

汨罗市原城郊乡农药厂

土壤污染治理工程

实

施

方

案

湖南奇立建设工程有限公司

二〇一九年十二月



营业执照

(副 本)

副本编号: 6 - 5

统一社会信用代码 914300005975591211

名 称 湖南奇立建设工程有限公司

类 型 有限责任公司(自然人投资或控股)

住 所 长沙市天心区友谊路500号长城雅苑3栋25层2502房

法定代表人 康晴怡

注 册 资 本 壹亿贰仟贰佰万元整

成 立 日 期 2012年06月04日

营 业 期 限 2012年06月04日 至 2062年06月03日

经 营 范 围 市政公用工程、建筑工程、水利水电工程、公路工程、机电工程总承包；建筑装修装饰工程、建筑幕墙工程、地基基础工程、环保工程、交通安全设施工程、钢结构工程专业承包；园林绿化工程施工；环保设备的设计、研发、生产、销售；环保工程施工；水处理设备的安装；矿产品、建材及化工产品（不含危险及监控化学品）、仪器仪表、机电设备、环保材料、节能环保产品的销售，工程咨询。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）



提示：

- 1、每年1月1日至6月30日通过企业信用信息公示系统报送并公示上一年度年度报告，不另行通知；
- 2、《企业信息公示暂行条例》第十条规定的企业有关信息形成后20个工作日内需向社会公示。

登记机关



2018年7月2日

企 业 名 称	湖南奇立建设工程有限公司		
详 细 地 址	长沙市天心区友谊路560号长城雅苑3栋25层2502房		
建 立 时 间	2012年06月04日		
注 册 资 本 金	12200万元人民币		
统一社会信用代码 (或营业执照注册号)	914300005975591211		
经 济 性 质	有限责任公司(自然人投资或控股)		
证 书 编 号	A243013311-6/6		
有 效 期	至2023年08月20日		
法 定 代 表 人	康晴怡	项目经理	
单 位 负 责 人	康晴怡	职 务	总经理
技 术 负 责 人	康亭亭	职 称 或 执 业 资 格	高 级 工 程 师
备 注:	建筑装饰工程设计专项、建筑幕墙工程设计专项有效期:2019年1月18日至2024年1月18日。环境工程设计专项(水污染防治工程、固体废物处理处置工程、污染修复工程)有效期:2018年8月21日至2023年8月21日。 原发证日期:2016年01月27日 原发证日期:2018年08月21日		

企 业 务 范 围
建筑装饰工程设计专项乙级;建筑幕墙工程设计专项乙级;环境工程、污染修复工程)专项乙级。可从事资质证书许可范围内相应的建设工程项目总承包业务。 *****



No.AF0839234

汨罗市原城郊乡农药厂场地 污染土壤治理与修复工程实施方案 评审会专家意见

2019年12月20日，岳阳市生态环境局在岳阳市组织召开“汨罗市原城郊乡农药厂遗留场地污染土壤治理与修复工程实施方案评审会”（以下简称实施方案）专家评审会，参加会议的有汨罗市人民政府岳阳市生态环境局汨罗分局、编制单位湖南奇立建设工程有限公司等单位的领导和代表。会议邀请了5位专家组成评审组（名单附后）。会前，专家组勘察了现场。会上，岳阳市生态环境局汨罗分局介绍了项目情况，编制单位对实施方案的内容进行了汇报。专家组查阅了相关材料，经质询和讨论，形成如下评审意见：

一、实施方案主要内容

本方案采用异位热脱附、原位填埋技术对汨罗市原城郊乡农药厂污染场地土壤污染物甲基对硫磷、杀螟硫磷、应急处置暂存污染土壤进行治理修复，采用强氧化剂分解应急处置的暂存废水以及开挖过程产生的废水。本项目治理范围约40亩、治理污染土壤16189.88m³及拆除处置相关构筑物。

二、总体评价结论

实施方案内容较全面，治理目标明确，拟采用的治理技术与路线基本可行，符合相关技术规范要求，经补充完善后可作为下一步工作的依据。

三、修改建议

- 1、明确场地调查和风险评估的结论及专家评审意见；
- 2、根据场地调查和风险评估相关结论，进一步细化修复工程参数、二次污染防治措施、跟踪监测措施；
- 3、进一步完善修复方案设计；
- 4、核实工程估算。

专家组：程育芝（组长）、廖柏寒、彭克俭、吴文晖、高波（执笔）

程育芝 廖柏寒

2019年12月20日

彭克俭 吴文晖
高波

专家评审意见及修改说明

评审意见	修改说明
明确场地调查和风险评估的结论及专家评审意见	已补充完整, 详见 P23-27 及附件二、三
根据场地调查和风险评估相关结论, 进一步细化修复工程参数、二次污染防治措施、跟踪监测措施	已修改完整, 详见 P60、P66-71
进一步完善修复方案设计	已补充完善, 详见 P55-60
核实工程估算	已核实, 详见 P62-64

湖南省 2020 年土壤污染防治项目（第二批）储备库

入库审查情况

（汨罗市原城郊乡农药厂土壤污染治理工程）

修改意见	修改说明
补充项目建设中热脱附尾气的量化考核指标	已补充完整，详见 P60
进一步核实投资估算，保持实施方案中的投资金额与市局批复的一致性	已修改完整，详见 P62-64

目 录

第1章 总论	1
1.1 任务由来	1
1.2 编制依据	4
1.3 编制工作程序	8
第2章 场地问题识别.....	9
2.1 所在区域概况	9
2.2 场地基本信息	14
2.3 场地环境特征	17
2.4 场地污染状况调查结论	23
2.5 场地风险评估结论	23
第3章 场地修复范围及目标.....	28
3.1 场地修复范围	28
3.2 场地修复目标	34
第4章 修复技术筛选.....	35
4.1 土壤修复技术简述	35
4.2 土壤修复技术可行性评估	50
第5章 修复方案设计.....	54
5.1 治理与修复工程方案	54
5.2 工艺参数	59
5.3 工程量估算及工程费用估算	61
第6章 环境管理计划.....	66

6.1	修复工程监理	66
6.1.1	施工过程监督和监测.....	66
6.2	二次污染防治	68
6.3	工程验收监测	71
6.4	环境应急预案	72
第 7 章	项目管理与组织实施.....	81
7.1	项目管理、组织机构与职责	81
7.2	组织实施与进度安排	82
7.3	项目监理	83
第 8 章	成本效益分析.....	86
8.1	环境效益	86
8.2	社会效益	86
8.3	经济效益	87
第 9 章	结论	88
9.1	结论	88
9.2	问题和建议	88
第 10 章	附件	90
10.1	场地修复平面布置图	90
10.2	场地调查报告专家评审意见	91
10.3	风险评估专家评审意见	92

第1章 总论

1.1 任务由来

在城市地区，随着我国城市化进程的加快、产业结构调整以及“退二进三”旧城改造政策的实施，全国大部分大、中城市都面临着大批工业企业的搬迁、关闭。这些搬迁、关闭企业遗留场地都存在着不同程度的污染，对场地周边居民以及场地后期再利用的人群、地下水及周边水体均会产生危害。搬迁、关闭后遗留场地中存在着为数众多的农药厂退役场地。由于历史的原因，我国农药厂有着生产历史长、转产合并次数多和生产工艺参差不齐等特点，这些特征预示着农药厂搬迁、关闭后的退役场地可能存在复杂的污染。对这类退役场地开展调查评估是地块进行流转再开发利用前必须开展的工作，目的在于查清地块污染情况和对人体健康的风险以及筛选确定要修复的目标污染物。

根据国家和省内相关政策的规定，在工业场地土地流转和再开发前，必须完成场地污染状况调查、风险评估和修复工作。2016年5月28日，国务院印发实施《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31号）（简称“土十条”），“土十条”以改善土壤环境质量为核心，以保障农产品质量和人居环境安全为出发点，确定了十个方面的措施：一是开展土壤污染调查，掌握土壤环境质量状况。二是推进土壤污染防治立法，建立健全法规标准体系。三是实施农用地分类管理，保障农业生产环境安全。四是实施建设用地准入管理，防范人居环境风险。五是强化未污染土壤保护，严控新增土壤污染。六是加强污染源监管，做好土壤污染预防工作。七是开展土壤污染治理与修复，改善区域土

壤环境质量。八是加大科技研发力度，推动环境保护产业发展。九是发挥政府主导作用，构建土壤环境治理体系。十是加强目标考核，严格责任追究。同年1月，湖南省人民政府印发《湖南省土壤污染防治工作方案》，湖南省环保厅并出台了《湖南省环境保护厅关于开展土壤污染源、污染地块调查的通知》（湘环函[2016] 533号），并制定了《湖南省土壤污染源、污染地块调查工作方案》。

根据《土壤污染防治行动计划》要求“自2017年起，对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，评估其再利用的环境和健康风险，对确认已污染的地块应编制修复方案，开展修复治理工作，治理达标对人体健康无风险后方能利用”。

依据《中华人民共和国土壤污染防治法》第五条规定：地方各级人民政府应当对本行政区域土壤污染防治和安全利用负责。第十七条规定：地方人民政府生态环境主管部门应当会同自然资源主管部门对下列建设用地地块进行重点监测：（一）曾用于生产、使用、贮存、回收、处置有毒有害物质的；（二）曾用于固体废物堆放、填埋的；（三）曾发生过重大、特大污染事故的；（四）国务院生态环境、自然资源主管部门规定的其他情形。

为改善土壤环境质量，环保部2008年就加强土壤污染防治工作提出《关于加强土壤污染防治工作的意见》，并陆续出台了《污染场地土壤修复技术导则》、《场地环境调查技术导则》及《土壤污染防治行动计划》等技术准则与法规。湖南省省委、省政府高度重视土壤环境保护工作，2016年下达了《湖南省环境保护厅关于开展土壤污

染源、污染地块调查的通知》（湘环函〔2016〕533号），并制定了《湖南省土壤污染源、污染地块调查工作方案》，对全省各市的土壤污染源、污染地块进行了调查统计。在此背景下，2017年1月，汨罗市全面展开了全市土壤污染源、污染地块调查工作。调查结果显示，位于汨罗市归义镇上马村的汨罗市原城郊乡农药厂关闭后的废弃地块可能存在较大的污染。

汨罗市原城郊乡农药厂位于汨罗市归义镇上马村，占地面积约40亩。于1985年建设投产，并于2005年被关闭停产，生产经营20年。主要产品为甲胺磷、甲基1605（甲基对硫磷）、叶蝉散、甲甲磷、敌敌畏、扑虱灵、螟蛉星、一片净、纹枯清、三挫磷等农药，其中主要生产甲胺磷，产量约为1000t/a。

2018年6月汨罗市原城郊乡农药厂旁修建沿江大道市政排水管涵时，开挖到汨罗市原城郊乡农药厂地段污染土壤，造成该地段有农药气味的气体扩散，存在较大环境污染风险。汨罗市市政府、市环保局高度重视，特要求针对此事故涉及处置约4000m³污染土壤进行应急措施设计及施工，以便能及时管控此污染扩散，防止对周围村民及汨罗市人民健康造成损害，防止造成二次污染，保证市政排污管涵工程按时完工。湖南爱一环保科技有限公司承建此应急处置工程，并于2018年7月底竣工且通过环保部门验收。

2018年11月，岳阳市生态环境局汨罗分局作为辖区内环境保护主管单位，针对汨罗市原城郊乡农药厂存在的场地环境污染问题，特委托广电计量检测（湖南）有限公司对其进行场地污染状况调查。于2019年2月完成了汨罗市原城郊乡农药厂场地污染状况调查报告，

于 2019 年 11 月通过专家评审。同时委托湖南省环境保护科学研究院根据遗留场地污染状况调查报告编制污染场地风险评估报告，并于 2019 年 12 月 6 日在省环保厅通过专家评审。

结合土壤污染状况调查结果及污染场地风险评估报告，汨罗市原城郊乡农药厂污染场地符合《国家环境保护“十三五”环境与健康工作规划》和《2020 年度湖南省土壤污染防治项目储备库建设技术方案》内容要求，同时符合国家土壤污染治理的环保政策。在此背景下，岳阳市生态环境局汨罗分局委托我公司（湖南奇立建设工程有限公司）编写了《汨罗市原城郊乡农药厂土壤污染治理工程实施方案》。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规、相关政策

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）
- (2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日）
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日）
- (4) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011 年 1 月 8 日修正）
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016）
- (6) 《中华人民共和国安全生产法》（2014 年）
- (7) 《全国生态环境保护纲要》（国发[2000]38 号）
- (8) 《湖南省环境保护条例》（2020 年 1 月 1 日）
- (9) 《国家环境保护标准“十三五”发展规划》
- (10) 《湖南省“十三五”环境保护规划》（2017 年）

- (11) 湖南省环境保护厅关于印发《湖南省“十三五”环境保护规划》的通知（湘环发[2016]25号）
- (12) 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发[2015]17号）
- (13) 《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）
- (14) 湖南省人民政府关于印发《湖南省贯彻落实〈水污染防治行动计划〉实施方案（2016-2020年）》的通知（湘政发[2015]53号）
- (15) 《湖南省环境保护厅关于组织开展2017年度土壤污染防治项目储备库建设工作的通知》
- (16) 《湖南省建设项目环境保护管理办法》（湖南省人民政府第215号令）
- (17) 《财政部、环境保护部关于印发〈土壤污染防治专项资金管理办法〉的通知》（财建[2016]601号）
- (18) 《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发2008年）
- (19) 《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]40号）
- (20) 《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）
- (21) 《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）

1.2.2 标准及规范文件

- (1) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)
- (2) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)
- (3) 《开发建设项目水土流失防治标准》GB/T50434-2008
- (4) 《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43/T1165-2016)
- (5) 《一般工业固体废物贮存处置场污染控制标准》(GB18599-2001)
- (6) 《湖南省主要地表水系水环境功能区划》(DB43/023-2005)
- (7) 《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166-2004)
- (8) 《国家危险废物名录》(2019年)
- (9) 《危险废物鉴别技术规范》(HJ298-2019)
- (10) 《危险废物鉴别标准通则》(2020年1月1号)
- (11) 《危险废物污染防治技术政策》(环发[2001]199号)
- (12) 《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》(GB5085.3-2007)
- (13) 《危险废物贮存污染控制标准》(2013年)
- (14) 《危险废物收集贮存运输技术规范》(HJ2025-2012)
- (15) 《场地环境调查技术导则》(HJ25.1-2014)
- (16) 《场地环境监测技术导则》(HJ 25.2—2014)
- (17) 《污染场地土壤修复技术导则》(HJ 25.4—2014)
- (18) 《污染场地风险评估技术导则》(HJ 25.3—2014)

1.2.3 其他相关文件

- (1) 《岳阳市汨罗市土壤污染源、污染地块调查报告》(2017年2月)
- (2) 《湖南省环境保护厅关于组织开展2017年度土壤污染防治项目储备库建设工作的通知》
- (3) 《湖南省汨罗市城区建设规划(2010-2020)》
- (4) 《汨罗市原城郊乡农药厂场地环境调查报告》及专家评审意见(2019年1月)
- (5) 《汨罗市原城郊乡农药厂污染场地风险评估报告》及专家评审意见(2019年12月)

1.3 编制工作程序

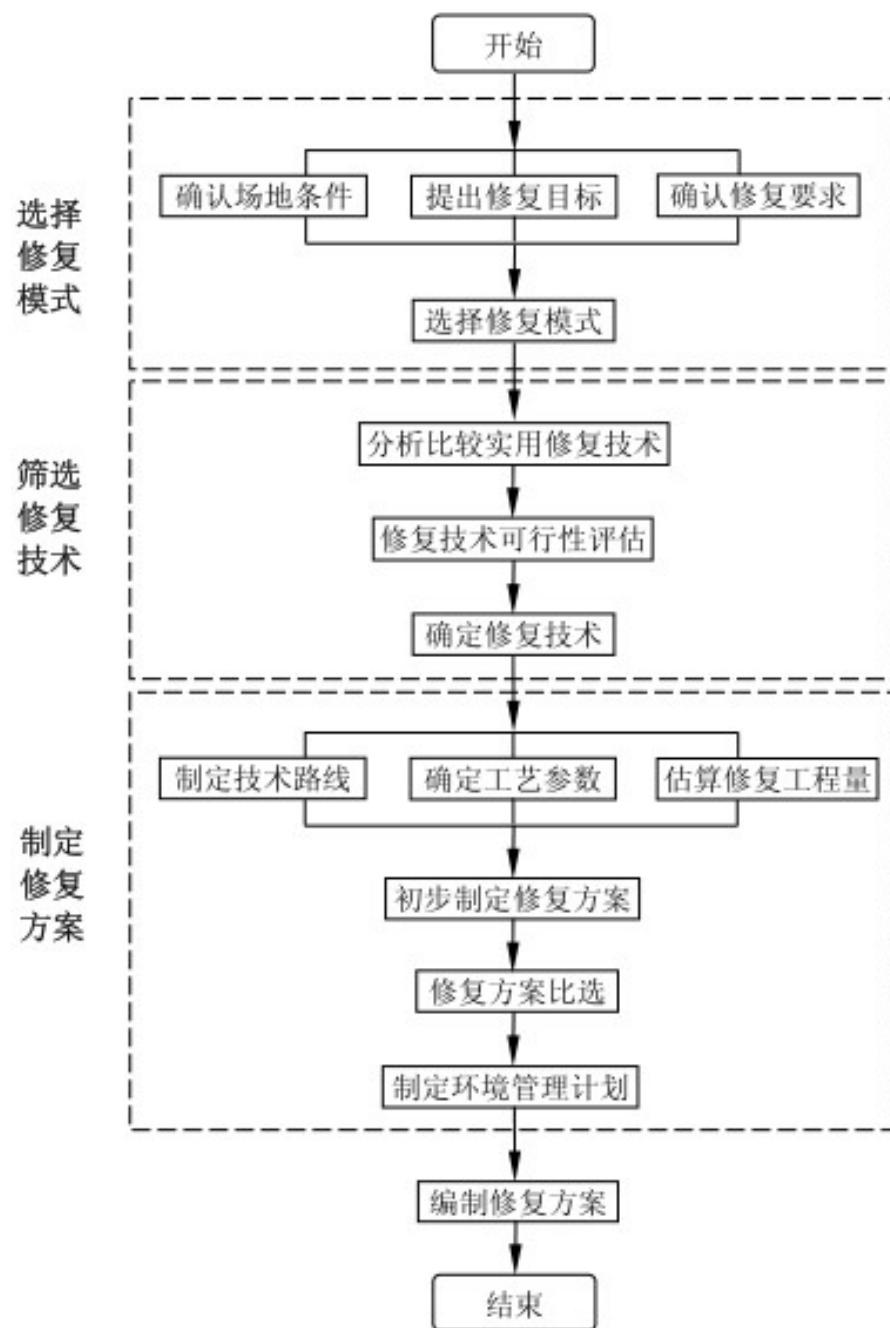


图 1-1 污染场地土壤修复方案编制程序

第2章 场地问题识别

2.1 所在区域概况



图 2-1 场地地理位置图

本次项目场地位于汨罗市归义镇上马村，中心坐标为北纬 $28^{\circ} 47' 34.24''$ 、东经 $113^{\circ} 07' 28.67''$ ，场地北侧 100m 为汨罗江，东、南两面紧挨农田，另外厂区外最近居民聚集区仅 500m 之遥。汨罗市原城郊乡农药厂地理位置如上图所示。

2.1.1 地理位置及交通

汨罗位于湖南省东北部，属幕阜山脉与洞庭湖平原的过渡地带，西临洞庭湖。地处东经 $112^{\circ} 51' - 113^{\circ} 27'$ ，北纬 $28^{\circ} 28' - 29^{\circ} 27'$ 之间。地势由东南向西北倾斜。汨罗市东与平江相靠，南与长沙、望城两县相携，西与湘阴县、沅江市接壤，北同岳阳县毗邻。最东处为三江镇山阳村的山阳寨，最西处是芦苇场的石湖包，最南端系川山坪镇鹿峰村的陈家湾，最北端是白塘镇汨岳村的汨岳界。南北相距 66.75 公里，东西相距 62.5 公里，全境周长 301.84 公里，总面积 1669.8 平方公里，汨罗市建城区面积 12 平方公里。

2.1.2 气象水文

(1) 气象

亚热带湿润性气候，四季分明。累计年平均气温 17°C ，以 1 月、4 月、7 月、10 月分别代表冬、春、夏、秋四季，其平均气温分别为 4.4°C 、 17.0°C 、 28.9°C 、 18.1°C 。全年气候是冬冷、春暖、夏热、秋凉。热量充足，雨水集中。累计年平均日照时数为 1650.1 小时，日照百分率为 37%。其中 71.6% 集中在主要农作物生长的 7-10 月在全国属多雨地区，65.6% 的降水和 70-85% 的总辐射集中在 4-10 月，光、热、水三者配合较好，适宜于双季稻生长成熟和亚热带经济林木生长，为农业生产的发展提供良好的气候环境。

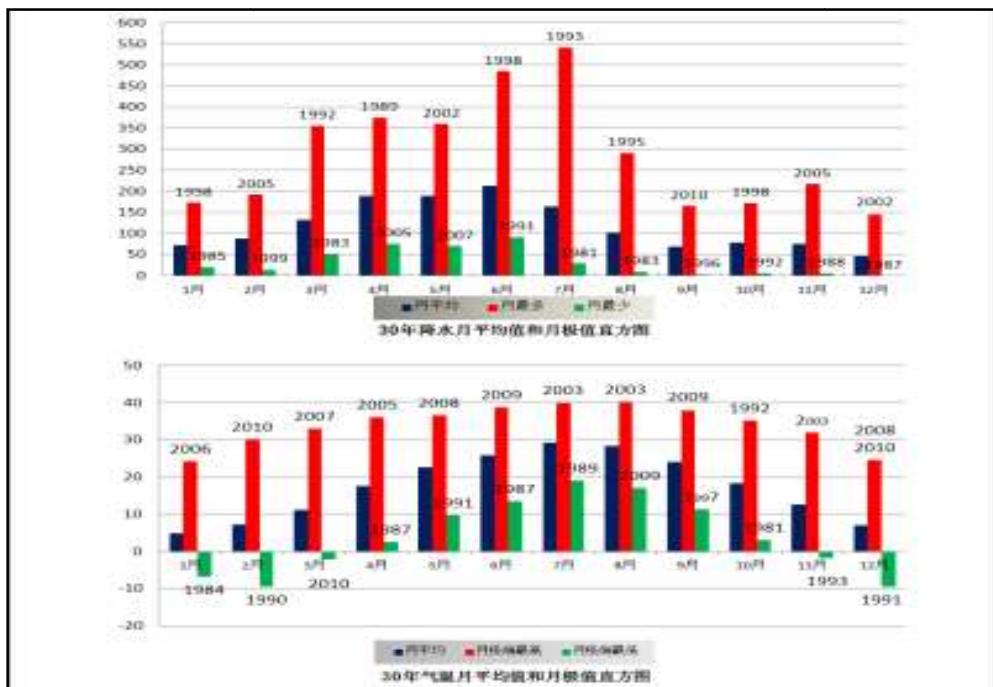


图 2-2 汨罗市 30 年气象数据图

(2) 水文

汨罗有湘江段及流长 4 公里、流域面积 6.5 平方公里以上的河流 44 条。其中，流域面积在 100 平方公里以上的河流 10 条。属于洞庭湖水系的有汨罗江，是洞庭湖水系中仅次于湘、资、沅、澧的第五大水系。汨罗江的上游称汨水。汨水发源于江西修水县黄龙山的梨树竭，流经修水的官田桥、龙门厂，平江的长寿街、嘉义、三市、浯口，汨罗的长乐、新市，在大洲湾与罗水汇合。汨罗江流长 253.2 公里，流域面积 5543 平方公里。罗水因源出巴陵罗内而得名。罗水流域跨岳阳、平江、汨罗三县市。罗水干流长 88 公里，流域面积 595 平方公里。汨罗多年平均降水量 1345.4 毫米，降水总量 21.31 亿立方米，地表水资源总量 44.65 亿立方米，尚可利用的地表水资源为 28.43 亿立方米。

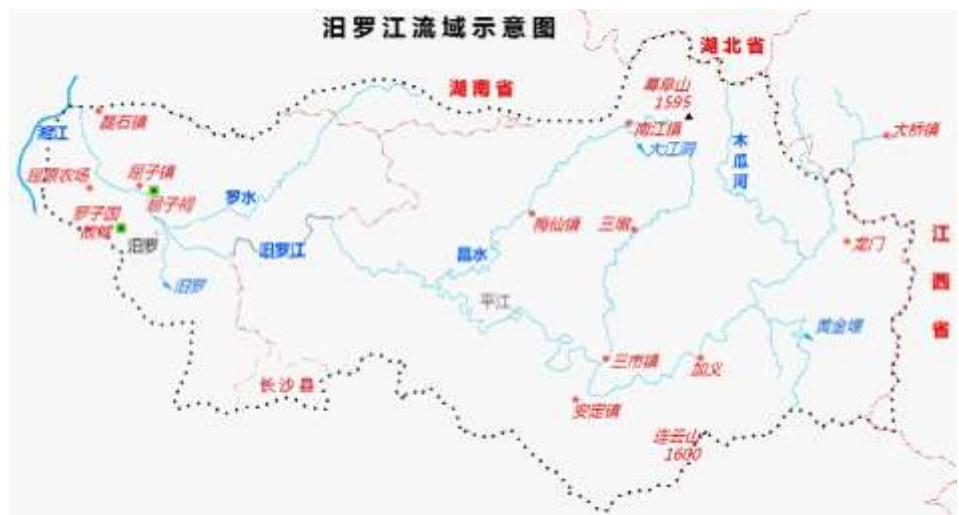


图 2-3 汾罗江流域水系图

(3) 汾罗江水环境状况

根据汾罗市环境质量月报（2018年7月份），通过对全市地表水水质进行了常规监测采样分析。监测结果表明：汾罗市地表水水质均符合地表水环境质量标准（GB 3838-2002）表1中II（二）、III（三）类水质标准。

表 2-1 2018 年 07 月全月汾罗市地表水水质概况表

断面名称	功能区类型(水质类别)	已达类别	主要污染物(超标倍数)
窑州断面	饮用水源保护区(II)	II (二)类	/
兰家洞水库	饮用水源保护区(II)	II (二)类	/
新市断面	省控断面(III)	III (三)类	/
南渡断面	省控断面(III)	III (三)类	/

2.1.3 地形地貌

汾罗地势东南部高、西北部低，由山地向滨湖平原呈梯降过渡，头枕幕阜，脚踏洞庭。东南部峰岭起伏，连绵成脉，形成天然屏障。其中，东有幕阜山余脉智峰山，群峰拱岱，岭峦盘结，沟谷回环，犬

牙交错，地形险峻。山区还有南岭、米家寨、老山尖、苦岭、鸟石尖、冷水尖、从毛山、汉峰山等山峰。南部有飘峰山、神鼎山、隐居山、玉池山、湖鼻山、密岩山等。

汨罗的丘陵多处于岗地与低山过渡地带或山地余脉末梢。海拔一般在 110-250 米之间。岗地是汨罗分布最广的地貌类型，面积 613.51 平方公里，占汨罗市总面积 39.28%。汨罗的平原位于汨罗江及其支流溪谷两侧，由中部向西北部呈扇形展布敞开，地表物质由河湖的沉积作用形成深厚的冲积物或冲积湖组成。海拔绝大部分在 50 米以下，平原面积 296.01 平方公里，平原土质肥沃。

场地地貌属于汨罗江 II 级阶地，地面高程 36-40m 左右，地形平坦，地面坡降 1~3°，地形平坦，高差小于约 1~3m。

2.1.4 土壤

岳阳市境内土壤类型主要有人工土壤—水稻土，分布于岳阳县的麻塘乡，汨罗市的范家园镇、白塘乡，华容县的东山镇、梅田园镇，临湘市的白云镇、聂市镇等；菜园土（第四季红色粘土母质），分布于有机含量较高的地区；潮土，分布于汨罗江、新墙河沿岸；红壤，一般 pH 值 4-6，土层深厚，有机质含量 1-2%，广泛分布于汨罗江中下游地区；山地黄壤，自然肥力较高，呈强酸性，分布于岳阳县的大云山、相思山，汨罗市的玉笥山；黄棕壤，有机质积累高，土壤养分丰富，分布于岳阳县大云山、临湘市药姑山；紫色土，紫色砂岩、砾岩发育的土壤砂，疏松透水，保水保肥能力差，矿质养分低，分布于岳阳县杨林乡、中村乡，临湘市的桃林、忠防，汨罗市大荆镇、黄市

乡、火天乡。

本次项目位于汨罗市归义镇上马村附近，地表土壤以第四季红色粘土母质为主。地处幕阜山脉与洞庭平原的过渡地带，以丘岗为主，最高海拔 82 米，最低点为 30 米，地势起伏不大，土壤主要为第四纪红色粘土和近代江湖冲积物、土壤发育完善。

2.2 场地基本信息

时间	具体内容	备注
1985 年	农药厂成立	主要生产甲胺磷、甲基对硫磷、灭多威、扑虱灵等农药
2005 年	农药厂被关闭停产	
2018 年 6 月	农药厂原址出现农药气味扩散	
2018 年 7 月	应急处置工程竣工验收	湖南爱一环保科技有限公司
2019 年 11 月	场地调查专家评审	广电计量检测（湖南）有限公司
2019 年 12 月	风险评估专家评审	湖南省环境保护科学研究院

汨罗市原城郊乡农药厂位于湖南省岳阳汨罗市，占地面积 40 亩，原职工 200 余人，成立于 1985 年，至停产关闭已有 20 多年生产历史，主要生产甲胺磷、甲基对硫磷、灭多威、扑虱灵等农药，是原汨罗市确定的发展重点企业，2005 年 7 月 3 日起停运关闭。

Googleearth 历史图像仅有 2003-2018 的卫片图，从以下卫片图可以看出汨罗市原城郊乡农药厂在二十年间场地布局变化不大，如图

所示。

2003 年 6 月影像显示厂区生产布局基本无变化，没有拆迁扰动情况。

2013 年 7 月厂区影像显示厂区扑虱灵车间北面新增了一座羽毛球馆，并利用扑虱灵车间二层部分车间。

2016 年 3 月以后影像显示：此后厂区基本无变化，没有拆迁扰动情况。

至 2018 年 11 月 4 日现场采样时厂区场地布局出现了部分变动，主要为厂区东北角处的灭多威生产车间已经拆除、厂区羽毛球馆也已拆除；同时因为前期市政施工，挖至污水池附近，发现污染土壤，气味扑鼻，造成污水池及其周边土壤、地下水污染，对此启动了农药厂应急处置工程，并在沿江一侧施工防渗墙。

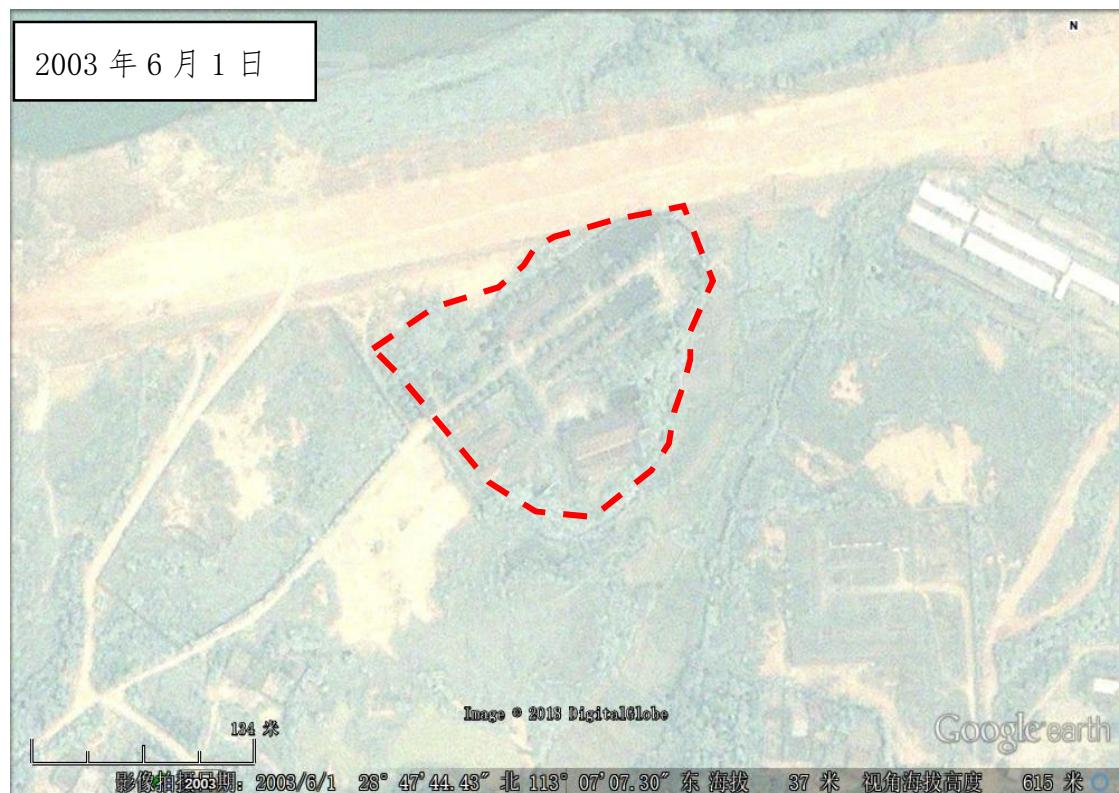






图 2-4 沅罗市原城郊乡农药厂场地范围历史卫片图

2.3 场地环境特征

2.3.1 地质结构

岳阳市位于新华夏系第二沉降带。据资料查明，主要构造有：古弧形构造、华夏式构造、东西向构造，新华夏式构造；境内地层复杂，以元古界冷家溪群、新生界第三系、第四系，中生界白垩系上统等最为广泛。该区现代地貌是在漫长的地质时期经多次地壳运动和长期的侵蚀堆积作用形成的。由于地质构造的复杂性以及气候作用的长期影响，形成了现在的地貌特征。研究区海拔为 19.2-1259.9 m，相对高差 1240.7 m；总体看，中、西部海拔较低，东、北面海拔较高，形成由东北部向西南部倾斜的地形地势。境内矿泉水达到饮料标准的近 30 处；达到命名标准的近 10 处，其中温泉 2 处，分布在沅罗、华容。

岳阳市位于新华夏系巨型第二沉降带。根据地表观察，石油钻探、

水文地质钻探和物探资料表明，主要构造形式有：古弧形构造、东西向构造、体系不明构造、华夏式构造、新华夏系构造体系等。

2.3.2 地层岩性

(1) 区域地层概况

工作区地层出露有元古界冷家溪群、下第三系及新生界第四系，其中冷家溪群为一套灰绿色为主的厚度很大的浅变质岩；第四系为河相、湖相、河湖相、洪积相、残积坡积相松散堆积物。

第四系主要分布于汨罗江流域，主要为一套多韵律的河湖相粘土、砂、砂砾石建造。从南到北厚度逐渐增大，一般厚 40-60m，最厚 105m。根据地貌、古地理、接触关系和沉积物的岩性、结构、成因等特征，区内第四系从老到新划分为：下更新统 (Q_{1n})，中更新统 (Q_{2b})；上更新统 (Q_{3b})，全新统 (Q_4) 等地层单位。

下更新统汨罗组 (Q_{1n})：出露岩性主要为花岗质砂层，粘土层，部分胶结紧密，半成岩状，厚 138m。

中更新统白沙井组 (Q_{2b})：广泛出露于冲湖积岗地及河谷 3、4 级阶地，上部网纹状红土，下部含砾砂层及砾石层，厚 24m。

上更新统白水江组 (Q_{3b})：主要分布于河流 II 级阶地，上部为黄色粘土，下部为砂质层及砾石层，厚 21m。

全新统 (Q_4)：分布于西部平原及沟谷中，上部为腐植土、粉砂质粘土，下部砂质层及砾石层。

下第三系（现更名为古近系）地表出露于研究区西南侧的西塘及北面的杨家村。下第三系埋藏于第四系之下，由泥岩建造，膏盐建造

和生物沉积岩建造。岩性为深灰色泥岩、泥质白云岩、红棕色泥岩与砂岩互层。

冷家溪群分布在研究区区外正南方以及东北侧，地层岩性基本为变质粉砂岩、泥质板岩、千枚状粉砂质板岩、粉砂质板岩，厚度大于10328m。

区内岩浆岩主要出露于长乐镇、八景乡及新市镇。主要侵入于冷家溪群岩层中与围岩成侵入接触，接触界线清楚，接触面的产状与围岩的层理（片理）一致，倾向围岩，倾角45~60°，岩体为二长花岗岩，形成于燕山晚期，多以岩基、岩株、岩脉产生。

项目场地位于岳阳汨罗市归义镇上马村附近，总体位于汨罗江河流的中下游地区，为汨罗江Ⅱ级阶地。厂区在第四系全新统冲积地层上，其地基土自上而下依次为第四系全新统冲积（ Q_4^{1+al} ）粘土，亚粘土；第四系上更新统冲积（ Q_3^{al} ）亚粘土及亚粘土混卵石，以及第四系上更新统冲积（ Q_2^{al} ）亚粘土混卵石，底部为元古界冷家溪风化板岩。

（2）现场勘察

本次调查场地位于汨罗市归义镇上马村附近，地貌上属汨罗江河流Ⅱ级阶地。本次初步采样的11个点位地面部分经过水泥硬化（主要为生产车间），硬化层厚度20~30cm，勘探点孔口高程约36~40m。

根据地层钻探结果，调查场地自地表以下10m深度范围内的地层主要由人工填土层、一般第四纪冲积的粘性土、粉质粘土以及砂土构成。

根据现场钻探情况将场地地层自上而下分述如下：

①层素填土：棕色粘土、粉质粘土为主组成，松散，上部含植物根茎及碎砖石、混凝土层、三合土等，为近3~100年新近堆积物。

②层粉质粘土：浅棕色-黄色，灰白色高岭土形成网纹或斑状结构，粉粒为主，粘粒次之，稍湿，呈硬塑-坚硬状态。摇振反应无，光泽反应中，干强度中，韧性中，层厚2.7~4.4m。

③层砂土：深灰色，以中砂为主，含粘粒，呈稍密-中密状态，层厚2~4.3m。

④层砂卵石层：以卵石为主，含粗砂，厚度较大。

2.3.3 水文地质

(1) 地下水类型及含水层(组)富水性

根据地下水赋存条件、水理性质及动力特征，将区内地下水划分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水三大类。松散岩类孔隙水按含水层埋藏深度一般以50m为界，进一步划分为浅层水和深层水两亚类，各类型地下水基本特征详见下表。

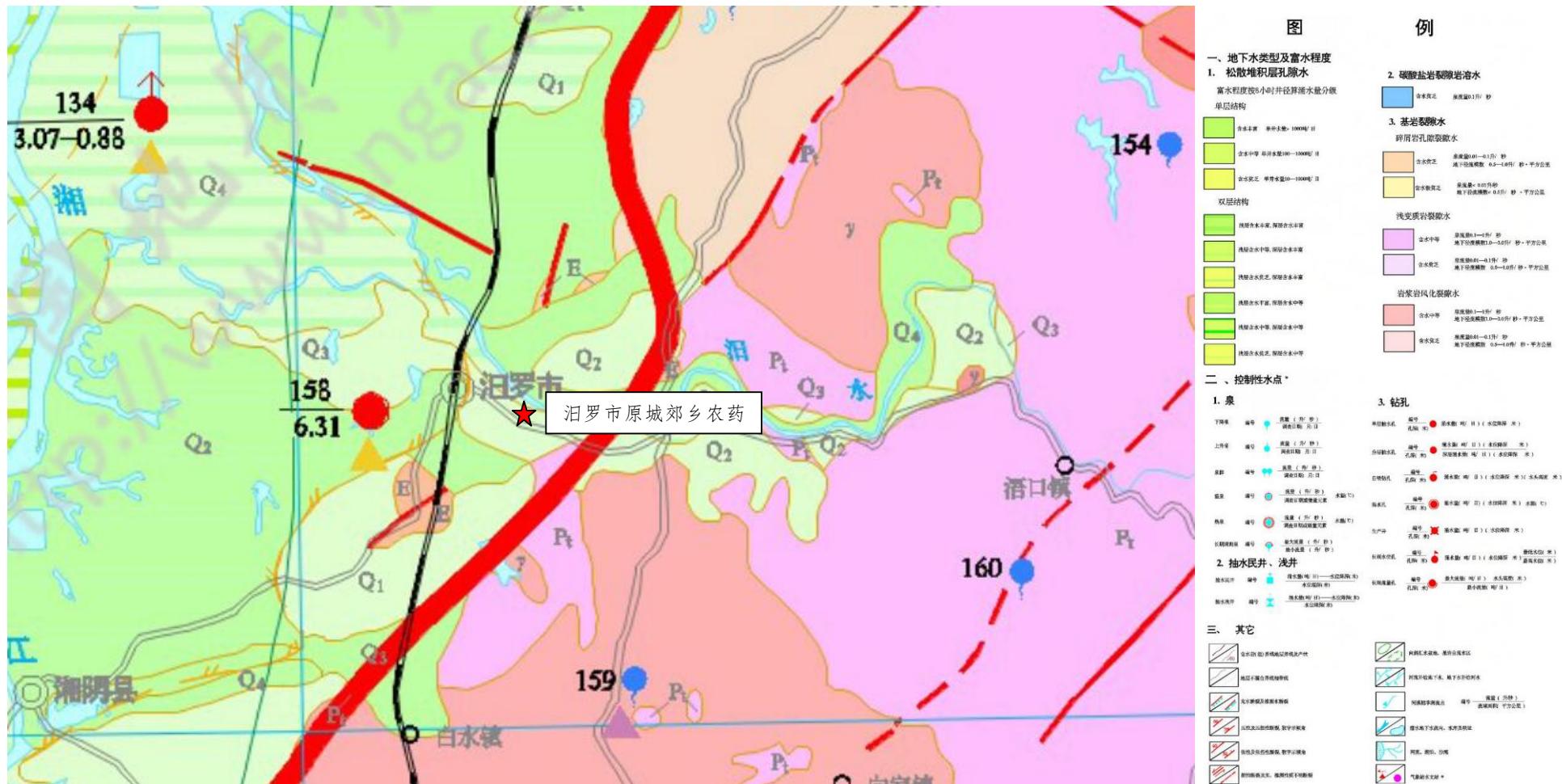


图 2-5 区域水文地质简图

表 2-2 区域水文地质

地下水类型		含水层(组)代号	含水层(组)特征及其富水程度	水化学特征	地下水补迳排及动态变化特征
松散岩类孔隙水	浅层地下水	水量贫乏	Qh	含水层由第四系全新统粉质粘土, 粉土组成单井水量 $5\sim72\text{m}^3/\text{d}$, 水位埋深 $0.5\sim2.10\text{m}$, 潜水	地下水主要补给来源为降水, 地表水及农灌水垂直入渗补给, 次为基岩水侧向补给, 地下水迳流方向一般与地形一致, 区域上由东向西部迳流进入湘江; 此外人工开采及蒸发也是排泄途径。地下水动态与降水地表水关系密切, 水位年变幅 $1\sim4\text{m}$, 其峰值与降水比较一般滞后 $1\sim2$ 个月。
		水量中等	Qh Qp ³	含水层由第四系全新统、上更新统砂层组成, 厚 2m 左右。上部粘土厚 $15\sim18\text{m}$, 地下水位埋 $2.10\sim2.32\text{m}$, 单井水量 $200\sim374\text{ m}^3/\text{d}$	
		水量丰富	Qh Qp ²	含水层由全新统和中更新统细砂、砂砾石组成厚 $6.40\sim39.15\text{m}$, 含水层顶板为淤泥类土及粘性土组成, 厚 $14.85\sim33.52\text{m}$, 水位埋深一般 $1\sim5\text{m}$, 单井水量一般 $1200\sim3000\text{m}^3/\text{d}$, 最大可达 $5985\text{m}^3/\text{d}$	
基岩裂隙水		水量贫乏	Pt $\eta \gamma_5^3$	含水层(组)由冷家溪群变质砂岩、板岩、燕山晚期二长花岗岩。常见泉流量 $0.04\sim0.325\text{ L/S}$, 单井水量一般小于 $10\text{ m}^3/\text{d}$, 水量贫乏。局部构造断裂破碎带, 水量相对较大, 单井水量可达 $67\sim102\text{ m}^3/\text{d}$ 。	地下水补给来源主要为降水, 径流方向与地形基本一致, 由高处向低处运移, 以泉、开采井、侧向迳流补给相邻含水层形式排泄, 地下水动态极不稳定, 明显受降水控制, 显示为明显的滞型季节性变化, 一般滞 $40\sim50$ 天。

(2) 地下水的补给、径流、排泄条件及动态变化特征

该区内各类地下水的补给区与其分布区基本一致，主要接受边界外的补给，排泄场地西侧下游区域，与汨罗江存在互补现象。

研究区地下水主要来源于大气降水的入渗补给，由于地形、地貌、岩层岩性控制，地下水径流短，基本上是降雨就地入渗补给，就近向下游排泄，地下水水位变化主要受气候控制，每年降雨季节，水位提高大、暴雨时水位迅速抬升，过后水位迅速下降。

河流、水库、堰塘、渠道等地表水体的垂向和岸边侧向补给，是区内地下水的又一重要补给来源。境内松散堆积层孔隙水及基岩裂隙水的径流途径长，水力坡度小，枯水期地下水以隐伏形式排泄于汨罗江，补给地表水，丰水期则为地表水补给地下水。

2.4 场地污染状况调查结论

根据广电计量检测（湖南）有限公司的《汨罗市原城郊乡农药厂场地土壤污染状况调查报告》，基于居住用地场地土壤需修复的污染物为甲基对硫磷、杀螟硫磷，修复土方量为 21852m^3 。前期应急处置工程农药污染土壤修复方量为 1753m^3 。地下水需要修复的特征污染因子为甲基对硫磷、二氯甲烷、敌敌畏、甲胺磷，总体修复区域面积是 2915m^2 。应急处置工程遗留废水 90m^3 。

2.5 场地风险评估结论

据湖南省环境保护科学研究院编制的《汨罗市原城郊乡农药厂污染场地风险评估报告》

(1) 风险评估结果

表 2-8 土壤污染健康风险评价结果

开发利用条件	污染物	单位	筛选值	浓度取值 (mg/kg)		风险计算结果	
				表层	下层	致癌风险	非致癌
基坑 0m	甲基对硫磷	mg/kg	-	570.2	146.21		58.54
	杀螟硫磷	mg/kg	-	17.67	2.58		0.86
开发利用条件	污染物	单位	筛选值	浓度取值 (mg/kg)		风险计算结果	
				表层	下层	致癌风险	非致癌
基坑 5m	甲基对硫磷	mg/kg	-	284.8	54.64		29.24
	杀螟硫磷	mg/kg	-	4.66	2.14		0.24
开发利用条件	污染物	单位	筛选值	浓度取值 (mg/kg)		风险计算结果	
				表层	下层	致癌风险	非致癌
基坑 10m	甲基对硫磷	mg/kg	-	76.68	0.14		7.87
	杀螟硫磷	mg/kg	-	2.686	0		0.14

甲基对硫磷、杀螟硫磷没有致癌斜率因子参数，因此无法评估其致癌风险，甲基对硫磷存在非致癌风险，杀螟硫磷不存在非致癌风险，《污染场地风险评估技术导则》中缺少杀螟硫磷参数，本次该污染物风险评估参数参考治螟磷。

主要致癌或非致癌暴露途径为经口摄入，其次为皮肤接触、吸

入土壤颗粒物暴露途径导致风险最低。

对于甲基对硫磷和杀螟硫磷（参考治螟磷）来说，《污染场地风险评估技术导则》中没有该污染物的 *IUR*: 呼吸吸入单位致癌因子, $\text{m}^3 \text{ mg}^{-1}$, 因此无法计算出污染物的 *SFi*: 呼吸吸入致癌斜率因子: $(\text{mg 污染物} \cdot \text{kg (土壤)}) / (\text{kg}^{-1} \text{ (体重)} \cdot \text{d}^{-1})^{-1}$, 而关于吸入的暴露途径致癌风险如吸入土壤颗粒物、室内蒸汽入侵（包括表层和下层）、室外蒸汽入侵等涉及到吸入的暴露途径致癌风险均需要该参数, 且由于两种污染物亦不存在经口摄入致癌斜率因子 *SFO*, 无法根据外推公式计算其皮肤接触致癌风险, 因此两种污染物不存在致癌风险计算过程。

对于非致癌风险、甲基对硫磷和杀螟硫磷（参考治螟磷）缺乏 *RfC*: 呼吸吸入参考浓度, mg m^{-3} 参数, 因此涉及到吸入的暴露途径如吸入土壤颗粒物、室内外蒸汽入侵的非致癌风险均无法计算。

（2）风险控制值计算结果

甲基对硫磷的风险控制为 16.28 mg/kg , 根据美国 RSL(2016. 5) 标准, 其筛选值为 16 mg/kg , 为防止过度修复, 甲基对硫磷的修复目标值定为 16.28 mg/kg ; 由于《污染场地风险评估技术导则》污染物数据库中缺少杀螟硫磷的相关参数, 本次评估参考治螟磷进行, 其风险控制值计算结果为 19.48 mg/kg , 因此将其风险控制值计算结果作为其修复目标值, 即 19.48 mg/kg 。

（3）土壤需修复方量

该场地土壤中污染物为重金属和半挥发性污染物, 主要暴露途径为经口摄入、皮肤接触和吸入土壤颗粒物, 模型默认表层厚度为 0.5 m , 鉴于本场地 $0.5\text{--}2 \text{ m}$ 土层污染仍较重, 若存在开挖深度小于 2 m 区域, 建

议修复深度达到2m。若实际开挖深度非本报告拟定深度，清挖土壤修复目标值以本报告所确定的全暴露途径风险控制值为准，各层污染土壤方量见下表。

表 2-9 场地土壤修复方量

修复土层	埋深 (m)	方量 (m ³)
一层	0-2	3517. 36
二层	2-5	5644. 59
三层	5-7	3690. 72
四层	7-10	1584. 21
应急处置工程		1753
共计	0-10	16189. 88

2. 5. 1 地下水

不考虑饮用水途径，地下水中的二氯甲烷、敌敌畏均不存在风险，其中甲基对硫磷和甲胺磷由于缺少参数无法计算其风险，但其均为半挥发性有机污染物，甲胺磷和甲基对硫磷在土壤中的风险控制值分别为 1. 95mg/kg、9. 74mg/kg，且地下水中的污染物挥发暴露需经过土壤层，甲胺磷土壤安全浓度大于地下水最大浓度值，因此甲胺磷在不饮用条件下不存在风险，根据污染物毒性参数和理化参数参照美国环保局综合风险信息系统、临时性同行审定毒性数据和区域筛选值的最新发布数据变化，甲基对硫磷尚不存在气态污染物暴露途径，因此考虑甲基对硫磷不存在地下水气态污染物挥发途径，经上述分析，该场地地下水在不饮用条件下，不存在健康风险。

表 2-10 地下水风险评估结果一不考慮飲用途径

编号	污染物名称	地下水井	
		风险值	危害商
1	二氯甲烷	1. 63E-10	5. 21E-04
2	甲基对硫磷	-	-
3	敌敌畏	5. 59E-12	2. 5E-06
4	甲胺磷	-	-

第3章 场地修复范围及目标

本次场地修复范围及目标皆使用风险评估报告所确定的范围值及目标值。

3.1 场地修复范围

3.1.1.1 具体土壤修复范围与方量

本次污染场地修复过程中修复区域的划定是采用《土壤环境质量标准建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）筛选值进行判别，出于保护人体健康的考虑，充分考虑各种不利因素，同时在建立暴露评估及毒性评估模型过程中做了大量保守性的假设，确保该修复目标值能够充分起到保护人体健康的目的。因此本项目将根据风险评估计算的修复目标值为标准，通过 ArcGIS 软件交叉验证对比几种判断浓度分布的插值方法，如反距离权重法、普通克里金法和样条函数法平均误差（ME）和均方根误差（RMSE），确定反距离权重法对于污染物浓度预测更精确，分别对土壤（0-2m、2-5m、5-7m、7-10m）土壤污染物浓度最大值进行插值分析，确定污染范围。

需要注意的是，通过场地调查及风险评估得出的场地修复范围是基于最大覆盖率的保守值，是由场地调查中确定的超标采样点外推至网格布点中与之相邻的所有未超标采样点的全部面积组成，可能会大于实际污染区域，精确的场地修复范围需要在下一阶段的修复工程中在本次确定的修复范围基础上通过进一步加密布点的方式确定。

（1）一层（0-2m）

一层各污染物污染范围见图3-1，总污染范围及折点见3-2，该

部分需修复面积为 1758.68m^2 ，修复方量为 3517.36m^3 。

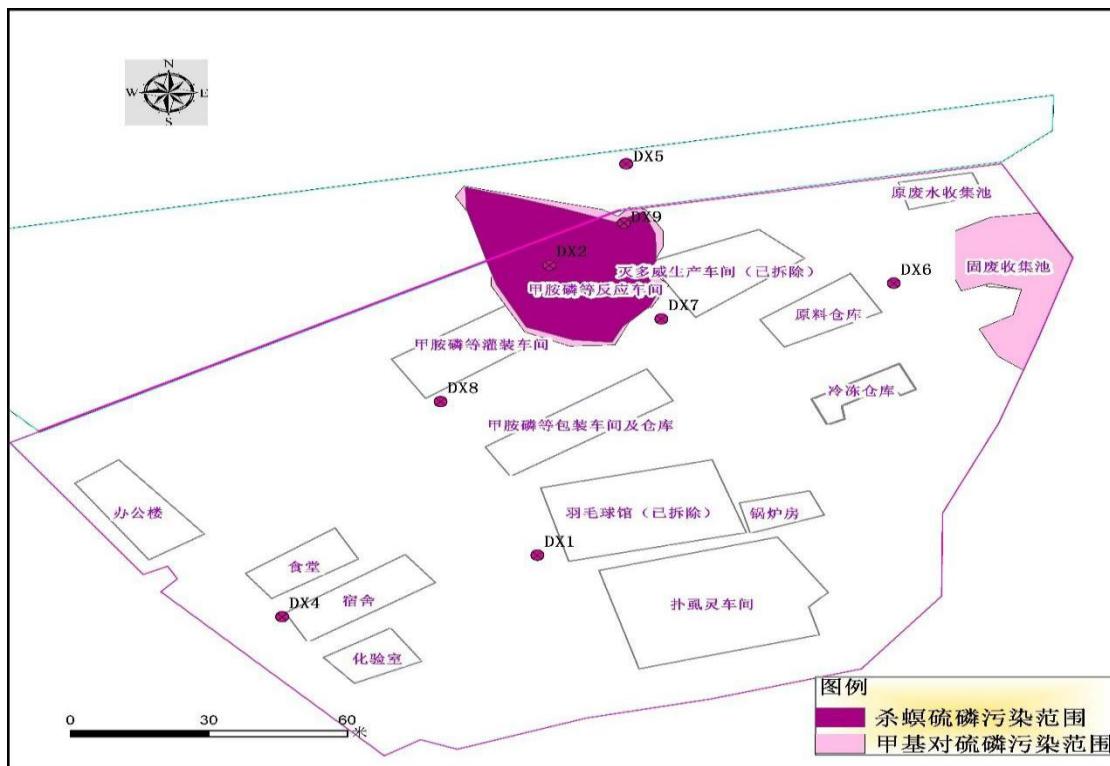


图 3-1 一层主要污染物污染范围图

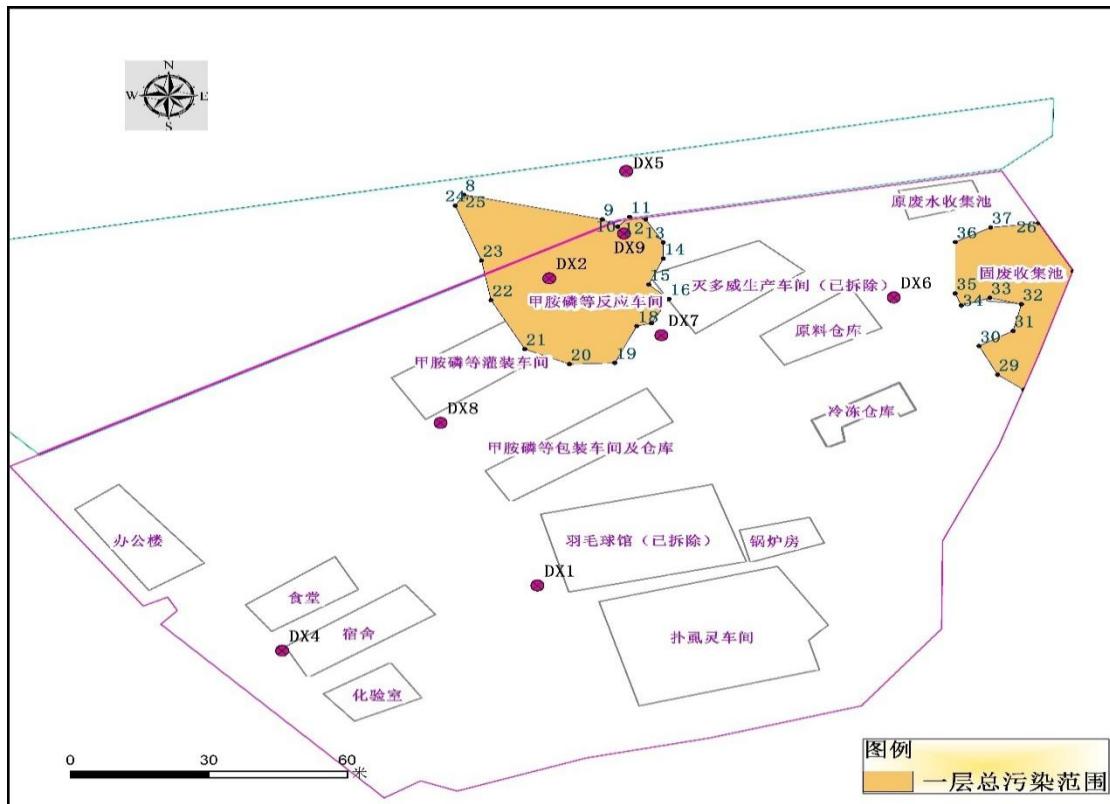


图 3-2 一层总污染范围图

(2) 二层 (2-5m)

二层各污染物污染范围见图3-3，总污染范围及折点见3-4，该部分需修复面积为 1881.53m^2 ，修复方量为 5644.59m^3 。

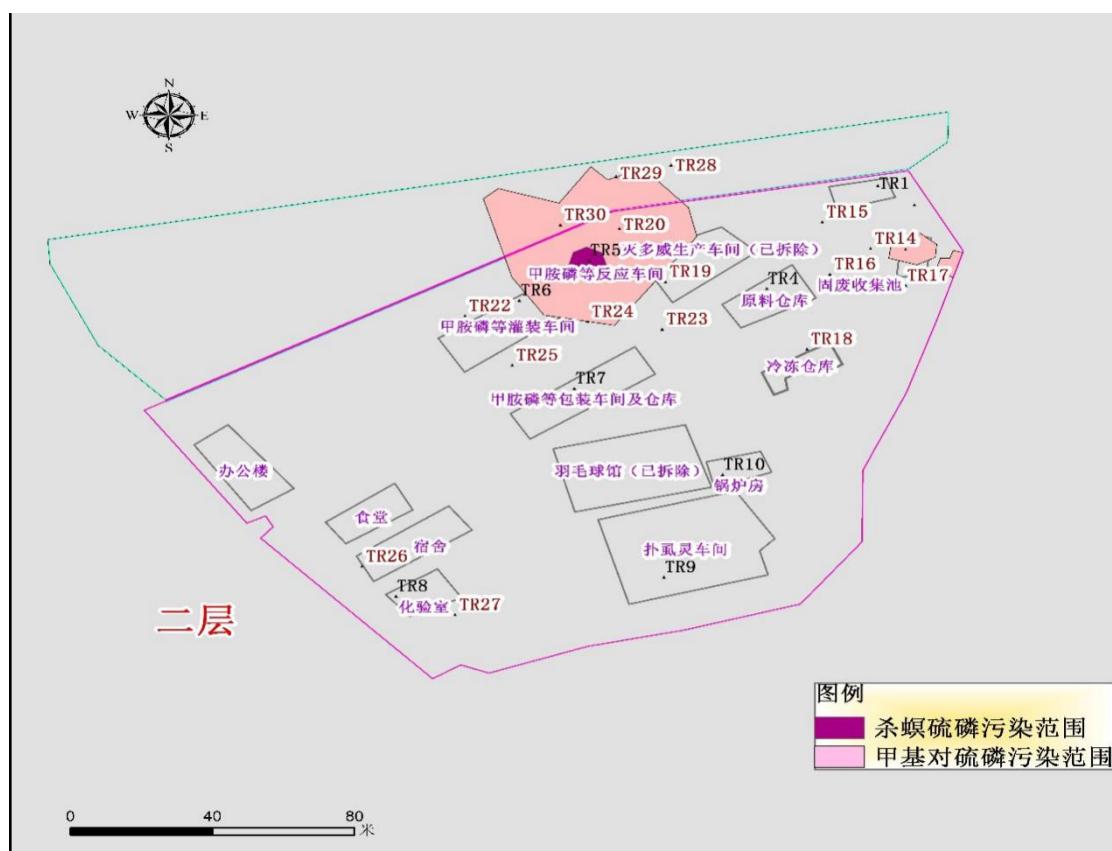
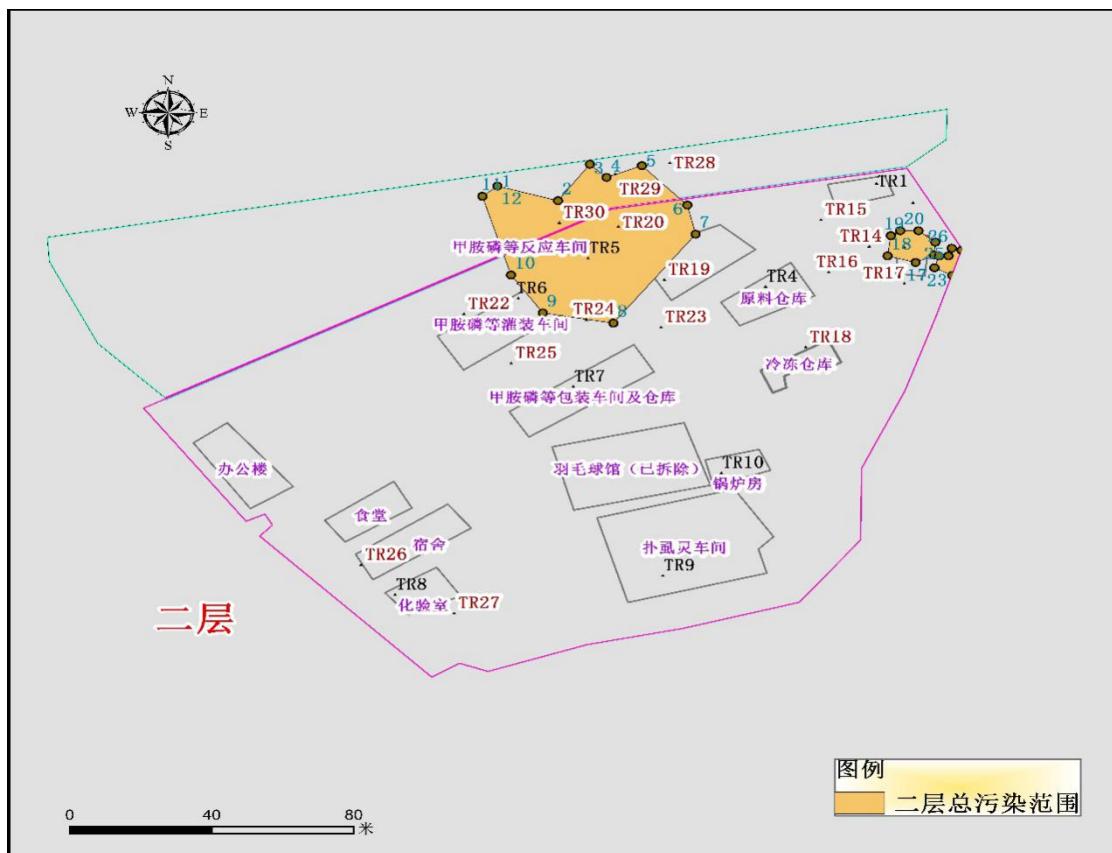


图 3-3 二层主要污染物污染范围图



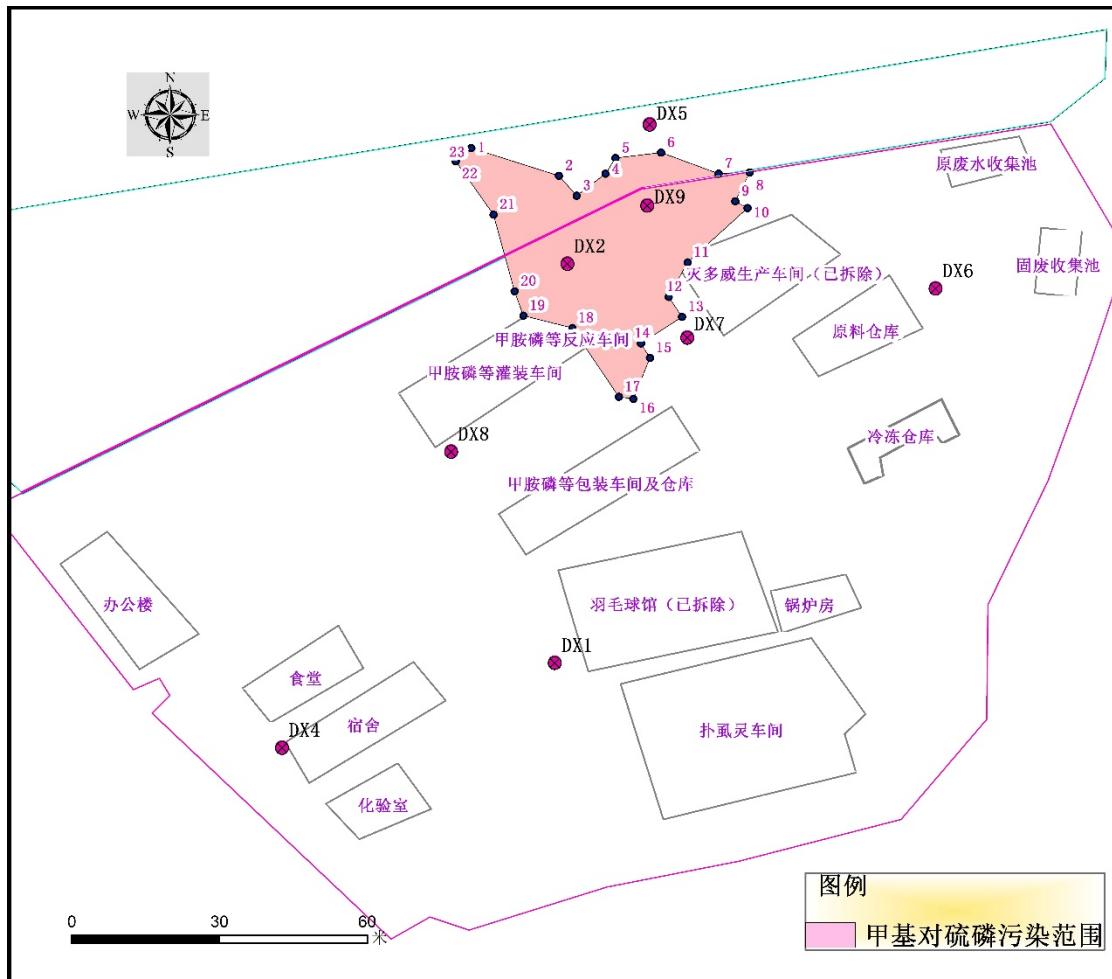


图 3-5 三层主要污染物污染范围图

(4) 四层 (7-10m)

四层各污染物污染范围见图3-6, 该部分需修复面积为 $528.07m^2$,
修复方量为 $1584.21m^3$ 。

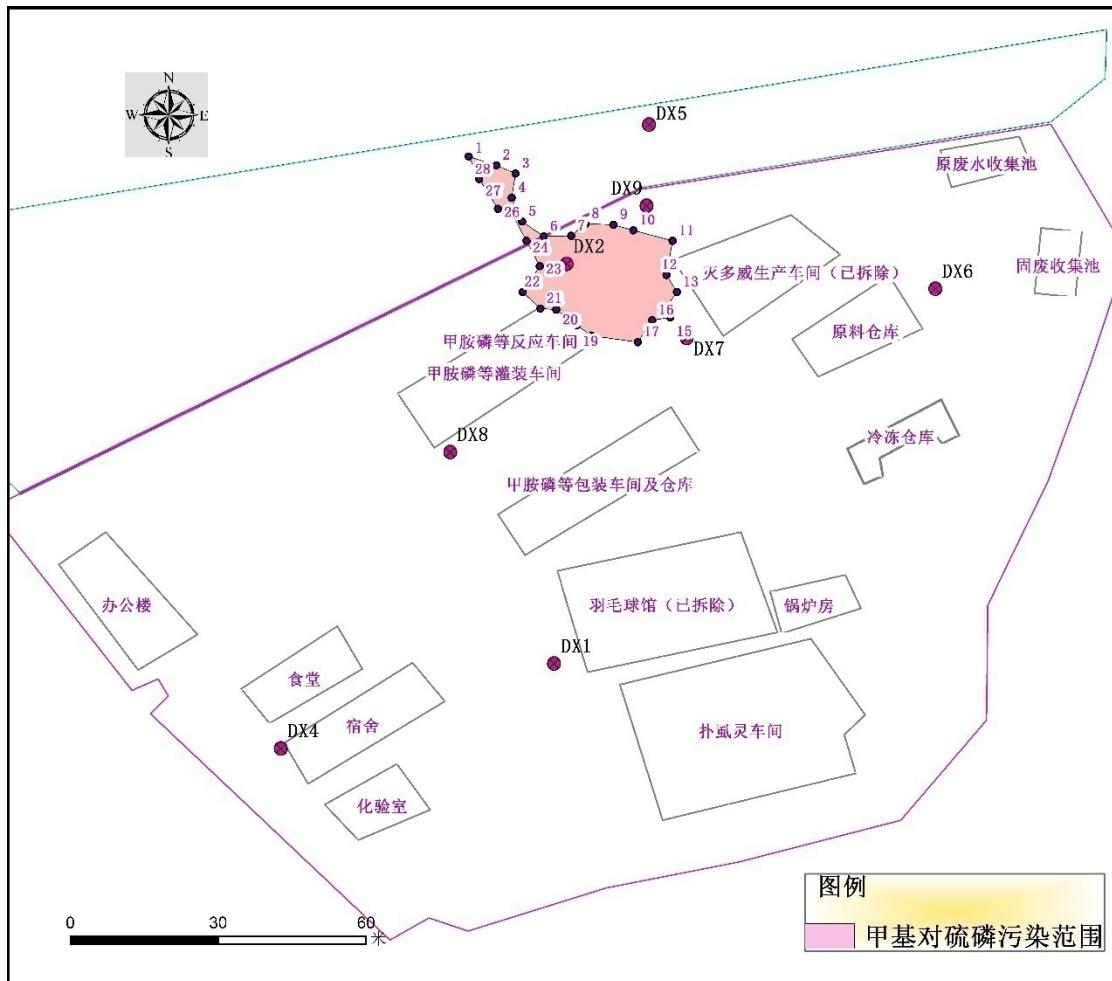


图 3-6 四层主要污染物污染范围图

该场地土壤中污染物为重金属和半挥发性污染物，主要暴露途径为经口摄入、皮肤接触和吸入土壤颗粒物，模型默认表层厚度为0.5m，鉴于本场地0.5-2m土层污染仍较重，若存在开挖深度小于2m区域，建议修复深度达到2m。若实际开挖深度非本报告拟定深度，清挖土壤修复目标值以本报告所确定的全暴露途径风险控制值为准。

表 3-1 场地土壤修复方量

修复土层	埋深 (m)	方量 (m ³)
一层	0-2	3517. 36
二层	2-5	5644. 59
三层	5-7	3690. 72
四层	7-10	1584. 21
应急处置工程		1753
共计	0-10	16189. 88

3.2 场地修复目标

根据湖南省环境保护科学研究院编制的污染场地风险评估报告确定污染物的风险控制值如下表。

污染物	土壤风险控制值	参照标准
甲基对硫磷	16. 28mg/kg	美国 RSL (2016. 5) 标准
杀螟硫磷	19. 48mg/kg	《污染场地风险评估技术导则》
注：本次评估杀螟硫磷的相关参数参考治螟磷进行		

第4章 修复技术筛选

4.1 土壤修复技术简述

4.1.1 土壤污染治理与修复技术概述

土壤是人类赖以生存的主要自然资源之一，也是人类生态环境的重要组成部分。土壤是由矿物质、动植物残体腐解产生的有机物质、土壤生物、水分和空气等固、液、气三相组成的。土壤污染的风险主要包括：一是耕地污染影响农产品质量。土壤污染影响农作物生长，造成减产。农作物可能会吸收和富集某些污染物，影响农产品质量，给农业生产带来经济损失；长期食用超标农产品可能严重危害人体健康。二是危害人体居环境安全。住宅、商业、工业等建设用地土壤污染可能通过经口摄入、呼吸吸入和皮肤接触等方式危害人体健康。污染地块未经治理修复就直接开发，会给有关人群造成长期的危害。三是威胁生态环境安全。土壤污染影响植物、动物（如蚯蚓）和微生物（如根瘤菌）的生长和繁衍，危及正常的土壤生态过程和生态服务功能，不利于土壤养分转化和肥力保持，影响土壤的正常功能。土壤中的污染物，可能发生转化和迁移，继而进入地表水、地下水和大气环境，影响其他环境介质，可能会对饮用水源造成污染。虽然土壤自身的净化作用可以减少土壤中污染物的污染程度，但是如果进入土壤中的污染物含量在数量和速度上超过土壤的自净能力，即超过土壤的环境容量，终将会导致土壤的污染。土壤污染在中国已成为一个日益严重的问题。这些污染场地的存在带来了双重问题：一方面是环境和健康风险；另一方面是阻碍了城市建设地方经济的发展。解决此问题

最直接方法是场地修复。

纵观世界各国土壤污染防治历程，结合城市开发建设环境改善，针对污染地块的治理修复较为普遍，其主要目的是规避人居环境风险，将治理修复措施作为风险管控的一类手段。保护和改善土壤环境质量，要以切断污染来源作为基本前提。由于土壤污染具有累积性，若不能有效减少污染物输入，对污染源实施有效治理，即使采取了保护、管控、治理与修复措施，也难以达到保护和改善土壤环境的目的。因此，研究制定土壤污染防治对策，均要先对污染源开展系统评估和解析，全面了解污染源空间分布、排放污染物种类、排放量、传输途径、最终去向等，以采取针对性处理措施。

4.1.2 污染土壤治理与修复技术筛选

甲基对硫磷、杀螟硫磷属半挥发性有机物。

甲基对硫磷理化性质：

熔点（℃）：35～36。

沸点（℃）：158℃/266.6 Pa。

相对蒸气密度（空气=1）：

蒸气压（kPa）：1.29 MPa（20℃）。

稳定性和反应活性：在中性或弱酸性介质中较稳定，常温下贮存一年，有效成分含量无显著变化。

禁配物：强氧化剂。

危险特性：遇明火、高热可燃。受热分解，放出磷、硫的氧化物等毒性气体。在碱液中能迅速分解。

溶解性：微溶于石油醚，易溶于脂肪族和芳香族的卤素化合物中，难溶于水及石油。

杀螟硫磷理化性质：

【密 度】 1.3227 稳定性 遇碱水解，在30℃、0.01mol氢氧化钠中的半衰期为272min，蒸馏会引起异构化

【熔 点】 0.3℃ 沸点：140~145℃/13.3Pa 溶解性 不溶于水（14mg/L），但可溶于大多数有机溶剂中。在脂肪烃中溶解度低

【蒸汽压】 0.80mPa (20℃)

【危险标记】 14（有毒品），34（易燃液体）

适用于本场地有机物污染土壤的潜在修复技术包括：1) 化学氧化技术；2) 热脱附技术；3) 水泥窑协同处置技术；4) 气相抽提技术；5) 生物通风技术。

4.1.2.1 化学氧化

原理：通过氧化作用使土壤或地下水中的污染物转化为无毒或相对毒性较小的物质。常见的氧化剂包括高锰酸盐、过氧化氢、芬顿试剂、过硫酸盐和臭氧。化学氧化处理技术具有处理时间短、效果好，费用较低等优点。

化学氧化使用方法包括原位化学氧化 (ISCO) 和异位化学氧化 (ESCO)。原位化学氧化技术是通过直接向地下通过注入井注入化学氧化剂，异位化学氧化是通过清挖，在搅拌设备中将化学氧化剂与土壤混合均匀。原位化学氧化技术由于受到多条件的限制，如氧化剂在地下的反应以及土壤含水层非均质性影响着氧化剂的迁移；部分氧化

剂（如过氧化氢）需要特定的土壤 pH 条件下才能发挥最佳的氧化效果；部分氧化剂（如过氧化氢和臭氧）在地下反应速度快而存在时间短；在使用强氧化剂时存在一定的健康和风险问题（带来废气释放等）；部分氧化剂氧化产生的副产物会降低土壤的渗透性。同时，原位化学氧化技术处理的整个过程中需要全过程监测，通过注射井或提取井可用于监测地下污染物的变化和氧化剂的变化，监测观察是否有地下污染物的反弹，了解有机污染物被氧化的程度判断氧化剂的氧化效果。根据监测结果来判断是否需要进一步的添加氧化剂，最终更彻底、更经济的降解地下污染物。

化学氧化技术可处理石油烃、BTEX（苯、甲苯、乙苯、二甲苯）、酚类、MTBE（甲基叔丁基醚）、含氯有机溶剂、多环芳烃、农药等大部分有机物。

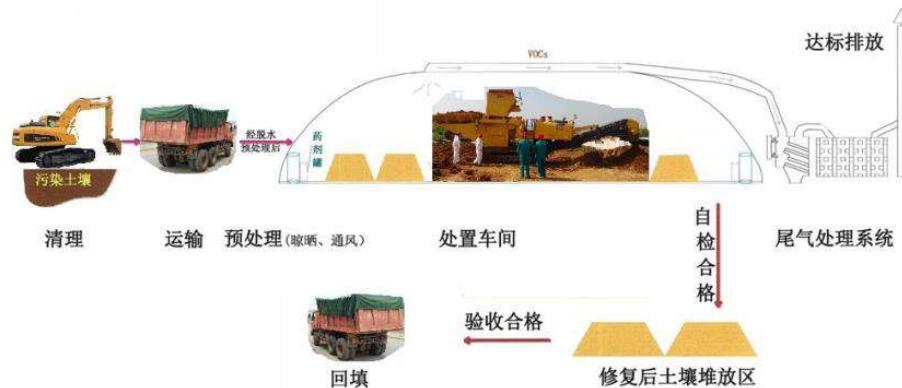


图 4-1 异位化学氧化示意图

4.1.2.2 热脱附技术

热脱附又称为热解吸技术，其原理是通过直接或间接加热，将污染土壤加热至目标污染物的沸点以上，通过控制系统温度和物料停留

时间有选择地促使污染物气化挥发，使目标污染物与土壤颗粒分离去除。从目前世界各国对该技术的应用情况及其应用效果来看，热脱附技术基本胜任土壤中挥发性和半挥发性的有机化合物的处理，修复效果较好，适用的污染物浓度范围也比较宽泛，几乎涵盖各种污染浓度。该技术还同时适用于处理土壤中的多种不同沸点有机污染物的处理。工艺流程如图 4-2 所示。

从图中可知，该技术有 2 个单元组成，第一单元为加热单元，该单元的主要功能是加热土壤使其升温，将土壤中的有机物挥发形成气态物质；第二单元为气态污染物处理单元。该单元气态污染物的处理方式可依有机物性质、浓度及经济性等因素选择冷凝、吸附或燃烧等方式。用燃烧方式处理含氯气态污染物会产生酸性气体，该气体可通过淋洗塔用碱液洗除，并通过烟气“急冷”，可有效避免二噁英的产生，最终达标排放。

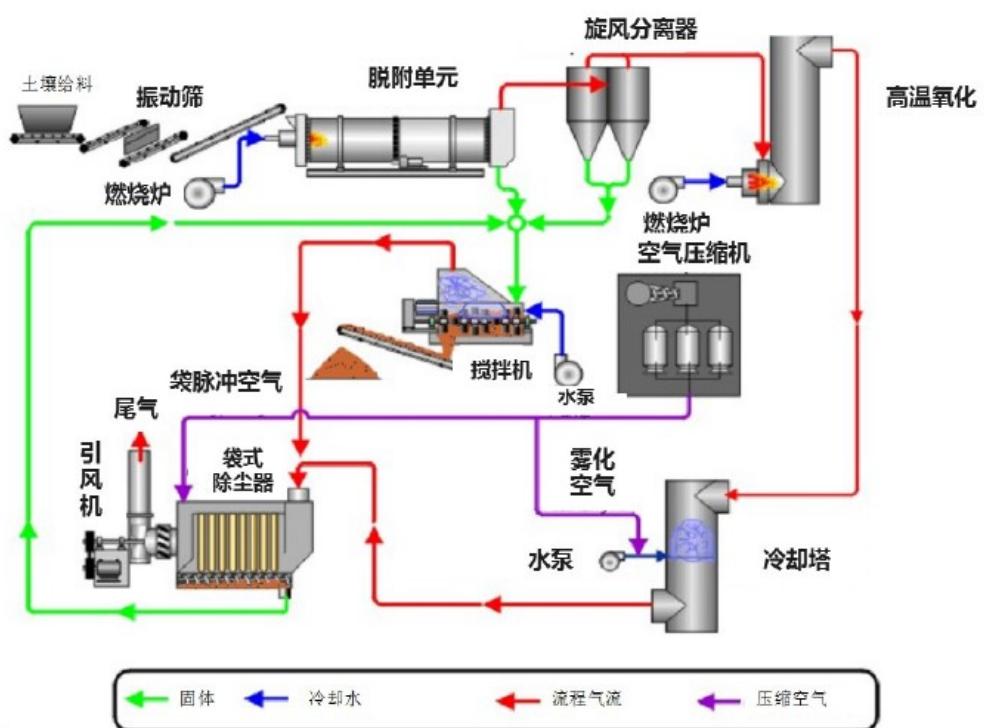


图 4-2 典型热脱附修复技术工艺流程

4.1.2.3 水泥窑协同处置技术

该技术是将污染土壤在高温段投入回转窑，通过与其他物料混合形成物理封闭或发生化学反应提高污染物质的稳定性，从而达到降低污染介质中污染物活性的目的。图 4-3 为水泥窑协同处置流程示意图。该技术主要利用水泥回转窑内的高温、气体长时间停留、热容量大、热稳定性好、碱性气氛、无废渣排放等特点，在生产水泥熟料的同时，焚烧处理废弃物，既可有效节省资源，又能保护环境，具有良好的经济、社会效益。

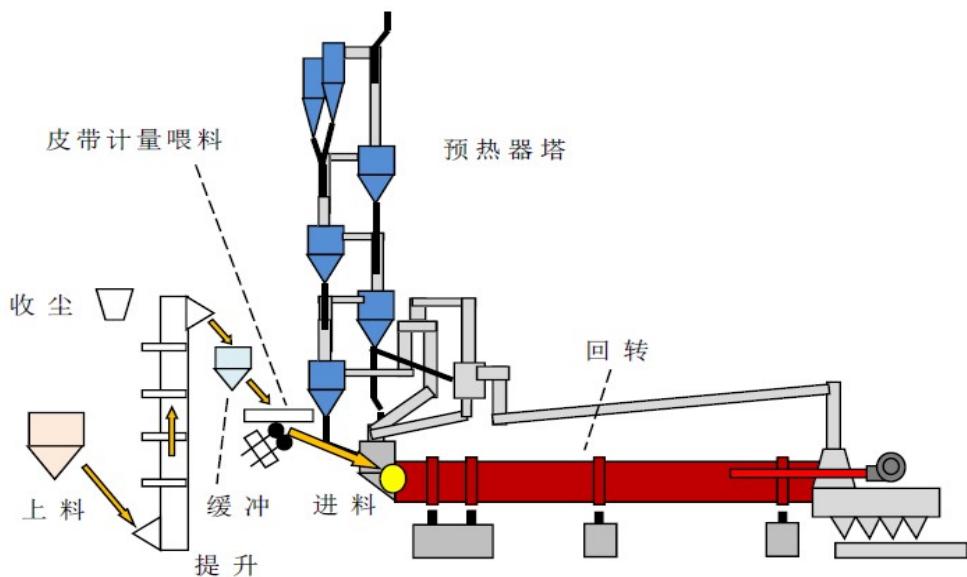


图 4-3 水泥窑协同处置工艺示意图

4.1.2.4 气相抽提技术 (SVE)

气相抽提是一种非饱和带土壤修复技术，它是通过一定设备在土壤内产生真空，通过空气流将土壤中挥发性和某些半挥发性污染物带出地面，再进行处理。典型的原位气相抽提系统见图 4-4。

气相抽提机理是将新鲜空气通过进气井注入土壤污染区域，利用

真空泵/引风机产生负压，由空气解吸并夹带土壤中的有机物，经由抽气井流回到地面上收集并处理。抽出的尾气经净化处理达标后可排入大气或重新注入地下循环使用。系统包括进气井、抽气井、真空泵/引风机、气液分离装置、气体收集管道、气体净化与处理设备以及辅助设施。

修复原理：VOCs 在土壤中主要有 4 种存在形式：气相、溶解相、非水相流体 (NAPL) 相、吸附相。气相是指污染物挥发进入气体的部分，溶解相是指污染物溶于水部分，非水相流体 (NAPL) 相是指污染物以液态形式存在于土壤孔隙中的部分，吸附相是指污染物吸附在土壤颗粒上的部分。NAPL 进入土壤后，部分进入水中，同时有部分挥发进入气相中，而气相中污染物蒸汽处于饱和状态。气相抽提开始后，土壤孔隙中的空气被抽出，气相中污染物浓度降低，NAPL 相、吸附相和溶解相的污染物不断向气相转移，污染物以土壤气为载体逐渐被去除。在气相抽提初期，污染物主要以 NAPL 相存在，NAPL 相对气相的相间传质起主导作用，尾气中污染物浓度较高。随着气相抽提的运行，NAPL 相消失后，只有溶解相和吸附相向气相发生转移，尾气中污染物浓度会急剧降低并维持在一个较低水平，产生“拖尾”效应，导致该效应的主要原因是土壤孔隙不均造成的优先流和污染物组分挥发性程度的差异。

气相抽提主要用于挥发性较强的有机污染修复，且要求土壤质地均一、渗透性好、孔隙率大、含水率小及地下水位较低。

气相抽提的修复成本相对低廉，与污染物浓度及其分布、土壤的

渗透性和各项异质性、修复目标等因素有关，约合 $26\text{-}78 \text{ 美元}/\text{m}^3$ ，修复时间为 6-12 个月。整个费用中，尾气处理费用约占总费用的 50%，因而采取经济、高效的尾气处理方法可以大幅度降低成本。研究发现，在修复过程后期，进行间歇操作或强化气相抽提生物降解作用，可减少尾气处理成本，提高单位能耗净化效率。

在工程实施中，为了提高气相抽提技术的修复效果，多种气相抽提增强技术得到了研究和发展，例如高温空气注入技术通过直接加热污染土壤到足够高的温度，可使有机污染物迅速从污染土壤中解吸挥发出来。

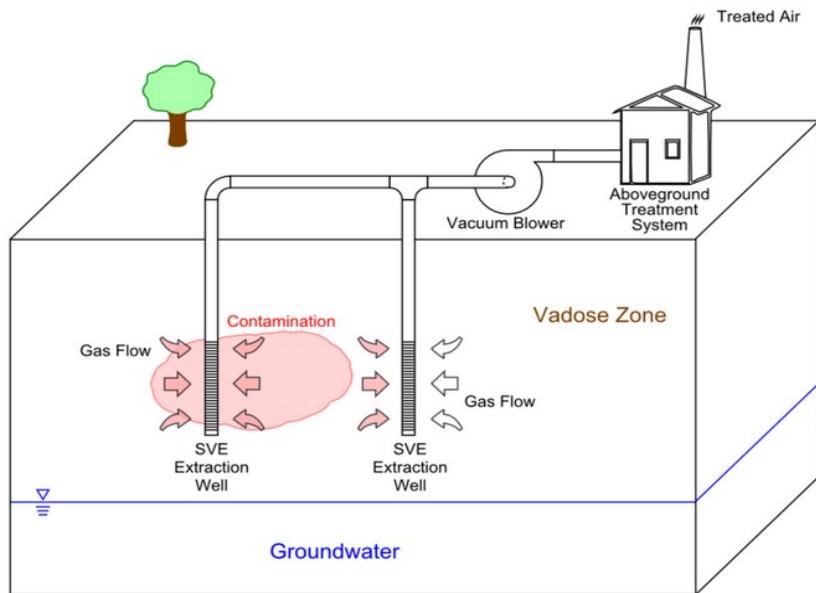


图 4-4 典型的原位气相抽提系统

4. 1. 2. 5 生物通风技术 (BV)

生物通风技术是在气相抽提技术上发展而来的，通过向土壤中供给空气或氧气，依靠微生物的好养活动，促进污染物降解；同时利用土壤中的压力梯度促使半挥发性有机物及降解产物流向抽气井，被抽提去除。可通过注入热空气、营养液、外源高效降解菌剂的方法对污

染物去除效果进行强化。生物通风法使用的基本设施包括：鼓风机、真空泵、抽提井、注入井和供营养渗透至地下的管道等。

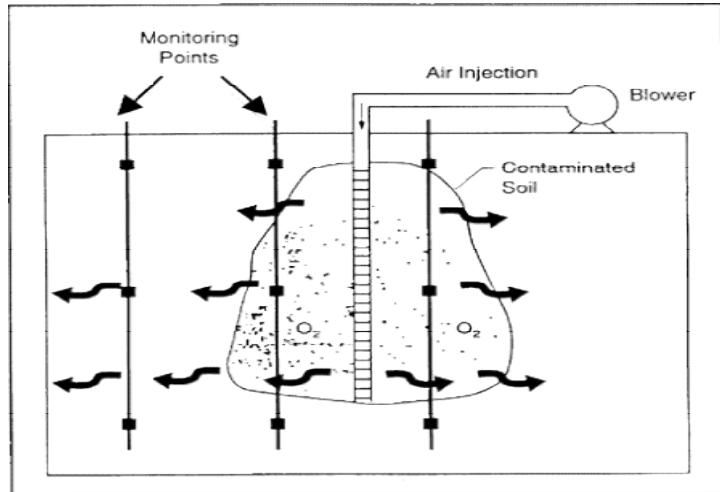


图 4-5 生物通风技术工艺流程示意图

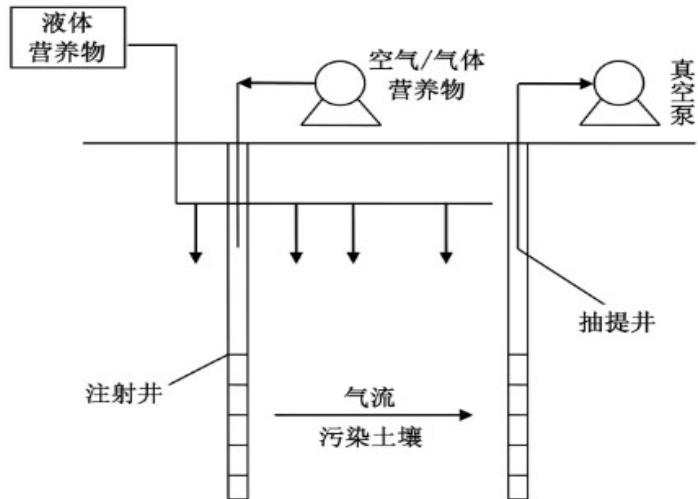


图 4-6 生物通风技术与气相抽提联用

生物通风法具有以下优点：

- ①生物通风不涉及土壤挖运，不破坏土壤结构，对地下水的扰动小，且涉及安装简便易行；相对于其他处理技术其费用较低。
- ②应用范围较宽，不仅能用于轻组分挥发性有机物，如汽油和柴油；还能用于重组分挥发性有机物，如燃料油等；另外也可用于其它的挥发或半挥发组分；同时该技术还能修复低渗透性，高含水率的土

壤。

③操作灵活，可以与其它技术复合使用，如给土壤注入纯氧气、添加表面活性剂或添加工程菌等，也可与修复地下水的空气搅拌或生物曝气技术相结合。

④环境副作用小，该项技术中为主的微生物处理只是一个自然过程的强化，最终产物是二氧化碳、水和脂肪酸，如果中间产物是污染物的话，在出口处安装气体净化装置就可以避免二次污染。

针对以上土壤修复技术，就其技术适用性、技术成熟度、修复时间、治理成本、环境风险进行分析，具体情况见下表。

表 4-1 土壤治理、修复技术总结表

修复技术	适用性	局限性	技术成熟性	修复(防控)时间	本工程治理成本	环境风险	结论
化学氧化技术	适用于污染土壤。其中，化学氧化可处理石油烃、BTEX、酚类含氯有机溶剂、多环芳烃、农药等大部分有机物。	可能产生中间产物，毒性更大。	国内已有工程应用	时间中等	中等	低至中	不考虑
热脱附	(1) 对挥发性和半挥发性有机化合物比较有效，辅以合适的尾气处理系统，适应的污染物浓度水平也比较广泛。(2) 采用原地修复，节约污染土壤运输费用。	在现场建设热脱附设备；需要准确控制反应器温度和土壤停留时间；受设备处理规模限制，影响处理进度。	技术成熟/国内常用技术	时间中等	较高	低至中	可以考虑
水泥窑协同	用于污染土壤，可处理有机污染物及重金属。	处理周期与水泥生产线的生产能力及污染土壤添加量相关，添加量一般低于水泥熟料量的4%。	技术成熟/国内常用技术	时间中等	中等	中等	周边无水泥窑
气相抽提技术	适用于挥发和半挥发性的土壤。	对土壤的物理性质，地质条件以及污染物浓度均有较高的要求。	国内已有工程应用	时间长	中到高	低至中	不考虑
生物通风技术	好氧微生物可以降解多环芳烃。设备技术成熟，施工与运行简单。	多环芳烃生物降解效率低；需要长时间占用土地，不利于土地的再利用。	技术成熟/国内偶有应用	时间长	较低	低至中	不考虑

通过以上综合比选，本项目推荐采用技术成熟，在国内应用比较广泛的热脱附技术进行此类污染土壤的处置。

4.1.3 热脱附技术筛选

热脱附技术分为原位热脱附和异位热脱附，同时异位热脱附又分为直接热脱附和间接热脱附。

4.1.3.1 原位热脱附

原位热脱附技术是石油污染土壤原位修复技术中一项重要手段，主要用于处理一些比较难开展异位环境修复的区域，例如，深层土壤以及建筑物下面的污染修复。原位热脱附技术是将污染土壤加热至目标污染物的沸点以上，通过控制系统温度和物料停留时间有选择地促使污染物气化挥发，使目标污染物与土壤颗粒分离、去除。热脱附过程可以使土壤中的有机化合物挥发和裂解等物理化学变化。当污染物转化为气态之后，其流动性将大大提高，挥发出来的气态产物通过收集和捕获后进行净化处理。

原位热脱附技术特别适合重污染的土壤区域，包括高浓度、非水相的、游离的以及源头的有机污染物。目前，原位热脱附技术可用于处理的污染物主要为含氯有机物(CVOCs)，半挥发性有机物(SVOCs)，石油烃类(TPH)，多环芳烃(PAHs)，多氯联苯(PCBs)以及农药等。

目前，主要应用的热脱附技术为电阻热脱附技术(ERH)、热传导热脱附技术(TCH)以及蒸汽热脱附技术(SEE)。在实际应用过程中，基于复杂的土壤水文地质环境，往往是 SEE 和 ERH 以及 SEE 和 TCH 联合处理污染土壤，其中 SEE 一般为补充热源。此外，TCH 技术也在土壤

异位热脱附过程中成熟应用。

不同的热脱附技术对不同的污染物具有选择性，例如，蒸汽热脱附(SEE)对PAHs相比于其他热脱附技术有比较好的处理效果。虽然大部分PAHs沸点高于100°C，但是热蒸汽可以处理这种混合废物的大部分组分。然而，对于高分子量的含氯以及高沸点的有机化合物，采用热传导热脱附技术(TCH)比较有优势。一般情况下，热传导技术的处理效果是最好的。热传导可以处理多氯联苯、五氯苯酚以及煤焦油等难降解的有机化合物。不同的土壤地质环境相应的热脱附处理技术也不同，一般情况下，土壤环境渗透性较高的区域采用蒸汽热脱附(SEE)方式，相比较低的地区采用电阻热脱附(ERH)和热传导热脱附(TCH)技术。

4.1.3.2 直接热脱附

直接热脱附由进料系统、脱附系统和尾气处理系统组成。

进料系统：通过筛分、脱水、破碎、磁选等预处理，将污染土壤从开挖区运送到脱附系统中。

脱附系统：污染土壤进入热转窑后，与热转窑燃烧器产生的火焰直接接触，被均匀加热至目标污染物气化的温度以上，达到污染物与土壤分离的目的。

尾气处理系统：富集气化污染物的尾气通过旋风除尘、焚烧、冷却降温、布袋除尘、碱液淋洗等环节去除尾气中的污染物。

4.1.3.3 间接热脱附

间接热脱附由进料系统、脱附系统和尾气处理系统组成。

与直接热脱附的区别在于脱附系统和尾气处理系统。

脱附系统：燃烧器产生的火焰均匀加热转窑外部，污染土壤被间接加热至污染物的沸点后，污染物与土壤分离，废气经燃烧直排。

尾气处理系统：富集气化污染物的尾气通过过滤器、冷凝器、超滤设备等环节去除尾气中的污染物。气体通过冷凝器后可进行油水分离，浓缩、回收有机污染物。

主要设备包括进料系统：如筛分机、破碎机、振动筛、链板输送机、传送带等；脱附系统：回转干燥设备或是热螺旋推进设备；尾气处理系统：旋风除尘器、二燃室、冷凝器、淋洗塔、超滤设备等

针对以上土壤热脱附修复技术，就其技术适用性、技术成熟度、修复时间、治理成本、环境风险进行分析，具体情况见下表。

表 4-2 热脱附修复技术总结表

修复技术	适用性	局限性	技术成熟性	修复(防控)时间	本工程治理成本	环境风险	结论
原位热脱附	对挥发性和半挥发性有机化合物比较有效，辅以合适的尾气处理系统，适应的污染物浓度水平也比较宽泛。	主要应用于不适合采用异位环境治理的区域	国内已有工程应用	时间中等	中等	低至中	不考虑
异位直接热脱附	对挥发性和半挥发性有机化合物比较有效，辅以合适的尾气处理系统，适应的污染物浓度水平也比较宽泛。	含氯有机物治理中容易产生二噁英	技术成熟/国内常用技术	时间中等	中等	中等	有机物中含氯
异位间接热脱附	对挥发性和半挥发性有机化合物比较有效，辅以合适的尾气处理系统，适应的污染物浓度水平也比较宽泛。 同时针对含氯有机物处理有优势。		技术成熟/国内常用技术	时间中等	中等	低至中	可以考虑

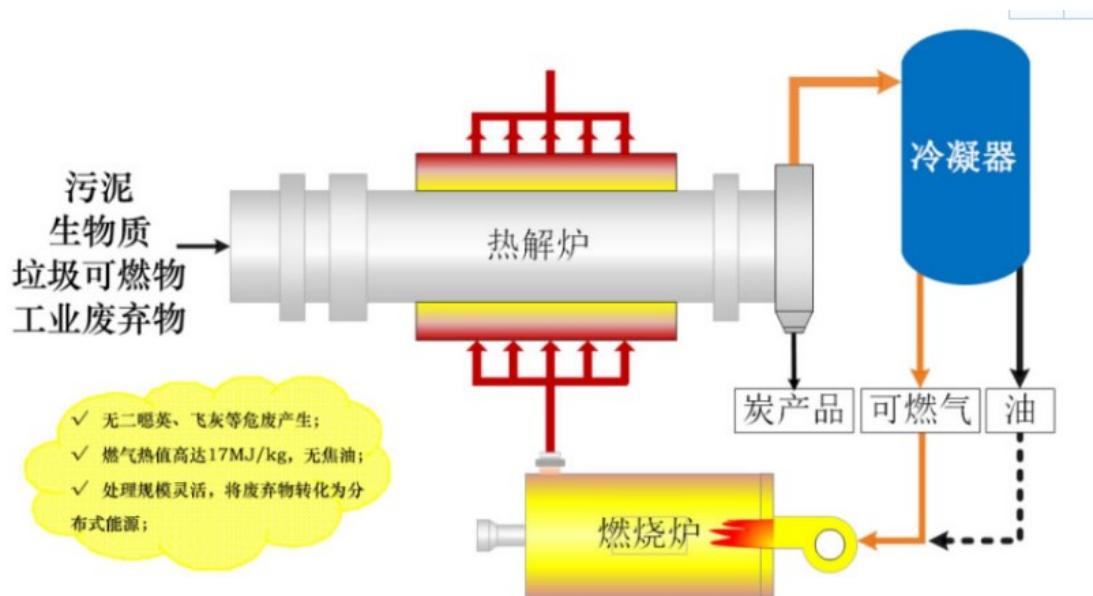
通过以上综合比选，本项目推荐采用异位热脱附-原位填埋的修复技术。

4.2 土壤修复技术可行性评估

4.2.1 异位热脱附技术详细介绍

热脱附技术是在热分解技术上发展而来，较之热分解技术更完善、更先进、更安全以及更工业自动化。异位热脱附技术是指通过间接热交换，将污染介质及其所含的污染物加热到足够的温度，以使污染物从污染介质上得以挥发或分离的过程。热脱附过程中通过调节温度可以选择性的移除不同的污染物。土壤中的部分有机物在高温下分解，其余未能分解的污染物在负压条件下从土壤中分离出来，最终在地面处理设施中彻底消除。

其技术原理如下：是利用高温烟气加热热脱附腔体，在绝氧或缺氧的情况下通过热传导对物料间接加热，使污染土壤中的污染物达到或接近沸点而气化，从而与污染土壤分离，最终达到处理污染土壤的效果。蒸发出的水分和污染物被冷凝器冷凝后液化形成含有机物浓度较高的混合物，同时蒸发出的可燃气体经冷凝器冷凝净化后可直接接入燃烧炉燃烧。由于高温烟气与物料不直接接触，燃烧后尾气可直接排放，无异味，无二次污染，同时避免了二噁英的产生，是目前得到认可的且应用广泛的有机污染土壤处理技术。



热脱附工艺原理图

热脱附处理工艺流程

- (1)、污染土壤首先被收集到指定区域内进行预处理；
- (2)、预处理主要包括筛分、破碎、脱水，去除其中的大块物料，降低土壤中的含水率；
- (3)、预处理合格的有机污染土壤（粒径<30mm，含水率<20%）被输送到热脱附腔体中间接加热热相分离处理；
- (4)、经过处理后，有机污染土壤中有机污染物气化后与固体分离，处理后的固体中污染物含量满足相关指标要求；
- (5)、热相分离过程中产生的气化气体进入冷凝器中冷凝处理，分离得到的含有机物浓度较高的混合物；
- (6)、经冷凝及净化处理后的可燃气体作为补充燃料返加燃烧腔。

热脱附处理技术优势

- (1)、可以安全、高效处理多种含烃废弃物或危险废弃物，如钻井岩屑、

油基泥浆、污油泥、原油污染土壤、成品油污染土壤、其它有机污染土壤等；

- (2)、间接加热，不会产生二噁英，尾气排放合格；
- (3)、不凝气经处理后可作为补充燃料使用；
- (4)、设备采用模块化设计，高度集成、一体化设计，占地面积小，可以快速组装、运输，便于移动式处置；
- (5)、PLC 自动控制，实现生产过程动态监控和存储，数据具有可追溯性，人机界面友好，操作方便；
- (6)、配置四级安全防控系统，确保系统安全运行；
- (7)、按照规范要求进行危险区域划分，危险区域内电气产品采用相应防爆设计，安全可靠。

4. 2. 2 可行性论证

1) 地形、地貌方面

汨罗市原城郊乡农药厂地形较为平坦，北侧近挨汨罗市沿江大道，交通便利。有利于热脱附设备的进、出场及现场安装。

2) 经济方面

热脱附技术采用原地修复，节约污染土壤运输费用。

3) 环境方面

汨罗市原城郊乡农药厂位于城区，靠近汨罗市沿江风光带，且近挨汨罗市饮用水源二级保护区。所以要采用环境风险低至中的热脱附技术。

4) 时间方面

汨罗市原城郊乡农药厂位于城区，附近居民和工厂林立，为避免对周围环境的影响，所以要求尽可能采用修复时间较短的热脱附技术。

5) 技术可行性方面

热脱附技术于 2009 年在国内兴起，经过 10 年来的实验、应用和技术改进，在国内广泛应用于含挥发性和半挥发性有机物的污染土壤的治理，技术成熟。

4. 2. 3 具体工程实例

工程实例一

上海傲江生态环境科技有限公司采用间接热脱附处理原青海谦信化工有限责任公司和东胜化工有限责任公司遗留地块污染土壤治理与修复工程（东片区）的多环芳烃。

工程实例二

上海傲江生态环境科技有限公司采用间接热脱附处理原资溪精细化工厂土壤污染治理项目的多环芳烃。

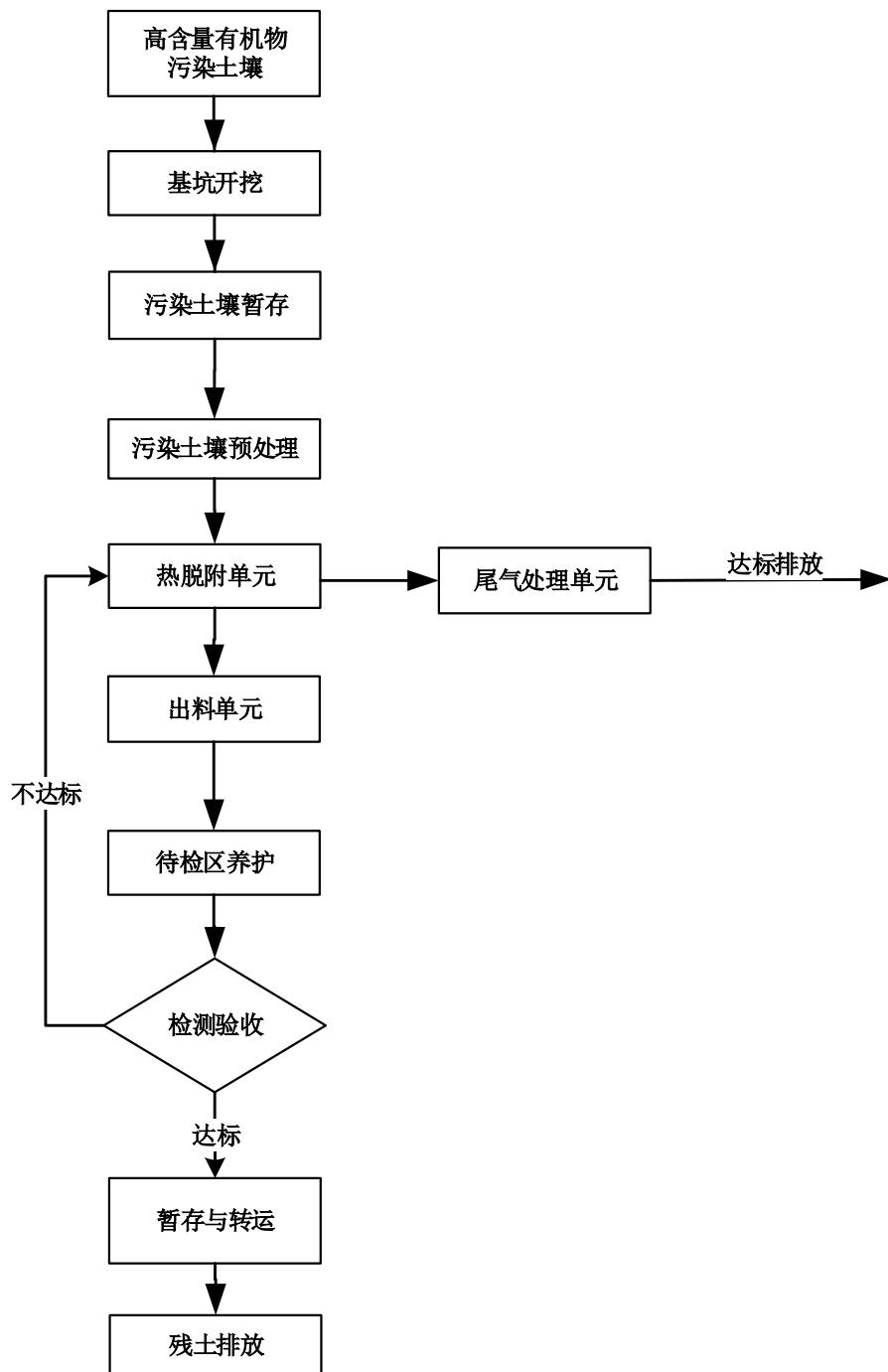
工程实例三

岳阳市临湘市采用间接热脱附处理原农药厂污染土壤治理与修复项目的有机物。

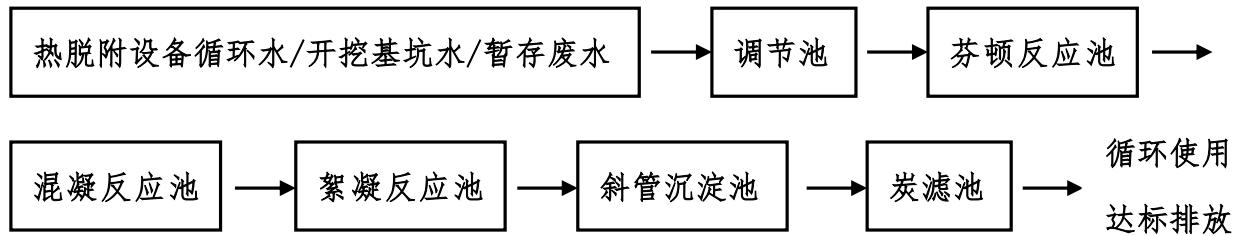
第5章 修复方案设计

5.1 治理与修复工程方案

5.1.1 土壤修复技术路线



5.1.2 污水治理路线



5.1.3 工艺流程说明

(1) 设备进场前预处理

在设备进场前，首先采用土壤修复专用气味抑制剂将原施工开挖处裸露的污染土壤和已开挖出的污染土壤喷泡沫覆盖。接着采用 HDPE 防渗膜将原施工开挖处裸露的污染土壤和已开挖出的污染土壤密封覆盖。防止被雨水淋洗和有毒有害的有机物散发到空气中对周围环境造成二次污染。

(2) 土壤密封开挖

有机污染土壤采用异位热脱附技术进行修复，该部分土壤需要将土壤挖出后运至暂存区处理。在开挖前，首先采用帐篷将开挖作业区域密封覆盖，防止在开挖过程对周围环境产生影响，同时密封帐篷配套有废气处理装置。在开挖时，现场配置实时检测设备，实时检测各污染区有机污染物浓度，给开挖区域提供在线式的数据反馈，及时发现与要求清挖区域不一致的区域。

(3) 污染土壤预处理

土壤挖开后转运至热脱附治理车间，首先应对污染土壤进行预处理，包括对土壤的筛分破碎和水分控制。

1) 破碎筛分：进行热脱附的污染土进料要求为 30mm 粒径以下，为了

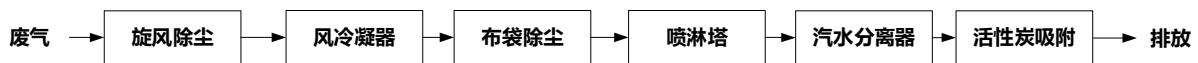
满足热脱附进料要求，使用专业筛分破碎铲斗对污染土进行破碎筛分，并且可保证后续热脱附治理的连续作业。

2) 水分控制：另由于热脱附工艺对水分的要求，进入热脱附装置的土壤水分在 20% 以下为宜，因此针对场地污染土壤如不满足此要求可通过添加石灰等材料进行土壤的干化。

(4) 热脱附治理

污染土壤经筛选、称重后通过皮带输送机送入炉顶的进料斗后先进行预热，固相物料在上层热脱附室内被加热、干燥，实现水分蒸发，干燥后的固相进入下层热脱附室内被进一步间接加热到 200℃，固相中的有机污染物被加热到沸点，从固相中蒸发、解吸出来。采用轻质柴油或天然气作燃料，热脱附器中气体环境为惰性气体环境，目的是为了防止有机污染物高温条件下的严重破坏和分解。

(5) 尾气冷凝



回转窑设备出来的尾气处理单元主要包括旋风除尘器，风冷凝器、布袋除尘器，喷淋塔，汽水分离，活性炭罐。

热脱附器中被加热蒸发产生的含粉尘混合气体，经旋风分离和风冷后，气体温度和粉尘量大大降低，再经布袋进一步除尘，经管道输送至冷凝装置，用水喷淋急冷后重新凝结为液体。在此温度下，有机污染物被全部冷凝并液化。热脱附气体经过冷凝后经汽水分离除去气体中的水分，再过活

性炭除去残留的污染物，达标后排放。

（6）水处理阶段

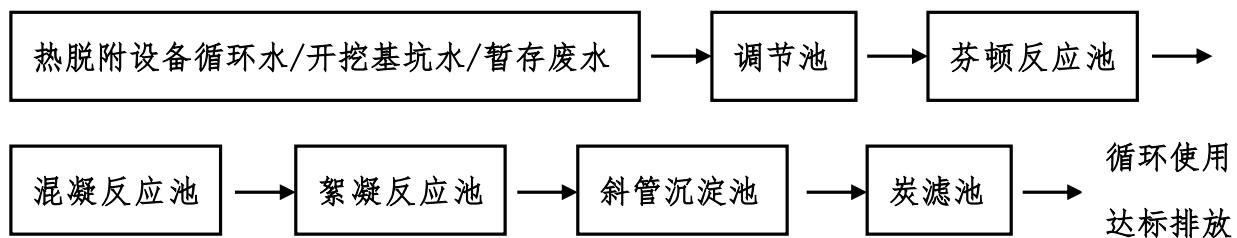
凝结的液体经过沉淀和混合槽，进行酸度调节、吸附和充分搅拌后，泵送至板框压滤机过滤分离，得到高浓度的有机污染物滤饼，处理后的水被重新用于处理后干物料的降温和加湿，多次使用后的循环水将输送至污水处理设备进行处理。

5.1.4 主体工程方案

5.1.4.1 污水处理

1) 污水处理流程图

5.1.5 污水治理路线



2) 施工方案

污水经泵，泵入调节池，进行沉淀调节，在被泵入芬顿反应池，加入 H₂O₂ 进行化学反应后，再经混凝反应池加入石灰和 PAC 进行混凝反应，然后到絮凝反应池加入 PAM 进行絮凝反应，污水在流入斜管沉淀池进行沉淀，最后经碳滤池，除去污水中的有机物，才可循环使用或排入市政管网。因此需增添一套 10m³/h 污水处理设备，处理仓库暂存的 90m³ 污水、开挖时深基坑受污染的地下水及热脱附设备的循环水。

5.1.5.1 场地杂物清理

对污染地块地表进行清理，目前项目周围已经开挖做好了应急处置，但仍有小部分区域未被翻动，因此仍需对场地污染范围内的草本植被、小灌木等杂物进行清除，依据现场实际情况确定清理的深度和范围。

将挖出的土壤先经振动筛分，筛选出来的建筑垃圾放入加入药剂的浸泡池内进行浸泡处理，再经有资质的检测单位检测合格后建筑垃圾外运填筑路基。

5.1.5.2 场内临时道路建设

目前治理区状况较好，地块外部有市政道路相通。且厂区原有道路情况较好，可借用原有的道路进行运输污染土壤。

5.1.6 配套工程

5.1.6.1 施工围挡

施工围挡主要是保证施工场地的安全，防止非相关人员的进入，同时减少对场地周边环境的影响。

本项目施工围挡采用施工安装简便的组合式全封闭施工围挡，围挡全部采用防锈材料，围挡高度约2m，可以根据场地的形状进行自由组合。

场地施工完毕后围挡可拆除并重复利用。

5.1.6.2 供水

经实地勘察，项目区有自来水管网，周边水资源丰富，供水有保障。

5.1.6.3 安全供电

本项目建设过程中拟配备自动切换的双回路电源，以防止停电所造成

的重大危险。

设置接零、接地保护系统、安全漏电保护器；利用绝缘材料，进行电气隔离；设置屏护，规定安全距离，实行连锁保护等。

给出“禁止入内”的标识，设置必要的信号灯、警示标志、护桩等。夜间设置足够的照明；室外作业时，遇大风、大雨等恶劣天气，应停止作业；运输作业时必须按额定负荷降低 20% 进行使用。

5.2 工艺参数

5.2.1 土壤粒径

进入热脱附的土壤破碎筛分的粒径控制在 30mm 以下。

5.2.2 土壤含水率

正常处理的土壤含水率控制在 20% 以下。

5.2.3 土壤处理温度

正常处理的土壤热脱附腔体的适宜温度 200℃。

5.2.4 土壤处理工作量

采用每小时 10 吨的间接热脱附设备，每天最大运行时间为 20 小时，一天处理 200 吨，4 个月时间全部处理完 16190m³ 污染土壤。

5.2.5 使用燃料

使用燃料为天燃气（实在不行采用轻质柴油），10t/h 间接热脱附天然气量为 300-400m³/h；（受加热温度，加热时间、土壤含水率等因素影响发生变化）。

5.2.6 热脱附尾气的量化考核指标

表 4-6 大气污染物排放标准					
污染 物项 目	排气筒 高度	大气污染 物最高允 许排放浓 度 mg/m ³	大气污染 物最高允 许排放速 率 kg/h	无组织排 放浓度限 值要求 mg/m ³	标准来源
颗粒物	15m (原位热脱附天然气排气筒)	20	/	0.5	《关于印发<长三角地区 2019-2020 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案>的通知》(环大气(2019)97 号,生态环境部,2019.11.06)、《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)、《大气污染物综合排放》(DB31/933-2015)
氮氧化物		50	/	/	
二氧化硫		50	/	/	
颗粒物	15m (异位热脱附排气筒)	30	/	0.5	《工业炉窑大气污染综合治理方案》(环大气(2019)56号)、《大气污染物综合排放》(DB31/933-2015)
氮氧化物		300	/	/	
二氧化硫		200	/	/	
NMHC	15m	70	3.0	4.0	《大气污染物综合排放》(DB31/933-2015)
硝基苯		10	0.036	0.01	
苯胺		20	0.36	0.1	
氯苯		20	0.36	0.1	
苯		1	0.1	0.1	
酚类		20	0.073	0.02	
苯并芘		0.3*10 ⁻³	0.08*10 ⁻³	0.008**10 ⁻³	

5.3 工程量估算及工程费用估算

5.3.1 经费估算

5.3.1.1 编制依据

- (1) 《市政工程投资估算指标》(2007年版)；
- (2) 《湖南省市政工程消耗量标准》(2006年)；
- (3) 《湖南省安装工程消耗量标准》(2006年)；
- (4) 《湖南省装饰工程消耗量标准》(2006年)；
- (5) 财建[2002]394号、计标(85)352号、建标[2007]670号、建标[2007]164号、计价格[2002]10号、计价格[2002]1980号等文件关于工程计价、综合费、利润、人工费、机械费调整等各项费用取费标准；
- (6) 《建设项目经济评价方法与参数(第三版)》；
- (7) 本公司各专业提供的有关资料；
- (8) 类似工程的概预算及技术经济指标；
- (9) 现行有关其它费用定额、指标及价格。

5.3.1.2 总投资组成及取费

本工程预计总投资2950.05万元,其中工程直接费用为2648.20万元,其它费用为301.85万元。

序号	项目名称	子目内容	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)	备注
一	第一部分工程费用					2648.20	
1	场地处理	建筑物拆除等	m^2	1200	60	7.20	
		原水泥地面的破除	m^2	3000	28	8.40	
		开挖区大树的移植	项	1	5000	0.50	移植原厂内, 距离 100m
2	现场三通一平	进场道路: $15 \times 6 \times 0.30m$	项	1	25000	2.50	混凝土结构
		设备基础: $30 \times 30 \times 0.30m$	项	1	250000	25.00	混凝土结构
		通水: 自来水, DN50、DN25	项	1	32000	3.20	DN50, 150m; DN25, 200m
		通电: 申请 1000KVA 变压器	项	1	1000000	100.00	
3	密封帐篷	1000 m^2	套	2	500000	100.00	
	密封帐篷基础	$0.6 \times 0.6 \times 240m$	m	240	380	9.12	
	配套废气活性炭吸附设备	引风机: 22KW, 活性炭吸附设备: $2.0 \times 3.8 \times 3.0m$, $\Phi 800mm$ 风管: 80m	套	2	400000	80.00	含风机、设备基础等
4	现场雾泡隔离	土壤修复专用气味抑制剂	m^2	22000	55	121.00	每 0.5m 喷淋一次, 人工喷淋
5	污染土壤开挖	总体开挖土方	m^3	35000	8	28.00	没受污染的土壤另处堆存
6	土壤预处理	降水、破碎、筛分	m^3	16190	220	356.18	加石灰降低含水率, 人工清理树根等
7	污染土壤热脱附处理	含设备配套人工费、材料费、水电费、燃料费、活性炭及处置费、水处理药剂费、设备折旧及维修维护费等	m^3	16190	950	1538.05	
8	土壤回填	每 0.5m 压路机压实一遍	m^3	35000	18	63.00	
9	一体化废水处	主体设备: $13.0 \times 4.0 \times$	座	1	850000	85.00	玻璃钢防腐

	理设备 10 吨/小时	4.0m, 6.0mmA3 钢板				
		废水提升装置, 2.2kw	套	4	8000	3.20 含液位控制器和管路等
		不锈钢搅拌装置	套	3	8000	2.40
		斜管及支架	m ²	20	1200	2.40
		活性炭滤料、滤板及支架	m ³	7.5	10000	7.50
		成套加药设备, 10001/h	套	4	20000	8.00
		板框压滤机 20m ²	套	1	30000	3.00 液压式
		PH、ORP 自动控制系统	套	2	8000	1.60
		PLC 控制系统及电线电缆	套	1	45000	4.50
		操作棚, 绿锌铁皮搭建	m ²	30	350	1.05
		操作平台及基础 200mm 厚	m ²	120	200	2.40
10	废水处理费用	含电费、药费、人工费等	吨	10000	10	10.00
11	工人安全防护	防毒面具、防护服等	项	1	100000	10.00
12	监测	施工过程中的监测	项	1	500000	50.00 含土壤、大气、外排水
		后期环境监测	年	1	150000	15.00 周边土壤、水体环境监测
二		其他工程费用			301.85	
1		工程建设监理费			30.00	发改价格[2007]670 号工程费用 × 1%
2		场地调查费用			85.00	
3		风险评估费用			50.00	
4		实施方案费用			10.00	
5		工程设计费			35.00	计价格[2002]10 号文
6		工程勘察费			22.00	
7		招标代理费			28.00	
8		环境影响咨询服务费			25.00	

9	工程质量检测费			16.85	0.32%
三	工程估算总建设投资			2950.05	一+二

5.3.2 经费使用计划

经费年度使用计划表

日期	项 目	收款单位	用 途	计划金额	审定金额	备 注
2019 年度	1. 经常性开支			690000		
	1.1 燃料、维修费		生产、生活	480000		
	1.2 水电费		办公	210000		
	2. 临时设施费		生产、生活	216000		
	2.1 临时道路		生产、生活	136000		
	2.2 临时办公场地		生产、生活	80000		
	3. 大型机械进场		机械设备	1300000		
	4. 自购材料			1120000		
	5. 人员经费		工资	1036000		人数 48 人
	5.1 本单位项目员 工		工资	756000		人数 12 人
	5.2 民工		工资	280000		人数 36 人
	6. 其它材料		后期准备	858000		
	7. 安全生产专项经 费		措施费	164680		
	8. 文明环保和文明 施工费		措施费	120000		
	9. 社会保障费		措施费	134000		
	10. 工程排污费		措施费	64000		

5.3.3 资金筹措

本项目为汨罗市原城郊乡农药厂污染场地土壤治理与修复项目，项目总投资 2950.05 万元。

项目资金来源：全部申请中央土壤专项资金。

第6章 环境管理计划

6.1 修复工程监理

本项目施工过程中需要多点、多次、批量取样，对项目范围内的废渣、土壤、水体中重金属含量等进行检测，以便客观评价项目实施的成效，控制环境风险。对项目的实施提供全程的监测、监督和监察，防范施工过程中的环境风险，及时对项目实施的成效进行阶段性评估，为项目的环保验收提供过程依据。

6.1.1 施工过程监督和监测

(1) 施工过程中污染场地及边界土壤监测

在施工过程中，为确保工程实施不会对周边的环境造成二次污染，项目将重点对周边场地进行环境监测。样品检测和采样分析方法按《环境监测技术规范》的相关要求进行。在污染场地外边界布设 1 个监测点，每周取样监测 2 次，对采集的每一个土壤样品做好记录，监测指标为 VOCs、甲基对硫磷、杀螟硫磷。

(2) 地表水及地下水监测

在施工前，在污染场地周边设置监测井，在地下水的上、下游分别布点取样，监测施工前地下水水质。施工过程中，每 30 天对两个监测井进行采样检测。对溪沟的地表水进行监测，监测频率为 1 次/周。样品检测和采样分析方法按《环境监测技术规范》、《地表水和污水监测技术规范》以及《地下水监测技术规范》的相关要求进行。对采集的每一个水样，做好记录，并在采样瓶上贴好标签，低温保存运送至实验室进行分析。监测指标为 VOCs、甲基对硫磷、杀螟硫磷。

(3) 噪声监测

在施工过程中，机械作业产生的噪声需要定期进行监测。测量时尽量选择无雨、无雪、风力 6 级以下的天气，且选在地势平坦、无大型反射物场地上进行监测。噪声的监测方法按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的相关要求进行。噪声监测围绕场地边界线上选择离敏感区最近 4 个采样点，每个采样点位置设在高度 1.2m 以上的噪声敏感处。

(4) 全程环境监测布点统计

场地全程环境监测及验收的布点统计、监测频率见表 6-1，现场监测将采用快速检测仪及实验室检测两种形式。

表 6-1 场地全程监测及验收因子汇总表

监测种类	采样和监测规范	监测频率	监测指标
土壤	《环境监测技术规范》	在污染场地外边界布设 1 个监测点，每周取样监测 2 次	VOCs、甲基对硫磷、杀螟硫磷
地表水与地下水	《环境监测技术规范》、《地表水和污水监测技术规范》、《地下水监测技术规范》	施工前，在场地的上下游共设置两个监测点位，各监测 1 次；施工中，每 30 天对两个监测井进行采样检测，对场地地表水进行监测，监测频率为每周 1 次。	VOCs、甲基对硫磷、杀螟硫磷
噪声	《建筑施工场界环境噪声排放标准》	场地周边共 4 个，每个采样点位置设在高度 1.2m 以上的噪声敏感处	昼夜等效声级

6.1.2 跟踪监测

(1) 周边土壤跟踪监测

本项目完工后，委托有相应资质的第三方检测公司对污染场地周

边土壤进行跟踪监测。项目验收 12 个月后，对污染场地周边土壤中监测因子总量进行一次监测，评估项目治理与恢复的长期效果。

（2）场地周边水体跟踪监测

项目验收后 3 年内，项目建设单位应委托有资质的监测单位对治理后的场地周边地表水和地下水进行长期监测，采样点设在场地区域周边的地下水水流上、下游监测井，以及场地周边地表水体的上游和下游，共设置地下水监测井 3 个，地表水监测点 3 个。每年按枯、平、丰水期进行，每期一次。

表 6-2 项目后期跟踪监测项目表

序号	监测类别	监测因子	监测点位	监测期限
1	污染场地周边土壤	VOCs、甲基对硫磷、杀螟硫磷	在污染场地周边土壤布设 1 个监测点	验收 12 个月后
2	场地周边地表水	VOCs、甲基对硫磷、杀螟硫磷	在汨罗江及污水处理厂设置 3 个监测点	验收后 3 年内
3	场地周边地下水	VOCs、甲基对硫磷、杀螟硫磷	在污染场地北部、南部设置 2 个监测井	验收后 3 年内

6.2 二次污染防治

6.2.1 防止二次污染的必要性

根据上述结果可知，在土壤治理过程中，因对地表土的扰动，将会对环境空气产生较大的污染，开挖、运输、暂存和处置过程污染土壤的裸露也会对环境空气产生较大的污染。同时，由于地表降水和地下水的径流补给，也会对地表水和地下水产生不利影响。因此，在项目实施过程中，必须采取相应的措施，防止对周围环境产生二次污染。

6.2.2 环境空气保护措施

6.2.2.1 污染土壤开挖时挥发性有机物污染的防治措施

在污染土壤开挖时，因污染物的裸露挥发而散发出臭气，容易产生扰民事件。与噪声和扬尘问题相比，臭气问题是本项目最敏感的问题。主要通过密封覆盖异味表面和喷洒除臭气味抑制剂来进行臭气防治。

首先对场地内污染土壤开挖区域采用密封帐篷进行密封覆盖；开挖时采取局部开挖，同时喷洒除臭气味抑制剂；每天施工结束后，重新在土壤表面喷洒除臭气味抑制剂。同时给密封帐篷配套相应的活性炭吸附设备，保证密封帐篷内适量的通风，保证生产工人安全的生产环境。在此基础上，关注天气情况，合理安排施工，加强现场管理。另外采取先重后轻的污染治理顺序，也可大大减小施工后期臭气的影响。

6.2.2.2 污染土壤运输时的环保防治措施

清挖的污染土壤采取现场机械化装车及自卸车转运。污染场地现场装车过程中对土壤挖掘及倾倒产生的扬尘采取高压水雾除尘，运输车辆进行底部防渗处理和上部铺盖帆布防遗撒处理。过程中需要注意以下方面：

(1) 运输车辆防护：场地污染土壤采用自卸载重汽车，每台车进场前需要完成运输环保方面的防护改装，带有加盖板和防雨油布，车况良好，已定期进行检修；离场前应对车轮进行清洗。

(2) 气味控制：针对可能产生的气体成分，按照污染物类别，

及时采取相应的控制措施，保障现场作业人员的健康安全和人身安全。

(3) 污染土壤运输车辆在施工结束后或用于其他物资运输前，要将其残留的污染土壤清除干净，防止污染土壤迁移到其它场地，造成二次污染。

(4) 人员安全防护：驾驶人员和押运人员，必须佩戴口罩、防护置和手套等全防护用品。

6.2.3 水体保护措施

选择在冬季施工，气候干燥，降雨量少，场地内上层滞水较少，极大的减少了地下污染水排放量及由于修复场地中因水流造成的二次污染问题。在修复范围内布点打井，将所有受污染的地下水用泵抽至一体化废水处理成套设备处理。同时在场地四周布置监测井，时刻关注地下水水质及变化。

6.2.4 噪声防治措施

施工期间的噪声源主要是挖掘机、破碎机和运输车辆等施工机械设备。考虑到本项目的特殊性，建议施工时间如下：机械作业时间8:00-17:00，中午尽量避开体息时间，晚上不施工，这对减少施工过程中噪声、扬尘和臭气污染问题对附近居民的影响均有较大作用。另外，要求清运施工方维修、管理高噪声的器具、使设备处于低噪声、良好的工作状态并强调工地内严禁鸣喇叭、严禁大声喧哗、最大限度的减少噪声对附近居民生活的影响。

6.2.5 扬尘防治措施

施工期间的扬尘主要包括土方挖掘和现场堆放扬尘及运输车辆

造成道路扬尘。针对土方挖掘和现场堆放扬尘，主要通过在渣土挖掘、装卸过程中做到减缓速度和降低落差的方式来进行抑制。由于修复场地中仅表层渣土较干燥，在挖掘、装卸过程中易产生扬尘，因此土方挖掘和现场堆放扬尘的影响很小。由于表层渣土较干燥，在车辆的不断碾压下易形成细小粉尘，因此运输车辆造成道路扬尘影响较大。若不采取有效措施，在不利风向下会造成一定扬尘问题，为此，针对工地道路扬尘问题，需通过经常在车辆行驶的路面洒水进行抑制，并要求进出车辆缓行以减少扬尘问题。另外，针对场外道路扬尘问题，需要在污染区出口设置清洗池，安排专人用高压清洗机对出门车辆进行清洗，有效防止由运输车辆引起的场外道路扬尘和污染问题。清洗池采用砖混结构，池内壁用水湿砂浆找平，有效防止因渗漏而产生的二次污染问题。

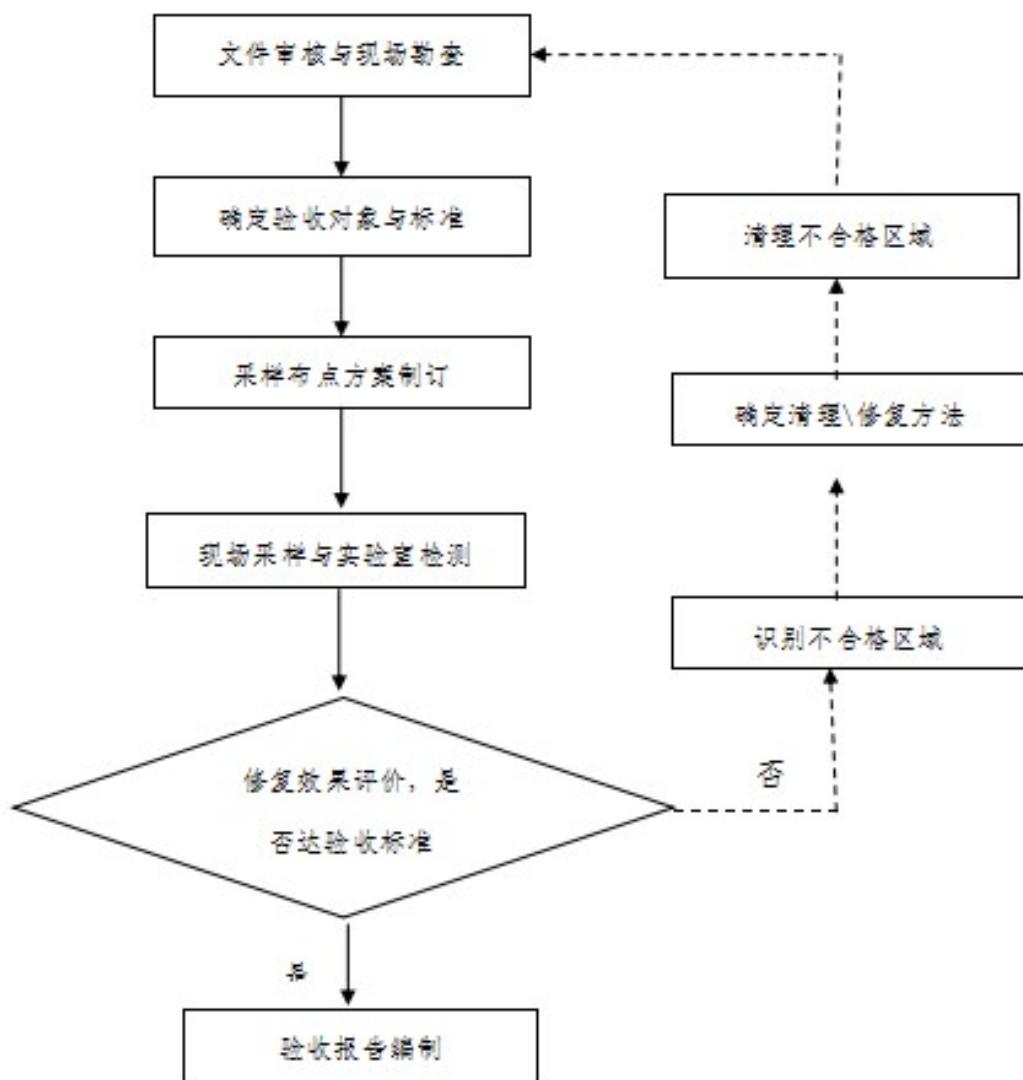
6.2.6 人员安全保护措施

为确保施工期人员安全，在施工前，需设置专业安全教育、安全和工业卫生机构，配备相应的人员，全面进行安全教育。各级管理、操作人员均需通过安全教育考试合格后持证上岗；现场需要准备防治有机物中毒的相应装备和药物，同时定点联系附近医院，防止意外中毒事件发生。

6.3 工程验收监测

工程项目完工后，需要根据实际施工情况上报环境监理竣工报告，同时要完整地提交有关环保资料。有关环境监理人员，首先，要督查工程项目承包商及时整理环保工程竣工文件和验收资料，并及时提交

环保工程竣工申请报告，进而提出相应环境监理意见；其次，在参加工程交工检查过程中，需要监督施工现场清理工作，核查施工用地的恢复是否达到环保标准要求；再者，对于相关的环境问题需要提出具体的处理方案。最后，要详细编制工程项目施工环境监理报告，并提交环保行政主管部门进行备案。工作程序流程见下图。



6.4 环境应急方案

污染场地的修得过程，需要严格执行防火安全设计规范，保证工程质量，严格安全生产制度、严格日常管理，提高操作人员素质和水

平，以减少事故的发生。一旦发生事故，则要根据具体情况采取应急措施，切断泄漏源、火源，控制事故扩大；立即报警；采取遏制泄漏物进入环境的紧急措施，控制和减少事故危害。因此，施工方应制订拟建工程风险防范应急预案，细化项目内容，并作为管理措施和制度具体落实。应急预案包含的主要内容见表 6-3

6.4.1 应急救援组织机构设置

成立应急救援领导小组，设 1 名组长，1 名副组长，组员：污染场地治理全体成员。应急救援小组设通讯报警组、警备组、消防组、抢险抢修组、医疗组。其他人员按需要临时调配。

发生事故时，组长为现场总指挥，副组长为副总指挥，组长不在时由副组长担任总指挥。

表 6-3 应急预案主要内容

序号	项目	内容及要求
1	应急计划区	危险目标：土壤挖掘区、预处理区、环境保护目标
2	应急组织机构、人员	污染场地、地区应急组织机构、人员
3	预案分级响应条件	规定预案的级别及分级响应程序
4	应急救援保障	应急设施，设备与器材等
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式，通知方式和交通保障、管制
6	应急环境监测、抢险、救援及控制措施	由专业队伍负责对事故现场进行侦察检测，对事故性质、参数与后果进行评估，为指挥部门提供决策依据
7	应急监测、防护措施、清除措施和器材	事故现场、邻近区域、控制防火区域、控制和清除污染措施及相应设备
8	人员紧急撤离、疏	事故现场、施工场地邻近区、受事故影响的区域人

	散，应急剂量控制、 撤离组织计划	员及公众对毒物应急剂量控制规定，撤离组织计划 及救护，医疗救护与公众健康
9	事故应急救援关闭 程序与恢复措施	规定已经状态终止程序；事故现场善后处理，恢复 措施；邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
10	应急培训计划	应急计划制定后，平时安排人员培训与训练
11	公众教育和信息	对施工场地邻近地区开展公众教、培训和发布有关 信息

6.4.2 应急救援小组主要职责

6.4.2.1 总指挥的职责

- (1) 接收政府的指令和调动；
- (2) 组织制订危险化学品事故应急救援预案；
- (3) 负责人员、资源配置、应急队伍的调动；
- (4) 现场指挥应急救援；
- (5) 协调事故现场有关工作；
- (6) 批准本预案的启动与终止。

6.4.2.2 副总指挥的职责

- (1) 接受总指挥的指令和调动；
- (2) 制定事故状态下各级人员的职责；
- (3) 事故信息的上报工作；
- (4) 组织应急预案的演练；
- (5) 负责联系 120 抢救，同消防抢救工作，组织有关应急救援器材设备；
- (6) 保护事故现场及相关数据。

6.4.2.3 通迅、报警

发生火警要迅速拨打“119”火警电话，并准确讲明单位名称、地址和燃烧物质及性能情况。接着向友邻单位求援，同时向公司领导报告。随即派1人到路上接应消防车，1人留守电话确保各专业小组与总指挥部之间广播和通迅的畅通，广播人员的疏散和自救。

器材配备：手提电话及有线电话1台。

6.4.2.4 警备组

维护污染场地内治安，按事故的发展态势有计划地疏散人员，控制事故区域周边人员车辆的进出。

器材配备：对讲机2台、路障指示标志等。

6.4.2.5 消防组

听从紧急号令，对泄漏事故，利用喷淋、吸、收泡沫覆盖等手段，降低毒物的危害。对火灾爆炸事故利用相应的灭火器材进行灭火，并对火灾爆炸的危险区域进行监控和保护，防止事故扩大及二次事故。

器材配备：防护口罩、消防灭火器材，防护手套等

6.4.2.6 抢险抢修组

组织泄漏设备的维修，抢险消防设备及器材维修。引导消防车辆，疏导车辆及人员，设置隔离带。防止事故扩大，降低事故损失。

器材配备：过滤式防毒面具、防护手套、抢修工具等。

6.4.2.7 医疗组

接到报警后，即带上急救药物，将交通工具开进现场，听从调用，抢救伤员，抢救贵重物品，传送消防器材或听从指挥员临时调配参加

灭火战斗。出现中毒、窒息或受伤人员时，要及时将伤员救离现场，如医院救护车未到，情况危急时，应及时将受伤人员送往医院救治。

器材配备：单架、救援防护器材、急救药品、通讯器材。

6.4.2.8 初始应急观察员

(1) 用现有的最方便手段同办公室值班员取得联系，例如用对讲机或手机报告。

(2) 通报紧急情况时头脑要冷静，声音清晰，通报的内容包括自己的身份，应急发生的具体地点及其性质。

(3) 在通报完应急事件的基础上，如果有能力对付的应急事件，可以采取适当的措施，同时，应同办公室保持联系，并向其报告已经采取的和打算采取的行动。

(4) 一旦听到事故警报，如果是非应急小组成员，应该立即赶到应急集合处集合；如果是应急小组成员，则应留在事故现场，并和在现场的其他应急小组成员立即展开合适的应急行动，同时保持同办公室的联系，按要求尽可能提供更多的消息。

(5) 如果听到紧急撤离警报，则必须立即撤离该区域，要尽快同另一个联络点取得通讯联系

6.4.2.9 办公室值班员

(1) 指挥现场有关人员对警报/事故进行确认和采取初步措施。

(2) 向应急救援小组指挥人员通报应急情况。

(3) 同其他作人员取得联系，并指导他们使用对讲机。时刻保持和事故现场的联系，关注事态的发展。

(4) 保持对应急事件记录的准确性。

(5) 提供技术建议。

6.4.2.10 监督

(1) 监督负责总体应急协调工作。

(2) 与现场指挥人员保持联系，保证从他们那里获悉有关应急现状报告和已采取的详细资料，并针对应急事件的出来措施提供技上和其立方面的建设与支持。

(3) 决定是否有必要向有关部门及人员进一步求救发出应急通报，保证该项工作要求完成。需要通报和动员的支持人员，包括：

★公司管理层及公司安全人员

★急救人员

★安全人员

★消防局/其他政府部门

★记录文件保管人员

(4) 确保按照现场指挥员对入力物力和支持服务的要求快速采取反应行动。

(5) 随时将应急的最新情况通报有关当局和应急部门，遵守有关当局和部门的法规。

(6) 监督将随时向公司管理层通报应急的事态变化情况。

(7) 在应急事件解除之后，监督要根据总指挥的要求，遣散参加应急的团组，保证所有的记录和文件完好无损以供今后调查之用。

6.4.2.11 应急小组

- (1) 应急小组直接对指挥室负责。
- (2) 应急小组可以临时从集体人员中选人充实队伍。
- (3) 对各种应急事件的初始反应：
 - ★组织工作人员撤离应急现场
 - ★搜寻应急现场
 - ★保证应急现场的安全
- (4) 从应急现场反馈信息，其内容包括：应急现状、采取的措施、技术和支援要求等。
- (5) 向急救人员建议通报信息，协助准备必要的急救和医疗器械。
- (6) 指挥急救人员赶往急救现场。
- (7) 安排将伤病员运至急救中心。

6.4.3 事故发生后应采取的处理措施

- 如果发生事故，应采取以下措施：
- (1) 事故目击者必须做到：
 - ★尽量使自己保持冷静。
 - ★若发生火灾，确定一条逃生路径。
 - ★如果可能的话，营救受困人员/受伤人员。
 - ★用对讲机或电话将事故发生的位置、严重程度、伤员以及受困人员的情况通知应急办公室。
 - ★在应急人员到来之前，要设法控制局势；根据现场的条件，可

用附近的消防、安全、个体防护设备进行紧急救援。

★考虑到自己和他人的安全，切不可置身危险之中。

(2) 应急办公室

★如果发生中毒或火灾警报，立即通过对讲机与现场人员联络查证，或派人现场查实。

★如果警报已被证实，立即向应急总指挥通报事故情况。

★检查消防泵、相关消防系统和应急救护设备是否启动。

★按照应急指挥员的指令，关断必要的设备，隔离事故区，保护设备的安全。

(3) 应急指挥员

★赶到事故现场，全面指挥应急行动

★确认事故的严重程度、应采取的行动、应通知的支持，决定是否有必要进一步通报和向外求援。

★落实有关人员是否已经采取行动。如果通知紧急集合，要确保紧急集合按正确程序进行。

★向应急小组成员行动指令，确定火源，控制中毒或火灾事故造成的影响。

★核查所有人员的行踪：如果有必要，可组织搜寻受困人员。

★决定应急措施，根据实际需要，可组织剩余人员增援。

★应急解除之后，负责遣散所有参加应急的团组；准备事故报告和组织调查。

6.4.4 事故现场净化与恢复

在事故起因调查完毕后。经总经理同意，开始事故现场的净化与恢复，由安全主任检查确认所在电器设备的开关闭合后，打开主电源、照明开关、紧急通道指示灯，然后全体人员进入。由主管带领员工对现场一次清扫、清洁、整理、整顿、检查生产设备是否完好，是否能正常运行。安全主任在事故现场的安全设施是否完好，更换损坏的和不能继续使用的安全器材。安全器材和生产设施检查可以投入使用后。确认紧急情况结束，危险已经清除，恢复正常生产。

建设单位应委托相关安全评价单位编制安全影响评价、事故应急预案，以供项目决策人参考。

第7章 项目管理与组织实施

7.1 项目管理、组织机构与职责

7.1.1 项目管理

为按时保质保量完成综合治理项目，建立项目负责制，责权利相结合，采取严格措施，加强对项目的领导和支持。

（1）加强监督，严格计划财务管理

相关负责人员必须自觉维护治理计划的严肃性，严格按照计划组织施工，不得擅自变更建设规模、标准和主要建设内容。项目资金严格按照计划和工程进度使用，实行专户管理、专款专用，不得以任何理由挤占和挪用。

（2）加强项目质量管理

实施项目于监督制，强化工程质量监督，落实项目质量责任制，明确各方面责任。

（3）施工组织意见

要根据工程具体情况，合理组织，抓住重点，加强项目组织管理，强化工程质量管理，加强计划财务管理与监督，已达到确保质量、缩短工期、控制造价、保证安全，特别是要协调好施工与周围环境保护的要求。充分利用当地资源，减少物资运输量，尽量避免二次搬运，降低运输成本，节省工程投资，作好安全防范措施，杜绝工程事故的发生。

7.1.2 组织机构与职责

为了保证本项目的实施，项目前期工作由环保局、发改局等部门

组成的治理小组承担，建设期由具备资质的单位实施。

为了顺利实施本建设工程，由项目实施单位组建项目部负责工程建设，项目部下设五个职能部门。

a) 行政管理

负责办公室日常行政工作以及项目履行单位的接待、联络等工作。

b) 计划财务

负责项目的财务计划和实施计划安排，与项目履行单位办理合同协议等手续，以及资金使用安排及收支手续。

c) 施工管理

负责项目的土建施工。设备安装的协调与指挥，施工进度计划与管理，同时负责施工质量与施工安全的监督检查以及工程的验收手续。

d) 设备材料管理

负责设备材料订货、采购、保管、调拨等工作。

e) 技术管理

负责项目的技术文件、技术档案的管理工作，处理有关工程技术问题，组织技术考核等工作。

7.2 组织实施与进度安排

7.2.1 组织实施

为了保障本次项目的顺利实施，会同采取切实有力的措施进行统筹安排，由主管环保工作的领导牵头组织环保局、财政局、科技局、国土局等部门和单位成立专门领导小组负责实施此工程项目。

7.2.2 项目的安排进度

根据该项目实施内容和实施条件要求，该项目总计划工期为 10 个月。具体实施进度计划见表 7-1。

1 月，决策阶段，编制项目建议书和可行性研究报告。

2 月，设计阶段，编制初步设计、技术设计和施工图设计内容。

3—9 月，施工阶段。按照技术方案要求对土壤进行处理。

10 月，项目竣工验收。

表 7-1 项目进度表

序号	时间/ 月份 项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	决策阶段										
2	设计阶段										
3	施工阶段										
4	竣工验收										

7.3 项目监理

工程监理具有服务性、科学性、独立性、公平性几个特点。根据《建设工程质量管理条例》的规定，实行监理的建设工程，建设单位应当委托具有相应资质等级的工程监理单位进行监理，也可以委托具有工程监理相应资质等级并与被监理工程的施工承包单位没有隶属关系或者其他厉害关系的该工程的设计单位进行监理。下列建设工程必须实行监理：

- (1) 国家重点建设工程；
- (2) 大中型公用事业工程；
- (3) 成片开发建设的住宅小区工程；

(4) 利用外国政府或者国际组织贷款、援助资金的工程；

(5) 国家规定必须实行监理的其他工程。

其中（5）国家规定必须实行监理的其他工程中：①项目总投资额在 1500 万元以上关系社会公共利益、公众安全的下列基础设施项目：a. 煤炭、石油、化工、天然气、电力、新能源等项目；b. 铁路、公路、管道、水运、民航以及其他交通运输业等项目；c. 邮政、电信枢纽、通信、信息网络等项目；d. 防洪、灌溉、排涝、发电、引（供）水、滩涂治理、水资源保护、水土保持等水利建设项目；e. 道路、桥梁、地铁和轻轨交通、污水排放及处理、垃圾处理、地下管道、公共停车场等城市基础设施项目；f. 生态环境保护项目 g. 其他基础设施项目。

本项目为矿渣风险管控项目，属于第（5）条中的①f 生态环境保护项目，按要求需实行工程监理。

工程监理由监理方组织参加施工的各施工单位按合同标准进行建设，并对形成质量的诸因素进行检测、核验，对差异提出调整，纠正措施的监督管理过程。通过风险预测，重点、难点分析，事前控制等动态管理措施，保证本工程实现以下目标：

1、工期目标：严格按照总进度计划，对照实际进度进行分析解剖，提出监理措施并监督落实，确保工程项目按合同工期交付使用。

2、质量目标：通过实施监理规划、监理细则、监理旁站方案、工程创优措施等文件结合公司的考核检查控制监理人员的工作质量，通过提高监理工作质量来确保工程实体质量。

3、造价控制目标：在满足质量和进度要求的前提下，严格合同管理，控制设计变更和现场签证，防止索赔现象发生，认真把好工程计量关，做到预算按投标价、定额，调整按投标承诺、合同、政策，付款有凭据，索赔按合同，达到计划目标，确保业主满意。

4、安全文明施工控制目标：强化安全意识，重视和加强安全文明施工的管理工作，严格执行国家、湖南省、汨罗市有关安全文明施工的法规、条例及规定，督促承包单位完善安全保证体系和工作制度，使安全文明施工规范化、标准化和制度化；坚决杜绝重大事故，减少一般安全事故。

5、信息管理目标：运用现代管理模式，有组织的收集、整理、储存和传递工程信息，确保沟通渠道的畅通，使参建各方能够及时、准确地获取所需的信息。

第8章 成本效益分析

8.1 环境效益

本项目通过对原汨罗市城郊农药厂污染场地进行治理与修复，能有效地防治原汨罗市城郊农药厂对当地空气环境造成的安全隐患，消除原汨罗市城郊农药厂历史遗留问题对汨罗江水体环境质量的污染，改善水体质量，保障河流下游地区人民用水安全。同时从源头上管控农药等有机物的污染，推进汨罗江——洞庭湖流域的水污染防治工作的开展。通过开展露天污染场地的治理与修复工作，能有效地改善当地生态环境现状，改善城市居住环境，促进当地经济发展提供了环境保证。

8.2 社会效益

本项目的社会效益表现为：

(1) 消除污染场地遗留问题带来的土壤和水体污染隐患，保障饮水安全，保障当地居民居住环境安全，促进当地经济发展，保障人民群众身心健康。通过污染土壤的清运，生态修复等措施，可以有效恢复植被，改善中心城区的生态环境，促进当地生态文明城市建设，为发展当地经济创造条件。

(2) 原汨罗市城郊农药厂污染场地问题在当地为民众所关注，对其进行积极治理，是当地行政主体履行职权义务，为民请命的体现。本项目的实施是取信于民，为民服务的良好契机，项目开展有利保障当地社会环境的团结安定，为促进城市经济发展、生活水平提高营造良好环境。

(3) 一定程度上增加当地就业。工程建设过程中将投入大量的资金，工期为十个月，能为项目所在地区群众提供就业机会。剩余劳动力就地谋生，即降低了当地居民就业成本，又对当地社会环境的稳定、促进当地经济的发展等起到一定的作用，也为政府减轻了就业压力和经济负担；工程建设也将刺激当地的经济需求，带动当地和周边地区的经济发展，加速当地的经济发展。因此，工程的建设具有良好的社会效益。

(4) 起到环保宣传作用。通过原汨罗市城郊农药厂污染场地的应急治理和修复工作，可以起到环保宣传作用，引起当地人民对土壤污染整治的认识，增强民众环保意识，提高环保素养，为今后环境保护工作的储备软实力，营造良好社会氛围。

8.3 经济效益

项目实施后，可减少流域农药类有机物的污染程度，杜绝有机物污染水源环境和土壤环境，改善当地的生态环境和农业生产条件，增加粮食、蔬菜等农产品的产量，提高农产品质量，从而推动当地农村经济的可持续发展。随着治理方案的实施，附近生态环境和流域生态的均得到明显改善，一定程度上为当地经济的发展提供良好自然和社会环境条件，有利于促进经济发展。通过增加就业，增加当地居民收入。

第9章 结论

9.1 结论

汨罗市原城郊乡农药厂实施方案采用异位热脱附、原位填埋等技术对污染场地土壤污染物甲基对硫磷、杀螟硫磷进行处理，其甲基对硫磷土壤修复目标值为 16.28mg/kg，杀螟硫磷修复目标值为 19.48mg/kg，采用强氧化剂分解应急处置的暂存废水以及开挖、治理过程产生的废水。本项目治理范围约 40 亩、治理污染土壤 16189.88m³ 及拆除处置相关构筑物，应急处置暂存废水 90m³。

9.2 问题和建议

9.2.1 问题

- 1、业主单位不能提供现场后期建筑具体施工图纸和规划图纸；
- 2、现场部分厂房已租用于快递分拣，人来车往影响正常施工。

9.2.2 建议

- 1、为防止污染扩散，建议工程尽快施工；
- 2、为防止污染场地对周围居民的身体健康产生影响，政府应立即停止厂房出租，且将厂区隔离起来。
- 3、现场临近市区且北临汨罗江饮用水源保护区，一定要做好二次污染的防护措施；
- 3、现场施工时一定要做好安全、环保防护措施，防止对施工人员、场地周围居民及场地其他工作人员的身体健康和安全产生不利影响；
- 4、在场地开挖取土过程中，需要观察是否有在调查阶段中没有被发现的污染，一经发现，需要相关专业人员及时处理，并调整修复范围。

另外，在开挖过程中需要进行质量控制，确保分类开挖和开挖到位。

在开挖边界和底部要有取样监测，确保污染土壤如数清除。

第10章 附件

10.1 场地修复平面布置图



10.2 场地调查报告专家评审意见

汨罗市原城郊乡农药厂场地环境调查报告

专家评审意见

2019年11月8日，岳阳市生态环境局会同岳阳市自然资源和规划局在汨罗市组织召开了《汨罗市原城郊乡农药厂场地环境调查报告》（以下简称《场地调查报告》）专家评审会。参加会议的有岳阳市生态环境局汨罗分局、汨罗市楚之晟公司、编制单位广电计量检测（湖南）有限公司等单位的领导和代表。会议邀请了5位专家组成评审组（名单附后）。会前，与会专家与代表实地察看了项目现场，会上，汨罗市城建投对场地情况进行了介绍，编制单位对场地调查报告的内容进行了汇报。经评审和讨论，形成如下评审意见：

一、报告质量

场地调查报告内容较全面，场地环境调查数据基本可信，符合相关技术规范要求，经进一步补充完善后可作为下一步的工作依据。

二、修改建议

- 1、完善场地环境调查背景情况说明，核实原生产工艺情况、应急工程相关情况，完善污染因子识别分析。
- 2、完善场地下水调查方法说明，细化水文地质情况、地下水流向说明。
- 3、完善采样深度合理性分析，细化暂存土壤调查分析。
- 4、进一步完善调查结论，核实污染范围、污染方量及下一步工作建议。
- 5、补充监测井洗井等相关附件材料。

专家组：程育芝（组长）、方潭、陈灿、王红、陈亮（执笔）

程育芝 方潭 陈灿 王红 陈亮

2019年11月8日

10.3 风险评估专家评审意见

专家组综合评审意见

项目名称	汨罗市原城郊乡农药厂污染场地 风险评估报告
2019年12月6日，湖南省生态环境事务中心在长沙市组织召开了《汨罗市原城郊乡农药厂污染场地风险评估报告》（以下简称“风评报告”）专家评审会。参加会议的有湖南省生态环境厅、湖南省自然资源厅、岳阳市生态环境局、岳阳市自然资源局、岳阳市生态环境局汨罗分局、汨罗市自然资源局，建设单位汨罗市人民政府，编制单位湖南省环境保护科学研究院等。会议邀请了5位专家组成员（名单附后）。专家和与会代表听取了编制单位的汇报，查阅了相关材料，经充分质询与讨论，形成如下评审意见：	
<p>（一）项目概况</p> <p>汨罗市原城郊乡农药厂位于汨罗市归义镇上马村，占地面积约40亩，于1985年建设投产，并于2005年被关闭停产，生产经营20年。主要产品为甲胺磷、甲基1605（甲基对硫磷）、叶蝉散、甲甲磷、敌敌畏、扑虱灵、螟蛉星、一片净、纹枯清、三挫磷等农药，其中主要生产甲胺磷，产量约为1000t/a。生产过程中使用的主要原辅材料是甲胺磷原油（湖南农药厂生产）、甲基1605原油（湖南农药厂生产）、甲醇、甲胺基甲酰氯、灭多威肟、N,N-氯甲基-苯基氨基甲酰氯、甲苯、N-特丁基-N'-异丙基硫脲等。2018年6月，汨罗市原城郊乡农药厂旁修建沿江大道市政排水管涵施工过程中开挖至汨罗市原城郊乡农药厂地段污染土壤，造成该地段有农药气味的气体扩散，存在较大环境污染风险。汨罗市人民政府采取了应急方案设计及施工，及时管控污染扩散。</p> <p>根据国家环境保护部、国土资源部等四部委《关于保障工业企</p>	

业场地再开发利用环境安全的通知》（环发〔2012〕140号）、《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）等相关文件要求，汨罗市人民政府委托广电计量检测（湖南）有限公司开展了场地环境初步调查和详细调查工作，形成成果《汨罗市原城郊乡农药厂场地环境初步调查报告》和《汨罗市原城郊乡农药厂场地环境调查报告》（以下简称“原场地环境调查报告”）。在此基础上，湖南省环境保护科学研究院基于原场地环境调查报告结果进一步开展场地环境风险评估工作。

（二）风评结果

风评报告按照《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014），开展了场地污染识别、场地污染状况分析，包括危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征、风险评估不确定性分析等在内的场地风险评估，同时开展了土壤和地下水风险评估工作。在此基础上，提出关注土壤污染物为砷、甲基对硫磷和杀螟硫磷，地下水污染物为甲胺磷、甲基对硫磷、敌敌畏和二氯甲烷；该场地砷同时存在致癌和非致癌风险，甲基对硫磷存在非致癌风险，杀螟硫磷不存在非致癌风险。

风评报告提出土壤污染物修复目标值为：砷 20mg/kg、甲基对硫磷 16.28mg/kg、杀螟硫磷 19.48mg/kg；地下水修复目标值为：二氯甲烷 0.0566 mg/L、甲基对硫磷 0.00358 mg/L、敌敌畏 0.001 mg/L、甲胺磷 0.001 mg/L。基于基坑深度为 0m、5m 和 10m 的评估条件，拟修复的污染场地土壤方量分别为 3547.6m³、9192.19m³ 和 23762.52m³；基于模拟时间为 10 年、20 年和 30 年的评估条件，污染物模拟扩散面积分别为 393.6m²、859.9m²、1420.8m²。

（三）评审结论

土壤污染风险评估及报告格式符合国家相关标准规范要求，报

告内容较全面，提出的风险管控、修复的目标和基本要求较明确，土壤污染状况调查及报告基本能满足风险评估要求。

该场地污染物存在致癌和非致癌风险，需要实施风险管控和修复，可纳入建设用地土壤污染风险管控或修复名录。

（四）修改意见

1、核实场地的规划用地类型和拟开发利用方式；
2、进一步归纳总结原场地环境调查报告主要内容及结论，核实污染因子、污染范围、污染深度判别的依据及合理性，补充布点采样和污染分布等相关附图附件；

3、完善环境风险评估内容，补充汨罗江段饮用水源地与本项目的关系及其与场地的地表水、地下水环境关联性分析，补充周边土壤环境质量状况；

4、进一步核实水文地质调查方案和调查结论，按照相关规范要求，完善地下水环境现状调查分析，明确地下水环境风险评估结论；

5、核实暴露途径及参数等指标的取值及其依据，类比同类调查或研究优化和补充相关参数；

6、核实土壤和地下水修复目标、修复范围及方量核定结果；

7、根据评估结论，优化场地后续治理修复和管控建议。

专家组：杨运华（组长）、陈建成、汤宏、戴慧敏、万大娟（执笔）


日期：2019年12月6日