

河北区 609 电缆厂地块  
修复工程修复效果评估报告



生态环境部土壤与农业农村  
生态环境监管技术中心  
二零二零年十月

河北区 609 电缆厂地块  
修复工程修复效果评估报告



生态环境部土壤与农业农村  
生态环境监管技术中心  
二零二零年十月

项目名称：河北区 609 电缆厂地块修复工程修复效果评估报告

委托单位：天津市河北区土地整理中心

编制单位：生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心

项目负责人：史怡

编写人员：

编号	姓名	技术职称	专业	工作任务	签名
1	杜晓明	研究员	环境科学	报告审核	
2	史怡	助研、博士	环境工程	项目负责人	
3	徐峰	硕士	生态学	报告编制	
4	熊杰	硕士	环境工程	报告编制	
5	赵威光	硕士	水文地质	报告编制	
6	李政	硕士	环境生物	报告编制	
7	杨进	高工	分析化学	样品测试负责人	
8	李靓	工程师	应用化学	样品采样负责人	

## 摘要

河北区 609 电缆厂地块修复项目地块位于天津市河北区，东至天泰路，北至第二纺纱厂，西至北运河，南至现状围墙，占地面积为 71542.72 m<sup>2</sup>。根据《天津市河北区 609 电缆厂地块污染场地风险评估报告》和《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》，本项目场地污染物为铜、砷、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯和氰化物，总修复面积为 1069.55m<sup>2</sup>，总修复量为 3258 m<sup>3</sup>。重金属污染土壤采取原地异位固化/稳定化修复+垃圾填埋场填埋模式；有机污染土壤采用原位化学氧化技术修复模式。施工单位广西博世科环保科技股份有限公司于 2020 年 6 月进场，2020 年 7 月 13 日至 2020 年 8 月 24 日完成主体修复工程阶段，包括土壤清挖处理、原位修复及基坑自检、异位修复后土壤的自检工作、基坑回填及平整工作外运等处置，具备了效果评估条件。

2020 年 6 月，受天津市河北区土地整理中心委托，生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心开展该修复工程的修复效果评估工作，内容包括：基坑污染土壤清挖范围和深度、基坑清挖效果，异位稳定化土壤修复效果、原位氧化土壤修复效果，以及二次污染监测情况。在建设、设计、施工、环境监理等相关单位提供充分资料的前提下，根据现场踏勘、人员访谈及修复效果检测结果，我单位编制了《河北区 609 电缆厂地块修复工程修复效果评估报告》，并得出该修复工程修复效果评估结论如下：

（1）该修复工程根据《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》中确定的目标污染物、修复范围及规定的修复工艺和技术线路完成了该场地污染土壤的修复工作，内容完整，施工过程规范。

（2）依据该修复工程环境监理报告，该修复工程施工过程采取了有效的二次污染防治措施和风险防范措施；环境监测结果表明，修复过程未对场地及周边环境造成不良影响。

（3）该场地土壤修复效果监测表明，修复后场地土壤中有机污染物浓度已低于本场地修复目标值，重金属污染土壤稳定化修复达标后运输至填埋场，原位化学氧化修复效果已满足修复标准值，满足国家相关要求。

按照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）开

展该地块修复效果评估工作，经评估达到了风险评估规定的修复目标值处置要求，可根据现有的利用规划进行安全利用，从天津市建设用地土壤污染风险管控和修复名录中移除。

# 目 录

1	总论	1
1.1	项目的背景和来由	1
1.2	编制目的	2
1.3	评估依据	2
1.3.1	法律依据	2
1.3.2	标准规范	3
1.3.3	项目文件	3
1.4	评估内容	3
1.5	评估范围	4
1.6	评估程序	4
2	修复工程基本情况	5
2.1	地块基本情况	5
2.1.1	地理位置及周边情况	5
2.1.2	地块水文和地质情况	5
2.1.3	区域自然环境概况	6
2.1.4	土地利用历史、现状及未来规划	7
2.2	地块污染与风险状况	8
2.2.1	污染状况	8
2.2.2	污染风险评估	9
2.3	修复技术方案	11
2.3.1	修复目标值	11
2.3.2	修复范围和工程量	11
2.3.3	场地修复技术方案	11
2.3.3.1	修复技术确定	11
2.3.3.2	总技术线路	11
2.3.3.3	平面布局	11
2.3.3.4	二次污染防治	11

2.3.3.5 环境监测 .....	14
<b>3 修复工程实施情况 .....</b>	<b>16</b>
3.1 工程基本情况 .....	16
3.1.1 参与单位 .....	16
3.1.2 工程内容 .....	16
3.1.3 工程目标 .....	16
3.1.4 施工时间节点 .....	16
3.2 修复工程设计 .....	17
3.2.1 修复工程总体技术路线 .....	17
3.2.2 修复工程总体平面布置 .....	17
3.2.3 重金属固化稳定化方案 .....	17
3.2.4 有机污染土壤原位氧化方案 .....	17
3.3 修复工程实施 .....	18
3.3.1 修复施工总体平面布置 .....	18
3.3.2 施工准备 .....	18
3.3.2.1 项目部组建 .....	18
3.3.2.2 临建建设 .....	18
3.3.2.3 设备进场 .....	18
3.3.2.4 放线定位 .....	18
3.3.3 深基坑支护施工 .....	18
3.3.3.1 方案制定与论证 .....	18
3.3.3.2 2-6m 钢板桩支护施工 .....	19
3.3.4 重金属污染土壤基坑清挖施工 .....	19
3.3.4.1 铜污染土壤清挖 .....	19
3.3.4.2 砷污染土壤清挖 .....	19
3.3.5 重金属污染土壤固化稳定化修复施工 .....	20
3.3.6 稳定化土危废鉴定 .....	20
3.3.7 有机污染土壤原位化学氧化施工 .....	20
3.3.7.1 0-2m 清洁土清挖 .....	20

3.3.7.2	2m 以下原位氧化施工.....	21
3.3.7.3	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯污染土壤二次修复.....	21
3.3.8	重金属稳定化土外运消纳.....	21
3.3.9	基坑清洁土回填.....	22
3.3.10	废水处理.....	22
3.4	修复过程质量管理与控制.....	22
3.4.1	质量监控程序.....	22
3.4.2	施工后的质量控制措施.....	22
3.4.3	异位固化/稳定化修复质量保证措施.....	23
3.5	修复效果自检.....	23
3.6	二次污染防治措施.....	23
3.6.1	大气二次污染防治措施.....	23
3.6.2	废水二次污染防治措施.....	24
3.6.3	土壤二次污染防治措施.....	24
3.6.4	噪声二次污染防治措施.....	24
3.6.5	固体废物二次污染防治措施.....	25
4	环境监理情况.....	26
4.1	监理工作基本情况.....	26
4.1.1	监理单位及组织构成.....	26
4.1.2	监理目标与范围.....	26
4.1.3	环境监理程序.....	26
4.1.4	环境监理工作方法.....	27
4.1.4.1	核查.....	27
4.1.4.2	巡视.....	27
4.1.4.3	旁站.....	27
4.1.4.4	跟踪检查.....	27
4.1.4.5	环境监测.....	27
4.1.4.6	信息反馈.....	27
4.1.4.7	记录与报告.....	27



4.2 监理过程开展情况.....	27
4.2.1 治理单位资质审查的监理工作.....	27
4.2.2 治理与修复方案的审查工作.....	28
4.2.3 工程开工的审查工作.....	28
4.3 修复工程内容及二次污染防控落实情况.....	29
4.3.1 修复工程内容核查结果.....	29
4.3.1.1 工程设计阶段核查结果.....	29
4.3.1.2 工程准备阶段核查结果.....	29
4.3.1.3 工程实施阶段核查结果.....	30
4.3.2 环保设施的建设和运行情况.....	33
4.3.4 污染物排放和环境影响的监测结果.....	34
4.3.4.1 施工过程中大气环境监测.....	34
4.3.4.2 地表水环境监测.....	34
4.3.4.3 地下水环境监测.....	34
4.3.4.4 噪声环境监测.....	34
4.3.4.5 修复过程中基坑清挖环境监测.....	34
4.3.4.6 土壤二次污染监测.....	35
4.3.4.7 施工期环境比对监测.....	35
4.3.4.8 风险管理和风险控制措施的落实情况.....	35
4.4 环境保护措施落实情况结论.....	36
<b>5 更新地块概念模型.....</b>	<b>37</b>
5.1 资料回顾.....	37
5.1.1 修复范围与修复目标.....	37
5.1.2 修复工程情况.....	37
5.1.3 资料收集整理.....	38
5.2 现场踏勘.....	39
5.3 人员访谈.....	39
5.4 地块概念模型更新.....	40
5.4.1 地块修复概况.....	40

5.4.2 关注污染物情况.....	40
5.4.3 地质及水文条件.....	40
5.4.4 潜在受体与周边环境影响.....	41
5.4.5 场地概念模型更新结论.....	41
<b>6 布点方案与实验室检测 .....</b>	<b>42</b>
6.1 土壤修复效果评估布点.....	42
6.2 现场过程采样.....	42
6.3 质量控制.....	42
6.3.1 样品保存与流转.....	42
6.3.2 现场质量控制样品.....	43
6.3.3 平行样质控偏差分析结果.....	44
6.4 实验室检测质量控制.....	44
6.5 质量控制与质量保证结论.....	44
<b>7 土壤修复效果评估 .....</b>	<b>46</b>
7.1 评估标准与方法.....	46
7.2 修复范围评估.....	46
7.3 01/02 重金属清挖基坑效果评估.....	46
7.4 重金属固化稳定化修复效果评估.....	46
7.5 有机污染原位修复效果评估.....	46
7.6 土壤二次污染监测结果评估.....	47
7.7 场地效果评估结论.....	47
<b>8 后期环境监管建议 .....</b>	<b>48</b>
<b>9 结论.....</b>	<b>49</b>

# 1 总论

## 1.1 项目的背景和来由

项目地块位于天津市河北区，东至天泰路，北至第二纺纱厂，西至北运河，南至现状围墙，占地面积为 71542.72 m<sup>2</sup>。项目污染地块前身为天津市河北区 609 电缆厂，创建于 1943 年，现隶属天津市中环电子集团有限公司。厂区内设有基础材料（线芯）、特种电缆、通用电缆、耐高温电缆、混料车间等生产车间，并建有库房、锅炉房（1 台 10t/h 燃煤锅炉）及办公、生活等辅助设施。公司产品主要有光缆、射频电缆、通讯电缆、程控电缆、综合电缆、高温线缆、安装线及电线电缆等，生产工艺主要包括拉线、绞制、挤塑、包覆等四个环节。2014 年开始由于河北区发展规划需要，公司开始陆续迁至建于天津经济技术开发区逸仙科学工业园的新厂区，2018 年完成搬迁。根据规划，该地块未来的用地性质为二类居住用地。

《土壤污染防治行动计划》（2016 年 5 月 28 日起实施）、《污染地块土壤环境管理办法》（环保部令第 42 号）（2017 年 7 月 1 日起实施）和《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日起实施）等相关法律法规中明确规定：“对拟收回土地使用权的有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革等行业企业用地，以及用途拟变更为居住和商业、学校、医疗、养老机构等公共设施的上述企业用地，由土地使用权人负责开展土壤环境状况调查评估”；为确保上述法规在天津市的顺利实施，天津市环保局结合 2017 年 6 月 30 日环保部、国土资源部、住房城乡建设部印发的《关于部署应用全国污染地块土壤环境管理信息系统的通知》（环办土壤〔2017〕55 号），发布了《市环保局市国土房管局市规划局市工业和信息化委关于印发污染地块再开发利用管理工作程序的通知》（津环保土〔2018〕82 号）。

2018 年 5 月，天津市河北区土地整理中心委托天津市浩瀚环境工程有限公司开展天津市河北区 609 电缆厂地块场地环境调查和风险评估工作。结果表明，本项目场地污染物为铜、砷、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯和氰化物，修复面积分别为 510.10 m<sup>2</sup>、157.35 m<sup>2</sup>、235.32 m<sup>2</sup> 和 166.78 m<sup>2</sup>；修复量分别为 1020.20m<sup>3</sup>、629.40m<sup>3</sup>、941.28m<sup>3</sup> 和 667.12m<sup>3</sup>；总修复面积为 1069.55m<sup>2</sup>，总修复量为 3258m<sup>3</sup>。

2020年5月由施工单位编制的《河北区609电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》通过专家评审，确定本地块中的污染土壤采用如下的修复模式：铜、砷污染土壤采取原地异位固化/稳定化修复+垃圾填埋场填埋模式；邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯污染土壤和氰化物污染土壤采用原位化学氧化技术修复模式。

本地块修复的工程工程/环境监理单位为天津正方建设工程监理有限公司、天津秦坤环境工程咨询服务有限公司。2020年5月经过公开招投标，确定了生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心为中标单位进行修复效果评估。

## 1.2 编制目的

在污染场地修复完成后，对场地内土壤进行调查和评价的过程，主要是通过文件审核、现场勘察、现场采样和检测分析等，进行场地修复效果评价，主要判断是否达到修复目标、风险管控是否达到规定要求、地块风险是否达到可接受水平等情况进行科学、系统地评估，提出后期环境监管建议，为污染地块管理提供科学依据。

## 1.3 评估依据

### 1.3.1 法律依据

(1)《中华人民共和国土壤污染防治法》(2018年8月31日，十三届全国人大常委会第五次会议表决通过，2019年1月1日正式实施)

(2)《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第九号)，2014年4月24日；

(3)《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令第十三号)，2014年8月31日；

(4)《污染地块土壤环境管理办法》(部令第42号)2016年12月31日；

(5)《国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知》(国办发[2013]7号)，2013年1月23日；

(6)《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》(环发[2014]66号)，2014年5月14日；

(7)《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), 2012年11月27日;

(8)《市环保局市国土房管局市规划局市工业和信息化委关于印发污染地块再开发利用管理工作程序的通知》(津环保土〔2018〕82号)。

### 1.3.2 标准规范

- (1) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1-2014)
- (2) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ 25.2-2014)
- (3) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ 25.3-2014)
- (4) 《建设用地土壤修复技术导则》(HJ 25.4-2014)
- (5) 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018)
- (6) 《污染场地术语》(HJ682-2014)
- (7) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)
- (8) 《地下水质量标准》(GBT14848-2017)

### 1.3.3 项目文件

- (1) 《河北区 609 电缆厂地块土壤污染状况初步调查报告》
- (2) 《河北区 609 电缆厂地块土壤污染状况详细调查报告》
- (3) 《天津市河北区 609 电缆厂地块污染场地风险评估报告》
- (4) 《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》
- (5) 《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目施工总结报告》
- (6) 《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目工程监理报告》
- (7) 《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目环境监理报告》

## 1.4 评估内容

污染场地修复验收工作内容包括文件审核与现场勘察、更新概念模型、确定验收对象和标准、采样布点方案制定、现场采样与实验室检测、风险管控与修复效果评估、提出后期环境管理建议、编制效果评估报告等。主要包括以下内容:

(1) 明确场地修复工程的基本情况, 确定场地的污染情况、修复目标、修复范围、修复工程量及修复技术等。

(2) 核实修复方案和环保措施的落实情况, 明确修复工程的实施情况、二次污染防治情况、风险防范措施和施工过程中相应的自验收监测措施和结果等。

(3) 核实修复工程监理工作的落实情况，明确监理责任和内容，确定修复工程中二次污染防治措施的落实情况、修复过程中环境影响监测与结果、修复过程中风险防范措施的落实情况等。

(4) 制定采样布点方案，对修复效果进行监测与评价

## 1.5 评估范围

效果评估的范围为本场地（天津市河北区原 609 电缆厂院内）污染范围内的土壤，污染土壤暂存区、污染土壤处置区、修复后土壤待检场及其周边区域等可能产生二次污染区域的土壤。

## 1.6 评估程序

根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）要求，该场地土壤修复效果评估工作主要包括更新地块概念模型、布点采样与实验室检测、风险管控与修复效果评估、提出后期环境监管建议、编制效果评估报告五步。

## 2 修复工程基本情况

### 2.1 地块基本情况

#### 2.1.1 地理位置及周边情况

天津市河北区 609 电缆厂地块位于天津市河北区，东至天泰路，北至第二纺纱厂，西至北运河，南至现状围墙。占地面积为 71542.72m<sup>2</sup>，具体地块范围坐标为北纬 39°10'11.69"-39°10'24.90"，东经 117°10'46.97"-117°10'59.64"。地块地理位置见图。天津市河北区原 609 电缆厂院内。

#### 2.1.2 地块水文和地质情况

##### (1) 地块地质构造及地层条件

根据勘察工作所揭示的土层情况，按地层成因类型和沉积年代，将项目区最大勘探深度（17.00m）范围内的地层划分为人工堆积层和第四纪松散沉积层，并按地层岩性进一步划分为 3 个大层及其亚层。

各地层岩性及分布特征概述如下：

①人工堆积层：分布于地表，主要为杂填土①<sub>1</sub>层，粉土素填土①<sub>2</sub>层及粉质黏土素填土①<sub>3</sub>层。该大层在项目区普遍分布，一般厚度为 0.80m~5.00m。

##### ②第四纪松散沉积层：

分布于人工堆积层之下，主要为粉土、粉质黏土及粉砂层，具体分布及岩性特征如下：

标高一般-1.62~2.38m 以下为第 4 大层，主要岩性特征如下：粉质黏土④<sub>1</sub>层：黄褐色~褐黄（暗）~灰黄，可塑~软塑，粉土夹层，含云母、氧化铁，局部含有机质；粉土④<sub>2</sub>层：褐黄~褐黄（暗）色（局部灰色），中密，饱和，局部含粉质黏土、粉砂夹层，含螺壳、云母、氧化铁；黏土④<sub>3</sub>层：褐黄（局部灰）色，可塑，局部含粉质黏土夹层，含云母、氧化铁；该大层在项目区分布较为连续，钻孔揭示累计厚度一般为 1.00~4.00m，局部很薄或缺失。

标高-0.27~-2.70m 以下为第 6 大层，主要岩性特征如下：粉质黏土⑥<sub>1</sub>层：灰~黄灰，可塑~软塑，局部含粉土夹层，含螺壳、云母、有机质；黏土⑥<sub>2</sub>层：褐黄~灰黄（局部灰），可塑~软塑，粉质黏土夹层，含螺壳、云母、有机质；

粉土⑥<sub>3</sub>层：灰~黄灰，密实~中密，饱和，粉质黏土、粉砂夹层，含螺壳、云母、有机质；粉质黏土⑥<sub>4</sub>层：灰~灰黄，可塑~软塑，含云母、有机质；粉砂⑥<sub>5</sub>层：灰，中密，饱和，含螺壳、有机质，该层仅在场区西侧靠近河道位置局部存在。该层在项目区分布较为连续，钻孔揭示累计厚度为0.30m~13.50m。

本地块钻探范围内（0-17m）的地层可概化为：杂填土（约0~2.0m），粉质黏土（约2.0~4.0m），粉土（约4.0~14.0m），粉质黏土（约14.0~17.0m）。

## （2）地块地下水赋存条件

根据前期现场勘探揭露的地下水情况及地下水水位监测结果，项目区地表下16.50m（最大勘探深度）范围内分布1层地下水。该层地下水在项目区内连续分布，地下水类型为潜水。地下水水位监测期间（2018年4月16日~2019年3月15日）于土壤采样孔及监测井中量测的该层地下水静止水位埋深为1.70~2.78m，静止水位标高为0.93~2.31m。项目区地形基本平坦，地下水流向总体上从东北向西南流动，项目区地下水水力梯度约为6.45‰。

项目区所在区域地下水的天然动态类型为渗入~蒸发、径流型，补给方式主要包括大气降水入渗、地表水，凝结水和来自其他含水层或含水系统水。排泄方式主要为蒸发、径流。项目区所在区域地下水水位动态主要受大气降水的影响，地下水丰水期一般出现7月~9月，枯水期出现在3月~5月。

## 2.1.3 区域自然环境概况

### （1）地形地貌

天津市在地貌上处于燕山山地向滨海平原的过渡地带，北部山区属燕山山地，南部平原属华北平原的一部分，东南部濒临渤海湾。总的地势北高南低，由北部山地向东南部滨海平原逐级下降，最高峰为蓟县九山顶，海拔1078.5m，最低处为滨海带大沽口，海拔高程为零。西部从武清永定河冲积扇尾部向东缓缓倾斜，南从静海南运河大堤向海河河口逐渐降低，地貌形态呈簸箕状。新构造运动使山区不断隆起上升，形成了以剥蚀为主的山地地貌，平原地区新生代以来大面积缓慢下降，接受巨厚的松散沉积层。

### （2）气象气候

天津位于中纬度亚欧大陆东岸，主要受季风环流的支配，是东亚季风盛行的地区，属大陆性气候。主要气候特征是，四季分明，春季多风，干旱少雨；夏季



炎热，雨水集中；秋季气爽，冷暖适中；冬季寒冷，干燥少雪。天津年平均气温在 11.4~12.9℃，市区平均气温最高为 12.9℃。

### (3) 河流水系

本项目地块西侧为北运河，是海河之流之一，源于北京军都山八达岭南麓，它因位于天津以北而得名。历史上是通向北京的一条漕运要道，北起通县，流经天津市武清县、北辰区，至红桥区新红桥以北约 200m 处与子牙河汇流入海河。全长 89.8 公里，河床宽 80m，平均水深 2m，最大流量 100m<sup>3</sup>/s，为引洪、排沥、输水、灌溉等多功能河道。本项目地块地下水条件受北运河地表水影响，与北运河水之间存在一定的水力联系。

### (4) 水文地质

#### 1) 区域地质条件

天津位于渤海之滨，地貌类型包括平原、丘陵、山地等，总的地势北高南低，由北部山地向东南部滨海平原逐级下降。蓟州区北半部为中低丘陵，一般高程为 100~500m。山区以南是开阔的堆积平原，地势平坦，自西北向东南缓慢倾斜，依次为山前洪积、冲积扇群，高程范围是 50~10m，接着是冲积平原、湖积平原，高程范围是 10~2.5m，最后是海积平原，位于东南沿海，大部分为盐田和低湿地，其高程范围是 2~1m。

#### 2) 区域地下水赋存条件

天津市地下水按赋存介质分为松散岩类孔隙水和以岩溶水为主的基岩裂隙水两大类型，松散岩类孔隙水以第四系含水组为主。

第四系孔隙水分布广，厚度大，在水平和垂向上岩相变化复杂。依据埋藏条件、水质等水文地质特征天津市第四系孔隙水可以划分为四个含水组：第一含水组相当于全新统和上更新统（I，Q<sub>4</sub>+3），底板深度一般在 70m 以上，分布有上部潜水、第一、二和三层微承压水；第二含水组相当于中更新统（II，Q<sub>2</sub>），底板深度在 180m~220m，分布有第四层承压水；第三含水组大致相当于下更新统上段（III，Q<sub>1</sub>+2），底板深度 290~310m；第四含水组相当于下更新统下段，在隆起区包括部分新近系含水层（IV，Q<sub>1</sub>+N<sub>2</sub>），底板深度 370m~430m。第一含水层组属于浅层地下水系统，第二~第四含水组属深层地下水系统。

#### 2.1.4 土地利用历史、现状及未来规划

本地块前身为天津市河北区 609 电缆厂，创建于 1943 年，现隶属天津市中环电子集团有限公司。厂区内设有基础材料（线芯）、特种电缆、通用电缆、耐高温电缆、混料车间等生产车间，并建有库房、锅炉房（1 台 10t/h 燃煤锅炉）及办公、生活等辅助设施。公司产品主要有光缆、射频电缆、通讯电缆、程控电缆、综合电缆、高温线缆、安装线及电线电缆等，生产工艺主要包括拉线、绞制、挤塑、包覆等四个环节。2014 年开始由于河北区发展规划需要，公司开始陆续迁至建于天津经济技术开发区逸仙科学工业园的新厂区，2018 年完成搬迁。

施工前区域内的建（构）筑物已全部拆除，有部分树木、地块残留大量石块、建筑垃圾等，地表已覆盖密目防尘网。

天津市河北区 609 电缆厂地块位于天津市河北区，创建于 1943 年，现隶属天津市中环电子集团有限公司。根据地块调查的地块规划，天津市河北区 609 电缆厂地块所在区域土地规划为“二类居住用地”。

## 2.2 地块污染与风险状况

### 2.2.1 污染状况

#### （1）土壤污染状况

根据《天津市河北区 609 电缆厂地块场地环境初步调查报告》、《河北区 609 电缆厂地块土壤污染状况详细调查报告》的内容：初步调查土壤采样，检测重金属样品 260 个，VOCs 样品 249 个，SVOCs 样品 258 个，TPH 样品 130 个，氰化物样品 50 个，氟化物样品 44 个，PCB 样品 5 个。初步筛选污染物 W<sub>12</sub> 铜、砷、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯和氰化物；详细调查共布设土壤采样点 13 个，检测重金属样品 30 个，SVOCs 样品 13 个，氰化物样品 7 个。

统计结果表明，两阶段调查土壤中检出重金属类、挥发性有机物类（VOC）、半挥发性有机物类（SVOCs）、总石油烃类（TPH）、无机类污染物质共 38 种，超过本地块土壤风险筛选标准的污染物共 4 种，分别为铜、砷、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯和氰化物，主要分布在空压机房、生产车间、混料车间和电镀银车间的第二层（2-4m）粉质黏土中。其中，铜在 S31 号点位（空压机房）超标，超标深度为 2.4m，超标倍数为 8.4 倍；砷在 S25 号点位（生产车间）超标，超标深度为 4.0m，超标倍数 0.31 倍；邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯在 S17 号点位

(混料车间)超过本地块土壤筛选值 0.43 倍,超标深度 4m;氰化物在 S14 号点位(电镀银车间)超过本地块土壤的筛选值,超标深度 3.3m,超标倍数为 1.46 倍。

## (2) 地下水污染状况

初步调查和详细调查共采集 15 口地下水监测井的样品 17 组(包括平行样),并对样品中的重金属类、VOC 类、SVOC 类、总石油烃类、常规指标等污染物指标进行了分析。

初步调查采集地下水监测井的样品 16 组(包括平行样)并对样品中的重金属类、VOCs 类、SVOCs 类、总石油烃类、常规指标等污染物指标进行了分析。本地块初步调查检出地下水中污染物共 16 种,其中有 3 种污染物超过了本地块地下水的风险筛选标准,分别为顺-1,2-二氯乙烯、总溶解性固体和氨氮。详细调查阶段共采集 2 口地下水监测井的样品 3 组(包括平行样)并对样品中的锡和顺-1,2-二氯乙烯污染物指标进行了分析。超标点位主要位于电镀车间、温室、地块边界和锅炉房。顺-1,2-二氯乙烯在 GW3 号点位(电镀车间)的检测结果超过本地块地下水的风险筛选值 1.58 倍。

## 2.2.2 污染风险评估

### (1) 土壤风险评估

根据《天津市河北区 609 电缆厂地块污染场地风险评估报告》,本地块土壤中共有 4 种污染物浓度超过本地块土壤污染风险筛选值,分别为铜、砷、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯和氰化物。基于保守原则,本地块土壤风险评估,选取了地块第二层关注污染物(铜、砷、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯和氰化物浓度的最大值作为表层浓度,第三层关注污染物浓度的最大值作为下层浓度进行评估。

本地块居住用地利用下,地块的暴露情景主要为居住人群和公园休闲人群的生活过程暴露。土壤污染物暴露途径包括经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物、吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物、吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物、吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物共 6 种。

地块土壤中超标污染物的毒性参数和理化性质参数基本采用《建设用地土壤

污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)的毒性参数和理化性质参数,对于缺失的部分参数采用美国 EPA 的毒理信息数据库—综合风险信息系统 IRIS 中的数据。污染物分为致癌和非致癌物质,因此相应的将其毒理学参数划分为两类,致癌物用致癌斜率因子(Slope Factors, SFs)和单位风险因子(Unit Risk Factors, URFs)表示,非致癌物用参考剂量(Reference Doses, RfDs)和参考浓度(Reference Concentrations, RfCs)表示。

本地块居住用地利用方式下,地块土壤第二层(2.0-4.0m)污染物对暴露人群的健康风险评估结果表明,在本地块居住用地利用方式下,地块区域范围内土壤第二层(2.0-4.0m)中共 2 种污染物存在致癌风险,分别为砷和邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯,致癌风险水平分别为  $5.82E-05$  和  $1.43E-06$ ;共 3 种污染物存在非致癌风险,分别为铜、砷和氰化物,危害熵分别为  $9.39E+00$ 、 $2.25E+00$  和  $2.03E+00$ 。表明本地块土壤第二层(2.0-4.0m)污染物对暴露人群产生不良或有害健康效应的风险水平不可接受。

## (2) 地下水风险评估

根据《天津市河北区 609 电缆厂地块污染场地风险评估报告》,根据本地块地下水污染调查结果,选取了地下水中顺-1,2-二氯乙烯浓度的最大值进行评估。

本地块居住用地利用下,地块的暴露情景主要为居住人群和公园休闲人群的生活过程暴露。地下水污染物暴露途径包括吸入室外空气中来自地下水的气态污染物、吸入室内空气中来自地下水的气态污染物共 2 种。

地块地下水中超标污染物的毒性参数和理化性质参数基本采用《建设用地上壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)的毒性参数和理化性质参数,对于缺失的部分参数采用美国 EPA 的毒理信息数据库—综合风险信息系统 IRIS 中的数据。污染物分为致癌和非致癌物质,因此相应的将其毒理学参数划分为两类,致癌物用致癌斜率因子(Slope Factors, SFs)和单位风险因子(Unit Risk Factors, URFs)表示,非致癌物用参考剂量(Reference Doses, RfDs)和参考浓度(Reference Concentrations, RfCs)表示。在本地块居住用地利用方式下,地块区域范围内地下水污染物危害熵小于 1。即本地块地下水污染物对暴露人群产生不良或有害健康效应的风险水平可接受。

## 2.3 修复技术方案

### 2.3.1 修复目标值

根据《天津市河北区 609 电缆厂地块污染场地风险评估报告》及《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》，本项目修复目标值均为第一类用地筛选值。

### 2.3.2 修复范围和工程量

本地块土壤第二层中需要修复的污染物有 4 种，分别为铜、砷、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯和氰化物，其中铜修复深度 2.0~4.0m，砷、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯和氰化物的修复深度 2.0~6.0m。

根据上述各污染物的修复范围，结合超标点位周边清洁点位的地层实际勘查情况，本场地土壤概化第二层（2.0-4.0m）需要修复的污染土壤面积为 1069.55 m<sup>2</sup>，综合修复土方量为 3258 m<sup>3</sup>。

### 2.3.3 场地修复技术方案

#### 2.3.3.1 修复技术确定

根据已经备案的《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》（简称“治理与修复方案”）文件，铜、砷污染土壤采取固化/稳定化修复技术；邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯污染土壤和氰化物污染土壤采用化学氧化修复技术。

#### 2.3.3.2 总技术线路

#### 2.3.3.3 平面布局

#### 2.3.3.4 二次污染防治

##### （1）大气污染防治措施要求

##### ● 清挖、暂存及运输过程

1) 场内清挖运输过程 加强挖掘、运输管理，提高开挖和清运速度，合理装卸，规范操作，减少开挖面积。在施工现场周围建筑防护围墙，运输车辆及运输通道经常清扫，进出地块的车辆应限制车速，减少车辆通过时带起扬尘。

现场配备两台喷雾机，一次开挖面积不宜过大，对开挖裸露的基坑面，及时覆盖薄膜。为防止扬尘导致污染物扩散，施工现场应采用移动式喷雾除尘机进行喷雾降尘。

基坑开挖到位后土壤采用防雨苫布覆盖，减少施工扬尘；运输车辆应用帆布遮盖，严禁洒漏，减少运输过程废气排放。对于运输环节，应制定运输计划，合理使用车辆，采用全密封车厢，严禁超载，并采用防泄漏措施，遵守交通规则，安全运输。运输车辆应安装尾气净化器，使用符合国家标准的燃料，严禁使用劣质燃料。所有机动车辆需在市环境保护行政管理部门依法委托具有相应资质的机构进行排气污染定期检测，并取得环保检验合格标志。

2) 场外运输过程 所使用的车辆全部为渣土运输车，在装车之前在车内铺设一层塑料薄膜，防止车辆在运输过程中因为颠簸，造成土方渗漏。装车时，所装载的土方应低于车斗上口 10cm 左右，开车前，必须将车上方的盖板盖上。

运输过程中，车辆不得超速行驶，遇到不平路面，车辆必须减速慢行，防止车辆颠簸造成污染土方外泄。运输的污染土方必须倾倒在指定地点，驾驶员不得因为任何原因将土方随意弃置在非指定场所。车辆到达指定地点后，应听从现场人员的统一指挥，将土方倾倒在指定的点，不得随意停靠倾倒。确保现场井然有序。倾倒完毕后，有现场人员将车内冲洗干净，并铺上一层薄膜后方可离开。

#### ● 处置过程大气污染防治

对于处置场，施工工地地面、车行道路应当进行硬化等降尘处理。

异位固化/稳定化处理在异位处置大棚内进行，运输车辆及处理设备进出大棚后，立即关闭大棚大门，防止废气外逸；同时通过增加尾气处理系统运行台数，保证棚内空气流通及废气达标排放。

#### (2) 水环境污染防治措施

施工过程，采用雨污分流形式，修建截洪排水沟、基坑废水收集井、洗车槽等，将施工过程污水收集。

本项目施工过程产生的污水、废水，统一收集至污水暂存池，经过污水处理系统处理合格后，作为场地内洒水降尘、洗车用水、原位化学氧化用水等资源化利用。

### (3) 土壤污染防治措施

为防止污染土壤可能造成的二次污染，采取以下措施：

- 严格限制清挖阶段清挖机械的活动范围，防止将污染土壤带离污染区域。
- 污染土壤装载时，不准装大块，卸料时应尽量放低铲斗；严禁运输车辆超载，并加盖密闭式加盖装置，确保在运输过程中不往外撒落。
- 卸料前，应确定四周应无人员来往。卸料时，应将车停稳，不得边卸边行驶；卸料过程中尽量做到减缓速度和降低落差，减少人为污染扩散；卸料后，应及时使车厢复位，方可起步，不得在倾斜情况下行驶。
- 在作业区出口处设置洗车台，对施工机械和运输车辆进行清洗，严禁带泥上路。
- 大风或者大雨天气无法施工时，用防雨布覆盖已经挖开的土壤，减少扬尘或雨水冲刷，避免发生二次污染。
- 对于当天清挖出来且未及时转运的土壤，放置在厂区中污染较严重的地块上，并用防雨布覆盖，减少扬尘或雨水冲刷。此外，暂存区应做好相应的防渗处理，防止发生二次污染。

### (4) 噪声污染防治措施

修复过程中的噪声来源主要来自于清挖机械、运输车辆、处理设备等。为防止施工过程可能造成的噪声污染，采取以下措施：

- 工程实施期间，噪声排放不得超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的限值要求，即昼间 70dB，夜间 55dB。
- 尽量选用低噪声或备有消声降噪设备的施工机械。
- 对强噪声设备，以隔音棚、隔音罩或隔音屏障封闭，遮挡，实现降噪。
- 加强环保意识的宣传。采用有力措施控制人为的施工噪声，严格管理，最大限度地减少噪声扰民。
- 高噪声设备近距离操作的施工人员应佩戴耳塞，并应安排轮流作业或缩短其劳动时间，以降低噪声对人耳造成的伤害。

### (5) 地下水污染防治措施

开挖铜、砷污染土壤暂存和处理均应在防渗地面上进行，经固化/稳定化处

理合格后运至生活垃圾填埋场填埋；邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯及氰化物污染土壤经原位化学氧化处理合格后，土壤和地下水浓度需满足项目要求和环境要求。虽然项目所在地地下水埋深较浅，埋深在 1.7~2.78m，但通过上述方案，可以有效预防对地下水的影响。

#### （6）固体废物污染防治措施

##### ● 生活垃圾、办公废品

生活垃圾及办公废品经收集后按业主要求拿到指定场地堆放，由环卫部门定期清理，避免产生二次污染。

##### ● 施工过程固废

1) 对于修复过程中产生药剂的包装袋、桶等，经收集后回收利用，对报废包装袋、桶、等收集后给原厂家回收利用或处置。

2) 活性炭可循环利用，项目结束后，剩余活性炭作为危险废物，委托有资质的机构进行处置。

##### ● 地块治理修复后的拆除物

由施工单位对修复区处理设备进行拆除，设备中的残留土应清理收集后，及设备拆除后，按程序办理相关设备退场手续。

#### 2.3.3.5 环境监测

##### （1）大气环境监测

环境空气质量检测指标执行《空气环境质量标准》（GB3095-2012）二级标准；地块无组织大气污染物排放监测指标及地块有组织大气污染物排放监测指标执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）。本项目排气筒高度为 15m，由于在周围半径 200m 范围内存在高于 15m 的建筑物，因此其对应的表列排放速率标准值严格 50% 执行。

##### （2）水环境监测

地表水监测评价标准为：施工过程不对周边地表水环境质量产生影响为准。污水处理设备出水水质监测指标评价标准为《污水综合排放标准》（DB12/356-2018）三级标准。



地下水监测标准执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的IV类标准。

### (3) 噪声环境监测

声环境监测的主要监测项目为噪声。场地四周噪声排放不得超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12323-2011)的限值要求,即昼间75dB,夜间55dB。场地周边敏感区噪声排放不得超过《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类声环境功能区噪声限值,即昼间60dB,夜间50dB。若机械噪声高于该标准,则需采取积极措施以控制噪声。

### (4) 固体废物

本地块的固体废物主要包括药剂配置产生固体废物、建筑垃圾清理产生垃圾及生活垃圾等。施工过程中产生的垃圾分类收集暂存,及时处理。施工过程中产生的生活垃圾交由市政统一处理。产生的其他固体废物根据其性质交由专业机构处理。

### 3 修复工程实施情况

#### 3.1 工程基本情况

##### 3.1.1 参与单位

建设单位：天津市河北区土地整理中心

施工单位：广西博世科环保科技股份有限公司

工程监理单位：天津正方建设工程监理有限公司

环境监理单位：天津秦坤环境工程咨询服务有限公司

效果评估单位：生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心

##### 3.1.2 工程内容

场地土壤需要修复的污染土壤面积为 1069.55 m<sup>2</sup>。

##### 3.1.3 工程目标

根据已场地修复方案和招标文件要求，修复后土壤和地下水需满足本场地修复目标值要求，本次地块土壤修复的目标污染物为铜、砷、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯和氰化物，修复目标见章节 2.3.1。

##### 3.1.4 施工时间节点

主体修复工程主要包括铜、砷、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯和氰化物污染土壤的清挖转运、修复养护、外运及回填等工作，施工进度详见表。

第一阶段：2020年6月23日至2020年7月12日，施工准备阶段，完成场地测量、三通一平、施工所需材料设备和人员进场、污染地块临时设施建设等工作，包括项目部建设、移动式清挖大棚及尾气系统建设、污水处理区建设、洗车平台建设、异位处置场建设。

第二阶段：2020年7月13日至2020年8月24日，主体修复工程阶段，包括铜和砷污染土壤清挖处理和外运处置、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯和氰化物污染土壤原位修复及基坑自检、修复后土壤的自检工作、基坑回填及平整工作、施工过程的环境监测工作及二次污染潜在区域的采样自检工作。

第三阶段：2020年7月28日至2020年9月10日，项目修复效果评估及清

场退场工作。包括项目相关管理部门组织的效果评估验收、临时设施拆除、地块最终平整和竣工撤场等相关工作。

## 3.2 修复工程设计

### 3.2.1 修复工程总体技术路线

本项目目标污染物为铜、砷、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯和氰化物，污染范围分布分散，铜、砷污染土壤采取固化/稳定化修复技术；邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯污染土壤和氰化物污染土壤采用化学氧化修复技术。

### 3.2.2 修复工程总体平面布置

因原设计的修复施工区位于场地南侧，其围墙下有埋地电缆无法建设，整个施工过程区调整北侧。

### 3.2.3 重金属固化稳定化方案

项目需要将受铜、砷污染的土壤清挖至异位处置场进行固化/稳定化治理，共计处理量为 1649.6m<sup>3</sup>。

设计思路主要包括以下几个部分内容：

1) 处理前准备工作：通过小试和中试试验确定药剂添加配比、比例、土壤含水率、养护周期等参数。

2) 修复预处理设计：先用 ALLU 斗筛分搅拌设备对污染土壤进行预处理，每台处理能力为 2000m<sup>3</sup>/d，每天按 10h 计。

3) 污染土壤固化/稳定化修复工程设计：采用 SUS01 型土壤修复一体化设备进行稳定化药剂的添加和搅拌，修复效果达标后进行生活垃圾填埋场污染控制标准和场地修复目标值检测，检测均达标后运输至生活垃圾填埋场进行填埋。

4) 生活垃圾填埋场填埋：修复后土壤经检测达标后转运至大韩庄垃圾填埋场进行填埋。

### 3.2.4 有机污染土壤原位氧化方案

根据治理与修复方案，高压旋喷药剂有效半径为 0.75m，孔距 1.3m。设计参数包括孔距、钻孔个数等。

### 3.3 修复工程实施

#### 3.3.1 修复施工总体平面布置

修复施工总体平面布置详见“3.2.2 修复工程总体平面布置”章节。

#### 3.3.2 施工准备

##### 3.3.2.1 项目部组建

施工单位项目部主要组成人员包括项目经理、技术负责人、资料员、安全员、材料员、测量员、设备工程师、技术工程师、实验分析员等。每位成员各尽其职，各负其责。

##### 3.3.2.2 临建建设

现场临时设施的建设包括项目建设、临时道路建设、移动式清挖修复大棚、异位处置大棚等。

主要建设的项目部建设、临时道路建设、建设异位式清挖大棚、异位处置大棚、养护待检区建设等。

##### 3.3.2.3 设备进场

施工期间，有序安排挖掘机、ALLU斗、打桩机、吊车、高压旋喷设备等施工机械进场，做好机械及司机的进场登记。同时做好大棚建设材料、配套工程建设材料及二次污染防治材料等进场计划，材料进场后应妥善储存。

##### 3.3.2.4 放线定位

因本项目位于天津市河北区，项目资料中使用坐标系均为天津地方坐标（1990年天津市任意直角坐标系），因此本项目涉及的测量坐标、拐点坐标等均使用天津90坐标系。

#### 3.3.3 深基坑支护施工

##### 3.3.3.1 方案制定与论证

针对砷污染区域清挖深度为6m，属于深基坑清挖。施工单位于2020年7月5日编制《河北区609电缆厂地块环境修复项目深基坑清挖支护专项施工方案》，

并召开了专家评审会。

悬臂桩基坑支护结构，桩长 9m，扩大 U 型钢板桩的围护范围，将悬臂结构支护桩变为抗滑桩，或将悬臂结构支护桩变为支撑桩，增加围檩和支撑结构，并增加降水井保持地下水位低于基坑底面 1m，并结合项目现场施工环境进行施工指导。

### 3.3.3.2 2-6m 钢板桩支护施工

针对砷基坑支护区域，根据专家意见将砷污染区域 0-2m 采用放坡开挖，放坡比例 1:1；-2~-6m 以下采用钢板桩支护进行开挖，为了保证基坑的稳定性，钢板桩支护范围略大于污染土壤清挖范围，开挖后按 1:0.67 放坡，增加钢板桩的稳定性。钢板桩支护高于开挖面 0.2m，清挖污染土壤后，入土深度为 4.8m。污染范围周长 45.3m，扩大后钢板桩支护范围周长 62.32m，钢板桩使用量为 156 根，总长 1404m。

砷污染土壤开挖过程中，基坑地下水采用集水明排+降水井方式进行降水。在基坑中设置深 11m 的降水井，在土方开挖前将地下水位降至基坑下 1m。土方开挖完成后，降水应持续至基坑回填完成。基坑外设置截水沟和集水井，共 70m。

### 3.3.4 重金属污染土壤基坑清挖施工

重金属污染土壤的污染物为铜和砷，清洁土壤清挖时间在 2020 年 7 月 12 日。两个基坑总计清挖清洁土方量为 2062.41m<sup>3</sup>，污染土壤的土方量 1732.91 m<sup>3</sup>。0-2m 清洁土壤和铜基坑清挖采用自然放坡清挖，铜基坑的 2m-4m 采用拉森钢板桩支护，砷基坑 2-6m 基坑钢板桩支护施工方式详见 3.3.3.2 章节。

#### 3.3.4.1 铜污染土壤清挖

整个铜基坑清挖过程在密闭大棚中进行，项目地块中土壤铜修复面积为 514.92 m<sup>2</sup>；清挖污染土方为 1029.83 m<sup>3</sup>，修复深度为 2m-4m，铜污染土壤计划清挖土壤量 1020.2 m<sup>3</sup>，实际清挖土壤量为 1029.83 m<sup>3</sup>。

#### 3.3.4.2 砷污染土壤清挖

砷污染土壤基坑为不规则多边形，清挖深度 6m，东西宽度最大 14.56m，南北宽度最大 14.20m。深基坑清挖范围为砷污染土壤，修复面积 166.32 m<sup>2</sup>，清挖

土壤量 703.08m<sup>3</sup>。砷污染土壤计划清挖土壤量 629.4 m<sup>3</sup>, 实际清挖土壤量为 703.08 m<sup>3</sup>。

### 3.3.5 重金属污染土壤固化稳定化修复施工

砷污染土壤于 2020 年 7 月 13 日开始处理, 并于 2020 年 7 月 14 日全部完成砷污染土壤的固化/稳定化修复工作, 共历时 2 天。

铜污染土壤于 2020 年 7 月 15 日开始处理, 并于 2020 年 7 月 16 日全部完成铜污染土壤的固化/稳定化修复工作, 共历时 2 天。

采用 ALLU 斗对土壤和药剂进行搅拌混匀。土壤本身含水率较高, 施工过程无需加水, 土壤含水率约为 35%, 搅拌完成后将土壤转运至养护场进行覆盖养护即可, 养护时间 3-7 天。

地块中土壤铜清挖污染土方为 1029.83 m<sup>3</sup>, 铜污染土壤修复药剂选用 BWT6, 药剂添加量为 3%, 修复药剂总用量 53.35t。处置大棚中需固化/稳定化修复的砷污染土壤为 703.08m<sup>3</sup>, 采用人工配合机械的方式将修复药剂添加至土壤中, 固化稳定化药剂为 BWS3, 加药量为 3%, 药剂用量为 33.99t。

### 3.3.6 稳定化土危废鉴定

施工单位委托江苏康达检测技术股份有限公司对本项目需外运土壤危废鉴定单位, 经核实该公司于 2016 年 1 月 18 日获得江苏省司法厅的司法鉴定许可, 业务范围包括环境损害鉴定 (危险废物鉴定)。

2020 年 7 月 23 日由鉴定单位编制的《天津市河北区 609 电缆厂地块铜污染土壤和砷污染土壤危险特性鉴别报告》通过了专家评审, 该方案通过对天津市河北区 609 电缆厂地块污染土壤采集的污染土壤样品进行采样分析, 对污染土壤腐蚀性、浸出毒性、毒性物质含量进行分析并结合前期调查分析结论, 鉴别污染土壤均不属于危险废物, 属于一般固体废物。

### 3.3.7 有机污染土壤原位化学氧化施工

#### 3.3.7.1 0-2m 清洁土清挖

氰化物污染范围表层 (0-2m) 的清洁土壤, 清挖面积 345.27 m<sup>2</sup>, 清挖土方量 571.49 m<sup>3</sup>。邻苯二甲酸二 (2-乙基己基) 酯污染范围表层 (0-2m) 的清洁土壤, 清挖面积 427.22 m<sup>2</sup>, 清挖土方量 608.02 m<sup>3</sup>。

清挖过程采用挖掘机进行清挖，清挖后由密闭式运输汽车转运至清洁土壤暂存区暂存，采用密目网进行覆盖。

### 3.3.7.2 2m 以下原位氧化施工

根据施工统计，氰化物施工时间在 2020 年 7 月 13 日~7 月 17 日，邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯施工时间在 2020 年 7 月 18 日~7 月 24 日。

邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯、氰化物污染土壤原位化学氧化施工均使用 MDL-150D 型钻机，钻孔直径  $\phi 150\text{mm}-\phi 250\text{mm}$ ，注浆泵喷射压力 28MPa。试喷完成确认钻机可正常工作后，将钻机移至施工区域，进行原位施工。

高压旋喷药剂有效半径为 0.75m，孔距 1.3m，钻孔总数 133 个，旋喷总延米数 532m；高压旋喷药剂有效半径为 0.75m，孔距 1.3m，钻孔总数 175 个，旋喷总延米数 700m。

根据现场施工情况及机械施工条件，邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯污染范围内，高压旋喷设备从基坑的北侧向南 S 形依次施工，使高压旋喷钻机所处地面均为干燥平整的坚实地面，从而保证施工机械的安全性和施工机械操作的便利性，最后安全移出污染范围。根据现场施工情况及机械施工条件，氰化物污染范围内，高压旋喷设备从基坑的东北角至西南 S 形依次施工，使高压旋喷钻机所处地面均为干燥平整的坚实地面，从而保证施工机械的安全性和施工机械操作的便利性，最后安全移出污染范围。

### 3.3.7.3 邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯污染土壤二次修复

因效果评估单位对修复后邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯污染土壤取样时，有一个基坑边界的上层土样超标，因此对超标点位及周边取样网格内 2-4m 土壤进行二次修复。

根据效果评估单位要求，在原超标点位（边界 01 号点）相邻取样网格中心处为边界，重新进行修复，根据修复范围及污染程度确定加药点位如图所示，修复面积约  $14\text{m}^2$ ，修复方量约  $28\text{m}^3$ 。

为保证二次修复的修复效果，修复药剂的加药量按正常修复剂量的 1.2 倍添加，共使用修复药剂 8.90t。

### 3.3.8 重金属稳定化土外运消纳

根据修复技术方案，本项目修复后重金属污染土壤全部运输至垃圾填埋场进行安全填埋。

### 3.3.9 基坑清洁土回填

本项目基坑回填分为 4 部分，其中外购土回填一是铜基坑为 2-4 m 的外购清洁土方量为 1010 m<sup>3</sup>；二是砷基坑 2-6 m 的外购土方量 720 m<sup>3</sup>。主要的土方平衡表见下表。总计外运重金属稳定化土壤方量约 1700m<sup>3</sup>，回购清洁土土壤方量为 1730m<sup>3</sup>。

铜、砷基坑回填需外购清洁土 1730 m<sup>3</sup>，为保证清洁土的质量，由环境监理单位进行检测取样。清洁土壤检测按经验值，共取 4 个土样进行取样送检，检测指标为《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中 45 项，标准限值选用第一类用地筛选值。

检测结果显示全部指标均为未检出，检测结果合格。

回填前，施工单位向河北区生态环境局进行书面报备，从场内污染土壤修复工作情况、回填土方量、清洁土来源、转运方式及转运时间等方面进行汇报。

### 3.3.10 废水处理

项目产生的废水主要来源于施工基坑降水、洗车废水和雨水收集，按照实施方案及设计要求，废水处理采用污水一体化处理设备，处理后废水检测达标后场内回用。在实际施工过程中，工期跨度仅一个月，降水少，主要污染因子为重金属铜、砷、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯和氰化物，处理方法选用化学处理方法。

污水处理指标主要为项目目标污染物指标，经自检检测达到《污水综合排放标准》（DB12/356-2018）三级标准，污水处理合格后作为场地内原位化学氧化用水、稳定化养护用水、洗车用水等资源化利用。

## 3.4 修复过程质量管理与控制

### 3.4.1 质量监控程序

本项目施工前、施工期间及施工后均须对施工质量做好监控工作。

### 3.4.2 施工后的质量控制措施



施工期间，应从工序、人员、制度、技术等各个方面进行质量控制，确保施工质量达标。

### 3.4.3 异位固化/稳定化修复质量保证措施

本项目采用固化/稳定化技术对铜、砷污染土壤进行处理，工程主要包括污染土壤清挖、破碎筛分、固化/稳定化处理、养护检测达标后外运消纳。

在本项工程中，污染土壤清挖边界、固化/稳定化处理效果和土壤转运及外运等过程，都会影响施工质量、施工工期及工程成本，因此保证清挖边界、固化/稳定化修复效果及土壤转运过程的施工质量均为本项工程的重点环节。

## 3.5 修复效果自检

施工单位在完成各环节施工后，以此进行了修复效果自检取样。经基坑清挖效果、原异位修复效果等自检检测结果表明，自检均为合格。具体自检内容如下：

## 3.6 二次污染防治措施

根据施工总结报告，河北区 609 电缆厂地块修复工程修复该工程在施工过程中采取了以下二次污染防治措施。

### 3.6.1 大气二次污染防治措施

场地建设、土壤开挖、短驳运输、固化/稳定化及原位修复过程中可能会产生污染物、粉尘等问题，采取以下措施对这些可能产生的大气二次污染进行针对性的防治。

(1) 场地建设施工期间，采用雾炮机降尘、密目安全网覆盖防扬尘等技术措施进行防治。工程使用满足国家第三阶段排放标准（即《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ阶段）》（GB17691-2005）中的第三阶段排放控制要求）要求的施工机械，降低尾气排放。

(2) 污染土壤清挖、运输施工期间，对清挖面较大的铜污染基坑采用密闭大棚内开展清挖工作、全封闭式运输车、配合人工清扫及运输车辆冲洗等技术措施进行防治。

(3) 污染土壤异位修复施工区，采用密闭大棚中加药搅拌、废气收集处理系统和场界大气监测等技术措施进行二次污染防治。原位氧化修复施工区，采用雾炮结合便携式 VOCs 气体检测仪（PID）及现场 VOC 气体、臭气监测等二次污染防治技术措施。

### 3.6.2 废水二次污染防治措施

废水来源主要为基坑降水和雨水。防治主要包括如下措施：

(1) 施工过程中产生的基坑降水集中收集，输送到污水暂存池中。污水处理系统所在区域地面做好硬化。

(2) 针对施工现场情况，采用防雨、雨水收集和排水等一系列技术和相关设备，包括截水沟设置、集水井、暂存池等。

(3) 现场建设一套污水处理设备。在进行污水处理施工前，全面检查了污水一体化处理设备，确保设备安装接管口密闭，无漏水；污水处理过程中，严格控制污水流速，避免污水溢出水池，引起二次污染；专人监督记录污水处理设备的运行情况，处理过程中，未出现污水溢出、断水、断电情况，处理污水全部达标；对污水处理药剂添加采用药剂泵泵送，未遗漏到地表。

### 3.6.3 土壤二次污染防治措施

土壤二次污染主要在于交叉污染。施工单位采取措施如下：

(1) 对场内区域进行合理规划，减少污染土壤场内的转运距离；应将运输车辆车厢及轮胎进行清扫干净，避免交叉污染；施工现场的主要通道全部采用硬化处理，减少道路扬尘。

(2) 运输车辆不超量运载，运载工程土方最高点不得超过车辆槽帮上沿 50cm，边缘低于车辆槽帮上沿 10cm，装载建筑渣土或其他散装材料不得超过槽帮上沿。现场施工员专门管理车辆物料运输，防止遗撒，采取覆盖措施。

(3) 出场的车辆前往洗车平台冲洗干净，专人进行车辆清洗工作，对每辆运土车须经打扫车轮、车厢后方可放行。

(4) 现场配备足量苫布，施工间歇对开挖面土体进行有效覆盖，避免扬尘。

### 3.6.4 噪声二次污染防治措施

噪声主要来源为机械设备的噪声、施工人员噪声等。主要防治措施如下：

(1) 采用噪声小的生产设备、设备加装消声，禁止场界内鸣笛，同时合理安排强噪声作业时间。

#### (2) 施工人员的噪声

在污染场区要大力提倡文明施工，建立健全控制人为噪声的管理制度，加强对施工人员的噪声扰民的教育，尽量减少人为的大声喧哗，增强全体施工人员避免噪声扰民的自觉意识。

### 3.6.5 固体废物二次污染防治措施

根据固体废弃物环境影响分析，场地施工现场产生废弃活性炭、建筑垃圾、生活垃圾等，这些固体废弃物具有一定二次污染的风险，需要进行妥善处置。

(1) 对废弃活性炭其进行集中收集、储存，并进行危废存放标识。施工单位已委托天津华庆百胜运输有限公司对产生的废活性炭进行运输，并交由天津华庆百胜环境卫生管理有限公司进行处置。

(2) 施工清理出的建筑垃圾等杂物要临时贮存，并分类处置。经过冲洗清洁后场地回填。

(3) 生产垃圾主要是药剂袋，将药剂冲洗干净后统一存放，后与生活垃圾统一外运。施工人员所产生活垃圾经分类收集后，由当地环卫部门统一外运。

## 4 环境监理情况

根据《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目环境监理报告》，这部分工作由环境监理完成。

### 4.1 监理工作基本情况

#### 4.1.1 监理单位及组织构成

环境监理单位正式开展工作前，成立环境监理项目部，开展后续监理工作，针对本修复工程的特点，本项目部集中具有丰富土壤修复工程经验的监理人员、技术人员组成项目部，负责本工程的监理工作。

项目部主要人员包括总环境监理工程师、环境监理工程师、旁站监理工程师和巡视监理工程师组成，其中总环境监理工程师的职责是负责统筹监理的全面工作、下发环境监理单子和签署签发总意见性文件；环境监理工程师的职责是负责现场的全面工作，与现场施工方进行及时沟通，保障现场情况受控，及时汇报现场情况；旁站监理工程师主要负责现场旁站监督；巡视监理工程师主要负责现场巡视任务。每位成员各司其职，各负其责。

#### 4.1.2 监理目标与范围

环境监理是受污染场地责任主体委托，依据有关环境保护法律法规、场地环境调查评估备案文件、场地修复方案备案文件、环境监理合同等，对场地修复过程提供专业的环境保护咨询和技术服务，协助和指导建设单位全面落实场地修复过程中的各项环保措施，确保土壤修复过程中对环境的破坏程度最低，保护力度最大。

根据《天津市河北区 609 电缆厂地块污染场地风险评估报告》和《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》，本项目环境监理空间范围包括土壤污染区域、临时设施功能区及周边环境影响区域。本次修复工程环境监理的工作范围为铜污染区域 2-4m、砷污染区域 2-6m、邻苯二甲酸二酯（2-乙基己基）污染区域 2-6m 和氰化物污染区域 2-6m 污染土壤的修复工程。

#### 4.1.3 环境监理程序

- (1) 环境监理方案编制
- (2) 实施方案设计阶段环境监理
- (3) 修复实施阶段环境监理
- (4) 编制环境监理总结报告，向委托单位移交环境监理档案资料。

#### 4.1.4 环境监理工作方法

##### 4.1.4.1 核查

##### 4.1.4.2 巡视

##### 4.1.4.3 旁站

##### 4.1.4.4 跟踪检查

##### 4.1.4.5 环境监测

##### 4.1.4.6 信息反馈

##### 4.1.4.7 记录与报告

### 4.2 监理过程开展情况

#### 4.2.1 治理单位资质审查的监理工作

在治理修复工程开工前，我单位监理工程师对广西博世科环保科技股份有限公司报送的工程施工单位资质报审表、开工报审单、实施方案、施工组织设计、主要机械设备报审单等资料进行了审核，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以下内容：

- ① 施工单位的营业执照、企业资质等级证书、安全施工许可证、特殊行业施工许可证、国外（境外）企业在国内承包污染场地治理修复工程许可证；
- 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。

修复施工单位应当配备足够的管理、专业技术和操作人员，有完善的管理制度和操作规程，保证治理修复工程的正常运行。

#### 4.2.2 治理与修复方案的审查工作

① 在设计交底下前，总监理工程师组织监理人员熟悉污染场地修复技术方案报告和设计文件中的污染场地治理修复措施，了解治理修复工程的具体目标。

② 在工程开工前，业主单位将我单位的名称，监理的范围、内容和权限及总监理工程师的姓名书面通知治理单位，治理单位应向监理单位提交施工组织设计、专项施工方案，经项目监理机构审查符合要求的，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，审查施工组织设计（方案），熟悉工程图纸设计文件和有关标准规范，掌握本专业工程的特点、关键部位的施工方法和质量要求等，并参加图纸会审和设计技术交底，对治理修复工程实施方案提出审查意见，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。当发现图纸中存在按图施工困难，影响工程质量以及图纸错误等问题时，通过总监理工程师向业主单位、设计单位提出书面意见和建议。

④ 在工程开工前，总监理工程师组织审查治理单位的工程施工管理体系是否责任明确，切实有效，确能保证工程项目施工时予以确认。

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场地供水供电方案进行审查，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，监理人员认真审核治理修复工程技术方案内容，对工程总平面设计、注入井系统设计、监测系统设计进行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拟投入的主要物资、机具和劳动力计划的合理性进行认真审核。

#### 4.2.3 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修复实施单位报送的开工报审表及相关资料，同时具备以下条件的，由总监理工程师签署审查意见，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 设计交底和图纸会审已完成；
- ③ 施工组织设计已获总监理工程师批准并签认；

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。

## 4.3 修复工程内容及二次污染防控落实情况

### 4.3.1 修复工程内容核查结果

#### 4.3.1.1 工程设计阶段核查结果

环境监理收集了《天津市河北区 609 电缆厂地块场地环境初步调查报告》、《天津市河北区 609 电缆厂地块土壤污染状况详细调查报告》、《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》等技术文件,并审核通过工程施工方案。审核修复工程中的环保措施和环保设施设计文件;与修复单位、建设单位明确各项环保措施细节。对本修复工程中的污染场地实地踏勘,收集周边环境资料。审核修复过程中土壤、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。

#### 4.3.1.2 工程准备阶段核查结果

##### (1) 施工设备核查结果

开工前施工单位提供了工程材料、构配件、设备进场检查记录单。我单位按照修复技术方案要求及施工进度要求,现场核对了设备到场情况。经核查,到场施工设备质量和数量符合技术方案要求和实际施工需要。

##### (2) 修复现场平面布置核查结果

根据技术方案中要求,修复现场平面布置主要包括异位修复大棚、修复后土壤养护待检暂存区、清洁土壤暂存区、项目部等。

##### (3) 环保设备核查结果

本项目铜、砷污染土采用原地异位固化/稳定化修复,根据技术方案要求需建设异位修复大棚、可移动清挖大棚各 1 座并配套尾气处理设施。场地内会产生基坑降水、暂存区渗水、处置过程中污水、洗车污水、设备及地面冲洗水等,根

据技术方案要求需建设污水处理系统 1 套。监理工程师对建设完毕的大棚进行了现场核查，经核查现场异位修复大棚、可移动清挖大棚及配套尾气处理设备以及污水处理系统满足修复技术方案要求。

#### 4.3.1.3 工程实施阶段核查结果

环境监理人员对于整个工程中采用施工关键部位旁站，日常施工巡视的方式进行了监督。整个过程中我方监理人员重点开展了以下几项工作：

##### (1) 核实修复工程是否与修复技术方案符合性

通过日常巡视和旁站监督，确认修复单位严格按照修复技术方案的要求，对铜、砷污染土进行了分层清挖、厂内转运、异位处置场进行固化/稳定化修复；对邻苯二甲酸二酯(2-乙基己基)、氰化物污染土进行了 0-2m 清洁土壤清挖、2-6m 污染土壤高压旋喷原位修复。监督修复单位施工过程，避免超挖、少挖、错挖和野蛮施工现象。通过旁站污染区放线以及基坑复核工作，验证了清挖区域与污染区范围及深度一致。

经监理统计并于修复单位确认，现场修复工程实际情况略有增加，其原因因为基坑放坡和建筑垃圾表层过多。经监理工程师确认造成偏差量的理由合理，偏差量可以接受。综上所述，实际施工过程与修复方案中确定的技术路线一致。

##### (2) 监督修复单位落实环保设施、环境保护工程和措施

监督环保工程进度实际施工过程中，Cu、As 污染土的处置全部在修复车间内进行，尾气处理系统运行正常；所有棚外堆土采取了防风防水的全密闭措施；转运车辆转运过程中采取了自动苫盖措施；现场安排有 1 辆洒水车 and 2 个雾炮设备，要求修复单位在清挖过程中根据天气条件、实际施工情况安排降尘措施；针对开挖过程中异味较重区域，如邻苯二甲酸二酯（2-乙基己基）基坑，在开挖面附近喷气味抑制剂，邻苯二甲酸二酯（2-乙基己基）、氰化物污染土在原位进行高压旋喷药剂喷注修复，随时抽取基坑内积水，采取彩条布苫盖基坑的防雨防水防漏措施，保证土壤的含水率不高，避免出现严重的反浆现象。

场地内主要废水为挖掘区域基坑降水、暂存区渗水、处置过程中污水、洗车污水、设备及地面冲洗水等。经监理人员旁站确认，现场异位修复车间、污染土



暂存区和修复后土壤养护待检区四周设置了 0.2m 的挡水围堰，使其与周边非污染区隔离开，同时异位处置场下层为两布一膜的防渗结构，即 600g/m<sup>2</sup> 非织造土工布+2mm 厚 HDPE 防渗膜+600g/m<sup>2</sup> 非织造土工布，使铜、砷污染土壤中的污染物与地面的清洁土隔离开来；在 4 个基坑四周设置了 0.2m 的挡水围堰，防止周边雨水进入坑内。施工期内降水较少，基坑内未出现大面积积水情况。

综上所述，实际施工过程中落实了相关环保措施。

### (3) 检查和监测施工过程中产的水、气、声、渣排放

本工程施工期内无废水、废渣外排，废水经过污水处理系统处理后在厂区内循环利用，无外排。

施工期施工方安排第三方检测机构——天津实朴检测技术有限公司开展本修复工程的大气、地下水、地表水、土壤和噪声的环境监测工作，监测内容为异位修复大棚尾气排气筒、移动式清挖大棚尾气排气筒、厂界废气无组织监测、周边敏感点环境空气质量监测、污染土壤基坑、污染土壤修复后的自检监测和厂界、周边敏感点的噪声值监测。作为环境监理单位，在施工期这一次环境监测中做比对监测，安排摩天众创（天津）检测服务有限公司开展比对监测，与施工方的检测结果做比对；双方检测结果均显示施工期内各项监测因子均满足相应标准（相关监测报告见附件），因此施工过程中对周边环境的影响可以接受，且比对结果误差在可接受范围内。

尾气处理过程中产生的活性炭固废按照技术方案要求交由天津华庆百胜环境卫生管理有限公司处理，由天津华庆百胜环境卫生管理有限公司负责接收、运输和处置。废包装袋等及生活垃圾交由市政环卫部门收集处理。

综上所述，本项目施工过程中产的水、气、声、渣排放均满足相关法律法规及技术方案要求，且未对周边环境造成较大影响。

### (4) 对场内运输污染土壤车辆的密闭性、运输过程进行环境监理

现场共安排运输车辆 6 辆，全部自带苫盖斗篷，苫盖设备良好。运输过程全部按既定路线在硬化路面内运输，施工期间车辆未出场。为减少运输过程中的扬尘，人工清扫路面，采用雾炮车进行洒水抑尘。

综上所述，污染土运输车辆密闭性良好，运输过程符合要求。

(5) 核查施工过程中基坑开挖和支护等是否按有关建筑施工要求进行

本工程污染区共分为铜、砷、邻苯二甲酸二酯（2-乙基己基）和氰化物 4 块污染区域，其中铜、砷污染区域为异位修复，铜修复深度为 2-4m，砷修复深度为 2-6m，0-2m 为清洁土，总共分为 2 层。实际施工过程中采取分 2 层开挖，污染区和非污染区分别开挖分别转运。污染区内建筑垃圾破碎后运至制定区域堆存。按照经过专家评审的基坑支护方案，现场基坑侧壁按 1:1 自然放坡。砷基坑开挖至 6m，为深基坑，需做深基坑支护专项施工方案，采用热轧拉森 U 型钢板桩作为基坑围护体系，钢板桩长 9m，单根宽 0.4m，采用密布咬合链接方式，支护的同时起到止水作用。

(6) 对异位处置过程，包括储存库及处理现场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污水处理系统是否完备，确认各项条件是否符合环境要求实际施工过程中，因原修复计划中污染土暂存区有大型树木，无法移动，所以在不违反布点原则的情况下，将污染土的暂存、修复、养护移到厂区的北面空旷地带。按照修复方案，污染土壤暂存和修复在异位修复车间进行，养护在车间外的硬化路面上进行苫盖养护。所有工序的硬化面状况良好，未见破损裂缝等情况。修复车间内设有引风管道，修复车间东南角设有活性炭吸附罐、布袋除尘器、风机和 15m 高排气筒，处置设施完备。

(7) 过程监理工作情况

施工过程中共组织 3 次环境监测，分别是施工前、施工过程中和施工后的环境监测，环境监理方在施工过程中环境监测进行环境比对监测。对污染区放线、基坑采样、基坑范围验证、修复后土壤采样、环境监测、HDPE 膜铺设及焊接等工作采取了旁站监督，其余工作采取巡视和抽检。

监理工程师通过环境监理业务联系单、环保问题整改通知单和监理例会等形式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。施工期内共下达了联系单 5 份，召开监理周例会 7 次并形成例会纪要 7 份，施工单位全部对监理指令进行了落实。

施工期内未发生环境突发事件。经监理人员实地踏勘，现场不存在环境重大隐患。

#### (8) 修复后土壤外运和基坑回填过程进行全程监督

效果评估单位对铜、砷基坑及修复养护后土壤进行了取样检测，检测报告结果显示铜、砷基坑及修复养护后的土壤均未出现超标，符合外运和回填条件，允许施工方外运及回填；邻苯二甲酸二酯（2-乙基己基）、氰化物基坑完成取样检测后，氰化物基坑结果合格，允许回填基坑，邻苯二甲酸二酯（2-乙基己基）基坑其中边界1号点位结果未达标，出现超标情况，修复未到位，下达环境监理联系单，监督敦促施工方进行二次修复，二次修复完成后进行自检采样，自检合格后报给效果评估单位，进行效果评估采样，检测结果合格后进行回填。

其中，回填基坑的一部分清洁土壤为外购清洁土壤，需进行外购清洁土壤的自检取样，我方全程监理采样过程，清洁土壤检测报告证明清洁土壤未受污染，符合回填要求。

#### 4.3.2 环保设施的建设和运行情况

本工程的主要环保设施为异位修复车间、移动式清挖大棚、异位修复车间和移动式清挖大棚的尾气处理系统以及污水处理系统。异位修复车间于2020年7月12日开始建设，7月13日整体运行调试完成。大棚设置于场地北部，原电缆厂遗留基础地面上，在原有基础上自行硬化路面，占地约1500m<sup>2</sup>。主体车间东西长60m，南北宽25m，顶高9m，边高5m，东端设置双向拉帘门，车间设计采用密闭钢结构，自建水泥硬化地面良好，未见破损或裂缝。移动式清挖大棚设置于异位修复车间南面，铜污染区基坑上，顶高9m，边高5m，东面设置双向拉帘门。

尾气处理系统位于异位修复车间东南角区域和移动式清挖大棚北部区域，设有设计风速20000m<sup>3</sup>/h引风机、布袋除尘器、活性炭吸附罐和排气筒。从污染土壤中挥发的污染物、颗粒物集中收集，经除尘、活性炭吸收处理后由排气筒排放。

施工期间异位修复车间密闭性完好，未出现破损情况。尾气收集及处理设备运转良好，施工期内定期配置并添加新活性炭。未出现修复车间造成的环境污染事件。

污水处理系统位于厂区北部，异位修复车间南部，紧邻异位修复车间，开挖过程的基坑降水、雨水、洗车废水等需要进入污水处理站进行化学还原+絮凝沉淀处理，处理达标后作为场地内洒水降尘、洗车用水、原位化学氧化用水等资源

化利用。

#### 4.3.4 污染物排放和环境影响的监测结果

##### 4.3.4.1 施工过程中大气环境监测

本工程自 2020 年 7 月 13 日开始动土施工，2020 年 9 月 10 日完成现场所有工作，实际现场施工时间共计 60 天。在此期间天津实朴检测技术服务有限公司对厂界大气环境、异位修复车间和移动式清挖大棚尾气排口和周边环境敏感点进行了监测。

##### 4.3.4.2 地表水环境监测

天津实朴检测技术服务有限公司对项目地旁的北运河进行了地表水监测，及厂区内的污水处理系统出水口进行监测，分别在上游、中游及下游 3 个点位及污水处理系统出水口 1 个点位进行取样。本次工程监测频次和点位均能满足修复技术方案，周边地表水监测结果均达标。

##### 4.3.4.3 地下水环境监测

为了确保施工过程中不会场地地下水环境造成影响，在施工前、施工中和施工后分别对场地内原位修复区域的上中下游进行取样检测，监测数据显示施工过程未对场地内地下水水质产生影响。

##### 4.3.4.4 噪声环境监测

天津实朴检测技术服务有限公司对施工厂界噪声和周边敏感点环境噪声进行了监测。本次工程监测频次和点位均能满足修复技术方案要求，厂界噪声均达标，环境噪声监测结果有一处润泰园小区点位超出限值 2dB，在全程旁站过程中，此处超标原因在于小区内部车辆鸣笛造成，厂界内施工对此处敏感点不产生噪声影响。

##### 4.3.4.5 修复过程中基坑清挖环境监测

在修复过程中，修复技术方案规定铜、砷基坑在进行清挖时，需在移动式清挖大棚内进行作业，根据现场情况勘查，砷基坑周围存在大量成年老树，大棚无法移动至砷基坑开挖范围上，施工方提出在砷基坑开挖作业时，在下风向增加总

悬浮颗粒物的环境监测计划，增加频次及点位，并配备 2 台雾炮措施，我方查看实际情况后，同意环境监测方案，需施工方对此进行情况说明，如检测结果不达标，则立即停止作业。

#### 4.3.4.6 土壤二次污染监测

修复工程结束后，应对修复过程可能造成的土壤二次污染进行监测。监测点位应选择污染土运输路线等可能受到修复工程二次污染的重点区域，由于修复工期较短，监测深度应在表层。

施工单位对可能造成土壤二次污染的区域进行土壤采样检测，环境监理全程旁站。检测区域包括污染土壤运输道路中未硬化路面。本次共采集土壤样品 10 个，检测项目为铜、砷、邻苯二甲酸二酯（2-乙基己基）和氰化物。委托天津实朴检测技术服务有限公司进行检测，10 组土壤样品检测结果均未超标。

#### 4.3.4.7 施工期环境比对监测

按照监理方案要求，在施工方进行环境监测时，环境监理进行抽查比对监测。修复技术方案要求施工方进行施工前、施工过程中和施工后三次环境监测，为了比对监测具有代表性，环境监理选择施工方施工过程中的环境监测做比对监测，并委托第三方检测服务单位——摩天众创（天津）检测服务有限公司进行比对监测。

通过比对监测的检测结果显示与施工方的施工过程中的环境监测检测结果对比，所有检测值均为超标，检测数据误差在可接受范围内，环境监理认可施工方的检测单位采样技术规范及检测结果。

#### 4.3.4.8 风险管理和风险控制措施的落实情况

##### （1）风险应急措施

风险应急措施见表**错误!未找到引用源。**，由上表可知，施工期内基本落实了各个环节的风险应急措施，未发生火灾、污染物泄露和人员中毒等突发事件。

##### （2）风险控制措施

工期内基本落实了各个环节的风险控制措施，未发生风险事故。

#### 4.4 环境保护措施落实情况结论

本工程修复过程中我监理单位采用旁站和巡视相结合的形式进行监理，施工前对修复单位、监测、检测单位的材料、设备、人员进行了检查，清挖、修复期间安排监理人员驻场实施监理，监督修复单位按照修复方案要求开展了污染基坑清挖、污染土修复、基坑及修复土的检测，环境质量监测等工作，为总结前一段时间的工作成果，特形成监理工作报告。

该修复工程满足修复技术方案及审查意见要求，结合自检检测天津实朴检测技术服务有限公司对本项目土壤样品检测结果和本项目的环境检测报告，主要监理结论如下：

1. 该场地修复工程实施单位具有相关工程资质，相关人员和设备齐全，管理制度和操作规程较为完善，具备开展该场地污染土壤修复工程的实施条件，可确保该修复工程的顺利实施。
2. 按照《河北区 609 电缆厂地块修复项目修复技术方案》中的要求，截止目前，修复技术方案中确定的需要清挖污染区已全部清挖到位，污染土全部修复至预定修复目标。
3. 截止目前，该修复工程已按照《河北区 609 电缆厂地块修复项目修复技术方案》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，没有对环境造成不利影响。
4. 该修复工程已按照《河北区 609 电缆厂地块修复项目修复技术方案》的规定完成了该场地所有污染土的修复工作，并经第三方检测，其污染土壤的清挖范围、清挖效果和污染土壤的处置效果均达到了方案规定的要求。

本场地修复后的土壤已转运至大韩庄垃圾填埋场进行填埋。修复土壤的检测报告符合垃圾填埋场填埋标准，与大韩庄垃圾填埋场的填埋手续齐全。本场地修复后污染土壤运至大韩庄垃圾填埋场后，原厂地回填土不足，外购清洁土壤进行回填，转运手续齐全，且清洁土壤检测报告结果符合清洁土壤要求，允许回填。4 个基坑 0-2m 清挖的清洁土壤在回填前进行了采样监测，监测结果达标，允许原场内清洁土壤进行回填。

## 5 更新地块概念模型

### 5.1 资料回顾

根据“地块初步调查报告”“地块详细调查报告”“地块风险评估报告”、“地块修复实施方案”、“地块施工总结报告”“地块环境监理总结报告”“地块工程监理总结报告”等资料的回顾，确定地块的主要信息如下：

#### 5.1.1 修复范围与修复目标

按照《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》，可知本次地块设计开挖 4 个基坑，土壤第二层中需要修复的污染物有 4 种，分别为铜、砷、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯和氰化物，其中铜修复深度 2.0~4.0m，砷、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯和氰化物的修复深度 2.0~6.0m。

地块基坑的修复目标，为通过清挖到目标值以下为准，邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯、氰化物污染土壤的修复目标值通过氧化污染物至清理值执行；重金属铜、砷污染土壤采用药剂进行稳定化反应，达到浸出值在地下水 IV 类标准值以下。

#### 5.1.2 修复工程情况

按照《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》，地块修复工程包括污染重金属土壤的清挖运输，临时设施包括土壤修复车间、药剂存储区、待检区、洗车设施等的建设、异位稳定化施工、原位化学氧化施工、验收后土壤外运、清洁土回填及二次污染防范几个环节。按照《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目施工总结报告》，项目实施过程中对重金属污染土壤进行了清挖，清挖后装车运输至密闭大棚内的污染土壤暂存区，经筛分处理后，污染土运入大棚内修复区稳定化施工，筛分出的建筑垃圾进行冲洗，冲洗后产生废水经现场一体化水处理设备处理合格后用于调配药剂溶液，项目全程无废水外排。

根据地块施工报告及监理报告，施工单位于 2020 年 6 月 23 日至 2020 年 7 月 12 日，施工准备阶段，完成场地测量、三通一平、施工所需材料设备和人员进场、污染地块临时设施建设等工作；2020 年 7 月 13 日至 2020 年 8 月 24 日，主体修复工程阶段，包括铜和砷污染土壤清挖处理和外运处置、邻苯二甲酸二（2-

乙基己基)酯和氰化物污染土壤原位修复及基坑自检、修复后土壤的自检工作、基坑回填及平整工作、施工过程的环境监测工作及二次污染潜在区域的采样自检工作。

项目现场实施时,总体按照实施方案进行。除砷基坑清挖采用雾炮替代可移动大棚作为二污防控措施、采用 ALLU 斗替代修复一体机外,其它方面如污水处理、异位稳定化施工和原位化学氧化修复施工等均与施工方案保持一致。施工单位成立了负责场地内运输的统一指挥、协调和疏导,运输过程中也建立了二次污染防治措施,设立了具有防雨功能暂存区,并在各功能区外、基坑周边布设倒排渠,以防止二次污染的发生;污染土的处置按照修复方案进行,并有相应的施工记录;预处理过程中筛分出的建筑垃圾均采用清水进行冲洗,冲洗水落入临时废水收集池。收集池中的废水再利用于配制药剂溶液、土壤养护,以使冲洗废水充分利用。在基坑开挖完成、污染土修复完成和潜在二次污染区域均进行了自验收工作,结果均达标。

### 5.1.3 资料收集整理

范围	审核文件	审核结果	提供单位
① 相关 技术 文件	《河北区 609 电缆厂地块土壤污染状况初步调查报告》	该报告于 2018 年 5 月通过专家评审	天津市浩瀚环境工程有限公司
	《河北区 609 电缆厂地块土壤污染状况详细调查报告》	该报告于 2019 年 10 月通过专家评审	天津市浩瀚环境工程有限公司
	《天津市河北区 609 电缆厂地块污染场地风险评估报告》	该报告于 2020 年 1 月通过专家评审	天津市浩瀚环境工程有限公司
	《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》	该报告于 2020 年 5 月通过专家评审	广西博世科环保科技股份有限公司
	《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目深基坑清挖支护专项施工方案》	该报告于 2020 年 7 月通过专家评审	广西博世科环保科技股份有限公司
	《天津市河北区 609 电缆厂地块铜污染土壤和砷污染土壤危险特性鉴别报告》	该报告于 2020 年 7 月通过专家评审	江苏康达检测技术股份有限公司



范围	审核文件	审核结果	提供单位
②场地 修复工 程资料	河北区 609 电缆厂地块修复工 程开工令等资料	具备较完整的审批表， 程序较完备	广西博世科环保科 技股份有限公司
	河北区 609 电缆厂地块修复工 程土壤修复工程施工日志	记录施工进度，统 计机械设备和人力情 况	
	河北区 609 电缆厂地块修复工 程环境监理日志	能较好地反映施工过 程中各项环保措施及 二次污染防治措施落 实情况	天津秦坤环境工程 咨询服务有限公司、 天津正方建设工程 监理有限公司
	河北区 609 电缆厂地块修复工 程环境监理业务联系单	具有较完整施工现 场整改意见及回复资 料	
	施工过程环境监测报告	具有相关第三方资 质及监测报告，文件 齐全	广西博世科环保科 技股份有限公司
	施工单位自检报告	提供自检数据报告	
	修复过程环境影响监测报告	提供检测数据报告	
	河北区 609 电缆厂地块修复工 程施工总结报告	根据报告，修复方 案中规定的工程量和 修复效果均达标	
③ 图 件	修复过程相关影像资料	具有修复过程中的照 片记录	广西博世科环保科 技股份有限公司、天 津秦坤环境工程咨 询服务有限公司、天 津正方建设工程监 理有限公司

## 5.2 现场踏勘

为了解本地块的基坑开挖情况、开挖后堆土的修复情况以及修复过程的环保措施落实情况，在每批次地块效果评估采样前期进行多现场踏勘，通过拍照、现场记录等方式，掌握地块基坑清理情况，污染土的修复处理情况、地块内临时道路使用情况及修复施工管理情况等。

## 5.3 人员访谈

修复施工单位为广西博世科环保科技股份有限公司，业主单位为天津市河北区土地整理中心，工程监理单位为天津正方建设工程监理有限公司，环境监理单位为天津秦坤环境工程咨询服务有限公司。通过访谈了解到，项目修复施工单位在 2020 年 6 月 23 日至 2020 年 8 月 24 日期间对地块进行了修复工作，施工过程全程受业主单位、监理单位、地方环境主管部门监督，修复后土壤施工单位进

行自验收。

## 5.4 地块概念模型更新

### 5.4.1 地块修复概况

根据以上资料汇总及回顾，地块修复基本依照修复施工方案开展。通过组织踏勘、人员访谈和资料收集，地块概念模型中地理位置、地块历史、地块土层、水位变化情况及水文地质情况、修复方式和工艺及修复后土壤去向和基坑支护方式等均未发生变化，主体施工修复施工内容参照修复方案进行。仅涉及的内容更新有：

1.修复方案仅设计到修复土方量 3258 m<sup>3</sup>，实际修复土壤方量为 3380.15m<sup>3</sup>。总修复方量差异不大，变化区间原<500m<sup>3</sup>，对效果评估验收取样无影响；

2.稳定化修复施工过程，施工单位将一体化修复机械替换为了 ALLU 修复机械，通过自检结果表明该机械也为高效稳定化混合搅拌装备，对效果评估无影响；

3.施工单位结合现场实地情况，将修复大棚、暂存养护、道路建设等功能区移动至北部，在效果评估时依据实际情形进行布点。该功能区平面布设方案的变更对效果评估潜在二次污染区域布点有部分影响。

### 5.4.2 关注污染物情况

依照前期调查、施工单位施工及第三方检测结果，本次地块污染物有 4 种，分别为铜、砷、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯和氰化物，其中铜修复深度 2.0~4.0m，砷、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯和氰化物的修复深度 2.0~6.0m。

关注污染物无变化。

### 5.4.3 地质及水文条件

依据调查阶段水文地质勘察资料，该层地下水在项目区内连续分布，地下水类型为潜水。地下水水位监测期间(2018 年 4 月 16 日~2019 年 3 月 15 日)于土壤采样孔及监测井中量测的该层地下水静止水位埋深为 1.70~2.78m，静止水位标高为 0.93~2.31m。

施工单位施工期间同步开展了污染区上下游地下水监测，水位差别不大。由于本项目不存在地下水污染，结合施工单位对原位氧化区上下游地下水持续监测

结果表明，污染区域内地质及水文地质条件对与修复方案一致。

#### 5.4.4 潜在受体与周边环境影响

施工期间周边环境敏感点无变化，除场地南侧的津铁泰苑小区较近外，其他三面均为道路、河流和空地。另外，场地未来用地规划属于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中二类居住用地，期间未发生变化。

项目施工期间封闭施工，潜在受体为现场工作人员，鉴于施工期间二次污染防治措施到位，且主体修复阶段工期仅 1 个多月，潜在受体的变化可粗略不计。

#### 5.4.5 场地概念模型更新结论

根据场地概念模型分析结果，本场地修复施工过程在地块修复概况、关注污染物、地质及水文地质条件和潜在受体与周边环境影响四个方面，与该场地的风险评估报告和场地施工方案内容相比，除功能区平面布设变化外会影响潜在二次污染区采样点设置外，其他均未发生变化，即本场地效果评估阶段有关的评估对象和范围、评估介质、评估指标和标准、评估内容、评估污染物均可执行本场地修复与治理方案中确定的效果评估内容。

## 6 布点方案与实验室检测

受河北区土地整理中心委托,生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心于2020年7月28日至2020年8月15日对河北区609电缆厂地块污染土壤开展了场地修复效果的监测与评估。

### 6.1 土壤修复效果评估布点

污染土壤清理后遗留的基坑底部与侧壁,应在基坑清理之后、回填之前进行采样。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缘采样。可根据工程进度对基坑进行分批次采样。

基坑底部采样系统布点法,基坑侧壁采样等距离布点法。当基坑深度大于1m时,侧壁应进行垂向分层布点,应考虑地块土层性质与污染垂向分布特征,在污染物易富集位置设置采样点,各层采样点之间垂向距离不大于3m,具体情况根据实际情况确定。基坑坑底和侧壁的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。

原位修复后的土壤水平方向上采用系统布点法。原位修复土壤垂直方向上采用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,原则上垂向采样点之间距离不大于3m,具体深度根据实际情况确定。

异位修复后按照土壤异位修复效果评估布点原则,每个采样单元(每个样品代表的土方量)不应超过500m<sup>3</sup>。

### 6.2 现场过程采样

我单位分别于2020年7月28日、7月31日-8月1日、8月15日进行了三批次采样,对基坑各层清挖效果评估进行了采样检测。其中,第三批次取样在土壤二次修复土壤取样。

### 6.3 质量控制

#### 6.3.1 样品保存与流转

##### (1) 现场交接

样品采集后，指定专人将样品从现场送往临时整理室，到达临时整理室后，送样者和接样者同时清点样品，即将样品逐件与样品登记表、样品标签和采样记录单核对，并在样品流转单（Chain Of Custody Record-COC）上签字确认，COC由送样方和接样方各存一份备查。样品统一放入泡沫保温箱，内部放入足够量冷冻好的蓝冰进行保温，使其内部温度恒定维持在 4℃ 以下，同时应确保样品的密封性和包装的完整性。

### （2）邮寄流转

核对无误后，将样品分类、整理和包装后放于冷藏柜中，于当天或第二天发往检测单位。样品运输过程中均采用保温箱保存，内置低温蓝冰，以保证保温箱温度不高于 4℃。同时严防样品的损失、混淆和沾污，直至最后到达检测单位分析实验室，完成样品交接。

### （3）实验室流转

待检测结构收到样品后，需要对收样单进行核对，同时发送邮件和取样方确认。

现场采集的样品装入由采样容器中后，对采样日期、采样地点等进行记录，并在容器表面标签上用无二甲苯等挥发性化学品的记号笔进行标识，标识后的样品现场立即放入低温保存箱。

采样方法根据《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）、《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）、《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5-2018）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）严格进行。

现场采样时详细填写现场观察的记录单，比如土层深度，土壤质地，气味，地下水的颜色，气象条件等，以便为分析工作提供依据。

在样品的采集、保存、运输、交接等过程应建立完整的管理程序。为避免采样设备及外部条件等因素对样品产生影响，应注重现场采样过程中的质量保证和质量控制。

## 6.3.2 现场质量控制样品

为评估从采样到样品运输、贮存和数据分析等不同阶段的质量控制效果，本项目在现场采样过程中发放了现场质量控制样品，包括现场平行样、现场空白样、

运输空白样、清洗空白样和分样等进行了质量控制。

其中 01/02 修复区域基坑侧壁总计采样 26 个，平行样品 2 个，采样过程的质量控制样品数量达目标样品总数的 7.69%；03/04 修复区域原位修复后土壤总计采样 64 个，平行样品 6 个，采样过程的质量控制样品数量达目标样品总数的 9.38%。修复后重金属土壤总计采样 9 组，平行样品 1 组，采样过程的质量控制样品数量达目标样品总数的 11.11%。二次污染区域采样共计 29 组样品，平行样品 2 组，采样过程的质量控制样品数量达目标样品总数的 6.90%。

所有现场质量控制样品数量达目标样品总数的 6.90% -11.11%，均满足质量控制样品数量要求。

### 6.3.3 平行样质控偏差分析结果

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。现场采样过程中采集现场平行样，通过计算平行双样相对偏差判断采样和实验室测定的精密度，计算方法如下，原则上现场质量控制样不少于总样品数的 10%。

## 6.4 实验室检测质量控制

实验室质量控制包括实验室内的质量控制（内部质量控制）和实验室间的质量控制（外部质量控制）。前者是实验室内部对分析质量进行控制的过程，后者是指由第三方或技术组织通过发放考核样品等方式对各实验室报出合格分析结果的综合能力、数据的可比性和系统误差作出评价的过程。

## 6.5 质量控制与质量保证结论

综合上述，通过采样现场、样品流转以及实验室内部质量保证措施和土壤平行样分析结果表明：

（1）所有样品的现场采集、流转中的保存方式、保留时间、温度以及实验室内部质量保证和质量控制均符合规定的要求；

（2）方法空白分析低于报告限；

(3) 代用品回收率满足准确度要求；

(4) 实验室加标、基质加标、基质加标平行样均满足实验室准确度要求。

因此本项目实验室提供的土壤的分析数据是有效的，是适合于本场地的环境现状评价的。

## 7 土壤修复效果评估

### 7.1 评估标准与方法

### 7.2 修复范围评估

根据《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》、《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目施工总结报告》、《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目工程监理报告》和《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目环境监理报告》，修复工程施工单位广西博世科环保科技股份有限公司在清挖过程中对清挖范围和清挖深度及时进行测量，并由工程监理单位复核确认。测量时利用精准测绘仪器 RTK 进行测量，确保测量结果的准确性，根据以上报告，本工程基坑实际清挖范围和深度满足《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》中设计要求。

### 7.3 01/02 重金属清挖基坑效果评估

在 01/02 重金属清挖基坑完成开挖后达到效果评估采样标准时，开始基坑坑底和侧壁的效果评估工作，布点详见 6.1.4.1 章节“基坑（铜）、02 基坑（砷）采样布点”，修复效果采用逐一比对法进行，通过比对 26 个检测结果，数值区间为 7.77 mg/kg-1750 mg/kg 之间，所有数据均小于 2000 mg/kg。说明满足《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》要求。

### 7.4 重金属固化稳定化修复效果评估

01/02 重金属污染土壤经稳定化修复后，存放至现场的养护待检区位置。检测结果表明砷污染土壤浸出检出数值范围为 0.39-0.65 $\mu\text{g/L}$ ，铜污染土壤浸出检出数值范围为 17.6-60.5  $\mu\text{g/L}$ 。说明重金属污染土壤经稳定化修复后，满足《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》要求。

### 7.5 有机污染原位修复效果评估

03 修复区域（氰化物污染）、04 区域（邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯）采用



原位化学氧化开展修复，表中结果可见，除 DL04C1-01 点位第一次检测邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯浓度 (42mg/kg) 超过修复目标值外，其他点位均符合目标值要求。

由于超标点位位于 04 修复区域北侧边界 2.5m 深度位置，为充分评估清挖效果，在施工单位进行二次修复施工后，我单位在原污染超标点位、东西两侧各 5m 范围位置随机布点取样检测。

通过取样时的加密、加深取样后的实验室检测分析，结果表明原位氧化二次修复后达到了修复目标。

综上，说明有机污染土壤经原位化学氧化修复后，满足《河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》要求，修复合格。

## 7.6 土壤二次污染监测结果评估

监测包括修复大棚区、设备存放区及运输道路区域的潜在二次污染区的样品 29 个。各点位土壤中 4 种目标污染物的含量均未超过本场地土壤修复目标值，表明修复过程未对其他地块清洁区域造成影响。

## 7.7 场地效果评估结论

本次效果评估对 01/02 重金属基坑与侧壁、重金属固化稳定化修复效果、03/04 区域有机污染原位修复效果、土壤二次污染监测结果进行监测，结果表明：清挖基坑侧壁污染物检测结果均已低于修复目标值；土壤经一次或二次修复后均达到了本项目修复目标值；修复过程二次污染防治措施得当，未造成修复功能区的二次污染。

## 8 后期环境监管建议

根据河北区 609 电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案、河北区 609 电缆厂地块环境修复项目施工总结报告、河北区 609 电缆厂地块环境修复项目环境监理报告，对处置后的重金属土壤运输至填埋场处理，应确保填埋场符合相关处置要求，确保风险可控。

原位氧化修复后污染物虽达到了一类用地建设要求，但修复后土壤污染物并非完全消除，开发利用过程中应尽量避免外运用做其他用途。

场址地下水中存在部分点位存在顺-1,2-二氯乙烯检测结果超过本地块地下水的风险筛选值情形，作为业主单位后续开发过程中明令禁止作为饮用水等用途。

## 9 结论

根据地块初步和详细调查报告、风险评估报告、地块修复实施方案、地块施工总结报告、地块工程监理总结报告、地块环境监理总结报告，本修复项目污染物为铜、砷、氰化物和邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯；2020年6月23日至2020年9月10日，施工单位广西博世科环保科技股份有限公司进行了土壤修复施工工作，天津正方建设工程监理有限公司作为工程监理，天津秦坤环境工程咨询服务有限公司作为环境监理单位对整个施工过程进行监理，生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心作为效果评估单位对该修复工程的修复效果进行效果评估。

通过对修复单位提供的施工总结报告、环境监理单位提供的环境监理总结报告的文件审核，并经现场踏勘和修复效果监测，得出该修复工程验收结论如下：

(1) 该修复工程根据《河北区609电缆厂地块环境修复项目治理与修复方案》中确定的目标污染物、修复范围及规定的修复工艺和技术线路完成了该场地污染土壤的修复工作，内容完整，施工过程规范。

(2) 依据该修复工程环境监理报告，该修复工程施工过程采取了有效的二次污染防治措施和风险防范措施；环境监测结果表明，修复过程未对场地及周边环境造成不良影响。

(3) 该场地土壤修复效果监测表明，修复后场地土壤中有机污染物浓度已低于本场地修复目标值，重金属污染土壤稳定化修复达标后运输至填埋场，原位化学氧化修复效果已满足修复标准值，满足国家相关要求。

按照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018)开展该地块修复效果评估工作，经评估达到了风险评估规定的修复目标值处置要求，可根据现有的利用规划进行安全利用，建议从天津市建设用地土壤污染风险管控和修复名录中移除。