

## 目 录

1 项目背景.....	1
1.1 任务由来.....	1
1.2 地块基本信息.....	3
1.3 修复工程概况.....	3
2 工作依据.....	5
2.1 法律法规.....	5
2.2 标准规范.....	6
2.3 项目文件.....	6
3 评估内容及程序.....	8
3.1 评估原则.....	8
3.2 评估内容.....	8
3.3 评估范围.....	9
3.4 评估程序.....	9
4 地块概况.....	错误!未定义书签。
4.1 地块调查评价结论.....	错误!未定义书签。
4.2 修复方案.....	错误!未定义书签。
4.3 修复实施情况.....	错误!未定义书签。
4.4 环境保护措施落实情况.....	错误!未定义书签。
5 地块概念模型.....	10
5.1 资料回顾.....	10
5.2 现场踏勘.....	12
5.3 人员访谈.....	13
5.4 更新地块概念模型.....	14
6 效果评估布点方案.....	错误!未定义书签。
6.1 地块内部清挖污染土壤后清挖面评估布点.....	错误!未定义书签。
6.2 原位化学氧化修复土壤效果评估布点.....	错误!未定义书签。
6.3 土壤修复二次污染区域布点.....	错误!未定义书签。

6.4 原位阻隔效果评估布点 .....	错误!未定义书签。
7 现场采样与实验室检测 .....	错误!未定义书签。
7.1 样品采集 .....	错误!未定义书签。
7.2 实验室检测 .....	错误!未定义书签。
7.3 质量控制结果统计 .....	错误!未定义书签。
8 土壤修复效果评估 .....	19
8.1 基坑侧壁及涉及“上污下清”坑底检测结果分析 .....	错误!未定义书签。
8.2 效果评估 .....	19
9 结论与建议 .....	25
9.1 效果评估结论 .....	25
9.2 后期环境监管建议 .....	26

附件 1 《大化集团搬迁及周边改造（钻石湾）项目场地污染调查及风险评价报告》  
备案

附件 2 《大化集团搬迁及周边改造项目万景街北侧 ABCD 地块风险评估报告》备案

附件 3 《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复技术方案》备案

附件 4 修复范围坐标（0~2.5m、2.5~6.0m、阻隔范围）

附件 5 《关于梭鱼湾商务区大海隧预制场钢筋加工棚及周边地块储备土地临时利用的复函》（大自服便字[2023]62 号）；

附件 6《关于污染土壤“修复工厂”建设相关要求的函》（大连市生态环境局，2023.3.30）

附件 7 清洁粘土来源证明

附件 8 清洁粘土检测报告

附件 9 基坑收方工程量报验表、施工测量数据记录表

附件 10 污染土壤清挖转运台账（含扩挖）

附件 11 清洁土清挖转运台账

附件 12 扩挖工程联系单

附件 13 桩芯土、承台土相关材料（施工记录、转运记录等）

附件 14 原位化学氧化工程量报验、设备进场报验、药剂进场使用记录报验

附件 15 水处理设备运行记录及水处理底泥管理台账

附件 16 土工布检测报告

附件 17 防渗膜自检报审

附件 18 《HDPE 膜铺设施工记录表》、《HDPE 膜热熔焊接检测记录表》、《HDPE 膜施工工序质量检查评定表》《破坏性试验报告》

附件 19 压实度试验报告

附件 20 效评监测报告

附件 21 效评质控报告及监测单位资质

附件 22 土壤采样记录单

# 1 项目背景

## 1.1 任务由来

大连化工集团有限责任公司（简称“大化集团”）位于大连市甘井子区，始建于1933年。2008年，大化集团与政府相关部门签订补偿协议后实施了搬迁工作，场地搬迁总面积为335万m<sup>2</sup>，后续规划为梭鱼湾商务区。

整个大化集团搬迁场地初步划分为59个小地块，场地自2009年以来，已开展了一系列的调查、评估与修复工作，目前部分区域已经入住或者正在建设。2017年10月轻工业环境保护研究所对大化搬迁场地还未开发利用的33个地块进行了场地调查，并基于第一类用地的标准，对调查的地块进行了风险评估工作。《大化集团搬迁及周边改造（钻石湾）项目场地污染调查及风险评价报告》（2018.6）已经通过专家评审并备案（附件1）。该报告明确以风险评估计算的风险控制值优先作为场地的重金属（除砷）和有机污染物修复目标值，并以《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600—2018）中第一类用地筛选值对重金属/有机物修复目标值进行矫正，达到技术有效、经济可行、风险可控的要求。即如果风险控制值低于筛选值，则以筛选值作为建议修复目标值。如果风险控制值高于筛选值，则以计算的风险控制值作为建议修复目标值。同时，依据中国环境监测总站等单位组织编制的《中国土壤元素背景值》、技术经济可行性分析、场地矿渣中砷形态及生物有效性实验结果等，将场地砷的修复目标值（风险控制值为0.45mg/kg）修订为80mg/kg。



图 1.1-1 厂区地块划分图

2021年，受大连市自然资源事务服务中心委托，中国科学院沈阳应用生态研究所编制了《大连地区建设用土壤砷筛选值和大化集团搬迁及周边改造区域污染地块土壤砷管控措施指导意见》，鉴于大连地区土壤砷的背景情况以及大化场地砷的污染现状，同时综合考虑现行国家标准及80mg/kg修复目标值的确定过程，建议第一类用地的筛选值为40mg/kg、第二类用地的筛选值为60mg/kg，拟作为大连地区建设用土壤砷环境管理和后续大化场地砷污染土壤风险管控的依据。

2021年7月，大连市自然资源事务服务中心，委托中国科学院沈阳应用生态研究所根据大化搬迁场地内各地块的实际污染情况与未来用地规划，更新场地的概念模型，重新进行万景街北侧ABCD地块风险评估，更新各污染物的修复目标值，并进行污染范围和方量的确定。《大化集团搬迁及周边改造项目万景街北侧ABCD地块风险评估报告》（2022.1）已通过专家评审并备案（附件2）。

2022年8月，大连市自然资源事务服务中心委托中国科学院沈阳应用生态研究所对甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块进行土壤修复技术方案的编制。《大化集团搬迁及周边改造项目污染场地修复治理项目技术方案》（2019.7）已通过专家评审并备案（附件3）。

2022年10月，四川锦美环保股份有限公司受大连市土地发展集团有限公司委托，根据大连市生态环境局《关于对〈甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复技术方案〉备案的函》的要求，“明确按照省生态环境厅工作要求，实施“环境修复+开发建设”模式时，采用土壤“修复工厂”模式暂存、处置清挖的污染土”，编制《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块土壤修复项目可行性研究报告》（简称为《可行性研究》）。

2023年1月，北京博诚立新环境科技股份有限公司受大连市自然资源事务服务中心委托，在《修复技术方案》的基础上，结合场地现状及周边实际情况编制《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复设计方案》（简称为《设计方案》）。

2023年4月，大连市土地发展集团有限公司委托博智兴华工程顾问有限公司，对甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复项目的效果评估进行公开招标，我单位中标。根据中标文件，需在地块基坑阻隔完成后完成基坑修复效果评估报告，将地块移出污染地块名录。

本次即为甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块的基坑修复效果评估。我单位依据国家相关法律法规、政策文件及标准规范，结合资料收集、现场踏勘、沟通交流等结果，我单位编制《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块基坑修复效果评估报告》。

## 1.2 地块基本信息

甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块为原大化集团地块中的部分地块，位于甘井子区梭鱼湾万景街北侧，大连城建坐标系下地块总面积约 116887.86m<sup>2</sup>。

大连化工集团有限责任公司（简称“大化集团”）始建于 1933 年，主导产品工艺包括：年产 30 万吨合成氨、60 万吨纯碱、60 万吨氯化铵、30 万吨甲醇、3 万吨浓硝酸、10 万吨硝铵及液氧、液氮、液氩、二氧化碳等。大化集团合资企业还拥有年产 120 万吨精对苯二甲酸（以二甲苯为原料）、70 万吨对二甲苯、20 万吨硫酸、50 万吨复合肥的生产装置。本项目土壤修复目标地块涉及到的大化集团原厂区企业包括原合成氨厂、铭源石化、储运公司、京谷燃化公司部分厂区。

2008 年，大化集团与政府相关部门签订补偿协议后实施了搬迁工作，场地搬迁总面积为 335 万 m<sup>2</sup>（包括本项目地块），后续规划为梭鱼湾商务区。

2008 年 4 月，大化原厂区拆除工作开始有序进行，整个大化搬迁场地初步划分为 59 个小地块。场地自 2009 年以来，经过了一系列的调查、修复，场地的部分区域已经入住或者正在建设。

截止到 2018 年，其中 10 个地块（M2、M13、A1-A3、B1-B4）已完成再开发利用；6 个地块（E1-E6）完成调查与风险评估；6 个在建地块（D1-D4、A4-A5）；4 个地块（C2-C5）待开启调查；其余 33 个地块于 2017 年 10 月由轻工业环境保护研究所进行了场地调查，并基于一类建设用地的标准，对调查的地块进行了风险评估工作。该地块初步调查阶段共布设土壤采样点 39 个，地下水采样点 5 个，对照采样点 6 个，土工采样点 4 个。土壤超标因子 21 种，有无机污染物、重金属和有机污染物；地下水砷、汞、pH、氨氮不同程度的超过 IV 类水质标准。详细调查阶段布设 48 个土壤监测点位和 1 个地下水监测点。土壤超标因子 20 种，地下水砷、pH、氨氮不同程度的超过 IV 类水质标准。本项目地块隶属于上述 33 个地块。

## 1.3 修复工程概况

项目名称：甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复项目

项目地址：辽宁省大连市甘井子区梭鱼湾万景街北侧

业主单位：大连市土地发展集团有限公司

调查评估单位：轻工业环境保护研究所

修复单位：中冶南方都市环保工程技术股份有限公司

监理单位：大连泛华建设咨询管理有限公司

效果评估单位：大连慧科环保工程有限公司

项目性质：“环境修复+开发建设”

项目规模：修复地块内污染土壤 91408.53m<sup>3</sup>，其中重金属污染土壤 21621.58m<sup>3</sup>，VOCs 污染土壤 3031.2m<sup>3</sup>，SVOCs 污染土壤 41092.14m<sup>3</sup>，重金属+SVOCs 污染土壤 25663.49m<sup>3</sup>（含桩芯土、承台土约 12082.04m<sup>3</sup>），物理阻隔面积约 123760m<sup>2</sup>；

污染因子：镉、铅、砷、1,2-二氯丙烷、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、五氯苯酚、六氯苯、呋啉

修复方式：异位修复、原位修复

修复技术：异位淋洗修复技术、异位化学氧化修复技术、异位固化/稳定化修复技术、外运填埋处置技术、原位化学氧化修复技术、物理阻隔技术。

本次基坑修复仅包括原位化学氧化、物理阻隔部分。

质量标准：合格。

项目工期：178 日历天。

## 2 工作依据

### 2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015年1月1日起实施）；

(2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日起实施）；

(3) 《中华人民共和国大气污染防治法》（1987.09.05通过，2018.10.26日修订通过，2018.10.26实施）；

(4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017.6.27修订通过，2018.1.1起实施）；

(5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2021.12.24通过，2022.6.5起实施）；

(6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月1日修订实施）；

(7) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第682号）（2017年10月1日实施）；

(8) 国务院《关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发〔2016〕31号，2016年5月28日）；

(9) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部令第42号，2017年7月1日施行）；

(10) 《辽宁省建设用地土壤污染风险管控和修复管理办法》（辽环发[2019]21号，2019年4月16日实施）；

(11) 《大连市建设用地土壤污染风险管控和修复管理实施细则》（大环发[2020]45号，2020年4月8日发布，2020年5月8日起实施）；

(12) 关于印发《大连市建设用地土壤污染状况调查报告评审工作办法（试行）的通知》（大连市生态环境局、大连市自然资源局，2021.12.22）；

(13) 关于印发《建设用地土壤污染状况初步调查监督检查工作指南（试行）》《建设用地土壤污染状况调查质量控制技术规定（试行）》的公告（2022年第17号，2022.7.8）。



## 2.2 标准规范

- (1) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- (2) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）；
- (3) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）；
- (4) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）；
- (5) 《建设用地土壤修复技术导则》（HJ25.4-2019）；
- (6) 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估导则（试行）》（HJ25.5-2018）；
- (7) 《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ682-2019）；
- (8) 《工业企业地块环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环境保护部2014年第78号）；
- (9) 《大连市工业企业地块再开发利用环境管理工作指南》（大连市固体废物管理处，2016年5月）；
- (10) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环境保护部公告2017年第72号，自2018年1月1日起实施）；
- (11) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；
- (12) 《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ1019-2019）；
- (13) 《辽宁省污染地块风险评估筛选值（试行）》（辽环综函[2020]364号）。
- (14) 《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》（自然资源部办[2020]51号）；

## 2.3 项目文件

- (1) 《大化集团搬迁及周边改造（钻石湾）项目场地污染调查及风险评价报告》（2018.6）；
- (2) 《大化集团搬迁及周边改造项目万景街北侧ABCD地块风险评估报告》（中国科学院沈阳应用生态研究所，2022.1）；
- (3) 《大化集团搬迁及周边改造项目污染场地修复治理项目技术方案》（中国科学院沈阳应用生态研究所，2019.7）；
- (4) 《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复技术方案》（2023.2）；

- (5) 《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复设计方案》（2023.3）；
- (6) 《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复项目施工组织设计》（中冶南方都市环保工程技术股份有限公司，2023.5）；
- (7) 《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复项目施工总结报告》（中冶南方都市环保工程技术股份有限公司，2023.9）；
- (8) 《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复项目环境监理工作报告》（大连泛华建设咨询管理有限公司，2023.9）。

## 3 评估内容及程序

### 3.1 评估原则

#### (1) 针对性原则

根据施工整体布置，分别对各修复区域的土壤进行采样与分析，针对性地设定评估区域、评估对象及评估指标。根据修复施工模式，需进行修复效果评估的土壤包括异位修复范围内的土壤、污染土壤清挖区的侧壁和部分阶段性基坑底部土壤。对上述需进行评估的土壤，将按照我国现有法律法规、技术导则的要求，针对性地设计评估方案，通过资料收集、现场踏勘、人员访谈、现场采样、实验室检测等手段评估其修复效果。

#### (2) 规范性原则

严格遵循目前国内污染地块修复效果评估的相关技术规范，对现场采样、样品保存运输、样品分析等一系列过程进行严格的质量控制，保证评估结果的科学性、准确性和客观性。

#### (3) 可操作性原则

根据修复效果评估方案，综合考虑修复施工工程整体布置、工期进度、修复工作复杂性、环境条件等因素，科学有序开展现场踏勘、现场采样、检测分析等工作，确保评估项目顺利完成。

### 3.2 评估内容

(1) 了解污染地块治理修复实施相关情况，包括核实现场状况与资料文件的相符性、治理修复设施运行情况、现场治理修复工程实施情况等。

(2) 进行现场勘查，核实修复范围是否符合场地修复方案的要求，对处理后土壤状况、处理场地遗留物品等进行观察和判断，识别现场污染痕迹。

(3) 对处理后的土壤进行验收检测，评估清挖后基坑侧壁和修复后的土壤是否满足修复目标值。

(4) 对修复过程中可能造成二次污染的区域监测，评估处理过程是否造成二次污染。

### 3.3 评估范围

根据《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复设计方案》采用上层土壤清挖+下层土壤风险管控的总体思路进行修复，其中土壤清挖后采用异位修复方式进行土壤修复处理，原位化学氧化处置并验收合格后，于整个地块的基坑底部进行物理阻隔层的铺设。

鉴于本项目为“环境修复+开发建设”模式，工期紧，本次分阶段效果评估为地块基坑阻隔完成后的基坑效果评估，目的是将地块移出污染地块名录。

### 3.4 评估程序

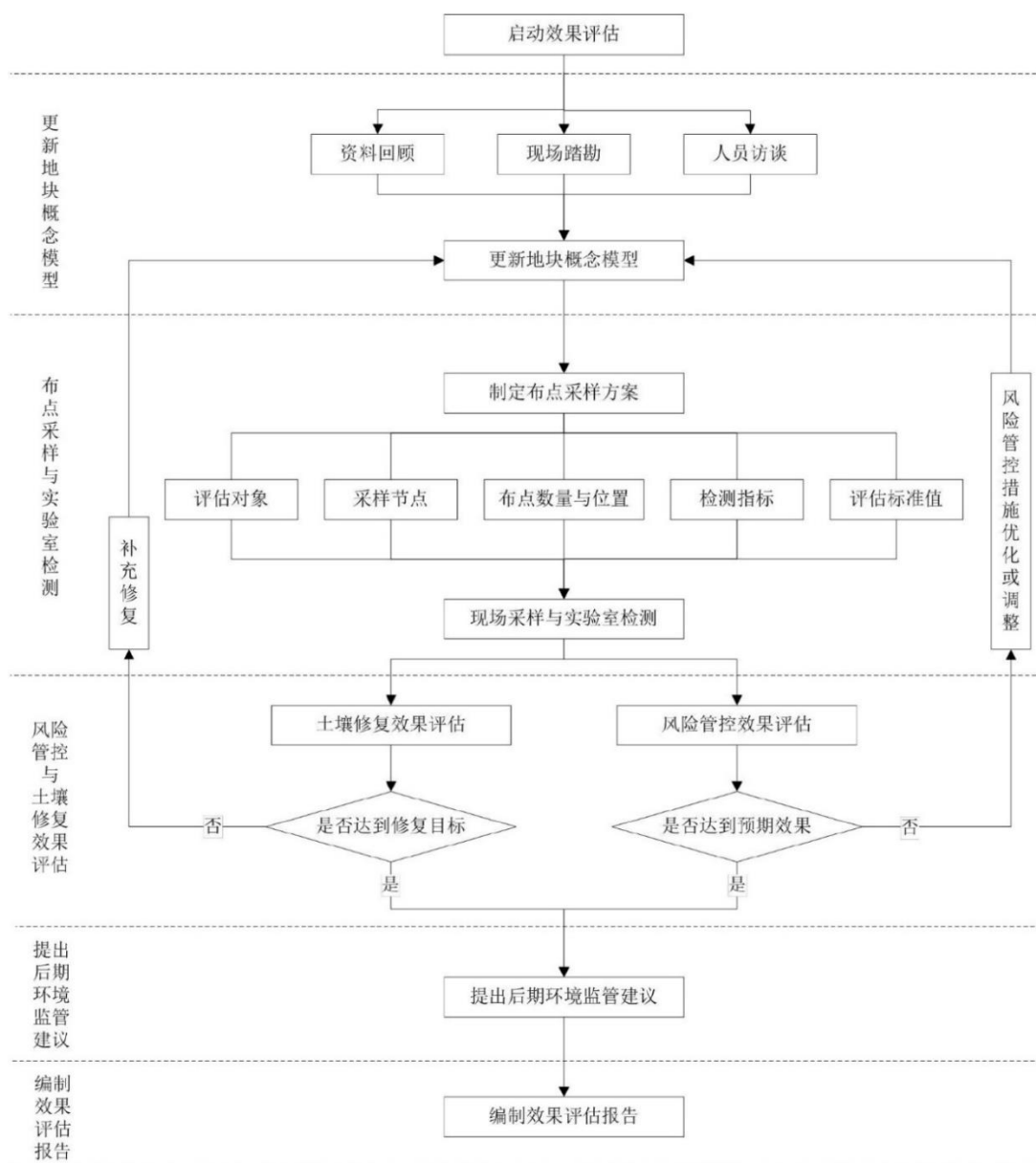


图 3.4-1 本项目土壤修复效果评估工作程序

## 4 地块概念模型

### 4.1 资料回顾

#### 4.1.1 资料回顾清单

通过与建设单位、施工单位沟通，收集资料包括但不限于以下内容：

(1) 场地环境调查评估相关文件：场地环境调查评估报告书及其备案意见、其他相关资料。

(2) 治理修复工程资料：场地修复实施方案及备案意见、修复过程的原始记录、修复实施过程的记录文件修复设施运行记录、二次污染物排放记录、修复工程竣工报告等。

(3) 修复治理工程项目工程及环境监理文件：工程及环境监理记录和监理报告。

(4) 治理修复工程效果评估资料：效果评估方案、工作记录、效果评估报告及备案意见等。

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

按照以上 5 条内容收集的资料清单。场地土壤环境管理相关活动指开展的土壤环境详细调查、风险评估、风险管控、治理与修复及其效果评估等活动。

表 4.1-1 资料收集清单汇总

资料类型	资料明细
场地环境调查评估 相关文件	《大化集团搬迁及周边改造项目污染场地调查及风险评估报告》 (轻工业环境保护研究所, 2018.6) 及其备案
	《大连地区建设用地土壤砷筛选值和大化集团搬迁及周边改造区域污染地块土壤砷管控措施指导意见》(中国科学院沈阳应用生态研究所, 2021)
	《大化集团搬迁及周边改造项目万景街北侧 ABCD 地块风险评估报告》(中国科学院沈阳应用生态研究所, 2022.1) 及其备案
治理修复工程资料	《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复技术方案》 (中国科学院沈阳应用生态研究所, 2023.3) 及其备案
	《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复设计方案》 (北京博诚立新环境科技股份有限公司, 2023.3)
	《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复项目施工施工组织设计》 (中冶南方都市环保工程技术股份有限公司, 2023.5)
	原位化学氧化工程量报验、施工设备进场报审表
	施工单位自检检测报告、环境监测报告

资料类型	资料明细
	环境监理单位的环境监测报告
	土工布、HDPE 膜的监测报告
	《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复项目基坑修复基坑修复施工总结报告》
	桩芯土、承台土施工图（大连杉杉国际名品运动小镇项目）
	水平物理阻隔施工的工程质量控制资料、工程量确认单、清洁粘土进场台账
修复治理工程项目工程及环境监理文件	《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块污染土壤修复项目基坑修复环境监理工作报告》
	清挖作业报审表
	施工控制测量成果报验表
	控制点施工控制测量成果报审表

#### 4.1.2 资料回顾要点

对收集的资料进行整理和分析，并通过与现场负责人、修复实施人员、环境监理人员等进行访谈，通过以下 5 方面审核确定修复实施工程基本满足相关文件与修复效果评估的要求。

##### （1）场地目标污染物、修复范围、修复目标和修复技术

修复技术方案确定的目标污染物、修复及管控范围、修复目标见本报告章节 3.2。不同污染类型的土壤采用不同的修复技术。

##### ①目标污染物

施工方案修复目标污染物与风险评估、修复技术方案确定的目标污染物一致。

##### ②修复范围

施工方案修复范围与风险评估、修复技术方案、修复设计方案的修复范围一致。

##### ③修复目标

施工方案修复目标与风险评估、修复技术方案、修复设计方案给出的修复目标一致。

##### ④修复技术

##### （2）修复工程施工

修复工程施工与风险评估、修复技术方案、修复设计方案一致。

##### （3）修复起始时间

通过了解和现场踏勘，基坑修复于 2023 年 5 月 16 日起，基坑修复相关工程，包

括污染土的开挖转运；基坑侧壁验收；桩芯土、承台土的开挖、监测及转运；水平阻隔的施工，于2023年9月8日完成修复相关工程内容。

#### （4）修复运输记录

根据污染土、桩芯土、承台土、清洁土的转运及运输记录台账，工程修复污染土的运输、暂存等与修复设计方案的要求一致。

#### （5）运行监测数据

根据施工单位、环境监理单位分别进行的环境监测，包括环境空气质量检测、声环境质量检测、废水排放监测、二次污染区域监测等，与设计方案中要求的一致。

经审核，确定的土壤目标污染物、修复范围、修复目标及修复技术等与场地环境调查、风险评估报告及修复技术方案等的相关审查意见等相符合，符合修复设计方案的要求，可作修复效果评估依据。

## 4.2 现场踏勘

本项目组织项目组人员前后十余次前往施工现场查看工程进展情况，根据现场情况，施工现场踏勘重点关注内容如下：

（1）参照钉桩资料或地理坐标等，结合工程监理与环境监理出具的相关报告，对基坑开挖进度、现有基坑开挖范围、深度、支护方式等多方面信息进行确认。

（2）对场地基坑表层和侧面裸露土壤等进行观察和判断，使用便携式测试仪器进行现场测试，辅以目视、嗅觉等方法，识别现场污染痕迹。

（3）确认待效果评估基坑积水情况，如积水严重，不满足效果评估监测条件，及时通知施工单位对基坑内积水进行处理。

（4）确认场地内是否有前期各阶段工作所设置地下水监测井，如有，对地下水监测井保存状态进行现场评估。

（5）施工现场踏勘需在施工单位、工程监理、环境监理单位配合下进行。踏勘后由踏勘组长组织编写踏勘记录，分别对上述重点关注内容进行详细论述，以指导后期效果评估监测顺利开展。

## 4.2.1 地块修复工程情况

### 4.2.1.1 核定修复范围

通过现场勘察及人员访谈，检查对照场调报告与实施方案中的污染区域拐点坐标，施工过程记录，环境监理出具的相关资料等，确认污染区域已进行清理，开挖边界与相关文件要求基本一致。污染土壤的修复范围（基坑开挖面积与深度、原位化学氧化工程量、污染土开挖、转运、暂存）基本符合修复、施工方案要求。

### 4.2.1.2 识别现场遗留污染

（1）通过建设单位与环境监理单位全程的监管，基本判定现场清挖深度及范围符合《设计方案》的要求。

（2）通过建设单位与环境监理单位对修复施工单位现场监管记录，并勘察现场，所有污染土壤修复合格后暂存于暂存区，并采用苫布遮盖。

## 4.2.2 环境保护措施落实情况

### （1）环保措施落实情况

根据修复设计方案等等要求，修复过程采取环保措施主要包括：

- ①出场车辆冲洗，防止造成二次污染；
- ②污染土暂存区、异位修复处理区已有混凝土硬化地面。
- ③在基坑清挖、土壤转运、土壤暂存、原位化学氧化修复过程中对废气、废水、噪声等均已采取相应的污染防治措施。

通过对修复过程施工记录、污水处理与转运记录、监理记录和监测数据、监理报告等的审核，确定施工方案和设计方案提出的环保措施均已得到落实。

### （2）环境风险防范措施落实情况

通过对场地修复过程施工记录、施工完结报告、环境监理报告及施工过程影像等资料的审核，修复实施过程中基本落实了安全生产、文明施工管理措施、现场人员劳动保护措施、以及风险防范措施与应急预案等，施工未出现安全事故、环境污染事故或施工人员健康损害等事件。

## 4.3 人员访谈

效果评估工作中对熟悉本项工作的参与人员进行访谈，全面了解地块修复与环境保护措施落实情况。访谈方式包括当面访谈、电话/网络访谈、会议讨论等。访谈对象包括



地块责任单位、修复设计方案编制单位、环境监理单位、修复施工单位、杉杉集团及其外包施工单位等相关人员。具体访谈人员及访谈内容摘要如表 4.3-1 所示。

表 4.3-1 人员访谈信息

编号	姓名	单位	与项目关系	主要访谈内容
1	施欢欢	大连市土地发展集团有限公司	地块责任单位人员	项目背景、实施状况等
2	宋磊 刘聪	北京博诚立新环境科技股份有限公司	修复设计方案编制单位人员	场地调查与风险评估结果、修复方案情况等
3	车勇鹏 郭志强	大连泛华建设咨询管理有限公司	监理单位人员	修复过程中环保措施、二次污染监测情况等
4	屈景辉 郭江宁 柏国强	中冶南方都市环保工程技术股份有限公司	修复施工单位人员	修复工程实施情况
5	赵明宇 赖小彤	大连杉杉奥特莱斯商业管理有限公司	杉杉集团施工人员	杉杉相关施工情况

## 4.4 更新地块概念模型

在已有资料总结与梳理、结合现场踏勘和人员访谈的基础上，结合本地块水文地质条件、污染物类型和空间分布、施工过程中采用的修复技术特点等，完善地块修复后的概念模型。

### 4.4.1 地块修复概况

#### 4.4.1.1 修复起始时间

修复施工单位于 2023 年 5 月 16 日进场施工，7 月 16 日完成全部污染土清挖工作，9 月 8 日完成阻隔施工。

#### 4.4.1.2 修复范围

基坑清挖范围及深度与修复设计方案、施工方案确定的修复范围基本一致，未发生变化。

#### 4.4.1.3 修复目标、修复设施设计参数

根据《修复技术方案》、《修复设计方案》时，修复地块土壤中待修复的目标污染物有 10 种，分别是镉、铅、砷、五氯苯酚、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、六氯苯、呋唑和 1,2-二氯丙烷。

地下水在不饮用的前提下，砷和氨氮不存在致癌风险和非致癌危害，对人体健康风险可以忽略，但场地内的地下水埋深较浅，后续不可修建地表水体景观，也不可对地下水开采使用。

#### 4.4.1.4 清挖工程量复核

本项目的总清挖土方量为  $301275.61\text{m}^3$ ，其中重金属污染土方量  $32692.66\text{m}^3$ ，SVOCs 土方量  $45265.06\text{m}^3$ ，重金属+SVOCs 土方量  $21141.41\text{m}^3$ ，一类清洁土  $42749.6\text{m}^3$ ，二类清洁土  $159426.88\text{m}^3$ 。

#### 4.4.1.5 清挖土壤去向

清挖后的单一重金属、单一 SVOCs 及两者复合污染土壤转运至大海隧修复工厂进行异位修复。异位修复效果评估另行进行，不在本次基坑修复效果评估范围内；

清挖清洁土转运至 E5 地块分类暂存。

#### 4.4.2 关注污染物情况

本项目污染场地内清挖出污染土壤全部转运至异位修复场地进行修复，清挖后地块内基坑侧壁土壤各污染物浓度低于修复目标值。基坑坑底原位阻隔。

暂存场地及异位修复场地有潜在二次污染风险。本项目暂存场地及异位修复场地地面均进行了硬化处理，污染土异位暂存在海隧大棚内，防止产生二次污染。

#### 4.4.3 水文地质条件

根据 2018 年《调查报告》中水文地质勘探结果，将场地自然地面以下最大勘探深度（23.0m）范围内的地层按沉积成因与年代划分为人工堆积层和沉积层 2 大类，并按地层岩性和赋水特性自上而下对土层进行描述，具体岩性及分布特征如下。

杂填土：杂色，松散，层厚 0.8m~10.4m，平均层厚 6.15m；主要由灰岩、板岩、石英岩碎块及粘性土、建筑垃圾组成，局部有油状液体侵染。

粉煤灰：灰黑色，稍湿-饱水，埋深在 0m~5.7m，平均埋深 4.7m。局部含石英碎石和灰岩碎石。疑似碱渣：灰白色，稍湿-饱水，软塑状，手捏有滑腻感。层厚 0m~11.8m，平均层厚 6.34m；埋深在 1.8m~10.4m，平均埋深 6.24m。淤泥质粉质粘土：黑色，软塑，具有腥臭味，见大量贝壳类碎屑或植物残留物，切面稍有光泽，干强度中等，韧性中等。层厚 0m~4.3m，平均层厚 0.22m；埋深在 10m~14.5m，平均埋深 11.47m。

粉质粘土：灰黄或黄褐色，可塑，切面稍有光泽，干强度中等，韧性中等，无摇振反应。层厚 0m~3.9m，平均层厚 0.06m；平均埋深 12.3m。

白云岩：青灰色，中风化，粉晶结构，层状构造，节理裂隙发育，岩芯呈碎块状、短柱状。层厚 0~2.1m，平均层厚 0.33m；埋深 5.4m~15.8m，平均埋深 12.34m。

## (2) 地下水

大化集团原厂区地下水包括第四系松散岩类孔隙水和碳酸盐岩类隐伏岩溶水两种类型。大化场地地下水水位由北向南、由西向东逐渐降低。如所示，大流量淡水地下水由远处北侧输入，流经节理裂隙发育良好的石灰岩层流至场地（灰色箭头）中部区域；场地西侧（黄色箭头）的河沟水在受到海水水位影响的情况下，间接影响了场地西侧的局部地下水动态；场地东侧填土层较少，基岩层较高，仅有少量地下水补充；场地南侧小部分区域由海水占据主导影响地位，与地下水产生较强的交互作用（红色箭头及曲线）。总体而言，地下水在地块中部区域汇聚，最终流向南部海洋。根据《大化集团搬迁及周边改造项目污染场地调查及风险评估报告》（2018），项目块地下水水位由西北向东南降低。前期场地调查结果表明：潮汐作用对本项目场地靠近海港的区域地下水水位有一定影响，但受海岸护坡、土壤等阻隔作用，影响范围较小，仅限于距离海岸较近的区域。

根据地块内监测井对地下水水位的监测结果（2018年），地下水埋深在 2.22m~5.39m 之间，平均埋深 4.06m。地错误!未找到引用源。块内调查报告显示有一监测井渗透系数  $K=4.37\text{m/d}$ 。水位标高 0.059m~1.657m 之间，平均标高 0.693m。

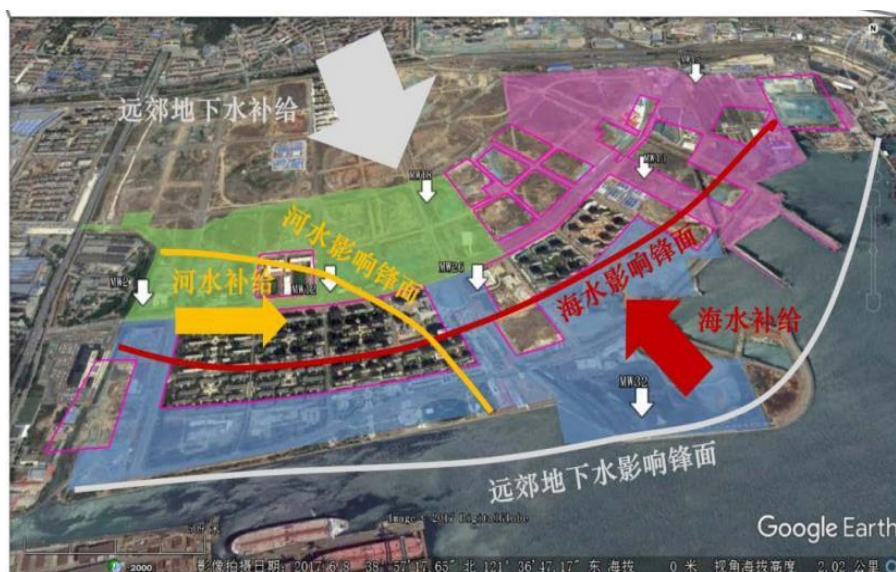


图 4.4-1 地下水流向

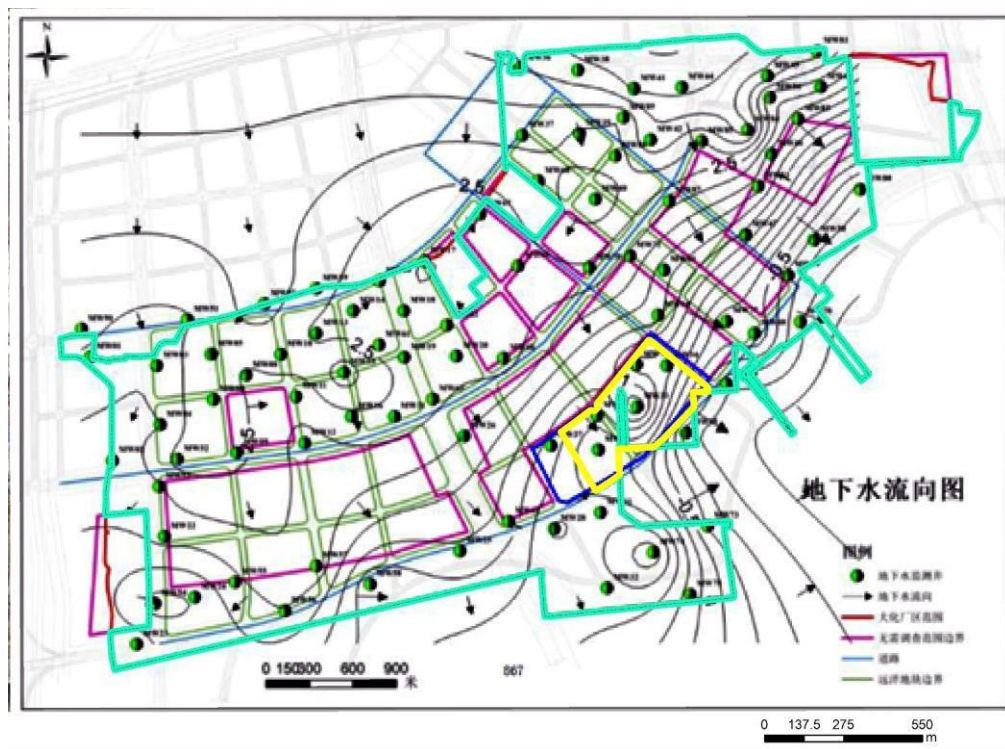


图 4.4-2 大化场地地下水流向及监测井建井位置

#### 4.4.4 潜在受体与周边环境概况

修复范围规划建设大连杉杉奥特莱斯广场。本项目采用原位阻隔方案，阻隔层上铺设 10cm 清洁黏土，铺设完成后标高为 3.1m，建设单位将在基坑阻隔层黏土层之上回填修复后的土壤及清洁土，并以混凝土硬化筑底后作为地面或进行绿化处理。

本项目阻隔层及硬化地面在一定程度上切断土壤中污染物向上的迁移扩散途径，也就是基本切断污染物向地表活动人群的六种主要暴露途径—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 种土壤污染物暴露途径，可实现消除人体健康风险的目的。

#### 4.4.5 更新后的地块概念模型

表 4.4-1 更新后的地块概念模型

模型信息	信息分类	详细情况
地块风险管控与修复概况	修复起始时间	2023 年 5 月 16 日至 2023 年 9 月 8 日完成阻隔施工
	修复范围	调查地块内 2.99m 标高以上土壤的清挖、转运至大海隧修复工厂暂存（待后续的异位修复处置）和下层污染土壤的水平阻隔施工。
	修复目标	见 4.2.2 章节

	修复设施设计参数	污染土壤清挖施工 基坑废水处理工艺：“混凝沉淀+砂过滤+高级氧化”，水处理设备处理能力 40t/h
	修复过程监测数据	修复过程中，施工单位和监测单位分别对周边的大气、噪声和废水进行了监测，详见 4.4.2、4.4.3 章节。
	技术调整与运行优化	无
	修复过程中废水和废气排放数据	详见 4.4.2、4.4.3 章节
	药剂添加量	原位化学氧化药剂：过硫酸盐 74.1t，氢氧化钠 25t
关注污染物情况	目标污染物原始浓度	详见《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块修复技术方案》
	运行过程中的浓度变化	无
	潜在二次污染物和中间产物产生情况	无
	污染物空间分布特征的变化	与前期调查一致
	潜在二次污染区域	污水处理系统、氧化药剂暂存间、活化药剂暂存间、材料暂存间、客土暂存区、洗车池、临时施工道路，以及异位修复场地的进场未硬化区、粗颗粒待检常和综合待检场等
地质与水文地质情况	关注地块地质与水文地质条件	详见《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块修复技术方案》
	修复设施运行前后地址和水文地质条件的变化	无变化
	土壤理化性质变化	无变化
	运行过程是否存在优先流路径	无
潜在受体与周边环境情况	修复后污染介质与受体相对位置关系	远离受体
	受体的关键暴露途径	穿透基础底板进入地下室

## 5 土壤修复效果评估

### 5.1 效果评估

#### 5.1.1 修复效果评价方法

参考《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）、《污染场地修复验收技术规范》和国外相关标准，本次修复修复效果评估采样检测结果的分析方法采用逐个对比方法。当检测值低于或等于修复或清理目标值时，达到修复或清理标准；若有检测值超过修复或清理目标值，则认为该点位所代表的区域（相应的基坑面积、异位处理土壤体积）未达到效果评估标准，需要进行进一步清理开挖或修复。土壤效果评估参照的标准应结合场地的修复目标值和 GB36600-2018 中对应的指标第二类用地筛选值以及根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）推导计算得出风险控制值进行评价。

#### 5.1.2 基坑清挖修复效果评价

效果评估单位在施工单位数据合格的基础上按照效果评估方案采样检测，根据检测单位提供的检测报告得出以下结论：

（1）共分 12 批次先后对污染地块的基坑进行了采样监测，检测结果显示：第一层（0~2.5m）中：一号组合基坑侧壁 1 个点位砷超标，二号组合基坑侧壁 5 个点位砷超标、10 号基坑侧壁 4 个点位砷超标、15 号基坑侧壁 3 个点位砷超标 1 个阶段性坑底砷超标、18 号基坑侧壁 5 个点位砷超标 1 个阶段性坑底砷超标；第二层（2.5~6.0m）污染土壤，7 号基坑侧壁 2 个点位砷超标，13 号基坑侧壁 4 个点位砷超标，其余点位样品修复目标污染物浓度均小于修复目标值。

（2）施工单位对检测过程中出现超标的的第一层一、二号组合基坑、10 号、15 号、18 号基坑、第二层的 7 号、13 号基坑砷超标的点位进行了扩挖施工。扩挖结束后，效果评估对上述区域侧壁超标点位进行了复检，检测结果显示，扩挖后的相应点位样品修复目标污染物均小于修复目标值。

综上，修复地块内的基坑侧壁所有监测点位、阶段性坑底检测点位的污染物检测值均满足修复目标值，说明基坑水平方向、垂直方向均清挖到位，清挖后基坑侧壁达到修复效果。

### 5.1.3 清洁土检测评估

根据清洁土的检测报告，清洁土的检测结果能够满足《土壤环境质量 建设用地上壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中的第二类用地风险筛选值，符合要求。

### 5.1.4 二次污染评估

本地块修复过程中涉及的二次污染区域主要为：异位处置场地的进场的未硬化区、粗颗粒待检场和综合待检场；异位修复区道路以及修复临时占地区域（包括废水处理区、氧化药剂库、水处理药剂库、阻隔材料暂存区、洗车台、客土暂存区、污染土运输道路）。

项目进场修复前对二次污染区域进行了监测。由于基坑修复工程结束后，相关的污水处理设施等尚未撤场，因此修复后的二次污染区域将在甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块修复工程的整体效果评估过程中进行检测。

### 5.1.5 原位阻隔效果评估

根据施工单位完结报告及环境监理报告可知，施工单位对阻隔模进行了破坏性和非破坏性试验。同时粘土铺设完成后对黏土铺设高度进行了测量，对粘土压实程度进行了测试。

#### 5.1.5.1 破坏性试验

针对 HDPE 膜焊缝，施工单位按每 1000m 取 1 个样本，对每个样本在实验室进行剪切试验和剥离试验的检测，确定焊缝的焊接强度及断裂类型。本项目焊缝按不到 1000m 取一个样本，现场共采集 168 个焊缝样本进行破坏性试验，焊缝破坏性试验由中冶南方都市环保工程技术股份有限公司进行监测。

根据检测结果可知，HDPE 膜焊接缝各项指标均满足相关标准要求。检测结果详见附件 18。

#### 5.1.5.2 非破坏性试验

项目采用双轨焊接，焊接效果自检采用压气检漏试验。根据焊接记录可知，各焊接点检测结果均满足标准要求。详见附件 18。

在遇到桩基础侧壁时，延水泥壁向上铺设，具体高度结合后期主体建筑垫层厚度，HDPE 膜延桩基础及电梯井侧壁的向上铺设高度高于垫层 400mm，并用土工专用胶固定于桩基础及电梯井侧壁上。

### 5.1.5.3 粘土原位阻隔自检

对粘土覆盖层进行自检，取土工样送检，粘土压实度不低于 90%。根据粘土压实试验报告可知，各填埋区域粘土压实度均大于 90%，均满足相关标准要求。压实度试验报告见附件 19。



压实度试验照片

### 5.1.5.4 粘土铺设厚度

根据环境监理报告可知，粘土铺设过程中进行了全程跟踪，并对铺设完成的黏土进行了厚度的测量，通过测量可知，下层的粘土层铺设厚度满足 30cm，上层的黏土层铺设厚度为 20cm（考虑到杉杉后期施工预留），能够满足《设计方案》中 10cm 的要求。根据施工单位提供的监测报告和环境监理单位提供的相关图片等证明文件，证明本项目原位阻隔满足要求。

底层 30cm 粘土铺设厚度现场测量图和上层 10cm 粘土铺设厚度现场测量图如下。





膜下 30cm 粘土照片

膜上>10cm 粘土照片

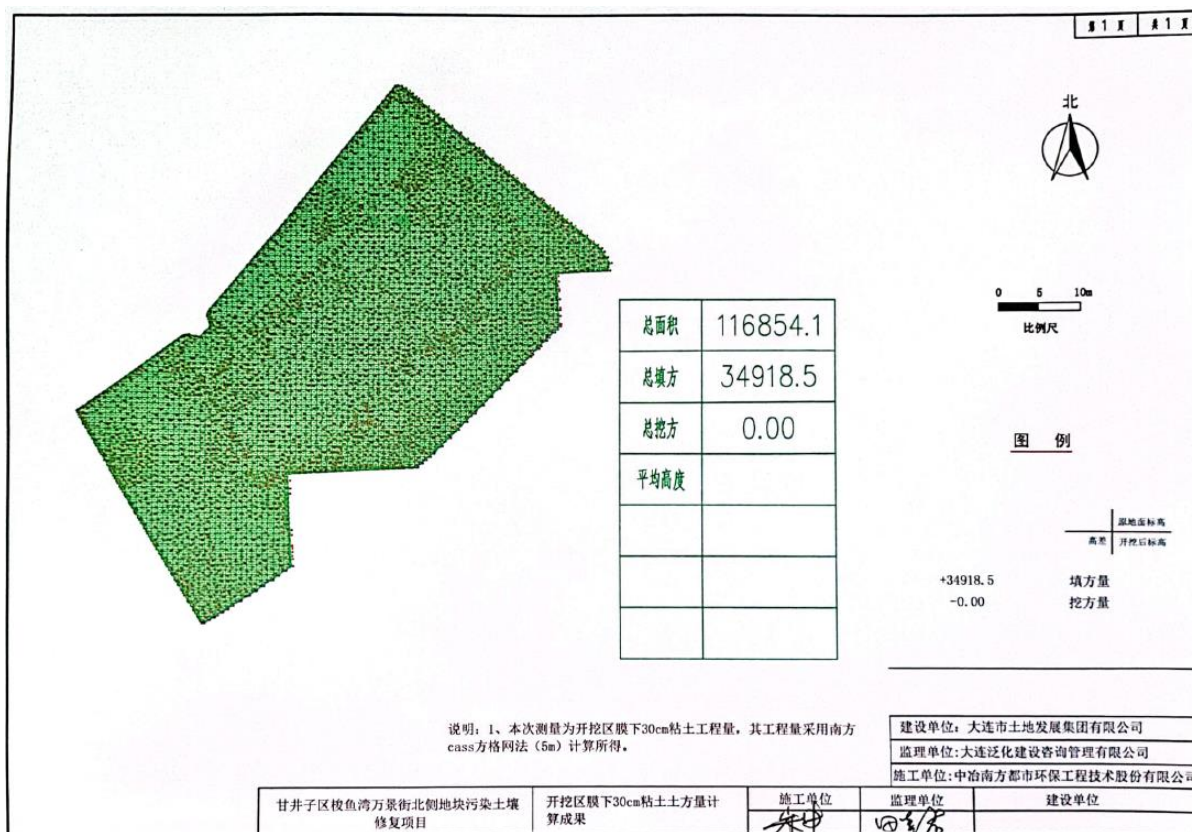


图 5.1-1 膜下 30cm 粘土土方量计算图

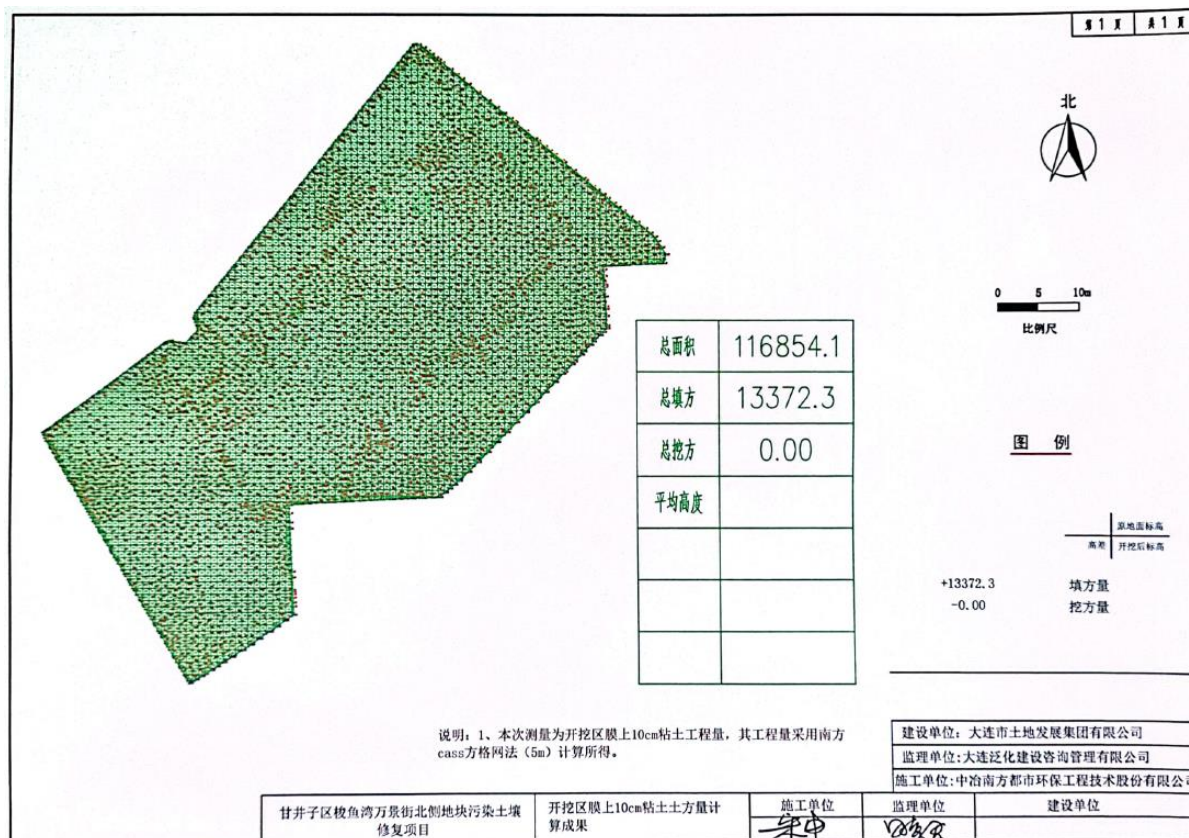


图 5.1-2 膜上 10cm 粘土土方量计算图

根据施工单位提供的监测报告和环境监理单位提供的相关图片等证明文件，证明本项目原位阻隔满足要求。

### 5.1.5.5 阻隔锚固

阻隔锚固采用锚固沟的形式，将水平阻隔内侧的 HDPE 膜延展至外围锚固沟进行锚固，铺设完成的膜片应用沙袋或其他重物压住，防止膜片被风吹起，或应热胀冷缩造成过多的移位。



锚固沟照片

#### 5.1.5.6 现场记录

施工过程中，为保证阻隔膜铺设的工程质量和责任认定，施工单位在阻隔膜铺设过程中每天填写《HDPE膜铺设施工记录表》和《HDPE膜热熔焊接检测记录表》，在焊接结束后组织技术人员进行质量检验，并填写了《HDPE膜施工工序质量检查评定表》，做好存档工作。施工各记录表施工单位、监理单位均对施工记录及结果进行了跟踪、签字确认。

以上记录详见附件。

由环境监理报告及各检测结果可知，本项目现场原位阻隔效果满足技术方案要求。本次效果评估针对原位阻隔效果以环境监理报告及施工单位自检报告结论为准。

## 6 结论与建议

### 6.1 效果评估结论

#### (1) 修复工程实施

通过审核修复实施单位的施工总结报告、环境监理单位的总结报告等资料，初步判断修复实施单位已按修复方案要求，对场地污染土壤与污染地下水开展了修复治理工作。其修复效果自检数据、环境监理修复过程开展的监测数据显示修复达到施工组设计方案中的修复目标。

施工单位依据《甘井子区梭鱼湾万景街北侧地块修复设计方案》中确定的目标污染物、治理范围及规定的治理工艺和技术线路完成了该地块污染土壤清挖、运输修复工作。内容完整，施工过程规范。

#### (2) 修复工程量

该地块从 2023 年 5 月 15 日开始清挖，至月完成基坑清挖，经过效果评估检测，基坑清挖达到设计方案中提出的修复要求。

本项目的总清挖土方量为  $301275.61\text{m}^3$ ，其中重金属污染土方量  $32692.66\text{m}^3$ ，SVOCs 土方量  $45265.06\text{m}^3$ ，重金属+SVOCs 土方量  $21141.41\text{m}^3$ ，一类清洁土  $42749.6\text{m}^3$ ，二类清洁土  $159426.88\text{m}^3$ 。水平阻隔施工为  $127235\text{m}^2$ 。

#### (3) 修复过程环境管理

审核修复实施单位的施工总结报告、监理单位的监理总结报告等资料表明，整个修复工程实施过程中修复单位按方案要求落实了相应的污染防治措施，措施实施效果基本达到要求，修复过程中厂界环境空气、噪声、地下水（周边）、地表水、废水总体上达到控制目标要求；未对周边环境及敏感目标造成明显不利影响。

#### (4) 二次污染情况

施工期间，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。

(5) 依据第三方验收检测结果和现场踏勘情况，基坑侧壁，修复后土壤样品中目标污染物的检出浓度均达到《技术方案》、《设计方案》中提出的污染土壤的修复目标值，达到修复实施方案要求。原位阻隔内容也满足技术方案要求。

综上，根据资料收集与审核、现场勘察、验收监测和修复效果评估情况，该项目的修复实施符合验收合格标准。

## 6.2 后期环境监管建议

(1) 完善地块档案信息，将整个修复过程的所有资料进行整理归档，为本地块后期的环境管理提供长期支撑。

(2) 在地块开发利用过程中，应严格落实各项污染防治与风险防范措施，确保不对周边环境造成不利影响。

(3) 根据监测数据可知，本工程清挖后的基坑侧壁、阶段性结坑、二次污染区域检测结果全部满足修复目标值要求，清挖后的基坑将全部进行阻隔。

根据《污染地块环境风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ25.5-2018)，“实施风险管控的地块应开展长期监测”。但本修复地块采用“环境修复+开发建设”的模式，该地块已有摘牌单位杉杉集团的桩基施工与修复工程结合，在基坑修复完成后，地块取得修复效果评估报告备案并将被移出名录后，即交地给杉杉集团开始建设大连杉杉奥特莱斯广场。因此，不属于“实施风险管控的地块”，不需要开展长期监测。

(4) 鉴于地块调查评估和修复工程存在一定的不确定性，建议在地块开发过程中，密切注意各施工过程，不能破坏阻隔层，一旦破坏需及时修复。若发现土壤或地下水的异常情况，立即停止相关作业，采取有效措施确保环境安全，并及时报告生态环境主管部门。