

金能科技股份有限公司一厂区污 染场地修复工程实施方案

场地责任单位： 金能科技股份有限公司

编制单位： 博天环境集团股份有限公司

编制日期： 二零一七年六月

目录

1 工程施工概况.....	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 编制原则及依据.....	2
1.2.1 编制原则.....	2
1.2.2 编制依据.....	2
1.3 项目工程内容.....	4
1.4 工程目标.....	4
1.4.1 土壤修复目标值.....	4
1.4.2 地下水修复目标值.....	4
1.4.3 场地修复范围及工程量.....	5
1.4.4 场地修复要求.....	11
1.4.5 场地修复总体思路.....	12
2 施工总体部署.....	13
2.1 现场交接及施工准备.....	13
2.1.1 进驻现场和现场交接.....	13
2.1.2 施工准备.....	13
2.2 总体施工流程和部署.....	15
2.2.1 总体施工流程.....	15
2.2.2 修复总体施工部署.....	15
3 现场施工布置及土壤开挖方案.....	17
3.1 现场施工总平面布置.....	17
3.1.1 现场施工总平面布置原则.....	17
3.1.2 现场施工总平面布置.....	17
3.2 施工现场临时设施.....	19
3.2.1 修复车间膜结构设施.....	19
3.2.2 环保洗车系统.....	20
3.2.3 抽出污水现场收集及初处理.....	21

3.3 污染土壤测量定位.....	22
3.3.1 测量定位依据.....	22
3.3.2 测量定位原则.....	22
3.3.3 测量组织机构及仪器.....	22
3.3.4 污染土壤现场定位方案.....	23
3.3.5 测量定位管理措施.....	23
3.4 污染土壤开挖方案.....	24
3.4.1 施工准备.....	24
3.4.2 开挖顺序.....	24
3.4.3 开挖方法.....	24
3.4.4 污染土壤开挖过程中的污染防范措施.....	25
4 污染土壤修复施工方案.....	26
4.1 总体修复方案.....	26
4.2 酚类污染土壤异位修复施工方案.....	26
4.2.1 酚类土壤异位修复技术路线.....	26
4.2.2 酚类污染土壤异位修复技术参数设计.....	28
4.2.3 酚污染土壤修复治理设施的布置.....	28
4.3 砷污染土壤修复施工方案.....	31
4.3.1 砷污染土壤技术路线.....	31
4.3.2 修复技术工艺参数.....	32
4.3.3 砷污染土壤修复工程量及药剂量估算.....	32
4.4 污染土壤针对性治理措施.....	33
4.5 土壤修复验收参考标准.....	33
4.5.1 酚类污染土壤采样.....	33
4.5.2 砷污染土壤采样.....	35
4.6 土壤修复过程二次污染防范.....	35
4.6.1 大气环境保护措施.....	35
4.6.2 废水环保措施.....	38
4.6.3 噪声环保措施.....	39

4.6.4 现场污染风险控制措施.....	40
4.7 修复后土壤去向.....	40
4.8 修复土方量与计划工期.....	41
5 地下水抽出处理方案.....	42
5.1 砷污染地下水抽取处理工艺流程.....	42
5.1.1 地下水抽取处理工艺流程.....	42
5.1.2 地下水抽取处理技术参数设计.....	44
5.1.3 抽提井构建.....	45
5.1.4 地下水抽出处理针对性治理措施.....	46
5.2 复合污染区地下水抽出施工方案.....	47
5.2.1 复合污染地下水施工技术路线.....	47
5.2.2 复合污染地下水抽出修复技术工艺参数.....	48
5.2.3 砷和酚类污染物复合污染地下水修复工程量估算.....	48
5.3 地下水抽出污水处理工程.....	48
5.3.1 污水处理设计水质情况.....	49
5.3.2 污水处理药剂投加量.....	50
5.3.3 污水处理设备设施.....	50
5.4 地下水抽出处理工程验收、二次污染防范.....	51
5.4.1 修复后地下水验收.....	51
5.4.2 地下水抽出处理过程二次污染防范.....	51
5.5 工期安排.....	52
6 酚污染地下水原位修复方案.....	54
6.1 原位注射化学氧化工艺流程.....	54
6.2 各污染区修复技术参数的确定.....	55
6.2.1 I 区修复技术参数的确定	55
6.2.2 II 区技术参数的确定	60
6.2.3 III 区技术参数的确定	62
6.3 地下水原位化学氧化注射点位.....	62
6.4 原位化学氧化注射井设计.....	64

6.5 注射井和监测井施工.....	65
6.5.1 井管结构.....	66
6.5.2 口径及材质.....	66
6.5.3 过滤管参数选择.....	66
6.5.4 钻孔.....	66
6.5.5 下管.....	66
6.5.6 填砾.....	67
6.6 地下水原位氧化修复工程验收、二次污染防范及工期.....	67
6.6.1 地下水原位化学氧化工程验收.....	67
6.6.2 地下水原位修复过程二次污染防范.....	67
6.6.3 工期安排.....	68
7 工程施工具体管理措施.....	69
7.1 修复工程质量保证措施.....	69
7.1.1 质量保证体系.....	69
7.1.2 质量管理组织措施.....	69
7.1.3 控制措施.....	69
7.2 主要分项工程安全施工措施.....	71
7.2.1 污染土壤清挖.....	71
7.2.2 地下水修复质量保证措施.....	72
7.3 季节性施工措施.....	72
7.3.1 施工管理.....	73
7.3.2 雨季施工保证措施.....	73
7.3.2 夏季施工.....	74
8 安全、文明施工措施及人员防护、应急预案.....	76
8.1 安全文明施工措施.....	76
8.1.1 安全保证体系.....	76
8.1.2 安全施工管理措施.....	76
8.1.3 机械操作安全措施.....	78
8.1.4 用电安全措施.....	78

8.1.5 消防安全措施.....	79
8.1.6 文明施工管理措施.....	79
8.1.7 环境保护措施.....	80
8.1.8 其他措施.....	80
8.2 人员防护.....	80
8.2.1 本项目可能存在的人体危害因素.....	80
8.2.2 预防措施.....	80
8.2.3 开放式环境中的人员防护措施.....	81
8.2.4 施工人员应熟知的急救常识.....	81
8.3 应急预案.....	82
9 社会影响维稳应急预案及承诺.....	91
9.1 社会影响维稳应急预案.....	91
9.1.1 成立安全领导小组.....	91
9.1.2 具体安全管理措施.....	91
9.1.3 项目部管理措施.....	92
9.2 社会维稳工作承诺书.....	92
10 项目组织机构和劳动力配置计划.....	94
10.1 项目部管理架构.....	94
10.2 人员职责.....	94
10.3 管理制度.....	96
10.4 劳动力配置.....	97
10.4.1 劳动力选择考虑的因素.....	98
10.4.2 劳动力组织与调配.....	98
10.4.3 劳动力安排计划与施工进度之间的配合.....	99
10.4.4 劳动力组织的保证措施.....	99
10.4.5 主要劳动力配备计划.....	99
11 修复工程验收方案.....	100
11.1 过程监管.....	100
11.2 工程验收.....	101

11.2.1 验收程序.....	101
11.2.2 验收项目和标准.....	102
11.2.3 验收内容.....	102
11.3 验收方案.....	104
11.3.1 土壤验收.....	104
11.3.2 地下水验收.....	104
11.3.3 超标点位处理.....	105
11.4 修复效果评估.....	105
12 项目施工进度计划及保证措施.....	106
12.1 施工总体进度计划.....	106
12.2 保障措施.....	106
12.2.1 影响工期预测分析及其对策.....	106
12.2.2 工期保证措施.....	107
12.2.3 施工高峰期强度保证措施.....	109
附件 A 项目工程量、验收方法进度安排.....	错误！未定义书签。
附件 B 施工总平面布置图	111
附件 C 场地中试报告	112
附件 D 施工总进度计划.....	116

1 工程施工概况

1.1 项目概况

金能科技股份有限公司一厂区是金能科技股份有限公司的前身—山东瑞普生化有限公司，成立于 1998 年并于 2016 年搬迁，主要生产医药中间体对甲基苯酚和山梨酸钾等精细化工产品。公司分为东、西两个厂区。金能东厂区（又称一厂区）场地（简称“场地”）原属于瑞普生化公司用于硫磺装置、对甲基苯酚装置、山梨酸钾装置的生产运营。目前该场地已经停产，场地内的建筑和设施已基本拆除，但拆除后的建筑垃圾尚未运出。生产过程中的主要原材料为甲苯、硫磺、碱、醋酸、盐酸等，污染物主要包括重金属、甲苯、苯酚类污染物等，对场地土壤和地下水造成一定污染。

根据《齐河县城市总体规划》和《齐河经济开发区总体规划（2006-2020）年》，项目地块未来土地利用方式仍将用于工业用地开发。同时，环保部 2016 年 12 月 27 日发布的《污染地块土壤环境管理办法（试行）》要求“污染地块经治理与修复，并符合相应规划用地土壤环境质量要求后，可以进入用地程序”。该块场地的土壤修复目标为砷、苯酚类，修复主体涉及地下水与土壤。根据南京土壤所编制的《金能科技股份有限公司一厂区污染场地调查及风险评估》（以下简称《调查报告》）、博天环境集团股份责任有限公司编写的《金能科技股份有限公司一厂区污染场地技术方案》（以下简称《技术方案》）及修复施工前的修复加密调查确定的本项目修复范围及工程量估算如下：

（1）土壤

1) 重金属（砷）

重金属砷的污染集中，且涉及面积较小，以 S38 点点位为中心，周围 40m 区域内，深度为 1 m，污染面积约为 4122m²。

2) 有机物（苯酚类）

基于场地调查报告的风险评估显示，该场地土壤中酚类污染物没有超过风险控制，但存在着三个区域的地下水风险值超标。为防止修复后的污染地下水再次被浅层高浓度污染土壤污染的发生，需要对浅层高浓度污染土壤进行修复，经过计算确定土壤中苯酚类污染物浓度超过 380mg/kg 的区域需要进行修复。补充调查后，确

定酚类污染土壤面积为 1176m^2 ，开挖深度为 1-1.5m，土方量为 1494m^3 。

（2）地下水

1）重金属（砷）

场地中面积为 1100m^2 的单一砷污染地下水区域，按照调查报告初步估算水层厚度为 4m，地下水土壤孔隙率为 0.38，总共需要抽出的污水量约为 2000m^3 。

2）有机物（苯酚类）

场地中总面积为 7764m^2 的单一酚类污染地下水区域，按照调查报告初步估算水层厚度为 4m，地下水土壤孔隙率为 0.38，总共需要处理的污水量约为 12000m^3 。

3）地下水复合污染区

场地中面积为 1200m^2 的砷和酚类污染物复合污染地下水区域，按照调查报告初步估算水层厚度为 4m，地下水土壤孔隙率为 0.38，总共需要抽出的污水量约为 2000m^3 。

1.2 编制原则及依据

1.2.1 编制原则

（1）规范性原则。以我国《污染场地土壤修复技术导则》（HJ25.4-2014）和《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南》（试行）为依据，规范编制污染场地修复实施方案；以相关的法律法规和规范标准为准绳，严格贯彻落实场地土壤挖掘、固体废物管理和处理处置的相关要求；

（2）可行性原则。根据场地污染特征，以健康风险评估的结果为基础，结合场地开发的要求，制定技术上和经济上可行的处理处置方案；

（3）环境安全性原则。严格控制可能造成的二次污染扩散，确保科学、安全地实现场地污染土壤的妥善处理处置；

（4）科学性原则。基于人体健康保护和环境风险降低的原则，对项目实施全过程和场地开发利用提出科学、专业的建议。

1.2.2 编制依据

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年）；

（2）《中华人民共和国土地管理法》（2004 年修订）；

- (3)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2004 年修订);
- (4)《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》(国环办[2004]47 号);
- (5)《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);
- (6)《国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知》(国办发〔2013〕7 号);
- (7)《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);
- (8)《国务院关于化解产能严重过剩矛盾的指导意见》(国发〔2013〕41 号);
- (9)《国务院办公厅关于印发 2014-2015 年节能减排低碳发展行动方案的通知》(国办发〔2014〕23 号);
- (10)《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》;
- (11)《场地环境调查技术导则》(HJ25.1-2014);
- (12)《场地环境监测技术导则》(HJ25.2-2014);
- (13)《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014);
- (14)《污染场土壤修复技术导则》(HJ25.4-2014);
- (15)《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166 -2004);
- (16)《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2004);
- (17)《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》(GB/T16157-1996);
- (18)《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006);
- (19)《地下水质量标准》(GB14848 -2007 年修订);
- (20)《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);
- (21)《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011);
- (22)《工作场所有害因素职业接触限值》(GBZ2.1-2007);
- (23)《水污染物排放限值》(DB44/T 26-2001);
- (24)《大气污染物排放限值》(DB44/T 27-2001);
- (25)《金能科技股份有限公司一厂区污染场地修复技术方案》

(26)《金能科技股份有限公司一厂区污染场地调查及风险评估》

(27)《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43/T1165-20)

1.3项目工程内容

根据场地的污染状况，依据《调查报告》及《技术方案》，该项目场地未来将用于工业用地开发，污染物介质为土壤和地下水，污染物为砷和酚类污染物，本项目确定对砷污染土壤进行原位处稳定化处置；对酚污染土壤全部清挖，在充气大棚中进行原地异位氧化处理，处理后的土壤可原场地回填；对酚污染地下水采取原位化学氧化处理；对砷污染地下水水采用抽出+混凝-沉淀及吸附处理；对复合污染地下水进行先抽出再氧化-沉淀的处理。

1.4工程目标

1.4.1 土壤修复目标值

根据《金能科技股份有限公司一厂区技术方案》中确定的土壤修复目标值，该场地土壤修复至以下目标值。

表 1.4.1-1 土壤修复目标值

序号	污染物	土壤修复目标值
1	3&4-甲基苯酚	380mg/kg
2	砷	0.1 mg/L(浸出)*

注：砷的浸出浓度标准依据湖南《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43/T1165-20)确定

1.4.2 地下水修复目标值

根据《金能科技股份有限公司一厂区技术方案》中确定的地下水修复目标值，该场地地下水原修复目标值见表 1.4.2-2。

表 1.4.1-2 地下水修复目标值

序号	污染物	土壤修复目标值(单位: mg/L)
1	3&4-甲基苯酚	51.8
2	2-甲基苯酚	51.8
3	2,4-二甲基苯酚	20.8
4	砷	0.5

1.4.3 场地修复范围及工程量

1.4.3.1 土壤修复范围及工程量

基于场地调查结果的风险评估显示，该场地土壤中酚类污染物没有超过风险控制，但存在着三个酚类超标的地下水区域（见图 1.4.3-1）。为防止修复后的污染地下水再次被浅层高浓度污染土壤污染的发生，需要对浅层高浓度污染土壤进行修复。经过计算，浅层污染土壤中需要修复的目标物为 3,4-甲基苯酚，修复目标值为 380mg/kg(详细计算见技术方案)。详细筛查后三个区域范围图见图 1.4.3-2、1.4.3-3、1.4.3-4。最后确定三个区域开挖面积共计 1176m²，土方量实方 1494m³，详见表 1.4.3-1。具体开挖点位见表 1.4.3-2。

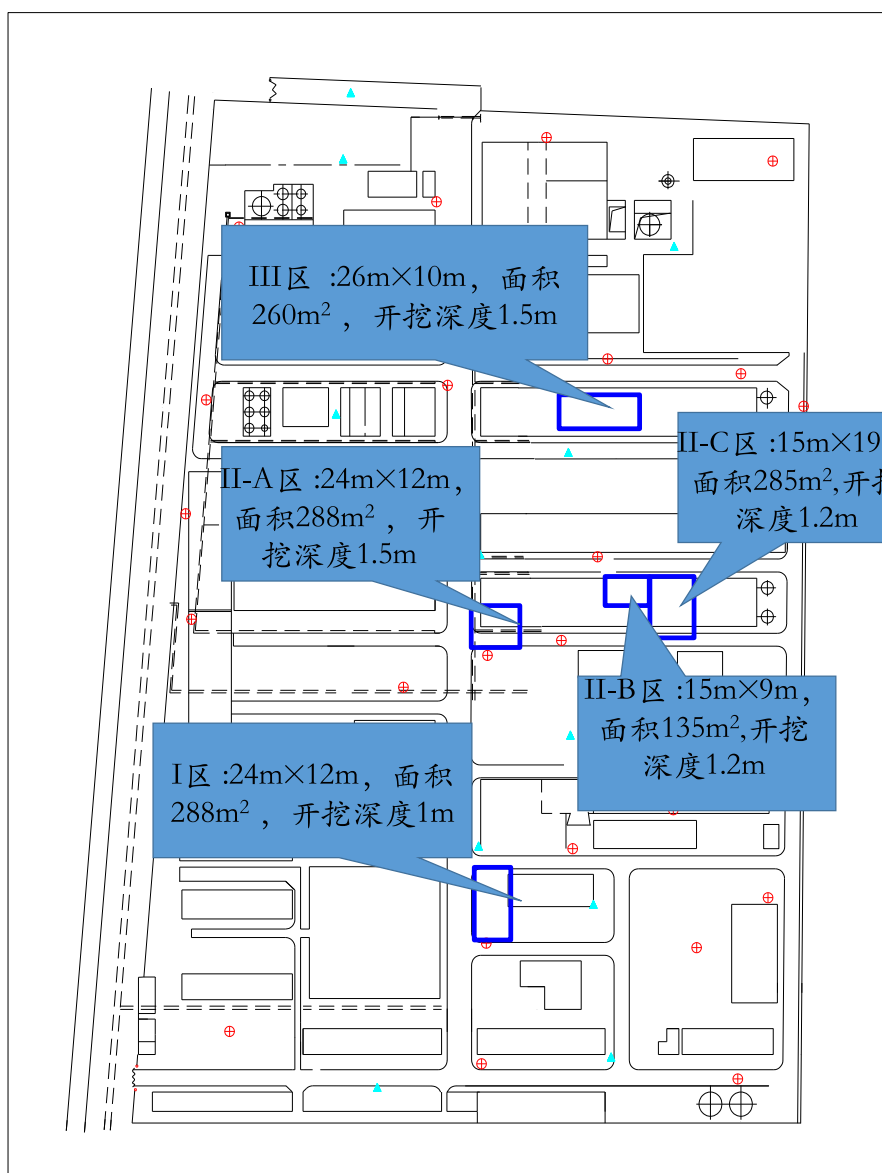


图 1.4.3-1 三区浅层酚类污染土壤分布及修复范围 (380mg/kg)

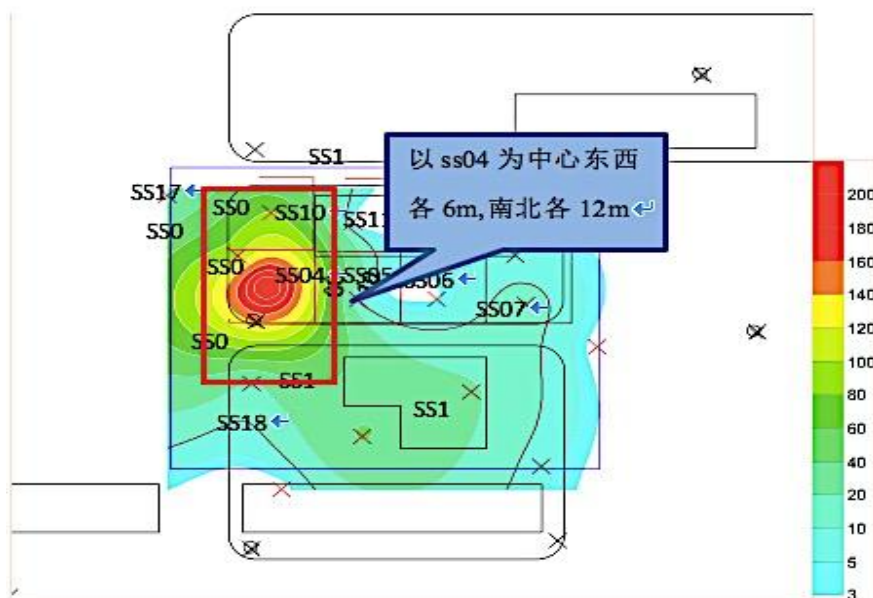


图 1.4.3-2 I 区浅层酚类污染土壤分布及修复范围（0-120mm）

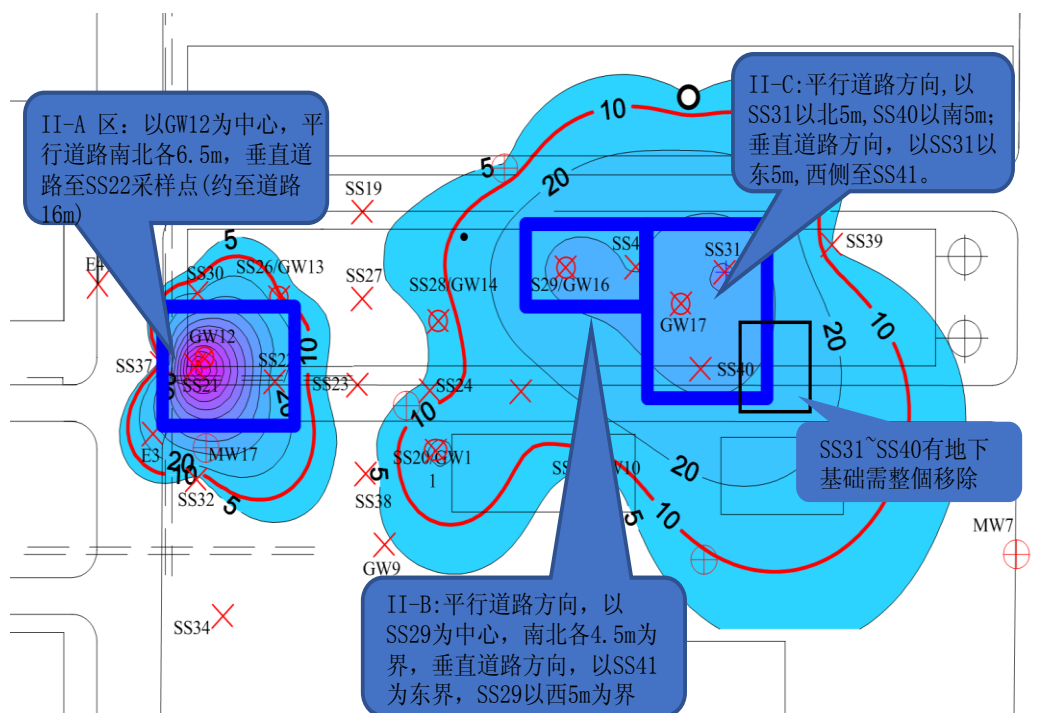


图 1.4.3-3 II 区浅层酚类污染土壤分布及修复范围

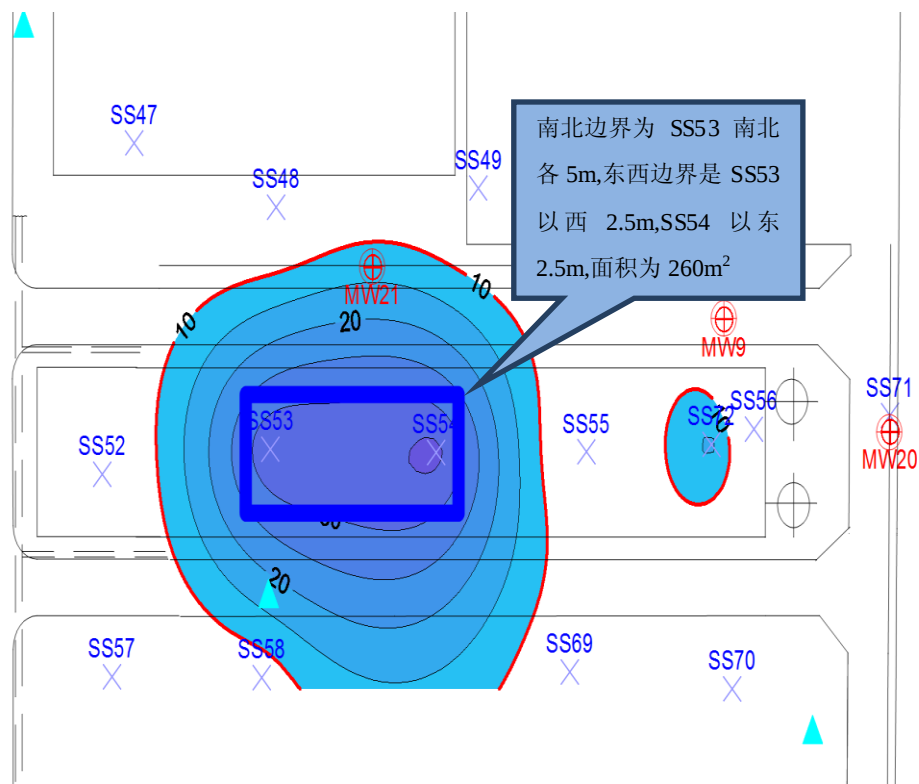


图 1.4.3-4 III 区浅层酚类污染分布及修复范围

表 1.4.3-1 酚类污染土壤修复工程量

区域	尺寸, 面积	开挖深度	开挖土方量(实方, m ³)
I区	24m×12m, 288m ²	1m	288
II-A 区	16m×13m, 208m ²	1.5m	312
II-B 区	15m×9m, 135m ²	1.2m	162
II-C 区	15m×19m, 285m ²	1.2m	342
III区	26m×10m, 260m ²	1.5m	390
小计	1176 m ²		1494

表 1.4.3-2 酚类污染土壤开挖点位坐标

区域 I	X	Y
1	477844.225	4075822.583
2	477855.841	4075819.573
3	477861.759	4075842.832
4	477850.143	4075845.842
区域 2		
1	477864.916	4075909.655
2	477880.404	4075905.641
3	477883.916	4075919.194
4	477868.428	4075923.207
5	477904.419	4075913.376
6	477917.108	4075910.088
7	477919.614	4075919.761
8	477906.927	4075923.056
9	477914.42	4075899.714
10	477919.614	4075919.761
11	477935.392	4075915.67
12	477930.178	4075895.631
区域 3		
1	477910.282	4075970.965
2	477935.451	4075964.444
3	477937.959	4075974.124
4	477912.79	4075980.645

（2）砷污染土壤修复范围及工程量

按照该项目技术方案确定的污染土壤砷修复目标值为 39mg/kg，确定的污染范围及坐标拐点如图 1.4.3-5 和表 1.4.3-3 所示。

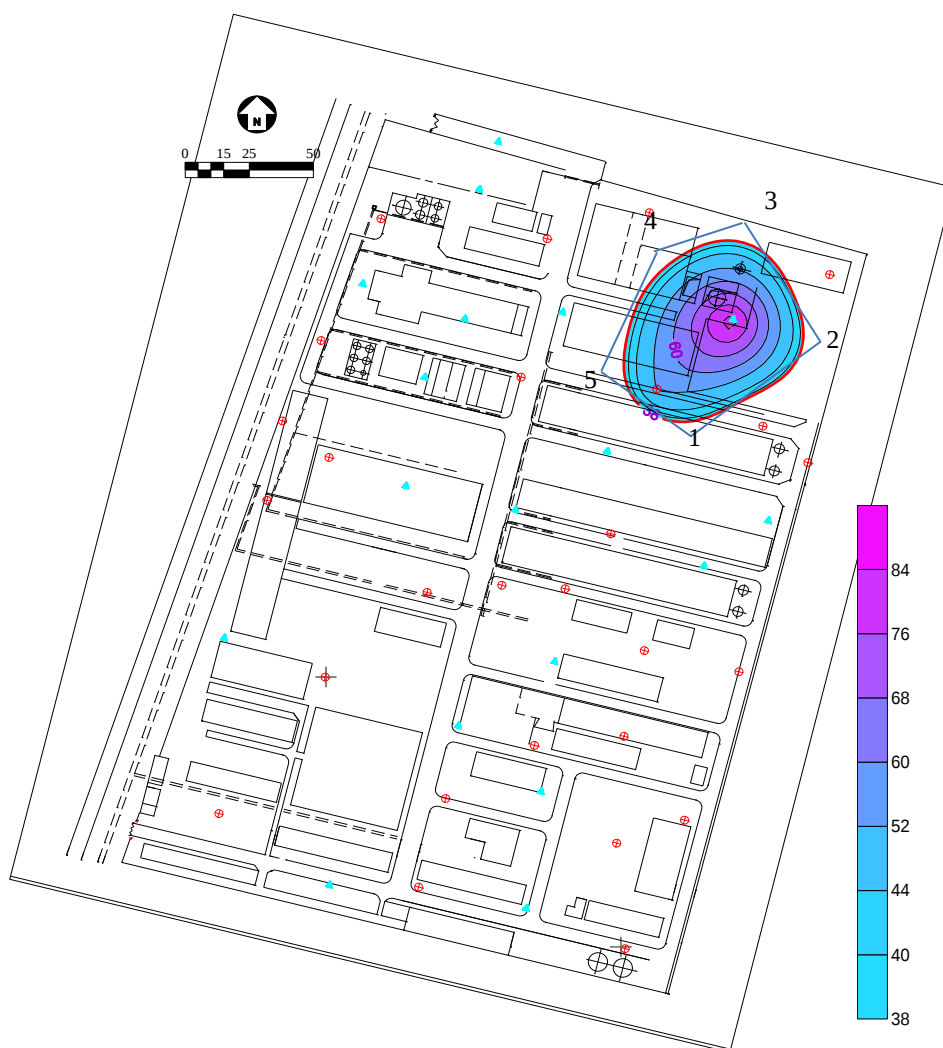


图 1.4.3-5 土壤砷的修复范围图 (39mg/kg)

表1.4.3-3砷污染土壤区域拐点坐标

位置点	X	Y	面积 (单位: m ²)
1	477937.374	4075967.584	4122
2	477988.736	4076003.147	
3	477972.440	4076050.880	
4	477931.878	4076043.344	
5	477909.795	4075990.298	

1.4.3.2 地下水修复范围及工程量

经详细筛查后，I区完成土壤、地下水补充调查工作。以 51.8mg/L 为修复目标下，修复面积约 1289m²，其中，边界区域将进一步于注药井设置过程中进行确认。

II 区为 2475m²，III 区面积与调查报告给出的面积一致为 5000m²，详见图 1.4.3-6。地下水砷浓度高于 0.5mg/L 的污染面积约 2300m²，地下水中砷（0.5mg/L）和苯酚类污染重叠区域面积 1200m²，如图 1.4.3-6 所示。

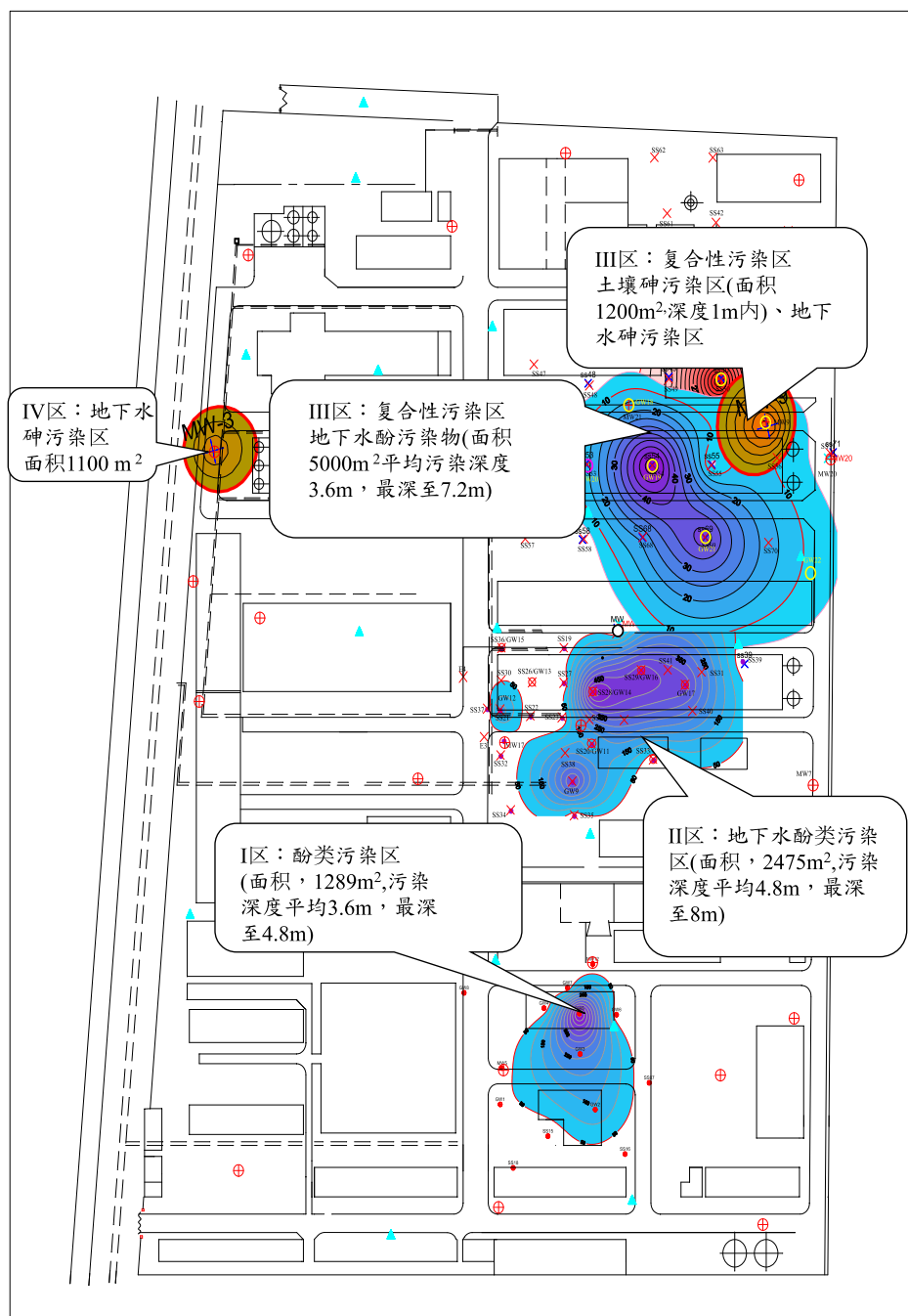


图 1.4.3-6 地下水中砷（0.5mg/L）和苯酚类污染重叠区域分布及面积

1.4.4 场地修复要求

本项目的总工期目标为 260 天，处理目标是快速、彻底消除土壤和地下水中的

目标污染物对环境和人体健康的危害。

1.4.5 场地修复总体思路

由于该场地污染修复的目的是去除污染、恢复土壤生产力与环境友好的质量、保证场地的再利用、确保环境与健康安全。因此场地修复将包括污染控制、污染去除、污染物降解、降低环境与健康风险等综合过程。

总体上将优先采用永久性处理修复，即显著地减少污染物数量、毒性和迁移性，在适当的条件下有限度地采用安全处置的修复方法；优先采用绿色、可持续和资源化的修复方法，有限度地采用高耗能、低资源利用率的修复方法；综合平衡考虑修复时间、修复成本、场地利用等因素，尽量降低修复成本；选用的修复方法要确保在修复过程中将二次污染降低到最低程度，确保不对环境和周围民众产生不可接受的负面影响。

2 施工总体部署

2.1 现场交接及施工准备

2.1.1 进驻现场和现场交接

现场交接和场地确定：进场后，首先是接管施工现场，与业主办现场交接手续；根据业主要求并与业主协调一致后，确定施工现场使用范围，以便于安排场内各场地、道路的使用，以及临时围墙的施工。

测量定位桩点和资料的移交：进场后，与业主及时进行测量定位桩的确认，并进行相关资料的交接和手续办理。

临时水电条件落实：进场后，与业主落实现场施工用电源、水源和污水排放口等施工条件。

与监理单位的协调和沟通：进场后，及时与监理单位进行联系和沟通，听取监理单位的要求、意见和建议，以及监理公司对修复工作的打算和安排，并按其要求开展相关工作。

与政府相关部门的衔接和沟通：进场后，及时与政府有关部门取得进一步联系，取得政府相关部门的支持，为修复工作创造良好的外部条件。

2.1.2 施工准备

施工准备工作是整个施工生产的前提，施工准备工作的充分与否将直接影响着今后整个工程能否顺利实施。各项施工准备工作可具体分为管理人员就位和岗位责任制的建立、技术准备、施工生产准备等几个部分。

2.1.2.1 管理人员就位和岗位责任建立

按照现场组织管理机构和项目经理部岗位设置，及时安排项目经理部、项目班子和工程、技术、管理工种就位，建立健全项目经理部岗位责任制，并根据岗位职责，快速有效地开展各项工作。

2.1.2.2 技术准备

(1) 技术安全交底：以施工组织设计为依据，在各项工程施工之前，分级进行认真详尽、有针对性和可操作性的技术安全交底，使工程技术管理人员、作业班

组、施工操作人员在施工开始前做到心中有数。

(2) 制定施工进度计划和配套计划：根据合同约定和业主要求，制定工程施工总控制进度计划、分阶段制定施工进度计划；根据进度计划制定各配套计划，包括劳动力计划、物资设备采购进场计划、施工机械设备进场计划和检测计划、资金计划等，及时报送业主和监理单位审批确认。

(3) 施工测量和控制网布设：根据市政规划红线桩、测量定位水准点，放出污染范围拐点坐标以及放坡线，同时做好测量桩位的保护。

(4) 物资设备材料计划:按照工程总控制进度计划、分阶段施工进度计划以及配套计划，及时组织加工、采购和按计划进场。

(5) 确定第三方检测机构并报监理、业主审批。

(6) 现场实施方案准备，根据现场实际情况，编制现场实施施工组织设计，并根据施组编制各个专项施工方案。

(7) 测量仪器准备，配置现场所需测量仪器、监测仪器，所有仪器设备须有年检报告，且在检定有效期范围之内。

(8) 与业主方、监理单位技术人员办理交接手续，做好地下障碍物的调查工作，如有地下物时做好定位标志，并向施工技术人员作书面和现场的确认交底。

(9) 施工前为所有出入厂区参与施工的人员及车辆办理出入证；并到相关的政府管理部门进行工程备案。

(10) 施工前各项准备工作完毕后，项目经理填写开工通知单、报送监理工程师、甲方批准。

2.1.2.3 施工生产准备

施工生产条件准备工作主要包括以下工作：

(1) 现场临时设施施工：进场后，按照业主和监理批准的现场总平面布置方案，抓紧进行现场场地清理和总平面布置，抓紧施工完成临时围墙、现场办公、仓库、厕所、堆存区等临时设施施工，并做好场地规划、企业标志布置、道路硬化等工作。

(2) 现场临时水电施工：进场后，按照业主和监理批准的现场临时水电布置方案，抓紧进行施工用水接驳和管线铺设，施工用电线路铺设和电箱布置，以及防降雨和排水设施的施工。

(3) 进场后，积极进行土方、降水、边坡支护、临设建设等施工队伍落实，确保按计划进场施工。

(4) 根据施工进度计划和施工预算提供的施工机械数量，按施工机械计划表组织相应施工机械进场就位，并根据施工现场确定所使用的施工运输车辆、施工用品以及生活物资和生活用车，并做好各类材料、机械的维护与维修工作。

2.2 总体施工流程和部署

污染场地治理工程涉及到污染土壤的定位、清挖、运输、储存及处置各个环节，专业程度高并且繁杂。因此总体施工流程和施工部署是完成各项目标工作的关键所在。本项目的施工流程和部署主要围绕工期控制、质量管理、施工协调配合等重点进行部署，科学合理安排施工顺序，组织充足的资源并合理配置，确保保质保量完成本工程的各项目标。

2.2.1 总体施工流程

施工总体流程见图 2.2.1-1。

2.2.2 修复总体施工部署

金能科技股份有限公司一厂区修复项目场地酚类污染土壤约为 1494m^3 ；砷污染土壤约为 4122m^3 ，总计为 5616m^3 ，单一酚类污染地下水污水量约为 12000m^3 ；单一砷污染地下水区域约为 2000m^3 ；砷和酚类污染物复合污染地下水污水量约为 2000m^3 ，总计约为 16000m^3 。根据土壤中不同污染物理化性质，并结合各层土壤质地特征，经严格的修复技术比选、专家评审，最终确定对该场地酚类污染土壤采用异位氧化修复技术；砷污染土壤采用原地稳定化修复技术，酚类污染地下水采用原位氧化修复技术；砷污染地下水采用抽出-处理技术，备选方案为开挖-基坑降水处理；酚类和砷复合污染地下水采用抽出处理+原位氧化技术，修复后土壤和地下水满足既定的修复目标值。

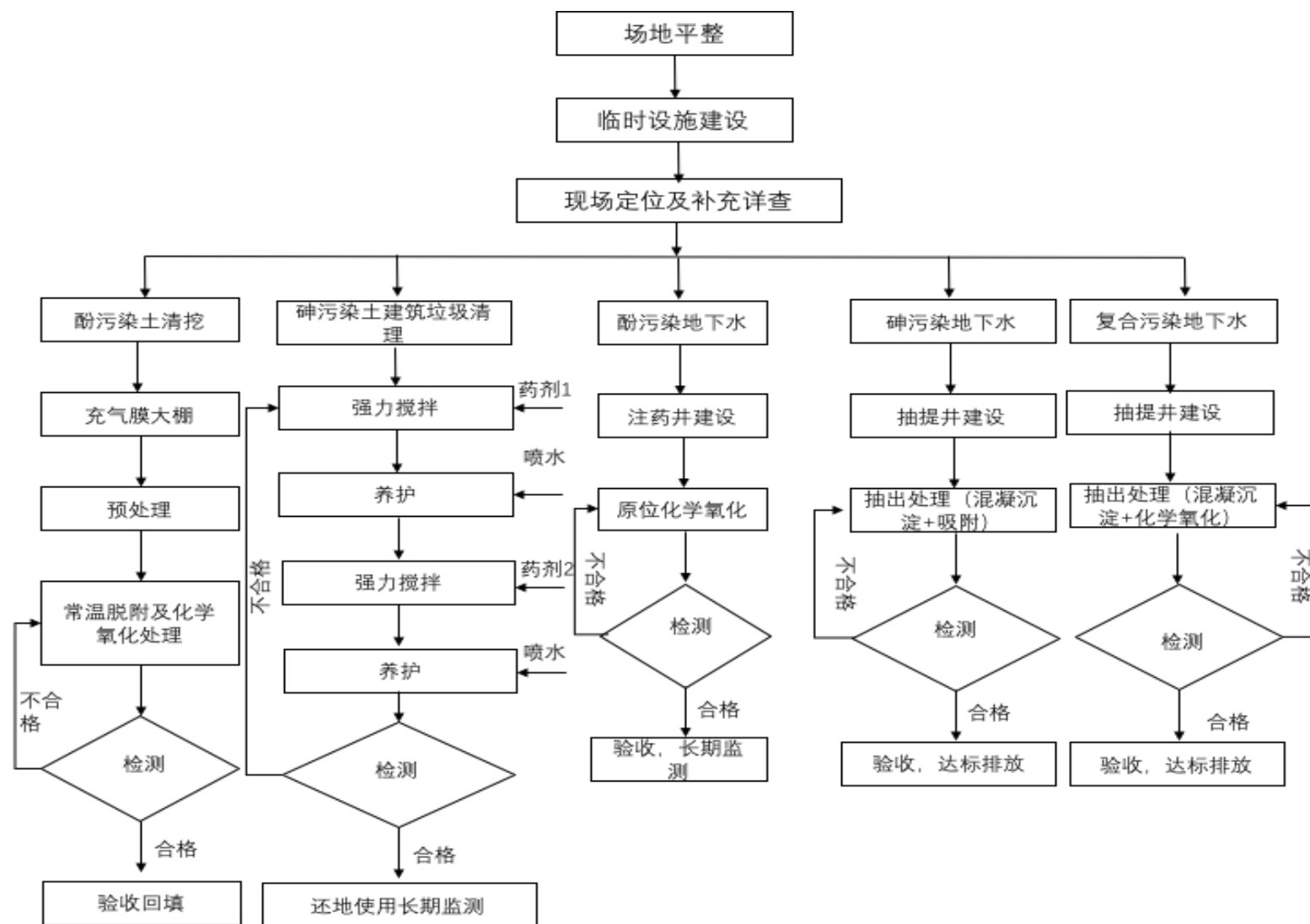


图 2.2.1-1 施工总体流程图

3 现场施工布置及土壤开挖方案

3.1 现场施工总平面布置

3.1.1 现场施工总平面布置原则

严格遵守山东省相关政策和标准，做好施工现场卫生、安全及防火措施。

施工现场总平面布置应与周边环境协调施工，并与施工组织设计、施工方案及施工顺序相协调。

在平面布置中应充分考虑好施工机械设备、办公、道路、现场出入口、堆放场地等的优化合理布置，根据施工场地及周边交通状况设置道路及主要出入口。

充分考虑现有道路有效利用的原则，便于大型车辆通行并保证其安全性。在总体布置上，应充分考虑大气污染、扬尘污染、噪音污染的有效控制，噪声较大的处置设备尽量远离居民区。

3.1.2 现场施工总平面布置

该项目根据现场的实际情况对现场平面布置进行了规划，包括生活办公区、修复大棚（化学氧化处置区）修复后待检区、污水处理区、车辆清洗区、药剂堆放区、施工材料堆放区、施工机械堆放区、现场实验室，见下图 3.1.2-1，详见附件 A。

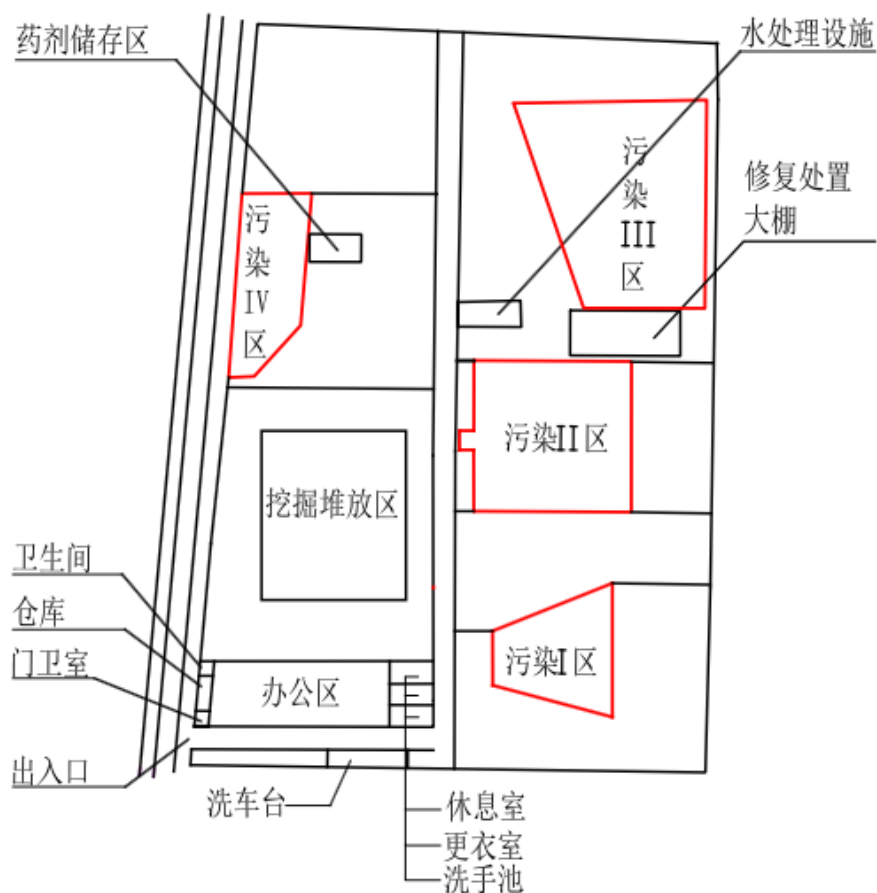


图3.1.2-1现场施工总布置平面

(1) 办公区

项目办公区在金能原有办公室，对其进行了装修完善，面积约 200m²，位于场地西南侧。包括化验室、员工休息室、更衣室和洗手池等。

(2) 修复处置大棚

修复处置大棚采用密闭膜结构大棚，含暂存区和主待检区以及处置区，长 30m，宽 20m，高度（最高点）10m。

膜结构大棚建设方案的优势在于通过充气膜内外压力差形成建筑结构，内部无任何梁柱有效增加空间使用面积。大棚采用膜结构搭建，由整幅单层多功能膜、铝合金固定卡具、充气风机、止回阀、充气软管及控制装置组成，底部设计圈梁基础保持大棚的整体密封。大棚进出口设置密闭双层门，方便车辆进出。大棚设置引流风机将从污染土壤中挥发的污染物集中引致排气筒，废气经排气筒进入除尘、活性炭吸附处理后达标排放。

为防止污染土壤对周边土壤造成污染，同时车间内需要安装设备、配置土壤倒运、混合及运输机械，因此将车间地面用抗渗混凝土做硬化处理混凝土地面厚20cm，水泥标号 C25。

（3）挖掘堆放区

备用修复待检区将沿用基坑土暂存区，总占地面积为 3000m²，将用于经过化学氧化修复后土壤的临时堆存，以进行自检与验收，同时对待检土壤采用土工布进行覆盖。

（4）污水收集处理区

场地内通过抽出处理技术抽出的污染地下水经管线输送至污水处理区进行处理，处理达标后用于原位化学氧化工艺的药剂配制。污水设备区占地，长 4m，宽 3m，深度 1.5m。主要有泵房、调节池、混凝沉淀池、活性炭吸附等设施。

（5）车辆冲洗区

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

（6）药剂堆存区

用于化学氧化药剂的堆存，面积约 150m²，位于场地西北角。药剂储存量控制在 5-7 天，做到用多少存多少，降低库存量以及管理风险。药剂储存区地面有 15cm 水泥硬化层，用铁皮搭建并加盖屋顶，四周砌砖作为围堰防治雨水倒灌，配可避免药剂受到风吹雨淋保证药剂安全存。

（7）材料和设备堆放区

位于办公区西南面，便于施工材料和施工设备的有序堆放和管理。

3.2 施工现场临时设施

进场后，按照现场总平面布置方案，抓紧进行现场场地清理和临时设施建设，本项目临时设施包括修复车间膜结构（又称“修复大棚”）以及环保洗车场系统等。

3.2.1 修复车间膜结构设施

修复车间采用大空间、大跨度、内部无梁柱、无泄漏的空气支承膜结构对污

染土壤进行密闭储存，污染土释放出的有毒有害气体密闭在气膜大棚中，不会释放到大气之中，防止有毒有害气体的释放对空气环境造成污染；同时可保证车辆等工程机械的全天候正常作业，不受雨雪以及大风天气的影响，有效防止扬尘及降水下渗对地下水的危害。污染土散发的有毒有害气体经排风设施排出、进行尾气处理后达标排，控制气膜大棚内部空间有害气体浓度在预先设定的安全范围内，确保室内作业环境符合职业健康和消防、安全生产有关标准。膜结构大棚具有以下工艺特点：

（1）围合结构采用大空间、大跨度、内部无梁无柱的空气支撑膜结构，对密闭空间的工程机械作业不会产生影响；

（2）围合结构密闭效果好，可有效防止污染土储存过程中释放的有毒有害气体直接排向大气，保证附近居民及作业区人员的安全；

（3）进出门系统可有效保证车辆进出的连续性和快捷性、人员进出的便利性以及紧急情况下人员的安全性；

（4）围合结构可保证作业区不受外界天气的影响，有效防止污染土扬尘对周围环境的影响，以及降水下渗对地下水的危害；

（5）围合结构材质为高强度纤维织成的基材和聚合物涂层构成的复合材料，具有更强的机械强度、耐化学性能、耐渗透性、耐加工性、高自洁性和透光性，更加节能环保；

（6）气膜配置合理有效，采用自动监控可视系统及自动排放尾气处理系统，实现全天候工作功能。

3.2.2 环保洗车系统

为使出场车辆干净、清洁拟在场地出口处修筑环保洗车循环系统一套。施工期间，所有驶离污染区域的车均需进行清洗。环保洗车循环系统主要由用水泥砂浆砌筑的水池组成，其中洗车池与一级沉淀池和清水池并列排放，如图3.2.2-1所示。

车辆路线：车辆沿引导车道进入洗车池内，由两侧工作人员对车身及车轮进行清洗，最后车辆驶出洗车池进入残水吸附区，再驶出场外。

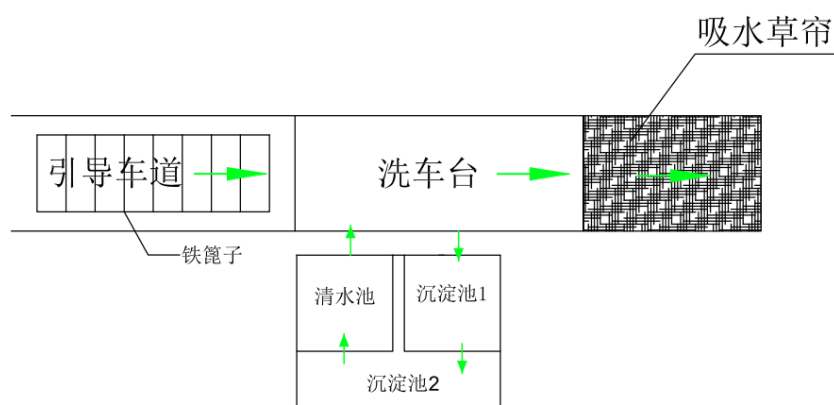


图 3.2.2-1 环保洗车循环系统平面图

水循环路线：使用之前先将洗车池、清水池内放入适量的水，洗车时由一台潜水泵（一台备用）将清水池内水抽出后在洗车池两侧的喷头中喷出清洗车辆，落入洗车池内的水经管道先流入沉淀池内，沉淀池内水经三天沉淀后逐层放入清水池中，进入再次循环环节。沉淀池内的淤泥定期送至修复大棚和待修复土壤进行修复处置达标。

3.2.3 抽出污水现场收集及初处理

对于含砷废水的处理，国内外进行了大量的研究，主要采用化学沉淀法、吸附法、离子交换法、膜分离法、生化法等处理方法。但就目前情况而言，只有化学沉淀法获得了较好的工业应用，适合处理大规模的含砷废水。化学沉淀法主要是利用可溶性铁盐作为除砷剂，已有研究表明，相对于砷酸钙而言砷酸铁更稳定，且长期堆放也不会产生二次污染将硫酸铁用于初步除砷，将绝大部分的砷去除，将聚合硫酸铁用于对硫酸铁除砷后的废水进行深度除砷，最后将废水中砷的含量降至污水排放三级砷标准（0.5mg/L）以内。场调显示该场地地下水砷的浓度为0.659mg/L，COD 的浓度最高点达 35510mg/L，所以污水处理工艺设计除了降低砷污染浓度外，还需要考虑 COD 的降低。

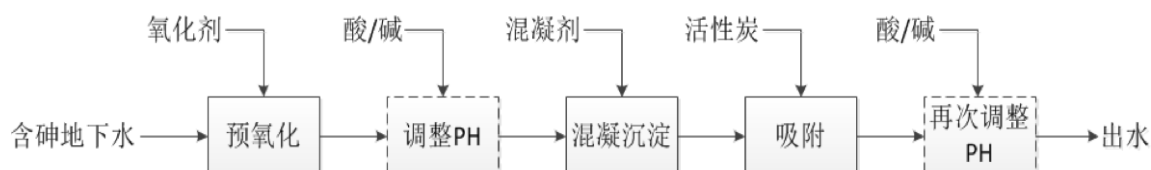


图 3.2.3-1 污水处理系统流程图

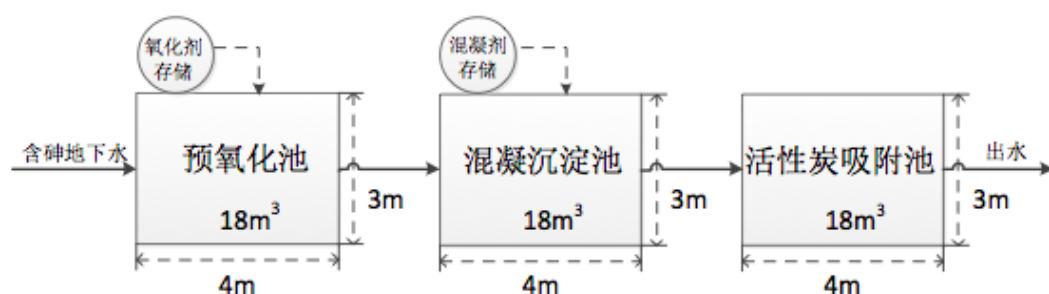


图 3.2.3-2 污水处理平面布置图

3.3 污染土壤测量定位

3.3.1 测量定位依据

- (1) 《工程测量规范》（GB50026-2007）
- (2) 《金能科技股份有限公司一厂区污染场地修复技术方案》出具的标高基准点位置及控制点坐标。

3.3.2 测量定位原则

- (1) 严格执行测量规范，遵守先整体后局部的工作程序，先确定平面控制网，后以控制网为依据，进行各污染土壤分布拐点的精确定位放样；
- (2) 必须严格审核测量原始数据的准确性，坚持现场定位与计算工作同步校核的工作方法；
- (3) 测量工作执行自检、复核合格后再报检的工作制度；
- (4) 测量方法要简捷，仪器使用要熟练，在满足工程需要的前提下，力争做好省工省时省费用；
- (5) 明确为工作服务，按图施工，质量第一的宗旨；紧密配合施工，发扬团结协作、实事求是，认真负责的工作作风。

3.3.3 测量组织机构及仪器

根据本项目基本情况拟配备一个测量班组完成本项目的测量工作，测量班组为三人，测量小组应和相关部门紧密配合，进行测量工作的校验，同时服从项目技术负责人领导。测量所需仪器见表 3.3.3-1 所示。

表 3.3.3-1 测量仪器配备一览表

序号	仪器名称	型号	数量	单位
1	水准仪	DZS3	3	台
2	钢卷尺	50米/5米	1/2	个
3	接地机	华测T5	1	个
4	水位计		1	个

3.3.4 污染土壤现场定位方案

3.3.5 测量定位管理措施

3.3.5.1 测量定位管理制度

测量定位工作是保证污染土壤精确开挖的基础工作，是各施工阶段的先导性工作，也是各阶段竣工验收的主要内容，是保证工程的水平位置、高程符合设计要求与施工的依据。搞好测量定位管理工作是保证正常施工和工程质量的前提。本工程测量班组的组长负责本组测量成果的真实性、准确性。并保证向技术负责人及现场监理或者业主提供完整的测量资料和有关数据。所有测量班组成员均应有国家相关部门核发的操作证，保证持证上岗。

3.3.5.2 测量仪器管理

(1) 工程中所使用的测量仪器、设备都应按国家各类设备检定规程规定的周期、方法、准则在国家授权的计量单位进行检定。

(2) 仪器的存放应由专人管理，不得随意摆放，管理员应建立仪器管理台帐，内容主要包括：型号、数量、检定时间、搬运、收发使用等。

(3) 严格按照操作规程操作，杜绝冒险、违章操作。

(4) 仪器、工具的存放地点应有防尘、防潮、防晒、防震、防冻、防高温的措施，以保持干燥通风、整洁、安全。精密仪器箱内应装有有效的干燥剂。

3.3.5.3 测量工作中的安全保证措施

(1) 为保证人身和仪器的安全，应按现场施工的安全管理办法严格执行。

(2) 在行车的道路中设测站时，应安置醒目的防车标志。

(3) 在测站上的观测人员不能离开仪器，同时应避免测站周围的不安全因素（或其它施工影响）给测量人员及仪器带来的安全隐患。

3.4 污染土壤开挖方案

3.4.1 施工准备

- (1) 掌握气象资料，以便综合组织全过程的均衡施工，制定雨季施工措施，掌握好现场地下水位等资料。
- (2) 由项目技术负责人组织施工人员认真学习和研究图纸，并进行自审、会审等工作，以便熟练、准确的指导施工。
- (3) 通过学习、熟悉图纸内容，了解设计要求施工达到的技术标准，明确工艺流程。
- (4) 组织施工班组共同学习施工图纸，并做好技术交底工作，商定施工配合事宜。
- (5) 根据施工方案确定施工机具、设备的要求及施工进度安排，编制施工机具设备需求量计划，并使之得以落实，确保按期进场，准时开工。

3.4.2 开挖顺序

3.4.2.1 酚类污染土壤开挖

金能科技股份有限公司一厂区修复项目场地酚类污染土壤土为 1494m^3 ，苯酚、2-甲基苯酚，3&4-甲基苯酚，2,4-二甲基苯酚为场地内主要污染物。处理后的土壤经过监理方检测达标后直接回填现场。

3.4.2.2 砷污染土壤开挖

酚类污染土壤修复后进行砷污染土壤开挖，砷污染土修复面积约为 4122m^2 ，根据该区域污染物的污染深度，开挖1m，所以需要开挖土方量 4122m^3 。在砷污染土壤开挖前进行场地清理主要包括地面建筑垃圾清理、地下基础设施破碎清理、地下管网排查清理等。

3.4.3 开挖方法

基坑开挖采用挖机挖掘，按设计深度进行开挖，并根据土壤检测结果随污染程度调整开挖深度。在所有挖掘过程中，都必须注意边坡防护安全及地下水二次污染的防治措施。主要包括以下步骤：

(1) 施工场地平整

- 1) 平整施工场地，清除一切地面和地下障碍物；
- 2) 当施工场地表面过软时，采取铺设路基箱的措施防止施工机械失稳。
- 3) 在接近边坡施工时，采取井点降水措施确保边坡的稳定。

(2) 桩位放样

由现场技术员根据设计图纸和测量控制点放出桩位，桩位平面偏差不大于2cm。

(3) 开挖土壤。

3.4.4 污染土壤开挖过程中的污染防范措施

(1) 污染土壤挖掘时，如需临时堆放，原则上堆在附近的污染土壤之上，如堆放在附近的干净土壤上，则需铺设防渗膜，并做引水沟，做好防渗措施后方可挖掘堆放。原则上，污染土现挖现运进修复大棚内，进行处置。

(2) 用于污染土壤挖掘施工的机械和设备等退出施工或用于非污染土壤施工前，要将机具上残留的污染土壤清理干净，防止污染土壤迁移到其他场地，造成二次污染。

(3) 严格划分污染区域与非污染区域，污染土壤按要求严格清挖倒运入修复大棚，避免造成污染范围的扩大。

4 污染土壤修复施工方案

4.1 总体修复方案

该场地污染土壤包括两部分，分别为高浓度酚污染区表层剥离土壤和砷污染土壤。酚污染土壤采取原场异位氧化修复技术，砷污染土壤采取原位稳定化技术。

4.2 酚类污染土壤异位修复施工方案

4.2.1 酚类土壤异位修复技术路线

为避免土壤淋溶对地下水造成污染，土壤中酚类污染浓度超过 380mg/L 的土壤进行剥离。酚类土壤异位修复技术是将受污染土壤挖出在场内修复处置大棚内进行化学氧化处理，使土壤中的污染物转化为无毒或相对毒性较小的物质。异位化学氧化技术是比较成熟的场地污染修复技术，反应周期短、药剂与污染土壤混合程度好、修复效果可靠。

异位化学氧化修复工艺的流程包括：

（1） 施工准备

包括施工进场前准备、相应基础设施设备进场、场地平整、修复处置大棚建设、配套修复设备系统安装等。

（2） 测量放线，现场定位污染区位置

（3） 污染范围内土壤开挖

（4） 污染土壤异位处理：

1) 场内运输：由于土壤中的有机污染物有一定的挥发性，因此需在现场建造密闭的污染土壤处理大棚，进行污染土壤的修复作业，现场清挖出的污染土壤，采用密闭运输车将其运至处理大棚进行修复；

2) 配置修复药剂；

3) 修复处置大棚内化学氧化修复，在修复处置大棚内将药剂和污染土壤充分混合进行化学氧化处理；

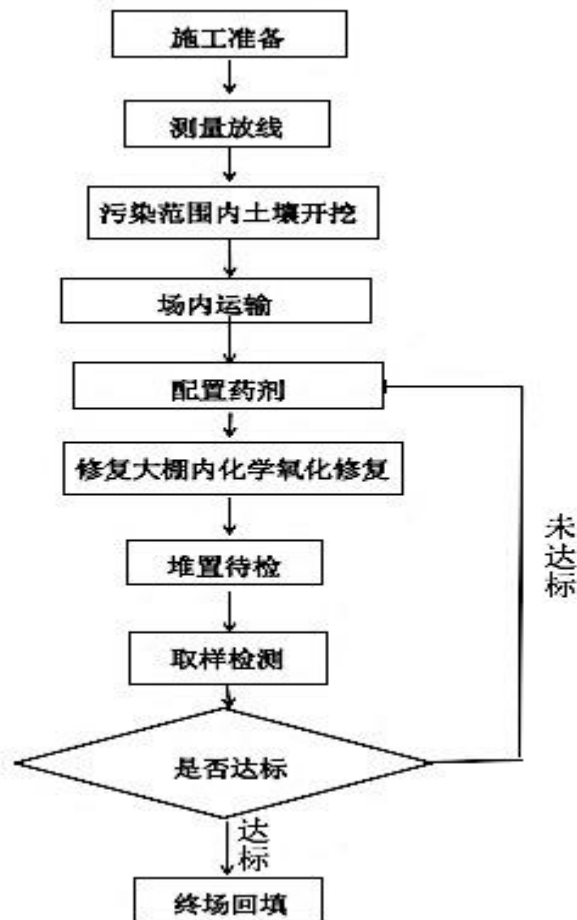
4) 堆置待检；

5) 取样检测，包括对化学氧化处理后土壤的检测以及对修复区域的坑底和

侧壁的检测；

6) 终场回填，验收达标后将修复后土壤回填。

工艺流程图见图 4.2.1-1。



4.2.1-1 异位化学氧化修复工艺流程图

异位化学氧化修复系统包括筛分及输送模块(土壤预处理)、药剂混合系统、药剂储存及输送模块。其中：(1) 筛分预处理是对开挖出的有机污染土壤进行筛分除去建筑垃圾以及铁块等大块物件。该系统设备包括料斗，振动筛，筛上物出料口和传送带等。(2) 药剂混合系统，通过药剂混合系统将污染土壤与药剂进行充分混合搅拌，药剂和土壤充分反应将在处置大棚的养护区(水泥硬化地面)内进行。在药剂混合期间将充分考虑土壤原有的含水率保证混药完毕的污染土壤的含水率处在合理的水平(20-60%砂质土)。

异位化学氧化反应在养护区内进行反应过程中，应监测污染物浓度变化，判断反应效果。通过检测 PID 等参数，根据数据变化规律判断反应条件并及时加以调节，保证反应效果，直至修复完成。

反应完毕的污染土壤按照相应的比例($1\text{m}^3/300\text{m}^3$, 大棚一次处理量在 300m^3 左右) 进行抽检, 抽检的 1m^3 土壤将搁置在大棚内的待检区, 其余土壤将运往处置大棚外的待检区, 并做好相对应的标识, 在确认土壤符合各项验收标准后将该批土壤标识为合格土壤可回填处置; 如检验结果显示该批抽检土壤不符合验收标准, 将重新取样复核是否因为土壤差异性导致不合格, 如不是, 将可采用移动式筛分破碎铲斗对待检区超标批次的 300m^3 土壤重新混药处理, 直至抽检合格为止。

4.2.2 酚类污染土壤异位修复技术参数设计

4.2.2.1 酚类污染土壤异位化学氧化药剂参数

为了保证实际的异位化学氧化修复效果情况以及得到相应参数, 针对金能地块的污染情况结合相关文献对常用氧化剂(过硫酸钠、高锰酸钾、双氧水)及活化条件的优化筛选分析; 并研究各氧化剂修复污染土壤的可行性, 确定氧化剂修复污染土壤的实验参数。按照现场中试结果发现, 通过筛分机筛分后粒径小于 5mm 的土壤颗粒可以被有效氧化; 添加质量比为 4% 的自主研发的高效氧化剂连续搅拌 5 小时并氧化 48 小时, 可将污染土壤中的酚类污染物降低到修复目标值以下。

4.2.2.2 酚类污染土壤异位化学氧化药剂剂量核算

为了得到土壤异位化学氧化药剂的重量, 根据重度污染区各污染物浓度分布估计浓度 500mg/kg 左右, 估算异位氧化所需氧化剂所需要的量。再根据降解苯系物的最小氧化剂当量(即破坏苯环的需氧量)估算最小药剂剂量, 及根据最大当量(完全降解苯系物直至矿化并且同时完全氧化土壤有机质)的氧化剂量。保守估计时选用最大当量需药量, 即 96 吨 ($1494\text{m}^3 \times 1.6\text{t/m}^3 \times 4\%$)。

4.2.3 酚污染土壤修复治理设施的布置

根据《金能修复技术方案》所提及的场地地形地貌信息, 为此项目组在准备方案期间专门现场勘查了实际的情况, 发现现场除了待修复区域, 相对较为平整而且能够提供足够的空间搭建修复处置大棚和其它附属处理设施在场地的东北角。

污染土壤暂存及处置区采用密闭膜结构或钢结构大棚, 长 30m , 宽 20m , 高度(最高点) 10m 。密闭污染处置大棚设计图分别见图 4.2.3-1 和 4.2.3-2。

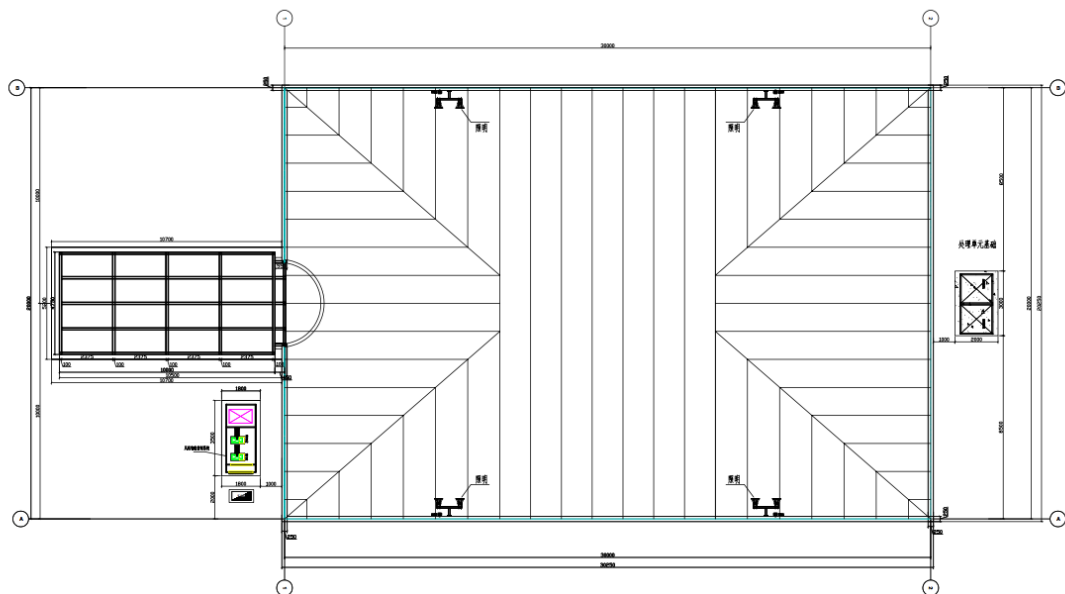


图 4.2.3-1 处置大棚俯视图

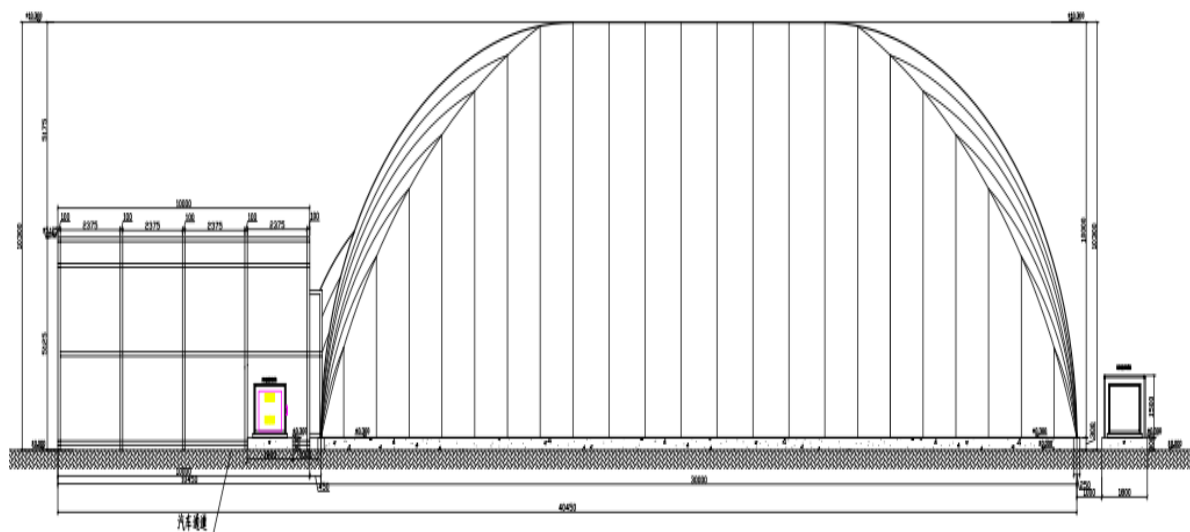


图 4.2.3-2 处置大棚侧立面图

膜结构大棚建设方案的优势在于通过充气膜内外压力差形成建筑结构，内部无任何梁柱有效增加空间使用面积。暂存处置大棚详细结构详细设计见大棚设计相关章节。大棚采用膜结构搭建，由整幅单层多功能膜、铝合金固定卡具、充气风机、止回阀、充气软管及控制装置组成，底部设计圈梁基础保持大棚的整体密封。大棚设置了 1 个车辆进出口通道，规格为 10m（长）×5.2m（宽）×5m（高），进出口设置密闭双层自动卷帘门，卷帘门自动一开一闭既能保证大棚的密闭性又能方便运输车辆进出。密闭双层门设计图见图 4.2.3-3。大棚设置引流风机将从污染土壤中挥发的污染物集中引致排气筒，废气经排气筒进入除尘、活性炭吸附处

本项目计划将采用固定式筛分自动上料混药设备，考虑到待处置的污染土壤有机污染物浓度较高，因此化学氧化混合设备安装在离处理大棚废气处理设施最近之处，这样能最好地控制处置大棚内的有机污染物的无组织散发。此外处置大棚内按进出运输车辆的方向合理安排了车辆待转区，待处置污染土壤储存区、药剂暂存区、处理待检区、安全区（工作人员通道）。对于处理完毕土壤抽检区不合格的土壤，计划采用移动式筛分破碎铲斗就地进行混药处置（见图 4.2.3-4）。该项目所有污染土壤化学氧化处理均在该处置大棚，参与工作人员较多，因此在大棚内将明确画出行车道和人行道，人形通道可连接处置大棚的安全出口，以保证能安全疏散。



图 4.2.3-4 移动式筛分破碎铲斗示意图

4.3 砷污染土壤修复施工方案

4.3.1 砷污染土壤技术路线

综合污染场地的实际污染情况，土地后期规划、开发要求，以及修复技术的特点，砷污染土壤原位稳定化处理包括以下内容：

（1）场地清理

主要包括地面建筑垃圾清理、地下基础设施破碎清理、地下管网排查清理等。

（2）施工准备

对目标修复范围进行划线确认，药剂进场、强力搅拌头及配套设备进场等。

（3）污染土壤稳定化修复

对目标修复区域进行原位搅拌并喷洒稳定化药剂、养护、再次搅拌稳定化药、养护等处理。

（4）检测及长期监测

对原位稳定化处理后的土壤取样并进行浸出检测（HJ299），浸出液中砷浓度低于0.1mg/L即为达标，对砷污染土壤区域边界进行检测验收，浓度39 mg/kg，并设计长期监测方法（为期两年，每半年取样检测分析）。

砷污染土壤的修复技术路线如下图 4.3.1-1 所示。

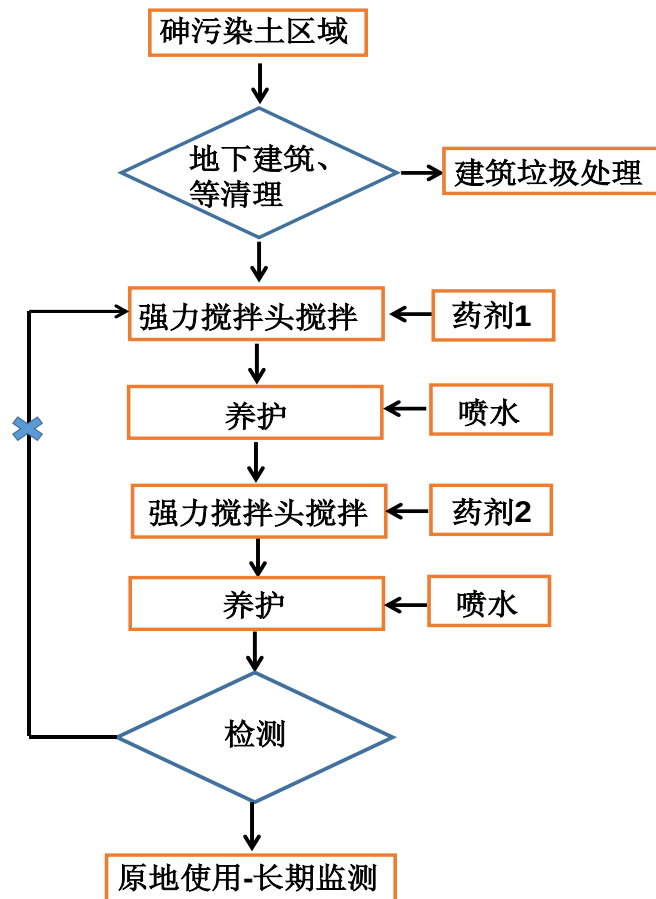


图 4.3.1-1 砷污染土壤原位稳定化技术路线

4.3.2 修复技术工艺参数

(1) 将药剂1灌入强力搅拌头内，随着搅拌头搅动污染区域的土壤，药剂1被均匀喷洒到土壤中，与污染土壤混合均匀；

(2) 均匀混入药剂1后，对修复区域养护72h，养护时需保持土壤含水率（防止雨水浸入并及时向修复区域表层喷水）；

(3) 在经药剂1处理后的区域，使用强力搅拌头搅动土壤并均匀混入药剂2；

(4) 将混合后的土壤养护7天，养护期间可通过向修复区域表层喷洒水保持含水率；

(5) 养护结束后，取样（连同原土样-空白样）检测土壤中砷的浸出浓度。

4.3.3 砷污染土壤修复工程量及药剂剂量估算

砷污染土修复面积约为 4122m^2 ，根据该区域污染物的污染深度，开挖 1m ，所以需要开挖土方量 4122m^3 。

4.4 污染土壤针对性治理措施

针对金能场地的污染土壤，除了上面章节的有针对性的氧化剂选择以及相应添加参数筛选之外，施工方考虑以下几点有针对性的治理措施：

（1）根据施工步骤优化场地各处理设施的施工先后次序，最大优化处理

根据《技术方案》中酚类污染土壤划分为三个区域，由于大棚处理容量有限，需要合理规划三个区域的土壤开挖顺序。先对一区土壤进行开挖处理，回填平整后建设一区注药井。待一区土壤处理完毕运出大棚后再进行二区土壤的挖掘工作，最后进行三区土壤的修复工作。

设施的利用效率以及进度计划控制：根据《金能场地修复技术方案》所提及的场地地下水污染特征，各监测井稳定水位埋深在 1.5-2m 之间。同时考虑到酚类污染土壤的开挖深度 1m，即开挖期间不会挖到地下含水层，不需要设止水帷幕。

（2）施工期密切观测土壤异位修复氧化药剂及稳定化药剂的利用率及温度控制：本项目主要采用机械搅拌作为主要混药工艺设备，根据调试的结果确定的氧化剂配比，药剂主要通过该计量斗严格控制投加剂量，并通过加大自检的力度密切观测处理效果（包括土壤的 PID 变化）以及混药过程中的温度变化，避免造成二次污染或土壤性状恶化，大棚内的温度以及其它指标可通过加大换风量来进行调节。

4.5 土壤修复验收参考标准

4.5.1 酚类污染土壤采样

（1）土壤采样布点

根据前期场地调查及风险评估结果，苯酚类污染地下水区域所对应的区域浅层土壤发现可疑污染源，需要清挖到密闭大棚内通过异位氧化方法处置，其处理量约为 1494m³，污染土壤清挖面积约为 1494m²，清挖深度最深为 1m。根据取样数量要求（如表 4.5.1-1 所示），三个污染区域开挖的基坑在 100~500m² 之间，土壤采样点数目为 4 个样品，采样中质量控制样的总数应不少于总样品数的 10%，故每个基坑底部需要采集 4 个土壤样品。故基坑侧壁需要采集约 12 个土壤样品。

表4.5.1-1土壤采样布点及采样数量

采样区域面积 (m ²)	土壤采样点数目 (个)
小于 100	3
100~500	4
500~1000	5
1000~1500	6
1500~2500	7
2500~3500	8
3500~5000	9
大于 5000	≥10

(2) 基坑坑底采样布点

坑底表层采用网格布点的方法。随机布置第一个采样点，再构建通过此点的网格，在每个网格交叉点采样。原则上网格大小不超过 20m×20m。网格大小根据采样面积和采样数量确定，见式 (1)：

$$L = \sqrt{\frac{A}{n}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

L—两个采样点之间的距离（网格大小），单位为米（m）；

A---采样区域面积，单位为平方米（m²）；

n---采样点数量。

原场异位化学氧化修复污染土方量为 1494m³，根据“对于异位修复后的土壤，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 500m³ 的要求，每 500m³ 取一个土壤样品，采样中质量控制样的总数应不少于总样品数的 10%，所以原场异位修复污染土壤验收检测需要采集 8 个土壤样品。

本项目三个污染区的异位修复土方量 1494m³，异位修复后取蓬松系数 1.2，修复土方量约为 1793m³。土壤监测规范要求每 500 m³ 土壤采一个样，该项目土方量不大，对三区污染土壤分别进行自验收与业主验收，累计采样数量为 12 个。如表 4.5.2-2 所示。采集的样品送上海实朴检测公司进行检测，检测指标根据各修复区域而定。

表 4.5.2-2 修复范围内土壤验收样品数量统计

土壤方量 (实方, m ³)	土壤方量 (虚方, m ³)	验收样品数		
		自验收样品个数	业主验收个数	合计
1494	1793	6	6	12
备注: 土壤蓬松系数取 1.2。				

备注: 如实际污染土壤量超过计划开挖土方量, 额外多出的土方量将按每 500 m³ 土壤增加验收样品数量。

4.5.2 砷污染土壤采样

进行原位修复的修复场地, 水平方向布点方案与异位修复后的基坑布点方法相同。修复范围内部应钻孔分层采样, 采样点深度要求与异位修复采样要求相同。本场地需要修复砷污染土壤面积约 4112m², 土壤采样点数目原则上每 400m² (20m×20m)取一个样品, 采样中质量控制样的总数应不少于总样品数的 10%, 故底部需要采集 15 个土壤样品。

4.6 土壤修复过程二次污染防治

污染土壤清挖、运输、氧化修复、处置后暂存的整个过程中需要重点对空气环境进行管理, 其目的是确保施工过程中工作人员的健康安全, 并防止施工过程对周边空气环境造成二次污染。

4.6.1 大气环境保护措施

本项目中的污染物主要为苯系物的挥发以及扬尘中可能携带的砷污染物将对场地内和下风向的空气质量造成影响。为保护施工区域内及下风向的空气质量达标, 施工过程中将对施工人员的工作区域及下风向场界处进行空气质量监测管理, 具体的施工期监测方案见下文。一旦发现超标现象, 则采取及时有效的安全保护措施。

清挖阶段大气环境质量控制措施:

(1) 苯酚类挥发的控制措施

污染土壤清挖过程中对挥发性有机物的控制手段主要是控制开挖范围, 尽量减少污染土的暴露面积。施工过程中, 根据施工进度要求合理安排开挖作业面,

尽量减少暴露面积。污染土壤清挖时，采用小作业面，边挖边退边覆盖的方式进行作业。一个作业面清挖完成后，及时采用 PVC 膜覆盖，设备后退进行下一作业面开挖作业，以这种作业方式严格控制暴露在空气中的作业面积，达到控制土壤中苯系物挥发扩散的目的。

如开挖过程中出现明显异味，采取喷洒气味抑制剂(自主研发)(如图 4.6.1-1)等措施避免污染土壤对周边环境产生影响；场地钻井和异位处理土壤挖掘时可能会产生有刺激性气味的污染物。如果开挖作业时出现异味较重的现象，则应对周围空气进行喷淋除臭，一边喷洒环境友好型除臭药剂，一边缓慢作业。在极端情况下（气味抑制剂无效），先停止开挖作业，在开挖界面上覆膜安装封闭大棚后再进行作业以控制气味。



图4.6.1-1气味抑制剂喷洒设备

在污染土壤暂存区也同样使用该措施来控制有机气体的挥发逸散。

常用抑制剂有液态抑制剂及泡沫状抑制剂。液态抑制剂通过和气味分子的结合将有臭味的物质转化为无臭味的物质来抑制气味的产生，在有异味产生的的场地附近通过薄雾状的喷雾来进行气味的抑制，现市场中有纯天然可生物降解的食品级液态气味抑制剂可适用于本场地。通常在污染土壤需要过夜或者周末停止作业时使用，也可以用于污染土壤的长时间堆放，该系列泡沫喷涂剂可以在土壤表面形成一层阻隔膜，可保持时间在几周到六个月，泡沫气味抑制剂为可生物降解

材料制成。

在抑制剂效用不大的情况下，可适当喷洒空气清新剂来稀释中和异味。

（2）扬尘控制措施

本场地地下水埋深较深，易形成扬尘，土壤清挖施工机械在操作时慢转、轻摇，尽可能防治起尘。

如开挖作业面出现扬尘时，可采用洒水车在基坑周边进行洒水作业，控制扬尘。若作业面出现大面积重扬尘情况，洒水已经不能满足需求时，采用移动式喷雾除尘设备对扬尘进行控制。该技术是使水形成喷雾，在预设的压力和速度下将水雾喷入空气中，水珠颗粒与灰尘接触后并包裹灰尘，灰尘受重力作用落地。

遇到 5 级以上大风天气，应停止土方清挖作业，并对暴露土壤进行苫盖。

（3）清挖过程中的无组织排放监测

针对污染土壤清挖清理现场的大气污染敏感目标制定环境保护措施。本项目大气污染可能对周边人群健康造成影响，因此大气污染的敏感目标包括了污染土壤清挖清理现场的施工人员、施工现场的周边居民点等。针对以上敏感目标制定大气环境质量的监测方案和大气环境质量控制措施，并严格按照监测方案和控制措施执行；大气环境质量监测方案详见后文。若遇到施工现场及周边的大气监测指标超标现象，及时采取以上所列的粉尘控制措施、挥发性有机物控制措施，防治无组织排放所造成的环境影响。

本场地污染土壤拟采用原地异位化学氧化技术修复处置，并根据该修复技术采取以下二次污染防治措施。在土壤进行异位化学氧化技术处理时，为避免土壤处理过程中有毒有害气体逸出后对空气产生二次污染，该处理过程应该在密闭的大棚内进行氧化降解处理，并配备换气系统和 VOCs 尾气处理系统。通过在现场修建膜结构或钢结构大棚，将污染土壤在密闭车间内进行破碎、筛分、修复等工作，对挥发出的有毒气体用活性炭吸附后达标排放，使用完的活性炭作为危废处置。

大棚设计通风为每小时换气一次，通风量为 $2000\text{m}^3/\text{h}$ ，使用活性炭吸附出气中的 VOCs。根据经验，该项目的大棚内空气中的有机污染物的浓度大致在 $20\text{-}100\text{ppm}$ 左右，按照此浓度范围，预计该吸附系统中的活性炭大致在 3 天-15 天更换一次。按照目前大棚一次土壤处理量在 $200\text{-}300\text{m}^3$ 左右，整个修复项目

1494m³ 建议分 5 次进行处理，每次需要 0.6 吨左右的活性炭，共计 3 吨。吸附后的活性炭计划现场再生使用，如无法再生将作为危险废物交由有资质的公司进行妥善处理。处置大棚的有机废气处理系统设计见图 4.6.1-2。

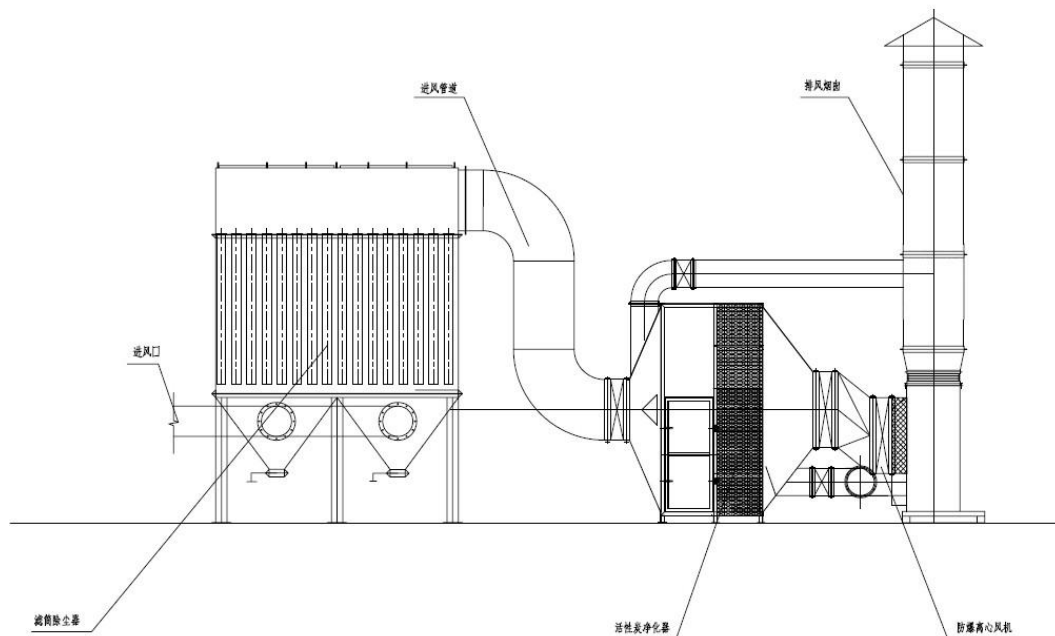


图 4.6.1-2 有机废气处理系统示意图

原地异位化学氧化处理土壤时在堆放污染土壤前应对地面做好防渗设计，防止污染物向地下转移扩散。考虑到土壤预处理、处理车间内需要安装设备、配置土壤倒运及运输机械，因此将车间地面用抗渗混凝土做硬化处理，混凝土路面厚 20cm，水泥标号 C25，还铺有防渗膜。

由于化学氧化工艺的特殊性，其氧化反应需要一定的反应时间，因此待检区的处置后的土壤可能会存在未反应完全的污染土壤，因此待检堆场在堆放处置后的土壤前应对地面做好防渗设计，防止污染物向地下转移扩散。考虑到污染土壤待检区需要配置土壤倒运及运输机械，因此将车间地面用抗渗混凝土做硬化处理，混凝土路面厚 20cm，水泥标号 400MG/MC。同时对待检土壤采用密目网进行覆盖，以防止扬尘。

4.6.2 废水环保措施

污染土壤清挖过程中产生的废水主要是由于大气降水、地下水渗流等造成基坑底部汇集的积水。

开挖区域周边设置导流沟将计划开挖范围外的地表径流在未流入开挖区内之前导流至场地内的雨水管网，避免与污染土壤接触。但施工过程中大气降水仍有可能与污染土壤进行接触，因此可能含有污染物质，必须对这种废水进行安全处置。施工过程中一旦遇到降雨，将基坑内收集的雨水抽至地面污水处理设施处理后用于原位化学氧化配制药剂用。

因地下水渗流造成基坑积水中污染物与污染地下水中的污染物一致，如果基坑积水存在污染可运送至地下水抽出处理的地面水处理设施中处理后用于场地的原位注药设施的配制药剂用。

4.6.3 噪声环保措施

(1) 清挖阶段噪声控制措施：

(1) 施工机械合理布置，防止在同一位置布置大量的动力机械设备，避免局部声级过高；

(2) 选用低噪音设备，在厂区行驶时，尽量减少噪音，没有消声器的车辆不准进场；

(3) 加强施工指挥，减少人为噪声；

(4) 设立临时声障；

(5) 噪声补偿措施，对周边受噪声影响较大的居民进行适当补偿，对受到施工干扰的单位和居民在施工前予以通知，说明施工期拟采取的噪声防治措施，并取得理解。

(2) 氧化修复过程噪声控制措施：

修复大棚外建有尾气处理系统，其风机运行可能产生较大的噪声。现场施工应根据风机噪声的大小采取不同的隔噪、消声、减震措施。风机可考虑配备相应的减震胶垫，电机配备相应的隔声罩，风管排放口配备相应的消声器等等。

修复处置大棚内的机械作业以及车辆通行所产生的噪声由于是在密闭的大棚内，密闭大棚材料是双层气膜，因此其噪声基本不会对外界有影响。

另外，业主单位、施工单位和相关街道、社区居委会及民居代表应进行积极、有效的沟通和协商，确定机械作业时间，中午尽量避开休息时间，晚上不施工，减少施工过程中挖掘机、破碎机等施工机械设备的噪声对附近居民的影响。同时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，最大限度的减少了噪声对附近居民生活的影响。

4.6.4 现场污染风险控制措施

（1）确保清挖到位

严格按照规定的拐点坐标施工，不随意更改施工方案，确保清挖到位并严禁超挖。挖土施工过程中，设专人指挥挖机作业。清挖至规定范围后停止施工并及时进行自检测（自检布点以及采样参考验收方案执行），自检测合格后申请第三方验收。

（2）不同污染物的土壤分类处理

严格划分污染区域与非污染区域，做到非污染土壤有规则的码放，污染施工段中按污染物类型划分施工作业区。

（3）清挖终点扫尾

清挖至区域边界后，派专人对基坑底部进行清扫，将散落的污染土壤收集后运出进行处理，确保遗洒的污染土壤全部进行处理，以防止对清挖基坑的验收造成影响。

（4）清挖设备离场清扫

用于污染土壤挖掘施工的机械和设备等退出施工或用于非污染土壤施工前，要将机具上残留的污染土壤清除干净，防止污染土壤迁移到其他场地，造成二次污染。

（5）施工现场设立专门的废弃物临时储存场地，废弃物应分类存放，对有可能造成二次污染的废弃物必须单独储存、设置安全防范措施且有醒目标识。废弃物的运输确保不遗撒、不混放，统一运送至处置单位进行处理。

4.7 修复后土壤去向

根据《修复技术方案》，经化学氧化修复后的土壤达到了修复目标要求，在验收合格后，进行原场回填。但考虑到处理后的土壤可能仍有可能含有残留的有机污染物，因此验收合格后的土壤去向有以下两种，但优先采用基坑回填：

（1）优选方案-原基坑回填

处理后的达标的酚污染土壤在不影响场地内地下水修复以及避免受到污染

地下水污染的二次污染的前提下优先考虑回填至开挖的基坑及基坑的边坡。

(2) 备用方案-场地内回填土

由于本场地地势高低起伏非常大，按照开发计划其所有建筑物将在场地原始地面上平整回填。可将修复达标后的土回填至场地低洼处。

4.8修复土方量与计划工期

本场地需修复的土壤土方量为立方，详见表 4.8-1。

表 4.8-1 土壤修复土方量统计表

区域编号	区域描述	修复深度 (m)	面积 (m ²)	土方量 (m ³)
1	酚类污染 I 区	0-1	288	288
2	酚类污染 II 区	0-1.5	628	816
3	酚类污染 III 区	0-1.5	260	390
4	砷污染区	0-1	4122	4122

表 4.8-2 修复方案工程量及时间估算

修复对象	修复技术	修复工程量	平均日处理量	修复准备	处理时间	预留缓冲时间	验收时间
酚类污染土壤	异位化学氧化技术	1494	100	20d	30d	15d	30d
砷污染土壤	原地稳定化	4122		20d	60d	15d	30d

污染修复车间将采用密闭膜结构或钢结构大棚，大棚占地面积为 600m²。整个预处理及修复过程全部在密闭大棚内进行作业以保证处理过程中的污染物不会挥发到大气中。每批次处理量设计为 300m³，处理时间 2d，处理后养护时间 3d，再加土样送检时间 5 天，共需 10d；本项目共处理 1494m³ 污染土壤，，因此需要约 30 天，并预留 15 天作为不可控制缓冲时间。

5 地下水抽出处理方案

5.1 砷污染地下水抽取处理工艺流程

5.1.1 地下水抽取处理工艺流程

根据地下水污染范围，在污染场地布设一定数量的抽水井，通过水泵和水井将污染地下水抽取上来，然后利用地面设备处理。处理后的地下水，排入地表径流回灌到地下或达标排放。该技术通过不断抽取污染地下水，使污染羽的范围和污染程度逐渐减小，并使含水层介质中的污染物通过向水中转化而得到清除。抽出处理技术关键由两部分组成：一是如何高效地将污染地下水抽出；二是污水地表处理技术的选用和效果分析。通过对国内外场地修复工程的经验，对含水层介质的要求一般渗透系数 $K > 4 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，可以是粉砂至卵砾石的不同介质类型。抽出一处理技术对污染物的早期处理，见效比较快，修复效率较高。

针对于本场地砷污染地下水，抽出后将采取混凝-沉淀（辅助吸附）。其主要实施步骤如图 5.1.1-1 所示，住过流程如下：

（1） 抽出地下水；

1) 根据抽水井影响半径建立抽出井群系统；

2) 安装抽水泵；

3) 脉冲式抽取地下水，通过抽取最少量地下水达到最优的污染物去除效率。

（2） 处理抽出污染地下水：选择适当的处理设备和处理方法处理受污染地下水。

（3） 监测效果评估：建立地下水抽出处理监测系统，评价地下水抽出处理效果。

（4） 修复成功后关闭抽出处理系统。

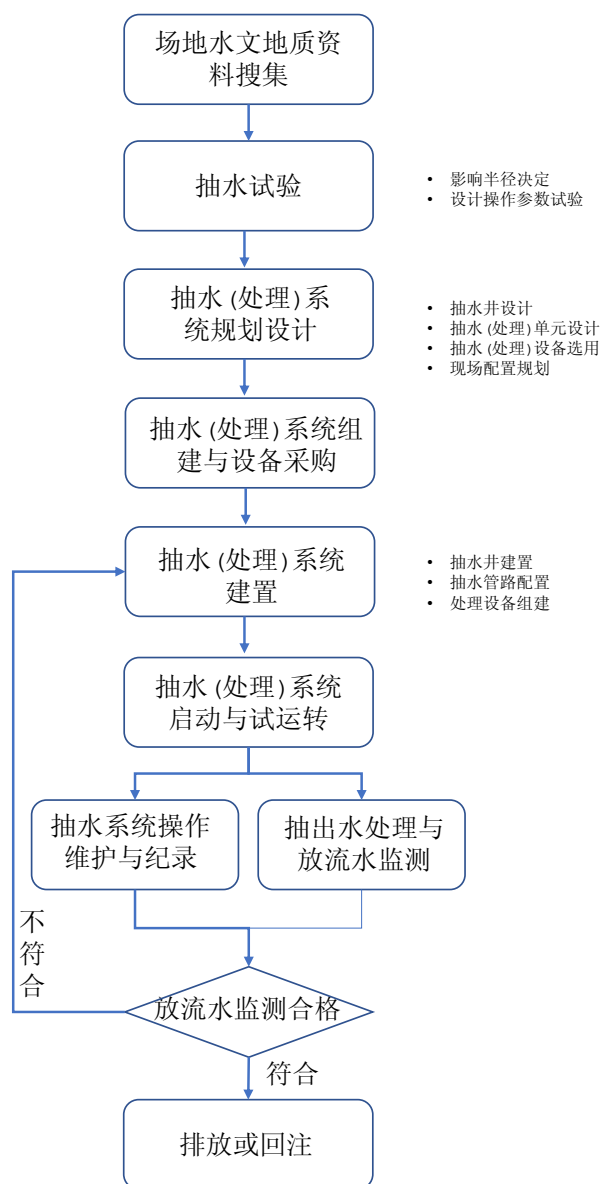


图 5.1.1-1 砷污染地下水抽出处理技术工艺流程图

地下水抽出一处理系统包括地下水控制系统、污染物处理系统和地下水监测系统。主要设备包括钻井设备、建井材料、抽水泵、压力表、流量计、污水处理设施等。

总体来说，该技术运行维护相对简单，运行过程中仅需对水泵、抽提井、管道阀门进行相应维护。污水处理系统的运行维护需根据不同污染物进行相应调整。抽出处理系统投入运行后，就应开展实时监测，以判断系统运转是否满足既定治理目标，确保系统运行长期有效。借助于水位监测和水质检测，对系统运行做出相应调整

5.1.2 地下水抽取处理技术参数设计

安装抽水泵浦前，先用水位计量测抽水井与观测井内水位面深度，井内水位面深度为水位面至井顶的深度，应读至 0.5 cm。再安装抽水系统于抽水井，包括：抽水泵浦、流率调节器、抽水管线、流量计等。实际的抽水泵浦深度应视现场水文地质特性、井径、与流率而定。须事先将抽水泵浦进水口至地表出水口的水管灌满水，以便抽水泵浦启动后可立即抽水。

安装完成后即可先依本场址水文地质特性选择不同抽水速率逐渐进行分阶抽水试验，以了解最适抽水率；并于试验过程期间同时观察四周各监测井之水位变化情形，以确认抽水井与监测井所在含水层之连通性；若发现抽水井无法造成四周监测井水位变化，代表其含水层可能未与监测井连通，或受到异常之地下水补注，或附近有特殊之水文地质边界影响所导致，故须变更抽水井位置。

选择与抽水井含水层连通之监测井，并考虑其与抽水井之相对方向及距离，均匀布设于抽水井四周，并安装自记式水位计、时间及水位数据纪录撷取系统、水质检测仪器等。观测井自记式水位计放置深度不会影响泄降量测结果，建议不要在试验过程中造成观测井的水位低于压力计即可。

利用流率调节器控制抽水泵浦以选定之流率抽水，并依抽水试验步骤进行试验，每组抽水试验须符合本计划规定达 72 小时以上，其水位泄降采连续式纪录。

在进行定抽水试验作业时，须注意如下事项：

1. 由于本场址为污染场址，因此抽水试验过程应尽量避免水位泄降过大，造成污染面向下扩大。
2. 抽取之地下水须抽送至本场址既设之油水分离设备处理后，方能排放。
3. 抽水试验期间，应由现场工程师实时进行数据分析，若有异常现象，进行检讨及调整。

抽水试验程序与现场设备配置示意如图 5.1.2-1 所示，主要需要配置以下设备：

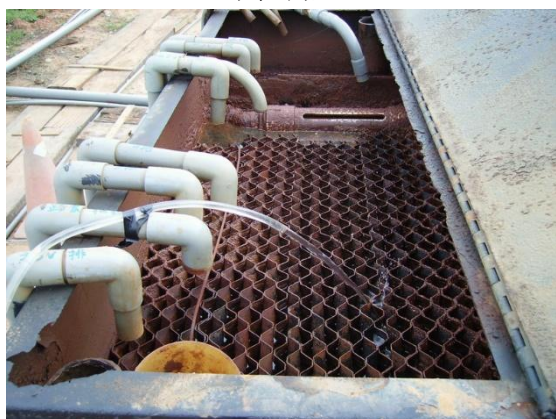
- 定率抽水泵浦(MP1)
- 水位计
- 自计式水位计
- 抽出水处理设备



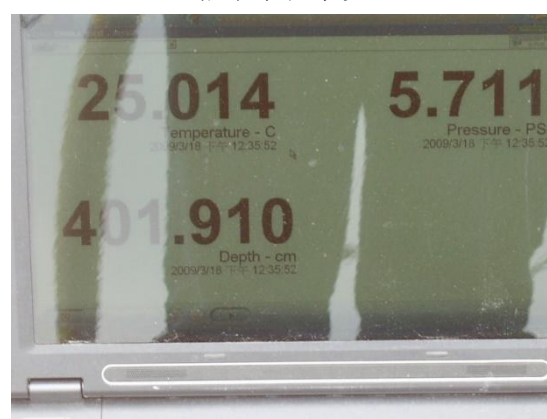
水位测量



抽水系统布设



排水管接至抽出水处理收集设备



水位计资料



固定水位计导线



启动水位观测系统

图 5.1.2-1 抽水试验现场试验操作流程

抽提井间距暂定为 15 m，抽出模式为间歇式抽水，抽水速率范围为每口井 5L/h-40L/h。

5.1.3 抽提井构建

针对两区抽水试验区域，预定各设置一口 4 英寸抽水井，并在不同位置设置水位观测井，除利用原有监测井作为观测井用外，预定增设抽水井 6 口（共计设置抽水井 8 口）及观测井 4 口，其设置规划如表 5.1.3-1，规范示意如图 5.1.3-2

所示。

表 5.1.3-1 抽水试验新设井规范表

设置区域	用途	井口尺寸	钻孔尺寸	预定井深	预定开筛长度	设井方式	数量
Ⅲ 区	抽水井	4"	6~8"	7m	5.4m	中空螺旋钻	4 口
	观测井	2"	3 1/2"	5.5	4.5m	直接贯入式	2 口
	观测井	4"	8"	9m	7.5m	中空螺旋钻	1 口
Ⅳ 区	抽水井	4"	8"	7m	5.4m	中空螺旋钻	4 口
	观测井	4"	8"	9m	7.5m	中空螺旋钻	1 口

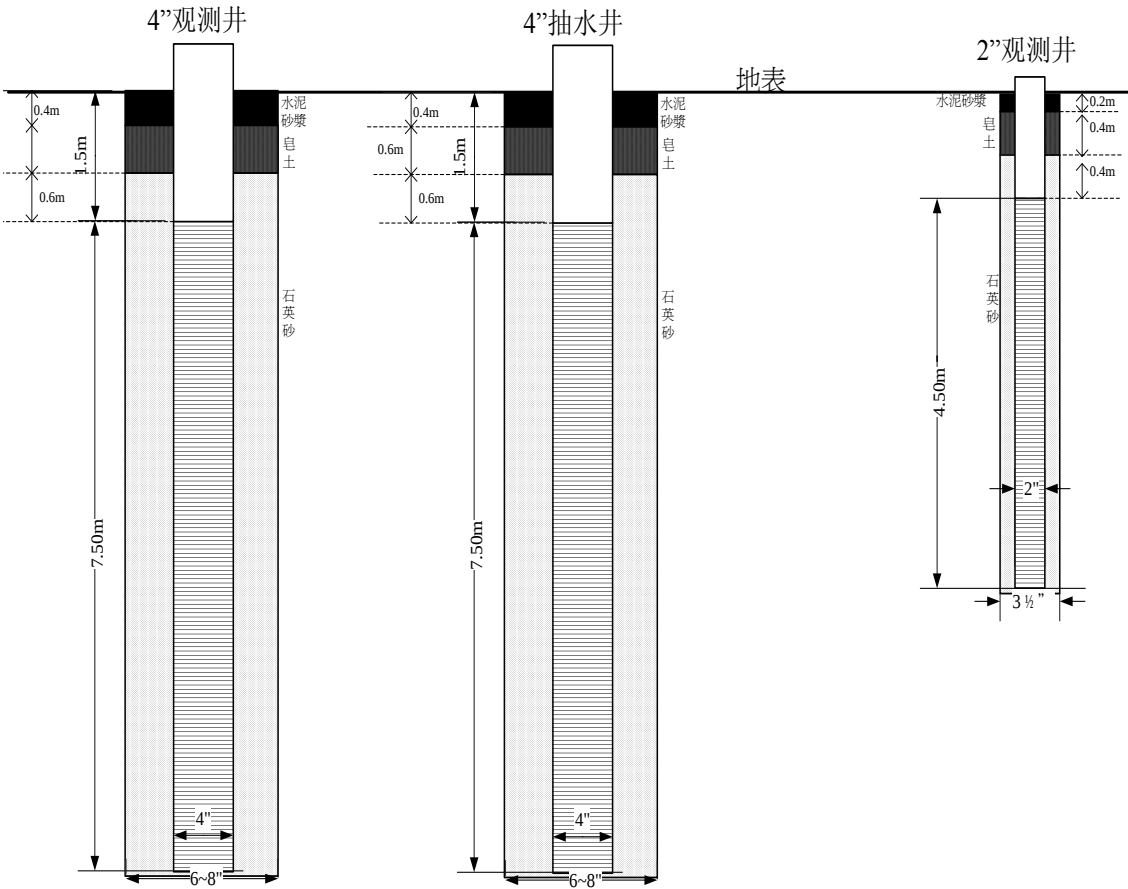


图 5.1.3-2 抽水试验井设置规范图

5.1.4地下水抽出处理针对性治理措施

5.1.4.1 地下水抽出处理工程设计

场地中面积为 1100m² 的单一砷污染地下水区域，按照 15 m×15 m 的布点设

置抽提井。抽提井的深度初步设计为 5.4m。

抽水过程中将初步按照抽水 24 小时-停止 72 小时的循环模式抽水，抽水及停止抽水时间也会根据工程进展及随着抽水引起的地下水流动的变化做出相应调整。为了保证抽水行动不会导致污染物扩散到污染边界外，需要保证抽提从污染地下水区域的上游开始依次向下游推进。

5.2 复合污染区地下水抽出施工方案

5.2.1 复合污染地下水施工技术路线

砷和酚类污染物复合地下水修复技术主要是上述单一砷污染地下水抽出-处理技术和单一酚类污染地下水原位氧化修复技术的路线组合，具体技术路线如图 5.2.1-1 所示。针对污水抽出处理问题，暂定为现场处理达标技术路线，现场施工阶段需要根据工期进展情况考虑是否需要更改为污水外送处理技术方案。抽提出的污水主要含有砷和甲基苯酚，其现场处理工艺将主要采取混凝-沉淀及吸附，保证污水中砷污染浓度达到污水综合排放标准（GB8978-1996）中的三级排放标准（0.5mg/L）后，采用氧化-沉淀工艺处理污水中的酚类污染物，达到污水综合排放标准中的三级标准（苯酚 1.0g/L，间-甲酚 0.5 mg/L）后排放处理。

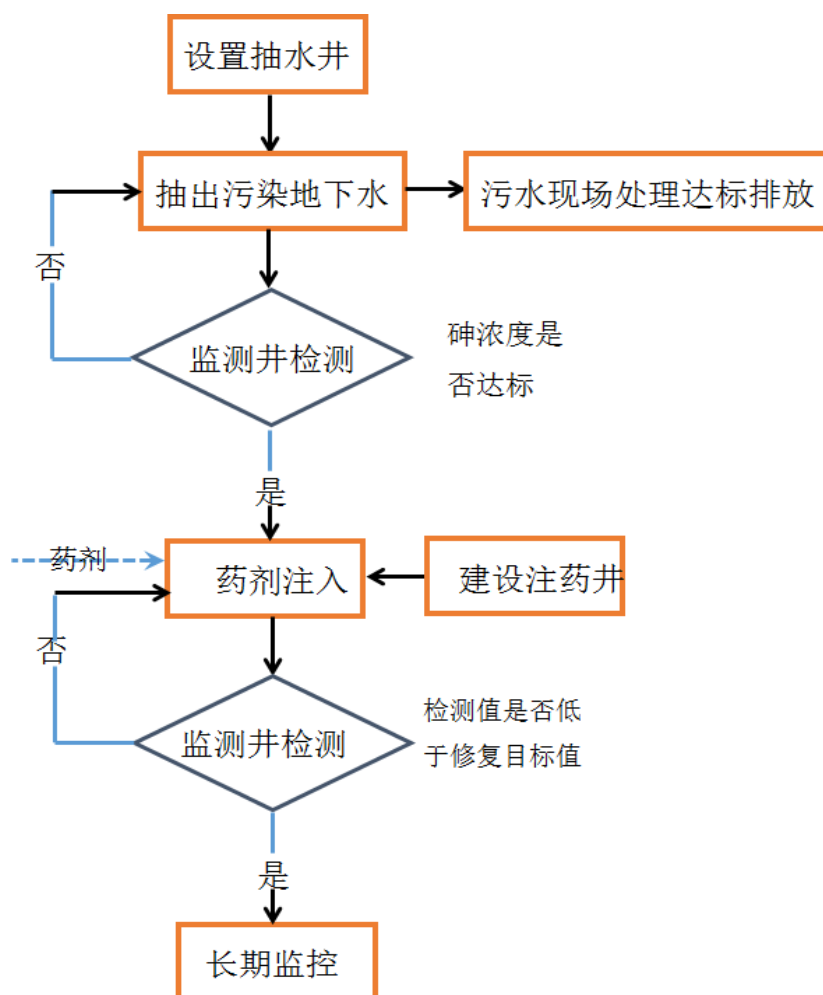


图 5.2.1-1 砷和酚类污染物复合地下水抽出-处理和原位氧化联合修复技术路线

5.2.2 复合污染地下水抽出修复技术工艺参数

因采用的抽出-处理和原位氧化联合修复技术，其中的抽出-处理技术工艺参与与上述单一砷污染地下水采用的抽出-处理技术工艺参数相同，后续的原位氧化技术工艺参数与上述单一酚类污染地下水所采用的原位氧化技术工艺参数相同。

5.2.3 砷和酚类污染物复合污染地下水修复工程量估算

场地中面积为 1200m^2 的砷和酚类污染物复合污染地下水区域，按照调查报告初步估算水层厚度为 4m ，地下水土壤孔隙率为 0.38 ，总共需要抽出的污水量约为 2000m^3 。

5.3 地下水抽出污水处理工程

5.3.1 污水处理设计水质情况

场调中砷污染地下水只有一个点位最高浓度为 0.695mg/L，砷地下水污染区 COD 比较高，MW2、MW3、MW4 的监测井：6120mg/L，35510mg/L，1720mg/L，三个井的含水层厚度分别为 1.2m，3.8m，7.4m，抽出水以 COD 浓度 5000mg/L 计。

(1) 进水水质

根据相关生活污水资料，拟定进口污水（地下水抽出水）水质如下表 5.3.1-1 所示：

表 5.3.1-1. 地下水抽出污水水质

项目	污染物的量	单位
COD _{Cr}	5000	mg/L
总砷	0.7	mg/L
pH	8-9	

(2) 出水水质

本方案设计生活污水治理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级排放标准。

表 5.3.1-2. 目标污染物对应的三级排放标准值

项目	三级指标	单位
COD _{Cr}	500	mg/L
总砷	0.5	mg/L
pH	6-7	

(3) 各单元处理水质情况

表 5.3.1-3. 设定工艺各环节拟定的处理效果

项目	进水	调节池稀释 2 倍去除率 (%)	调节池出水 (稀释 2 倍)(mg/L)	混凝沉淀池去除率 (%)	混凝沉淀池出水 (mg/L)	吸附沉淀池去除率 (%)	吸附沉淀池出水 (mg/L)
COD _{Cr}	5,000	50	2500	70	875	60	350
总砷	0.70	50	0.35	40	0.21	30	0.15
pH	8-9						

5.3.2 污水处理药剂投加量

絮凝剂（PAC）：将该产品（固体）与常温水按 1/3 的重量比边搅拌边投加，至完全溶解后，再加水稀释到所需要浓度，原水浓度 COD100~500mg/L 时投加量为 3~6mg/L。根据水质情况进行小试，选出最佳投加量而后投用。初步估算 COD 为 5000mg/L，投加量为 0.3%（经验值），4000 m³ 水需 PAC12t 左右，具体加药量待抽出后做小试确定。

混凝剂（PAM）：聚丙烯酰胺在使用之前一般都需配制成 0.1%~0.5% 的稀释溶液备用，配制好的溶液不要存放太长时间才用，这个浓度范围的溶液在使用之前还需要进一步稀释成 0.01~0.05 的溶液，原因就是可以更有助于絮凝剂在悬浮体系中的分散，可以降低用量，而且可以取得更好的絮凝效果。以污水投加量 0.01% 计（经验值），4000 m³ 水需 PAM400kg 左右，具体加药量待抽出后做小试确定。

活性炭：选用优质椰壳活性炭，粒径为 5-10mm，将活性炭填充到过滤滤床，控制沉淀后的水流经滤床的速率，保证滤床出水口水中的砷浓度不超过 0.5mg/L。需要定期更换滤床中的活性炭，保证滤床的吸附过滤效果。

产生污泥送至具有资质的相关处理厂家。

5.3.3 污水处理设备设施

表 5.3.2-1 废水处理设备清单

序号	名称	型号参数	数量	功率	材质	备注
1	废水提升泵	IHF50-32-125 14m ³ /h , 20m	3 台	2.2kw/台	氟塑料	两用一备
2	调节池	4*3*1.5	1 套			
	pH 仪表	PH: 1--14	1 台			
	搅拌装置		1 台	10kw	碳钢防腐	
	加药装置	1m ³ ，加药泵 200L/h	1 套	0.5kw	PP	
	出水泵	IHF50-32-125	1 台	2.2kw	氟塑料	
3	混凝沉淀池	4*3*1.5				

	搅拌装置		1 台	10kw		
	PAM 加药装置	1m ³ , 加药泵 100L/h	1 套	0.5kw		
	PAC 加药装置	1m ³ , 加药泵 100L/h	1 套	0.5kw		
4	吸附沉淀池	4*3*1.5				
	活性炭吸附池	7m ³ /h				成套供货
5	清水罐					
6	电控柜	GGD380/80A	1 套			
7	电线电缆		1 宗			
8	管道阀门		1 宗			

5.4地下水抽出处理工程验收、二次污染防治

5.4.1 修复后地下水验收

根据《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）对地下水进行验收监测，监测井依据地下水的流向及污染区域地理位置进行设置，修复范围上游地下水采样点不少于1个，修复范围内采样点不少于3个，修复范围下游采样点不少于2个；也可利用场地环境调查、评价和修复过程建设的监测井，但原监测井数量不应超过验收时监测井总数的60%，新增监测井位置布设在地下水污染最严重的区域。场地周围布设3口地下水监测井，地下水上游1口，下游2口。检测井深度为原场地地面以下6m。

其中，在修复前采样1次，修复后自验收、业主验收各1次。采样时，宜采用慢速洗井技术取代表性样品，并送至具有相应资质的第三方检测机构检测，检测指标为砷。验收过程中，如发现未达到治理修复目标的地块，则应在二次治理修复（使用抽出+原位化学氧化工艺）后再次进行工程验收监测。

5.4.2 地下水抽出处理过程二次污染防治

地下水隔离抽出处理过程中所涉及的二次污染主要有噪声以及污染地下水这两方面，空气质量方面的二次污染防治主要在地面污水处理设施这一区域。

5.4.2.1 大气环境保护措施

在地下水抽出处理过程所涉及空气污染防范主要为在地下水抽出排至污水处理设施的集水池这一区域，由于本项目污染物主要为苯系物，该污染物极易挥发将对场地内和下风向的空气质量造成影响，因此对于污水处理设施这一区域除了为保护施工区域内及下风向的空气质量达标在施工过程中将对施工人员的工作区域及下风向场界处进行空气质量监测管理措施之外，还应考虑对集水池甚至整个污水处理设施加盖以控制地下水中的污染物挥发至大气环境中。

5.4.2.2 噪声环保措施

在隔离抽出处理修复阶段的施工过程中的机械设备除了地面污水处理厂的设备功率较大，所用的地下水抽水泵为低功率。因此在污水处理厂区域电动设备合理布置，防止在同一位置布置大量的动力机械设备，避免局部声级过高；此外选用低噪音设备。如确实现场需要，应设立临时声障，并建立噪声补偿机制，对周边受噪声影响较大的居民进行适当补偿，取得理解。

5.4.2.3 地下水及污水环保措施

在地下水抽出处理过程的废水方面的二次污染防范主要应对三个方面：

（1）在设备安装、管道铺设和管理上要加强施工质量要求，避免因设备和管道质量问题出现跑冒滴漏的问题。此外管道走向规划设计阶段要尽量避开重型机械施工区域以及运输车辆频繁通过的区域，如地下水管网确实需通过上述区域，要做好相应的防护措施（埋地部分的管道应用镀锌钢管进行保护）以及标识。建立合理的巡查机制，安排专人定期对管网进行检查，如发现问题可及时进行修复。

（2）除了加强污染处理设施日常管理外，应制定相应的应急响应计划，加强应急响应管理，定期对备用设备进行检查确保其处于随时能启用的状态，定期组织应急演练使得现场操作人员以熟悉紧急情况下各项应对措施以及流程。

（3）对污水排放建立严格的管理制度，现场配备一定自检能力的分析监测队伍，对污水处理设施的处理能力和效果做到心中有数，并且按照相关要求对排放的污水定期采集样品，按照相关排放标准进行排放。

5.5 工期安排

砷污染范围内共布设 13 口抽水井，每一口抽水井抽水量在 11.5 m^3 计算，一天的总抽水量在 120 m^3 ，因此地下水抽出处理修复工期安排如表 5.5-1。

表 5.5-1 地下水抽出处理修复工期

修复对象	修复技术	修复工程量	修复准备	处理时间	验收时间
砷污染地下水	抽出处理技术	1100 m^2	30d	60d	60d 处理完后立即验收
复合污染地下水		1200 m^2	60d	60d	

6 酚污染地下水原位修复方案

对于三个单一酚污染地下水区域原位化学氧化修复项目，选择合适的氧化药剂是项目成功实施的关键。在第 2 章以及第 4 章中提及的我公司自主研发的高效氧化剂对本场地的主要污染物从数据上均表现出良好的适用性。在此前提下为了深化地下水原位修复化学氧化的工艺参数设计，项目组有针对性地使用专业模拟软件对注射井影响半径、注药量以及注射井数量进行优化设计，并根据确定的影响半径、注药量和注射井数量模拟整个地下水原位化学氧化修复区域的修复效果。

根据项目组的工程经验及针对类似该场地的污染物中试结果（详见附件 B）以及模拟计算的结果（详见下文）对于地下水原位修复选择质量百分浓度约 9% 的高效氧化剂为本项目的化学氧化修复药剂，针对三个区域污染程度不同，选取不同的单井注射速率（364-1273L/d），对于地下水修复区域区设计注射井个数为 500 口（注射井的总数将根据实际的需要适当增减），总药剂量 760m³（每口井大约每次平均注药 440L，注药三次，具体药剂量视实际情况而定）。预计 90d 达标完成地下水修复。

6.1 原位注射化学氧化工艺流程

原位注射化学氧化工艺主要步骤如下。

（1）现场水文地质试验。进入现场后，首先进行现场地下水抽水试验及污染示踪试验，以确定相关水文地质参数。然后定位放线，确定注射井的位置。

（2）注射井、监测井建设。根据现场标定的位置建设注射、监测井。注射井均需按照相依规范设置过滤层，并进行洗井。此外对于施工条件限制或在污染严重的局部区域可考虑使用推进式注射方式进行注射，该方式的优点是方便灵活。

（3）设备安装。在设备进场后，现场需要进行药剂泵、加药泵、溶药罐、搅拌装置、注射头以及连接管道，仪表、电力、支架等的安装工作。

（4）药剂注射。注射井、药剂配制、添加系统安装完毕后，开始进行药剂的添加。药剂添加按照污染物的分布特征，从下往上均匀注射。

(5) 监测、自检。药剂添加后，要定期从监测井中采样进行检测，根据检测结果对药剂添加量等参数进行适当的调整。药剂注射周期完成后，采样自检，如达到目标要求，则报请验收；如仍不达标，则继续添加药剂，直至自检合格。

(6) 检测验收。自检合格后，报请业主进行验收工作。如验收合格，则修复工程完成；如仍不达标，则继续添加氧化药剂，直至合格。

(7) 退场。验收合格后，拆除注射井，留下监测井，作为后期长期监测之用工艺流程图如图6.1-1所示。

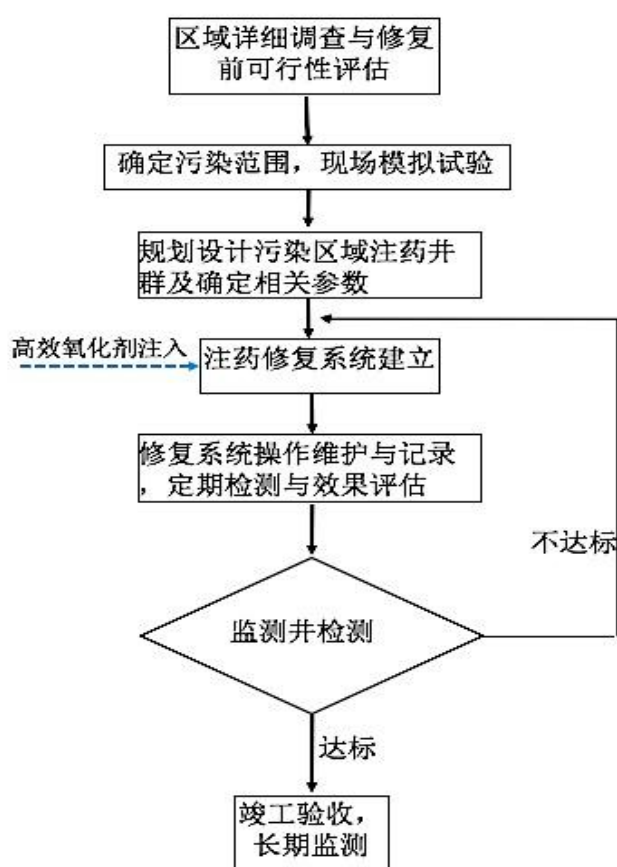


图 6.1-1 酚类污染地下水原位氧化技术路线

6.2 各污染区修复技术参数的确定

6.2.1 I 区修复技术参数的确定

6.2.1.1 I 区补充调查及修复面积的确定

I 区已于 2017 年 4 月间完成土壤、地下水补充调查工作，现场采样点配置如

图 6.2.1-1, 其中土样 18 个, 地下水监测井 8 口。模拟 I 区地下水污染分布情形如图 6.2.1-2, 本区将根据图 6.2.1-2 进行修复系统规划设计, 修复面积约 1289m², 其中, 边界区域将进一步于注药井设置过程中进行确认。根据本区水位数据绘制地下水流向如图 6.2.1-2。依照目前地下水水文特性, GW4-GW5 区域容易存在污染团积累现象, 为需要加强修复区域。

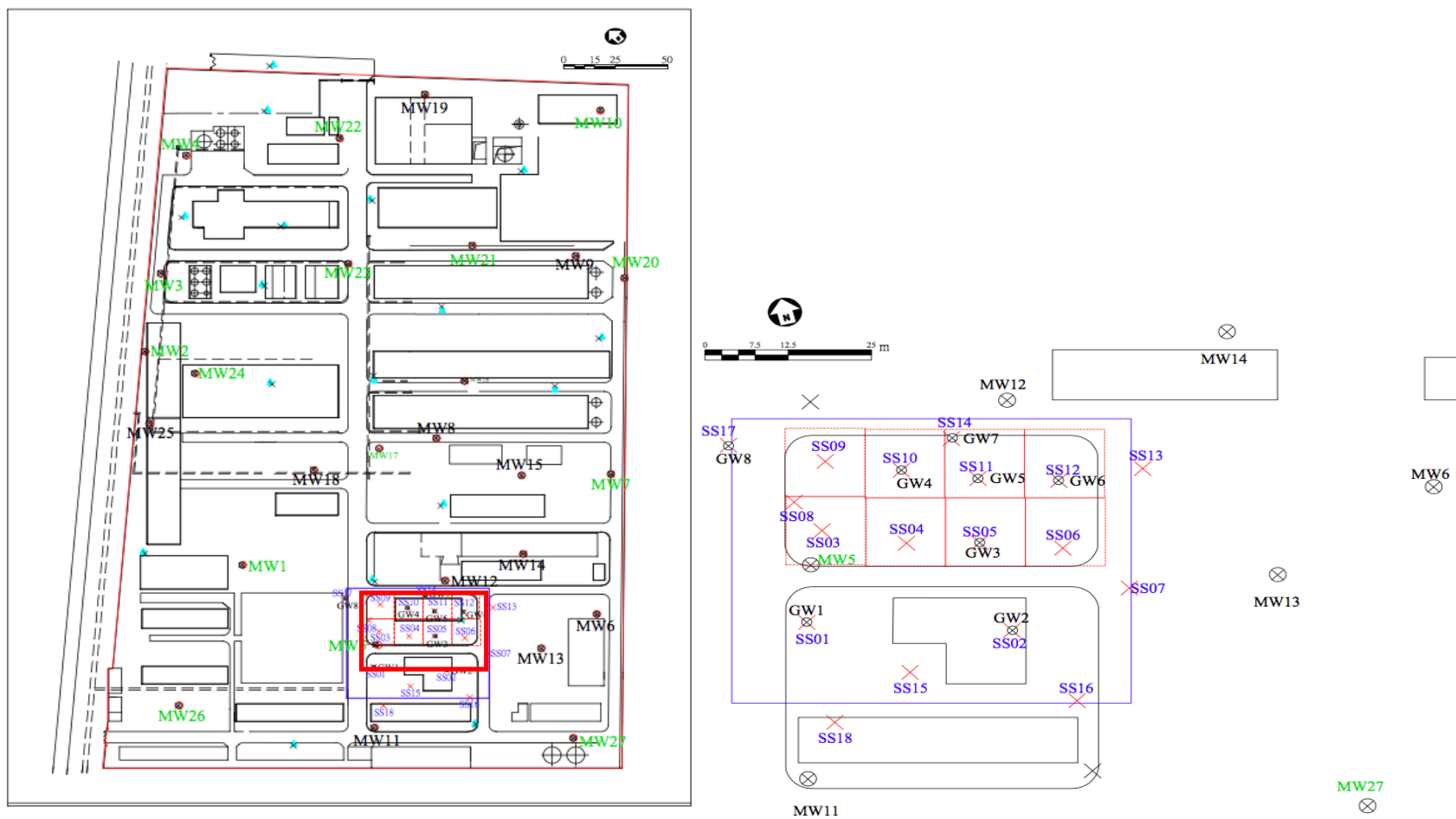


图6.2.1-11区补充调查土壤及地下水采样点位图

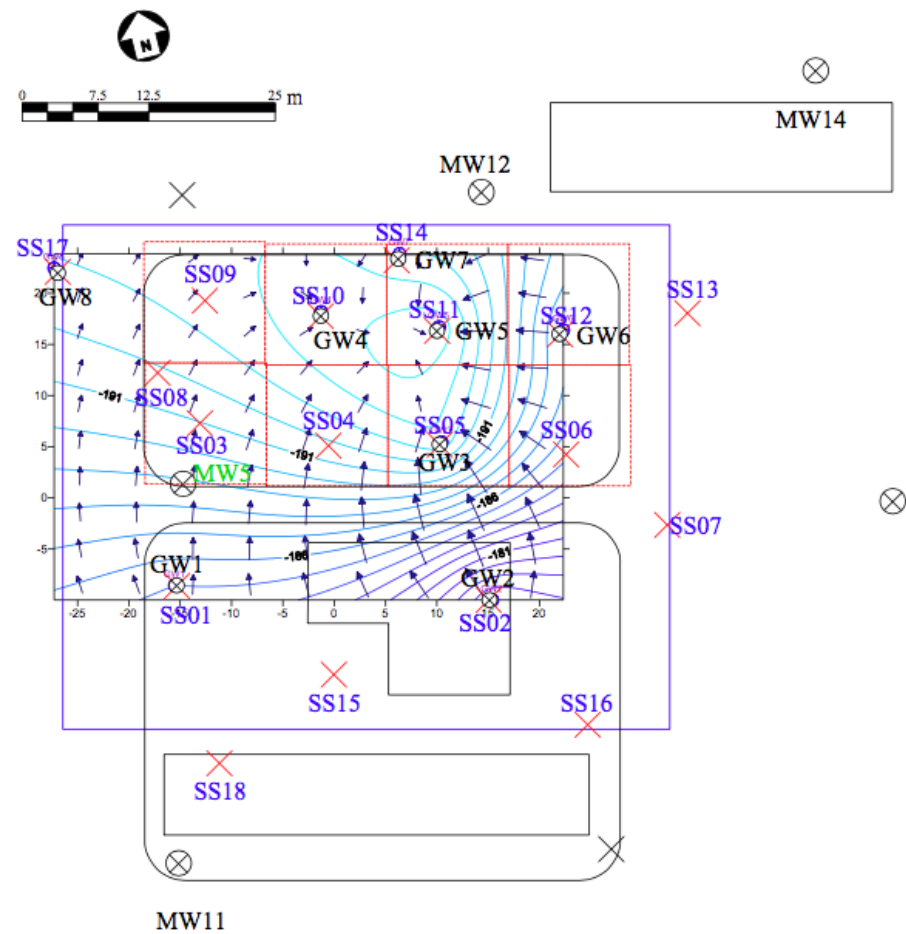
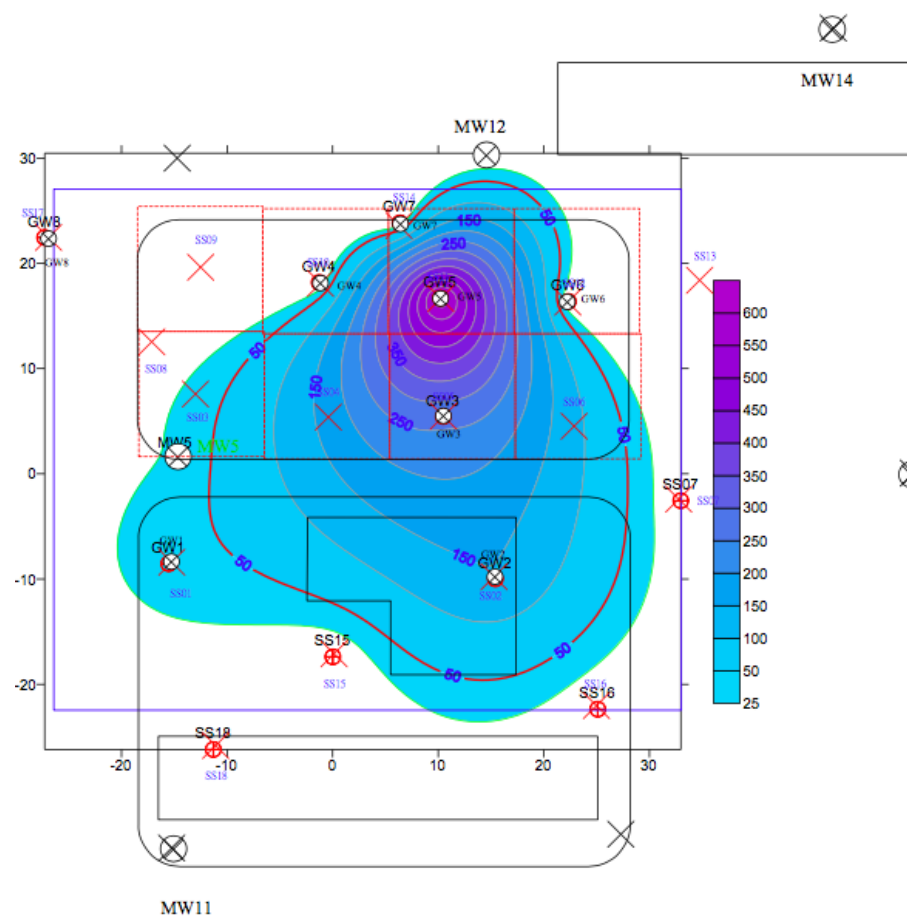


图6.2.1-2 I区地下水酚类污染分布图及地下水流向模拟图

6.2.1.2 场地模拟试验及参数确定

注射井影响半径是指药剂进入某含水层（渗透系数一定）后，在一定压力梯度和浓度梯度作用下，于修复时间内能够到达的最远距离。在药剂运移的过程，药剂因与污染物发生反应而不断被消耗，假设药剂均匀注入含水层中，持续注射状况下，随着时间的推移，影响半径的范围逐渐增大。因而，在该含水层中，注射井影响半径是压力梯度、浓度梯度、时间的函数，是变量而注射井影响半径决定了井间距、井的数量、单井加药量等，影响治理时间，与治理成本息息相关，所以在规定的修复时间内选择一个合理的注射井影响半径至关重要。

模拟试验选择 I 区最高浓度区域 GW5 进行模场试验，GW5 附近设置 IW1~3 三口井，其相对位置示意如图 6.2.1-3。注药设备选择隔膜泵，搭配空压机以调整灌注流量，井头安装压力表以检视灌注压力；先单口井灌注并观察监测井水位、井头压力、水质、流量及邻近环境变化。之后三口井注射井与监测井设置规范如图 6.2.1-4，详细操作参考中试报告。

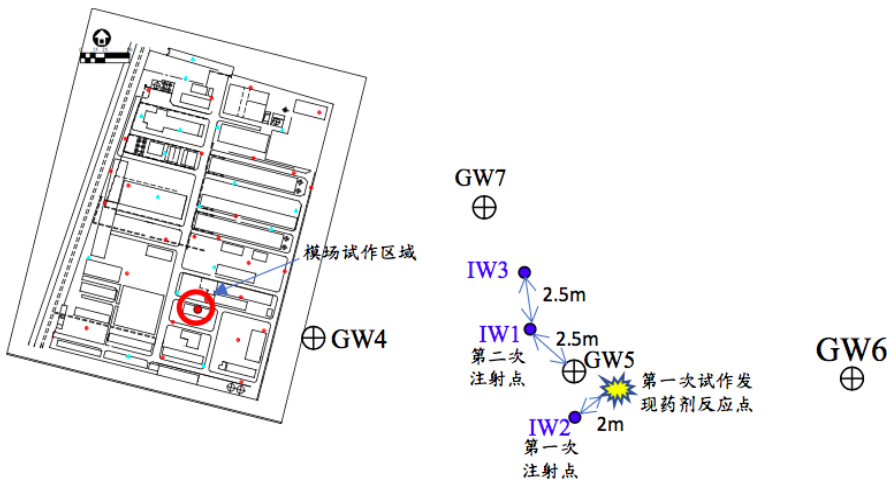


图 6.2.1-3 模拟场地位置及注药井配置图

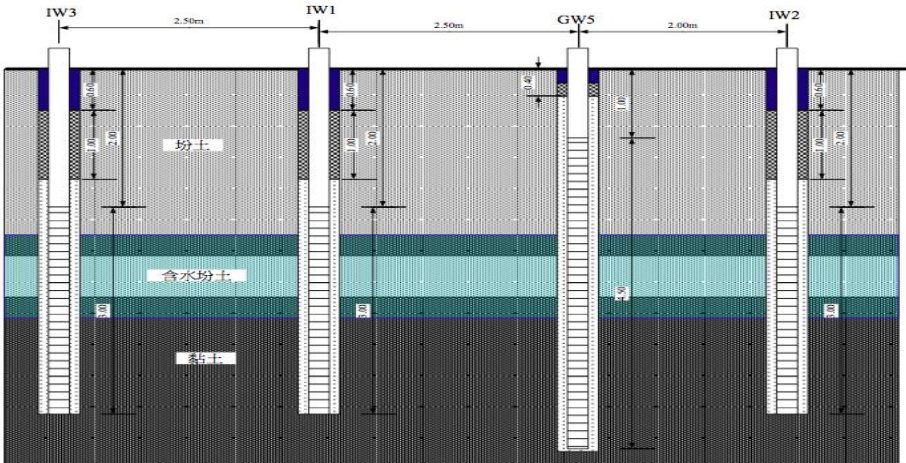


图 6.2.1-4 模拟场地注药井设置规范图

通过以上模拟以及分析计算,该场地地下水原位化学氧化区域最为优化的化学氧化影响半径为 2 m,单井最佳注药量为 5-6L/min。该注射方案是按先疏后密的原则来布设,如现场实施过程中局部区域出现有氧化空白区域,可在两个注药点中心位置加设注药点以满足修复要求。

6.2.2II 区技术参数的确定

II 区于 2017 年 5 月间进行土壤、地下水补充调查工作,现场采样点配置如图 6.2.2-1。于道路对侧划分 20m×20m 网格进行采样,采样深度至 8.4m,以直接贯入式双套管采样方法,每 30~40cm 裁切取下段土壤约 3~5g 装入夹链袋,以 PID 进行现场筛测(作业方式示意如图 6.2.2-2),现场快筛分析基准以含水层(2 m 以下)PID 现场筛测值超过 10ppmv 且呈现连续分布时认定该点地下水存在污染,若低于 10ppmv 且连续分布,认定为疑似污染可进一步设井采取地下水确认。本区水位数据绘制地下水流向如图 6.2.2-3。

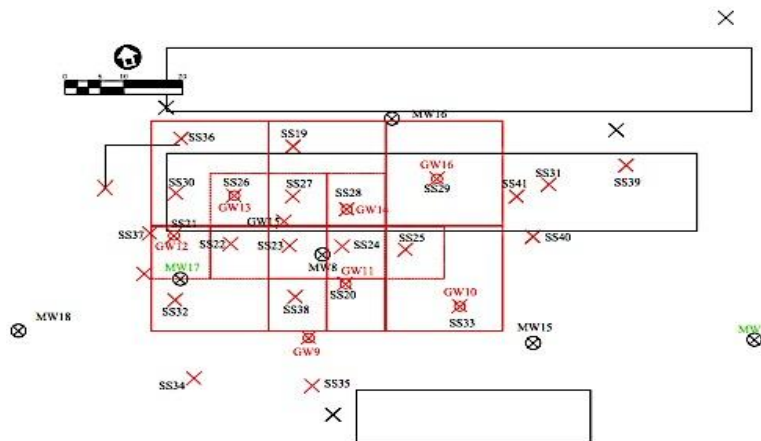


图 6.2.2-III 区补充调查土壤及地下水采样点位图

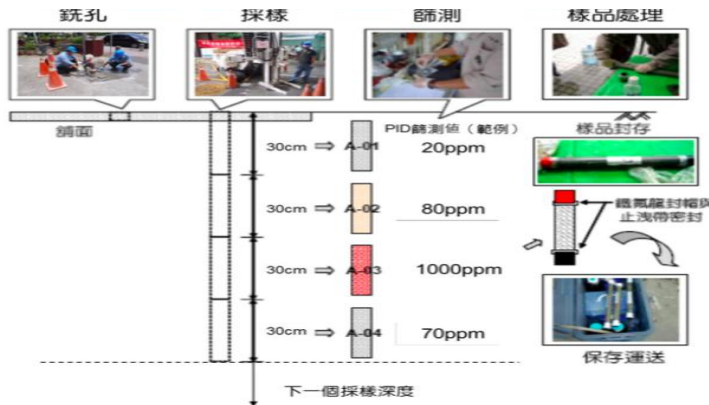


图 6.2.2-2 土壤筛查作业方式示意

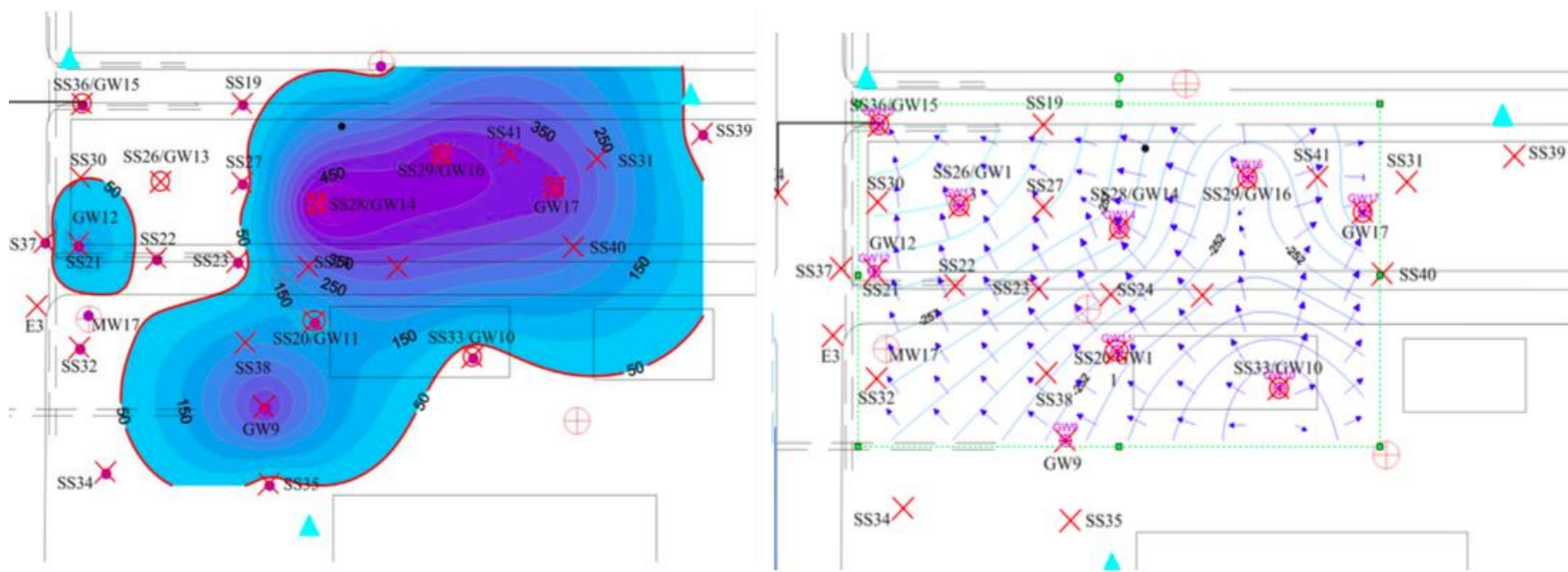
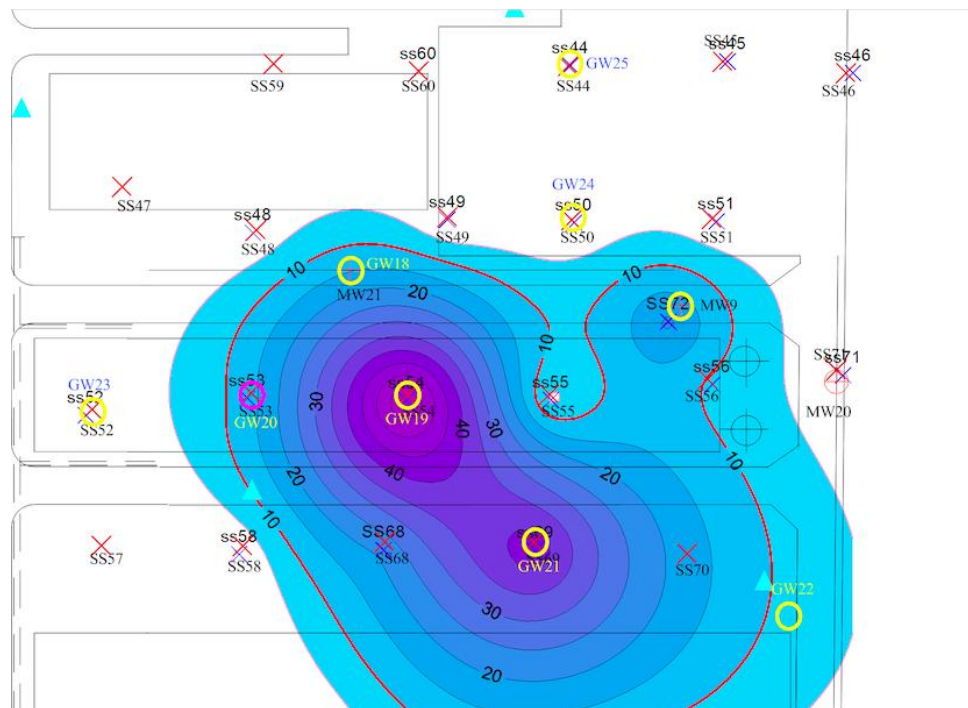


图 6.2.2-3 II 区地下水酚类污染分布图及地下水流向模拟图

6.2.3 III 区技术参数的确定

III 区现场采样点配置如图 6.2.3-1。于大棚对侧划分 20m×20m 网格进行采样，现场快筛分析基准以含水层（2m 以下）PID 现场筛测值超过 10ppmv 且呈现连续分布时认定该点地下水存在污染，若低于 10ppmv 且连续分布，认定为疑似污染可进一步设井采取地下水确认。



6.2.3-III 区地下水酚类污染分布图

6.3 地下水原位化学氧化注射点位

根据模场试作结果与污染范围调查情形规划，以影响半径 2m，采三角交错在根据以上得到的最佳注药量，核算在不同的影响半径下核算对应不同数量的注射井数量下的成本，以得到最优的注射井数量。方式配置，每口井设置距离约为 3.5m。据规划三个区域共需设置 500 口注药井，具体各区注药井设置如下：

(1) I 区约需设置 95 口注药井，其设置规格如图 6.3-1 所示。

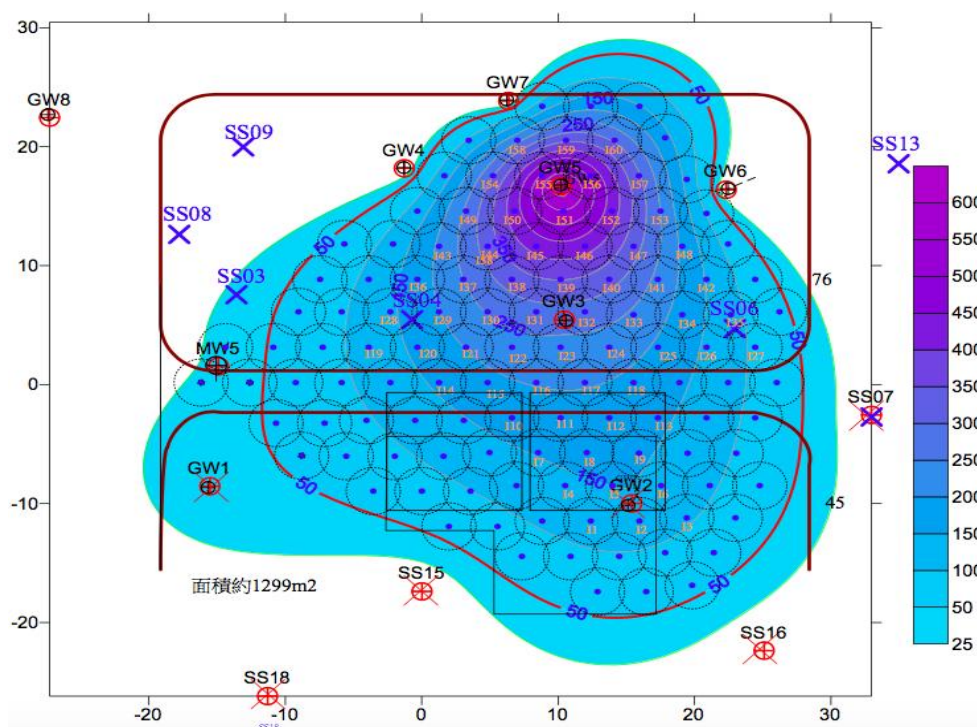


图 6.3-1I 区初步规划注药井配置图

(2) 针对 II 区酚类污染范围，初步规划注药井约需设置 180 口注药井，配置如图 6.3-2。预定设置深浅两类注药井，其中，约有 120 口注药井设置规格可参考 I 区注药井规格设置(如图上黑色注药井)，另外有两区则因污染深度较深，需设置较深注药井或必要时须设置深浅两种规格注药井，预计共 60 组井。

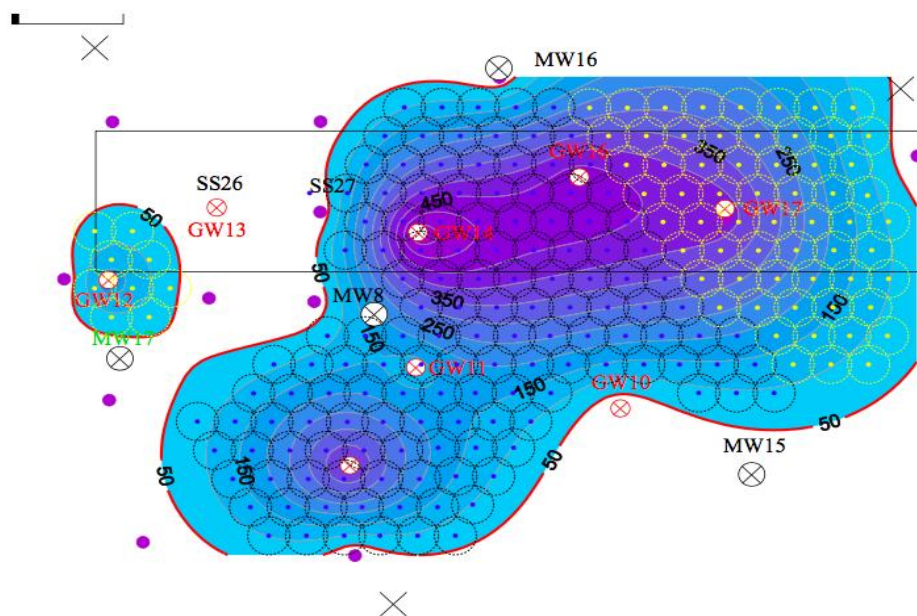


图 6.3-2 II 区初步规划注药井配置图

(3) III 区约需设置 225 口注药井，酚类污染范围初步规划注药井配置如图 6.3-3。

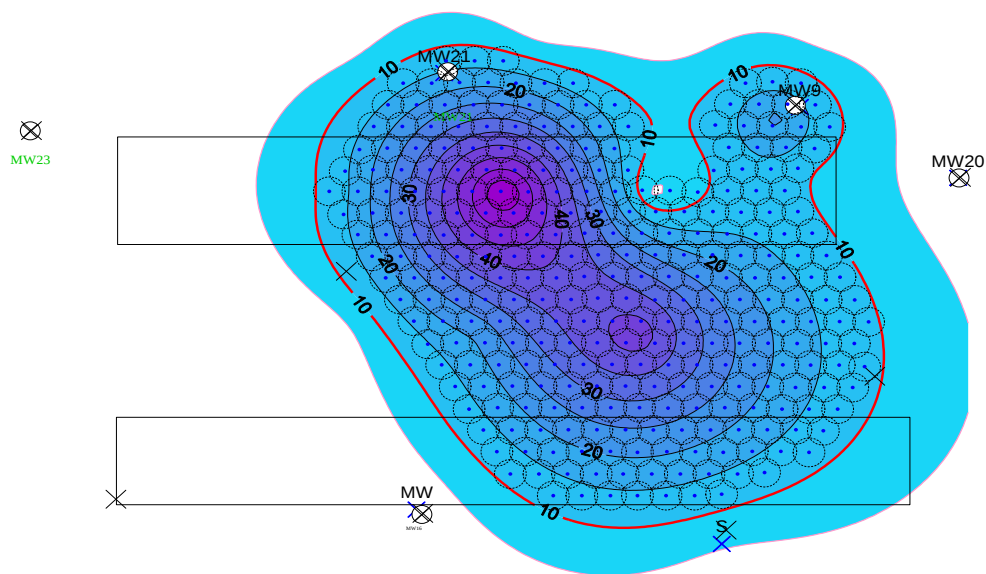


图 6.3-3III 区初步规划注药井配置图

深浅井交界区域在进行修复井设置时需病童进行土壤采样，采样深度须至距地表 8.4m 深，现场以 PID 筛测确认污染深度，如果深层含水层未发现污染时，则以膨润土回填并设置浅层注药井。

建井完成后，于地表铺设不透水布（见图 6.3-4）以减少地下反应溢出地面造成现场动线困难问题。针对 116 口注药井之设井工作，建议在注药井边界区域针对距地表 2.4~3.6m 深度进行筛测以厘清是否为确切之污染范围，现场分析方式为 PID 筛测值小于 10ppmv 时可暂不进行注药作业。必要时可设置监测井确认地下水污染浓度。



图 6.3-4 地表铺设不透水布

6.4 原位化学氧化注射井设计

对于地下原位修复工程设计，由于大部分使用的是移动式或者便携式的注药设备，比如压密注浆设备、小型隔膜泵配套移动式混药设备，见下图 6.4-1。

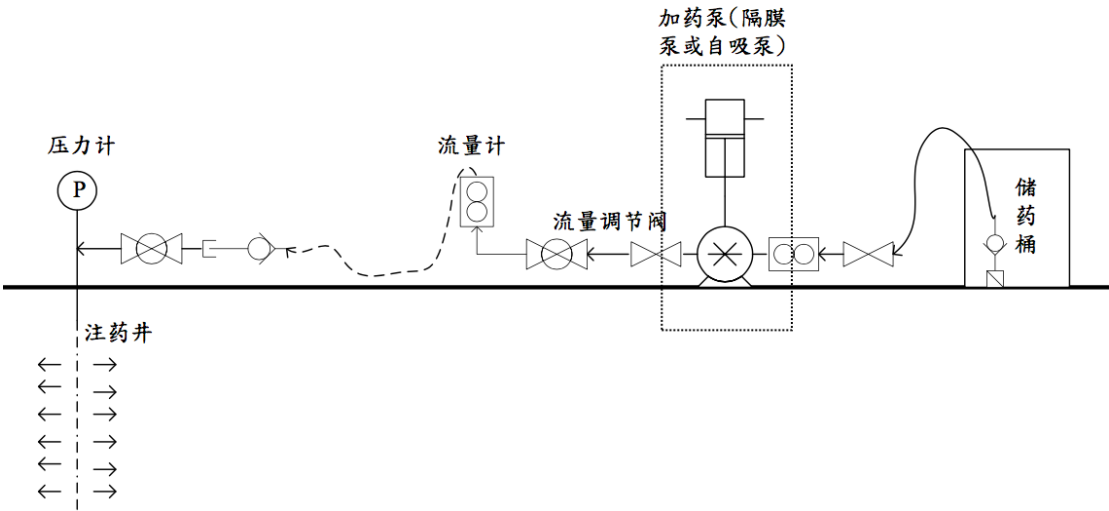
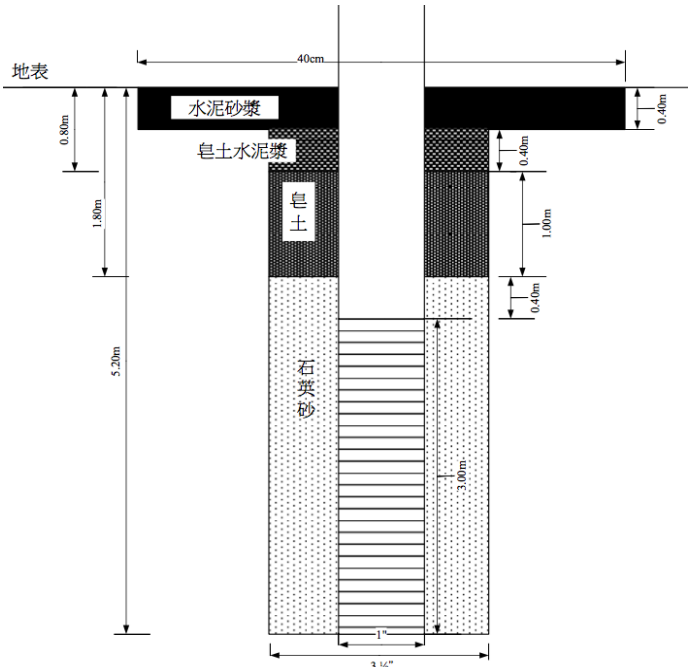


图 6.4-1 注药系统基本单元设计

注射井设计开孔110mm，成井直径63mm，深度随各个点位的含水层厚度相应变化。上层以粘性土（或膨润土）封孔，下部填充的石英砂滤料，花管总长度应覆盖修复区的含水层厚度3.6-9.5m，开孔孔隙度不低于30%。井台高于施工基面0.5～1.0m。注射井结构如图6.4-2。



6.4-2I 区设井规范图

II、III 区设井的基本结构与 I 区类似，由于 II、III 区疑似存在其他有机污染物，有关深层污染区域，待本区域污染情形更明确时再检讨设井规格。

6.5注射井和监测井施工

6.5.1 井管结构

井管应由井壁管、过滤管和沉淀管等三部分组成。井壁管位于过滤管上，过滤管下为沉淀管。过滤管位于监测的含水层中，长度范围为从含水层底板或沉淀管顶到地下水位以上的部分，水位以上的部分要在地下水位动态变化范围内；沉淀管的长度一般为 50cm~60cm，视隔水层的厚度而定，沉淀管底部须放置在隔水层内。

6.5.2 口径及材质

井管的内径要求不小于 50mm，以能够满足洗井和取水要求的口径为准。

井管全部采用螺纹式连接，各接头连接时不能用任何粘合剂或涂料，推荐采用螺纹式连接井管。井管材质因检测项目的不同而有所差异。

如果井深超过 20m 时，需改用受压强度更高的井管。如果地下水监测井仅用来测定地下水位的情况，可以使用热镀锌管作为井管。

6.5.3 过滤管参数选择

过滤管上的空隙大小应足以防止 90% 的滤料进入井内，即其孔隙直径要小于 90% 以上的滤料直径。

6.5.4 钻孔

钻孔的直径应至少大于井管外壁，以适合砾料和封孔粘土或膨润土的就位。钻孔的深度依监测井所在场区地下水埋深、水文地质特征及含水层类型和分布而定，一般宜达到含水层底板以下 50cm 或至少地下水含水层水位线下 5m，但不应穿透隔水层。监测井钻孔钻探达到要求深度后，宜进行钻孔掏洗，清除钻孔中的泥浆、泥沙等，然后才能开始下管。

6.5.5 下管

下管前应校正孔深，确定下管深度、滤水管长度和安装位置，按下管先后次序将井管逐根丈量、排列、编号、试扣，确保下管深度和滤水管安装位置准确无误。下管作业应统一指挥，互相配合，操作要稳要准，井管下放速度不宜太快，中途遇阻时不准猛墩硬提，可适当地上下提动和缓慢地转动井管，仍下不去时，应将井管提出，扫除孔内障碍后再下。井管下完后，要用升降机将管柱吊直，并在孔口将其扶正、固定，与钻孔同心。

6.5.6 填砾

砾料应选择质地坚硬、密度大、浑圆度好的白色石英砂砾为宜，易溶于盐酸和含铁、锰的砾石以及片状或多棱角碎石，不宜用作砾料。砾料的砾径，应根据含水层颗粒筛分数据确定。填砾的厚度宜大于 25mm，当观测孔用于抽水试验时，填砾厚度宜大于 50mm。填砾的高度，自井底向上直至与实管的交接处，即含水层顶板。

6.6地下水原位氧化修复工程验收、二次污染防范及工期

6.6.1 地下水原位化学氧化工程验收

根据《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》，地下水采样应依据地下水流向及污染区域地理位置设置地下水监测井，修复范围上游地下水采样点不少于 1 个，修复范围内采样点不少于 3 个，修复范围下游采样点不少于 2 个。原则上监测井布设在地下水环境调查确定的污染最严重的区域，或者根据不同类型的修复（防控）工程进行合理的布设。

由于地下水监测井建井较为繁琐，并有可能对地下水造成扰动，因此规定原则上可以利用场地环境调查评估和修复时的监测井，但原监测井的使用数量不应超过验收时总监测井数的 60%。未通过验收前，被验收方应尽量保持场地环境调查评估和修复过程中使用的地下水监测井完好。

表 6.6.1-1 验收监测井布设计划

上游监测井数量（口）	修复范围内监测井数量（口）	下游监测井数量（口）	小计
1	4	2	7

其中，在修复前采样 1 次，修复后自验收、业主验收各 1 次。采样时，宜采用慢速洗井技术取代表性样品，并送至具有相应资质的第三方检测机构检测，检测指标为苯酚类。验收过程中，如发现未达到治理修复目标的地块，则应在二次治理修复后再次进行工程验收监测。

6.6.2 地下水原位修复过程二次污染防范

（1）氧化剂注射时对大气环境质量的影响，考虑到注入氧化剂可能会造成地下温度升高对挥发性污染物的影响。根据中试阶段观测井的数据，场地平均地下水温度为 23.5℃，接近正常室温值，而注药后检测的平均水温约 28℃，除去天气变化原

因外，地下水温的波动不超过 2℃，所以氧化剂的注入并不显著影响局部地下水温度的变化，而从反应机理上来说氧化有机物过程中对环境的温度的影响并不显著。具体防范措施可参考“土壤清挖过程中二次污染防范”章节。

(2) 在通过井群注药时做好药剂的存储管理，严格按照药剂的存储和使用说明，配备相应的劳保用品。

(3) 在原位注射时会有药剂从注射井周边冒涌的情况出现（尤其是使用推进式注药设备期间），药剂冒涌的情况一旦出现需立即停止注射，并及时对冒涌出的氧化药剂进行清理避免出现不必要的健康风险，虽然稀释后的氧化剂不具有任何腐蚀性。

(4) 充分利用注药井组以及监测井，在注药期间严密监测地下水中理化性质的变化情况，尤其是 ORP、PID 等的变化，将该指标作为必需的指标，详细记录地下水待修复区域在每次注药的前后的变化情况，如有酸化情况加剧的情况，将调整相应的注药量，以达到对地下水中二次污染有效控制的目的。

6.6.3 工期安排

酚类污染地下水原位化学氧化修复工期安排见表 6.6.3-1。

表 6.6.3-1 地下水原位化学氧化修复工期安排

修复对象	修复技术	修复工程量 (m ²)	修复准备时间	化学氧化时间	预留缓冲时间	验收时间
I区酚污染地下水	原位化学氧化技术	1289	50d	90d	20d	30d
II区酚污染地下水		2475	50d	90d	20d	30d
III区酚污染地下水		3800	50d	90d	20d	30d

7 工程施工具体管理措施

7.1 修复工程质量保证措施

7.1.1 质量保证体系

为确保本工程施工质量达到预定目标，项目将建立以项目经理为首，以项目工程部为主体，修复实施企业的工程管理部、技术总工、监理单位、德州市环境保护局实施逐级监督，修复实施企业的各相关的职能部门积极配合的多层次质量管理保证体系，全面控制每一个分项、分部工程质量。

根据修复实施企业质量保证体系的要求编制本工程质量保证计划。结合本工程的实际情况，建立由总工程师领导、项目技术负责人负责的质量管理团队，负责整个质量保证体系协调运作，确保工程的质量始终处于受控状态。

实行目标管理，进行目标分解，按单位工程、分部工程、分项工程把责任落实到相应的部门和人员。除公司质量监督部门和项目技术负责人外，现场另安排专职质检员跟班作业，分别对设备、管道、电气安装等施工作业进行跟踪监控，并严格按单位质量体系文件规定，使项目各部门到各施工班组，层层落实质量职责，明确质量责任。

积极开展质量管理小组的活动，确保项目实施团队、技术团队、管理团队“三结合”。

7.1.2 质量管理组织措施

各分项工程质量管理严格执行“三检制”（即自检、互检和交接检、专业检），隐蔽工程做好隐、预检记录，质检员做好复检工作并请甲方、监理代表验收。

专业工长做好每一次的技术交底工作，严格按图施工，不得任意更改原设计图纸，遇有疑难问题必须在规定的时间内和业主、监理单位进行协商解决。

各种不同类型，不同型号的材料要分别堆放整齐，钢筋在运输和储存时，必须保留标牌，按批分类，同时应避免锈蚀和污染。

7.1.3 控制措施

（1）施工准备过程的质量控制

1) 技术文件准备

根据单位质量保证手册、程序文件，结合本工程的实际情况，编制施工组织设计及单项施工方案，编写作业指导书和质量检验计划。

2) 管理文件准备

编制项目质量保证计划，明确质量职责，确定项目创优计划，制定相应的质量制度。

3) 图纸会审

在施工前必须进行图纸会审，找出图纸差错，提出改进意见，评估目前施工条件能否满足设计技术要求；对关键过程、特殊过程，如钢筋焊接工程等，均应制定专门的技术措施和控制办法。

对材料供应商进行评估和审核，建立合格的供应商名册，选择与本公司多次合作且信誉可靠的供应商。

4) 拟订材料计划，做好材料进场的准备工作

材料进场必须有出厂合格证，对进场原材料的检验应由材料员、质检员负责进行，材料员负责材料的外观检验，质检员组织试验员抽样送检，经检验合格，并经甲方、监理认可后方可留用。材料进场后应做好标记，注明品种、规格、数量、进场日期，进场原材料应分类堆码整齐、规则，特殊材料进行专人专处保管。

5) 合理配备施工机械，保证工程施工进度和工程质量。

6) 采用质量预控法，把质量管理由事后检查转变为事前控制，达到“预防为主”的目的。

(2) 施工过程中的质量控制

严格按施工实施方案和施工技术规范的要求进行施工，严格抓好施工中产品和工艺质量的控制。

各分项工程施工前，施工员应对作业班组进行详细的技术交底、质量交底，明确分项工程质量要求以及操作时应注意的事项。

在分项工程施工过程中，施工员应根据施工与验收规范的要求随时检查分项工程质量，工程施工中严格执行“三检制”，检查不合格的要求进行整改，然后再复查，直到合格为止。做好成品保护，下道工序的操作者即为上道工序的成品保护者，后续工序不得以任何借口损坏前一道工序的产品。及时准确的收集质量保证资料，并做好整理归档工作，为整个工程积累原始准确的质量档案。

(3) 验收过程中的质量控制

根据污染土壤修复工程的特点，本工程质量验收范围主要包括污染土壤清挖基坑的界面验收（含基坑底部和侧壁）、修复后土壤验收和修复工程整体竣工验收三大部分。

为保证修复工程质量我们成立了以项目经理为主的质量小组，针对该工程污染土壤面积大、场地开发时间要求紧迫的实际情况，计划采用分阶段、分污染区域的模式进行验收，通过自检、监理单位核查和委托第三方检测机构进行项目验收的方式进行项目验收工作。

完成污染区域清挖、运输工作，修复实施企业对相应的基坑底部、侧壁自检合格后将相关资料提交给监理单位核查，通过核查后再由监理单位报送业主，由业主委托第三方检测机构提交阶段性验收申请；第三方检测机构根据申请所描述的内容进行现场采样、实验室检测分析、并出具具备法律效力的检测报告；将检测报告结果与验收标准进行对比，评价清挖效果，如满足验收标准则予以验收合格，如不满足验收标准则对不合格区域进行二次清挖，重新执行验收流程，直至通过验收为止。

为加快修复进度，减少待检区域的库容压力，需要分批对修复后的土壤进行验收，即完成一定方量的污染土壤修复工作后，修复实施企业自检合格后将相关资料提交给监理单位核查，通过核查后再由监理单位报送业主，由业主向第三方检测单位提交修复后土壤阶段性验收申请；第三方检测机构根据申请所描述的内容进行现场采样、实验室检测分析、并出具具备法律效力的检测报告；将检测报告结果与验收标准进行对比，评价修复效果，如满足验收标准则予以验收合格，如不满足验收标准则对不合格批次的土壤再次修复，修复后重新执行验收流程，直至通过验收为止。

当所有污染土壤修复工程完成并通过业主委托的第三方检测单位所执行的阶段性验收后，由业主向德州市环境保护局申请整体竣工验收，整体验收合格后，方可出具整体竣工验收报告。

7.2主要分项工程安全施工措施

7.2.1 污染土壤清挖

（1）土壤开挖施工控制

土壤清挖施工前，查清地下埋设的管道，电缆和有毒有害等危险物以及文物古迹的位置，深度走向，并加设标记，设置防护栏杆。项目部应在各工序施工前根据

施工方案对班组进行安全技术交底和技术交底，并履行签字手续。同时应贯彻先设计后施工，边施工边监测，边施工边治理的原则。在夜间或者自然光线不足的场所进行工作，应设置足够的照明设备，且高度不能低于 3m。

(2) 土石方机械安全措施

1) 机械挖土与人工测量进行配合操作时，人员不得进入挖掘机作业半径内，必须进入时，待挖掘机停止作业后，人员方可进入。如果有滑坡迹象（如裂缝、滑动等）时，应立即采取措施，暂停施工，必要时所有人员和机械撤出安全地点。

2) 现场配备专职安全员，发现危险情况时要及时制止并要采取有效措施，危险解除后方可继续施工。

(3) 大气污染防治措施

清挖时采用分区清挖，严格控制清挖作业面积，控制污染场地的开挖面积，减少污染土壤的暴露面；用土工布及时遮盖修复后污染土壤，减小暴露面，减少土壤中污染物的扩散；并及时配合气味抑制剂，极大减少气味扩散和产生。并设置相应大气监测点，定期监测空气质量状况。

7.2.2 地下水修复质量保证措施

(1) 对于地下水抽出处理工艺，地下水抽出的效率是该工艺的关键，而抽出效率取决于对该场地的水文地质的了解以及关键参数地下水渗透率和影响半径是否正确。为了获取准确的地下水渗透率以及相应的影响半径，根据项目需求，在场内实施了抽水试验。并采用脉冲式抽取地下水，确保地下水能够全部抽提出来。

(2) 对于原位化学氧化工艺：地下水原位化学氧化过程中，注射井影响半径以、注射量以及化学药剂的可靠性是影响修复效果的主要因素。本项目组经过对场地地下水水流进行模拟，计算出注射井的最佳影响半径以及注射量，并对化学氧化药剂的适用性进行了试验（见附件 B），在项目实施过程中，按照模拟结果进行实施，并根据实际情况进行调整，确保地下水修复合格。

7.3 季节性施工措施

本工程施工将进入雨季施工，为确保施工质量，使工程顺利进行，在雨季施工过程中采取如下措施。

7.3.1 施工管理

工程项目部成立季节性施工领导小组，组成如下：

组长：项目经理

副组长：施工负责人、技术负责人

组员：各工长，安全员、技术员

对施工人员进行教育，责任到人；做好材料准备，保证料具供应及时。

施工现场做好标识牌，标明当日天气情况。

7.3.2 雨季施工保证措施

本项目涉及雨期施工的主要为地下水修复工程。雨季施工主要以预防为主，采用防雨措施及加强排水手段确保雨季正常地进行生产，不受季节性气候的影响。雨期施工时主要防止大量雨水造成雨水入渗，造成地下水抽出工程量增大，因此要特别注重雨期施工期间的防洪排水工作。

项目部根据本项目特点，编制有针对性的雨季施工措施，特别是场地排水措施，并定期检查执行情况。进入雨季，应提前做好雨季施工中所需各种材料、设备的储备工作。施工期间，施工调度要及时掌握气象情况，遇到恶劣天气，及时通知项目施工现场负责人员，以便及时采取应急措施。施工现场道路必须平整、坚实，两侧设置排水设施，纵向坡度不得小于 0.3%，主要路面铺设矿渣、砂砾等防滑材料。

(1) 雨季施工前认真组织有关人员分析雨季施工生产计划，根据雨季施工项目编制雨季期施工措施，所需材料要在雨季施工前准备好：根据工程实际需要提出防雨防水的主要机具（如潜水泵等）和材料（如覆盖材料，堵漏材料）计划，提前进场备用。做好原材料及半成品的保护，对怕雨淋的原材料应及时放入室内保存，半成品应垫好码好，保证通风良好。雨季期间应注意电焊条及焊剂的防潮干燥处理。

(2) 成立防汛领导小组，范围应包括现场和与施工有关的周边居民区。夜间均设专职的值班人员，保证昼夜有人值班并做好值班记录，同时要设置天气预报员，负责收听和发布天气情况，以便及时调整和修订施工作业计划。

(3) 做好场地排水工作，并及时将场地周围道路硬化，在临时道路外侧 1m 左右挖好排水沟，保证不滑、不陷、不积水。各项目小组应在雨季前进行全面检查和整修，保证基础、道路不塌陷，房间不漏雨，场区不积水。

(4) 组织相关人员进行一次全面大检查，包括临时设施、临电机械设备防雨、

防护等工作，检查施工现场及生产生活基地的排水设施，疏通各种排水渠道，清理雨水排水口，保证雨天排水通畅。

（5）施工现场配备足够的雨衣。雨靴和塑料薄膜等防雨用具备用。

（6）所有配电箱、机电设备的防雨、防雷设施必须完好。

（7）加强对临时供电系统的检查和测试工作，确保电器设备和供电线路能够达到施工的安全要求。

7.3.2 夏季施工

（1）加强雷雨风天气施工现场的安全管理。进入夏季后，大到暴雨和雷雨大风天气开始争夺，特种机械设备、临时用电和各项临时设施极易发生事故，对发现的问题要及时处理，排除隐患。施工现场道路、机械设备基座以及地下水抽出现场要具有合理有效的排水设施。

做好防暑降温和饮水、饮食卫生安全工作。认真执行《建筑施工现场环境与卫生标准》，做好施工现场作业人员的饮水、饮食卫生和防暑降温、防疫、防中毒等工作。布置施工作业时，妥善安排高温期间施工人员的作息时间，避开高温时段施工，室内的高温作业场所及办公室和宿舍，加强通风降温措施。对高温作业人员进行作业前和入暑前的健康检查，凡检查不合格者，均不得在高温条件下作业。炎热天气组织医务人员深入现场巡回观察，防止施工人员中暑。

（2）加强施工现场临时用电安全管理。严格按照《施工现场临时用电安全技术规范》，加强现场用电管理，杜绝电线乱接、乱搭、接头松动、裸露现象，严禁电气设施超负荷运行。

（3）深化现场消防管理，严防火灾事故发生。夏季高温，极易发生火灾，加强对易燃易爆物品的管理，严格执行消防制度、动火审批及监护制度，严禁在施工区域内吸烟。现场必须配备足够的灭火器材，组织现场作业人员开展灭火器材使用的培训，并制定应急措施，消除火灾隐患。

（4）加强安全教育，强化人员安全意识，认真组织开展防暑降温与中暑急救知识的宣传教育活动。同时，加强从业人员的安全生产教育培训工作，提高从业人员的安全技术水平和安全意识，杜绝违章指挥、违章作业和违反劳动纪律等现象的发生。

（5）开展检查，及时、有效消除事故隐患。针对夏季施工特点，开展自查自纠工作，严格按照建筑施工安全技术规范标准做好施工安全工作。对存在的重大隐患，

要坚决予以停工整改。同时，要加大事故的查处力度，对造成事故的责任部门和责任人，按“四不放过”的原则进行查处，决不姑息迁就。

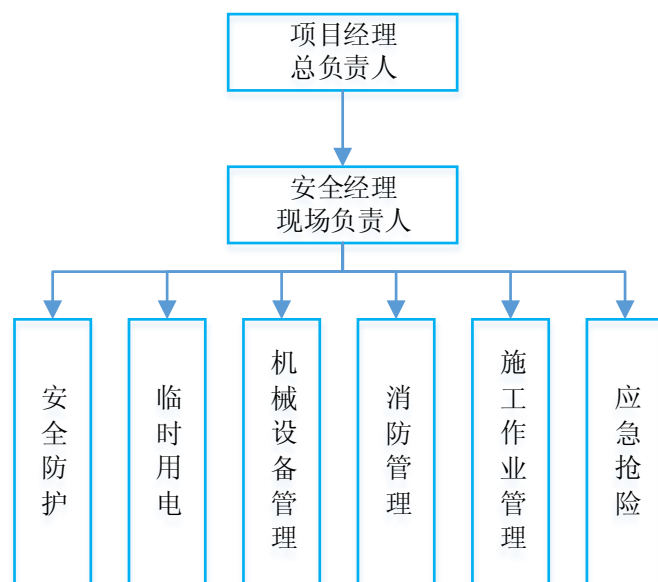
8 安全、文明施工措施及人员防护、应急预案

8.1 安全文明施工措施

8.1.1 安全保证体系

针对该工程的规模和特点，以项目经理为首，由技术负责人、专职安全员、专业责任工程师，各项工程的管理人员组成安全保证体系，如图 8.1.1-1。认真贯彻执行安全责任制和各项规章制度，坚持经常性的施工安全教育、检查及监督指导。

办公室门口设立员工紧急集合点，每天做好班前安全教育工作。施工现场按要求布置五牌一图，应有项目经理、专职安全员联系方式，还应有消防机构和附近医院联系紧急电话，并粘贴于现场醒目位置，提前做好预案工作。



8.1.1-1 安全保证体系组织结构

8.1.2 安全施工管理措施

杜绝重大伤亡安全事故，防止工伤事故发生。为达到此目标，在施工过程中，特制定以下安全施工管理措施。

(1) 建立健全安全管理制度，落实安全管理责任制。坚持现场安全巡检制度，安全员对现场进行安全检查，督促操作人员和指挥人员遵守操作规程，制止违章操作、无证操作、违章指挥和违章施工，坚持落实安全技术交底制度。

(2) 项目经理作为项目安全施工总体监督，安全员作为项目安全、文明施工总体保障，严格监督、控制项目安全文明施工。

(3) 建立以项目经理作为安全生产第一责任人的安全文明施工管理机构，在项目经理直接领导下，完善项目部安全文明生产保证体系，把安全生产岗位责任落实到各个部门及责任人，做到全员关心安全生产，加强安全教育，强化安全意识。

(4) 设立专职安检机构及专职专责安检人员，履行专职专责安全检查岗位责任制：生产安全责任制、机械安全操作责任制、安全用电制度、安全防火制度；使所有管理人员，施工工人明白应尽的安全职责，应负的安全责任。保证施工现场在抓工期、质量工作的同时不忽视安全生产。

(5) 定期召开质量与安全生产专题会议，明确管理目标，熟悉国家有关“安全生产法规”和“项目部有关安全生产具体规定”，强化安全生产意识，明确岗位安全管理责任，施工中实行班前安全书面签证交底制。

(6) 施工安全措施

1) 现场每一醒目的地方悬挂安全标语。教育现场人员做到按规定戴好安全帽。拒绝无关人员进入施工现场。

2) 配备良好的夜间照明，危险处设置警示红灯。

3) 修建污染土壤处理区安全防护围墙：为确保污染土壤处理区的安全性，防止非工作人员入场区，需在储存、修复场地周围修建围墙。

4) 在修复场地系统中设置自然通风、人工通风方式、设置事故人员疏散安全门，以确保污染土壤修复过程中的人员安全。

5) 场地内将修复区域用警示带明显隔开，防止区域与区域边界混淆，保证修复污染土壤全部达标；不发生修复合格土与污染土壤混淆现象。

6) 挖掘机作业由专人指挥，旋转半径内不得有人。

7) 工程运输车辆严格遵循场区指定交通路线行驶，行驶至架空管线下方应减速慢行。

8) 电焊工穿绝缘鞋，戴绝缘手套，雨天避免露天进行焊接作业。

9) 施工机械作业时要与线杆保持足够距离，并且现场要有安全人员指挥。

10) 机械维修区域设置围栏，无关人员不得进入施工现场。

11) 机械、车辆使用严格按照操作规程操作。

12) 基坑边 10 m 范围内荷载不许超过 20Kpa。

13) 及时对检测数据进行分析整理，及时通报，指导施工。

14) 施工时注意地下水位变化情况，及时采取措施。

15) 在土方施工阶段，除对基坑进行监测外，还派专人对基坑进行观测，出现

不良现象及时处理防止发生坍塌事故。

16) 基坑周边 3m 范围内严禁堆放重物。

17) 基坑周边搭设防护栏(单排), 不小于 1.2m 高, 刷警告色。

18) 施工前应查明现场地下障碍物, 在有地下电缆、管线处做出明显标志, 严禁在电缆 1m 范围内进行作业。

19) 土方开挖过程中, 竖向不得混合作业, 平面留出安全距离, 挖土时派专人指挥。

20) 修复车间内施工人员必须佩戴防毒面具及防化服, 并定期对防毒面具和防化服进行更换。

8.1.3 机械操作安全措施

(1) 所有机械操作人员保证持证上岗, 坚持上、下班, 班前班后的检查工作, 发现问题先处理完善再进行使用。

(2) 特殊设备, 设专职人员指挥、维修、保养。并随时检查运转中的各部位运转情况是否良好。

(3) 定期检查机械性能、设备、设施配件。

8.1.4 用电安全措施

(1) 施工现场所有电线线路按"三相五线制"标准架设。所有供电终端严格执行一个插座配一个开关和漏电保护装置。

(2) 电工持证上岗, 非专业操作人员严禁私接线路、动用电器。施工用电安装漏电保护装置, 确保"一机一闸一箱一漏"。

(3) 电焊机单独设开关, 外壳作接零或接地保护, 焊线保证双线到位, 无破损。

(4) 劳务工人、办公区内使用的照明均采用低度、适宜的灯泡, 杜绝使用电炉。

(5) 一切机电设备均安装漏电开关。

(6) 定期检查线路、漏电开关, 以保证不因线路、开关漏电而发生安全事故。

(7) 所有电气设备均选用安全可靠的产品, 在高、低压配电装置的操作位置地面铺设绝缘胶毯。对所有电气设备金属外壳进行接零保护; 变压器、配电屏等设备均考虑了安全距离, 划定安全界限, 按规定配备操作人员的绝缘保护用品; 在重点操作部位设置事故照明; 设置必要的检修, 检查电源插座, 其电源为独立电源, 电压 24V, 其输入电路和输出电路实行电路上的隔离, 同时与其它电气系统和任何无

关的可导电部分实行电气上的隔离。

8.1.5 消防安全措施

(1) 工地上严禁使用电炉及明火烧饭、烧水。

(2) 做好消防工作,在工人住宿区、办公区及现场施工区域各配备 2 组灭火器,以备不测。

(3) 修复场地是防火防爆的重点场所,场地内严禁带入火种,修复场地内严禁吸烟,车辆进入场地和场地内施工设备必须带防火装置,各种燃油、易燃化学品严禁进入场地,场地照明设施、电线及场地安装的附属设备、电机应符合防火、防爆要求,确保施工中不发生火灾事故。

8.1.6 文明施工管理措施

按现场文明施工的要求管理现场,为确保目标的实现,拟从以下方面采取措施加以保证。

(1) 成立以项目经理为第一责任人,现场执行经理为第二责任人的“文明施工现场”达标管理小组。负责进场人员的文明施工、法制意识的教育及具体保证措施的安排实施、检查。

(2) 组织召开“标准化文明施工现场”专题会,明确管理目标和达标意义,制定本工程现场达标具体规定及施工管理人员岗位责任。

(3) 建立与生产作业班组层层签订施工现场“文明施工”责任合同制,明确达标职责,保证文明施工现场随时保持。

(4) 设专职保洁员,负责随时清扫保洁工作,施工中控制尘土飞扬,避免环境污染,噪音大的施工机具尽量设置避音装置。尽量避免夜间施工,如有施工需要,先申请夜间施工许可证。

(5) 现场设置文明施工教育专栏,搞好文明施工宣传。

(6) 施工区用围挡与非施工区分开。现场材料严格按照平面布置图分别标识、整齐码放,不在施工区外堆料堆物。

(7) 对现场的职工、民工及协作人员进行文明职工教育、法制教育,帮助施工人员树立文明、安全、质量意识。

(8) 加强现场综合治理,对施工现场的人员建立档案卡,有目标管理,指定落实。

(9) 教育施工人员讲究个人卫生、衣冠整齐,不赤身光脚、穿拖鞋进入作业区。

(10) 现场主要入口处设门卫房,并在场区设专业保安,实行施工现场封闭式管理;张挂出入制度,场容管理条例、工程简介和安全管理制度,教育职工维护良好的工作秩序和纪律。职工一律佩带出入证件挂于胸前,外部人员进出要登记。

8.1.7 环境保护措施

(1) 加强环保教育,组织职工学习环保知识,加强环保意识,施工中尽量减少对周围绿化环境的影响和破坏。

(2) 施工现场洒水降尘,防止扬尘,在施工工地出口设专人对进出场车量进行清洗。

(3) 保证施工场地内道路平整畅通,并设排水设施。

(4) 驻地生活垃圾集中存放,定时清走,送到指定地点集中处理。

(5) 现场堆放的土堆使用密目网覆盖,进出现场车辆必须进行清洗,对车辆进行遮盖。

8.1.8 其他措施

(1) 定期开展多层次、全方位、多形式的安全检查,及时消除安全隐患;把安全管理与经济效益挂钩,全员明确安全责任,做到人人有安全管理的危机感和责任感。

(2) 加强特殊作业人员的培训,考试和发证工作,保证持证上岗,杜绝无证人员从事特种作业工作。

8.2 人员防护

8.2.1 本项目可能存在的人体危害因素

(1) 施工过程中噪声可能对人体产生的危害。

(2) 整个过程中,操作时接触到污染土壤对人体造成危害。

(3) 整个过程中的粉尘可能对人体造成的危害。

8.2.2 预防措施

(1) 降噪措施:本项目产生噪声的主要因素是车辆,限制车辆喇叭的使用,最大限度地降低噪声。在厂区及公路行驶时,尽量减少噪音,没有消声器的车辆不准

进场。

(2) 污染土壤储存过程中根据污染土壤储存进度，每日对其进行苫盖，减少污染土壤中有毒物质外逸对人体造成危害。

(3) 为污染土壤修复现场人员配备必要的劳动保护用品：修复车间内工作人员佩戴防毒面具、耐酸碱手套、护目镜、防化服、护腿和工业用靴鞋等，确保人身安全。

(4) 每台设备每班安排 2 人，并定时换班，保证操作人员的身体健康。

8.2.3 开放式环境中的人员防护措施

现场清挖、运输、储存修复均在开放式的作业空间内进行，对于开放式的作业空间，空气中的污染物浓度较低，对人体伤害较小，因此对操作人员的防护主要为一般的防机械伤害及与目标污染物接触身体的伤害。根据以上的分析及污染物的性质，对开放式工作的操作人员主要采取以下防护措施。

(1) 头部防护：现场施工人员必须佩戴安全帽，才能进入施工现场。

(2) 呼吸系统防护：现场施工人员佩戴专业防粉尘口罩，防止土壤粉尘通过呼吸系统进入人体，造成的伤害。

(3) 身体防护：根据污染物性质，采用常规的防护服，防止污染土壤颗粒与人体皮肤接触，能有效的对劳动者进行保护。

(4) 眼睛防护：防尘护目镜。

(5) 手的防护：选用防酸碱手套。

(6) 其他防护：工作人员现场严禁吸烟、进食和饮水；工作完毕，沐浴更衣。

8.2.4 施工人员应熟知的急救常识

(1) 皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用肥皂水及清水彻底冲洗皮肤 15min。若有灼伤，就医治疗。

(2) 眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗至少 15 分钟并就医。

(3) 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如停止呼吸，立即进行人工呼吸，就医。

(4) 食入：饮温水催吐，洗胃，就医。

8.3应急预案

（1）总则

根据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》以及业主要求，为确保安全生产及施工人员的生命安全，防止可能发生的紧急情况继续扩大，并尽可能地排除险情，减少事故造成的人员伤亡、财产损失和对环境产生的不利影响。同时，为了能在事故发生后，使承担事故救援的人员和队伍分工明确，应急救援工作有条不紊的迅速展开，及时控制危险源，抢救受伤人员，指挥群众防护和疏散，特制定本应急预案。

（2）适用范围

本预案适用于该项目污染土壤的清挖、运输、储存、修复全过程意外突发环境污染事故以及可能对附近居民和公众有健康和安全影响的环境污染事故。

（3）应急组织机构

本项目设总指挥及副总指挥，其职责：组织制订环境事故应急总体原则，对子项目部的应急准备工作提出指导性意见；发生重大事故时，由总指挥发布和解除应急开始及终止的命令，发布信号及信息、实施救援行动；负责人员资源配置、应急队伍的调动；监督、检查安全生产、环境保护、应急准备工作的落实情况。

（4）土方施工特殊情况应急预案

在土方开挖过程中，出现特殊情况，应立即采取有效措施：

1）如出现滑坡迹象（裂缝、滑动等）时，暂停施工，所有人员迅速离开基坑，必要时，迅速采取处理措施，如用挖掘机在坡脚迅速回填。根据滑动迹象设置观测点，观测滑坡体平面位移和沉降变化，并做好记录。

2）施工过程中如遇地下障碍物（包括古墓、文物、古迹遗址、各种管道、管沟、电缆、人防等）时，应立即停止施工，及时报告应急指挥部，待妥善处理后方可继续施工。

（5）清理现场重大污染事故应急预案

1）施工现场最高负责人组织人员立即判断污染原因，确定污染程度和范围。

2）发生运输车辆场内事故造成土壤二次污染时，采用污染区域加深清挖救治法，彻底防止二次污染。

（6）修复处置现场重大污染事故应急预案

处置现场设备种类和数量较多，是应急预案制定的重点部位。

1) 修复过程中出现中毒或机械伤害时现场操作人员应暂停施工，并立即向现场应急小组报告。

2) 现场应急小组接到报告，详细记录事件发生时间、地点、原因、污染源、主要污染物质、污染范围、人员伤亡情况以及报告联系人、联系方式等基本情况；

3) 现场应急小组应迅速赶赴现场，初步判断事件的危害程度，采取相应措施；气味较轻，无人员伤亡时，应迅速用事先预备的苦布将扰动土苦严，并设置警告标志。在确认现场无异常后，可继续施工。人员身体出现明显不适时，应立即组织抢救，同时向德州市环境主管部门报告。

4) 由现场应急小组向上级部门通报后对外发布信息。事故处理人员未经批准，任何人不得接受媒体采访或对外传播和发布相关信息，以免造成不良后果和影响。

(7) 全过程人员中毒事故应急预案

现场如发生人员中毒事件，第一发现人应及时与事故应急小组联系。接到消息后，应急小组应立即赶到出事地点，确认其中毒症状，并应根据中毒症状及时施救。立即拨打“120”急救电话，通知专业医护人员到现场施救，并组织组织人员赶到事故发生地点，立即将抬到大门口，等救护车的到来，或直接送往就近的齐河县人民医院（附近医院见表 8.3-1），积极配合急救人员的后勤工作。同时应向应急小组成员报告，相关负责人要及时赶到现场进行处理，并向上级部门报告情况。

表 8.3-1 金能科技股份有限公司一区污染场地修复项目附近医院

序号	医院名称	距离（km）	地址	联系电话
1	齐河人民医院	2.2	齐河县齐晏大街 118 号	0534-5321277
2	晏城医院	1.5	齐河县齐顺大街 215 号	0534-5321277
3	齐河县中医院	2.7	齐河县齐晏大街 338 号	0534-5666120

砷中毒症状及现场急救办法：

1) 中毒的初步判断

砷的肠胃道中毒症状通常是在食入砷或经由其它途径大量吸收砷之后发生。肠胃道血管的通透率增加，造成体液的流失以及低血压。肠胃道的黏膜可能会进一步发炎、坏死造成胃穿孔、出血性肠胃炎、带血腹泻。砷的暴露会观察到肝脏酵素的上升。慢性砷中毒可能会造成非肝硬化引起的门脉高血压。急性且大量砷暴露除了其它毒性可能，也会发现急性肾小管坏死，肾丝球坏死而发生蛋白尿。

2) 急救措施

皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。

眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。

吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。

口服：立即进行催吐，用微温水或生理盐水、1%硫代硫酸钠溶液等洗胃。之后，给服新鲜配制的氢氧化铁解毒剂(12%硫酸亚铁溶液与 20%氧化镁混悬液，在用前等量混合配制，用时摇匀)，使与砷结合成不溶性的砷酸铁，每 5~10 分钟服一匙，直至呕吐，停止给药。如无此药，可服用活性炭悬液、牛乳或蛋清水等，再用硫酸钠或硫酸镁导泻。

苯酚中毒症状及现场急救办法：

1) 中毒的初步判断

苯酚急性中毒：如果大量吸入或食入可以出现兴奋、刺激黏膜以及头晕、头痛、恶心、呕吐、步态不稳。重症者可以昏迷、抽搐、呼吸及循环衰竭。

苯酚类慢性中毒：长期低浓度接触可以出现头晕、头痛、乏力、失眠和记忆力减退等。重症可以出现再生障碍性贫血，甚至白血病等。

2) 急救措施

皮肤接触：应该立即脱离现场，脱去污染衣物，用肥皂水冲洗污染的皮肤。

眼睛接触：立即提起眼睑，用流水由内往外冲洗，至少持续冲洗 15 分钟。

吸入：迅速转移到空气新鲜的地方，对于呼吸停止者应该做人工呼吸，并注意保暖，立即就医。

误食：应该立即洗胃、求医，并注意卧床休息。

(9) 消防应急预案

1) 在污染土壤挖掘、运输、储存和修复过程中，如果发生火灾，现场人员应立即用配备的消防设施进行扑救，并立即通知应急指挥部相关负责人，相关负责人要及时赶到现场进行处理，并向上级部门报告情况。

2) 如火势较大、危险性较高，难以在短时间内扑灭，应当立即拨打“119”报警电话，电话描述如下内容：单位名称、所在区域、周边显著标志性建筑物、主要路线、候车人姓名、主要特征、等候地址、火源、着火部位、火势情况及程度。随后到路口引导消防车辆。

3) 发生火情后，电工负责断电，负责水源，组织各部门人员用灭火器材等进行灭火。如果是由于电路失火，必须先切断电源，严禁使水或液体灭火器灭火以防触

电事故发生。

4) 火灾发生时，为防止有人被困，发生窒息伤害，准备部分毛巾，湿润后蒙在口、鼻上，抢救被困人员时，为其准备同样毛巾，以备应急时使用，防止有毒有害气体吸入肺中，造成窒息伤害。被烧人员救出后应采取简单的救护方法急救，如用净水冲洗一下被烧部位，将污物冲净。再用干净纱布简单包扎，同时联系急救车抢救。

5) 火灾事故后，保护现场，组织抢救人员和财产，防止事故扩大，必须以最快的方式逐级上报，如实汇报，不得隐瞒。

(9) 全过程坍塌、机械伤害事故应急预案

1) 防坍塌事故发生，项目部成立义务小组，由项目经理担任组长，生产负责人及安全员，各专业工长为组员，主要负责紧急事故发生时有条有理的进行抢救或处理，其他管理人员及后勤人员，协助项目经理做相关辅助工作。

2) 发生坍塌事故后，由项目经理负责现场总指挥，发现事故发生人员首先高声呼喊，通知现场安全员，安全员打事故抢救电话“120”，向上级有关部门或医院打电话抢救，同时通知项目副经理组织紧急应变小组进行现场抢救。施工员组织有关人员进行清理土方或杂物，如有人员被埋，应首先按部位进行抢救人员，其他组员采取有效措施，防止事故发展扩大，随时监护，边坡状况，及时清理边坡上堆放的材料，防止造成再次事故的发生。在向有关部门通知抢救电话的同时，对轻伤人员在现场采取可行的应急抢救，如现场包扎止血等措施。防止受伤人员流血过多造成死亡事故发生。预先成立的应急小组人员分工，各负其责，门卫在大门口迎接救护的车辆，有程序的处理事故、事件，最大限度的减少人员和财产损失。

3) 事故后处理工作

查明事故原因及负责人。

以书面形式向上级写出报告，包括发生事故时间、地点、受伤（死亡）人员姓名、性别、年龄、工种、伤害程度、受伤部位。

制定有效的预防措施，防止此类事故再次发生。

组织所有人员进行事故教育。

向所有人员进行事故教育。

向所有人员宣读事故结果，及对负责人的处理意见。

(10) 全过程触电事故应急预案

1) 脱离电源对症抢救

当发生人身触电事故时，首先使触电者脱离电源，迅速急救，关键是“快”。

对于低压触电事故，可采用下列方法使触电者脱离电源。

如果触电地点附近有电源开关或插销，可立即拉开电源开关或拔下电源插头，以切断电源。

可用有绝缘手柄的电工钳、干燥木柄的斧头、干燥木把的铁锹等切断电源线。也可采用干燥木板等绝缘物插入触电者身下，以隔离电源。

当电线搭在触电者身上或被压在身下时，也可用干燥的衣服、手套、绳索、木板、木棒等绝缘物为工具，拉开提高或挑开电线，使触电者脱离电源。切不可直接去拉触电者。

2) 对于高压触电事故，可采用下列方法使触电者脱离电源。

立即通知有关部门停电。

带上绝缘手套，穿上绝缘鞋，用相应电压等级的绝缘工具按顺序拉开开关。

用高压绝缘杆挑开触电者身上的电线。

3) 触电者如果在高空作业时触电，断开电源时，要防止触电者摔下来造成第二次伤害。

如果触电者伤势不重，神志清醒，但有些心慌，四肢麻木，全身无力或者触电者曾一度昏迷，但已清醒过来，应使触电者安静休息，不要走动，严密观察并送医院。

如果触电者伤势较重，已失去知觉，但心脏跳动和呼吸还存在，应将触电者抬至空气畅通处，解开衣服，让触电者平直仰卧，并用软衣服垫在身下，使其头部比肩稍低，以免妨碍呼吸，如天气寒冷要注意保温，并迅速送往医院。如果发现触电者呼吸困难，发生痉挛，应立即准备对心脏停止跳动或者呼吸停止后的抢救。

如果触电者伤势较重，呼吸停止或心脏跳动停止或二者都已停止，应立即进行口对口人工呼吸法及胸外心脏挤压法进行抢救，并送往医院的途中，不应停止抢救，许多触电者就是在送往医院途中死亡的。

人触电后会出现神经麻痹、呼吸中断、心脏停止跳动、呈现昏迷不醒状态，通常都是假死，万万不可当作“死人”草率从事。

对于触电者，特别高空坠落的触电者，要特别注意搬运问题，很多触电者，除电伤外还有摔伤，搬运不当，如折断的肋骨扎入心脏等，可造成死亡。

对于假死的触电者，要迅速持久的进行抢救，有不少的触电者，是经过四个小时甚至更长时间的抢救而抢救过来的。有经过六个小时的口对口人工呼吸及胸外挤

压法抢救而活过来的实例。只有经过医生诊断确定死亡，停止抢救。

4) 人工呼吸是在触电者停止呼吸后应用的急救方法。各种人工呼吸方法中以口对口呼吸法效果最好。

施行人工正呼吸前，应迅速将触电者身上妨碍呼吸的衣领、上衣等触开取出口腔内妨碍呼吸的食物，脱落的断齿、血块，粘液等，以免堵塞呼吸道，使触电者仰卧，并使其头部充分扣仰（可用一只手拖触电者颈后），鼻孔朝上以利呼吸道畅通。

救护人员用手使触电者鼻孔紧闭，深吸一口气后紧贴触电者的口向内吹气，约 2 秒中。吹气大小，要根据不同的触电人有所区别，每次呼气要个触电者胸部微微鼓起为宜。

吹气后，立即离开触电者的口，并放松触电者的鼻子，使空气呼出，约 3 秒中。然后再重复吹气动作。吹气要均匀，每分钟吹气约 12 次。触电者已开始恢复自由呼吸后，还应仔细观察呼吸是否会再度停止。如果再度停止，应再继续进行人工呼吸，这时人工呼吸要与触电者微弱的自由呼吸规律一致。

如无法使触电者把口张开时，可改用口对鼻人工呼吸法。即捏紧嘴巴紧贴鼻孔吹气。

5) 胸外心脏挤压法是触电者心脏停止跳动后的急救方法

做胸外挤压时使触电者仰卧在比较坚实的地方，姿势与口对口人工呼吸法相同，救护者跪在触电者一侧或跪在腰部两侧，两手相叠，手掌根部放在，心窝上方，胸骨下三分之一至二分之一处。掌根用力向下（脊背的方向）挤压压出心脏里面的血液。成人应挤压 3-5 厘米，以每秒钟挤压一次，太快了效果不好，每分钟挤压 60 次为宜。挤压后掌根迅速全部放松，让触电者胸廓自动恢复，血液充满心脏。放松时掌根不必完全离开胸部。

应当指出，心脏跳动和呼吸是无法联系的。心脏停止跳动了，呼吸很快会停止。呼吸停止了，心脏跳动也维持不了多久。一旦呼吸和心脏跳动都停止了，应当同时进行口对口人工呼吸和胸外心脏挤压。如果现场只有一人抢救，两种方法交替进行。可以挤压 4 次后，吹气一次，而且吹气和挤压的速度都应提高一些，以不降低抢救效。

对于儿童触电者，可以用一只手挤压用力要轻一些免损伤胸骨，而且每分钟宜挤压 100 次左右。

6) 事故后处理工作

查明事故原因及责任人。

以书面形式向上级写出报告，包括发生事故时间、地点、受伤（死亡）人员姓名、性别、年龄、工种、伤害程度、受伤部位。

制定有效的预防措施，防止此类事故再次发生。

组织所有人员进行事故教育。

向所有人员进行事故教育。

向所有人员宣读事故结果，及对责任人的处理意见。

（11）舆情控制预案

处置现场设备种类和数量较多，污染物以易挥发有机物为主，加上修复场地紧邻居民区，舆情控制预案是应急预案制定的重点部分。

1) 舆情控制措施

a 制作宣传手册，设定固定公众开放日，以便周边居民了解项目情况。

b 要全力做好信息公开透明，尤其是在处置突发事件过程中，要做到及时、客观、透明，把握舆论的主动权，最大程度消除突发事件所带来的社会负面影响，促进事态向良性方面发展。

c 若出现群体性事件，则先确认的责任分工，突出快速反应和修复施工单位内部各部门之间的预案对接、联动配合。细化工作步骤，将舆情应对分为监测、报告、评估、处置、后续五个步骤。修复施工单位的应急指挥中心决定派员开展现场处置工作的，相关工作人员应立即进入事发现场，按照职责分工，迅速投入处置工作。确保群体性事件的处置反应迅速，协调有力，依法妥善处置，及时控制事态，防止发生蔓延。

d 修复过程中如出现周边居民群体性的中毒或受到机械伤害时，现场操作人员应暂停施工，并立即向现场应急小组报告。应急小组成员要立即到达现场，面对面、耐心细致地做好群众工作和相关政策解释工作，及时疏导和化解矛盾，并直接参与指挥现场处置。

e 当出现气味扰民时，现场应急小组应迅速赶赴现场，初步判断事件的危害程度，采取相应措施；气味较轻，无人员伤亡时，应迅速用事先预备的苦布将扰动土苫严，并设置警告标志。在确认现场无异常并对周边群众安抚完成后，方可继续施工。人员身体出现明显不适时，应立即组织抢救，同时向上级环境主管部门报告。

f 以上各情况均由现场应急小组向上级部门通报后对外发布信息。事故处理人员未经批准，任何人不得接受媒体采访或对外传播和发布相关信息，以免造成不良后果和影响。

2) 舆情控制工作要求

a 高度重视。环保舆情工作关系民生，影响部门形象，各单位负责人要高度重视，全局干部职工要强化大局观念、责任意识，增强工作主动性，积极协作，主动配合，扎实开展监控工作，并富有前瞻性地自觉做好舆情应对工作。

b 提早发现。各责任主体要切实增强对传统和网络媒体舆情的敏感性，严格落实责任分工，做到“早发现、早研究、早应对”、“不断提高舆情工作时效性，不准迟报、谎报、瞒报、漏报舆情信息，不得应付、敷衍、拖沓、草率处置舆情”。要使舆论应对与事件应对双进入，统筹兼顾、全面部署、同步推进。

c 有效处置。发生涉及环境热点、敏感、负面舆情时，各责任主体要严格按照实施方案和相关领导指示，及时组织主流新闻媒体和网络舆情信息管理员队伍通过网络跟帖评论、论坛发帖、撰写博文、微博、微信发布等形式进行正面新闻宣传报道，准确发布新闻信息，正面引导舆论走向。

d 加强联通。建立舆情外联协调机制，各责任主体应加强与市环保局和西青区环保局、市委宣传部、网信办等对口单位、对口处室的联系，确保信息报告及时，协调处理及时，主动发布及时，将负面环境舆情影响降到最小，重大舆情不发酵、不扩散。

(12) 应急流程如图 8.3-1:

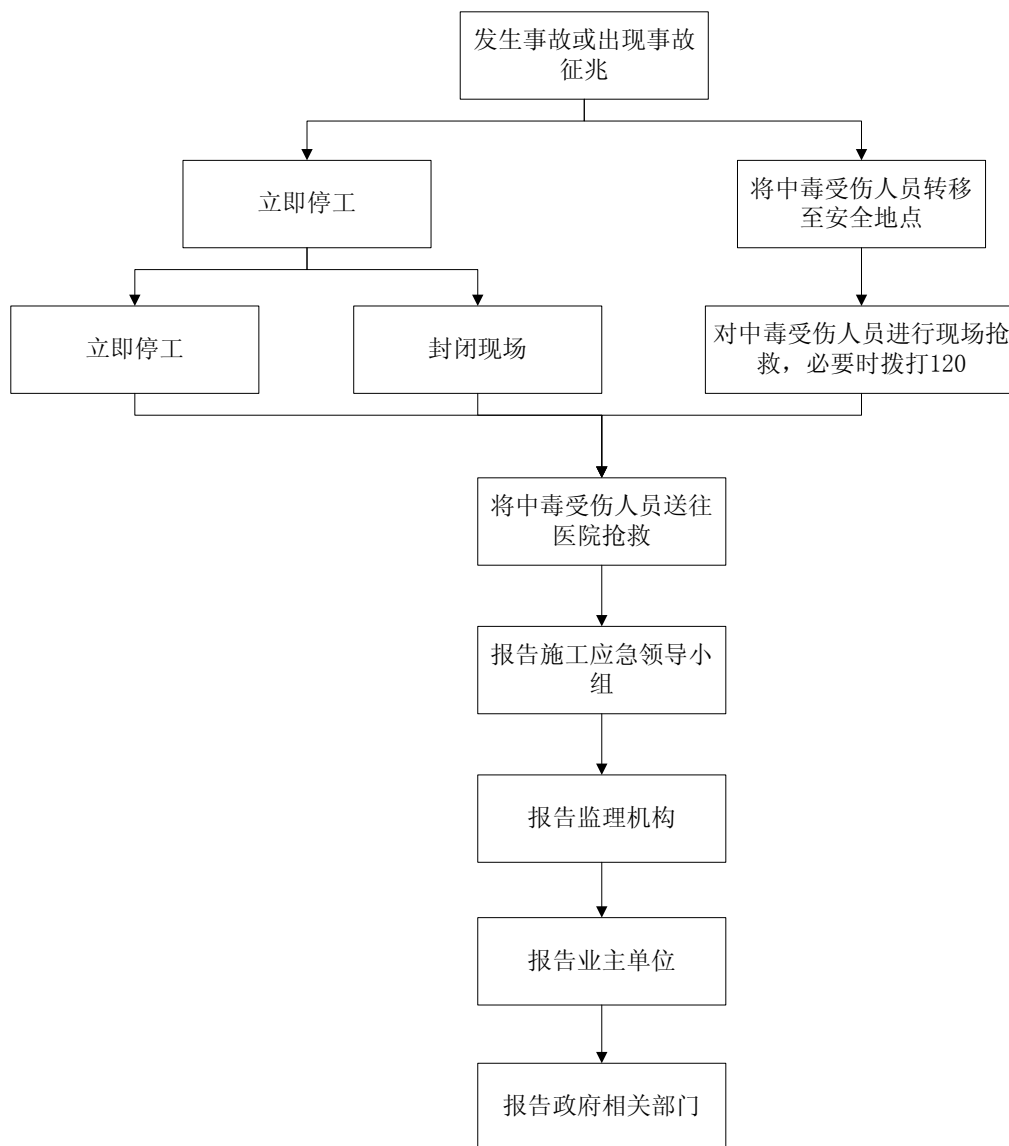


图 8.3-1 应急流程

9 社会影响维稳应急预案及承诺

9.1 社会影响维稳应急预案

9.1.1 成立安全领导小组

由于我项目目前施工实际状况，确保施工期间我项目部施工现场的安全，成立安全督察组（成员均为项目部主要成员，并长期在施工现场），对施工现场秩序、安全、消防、环境、生活区及各种施工的方案、预案的实施情况进行有效监督。

组织领导小组长：项目经理

副组长：技术负责人

组员：安全员、现场施工员、各工长

（1）工作内容：

- 1）负责现场巡视，现场情况搜集，确保现场安全；
- 2）出现紧急情况，启动应急预案，确保把损失降到最小；
- 3）值班人员 24 小时电话畅通，依据实际情况及时调整落实。

（2）工作目标：小组成员在施工期间认真做好施工现场、生活区的监督、检查及隐患整改工作，发生突发事件时小组成员应立即赶到现场，并采取有效控制措施，同时上报甲方、监理及上级领导，维护本工程的安全稳定。

9.1.2 具体安全管理措施

（1）生活区宿舍食堂安全管理：认真执行建设工程生活区设置管理标准，由分包单位及项目部全权负责宿舍、食堂的安全管理工作，实行不定时的安全检查制度，对宿舍的违规、违章用电坚决取缔，做好生活区的保卫消防工作；监督食堂采买人员通过正当渠道进购安全食品，严把进货渠道、留好购物小票，保障饮用食品安全慎防食品中毒，危及工人健康并做好卫生防疫；做好食堂用电、煤气使用等安全管理工作，做好后勤当家人。

（2）施工安全用电：认真贯彻执行施工现场安全用电标准，责成现场水电工程师对施工现场各部位用电做好巡检、维护工作，用电设施做到“三相五线制及一机、一闸、一箱、一漏”，做好线路架空、设备绝缘遥测、电阻防雷接地、漏电灵敏检测及电工巡检记录等安全用电工作。

(3) 保卫、消防管理：由施工负责人安排现场巡视值班人员对施工现场进行 24 小时不间断巡逻检查，不得脱岗、离岗，发现各种隐患、险情做到第一时间上报有关部门级领导，各值班人员不得酗酒、关机，积极参与抢险救灾，力争将损失减到最低；消防负责人负责施工现场全方位的消防管理工作，严格按照有关消防管理规定，足额足量安装配置消防器材并做好维修保养工作。做好防火、防盗、重点部位的安全保卫工作。

(4) 环境保护：做好控制扬尘污染，重点检查沙土存放、裸露地面、车辆运输、施工现场出入口冲洗设备、施工围挡等方面。起风时即时洒水覆盖。

(5) 封闭管理制度：施工期间工地严格管理，出入施工现场的人员必须签到制度，非本现场施工人员不得进入施工现场内，有事进入必须登记后方可入内，避免被盗事件发生。对出场的各种材料物品必须有项目物质部开据的出门单方可放行，出门时，由门卫对品种、数量、车号、持证人有效证件进行核对。发现可疑情况对其滞留并立即报告。施工车辆及小型客车持车证按规定进入。门卫值班人员在每班作业后填写值班、巡查工作记录，对当班期间主要事项进行登记。

9.1.3 项目部管理措施

项目开工后召开保安全、保稳定动员部署，对在施工期间的各项工作进行周密部署，督促各管理部门认真抓好落实。施工期间项目部所有人员要求 24 小时开机，保持联络畅通；一旦发生紧急事件和重、特大案件，应快速反应，迅速赶赴现场，同时上报应急小组成员。所有值班人员和保安保持通讯畅通，并做好值班记录，发生紧急情况及时报告值班领导。

9.2 社会维稳工作承诺书

为了保证本项目施工期间的安全，社会稳定，项目执行期间项目内不发生影响社会稳定的重大问题和矛盾纠纷，使项目安全顺利完成，特承诺如下：

(1) 维护项目稳定运行，加强重点控制，开展重点人员、重点区域、重点部位、重点问题排查，加强人员管理，发现问题及时解决，重大问题及时上报；

(2) 健全和完善维稳工作领导小组的组织机构，责任落实到人，明确责任，最大限度减少或避免重大事故的发生和隐患的出现；

(3) 实行岗位责任制，对各项工作不推诿、不懈怠，认真履行工作职责，严格责任追究制度。

10 项目组织机构和劳动力配置计划

10.1 项目部管理架构

针对本项治理工程的特点，挑选具有丰富土壤和地下水污染场地治理工程施工经验的管理人员、技术人员和长期从事土壤地下水治理工作的专业施工队伍组成项目部，负责本工程的施工管理工作。项目部配置分为项目经理、项目副经理、分项工程主管工程师、质量控制主管、资料档案管理员、安全环保主管、材料设备主管、后勤保障负责人、对外协调负责人和现场作业人员等。通过合理的工程进度安排和科学工作调度，确保每位成员各就其职，各负其责。

施工组织机构详见下图：

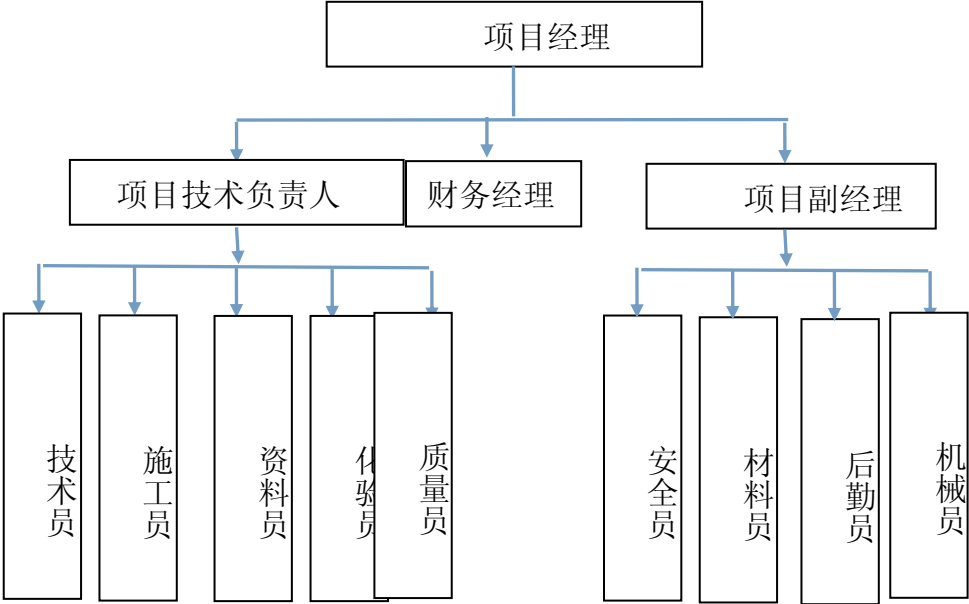


图 10.1-1 项目部管理层组织架构图

10.2 人员职责

本项目开始前需要建立和健全岗位责任制，做到事事有人管，事事有人做，明确项目部内的人员分工，责、权、利相统一，服从项目经理的统一指挥，有条不紊地开展工作。

整个场地治理过程中人员的配置可分为项目管理组成员、现场管理人员及现场作业人员三大部分。其中项目管理组成员属于项目外部支持人员，由公司主管领导、项目经理和联合体各单位项目负责人组成。其主要职责为组织、运行、管理协调整个治理工作。工作内容包括：治理工作计划的制定、对项目参与人员的培训工作；

治理实施过程中各环节协调工作；现场监督、安全生产监督及指导工作等。

除此之外，计划投入现场管理人员 4 人（含项目经理），现场作业人员若干人。每位成员各就其职，各负其责。

（1）现场管理人员

现场管理人员由项目经理领导，由各个岗位的管理技术人员构成。现场管理人员的主要职责在于对现场做好管理工作，指挥和协调现场作业人员共同完成项目目标。项目经理为现场总负责人，是质量控制、进度控制、安全生产和环境保护方面的第一责任人。其下由项目总工程师负责各分项工程技术实施、质量控制和资料归档工作，由项目副经理负责安全生产、环境保护、材料采购、设备维护、后勤保障和紧急事故的应急处理等工作。其它各岗位的主管工程师和管理人员听从项目总工程师和项目副经理的指挥和调遣。本项目主要现场管理人员配置见下表。

（2）现场作业人员

现场作业人员包括负责现场清理、临时设施建设、基坑开挖、密闭大棚土壤氧化处置作业、原地稳定化处置操作的工人，还包括各类设备操作工、后勤人员、值班员等现场作业人员。现场作业人员接受其具体操作岗位的培训，并接受现场管理人员的调配和指挥，履行其操作岗位的具体工作。本项目现场作业人员的配置计划详见劳动力配置计划。

表 10.2-1 拟投入的现场管理人员岗位职责

类别	岗位名称	任务描述	任务期限
总负责	项目经理	总体管理项目运营实施，质量、进度、安全、环保等	260 天
现场管理	项目副经理	全面负责安全生产、环境保护、材料采购、设备维护、后勤保障、对外协调和紧急事故的应急处理等工作安排	260 天
	财务经理	负责项目所有财务材料	
	安全员	负责施工现场安全生产管理和环境保护管理	260 天
	材料员	负责材料采购、设备租用和维护；所有材料的统计和保管	260 天
	后勤员	负责后勤采购、生活办公设施维护等事务	260 天
	机械员	负责现场施工的机械管理、操作等。	260 天

技术管理	项目技术负责人	全面负责技术管理、质量控制、资料归档等工作安排	260 天
	质量员	负责各分项工程的质量控制、自检采样	260 天
	资料员	负责现场资料、各类自检结果的档案管理	260 天
	化验员	负责现场实验室物品管理、检测化验等	
	施工员	负责土壤修复工作的现场管理	260 天
	技术员	负责原位还原处置工作和地下水修复工作的实施	260 天

10.3管理制度

为实现本项目的质量、进度目标，确保安全生产各项措施的落实，施工过程中，在严格按照本施工方案实施各项管理和作业规范的同时，必须严格执行下列管理制度：

（1）技术管理制度

- 1) 所有技术人员都要熟悉掌握设计方案，对设计意图、设计标准、工程地质、水文气象等重要技术资料充分掌握。
- 2) 编制切实可行的施工组织设计。
- 3) 择优选定新工艺、新技术、新材料。
- 4) 建立与工程规模适应的实验室。
- 5) 成立 QC 小组，组织技术人员和工人经常进行技术革新，技术攻关活动。
- 6) 搞好计量、测量工作并作好原始记录。
- 7) 做好施工日志及工作日记。
- 8) 实行技术交底单制度：技术负责人—现场施工员—施工班组长—实际操作工人。
- 9) 贯彻落实 ISO9000 标准中对技术管理的要求，做好各项技术管理与总结，并为工程竣工整理好各种文件及资料。

（2）质量管理制度

- 1) 建立内部监理制，所有工序施工置于内部监理的监控下实施，并对稳定化/固化工艺实行“初检、复检、终检”制度，即“三检制”。
- 2) 各项目主管及现场技术人员向内部监理报送工序检查单，由内部监理检查验收并签字负责。

3) 内部监理向监理工程师报送工序检查单并配合监理工程师对工程施工实行全过程的检查。

4) 定期报告工程质量检查结果并协助施工班组提出质量保证措施。

5) 对检查不合格的工程具有质量否决权，并提交项目部协调会讨论解决。

6) 提名表彰和奖励质量有功人员。

7) 在施工班组中全面推行 ISO9000 质量管理活动，推动整个工程的质量管理，力争做出精品工程、样板工程。

(3) 安全管理制度

1) 工地现场设立各种安全警示宣传牌及标语。

2) 设立专职安全检查员。

3) 做好安全技术交底工作，交底应到每个操作工人。

4) 安检员实行安全否决制度，奖励安全工作有功人员。

5) 实行专职安全检查员巡视制度，对工地现场不遵守安全操作规程的施工及管理人员进行制止及罚款。

6) 定期举办安全知识培训，树立“安全第一”的意识。

7) 安检员的奖罚和工程安全直接挂钩。

8) 安检员随时向经理提交安全隐患的通知，并提请生产协调会重视，杜绝安全事故的发生。

(4) 作业调度制度

1) 项目经理部实行作业协调会制，每周六项目经理主持召开作业协调会。

2) 各职能部门及作业班组汇报工程进展情况，提出合理化建议。

3) 项目经理下达任务单时，在任务单中明确任务名称、责任人、完成指标、时限要求、配合班组及人员、完成结果、未完原因等内容。

4) 项目经理将具体工作落实到人、责任到人，在作业协调会上检查落实情况，作为考核业绩的指标。

5) 项目经理部通过有效管理，控制整体进度和质量，协调各方面因素，使工程建设按既定目标推进。

10.4 劳动力配置

10.4.1 劳动力选择考虑的因素

(1) 根据以往施工类似大型工程的管理经验，对劳动力素质、数量的选择将直接影响到工程的进度和质量，由于本工程具备一定的规模、工期相对较紧在施工工序组织安排上必须衔接紧密，因此对劳动力的数量要事先做好需用量计划，并及早与选定的劳务公司签定劳务合同。

(2) 劳务队的素质还将通过现场培训，不断提高其综合素质，使他们能胜任本工程各项工作的要求。因此我们将选择与本企业有着中长期合作基础，有类似工程及精品土建施工经历、施工素质高、人员配备充足、专业水平精、相对稳定的优秀劳务公司。

10.4.2 劳动力组织与调配

(1) 建立以项目经理全面负责的劳动力管理组织体系，项目经理全面负责，其他管理人员分别负责、指导，劳务队长具体实施的管理体系。

(2) 建立每周两次的劳动力协调会制度，目的是根据施工生产任务和条件的变化，对劳动力进行跟踪平衡、协调及时解决劳动力配合中的矛盾。因此由项目经理组织相关的管理人员和劳务队长参加，管理人员分别对自己负责的劳务队的作业情况进行点评，对下半周的劳动力数量等提出使用计划，经统筹后由项目经理统一安排调配，做到在动态中实施管理。

(3) 在施工队进场前，组织全体人员进行技能培训和制度教育，进一步提高管理人员业务水平和思想素质，充分认识该工程的重要性。

(4) 项目部作为施工总承包单位与各劳务公司签定劳务分包合同（其劳务合同主要内容：施工队承包的任务及安排，对施工队进度、质量、安全、节约、协作和文明施工的要求，对施工队的考核标准，应得的报酬及对施工队的奖罚规定）。各劳务公司按合同中明确的作业任务、数量、工种、技术能力，选派作业队完成承包任务。

(5) 加强质量意识教育，组织学习国家有关规范、标准、规程及地方有关规定。进行施工组织设计总交底，使施工人员充分了解该工程的特点和难点，以熟练规范的操作，高质量的完成施工任务，确保计划用量满足施工生产需要。

(6) 项目部向参加施工的劳务队下达施工任务单，并对其作业质量和效率进行检查考核。

(7) 项目部根据施工生产任务和施工条件的变化,对劳动力进行跟踪平衡、协调、进行劳动力补充或减员,及时解决各专业劳动力配合中的矛盾。

(8) 按合同支付劳务报酬;进行奖励和惩罚,对不能满足合同需要的进行处罚或辞退,对有突出贡献者进行奖励。

10.4.3 劳动力安排计划与施工进度之间的配合

(1) 施工现场项目经理及技术负责人做到全盘考虑,认真学习和研究施工图纸,拟定出本工程各阶段施工所需投入的人力什么时间进场、什么时间退场,做到心中有数,减少盲目性,以免造成人员紧缺或窝工现象。

(2) 项目部按月对劳务分包商的作业签发《合同履行单》,安排施工任务,并检查监督分包商作业队的操作质量,安全生产和现场用料,并提供证实资料,以便与施工进度相吻合,对不能按计划完成任务的班组作劝退劳务承包的决定。

10.4.4 劳动力组织的保证措施

(1) 根据工程项目需要,以本公司所使用的合格分包商作为评审和选用对象,并采用招投标形式选择合格的劳务施工队伍,优先选择获得优良工程的劳务分包。

(2) 项目经理组织项目管理人员及劳务队长,针对本工程的质量目标、工期目标、安全目标、经营目标等,制定出劳务管理制度及奖罚措施。

(3) 依据项目与公司签定的项目目标管理责任书的要求,项目与各劳务队签定劳务承包合同,用合同管理来约束各方的行为。

(4) 根据方案实施要求及施工进度和劳动力需求计划,集结施工队伍,组织劳动力分批进场,并建立相应的领导体系和管理制度。

(5) 项目部加强劳动保护和安全卫生工作,改善劳动条件,保证工人健康与安全生产。使工人在良好的环境中愉快的工作,提高产品质量和劳动生产率。

(6) 在项目施工的劳动力平衡协调过程中,按合同与公司劳动部门保持信息沟通,人员使用和管理协调。

(7) 项目部按劳务合同的要求及时支付劳务报酬。

10.4.5 主要劳动力配备计划

本项目施工过程中主要劳动力配备计划见表 10.4.5-1,由于工程施工中不稳定因素较多,因此本表中的劳动力为暂定人数,施工过程中,根据具体情况进行增减,

以确保工期按时完成。

表 10.4.5-1 主要劳动力配备计划表

工种	按工程施工阶段投入劳动力情况					
	施工准备阶段	土壤原场异位处理	土壤原位稳定化	地下水原位化学氧化	地下水抽出处理	竣工验收工程收尾
安全员	1	1	1	1	1	0
管理人员	3	3	3	3	3	3
驾驶员	2	2	2	0	0	0
测量员	2	2	2	0	0	1
材料员	1	1	1	1	1	1
实验员	1	1	1	1	1	1
水电工	1	1	1	1	1	0
钢筋工	0	3	0	0	0	0
砟工	0	0	0	0	0	0
修理工	1	1	1	1	1	0
操作工	2	2	2	4	4	1
质检员	1	1	1	1	1	1
共计	15	18	15	13	13	8

11 修复工程验收方案

11.1过程监管

为保证本项目修复工程质量，项目实施过程中采用“过程监管和最终验收”的流程进行质量控制。即在项目实施前、实施中、实施后（验收），分别采集土壤和地下水样品进行分析，并将各阶段样品分析结果报送相关监管单位。本项目在修复范围内及修复范围下游共设置 9 口永久性地下水监测井。

11.2工程验收

11.2.1 验收程序

本项目修复工程验收程序按照北京市地方标准《污染场地修复验收技术规范（DB11/T 783-2011）》，实行“过程监管和最终验收”的流程。即修复前、修复中（3 次）、自验收、验收，共计 6 次采集土壤和地下水样品进行分析，各阶段及时将结果报送环保局。工程项目验收合格后，应该尽快疏散施工人员、退还机械、清理场地，再进行终结性考核，验收流程如下图。

本项目中，现场污染土壤采用原位搅拌和地表漫灌结合原位注射方式，验收时段应在修复完成后进行验收。验收范围应与本项目设计确定的污染土壤修复边界一致，验收对象为场地修复范围内的土壤及地下水。文件审核和现场勘查范围应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）中的规定，审查相关记录文件和现场踏勘核实场地污染修复方案的实施情况，包括污染场地修复范围、修复方式、污染土壤的最终处置、修复过程中的污染防治措施及效果等。修复效果评价方法和验收报告编制按照《污染场地修复验收技术规范》（DB11/T 783-2011）中的规定如实完成。

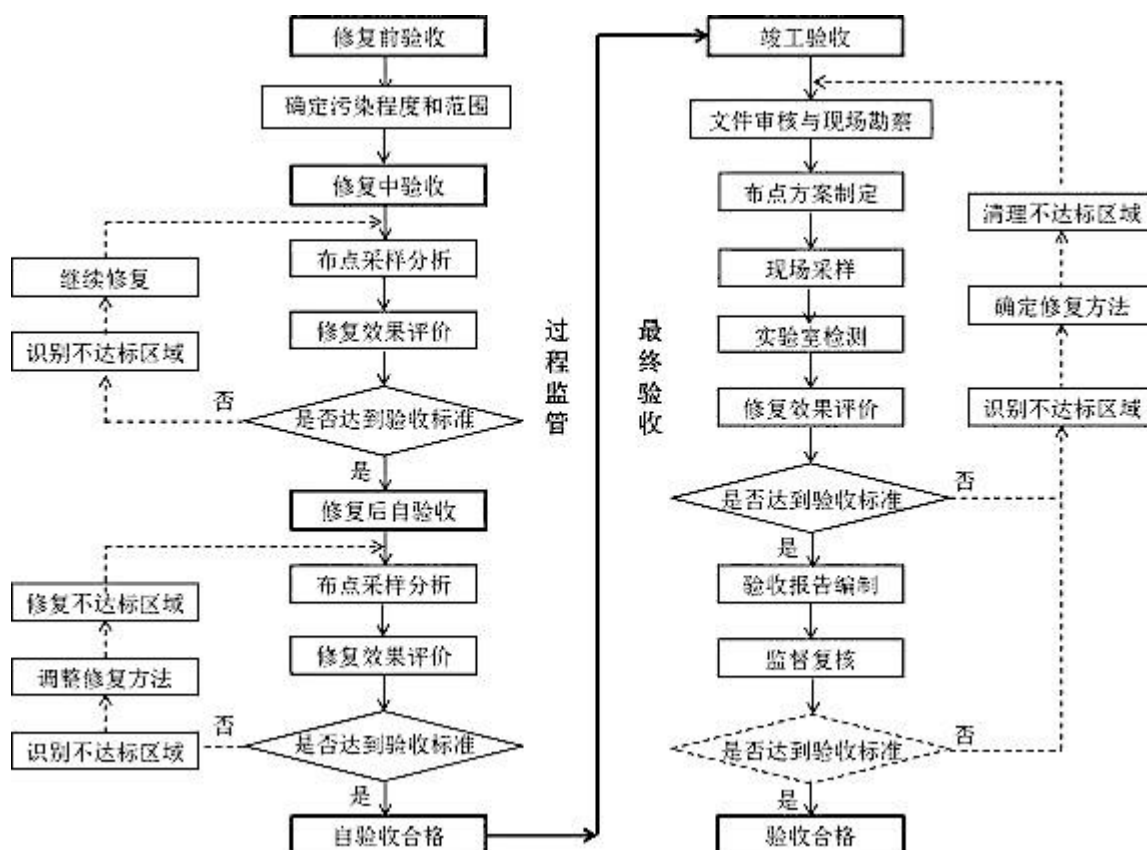


图 11.2.1-1 竣工验收流程

11.2.2 验收项目和标准

验收项目为本次修复场地土壤中的砷和苯酚类污染物，验收标准：酚类污染地下水的目标修复值为 51.8 mg/kg，酚类污染土壤达到修复目标值 380 mg/kg；抽出处理的砷污染地下水达到《污水综合排放标准》三级 0.5 mg/L 的标准；砷污染土壤原位稳定化达到湖南省《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-20）达到地表水 IV 类 0.1 mg/L。

11.2.3 验收内容

11.2.3.1 文件审核与现场勘察

对修复过程中的例会纪要、开工/停工/复工记录、污染土壤的流转记录、过程中各类原始记录、照片与影像、修复设施运行记录、工程监理记录和监理报告、二次污染排放监测记录、业主自验收报告、修复工程竣工报告、厂区内开挖过程中各种异常情况的记录等，查看其内容是否齐全详实。

通过现场勘察，对修复后的现场进行查看和测量确认，查明修复范围内是否存在污染，施工过程情况以及修复设施与环保配套设施是否配备齐全、完好，修复设

施周边、污水排放口等区域是否存在污染等。

11.2.3.2 修复效果

本项目采用原位修复方式。对于原位修复场地，主要对修复范围内和边缘的污染土壤进行采样，地下水的验收范围同土壤修复范围。需结合场地污染修复方案的实施情况，制定验收采样方案，主要包括采样点位、采样深度、采样数量等。根据国内仅有的《污染场地修复验收技术规范》（北京市地方标准 DB11/T 783-2011）要求，制定采样方案时应符合以下几点要求：

（1）对于原位修复场地，应在修复完成后进行验收。

（2）采样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。

（3）应根据目标污染物、修复目标值的不同情况在场地修复范围内进行分区采样。

（4）采样点的位置和深度应覆盖场地修复范围及其边缘。

（5）场地环境评价确定的污染最重区域，必须进行采样。

11.2.3.3 施工过程环境影响验收

为了避免污染场地在清挖及修复过程中对环境产生的二次污染，在修复工程施工期及竣工期，需对场区环境开展环境影响监控。此验收内容主要包括水环境、大气环境、声环境及地下水环境影响监控。

（1）污水达标排放验收

在施工过程中，对场区内的污水排放制定监测方案，按《环境监测技术规范》及《地表水和污水监测技术规范》对场区内排放的污水水质进行采样、分析与监控，确保场区污水按《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中Ⅲ级标准实现达标排放。

（2）地下水实时监控

由于施工过程对土壤的扰动会存在污染物向地下水转移的风险，在施工过程及施工完成后亦需对地下水环境质量制定监控方案，按照《环境监测技术规范》、《水和废水监测分析方法》（第四版）及《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）中的要求对地下水水质情况进行定期采样、分析与监控，按《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）中Ⅳ类标准执行验收。

（3）场界废气排放监测

为了保障工程实施过程不会对厂区及周边大气环境造成不良影响，确保周边社区居民的健康安全，需参照《污染场地环境检测技术导则（征求意见稿）》编制大气

污染物监控方案。在场界周边、上风向、下风向进行布点，定期采样与监测。场界废气排放应参考北京市地方标准《大气污染物综合排放标准》（DB 11/ 501-2007），执行《环境空气质量标准》（GB3095—1996）。

（4）噪声环境监测

在施工过程中，按照《建筑施工场界噪声测量方法》（GB 12524-90），围绕厂区间界线上选择离敏感区域进行布点，定期采样与监控，确保在施工期间，场地周边的噪声环境低于《建筑施工场界噪声限值》（GB12523-90）中的环境噪声限值。

11.3验收方案

11.3.1 土壤验收

污染土壤修复完成后，由验收单位委托有检测资质的第三方检测单位来采样，检测指标土壤中的砷和酚类污染物，检测报告直接送至当地环保局验收并给出最终验收意见。

11.3.1.1 砷污染土壤修复验收

根据《污染场地修复验收技术规范》（DB11/T 783-2011）中规定的数目，砷污染土壤采用原位搅拌修复技术，修复面积为 4122m²，验收时，土壤采样点数目原则上每 400m²（20m×20m）取一个样品，采样中质量控制样的总数应不少于总样品数的 10%，故底部需要采集 15 个土壤样品。对砷污染土壤区域边界进行检测验收，浓度 39 mg/kg。

11.3.1.2 酚类污染土壤修复验收

根据《污染场地修复验收技术规范》（DB11/T 783-2011）中规定的数目，土壤都采用原位修复技术，土壤监测规范要求每 500 m³ 土壤采一个样，该项目土方量不大，对三区污染土壤分别进行自验收与业主验收，累计采样数量为 12 个。

11.3.2 地下水验收

地下水布点采样时，应符合以下要求：

（1）地下水监测井应依据地下水的流向及污染区域地理位置进行设置，一般情况下修复范围内上游地下水采样点不少于 1 个，修复范围内采样点不少于 3 个，修复范围内下游采样点不少于 2 个。

（2）原则上可利用场地环境评价和修复过程建设的监测井，但其数量不应超过验收时监测井总数的 60%。

(3) 未通过验收前，被验收方应尽量保持场地评价和修复过程中使用的地下水监测井完好。

地下水修复区域同土壤修复区域。根据《污染场地修复验收技术规范》(DB11/T 783-2011) 中的规定，根据现场地下水流向，本项目地下水修复区域验收时，共设置 9 口监测井（新建）。

地下水采样应在采样前的洗井完成后 2 小时内完成。水样采集可使用一次性贝勒管，要做到一井一管。如条件许可，也可采用电动或手动泵进行采样。

11.3.3 超标点位处理

自验收时，根据检测结果，将土壤及地下水样本污染物浓度与修复标准进行比较，如污染物浓度小于修复标准，则修复完成；若大于修复标准，则继续进行二次处理，直到确认土壤及地下水中砷和酚类污染物含量满足修复标准。

11.4 修复效果评估

根据《污染场地修复验收技术规范》(DB11/T 783-2011)，判断场地验收是否达到验收标准的评价方法包括逐个对比法和 t 检验法。在正式验收阶段，样品采集应在项目监理单位的现场监督下进行，样品检测应委托有检测资质的第三方单位，分析指标为土壤及地下水中砷及酚类，分析结果与所要求的修复标准进行比较。即将验收时每一个土壤及地下水样品检测结果都与修复目标值比较，当所有样品的检测值低于修复目标值时，认为达到验收标准，否则未达到验收标准，需要对相应单元格区域进一步修复，然后用同样方法采样与检测，直到污染土壤及地下水验收合格为止。

12 项目施工进度计划及保证措施

12.1 施工总体进度计划

施工总体进度计划分为四大部分，第一部分是施工准备；第二部分是临时设施建设；第三部分是修复主体工程实施；第四部分为检测验收。

根据该项目相关要求，现场准备工作从 2017 年 1 月 1 日开始，同时进行场地平整与材料采购和运输的施工，场地平整后的定位放线于 3 月 20 日完工。场地临时设施建设于 2 月 20 日开始，包括充气大棚基础建设和安装及集水池设施建设，至 4 月 30 日结束。苯酚类污染地下水原位化学氧化自 4 月 20 日开始至 10 月 30 日结束；砷污染土壤原位处理于 7 月 10 日开始至 8 月 14 日结束。苯酚类污染土壤自 4 月 1 日起清挖，同时开始进行常温脱附修复，于 7 月 30 日结束。砷污染地下水处理，于 6 月 20 日开始至 10 月 5 日结束。检测验收与施工同期进行，包括土壤清挖效果检测、土壤修复效果检测，地下水检测和尾气检测。整体工程于 11 月 20 日至 11 月 30 日进行专家验收工作。随后进行工程验收资料整编汇总，整体工程于 11 月 30 日结束，历时 11 个月。详见附图 C 施工工期进度计划表。

12.2 保障措施

12.2.1 影响工期预测分析及其对策

（1）影响工期预测分析

各施工阶段的相互干扰因素，包括开挖、运输各工序之间存在着相互干扰。雷雨、洪水等人力不可抗拒因素影响。施工安全、质量、环保等影响因素。

（2）施工对策

1) 作好各工序间协调统一管理工作，各项工程服从监理及招标人的统一指挥，做到各工序的施工按计划组织好平行流水作业，尽量避免相互干扰。

2) 开工前按规定格式和时间报送施工进度计划，批准后，按照计划安排资源，施工中配足关键路线的资源，抓紧关键路线的工序持续时间，组织关键路线上重点、难点工序的技术攻关，随时采取措施调整落后工序，不断优化、优化资源配置，千方百计保证各单位工程按计划完成。

3) 做好预防各种自然灾害发生的准备，在尽量减少经济损失的同时，积极争取

早日开工，将工期损失减少到最低限度。

4)严格检查和验收工作，发现安全隐患并及时消除，消除因此导致的工期延误。

12.2.2 工期保证措施

(1) 确保工期的组织措施

1) 组建一个精干、高效的项目管理班子。

我公司将委派有丰富施工经验的工程管理人员组成本项目领导班子，从具有丰富施工实践经验和项目管理经验的高中级技术人员中选一批人员担任本项目的计划、测量、结构、定位、测量监测、物资管理、文明和机械工程师，以技术密集型和管理高效型的项目班子为如期实现合同工期提供组织保证。

2) 组织一支技术熟练的作业队伍。

以我公司的专业人员为人力资源基础，再注入长期从事相关工程、有丰富施工经验的作业人员构成本项目的作业层，技术工人经培训考核上岗，特殊工种经考试持证上岗，以技求精、素质好的作业层，保证工程计划进度顺利实施。

3) 配备足够的土壤修复机械

根据本项目需要修复的土方量，我公司将配备足够数量的土壤修复机械，以保证工程按期顺利完成。

4) 实行工期目标责任制。

根据施工组织的总体安排和计划进度，编制月度作业计划，并落实到班组，将完成或超额完成旬、月计划作为队与班组考核指标，并与分配挂钩。同时作为项目部各部门考核指标，并实施奖惩，从而保证总工期的如期实现。施组和计划要结合现场实际和季节性因素，即要满负荷工作，又要留有余地，确保计划的严肃性。

建立计划进度的落实检查制度，开展现场碰头会、调度交班会的工作制度。对落后工序要就地组织制定措施赶上计划，对难点工序要有预案，必要时调整资源，配置加强技术攻关力度，使各项工程按部就班地进行。

组织强有力的后勤保障系统，在现场设机械设备修理站，配足常用维修机具和熟练修理工，保证施工机具设备的完好状态。

(2) 确保工期的技术措施

1) 优化施工方案。

在认真审查图纸，对现场地形、地质、周边环境进一步调查核对的前提下，编制实施性施工组织计划和进度计划。要在投标文件的基础上，对施工方案、进度安

排进行进一步优化和进一步比选论证。实施性施组获得批准后，精心组织，统筹安排，确定总体目标和分阶段目标。在施工全过程中，在保证总工期不变的情况下，随着情况的变化不断优化方案，优化和调整施工方案和施工计划，并制定相应的保证措施。

2) 加强技术管理，为项目的顺利实施提供技术保证。

为了实现项目管理目标，做好项目工程施工技术管理，除了采取在施工方法中的各项具体措施外，还作如下安排。

a 保证技术管理力量，建立技术管理体系。

我公司将选派有相关工程施工经验、组织管理能力强、技术过硬的工程管理、工程技术人员组成项目管理班子，同时聘请部分技术专家、组织本公司科研部门专家进驻工地，协助项目经理做好技术攻关及技术管理工作，抽调技术过硬、作风良好的施工队伍进场承担本工程的施工任务，并从集团公司调集熟练的技术工人加强施工力量。以项目经理为首，建立起本项目工程的技术管理体系，严格项目工作程序。

b 完善各项技术管理制度，在工程实施中严格执行。

3) 施工组织管理制度

施工前，项目经理要主持编制切实可行的施工组织设计和针对本项目的质量保证措施，制定本项目的质量计划，并领导组织实施。在施工过程中，全部施工人员要严格按项目部制定的各项技术文件认真执行。

搜集并掌握与项目有关的技术规范，施工操作规则，国家和行业标准，评定验收标准等。据此制定施工方案、各项工序的作业指导书。

施工过程中，要对施工组织实施动态管理，视实际情况，不断完善、优化施工组织方案，使之最合理、最科学、最切合工程实际。

4) 严格技术交底制度

清挖和修复实施之前，项目技术负责人亲自抓技术交底工作，将工程特点、工程内容、施工部署、施工方法、施工顺序、进度安排等以书面形式向经理和作业队施工管理人员进行详细的技术交底，施工阶段由项目经理部技术人员和作业队技术主管将单位、分部、分项工程的工程内容、结构特点、操作要求，技术标准等向现场技术人员及领工员进行交底，现场技术交底由现场技术人员向现场作业人员进行技术交底。

5) 技术资料管理制度

工程现场技术文件和资料，由工程技术部门负责填写、整理、分类。施工过程中，要随时收集、记录和整理各项施工资料，以便于竣工文件编制，做到工程施工完成，竣工文件也编制完成。

6) 推行规范化管理、规范化施工

按照 ISO9002 质量保证体系，规范技术操作及技术管理工作，杜绝由于管理上的随意性造成的技术失误，施工过程中严格执行制定的施工工艺细则和相关的规程，以严格的工作标准确保技术、质量标准的实现。

7) 严格现场技术管理，落实技术质量承包责任制

开展群众性的质量自检、互检和班前、班中、班后三检制，广泛开展全面质量管理和 QC 小组活动。

重要工程部位、重要工序除按设计控制外，都应以试验、监测信息为依据必要时设置试验段采集相关参数以指导施工。

下达计划、调整工序、技术交底应有技术标准和质量保证措施，制定重要工序、难点部位控制点的实施方案都要有技术标准及施工注意事项。

组织施工、技术、安质、机电、物资等部门赴现场办公，随时协调解决现场难以解决的问题，确保项目顺利实施。

(3) 实行技术人员现场值班制

现场施工有技术人员跟班，随时解决各部位、各工序存在的技术问题，随时检查和指导领工员和班组的工作，做到施工交底要及时，施工放样要及时，检查要及时。

12.2.3 施工高峰期强度保证措施

为保证工程施工保质保量按期顺利完成，除配备高效率、性能完好的施工机械外，公司还配备相应的具有丰富施工经验的项目施工队伍和人员并制定和严格实行完善的项目管理制度。

(1) 加强思想政治工作，教育全体参加工程施工人员树立在保障工程质量、安全的前提下，“效益是企业生存的根本，生产进度是效益的客观体现”的观念及意识；

(2) 项目经理部对关键线路上的施工项目应给予充分重视，配备经验丰富、有协调组织能力的工程技术人员加强现场协调；

(3) 工程技术部应对标书各控制工期进行分解，明确各阶段工程目标，并根据各阶段目标制定合理的周、日生产计划。每天定期召开生产会议，检查、落实该天

生产完成情况，布置下一天生产任务；

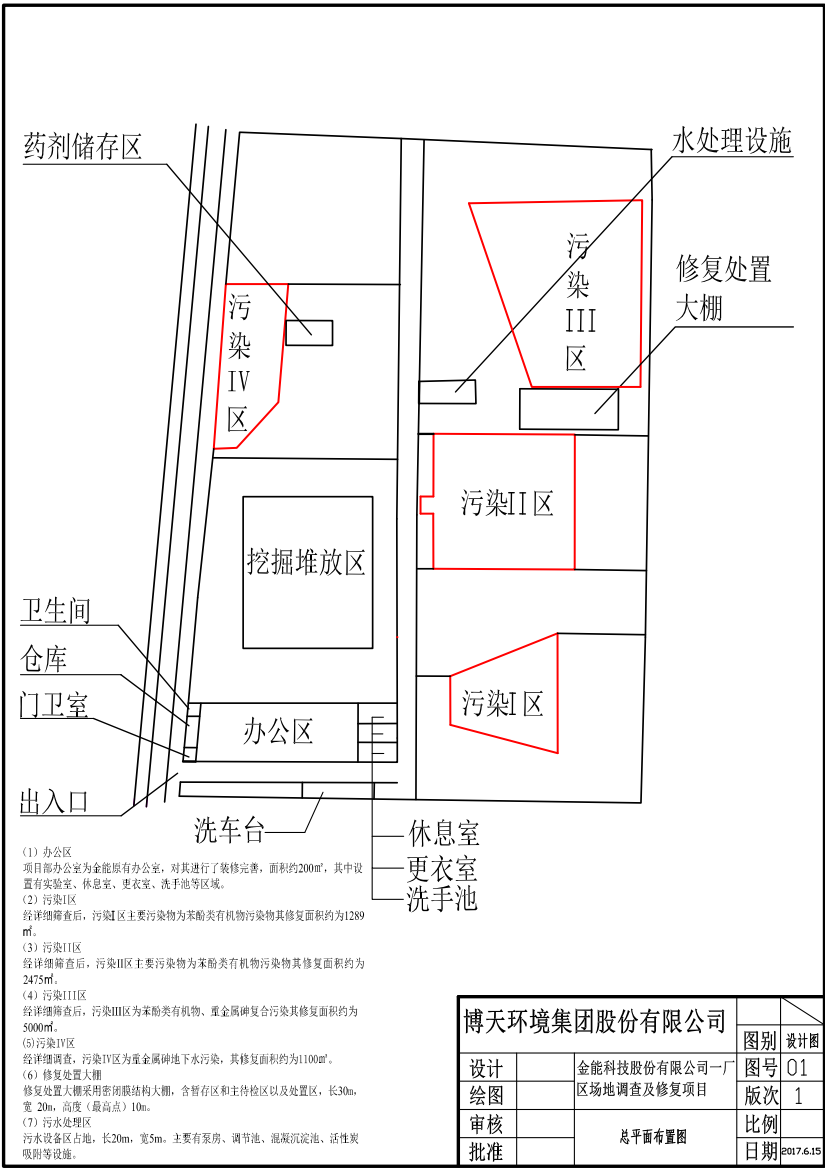
（4）项目经理部应充分发挥经济杠杆的作用，根据生产的完成情况，按相应制度进行奖惩，提高职工的劳动生产效率；

（5）物资机械部应搞好施工设备的检查、维护和保养工作，尤其在高峰施工阶段，确保施工设备的正常运行，充分发挥效率；

（6）技术部门的工作必须具有超前性，制定详细的施工措施和质量进度保证措施；还应进行技术方面的协调工作，作到事前必须与监理、设计进行沟通，技术措施经监理批准，施工过程中进行核实和检查，纠正不符合实际情况的方面；

（7）后勤服务部门必须树立一切为了工程的思想，制定并严格实行本部门的服务制度，落实到具体的工作中，保证工程的顺利进行。

附件 A 施工总平面布置图



附件 B 场地中试报告

污染场地原位化学氧化中试报告

基于时程考虑，中试选择 I 区最高浓度区域 GW5 进行模场试验，模场试验共进行两次，主要内容说明如下：

一、模场试作系统配置

模场试作选择 GW5 附近设置 IW1~3 三口井，其相对位置示意如图 1。注药设备选择隔膜泵，搭配空压机以调整灌注流量，井头安装压力表以检视灌注压力；每次以单口井灌注并观察监测井水位、井头压力、水质、流量及邻近环境变化，注射井与监测井设置规范如图 1。

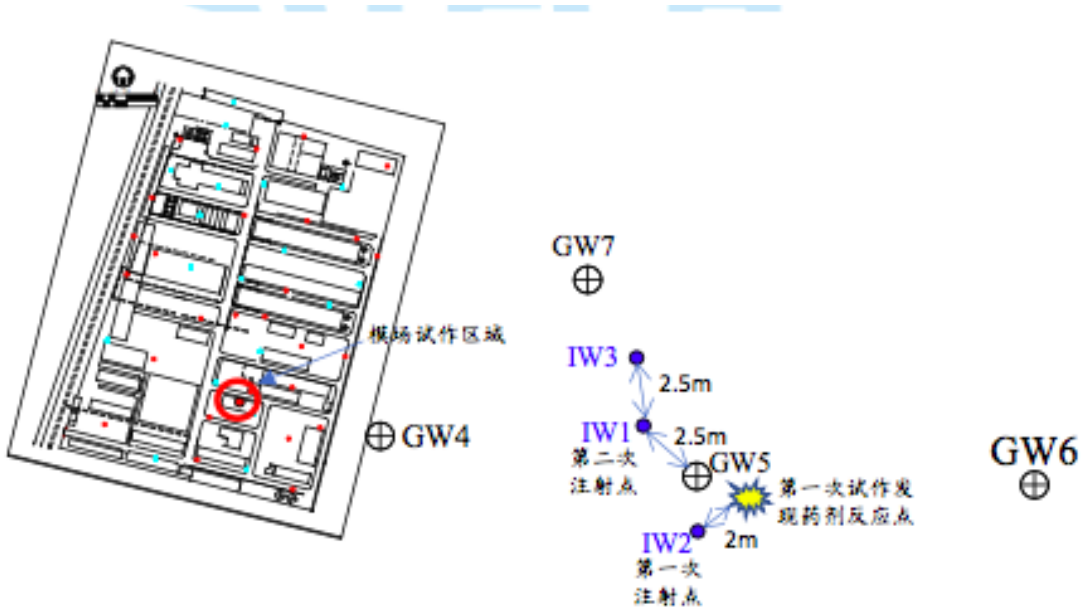


图 1 模场试验位置与井位配置图

二、模场初次试验

第一次模场试作主要目的在确认影响半径，以作为后续修复井设计与材料预估的基准。本次以 IW2 作为灌注井，目的在关注 GW5 是否有影响，操作过程空压机调整压力至 0.35Mpa 为隔膜泵之出水压力，隔膜泵灌注流量约在 15~20L/min，井头压力达到 0.08Mpa，调降流量至井头压力为 0.04Mpa，操作约 15~20 分钟，发现在距离 2~2.5m 处地面冒出气泡反应，显示影响半径可达到 2m 以上，故以 2m 作为影响半径设计值预估修复井所需材料数量。本次测试尚需评估问题：

(1) 根据本次调整空压机压力 0.35Mpa 对于隔膜泵操作条件而言，流量无法提高，因此，须检测如何降低压力损失问题

(3) 有关地面冒出反应气泡虽显示反应药剂或反应有到达该距离, 但需进一步从监测井内变化确认成效。

根据初试结果进一步调整模场试作参数,其中,将空压机管路更换成 4 分管(见图 2),出水压力下降至 0.1~0.15Mpa,再进行流量计计量,测试流量预设 5~6L/min 间,目的在减少井头压力及短流情形,测试过程共分成三个阶段测试包括测试前基本参数量测、清水试验及注药试验,相关内容如表 1 所示。

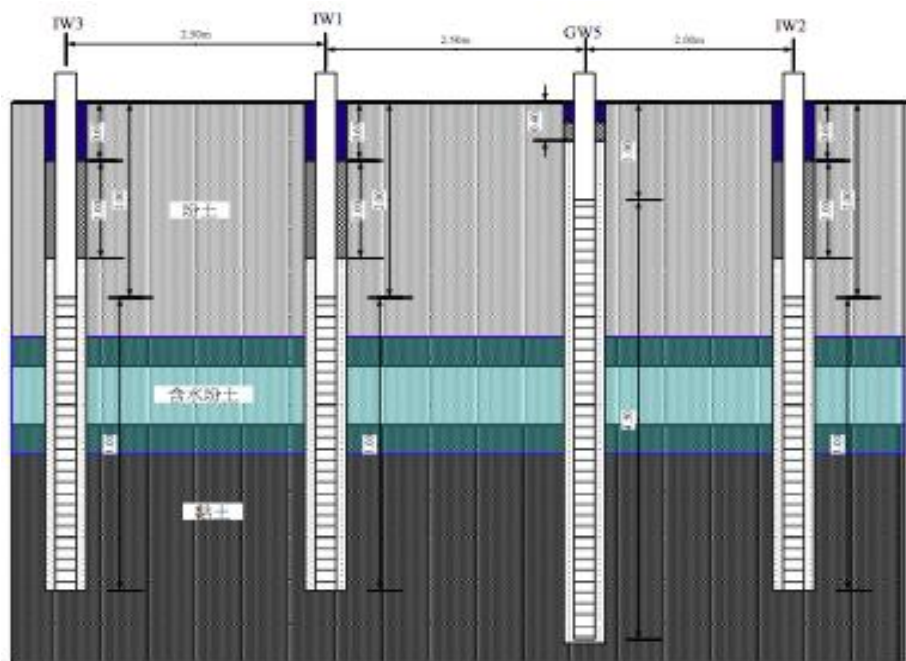


表 1 模场试作 GW5 监测井水质参数变化数据汇总表

量测时间	历时	累计加药量	pH	DO	ORP	导电度
09:30	00:00	0.00	9.52	0.51	5.2	61483
10:34	01:04	154	9.42	0.47	24.4	56786
11:09	01:39	198	9.73	3.03	4.73	58293
11:20	01:50	222	9.5	0.54	36.3	59201
14:35	05:05	251	9.72	2	31	60027
16:01	06:31	332	9.57	1.21	22.2	60624
16:18	06:48	358	9.46	1.02	23.4	59616
16:36	07:06	380	9.44	1.42	30	59049
17:19	07:49	407	9.5	1.5	34.6	58969
17:40	08:10	407	9.39	2.33	23.6	58107

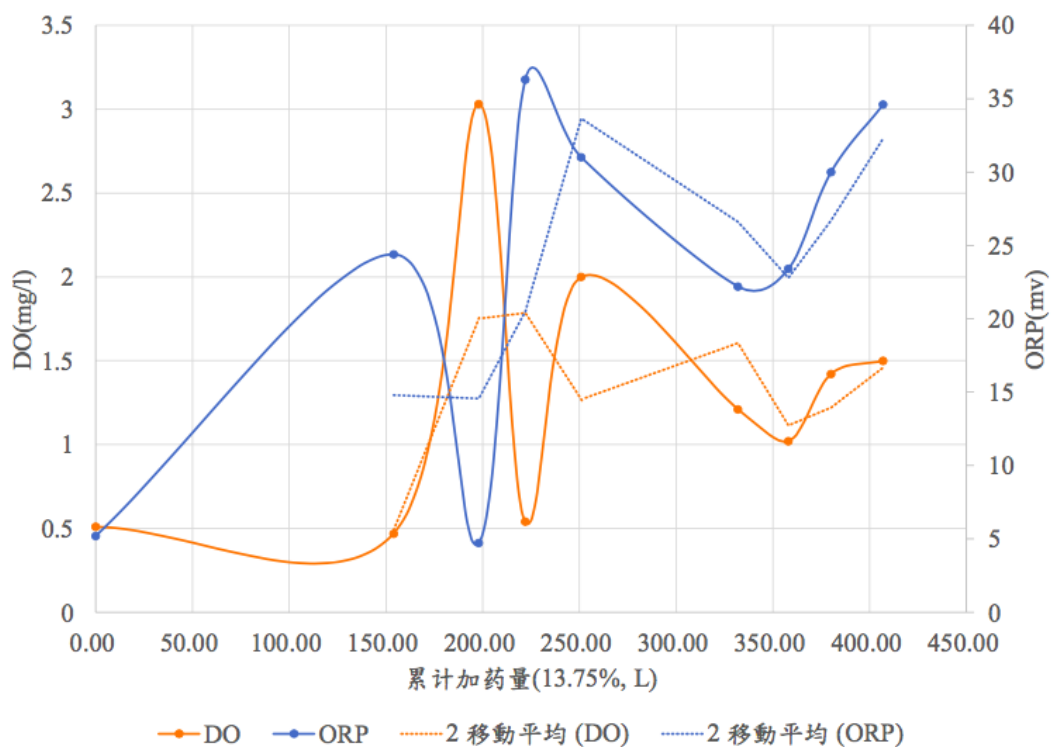


图 3 GW5 监测井试验中 DO 与 ORP 水质参数变化图

本次试验在 2017/5/22~5/23 完成，测试过程采取间歇注药，平均每注 5 分钟休 10~20 分钟，在中午期间有较长的停休期，其中，测试前后之水质参数变化纪录汇总如表 2.3-3，以累计加药量与 DO、ORP 变化制作趋势图如图 2.3-3 所示，趋势显示在 DO、ORP 都呈现明显的变化，除验证影响半径 2m 设计值可行外，亦显示后续化学氧化成效可以参考水质参数作为调整依据。

四、注药量计算

以二甲基苯酚(C₈H₁₀O，分子量:122)为反应主体计算氧化剂用量，预估每口注药井灌注量以下公式进行估算，并以 I 区内污染地下水浓度计算氧化剂灌注量如表 3 所示，初步规划采取分阶段灌注，第一阶段灌注量采取计算量的 5 倍进行灌注，计算 GW2、GW3、GW5 等区域灌注量如表 2，实际现场操作将采取定时灌注，而其灌注量在预定量±50kg 范围内操作。

表 3 注药量计算表

监测井	苯酚(mg/l)	2-甲基苯酚 (mg/l)	3&4-甲基苯 酚(mg/l)	小计mg/l	每口井计算需 求量(kg)	氧化剂灌注量 (5倍), kg
GW2	26.9	18.8	147	192.7	10	364
GW3	19	10	267	296	15	545
GW5	30.6	18.7	644	693.3	35	1273

操作条件将参考模场试作条件进行，初步规划采取灌注 5 分钟休 10 分钟，灌注流量设计为每口井 6~8l/min，将不同浓度区域划分范围与灌注井号，分成高、中、低浓度区域进行灌药，则以 GW2 浓度为代表设为低浓度区，预估灌注时间约 160 分钟，以 GW3 浓度为代表设为中浓度区域，预估灌注时间约 240 分钟，以 GW5 浓度为代表设为高浓度区域，灌注时间约 550 分钟，相关分布详图见图 4。

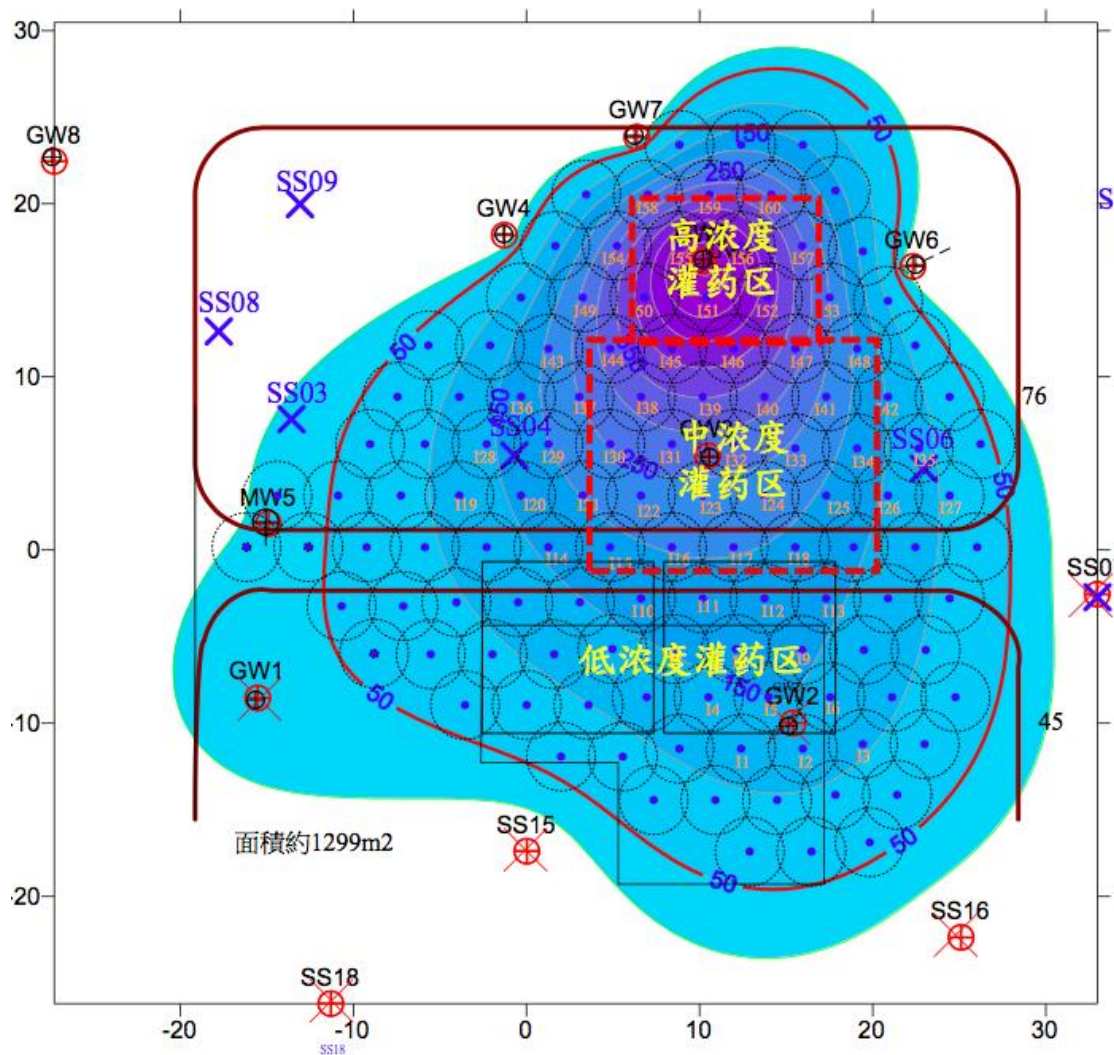


图 4 I 区分浓度分级灌药修复区域划分图

附件 C 施工总进度计划

工程项目进度安排

