向应急小组成员报告，相关负责人要及时赶到现场进行处理，并向上级部门报告情况。	修复过程未出现人员中毒事件	完成

#### 4.3.2 环保措施落实情况

场地修复过程的环保措施是监理工作的重点内容，环保措施完成情况见表 4-2。

表 4-22 场地修复过程环境保护措施

项目	环保措施要求		实际施工情况	完成情况
大气环境	大气环保措施	遇到 4 级以上大风天气，停止土方清挖作业，并对暴露土壤进行苫盖。施工机械在操作时慢转、轻摇，尽可能防止起尘。作业面出现扬尘时，采用洒水车在基坑周边进行洒水作业，控制扬尘。若作业面出现大面积重扬尘情况，采用移动式喷雾除尘设备对扬尘进行控制。	施工机械操作符合要求；遇有扬尘情况进行了洒水作业；未出现大面积重扬尘的情况。	完成
水环境	污水环保措施	修复过程中产生的修复范围内的坑塘雨后积水、污染土壤暂存区地表径流、地表污水、修复后静置水是由于降水造成坑槽底部汇集的降水和施工人员的生活废水。降水可能会与污染土壤进行接触，因此可能含有	待修复污水与污染土壤一同进行加药处置，修复后静置水检测合格，自然蒸干	完成

项目	环保措施要求		实际施工情况	完成情况
		污染物质，必须对这种废水进行安全处置。		
		施工人员产生的生活污水应集中收集后排入市政污水管网，不得随意排放。	实际情况与要求一致	完成
声环境	噪声环保措施	为防止其噪声污染，应选用低噪声设备、加强设备维护、采取噪声设备基础减振和隔离降噪措施、减少设备运行时间，特别是夜间的使用频率。施工机械合理布置，防止在同一位置布置大量的动力机械设备，避免局部声级过高。严格按照国家规定，控制作业时间。加强施工管理，减少人为噪声。	场地内所有设备均选用低噪音设备并对施工机械进行了合理布局，专人指挥，避免同一地点同时使用大量动力机械设备。整个修复实施过程均在白天进行，不夜间施工。加强施工管理，减少人为噪声。	完成

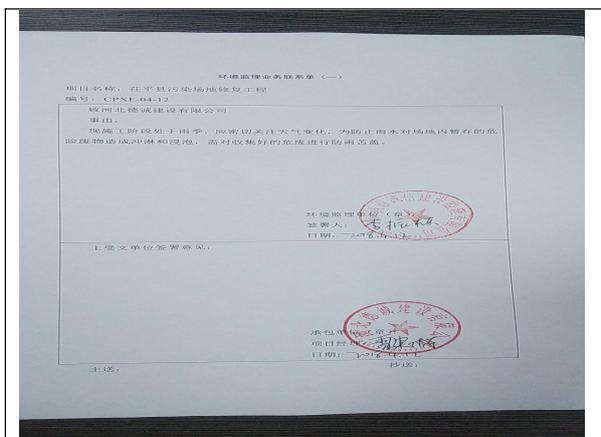
## 4.4大事记

### 4.4.1 对暂存场地内的危废防雨措施的落实情况

现施工阶段处于雨季，应密切关注天气变化，为防止雨水对场地内暂存的危险废物造成冲淋和浸泡，需对收集好的危废进行防雨苫盖。

联系单编号为 CPXF-04-12，内容详见附件。

监理效果：修复单位收到联系单后立即对暂存于场地内的危险废物进行了防雨苫盖，避免了雨天对危废的影响。

	
<p>监理联系单（一）</p>	<p>危废暂存区防雨苫盖</p>

#### 4.4.2 对静置污水处置的落实情况

对施工加药搅拌后形成的静置水应进行采样检测，检测达标后方可进行处置。

联系单编号为 CPXF-04-19，内容详见附件。

监理效果：修复单位收到联系单后立即对温陈办事处场地内的静置水进行了采样送检，并于 2018 年 5 月 3 日对贾寨镇场地内静置水进行采样送检，检测结果显示符合《山东省海河流域水污染物综合排放标准》(DB37/635-2007)表 4 中的一级标准(鲁质监标发[2011]35 号文修改单标准) 及《<山东省南水北调沿线水污染物综合排放标准>等 4 项标准增加全盐量指标限值修改单》的通知（鲁质监标发[2014]7 号）中规定的标准。



#### 4.4.3 对场地内其余工作的落实情况

场地内已对危险废物进行收集、对 804.2m<sup>3</sup> 污染土壤、177.45m<sup>3</sup> 污水进行无害化处置，处置方应尽快安排危险废物的转运工作。因场地湿度较大，不符合采集验收样品条件，为尽快恢复场地耕作能力及场地安全性考虑，在不影响之后采样验收活动的前提下，施工方可在自验收前按照《修复技术方案》要求进行腐殖土的覆盖，同时应随时判断现场采样条件，尽快安排采样验收工作。

联系单编号为 CPXF-04-29，内容详见附件。

监理效果：修复单位收到联系单后尽快安排危废的转运工作，2018 年 5 月 4 日由江苏金豫港物流有限公司将废酸液、废酸泥运离场地由山东平福环境有限公司接收，腐殖土的覆盖于 2018 年 5 月 20 日-5 月 21 日土壤养护完成后进行，因场地环境因素，验收工作于 2019 年 1 月 3 日-1 月 5 日进行。

<p>监理联系单（三）</p>	<p>危废运离</p>

#### 4.5环境监理结论

本工程修复过程中，监理单位于2018年4月10日初入场，全程采用旁站和巡视相结合的形式进行监理，施工前对修复施工单位、第三方检测单位的材料、设备、人员进行了检查，施工期间安排监理人员驻场实施监理，监督修复施工单位按照《修复技术方案》要求完成危废的收集、暂存、转运；污染土壤的修复、污水的修复、基坑及修复土的自验收，环境质量监测等工作，并在施工结束后核对有关工程量，形成监理工作报告。

该修复工程满足修复技术方案及审查意见要求，结合河北升泰环境检测有限公司对基坑侧壁、坑底土壤、修复后土壤、修复工程结束后二次污染样品以及周边环境的检测结果，主要监理结论如下：

(1) 该场地修复工程实施单位现场施工准备条件满足《茌平县污染场地修复技术方案》要求和国家的相关规定，具有相关工程资质，相关人员和设备齐全，管理制度和操作规程较为完善，具备开展该场地修复工程的实施条件，可确保该修复工程的顺利实施。

(2) 该修复工程已按照《茌平县污染场地修复技术方案》规定，完成了该场地所有的修复工作，经第三方监测，其污染土壤的基坑清挖范围、清挖效果和污染土壤修复效果均达到了《修复技术方案》要求。

(3) 该修复工程已按照《茌平县污染场地修复技术方案》规定，在其施工过程中采取了有效的二次污染防治措施，相关污染防治设施建设符合要求，运行正常，有关污染防治措施全面，效果良好。经第三方现场监测，其修复过程污染物的排放

达到了相关要求，未对环境造成不利影响。

## 5 场地修复工程效果评估情况

### 5.1 修复效果监测与评估基本情况

#### 5.1.1 修复效果评估范围

根据《茌平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地土壤环境调查及风险评估报告》及《茌平县污染场地修复技术方案》中所确定的修复范围，本项目土壤修复采用原地修复方式进行，土壤运输、施工均在原场区内进行。对于原位修复的温陈办事处污染区域 1 和污染区域 2 以及贾寨镇草林张村污染区域 4，进行修复后土壤和边缘土修复效果评估；对于原地异位修复的温陈办事处污染区域 3，进行修复后土壤和基坑修复效果评估。

#### 5.1.2 修复效果评估内容

对于原位修复的温陈办事处污染区域 1 和污染区域 2 以及贾寨镇草林张村污染区域 4，修复后土壤和边缘土壤中目标污染物含量是否达到修复目标；对于原地异位修复的温陈办事处污染区域 3，修复后土壤和基坑土壤中目标污染物含量是否达到修复目标。

#### 5.1.3 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) 《茌平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地土壤环境调查及风险评估报告》
- 2) 《茌平县污染场地修复技术方案》
- 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

#### 5.1.4 现场勘查

2018 年 9 月 13 日，我中心派专人对本项目的两块场地进行了现场勘查，修复现

场无遗留污染痕迹并均进行了覆土，其中贾寨镇污染地块已长满杂草，温陈办事处地块覆土量较大，已将原坑填平。



贾寨镇污染区域现状（摄于 2018.09.13）



温陈办事处污染区域现状（摄于 2018.09.13）

通过与施工单位沟通，本工程各个污染区域修复及覆土情况见表 5-1。

表 5-11 本工程各污染区域修复及覆土情况

污染区域名称	修复深度	覆土深度
温陈办事处污染区域 1	5m	5m
温陈办事处污染区域 2	2m	2.5m
温陈办事处污染区域 3	清挖 0.5m	0.5m
贾寨镇污染区域 4	1.5m	0.4m

根据施工单位竣工报告，清洁土由齐东村村委会提供，取自齐东村村南约 200m 的盖房取土坑。根据卫星图片显示取土坑历史上为农田，未进行过工业生产，识别为未受到污染的清洁土。

### 5.1.5分析项目

根据《茌平县污染场地修复技术方案》，确定的本场地土壤中各污染物及其修复目标值见表 5-2。

表 5-22 土壤污染因子建议修复目标值

序号	污染物		建议修复目值(mg/kg)
	名称	CAS 码	
1	苯并(b)荧蒽	205-99-2	0.9
2	二苯并(a,h)蒽	53-70-3	0.33
3	苯并(a)芘	50-32-8	0.3
4	苯并(a)蒽	56-55-3	0.9
5	总石油烃	/	1000

### 5.1.6 分析方法

本场地验收检测的单位为苏州汉宣检测科技有限公司，具备 CMA 资质认证，项目分析方法见表 5-3。

表 5-33 检测方法及依据

项目	方法及依据	检出限(mg/kg)
苯并(b)荧蒽	HJ 834-2017 土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法	0.17
二苯并(a,h)蒽		0.13
苯并(a)芘		0.17
苯并(a)蒽		0.12
总石油烃	ISO16703:2011 土壤中石油烃类的测定	6.0

## 5.2 修复效果监测和评估结果

### 5.2.1 布点方案

#### 5.2.1.1 布点方案原则

根据 2018 年 12 月 29 日生态环境部最新发布实施的《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》要求，对本项目场地修复效果评估区域进行布点

与样品采集。具体如下：

### 1 土壤修复效果评估布点

#### (1) 基坑清理效果评估

①评估对象：基坑清理效果评估对象为地块修复方案中确定的基坑。

②采样节点：污染土壤清理后遗留的基坑底部与侧壁，影子基坑清理之后、回填之前进行采样。

若基坑侧壁采用基础围护，则宜在基坑清理同时进行基坑侧壁采样，或于基础围护实施后在围护设施外边采样。

可根据工程进度对基坑进行分批次采样。

#### (3) 布点数量与位置

①基坑底部和侧壁推荐最少采样点数量见表 1。

**表 1 基坑底部和侧壁推荐最少采样点数量**

基坑面积/m <sup>2</sup>	坑底采样点数量/个	侧壁采样点数量/个
X<100	2	4
100≤X<1000	3	5
1000≤X<1500	4	6
1500≤X<2500	5	7
2500≤X<5000	6	8
5000≤X<7500	7	9
7500≤X<12500	8	10
X>12500	网格大小不超过 40m×40m	采样点间隔不超过 40m

②基坑底部采用系统布点法，基坑侧壁采用等距离布点法，布点位置参见图 2。

③当基坑深度大于 1m 时，侧壁应进场垂向分层采样，应考虑地块土层性质与污染垂向分布特征，在吴蓉蓉物易富集位置采样点，各层采样点之间垂向距离不大于 3m，具体根据实际情况确定。

④基坑坑底和侧壁样品以去除杂质后的土壤表层图样为主（0~20cm），不排除深层采样。

⑤对于重金属和半挥发性有机物，在一个采样网格和间隔内可采集混合样，采样方法参照 HJ25.2 执行。

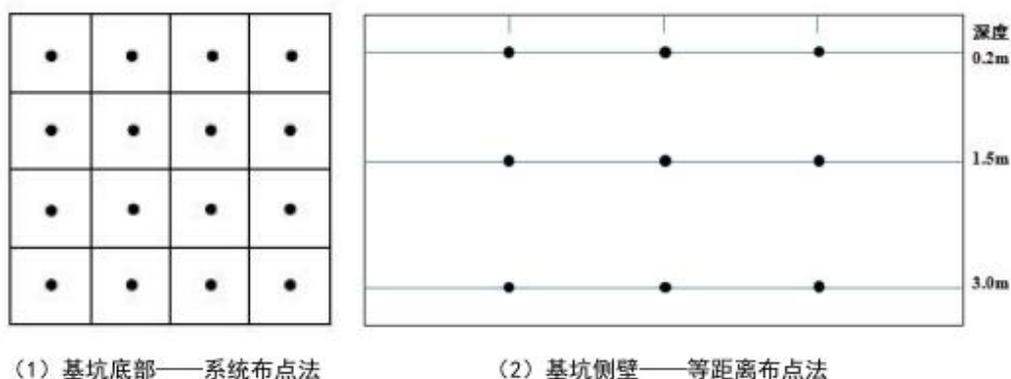


图 1 基坑底部与侧壁布点示意图

## 2 土壤异位修复效果评估布点

(1) 评估对象：异位修复后土壤修复效果的对象为异位修复后的土壤堆体。

(2) 采样节点：异位修复后的土壤应在修复完成后、再利用之前采样。

按照堆体模式进行异位修复的土壤，宜在堆体拆除之前进行采样。

(3) 布点数量与位置

①修复后土壤原则上每个采样单位（每个样品代表的土方量）不应超过  $500\text{m}^3$ ；也可根据修复后土壤中污染物浓度分布特征参数技术修复差变系数，根据不同差变系数查询计算对应的推荐采样数量（见表 2）。

表 2 修复后土壤最少采样点数量

差变系数	采样单元大小/ $\text{m}^3$
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

②对于按批次处理的修复技术，在符合前述要求的同时，每批次至少采集 1 个样品。

③对于按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，推荐数量参见表 3。

表 3 堆体模式修复后土壤最少采样点数量

堆体体积/ $\text{m}^3$	采样单元数量/个
<100	1
100~300	2

300~500	3
500~1000	4
每增加 500	增加 1 个

### 3 土壤原位修复效果评估布点

(1) 评估对象：土壤原位修复效果评估的对象为原位修复后的土壤。

(2) 采样节点：

①土壤原位修复后的土壤应在修复完成后进行采样。

②土壤原位修复的土壤可按照修复进度、修复设施设置等情况分区域采样。

(3) 布点数量与位置

①原位修复后的土壤水平方向采用系统布点法，推荐采样数量参照表 1。

②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，原则上垂向采样点之间距离不大于 3m，具体根据实际情况确定。

③应结合地块污染分布、土壤性质、修复设施设置等，在高浓度污染物聚集区、修复效果薄弱区、修复范围边界处等位置增设采样点。

#### 5.2.1.2 本场地原位修复采样点

由于原位化学氧化过程可能对边缘土有扰动，为保证修复效果，每个边缘采样点以边缘为界每隔 30cm 设 1 个采样点；达到修复深度后，向下每隔 30cm 设置 1 个采样点（0.3m、0.6m）。本次评估采样采取钻孔取样方式。

根据前述采样布点原则，污染土壤效果评估对于原位修复的温陈办事处污染区域 1 和污染区域 2 以及贾寨镇草林张村污染区域 4 采样布点情况见表 5-6。

表 5-46 原位修复污染土壤效果评估采样点统计表

验收区域	深度 (m)	周长 (m)	面积 (m <sup>2</sup> )	修复区域		外延边壁			总计
				单层采 样数量	层数	边数	外延点数	层数	
温陈办 事处污 染区 1	0-5	39	95.6	2	3+2	4	1	3	22
温陈办 事处污 染区 2	0-2	83	362	3	2+2	5	1	2	22

贾寨镇草林张村坑污染区 4	0-1.5	151	1000	4	2+2	6	1	2	28
10%质控样	/	/	/	/	/	/	/	/	8
合计	/	/	1457.6	/	/	/	/	/	80

### 5.2.1.3 本场地原地异位修复采样点

根据前述采样布点原则，污染土壤效果评估对于原地异位修复的温陈办事处污染区域 3 采样布点情况见表 5-7。

原地异位污染土经处理后的土壤依据《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）采集土壤样品检测修复效果，每 500m<sup>3</sup> 修复后土壤采集 1 个土壤样品，污染区域 3 需修复土壤方量为 150m<sup>3</sup>，因此修复后土壤采集 1 个土壤样品。

表 5-57 原地异位修复污染土壤效果评估采样点统计表

验收区域	深度 (m)	周长 (m)	面积 (m <sup>2</sup> )	清挖后基坑				修复后土壤	总计
				基底		侧壁			
				点数	层数	点数	层数		
温陈办事处污染区 3	0-0.5	111	300	3	1	5	1	1	9
10%质控样	/	/	/	/	/	/	/	/	1
合计	/	/	300	/	/	/	/	/	10

本项目修复效果评估平面布点图见图 5-1 和图 5-2。



样品采集照片

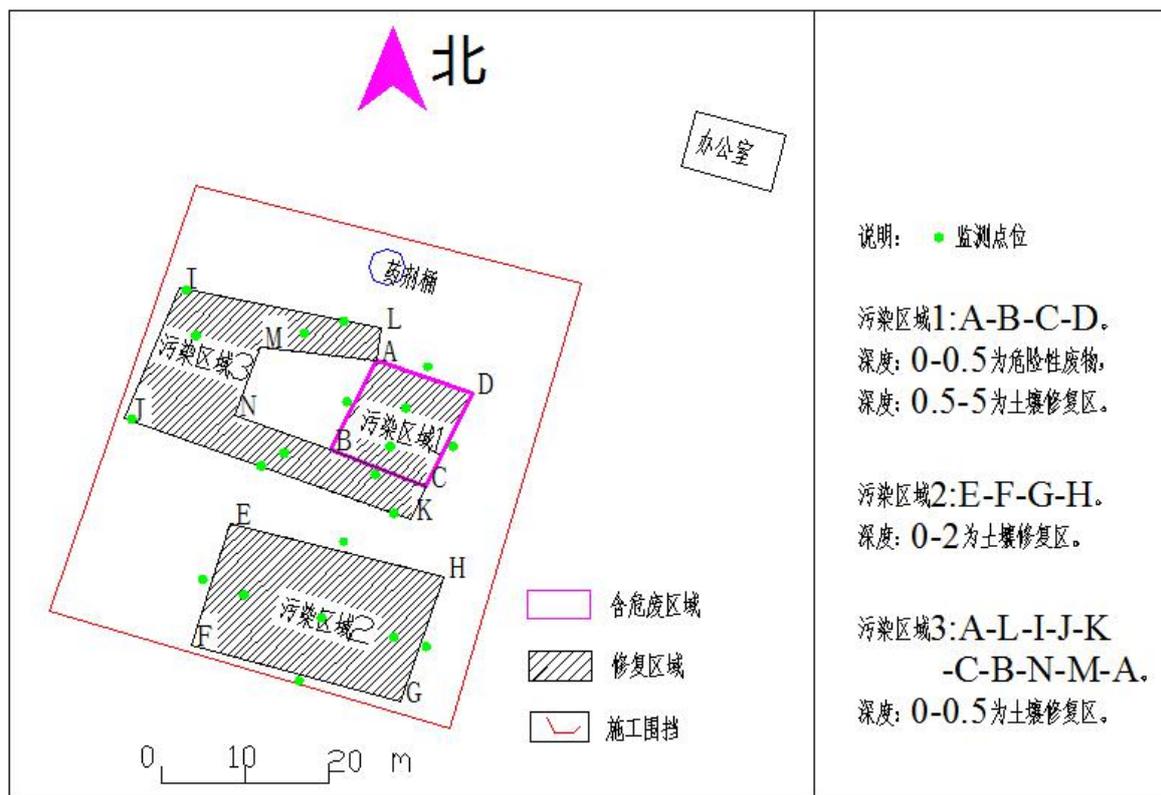


图 5-11 温陈办事处验收平面布点图

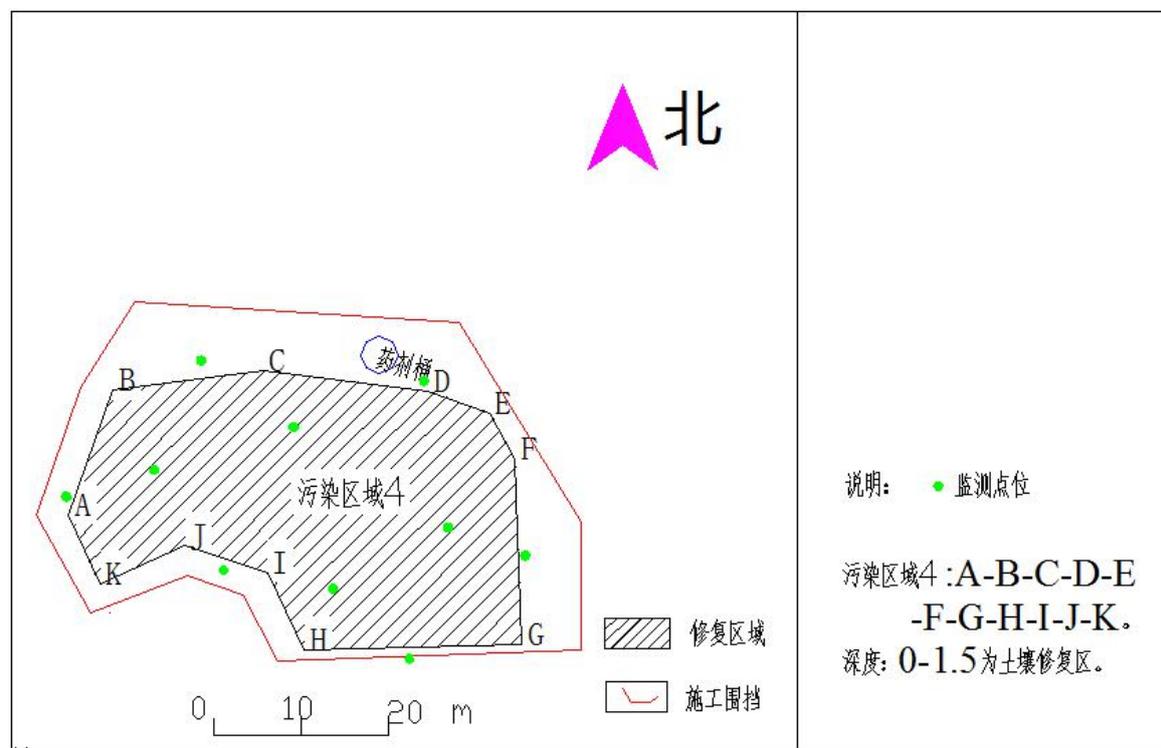


图 5-22 贾寨镇验收平面布点图

综上, 本项目修复效果监测共采集 90 个土壤样品。

## 5.2.2 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，使用专业采样工具进行采样，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；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，及时运至实验室分析。

### (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

本次土壤样品的共采集 81 组样品，9 组平行样，经统计，所有内控样分析结果相对偏差均在范围内，详见下表 5-8。

表 5-8 质控数据统计表

检测因子	石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	苯并(a)蒽	苯并(b)荧蒽	苯并(a)芘	二苯并(a,h)蒽
土壤检出限 (ppm)	6.0mg/kg	0.12 mg/kg	0.17 mg/kg	0.17 mg/kg	0.13 mg/kg
外控 1	ND	0.45	0.46	ND	ND
修 3	ND	0.50	0.46	ND	ND
RPD (%)	—	10.34	—	—	—
外控 2	ND	ND	ND	ND	ND
4	ND	ND	ND	ND	ND
RPD (%)	—	—	—	—	—
外控 3	8.9	ND	ND	ND	ND
9	8.1	ND	ND	ND	ND
RPD (%)	8.60	—	—	—	—

外控 4	8.6	ND	ND	ND	ND
修 18	8.8	ND	ND	ND	ND
RPD (%)	3.04	—	—	—	—
外控 5	ND	ND	ND	ND	ND
21	ND	ND	ND	ND	ND
RPD (%)	—	—	—	—	—
外控 6	13.7	ND	ND	ND	ND
35	15.7	ND	ND	ND	ND
RPD (%)	13.62	—	—	—	—
外控 7	10.3	ND	ND	ND	ND
40	11.7	ND	ND	ND	ND
RPD (%)	12.55	—	—	—	—
外控 8	ND	ND	ND	ND	ND
47	ND	ND	ND	ND	ND
RPD (%)	—	—	—	—	—
外控 9	ND	ND	ND	ND	ND
55	ND	ND	ND	ND	ND
RPD (%)	—	—	—	—	—
外控 10	ND	ND	ND	ND	ND
64	ND	ND	ND	ND	ND
RPD (%)	—	—	—	—	—

### 5.2.3检测结果

本次共采集修复后土壤样品和基坑样品共 81 组，检测结果见表 5-9。

表 5-9 土壤检测结果表

点位名称	检测结果 (mg/kg)				
	石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	苯并(a)蒽	苯并(b)荧蒽	苯并(a)芘	二苯并(a,h)蒽
1 区坑底 Z1-0.3m	6.1	ND	ND	ND	ND
1 区坑底 Z1-0.6m	ND	ND	ND	ND	ND
1 区坑底 Z2-0.3m	7.8	0.63	0.44	ND	ND
1 区坑底 Z2-0.6m	ND	ND	ND	ND	ND
2 区坑底 Z1-0.3m	ND	ND	0.43	0.25	ND
2 区坑底 Z1-0.6m	ND	ND	ND	ND	ND
2 区坑底 Z2-0.3m	15.3	0.83	ND	ND	ND
2 区坑底 Z2-0.6m	ND	ND	ND	ND	ND
2 区坑底 Z3-0.3m	8.1	ND	ND	ND	ND

2 区坑底 Z3-0.6m	ND	ND	ND	ND	ND
3 区基坑 Z1-0.2m	20.4	0.72	0.57	ND	ND
3 区基坑 Z2-0.2m	12.2	0.84	0.57	ND	ND
3 区基坑 Z3-0.2m	10.6	0.46	ND	0.26	ND
4 区坑底 Z1-0.3m	26.4	0.39	ND	ND	ND
4 区坑底 Z1-0.6m	9.6	ND	ND	ND	ND
4 区坑底 Z2-0.3m	6.2	0.79	ND	ND	ND
4 区坑底 Z2-0.6m	ND	ND	ND	ND	ND
4 区坑底 Z3-0.3m	9.6	ND	ND	ND	ND
4 区坑底 Z3-0.6m	6.3	0.68	ND	ND	ND
4 区坑底 Z4-0.3m	ND	0.58	ND	ND	ND
4 区坑底 Z4-0.6m	ND	ND	ND	ND	ND
1 区侧壁外 30cm 处 Z1-0.2m	6.1	ND	ND	ND	ND
1 区侧壁外 30cm 处 Z1-2.5m	ND	ND	ND	ND	ND
1 区侧壁外 30cm 处 Z1-4.3m	ND	0.55	ND	ND	ND
1 区侧壁外 30cm 处 Z2-0.2m	13.2	ND	ND	ND	ND
1 区侧壁外 30cm 处 Z2-2.5m	ND	ND	ND	ND	ND
1 区侧壁外 30cm 处 Z2-4.3m	14.9	ND	ND	ND	ND
1 区侧壁外 30cm 处 Z3-0.2m	ND	ND	ND	ND	ND
1 区侧壁外 30cm 处 Z3-2.5m	ND	0.52	0.44	ND	ND
1 区侧壁外 30cm 处 Z3-4.3m	10.5	0.57	0.54	ND	ND
1 区侧壁外 30cm 处 Z4-0.2m	ND	0.48	0.43	ND	ND
1 区侧壁外 30cm 处 Z4-2.5m	8.7	0.53	ND	ND	ND
1 区侧壁外 30cm 处 Z4-4.3m	ND	0.48	0.45	ND	ND
2 区侧壁外 30cm 处 Z1-0.2m	7.6	ND	ND	ND	ND
2 区侧壁外 30cm 处	15.7	ND	ND	ND	ND

Z1-1.8m					
2 区侧壁外 30cm 处 Z2-0.2m	13.5	0.86	ND	ND	ND
2 区侧壁外 30cm 处 Z2-1.8m	ND	ND	ND	ND	ND
2 区侧壁外 30cm 处 Z3-0.2m	7.4	ND	ND	ND	ND
2 区侧壁外 30cm 处 Z3-1.8m	ND	ND	ND	ND	ND
2 区侧壁外 30cm 处 Z4-0.2m	11.7	ND	ND	ND	ND
2 区侧壁外 30cm 处 Z4-1.8m	15.0	ND	ND	ND	ND
2 区侧壁外 30cm 处 Z5-0.2m	ND	ND	ND	ND	ND
2 区侧壁外 30cm 处 Z5-1.8m	14.9	0.83	ND	ND	ND
3 区侧壁 Z1-0.2m	6.6	ND	ND	ND	ND
3 区侧壁 Z2-0.2m	13.5	ND	ND	ND	ND
3 区侧壁 Z3-0.2m	18.6	0.69	ND	ND	ND
3 区侧壁 Z4-0.2m	ND	ND	ND	ND	ND
3 区侧壁 Z5-0.2m	9.0	ND	ND	ND	ND
4 区侧壁外 30cm 处 Z1-0.2m	12.5	0.40	ND	ND	ND
4 区侧壁外 30cm 处 Z1-1.3m	7.9	ND	ND	ND	ND
4 区侧壁外 30cm 处 Z2-0.2m	7.4	ND	ND	ND	ND
4 区侧壁外 30cm 处 Z2-1.3m	7.5	ND	ND	ND	ND
4 区侧壁外 30cm 处 Z3-0.2m	8.0	ND	ND	ND	ND
4 区侧壁外 30cm 处 Z3-1.3m	ND	ND	ND	ND	ND
4 区侧壁外 30cm 处 Z4-0.2m	ND	ND	ND	ND	ND
4 区侧壁外 30cm 处 Z4-1.3m	ND	ND	ND	ND	ND
4 区侧壁外 30cm 处	ND	0.63	ND	ND	ND

Z5-0.2m					
4区侧壁外30cm处 Z5-1.3m	11.5	0.86	ND	ND	ND
4区侧壁外30cm处 Z6-0.2m	7.0	ND	ND	ND	ND
4区侧壁外30cm处 Z6-1.3m	ND	ND	ND	ND	ND
1区修复后 Z1-0.2m	6.7	0.62	0.47	ND	ND
1区修复后 Z1-2.5m	ND	0.32	0.41	0.24	ND
1区修复后 Z1-4.3m	ND	0.50	0.46	ND	ND
1区修复后 Z2-0.2m	7.4	0.84	ND	ND	ND
1区修复后 Z2-2.5m	16.1	0.70	ND	ND	ND
1区修复后 Z2-4.3m	ND	0.49	0.41	ND	ND
2区修复后 Z1-0.2m	13.0	0.62	0.40	ND	ND
2区修复后 Z1-1.8m	6.1	0.68	0.50	ND	ND
2区修复后 Z2-0.2m	7.0	0.42	ND	ND	ND
2区修复后 Z2-1.8m	ND	0.50	0.42	ND	ND
2区修复后 Z3-0.2m	6.2	0.45	0.38	ND	ND
2区修复后 Z3-1.8m	10.5	0.57	0.54	ND	ND
3区修复后 Z1-0.5m	29.1	ND	ND	ND	ND
4区修复后 Z1-0.2m	7.2	0.49	ND	0.24	ND
4区修复后 Z1-1.3m	7.4	0.37	0.37	0.23	ND
4区修复后 Z2-0.2m	6.9	0.47	0.42	0.24	ND
4区修复后 Z2-1.3m	8.9	0.81	0.53	ND	ND
4区修复后 Z3-0.2m	8.8	ND	ND	ND	ND
4区修复后 Z3-1.3m	59.3	0.42	0.48	ND	ND
4区修复后 Z4-0.2m	ND	0.57	0.52	0.26	ND
4区修复后 Z4-1.3m	8.8	0.49	0.39	0.24	ND

### 5.3 场地修复效果评估结论

本项目各个场地基坑及修复后土壤的检测结果显示均未超过修复目标值，修复效果评估均达到《茌平县污染场地修复技术方案》中的土壤修复质量要求。

### 5.4 危险废物清运及处置情况

本项目治理过程中存在一定量的危险废物，在环境监理监督见证下，施工单位先后经过测量、清挖、封装、暂存等工序后，最后向环保局申请五联单并开展了危

险废物的外运和处置工作。

根据最终统计，本项目共收集危险废物液态 400kg，固态 94.64 吨，交由有运输资质单位江苏金豫港物流有限公司运至由有危险废物处置资质单位山东平福环境服务有限公司进行安全处置。

## 5.5 二次污染监测

根据 2018 年 12 月 29 日生态环境部最新发布实施的《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》要求，对本项目场地可能造成二次污染的区域进行布点与样品采集。

### 1、评估范围

(1) 土壤修复效果评估范围应包括修复过程中的潜在二次污染区域。

(2) 潜在二次污染区域包括：污染土壤暂存区、修复设施所在区、固体废弃物或危险废物堆存区、运输车辆临时道路、土壤或地下水待检区、废水暂存处理区、修复过程中污染物迁移的区域、其他可能的二次污染区域。

### 2、采样节点

(1) 潜在二次污染区域土壤应在此区域开发使用之前进行采样。

(2) 可根据工程进度对潜在二次污染区域进行分批次采样。

### 3、布点数量与位置

(1) 潜在二次污染区域土壤原则上根据修复设施设置、潜在二次污染来源等资料判断布点，也可采用系统布点法设置采样点，采样点数量参照表 1。

(2) 潜在二次污染区域样品以去除杂质后的土壤表层样为主（0~20cm），不排除深层采样。

工程结束后，对污染场地道路和修复范围外附近区域进行了土壤样品采集。监测结果见表 5-11。检测结果均低于选用筛选值。结果表明，本工程施工期间未对场地道路和修复范围外附近区域土壤造成二次污染。

表 5-10 土壤二次污染检测结果

区域	检测结果					是否满低于 筛选值
	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	苯并(a)蒽	苯并(b)荧 蒽	苯并(a)芘	二苯并 (a,h)蒽	

贾寨场地内道路	ND	ND	ND	ND	ND	是
贾寨修复范围附近	12.8	ND	ND	ND	ND	是
温陈场地内道路	10.2	ND	ND	ND	ND	是
温陈修复范围附近	ND	ND	ND	ND	ND	是

针对可能产生土壤二次污染区域（场地道路及修复范围外附近区域）采集土壤样品，共采集 4 组检测样品，1 组土壤平行样，原样和平行样均未检出，不计算 RPD 值。

## 6 补充监测情况

### 6.1 补充监测方案

根据本项目效果评估报告技术评审意见,对场地内及周边土壤和地下水进行了补测,具体监测方案如下。

1、水质点位和监测因子:贾寨和温陈两个场地各布设上游、下游、场地内三口水井。

场地	贾寨镇			温陈办事处		
点位	上游 W1	场地 W2	下游 W3	上游 W4	场地 W5	下游 W6
监测因子	pH、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽、石油类					

2、周边附近土壤及监测因子:根据专家意见,在贾寨和温陈两个场地四周各布设4个土壤点位,分层采样,采样深度为修复最大深度。贾寨2层,温陈3层,共20个样品。考虑修复后土壤中中间产物,增测pH、硫酸盐、重金属。

场地	点位	编号	监测因子
贾寨镇	B1	B1-0.3	pH、硫酸盐、重金属、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽、总石油烃
		B1-1.5	
	B2	B2-0.3	
		B2-1.5	
	B3	B3-0.3	
		B3-1.5	
	B4	B4-0.3	
		B4-1.5	
温陈办事处	B5	B5-0.3	

		B5-2.5	
		B5-5.0	
		B6-0.3	
	B6	B6-2.5	
		B6-5.0	
		B7-0.3	
	B7	B7-2.5	
		B7-5.0	
		B8-0.3	
	B8	B8-2.5	
		B8-5.0	

3、场地内点位及监测因子：根据专家意见，对监测结果接近修复目标值的15个样品进行复测。

编号	原编号	位置	监测因子
F1	5	2区坑底 Z1-0.3m	pH、重金属、苯并(a)蒽、 苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、 二苯并(a,h)蒽、总石油烃
F2	7	2区坑底 Z2-0.3m	
F3	12	3区基坑 Z2-0.2m	
F4	13	3区基坑 Z3-0.2m	
F5	36	2区侧壁外 30cm 处 Z2-0.2m	
F6	43	2区侧壁外 30cm 处 Z5-1.8m	
F7	58	4区侧壁外 30cm 处 Z5-1.3m	
F8	修复 2	1区修复后 Z1-2.5m	
F9	修复 4	1区修复后 Z2-0.2m	
F10	修复 14	4区修复后 Z1-0.2m	
F11	修复 15	4区修复后 Z1-1.3m	
F12	修复 16	4区修复后 Z2-0.2m	

F13	修复 17	4 区修复后 Z2-1.3m	
F14	修复 20	4 区修复后 Z4-0.2m	
F15	修复 21	4 区修复后 Z4-1.3m	

4、场地内清洁土与修复土接触层及监测因子：考虑修复后场地平整度和钻机采样深度有一定误差，为了保证修复后样品的代表性，在清洁土与修复土接触层下 0.5m 补测一层样品。

编号	位置	监测因子
F16	1 区修复后 Z1-0.5m	pH、硫酸盐、重金属、苯并(a)蒽、 苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并 (a,h)蒽、总石油烃
F17	1 区修复后 Z2-0.5m	
F18	2 区修复后 Z1-0.5m	
F19	2 区修复后 Z2-0.5m	
F20	2 区修复后 Z3-0.5m	
F21	4 区修复后 Z1-0.5m	
F22	4 区修复后 Z2-0.5m	
F23	4 区修复后 Z3-0.5m	
F24	4 区修复后 Z4-0.5m	

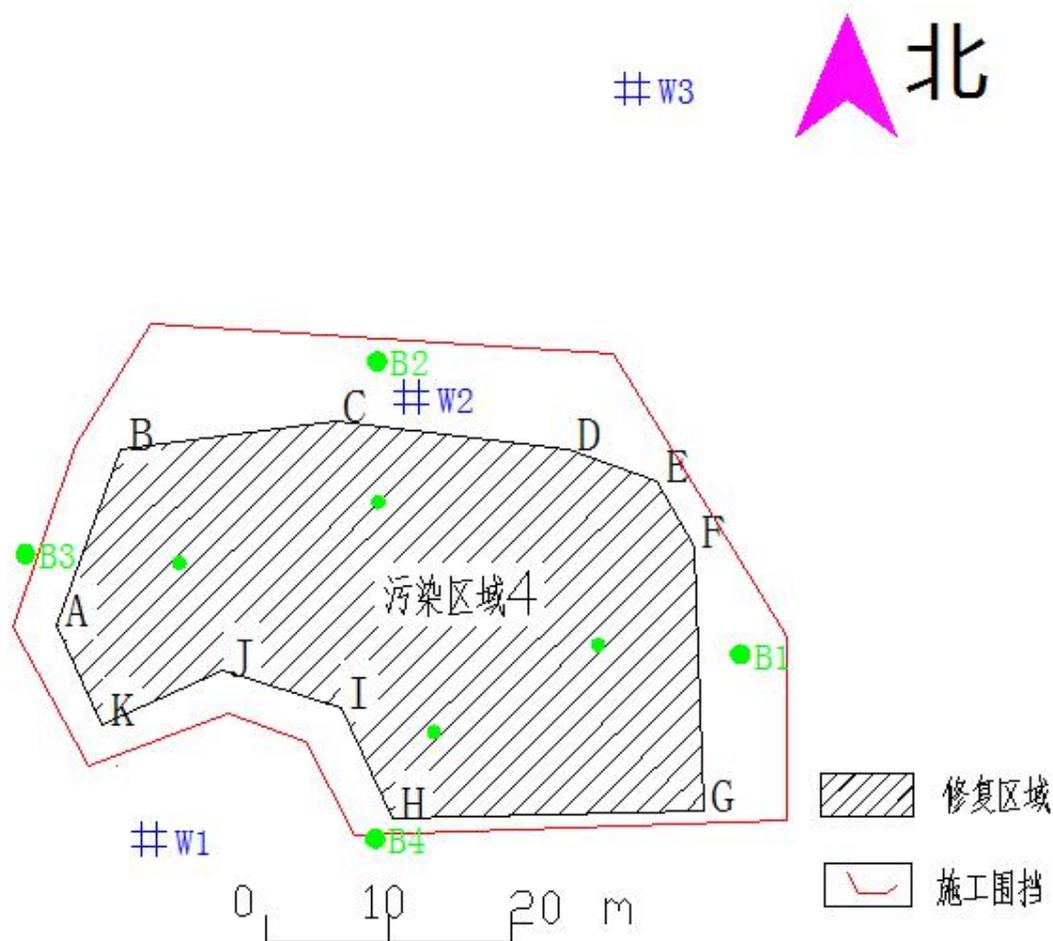


图1 贾寨镇布点图

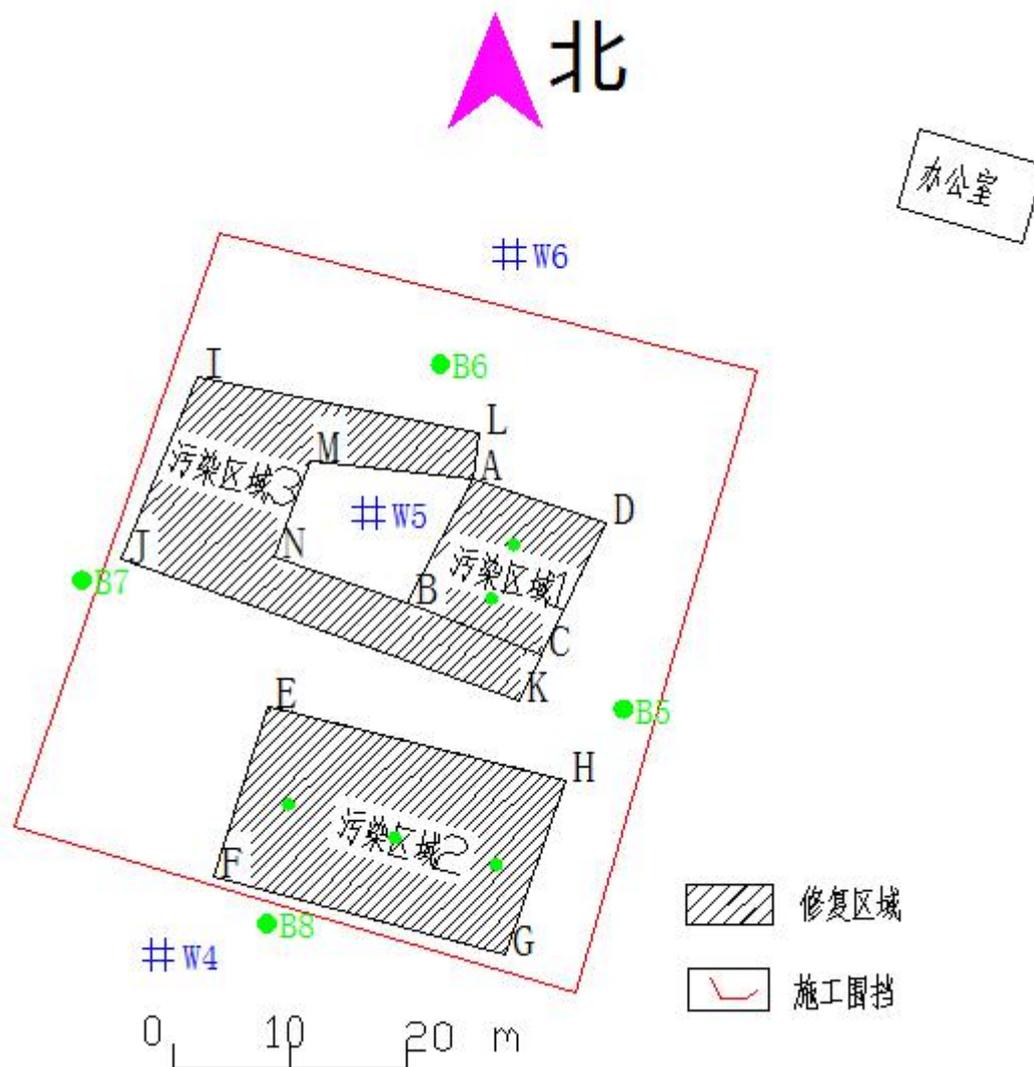


图2 温陈办事处布点图





土壤采集照片



地下水采集照片

## 6.2 补充监测结果

### 6.2.1 地下水监测结果

表 6-1 地下水监测结果

检测项目	单位	检出限	测定值						标准值
			W1	W2	W3	W4	W5	W6	
pH 值	无量纲	/	7.15	7.03	6.95	7.32	6.87	7.23	6.5-8.5
氨氮	mg/L	0.025	7.69	9.82	5.01	14.4	20.1	17.6	0.5

茌平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地污染土壤修复工程效果评估报告

硝酸盐	mg/L	0.016	0.366	0.337	0.346	71.7	75.4	84.0	20
亚硝酸盐	mg/L	0.016	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1
溶解性总固体	mg/L	/	1.39×10 <sup>3</sup>	1.51×10 <sup>3</sup>	789	4.05×10 <sup>3</sup>	1.78×10 <sup>3</sup>	1.44×10 <sup>3</sup>	1000
高锰酸盐指数	mg/L	0.5	13.3	3.5	2.5	3.1	4.8	3.4	3
硫酸盐	mg/L	0.018	153	265	169	459	689	822	250
氯化物	mg/L	0.007	288	295	296	146	151	163	250
铁	μg/L	0.82	ND	ND	ND	58.8	73.5	57.5	300
锰	μg/L	0.12	41.7	63.1	38.5	236	310	238	100
镉	μg/L	0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5
铅	μg/L	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND	10
砷	μg/L	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	10
汞	μg/L	0.04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1
六价铬	mg/L	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05
石油类	mg/L	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3
苯并(a)蒽	μg/L	7.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—
苯并(b)荧蒽	μg/L	4.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—
苯并(a)芘	μg/L	2.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—
二苯并(a,h)蒽	μg/L	2.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—

由监测结果可知，温陈办事处场地地下水的上游、场地内、下游均有氨氮、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物均存在不同程度超标情况，其余项目均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准。

贾寨场地地下水的上游、场地内、下游均有氨氮、硝酸盐、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、锰均存在不同程度超标情况，其余项目均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准。

超标原因分析：根据收集茌平县水文地质资料，茌平县存在咸水区，主要分

布在温陈办事处北部、冯屯镇何管屯-唐洼、韩屯镇北部原张营乡一带、赵官屯以南至乐平镇 105 国道以西。本场地超标因子均与当地水文地质条件有关。

## 6.2.2 土壤监测结果

表 6-2 土壤监测结果

检测项目	单位	检出限	测定值					
			B1-0.3	B1-1.5	B2-0.3	B2-1.5	B3-0.3	B3-1.5
pH 值	无量纲	/	8.34	8.35	8.38	8.39	8.32	8.31
硫酸盐	mg/kg	50.0	$4.37 \times 10^3$	78.0	$1.45 \times 10^3$	$4.64 \times 10^3$	$2.56 \times 10^3$	521
砷	mg/kg	0.01	6.90	8.23	7.42	7.21	6.84	6.33
镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
铜	mg/kg	0.6	31.8	40.0	32.4	36.2	30.6	22.9
铅	mg/kg	2	8	8	9	8	7	7
镍	mg/kg	1	18	19	16	16	15	15
汞	mg/kg	0.002	0.115	0.070	0.122	0.068	0.069	0.066
六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
石油烃(C10-C40)	mg/kg	6.0	56.2	29.1	8.7	9.8	ND	21.1
苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.38	0.69	ND	ND	ND	0.37

苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	0.38	ND	ND	ND	ND	ND
苯并(a)芘	mg/kg	0.17	0.16	ND	ND	ND	ND	ND
二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND
检测项目	单位	检出限	测定值					
			B4-0.3	B4-1.5	B5-0.3	B5-2.5	B5-5.0	B6-0.3
pH 值	无量纲	/	8.31	8.35	8.26	8.39	8.34	8.32
硫酸盐	mg/kg	50.0	635	$4.29 \times 10^3$	$1.42 \times 10^3$	$4.70 \times 10^3$	$1.83 \times 10^3$	780
砷	mg/kg	0.01	6.78	7.27	6.85	7.04	7.46	6.69
镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
铜	mg/kg	0.6	27.1	33.5	27.4	31.6	27.4	32.0
铅	mg/kg	2	8	8	7	7	7	7
镍	mg/kg	1	15	16	14	15	15	17
汞	mg/kg	0.002	0.077	0.075	0.066	0.093	0.085	0.074
六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
石油烃(C10-C40)	mg/kg	6.0	19.9	30.4	22.1	23.0	29.6	24.0

苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.29	0.41	ND	0.56	0.74	ND
苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND
检测项目	单位	检出限	测定值					
			B6-2.5	B6-5.0	B7-0.3	B7-2.5	B7-5.0	B8-0.3
pH 值	无量纲	/	8.28	8.30	8.33	8.36	8.36	8.41
硫酸盐	mg/kg	50.0	$1.80 \times 10^3$	501	22.7	$3.09 \times 10^3$	$4.42 \times 10^3$	$2.67 \times 10^3$
砷	mg/kg	0.01	8.17	8.12	6.86	7.15	6.52	7.49
镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
铜	mg/kg	0.6	25.5	34.7	28.1	35.5	26.4	29.0
铅	mg/kg	2	9	9	7	8	8	8
镍	mg/kg	1	16	17	14	15	15	15
汞	mg/kg	0.002	0.069	0.108	0.067	0.079	0.077	0.074
六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND

石油烃(C10-C40)	mg/kg	6.0	18.0	19.0	20.1	26.9	26.7	20.7
苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	0.68	ND	ND	ND	0.72
苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	0.28	ND	ND	ND	ND
苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND
检测项目	单位	检出限	测定值					
			B8-2.5	B8-5.0	2区坑底 Z1-0.3m	2区坑底 Z2-0.3m	3区基坑 Z2-0.2m	3区基坑 Z3-0.2m
pH 值	无量纲	/	8.36	8.31	8.37	8.37	8.36	8.34
硫酸盐	mg/kg	50.0	$1.15 \times 10^3$	$1.33 \times 10^3$	$3.01 \times 10^3$	$2.86 \times 10^3$	$1.57 \times 10^3$	162
砷	mg/kg	0.01	7.04	7.13	6.93	7.97	7.30	7.13
镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
铜	mg/kg	0.6	35.1	38.2	27.0	29.2	28.8	24.2
铅	mg/kg	2	7	8	7	9	8	8
镍	mg/kg	1	14	14	14	16	15	15
汞	mg/kg	0.002	0.075	0.083	0.078	0.151	0.070	0.076

六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
石油烃(C10-C40)	mg/kg	6.0	28.4	26.5	37.1	10.7	8.0	16.3
苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.79	0.53	0.30	ND	0.65	ND
苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND
检测项目	单位	检出限	测定值					
			2区侧壁外30cm处 Z2-0.2m	2区侧壁外30cm处 Z5-1.8m	4区侧壁外30cm处 Z5-1.3m	1区修复后 Z1-2.5m	1区修复后 Z2-0.2m	4区修复后 Z1-0.2m
pH值	无量纲	/	8.44	8.42	8.41	8.38	8.39	8.35
硫酸盐	mg/kg	50.0	408	$4.33 \times 10^3$	$3.88 \times 10^3$	$4.84 \times 10^3$	85.6	$3.94 \times 10^3$
砷	mg/kg	0.01	7.29	6.78	9.45	7.69	7.88	7.39
镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
铜	mg/kg	0.6	29.7	31.3	27.2	29.6	29.8	28.4
铅	mg/kg	2	9	10	8	8	8	8
镍	mg/kg	1	16	15	15	16	16	15

汞	mg/kg	0.002	0.076	0.075	0.119	0.135	0.110	0.109
六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
石油烃(C10-C40)	mg/kg	6.0	ND	25.8	14.6	11.2	19.0	11.3
苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.83	ND	0.50	ND	0.56	0.78
苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	0.25	ND
二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND
检测项目	单位	检出限	测定值					
			4区修复后 Z1-1.3m	4区修复后 Z2-0.2m	4区修复后 Z2-1.3m	4区修复后 Z4-0.2m	4区修复后 Z4-1.3m	1区修复后 Z1-0.5m
pH值	无量纲	/	8.37	8.34	8.37	8.44	8.40	8.37
硫酸盐	mg/kg	50.0	675	31.3	$2.97 \times 10^3$	625	$1.07 \times 10^3$	31.2
砷	mg/kg	0.01	7.87	6.71	7.47	7.32	7.22	7.07
镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
铜	mg/kg	0.6	32.5	26.2	31.7	47.7	33.8	37.1
铅	mg/kg	2	9	8	9	9	10	9

镍	mg/kg	1	17	14	16	24	18	17
汞	mg/kg	0.002	0.104	0.121	0.113	0.138	0.153	0.097
六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
石油烃(C10-C40)	mg/kg	6.0	23.1	28.3	25.0	16.1	ND	15.8
苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.62	0.46	0.71	0.80	ND	0.27
苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND
检测项目	单位	检出限	测定值					
			1区修复后 Z2-0.5m	2区修复后 Z1-0.5m	2区修复后 Z2-0.5m	2区修复后 Z3-0.5m	4区修复后 Z1-0.5m	4区修复后 Z2-0.5m
pH值	无量纲	/	8.36	8.36	8.14	8.28	8.25	8.31
硫酸盐	mg/kg	50.0	$5.04 \times 10^3$	$4.49 \times 10^3$	$1.47 \times 10^3$	$3.20 \times 10^3$	15.5	$4.38 \times 10^3$
砷	mg/kg	0.01	7.16	6.81	6.91	7.56	7.37	7.66
镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
铜	mg/kg	0.6	26.7	28.4	35.9	34.2	28.3	29.0

铅	mg/kg	2	8	8	8	9	8	9
镍	mg/kg	1	15	15	18	17	15	17
汞	mg/kg	0.002	0.119	0.105	0.121	0.116	0.128	0.131
六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
石油烃(C10-C40)	mg/kg	6.0	33.8	29.3	33.0	14.8	8.7	19.5
苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	0.43	0.54	0.31	ND	0.64
苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND
检测项目	单位	检出限	测定值					
			4区修复后 Z3-0.5m			4区修复后 Z4-0.5m		
pH 值	无量纲	/	8.31			8.34		
硫酸盐	mg/kg	50.0	$2.28 \times 10^3$			$2.54 \times 10^3$		
砷	mg/kg	0.01	7.21			8.05		
镉	mg/kg	0.09	ND			ND		

铜	mg/kg	0.6	32.5	43.4
铅	mg/kg	2	9	9
镍	mg/kg	1	17	19
汞	mg/kg	0.002	0.138	0.112
六价铬	mg/kg	2	ND	ND
石油烃(C10-C40)	mg/kg	6.0	16.8	20.5
苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.72	0.73
苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND
苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND
二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND

监测结果表明,土壤重金属因子的最大检出浓度均能满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)表1第一类用地筛选值要求。

本项目各个场地多环芳烃和总石油烃检测结果显示均未超过修复目标值,修复效果评估均达到《茌平县污染场地修复技术方案》中的土壤修复质量要求。

本项目加测中间产物,pH呈碱性,硫酸盐浓度偏大。

《农业环境与发展》2013年8月第30卷第4期发表《原位化学氧化技术过硫酸钠使用后残留硫酸盐的影响探讨》作者王孙嶮,汪福旺,韩进等。

原位化学氧化修复技术中过硫酸钠的使用产生了一定量的硫酸盐,这类硫酸盐对后续土壤修复及周边环境的影响逐渐受到人们的关注。对于硫酸盐的一些土壤特性及其测定已经建立了大量的方法并拟定出台相应国家标准。国内外关于该类问题尚未存在系统性的研究和论证。

在化学氧化修复过程中,过硫酸钠的注入使得土壤及周边水体中残留部分硫酸盐,随着重力沉降及地下水流动等综合作用与周围环境充分接触,由此而带来的系列问题存在一定的利弊性,在某些情况下能够带来积极的作用,而另一些情况下会产生消极的影响。硫酸根离子能够与钙离子、钡离子等形成稳定的沉淀,因此可以使用氧化钙对土壤修复过程中产生的硫酸盐进行控制,使其生产硫酸盐沉淀从而以稳定态沉积在土壤中,也可以根据场地的实际情况,合理利用硫酸盐,结合其他方法形成进一步的修复作用,以废治废,达到更好的修复效果。

在进行土壤修复及对周边环境影响进行评价时,可以根据实际情况进行判断。当硫酸盐的存在对场地的进一步生物修复产生积极的作用,若可促进硫酸盐还原菌的代谢从而进一步降解土壤中的特征污染物,或者为其他微生物的代谢提供充足的电子供、受体时,无需专门的应对措施。当硫酸盐的存在对该场地今后的使用不存在影响时,如该场地今后使用过程中不涉及到堆放或者生产易受到硫酸盐还原菌降解的产品时,无需专门的应对措施。

根据土地用地性质,该场地为农田,《中国农业科学》1989年发表《长期施用硫酸盐肥料对土壤性质和水稻生长的影响》作者刘更另,李绪花,秦道珠。对连续施用10年硫酸盐肥料的盆栽土中,8kg盆栽土中添加4.0g硫酸盐。实验

结果：硫酸盐肥料对第四纪红色粘土上发育的水稻土的某些基本性质有不同程度的影响：①在不投入有机肥的条件下，单施化学肥料（硫酸盐肥料），10年来土壤高机质没有出现耗损缺，能保持平衡；②全量氮、磷、钾养分，没有明显的变化；③有效氮磷钾有增多的趋势。特别是缓效钾增加很多。土壤中  $SO_4^{2-}$  的累积可以活化粘土矿物晶格中所固结的钾素；④土壤中有效硫有积累，但土壤 pH 值没有明显改变。也没有发现硫的毒害。

对照《山东省人民政府关于公布地下水超采区、限采区和禁采区的通知》，本项目所在区域属于浅层地下水限采区，深层地下水禁采区，场地内地下水是限制和禁止开采使用的。

综上所述，考虑到原位化学氧化土壤修复技术主要针对污染场地的修复，土壤修复时间相对较短，产生的游离硫酸盐浓度相对较低，土壤修复后的污染场地环境相对稳定，因此原位化学氧化土壤修复技术中过硫酸钠的使用不会给周围环境和场地的后续使用带来消极的影响。

### 6.2.3 实验室分析质量控制

#### ① 实验室内部质量控制

样品分析质量控制由第三方实验室保证。为了保证分析样品的准确性，除了实验室已经过 CMA 认证，仪器按照规定定期校正外，在进行样品分析时还对各环节进行质量控制，随时检查和发现分析测试数据是否受控（主要通过标准曲线、精密度、准确度等）。每个测定项目计算结果要进行复核，保证分析数据的可靠性和准确性。

实验室每 20 个样品提供一组方法空白，实验室控制样，样品平行，样品加标和加标平行结果，结果都符合实验室的日常质量要求，同时对于半挥发性有机物每个还提供了替代物作为回收率示踪物。

#### ② 现场质量控制样品检测结果分析

通过原始样和平行样的相对分析误差（RPD）来评价从采样到样品运输、贮存和数据分析等不同阶段的质量控制效果，RPD 目标值要求重金属不超过  $\pm 20\%$ ，有机物不超过  $\pm 30\%$ 。对于检出浓度低于检测限 10 倍的参数，其相对分析误差未

计算，或者可以接受更高的 RPD。RPD 计算公式如下：

$$RPD = \frac{|C_{i1} - C_{i0}|}{(C_{i1} + C_{i0})/2} \times 100\%$$

式中：C<sub>i1</sub>—某平行样 i 中某检测项目的检出浓度；

C<sub>i0</sub>—平行样 i 对应的原始样中该检测项目的检出浓度。

土壤 RPD 分析结果详见表 6-3。测定的多环芳烃、镉、六价铬和总石油烃全部小于该检测因子的检出限或小于检出限的 10 倍，表中未进行统计。

**表 6-3 土壤平行样分析结果**

检测因子	硫酸盐	砷	铜	镍	汞
土壤检出限 (ppm)	50	0.01	0.6	1	0.002
外控 1	84.1	7.45	38.5	19	0.063
B1-1.5	78.0	8.23	40.0	19	0.070
<b>RPD (%)</b>	<b>7.53</b>	<b>9.95</b>	<b>3.82</b>	—	<b>10.53</b>
外控 2	2210.00	7.92	32.5	16	0.084
B5-5.0	1830.00	7.46	27.4	15	0.085
<b>RPD (%)</b>	<b>18.81</b>	<b>5.98</b>	<b>17.03</b>	<b>6.45</b>	<b>1.18</b>
外控 3	1290.00	7.28	36.4	16	0.084
B8-5.0	1330.00	7.13	38.2	14	0.083
<b>RPD (%)</b>	<b>-3.05</b>	<b>2.08</b>	<b>4.83</b>	<b>13.33</b>	<b>1.20</b>
外控 4	85.0	7.02	34.3	16	0.112
1 区修复后 Z2-0.2m	85.6	7.88	29.8	16	0.110
<b>RPD (%)</b>	<b>0.70</b>	<b>11.54</b>	<b>14.04</b>	—	<b>1.80</b>
外控 5	2970.00	7.79	33.1	16	0.112
2 区修复后 Z3-0.5m	3200.00	7.56	34.2	17	0.116
<b>RPD (%)</b>	<b>7.46</b>	<b>3.00</b>	<b>3.27</b>	<b>6.06</b>	<b>3.51</b>

根据表 6-3，土壤样品的 RPD 范围为 0%~18.81%，均低于 RPD 目标值(20%)，满足样品采集 QA/QC 的国际惯例要求。

## 7结论和建议

### 7.1效果评估结论

根据本工程施工单位-河北德诚建设有限公司编制的《竣工报告》，本工程于2018年4月11日前完成进场施工准备；2018年4月11-12日由专业资质单位对场地内危废（包括危险废物液态400kg，固态94.64吨）进行收集暂存，5月4日运离场地由山东平福环境服务有限公司接收；2018年4月13日正式开始对污染土进行修复施工，对污染区域1、2、4采用原位化学氧化技术，污染区域3采用原地异位化学氧化技术，并于4月29日完成所有污染土的修复治理工作，总修复土方量为2804.2m<sup>3</sup>（实方），场地原有污水在施工前已因自然原因蒸干；2018年5月20-21日，施工方按照《茌平县污染场地修复技术方案》要求对场地进行了清洁土覆盖。

环境监理单位为聊城市诚信建设监理有限公司，修复效果评估单位是河北省环境科学研究院。通过对修复施工单位提供的竣工报告、环境监理单位提供的环境监理工作报告以及我方修复效果评估报告，得出该修复工程修复效果评估结论如下：

1、该修复施工单位依据《茌平县污染场地修复技术方案》，对该场地目标污染物、修复范围土方量，依据规定的修复工艺和技术要求，完成了该场地污染土壤修复工作。

2、施工期间，通过对环境要素的识别，对水环境、环境空气、噪声环境、固体废物环境，施工单位开展有针对性的环保控制措施，施工过程中的环保设施健全，环保措施落实总体到位，二次污染防治措施较到位，总体满足方案中规定的管理要求，有效地降低了施工过程中的环境影响。

3、修复实施过程中，环境监理单位能够依据相关法律法规和技术导则要求，开展环境监理工作，有效保障了项目实施过程中工程量的完成、安全施工和文明施工，保障了土壤修复过程中对周边环境的影响控制。

4、依据施工方自我验收检测结果，以及本单位编制的《茌平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地污染土壤修复工程效果评估报告》，修复后土壤样品中目

标污染物的浓度均达到《茌平县污染场地修复技术方案》中提出的修复目标值，达到了修复方案要求。

## 7.2后期环境监管建议

本项目采用原位和原地异位修复技术，污染土壤修复后仍留在原地，上有清洁土覆盖层。为确保场地利用的安全性，现提出以下建议。

### 1、本场地的未来规划利用

本场地目前尚未纳入当地土地利用规划范围，在未来土地利用中，若未来场地土地利用类型发生变化，则应对本修复场地是否符合该土地利用规划的要求进行评估，必要时重新开展场地环境调查。

### 2、本次修复效果的长期有效性监测

本次修复工程已按相关要求及规范对场地进行了无害化处置，为确保本次修复的长期有效性，应对本场地周边土壤及地下水采取适当有效的监测控制手段，监测因子参照《茌平县污染场地修复技术方案》，监测频率可定为每年进行一次，依检测数据情况可对监测频次进行变更。

### 3、严防新的污染物进入

当地主管部门应配合监管部门加强对本场地的监控管理，禁止新的污染物进入本项目修复区域，再次造成环境风险。

## 附件 1：场调报告专家评审意见

### 《茌平县污染土壤环境调查及风险评估报告》

#### 专家评审意见

2017年10月31日，茌平县环保局在茌平县主持召开了《茌平县污染土壤环境调查及风险评估报告》(以下简称《报告》)专家评审会。聊城市环境保护局、茌平县环境保护局和中国恩菲工程技术有限公司的代表参会。会议邀请了3位专家组成评审组(名单附后)。会上，业主单位对场地情况进行了介绍，编制单位对《报告》的内容进行了汇报。经专家组评审和讨论，形成如下审查意见：

1、《报告》的内容和深度符合相关技术规范要求，采样方案比较合理，实验室检测和质量控制准确，总体上结果可信，该报告经修改完善后可作为下一步工作依据；

2、《报告》进一步完善项目背景，明确评估范围，增加场地及周边的土地利用现状及土地利用规划、地质、水文地质背景条件、明确场地周边水源地及生态保护红线；

3、建议《报告》把两处污染场地的地下水和土壤污染监测布点、检测结果分开分析和评价，细化评价过程与结果；

4、进一步核实污染修复范围、污水处理和土壤修复工程量。

专家组(签名): 吴晓芳

高子 张明

2017年10月31日



## 附件 2：修复技术方案专家评审意见

### 《茌平县污染场地修复技术方案》

#### 专家评审意见

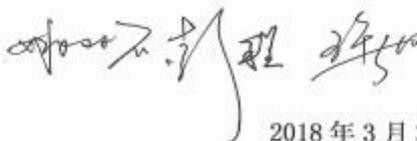
2018年3月3日，茌平县环境保护局在茌平县组织召开了《茌平县污染场地修复技术方案》（以下简称“修复方案”）专家评审会，参加会议的有聊城市环境保护局、聊城市诚信建设监理有限公司、河北德诚建设有限公司等单位代表。会议邀请了三位专家（名单附后）组成专家组进行技术审查。与会人员听取了编制单位河北德诚建设有限公司的介绍，经质询和认真讨论，形成专家评审意见如下：

一、编制单位根据《茌平县污染土壤环境调查及风险评估报告》及其专家评审意见，经现场调查核实后，编制了该修复方案。该方案技术路线合理，方案总体可行，经修改完善后可作为下一步工作依据。

#### 二、需要修改完善的主要内容

- 1、进一步完善项目背景资料，明确废水处理的对象及工程量；
- 2、细化修复模式，完善修复工程设计，核实修复药剂用量；
- 3、细化污染土壤和废水处理的效果验收内容；
- 4、完善文本和附图、附件。

专家组：



2018年3月3日

## 《茌平县污染场地修复技术方案》专家评审会专家组名单

2018年3月3日

专家组职务	姓名	单位	职称	签字
组长	姚珏君	北京市环境保护科学研究院	正高工	
组员	彭程	山东省环境监测站	高级工程师	
	王新国	济南市环境研究院	高级工程师	



171012050549



# 检 测 报 告

报告编号：HX19010057



委托单位： 聊城市环境科学工程设计院环境检测中心

检测类别： 委托检测

报告日期： 2019年1月23日

委托单位	聊城市环境科学工程设计院环境检测中心		
单位地址	山东省聊城市高新区环保科技园黄山路与聊牛路交叉口		
联系人	吴文虎	联系电话	18806358778
检测周期	2019.1.10~2019.1.16		
样品信息	土壤: 95个		
检测内容	土壤: 苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽、石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )		
检测依据	土壤和沉淀物 多环芳烃的测定 气相色谱-质谱法 HJ 805-2016 土壤中石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )含量的测定 气相色谱法 ISO 16703:2011		
检测仪器	气质联用仪 GCMS-QP2020型 A-1-067、气相色谱仪 GC-2014型 A-1-078		
检测结论	1、具体检测数据见第3-8页; 2、本次检测仅对来样负责。		

编制:

刘小星

审核:

李超

签发:



声明:

- 一、 该报告基于客户委托的测试项目。
- 二、 本报告无苏州汉宣检验检测专用章无效。
- 三、 未经苏州汉宣书面许可, 本报告不可部分被复制。
- 四、 未经苏州汉宣书面许可, 本报告不得用于广告。
- 五、 任何其他第三方机构都不能通过苏州汉宣获取此报告, 除非此机构持有客户的书面说明授权苏州汉宣给予其报告。
- 六、 如对本报告中检验结果有异议, 请于收到报告之日起样品有效期十五天内向本公司以书面方式提出, 逾期不予受理。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	1	2	3	4	5	6
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	6.1	ND	7.8	ND	ND	ND
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	ND	0.63	ND	ND	ND
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	0.44	ND	0.43	ND
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	0.25	ND
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	7	8	9	10	11	12
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	15.3	ND	8.1	ND	20.4	12.2
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.83	ND	ND	ND	0.72	0.84
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	0.57	0.57
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	13	14	15	16	17	18
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	10.6	26.4	9.6	6.2	ND	9.6
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.46	0.39	ND	0.79	ND	ND
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	0.26	ND	ND	ND	ND	ND
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	19	20	21	22	23	24
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	6.3	ND	ND	6.1	ND	ND
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.68	0.58	ND	ND	ND	0.55
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	25	26	27	28	29	30
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	13.2	ND	14.9	ND	ND	10.5
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	ND	ND	ND	0.52	0.57
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	0.44	0.54
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	31	32	33	34	35	36
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	ND	8.7	ND	7.6	15.7	13.5
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.48	0.53	0.48	ND	ND	0.86
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	0.43	ND	0.45	ND	ND	ND
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	37	38	39	40	41	42
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	ND	7.4	ND	11.7	15.0	ND
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	43	44	45	46	47	48
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	14.9	6.6	13.5	18.6	ND	9.0
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.83	ND	ND	0.69	ND	ND
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	49	50	51	52	53	54
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	12.5	7.9	7.4	7.5	8.0	ND
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.40	ND	ND	ND	ND	ND
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	55	56	57	58	59	60
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	ND	ND	ND	11.5	7.0	ND
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	ND	0.63	0.86	ND	ND
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	61	62	63	64	修复1	修复2
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	ND	12.8	10.2	ND	6.7	ND
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	ND	ND	ND	0.62	0.32
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	0.47	0.41
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	0.24
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	修复3	修复4	修复5	修复6	修复7	修复8
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	ND	7.4	16.1	ND	13.0	6.1
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.50	0.84	0.70	0.49	0.62	0.68
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	0.46	ND	ND	0.41	0.40	0.50
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	修复9	修复10	修复11	修复12	修复13	修复14
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	7.0	ND	6.2	10.5	29.1	7.2
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.42	0.50	0.45	0.57	ND	0.49
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	0.42	0.38	0.54	ND	ND
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	0.24
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	修复15	修复16	修复17	修复18	修复19	修复20
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	7.4	6.9	8.9	8.8	59.3	ND
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.37	0.47	0.81	ND	0.42	0.57
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	0.37	0.42	0.53	ND	0.48	0.52
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	0.23	0.24	ND	ND	ND	0.26
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	修复21	外控1	外控2	外控3	外控4	外控5
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	8.8	ND	ND	8.9	8.6	ND
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.49	0.45	ND	ND	ND	ND
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	0.39	0.46	ND	ND	ND	ND
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	0.24	ND	ND	ND	ND	ND
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	外控6	外控7	外控8	外控9	外控10	/
			送样日期	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	2019.1.10	/
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	13.7	10.3	ND	ND	ND	/
2	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	ND	ND	ND	ND	/
3	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	/
4	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	/
5	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	/

备注: ND表示未检出, 即检测结果低于方法检出限。

质量控制结果统计表

类别	项目	样品数 (个)	平行样						加标回收			全程空白		有证标准物质		
			现场平行		实验室平行		检查数 (个)	检查率 %	合格 率%	检查数 (个)	检查率 %	合格 率%	检查数 (个)	合格数 (个)	检测值 (mg/kg)	标准值 (mg/kg)
			检查数 (个)	检查率 %	合格率 %	检查数 (个)										
土壤	多环芳烃	95	/	/	/	10	11	100	10	11	100	/	/	/	/	
	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	95	/	/	/	10	11	100	5	5	100	/	/	/	/	

质量控制表 (有机类分析)

质控类别: 精密度

样品类别: 土壤

分析参数: 石油烃

序号	样品名称	检测项目	单位	方法 检出限	平行样结果			RSD(%) 上限
					样品	平行样	RSD (%)	
1	7	石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	15.3	14.8	2.35	20
2	9	石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	8.1	6.9	11.3	20
3	13	石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	10.6	10.1	3.42	20
4	19	石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	6.3	6.7	4.35	20
5	36	石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	13.5	12.2	7.15	20
6	43	石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	14.9	15.1	0.94	20
7	53	石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	8.0	7.6	3.63	20
8	60	石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	5.6	6.2	7.19	20

质量控制表 (有机类分析)

质控类别: 准确度

样品类别: 土壤

分析参数: 石油烃

序号	检测项目	单位	方法 检出限	空白样品加标结果			回收率合格 范围(%)
				加标量 ( $\mu\text{g}$ )	回收量 ( $\mu\text{g}$ )	回收率(%)	
1	石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	620	525	84.7	70-120

质量控制表(有机类分析)

质控类别: 精密度

样品类别: 土壤

分析参数: 多环芳烃

序号	检测项目	单位	方法 检出限	平行样结果			RSD(%) 上限
				样品	平行样	RSD(%)	
样品名称: 7							
1	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.83	0.76	6.23	20
2	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
3	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
4	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	--	20

质量控制表(有机类分析)

质控类别: 精密度

样品类别: 土壤

分析参数: 多环芳烃

序号	检测项目	单位	方法 检出限	平行样结果			RSD(%) 上限
				样品	平行样	RSD(%)	
样品名称: 9							
1	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	ND	--	20
2	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
3	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
4	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	--	20

质量控制表(有机类分析)

质控类别: 精密度

样品类别: 土壤

分析参数: 多环芳烃

序号	检测项目	单位	方法 检出限	平行样结果			RSD(%) 上限
				样品	平行样	RSD(%)	
样品名称: 13							
1	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	0.46	0.47	1.52	20
2	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
3	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	0.26	0.25	2.77	20
4	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	--	20

质量控制表(有机类分析)

质控类别: 精密度

样品类别: 土壤

分析参数: 多环芳烃

序号	检测项目	单位	方法 检出限	平行样结果			RSD(%) 上限
				样品	平行样	RSD(%)	
样品名称: 36							
1	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	ND	--	20
2	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
3	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
4	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	--	20

质量控制表(有机类分析)

质控类别: 精密度

样品类别: 土壤

分析参数: 多环芳烃

序号	检测项目	单位	方法 检出限	平行样结果			RSD(%) 上限
				样品	平行样	RSD(%)	
样品名称: 37							
1	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	ND	--	20
2	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
3	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
4	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	--	20

质量控制表(有机类分析)

质控类别: 精密度

样品类别: 土壤

分析参数: 多环芳烃

序号	检测项目	单位	方法 检出限	平行样结果			RSD(%) 上限
				样品	平行样	RSD(%)	
样品名称: 53							
1	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	ND	--	20
2	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
3	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
4	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	--	20

质量控制表(有机类分析)

质控类别: 精密度

样品类别: 土壤

分析参数: 多环芳烃

序号	检测项目	单位	方法 检出限	平行样结果			RSD(%) 上限
				样品	平行样	RSD(%)	
样品名称: 59							
1	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	ND	--	20
2	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
3	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
4	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	--	20

质量控制表(有机类分析)

质控类别: 精密度

样品类别: 土壤

分析参数: 多环芳烃

序号	检测项目	单位	方法 检出限	平行样结果			RSD(%) 上限
				样品	平行样	RSD(%)	
样品名称: 60							
1	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	ND	--	20
2	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
3	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
4	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	--	20

质量控制表(有机类分析)

质控类别: 精密度

样品类别: 土壤

分析参数: 多环芳烃

序号	检测项目	单位	方法 检出限	平行样结果			RSD(%) 上限
				样品	平行样	RSD(%)	
样品名称: 63							
1	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	ND	ND	--	20
2	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
3	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	ND	ND	--	20
4	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	ND	ND	--	20

质量控制表(有机类分析)

质控类别: 准确度

样品类别: 土壤

分析参数: 多环芳烃

序号	检测项目	单位	方法 检出限	空白样品加标结果			回收率合格 范围(%)
				加标量 ( $\mu\text{g}$ )	回收量 ( $\mu\text{g}$ )	回收率(%)	
1	苯并(a)蒽	mg/kg	0.12	20.0	22.6	113	50-130
2	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.17	20.0	21.2	106	50-130
3	苯并(a)芘	mg/kg	0.17	20.0	22.0	110	50-130
4	二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.13	20.0	20.3	102	50-130

\*\*\*\*\*报告结束\*\*\*\*\*



# 检 测 报 告

报告编号：HX19020269



检测类别： 委托检测

项目名称： 在平县贾寨镇、温陈办事处两块污染场地修复验收监测项目

委托单位： 聊城市环境科学工程设计院环境检测中心

## 检测报告说明

- 一、 本报告基于客户委托的测试项目。
- 二、 本报告无苏州汉宣检验检测专用章无效。
- 三、 本报告中“ND”表示检测结果低于方法检出限。
- 四、 未经苏州汉宣书面许可，本报告不可部分被复制。
- 五、 未经苏州汉宣书面许可，本报告不得用于广告。
- 六、 由委托单位自行送样的样品，本次检测仅对送检样品检测数据负责。
- 七、 任何其他第三方机构都不能通过苏州汉宣获取此报告，除非此机构持有客户的书面说明授权苏州汉宣给予其报告。
- 八、 如对本报告中检验结果有异议，请于收到报告之日起样品有效期十五天内向本公司以书面方式提出，逾期不予受理。

委托单位	聊城市环境科学工程设计院环境检测中心		
单位地址	山东省聊城市高新区环保科技园黄山路与聊牛路交叉口		
联系人	吴文虎	联系电话	18806358778
送样人员	吴文虎	送样日期	2019.2.27
检测日期	2019.2.27-2019.3.9		
检测人员	苏州实验室: 朱兵、殷成杰等; 常熟实验室: 穆颖洁、顾鹏飞等		
样品信息	地下水: 6个, 土壤: 49个		
检测内容	<p>(1) 地下水: pH值、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、石油类、铁、锰、镉、六价铬、铅、砷、汞、半挥发有机物</p> <p>(2) 土壤: pH值、硫酸盐、镉、汞、砷、铅、镍、铜、六价铬、多环芳烃、石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)</p>		

编制: 刘亚坤

审核: 李超

签发: 徐伟

签发日期: 2019.3.18



### 检查结果

样品类别: 地下水			样品名称	W1	W2	W3	W4	W5	W6
			送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	pH值	无量纲	/	7.15	7.03	6.95	7.32	6.87	7.23
2	氨氮	mg/L	0.025	7.69	9.82	5.01	14.4	20.1	17.6
3	硝酸盐	mg/L	0.016	0.366	0.337	0.346	71.7	75.4	84.0
4	亚硝酸盐	mg/L	0.016	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	溶解性总固体	mg/L	/	$1.39 \times 10^3$	$1.51 \times 10^3$	789	$4.05 \times 10^3$	$1.78 \times 10^3$	$1.44 \times 10^3$
6	高锰酸盐指数	mg/L	0.5	13.3	3.5	2.5	3.1	4.8	3.4
7	硫酸盐	mg/L	0.018	153	265	169	459	689	822
8	氯化物	mg/L	0.007	288	295	296	146	151	163
9	铁	μg/L	0.82	ND	ND	ND	58.8	73.5	57.5
10	锰	μg/L	0.12	41.7	63.1	38.5	236	310	238
11	镉	μg/L	0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	铅	μg/L	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13	砷	μg/L	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	汞	μg/L	0.04	ND	ND	ND	ND	ND	ND
15	六价铬	mg/L	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND
16	石油类	mg/L	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND

### 检查结果

单位:  $\mu\text{g/L}$

样品类别: 地下水	样品名称	W1	W2	W3	W4	W5	W6
检测项目: 半挥发性有机物	送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27
序号	检测参数	检出限	测定值				
1	苯并(a)蒽	7.8	ND	ND	ND	ND	ND
2	苯并(b)荧蒽	4.8	ND	ND	ND	ND	ND
3	苯并(a)芘	2.5	ND	ND	ND	ND	ND
4	二苯并(a,h)蒽	2.5	ND	ND	ND	ND	ND

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	1	2	3	4	5	6
			送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	pH值	无量纲	/	8.34	8.35	8.38	8.39	8.32	8.31
2	硫酸盐	mg/kg	50.0	4.37×10 <sup>3</sup>	78.0	1.45×10 <sup>3</sup>	4.64×10 <sup>3</sup>	2.56×10 <sup>3</sup>	521
3	砷	mg/kg	0.01	6.90	8.23	7.42	7.21	6.84	6.33
4	镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	铜	mg/kg	0.6	31.8	40.0	32.4	36.2	30.6	22.9
6	铅	mg/kg	2	8	8	9	8	7	7
7	镍	mg/kg	1	18	19	16	16	15	15
8	汞	mg/kg	0.002	0.115	0.070	0.122	0.068	0.069	0.066
9	六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	56.2	29.1	8.7	9.8	ND	21.1

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	7	8	9	10	11	12
			送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	pH值	无量纲	/	8.31	8.35	8.26	8.39	8.34	8.32
2	硫酸盐	mg/kg	50.0	635	4.29×10 <sup>3</sup>	1.42×10 <sup>3</sup>	4.70×10 <sup>3</sup>	1.83×10 <sup>3</sup>	780
3	砷	mg/kg	0.01	6.78	7.27	6.85	7.04	7.46	6.69
4	镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	铜	mg/kg	0.6	27.1	33.5	27.4	31.6	27.4	32.0
6	铅	mg/kg	2	8	8	7	7	7	7
7	镍	mg/kg	1	15	16	14	15	15	17
8	汞	mg/kg	0.002	0.077	0.075	0.066	0.093	0.085	0.074
9	六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	19.9	30.4	22.1	23.0	29.6	24.0

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	13	14	15	16	17	18
			送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	pH值	无量纲	/	8.28	8.30	8.33	8.36	8.36	8.41
2	硫酸盐	mg/kg	50.0	1.80×10 <sup>3</sup>	501	22.7	3.09×10 <sup>3</sup>	4.42×10 <sup>3</sup>	2.67×10 <sup>3</sup>
3	砷	mg/kg	0.01	8.17	8.12	6.86	7.15	6.52	7.49
4	镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	铜	mg/kg	0.6	25.5	34.7	28.1	35.5	26.4	29.0
6	铅	mg/kg	2	9	9	7	8	8	8
7	镍	mg/kg	1	16	17	14	15	15	15
8	汞	mg/kg	0.002	0.069	0.108	0.067	0.079	0.077	0.074
9	六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	18.0	19.0	20.1	26.9	26.7	20.7

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	19	20	21	22	23	24
			送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	pH值	无量纲	/	8.36	8.31	8.37	8.37	8.36	8.34
2	硫酸盐	mg/kg	50.0	1.15×10 <sup>3</sup>	1.33×10 <sup>3</sup>	3.01×10 <sup>3</sup>	2.86×10 <sup>3</sup>	1.57×10 <sup>3</sup>	162
3	砷	mg/kg	0.01	7.04	7.13	6.93	7.97	7.30	7.13
4	镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	铜	mg/kg	0.6	35.1	38.2	27.0	29.2	28.8	24.2
6	铅	mg/kg	2	7	8	7	9	8	8
7	镍	mg/kg	1	14	14	14	16	15	15
8	汞	mg/kg	0.002	0.075	0.083	0.078	0.151	0.070	0.076
9	六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	28.4	26.5	37.1	10.7	8.0	16.3

## 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	25	26	27	28	29	30
			送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	pH值	无量纲	/	8.44	8.42	8.41	8.38	8.39	8.35
2	硫酸盐	mg/kg	50.0	408	4.33×10 <sup>3</sup>	3.88×10 <sup>3</sup>	4.84×10 <sup>3</sup>	85.6	3.94×10 <sup>3</sup>
3	砷	mg/kg	0.01	7.29	6.78	9.45	7.69	7.88	7.39
4	镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	铜	mg/kg	0.6	29.7	31.3	27.2	29.6	29.8	28.4
6	铅	mg/kg	2	9	10	8	8	8	8
7	镍	mg/kg	1	16	15	15	16	16	15
8	汞	mg/kg	0.002	0.076	0.075	0.119	0.135	0.110	0.109
9	六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	ND	25.8	14.6	11.2	19.0	11.3

## 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	31	32	33	34	35	36
			送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	pH值	无量纲	/	8.37	8.34	8.37	8.44	8.40	8.37
2	硫酸盐	mg/kg	50.0	675	31.3	2.97×10 <sup>3</sup>	625	1.07×10 <sup>3</sup>	31.2
3	砷	mg/kg	0.01	7.87	6.71	7.47	7.32	7.22	7.07
4	镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	铜	mg/kg	0.6	32.5	26.2	31.7	47.7	33.8	37.1
6	铅	mg/kg	2	9	8	9	9	10	9
7	镍	mg/kg	1	17	14	16	24	18	17
8	汞	mg/kg	0.002	0.104	0.121	0.113	0.138	0.153	0.097
9	六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	23.1	28.3	25.0	16.1	ND	15.8

## 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	37	38	39	40	41	42
			送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	pH值	无量纲	/	8.36	8.36	8.14	8.28	8.25	8.31
2	硫酸盐	mg/kg	50.0	$5.04 \times 10^3$	$4.49 \times 10^3$	$1.47 \times 10^3$	$3.20 \times 10^3$	15.5	$4.38 \times 10^3$
3	砷	mg/kg	0.01	7.16	6.81	6.91	7.56	7.37	7.66
4	镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	铜	mg/kg	0.6	26.7	28.4	35.9	34.2	28.3	29.0
6	铅	mg/kg	2	8	8	8	9	8	9
7	镍	mg/kg	1	15	15	18	17	15	17
8	汞	mg/kg	0.002	0.119	0.105	0.121	0.116	0.128	0.131
9	六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	33.8	29.3	33.0	14.8	8.7	19.5

## 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	43	44	外控1	外控2	外控3	外控4
			送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	pH值	无量纲	/	8.31	8.34	8.31	8.29	8.34	8.34
2	硫酸盐	mg/kg	50.0	$2.28 \times 10^3$	$2.54 \times 10^3$	84.1	$2.21 \times 10^3$	$1.29 \times 10^3$	85.0
3	砷	mg/kg	0.01	7.21	8.05	7.45	7.92	7.28	7.02
4	镉	mg/kg	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	铜	mg/kg	0.6	32.5	43.4	38.5	32.5	36.4	34.3
6	铅	mg/kg	2	9	9	8	9	8	8
7	镍	mg/kg	1	17	19	19	16	16	16
8	汞	mg/kg	0.002	0.138	0.112	0.063	0.084	0.084	0.112
9	六价铬	mg/kg	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	16.8	20.5	32.9	17.0	20.3	ND

### 检测结果

样品类别: 土壤			样品名称	外控5	/	/	/	/	/
			送样日期	2019.2.27	/	/	/	/	/
序号	检测项目	单位	检出限	测定值					
1	pH值	无量纲	/	8.29	/	/	/	/	/
2	硫酸盐	mg/kg	50.0	2.97×10 <sup>3</sup>	/	/	/	/	/
3	砷	mg/kg	0.01	7.79	/	/	/	/	/
4	镉	mg/kg	0.09	ND	/	/	/	/	/
5	铜	mg/kg	0.6	33.1	/	/	/	/	/
6	铅	mg/kg	2	8	/	/	/	/	/
7	镍	mg/kg	1	16	/	/	/	/	/
8	汞	mg/kg	0.002	0.112	/	/	/	/	/
9	六价铬	mg/kg	2	ND	/	/	/	/	/
10	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6.0	25.6	/	/	/	/	/

**检查结果**

单位: mg/kg

样品类别: 土壤	样品名称	1	2	3	4	5	6	
检测项目: 多环芳烃	送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	
序号	检测参数	检出限	测定值					
1	苯并(a)蒽	0.12	0.38	0.69	ND	ND	ND	0.37
2	苯并(b)荧蒽	0.17	0.38	ND	ND	ND	ND	ND
3	苯并(a)芘	0.17	0.16	ND	ND	ND	ND	ND
4	二苯并(a,h)蒽	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

**检查结果**

单位: mg/kg

样品类别: 土壤	样品名称	7	8	9	10	11	12	
检测项目: 多环芳烃	送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	
序号	检测参数	检出限	测定值					
1	苯并(a)蒽	0.12	0.29	0.41	ND	0.56	0.74	ND
2	苯并(b)荧蒽	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	苯并(a)芘	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	二苯并(a,h)蒽	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

**检查结果**

单位: mg/kg

样品类别: 土壤	样品名称	13	14	15	16	17	18	
检测项目: 多环芳烃	送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	
序号	检测参数	检出限	测定值					
1	苯并(a)蒽	0.12	ND	0.68	ND	ND	ND	0.72
2	苯并(b)荧蒽	0.17	ND	0.28	ND	ND	ND	ND
3	苯并(a)芘	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	二苯并(a,h)蒽	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

**检查结果**

单位: mg/kg

样品类别: 土壤	样品名称	19	20	21	22	23	24	
检测项目: 多环芳烃	送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	
序号	检测参数	检出限	测定值					
1	苯并(a)蒽	0.12	0.79	0.53	0.30	ND	0.65	ND
2	苯并(b)荧蒽	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	苯并(a)芘	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	二苯并(a,h)蒽	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

**检查结果**

单位: mg/kg

样品类别: 土壤		样品名称	25	26	27	28	29	30
检测项目: 多环芳烃		送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27
序号	检测参数	检出限	测定值					
1	苯并(a)蒽	0.12	0.83	ND	0.50	ND	0.56	0.78
2	苯并(b)荧蒽	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	苯并(a)芘	0.17	ND	ND	ND	ND	0.25	ND
4	二苯并(a,h)蒽	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

**检查结果**

单位: mg/kg

样品类别: 土壤		样品名称	31	32	33	34	35	36
检测项目: 多环芳烃		送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27
序号	检测参数	检出限	测定值					
1	苯并(a)蒽	0.12	0.62	0.46	0.71	0.80	ND	0.27
2	苯并(b)荧蒽	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	苯并(a)芘	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	二苯并(a,h)蒽	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

**检查结果**

单位: mg/kg

样品类别: 土壤		样品名称	37	38	39	40	41	42
检测项目: 多环芳烃		送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27
序号	检测参数	检出限	测定值					
1	苯并(a)蒽	0.12	ND	0.43	0.54	0.31	ND	0.64
2	苯并(b)荧蒽	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	苯并(a)芘	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	二苯并(a,h)蒽	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

**检查结果**

单位: mg/kg

样品类别: 土壤		样品名称	43	44	外控1	外控2	外控3	外控4
检测项目: 多环芳烃		送样日期	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27	2019.2.27
序号	检测参数	检出限	测定值					
1	苯并(a)蒽	0.12	0.72	0.73	0.31	ND	0.50	ND
2	苯并(b)荧蒽	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	苯并(a)芘	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	二苯并(a,h)蒽	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND

### 检查结果

单位: mg/kg

样品类别: 土壤		样品名称	外控5	/	/	/	/	/
检测项目: 多环芳烃		送样日期	2019.2.27	/	/	/	/	/
序号	检测参数	检出限	测定值					
1	苯并(a)蒽	0.12	0.36	/	/	/	/	/
2	苯并(b)荧蒽	0.17	ND	/	/	/	/	/
3	苯并(a)芘	0.17	ND	/	/	/	/	/
4	二苯并(a,h)蒽	0.13	ND	/	/	/	/	/

附表1: 质量控制结果统计表

类别	检测项目	样品数 (个)	实验室平行			加标回收			全程序空白			有证标准物质	
			检查数 (个)	检查率 %	合格率 %	检查数 (个)	检查率 %	合格率 %	检查数 (个)	合格数 (个)	检测值 ( $\mu\text{g/L}$ )	标准值 ( $\mu\text{g/L}$ )	
地下水	pH值	6	/	/	/	/	/	/	/	/	7.09 (无量纲)	7.07±0.05 (无量纲)	
	氨氮	6	1	17	100	1	17	100	/	/	/	/	
	硝酸盐	6	1	17	100	/	/	/	/	7.67mg/L	8.00±0.40mg/L		
	亚硝酸盐	6	1	17	100	/	/	/	/	0.692mg/L	0.720±0.036mg/L		
	高锰酸盐指数	6	1	17	100	/	/	/	/	4.43mg/L	4.47±0.36mg/L		
	硫酸盐	6	1	17	100	/	/	/	/	15.3mg/L	16.0±0.8mg/L		
	氯化物	6	1	17	100	1	17	100	/	/	/		
	铁	6	1	17	100	1	17	100	/	/	/		
	锰	6	1	17	100	1	17	100	/	/	/		
	镉	6	1	17	100	1	17	100	/	/	/		
	铅	6	1	17	100	1	17	100	/	/	/		
	砷	6	1	17	100	/	/	/	/	27.8	29.7±2.4		
	汞	6	1	17	100	/	/	/	/	0.582	0.601±0.072		
	六价铬	6	1	17	100	1	17	100	/	/	/		
	半挥发性有机物	6	/	/	/	1	17	100	/	/	/	/	

附表1(续): 质量控制结果统计表

类别	检测项目	样品数 (个)	实验室平行			加标回收			全程序空白		有证标准物质	
			检查数 (个)	检查率 %	合格率 %	检查数 (个)	检查率 %	合格率 %	检查数 (个)	合格数 (个)	检测值 (mg/kg)	标准值 (mg/kg)
土壤	pH值	49	/	/	/	/	/	/	/	/	7.08 (无量纲)	7.07±0.05 (无量纲)
	硫酸盐	49	5	10	100	/	/	/	/	/	/	/
	砷	49	5	10	100	5	10	100	/	/	15.4	15.8±0.9
	镉	49	5	10	100	5	10	100	/	/	/	/
	铜	49	5	10	100	5	10	100	/	/	/	/
	铅	49	5	10	100	5	10	100	/	/	/	/
	镍	49	5	10	100	5	10	100	/	/	/	/
	汞	49	5	10	100	5	10	100	/	/	0.071	0.075±0.007
	六价铬	49	5	10	100	5	10	100	/	/	/	/
	石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	49	4	8	100	3	6	100	/	/	/	/
	多环芳烃	49	3	6	100	3	6	100	/	/	/	/

**附表2: 质量控制表**

质控类别: 精密度

样品类别: 地下水

序号	样品名称	检测项目	样品浓度 ( $\mu\text{g/L}$ )	平行样浓度 ( $\mu\text{g/L}$ )	相对偏差(%)	相对偏差 范围(%)	是否 合格
1	W6	铅	0	0	--	<20	+
2	W6	铁	57.5	70.0	9.8	<20	+
3	W6	镉	0.01	0.01	--	<20	+
4	W6	锰	238	255	3.4	<20	+
5	W6	六价铬	0	0	--	<20	+
6	W6	汞	0	0	--	<20	+
7	W6	砷	0	0	--	<20	+
8	W6	氨氮	17.6	17.8	0.6	<20	+
9	W6	氯化物	163	155	2.5	<20	+
10	W6	亚硝酸盐	0	0	--	<20	+
11	W6	硝酸盐	84.0	85.5	0.9	<20	+
12	W6	硫酸盐	822	814	0.5	<20	+
13	W6	高锰酸盐指数	3.4	3.4	0	<20	+

备注: 质量检查合格为"+",不合格为"-".

附表2(续): 质量控制表

质控类别: 准确度

样品类别: 地下水

序号	样品名称	检测项目	样品加标结果				是否合格
			加标量(μg)	回收量(μg)	回收率(%)	回收率范围(%)	
1	W6	六价铬	2.00	1.88	94.1	85-115	+
2	W6	氨氮	20.0	19.6	97.8	95-105	+
3	W6	铅	0.100	0.118	118	80-120	+
4	W6	铁	1.00	0.939	93.9	80-120	+
5	W6	镉	0.050	0.049	98.4	80-120	+
6	W6	锰	1.00	0.933	93.3	80-120	+
7	W6	氯化物	100	81.9	81.9	80-120	+

备注: 质量检查合格为"+",不合格为"-".

附表2(续): 质量控制表

质控类别: 准确度

样品类别: 地下水

序号	检测项目	单位	方法检出限	有证标准物质		
				检测值	标准值	质控样编号
1	亚硝酸盐	mg/L	0.016	0.692	0.720±0.036	09101804
2	硝酸盐	mg/L	0.016	7.67	8.00±0.40	09101804
3	硫酸盐	mg/L	0.018	15.3	16.0±0.8	09101804
4	高锰酸盐指数	mg/L	0.5	4.43	4.47±0.36	B1802044
5	pH值	无量纲	/	7.09	7.07±0.05	1808082
6	砷	ug/L	0.3	27.8	29.7±2.4	200442
7	汞	ug/L	0.04	0.582	0.601±0.072	162665

附表2(续): 质量控制表

质控类别: 准确度

样品类别: 地下水

检测项目: 半挥发性有机物

序号	检测参数	加标结果(标液: 1.0 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ )					回收率 (%)	回收率范围 (%)	是否合格
		加标体积( $\mu\text{L}$ )	加入标准量( $\mu\text{g}$ )	加标样品测定量( $\mu\text{g}$ )	原样品测定量( $\mu\text{g}$ )	增加值( $\mu\text{g}$ )			
1	苯并(a)蒽	40	40	44.6	0	44.6	112	60-130	+
2	苯并(b)荧蒽	40	40	40.6	0	40.6	101	60-130	+
3	苯并(a)芘	40	40	41.5	0	41.5	104	60-130	+
4	二苯并(a,h)蒽	40	40	39.6	0	39.6	99.0	60-130	+

备注: 质量检查合格为"+",不合格为"-".

附表2(续): 质量控制表

质控类别: 精密度

样品类别: 土壤

序号	样品名称	检测项目	样品浓度 (mg/kg)	平行样浓度 (mg/kg)	相对偏差(%)	相对偏差 范围(%)	是否 合格
1	10	铅	7	8	6.7	<20	+
2	20	铅	8	7	6.7	<20	+
3	30	铅	8	10	11.1	<20	+
4	40	铅	9	8	5.9	<20	+
5	43	铅	9	12	14.3	<20	+
6	10	镉	0.07	0.07	0	<20	+
7	20	镉	0.06	0.06	0	<20	+
8	30	镉	0.06	0.08	14.3	<20	+
9	40	镉	0.07	0.07	0	<20	+
10	43	镉	0.07	0.09	12.5	<20	+
11	10	镍	15	16	3.2	<20	+
12	20	镍	14	12	7.7	<20	+
13	30	镍	15	19	11.8	<20	+
14	40	镍	17	16	3.0	<20	+
15	43	镍	17	22	12.8	<20	+
16	10	砷	7.04	7.2	1.3	<20	+
17	20	砷	7.13	6.99	1.0	<20	+
18	30	砷	7.39	6.83	3.9	<20	+
19	40	砷	7.56	7.35	1.4	<20	+
20	43	砷	7.21	7.11	0.7	<20	+
21	10	六价铬	0	0	--	<20	+
22	20	六价铬	0	0	--	<20	+
23	30	六价铬	0	0	--	<20	+
24	40	六价铬	0	0	--	<20	+
25	43	六价铬	0	0	--	<20	+
26	10	铜	31.6	33.1	2.3	<20	+
27	20	铜	38.2	31.8	9.1	<20	+
28	30	铜	28.4	35.0	10.4	<20	+
29	40	铜	34.2	31.4	4.3	<20	+
30	43	铜	32.5	41.9	12.6	<20	+
31	10	汞	0.093	0.109	7.9	<20	+
32	20	汞	0.083	0.105	11.7	<20	+

备注: 质量检查合格为"+",不合格为"-".

附表2(续): 质量控制表

质控类别: 精密度

样品类别: 土壤

序号	样品名称	检测项目	样品浓度 (mg/kg)	平行样浓度 (mg/kg)	相对偏差(%)	相对偏差 范围(%)	是否 合格
33	30	汞	0.109	0.112	1.4	<20	+
34	40	汞	0.116	0.116	0	<20	+
35	43	汞	0.138	0.140	0.7	<20	+
36	10	硫酸盐	$4.70 \times 10^3$	$3.93 \times 10^3$	8.9	<20	+
37	20	硫酸盐	$1.33 \times 10^3$	$1.18 \times 10^3$	6.0	<20	+
38	30	硫酸盐	$3.94 \times 10^3$	$3.33 \times 10^3$	8.4	<20	+
39	40	硫酸盐	$3.20 \times 10^3$	$4.10 \times 10^3$	12.3	<20	+
40	43	硫酸盐	$2.28 \times 10^3$	$1.96 \times 10^3$	7.5	<20	+

备注: 质量检查合格为"+",不合格为"-".

附表2(续): 质量控制表

质控类别: 准确度

样品类别: 土壤

序号	样品名称	检测项目	样品加标结果				是否合格
			加标量(μg)	回收量(μg)	回收率(%)	回收率范围(%)	
1	10	铅	4.00	3.33	83.2	80-110	+
2	20	铅	4.00	3.50	87.5	80-110	+
3	30	铅	4.00	3.41	85.3	80-110	+
4	40	铅	4.00	3.20	80.0	80-110	+
5	43	铅	4.00	3.30	82.4	80-110	+
6	10	镉	0.100	0.09	86.9	75-110	+
7	20	镉	0.100	0.09	93.9	75-110	+
8	30	镉	0.100	0.09	91.9	75-110	+
9	40	镉	0.100	0.09	88.0	75-110	+
10	43	镉	0.100	0.09	88.7	75-110	+
11	10	砷	3.00	2.87	95.7	85-105	+
12	20	砷	3.00	2.62	87.3	85-105	+
13	30	砷	3.00	3.03	101	85-105	+
14	40	砷	3.00	2.74	91.4	85-105	+
15	43	砷	3.00	2.62	87.4	85-105	+
16	10	六价铬	100	79.4	79.4	70-130	+
17	20	六价铬	100	95.2	95.2	70-130	+
18	30	六价铬	100	84.9	84.9	70-130	+
19	40	六价铬	100	92.0	92.0	70-130	+
20	43	六价铬	100	80.1	80.1	70-130	+
21	10	铜	10.0	9.14	91.4	85-105	+
22	20	铜	10.0	9.82	98.2	85-105	+
23	30	铜	10.0	10.2	102	85-105	+
24	40	铜	10.0	9.08	90.8	85-105	+
25	43	铜	10.0	9.29	92.9	85-105	+
26	10	汞	0.350	0.357	102	75-105	+
27	20	汞	0.350	0.341	97.3	75-105	+
28	30	汞	0.350	0.345	98.5	75-105	+
29	40	汞	0.350	0.330	94.3	75-105	+
30	43	汞	0.350	0.329	94.1	75-105	+
31	10	镍	10.0	7.50	75.0	80-110	+
32	20	镍	10.0	8.13	81.3	80-110	+
33	30	镍	10.0	7.70	77.0	80-110	+
34	40	镍	10.0	7.31	73.1	80-110	+
35	43	镍	10.0	7.20	72.0	80-110	+

备注: 质量检查合格为"+",不合格为"-".

### 附表2(续): 质量控制表

质控类别: 准确度

样品类别: 土壤

序号	检测项目	单位	方法检出限	有证标准物质		
				检测值	标准值	质控样编号
1	砷	mg/kg	0.01	15.4	15.8±0.9	GSS-24
2	汞	mg/kg	0.002	0.071	0.075±0.007	GSS-24
3	pH值	无量纲	/	7.08	7.07±0.005	1808082

附表2(续): 质量控制表

质控类别: 精密度

样品类别: 土壤

序号	样品名称	检测项目	样品浓度 ( $\mu\text{g/L}$ )	平行样浓度 ( $\mu\text{g/L}$ )	相对偏差(%)	相对偏差 范围(%)	是否 合格
1	外控2	石油烃( $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$ )	17.0	17.7	1.9	<30	+
2	29	石油烃( $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$ )	19.0	19.4	1.0	<30	+
3	35	石油烃( $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$ )	4.9	5.6	--	<30	+
4	14	石油烃( $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$ )	19.0	21.6	6.3	<30	+

备注: 质量检查合格为"+",不合格为"-".

### 附表2(续): 质量控制表

质控类别: 准确度

样品类别: 土壤

序号	检测项目	单位	样品加标结果				是否合格
			加标量( $\mu\text{g}$ )	回收量( $\mu\text{g}$ )	回收率(%)	回收率范围(%)	
1	石油烃( $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$ )	mg/kg	465	383	82.4	70-120	+

备注: 质量检查合格为"+",不合格为"-".

附表2(续): 质量控制表

质控类别: 精密度

样品类别: 土壤

检测项目: 多环芳烃

序号	检测参数	样品浓度 (mg/kg)	平行样浓度 (mg/kg)	相对偏差 (%)	相对偏差 范围(%)	是否 合格
样品名称: 35						
1	苯并(a)蒽	0	0	--	<40	+
2	苯并(b)荧蒽	0	0	--	<40	+
3	苯并(a)芘	0	0	--	<40	+
4	二苯并(a,h)蒽	0	0	--	<40	+
样品名称: 40						
1	苯并(a)蒽	0.31	0.44	17.3	<40	+
2	苯并(b)荧蒽	0	0	--	<40	+
3	苯并(a)芘	0	0	--	<40	+
4	二苯并(a,h)蒽	0	0	--	<40	+
样品名称: 外控2						
1	苯并(a)蒽	0	0	--	<40	+
2	苯并(b)荧蒽	0	0	--	<40	+
3	苯并(a)芘	0	0	--	<40	+
4	二苯并(a,h)蒽	0	0	--	<40	+

备注: 质量检查合格为"+",不合格为"-".

附表2(续): 质量控制表

质控类别: 准确度

样品类别: 土壤

检测项目: 多环芳烃

序号	检测参数	加标结果(标液: 1.0 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ )					回收率 (%)	回收率范围 (%)	是否合格
		加标体积( $\mu\text{L}$ )	加入标准量( $\mu\text{g}$ )	加标样品测定量( $\mu\text{g}$ )	原样品测定量( $\mu\text{g}$ )	增加值( $\mu\text{g}$ )			
1	苯并(a)蒽	20	20.0	22.2	6.32	15.9	79.4	40-150	+
2	苯并(b)荧蒽	20	20.0	20.2	6.33	13.9	69.3	40-150	+
3	苯并(a)芘	20	20.0	20.5	2.72	17.8	88.9	40-150	+
4	二苯并(a,h)蒽	20	20.0	21.5	0	21.5	108	40-150	+

备注: 质量检查合格为"+",不合格为"-".

**附表3: 检测项目、检测依据及仪器一览表**

序号	检测项目	检测依据	检测设备	设备编号
地下水				
1	pH值	水质 pH值的测定 玻璃电极法 GB/T 6920-1986	pH计FE20型	A-1-005
2	铅	水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪NexION 1000型	A-1-077
3	镉	水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪NexION 1000型	A-1-077
4	汞	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法 HJ 694-2014	原子荧光光度计 AFS-8220型	A-1-076
5	砷	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法 HJ 694-2014	原子荧光光度计 AFS-8220型	A-1-076
6	铁	水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪NexION 1000型	A-1-077
7	锰	水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪NexION 1000型	A-1-077
8	六价铬	水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法 GB/T 7467-1987	紫外可见光光度计 TU-1810型	A-1-004
9	氨氮	水质 氨氮的测定 纳氏试剂比色法 HJ 535-2009	紫外可见分光光度计 TU1810型	A-1-004
10	硝酸盐	水质 无机阴离子 (F <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) 的测定 离子色谱法 HJ/T 84-2016	离子色谱仪 CIC-D100型	A-1-050
11	亚硝酸盐	水质 无机阴离子 (F <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) 的测定 离子色谱法 HJ/T 84-2016	离子色谱仪 CIC-D100型	A-1-050
12	硫酸盐	水质 无机阴离子 (F <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) 的测定 离子色谱法 HJ/T 84-2016	离子色谱仪 CIC-D100型	A-1-050
13	氯化物	水质 无机阴离子 (F <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) 的测定 离子色谱法 HJ/T 84-2016	离子色谱仪 CIC-D100型	A-1-050
14	溶解性总固体	生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 称量法 GB/T 5750.4-2006 8.1	电子天平ME204E型	A-1-008
15	高锰酸盐指数	水质 高锰酸盐指数的测定 酸性高锰酸钾法 GB/T 11892-1989	酸式滴定管25mL	B-D25-1
16	石油类 <sup>2</sup>	水质 石油类的测定 紫外分光光度法 (试行) HJ 970-2018	/	/
17	半挥发性有机物	气相色谱质谱法 (GC-MS) 《水和废水监测分析方法》 (第四版增补版) 国家环保总局2002年 4.3.2	气质联用仪 GCMS-QP2010型	A-1-031

**附表3(续): 检测项目、检测依据及仪器一览表**

序号	检测项目	检测依据	检测设备	设备编号
土壤				
1	pH值	土壤 pH值的测定 电位法 HJ 962-2018	pH计FE20型	A-1-005
2	镉	土壤和沉积物 12种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法 HJ 803-2016	电感耦合等离子体质谱仪NexION 1000型	A-1-077
3	铅	土壤和沉积物 12种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法 HJ 803-2016	电感耦合等离子体质谱仪NexION 1000型	A-1-077
4	镍	土壤和沉积物 12种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法 HJ 803-2016	电感耦合等离子体质谱仪NexION 1000型	A-1-077
5	铜	土壤和沉积物 12种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法 HJ 803-2016	电感耦合等离子体质谱仪NexION 1000型	A-1-077
6	汞	土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法第1部分: 土壤中总汞的测定 GB/T 22105.1-2008	原子荧光光度计 AFS-8220型	A-1-076
7	砷	土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法第2部分: 土壤中总砷的测定 GB/T 22105.2-2008	原子荧光光度计 AFS-8220型	A-1-076
8	六价铬	固体废物 六价铬的测定 碱消解/火焰原子吸收分光光度法 HJ 687-2014	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG型	A-1-003
9	硫酸盐	土壤 水溶性和酸溶性硫酸盐的测定 重量法 HJ 635-2012	电子天平ME204E型	A-1-008
10	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ) <sup>1</sup>	土壤中石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )含量的测定 气相色谱法 ISO 16703:2011	气相色谱仪 GC-2014	A-1-079
11	多环芳烃 <sup>1</sup>	土壤和沉积物 多环芳烃的测定 气相色谱-质谱法 HJ 805-2016	气质联用仪 GCMS-QP2020型	A-1-058

备注: <sup>1</sup>表示该项目在本公司苏州分场所实验室完成; <sup>2</sup>表示该项目不在本公司资质范围内, 由江苏微谱检测技术有限公司(证书编号: 171012050306)完成分析。

\*\*\*\*\*报告结束\*\*\*\*\*