



中瑞化工有限公司

污染场地修复技术方案

(初稿)

烟台市环保工程咨询设计院

二〇一七年二月 · 烟台

目 录

1 概述	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 编制目的.....	2
1.3 编制原则与依据.....	3
1.3.1 编制原则.....	3
1.3.2 编制依据.....	4
1.4 编制范围.....	6
2 场地概况	7
2.1 场地自然环境概况.....	7
2.1.1 地理位置.....	7
2.1.2 地形地貌.....	7
2.1.3 地质和水文地质.....	8
2.1.4 周边地表水.....	8
2.1.5 气候和降雨.....	9
2.2 场地状况.....	10
2.2.1 场地历史.....	10
2.2.2 场地现状.....	10
2.2.3 场地周边历史和现状.....	10
3 场地污染状况分析	11
3.1 场地污染物识别.....	11
3.1.1 生产原料.....	11
3.1.2 生产工艺流程.....	11
3.1.3 污染物排放.....	14
3.2 前期调查回顾.....	14
3.2.1 场地调查范围.....	14
3.2.2 场地调查内容.....	15

3.2.3 场地调查结果.....	16
3.3 前期工作小结.....	18
4 修复目标与修复范围.....	19
4.1 修复目标.....	19
4.2 修复范围及修复土方量.....	19
5 土壤修复技术分析.....	21
5.1 修复技术筛选原则.....	21
5.2 修复技术综述及比选.....	21
5.3 场地污染土壤推荐修复技术.....	27
5.3.1 有机物推荐修复技术.....	27
5.3.2 修复成果检验.....	27
6 场地修复工程实施方案.....	28
6.1 施工总体部署.....	28
6.2 现场施工准备.....	29
6.3 工程实施.....	31
6.3.1 异位修复过程.....	31
6.3.2 清挖过程控制.....	34
6.3.3 地下水控制.....	35
6.3.4 基坑废水的处理.....	36
7 项目监理与验收.....	37
7.1 质量监理.....	37
7.2 环境监理.....	38
7.3 修复验收.....	42
7.3.1 验收工作程序.....	42
7.3.2 现场勘查.....	43
7.3.3 土壤修复验收.....	44
7.3.4 现场采样.....	45

7.3.5 质量控制.....	46
7.3.6 修复效果评价方法.....	47
7.3.7 继续清理/修复建议.....	48
8 环境管理计划.....	49
8.1 工程实施过程中环境影响分析.....	49
8.2 环境保护措施.....	50
8.2.1 扬尘的控制.....	50
8.2.2 固体废物的处置.....	51
8.2.3 防雨措施与地表径流控制.....	51
8.2.4 机具设备清洗方法.....	52
8.2.5 运输遗洒控制措施.....	52
8.2.6 地下水保护措施.....	53
8.2.7 噪声治理方案.....	53
8.2.8 退场环境管理措施.....	53
9 风险防范与应急预案.....	54
9.1 风险分析.....	54
9.2 防范措施.....	55
9.2.1 污染土方挖掘和运输过程的风险防范措施.....	55
9.2.2 处置过程中风险防范措施.....	57
9.2.3 职业卫生防范措施.....	57
9.3 应急预案.....	58
9.3.1 应急救援组织架构.....	58
9.3.2 应急设备与物资准备.....	59
9.3.3 应急措施.....	60
10 工程实施与管理.....	66
10.1 项目实施原则.....	66
10.2 项目管理机构及定员.....	66
10.3 项目部工作职责和权限.....	67

10.4 工程管理.....	72
11 招投标方案.....	74
11.1 招投标依据.....	74
11.2 发包方式.....	74
11.3 招投标内容.....	75
11.4 招标组织形式.....	75
11.5 招标形式.....	76
11.6 招标基本情况.....	78
12 工程估算与工期.....	80
12.1 工程估算.....	80
12.2 工程工期.....	85
13 工程效益分析.....	86
14 结论与建议.....	87
14.1 结论.....	87
14.2 建议.....	87

1 概述

1.1 项目背景

《蒙特利尔议定书》69 次执委会 69/28 号决议批准了中国第一阶段 HCFC 生产行业淘汰管理计划 (HPPMP)，在 2013 年实现 HCFC 生产量冻结在 2009~2010 年的平均生产量（以下简称“基线产量”），并在 2015 年实现 HCFC 生产量在基线产量的基础上削减 10% 的淘汰目标。在多边基金执委会与中国达成的 HCFC 生产行业的决定中，要求中国优化实施战略，优先考虑关闭 HCFC 生产线的实施方式，并承诺到 2030 年拆除或报废约 55 万吨的 HCFC 生产能力。同时，多边基金对生产行业的政策指南中也要求关厂的项目应考虑对场地清理的环境管理要求。

世界银行作为该项目的国际执行机构，根据多边基金执委会的政策对项目实施进行监督和指导。世界银行总体上要求中国在项目实施过程中要遵守世行的环境安全政策，特别是对关厂项目有较为严格的环境管理要求。

环境保护部环境保护对外合作中心（以下简称“对外合作中心”）负责上述行业计划在中国的具体实施工作。根据对外合作中心提供的数据，中国 HCFCs 生产企业共有 29 家，36 条生产线，可能涉及拆除生产线和关闭工厂的品种为 HCFC-141b、HCFC-142b 和 HCFC-22，生产企业主要分布在山东、江苏、浙江和四川几个省。

中瑞化工有限公司（以下简称“中瑞化工”）位于山东省莱阳市经济开发区，主要生产无水氟化氢及一氟二氯乙烷（以下简称 HCFC-141b），

场内设施包括无水氟化氢生产储存车间、HCFC-141b 生产储存车间、生活办公区以及配套的煤气发生炉装置、锅炉、原料罐区和煤场等。为响应《蒙特利尔议定书》，中瑞化工 HCFC-141b 生产线于 2015 年 6 月 11 日拆除，拆除后场地作为预留用地，用地性质为工业用地。目前中瑞化工与 HCFC-141b 相关的生产设施已拆除完毕，

前期场地调查共布设土壤采样点 5 个，分析检测土壤样品 15 个（含质控平行样），主要分析指标包括重金属、VOCs（挥发性有机污染物）、SVOCs（半挥发性有机污染物）及其他常规指标。

土壤样品检测结果超过筛选值的污染物共 5 种，包括 1 种重金属（钡）和 4 种有机物（六氯乙烷、二氯甲烷、三氯甲烷及四氯化碳）。

为指导场地修复工程实施，减少后期污染修复和验收的不确定性，使场地对暴露人群的风险控制在可接受的水平，恢复场地使用功能，保证场地二次开发利用的安全性，2016 年 12 月，烟台市环保工程咨询设计院在《烟台中瑞化工有限公司风险评估》和《中瑞化工有限公司场地调查报告》的基础上编制了《中瑞化工有限公司污染场地修复技术方案》。报告根据已确定的场地污染现状及修复目标值，通过修复技术比选，选择了切实可行的土壤修复技术，提出了修复工程的实施方案，并对环境管理计划，工程预算和工期进行了论述。

1.2 编制目的

修复工程的最主要目标是控制整个调查区域土壤中污染物的浓度和范围，因此，为指导该场地修复工程的实施，使场地土壤和沉积物质量满足人体健康及环境功能区域要求，特编制此修复技术方案。

本可行性研究编写的目的主要包括：

(1) 根据前期调查资料，对该场地污染状况进行分析，确定场地污染土壤的修复目标和修复范围。

(2) 为场地污染土壤的修复选择高效、经济、可行的修复技术，推荐科学合理的实施方案，制定配套的环境管理计划与安全防护计划，并作出合理的成本、工期估算，从而指导实际土壤修复工程的实施，支撑场地相关的环境管理决策。

1.3 编制原则与依据

1.3.1 编制原则

烟台中瑞化工有限公司土壤修复工程是一项具有显著社会效益、经济效益和环境效益的基础工程。鉴于本工程的实际特点，切合项目区土壤污染情况，提出了本工程修复技术方案的编制原则。

(1) 科学性原则：采用科学的方法，综合考虑污染场地修复目标、土壤修复技术的处理效果、修复时间、修复成本、修复工程的环境影响等因素，制定修复方案。

(2) 可行性原则：制定的污染场地土壤修复方案要合理可行，要在前期工作的基础上，针对污染场地的污染性质、程度、范围以及对人体健康或生态环境造成的危害，合理选择土壤修复技术，因地制宜制定修复方案，使修复目标可达，修复工程切实可行。

(3) 安全性原则：污染场地修复工程的实施应注意施工安全和对周边环境的影响，避免危害施工人员、周边人群健康以及生态环境，防止产生二次污染。

1.3.2 编制依据

1、法律法规、政策文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年修订)
- (2) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2000年修订)
- (3) 《中华人民共和国海洋环境保护法》(2014年修订)
- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2004年修订)
- (5) 《中华人民共和国水污染防治法》(2008年修订)
- (6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(1996年)
- (7) 《废弃物危险化学品污染环境防治办法》(2005年)
- (8) 《污染场地土壤环境管理暂行办法》(征求意见稿)
- (9) 《关于加强土壤污染防治工作的意见》(环发[2008]48号)
- (10) 《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)
- (11) 《近期土壤环境保护和综合治理工作安排》(国办发[2013]7号)
- (12) 《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》(国发[2005]39号)
- (13) 《环境保护部关于贯彻落实<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>的通知》(环发[2013]46号)
- (14) 《国务院关于环境保护若干问题的决定》(国发[1996]31号)
- (15) 《山东省环境保护“十二五”规划》

(16) 《山东省土壤环境保护和综合治理工作方案》(鲁环发[2014]126号)

(17) 《关于下达省级环保和大气污染防治专项资金预算指标的通知》(鲁财建字[2015]22号)

(18) 《建设项目环境保护管理条例》(1998年)

(19) 《建筑施工安全技术统一规范》(2003年)

(20) 《建设工程安全生产管理条例》(国务院令第393号, 2004)

(21) 《建设工程施工现场管理规定》(建设部令第15号, 1991)

(22) 《烟台市环境保护“十二五”规划》

(23) 《烟台市海洋功能区划(2013~2020)》

2、相关的标准、导则及规范

(1) 《节能中长期专项规划》(国家发改委环资〔2004〕2505号)

(2) 《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)

(3) 《土壤环境质量标准》(GB 15618-1995)

(4) 《地下水质量标准》(GB/T 14848-1993)

(5) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)

(6) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)

(7) 《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11-811-2011)

(8) 《展览会用地土壤环境质量评价标准(暂行)》(HJ350-2007)

(9) 《场地环境调查技术导则》(HJ/25.1-2014)

(10) 《污染环境监测技术导则》(HJ25.2-2014)

(11) 《污染场地风险评估技术导则》(HJ/25.3-2014)

- (12) 《污染场地土壤修复技术导则》(HJ/25.4-2014)
- (13) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》(2014)
- (14) 《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)
- (15) 《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2004)
- (16) 《地下水污染地质调查评价规范》(DD2008-01)
- (17) 《水文地质钻探规程》(DZ-T0148-1994)
- (18) 《城市用地分类与规划建设用地标准》(GB50137-2011)

1.4 编制范围

就烟台中瑞化工有限公司土壤修复工程的修复范围、深度及修复土方量,进行分析论证,筛选修复技术,优化场地污染治理和修复技术路线,估算工程量和相关费用。

编制范围包括:工程建设的必要性与可行性;土壤修复范围、深度及修复土方量,土壤重金属及有机物的修复技术的筛选及推荐;修复工程实施方案;项目监理与验收;环境管理计划等。

2 场地概况

2.1 场地自然环境概况

2.1.1 地理位置

场地位于山东省莱阳市经济开发区，富山路与长江路交界处，东经 $120^{\circ}31' \sim 120^{\circ}58'$ ，北纬 $36^{\circ}34'10'' \sim 37^{\circ}10'$ ，具体位置见图 2.1-1。



图 2.1-1 烟台中瑞化工有限公司地理位置示意图

2.1.2 地形地貌

莱阳地形为低山丘陵区，山丘起伏和缓，沟壑纵横交错，因受胶东脊背地形影响，地势由北向南倾斜。北部、东部、中部、东南部、西南部均有互不连接的低山丘陵群，属低山丘陵地貌类型。沿河地带及山群之间，形成互不连片的河谷平原和山间盆地平原。境内平原、洼地层剥

蚀堆积地形，按其成因，可分为三类平原。一是准平原地，分布于沐浴店、柏林庄、五龙村断层以北（除莱阳盆地以外）和南部大乔至团旺以南地区。多呈带状分布于丘陵前缘；二是山间河谷冲积平原，成带状分布于五龙河两侧；三是山间盆地冲积平原，此种平原亦称洼地，分布于莱阳市北断层与五龙村断层之间。

2.1.3 地质和水文地质

根据《烟台中瑞化工有限公司 1.2 万吨/年 AHF、2 万吨/年 F141b 项目环境影响报告书》，以下简称“环评报告”，场地土壤岩性自上而下分为 7 层：

- 1-耕土层：厂区普遍分布，厚度 0.30~1.50m；
- 2-粉土层：厂区零星分布，厚度 1.50~2.30m；
- 3-砂砾层：厂区零星分布，厚度 1.00~1.20m；
- 4-强风化泥岩：厂区普遍分布，厚度 1.70~2.10m；
- 5-中风化泥岩：厂区普遍分布，厚度 0.90~2.20m；
- 6-弱风化泥岩：厂区普遍分布，厚度 15.10m；
- 7-弱风化砂岩：厂区普遍分布，该层未穿透。

区域地下水大部分以下降泉河的形式排泄于河谷地区，并汇于河川径流中。地下水矿化度较低，一般小于 0.5g/L，总硬度是北部高于南部，丘陵高于平原。地下水在丰水期与枯水期水位变化最大幅度为 0.5~1.50m，一般为 0.8~1.2m，且场地地下水对混凝土无侵蚀性。

2.1.4 周边地表水

场地 1km 内无地表水体，根据环评报告，该项目废水通过开发

区污水管网排入白龙河，白龙河距场地直线距离约 7.2km。厂内废水排放分为以下几种方式：

在正常情况下废水量较少，污染物成分简单，浓度较低，不会影响白龙河水质，废水通过开发区污水管网直接排入白龙河。

非正常工况，废水量很难直接估算，采用《化工环境保护设计手册》中关于事故废水量的估算：一般事故发生时，一次排水量约为 30m^3 ，废水中含 $\text{HF}14400\text{mg/L}$ 、 $\text{H}_2\text{S}_2\text{F}_6$ 630mg/L 、 H_2SO_4 760mg/L ，采取的措施为：建立事故水池，事故废水排入污水处理装置处理后达标排放。

在物料泄露、火灾等事故下，废水水量较大，污染物浓度较高，事故废水不能直接排放，经事故水池收集后，分批次排入污水站处理达标后排放。

2.1.5 气候和降雨

场地所在区域属北温带大陆性半湿润季风气候，光照充足，四季分明，春季风多易旱，夏季炎热多雨，秋季昼暖夜凉，冬季寒冷干燥。根据多年气象资料，莱阳市年平均气温 11.2°C ，全年以 1 月份气温最低，平均为 -4.1°C ；7 月份气温最高，为 25.0°C 。多年平均降水量为 736mm ，最多年份为 1450mm ，最少年份为 494mm 。年内降水分布极不均匀，夏季（7-9 月）最多，平均降雨量达 450mm ，占全年降水量的 60% 以上；冬季最少，雨雪合计降水量不足 30mm 。年主导风向为南南东风，频率 10%，西北风次之，为 8%，平均风速 2.7 米/秒，冬季盛行西北风，夏季盛行南南东风。历年平均日照数为 2669 小时。

2.2 场地状况

2.2.1 场地历史

企业于 2007 年 7 月成立，建厂前所在场地为农业用地，无工业生产历史。中瑞化工主营产品为 12000t/a 无水氟化氢、20000t/a HCFC-141b。其中，HCFC-141b 生产线开车时间为 2009 年 10 月（环保试生产）。

2.2.2 场地现状

目前场地内 HCFC-141b 的所有生产活动均已停止，设备设施基本已拆除完毕，原有构筑物基本保持原状。厂区地面均进行了硬化。

2.2.3 场地周边历史和现状

场地距离北侧的村庄、纺织厂和烟台卡车厂的距离分别为 400 米、200 米和 300 米，距离西侧烟台巨力有限责任公司约 1800 米，其余几个方向均为空地 and 农田。如图 2.2-1 所示。

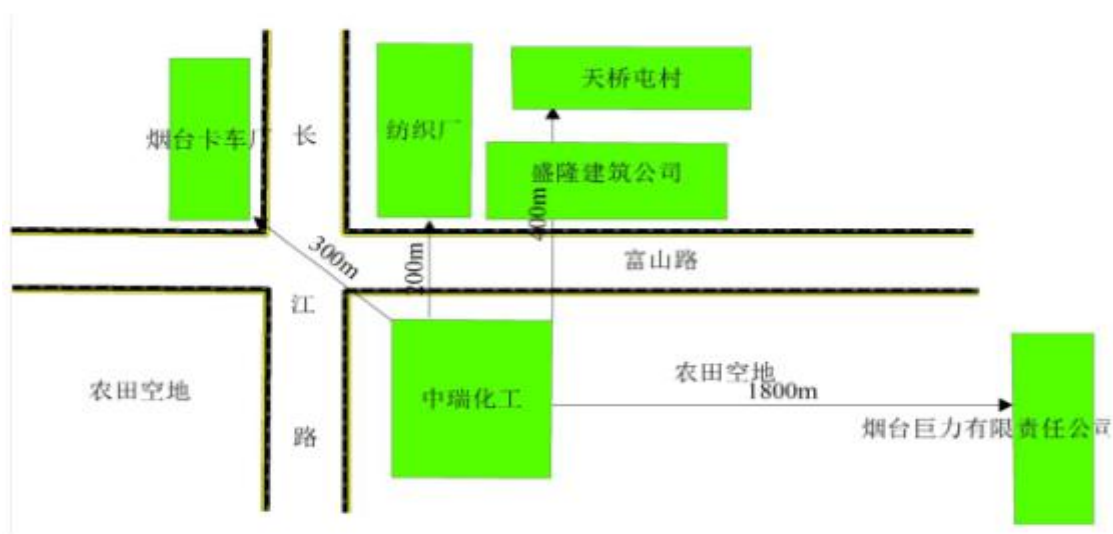


图 2.2-1 场地周边情况

3 场地污染状况分析

3.1 场地污染物识别

3.1.1 生产原料

HCFC-141b 生产过程主要原料包括无水 HF、偏氯乙烯及液氯。主要原辅材料的种类及年消耗量见表 3.1-1

表 3.1-1 HCFC-141b 主要原辅材料、能源消耗

类别	名称	重要组份	单耗 (t/t 产品)	年耗量 (t/a)	来源/运输方式
原料	无水 HF	HF	0.17295	3459	自产
	偏氯乙烯	CH ₂ =CCl ₂	0.93	18600	特种罐车汽运
	液氯	Cl ₂	0.0005	10	特种罐车汽运
辅料	四氯化钛	TiCl ₄	0.0008	1.6	汽运
	液碱	NaOH, 30%	0.04	800	特种罐车汽运
	分子筛 A4	——	0.004	40	汽运
新鲜水	——	——	——	11940	供水公司
电	——	——	295	5900000	供电公司
汽	蒸汽	——	0.8	16000	自产

3.1.2 生产工艺流程

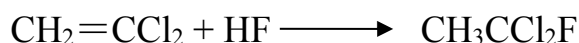
HCFC-141b 的生产工艺流程如下。

(1) 合成反应

将无水氟化氢用泵从储槽送至氟化氢高位计量槽，根据需
要量加入到反应分层器，用冷冻盐水冷却至 8℃ 以下；用氮气将
偏氯乙烯 VDC 从储槽压至 VDC 计量槽，用冷冻盐水冷却待用；
用氮气将反应釜置换合格，投料前先在反应釜内配置好催化剂
(TiCl₄)。投料时反应温度一般控制在 35℃，开启搅拌，加入
计量好的无水氟化氢，然后将计量好的 VDC 用计量泵控制流量
连续加入，VDC 在 0.5~1 小时内打完。加入过程中反应釜已开

始反应，用 8℃ 的水控制温度，VDC 打完后使釜内温度保持在 40℃ 反应 1 小时，合成反应结束。合成反应结束后，打开反应冷凝器进气阀门，并用蒸汽反应釜内产物不断蒸出，通过冷凝器冷却后进入分层器中。产物在分层器内自动分层，当分层器液面到 0.95m³ 时，打开分层器的平衡阀和出料阀，将分层器下层的 HCFC-141b 粗产物放入下工序的粗品槽中，但分层器底部始终保持有 HCFC-141b，蒸料完毕，上层 HF 返回反应釜，同时计量 VDC 进行下一釜反应。

主反应的化学方程式为：



可能发生的副反应的化学方程式为：



(2) 低沸塔精制

粗品槽中粗产品含有 HF、VDC、HCFC-142b 等杂质，用计量泵控制料的流量，泵入低沸塔。低沸塔顶成分在塔顶二级冷凝器作用下，冷凝流回低沸塔接收槽，再次打入低沸塔。控制冷凝器冷凝温度，HF、HCFC-142b 等未冷凝下来的物质排入 HCFC-141b 尾气吸收塔。

低沸塔底物料通过再沸器循环。塔底物料泵将塔底的粗

HCFC-141b 泵入低沸塔补液罐，补液罐中粗产品计量通入光氯化管，在光氯化管内采用紫外光照射条件使 VDC 和氯气反应，去除过量的 VDC。

光氯化结束后粗产品中尚有部分 HF、Cl₂ 等在水洗泵的作用下和水充分混合，在管道中洗去部分的 HF、Cl₂，然后进入水洗分离器，部分轻相水循环使用，部分水排入污水处理站。重相 HCFC-141b 粗产品经过水洗缓冲罐，进入一次碱洗泵的进口，在一次碱洗泵作用下和循环碱及补充碱充分混合，在管道中洗去剩余 HF、Cl₂，然后进入一次碱洗分离器，轻相碱循环使用（碱不足由碱高位槽补充加入）。然后进入二次碱洗分离器，再次洗涤。



(3) 精馏

粗产品从粗品中间槽用热水套管加热到 31℃，由泵打至高沸塔，在高沸塔内进行传质传热，HCFC-141b 由塔顶通过冷凝器冷凝后排入中间罐，用物料泵打入 A4 分子筛干燥塔去除水分，得到产品 HCFC-141b，分析合格后送至成品储槽，然后进行产品包装。高沸塔底通过再沸器循环塔底物料。塔底高沸物排入蒸馏塔，蒸馏塔中轻组分返回高沸塔，塔底残留液（主要成分 CH₃CClF₂、CH₃Cl₃ 等）作为副产物外售给其他化工企业生产防腐材料。

(4) 分子筛再生

分子筛再生采用热氮气对其加热，水分冷凝后进入废水处理站。

3.1.3 污染物排放

与 HCFC-141b 生产相关的污染物排放情况见表 3.1-1。

表 3.1-1 HCFC-141b 生产过程污染排放情况

工程	污染物状态	产生环节	主要污染物	去向
HCFC-141b 项目	废气	低沸塔	少量 HF、 HCFC142b	HCFC-141b 尾气 吸收塔
	废气	氯气缓冲罐	少量氯气	
	废水	水洗、碱洗、分 子筛干燥	含 NaOH、NaCl、 NaF 等	污水站
	固体废物	精馏塔	副反应聚合物、 CCl ₄ 、CH ₂ Cl ₂	外售

3.2 前期调查回顾

3.2.1 场地调查范围

场地调查工作范围见图 3.2-1。



图 3.2-1 场地调查工作范围

3.2.2 场地调查内容

调查依据《场地环境调查技术规范》，开展土壤样品采样分析工作。现场调查工作共布设土壤采样点 5 个，分析检测土壤样品 15 个（含质控平行样）。主要 13 分析指标包括重金属、VOCs（挥发性有

机污染物)、SVOCs (半挥发性有机污染物) 及其他常规指标。

场地调查采样点位布置情况见图 3.2-2。

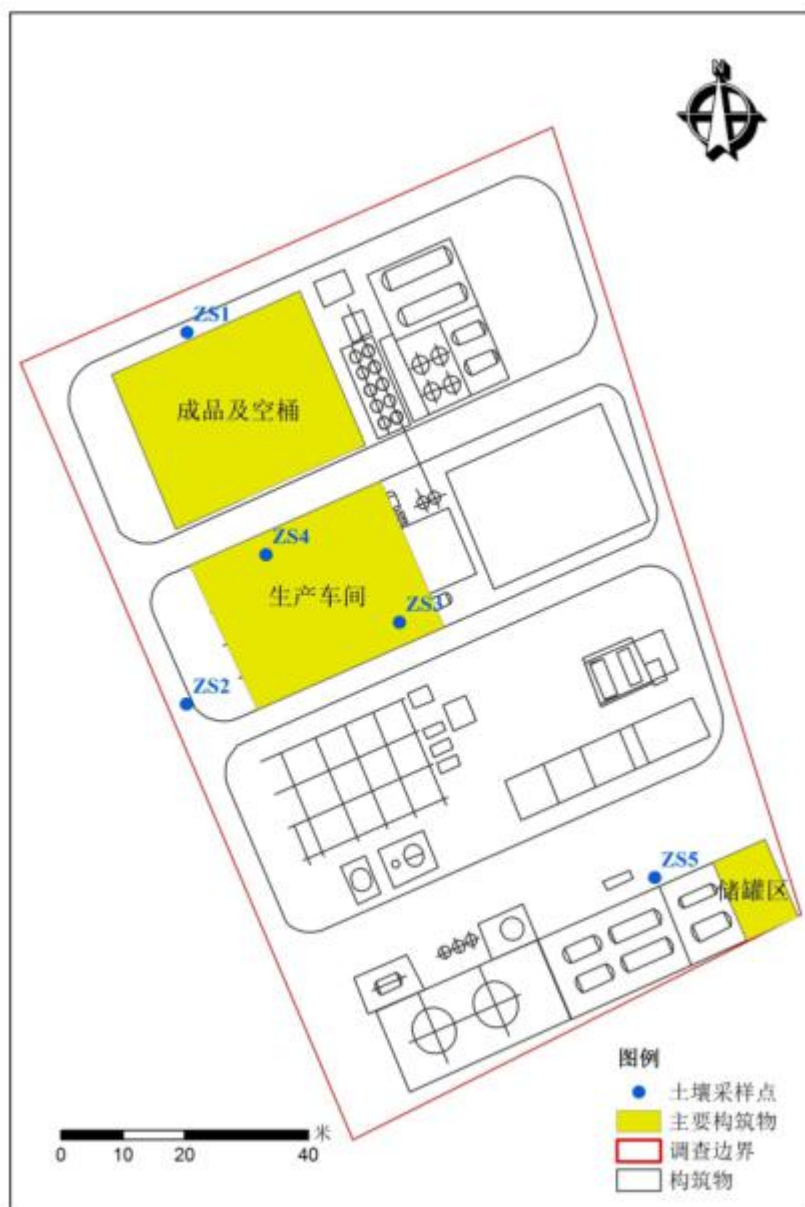


图 3.2-2 采样点布置图

3.2.3 场地调查结果

1. 场地地质及水文地质条件

根据调查结果，调查区自上而下地层概化如下：

表 3.2-1 调查区地质分层统计

编号	坐标		高程	层底标高			层底埋深		
	X	Y		1-填土	2-黏土	3-砾岩	1-填土	2-黏土	3-砾岩
ZS1	556721.28	4089726.35	5.2	4.2	-3.5	-4.8	1	8.7	10
ZS2	556721.45	4089665.69	5.5	3.8	0.5	-	1.7	5	-
ZS3	556755.71	4089679.06	5.4	3.5	0.4	-	1.9	5	-
ZS4	556733.98	4089689.59	5.9	4.2	0.9	-	1.7	5	-
ZS5	556797.49	4089637.45	6.8	6.1	1.8	-	0.7	5	-

据上表，针对调查区地层做如下概述：

1-填土：埋深 0~1.9m；

2-黏土：埋深 0.7~8.7m；

3-砾岩：埋深：8.7m~，未钻穿。

由于在土壤钻孔过程中未见地下水，场地地下水埋深大于10m，0~10m 土壤岩性主要为粘土和砾岩，场地地下水接受垂向入渗补给较小。

2. 场地土壤采样分析结果

土壤样品检测结果超标的污染物共 5 种。其中，重金属钒超过筛选值，最大超标倍数为 1.5 倍；有机污染物六氯乙烷最大超标倍数为 1.4 倍，二氯甲烷最大超标倍数为 1.7 倍，四氯化碳最大超标倍数为 116.7 倍，三氯甲烷最大超标倍数为 36.6 倍。

3.3 前期工作小结

前期场地环境调查进行了大量工作，通过场地踏勘、调查访问，收集场地现状和历史资料及相关文献，深入分析中瑞化工 HCFC-141b 生产的主要及辅助化学试剂、生产工艺、污染物排放特征和处理处置方式，初步判定场地污染途径主要是原生产车间物料存储、运输及生产过程中的渗漏，原车间周围地下污水管线内化学物质的渗出等。厂区内污染物主要通过土壤介质对人体健康产生影响。

前期场地调查共布设土壤采样点 5 个，分析检测土壤样品 15 个（含质控平行样），主要分析指标包括重金属、VOCs（挥发性有机污染物）、SVOCs（半挥发性有机污染物）及其他常规指标。

土壤样品检测结果超过筛选值的污染物共 5 种，包括 1 种重金属（钡）和 4 种有机物（六氯乙烷、二氯甲烷、三氯甲烷及四氯化碳）。

4 修复目标与修复范围

4.1 修复目标

通过前期风险评估可知，最终确定场地中重点关注污染物是土壤中的 3 种有机物（二氯甲烷、三氯甲烷及四氯化碳）。

土壤中污染物的修复目标值需通过分析比较土壤风险控制值与场地所在区域土壤中的背景含量和国家有关标准中规定的限值，合理提出。根据《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014），充分考虑经济及修复技术等因素，在满足国标、人体健康风险要求的前提下，结合该场地特征条件，最终确定本项目场地土壤中二氯甲烷的风险控制值为 2.5mg/kg，三氯甲烷的风险控制值为 0.084mg/kg，四氯化碳的风险控制值为 0.21mg/kg。

上述修复目标值是基于人类健康风险评估致癌与非致癌风险控制值，本场地修复范围及土方量的确定应按照上述目标值划定。若经论证，场地采用原位修复或异位修复后部分或全部土方回填，验收标准应执行上述目标值。

4.2 修复范围及修复土方量

鉴于《烟台中瑞化工有限公司风险评估》和《中瑞化工有限公司场地调查报告》未绘制场地内相应污染物含量在不同深度的等值线图，不能建立污染物的污染域模型，无法计算污染土方量。因此场地修复以实际修复土方量为准。修复点位为 ZS4 号点。

由于土壤的异质性，采样测试的不确定性，需修复范围和土方量以实际为准。实际修复过程中，应当加强污染边界处土壤的监测，

通过控制基坑侧壁与坑底土壤达到修复目标的要求，来控制污染土方完全清除。

5 土壤修复技术分析

5.1 修复技术筛选原则

修复技术的筛选需要充分考虑场地的现状、场地开发、修复成本、修复时间、修复效果等因素，综合分析修复技术的有效性、经济性、实用性、成熟可靠性等因素。修复技术的筛选遵循如下原则：

(1) 修复技术成熟可靠：为了保证污染土壤修复工程顺利完成，应采用成熟可靠的修复技术，避免采用处于研究初期的污染土壤修复技术。

(2) 修复时间合理：为尽快完成污染土壤修复工作，降低清理过程中的潜在环境风险，同时不影响修复场地后续正常开发，在选择污染土壤修复技术时，同等条件下，优先用时较短的修复技术。

(3) 修复成本可控：结合场地特点和修复目标，选择经济可行的污染土壤修复技术，在达到满足修复目标的前提条件下，避免过度修复、控制土壤修复费用。

(4) 最大程度降低环境风险：在同等条件下，尽量选择环境友好、对场地破坏小、对周围居民干扰少的技术，尽量减少修复过程可能产生的二次污染及社会影响。

(5) 达到修复目标：所选修复技术必须保证可以达到场地的修复目标要求。

5.2 修复技术综述及比选

为了保证污染场地再开发利用过程中的安全性，最直接的措施是

进行污染场地的修复工作，欧美等发达国家在这方面起步较早。据统计，在欧洲，约有 250 万个场地需要修复，每年约 20 亿欧元用于污染场地的修复工作。在美国，污染场地的数量也多达 30 万个，美国为此建立超级基金项目专门用于污染场地的修复。目前，该超级基金中涉及的众多修复技术均已实现产业化应用，世界各国也多由此处了解时下场地修复技术的变化。

有机物修复技术比选

(1) 异位热脱附

异位热脱附是用直接或者间接的热交换，加热土壤中有机污染物组分到足够高的温度（目标污染物的沸点以上），使污染物蒸发并与土壤介质相分离的过程。热脱附技术适用于处理土壤中挥发性有机物、半挥发性有机物、农药和高沸点氯代化合物，特别适用于存在难降解或重度有机物污染场地。热脱附法根据加热的温度可分为低温，中温和高温热脱附法。热脱附是将污染物从一相转化为另一相的物理分离过程，在修复过程中并不出现对有机污染物的破坏作用。通过控制热脱附系统的温度和污染土壤停留时间有选择的使污染物得以挥发，并不发生氧化、分解等化学反应。热脱附技术具有污染物处理范围宽、设备可移动、修复后土壤可再利用等优点。

(2) 化学氧化

化学氧化修复法是通过向污染土壤中添加化学氧化剂，使污染物与氧化剂充分接触发生氧化反应，以达到污染物无害化的修复方法。是一种快速而有效的有机污染物治理方法。

其原理为氧化剂将有机污染物进行氧化，使其分解为可生化降解的小分子有机物质或最终矿化为 CO_2 、 H_2O 和无机盐等产物，从而达到降解土壤和水体中石油类有机污染物的目的。化学氧化法可以快速达到土壤修复目标值。

(3) 生物堆

生物堆修复技术是传统堆肥和生物治理技术的结合，将土壤和一些易降解有机物如木屑、粪肥、稻草、泥炭等充分混合，调节营养元素比例、pH 值、水分等适宜微生物生长的条件，依靠堆制过程中微生物的作用来降解土壤中有机污染物，达到土壤清洁、修复的目的。生物堆修复技术最早用于污泥的处置，其本质与堆肥相同，是一个人工控制条件下利用微生物对有机物进行生物分解和转化的过程。在堆制处理过程中，通过调节和控制堆体中各个环境因子提供微生物良好生境，可较大程度地促进微生物生长与活性，提高污染物处理效果。

生物堆技术具有适应性广、处理成本低、对土壤的损害小等优点，在国外得到了广泛的应用，在国内也取得了成功。另生物堆主要设备包括抽气风机、控制系统、活性炭吸附罐、营养水分添加泵等较为简单的设备。

(4) 原位好氧生物修复

原位生物修复，也称就地生物修复，是在基本不破坏土壤和地下水自然环境的条件下，利用生物的代谢活动减少现场环境中有毒有害化合物的工程技术系统在原场所进行的生物修复。原位生物修复又分地下水的自然生物修复法，强化自然生物修复法及人工强化生物修复

法。

原位生物修复技术有其独特的优势，具体表现在：①现场进行，减少了运输费用和人类直接接触污染物的机会；②以原位方式进行，可减小对污染位点的干扰或破坏；③使有机物分解为二氧化碳和水，无二次污染，不会使污染物转移；④可与其它处理技术结合使用，处理复合污染；⑤费用低，仅为传统物理、化学修复法的 30%~50%。

好氧条件下，除因结构难以氧化的物质，如高环数多环芳烃、多支链烷烃，和已被高度氧化的物质，如四氯乙烯等，多数污染物都可以通过微生物氧化降解去除。提高氧气含量可以加快降解过程，常见增氧手段有空气喷射，注入含氧水和缓释氧源如过氧化镁利用微生物在土壤中降解 TNT 的实验表明，向土壤中添加营养物质可以提高降解率。表面活性剂如环糊精等可以促进污染物的解吸，但其对生物降解的作用尚无定论，不同研究者的研究结果既有促进又有抑制。温度提高也可增加生物降解的速率，Yadav 等有研究表明温度下降 10℃，生物降解土壤中甲苯所需时间增加 2 倍。

(5) 土壤气体抽提和地下水注气

地下水曝气技术是将空气注入污染区地下水位以下，形成的气泡在上升过程中将液相中的污染物分离进入气相。含有污染物的空气到达非饱和带后，通过上面的土壤气相抽提(Soil Vapor Extraction, SVE)系统把土壤中的空气和污染物抽出，抽出的污染物再用回收系统处理。地下水曝气技术成本低、效率高，还可与生物降解等方法配套使用，对场地土体扰动小。AS 是去除饱和土壤和地下水中挥发性有机

污染物的有效方法，被广泛应用于地下储油罐泄漏引起的石油污染治理中。影响地下水曝气技术效率的主要因素包括污染场地水文地质条件、污染物类型、曝气方式等。污染场地的地层结构和地层渗透性直接影响着曝气技术应用的有效性，渗透性低的土壤很难处理，土壤的各向异性也会使空气分布不均，而不均的空气分布可能会使污染物的运移无法控制。地下水曝气技术的去除机理是挥发和好氧生物降解，污染物的亨利常数低时很难从液相剥离，因此挥发性差难于生物降解的污染物，此技术不适用。

国外地下水曝气技术应用广泛，始于 20 世纪 80 年代。1982~1999 年，美国超基金原位地下水污染修复项目中，地下水曝气技术占 51%。Bass 等总结了 49 个 AS 技术的实地应用效果，其中 36 个是石油类污染场地，47%的实地处理获得了 95%以上的有机物去除。

(6) 多相抽提

多相抽提(multi-phase extraction, MPE)是一种对环境友好的土壤和地下水修复技术，它具有修复效率高、影响面积大以及适宜高浓度污染土壤修复等优点。MPE 技术通过使用真空提取等手段，同时抽取地下污染区域的土壤气体、地下水和浮油层到地面进行相分离、处理，以控制和修复土壤与地下水中有机物污染的环境修复技术。MPE 技术是一种原位修复技术，对地面环境的扰动较小，适用于加油站、石化企业和化工企业等多种类型的污染场地，尤其适用于存在非水相液态污染物(non-aqueous phase liquid, NAPL)情形的污染土壤与地下水的修复。多相抽提(MPE)系统通常由多相抽提、多相分离和污染

物处理 3 个主要工艺部分构成。与传统抽提处理方式相比，MPE 最突出的特征就是采用真空或真空辅助的方式，实现污染物从地下环境向地表以上的迁移。与双抽提系统相比，MPE 减少了污染物在场地中的残留及地下水的抽提量；与全抽提技术相比，MPE 降低了乳化作用，同时兼具修复包气带污染土壤的作用；与 SVE 技术相比，MPE 的修复范围扩大，同时减少了含水层土壤被地下水再次污染的风险。

(7) 热蒸汽注入+多相抽取技术

热蒸汽注入+多相抽取技术系于饱和带注入蒸汽或加热地下水，使挥发性有机物、半挥发性有机物、农药与 TPH 等污染物移动及挥发，挥发性有机物再经由 MPE 系统抽出回收。MPE 系统设计与操作原理如前节所述。蒸气注入系统则由加压热源、水循环设备与灌注系统所组成。实地研究显示，当水温在 100℃ 以上时，蒸气热量的传输机制为热对流，当温度低于 100℃ 时则以热传导为主要机制。当蒸气注入地下水后，有机污染物会因热脱附机制影响而溶入地下水；并由于注入于深层的高温地下水往较低温的浅层移动，而将污染物带往浅层集中后，再被 MPE 系统抽除。本技术所需的设备系统较为复杂，且能耗需求高。

5.3 场地污染土壤推荐修复技术

根据上述比选，结合本项目场地的现状、场地开发、修复成本、修复时间及效果等的要求，提出适合本项目污染土壤的修复技术建议。

5.3.1 有机物推荐修复技术

对于有机物污染土壤，采用化学氧化修复，通过向污染土壤中添加化学氧化剂，使污染物与氧化剂充分接触发生氧化反应，以达到污染物无害化的修复方法。是一种快速而有效的有机污染物治理方法。

5.3.2 修复成果检验

在规定的时间内定期随机采样，对土壤中的污染物进行连续监测，动态监测土壤修复效果。监测结果基本达标（多次采样，若不合格，再次混合）后，请第三方对土壤修复效果进行验收评估。最终经处理达到验收标准的土壤可回填或作为场地内绿化基质用土，无需建立专门的工业废物填埋场，可实现合理处置。同时应做好风险控制措施，并进行长期监测。

6 场地修复工程实施方案

6.1 施工总体部署

根据场地修复技术路线及场地现状及施工条件，制定场地土壤修复工程的实施路线：

(1) 在整个修复工程实施前，首先在整个场地外围建立围挡，尽量减少修复工程实施场地与外界的联系。

(2) 关于修复工程工作，首先进行一系列准备工作，包括：定位测绘、作业机具准备、场地清理与平整、临时便道与临时设施建设、分区设置、导排沟、废水处理池和作业区硬化准备等。

(3) 本场地开挖深度较浅，拟采用反铲挖掘机开挖。

(4) 将本场地污染土壤按照划定的土层和污染范围采用分层开挖的方式进行清挖，转移至已规划好的异位修复暂存、处置场地，通过机械设备使污染土与药剂分步混合并堆置反应，在规定的时间内定期随机采样，对修复效果进行连续监测，待监测达标（多次采样，稳定达标，若不合格，再次混合）后，请第三方对修复效果进行评估。清挖的污染土壤采取分区分层分段开挖的方式，采取挖出一部分处理一部分的原则，由于现场施工时，工程机械条件的限制，污染土壤与药剂的混合可能需要多次。

(5) 对于挖掘后的下层土壤，整个场地自下而上上覆 0.5m 磷灰石、粉煤灰、黏土等具有一定固化效果的复合覆盖材料，并可利用土工织物包裹，同时上层加覆约 1.0m 清洁砾石和细砂作为阻隔材料，可同时实

现客土置换，达到降低风险目的。

(6) 对于挖掘过程产生的基坑，采用自然放坡的方式支护，同时控制地下水，基坑产生的积水处理达标才能排放。

(7) 验收合格的修复后土壤可回填或作为场地内绿化基质用土。

6.2 现场施工准备

根据污染区域位置、对施工流程的要求和现场施工条件限制，将整个施工现场分为以下几个主要功能区域，即：污染区域、异位修复土壤处置区、药剂存储区、仓储区和现场管理办公区。因本场地修复土方量较大，异位处置区、处置前后的土壤堆放区无法满足所有土方的堆放，且因异位处置区、仓储区和药剂储存区占压部分污染土壤，具体施工组织设计阶段应做好时间进度规划，在不同施工段进行适当调整。

为保证整个工程的顺利进行，修复工程施工开始前需要进行一系列准备工作，包括：定位测绘、作业机具准备、场地清理与整平、围挡与围堰建设、临时便道与临时设施建设、分区设置、导排沟、废水处理池和作业区硬化准备等。

(1) 场地准备

场地杂物清理后，进行施工场地平整，规划出土方车辆临时道路。根据施工现场平面布置图进行测量放线，测量放线前要认真阅读施工图纸，了解施工要求。技术负责人、放线人员要严格检测总尺寸和分尺寸是否一致，如不一致要及时提出并核对后修改。

(2) 材料机械准备

按照修复土方量准备好各类机械和作业工具。根据该场地修复工作

的实际需要，将机械/工具分为：大型器械、场地清理作业、修复所需机械设备、工程防护用具、个人安全防护用具和应急用具等。

（3）处理场地铺设

场地需做硬化防渗，现场用 2mm 厚 HDPE 膜铺设，再在 HDPE 膜上铺设厚度 10cm 的水泥地坪。具体操作为：用挖掘机平整场地并压实，如发现场地基础不实，可摊铺碎石并压实平整，然后铺设 HDPE 膜（膜厚度 2mm），膜搭接宽度 10cm，并用黏合剂黏合，接下来铺设 10cm 的水泥地坪。

（4）导排沟设置

为减少场地内的降雨积水，需在各土壤堆放区、异位修复区、基坑区设置雨水导排沟、集水坑、污水处理池。

（5）水电准备

施工用水主要是工作人员一般防护的清洗、机械设备清洗，以及修复用水；用电主要为现场照明、搅拌等相关设备的耗电。

施工用水由总给水管接口引至施工现场，之后采用供水管引至场地各区域。水管路及用水设施符合国家及蓬莱市关于水力安装、使用、维修的有关规定。

施工用电由指定电源接入点接至场地施工区。按照国家及蓬莱市对建筑行业临时用电的要求，进行电力系统的安装、使用、维修和拆除。在箱式变压器出口设总动力箱，工地施工处设多处分动力箱，从各分动力箱用橡胶软电缆或通过移动式配电箱供给各负载。为尽量避开施工面及降低成本，动力线路、照明线路、生活用电线路等低压线路尽量采取

架空方式铺设。

(7) 防火准备

健全消防组织机构，配备足够消防器材，并派专人值班检查。加强消防知识的宣传和对现场易燃易爆物品的管理，消除一切可能造成火灾、爆炸事故的根源，严格控制火源、易燃、易爆和助燃物。生活区及工地重要电器设施周围，设置接地或避雷装置，防止雷击起火，造成安全事故。

6.3 工程实施

6.3.1 异位修复过程

本场地开挖拟采用反铲挖掘机开挖，直至挖掘后的基坑侧壁土壤达到修复目标要求。将本场地污染土壤按照划定的土层和污染范围采用分层开挖的方式进行清挖，转移至规划好的异位修复暂存、处置场地，通过机械设备使污染土与药剂混合后堆置反应，在规定的时间内定期随机采样，对修复效果进行连续监测，待监测达标（多次采样，稳定达标，若不合格，再次混合）后，请第三方对修复效果进行评估，异位修复后土方可回填或作为场地内绿化基质用土。

清挖污染土壤采取分区分层分段开挖的方式，清挖过程应做好基坑支护和地下水控制措施，基坑废水处理达标才可排放。污染土壤采取挖出一部分处理一部分的原则。因土壤有较强的缓冲性能，且由于现场施工时，工程机械条件的限制，污染土壤与药剂的混合需要多次。

修复过程具体操作流程如下所述：

(1) 对处置场地进行布置：包括测量放线、公用设施接入、人员

和机械的准备、临时道路的规划等；

(2) 根据前期调查确定的污染土壤修复范围，结合现场检测，在现场定出各拐点位置，在地面钉入木桩，用石灰粉画出清运范围。为防止挖掘过程中定位木桩被破坏，现场设立龙门桩。

(4) 采用反铲挖掘机开挖污染土壤，将挖掘出的污染土壤，用 ALLU 铲斗（见图 7.3-1）进行筛分和破碎；采用装载车将污染土壤转移到异位处置场地内。施工过程中做好安全防护措施（如基坑支护和地下水控制），运输过程中严格遵守有关规定，防止泄漏；

(5) 对于开挖基坑中产生的废水进行处理，达标后排放；

(6) 根据实验室小试，计算药剂添加量；

(7) 将粉碎筛分后的土壤加入至移动式土壤改良搅拌机（见图 7.3-2），进行处置，工作流程：

a. 污染土用装载机等工程机械装入料仓内。通过料仓下部皮带，输送至皮带给料机。

b. 经皮带给料机后，污染土经过振动筛进入骨料过渡仓，通过过渡仓下部皮带，输送至搅拌机。

c. 在搅拌机入口处设有喷头，根据混合前各种物料的含水情况，喷加适量的水，使混合物的含水量达到工程要求。在搅拌机上方，有药剂仓，PLC 系统根据来料按照配比自动加药。

d. 搅拌混合好的成品料经成品皮带输送机送出，然后成品料卸到地上或卸入装载的车辆内，用装载机或车辆送往暂存区，全部过程为连续工作过程。

(8) 处置后土壤转运至暂存区，控制条件进行养护，堆放期间采用防雨篷布覆盖，按照监测计划，定期进行采样检测。监测按照处理的批次进行。土壤搅拌后，每过 48h 采样测定，连续测定三次，每次采样均为多点采样。未达标的土壤返回，重新处理。

(9) 处置后合格的土壤经论证后可结合场地未来规划及工程需要酌情处置。



图 7.3-1 ALLU 筛分破碎铲斗

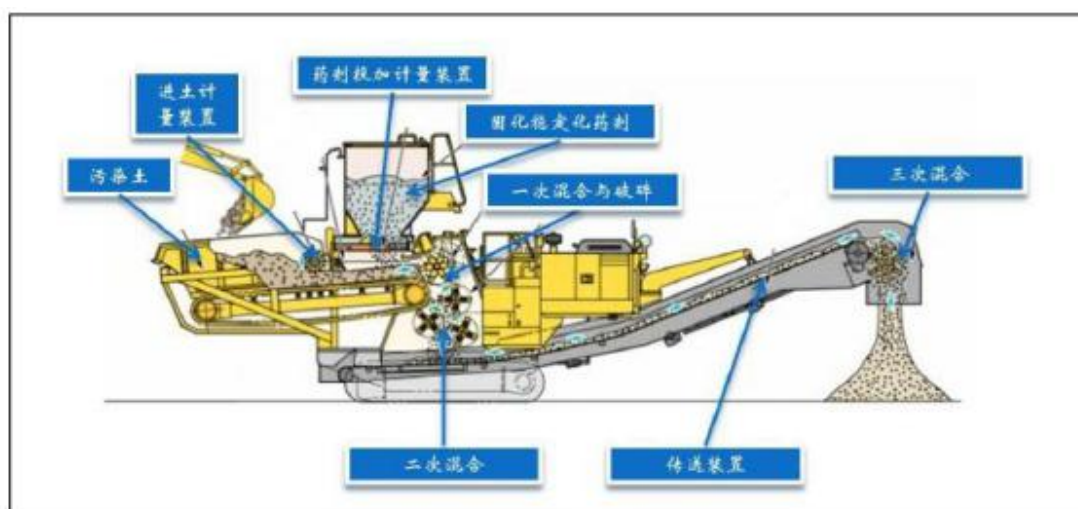


图 7.3-2 移动式土壤改良搅拌机

6.3.2 清挖过程控制

根据本报告确定的修复方案，拟采用反铲挖掘机开挖。挖掘的污染土壤采用自卸车及时运到暂存区堆放，运输过程中要防止污染土壤散落，并及时清理散落污土防止污染周边环境。清挖过程主要注意以下几点：

(1) 基坑放线

根据调查确定的污染土壤清运范围，在现场定出各拐点位置，在地面钉入木桩，用石灰粉画出清运范围。为防止挖掘过程中定位木桩被破坏，现场设立龙门桩。

(2) 基坑支护

挖掘过程中要做好基坑支护和降水工程，保护边坡安全。基坑的开挖、放坡和支护方法应结合场地土壤挖掘深度、基坑位置、施工场地现场和周围情况而定。

(3) 开挖过程中的注意事项

① 因场地修复范围较大，土方开挖过程中宜按照一定的施工顺序进行开挖。考虑到降水问题和污染分布情况，并避免修复合格土壤的二次污染，可按施工顺序划分施工段，分段宽度 15.0-20.0 米。

② 污染土壤挖掘过程中要经常检查基坑边坡的稳定性，稳定性差的地方需要及时采取有效措施，防止发生坍塌。

③ 严格控制坑边载荷，土方堆放应远离边坡上边线（大于一倍边坡开挖深度），且堆土高度不能超过 1.5 m。

④ 严禁自下而上或采取倒悬的开挖方法，施工中开挖面随时做成

一定的坡势，以利排水。

⑤ 合理布置自卸汽车的行走道路，保持道路畅通。

⑥ 挖出的土方应及时运出，土方车停在挖掘机旁边，挖出的污染土壤直接卸到土方车上，装满运出。

⑦ 挖掘作业时应注意检查基坑底部是否有暗沟、洞穴等存在，确保施工安全。

⑧ 场地清理或挖掘过程中，如果发现固体废弃物，按照以下原则处理：

a.需要保留现状的

经甲方确认需要保留的，通过人工挖探孔，确定其确切的位置和走向，并用油漆在现状路面上明确标示后再进行开挖施工。开挖施工采用人工配合反铲挖掘机，其中埋藏物周围采用人工开挖、剔除，其它采用反铲挖掘机开挖。

b.需要迁移的

经确定需要迁移的埋藏物开挖步骤同上，直至开挖到埋藏物全部露出后，另行确定迁移方案。

c.报废或情况不明情况的

已经报废并经进一步核实目前确实已经不再使用的埋藏物，属于一般固体废物的，可直接拆除，外运处置。如属于危险废物，则向监理申报，最终移交有危废处置资质的单位进行处置。

6.3.3 地下水控制

本项目场地地下水埋深较深，在土壤钻孔过程中未见地下水，场地

地下水埋深大于 10m，0~10m 土壤岩性主要为粘土和砾岩，场地地下水接受垂向入渗补给较小。

6.3.4 基坑废水的处理

对于废水，采用移动式一体化水处理设备进行处理，移动式一体化水处理设备处理工艺流程如下：

a. 基坑废水经潜水泵直接泵入到调节池，在调节池中，水质和水量得到调节，防止过大的冲击负荷和容积负荷影响出水水质。

b. 废水经调节池进入到反应池，根据水力负荷计算药剂投加量，防止过量添加。

c. 然后废水进入到混凝沉淀池，投加氧化剂及混凝剂，形成沉淀，废水继续进入到石英砂滤池，进一步过滤净化后，取水样检验，至水质达标后排放。

7 项目监理与验收

7.1 质量监理

土壤修复项目作为环保工程具有一定的特殊性，国家要求需聘请质量监理，对土壤修复工程实施监督管理，控制修复项目的质量。质量监理的对象主要是修复工程本身及与工程质量相关的事项。

1、质量监理范围

- (1) 本项目修复工程施工阶段的质量监理。
- (2) 本工程竣工后保修期内的质量监理。

2、监理工作目标

项目监理的质量目标：达到国家规范验收标准，施工质量合格，修复后土壤满足环保部门验收要求。

3、质量监理工作重点

- (1) 督促审核施工单位建立健全的组织管理和质量保证体系，保证达到预定的土壤修复效果；
- (2) 通过与业主协调沟通和审核施工方上报的施工平面图，确定科学合理的现场平面布置方案，保证土壤修复工程安全开展、文明进行；
- (3) 监理人员应掌握各季节施工规范要求，针对季节施工特点，通过对施工方交底、审核施工方各季节施工组织设计等措施确保工程各季节修复工程质量；
- (4) 施工中必须严格把关，监理制定旁站计划，通过旁站、巡视、平行检查等措施保证修复项目质量；

(5) 监理进场前应通过内部交底，明确质量控制方法，落实监理制度来保证修复工程质量；

(6) 督促施工单位，切实做好安全、文明施工。在污染土壤的开挖清除、运输、处理处置各个阶段，保证人员安全和环境安全，防止产生污染转嫁和第二次污染事件的发生。

6、监理保障措施

(1) 质量监理单位履行监理合同时，应在项目现场派驻项目监理机构。项目监理机构的组织形式和规模，应根据修复工程特点、规模、技术复杂程度、环境等因素确定。

(2) 项目监理机构应结合修复工程特点，遵循事前控制和主动控制原则实施质量监理，并及时准确记录监理工作实施情况。

(3) 项目监理机构应定期召开监理例会，组织有关单位研究解决质量监理相关问题。项目监理机构可根据工程需要，主持或参加专题会议，解决监理工作范围内工程专项问题。

(4) 项目监理机构应建立健全协调管理制度，采用有效方式协调修复工程实施相关方的关系。项目监理机构与修复工程实施相关方之间的工作联系，除另有规定外宜采用工作联系单形式进行。

(5) 监理单位应配备满足项目监理机构工作需要的常规检测设备和工器具。

7.2 环境监理

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、场地环境调查与风险评估备案文件、场地修复工程可行性研究备

案文件、环境监理合同等，对场地修复过程实施专业化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，以实现修复过程中对环境最低程度的破坏、最大限度的保护。环境监理的对象主要是工程中的环境保护措施、风险防范措施以及受工程影响的外部环境保护等相关的事项。

1、监理内容

对各环节环境保护措施的落实情况进行跟踪监管，重点监控污染土壤的挖掘、运输、工程处理处置等作业，避免产生二次污染，同时对修复效果进行跟踪监测。

2、工作程序

环境监理的工作程序主要包括：

（1）文件审核与现场勘察

审查施工过程相关记录文件和现场踏勘核实污染修复方案的实施情况，核实的内容包括修复范围、修复方式、污染土壤的最终处置、修复过程中的二次污染防治措施、人员防护措施及效果等。

（2）采样布点方案制定

结合污染修复方案的实施情况，制定监理采样方案，主要内容包
括土壤和水的采样点位分布、采样数量等。

（3）现场采样

按照采样布点方案进行现场采样，采样过程中可根据现场实际情况对采样计划进行适当调整，并作书面记录。

（4）实验室检测

把采集的样品运送至第三方实验室进行检测。

(5) 效果评价

在对第三方实验室检测结果进行审核与分析的基础上，根据国家、地方标准或其他相关规定来判断修复过程中污染物的排放是否达标。

(6) 报告编制

汇总修复方案、调查结果、检测数据、统计分析和验收评价结果，编制环境监理报告。

3、环境监理的工作方法

(1) 巡视：主要是根据施工区域污染产生情况并结合工程进度，定期对施工现场进行巡视，及时了解施工现场区域的环境质量状况及污染防治措施落实情况。

(2) 旁站：根据施工进度情况，对环境敏感工程、环境关键部位及施工现场可能产生的重大环境影响、环境污染的作业面进行旁站监理，以预防和减轻施工对环境的污染和破坏，最大程度地降低施工过程中产生的不良环境影响。

(3) 检查：定期组织相关人员对施工单位环境保护措施执行情况进行全面检查，以便及时发现环境隐患和不足，共同督促进行整改。

(4) 监测：环境监理人员通过环境监测可获取具体的污染物浓度数据，经观察、分析数据，及时、准确地发现建设项目施工过程中对环境的影响。

(5) 召开环境例会：每月定期召开环境例会，在各施工单位汇

报环境保护工作的基础上，结合巡视、检查中发现的各类环境问题提出整改意见和通知，并就一些重点问题和共性问题达成一致意见，形成会议纪要，以便会后遵照执行和实施。

(6) 记录与报告：监理员需将每天的现场监督和检查情况予以记录，形成“环境监理日志”，环境监理部每月向建设单位及环境保护主管部门提交“环境监理月报”，对发现的问题形成“环境监理专题报告”上报；工程完工后，向项目建设单位提交监理工作竣工报告，并提交全部环境监理档案资料，作为验收的必备文件。

(7) 下发环境监理整改通知单、环境监理业务联系单：环境监理人员检查发现环保污染问题时，应立即通知承包商的现场负责人员进行纠正。一般性或操作性问题，采取口头通知形式；口头通知无效或有污染隐患时，监理人员应将情况报告总环境监理工程师，总环境监理工程师签发《环境监理整改通知单》。对于一般性问题，环境监理部下发《环境监理业务联系单》。

4、监理项目

监理项目主要为粉尘、土壤和水体的 pH、重金属、有机物；噪声等。

5、监理措施

包括组织措施和技术措施两方面。组织措施应建立健全环境监理组织，完善职责分工及有关制度，责任落实到人。监理单位应配备必需的人、财、物，确保监理工作的顺利开展。所有监理人员应熟悉环境保护有关法律、规定，具备环境保护、环境工程、工程建设和工程

监理的专业知识。技术措施应根据不同项目环节及生态影响的特点分别制定。

7.3 修复验收

本工程的修复验收包括自验收和业主验收两部分，验收方案根据相关技术规范和工程修复经验制定。

自验收时，由现场技术人员对修复完成的污染土壤进行取样，并将样品送交至具有相应检测资质的单位进行检测并出具检测报告。若检测结果仍然不满足验收标准，则对应的污染土壤需再次进行处置；若检测结果满足修复目标要求，则报请业主验收。

施工单位完成污染土壤的修复并经自检合格后，向业主提出验收申请。业主委托验收单位进行验收评估，按照采样布点要求采集样品，将样品送交至具有相应检测资质的单位进行检测并出具检测报告。根据检测结果评价修复效果。

本工程验收内容为异位修复后土壤的验收。本方案仅提出修复验收的建议，修复工程结束后，验收以验收方案为准。

7.3.1 验收工作程序

根据北京市地方标准《污染场地修复验收技术规范》（DB11/T 783-2011）要求，污染场地修复验收工作程序包括文件审核与现场勘察、采样布点方案制定、现场采样与实验室检测、修复效果评价、验收报告编制五个步骤，工作程序流程见图 7.3-1。

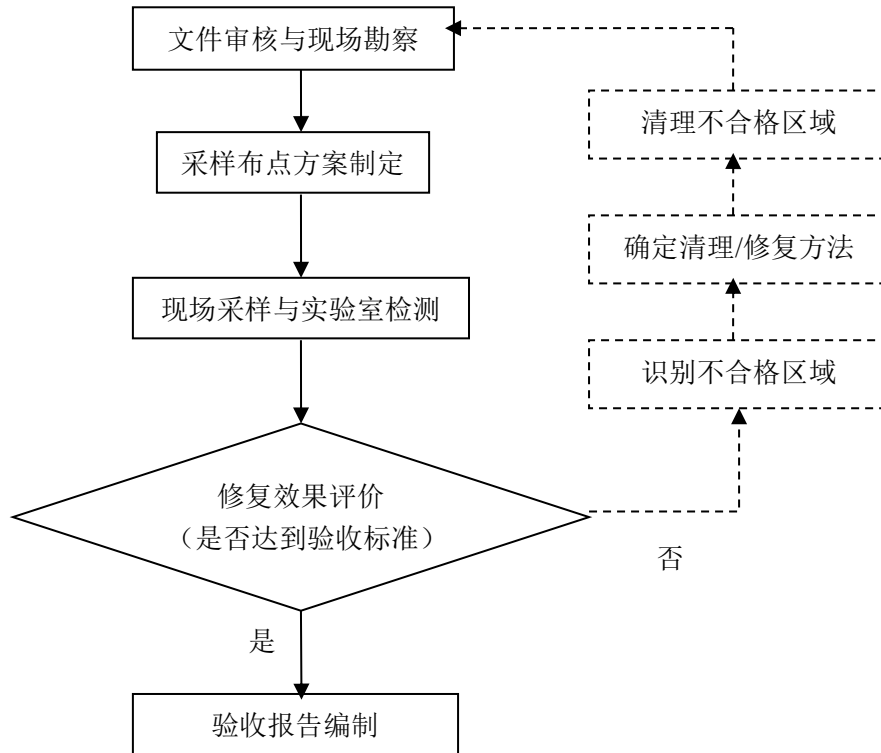


图 7.3-1 场地修复工程验收工作程序

7.3.2 现场勘查

现场勘察是验收的重要工作程序之一，污染场地修复验收现场勘察主要包括核定修复范围和识别现场遗留污染痕迹。

(1) 核定修复范围

根据场地环境调查评估报告中的地理坐标，结合修复过程工程监理与环境监理出具的相关报告，确定场地修复范围和深度，核实修复范围是否符合场地修复方案的要求。

(2) 识别现场遗留污染

对场地表层土壤及侧面裸露土壤状况、遗留物品等进行观察和判断，可使用便携式测试仪器进行现场测试，辅以目视、嗅觉等方法，识别现场遗留污染痕迹。

7.3.3 土壤修复验收

本项目土壤修复验收包括基坑验收、异位修复后土壤和工程控制措施的验收三部分内容。采样布点方案应包括采样介质、采样区域、采样点位、采样深度、采样数量、检测项目等内容。应根据目标污染物、验收标准的不同情况在场地修复范围内进行分区采样；采样点的位置和深度应覆盖场地修复范围及其边缘；场地环境调查评估确定的污染最重区域，必须进行采样。

1. 基坑验收采样布点要求

按照施工计划，在基坑清挖完毕后对基坑进行土壤采样与检测，确保在基坑开挖区域外不存在污染物超标的土壤，验收标准为修复目标值。

修复范围侧壁采用等距离布点方法，根据边长确定采样点数量。当修复深度小于等于 1 米时，侧壁不进行垂向分层采样，横向采样点数量不少于表 7.3-1 中规定的数量。当修复深度大于 1m 时，侧壁应进行垂向分层采样，第一层为表层土（0~0.2m），0.2m 以下每 1~3m 分一层，不足 1m 时与上一层合并。各层横向采样点数量不少于表 7.3-1 中规定的数量。各层采样点之间垂向距离不小于 1m，采样点位置可依据土壤异常气味和颜色、并结合场地污染状况确定。

表 7.3-1 侧壁采样点数量

采样区域周长 (m)	土壤采样点数量 (个)
$p < 100$	4
$100 \leq p < 200$	5
$200 \leq p < 300$	6
$300 \leq p < 500$	7
$500 \leq p$	8

2. 异位修复后土方的验收方法

对于异位修复后的土方，经处理达到验收标准的土壤可回填或作为场地内绿化基质用土。采用随机布点法布设采样点，原则上每个样品代表的土壤体积不应超过 500m^3 ，布点数量应根据修复技术修复效果、土壤的均匀性等实际情况进行调整。

7.3.4 现场采样

(1) 表层土采样：由于在开挖过程中可能将污染土附着在基坑的表面，因此不能直接采集侧壁或坑底表面的土壤进行检测，应该使用干净的采样工具削去拟采样点位表层 0.05m 的土壤方可进行样品采集。具体如下：

- a) 表层土采样可以使用手工采样和螺旋钻采样；
- b) 手工采样是先用铁锹、铲子和泥铲等工具将地表物质去除，并挖掘到指定深度，然后用不锈钢或塑料铲子等进行样本采集。不应使用铬合金或其他相似质地的工具；
- c) 螺旋钻采样是先钻孔达到所需深度后，获得一定高度的土柱，然后用不锈钢或塑料铲子去除土柱外围的土壤，获取土芯作为土壤样品；

d) 收集土壤样时，应该把表层硬化地面和一些大的砾石、树枝剔除。

(2) 深层土钻孔与采样技术：对于需进行深层土壤采样时，应根据现场所在地区的地质条件、现场作业条件和采样要求选择钻探技术。

7.3.5 质量控制

(1) 样品流转

样品采集后，将样品逐件与样品登记表、样品标签和采样记录单核对，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。样品运输过程中采用保温箱保存，以保证样品对低温的要求，且严防样品的损失、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。

(2) 现场样品质量控制

现场采样时详细填写现场记录单，以便为分析工作提供依据。

采样工程中采样员佩戴一次性 PE 手套，每次取样后进行更换，采样器具及时清洗，具体操作如下：

- 1) 先用不含磷的清洗剂清洗；
- 2) 用刷子刷洗；
- 3) 自来水冲洗干净；
- 4) 蒸馏水润洗 2 次；
- 5) 清洗后用滤纸擦干。

为确保样品检测质量，本项目在现场采样过程中设定现场平行

样，进行质量控制，平行样的数量主要遵循以下原则：样品总数不足 20 个时设置 1 个平行样；超过 20 个时，每 20 个样品设置 1 个平行样。

(3) 实验室样品质量控制

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做出评价的过程。

为确保样品分析质量，本项目土壤样品分析单位选择具有认证资质的实验室进行。仪器按照规定定期校正外，在进行样品分析时还需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）。样品测定过程中，按照美国 EPA 要求，每 20 个样品设置 1 个质量保护样（双样，任选一个样品进行同样的编号，同样的测定）。

另外，验收项目检测方法的检测限应低于修复目标值。验室检测报告内容应包括检测条件、检测仪器、检测方法、检测结果、检测限、质量控制结果等。

7.3.6 修复效果评价方法

1. 逐个对比评价方法

对于面积 $\leq 10000\text{ m}^2$ 的修复区域，采用逐个对比方法进行评价；对于面积 $> 10000\text{ m}^2$ 的修复区域，当低于检测限的样本数占总样本数

的比例较大（ $\geq 25\%$ ）时，应采用逐个对比方法进行评价。

当样品检测值低于或等于验收标准时，即验收合格；当样品检测值高于验收标准时，即验收不合格。

2. 检验评价方法

对于面积大于 10000m^2 的修复区域，当低于检测限的样本数占总样本数的比例不大（ $< 25\%$ ）时，采用 t 检验的方法进行评价。当各样本点的检测值显著低于验收或与验收差异不显著时，即验收合格。当某样本点的检测值显著高于验收标准时，即验收不合格。具体的评价方法参考《污染场地修复验收技术规范》（DB11/T 783—2011）。

7.3.7 继续清理/修复建议

对于基坑，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。

对于修复后的土壤堆体，若某堆体验收采样检测不合格，则将污染土运至处置设施处，重新运行修复设施进行修复后，再次进行采样验收。

8 环境管理计划

污染场地修复工程实施过程中，如果防范措施不到位，可能会对周边群众、施工人员和环境造成一定的影响，为了尽可能降低工程实施对周边群众、施工人员和环境的影响，需建立本项目的环保管理机构，全面落实各项环保措施，对异味、扬尘、噪音、废水、固废排放进行严格控制。施工组织应遵照《环境管理体系标准及使用指南》（GB/T24001-2004）和《工作场所有害因素职业接触限制化学有害因素》（GBZ2.1-2007）中的相关规定，建立并持续改进环境管理体系。环境管理措施应按照安全防护措施和管理制度进行，确保文明施工。

8.1 工程实施过程中环境影响分析

本工程实施过程中对周边环境的影响主要包括：

（1）对空气环境的影响

施工期间场地开挖、运输、处理等过程会产生粉尘、部分区域可能有刺激性气味，对周围大气环境质量造成影响。

此外，修复机械和运输车辆排放的汽车尾气也是影响空气环境的因素之一。

（2）噪声的影响

施工期间噪声主要来源于修复机械设备与车辆工具等工作时发出的噪声。

（3）固体废弃物影响

施工期间产生的固体废弃物主要有生活垃圾、个人防护用品袋，以

及施工过程中挖出的石块、建筑垃圾等。

8.2 环境保护措施

8.2.1 扬尘的控制

(1) 清运现场

- 1) 车辆及挖机在经过干燥地表时，控制车速、减少扬尘；
- 2) 挖机开挖表层干燥土壤时，避免铲斗来回刨土；
- 3) 挖掘场地周边、运输道路及车辆周转区域应勤洒水，保持表层土壤湿润，减少扬尘；
- 4) 土壤装卸过程中，尽量减缓车速、降低落差；
- 5) 车辆驶离工地时，需对车辆轮胎、车身进行清洗，避免车辆行驶过程中，土壤掉落道路上，对清洗车辆的水进行收集处理；
- 6) 现场工作人员必须穿戴必要的劳保防护用品。

(2) 临时堆场

- 1) 处理中的土堆，根据情况洒水，保持土壤湿润；
- 2) 短期内不处理的土堆用雨布遮盖严实；
- 3) 取土过程中，若发现土壤干燥，应适量喷水；
- 4) 及时集中分散的污染土壤，堆成土堆，降低暴露面积；
- 5) 清扫洒落的土壤时，适量洒水、减少扬尘。

(3) 异位处置场地

- 1) 对土堆表层土壤喷水，提高土壤湿度；
- 2) 预先湿润药剂，再投入处理设备内；
- 3) 在处理后的土堆上覆盖雨布。

8.2.2 固体废物的处置

场地清理或挖掘过程中，如果发现固体废弃物，按照以下原则处理：

(1) 经甲方确认无需要保留的，开挖施工采用人工配合反铲挖掘机，其中埋藏物周围采用人工开挖、剔除，其它区域采用反铲挖掘机开挖。

(2) 经甲方确定需要迁移的埋藏物开挖步骤同上，直至开挖到埋藏物全部露出后，另行确定迁移方案。

(3) 已经报废并经进一步核实目前确实已经不再使用的埋藏物，属于一般固体废物的，可直接拆除，外运处置。如属于危险废物，则向监理申报，最终移交有危废处置资质的单位进行处置。

8.2.3 防雨措施与地表径流控制

由于本场地内存在大量污染土壤，因此必须防止污染土壤受到雨水冲刷，并对地表径流进行有效控制，具体方法如下：

(1) 合理设计导排沟和集水池走向和容量，确保受污染雨水不外溢；

(2) 在指定区域暂存的污染土壤，应立即覆盖堆土表面，并在所有堆场周围设置导排沟和集水池；

(3) 根据污染土壤开挖进展，及时设置临时性排水沟，将雨水汇集至集水池；

(4) 所有收集的污染雨水均转移至水处理设备进行处置达标后排放。

8.2.4 机具设备清洗方法

所有由污染区域进入非污染区域的设备、机具均需清洗，包括挖掘机、运输车辆和个人防护设备。

清洗用水收集后进入水处理设施处置，处置后再次回用以减少清洗用水的使用量。对大型机械清洗，在地面设置清洗池及沉淀池，设备停留在清洗平台上，冲洗的水流入清洗沉淀池内，池内的水作为冲洗水重复使用，沉淀底泥则进行收集处置，如下图 9.2-1 所示：

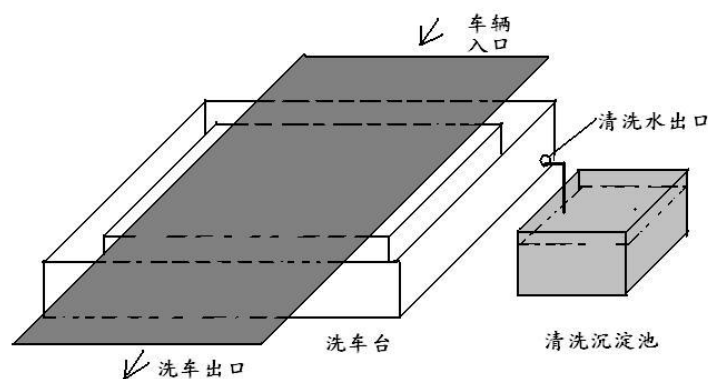


图 9.2-1 洗车台示意图

8.2.5 运输遗洒控制措施

本场地内污染土壤主要运输形式是场内短驳。运输和遗洒按照以下措施控制：

- (1) 污染土壤运输车辆必须按照指定路线运输，不得随意改变行车路线；
- (2) 运输车辆严禁超载和随意超车，限制车速不超过 20km/h；
- (3) 设专人沿途巡视，发现遗洒的污染土壤立即收集；
- (4) 如因特别事故导致大量污染土壤遗洒或泄漏，则应报告施工

主管，停止运输，立即清理污染土壤；如有必要应对事故地点进行取样检测，确保污染土壤清理干净；

(5) 所有事故处置人员必须严格穿戴防护用具。

8.2.6 地下水保护措施

在施工前需先将地表污染水抽入水处理设施内进行处理，同时，增强地表水导排，防止受污染的地表水继续下渗。

土壤开挖过程中，严格保证降水设施的正常抽水，挖机施工需严格按施工方案进行施工，不得破坏降水措施。

8.2.7 噪声治理方案

(1) 加强施工管理，尽量降低施工现场噪声；

(2) 及时维修、管理高噪音的器具，使设备处于低噪声、良好的工作状态，降低噪音污染；

(3) 严格控制施工时间，需夜间施工应及时报批，采取有效措施避免扰民。

8.2.8 退场环境管理措施

场地治理施工结束后，按要求做好退场环境管理措施，避免产生二次污染。主要措施包括：

(1) 根据项目要求制定详细退场计划；

(2) 拆除场内处置设备和临时设施，可再次利用的回收，无利用价值的按照普通固体废物处置；

(3) 对处置设备中可能残留的污染物进行收集，统一处置；

(4) 生活区的生活垃圾交环卫部门处置。

9 风险防范与应急预案

风险是在项目运行期间可能发生的突发性事件，造成的人身安全与环境的影响和损害，按照相关规定，必须提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率达到可接受水平，使损失和影响达到最小。本方案要求施工方应按照《突发环境事件应急预案管理暂行办法》（环发[2010] 113号）的要求，编制环境应急预案，并进行应急预案的评估、备案、实施等工作。

本项目在挖掘、运输、异位处置等过程中很多方面可能存在大小不同的风险，需对污染土壤的挖掘、运输、贮藏过程中发生的可预测突发性事件或事故进行评估，提出防范、减缓措施及应急预案。

9.1 风险分析

本项目中污染土壤属于有害废物，一旦泄漏到环境中会随雨水等渗透到土壤和地下水中，将对环境产生危害；其扬尘经皮肤/呼吸道吸入，可能会造成人或其它生物的伤害；除此之外本项目还涉及到基坑开挖，大型机械设备使用等，也存在一定的安全事故风险。污染土壤治理的施工风险主要包括以下几个方面：

- (1) 施工过程中人员可能的伤害风险；
- (2) 污染土壤处置过程中发生二次污染的风险；
- (3) 恶劣天气对施工影响的风险。

因为风险存在于施工的整个过程，本项目将重点针对污染土壤的挖掘、运输、贮存、处置过程进行分析。

(1) 开挖过程风险

挖掘过程中的潜在风险主要有滑坡、坍塌、跌落，粉尘、废水对施工人员身体造成的伤害，以及发现不明危险物质等。

(2) 运输过程风险

本项目待处理污染土壤从开挖地点运输至贮存点、处置区域，整个过程在场地内进行，运输距离较短，存在的风险主要为运输过程车辆颠簸或碰撞造成的少量土壤泄漏，风雨天气造成的粉尘飞扬、漫流。

(3) 暂存过程风险

本项目挖掘出的待处理土壤堆存在场地内，挖掘的土壤可能在刮风天气尘土飞扬，污染周围的大气环境，并对施工人员和附近企业职工的身体健康造成威胁。

(4) 处理、处置过程风险

本项目待处理污染土壤在修复过程中需要搅拌，可能会产生少量的泄漏和粉尘的飞扬，容易引起二次污染；工艺流程中涉及到破碎、药剂投加等不安全操作可能会对周围环境和操作人员造成一定的伤害。

9.2 防范措施

为确保本项目实施过程中劳动安全及场地修复工作顺利完成，应对过程中可能产生的风险指定防范措施。

9.2.1 污染土方挖掘和运输过程的风险防范措施

污染土壤在挖掘、运输、贮存过程中，采取密闭运输的方式，车辆底部和顶部铺设防渗膜，防止运输途中出现抛撒雨浸现象，避免二次污染。挖掘的过程中，边坡设置合理的坡度，避免产生坍塌事件，在连续

降雨天气，要经常检查边坡，避免边坡失稳事件发生。

(1) 开挖前制定详细的基坑开挖专项方案，通过专家评审后再进行开挖；

(2) 对正在施工过程中的项目区域，四周设置防护栏，严禁其他人员进入，为避免发生跌落危险，夜间设置红色警示灯；

(3) 总体合理布局，综合考虑运输成本和安全的因素，使总运输距离最短，尽可能减少二次运输的次数；

(4) 及时向行驶的车辆反应信息（天气等突发情况），下出指令，确定继续行车或停车待命；

(5) 运输车辆应按规定依次运输，缓慢运输，不得超载；

(6) 一旦发生泄漏，及时进行清理，避免污染面扩散，最后必须将污染土壤等进行清理，送到指定地点堆存；

(7) 设置静电防护措施，以避免运输过程中静电产生引起事故；

(8) 运输车的车厢内部表面，应采用防水、耐腐蚀、便于消毒和清洗的材料，表面平整，具有一定的强度，车厢底部周边及转角应圆润，不留死角，车厢的密封，材料同样应耐腐蚀，车厢与驾驶室应该是分离的；

(9) 在晴朗天气，作业人员应佩戴指定的口罩，作业区域内应喷洒洒水，减少扬尘的产生；

(10) 车辆进出作业区域，应冲洗干净。设备撤场时，在出口处由草垫上通过，减少车辆轮胎带土出场。同时，安排专人负责出口外道路的清洁维护。

9.2.2 处置过程中风险防范措施

(1) 作业人员要经过专门的操作和安全培训，合格后方可进行处置操作；

(2) 破碎筛分系统飞轮等易产生飞溅的地方设置安全防护罩和防护挡板，防止物料飞溅伤人；

(3) 异位处置区域严禁无关人员靠近；

(4) 处置区域内应采取扬尘预防措施，在破碎、药剂投加设备等处采用密封结构，减少粉尘的逸散；

(5) 工艺过程中需使用到多种重型机械，过程中产生的噪声大于70分贝时，应采取降噪措施，如减少作业机械的数量或加噪声防护罩。

9.2.3 职业卫生防范措施

要求凡是在污染土壤的挖掘、装卸、运输、处置过程中接触到污染土壤的人员必须采取相应的措施减少粉尘的吸入，必须配备个人防护用品（呼吸器、面罩等）。尽可能提供一个清洁、安全和健康的工作场所。具体要求如下：

(1) 施工人员应根据具体的工作岗位穿戴合适的个人安全防护用品，常见的安全防护包括：身体防护（安全帽、工作服或防护服、安全鞋）、眼睛防护（必要时戴化学安全防护眼镜）、手防护（戴上一般作业防护手套）、呼吸系统防护（空气中粉尘浓度超标时，建议佩戴自吸过滤式防尘口罩，紧急事态抢救或撤离时，应该佩戴空气呼吸器）；

(2) 施工人员离开现场前要在现场指定地点换衣并清理裸露的皮肤；

(3) 施工现场所有人员要遵守现场卫生管理的规定；

(4) 要求施工人员在炎热潮湿或严寒环境中作业时，防止出现中暑或冻伤危害的出现，发放防暑药、饮用水、棉质手套等物品；

(5) 施工人员长期暴露于阳光直射下作业，应注意防晒和阳光辐射；专职安全员、各施工班组长应要求施工作业人员暂停作业，不能在暴晒情况下长期作业；

(6) 定期实施健康检查，包括雇佣前的检查和雇佣后的定期体检；

(7) 对有可能接触到污染土壤的岗位以及相关管理人员，要求进行培训，使之充分了解与之工作有关的材料和工艺，获取有关因暴露于这些物质或工艺而可能引起的不良的健康影响的资料信息。

9.3 应急预案

为高效有序地控制好可能发生的项目实施过程突发性环境污染事件，控制环境污染，确保本施工段环境安全，保障周围居民身心健康及正常生活、生产，维护社会稳定，依据《中华人民共和国环境保护法》、《危险化学品安全管理条例》、《建设工程施工现场管理规定》、《国家突发环境事件应急预案》等，制订本项目应急预案。

9.3.1 应急救援组织架构

为确保一旦发生突发性环境污染事件时指挥有力，分工明确，抢先快速、处理得当，应成立突发性环境污染事件应急救援指挥部，并规范其职责。

建立以项目经理为组长的事故应急救援预案指挥部，项目执行经理为副组长，并形成由社会机构、项目相关职能部门等共同参加的紧急情况处置组织体系，应包括抢险、救护、疏导、保障、善后、调查组和现

场应急组织机构。

在发生突发性环境污染事件时，如果现场施工人员无法控制和处理险情，应及时拨打 119 或 120 报警，并告知项目部事故应急救援预案指挥部。

9.3.2 应急设备与物资准备

根据实际情况，应急物资设备分两部分准备，一部分储备在施工现场，一部分从场外相关单位获得援助。储备在施工现场的应急物资设备为应急救援专用常备物资，非特殊情况不得动用，并应定期检查，随时补充。场外相关单位援助的应急物资设备为非专用物资，应经常与相关方保持联系，确认物资设备的现状，尤其在分项工程施工期间，确保能随时调配，必要时应与多家相关方建立联系。

场内应配备的应急物资和设备主要有：

(1) 常用药品：消毒用品、急救物品（创口贴、绷带、无菌敷料、仁丹等）及常用各种小夹板、担架、止血袋、氧气袋等；

(2) 抢险工具：铁锹、撬棍、千斤顶、麻绳、气割工具、加压泵、消防斧、灭火桶、小型金属切割机、电工常用工具等；

(3) 应急器材：架管、扣件、木枋、架板、草袋、砂石、水泥、安全帽、安全带、应急灯、发电机、对讲机、电焊机、水泵、电动葫芦、手动葫芦、灭火器、消火栓、消防水带、消防水池。应急器材应位于施工区域的 10 米之内，并始终留在场地内。

项目应配备一定数量的检测设备并保持设备的有效状态，确保在紧急情况发生时，能够实施监测，为抢险工作提供科学数据：以便根据现

场情况发展事态及时调整抢险计划，防止在抢险过程中产生新的伤害和损失。

9.3.3 应急措施

(1) 开挖阶段应急预案

开挖阶段可能出现的异常情况：发现不明废弃物、不明管道、构筑物、液体、异位扩散导致附近居民投诉等。

应对措施：

1) 发现不明管道、构筑物，及时停止施工，与市政部门联系，确认该管道、构筑物已废弃且消除安全隐患后，方可继续施工；

2) 发现不明物料时，由有资质单位进行鉴定，如确认为危险废物时，送至危险废物中心处置；

3) 如发现不明废弃物，若经分析检测为严重污染物的，立即启动应急汇报机制，第一时间汇报给上级环保部门，申请新的处理处置方式；

4) 如遇到附近居民投诉并在工地大门聚集，污染场地应立即停止施工，并向附近居民解释工程情况、处置污染土的意义、出示场地内及周边空气颗粒污染物浓度结果，解释这个浓度值会造成的危害，告知居民相应的预防措施。

(2) 运输阶段应急预案

运输阶段可能出现的异常情况：车辆运输通道开设过程中需拆除部分阻挡建筑等造成的扰民、车辆噪音扰民、车辆覆盖遮蔽不严格造成遗撒及异位扩散，车辆进出交通事故等。

应对措施：

1) 对运输过程加强控制，每辆车在执行土壤转运作业前都必须进行严格检查：装载时禁止超载，淤泥装载量只能为卡车车厢的 4/5，禁止满载；确认车辆覆盖符合要求，车轮无粘上污染废渣，方可允许车辆出场。一旦发现有遗撒行为，责令运输方立即停止运输，进行整改。项目配备巡视及环保小组，采用清运车进行跟车监测，实行实时监控；

2) 发生居民投诉或聚集时，由项目组进行沟通解释工作，确实属于无理要求时，通知公安机关进行处理；

3) 为确保人员、车辆通行畅通，场内运输设置交通协管员指挥交通车辆。如发生翻车事故等交通事故时，应组织人员保护现场，立即上报应急领导小组，组织应急小组人员调派车辆，将污染土壤进行安全转移，确保不发生污染扩散，并调查事故原因。发现人员伤亡时，应及时送到附近医疗机构进行救治。

(3) 储存处置阶段应急预案

临时储存与养护阶段可能出现的异常情况：废渣、污染土壤或生活垃圾贮存库密封性不好，造成扩散，影响施工人员及附近居民；由于人员操作不当，或电气设备老化，遮雨不严造成漏电触电事故；人员中毒；设备发生机械故障影响使用，如搅拌机等生产线出现异常，造成土壤长期堆积等。

应对措施：

1) 废渣、污染土壤及生活垃圾贮存库必须确保封闭，并且具有异味收集系统，确保异味得到有效控制，不向空气中扩散，在贮存库的下风向由有资质单位进行空气质量检测；

2) 确保及时处置生活及建筑垃圾，如及时送至垃圾填埋场，并在运输过程中做好覆盖措施等；

3) 当施工现场发生漏电触电事故时，应急小组应立即组织现场抢救工作，使触电人员脱离带电体。如有人员受伤应立即与急救中心和医院联系；

4) 施工现场如发生人员中毒事故，应急措施见本章“（5）人员中毒应急预案”；

5) 施工现场需备用功率为 1000kw 的发电机，以防止突然停电造成运行设备停工；

6) 施工现场配置水电工和机械工，机械和设备如发生故障，应及时抢修；如解决不了故障，应及时联系厂家排除故障，确保修复工程进展顺利。

（4）人员伤亡应急预案

现场出现人员意外伤亡时（如被机械砸伤等情况），紧急处置危险伤情，及时送达相关医院进行救治。

（5）人员中毒应急预案

由于本项目开挖土壤所含污染物可能对人体健康产生伤害，因此，在工程开工前，对全体员工进行安全教育；在施工过程中加强劳动保护，所有进入施工现场的人员必须配戴相应防护用品，工作现场禁止吸烟、进食和饮水；工作后，彻底清洗。如果发生人员中毒事故，将按照以下程序进行应急：

1) 现场中毒事件发生后，应立即联系医疗等部门，禁止盲目施救，

并确认事故地点。根据实际中毒情况，轻度中毒人员应立即带离现场，且于空气新鲜的地方，解开衣领、腰带，去除口、鼻内可能有的分泌物，使中毒者仰卧并头部后仰，保持呼吸畅通，注意身体的保暖，并送入医院进行相关治疗。

2) 安全警戒

中毒事件发生后封锁现场，只准应急救援人员、车辆进入，其余人员、车辆必须经突发事件应急处置领导小组批准后方可进入，对无关人员劝其离开，禁止围观，直至中毒人员安全送至医院救治、现场取证结束及现场中毒区域防护工作完成后，经突发事件应急处置领导小组批准后解除。

3) 信息记录

对事故现场情况进行拍照记录，记录救援情况、中毒人员、现场指挥领导、事故后的现场情况，询问值班人员事故发生的原因和过程，及时将信息报给突发事件应急处置领导小组组长。

4) 信息报送

根据现场中毒人员情况进行信息报送，1小时内由突发事件应急处置领导小组组长报告建设单位领导，并根据事故调查结果编写事故信息并及时上报。

(6) 其他应急措施

1) 突发停水应急措施

施工阶段洒水降尘时，为防止突遇停水问题影响施工，在现场停放洒水车，同时专业人员立即检查原因，抢修及早恢复正常。

2) 突发停电应急措施

在施工现场配备柴油发电机，以免突然停电影响施工。同时专业人员立即检查原因，抢修及早恢复正常。

3) 防火、防盗应急措施

施工现场设置安全保卫小组，24 小时轮流值班、巡视现场，发现紧急情况立刻拨打 119/110 救援电话，同时组织人力尽力控制事态的发展。

4) 增加工作的应急措施

针对本工程的特点，对本工程所需的人员、机械设备等做好充足的准备。根据工程需要随时调派设备及人员进场，满足施工需要。

5) 大风、雨雪天施工措施

在施工中遇有风天气，要多配备洒水车，降低扬尘；遇到 4 级以上大风时，停止机械作业；准备充足的苫盖材料，加强苫盖，防止扬尘；冬季施工遇大雪天气应注意防止路面结冰与防滑。

6) 道路遗撒应急措施

设立环境保护和安全卫生机构和人员。本工程实施过程中，指派一名领导负责环境保护、卫生及安全工作，并设管理人员，负责组织、落实、检查环保、卫生及安全工作，发现不符合国家规定的问题，及时采取改进措施，项目实施工程中需对处理好的土壤进行回填时，在运输过程中，配备巡视及环保小组，监督管理道路遗撒现象，对遗撒及时进行清洗，确保环境质量和安全卫生。

7) 中暑应急措施

当夏天施工作业时，发现作业人员出现中暑情况时应及时报告项目

经理部，在项目经理部现场医疗组的组织下立刻展开自救：迅速脱离高温环境；在阴凉通风处安静休息；补充清凉含盐饮料；严重者应迅速物理降温，可用冰水或酒精擦拭，电风扇吹风；在应急处理的同时急送医院进一步救治。项目部在高温天气应调整作息时间，尽量做到“做两头，歇中间”。

10 工程实施与管理

10.1 项目实施原则

- (1) 工程项目的实施符合基本建设项目的审批程序。
- (2) 建立专门机构作为项目的执行单位，负责项目实施的组织协调和管理工作。
- (3) 由烟台中瑞化工有限公司委派或指定人员担任项目负责人，作为用户代表。项目实施过程中的决策、指挥、执行、招投标以及谈判与联络等均由项目负责人全盘负责。
- (4) 项目的设计、施工、管理等履行单位应与项目执行单位履行必要的法律手续，违约责任应按国家的有关法律法规执行。
- (5) 项目执行单位应与项目履行单位协商制定项目实施计划表，在履行前通知有关各方。
- (6) 项目执行单位应为履行单位开展工作创造有利条件，项目履行单位应服从项目执行单位的指挥和调度。

10.2 项目管理机构及定员

以烟台中瑞化工有限公司为牵头单位，联合项目中标单位成立“烟台中瑞化工有限公司土壤修复工程项目部”。烟台中瑞化工有限公司土壤修复工程项目部组织机构如图 10.2-1 所示。项目部由项目经理负全责，项目副经理负责项目日常工作。下设项目技术部、施工部（安全环保部）、财务部、综合办公室、招投标管理委员会。人员定员初步核定如下：项目经理 1 人、项目副经理 1 人、财务部 2 人（部长、会计各 1 人）、施工部 6 人（部长、设备、电仪、土建、安全、

环保各 1 人)、技术部 2 人(部长、成员各 1 人)、综合办公室 3 人(主任、干事、综合各 1 人), 以上共计 15 人, 根据项目进展情况, 适当增减。

项目部的人员从项目部成立之日起, 统一由项目经理领导, 项目部各部部长(主任)负责本部门人员的日常工作管理、考核、考勤等。

项目部自项目立项后, 负责项目准备、项目设计、设备材料采购、施工管理、项目竣工验收及资料归档全过程的管理。

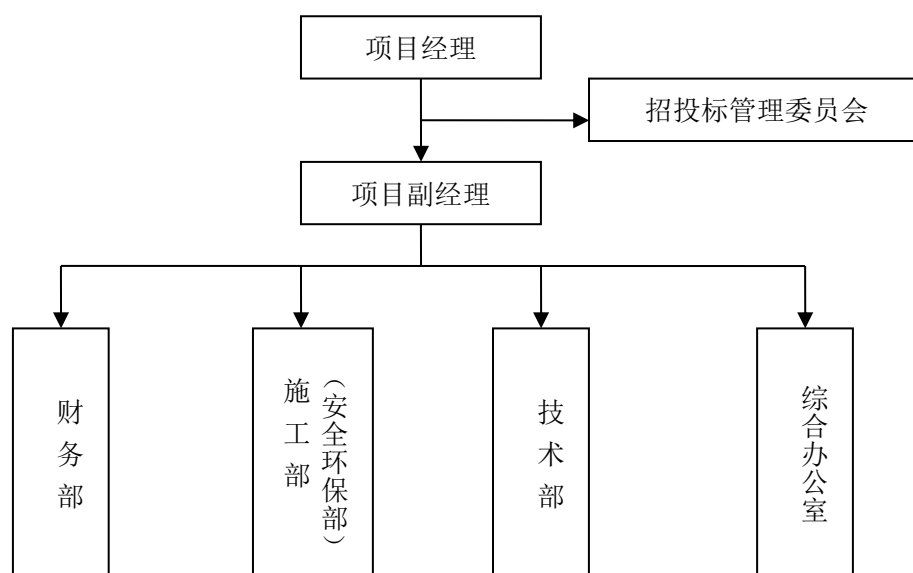


图 10.2-1 项目部组织机构图

10.3 项目部工作职责和权限

烟台中瑞化工有限公司土壤修复工程项目部工作职责和权限如下:

1、项目部的一般职责

(1) 项目部成立后, 应在项目经理的统一协调管理下, 认真贯彻国家、地方、山东省环保厅、烟台市环保局、莱阳市环保局的有关

工程建设工作的方针、政策、法规和各项制度。

(2) 在项目经理领导下，严格按项目建设程序对工程项目实行全过程管理。

(3) 项目部应按照上级所制定的该项目总体目标，科学合理地制订项目的总体统筹计划，确保项目建设总体目标的顺利实现。

(4) 对于根据相关招投标规定确定的施工单位，在施工过程中如果不服从项目部的指挥或达不到项目的质量和进度要求，项目部有权根据有关规定进行处罚，有权责令其停工整改。情节严重者，直至取消该施工单位的施工资格并终止合同。

2、技术部职责

(1) 负责合同履行情况的跟踪、统计、分析和协调。

(2) 负责工程子项的编制及管理。

(3) 负责编制项目总体进度计划，项目总体统筹网络计划，组织编制二级进度计划。

(4) 负责审核和汇总项目年度、季度、月度综合计划及已完工程统计报表；收集、汇总各部门的周报、月报，检查和分析进度计划的执行情况。

(5) 负责控制总投资，上报和安排资金使用计划。

(6) 负责监督、协调项目部各部门设计、采购、施工、服务保障等工作的质量控制。

(7) 负责材料计划的审查，并进行招标采购。

(8) 负责编制项目进度月报，对报告中的问题提出处理意见。

(9) 对批准的基础设计概算进行分解，制定投资各分项控制计划，对设计、采购、施工实行限额管理。

(10) 负责协调各部门之间的工作，合理调度项目建设资源。

(11) 负责组织工程竣工验收工作。

(12) 负责组织建设工程项目的安全、环保、卫生评价工作。

3、施工部（安全环保部）职责

(1) 负责项目整体进度及各施工队伍各项日常工作（包括安全环保工作）。

(2) 负责按照项目施工进度要求，组织项目各施工单位推进项目建设工作。

(3) 负责每天召集项目进度调度会议，并根据进度需要协调项目部各种资源，确保项目进度按期推进。

(4) 负责甲供材料和甲控材料的现场验证，并配合财务固定资产交付工作。

(5) 负责各类安全、环保管理制度的制订和宣传教育工作；负责施工人员进入装置施工现场前的安全教育和安全考试工作。

(6) 组织对承包商的安全方案的审查。

(7) 负责项目日常安全监督管理工作，负责施工现场各类安全票证管理；有权对现场违章指挥、作业等现象进行制止并根据相关规定进行处罚；负责劳动防护用品的管理工作。

(8) 负责组织各类事故调查处理工作。

(9) 按照“三同时”原则，参加项目的劳动安全、卫生、环保等

方面的设计审查、竣工验收和试运投产工作。

(10) 负责监理单位的综合管理。

4、财务部职责

(1) 负责项目财务管理，制定项目财务管理制度。

(2) 负责筹集项目建设资金，协调资金及时到位。

(3) 依据项目需求，负责编制项目年度、月度资金预算并上报上级部门，根据上级部门批复组织实施。

(4) 负责管理工程审计单位；负责项目工程成本的核算工作，参与审核承包商提交的资产交付清单，审核、办理工程项目资金的支付工作。

(5) 参与项目总承包或施工招投标工作、合同会签和项目竣工验收。

(6) 负责协助有关部门落实、平衡项目建设资金。

(7) 负责项目往来款项的日常管理及定期组织对供应商和承包商的询证对账工作。

(8) 负责项目银行账户的管理和对账工作；定期向主管领导及有关部门报送财务报表，编制项目经济活动分析资料。

(9) 负责项目税款的申报、交纳工作，协助办理减免税的申报工作。

(10) 负责归集资产交付相关资料，办理资产交付并编制项目竣工决算报告。

(11) 负责中介机构、审计和外部监管部门对项目财务审计的协

调、联络、配合、接待等工作。

5、综合办公室职责

(1) 制定完善项目部的管理职责、管理制度、规章制度，协助各专业部门制定项目部内部规章制度以及管理办法。

(2) 负责制定项目部内部综合考核管理办法，对各部门进行考核，负责考勤和发放补贴等费用。

(3) 负责项目部的公文管理和档案管理工作；负责建设期间工程实施文件、设计文件及图纸的收发、归档管理。

(4) 负责项目部经理（副经理）安排的接待任务；负责外事接待及资料的中外文翻译和管理工作。

(5) 负责办公用品的计划制定、领取、分发和管理工作。

(6) 负责项目部组织召开的各种会议组织和安排，并做好会议记录、纪要的整理和印发工作，编写工程简报和工程建设大事记；配合各部门做好各种专业会议的会务工作。

(7) 负责项目宣传、报道及音、像、文字资料存档管理。

(8) 负责项目印鉴管理。

(9) 负责协调各级政府、上级主管部门的行政管理工作及相关手续的办理工作。

(10) 负责项目部小型车辆的日常管理工作。

(11) 负责项目急需采购物资计划提报，按照项目采购管理制度及招投标管理委员会招标结果进行采购、入库、交付施工部门使用，并做好验收、保管、交付记录。

6、招投标管理委员会职责

- (1) 批准建设工程招标投标管理规定和办法。
- (2) 监督、检查、指导建设项目的招投标工作。
- (3) 不定期召开会议，研究确定建设工程招标投标重大事项、招标方案，审议招标申请和评标报告。
- (4) 负责审查承包商资质及业绩，审定推荐拟参加投标的单位名单。
- (5) 根据招投标管理规定成立招投标评标小组，参与整个招投标过程，负责商务和技术评标工作，出具评标报告，报招投标管理委员会审定。
- (6) 招投标办公室管理招标代理公司，具体负责项目招投标工作，包括重大招投标项目向公司招投标管理委员会的报批工作。
- (7) 招投标办公室负责完善合同文件范本，牵头组建合同谈判小组，组织合同谈判、评审，并委派相关部门签订合同。

10.4 工程管理

本工程的运行管理主要包括工艺运行的管理、土壤修复的质量管理以及工程设备的维护。

(1) 工艺运行的管理

根据工程区修复每个地块时总体走向，将异位修复土方验收达标后方可进行下一地块的修复。

(2) 土壤修复的质量管理

根据监测设计，对处理后的土壤进行定期的检测，若发现已处理

土壤出现二次污染，及时安排二次污染区域土壤的修复工程，并对正常的修复进度进行调整，以保质、保量的按时完成土壤修复任务。

（3）设备的管理与维护

为防止设备性能劣化或降低设备失效的概率，对工程实施所需的设备进行定时保养与维护。当设备故障后，操作者需要第一时间迅速通知设备维护人员前来维护。工程运行期间需建立完善的设备使用、维修档案，以确保设备的有效运行。

11 招投标方案

11.1 招投标依据

- 1、1999年8月30日第九届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过的《中华人民共和国招标投标法》；
- 2、1999年3月15日第九届全国人民代表大会第二次会议通过的《中华人民共和国合同法》；
- 3、1997年第八届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过《中华人民共和国建筑法》；
- 4、建设部《关于进一步加强工程招标投标管理的规定》，1998年；
- 5、建设部《工程建设施工招标投标管理办法》，1992年；
- 6、建设部《建设工程施工招标工程标底》，1998年；
- 7、建设部《工程建设施工招标文件范本》，1996年；
- 8、山东省实施《中华人民共和国招标投标法》办法，2005年。

11.2 发包方式

招标的工作范围即指招标文件中约定承包方完成的工作内容，工作内容可以自一个承包方完成包括可行性研究、勘察设计、施工、试运行等全部内容，也可以由不同的承包方完成其中的一项或几项工程内容。前者称为工程项目的建设全过程总承包或“交钥匙工程承包”，简称总承包；后者称为单项工作内容承包。何种发包方式最适合项目的目标，取决于项目的性质和复杂程度，投资来源、业主的技术和管理能力。由于本项目包括内容繁多，专业性要求较强，较为复杂，因

此采用单项工作内容发包方式较为适合。

11.3 招投标内容

该工程实施各个阶段的招标内容主要有：质量监理招标、环境监理招标、土壤异位修复工程施工招标、验收招标等。

11.4 招标组织形式

招标的组织形式有自行招标和委托招标两种形式。具备编制相应招标文件和标底，组织开标、评标的能力的业主可以自行招标；凡不具备条件的业主应当委托具有相应资质证书的建设工程招标代理机构代理招标。

在工程项目各个招标阶段，建设单位应组织专门机构（招标人），整体把握，依法办事，严格控制和调整招标工作，从而保证招标工作的公平、公正、公开、透明和有序的原则下进行，必要时，可委托专业招标机构进行具体操作。

在资格预审阶段，由专门机构组建“资格预审评审委员会”进行资格预审工作。参加人员：应具有执法监督部门的专业技术人员，经济专家，评审委员会委员不少于 5 人。

在评标阶段，由专门机构组织“评标委员会”负责评标，评标委员会由招标人代表和有关技术、经济等方面专家组成，成员人数应在 5 人以上。其中技术、经济等方面专家不得少于成员总数的 2/3。上述专家应当从事相关领域工作满 8 年并具有高级职称或具有同等专业水平。其中的评审专家应从当地专家库，利用电脑随机抽取，不得以任何形式预先指定。

11.5 招标形式

招标方式可分为公开招标、邀请招标和议标（直接委托）三大类型。

1、公开招标

公开招标又称无限竞争性招标。是指招标单位通过报刊、广播、电视等新闻媒体发布招标公告，凡具备相应资质，符合投标条件的单位不受地域和行业限制，可以申请投标。

2、邀请招标

邀请招标亦称有限竞争性招标，是指业主向预先选择的若干家具备相应资质、符合投标条件的单位发出邀请函，将招标工程的情况、工作范围和实施条件的也简要说明，请他们参加投标竞争，被邀请单位同意参加投标后，从招标单位获取招标文件，并按规定要求进行投标报价。

邀请投标对象是项目法人对资质信誉、技术水平、过去承担过类似工程的实践经验、管理能力等方面比较了解，信任他有能力完成所委托的单位。为了鼓励投标的竞争性，邀请对象的数目以不少于3家为宜，与公开招标比较，邀请招标的优点是简化了招标程序，不需要发布招标公告和设置资格预审程序，因此可节约招标费用和缩短招标时间；而且由于对投标人以往的业绩和履约能力比较了解，减少了合同履行过程中承包方违约的风险。

3、议标

议标是指招标单位与两家或两家以上具备相应资质，符合投标条

件的单位，分别就承包范围内的有关事宜进行协商，直到与某一单位达成协议，将合同工程委托他去完成。

议标与前两种招标方式比较，招标程序简单、灵活，但由于投标的竞争性较差，往往导致合同条件和合同价格对承包方较为有利。议标方式仅适用于不宜公开招标或邀请招标的特殊工程或限定条件下的内容，而且必须报请建设行政主管部门批准后才能采用。议标方式通常适用的情况包括：

(1) 保密工程

由于工程性质决定不能在社会上进行广泛招标，因此可采用议标或直接发包的形式委托实施任务。

(2) 专业要求非常高的工程或特殊专业工程

完成这类工作任务往往要求实施单位拥有专门的技术、经验或施工的专用设备，以及可能使用某项专利技术、此时只能考虑少数几家符合条件的单位。

(3) 与已发包大工程有联系的新增工程

承包方已顺利完成了主要工程的委托任务，具备完成新增工程或工作内容的能力，为了节省开办费用和缩短完成时间，以及便于施工现场的协调管理，可在原承包合同价格的基础上以议标方式委托新增工程任务。

(4) 不能让投标人准备报价的紧急工程

性质特殊、内容复杂，承包时工程量或若干技术细节尚难确定的紧急工程，以及灾后急需修复的工程，只能以议标的方式采用成本加

酬金合同委托承包单位。

(5) 估计采用公开招标或邀请招标不会取得预期效果的工程

这类情况通常是指工程处于偏远地区，且工作内容属于劳动密集型的中小型工程，以及限额以下的建设工程。若采用公开招标或邀请招标，不会有较多的实施单位响应，则只能采用议标。

公开招标和邀请招标均要通过招标、开标、评标、决标程序优选实施单位，然后签定承包合同，而议标则不设开标、评标程序，招标单位与投标单位分别进行协商，与某一投标单位达成一致即可签定合同。此外，前两种招标方式规定，投标截止日期后投标单位不得对所投标书再作实质性的修改，而议标尽管也要求投标单位递交投标书和报价，但在协商谈判过程中允许双方就合同条件、合同价格、付款方式、材料供应条件等诸多内容讨论修改，对此没有任何限制。

考虑到污染土壤修复工程的特殊性，质量监理、环境监理、验收招标等可采用邀标的方式，土壤异位修复工程施工招标的招标方式采用公开招标方式。

本工程招标方式采用公开招标方式。

11.6 招标基本情况

现将本工程招标的基本情况列表如下：

表 11.6-1 招标基本情况表

建设项目名称：烟台中瑞化工有限公司土壤修复工程

形式项目	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用 招标方式	招标估算金额 (万元)	备注
	全部招标	部分招标	自行招标	委托招标	公开招标	邀请招标			
勘查、测量							√		
设计			√			√			
质量监理	√		√			√			
环境监理	√		√			√			
土壤异位修复工程施工	√			√	√				
验收招标	√		√			√			
设备	√			√	√				
重要材料		√		√	√				
其他					√				
合计							√		
建设单位：烟台中瑞化工有限公司土壤修复工程									

12 工程估算与工期

12.1 工程估算

实际修复过程中，应当加强修复边界处土壤和沉积物的监测，通过控制基坑侧壁与坑底土壤达到修复目标的要求，来控制污染土方的完全清除。如实际修复情况调整，则费用估算也需要相应调整。具体估算见表 12.1-1

表 12.1-1 修复工程费用估算

序号	项目	说明	单位	数量	单价(元/单位)	合计(元)
1	前期准备					200
1.1	定位放线	点位	个	1	200	200
2	临时设施建设					404000
2.1	场地平整	台班	台	2	2000	4000
2.2	修复区建设					
2.2.1	钢结构大棚		m ²	300	500	150000
2.2.2	修复区防渗	20cm 混凝土	m ²	300	500	150000
2.2.3	活动板房	工作人员会议室、办公室、宿舍区	个	10	5000	50000
2.3	洗车池		座	1	10000	10000
2.4	场地内临时道路		项	1	20000	20000
2.5	排水沟建设含 HDPE 防渗		m	1000	20	20000
3	有机污染土壤修复					400
3.1	土壤清挖短驳	污染土采用挖机挖, 自卸车运输至就近处理中心处理	m ³	2	50	100
3.2	土壤预处理及处理	破碎、搅拌及处理	m ³	1	100	100
3.3	氧化药剂		t	0.1	2000	200

4	废水处理设施					363000
4.1	处理池建设		套	1	40000	40000
4.2	三联箱反应器	用来对有机物的预处理	套	1	100000	100000
4.3	沉淀池	0.9mmPVC 夹网布支架水池或其他 更为简易水池	座	1	40000	40000
4.4	提升泵		台	4	14000	40000
4.5	液位计		台	1	4000	4000
4.6	pH 计		台	2	1000	2000
4.7	搅拌器		台	3	4000	14000
4.8	药剂 A 加药系统		套	1	30000	30000
4.9	药剂 B 加药系统		套	1	30000	30000
4.10	电气及自控系统		套	1	10000	10000
4.11	管道管件		套	1	3000	3000
4.12	设备间		座	1	30000	30000
4.13	集水池		座	1	20000	20000
5	其他措施费用					3368000
5.1	临时设施、防二次污染措施、			1	3000000	3000000

	降排水措施等防治措施费用					
5.2	防水布		m ²	600	10	6000
5.3	密目网		m ²	600	10	6000
5.4	HDPE 膜覆盖, 基坑及污染土壤堆放区的底部和表层覆盖			1200	30	36000
5.4	洒水设备, 现场其他降尘, 安全措施			1	20000	20000
5.6	监测及自检费			1	300000	300000
工程部分费用小结						4135600
	工程建设其他费用					2021000
6	临时接水接电费	直接费 1%				41000
7	前期工作咨询费					0.00
8	工程勘察费					400000
9	设计费					500000
10	工程咨询代理费					250000
11	环境监理招投标代理费					30000
12	建设单位管理费					100000

13	联合试运转费					150000
14	审价费					50000
14	修复工程监理费					350000
16	工程环保验收	含验收检测费及报告编制费				150000
合计			6156600			

注：上述有机污染土壤修复为 1 方土的报价，每增加一方土，有机污染土壤修复费用增加 400 元

12.2 工程工期

按本报告所述方式进行修复，整个项目施工期定为 90 天，包括项目前期准备、土壤挖掘、异位处理修复、验收、退场。施工进度横道图如表 13.2-1 所示。如实际情况调整，则工期可做相应调整。

以上工作去除交叉开展时间，共需约 90 天。（竣工验收时间不含在内）

13.2-1 本项目土壤修复工程进度计划

施工日期 (天)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
施工项目											
场地准备	■	■									
预处理		■	■								
污染土壤治理			■	■	■	■	■	■	■		
土壤回填									■		
检测验收				■	■	■	■	■	■		
退场										■	

13 工程效益分析

本工程完成后，将使烟台中瑞化工有限公司污染场地土壤中有机物的含量大幅度削减，污染源的控制和消除，使环境质量得以提升。污染场地土壤中污染物的风险在人体可接受的风险水平之内，防止污染物进入食物链和空气，避免其对人体健康造成危害，将有效保障区域公众健康，满足场地再开发利用的要求，为土地资源的有效利用和可持续发展提供保障，有利于促进区域环境良性发展。

14 结论与建议

14.1 结论

(1) 修复目标与修复土方量

《烟台中瑞化工有限公司风险评估》和《中瑞化工有限公司场地调查报告》确定本场地中土壤中的有机物的修复目标值。修复土方量为以实际修复量为准。

上述修复目标值是基于人类健康风险评估致癌与非致癌风险控制值，经论证，本报告有机物污染土壤推荐采用化学氧化修复技术。另外，基坑侧壁验收标准为修复目标值

(2) 本方案修复技术确定

根据修复技术比选，结合本项目场地的现状、场地开发、修复成本、修复时间、修复技术特点及效果要求等，提出适合本项目污染土壤的修复技术建议。

(3) 工程工期

按本报告所述方式进行修复，整个项目施工期定为 90 天，包括项目前期准备、土壤挖掘、土壤修复、验收、退场。如实际情况调整，则工期可做相应调整。

(4) 工程估算

如按照本方案所述方法进行修复，工程的资金估算参考表 12.1-1，根据实际修复情况，则费用估算相应调整。

14.2 建议

(1) 为防止多次施工造成资源浪费，并避免修复工程对后续场地

开发时的地基造成影响，实际修复工作开展时，应尽量结合未来场地规划，可选择更合理的修复技术。

(2) 如因本场地修复土方量较大，异位处置区、处置前后的土壤堆放区无法满足所有土方的堆放，具体施工组织设计阶段应做好时间进度规划。场地内其他闲置区域也可作为修复后土壤的暂存区。

(3) 实际修复过程中，应当加强修复边界处土壤的监测，通过控制基坑侧壁土壤达到修复目标的要求，来控制污染土方的完全清除。

(4) 由于土壤的缓冲性和复杂性，高效的混合搅拌措施、专业的过程控制与技术指导才能保证修复效果，建议实施修复工程的单位应具有土壤修复相关经验。

(5) 对修复后的土壤做长期监测，监测指标参考试验收指标，监测计划主要参考《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）。另外，在场地开发时，需要做好风险防控。