

南京三商合成材料有限公司地块 土壤与地下水修复治理工程

技术方案 (备案稿)



建设单位：南京三商合成材料有限公司

施工单位：江苏大地益源环境修复有限公司

二〇一八年十二月

项目名称：南京三商合成材料有限公司地块土壤与地下水修复治理工程

建设单位：南京三商合成材料有限公司

编制单位：江苏大地益源环境修复有限公司

参与项目人员名单

职责分配	人员名称	签字
项目负责人	刘志阳	
报告编制人	陈奇、赵建	
校对	臧常娟、郭都	
审核	曾跃春	
审定	刘志阳	

南京三商合成材料有限公司地块土壤与地下水修复治理工程

技术方案评审会专家意见及修改说明

2018 年 12 月 27 日，南京三商合成材料有限公司在南京组织专家（名单附后）主持召开了“南京三商合成材料有限公司地块土壤与地下水修复治理工程技术方案评审会”。参加会议的有南京市经济开发区环保局、南京三商合成材料有限公司（建设单位）、南京大学环境规划设计研究院股份公司（场调单位）、江苏大地益源环境修复有限公司（设计及施工单位）。与会专家听取了方案编制单位汇报后，审阅了项目相关材料，经认真讨论和质询，专家一致认为：依据国家相关法律法规、标准规范以及场地调查和风险评估方案等相关资料编制本方案，方案内容较全面，符合相关编制要求，采用的原位化学氧化技术具有较强的可操作性，经修改完善后可作为本工程的参考依据。评审意见及修改签字详见本方案第十章“附件”。

目录

1. 总论	1
1.1 任务由来	1
1.2 编制目的	2
1.3 编制依据	2
1.3.1 法律法规	2
1.3.2 技术导则及规范	3
1.3.3 技术标准	4
1.3.4 其他文件	5
2. 场地问题识别	6
2.1 所在区域概况	6
2.1.1 地理位置	6
2.1.2 地形、地貌	7
2.1.3 区域水文地质	8
2.1.4 气象气候	8
2.1.5 土壤植被	9
2.1.6 区域经济社会状况概况	10
2.2 场地基本信息	11
2.2.1 场地地理位置	11
2.2.2 场地历史	11
2.2.3 场地现状	14
2.2.4 场地规划	16

2.2.5 场地周边情况	17
2.3 场地环境特征	18
2.3.1 场地地质条件	18
2.3.2 场地水文条件	26
2.4 场地污染特征	29
2.4.1 土壤污染现状	29
2.4.2 地下水污染现状.....	38
2.4.3 场地污染情况总结.....	39
2.5 场地污染风险评估.....	41
3. 场地修复目标与策略.....	43
3.1 场地修复目标	43
3.1.1 土壤污染物修复目标.....	43
3.1.2 地下水污染物修复目标.....	43
3.2 场地修复工程量.....	43
3.2.1 土壤修复范围及工程量.....	45
3.2.2 地下水修复范围及工程量.....	47
3.3 确定修复策略	49
4. 修复技术的确定.....	51
4.1 修复模式的选择.....	51
4.2 修复技术比选	51
4.2.1 土壤、地下水常用修复技术	51
4.3 修复方案的确定.....	55

4.3.1 土壤、地下水原位化学氧化	55
4.4 相关成功案例	错误!未定义书签。
4.4.1 闵行区某地块污染场地修复工程	错误!未定义书签。
4.4.2 宁波江东甬江东南岸区域JD01-02-09地块及周边道路 场地修复工程（II标段）	错误!未定义书签。
4.4.3 上海桃浦科技智慧城核心区场地污染土壤与地下水修 复工程[620A（天光化工）、607（香料厂）地块]	错误!未定 义书签。
4.4.4 江苏钟山化工有限公司江南厂区土壤和地下水修复工 程	错误!未定义书签。
4.4.5 金坛区振兴化工有限公司地块土壤和地下水修复工程	错误!未定义书签。
4.4.6 青岛宜昌路 31 号地块污染土壤修复治理工程	错误!未 定义书签。
5. 场地修复方案设计	58
5.1 修复方案的总体技术路线	58
5.2 各修复技术应用规模	59
5.3 污染土壤原位化学氧化修复方案	59
5.3.1 工艺流程	59
5.3.2 工艺参数	61
5.4 地下水原位化学氧化修复方案	65
5.4.1 工艺流程	65

5.4.2 工艺参数	65
6. 过程环境管理和监测方案	67
6.1 环境管理计划	67
6.1.1 环境管理组织体系及管理制度	67
6.1.2 项目位置及功能区划	70
6.1.3 修复过程中的环境影响分析	72
6.2 环境监测方案	74
6.2.1 环境监测目的及要求	74
6.2.2 环境监测方案	75
6.3 环境监理	81
6.3.1 环境监理工作目的	81
6.3.2 环境监理工作程序	81
6.3.3 环境监理工作内容	82
6.3.4 本项目污染场地修复工程施工阶段环境监理工作要点	84
6.3.5 修复工程环境影响监测	85
6.4 场地二次污染防治	86
6.4.1 土壤污染防治	86
6.4.2 水污染防治	86
6.4.3 大气污染防治	86
6.4.4 异味防治	88
6.4.5 固废污染防治	89

6.4.6 噪声污染防治	89
6.5 场地验收计划	91
6.5.1 验收程序	91
6.5.2 文件审核与现场勘察	92
6.5.3 确定验收对象和标准	93
6.5.4 采样点布设	94
6.5.5 采样检测及质量控制	98
6.6 施工安全防护	101
6.6.1 作业人员劳动保护制度	101
6.6.2 个人防护用品	104
6.6.3 作业人员安全防护措施	109
6.6.4 施工安全管理措施	112
6.7 雨季施工防护措施	114
6.7.1 组织机构保证措施	114
6.7.2 雨季施工准备措施	115
6.7.3 施工现场管理措施	115
6.7.4 雨季转运安全措施	116
6.8 环境应急安全预案	117
6.8.1 应急救援组织	117
6.8.2 应急救援制度	119
6.8.3 应急救援措施	122
6.9 公共参与及信息管理	133

6.9.1 公共参与	133
6.9.2 信息管理	134
7. 施工进度计划.....	136
7.1 进度计划	136
7.2 进度保证措施	138
7.2.1 组织措施	138
7.2.2 技术措施	141
7.2.3 管理措施	142
7.2.4 经济措施	143
8. 项目效益分析.....	144
8.1 成本费用概算	144
8.2 效益分析	144
8.2.1 环境效益	144
8.2.2 经济效益	144
8.2.3 社会效益	145
9. 结论和建议	146
9.1 结论	146
9.2 建议	146
10. 附件	错误!未定义书签。
10.1 地勘报告	错误!未定义书签。
10.2 场地调查期间钻孔柱状图	错误!未定义书签。
10.3 场地调查与风险评估评审意见	错误!未定义书签。

10.4 场地调查与风险评估修改清单 错误!未定义书签。

1. 总论

1.1 任务由来

南京三商合成材料有限公司地块位于南京经济技术开发区恒竞路 5 号，总占地面积约 15161 平方米（约 22.8 亩）。厂区东侧为艾欧史密斯燃气器具公司，西侧为兴学路，南侧为恒竞路，北侧为南京华宏新材料公司，再往北为恒广路。南京三商合成材料有限公司成立于 2000 年 8 月，于 2004 年 4 月建成投产，主要生产产品为三聚氰胺树脂成型粉（密胺粉），生产工艺为：以三聚氰胺和甲醛为原料经过缩聚、捏合、干燥、粉碎、球磨、过筛、包装工序后得到产品。2015 年 9 月 30 日，企业正式停产，厂区设备于 2016 年 1 月底完成拆除。目前，场地内建筑物仍然保留，生产设备及储罐等设施全部拆除完毕。根据《南京市仙林副城新港片区(NJDBa010)控制性详细规划(修编)》，本地块后续规划为二类居住用地。

根据《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）、《土壤污染防治行动计划》（2016 年 5 月 28 日）和江苏省土壤污染防治工作方案》（苏政发〔2016〕169 号）的要求，对于拟开发利用的关停搬迁企业场地，土地使用权人应委托专业机构开展关停搬迁工业企业原址场地的环境调查和风险评估工作，未按有关规定开展场地环境调查及风险评估的、未明确治理修复责任主体的，禁止进行土地流转。因此，2017 年 12 月，南京三商合成材料有限公司委托南京大学环境规划设计研究院股份公司对南京三商合成材料有限公司地块开展场地环境调查工作和风险评估工作。由此编制了《南京三商合成材料有限公司地块场地环境调查与风险评估报告》，并进行了备案。根据场地调查报告，确定南京三商合成材料有限公司地块为污染地块，需对其污染土壤和地下水进行修复。

2018 年 11 月，我单位根据业主提供的资料编制针对本项目的技术方案。

1.2 编制目的

本单位根据场地调查与风险评估报告及业主提供的材料，结合国家相关法律法规、标准规范，参考国内外类似案例，针对南京三商合成材料有限公司地块修复项目编制本技术方案，为该污染场地的修复工程提供技术依据。

1.3 编制依据

1.3.1 法律法规

- (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 日施行)
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》(2008 年 6 月 1 日)
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法实施细则》(2000 年 3 月 20 日)
- (5) 《中华人民共和国水污染防治法修正案(草案)》(2016 年 12 月 19 日)
- (6) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2016 年 1 月 1 日)
- (7) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(1997 年 3 月 1 日)
- (8) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2016 年 11 月 7 日修正)
- (9) 《中华人民共和国安全生产法》(2014 年 12 月 1 日修正)
- (10) 《中华人民共和国土地管理法》(1999 年 1 月 1 日)
- (11) 《中华人民共和国水法》(2016 年 7 月 2 日修正)
- (12) 《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012 年 7 月 1 日)
- (13) 《中华人民共和国水土保持法》(2011 年 3 月 1 日)
- (14) 《污染地块土壤环境管理办法(试行)》(2017 年 7 月 1 日)
- (15) 《突发环境应急管理办法》(2015 年 6 月 5 日)
- (16) 《国家危险废物名录》(2016 年 8 月 1 日)
- (17) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 10 月 1 日)
- (18) 《建设工程安全生产管理条例》(2004 年 2 月 1 日)
- (19) 《环境保护公众参与办法》(2015 年 9 月 1 日)
- (20) 《突发环境事件调查处理办法》(2015 年 3 月 1 日)

(21)《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)

(22)《国务院关于环境保护若干问题的决定》(国发[1996]31号)

(23)《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》(环办(2004)47号)

(24)《国家突发环境事件应急预案》(国办函[2014]119号)

(25)《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)

(26)国务院《关于落实科学发展观加强环境保护的决定》(国发(2005)39号)

(27)《江苏省固体废物污染环境防治条例》(2017年7月1日)

(28)《土壤污染防治行动计划》(国发(2016)31号,国务院)

(29)《江苏省土壤污染防治工作方案》(2017年1月3日)

(30)《南京市土壤污染防治行动计划》(2017年3月31日)

(31)《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法(试行)》(环发[2015]4号)

1.3.2 技术导则及规范

(1)《污染场地术语》(HJ 682-2014)

(2)《场地环境调查技术导则》(HJ 25.1-2014)

(3)《场地环境监测技术导则》(HJ 25.2-2014)

(4)《污染场地风险评估技术导则》(HJ 25.3-2014)

(5)《污染场地土壤修复技术导则》(HJ 25.4-2014)

(6)《污染场地修复验收技术规范》(DB11/T783-2011)

(7)《全国土壤污染状况评价技术规定》(环发[2008]39号)

(8)《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)

- (9)《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2004)
- (10)《水质采样技术指导》(HJ494-2009)
- (11)《环境监测分析方法标准制修订技术导则》(HJ/T168-2010)
- (12)《固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范 (试行)》
(HJ/T373-2007)
- (13)《建筑施工安全技术统一规范》(GB50870-2013)
- (14)《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1-2010)
- (15)《建筑设计防火规范》(GB-50016-2014)
- (16)《低压配电设计规范》(GB50054-2011)
- (17)《通用用电设备配电设计规范》(GB50055-2011)
- (18)《供配电系统设计规范》(GB50052-2009)
- (19)《工程测量规范》(GB50026-2007)
- (20)《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001)
- (21)《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南 (试行)》
(2014 年 11 月)

1.3.3 技术标准

- (1)《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准 (试行)》
(GB36600-2018)
- (2)《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)
- (3)《污水综合排放标准》(GB8978-1996)
- (4)《环境空气质量标准》(GB3095-2012)
- (5)《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)
- (6)《恶臭污染物排放标准》(GB14554-1993)
- (7)《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)
- (8)《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)

(9)《声环境质量标准》(GB3096-2008)

(10)《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》
(GB18599-2001)

(11)《水文水井地质钻探规程》(DZ/T 0148-2014)

(12)《工作场所有害因素职业接触限值》(GBZ2.1-2007)

(13)《建筑施工安全检查标准》(JGJ59-2011)

1.3.4 其他文件

(1)《南京三商合成材料有限公司地块场地环境调查与风险评估报告》(2018 年 9 月)

(2)《南京市仙林副城新港片区(NJDBa010)控制性详细规划(修编)土地利用规划图》

(3)《工程地质勘察报告》(1999 年 1 月)

(4)《岩土工程详细勘察报告》(2005 年 8 月)

(5)《南京三商化工有限公司 2500t/a 三聚氰胺甲醛模塑料建设项目环境影响报告书》(2005 年 8 月)

(6)《南京三商合成材料有限公司场地水文地质勘查报告》(2018 年 4 月)

2. 场地问题识别

2.1 所在区域概况

2.1.1 地理位置

项目所在地为南京市栖霞区，位于南京市主城区北部，北临长江与仪征市隔江对望，东界句容市，西连玄武区，南接江宁区，行政区域面积 390.52 平方公里。栖霞区位于南京市主城区北部，是中国重要的科教中心和航运中心，华东地区现代工业、科技、人才集中区，华东地区重要的先进制造业基地、世界级光电显示产业基地、国家级长江航运物流枢纽，是以医药电子、机械制造、港口运输、建材工业、风景名胜、生态农业为主要职能的现代化江滨区。



图 2-1 本项目地理位置

2.1.2 地形、地貌

栖霞区地质构造属宁镇褶皱带。地势起伏大，地貌类型多，低山、丘陵、岗地、平原、洲地交错分布。土壤类型，大致可分低山丘陵区、岗地区和平原（含洲地）区三类。栖霞区地形大势南高北低。南部丘陵、岗地连绵起伏，海拔多在 50~300 米之间。北部沿江平原及江中洲地，地势低平，海拔在 10 米以下，汛期常受洪水威胁，是南京市重点防洪区之一。

栖霞区地形大势为南高北低。境内无海拔 300 米以上低山（紫金山海拔 448.9 米，原为区境内唯一低山，1999 年划入玄武区境），南部有南象山、北象山、栖霞山等丘陵，与岗地呈连片分布。北部为沿江平原及江中洲地，地势低平。内丘陵分布较广，以山体单薄，山势和缓低矮为特征。以长江南岸幕府山、栖霞山、龙潭东西向一线，海拔 50~300 米，即宁镇山脉西段北支。其中有幕府山、直渚山、南象山、北象山、栖霞山、灵山、青龙山等几十座。

项目所在地位于南京市城区的北偏东方向，处于长江二级阶地，主要沉积第四系上更新统粉质粘土及全新统素填土。

在大地构造上，项目所在地属南京边缘凹陷印支运动时期大部分地区断块下陷，形成白垩纪构造盆地，而后继续下降，堆积着深厚的新生界沉积物。地表露出的地层比较简单，黄山等丘陵都是泥盆系五通组和茅山群，其他地层均被第四系沉积层所掩埋。项目所在地地处宁镇丘陵地带，四周有断续起伏的低丘陵围绕，区内大部分地势平坦，平均海拔 3~5m 之间，坡度 3‰以下。地表物质以粒径较小的淤积物和沉积物为主，在地质构造单元上系扬子准地台组成部分。土壤以黄棕壤、乌沙土和夹沙土为主。本地区大部分地区地耐力为 10t/m^2 ，部分地区超过 20t/m^2 ，部分地区下有流沙层，地震烈度为 6 度。

2.1.3 区域水文地质

地块所在区域地表水环境为长江南京段。长江南京段属长江下游感潮河段，受中等强度潮汐影响，水位每天出现两峰、两谷。涨潮历时约 3 小时，落潮历时约 12 小时。涨潮水流有顶托，存在负流。根据下关站水位统计资料（1921~1991 年），历年最高水位 10.2m（1954 年 08 月 17 日），最低水位 1.54m，年内最大水位变幅 7.7m（1954 年），枯水期最大潮差 1.56m（1951 年 12 月 31 日），多年平均潮差 0.57m。

南京市地形起伏较大，地貌类型有低山、丘陵、岗地、河谷平原等，地层构造复杂，地下水种类繁多，各类地下水之间的补给、径流、排泄关系也相对复杂。地下水的补给有大气降水入渗，地表水入渗，灌溉水回渗及区域外的侧向径流补给，而以大气降水入渗为主要补给来源。就地蒸发、泉水流出泄入地表水体及人工开采是地下水的主要排泄途径。

2.1.4 气象气候

地块处于亚热带季风气候区，冬季冷，夏季热，四季分明，雨量适中。冬半年（10 月-3 月）受寒极冷地大陆气团影响，盛行偏东北风，降雨较少；夏半年（4 月-9 月）受热带或副热带海洋性气团影响，盛行偏东南风，降水丰富。尤其在春夏之交的 5 月底至 6 月，由于“极锋”移至长江流域一线而多“梅雨”。春末秋初，受沿西北向移动的台风影响而多台风雨。其主要气象气候特征如下：

表 2-1 场地气象情况

序号	项目		数值及单位
1	气温	年平均气温	15.3℃
		极端最高温度	43.0℃
		极端最低温度	-14.0℃
2	风速	年平均风速	2.7m/s

		最大风速	38.8m/s
3	气压	年平均大气压	101.55kPa
4	空气湿度	年平均相对湿度	77%
5	降雨量	年平均降水量	1034.9mm
		年最大降水量	1621.3mm
6	风向	年主导风向	NE/E
		夏季主导风向	NE
		冬季主导风向	SE

2.1.5 土壤植被

栖霞区土地总面积为 376.09 平方公里（含水域水面）。在土地总面积中，岗地丘陵面积约 160.21 平方公里（合 16021 公顷），占总面积 42.60%；平原洲地面积约 109.67 平方公里（合 10967 公顷），占总面积 29.16%，在土地总面积中，水域面积约 106.21 平方公里（合 10621 公顷），占总面积 28.24%。栖霞山蕴藏丰富的铅、锌、银、石灰石等矿藏资源，铅、锌、银等矿已开采多年。栖霞区金属、非金属、土地、水、动植物等自然资源丰富。非金属矿主要有白云石矿、石灰石矿、石膏矿、黏土矿、脉石矿、煤矿等；金属矿分布广泛，主要有铅锌矿、银矿、金矿、锰矿等。

栖霞区自然植被受温暖湿润的亚热带气候影响。在低山丘陵地区，落叶阔叶树种有栎树、黄檀、枫香、刺槐，常绿阔叶树种有冬青、杨梅、石楠等，基本上保留自然生态特点。60 年代后，推行绿化荒山坡地，退耕还林，新栽植的成片常绿针叶树有黑松、马尾松。在低岗缓坡地带，主要是发展茶园、果园。

水生植被栖霞区野生水生植物主要有野菱、芡实、苦草、兰藻、硅藻。60 年代，引进水花生（始作绿肥，后成为有害杂草），江边与低洼荡田中有野生芦苇、昌蒲。90 年代，开始在低洼荡地及水沟、河、塘中人工栽培水芹、茨菇、荸荠、菱藕等作物。

药用植物区内野生药用植物达 790 多种。

2.1.6 区域经济社会状况概况

栖霞区是南京重要的石化、汽车、电子、建材工业区和企业、资金、人才、技术密集区。区内有部、省、市属工矿企业 130 多家，大专院校、科研院所 30 多家。其中南京经济技术开发区设有国家级南京新港高新技术工业园和海峡两岸科工业园，已成为南京市以先进技术产业为基础、集科工贸为一体的现代化多功能工业港新区和开放型经济中心。栖霞区分为三大经济板块：第一板块是迈皋桥、燕子矶商业副中心和都市型工业区。抓住南京地铁工程建设的契机，加快迈皋桥、燕子矶商业副中心建设，同时依托新港开发区，把尧化配套区、尧栖工业园、八卦洲科技园、迈皋桥创业园纳入整体开发范畴，放大新港开发区的拉动效应。第二个板块是仙林大学城新市区。仙林大学城新市区总体规划 80 平方公里，首期开发建设 34 平方公里，主要分为高校教育区、中心商务区和高科技产业园区三大功能区。第三板块是龙潭、靖安出口加工、保税仓库、物流园区。

2012 年栖霞区实现地区生产总值 625.86 亿元，按可比价格计算，同比增长 13.3%。其中：第一产业实现增加值 6.55 亿元，同比增长 4.0%；第二产业实现增加值 442.51 亿元，同比增长 13.4%；第三产业实现增加值 176.80 亿元，同比增长 13.4%。三次产业结构比例进一步优化为 1.05：70.70：28.25。其中，第三产业增加值占地区生产总值比重比上年提高 6.69 个百分点。

2012 年，栖霞区实现财政总收入 92.56 亿元，加上中电熊猫进口设备退税 13.66 亿元，共计 106.22 亿元，比上年增长 21.51 %。其中：公共财政预算收入 45.56 亿元，加上中电熊猫进口设备退税 3.42 亿元，共计 48.98 亿元，比上年增长 22.06%；全年财政支出 39.80 亿元（含

市指标)。

2.2 场地基本信息

2.2.1 场地地理位置

南京三商合成材料有限公司地块位于南京经济技术开发区恒竞路 5 号，总面积约 15161 平方米（约 22.8 亩）。地块东侧为艾欧史密斯燃气器具公司；地块西侧为兴学路，隔路往西为南京电子网板科技股份有限公司；地块南侧为恒竞路，隔路往南为现状荒地；地块北侧为南京华宏新材料公司，再往北为恒广路。具体地理位置如图 2-2 所示。



图 2-2 项目所在地及周边地理位置

2.2.2 场地历史

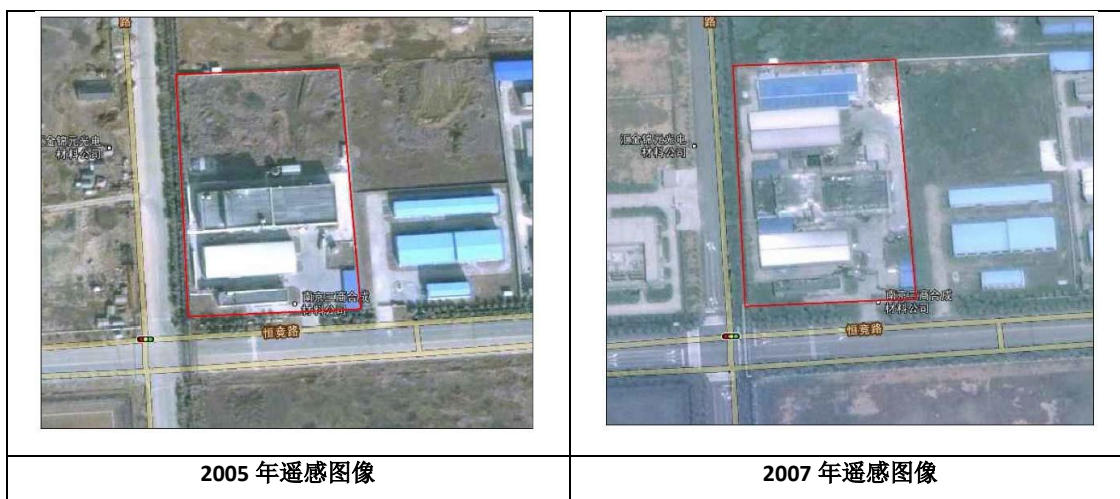
据了解该地块 2003 年之前为农田，2004 年~2015 年 9 月，南京三商合成材料有限公司作为工业用地占地使用。期间，主要功能布局为研磨车间、成品仓库、原料仓库、主厂房、甲醛罐区、污水处理站、空压机房、化验室等辅助区。详见图 2-4。生产的产品为三聚氰胺树脂合成材料，具体产品包括密胺模塑料粉及罩光粉，由三聚氰胺甲醛树脂混练纸浆和其他填料而制成。两种产品工艺过程基本相同，以三聚氰胺和甲醛为原料经过缩聚、捏合、干燥、粉碎、球磨、过筛、

包装工序后得到产品。所不同的是罩光粉的生产没有混合工艺过程。

企业生产过程产生的废水包括清洗设备及地面用水、冷冻及冷却循环用水，主要污染物涉及 COD、SS、石油类等。企业生产过程产生的大气污染物主要有甲醛、粉尘，其中投料捏合过程、干燥过程有甲醛产生，产生的甲醛由抽风罩收集经活性炭吸附后通过 15 米排气筒排出，干燥、球磨、过筛过等过程有粉尘产生，粉尘由布袋除尘器收集后通过 15 米排气筒排出。企业生产过程产生的固体废物主要为废弃包装、少量废活性炭等。

2015 年 9 月 30 日，南京三商合成材料有限公司正式停产，厂区设备于 2016 年 1 月底完成拆除。目前，地块内生产厂房仍保留，设备及储罐区已完全拆除。

南京三商合成材料有限公司区域 2005 至 2016 年历史卫星影像见下图所示（图像来自于 Google Earth）。





2009 年遥感图像



2010 年遥感图像



2011 年遥感图像



2012 年遥感图像



2014 年遥感图像



2015 年遥感图像



图 2-3 三商地块 2005 年至 2016 年卫星示意图对比

2.2.3 场地现状

南京三商合成材料有限公司场地内厂房等建筑物仍保留，生产设施及设备已全部拆除。全场除东北角历史危废填埋处外，其余区域水泥硬化均保留。场地内甲醛罐已拆除，硬化基座保留。污水处理站已停运，污水处理池内积存雨水。厂区东北角的危废填埋区为现状基坑（深约 1 米，无硬化）。

场地内北侧仓库内暂存有吨袋装的树脂成品（筷子等），生产车间和仓库内地面均有硬化，未发现明显污染痕迹。地块北侧空压机房和机修房地面有发黑的油迹，其余区域未见明显污染痕迹。场地现状见图 2-4 与 2-5。



图 2-4 三商地块现场照片



图 2-5 三商地块踏勘照片

2.2.4 场地规划

根据收集到的《南京市仙林副城新港片区(NJDBa010)控制性详细规划（修编）土地利用规划图》，南京三商合成材料有限公司地块未来规划为二类居住用地。如图 2-6 所示。



图 2-6 三商地块利用规划图场地周边土地使用情况

2.2.5 场地周边情况

南京三商合成材料有限公司地块位于南京经济技术开发区恒竞路 5 号，地块东侧为艾欧史密斯燃气器具有限公司；地块西侧为兴学路，隔路往西为南京电子网板科技股份有限公司；地块南侧为恒竞路，隔路往南为现状荒地；地块北侧为南京华宏新材料公司，再往北为恒广路。南京三商合成材料有限公司地块相邻场地均为工业企业及荒地，地块周边 500m 范围内无学校、居民区等环境保护敏感目标。详见表 2-2 与图 2-7。

表 2-2 场地周边企业生产情况

方位	敏感项目名称	经营范围	潜在污染物
东侧	艾欧史密斯燃气器具有限公司	生产销售燃气热水器、节能热水器	重金属等
西侧	南京电子网板科技股份有限公司	生产销售彩色显像管、平板荫罩	重金属、VOC、SVOC 等
北侧	南京华宏新材料公司	生产销售镁铝合金、金属材料	重金属、石油烃等



图 2-7 三商地块周边环境概况

2.3 场地环境特征

2.3.1 场地地质条件

南京大学环境规划设计研究院股份有限公司于 2018 年 4 月，委托江苏省地质勘察技术院对调查地块开展了水文地质勘察工作，并出具了地质勘察报告。场地地勘点位分布见图 2-8 所示，场地地层分布剖面图见图 2-9 和图 2-10 所示。



图 2-8 场地地勘点位图

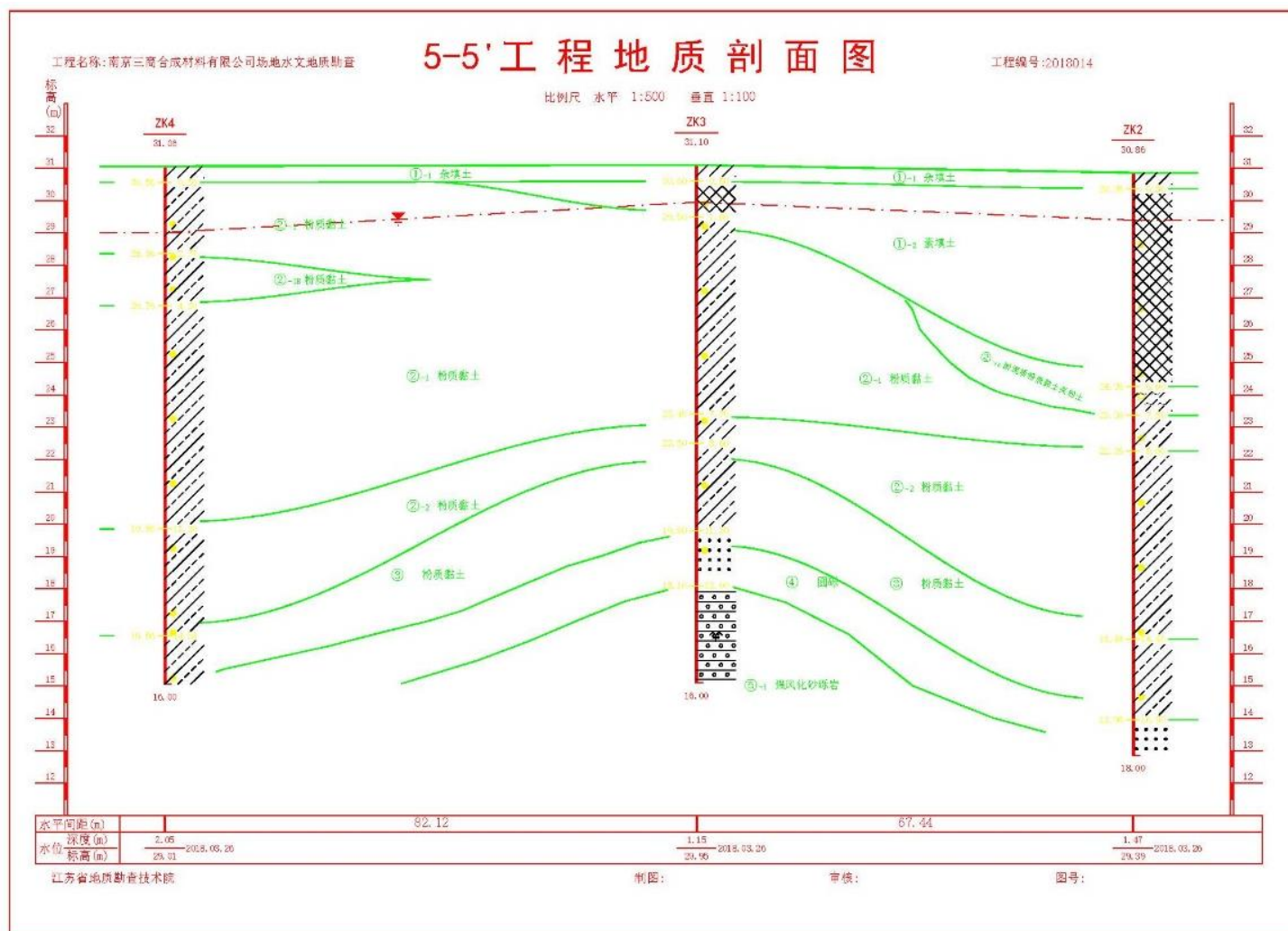


图 2-9 场地地层分布剖面图 (5-5')

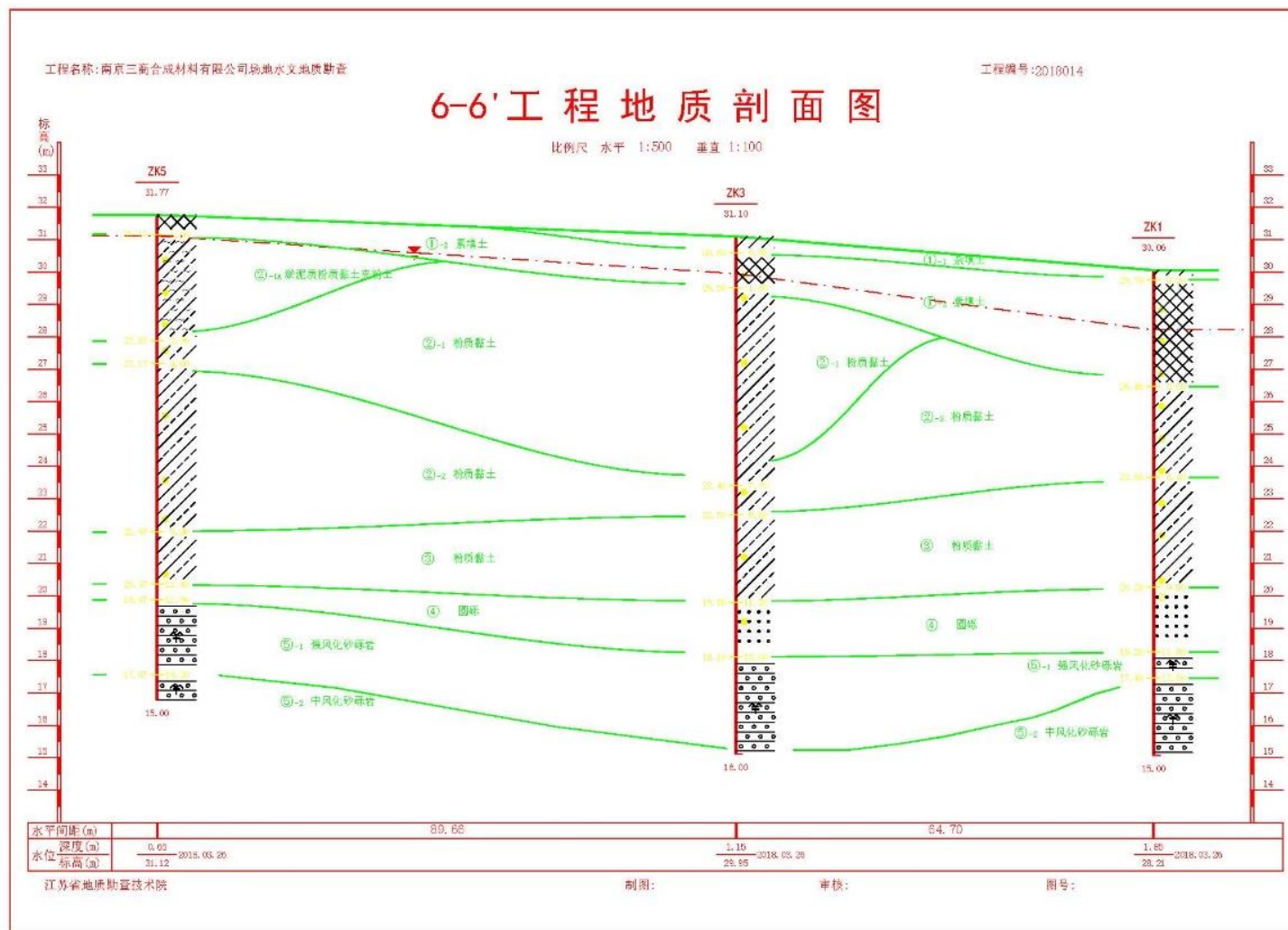


图 2-10 场地地层分布剖面图 (6-6')

地勘结果表明在勘探深度范围内，场地内上部土层①-1 层为杂填土、①-2 层为素填土，②-1A 层为淤泥质粉质黏土夹粉土，②-1B 层为粉质黏土，②-1 层为粉质黏土，②-2 层为粉质黏土，③层为粉质黏土，④层为圆砾，⑤-1 层为强风化含砾砂岩，⑤-2 为中风化含砾砂岩。

场地地层分布与特征描述及地层埋藏情况详见表 2-2，各岩土层渗透系数见表 2-3。土层结构与类型自上而下分述如下：

①-1 层 杂填土：杂色，稍湿，松散~稍密，表层 10~25cm 为水泥地坪，下部以碎石、砖块为主，分布较均。

场区普遍分布，厚度：0.30~0.50m，平均 0.45m；层底标高：29.76~30.60 m，平均 30.32m；层底埋深：0.30~0.50m，平均 0.45m。

①-2 层 素填土：灰黄色，稍湿，松散~稍密，以粉质黏土为主，夹少许碎石，局部含植物根系，分布较均。

场区分布较均，厚度：0.60~6.10 m，平均 2.78m；层底标高：24.26~31.17m，平均 27.85 m；层底埋深：0.60~6.60 m，平均 3.10m。

②-1A 层 淤泥质粉质黏土夹粉土：灰色，流塑，无光泽反应，无摇振反应，干强度低，韧性低，有腥臭味，含云母碎片，局部夹少量粉土。

场区分布不均，仅分布在 ZK2 和 ZK5 厚度：0.90~3.30 m，平均 2.10 m；层底标高：23.36~27.87 m，平均 25.62 m；层底埋深：3.90~7.50 m，平均 5.70 m。

②-1B 层 粉质黏土：灰黄色，软塑，稍有光泽，干强度中等偏低，韧性中等偏低，含腐殖质。

场区分布不均，仅分布在 ZK4，厚度：1.60m，平均 1.60 m；层底标高：26.76m，平均 26.76 m；层底埋深：4.30m，平均 4.30 m。

②-1 层 粉质黏土：黄褐色，硬塑，局部可塑，稍有光泽，干强度高，韧性高，局部夹有少量砾石，粒径 1-2mm，呈次棱角状。

场区分布不均，主要分布在 ZK2、ZK3、ZK4、ZK5，厚度：0.70～9.10 m，平均 4.30m；层底标高：19.86～27.17m，平均 23.12 m；层底埋深：4.60～11.20 m，平均 8.08 m。

②-2 层 粉质黏土：黄褐色，可塑，稍有光泽，干强度中等，韧性中等，见锰铁质侵染。

场区普遍分布，厚度：0.70～5.80 m，平均 3.56m；层底标高：16.46～23.66m，平均 20.23m；层底埋深：6.40～14.50 m，平均 10.74m。

③层 粉质黏土：黄褐色，硬塑，稍有光泽，干强度高，韧性高，局部夹有少量砾石，粒径 1-2mm，呈次棱角状。

场区普遍分布，厚度：1.50～3.40 m，平均 2.34m；层底标高：13.96～20.37m，平均 17.89m；层底埋深：9.80～16.90m，平均 13.08m。

④层 圆砾：浅灰黄色，饱和，稍密~中密，分选性差，以石英砾为主，石英砂次之，局部混有粉质黏土。

本层未揭穿

⑤-1 层 强风化含砾砂岩：浅灰色，原岩结构无法辨认，主要以石英砂为主，手掰易碎。

本层未揭穿

⑤-2 层 中风化含砾砂岩：浅灰色，砂状结构，中厚层状构造，含砾石。砾石母岩以砂岩为主，砾石质硬，呈圆棱状，粒径 2-8mm，含量约 10%。裂隙较不发育，岩芯较完整，长柱状，节长 10-25cm。

本层未揭穿。

表 2-3 土体分布、特征描述及地层埋藏情况表

层号	岩土名称	特征描述	分布状态	厚度 (m)			底层埋深 (m)			底层标高 (m)		
				最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值
①-1	杂填土	杂色,稍湿,松散~稍密,表层 10~25cm 为水泥地坪,下部以碎石、砖块为主,分布较均。	普遍分布	0.30	0.50	0.45	0.30	0.50	0.45	29.76	30.60	30.32
①-2	素填土	灰黄色,稍湿,松散~稍密,以粉质黏土为主,夹少许碎石,局部含植物根系,分布较均。	分布较均	0.60	6.10	2.78	0.60	6.60	3.10	24.26	31.17	27.85
②-1A	淤泥质粉质黏土夹粉土	灰色,流塑,无光泽反应,无摇振反应,干强度低,韧性低,有腥臭味,含云母碎片,局部夹少量粉土。	分布不均	0.90	3.30	2.10	3.90	7.50	5.70	23.36	27.87	25.62
②-1B	粉质黏土	灰黄色,软塑,稍有光泽,干强度中等偏低,韧性中等偏低,含腐殖质。	分布不均	1.60	1.60	1.60	4.30	4.30	4.30	26.76	26.76	26.76
②-1	粉质黏土	黄褐色,硬塑,局部可塑,稍有光泽,干强度高,韧性强,局部夹有少量砾石,粒径 1-2mm,呈次棱角状。	分布不均	0.70	9.10	4.30	4.60	11.20	8.08	19.86	27.17	23.12
②-2	粉质黏土	黄褐色,可塑,稍有光泽,干强度中等,韧性中等,见锰铁质侵染。	普遍分布	0.70	5.80	3.56	6.40	14.50	10.74	16.46	23.66	20.23
③	粉质黏土	黄褐色,硬塑,稍有光泽,干强度高,韧性强,局部夹有少量砾石,粒径 1-2mm,呈次棱角状。	普遍分布	1.50	3.40	2.34	9.80	16.90	13.08	13.96	20.37	17.89
④	圆砾	浅灰黄色,饱和,稍密~中密,分选性差,以石英砾为主,石英砂次之,局部混有粉质黏土。	未揭穿									
⑤-1	强风化含砾砂岩	浅灰色,原岩结构无法辨认,主要以石英砂为主,手掰易碎。	未揭穿									

南京三商合成材料有限公司地块土壤与地下水修复治理工程

⑤-2	中风化含砾砂岩	浅灰色,砂状结构,中厚层状构造,含砾石。砾石母岩以砂岩为主,砾石质硬,呈圆棱状,粒径2-8mm,含量约10%。裂隙较不发育,岩芯较完整,长柱状,节长10-25cm。	未揭穿
-----	---------	--	-----

表 2-4 渗透系数一览表

层号	土层名称	水平渗透系数 (cm/s)			垂直渗透系数 (cm/s)		
		最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值
①-2	素填土	4.80×10^{-6}	1.80×10^{-5}	9.30×10^{-6}	3.60×10^{-6}	8.30×10^{-6}	6.50×10^{-6}
②-1A	淤泥质粉质黏土 夹粉土	2.60×10^{-5}	2.60×10^{-5}	2.60×10^{-5}	$*1.30 \times 10^{-5}$	$*1.30 \times 10^{-5}$	$*1.30 \times 10^{-5}$
②-1B	粉质黏土	3.80×10^{-6}	3.80×10^{-6}	3.80×10^{-6}	8.30×10^{-6}	8.30×10^{-6}	8.30×10^{-6}
②-1	粉质黏土	8.00×10^{-7}	3.00×10^{-6}	2.20×10^{-6}	6.20×10^{-7}	1.20×10^{-6}	8.00×10^{-7}
②-2	粉质黏土	1.80×10^{-6}	8.30×10^{-6}	3.90×10^{-6}	2.30×10^{-6}	2.80×10^{-5}	9.26×10^{-6}
③	粉质黏土	6.30×10^{-7}	1.30×10^{-6}	9.65×10^{-7}	5.80×10^{-7}	9.20×10^{-7}	7.83×10^{-7}
备注：带*号的为经验值。							

2.3.2 场地水文条件

地质勘察期间为平水期，主要的地下含水层有①-2层、②-1A和④层。本场地所含地下水类型为潜水，主要受大气降水补给，以蒸发及地表径流为主要排泄方式；地下水位随季节变迁略有变化，本区地下水位变化幅度为0.30~1.0m。

该场地地面标高为30.06~31.77m，场地稳定水位标高27.46~31.12m，平均29.39m，根据地区经验，地下水位变化幅度为0.30~1.0m。

根据本次勘探揭示，场区内水流方向为自东北向西南方向流动，水力梯度约2%，地下水流场如图2-12所示，地下水流速见表2-3。根据本次勘察对地下水位的观测，潜水含水层的地下水位埋深及标高见表2-4。

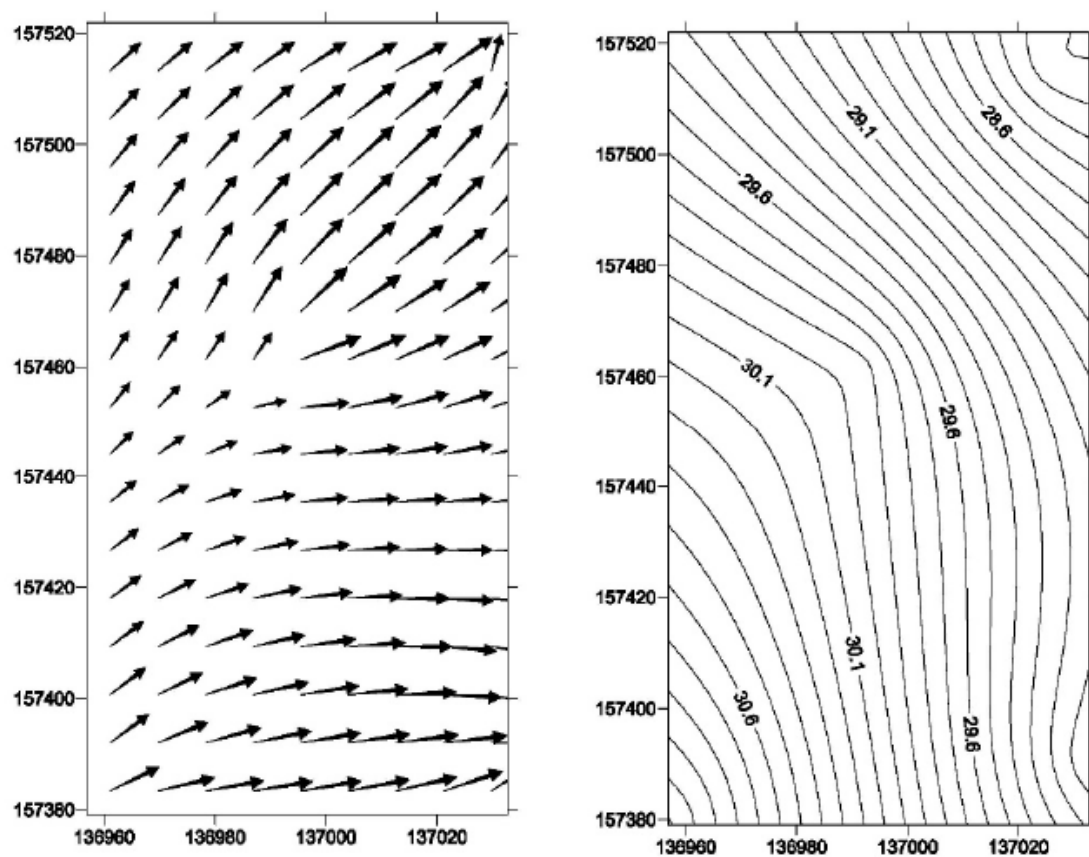
表 2-5 地下水流速（建议值）一览表

层号	土层名称	地下水流速（m/d）
		建议值
①-2	素填土	0.050
①-1A	淤泥质粉质黏土夹粉土	0.022
②-1B	粉质黏土	0.003
① -1	粉质黏土	0.002
② -2	粉质黏土	0.003
③	粉质黏土	0.001

表 2-6 监测井地下水位一览表

水位	数据个数	水位埋深(米)			水位标高(米)		
		最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值
初见水位	5	0.30	2.41	1.38	28.33	31.47	29.59
稳定水位	5	0.65	2.60	1.58	27.46	31.12	29.39





南京三商合成材料有限公司场地地下水流场示意图

图 2-11 场地地下水流场图

2.4 场地污染特征

2.4.1 土壤污染现状

三商合成材料有限公司地块场地环境调查共布设了 17 个土壤监测点，13 个地下水监测井。调查结果详细描述如下：

2.4.1.1 初步调查

（1）初步调查布点方案

场地环境初步调查共布设土壤采样点 13 个，地下水采样点 6 个，布点密度符合《建设用地土壤环境调查评估技术指南》要求。同时在地块北侧未经扰动的绿地区域布设 1 个土壤和地下水对照点（S14/W7），详见图 2-12。实际调查采样时根据场地内实际情况，对采样点位置进行适当的调整。

（2）初步调查水文地质条件

1) 水文参数

表 2-7 监测井地下水现场检测表

监测井编号	pH 值	温度 (°C)	电导率 (μs/cm)
W1	7.34	16.3	96
W2	7.05	13.7	117
W3	9.30	13.2	91
W4	6.47	15.1	104
W5	7.62	16.2	96
W6	6.96	11.2	149
W7	7.39	15.9	87

由上表可以看出，场地地下水 pH 现场测试值范围在 6.47~9.30 之间，电导率参数的数值变化范围为 87~149μs/cm。其中,W3 样品 pH 值偏高，在后续实验室检测进行验证分析。

2) 水文地质条件

①地质条件

根据钻孔资料显示，场地环境初步调查在钻探 3.0m 范围内揭露的土层主要由硬化层、素填土、粉质粘土组成，与地质勘察情况相一致。

②水文条件

根据现场水位测量资料，各监测井水位相对高程在 0.920~4.581m 之间（以地块正门地面为假定基准点）。结合场地地形地貌控制因素及现场实际情况，推断场地内地下水自东北向西南方向流动，与地质勘察情况相一致。

（3）初步调查结果

1) 土壤初步调查结果

南京三商合成材料有限公司地块后期规划为二类居住用地，因而该场地土壤污染物风险筛选标准采用《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）（GB36600-2018）》中第一类用地风险筛选值，对于该标准中缺乏的污染物风险筛选标准，优先选择《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T811-2011）中的住宅用地筛选值，其次是美国环保署区域土壤筛选值（USEPA-RSL，更新至 2018 的 5 月）中住宅用地筛选值。

① 土壤 pH

场地环境初步调查土壤样品 pH 检测值整体呈弱酸性至碱性。其中，甲醛罐区部分土壤样品 pH 值偏低，主厂房区域土壤样品 pH 值偏高，可能受场地历史上生产活动影响。

② 土壤重金属

南京三商合成材料有限公司场地内土壤重金属检出指标砷、镉、铬（III）、铜、铅、镍、锌、汞的检测值均低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）（GB36600-2018）》中第一类用

地风险筛选值。

③ 土壤有机物

南京三商合成材料有限公司场地内甲醛罐区 S8 点位的 1.5m、3.0m 处土壤样品甲醛检测值分别为 1740mg/kg、1650 mg/kg，超过美国环保署区域土壤筛选值（USEPA-RSL，更新至 2018 年 5 月）中住宅用地筛选值（17mg/kg），与前期污染识别情况相一致，和企业生产历史有关。其余检出有机物的检测值低于相应筛选值。

2) 地下水初步调查结果

由于南京市目前未进行地下水功能区划，考虑到本地块规划用地性质，场地内地下水不作为饮用水使用。地下水重金属指标采用《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类标准限值评价；有机污染物指标依次参照《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类标准限值、《地下水水质标准》（DZ / T0290-2015）中 III 类水质标准、荷兰土壤与地下水环境质量标准（DIV）中的地下水干预值、美国 EPA 通用筛选值（USEPA-RSL，更新至 2018 年 5 月）中基于饮用地下水途径的评价标准进行评价。

① 地下水 pH

场地内地下水监测井水样的 pH 除 W3 外，均能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类水质标准（6.5~8.5），W3 监测井水样的 pH 满足《地下水质量标准》（GB/T14848-93）中 V 类水质标准（<5.5，>9），可能与主厂房生产过程使用片碱等历史活动有关。

② 地下水重金属

场地内地下水监测井重金属检出指标的检测值均能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类水质标准。

③ 地下水有机物

场地内地下水监测井有机物检出指标的检测值除甲醛外，均能满足相应评价标准。甲醛罐区和污水处理站区域的地下水监测井 W4、W5 处甲醛检出浓度值分别为 2450mg/L 和 0.8mg/L，超过荷兰土壤与地下水环境质量标准（DIV）中的地下水干预值（0.05mg/L）。该区域甲醛指标超标与前期污染识别情况相一致，与企业生产历史有关。

表 2-8 初步调查情况汇总表

土壤					
点位	深度（m）	污染物	浓度	筛选值	超标倍数
			单位：mg/kg		
S8	1.5	甲醛	1740	17	101.4
S8	3.0	甲醛	1650	17	96.1
地下水					
点位	深度（m）	污染物	浓度	筛选值	超标倍数
			单位：mg/L		
W4	6.0	甲醛	2450	0.05	48999
W5	6.0	甲醛	0.8	0.05	15

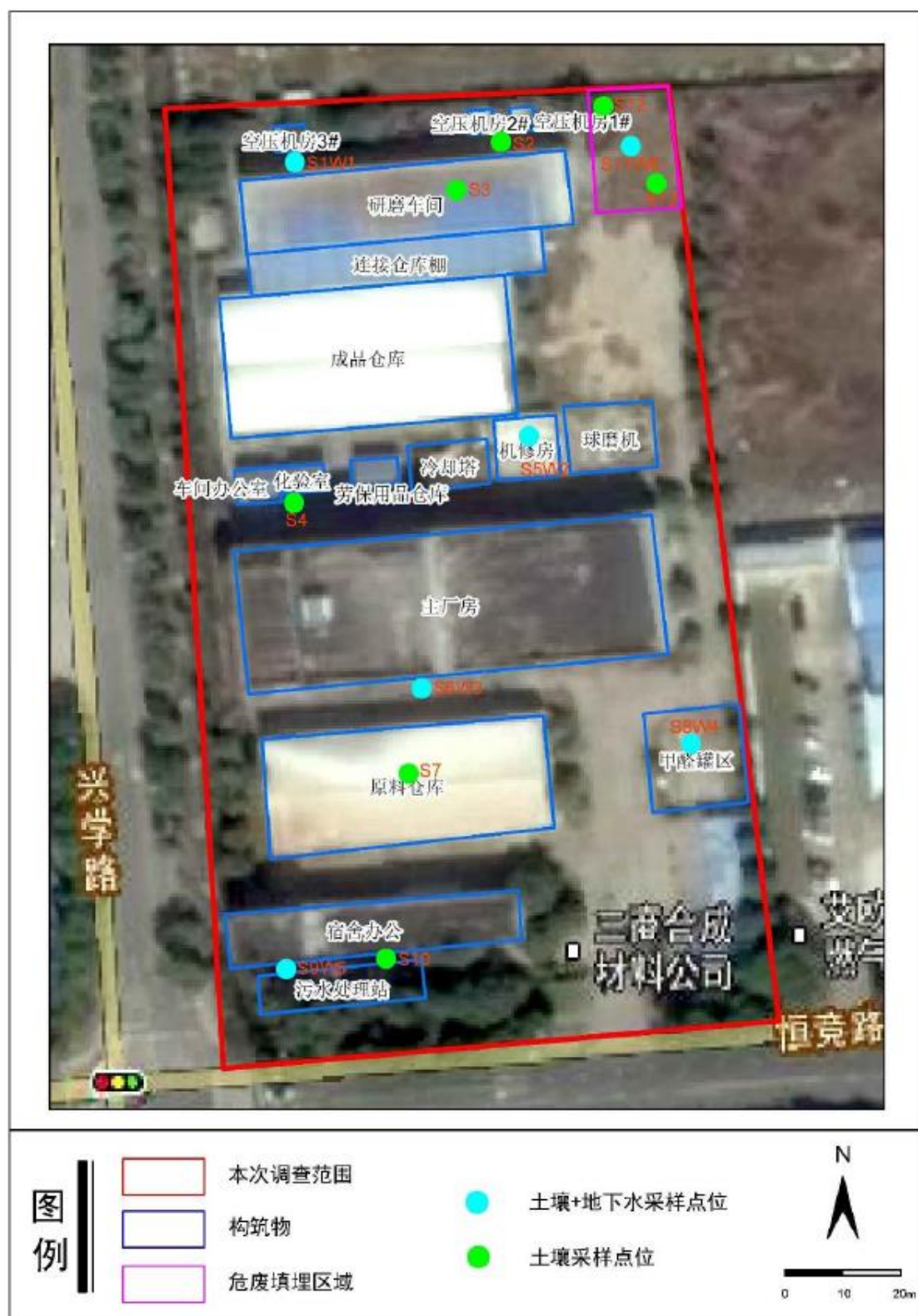




图 2-12 初步调查采样布点方案

2.4.1.2 详细调查

(1) 详细调查监测范围 and 对象

本次场地环境详细调查监测范围为南京三商合成材料有限公司地块，监测介质为场地内土壤和地下水。土壤监测因子为甲醛；地下

水监测因子为甲醛。

（2）详细调查布点方案

布点原则依据《场地环境监测技术导则》与《建设用地土壤环境调查评估技术指南》。结合场地初步调查结果，在本场地开展进一步的场地环境详细调查工作，分别以土壤超标点位 S8 为中心，地下水超标点位 W4、W5 为中心，在超标点位四周采用不超过 20m×20m 网格布点对土壤和地下进行加密调查。同时，详调阶段，对初步调查土壤超标点位采样深度适当加深。

由于甲醛罐区超标点位 S8/W4 东侧距离场地边界较近，根据现场实际情况，东侧不具备采样条件，因此在 S8/W4 北侧、西侧和南侧按照 20m×20m 网格分别加密布设了 S8-1/W4-1、S8-2/W4-2 和 S8-3/W4-3 三个土壤和地下水混合监测点。

由于污水处理站超标点位 W5 西侧距离场地边界较近，根据现场实际情况，西侧不具备采样条件，因此在 W5 北侧、东侧和南侧按照 20m×20m 网格分别加密布设了 W5-1、W5-2 和 W5-3 三个地下水监测点。

（3）详细调查水文地质条件

本次详细调查土壤采样点位钻孔深度为 7.5m。根据钻孔资料，在钻探范围内的土层分布与地质勘探结果相一致。地勘报告见附件。采集地下水样前，使用贝勒管对各个监测井进行洗井，并现场测定酸碱度、温度和电导率等参数，pH 值范围为 6.22~7.70，温度范围为 14.1~17.3℃，电导率范围为 964~1435μS/cm。

表 2-9 监测井地下水现场检测表

监测井编号	pH 值	温度 (°C)	电导率 (μs/cm)
W4-1	6.54	16.8	1435
W4-2	6.22	16.9	1023

W4-3	6.73	17.3	1343
W3	7.70	15.7	1126
W5-2	6.44	16.1	1240
W5-3	6.56	14.1	964

(4) 详细调查结果

针对初步调查中土壤和地下水超标情况，南京三商合成材料有限公司地块场地详细调查共检测 4 个土壤点位和 6 个地下水点位。详调阶段针对土壤初调超标点位 S8（S8-0-1.5m、S8-0-3.0m 甲醛超标）进行了加深检测甲醛，结果表明 S8-0-5.0m、S8-0-7.5m 甲醛指标的检测值均低于检出限，其余详调土壤加密点位甲醛指标的检测值均低于检出限。详调阶段地下水加密点位无超标情况。

表 2-10 南京三商合成材料有限公司敏感用地条件下土壤中目标因子总结

土壤样品	甲醛浓度	备注
单位	mg/kg	
检出限	16	
筛选值	17	
S7-0.5m	<16	初步调查阶段
S8-0.5m	<16	
S8-1.5m	1740	
S8-3.0m	1650	
S11-0.5m	<16	
S12-0.5m	<16	
S13-0.5m	<16	
S14-0.5m	<16	
S8-0-5.0m	<16	详细调查阶段
S8-0-7.5m	<16	
S8-1-1.5m	<16	
S8-1-3.0m	<16	
S8-1-5.0m	<16	

S8-2-1.5m	<16	
S8-2-3.0m	<16	
S8-2-5.0m	<16	
S8-3-1.5m	<16	
S8-3-3.0m	<16	
S8-3-5.0m	<16	





图 2-13 详细调查采样布点方案

2.4.2 地下水污染现状

南京三商合成材料有限公司地块场地环境初步调查阶段布设地下水监测井 7 口，详细调查阶段针对初调超标点位 W4、W5 进行加密调查。

①地下水 pH

场地内地下水监测井水样的 pH 除 W3 外，均能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类水质标准（6.5~8.5），W3 监测井水样的 pH 满足《地下水质量标准》（GB/T14848-93）中 V 类水质标准（ <5.5 ， >9 ），可能与主厂房生产过程使用片碱等历史活动有关。

②地下水重金属场地内地下水监测井重金属检出指标的检测值均能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类水质标准。

③地下水有机物初步调查结果表明，场地内地下水监测井有机物检出指标的检测值除甲醛外，均能满足相应评价标准。甲醛罐区和污水处理站区域的地下水监测井 W4、W5 处甲醛检出浓度值分别为 2450mg/L 和 0.8mg/L，超过荷兰土壤与地下水环境质量标准（DIV）中的地下水干预值（0.05mg/L）。

详细调查阶段针对初调超标点位 W4、W5 进行加密调查，结果表明，南京三商合成材料有限公司地块地下水加密点位甲醛指标的检测值均低于检出限。

2.4.3 场地污染情况总结

土壤：根据土壤的调查结果，S8 检测点的 1.5m、3.0m 深度土壤中甲醛因子超筛选值，需要进行风险评估工作；

地下水：地下水监测井 W4、W5 中的甲醛因子超评价标准，需要展开风险评估工作。



图 2-14 场地地下水采样点及超标数据

2.5 场地污染风险评估

根据本场地的风险评估报告，土壤超标点位超标污染物风险评估结果可知：

对于土壤关注污染物，按上述公式计算经口摄入、皮肤接触、吸入土壤颗粒物、吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物、吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物、吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物暴露途径，致癌风险和非致癌危害商的健康风险评估结果如下：

①S8-1.5m

敏感用地场景下，S8-1.5m 样品甲醛致癌风险及非致癌风险均不可接受。

②S8-3.0m

敏感用地场景下，S8-3.0m 样品甲醛致癌风险及非致癌风险均不可接受。

根据地下水超标点位超标污染物风险评估结果可知：

对于敏感用地，考虑 2 种地下水暴露途径，按上述公式计算吸入室外空气中来自地下水的气态污染物、吸入室内空气中来自地下水的气态污染物暴露途径，致癌风险和非致癌危害商的健康风险评估结果如下：

① W4

敏感用地场景下，地下水超标点位 W4 甲醛致癌风险不可接受，非致癌风险可接受。

② W5

敏感用地场景下，地下水超标点位 W5 甲醛致癌风险及非致癌风险均可接受。

综上，场地需要修复的土壤点位为 S8，地下水需要修复的井位为 W4。W5 井的风险评估结果表明致癌风险及非致癌风险均可接受，无需修复。

针对本场地风险不可接受的关注污染物甲醛，根据《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014)，计算基于致癌效应和基于非致癌效应的土壤风险控制值，以及基于致癌效应和基于非致癌风险的地下水风险控制值，优先选择最保守风险控制值作为风险控制值，但当最保守值小于其敏感用地筛选值时，优先选择其敏感用地筛选值作为风险控制值。

南京三商合成材料有限公司地块土壤及地下水污染物风险控制值筛选情况见表 2-11。

表 2-11 南京三商合成材料有限公司敏感用地条件下土壤及地下水中目标因子总结

介质	超标污染物	单位	基于健康风险评估的风险控制值		评价标准	风险控制值确定
			致癌风险	非致癌风险		
土壤	甲醛	mg/kg	22.5	235.9	17	22.5
地下水	甲醛	mg/L	1233.3	7113.8	0.05	1233.3

3. 场地修复目标与策略

3.1 场地修复目标

3.1.1 土壤污染物修复目标

根据《南京三商合成材料有限公司地块场地环境调查与风险评估报告》，确定土壤的目标因子甲醛修复目标见下表。

表 3-1 南京三商合成材料有限公司敏感用地条件土壤修复目标 (mg/kg)

序号	污染因子	修复目标
1	甲醛	22.5

3.1.2 地下水污染物修复目标

根据《南京三商合成材料有限公司地块场地环境调查与风险评估报告》，确定地下水的目标因子甲醛修复目标见下表。

表 3-2 南京三商合成材料有限公司敏感用地条件地下水目标因子修复目标(mg/L)

序号	污染物	修复目标
1	甲醛	1233.3

3.2 场地修复工程量

根据《南京三商合成材料有限公司地块场地环境调查与风险评估报告》，在风险表征的基础上，本场地规划敏感用地方式下，甲醛罐区域 S8 点位处土壤中关注污染物甲醛的致癌风险及非致癌风险均不可接受；甲醛罐区域 W4 点位处地下水中关注污染物甲醛的致癌风险不可接受,非致癌风险可接受。污水处理站区域 W5 点位处地下水中关注污染物甲醛的健康风险可接受。

据此，场调单位根据克里金插值法与专业判断结合的方式，确定了本场地土壤与地下水的污染面积和深度。以初步调查超标点位 S8 为中心的甲醛污染土壤风险控制面积为 556 m^2 ，污染深度为 0.5-5m，土方量为 2502 m^3 。以本场地初步调查超标点位 W4 为中心的地下水污染面积约 319 m^2 ，根据地勘显示，距离甲醛罐区的地勘点位 ZK2

在地面以下 7.5m 处揭露土层为②-1 层粉质黏土，该层的水平及垂直渗透系数均小于 10^{-6}cm/s ，可作为不透水层，故本场地地下水风险控制区域的风险控制深度为 7.5m。据此我单位确定其修复深度至 7.5m。

工程名称				南京三商合成材料有限公司场地水文地质勘查				工程编号					
孔号		2K2		坐		X=157521.963m		钻孔直径		110mm	稳定水位深度		1.47m
孔口标高		30.86m		标		Y=130961.121m		初见水位深度		1.35m	测量日期		2018.03
层号	层底标高 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图 1:100	岩性描述					标贯中点深度 (m)	标贯实测击数	附注	
① _a	30.36	0.50	0.50		杂填土:杂色,稍湿,松散~稍密,表层10~25cm为水泥地坪,下部以碎石、砖块为主,分布较均,填龄小于10年。								
					素填土:灰黄色,稍湿,松散~稍密,以粉质黏土为主,夹少许碎石,局部含植物根系,分布较均,填龄小于10年。								
① _b	24.26	6.60	6.10		淤泥质粉质黏土夹粉土:灰色,湿~很湿,流塑~软塑,无光泽反应,无摇振反应,干强度低,韧性低,有腥臭味,含云母碎片,局部夹少量粉土。								
② _a	23.36	7.50	0.90		粉质黏土:黄褐色,硬塑,局部可塑,稍有光泽,干强度高,韧性高,局部夹有少量砾石,粒径1~2mm,呈次棱角状。								
② _b	22.26	8.60	1.10		粉质黏土:黄褐色,可塑,局部软塑,稍有光泽,干强度中等,韧性中等,见锰铁质浸染。								
② _c	16.46	14.40	5.80		粉质黏土:黄褐色,硬塑,局部可塑,稍有光泽,干强度高,韧性高,局部夹有少量砾石,粒径1~2mm,呈次棱角状。								
③	13.96	16.90	2.90		圆砾:浅灰黄色,饱和,稍密~中密,分选性差,以石英砾为主,石英砂次之,局部混有粉质黏土。								
④	12.86	18.00	1.10										
江苏省地质调查技术院													
外业日期:													
制图:													
审核:													
图号:													

图 3-1 地勘点位 ZK2 钻孔柱状图

3.2.1 土壤修复范围及工程量

土壤的修复范围见图 3-2。修复范围拐点坐标见表 3-3。修复方量见表 3-4。



图 3-2 三商地块土壤修复范围图

表 3-3 土壤修复区域拐点坐标

序号	点位	坐标		备注
		E	N	
1	A1	118.857599	32.140409	本 GPS 坐标参照 WGS-84 坐标系
2	A2	118.857834	32.140431	
3	A3	118.857617	32.140164	
4	A4	118.857841	32.140180	

表 3-4 土壤修复区域目标因子及修复量汇总表

区域编号	污染物	修复深度 (m)	修复面积 (m ²)	修复土方量 (m ³)
土壤				
I	甲醛	0.5-5	556	2502

3.2.2 地下水修复范围及工程量

地下水修复范围见图 3-3。修复区域拐点坐标见表 3-5。修复方量见表 3-6。



图 3-3 三商地块地下水修复范围图

表 3-5 地下水修复区域拐点坐标

序号	点位	坐标		备注
		E	N	
1	B1	118.857664	32.140375	本 GPS 坐标

2	B2	118.857834	32.140378	参照 WGS-84 坐 标系
3	B3	118.857669	32.140203	
4	B4	118.857839	32.140212	

表 3-6 地下水修复区域目标因子及修复量汇总表

区域编号	污染物	修复深度 (m)	修复面积 (m ²)
地下水			
I	甲醛	7.5	319

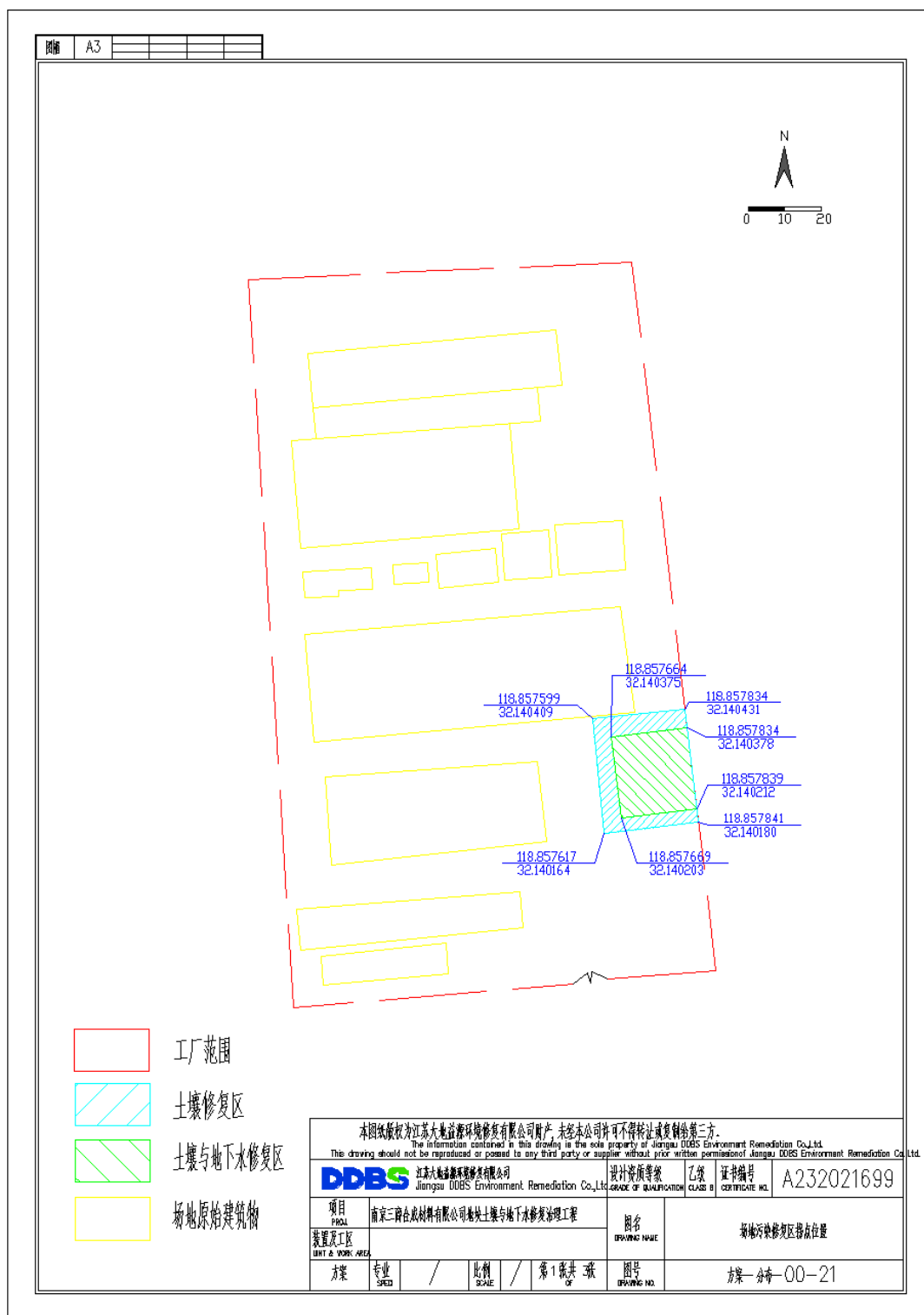


图 3-4 污染区域拐点坐标图

3.3 确定修复策略

在分析前期污染场地环境调查资料的基础上，根据污染场地的规划要求、特征条件、目标污染物、修复目标、修复范围和修复工期，

选择确定本场地的修复总体思路。

4. 修复技术的确定

4.1 修复模式的选择

本场地的修复区域较小，需要进行修复的土壤方量为 2502m^3 ，地下水的修复区域位于土壤修复区的中心，因此在进行技术模式选择是应考虑有效性和经济性。常用的修复模式包括原位修复和异位修复，经比较，两种修复模式的优缺点如下：

（1）原位修复基本对土壤不产生扰动，因此不会产生扬尘和渗出废水；而异位修复需对污染土壤进行开挖和运输，在修复阶段为了不造成二次污染，还需修建密闭大棚。总体看来原位修复对环境的影响小，施工简便。

（2）如进行异位基坑挖掘作业，本项目污染深度已达到 5m ，在施工前还需进行深基坑专项评审；施工过程中基坑还需经挖掘→土壤修复→回填流程，考虑到项目工期，该修复模式不适合。

（3）若进行异位修复，需对废水和尾气进行处理，另外处理后还会产生较多的危险废物，如：活性炭、干化污泥。从成本的经济性考虑，异位模式也不适合。

综上，本项目采用原位修复的模式对污染土壤和地下水进行修复。

4.2 修复技术比选

4.2.1 土壤、地下水常用修复技术

4.2.1.1 化学氧化技术

化学氧化技术是指利用氧化药剂本身或所产生自由基的氧化能力氧化土壤与地下水中的污染物，将其降解为毒性更小或无毒的中间产物或最终产物（如二氧化碳、水），从而达到修复目的。在美国、加拿大和西北欧，化学氧化工艺已经被用于数千个有毒废弃场地，美国环保署（EPA）资料显示，最近的现场修复案例中化学氧化技术占

了 33%，成为目前发展最迅速的污染土壤修复技术之一。

修复工艺示意图 4-1 所示。

4.2.1.2 热脱附技术

热脱附技术主要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分离的技术。

原位热脱附技术有以下几个优点：广谱、高效；可同步处理污染土壤与地下水；相对于其他的特别是异位技术，该技术无二次污染，对周围环境干扰少。本场地的污染物甲醛沸点低，在常温下基本就已挥发，采用这种方式不符合经济性；另外本场地污染区域小，也不利与施工。

4.2.1.3 多相抽提技术

通过抽提系统，利用抽真空或注入空气产生的动力迫使非饱和区土壤中的气体发生流动，从而将其中的挥发和半挥发性有机污染物脱除，达到清洁土壤的目的。通过多项抽提，也能将地下水进行抽出处理

抽提属于物理修复方法，最明显的优势是不破坏土壤性质，修复后的土壤可以作为资源循环利用；由于无药剂添加和复杂工艺，成本相对经济。影响气相抽提修复效果的因素主要包括土壤的渗透性、湿度、地下水深度、土壤结构和分层、气相抽提流量和流速等。该技术不适用于高水位、低渗透性、低挥发性有机物污染场地。但是抽出后，需有配套的尾气和废水处理系统。

4.2.1.4 水泥窑协同处置技术

水泥的生产过程是利用含碳酸钙、二氧化硅以及铁、铝氧化物等原料（主要为石灰石和粘土）经破碎后，按一定比例配合、磨细并调

配为成分合适、质量均匀的生料，在 1400℃ 以上的水泥窑内煅烧至部分熔融，生成具有水硬特性的以硅酸钙为主要成分的硅酸盐水泥熟料，再加入适量石膏、混合材料、添加剂共同磨细成为水泥产品。从水泥生产的过程看，水泥生产的原料以钙、硅化合物为主，同时需要少量的铁、铝元素，允许少量的其他杂质（非活性物质）存在。

水泥窑协同处置技术是指将满足或经过预处理后满足入窑要求的固体废物投入水泥窑，在进行水泥熟料生产的同时实现废物的无害化处置的过程。固体废物作为水泥组分直接进入到了水泥熟料产品中，实现资源化同时做到污染物的彻底去除。

表 4-1 不同有机污染土壤修复技术评价指标比较

技术	适合土壤类型 ¹⁾	技术成熟度 ²⁾	修复周期	治理效果	治理成本	残留物	本项目的适用性分析	本项目的局限性分析
化学氧化	1~9	C	较短	优	较低	无	(1) 对污染物类型不敏感,可降解各类有机污染物。 (2) 处理时间较短。	(1) 需添氧化剂等物质,要有严格的健康与安全措施。 (2) 污染面积和污染方量不大,实施较为合适。
热脱附	1~9	C	较长	优	高	气体	(1) 处理时间较短。 (2) 污染去除彻底。	(1) 单位成本高。 (2) 高含水率土壤及土壤中粘粒含量过高增加能耗。
多相抽提	7~9	C	较长	良	低	气体	(1) 适合处理 VOCs,可操作性强。 (2) 处理时间较短。 (3) 可与化学氧化联用。	需配套建立尾气和废水处理系统。
水泥窑协同处置	1~9	C	较短	优	较低	固体	技术成熟,时间较短,污染去除彻底。	污染土壤需外运,需加强管理。
注: 1)土壤类型: 1-细粘土; 2-中粒粘土; 3-淤质粘土; 4-粘质壤土; 5-淤质壤土; 6-淤泥; 7-砂质粘土; 8-砂质壤土; 9-砂土。 2)技术成熟度: C-成功应用且资料齐全; G-规模应用,但仍需改进; Z-中试阶段,有一定发展潜力。								

4.3 修复方案的确定

根据综合比较,采用原位化学氧化的技术对该场地污染土壤和地下水进行修复。

4.3.1 土壤、地下水原位化学氧化

4.3.1.1 技术简介

原位化学氧化技术通过控制氧化剂的释放形式,可以使这些地球化学变化或其他感官指标的变化对直接处理区以外地方的影响减至最小。由于注入井数量有限和水力传导系数分布的问题,通过水相注入系统控制氧化剂的用量非常困难。无论是采用渗透格栅还是水相注入,都要对含水层的性质、地球化学变化的可逆性(如溶解作用、解析作用、pH 值变化)、污染物的分布和通量进行详细的评价,以设计出有效的原位处理系统。原位化学氧化具有所需周期短、见效快、成本低和效果好等优点,采用的氧化剂包括高锰酸盐、芬顿试剂、臭氧和过硫酸盐等。原位化学氧化方法处理水中有机污染物,已经在国内和其他国家得到广泛应用。

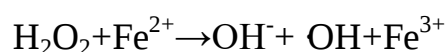
4.3.1.2 修复技术的可行性

该技术在国外已经形成了较完善的技术体系,应用广泛。该技术在国内外发展较快,多个工程成功应用。

污染物降解的速率和程度主要决定于其与氧化剂的化学反应,同时包括参与反应物的各参数,包括污染物浓度、氧化剂浓度、PH、温度等。原位化学氧化具有所需周期短、见效快、成本低和效果好等优点,采用的氧化剂包括芬顿试剂、过硫酸盐、高锰酸盐、臭氧等。

反应机理介绍如下:

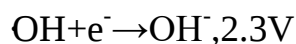
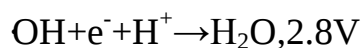
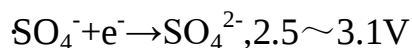
(1) Fenton 试剂氧化反应:



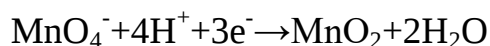
羟基自由基的作用表现在能够破坏有机物中的 C=C 键、C-C 键和 C-H 键。芳香族化合物的环状结构比脂肪族化合物的链状结构更容易破坏。羟基自由基是一种功能强大的非选择性氧化剂，反应速度快，而且能使污染物充分分解为二氧化碳和水，同时通过放热反应释放大量的水蒸汽。

(2) 过硫酸盐氧化反应:

过硫酸盐在水中电离产生过硫酸根离子 $S_2O_8^{2-}$ ，其标准氧化还原电位 $E_0=+2.01V$ （相对于标准氢电极），接近于臭氧（ $E_0=+2.07V$ ），其分子中含有过氧基 O-O，是一类氧化性较强的氧化剂。在催化条件下， $S_2O_8^{2-}$ 可活化分解为 $SO_4^{\cdot-}$ ， $SO_4^{\cdot-}$ 中含有一个孤对电子，其标准氧化还原电位 $E_0=+2.60V$ ，远高于 $S_2O_8^{2-}$ ，接近于羟基自由基（ $E_0=+2.80V$ ）。基于硫酸自由基的高级氧化过程中，有硫酸自由基的生成，也有羟基自由基的生成，这两种自由基都有较高的氧化还原电势，可以比较高效地降解有机污染物。

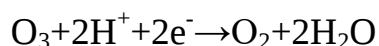


(3) 高锰酸盐氧化反应:



高锰酸盐的氧化还原电位是 1.70V，反应受 pH 影响较小，它在水中的溶解度较高，可通过水溶液的形式导入土壤的受污染区。相对于其它几种氧化剂，高锰酸盐较稳定，没有环境风险，不会造成二次污染。

(4) 臭氧氧化反应:



O_3 的氧化还原电位为 2.07V，氧化效率高，是一种强氧化剂。 O_3

水中溶解度为 49ml/100ml,可快速进入土壤水分中与污染物接触产生反应。臭氧分解产生的氧气有利于有机污染物的微生物降解,因此可以与生物通风等技术结合应用来修复污染场地。但臭氧极不稳定,半衰期短,反应迅速,传输距离短,且腐蚀性强,需要现场生成。

其中 Fenton 试剂法因其能够氧化大多数有机物,具有无选择性、反应迅速、出来彻底、原料简单便宜、无需复杂设备、操作简便、反应条件温和,反应产物是水和氧气,无二次污染,残存的双氧水可自然分解成氧气,而且为微生物繁殖提供电子受体等特点,此外,从群众的接受程度以及经济方面来考虑,芬顿试剂是最理想的试剂。

我单位在原位化学氧化上有多个成功修复案例,且全部验收合格。

综合考虑上述因素,利用原位化学氧化技术修复本场地的污染地下水可作为本项目的修复技术,氧化药剂采用双氧水和硫酸亚铁配制而成的芬顿试剂。

5. 场地修复方案设计

5.1 修复方案的总体技术路线

针对本场地关注污染物的空间分布特征，结合场地地质、水文地质及周边环境，我单位确定的技术路线如图 5-1 所示。

（1）总体修复模式

根据《南京三商合成材料有限公司地块场地环境调查与风险评估报告》，结合我单位依据工程经验对场地进行的分析，我单位拟采用原位修复模式对场地内的污染土壤和地下水进行修复处理。

综合考虑，采用建井+Geoprobe 钻机原位注射的方式对土壤和地下水进行修复。

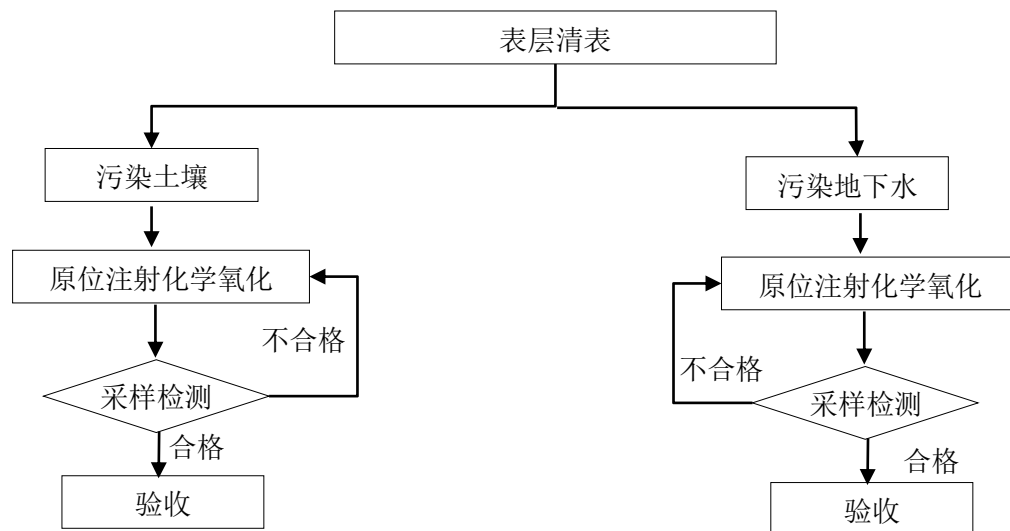


图 5-1 总体修复技术路线图

5.2 各修复技术应用规模

表 5-1 土壤和地下水修复技术应用规模

序号	修复对象	修复技术	方量/面积
1	污染土壤（0.5m-5m）	原位注射化学氧化	2502m ³
3	污染地下水（7.5m）	原位注射化学氧化	319m ²

5.3 污染土壤原位化学氧化修复方案

5.3.1 工艺流程

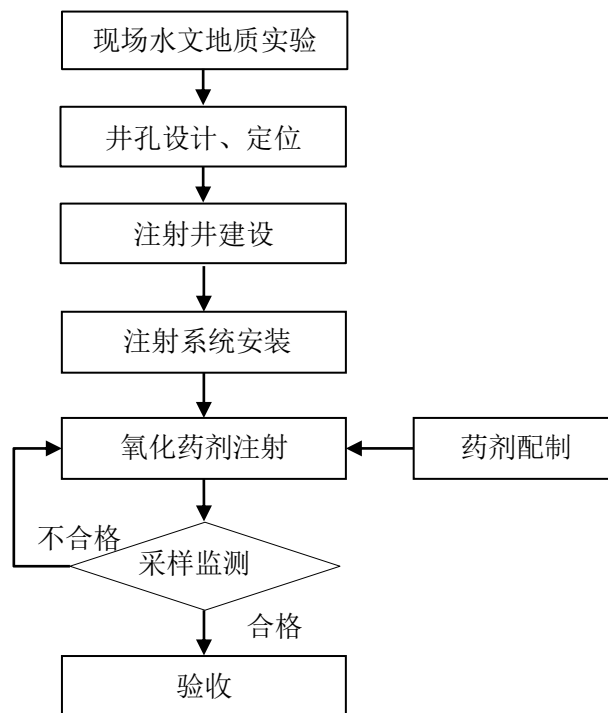


图 5-2 原位注射化学氧化施工流程图

（1）注射井、监测井建设

根据规划的建井位置，建设注射井、监测井，深度直至地面下污染深度。

井的安装一般采用 Geoprobe 钻井系统进行施工，在我方技术人员的指导下进行，根据美国材料与测试协会（ASTM）制定的相关技术导则（如 D5092-02 等）进行操作。

井的钻探完成后，安装一根封底的内径 63mm 的硬质 PVC 井管，硬质质 PVC 井管由底部密封、管壁可滤水的筛管、上不延伸至地表

的实管组成。筛管部分表面含水平细缝，细缝宽为 0.2mm。

监测井的深度和筛管的安装位置由专业人员根据现场地下水位的相对位置及各监测井的不同监测要求综合考虑后设定。

监测井筛管外侧周围用粒径采用 0.25mm 的清洁石英砂回填作为滤水层，石英砂回填至地下水位线处，其上部再回填不透水的膨润土，最后在井口处用水泥砂浆回填抹平至自然地坪处。地下水监测井剖面示意图如图 5-4。

地下水监测井完成后，必须进行洗井，以清除监测井内初次渗入的地下水中夹杂的浑浊物，同时也可以提高监测井与周边地下水之间的水力联系。洗井工具为贝勒管。每口井配备一个贝勒管，仅一次性使用。洗井时所需抽提出来的水量应大于监测井总量的 3 倍。洗井完成后，待监测井内地下水稳定后，方可进行地下水采集。

原位修复注射井的安装施工工艺参照监测井。

（2）注射系统安装

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。

（3）药剂配制

根据注入区污染物浓度计算药剂注入量。由于污染物并不是均匀分布，在污染物浓度较高的区域需要增加药剂投加量，而污染浓度较低的区域则应相应减少药剂的投加量。

（4）注射井注射药剂

根据地勘提供的地层资料，结合工程经验，确定各区域药剂注射量、注射频次等工艺参数。注射期间进行取样分析，评估注射修复效果。并调整下一次注射的参数。

（5）Geoprobe 钻机原位注射

对未建井的北侧区域及土壤修复区外围使用 Geoprobe 钻机直接进行原位注射（详见图 5-6）。

（6）采样监测

药剂投加后一段时间，按照设计的时间间隔定期进行采样监测。根据检测结果对药剂添加量等参数进行适当的调整，对于扩散效果不好的及注射井扩散盲区区域再次采用 Geoprobe 钻机直接注入化学氧化药剂的方法进行加密注射，直至达到修复目标。

（7）验收

修复达标后根据现场检测结果，判断土壤 pH 值，若过低可添加碱调节至中性。验收通过后，拆除注射井，该区域修复工程完成。监测井留下，作为后期长期监测之用。

5.3.2 工艺参数

土壤原位注射区域为甲醛罐区，包含地下水修复区域。在进行土壤氧化修复的同时，已在对地下水进行修复。为了保证污染土壤及地下水的修复效果，从原位注射点布置、注射井参数、药剂注射参数等方面进一步细化原位注射的工艺参数。

5.3.2.1 原位注射点布置

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，注射井影响半径是压力梯度、浓度梯度、时间的函数，是变量。

注射井的影响半径要根据场地地质条件并结合现场试验情况进行确定。通过对数百个原位化学氧化修复土壤和地下水的文献资料及

工程应用实例统计表明，氧化剂的扩散半径为 0.50~15.00m。根据我单位相关实验及工程应用经验，综合考虑本场地环境条件因素，为确保修复效果，本项目注射井的影响半径取 3m。

影响半径的选取参考了我单位前期的工程实践经验。举例：金坛区振兴化工有限公司地块土壤和地下水修复工程。

本项目进行原位注射的区域地质条件主要以黏土层为主，渗透系数以 10^{-7} 级别为主。根据技术方案及现场技术人员的实地勘察，在对土壤进行原位注射时选取影响半径为 5m。施工时采用加压结合无压渗透的方式进行修复，采用的注射药剂为芬顿试剂，采取的投加比例为 5%。修复后，按照规范对该地块进行了验收，结果显示土壤中的目标污染物苯、间二甲苯&对-二甲苯、氯仿、1,2-二氯乙烷、六氯苯、总石油烃的检出数据已达修复目标，验收合格。

与金坛项目相比：

三商项目与金坛项目相比，污染因子少，仅甲醛一种单一的污染物。而且甲醛的结构简单，沸点低，易氧化；金坛现场采用无压力注射和有压力注射的方式进行了多次注射，结果显示达到修复效果。该项目的污染物中含多种难降解的物质。这些都能证明利用芬顿对甲醛进行原位氧化是有效的。

综上所述，本项目采用原位注射的方式，考虑为保证修复效果，影响半径确定为 3m；在修复期间采用加压的方式多次注射；注射期间定期对区域内的土壤进行自检采样，根据自检结果调整注射量，保证合格。

根据场地修复面积，综合考虑减少盲区，在地下水及土壤污染区域较重的南侧建设 15 口注射井，采用加压注射的方式对地下 0.5-5m 深度的土壤进行加药修复，根据修复效果，后续可配合 geoprobe 钻

机进行加密注射。污染程度较低的北侧区域及土壤修复区外围区域，直接采用 geoprobe 加压注射进行修复，注射间距取 1m，不再建设注射井。现场配备 geoprobe 钻机进行定期取样自检，并有针对性的对超标区域进行加药注射，保证合格。

如图 5-7 所示，考虑到后期钻机进入区块内进行钻井取样，注射井的间距约为 5.2m，保证了 geoprobe 钻机能够进入。

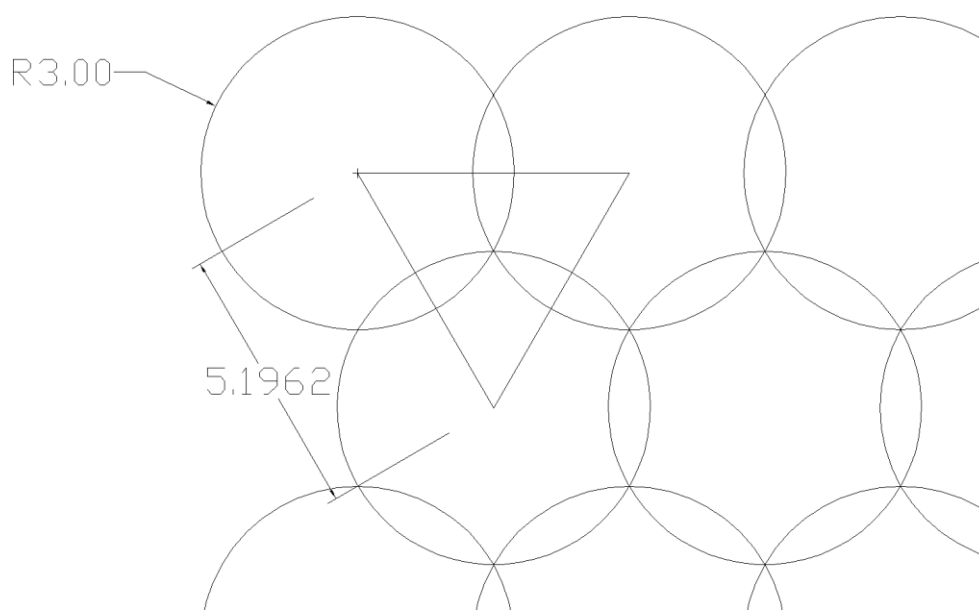


图 5-7 污染土壤原位注射点间距布置

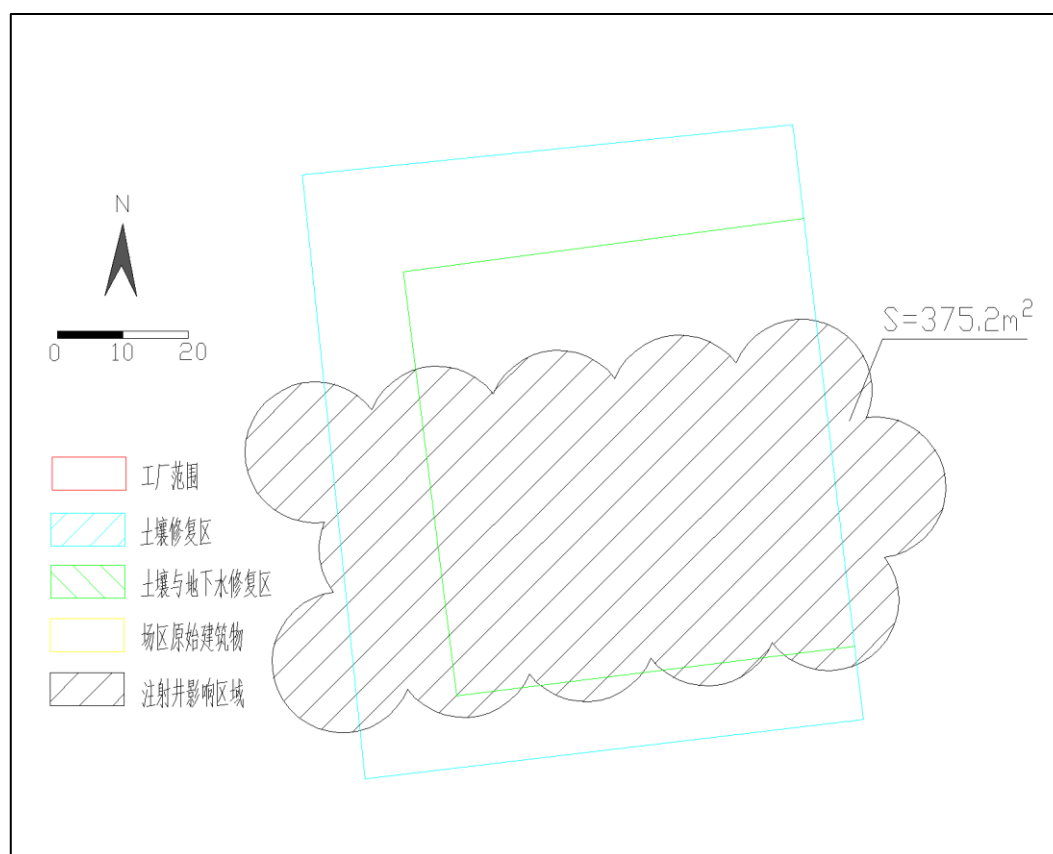


图 5-8 污染土壤原位建井注射影响区域

5.3.2.2 注射井参数

土壤修复注射井深度为 7.5m。注射井管材采用 PVC，注射井直径 63mm，壁厚 6mm。注射有效管壁周围回填洁净石英砂，粒径为 0.25mm；井口处用膨润土压实，不开孔；注射井 PVC 无孔管长 0.5m，周边填膨润土，即下管前以地表高度向下 0.5m 开始筛孔。

5.3.2.3 药剂注射参数

根据甲醛的污染深度、污染物的浓度、修复目标以及过往工程经验，暂定氧化药剂的投加量为 4%，该投加比例根据现场实际适当进行调整。药剂在注入前需稀释双氧水浓度至 5%，这主要是为了避免由于双氧水的浓度太高致使反应剧烈，在芬顿试剂未到达作用区域时，最强的反应活性就已经消失。一个注射周期结束后，进行检测。若达到修复目标，则停止注射；若不合格，则继续进行注射。按照以往工程实践，通常在注药结束后 2-3 天取样自检，判断注射效果。

注射工艺参数:

双氧水（30%）稀释至 5%；硫酸亚铁配置成 30%的溶液。注入药剂时，先注硫酸亚铁，再注双氧水。

影响半径为 3m 时，建井注射影响面积约为 375.2m^2 。土壤修复深度为 0.5-5m 时，15 口井影响土壤体积为 1688.4m^3 。（本项目土工试验未测量密度，湿土壤密度一般为 1.6 t/m^3 - 1.8 t/m^3 ，本地块土壤密度以 1.8 t/m^3 计）。

根据计算，土壤修复区通过建井注射总共需要注射药剂量为 122t（浓度为 5%）。

5.3.2.4 注射设备参数

根据现场施工经验，在对注射井和 Geoprobe 注射时，注入泵使用空气驱动，或液压驱动式，注入压力 $0\sim 65.0\text{kg/cm}^2$ 。系统注入量 $0\sim 2.5\text{m}^3/\text{h}$ ，最大扬程 50.0~70.0m。

5.4 地下水原位化学氧化修复方案

5.4.1 工艺流程

本工艺主要分为现场水文地质试验、注射井及监测井成井、加药设备安装、药剂注射和监测分析等步骤，参见 5.3.1 相关内容。

5.4.2 工艺参数

5.4.2.1 注射井点布设

考虑到地下水修复区域包含在土壤修复面积内，且面积较小，因此不再单独设置独立的地下水注射井，直接采用同一口注射井对土壤和地下水进行同时修复。

注射井未影响到的区域，直接采用 geoprpbpe 进行原位注射修复。

5.4.2.2 注射井参数

地下水原位修复注射井的相关设计参数详见章节 5.3.2.2。

5.4.2.3 药剂投加参数

地下水主要污染物为甲醛，与土壤中的污染物种类一致。暂定氧化药剂的投加量为 4%，药剂浓度为 5%。具体投加量根据地下水的采样分析结果确定。

地下水需要修复面积为 319m^2 ，一个注药周期结束后，在其污染区域及地下水流向上下游取点进行采样检测，如不合格，继续进行注药修复。详见 5.3.2.3。

5.4.2.4 注射设备参数

详见 5.3.2.4。

6. 过程环境管理和监测方案

6.1 环境管理计划

6.1.1 环境管理组织体系及管理制度

6.1.1.1 组织机构及职责分工

成立环境保护领导小组，以项目经理为组长，项目总工、项目副经理为副组长，各施工组组长、成员为组员的环境保护领导小组，环境保护领导小组下设办公室，办公室设在安全环保部，负责日常安全生产归口管理工作。各施工队须成立环境保护专门机构、配备专职人员，形成上下贯通的保障体系。

表 6-1 环境保护领导小组组织机构

职务	职责内容	备注
组长	1、 组织构架项目环境管理体系； 2、 组织制订环境管理计划； 3、 建立和调整项目环境管理体系组织机构，定岗位职责和权限； 4、 组织项目环境管理体系内部审核，并协助分公司组织管理评审；确保为环境管理体系持续有效运行所需的资源。	
项目环境管理代表	1、 协助项目经理管理环境管理体系；参与制订并贯彻执行环境方针、环境目标和指标； 2、 负责组织项目管理人员学习与环境相关的法律、法规； 3、 负责环境管理体系标准、环境管理体系文件培训和指导实施； 4、 负责环境信息的沟通工作； 5、 负责接待外部审核的组织工作； 6、 负责环境方针、目标的对外宣传。	
施工区固废控制责任人	1、 负责采取有效措施控制施工中各种垃圾的产生； 2、 负责施工区各种垃圾收集归堆的管理，并负责组织施工区垃圾的外运； 3、 负责协助现场经理对施工队伍进行环境法律法规、环境管理体系标准的培训和教育。	
办公区废物控制责任人	1、 负责采取有效措施控制办公生活区中各种垃圾的产生； 2、 负责对办公区所产生的垃圾进行分类处理，对有毒有害废弃物（如：打印墨粉、复印机墨盒、复写纸等）严格按照相关规定进行处理； 3、 负责每天对生活区垃圾进行收集归堆的管理，并负责组织办公生活区垃圾的外运； 4、 负责食堂油污的过滤、厕所排泄物沉淀的管理与处理。	
噪声及光污染控制责任人	1、 负责采取有效措施降低噪声的污染、减少强光的污染； 2、 负责施工区域噪声及光污染的监测、管理与协调。	
施工废水控制责任人	1、 负责采取有效措施减少施工污水的产生； 2、 负责施工现场污水的有组织排放，部分污水的净化处理；	

职务	职责内容	备注
	3、负责检测施工污水是否符合排放标准，并负责不符合直接排放标准的污水的处理。	
废气控制责任人	1、负责采取有效措施减少施工扬尘及废气的产生； 2、负责施工扬尘及废气的监测与管理； 3、负责整个施工区内临时道路的清洁与维护管理。	
有毒物质控制责任人	1、负责易燃、易爆物资及有毒有害化学品的采购、入库、标识、存储和领用管理，制定并组织实施有关应急准备和响应措施； 2、负责向供应商传达公司及项目环保要求并监督实施； 3、负责物资进货验证，检查所购物资是否符合规定的环保要求。	
节水节电控制责任人	1、负责采取有效措施降低水电的损耗； 2、负责施工及办公生活中水电的计量、监测与管理。	

6.1.1.2 人员培训

在项目施工开始前，对建设单位、施工单位、监理单位等相关人员进行环境、健康、安全教育培训。

授课内容主要包括国家、江苏省、南京市对建设项目管理中有关环境保护方面的法规、文件及有关要求，本项目在设计中提出的环保措施及施工期的环保要求，本工程施工期环境保护指南。

表 6-2 环境培训内容

培训内容		培训期限
一般环境常识	1、介绍与环境相关的环境影响因素和环境保护措施； 2、区域内环境敏感点和应注意的环境问题； 3、环境问题报告的要点； 4、场地的废物管理； 5、场地的污染控制措施； 6、违反规定、法律法规的罚款。	半天
特殊环境常识	1、本项目有毒有害物质的理化性质； 2、有毒有害物质的危害途径； 3、二次污染防治措施。	半天
一般健康和安	1、禁酒、禁毒； 2、交通安全、用电安全、防火、防爆等； 3、个人防护用具的使用方法； 4、违反法律法规的处罚措施。	半天

6.1.1.3 管理制度

(1) 依法、依规、依标

依据《中华人民共和国环境保护法》、《大气污染防治法》、《水污

染防治法》及其它国家、地方法律法规、管理条例、部门规章，根据本环境管理计划中的二次污染防治措施，对施工中产生的废水、废气、扬尘、固体废物及其它环境影响因素进行合法、合规、达标处置，符合当地环境行政主管部门的管理要求。

（2）实施清洁生产管理

通过不断改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。在施工中通过节水、节能、节电、雨污分流、废水循环利用，变无组织为有组织排放，及采取完善的、可行的二次污染防控措施，实现污染废物的减量化、无害化、资源化。

（3）环境保护的全方位、全过程管理

环境保护的全方位管理主要指的不仅是对修复场地内产生的环境问题进行管控，亦对可能受到影响的环境敏感点进行污染管控，主要实施思路为源头治理、厂界严格达标、敏感点动态监测。

环境保护的全过程管理体现在环境保护贯穿于修复工程始终，如下图所示，在工程设计阶段、工程实施阶段、工程验收阶段、退场阶段按照管理要点通过工程措施及管理措施实现环境管理阶段目标。

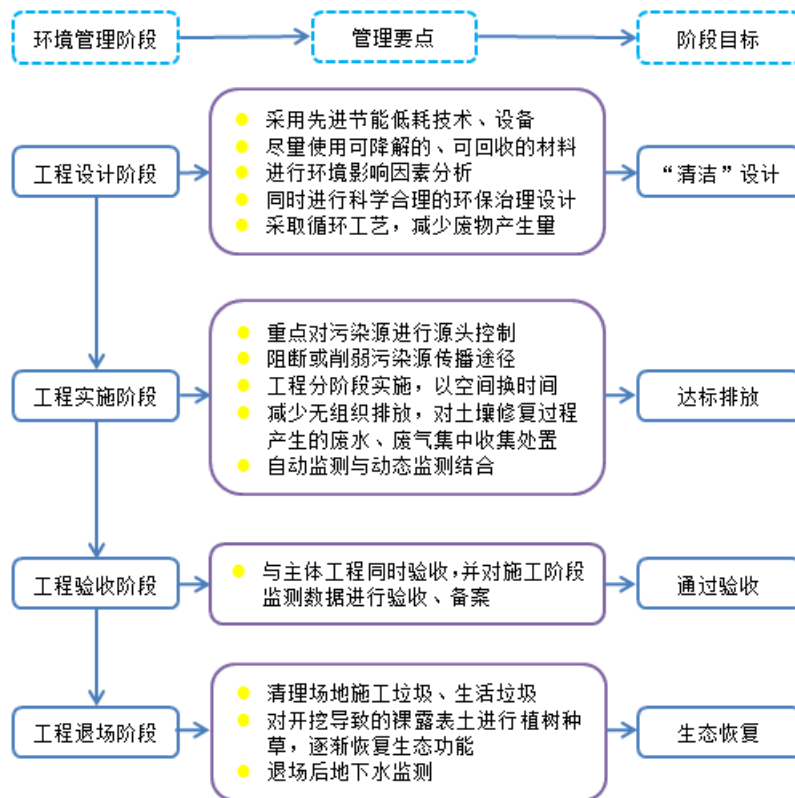


图 6-1 全过程环境管理流程

（4）三同时制度

严格执行“三同时”制度，即环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。把环境保护工作与工程质量、安全、进度同等管理；环保工程质量同工程质量放在同一标准尺度验收。

（5）环境管理信息公开制度

为使公众更好地了解本工程，建立一个与周围群众和环境公益团体沟通的信息渠道，更好的接受社会监督，本工程将实施环境管理信息公开制度。

信息公开渠道包括：

- 1) 在施工大门外设置信息公开栏。
- 2) 在南京市当地网站、论坛披露施工信息。

6.1.2 项目位置及功能区划

6.1.2.1 项目位置

本项目南京三商合成材料有限公司地块位于南京市栖霞区，见图 2-1。

6.1.2.2 环境质量适用标准

(1) 大气环境

执行 GB3095-2012《环境空气质量标准》二级标准。

表 6-3 本区域执行的空气质量标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值
1	二氧化硫	年平均	$60 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 小时平均	$150 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		1 小时平均	$500 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2	二氧化氮	年平均	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 小时平均	$80 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		1 小时平均	$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
3	一氧化碳	24 小时平均	$4 \text{mg}/\text{m}^3$
		1 小时平均	$10 \text{mg}/\text{m}^3$
4	PM ₁₀	年平均	$70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 小时平均	$150 \mu\text{g}/\text{m}^3$
5	PM _{2.5}	年平均	$35 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 小时平均	$75 \mu\text{g}/\text{m}^3$
6	总悬浮颗粒物 (TSP)	年平均	$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 小时平均	$300 \mu\text{g}/\text{m}^3$
7	氮氧化物	年平均	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 小时平均	$100 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		1 小时平均	$250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
8	铅	年平均	$0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		季平均	$1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$
9	苯并(a)芘	年平均	$0.001 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 小时平均	$0.0025 \mu\text{g}/\text{m}^3$

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值
10	镉	年平均	0.005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
11	汞	年平均	0.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
12	砷	年平均	0.006 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
13	六价铬	年平均	0.000025 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

大气环境中的甲醛参照《大气污染物综合排放标准》GB16297-1996 无组织排放监控浓度限值 0.25 mg/m^3 。

(2) 声环境

执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 标准。

表 6-4 本区域执行的噪声质量标准

监测区域	昼间 dB(A)	夜间 dB(A)
厂区边界	70	55

(3) 地下水环境

施工期间对地下水进行定期检测, 确定地下水修复效果, 监测指标为目标污染物甲醛, 监测值为甲醛修复目标值。

6.1.3 修复过程中的环境影响分析

6.1.3.1 项目周边环境及敏感点分析

本场地位于工业园区, 周边无较多的敏感点, 但仍有可能对园区工人及路人产生影响。为严防施工过程中产生二次污染或扰民事件。施工单位将严格排查环境风险影响因素, 严格执行八项原则, 实行最严格的全过程环境管理和监测, 做到有效地防范二次污染。

6.1.3.2 环境因素识别与风险评价

本修复工程对环境影响因素的识别及其风险评价预测如下表所示。

表 6-5 环境因素识别与风险评价表

序号	作业活动	环境风险环节	可能产生的环境影响	状态			时态			风险等级	是否重大环境因素
				正常	异常	紧急	过去	现在	将来		
1	管理活动	现场办公室及房屋装修	水、气、声、固废	√				√		低	否
2		汽车尾气排放	气体排放	√				√		低	否
3		办公室固废丢弃	固废排放	√				√		低	否
4		开工仪式或宣传活动	声、固废	√				√		低	否
5		走访、踏勘	生态影响、社区环境	√				√		低	否
6	施工准备	植被破坏	生态影响	√					√	低	否
7		地形地貌改变	生态影响	√					√	低	否
8		临设、临建	资源消耗、废水排放	√				√		低	否
9		建筑固废丢弃	固废排放	√				√		低	否
10		生活固废丢弃	固废排放	√				√		低	否
11		使用机具设备	气、声	√				√		低	否
12		修建施工道路	资源消耗、气、声、固废	√				√		低	否
13		运输材料设备	气、声	√				√		低	否
14	修复处置	废气泄漏	废气排放		√				√	中	是
15		废水泄漏	废水排放		√				√	中	是
16		处置机具使用	水、声环境	√				√		中	是

根据表 6-5 中对环境因素的识别及其风险评价预测分析，重大环境因素主要集中在污染处置活动阶段，涉及的影响因素包括废气、施工噪声及地下水，如表 6-6 所示。

表 6-6 重大环境因素清单

作业活动	序号	环境风险环节	环境影响	时态/状态	管理标准/依据
处置	1	废气泄漏	废气排放	将来/异常	《环境、职业健康安全运行控制程序》《重要环境因素管理方案编制规定》 《大气污染物综合排放标准》《污水排放控制规定》
	2	地下水	地下水污染	将来/异常	
	3	使用机具设备	声环境	将来/异常	

针对以上重大环境影响因素，本方案制定了针对性的监测计划（见本章第 6.2 节）。

6.2 环境监测方案

6.2.1 环境监测目的及要求

6.2.1.1 环境监测的目的

（1）全面及时掌握现场施工处置阶段区域环境质量变化的影响程度和范围。

（2）及时向主管部门反馈信息。

（3）为项目的环境管理提供科学依据。

6.2.1.2 环境监测的要求

（1）根据业主及相关部门的要求，建立健全环境监测管理制度。

（2）环境监测岗位工作人员应使用标准化的采样方法，项目部定期组织环境监测岗位培训，环境监测人员经项目部培训合格后，方可上岗。

（3）环境监测人员按照有关要求及项目特性制定详细的监测计划，并按照计划定期进行环境监测，详细记录监测数据，及时对数据进行汇总，将整理好的数据编制成监测报告后上报至项目经理。定期对监测过程中出现的技术问题进行总结与反馈，及时上报及时解决问题。

(4) 根据环境监测设备运营维护要求,系统维护人员定期对环境监测系统设备进行检查与维护,确保环境监测设备正常、稳定的运行。

6.2.2 环境监测方案

6.2.2.1 空气监测

(1) 大气采样点

1) 采样范围

本场地污染修复区域、下风向场地边界及边界外 500m 内的主要环境敏感点。

2) 采样程序和方法依据

根据《空气和废气监测分析方法》(第四版)和《环境空气质量手工监测技术规范》中 VOCs 监测的采样方法,选用专用大气采样器,应用于大流量采样系统进行大气采样。



图 6-2 大气采样器

根据《大气污染物无组织排放监测技术导则》(HJ/T 55-2000)中规定,无组织排放监控点的采样一般采用连续 1 小时采样计平均值,或实行等时间间隔采样,在 1 小时以内采集 4 个样品计平均值。

3) 采样点位

如下图所示。



图 6-3 空气监测采样点布设

4) 采样频次

根据《环境监理事务制度》（试行）中第 3 条款现场环境监理事务规定“对重点污染源及其污染防治设施的现场监理事务每月不少于 1 次”，监测频次拟定每月 1 次，本项目工期为 60 天，拟进行两次检测。

在施工场区，半挥发性有机物污染物可能挥发到空气中，影响现场作业人员安全。因此，采用光电离子化检测器（PID）来实时监测这些污染物在现场空气中的浓度。每天 2 次。



图 6-4 光电离子化检测器（PID）

5) 采样数量

施工期间每月共采集送检空气样品 4 个。

6) 监测标准

监测标准符合《环境空气质量标准》二级标准和《大气污染物综合排放标准》无组织排放监控浓度限值。

6.2.2.2 噪声监测

本项目的噪声来源为运输车辆、注射压力设备等。在施工工程需要加强噪声的监控，采取有效措施防止噪声污染。

在修复工程施工过程中，机械作业产生的噪声需定期检测。测量时尽量选择无雨雪、无雷电天气，风速为 5m/s 以下的气候，且选择在场地平坦、无大反射物的场地中进行监测。

(1) 监测范围

场地周边靠近敏感点区域。

(2) 监测程序和方法依据

采用积分平均声级计测量，监测方法按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）执行。

(3) 监测点位

按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中规定，测点应设在厂界外 1m，高于围墙 0.5m 且距离噪声敏感点最近的位置。本项目设置 4 个噪声监测点。



图 6-5 噪声监测采样点布设

(4) 监测频次

施工期间,测量连续 20min 的等效声级,夜间同时测量最大声级。“昼间”是指 6:00 到 22:00 之间的时段;“夜间”是指 22:00 到次日 6:00 之间的时段。每月监测采样 1 次,本项目进行两次采样。另外现场配备噪声仪进行定期监测。

(5) 监测标准

按照施工期间的环保要求,治理过程中噪声排放控制执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准。

6.2.2.3 地下水监测

在场地修复实施过程中需要定期对地下水进行监测。

(1) 采样范围和点位

地下水流向为自东北向西南,根据场调报告中提供的地下水采样信息,以及“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”的布点要求,设置的地下水监测点如下图所示。

(2) 采样程序和方法依据

根据《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）采样程序和方法进行地下水样采集。地下水水质监测通常采集瞬时水样。从井中采集水样，必须在充分抽汲后进行，抽汲水量不得少于井内水体积的3倍，采样深度应在地下水水面0.5m以下，以保证水样能代表地下水水质。

（3）采样点布置

布设的地下水监测点位大致如下，监测个数为6个。可选择场地调查时的监测井。



图 6-6 地下水采样点布设

(4) 监测频次

地下水监测根据注射批次进行确定，一般一个注射周期结束后，对地下水进行采样，判断其是否达到修复目标。

(5) 监测标准

应满足三商合成材料有限公司地块敏感用地条件地下水目标因子

修复目标值，即甲醛的修复目标值。

6.2.2.4 土壤监测（自检）计划

土壤自检是对修复区的污染土壤进行采样检测，需要采样的位置包括修复区域内和修复区域边界。自检的检测标准为本项目的修复目标值，详细的采样点布设及安排按照场地验收计划进行采样。即根据《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》导则进行采样，其中土壤修复区内布设 5 个点，每个点在 0.5、2.5 与 5.0m 采样，共计 15 个；土壤修复区边界布设 5 个点，每个点在 0.5、2.5 与 5.0m 采样，共计 15 个；地下水修复区在上游、中游及下游共采样 6 个。

本项目自检土壤采样个数与验收一致，修复区域内 15 个样品、修复区域边界 15 个样品、地下水 6 个样品。由于注药后污染土壤不一定能一次合格，因此自检采样个数应视修复效果情况而定。

6.3 环境监理

6.3.1 环境监理工作目的

环境监理是受污染场地责任主体委托，依据有关环境保护法律法规、场地环境调查评估备案文件、场地修复方案备案文件、环境监理合同等，对场地修复过实施专业化的环境保护咨询和技术服务，协助和指导建设单位全面落实场地修复过程中的各项环保措施，以实现修复过程中对环境最低程度的破坏、最大限度的保护。

6.3.2 环境监理工作程序

《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》，环境监理工作程序见下图。

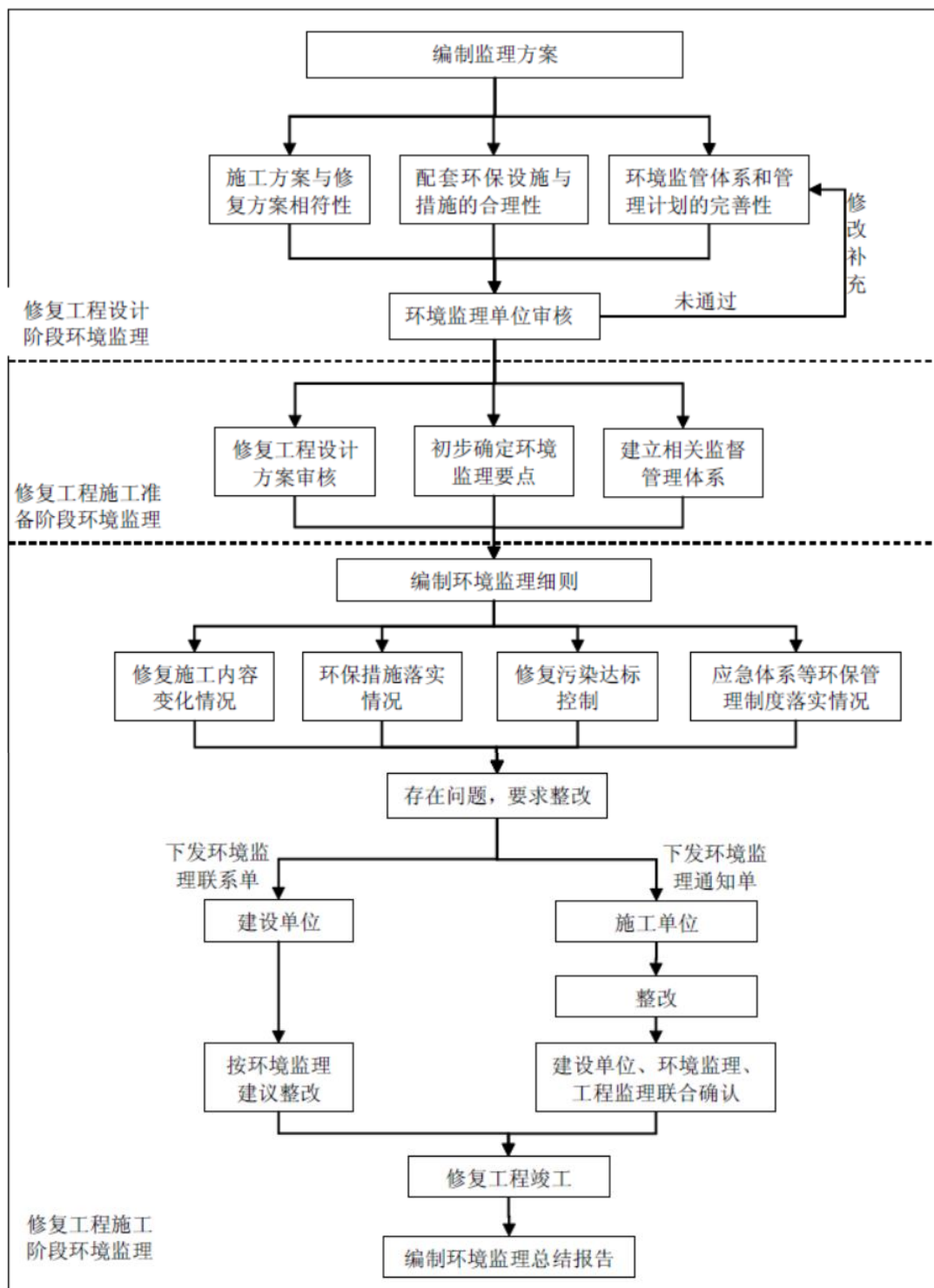


图 6-7 污染场地修复环境监理工作程序

6.3.3 环境监理工作内容

6.3.3.1 修复工程设计阶段

设计阶段环境监理内容包括：收集场地调查评估、场地污染修复方案、修复工程施工设计、施工组织方案等基础资料，对修复工程中

的环保措施和环保设施设计文件进行审核,关注修复工程的施工位置,审核修复过程中大气、噪声、固体废物等二次污染处理措施的全面性和处理设施的合理性,必要的后期管理措施的考虑。

6.3.3.2 修复工程施工准备阶段

施工准备阶段环境监理内容包括:了解具体施工程序及各阶段的环境保护目标,参与修复工程设计方案的技术审核,确定环境监理工作重点,协助业主监理完善的环保责任体系,建立有效的沟通方式等,并编制场地修复环境监理细则。

6.3.3.3 修复工程施工阶段

本项目修复工程施工阶段环境监理内容包括:

核实修复工程是否与修复实施方案符合,环保设施是否落实,是否建立事故应急体系和环境管理制度;

监督环境保护工程和措施,监督环保工程进度;

检查和监测施工过程中产生的水、气、声、渣排放,施工影响区域应达到规定的环境质量标准;

对场内修复工程相关措施进行监督管理;

对异位处置过程,包括储存库及处理现场地面防渗措施的落实和监控;

检查必要的后期管理长期监测井设置;

根据施工环境影响情况,组织环境监测,行使环境监理监督权;

向施工单位发出环境监理工作指示,并检查环境监理指令的执行情况;

协助建设单位处理环境突发事故及环境重大隐患;编写环境监理月报、半年报、年报和专项报告。

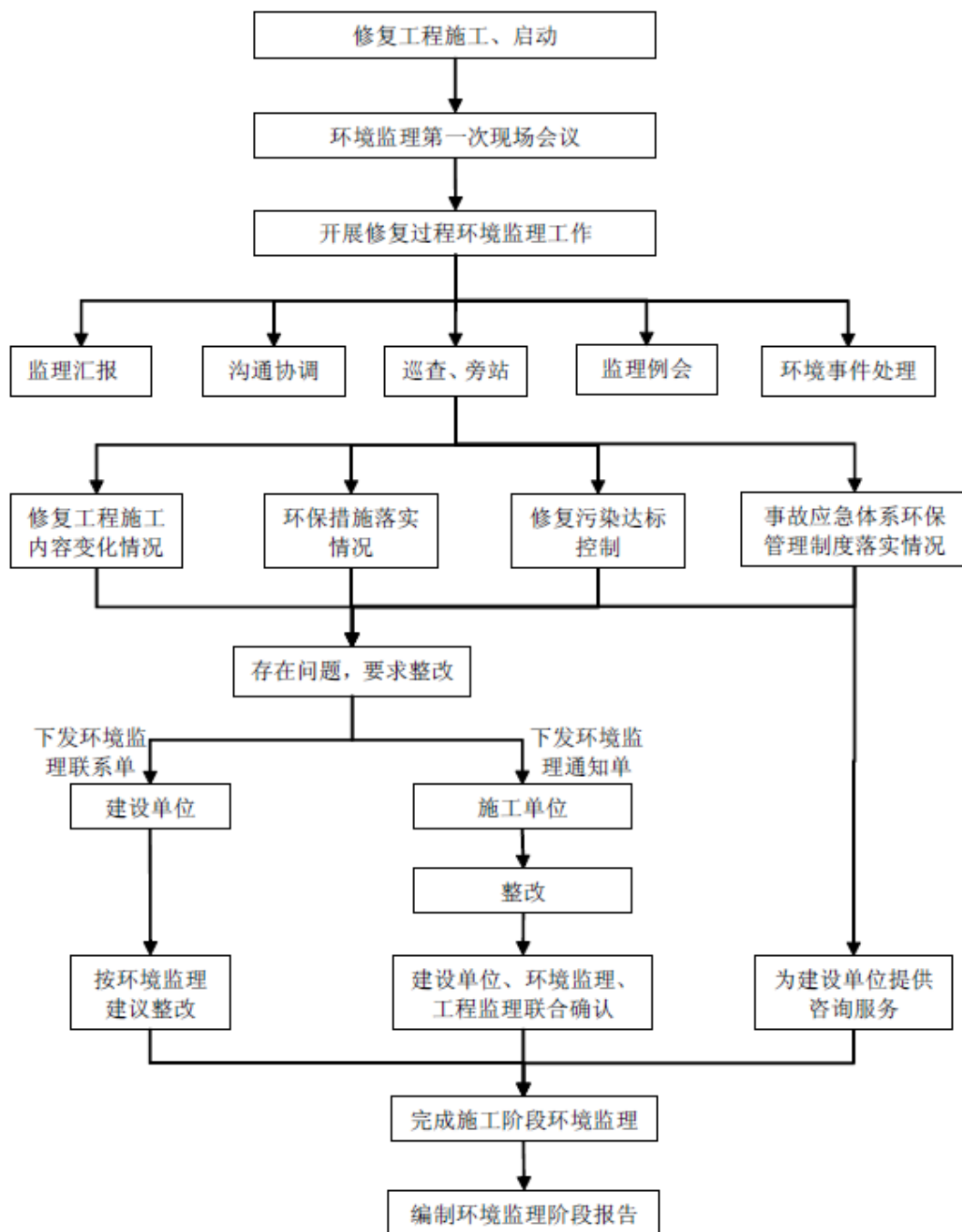


图 6-8 污染场地修复工程施工阶段环境监理工作程序

6.3.4 本项目污染场地修复工程施工阶段环境监理工作要点

6.3.4.1 土壤原位修复工程

须对修复区域边界进行严格监督管理，并在周边区域设置采样点，避免修复工程对周边土壤和地下水产生影响。

6.3.4.2 地下水修复工程

对于地下水修复工程或在长期风险控制过程中，应对污染源修复效果或地下水中污染物衰减效果进行定期监测，并且针对不同的修复措施应采取不同的监督措施。进行原位修复时，需要对空气注射周边及下游地下水监测井、土壤气监测设施等进行采样监测，避免修复工程对周边土壤和地下水造成二次污染。

6.3.5 修复工程环境影响监测

6.3.5.1 修复工程环境影响监测

需要针对场地土壤中挥发性有机污染物甲醛可能带来的环境影响进行有效监控，监测和评价施工过程中污染物的排放是否达到有关规定。在治理修复过程中，若向水体和大气中排放污染物，应进行布点监测。监测点位应按照修复工程技术设计的要求布设。例如热脱附、土壤气提、化学氧化、生物通风、自然生物降解法等应在废气排放口布点；热脱附、淋洗法等应在废水排放口布点。

本项目为原位化学氧化修复，不产生废气、废水，对原位土壤和地下水进行监测；另外对周边环境空气、噪声进行监测。

6.3.5.2 大气环境监测

大气环境监测内容只包括修复区修复施工过程中污染物无组织排放空气样品的采集、分析及质量评价。依照《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T55）中相关规定，分别在场地区域边界及环境敏感点设置大气监测点。无组织排放大气污染物的采集根据《大气污染物综合排放标准》（GB 16297）执行，采用连续监测 1 小时采集 1 个样品的方法。

采样频次参照《环境监理工工作制度（试行）》（环监[1996]888 号）中第 3 条款现场环境监理规定“对重点污染源及其污染防治设施的现场监理每月不少于 1 次；对建设项目、限期治理项目现场监理每月不

少于 1 次”，污染场地修复现场监测频次按每月 1 次执行。

6.3.5.3 噪声污染源监测

噪声污染源环境监理主要监督检查工程施工和修复过程中的主要噪声源的名称、数量、运行状况；检查修复工程影响区域内声环境敏感目标的功能、规模、与工程的相对位置关系及受影响的人数；检查项目采取的降噪措施和实际降噪效果，并附图表或照片加以说明。噪声监测方法与评价标准参考《建筑施工场界噪声测量方法》（GB 12524）和《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523）。

6.3.5.4 固体废物污染源监测

固体废物污染源环境监理应调查固体废物利用或处置相关政策、规定和要求；核查工程产生的固体废物的种类、属性、主要来源及产生量；调查固体废物的处置方式。对固体废物的利用或处置是否符合实施方案的要求进行核查，对不符合环保要求的行为进行现场处理并要求限期整改，使施工区达到环境安全和现场清洁整齐的要求。施工阶段垃圾应由各施工单位负责处理，不得随意抛弃或填埋，保证工程所在现场清洁整齐，对环境无污染。固体废物排放参考《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB 18599）。

6.4 场地二次污染防治

6.4.1 土壤污染防治

本工程采用的是原位注射工艺，不对土壤进行挖掘和翻拌，不产生土壤污染。

6.4.2 水污染防治

本工程为原位修复，不产生污染废水。

6.4.3 大气污染防治

（1）扬尘的防治

1) 结合工程的性质和地区实际情况, 做好组织计划, 科学管理, 合理施工。

2) 场地内围墙 1.8m, 施工便道、仓储、办公等地面进行混凝土硬化, 以减少扬尘。

3) 车辆经过干燥地表时, 控制车速、减少扬尘。

4) 挖掘场地周边、运输道路及车辆周转区域应勤洒水, 保持表层土壤湿润, 减少扬尘。



图 6-9 现场洒水设备

6) 若出现大风天气, 则及时对裸露的地块进行覆盖, 减少扬尘及二次污染。



图 6-10 密目网覆盖

7) 对产生粉尘源的设备和场所进行改造, 采取密封、隔离措施。

8) 喷雾降尘

采用移动式喷淋除尘设备定期喷淋对扬尘进行控制，抑制可能产生的异味扩散。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并包裹住灰尘，灰尘受重力作用落地。



图 6-11 现场喷雾降尘设备

（2）机械废气控制措施

为防止施工机械产生废气污染大气环境，本项目全部使用满足国家第三阶段排放标准（即《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ阶段）》（GB17691-2005）中的第三阶段排放控制要求）要求的施工机械，降低废气排放。

机械车辆使用过程中，加强维修和保养，防止汽油、柴油、机油的泄漏，保证进气、排气系统畅通。运输车辆及施工机械严格遵守管理规定，使用 0#柴油和无铅汽油等优质燃料，减少有毒、有害气体的排放量。

施工机械产生的废气对周围空气环境有一定的影响，特别是距离较近时，影响更大。但是由于施工期是暂时的，影响也是短暂的，随着工程的竣工，施工期大气环境影响也将随之消失。

6.4.4 异味防治

在对土壤进行原位修复的过程中，虽然不会对土壤产生较大的扰

动，但是也不可避免的会产生以一些异味。为防止这些异味飘散至周边的空气中，影响环境质量，采取以下措施进行防范：

（1）在钻机对土壤进行钻井、注药时，应控制速度，避免操作幅度较大，产生异味。

（2）项目现场配备气味抑制剂，用雾炮进行喷洒，控制异味在修复区内，避免扩散。

6.4.5 固废污染防治

场地废物包括施工中的包装材料、生活垃圾等固体废弃物，主要是在才去的措施为：在施工现场设立专门的废弃物临时贮存场地存放一般固废，设置安全防范措施且有醒目标志。

1）施工现场设置若干活动垃圾箱，派专人管理和清理。

2）废弃物的运输确保不遗洒、不混放、送到政府批准的单位或场所进行处理、消纳。

3）可回收的废弃物做到再回收利用。



图 6-12 生活垃圾暂存箱

6.4.6 噪声污染防治

施工现场的噪声主要分为机械噪声、施工作业噪声和施工车辆噪声。机械噪声主要由施工机械所造成，如挖土机械、筛分机械、风机

等，多为点声源；施工作业噪声主要指一些零星的敲打声、装卸车辆的撞击声、吆喝声、拆装模板的撞击声等，多为瞬间噪声；施工车辆的噪声属于交通噪声。

（1）尽量选用低噪声的机械设备或带隔声、消声的机械设备，对大型机械和强噪声设备，以隔音棚或隔音罩封闭，遮挡，实现降噪。

（2）用噪声声级计（TES-1350）进行现场噪声即时监测，尤其是挖掘机周边，严格限制噪声的产生，使噪声污染限制在最小程度，确保工地场界外噪声符合相关标准。



图 6-13 施工现场噪声检测

（3）加强施工管理，尽量降低施工现场噪声，如合理安排强噪声施工机械的工作频次，做好劳动保护工作，为强噪声源施工机械操作人员配备必要的防护耳塞或耳罩等。

（4）做好施工机械的维护和保养，有效降低机械设备运转的噪声源强，避免异常噪音的产生。

（5）合理安排施工作业时间。按《建筑施工厂界环境噪声排放标准》加强施工管理，限制作业时间，在满足进度要求的情况下，一般不考虑夜间作业。如特殊情况，在夜间（22 时到次日 6 时）需要连续作业施工时，须在施工前 4 日报当地环境保护行政主管部门批准，并公告附近居民。

（6）合理布局，噪声大的设备尽量布置在远离居民区的地方。如发现有超标现象，及时采取隔音降噪措施或停止作业，最大限度减小

可能对周围环境敏感点的影响。

6.5 场地验收计划

污染场地修复验收是在污染场地修复完成后，对场地内土壤和地下水进行调查和评价的过程，主要是通过文件审核、现场勘察、现场采样和检测分析等，进行场地修复效果评价，主要判断是否达到验收标准，若需开展后期管理，还应评估后期管理计划合理性及落实程度。在场地修复验收合格后，场地方可进入再利用开发程序，必要时需按后期管理计划进行长期监测和后期风险管理。

修复验收工作内容包括场地土壤和地下水清理情况验收、场地土壤和地下水修复情况验收，必要时还包括后期管理计划合理性及落实程度评估。后期管理是按照后期管理计划开展包括设备及工程的长期运行与维护、长期监测、长期存档与报告等制度、定期和不定期的回顾性检查等活动的过程。

6.5.1 验收程序

污染场地修复后验收工作程序包括文件审核与现场勘察、确定验收对象和标准、采样布点方案制定、现场采样与实验室检测、修复效果评价、质量检测报告编制六步，工作程序流程见下图。

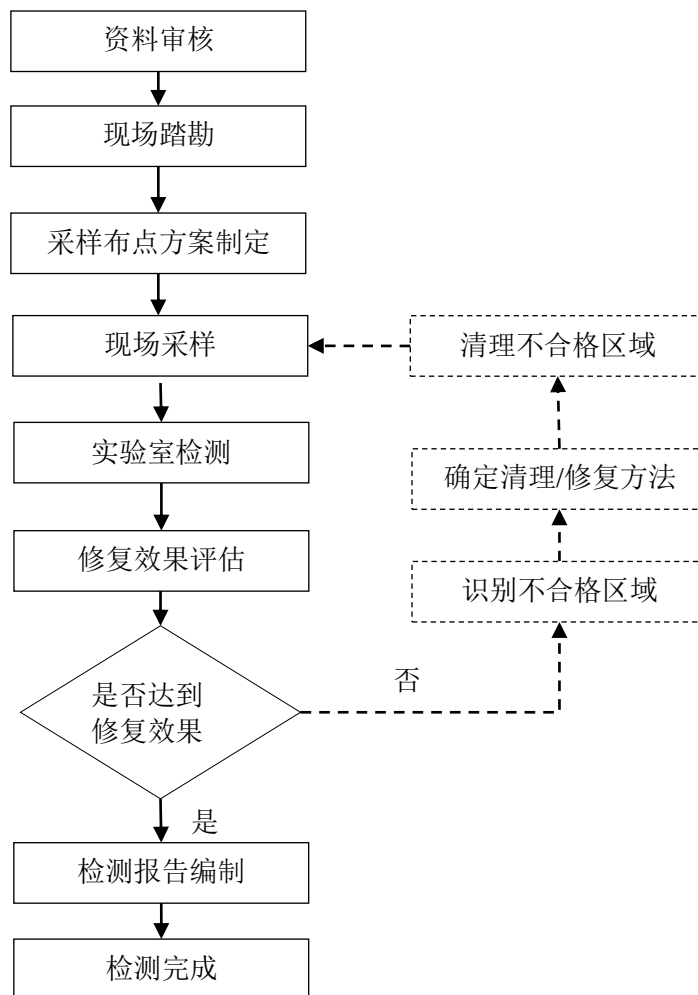


图 6-14 污染场地修复后验收工作程序

6.5.2 文件审核与现场勘察

(1) 文件审核

1) 审核资料范围

在质量检测工作开展之前，应收集与场地环境污染和修复相关的资料，主要包括：

①场地环境调查评估及修复方案相关文件：场地环境调查及风险评估评估报告书及其备案意见、场地修复方案及其备案意见、其他相关资料。

②场地修复工程资料：修复过程的原始记录、修复实施过程的记录文件、药剂使用台账、修复设施运行记录等。

③工程及环境监理文件：工程及环境监理记录和监理报告。

④其它文件：环境管理组织机构、相关合同协议等。

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

2) 审核内容

对收集的资料进行整理和分析，并通过与现场负责人、修复实施人员、监理人员等相关人员进行访谈，明确以下内容：

①根据场地环境调查评估报告、修复方案及相关行政文件，确定场地的目标污染物、修复范围和修复目标，作为验收依据。

②通过审查场地修复过程监理记录和监测数据，核实修复方案和环保措施的落实情况。

③通过审查相关文件和检测数据，核实修复完成后的土壤的数量和质量。

(2) 现场踏勘

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

1) 核定修复范围

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

2) 识别现场遗留污染

对场地污染区域表面进行观察和判断，可使用便携式测试仪器进行现场测试，辅以目视、嗅觉等方法，识别现场是否产生污染痕迹。

6.5.3 确定验收对象和标准

验收对象为原位修复后的土壤和地下水。验收指标为场地修复的目标污染物，检测标准为修复目标值。自检合格后方可进行验收。

6.5.4 采样点布设

采样布点方案应包括采样介质、采样区域、采样点位、采样深度、采样数量、检测项目等内容。应根据目标污染物、修复目标值的不同情况在场地修复范围内进行分区采样；采样点的位置和深度应覆盖场地修复范围及其边缘；场地环境调查评估确定的污染最重区域，必须进行采样。

6.5.4.1 原位修复后土壤采样

对于原位修复场地，水平方向布点方案按照异位修复后的基坑布点方法布点。修复范围内部应钻孔分层采样，采样点深度要求按照异位修复后基坑的采样方法布点。应根据场地的土壤与水文地质条件的非均质性，结合污染物的迁移特性、修复技术特点等，根据修复效果空间差异，在修复效果的薄弱点增加采样点。

表层采用系统布点的方法，一般随机布置第一个采样点，构建通过此点的网格，在每个网格交叉点采样。网格大小根据采样面积和采样数量确定，采样数量可按《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》中所规定数量，如表 6-6 所示，原则上网格大小不超过 $20\text{m} \times 20\text{m}$ 。

表 6-7 土壤采样布点——底部采样数量

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

（1）垂直深度上的采样

垂直方向上采样按照《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》，当修复深度大于 1m 时，侧壁应进行垂向分层采样，第一层为表层土（0~0.2m），0.2m 以下每 1~3m 分一层，不足 1m 时与上一层合并。各层采样点之间垂向距离不小于 1m，采样点位置可依据土壤异常气味和颜色，并结合场地污染状况确定。

本工程土壤修复深度为 0.5m-5m，设计在 0.7m、2.5m、5m 深度进行采样。

表 6-8 土壤原位修复区域内部自检采样

采样区	采样深度（m）	区域面积（m ² ）	采样数（个）
土壤修复区	5	556	5×3=15
总计			15

原位土壤修复区域内部共采样 15 个样品。

（2）水平方向上的采样

修复范围侧壁采用等距离布点方法，根据边长确定采样点数量。当修复深度小于等于 1m 时，侧壁不进行垂向分层采样，横向采样点数量可参考《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》中规定的数量，如表 6-8 所示。

表 6-9 土壤采样布点——侧壁采样数量

采样区域长度（m）	土壤采样点数目（个）
50	4
50~100	5
100~200	6
200~300	7
300 以上	≥8

本项目原位土壤修复区长度为 93.5m，采样点布设 5 个，深度 5m。设计在 0.7m、2.5m、5m 深度进行采样。

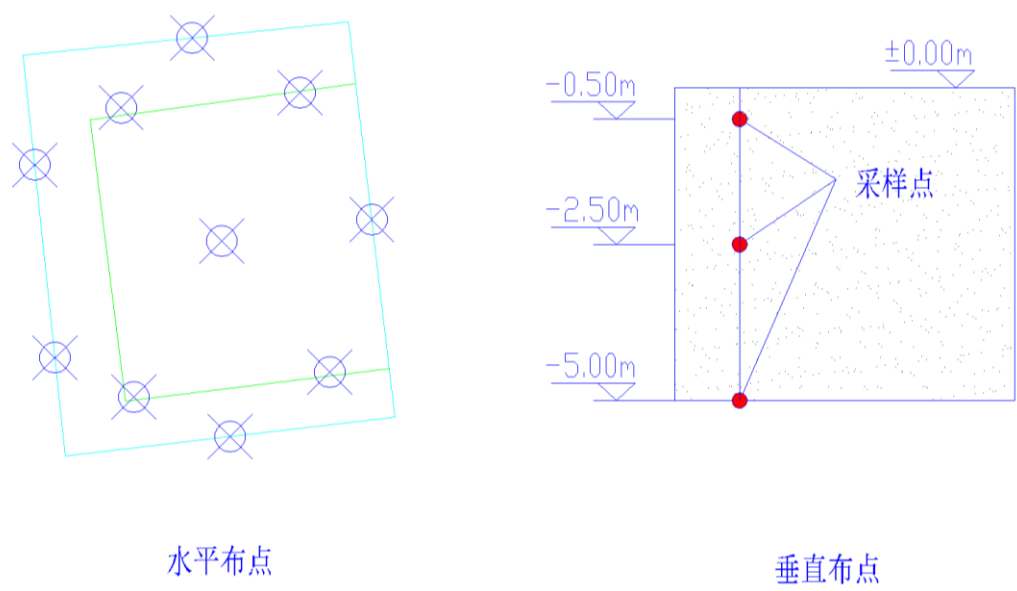


图 6-15 采样点位示意图

表 6-10 土壤原位修复区域侧壁自检采样

采样区	采样深度（m）	区域周长（m）	采样数（个）
土壤修复区	5	93.5	5×3=15
总计			15

原位土壤修复区域侧壁共采样 15 个样品。

6.5.4.2 原位修复后地下水采样

根据《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》，原位修复后的地下水采样应遵循以下原则：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。

根据场地地下水流向大致为由东北至西南，布置的地下水监测点位如下，监测个数为 6 个。

本工程地下水修复面积为 319m²，在其上、中、下游共布设 6 个地下水监测井，可采用场调及调查时期使用的监测井。共计 6 个样品。

表 6-11 地下水原位修复区域自检采样

采样范围	修复区域面积（m ² ）	采样数（个）
------	-------------------------	--------

采样范围	修复区域面积（m ² ）	采样数（个）
场区地下水	319	6

原位地下水修复区域共采样 6 个样品。

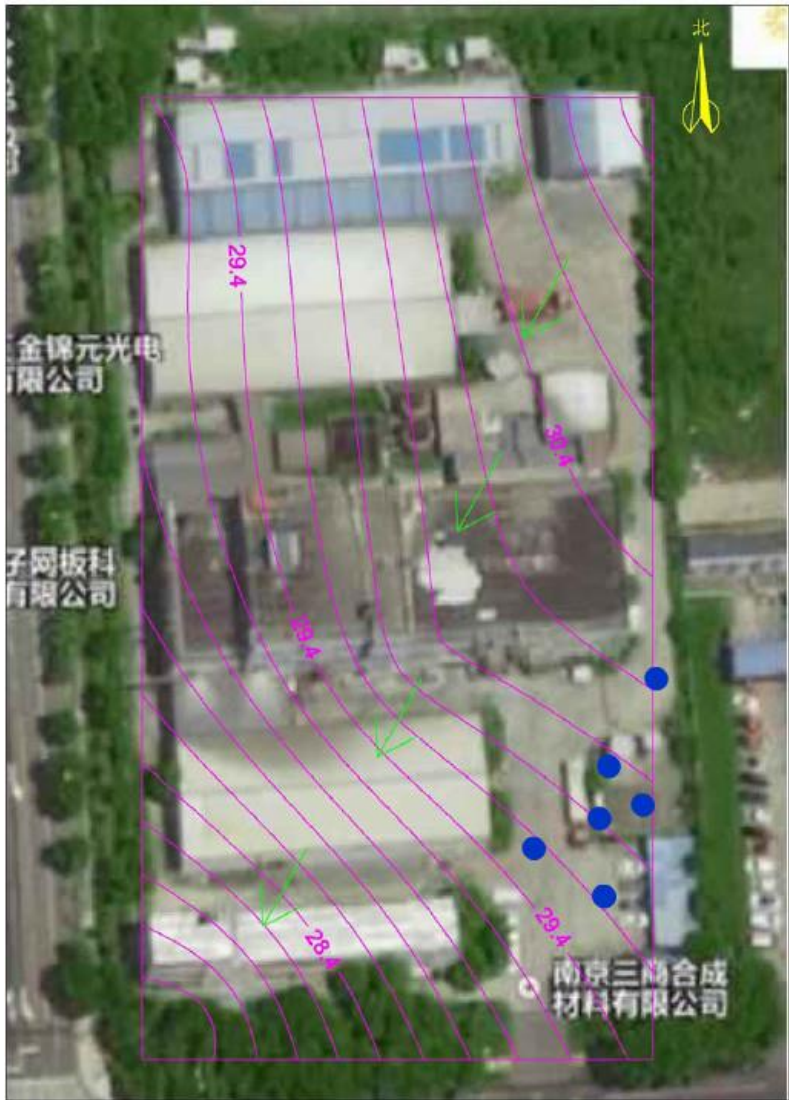


图 6-16 地下水采样点布设

6.5.4.3 采样计划

本工程实施完成后，需对修复区土壤、修复区周边及地下水进行采样。其中土壤修复区采样 30 个，地下水修复区采样 6 个。采样计划如下表所示。

表 6-12 采样计划

采样对象	修复区域面积/长度（m ² /m）	布点数量（个）	采样数（个）
------	------------------------------	---------	--------

采样对象	修复区域面积/长度 (m ² /m)	布点数量 (个)	采样数 (个)
原位土壤修复区内部	556	5	15
原位土壤修复区边界	93.5	5	15
地下水修复区	319	6	6
总计	/	/	36

6.5.5 采样检测及质量控制

6.5.5.1 土壤样品采集、运输

样品采集采用“美国 Geoprobe 土壤及地下水钻井系统”。Geoprobe 设备是近年来专对土壤及地下水污染调查项目所设计研发产品，其特有的 Direct Push 直接压入功能，改良了过去传统设备会破坏土壤原状的缺点，提升了工作效率，有利于进行快速现场作业。

土壤采集方法参照《原状土取样技术标准》(JBJ89-92)中规定进行。不同点位的土壤取样前清洗钻头，用自来水和纯净水各清洗一遍后再次取样。取得的原状土样管按照技术规范要求进行切割，针对每段切割后的土壤样管进行观察记录，之后每段土样封闭在管子里，送去实验室进行土样采集及检测分析。同时，土壤样品标明编号等采样信息，并做好现场记录。所有样品采集后及时放入装有冷冻蓝冰的低温保温箱中，及时送至实验室进行分析。在样品运送过程中，确保了保温箱能满足样品对低温的要求。

6.5.5.2 地下水样品采集、运输

监测井设立方法参照《地下水环境监测技术规范》(HJ/T164-2004)。在进行地下水样品采集前进行洗井，确保采集的水样可以代表周边含水层中地下水，防止因井体中地下水长期处于顶空状态下发生变化。洗井时采用贝勒管进行，洗井汲水速率均小于 2.5L/min，以适当流速抽除 3 至 5 倍的井柱水体积，记录抽水开始时间，同时量测并记录汲

出水的 pH 值、电导率及现场量测时间。并观察汲出水有无颜色、异样气味及杂质等，作好记录。洗井期间现场量测至少五次以上，直到最后连续三次符合各项参数之稳定标准，其量测值之偏差范围如下：

①水质参数：稳定标准；②pH： ± 0.2 ；③电导率： $\pm 3\%$ 。在洗井完成后水位稳定再用贝勒管取样，每个水井使用一根贝勒管，避免交叉污染，装瓶时先用所取水样润洗瓶子，然后盛满，加入保护剂，以保证运至分析单位的样品质量。地下水样品采集后，及时放于装有冷冻蓝冰的 4°C 低温保温箱中。

6.5.5.3 检测单位的选取

采集的样品需送至有 CMA 认证的检测机构进行检测。土壤样品和地下水样品的采样方法、现场质量控制、现场质量保证、样品的保存与运输方法、样品分析方法、实验室质量控制，现场人员防护和现场污染应急处理等应符合相关技术导则。

6.5.5.4 质保及质控计划

质保和质控计划采取现场质量保证和质量控制措施及实验室质量保证和质量控制措施。

（1）现场质量保证和质量控制

1) 防止采样交叉污染

本次场地环境初步调查现场通过 Geoprobe 采样，采用专用采样管收集土壤，避免土壤和钻探设备的直接接触过程。同时采样过程中，在第一个钻孔开钻前进行设备清洗；连续多次钻孔的钻探设备进行清洗。清洗过程使用清水清理。采样过程中佩戴一次性 PE 手套，每采集一个样品更换一次手套，避免不同样品之间的交叉污染。

（2）采集现场质量控制样

1) 土壤

本次场地环境调查现场质量控制平行样共采集 2 个土壤平行样，检测有机物指标，以分析采样过程对实验室检测的影响。

2) 地下水

本次场地环境调查现场质量控制平行样共采集 1 个地下水平行样品，检测有机物指标，以分析采样过程对实验室检测的影响。同时，样品运输过程采集 1 个运输空白样，以便了解运输途中是否受到污染和样品是否损失。

3) 淋洗样

本次场地环境调查采集 1 个淋洗样品，检测重金属和有机物指标，以便了解采样过程中钻头是否存在交叉污染。

(3) 现场采样记录

使用表格记录现场采样和现场监测情况，同时对土壤特征、可疑物质或异常现象等进行描述，保留现场相关影像记录，并进行整理归类。

6.5.5.5 实验室质量保证和质量控制

根据检测单位实验室内部质量保证和质量控制程序。

6.5.5.6 评价方法

本项目采样个数大于 8 个，可采用 95%置信上限评估方法，与修复目标比较，分析整个场地的修复效果：

(1) 当样本点检测值整体均值的 95%置信上限大于修复目标，则认为场地未达到修复效果。

(2) 当场地样本点同时符合下述情况，则认为场地达到修复效果。

- a) 样本点检测值整体均值的 95%置信上限小于或等于修复目标；
- b) 样本点检测值最大值不超过修复目标的两倍；
- c) 样本超标点不相对集中在某一区域。

6.6 施工安全防护

本工程的主要危害因素是场区内机械伤害、土壤中挥发性有机污染物气体。因此对施工现场的作业人员要进行岗前培训,达到“三懂”、“四会”,严格规范操作,防止因责任心不强造成意外事故发生,并制定一系列应急处理措施。施工作业人员必须进行三级安全教育,由安全员讲解劳动用品的使用方法,并做好发放工作,监督劳动保护用品的使用情况,及时做好特殊用品的检查和调换工作。场地内的作业人员必须穿戴相应的安全防护用具,以确保作业人员在工作场地的健康与安全。

6.6.1 作业人员劳动保护制度

6.6.1.1 安全教育、培训制度

项目部要制定并保证《安全教育、培训制度》的落实。针对工程特点,对所有从事管理和生产的人员施工前进行全面的安全教育,重点对专职安全员、班组长、从事特殊作业的设备操作人员、地基处理设备操作人员、接触污染土壤的操作人员、起重工、电工、焊接工、机械工、机动车辆驾驶员等进行培训教育。

安全教育和培训体现全面、全员、全过程的原则,覆盖施工现场的所有人员,贯穿从施工准备、工程施工到竣工交付的各个阶段和方面,通过动态控制,确保只有经过安全教育的人员才能上岗。

(1) 安全教育、培训目的

使施工现场的所有人员都认识到:

1) 遵守“安全第一、预防为主”方针和工作程序,以及符合安全生产保证体系要求的重要性;

2) 与他们工作可能有关的重大安全风险, 包括可能发生的影响, 以及其个人工作的改进可能带来的安全因素;

3) 偏离规定的工作程序可能带来的后果。

(2) 安全教育、培训内容

所有参与项目人员接受了三级安全教育,进场施工前要进行全面培训,每周例会进行安全督导。安全教育和培训内容详见下表。

表 6-13 安全教育、培训内容

序号	安全教育事项	具体内容
1	安全生产规章制度和遵章守纪教育	1、本项目施工特点、施工安全基本知识及注意事项。 2、本项目安全生产制度、规定及安全注意事项、工种的安全技术操作规程。 3、机械设备、电气及燃气安全基础知识。 4、防火、防毒、防尘、防爆及紧急情况安全防护自救。 5、防护用品发放标准及防护用品、用具使用基本知识。
2	班组/岗位安全操作制度和遵章守纪教育	1、班组安全活动制度及纪律。 2、班组作业特点及安全操作规程。 3、爱护和正确使用安全防护装置（设施）及个人劳动防护用品。 4、本岗位易发生事故的不安全因素及其防患对策。 5、本岗位作业环境及使用的机械设备、工具安全要求。
3	有毒有害物质防护安全教育	1、使相关人员充分了解与其工作有关材料、工艺和可能产生污染的途径。 2、获取有关因暴露于这些物质或工艺而可能引起的不良健康影响的资料信息。 3、有毒有害物质预防和急救措施。
4	短驳运输安全注意事项	1、运输车辆行驶速度不能超过 15km/h，平稳运输，一般情况下禁止快速行驶与突然快速启动或制动。 2、患病或饮酒人员均不得参加运输作业。 3、遇到大雾、大风、暴雨等恶劣天气，要暂停运输，以免发生事故。
5	应急培训	1、事故预防、危险辨识、事故报告、应急响应、各类事故处置方案、基本急救常识等。 2、避灾避险、逃生自救应急演练。





图 6-17 安全教育及消防演习

6.6.1.2 轮岗作业制度

在作业场地操作区域的现场工作人员和进出人员穿戴一定的安全防护用具，根据现场作业风险的不同，配备不同等级的防护装备。为了保证作业人员的身体健康，部分施工应采取轮岗作业，尤其在污染物浓度相对较高的密闭大棚内作业的人员停留时间不得超过 2 小时。

6.6.2 个人防护用品

6.6.2.1 防护用品等级及选择

安全防护装备是用来阻绝危害而并非消除危害，是避免人体接触污染的最后一道防线。要做好个人防护，首先需要针对化学品种类、强度及危害后选择合适的个人防护设备，相关防护设备有：防腐蚀靴、护目镜、防护口罩、一次性防护服、防化学腐蚀手套等，使用过程中按照不同工序和污染物接触机率选择相应的装备。

表 6-14 防护用品等级一览表

防护等级	防护人员	身体部位防护等级						图示	
		头部	眼防护	呼吸防护	身体防护	手防护	足部防护		
一级	应急救援人员	(A) 避免坠落物件伤害头部	(A) 《个人用眼防护具技术要求》 (GB-T14866-2006)	(A) 《呼吸防护用品的选择、使用与维护》 (GB-T18664-2002)	(A) 《化学防护服的选择、使用和维护》 (AQ/T6107-2008)	(A) 《劳动防护手套通用技术条件》 (GB-12624-2006)	(A) 《安全鞋、防护鞋和职业鞋的选择、使用和维护》 (AQ/T6108-2008)		
									
二级 A	清挖/包装/车辆清扫人员	(A) 避免坠落物件伤害头部	(A) 《个人用眼防护具技术要求》 (GB-T14866-2006)	(A) 《呼吸防护用品的选择、使用与维护》 (GB-T18664-2002)	(A) 《化学防护服的选择、使用和维护》 (AQ/T6107-2008)	(A) 《劳动防护手套通用技术条件》 (GB-12624-2006)	(A) 《安全鞋、防护鞋和职业鞋的选择、使用和维护》 (AQ/T6108-2008)		
									

防护等级	防护人员	身体部位防护等级						图示	
		头部	眼防护	呼吸防护	身体防护	手防护	足部防护		
二级 B	挖车司机/吊车司机/运输车司机	(A) 避免坠落物件伤害头部	(A) 《个人用眼防护具技术要求》 (GB-T14866-2006)	(A) 《呼吸防护用品的选择、使用与维护》 (GB-T18664-2002)	(A) 《化学防护服的选择、使用和维护》 (AQ/T6107-2008)	(A) 防滑、耐磨，用于机械操作	(A) 《安全鞋、防护鞋和职业鞋的选择、使用和维护》 (AQ/T6108-2008)		
									
三级	管理/参观/监理人员	(A) 避免坠落物件伤害头部	(A) 《个人用眼防护具技术要求》 (GB-T14866-2006)	(A) 《呼吸防护用品的选择、使用与维护》 (GB-T18664-2002)	(A) 《化学防护服的选择、使用和维护》 (AQ/T6107-2008)	(A) 《劳动防护手套通用技术条件》 (GB-12624-2006)	(A) 《安全鞋、防护鞋和职业鞋的选择、使用和维护》 (AQ/T6108-2008)		
									

施工前为现场管理人员及施工人员配备充足的安全防护用品，其中直接接触污染土的施工人员应进行重点保护，注意事项如下：

（1）施工人员要正确佩戴安全防护用品（防毒口罩、护目镜、防护服和防护手套）。

（2）每个面具需要配备 2 个滤毒盒，滤毒盒使用期限为一个月或者闻到异味就必须更换。施工过程中必须保证挥发性有机物不能经口、呼吸道、皮肤进入体内。

（3）现场配备急救箱，箱内需配备防暑药品、创伤急救药品、苯系物及氯苯等解毒药品。由专业单位做污染物毒性、急救及防护措施交底。

（4）工作场所严禁吸烟、饮水，工作服严禁带到场地外面，应在场地内单独存放，洗涤后再用。

直接接触污染土的作业人员防护用品见表 6-15。

表 6-15 直接接触污染土作业人员防护用品

序号	名称	图示	建议配备数量
1	全面具		大于 40 个
2	半面具		每人每月 1 套
3	防护服		每人 5 天 1 套
4	护目镜		每人 3 套

序号	名称	图示	建议配备数量
5	安全帽		每人 1 套
6	防护手套		每人 10 天 1 套
7	安全靴		每人 1 套
8	洗眼器		1 个
9	急救箱		1 个

6.6.2.2 防护用品管理

(1) 个人防护用品要有专人管理。管理人员要熟练掌握各类防护用品的使用方法和适用环境，并应有一定的培训能力。

(2) 要设有专用柜，专用柜内存放的防护用品要摆放整齐，标明各种防护用品的名称。专用柜应放在干燥、清洁、阴凉、通风好、取用安全方便的地方。专用柜不允许摆放其它物品，保持箱内清洁卫生。

(3) 对于发放到个人手中的防护用品要加强管理，教育员工爱护和进行保养，使之能发挥到应用的作用。

(4) 对于呼吸系统的防护器材要定期进行日常的检查和保养。长管呼吸器使用后可对软管、面具进行清洗，要清理干净污泥、灰尘，并检查有无损坏痕迹。过滤式防毒面具使用完毕后，应将滤盒取下存

放，面罩要用肥皂水或 0.5%的高锰酸钾溶液消毒、洗净，晾干后存放。每月应对空气呼吸器、过滤式防毒面具进行全面检查。

（5）定期对个人防护器材使用人员进行培训，正确使用防护器材，对于装有滤毒盒的全面罩呼吸器，只能在逃生时使用。要重点进行个体防护器材性能和使用方法的培训，提高他们对个人防护器材重要性的认识及使用防护器材的技能。

（6）制定各种类个人防护用品的使用规定，包括使用、保存、维护、更换周期等，在工作场所醒目位置张贴含有个人防护用品使用内容的标志，张贴位置应符合《工作场所职业病危害警示标志》（BGZ158）的要求。

6.6.3 作业人员安全防护措施

6.6.3.1 主要有毒有害物质防护与急救措施

本项目涉及的主要有毒有害物质为甲醛，施工过程中应加强个人防护，如发生意外事故，应按照表 6-13 迅速采取急救措施后就医。

表 6-16 主要有毒有害物质防护与急救措施

防护措施	工程控制	注意通风并控制扬尘。
	呼吸防护系统	空气中浓度超标时，应该佩戴自吸过滤式防毒面具(全面罩)。紧急事态抢救或撤离时，应该佩戴空气呼吸器或氧气呼吸器。
	眼睛防护	戴化学安全防护眼镜。
	身体防护	穿防毒物渗透工作服。
	手部防护	戴橡胶手套。
	其他	工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作毕，淋浴更衣。保持良好的卫生习惯。
急救措施	皮肤接触	脱去被污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。就医。
	眼睛接触	提起眼睑，用流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟。就医。
	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

		难，给输氧。如呼吸停止时，立即进行人工呼吸。就医。
	食入	饮足量温水，催吐。就医。

施工现场配置急救箱一个，保证现场急救的基本需要，并根据不同情况予以增减，定期检查补充，确保随时可供急救使用。配置的主要医疗器械为：体温计、止血钳、止血带、剪刀、消毒棉纱、绷带、夹板、镊子、棉球、棉签、三角巾、无菌橡皮手套。配置的主要药品为：生理盐水、碘酒、酒精、止血敏、创可贴、小苏打水、硫代硫酸钠溶液等。

6.6.3.2 专业施工防护措施

（1）施工人员安全防护措施

进入作业场地工作人员和施工人员，按要求正确穿戴安全劳动用品。常见的安全防护用品包括安全鞋、工作服、防护服、口罩、防毒面具、防护目镜、安全帽、耳塞和手套等。

（2）机械危害防护措施

施工前应完善施工组织设计，对现场使用的机械设备及时维修，对操作工人必须进行安全技术交底。

（3）噪声危害防护措施

施工现场需定期在作业面周围对噪声进行定点监测，当噪声大于70 分贝以上时，应采取降噪措施，如减少作业机械的数量或加噪声防护罩。

（4）粉尘影响的防护措施

施工现场粉尘的影响也是不可忽视的，应采取多种措施来降低现场土方作业扬尘对施工人员健康的影响。

6.6.3.3 夏季/冬季作业防护措施

（1）进入盛夏季节后，日照强度高，高温天气持续，需切实做好夏季施工现场防暑降温工作，保障施工人员的身体健康、不断改善

劳动条件、防止因高温天气引发的工人中暑和其他各类生产安全事故。

(2) 项目实施过程中要认真贯彻落实抓好施工场所防暑降温工作的一系列要求，要以对一线施工人员生命和健康高度负责的态度，切实加强对防暑降温工作的组织领导，完善、落实责任制。

(3) 密切关注有关高温天气的天气预报，气象学将日最高气温大于或等于 35℃ 定义为“高温日”，连续 5 天以上“高温日”称作“持续高温”。严格实行“抓两头、歇中间”的避高温措施，适当调整夏季高温作业劳动和休息制度，减轻劳动强度，严格控制室外作业时间，避免高温时段作业，确保劳动者身体健康和生命安全。温度过高时作息时间为上午 7:00-11:00；下午 15:00-19:00。

(4) 在夏季根据施工的工艺过程，尽可能调整劳动组织，采取勤倒班的方式，缩短一次连续作业时间，加强工作中的轮换休息。加强现场巡查，加大防暑降温知识和中暑急救知识宣传，提高安全员安全防范意识。

(5) 落实防暑降温物品，保证现场饮水供应充足，如：人丹、清凉油、风油精、藿香正气水、茶叶和常用防暑药品等。

(6) 改善住宿条件，宿舍安装空调。同时做好夏季防火措施。

(7) 组织全体职工认真学习《建筑安装工程安全技术规程》及《建筑安装工人安全技术操作规程》，使每位职工懂得冬季施工的基本要领，自觉地增强自我保护意识，真正做到三不伤害（不伤害自己，不伤害他人，不被他人伤害）。

(8) 加强制度和责任制的落实，为确保施工安全，每周五定时召开队长以上管理人员的安全例会，在会上反映、讨论，解决在施工中存在的问题。以及分析职工的心理动态，做到提前预防，解决有可能出现的隐患；保证全体员工能吃到热的饭菜、夜间不受寒。

(9) 加强对施工现场的管理，专业技术人员对自己所管理的工程必须认真负责。交待任务必须交待安全，较特殊的单项工程必须有特殊的安全技术措施，安全员坚持每天对工地进行巡查，对整个施工现场的施工动态要全盘有数，及时纠正和查处违章指挥、违章操作和违反劳动纪律的行为和人员，引导职工正确使用好劳动防护用品。

(10) 冬季施工重点是五防，即防火、防寒、防滑、防毒、防爆。根据本工程高处作业多的施工特点，除强调正确使用好三宝以外，还要求队长每天交代任务时必须交代安全、有布置，有检查，有总结，并及时清除自己作业面的垃圾、水、冰、雪或铺设草垫、木屑等防滑设施，保证安全施工。

(11) 抓好临时用电，触电是五大伤害之一，施工队必须设专人对临时用电负责，不得任意乱拉乱接，各种电动工具专人保管，宿舍及现场工具房不得用碘钨灯、电炉取暖，认真做好采暖和挡风设施工作，安装或堵塞好门窗及门窗缝隙。

(12) 文明施工，材料堆放整齐，施工中做到工完场清，不能影响到下一道工序，保持一个良好的施工环境，以减免冬季施工的不利安全因素。

6.6.4 施工安全管理措施

6.6.4.1 工程防护安全管理

根据国家相关的施工标准和规范，做好施工现场的安全管理。在施工现场的工程防护安全管理包括：

(1) 工地入口要设置明显的标牌，标明工程名称、施工单位和工程负责人等内容；现场“七牌一图”设置在明显位置，具体内容为工程概况牌、管理人员名单及监督电话牌、消防保卫制度、安全生产制度、文明施工制度、环境保护制度、应急救援组织体系、施工现场平

面图。

- (2) 在入口处悬挂“施工重地，闲人勿近”的标志牌。
- (3) 用警示绳将污染区域、处置区域与其他干净区域隔离。
- (4) 施工作业与办公生活区要有明显的划分。
- (5) 作业场地内各种设备、工具等堆放在指定的安全区域。
- (6) 临时用电应按有关规定编号、施工组织设计，并建立对现场线路、设施定期检查制度，保证用电线路安全。
- (7) 合理采用降水措施，及时清除大雨或暴雨带来的积水。
- (8) 掌握天气变化情况，合理安排施工进度。
- (9) 如需夜间施工，整个施工现场的夜间照明需达到要求，现场大门口和基坑位置均视情况放置一定数量的照明灯及警戒灯。
- (10) 场内道路运输平坦，并保持畅通。
- (11) 对产生噪音、振动的施工机械，应采取有效控制措施，将噪声控制在国家现行标准内，以减轻噪声对工人和附近居民的危害。
- (12) 严禁拆除施工机械设备的自动控制机构，其调试和故障的排除应由专业人员负责进行。

6.6.4.2 个人防护安全管理

在作业场地操作区域的现场工作人员和进出人员穿戴一定的安全防护用具，根据现场作业风险的不同，配备不同等级的防护装备。具体安全措施如下：

- (1) 在污染区内作业所有人员，穿戴二级安全防护装备。在非污染区作业及运输司机可穿普通工作服，穿硬底劳保鞋，戴普通劳动手套。
- (2) 规范人员行为，加强对管理人员和施工人员的教育，在做好自身安全防护的前提下，提高其环保意识。禁止施工人员将未治理

的污染土壤直接他用。

(3) 工人作业前要对所使用的机具、设备、防护用品及工作环境进行安全检查，发现问题及时消除事故隐患。

(4) 操作人员必须穿着防护服、胶鞋、手套、防毒口罩、防护镜以及安全帽，避免有机污染物进入施工人员体内，防止污染物直接接触皮肤、眼睛等敏感部位。

(5) 机械进行施工作业时，禁止任何人员进入回转半径内；禁止无关人员进入运输车辆的周转区域。

(6) 工作人员不得进行任何违规操作或违规指挥。

(7) 施工现场员工膳食、饮水、休息场所应符合卫生标准。

(8) 施工人员和机械不得在规定区域范围外随意活动和行驶。

(9) 生活垃圾和建筑垃圾集中收集、集中处理，不得随意抛撒。生活区应设置密闭式容器，垃圾分类存放，定期消毒，及时清运。

6.7 雨季施工防护措施

6.7.1 组织机构保障措施

成立以项目经理为首的雨季施工领导小组。雨季施领导小组要加强组织，认真做好雨施的准备工作，要从思想上高度重视，从人力、物力上满足雨季施工的需要，建立健全值班制度，建立岗位责任制，明确分工并及时收集气象预报，及时监视并传递险情。根据青岛地区降雨特点，施工期间处于降雨量不大的时段，但仍要求我们高度重视及早动手准备，及时掌握准确的气候变化情况，防止大风、降雨带来不必要的损失。保证施工不受损失，保证安全、质量、工期，使得计划按期完成。

雨季施工领导小组职责：

(1) 定期对施工现场的安全进行全面检查。

(2) 检查固定设备等存放场地有无沉陷，保证各种基底平整、坚实、排水畅通，不得积水。

(3) 对材料存放进行检查。

(4) 大雨降临时，对现场的排洪抢险进行全面安排协调。

(5) 现场临电和机械设备统一检查，发现问题及时处理。

(6) 检查雨季施工防汛物资的使用及维护情况，如：铁锹、镐、苫布、水桶、雨衣、雨鞋等。

(7) 对于现场不符合要求的施工行为要督促其立即整改。

(8) 认真填写汛期值班表，值班人员要每天通过气象信息收集三天后的气象信息以及防汛信息，有降雨趋势或降雨预告，必须加强值班力量。

雨季施工期间以预防为主，采用防雨措施，加强排水手段，防止因雨季滞缓施工进度，影响正常的施工质量及施工安全，确保雨季正常进行生产，不受季节气候的影响。同时，抓好现场防汛、防风、防高温中暑等，确保顺利完成雨季施工任务。

6.7.2 雨季施工准备措施

(1) 按要求，及时编制雨季施工方案，并报有关部门审批。及时上报防洪应急材料计划。

(2) 项目部各级人员在精神上要做到应急的思想准备，生产、技术等部门要对施工作业班组进行雨施技术、安全、生产操作规程教育，做到人人重视，群策群防。

(3) 项目部要按照计划充分备足应急物资、设备、器材，以满足关键部位紧急情况下的需要，材料部门应及时提供急需物资，并做好材料供应的保障工作

6.7.3 施工现场管理措施

(1) 污染土壤处理前 36 小时搜集天气预报信息，如遇中雨或大雨以上时禁止进行施工。

(2) 中雨或大雨时，准备好 HDPE 膜，在修复区域四周进行敷设，作为导水布，将水有组织导出。

(3) 如遇大雨，做好修复区域内雨水的抽排工作，防止雨水浸泡。大雨后马上进行基坑的沉降位移观测，及时掌握基坑的安全情况。

(4) 雨季施工期间，有专人负责检查现场情况，发现问题及时向项目部进行回报，以便启动该项应急预案。

(5) 雨期来临前，现场进行全面检查。现场储存区防雨措施及集水、排水措施的准备，严格按照有设计实施，防洪器材要备齐。

(6) 做好机械、现场存储区进行检查、防护、维修，并同时做好防漏、防淹、防塌工作，对危险部位应进行全面翻修加固或拆除。

(7) 各种重型材料等放在坚实的地面上(必要时做混凝土地面)，在四周挖排水沟，物料底面用垫木适当加高。现场材料放在稍高的地点，不使用的材料用 8# 号铁丝捆好，以防被雨水冲走。

(8) 在雨施前，应对现场所有动力和照明线路、供配电电气设施进行全面检查，对线路老化、安装不良、绝缘降低以及漏电现象必须及时修理和更换，未达到要求的严禁使用。

(9) 配电箱、电闸箱等一律使用专用电箱(架子)，并做到防雨、防潮、防淹、防雷，外壳必须做接地保护。

(10) 各种电气动力设备必须经常进行绝缘、接地、接零保护的摇测，发现问题及时解决，严禁带隐患运行。

(11) 线路涉及避雷系统敷设时，应掌握气象情况，严禁在雷雨天气中作业。

6.7.4 雨季转运安全措施

(1) 运输车辆转运过程中，如遇大雨，必须保持抵挡匀速缓慢行驶，避免涉水陷车，严禁超车。

(2) 雨天陆地运输做好相应的防护措施，加强管理及监测，保证运输过程的安全。

(3) 雨量特别大到影响到运输安全时则停止施工。

6.8 环境应急安全预案

健全突发事件应对工作机制，组建应急救援组织机构，建立应急救援制度。分析本项目施工全过程存在的安全风险、环境风险和群体事件风险的危害形式、危害范围及程度，制定监测预警和信息报告机制，制定针对性的响应措施和应急救援措施，做好队伍、物资、资金、通信、交通、运输和技术保障工作。

6.8.1 应急救援组织

为确保劳动安全及场地修复工作如期进行，本项目建立以项目经理为组长的应急小组，技术负责人、项目安全工程师和质量工程师为副组长，并形成由公司总部、社会机构、项目相关职能部门等共同参与的紧急情况处置组织体系。事故应急组织机构图见图 6-14。

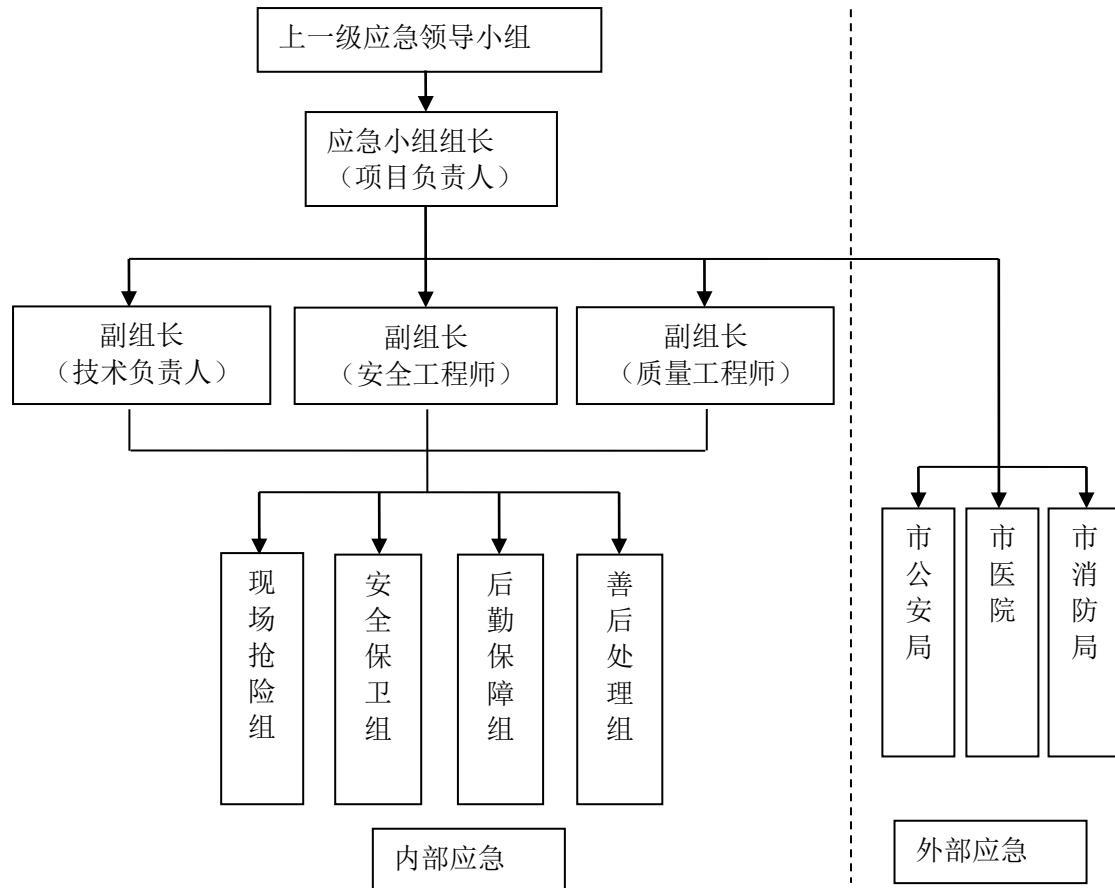


图 6-18 应急组织结构

总指挥：指挥本工程范围内内容的应急救援。

副总指挥：协助总指挥负责应急救援的具体指挥工作。

现场抢险组：组长由现场经理担任，以工程部为主体。成员由安全工程师、技术负责人、质量工程师和项目班子及分包单位负责人组成。主要职责是：组织实施抢险行动方案；协调有关部门的抢险行动；及时向指挥部报告抢险进展情况。

安全保卫组：组长由现场经理担任，以工程部为主体。成员由安全工程师、技术负责人、质量工程师和项目班子负责人组成。主要职责是：组织实施抢险行动方案；协调有关部门的抢险行动；及时向指挥部报告抢险进展情况。

后勤保障组：组长由项目副经理担任，以综合办公室为主体。成员由项目物资部、行政部、商务部、食堂组成。主要职责是：负责调

集抢险器材、设备；负责解决全体参加抢险救援工作人员的食宿问题。

善后处理组：组长由项目副经理担任，成员项目部成员组成。主要职责是：负责做好对遇难者家属的安抚工作；协调落实遇难者家属抚恤金和受伤人员住院费问题；做好其它善后事宜。

6.8.2 应急救援制度

6.8.2.1 应急工作流程

根据工程的特点及施工工艺的实际情况，认真的组织项目部人员对危险源和环境因素的识别和评价，特制定项目发生紧急情况或事故的应急措施，开展应急知识教育和应急演练，提高现场操作人员应急能力，减少突发事件造成的损害和不良环境影响。其应急准备和响应工作程序见下图：

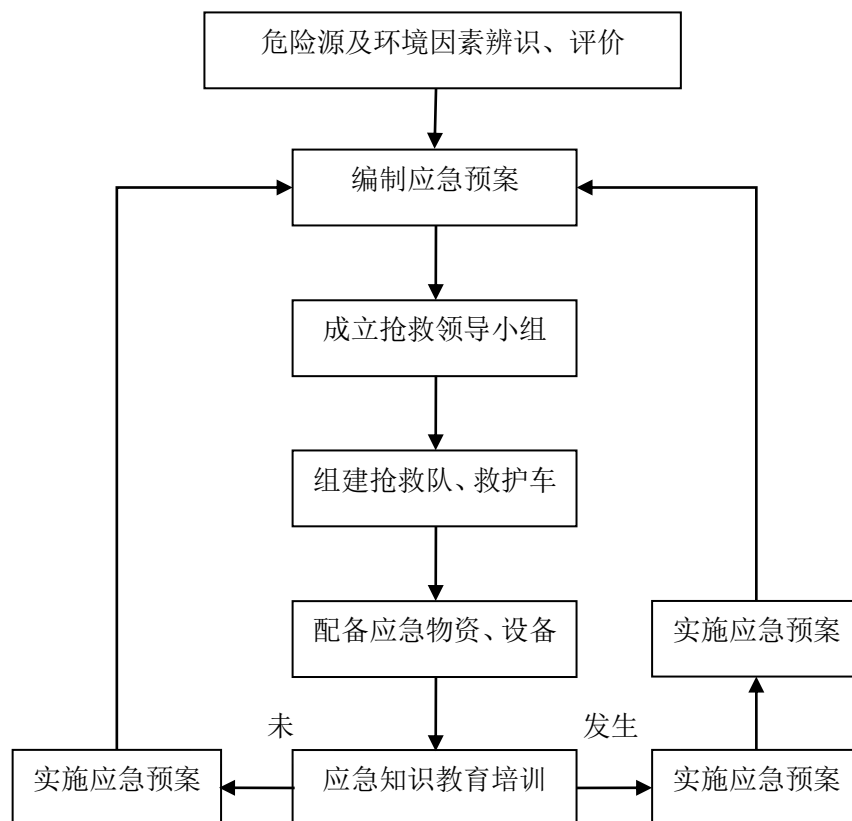


图 6-19 应急准备和响应工作程序

6.8.2.2 应急响应机制

(1) 应急响应分级

按安全事故灾难的可控性、严重程度和影响范围，应急响应级别原则上分为 I、II、III 级。当达到本预案应急分级响应条件时，事故单位应按照应急响应程序，启动相应响应程序，开展应急行动，并根据事故等级及时上报。

表 6-17 应急响应分级表

应急响应级别	应急响应分级条件				
	死亡(含失踪)、 遇险人数	重伤(含中 毒)人数	火灾、爆炸 事故等级	直接经济损 失	其他条件
I 级	3 人及以上	10 人及以上	特大	1000 万元以 上	需要启动 I 级应急响应的其他伤亡事故
II 级	1~2 人	3~10 人	重大	100 万元~ 1000 万元	发生与安全生产有关的并造成恶劣社会影响的事件；需要启动 II 级应急响应的其他伤亡事故
III 级	0 人	3 人以下	重大以下级别	100 万元以 下	需要启动 II 级应急响应条件以下的安全事故

(2) 启动条件

- 1) 发生符合国家和行业有关规定需启动应急预案的事故。
- 2) 现场工作人员认为需要上报并启动应急预案的较严重事故。
- 3) 运输过程中发生污染土壤泄漏及交通事故。

(3) 报告制度

应急程序启动后，根据事故发展态势和现场救援进展情况，执行如下应急响应程序：

- 1) 事故发生后，押运员及驾驶员立即组织自救，同时向指挥小组报告事故情况。
- 2) 指挥小组接到事故报告后，根据事故情况，立即派遣工作小组增援现场，同时向领导小组通报事故情况。
- 3) 现场应急指挥小组在向领导小组汇报情况的同时，必须向建

设单位和安全监管部门如实汇报。

4) 领导小组根据事故情况，对救援工作进行相应支持和监督。

(4) 处理程序

工作小组到达事故现场后，按照如下程序救援：

1) 紧急疏散

发生的事故有可能对周围人员安全构成威胁时，必须在指挥小组的统一领导下，设立安全警戒线，并将与事故应急救援无关的人员进行紧急疏散。疏散方向一定要处于事故时的上风向。

2) 人员抢救

实施抢救任务时，要坚持“以人为本”的原则，想方设法从事故现场抢救被困人员。承担抢救任务的人员要保护好自身安全，穿戴相应安全防护装备。医疗救援人员对抢救出的被困人员，在现场要及时进行一些必要的抢救，并以最快速度送往医院进行全面抢救。

3) 风险排除

执行排险抢修任务的人员，根据不同的事故情况采取不同的处置办法，在做好自我防护基础上，以最快的速度，最有效的方法及时堵漏排险，消除事故。

4) 物资供应

抢救、排险、抢修时所需物资，必须做到有效保障，各种专用器材、交通工具、医疗器械、药品和衣物等，按照分工各负责人员必须做好充分准备，随时服从救援组的统一调度和安排。

5) 社会支援

如工作小组能力和物资不足以清除风险时，指挥小组迅速向有关部门汇报，并要求社会支援。社会援助队伍进入抢救、排险、抢修现场时，现场救援人员负责联络、引导、告知安全注意事项并配合开展

工作。

(5) 应急结束

应急结束条件：事故现场得以控制，环境符合有关标准，导致次生、衍生事故隐患消除后，经指挥小组确认和批准，现场应急处置工作结束，应急救援队伍撤离现场。

结果评估：领导小组相关机构对事故处理结果进行监督评估。

事故分析：由指挥小组负责召开事故分析会，填写事故分析报告，总结经验教训并追究责任。

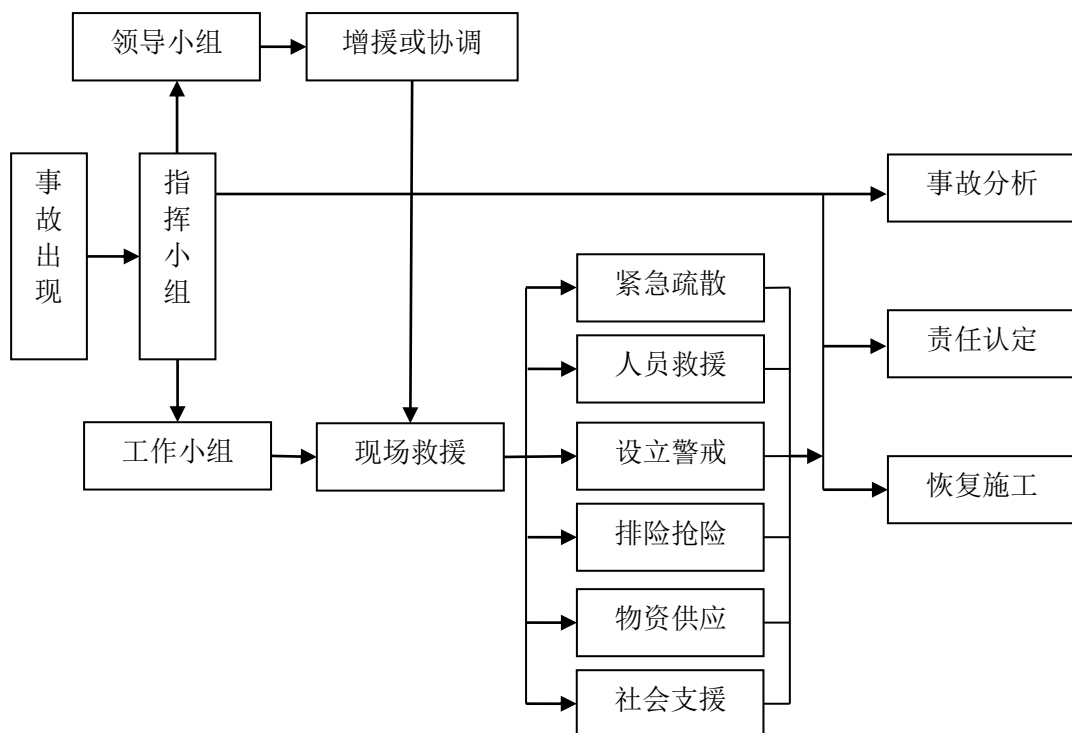


图 6-20 事故处理程序

6.8.3 应急救援措施

6.8.3.1 安全事故应急措施

(1) 人员中毒

由于本项目污染物对人体健康危害很大，因此，在工程开工前，对全体人员进行安全教育。在施工过程中加强劳动保护，所有进出现场的人员必须佩带相应防护用品，工作现场禁止吸烟、进食和饮水。

工作后，彻底清洗。



图 6-21 应急用品

如果发生人员中毒事故，将按照以下程序进行应急：

1) 中毒人员救援

现场中毒事件发生后，应立即联系医疗等部门，禁止盲目施救，并确认事故地点。根据实际中毒情况，轻度中毒人员应立即带离现场，到空气新鲜的地方，解开衣领、腰带，取出口、鼻内可能有的分泌物，使中毒者仰卧并头部后仰，保持呼吸畅通，注意身体的保暖，并送入医院进行相关的治疗；对中毒严重者，如出现呼吸停止或心跳停止，应立即按常规医疗手段进行心肺脑复苏。如呼吸急促、脉搏细弱，应进行人工呼吸（有条件的可使用呼吸器），给予吸氧，并及时送往医院救治。其中，就近医院的地址和联系方式见表 6-15。

表 6-18 中毒应急就诊医院

医院	地址	距离（m）
南京万寿医院	江苏南京栖霞区迈尧路进去村 151-37	2800

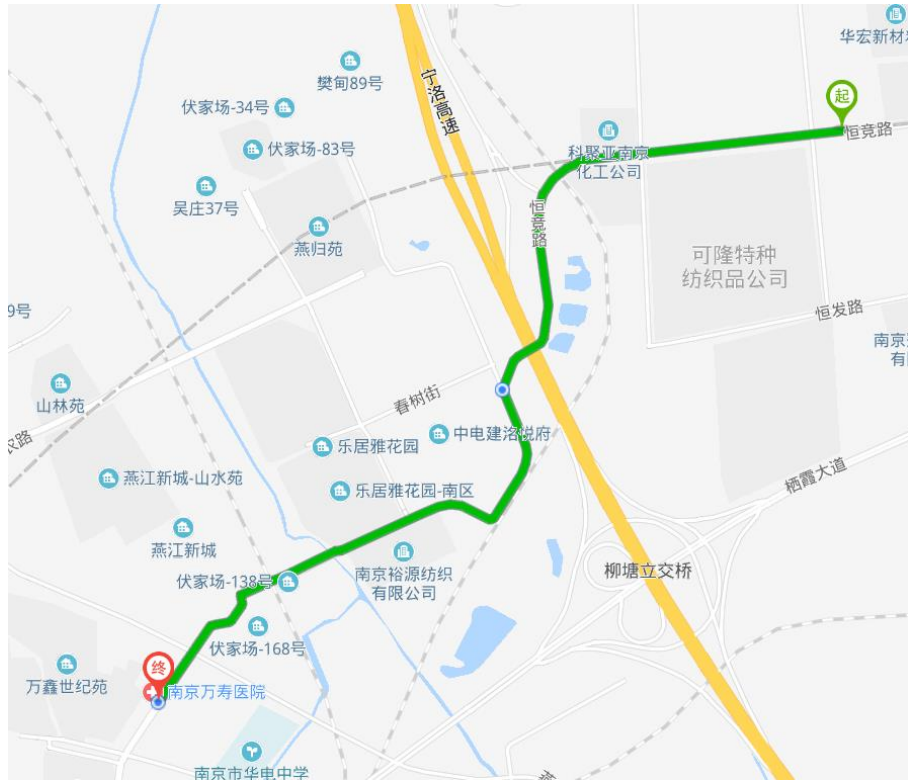


图 6-22 项目所在地到应急就诊医院路线

2) 安全警戒

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

3) 信息记录

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

4) 信息报送

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

（2）药品灼伤

1）眼睛灼伤或掉进异物

一旦眼内溅入任何化学药品，立即用大量水缓缓彻底冲洗。洗眼时要保持眼皮张开，可由他人帮助翻开眼睑，持续冲洗 15 分钟。对因溅入浓酸、浓碱或其它刺激性物质的眼睛灼伤者，急救后必须迅速送往医院检查治疗。

2）皮肤灼伤

①酸灼伤：先用大量水冲洗，以免深度受伤，再用稀碳酸氢钠溶液或稀氨水浸洗，最后用水洗。

②碱灼伤：先用大量水冲洗，再用 1%硼酸或 2%醋酸溶液浸洗，最后用水洗。在受上述灼伤后，若创面起水泡，不宜把水泡挑破。

（3）触电

本修复工程部分机械设备以电力作为动力，用电量大且用电线路复杂，易造成触电事故。本方案已作出相应的预防措施，但万一发生触电事故，要采取以下措施。

1）触电者的抢救

应尽快使触电者脱离电源。人触电后，可能由于疼或失去知觉（昏迷）等原因而紧抓带导电体，不能自行摆脱电源。这时，应使触电者尽快脱离电源，切断通过人体的电流。据电压等不同，应采用不同的办法：

①低压触电解脱法：附近有开关，应尽快拉开开关。离电源开关较远，不能立即断开时，救护人可以使用干燥的绝缘物品（如干燥的衣服、手套、绳子、木棒、竹杆或其他不导电物体）作为工具，使触电者与电源分开。如果触电者因抽筋紧握导电物时，可以使用干燥的木柄斧头、木把锄头或胶柄钢丝钳等绝缘工具砍断带导体。用上述方

法解救时，救护人宜站在干燥的木板、绝缘垫上或穿绝缘鞋进行抢救，而且宜用一只手进行操作，防止自己触电。此外，还要注意防止断电后触电人从高处坠落或摔倒造成电击二次伤害。

②高压触电解救法：立即通知有关部门停电。戴上绝缘手套，穿上绝缘鞋靴，用相应电压等级的绝缘工具拉开开关。对症施救，当触电者脱离电源后，应争分夺秒紧急救护，在送医院抢救的途中还应根据下列不同情况采用不同的救护方法：如果触电者伤势不重，神志尚清醒，但有些心慌、四肢发麻、全身无力，或者触电过程中曾一度昏迷。应使触电者安静休息，严密观察，并尽快送医院治疗。如果触电者伤势较重，已失去知觉，但心脏跳动和呼吸尚存的。应使触电者舒适、安静地平卧，保持空气流通，并迅速送医院治疗。在送院途中要随时注意观察，如发现触电者呼吸停止，应立即进行人工呼吸抢救工作。如果触电者伤势特别严重，呼吸、脉搏及心脏跳动都停止，出现假死现象。应立即采用人工呼吸法和胸外心脏压挤法进行紧急救护。否则触电人将失去得到救治的可能。在医生未来到现场救护之前或将伤者送医院的途中也不可中断人工呼吸。

2) 常用的两种触电急救方法

①口对口人工呼吸法：人工呼吸法是触电急救行之有效的科学方法，对于尚有心跳而呼吸停止或不正常的触电者宜用此法：施行人工呼吸前，应迅速将触电者身上妨碍呼吸的衣服领口，紧身衣服、裤带等解开，并将口腔内的食物、假牙、血块、粘液等取出，使呼吸道畅通。救护人员一手将伤者下颌托起，使其头尽量后仰，另一只手捏住伤者的鼻孔，深吸一口气，对伤者的口用力吹气，然后立即离开伤者口，同时松开捏鼻孔的手。吹气力量要适中，次数以每分钟 16~18 次为宜。

②胸外心脏按压法:对于尚有心跳而呼吸不正常的触电者宜用此法:将触电者仰卧在地上或硬板床上,救护人员跪或站于触电者一侧,面对触电者,将右手掌置于触电者胸骨下段及剑突部,左手置于右手之上,以上身的重量用力把胸骨下段向后压向脊柱,随后将手腕放松,每分钟挤压 60~80 次。

③如果触电者呼吸和心跳都停止,上述两种方法须同时进行。只有一人救护时,可以先吹气 2~3 次,再挤压 10~15 次,交替进行。并适当提高挤压和吹气的速度。若有二人救护,则一人侧跪做人工呼吸,另一人跨跪作胸外心脏挤压。

3) 现场应急措施

①消除不安全因素,将出事的电源开关拉掉,防止事故扩大,避免更大的人身伤害及财产损失。

②注意保护现场,因抢救触电者和防止事故扩大,需要移动现场物件时,应做出标志、拍照、详细记录和绘制事故现场图。

③事故发生后应急小组在抢救触电者、保护事故现场的同时,立即报公司领导、工程管理部按规定向上级有关部门报告。

④工程管理部得知事故发生后,应立即赶赴事故现场,开展上述应急措施,注意检查事故现场是否处于安全状态,防止事故的扩大。

⑤配合公司有关部门开展事故调查工作。

(4) 机械伤人

事故发生后,现场人员应立即向值班人员(项目经理)汇报事故时间、地点、方位、受伤人员情况。应急领导小组根据情况启动预案,组织人员设备进行抢救行动。施工现场的机械伤害事故,会造成不同程度损伤,以至死亡。根据施工作业地点、机械类型等因素,伤害类型多为挤、压、绞、缠、切等引起的外伤。

1) 现场急救

对伤员的现场处理十分重要，否则会贻误治疗，而不正确的处理又容易使伤员雪上加霜。根据实际情况首先应停止设备运转或移动机械设备，使伤员脱离致害物，对于肢体动脉流血的伤员要及时包扎止血，防止流血过多造成休克或生命危险。事故中如果发生手、脚或手指、脚趾断掉时，在料理好伤者后，及时找回断肢，用清洁的布块包好放入塑料袋内，让断肢保持低温，如有可能在塑料袋周围放些冰块，但不要将冰块直接碰到断肢。

2) 伤员转运

外伤患者，经过现场急救之后，需要送往医院救治。在搬运伤员的过程中，如果不懂得伤员转运中的知识和方法，很有可能由于搬运不当引起严重后果。例如：脊椎损伤的病人，转运中不能使病人的脊椎弯曲，应用坚固的木板将身躯固定好，并用硬木板担架搬运。没有应用物时，多人同时搬运中，应使其身体保持在伸直位置，以免损伤脊椎神经，导致下肢瘫痪；对于昏迷者，应让其取侧卧位，以防呕吐物吸入肺部，引起肺炎或窒息死亡；危重伤员搬动身体时，必须将患者的头、肩、躯干作为一个整体，在同一平面上同时翻转和搬动，不可使其扭曲等等。患者在担架上，应根据不同的伤情，做一些体位上的调整，例如：怀疑脑损伤的可将伤员的头适当的垫高。有头头骨骨折时头部两侧还应用棉衣、枕头、砖、石等予以固定，避免晃动加重损伤。如果怀疑患者内出血休克，则应采用头低脚高位。如果患者呼吸困难或是胸部创伤，则应该采用半坐位。经过伤员现场处理之后，及时送往医院治疗观察。

(5) 消防火灾

1) 立即报警

当接到火灾信息时，应确定火灾的类型和大小，并立即报告防火指挥系统，防火指挥系统启动紧急预案。根据事故大小，指挥小组决定是否拨打“119”火警电话，并及时报告上级，便于及时扑救处置火灾事故。

2) 组合扑救

当施工现场发生火灾时，应急准备与响应指挥部除及时报警外，还要立即组织生活区域或施工现场义务消防队员和职工扑救火灾，义务消防队员选择相应的器材进行扑救。扑救火灾时按照“先控制，后灭火；救人重于救火；先重点，后一般”的灭火战术原则。派人切断电源，联系业主接通消防水泵电源，组织抢救伤亡人员，隔离火灾危险源和重点物资，充分利用项目中的消防设施器材进行灭火。

3) 人员疏散

在现场布置安全疏散通道，在任何情况下确保安全通道畅通，一旦发生火灾，人员可顺利撤离到安全地带。

4) 协助公安消防队灭火

拨打 119、120 求救，并派人到路口接应。当专业消防队到达火灾现场后，应急小组成员要简要想消防队负责人说明火灾情况，并全力协助消防队员灭火，听从专业消防队指挥，共同灭火。

5) 现场保护

火灾发生时和扑灭后，指挥小组要派人保护好现场，维护好现场秩序，等待对事故原因和责任人的调查。同时应立即采取善后工作，及时清理，将火灾造成的垃圾分类处理以及采取其他有效措施，使火灾事故对环境造成的污染降低到最低限度。

6) 事故调查处置

按照公司事故、事件调查处理程序规定，火灾发生情况报告要及

时按“四不放过”原则进行查处。事故后分析原因，编写调查报告，采取纠正和预防措施，负责对预案进行评价并改善。应急小组要及时将火灾发生情况报告上报公司。

6.8.3.2 环境风险应急措施

本项目为原位修复，不存在土壤挖掘、废水清理等工序，因此可能产生的环境风险包括潜埋的储罐、管线、废水暗沟化学品或废水泄漏；扬尘及噪声扰民。

（1）对于潜埋的储罐、管线、废水暗沟化学品或废水泄漏应急措施如下：

1）施工中发现有潜埋的储罐、管线、暗沟立即向项目经理和监理汇报。

2）当发现污染泄漏的，项目经理组织专业力量对储罐、管线、暗沟走向、深度、范围进行全面调查，并对治理范围内的此类构筑物进行安全清运。

3）当施工时发现储罐、管线、废水暗沟有化学品或废水泄漏，应确定其性质再行处置。

4）若泄漏物质为液体，且泄漏量较小，先对污染的土壤清理，再将破坏位置隔离，待导流措施到位再对储存设施内的其它废液排出，并对此构筑物清理出场。

5）当泄漏量较大，出动挖机在泄漏口处开挖临时水池，并铺设HDPE膜，先将废液导流至临时水池，再进行合理处置。

（2）扬尘和噪声扰民

1）收到扰民申诉后，做好居民的接待工作，认真听取居民诉求，向其询问扰民污染物类型、性状，并对场地内产污工段进行判别，并向其作出解释和安抚。

2) 如在现场开挖过程中因扬尘扩散引起附近居民投诉, 则应立即停工寻找扬尘根源, 并喷洒防扩散泡沫制剂。同时由现场负责人向居民做出解释和安抚工作。

3) 当发生运输车辆噪声扰民的投诉时, 项目经理要及时查出原因, 如是司机鸣笛造成的噪声, 要对司机进行教育, 令其马上改正; 如是行驶噪声, 则要调整运输时间、降低运载量等方式进行处理。当施工现场的机械噪声扰民时, 项目应急小组应马上组织人员对机械降噪处理, 并对施工机械运转质量进行检修, 以使其达到相关噪声排放标准。

4) 如夜间施工噪声扰民, 则停止施工并调整夜间施工时段、工序、设备以降低噪声源。如围挡过低, 则施工集中区域周边设置新的围挡。

6.8.3.3 群体事件应急措施

预防和处置本工程实施过程中存在的各种矛盾纠纷及不稳定因素引发的群体性事件, 遵循“预防为主”的方针, 坚持“以人为本”的原则, 坚持“教育疏导、防止矛盾激化和扩大”的原则, 对群体性事件及其苗头要及时、果断采取措施, 坚决制止违法行为, 尽快平息事态。力争做到发现的早、化解的了、控制的住、处置的好, 切实把问题解决在萌芽状态、解决在内部, 努力维护大局。

(1) 工作要求

1) 本工程项目部负责组织排查、调解可能引发群体性事件的矛盾纠纷。

2) 搜集群体性事件情报信息。

3) 组织调动应急资源做好群体性事件的先期处置工作。

4) 宣传普及有关法律、法规、政策, 引导群众以理性方式表达

诉求，通过合法途径反

、映和解决问题。

（2）检查和报告

1）项目部认真执行当地政府及有关部门关于加强突发事件信息报送工作的有关规定，强化值班制度、落实监测人员，完善监测网络，收集可能造成重大群体性事件的信息，采取积极应急措施。对群体性事件、突发事件做到早发现、早报告、早处置。

2）发生群体性事件后，项目部相关责任领导应在事件发生后向业主及当地相关部门报告事件主要情况，包括时间、地点、事由、经过、影响范围、动态趋势、已采取的处置措施、现场指挥员的联系方式等，可先口头报告，随后及时提供书面情况报告，并根据事态发展和处置情况及时书面续报动态信息。

（3）处置程序和方法

1）一旦发生群体性事件，工地首先应立即停工，项目经理和相关部门负责人应在接到报告后 30 分钟内赶到现场，成立现场指挥部，协助公安等部门开展警戒、控制现场、疏散救护等基础处置工作；收集现场动态信息，分别向区人民政府应急管理办公室等有关部门报告。

2）在处置群体性事件现场，项目经理及有关负责人员要面对面地做群众的工作，认真听取群众的意见，准确判断群体性事件的性质和发展趋势，掌控局面，把握尺度，讲究策略和方法，采取措施，尽快平息事态。对群众提出的要求，符合法律法规和政策规定的，要当场表明解决问题的态度；无法当场明确表态解决的，要责成相关人员限期研究解决；对确因决策失误或工作不力而侵害群众利益的，要如实向群众讲明情况，公开承认失误，尽快予以纠正；对群众提出的不合理要求，要讲清道理，耐心细致地做好说服教育工作。

3) 群体性事件现场事态平息后, 有关责任人对现场处置时向群众承诺解决的问题, 必须尽快解决到位, 不得搞虚假承诺或者久拖不决。要坚决避免违背承诺、失信于民, 重新引发群体性事件的现象发生。

4) 对于群体性事件中违反相关规定的人员, 由公司研究决定予以相应的处罚; 触犯法律法规的, 由相关执法部门依法进行处罚。

6.9 公共参与及信息管理

6.9.1 公共参与

(1) 公共参与的目的

公众参与的目的在于通过合理充分的公众宣传及协调沟通工作, 使当地相关政府人员及周边居民对本场地有充分的、全面的认识, 消除其对本场地修复工作的恐慌与骚乱, 并得到他们的支持与配合, 使本次场地修复项目能安全、顺利的进行。

(2) 公共参与的形式

为调动参与对象的积极性和主动性, 场地修复前的公众宣传, 可采用知识讲座、座谈会、调查表、张贴宣传材料等形式。在场地清理实施过程中, 公众参与人员应与周边居民做好协调工作, 对过程中所涉及的噪音、灰尘等环境问题及道路占用等对周边居民的日常生活造成影响的问题予以充分考虑, 并和当地居民做好充分地协调和沟通。场地清理后的恢复过程中, 在国内外相关法规的框架下, 充分考虑土地所有者及周边居民的意愿, 做好场地清理后的场地恢复工作。

在施工工地现场入口显眼处, 必须设有“七牌一图”, 即工程项目简介及质监举报电话牌、工程项目负责人牌、安全生产制度牌、消防保卫制度牌、环境保护制度牌、工程创优牌、文明施工牌和工地施工

平面布置图。

(3) 环境影响纠纷投诉渠道

为了更好地保障受影响人的合法权利，将建立一种投诉机制，为受影响人提供一条方便、透明、公平和有效的投诉途径，为此成立本项目环境影响投诉受理领导小组，组长由项目负责人兼任。受影响人可以以书面或口头形式向投诉受理办公室投诉。

6.9.2 信息管理

(1) 信息交流

环境管理要求本项目各参与方的不同部门和岗位之间进行必要的信息交流，同时还要向外部（相关方、社会公众等）通报有关信息。内部信息交流可以会议、内部简报等多种方式进行，但每月必须有 1 次正式会议，所有交流信息均有记载并存档。外部信息交流每 2 个月进行 1 次，与协作单位的信息交流要形成纪要并存档。

(2) 记录机制

建立一个完善的记录系统，并保留以下几个方面的记录：

- 1) 法律、法规、标准、规范等强制性要求和各种行政许可；
- 2) 环境因素和有关的环境影响；
- 3) 环境、安全教育培训；
- 4) 检查、校核和维护活动；
- 5) 监测数据；
- 6) 纠正和预防措施有效性；
- 7) 相关方的信息；
- 8) 审核、评审。

另外，还必须对上述各项记录进行必要的控制，包括：记录的标识、收集、编目、归档、储存、管理、维护、查询、保存期限、处置

等环节。

（3）报告机制

施工单位在项目实施过程中应将项目进展情况、环境管理计划（EMP）执行情况、环境质量监测结果等加以记录及时向施工监理和业主单位等有关部门报告。项目部每 10 天向施工监理和业主代表做一次报告。环境管理计划执行报告可包括以下内容：

- 1) 项目进展情况；
- 2) 环境管理计划实施情况：包括监测情况和数据；
- 3) 有无公众投诉，若发生投诉，记录投诉的主要内容、解决办法及公众的满意度；
- 4) 下一个 10 天的环境管理计划。

7. 施工进度计划

7.1 进度计划

根据工程经验及项目特点，本次土壤及地下水修复工程总工期计划为 60 日历天，施工单位周密部署、详细规划，承诺 60 日历天内合格完成全部修复工程。

详细施工进度安排见图 7-1。

主要工作项目	工期（天）	10	20	30	40	50	60
1.施工准备	10						
2. 土壤与地下水原位化学氧化	30						
2.1 土壤原位化学氧化	30						
2.2 地下水原位化学氧化	30						
3.采样验收	15						
4.退场	5						

图 7-1 本项目修复工程进度计划

7.2 进度保障措施

根据项目特点，确定进度保障措施体系组成，见图 7-2。

（1）进度保障措施包括四个方面：组织措施、管理措施、技术措施、经济措施。

（2）以组织措施为基础措施，拓展技术措施、管理措施、经济措施，建立完善可靠的工程进度组织体系，是保证工程进度的基石。

（3）以技术措施为核心措施：与建筑、市政等成熟工程相比，土壤修复工程先例较少，先进可靠的技术是保证工程质量、进度的核心因素，是建立进度组织体系的重要依据。

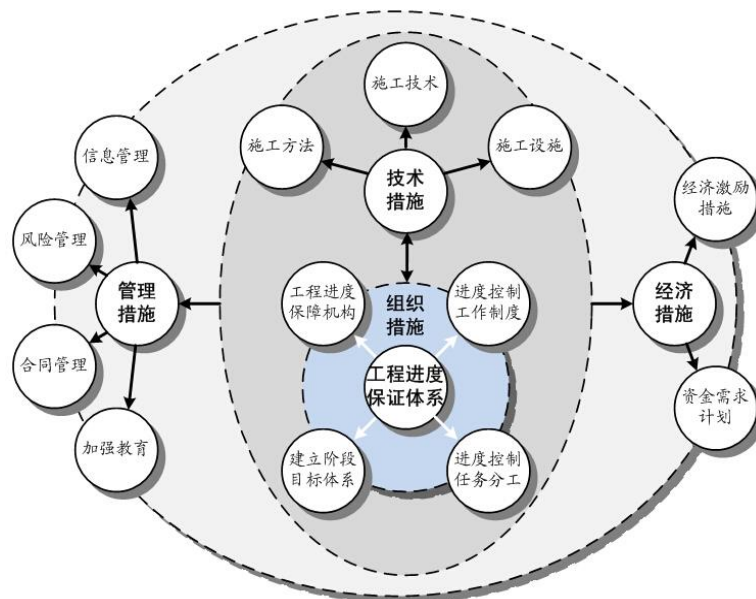


图 7-2 进度保障措施纲领体系

7.2.1 组织措施

（1）建立项目进度保证体系。建立以项目经理为主要领导的进度保证体系，成立专门进度控制机构和进度控制岗位责任人，对各阶段各时期的进度目标的进行分析和论证、编制进度计划、定期跟踪进度计划的执行情况、采取纠偏措施，以及调整进度计划。

（2）以项目经理为组长，成立修复工程进度保证小组。下设常务副组长，各职能部门负责人为副组长，以各单元工作负责人、各班

组长等为组员的控制管理小组；根据施工准备、修复施工、后期工作四个阶段，对成员组成进行调整。具体见图 7-3。

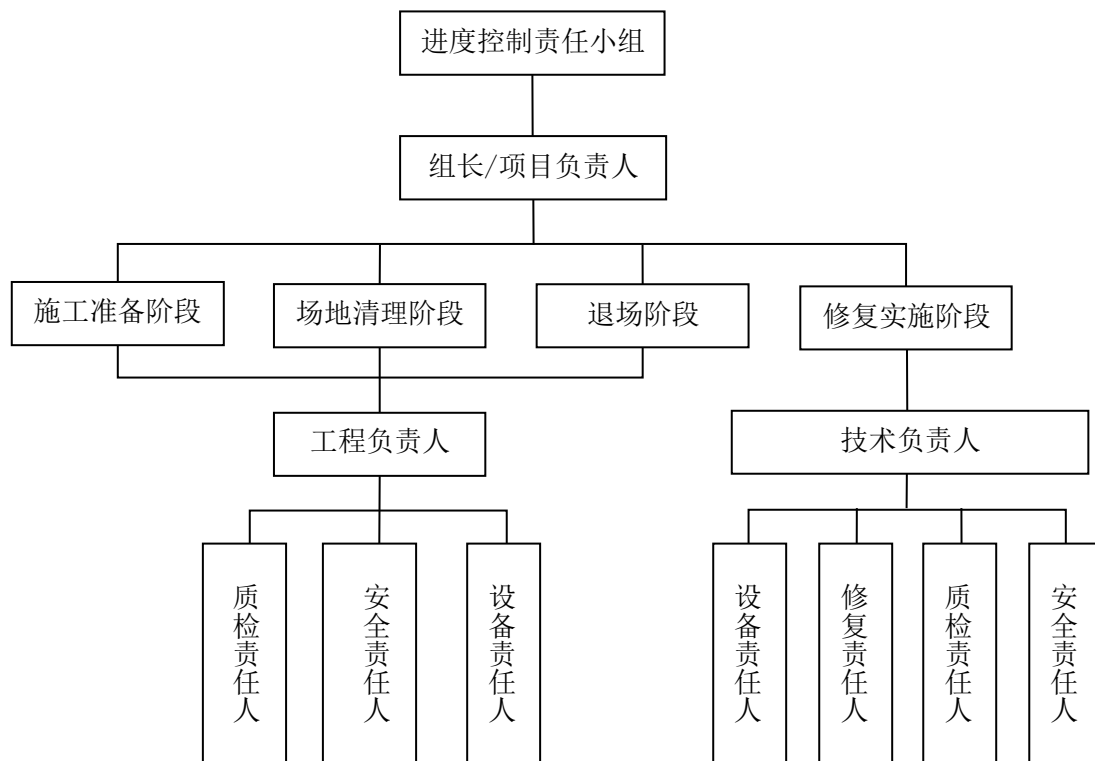


图 7-3 进度控制责任小组

（3）建立进度目标体系，由于修复施工阶段历时长，应对该阶段目标进行详细分解，编制周密的施工综合进度计划和季度、月度、周生产计划，均衡组织生产，严格执行生产计划。本项目进度计划结构组成见图 7-4。

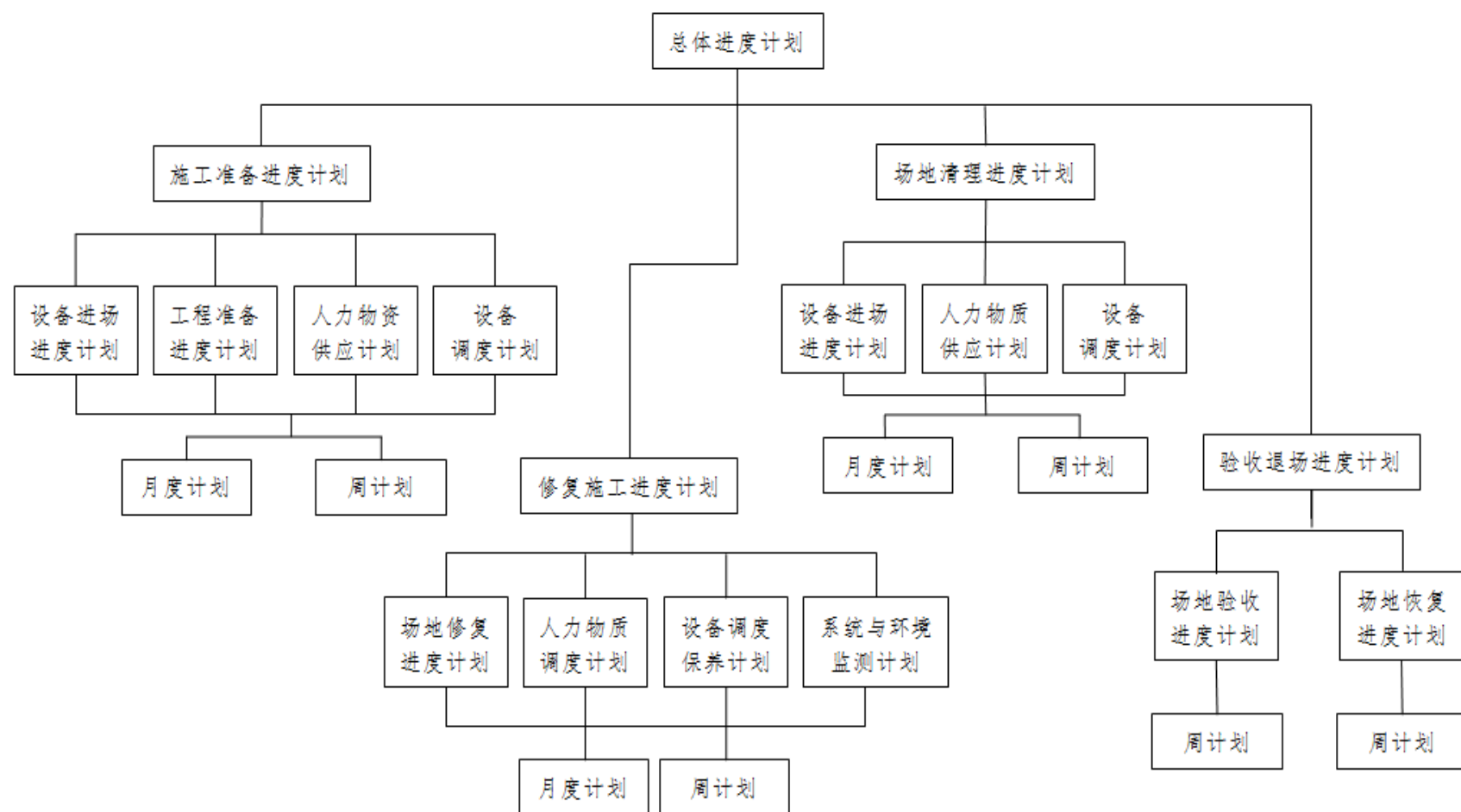


图 7-4 进度计划详细分解

(4) 建立工程例会制度，定期每周召开一次生产协调会，出现问题随时召开，及时解决施工中出现的进度、质量、文明施工等问题，为下一步生产工作提前做好准备；检查落实当期计划的完成情况、未完成计划的原因，协调各生产要素，及时解决各种生产障碍。针对现场存在的问题，提出有预见的措施，提前排除，以保证工程顺利进行。每月例会请建设单位参加，以便早解决协调施工中遇到的问题。

(5) 建立施工进度管理动态控制系统，加强调度工作，对施工进度计划定期检查和调整。具体系统流程见图 7-5。

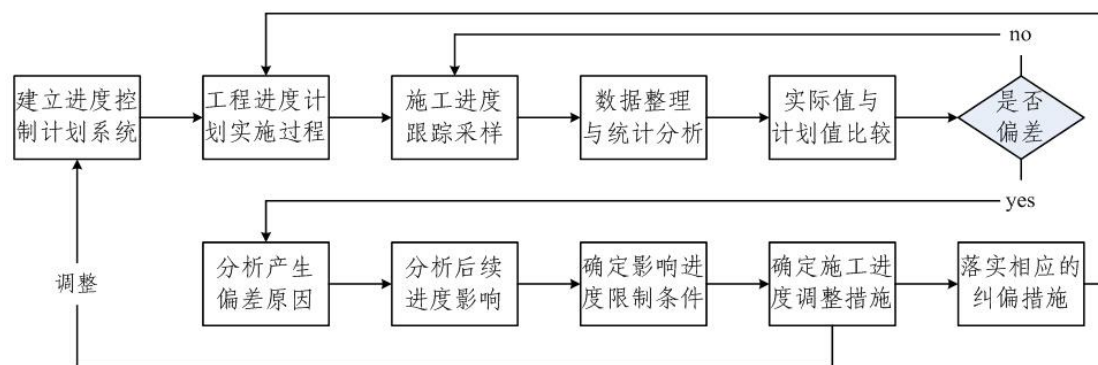


图 7-5 施工进度管理动态控制系统图

7.2.2 技术措施

对现场深入调查，制定合理施工方案。对工程污染土壤施工难点、运输难点，应提前做好施工准备工作，技术保证措施得力，以免因此而影响工程进度。

做好实施性施工组织设计的编制，优化的施工组织设计和科学的施工方案是工程顺利开展的关键，是确保工期的前提。为此，我方将在加强施工计划的科学性的基础上，运用网络技术、系统工程等新技术原理，根据本合同段工程的技术特点、现场实际情况等编制详细的、切实可行的实施性施工组织设计。

根据施工总进度的要求，分别编制年、季、月、旬、周施工生产计划，实施并对照检查，找差距，找原因，完善管理，促进施工。按

生产计划情况编制材料供应计划，超前订货或加工，就近供货。根据本工程特点，雨季对施工的影响最大，要备有足够的材料库存量，保证工程物资供应充足，不致影响到工程施工进展。

全面提高人员整体素质。加强技术培训，提高施工人员的操作技术熟练程度，项目部的人员要深入学习项目管理知识，规范操作行为，同时抓好后勤保障工作，一切为生产服务，关心施工人员的物质文化生活，充分激发广大施工作业人员的生产积极性。

7.2.3 管理措施

（1）信息管理

1) 对修复施工阶段，用网络计划的方法编制进度计划有利于实现进度控制的科学化，确认每一阶段的关键线路与关键工序，为纠偏工作做好基础分析，保证每个周期的进度工作。

2) 建立监测数据收集库，及时分析，对系统进行及时调控。

3) 建立技术信息系统，利用互联网技术，查阅新技术、实用技术以及科技成果，及时反馈工程，保证工程进度。

（2）合同管理

1) 与机械设备业主签订长期租赁合同，保证修复施工期设备及时跟进。

2) 与药剂厂家签订长期供应合同，保证物资供给。

（3）风险管理

1) 对特殊条件施工编制技术措施，严格实施，避免工期延误。

2) 对可能碰到风险情况编制应急预案，严格执行，减缓工期延误。

3) 采用成熟可靠的技术进行修复施工，本项目根据不同浓度、深度及范围，确定了不同的修复技术。

4) 签订物资、设备等合同，应有备用厂家，及时按照合同向建设单位所要合同款，防止合同风险造成的资金链、物流线断裂，造成工期延误。

5) 及时更新不合理的组织结构、人力资源、进度计划，防止因组织不力造成的工期延误。

6) 维护周边安全、交通，防止干扰周边村民，处理好群众关系，保障社会和谐，避免不必要的工期损失。

(4) 教育培训

1) 修复施工期，分部分项内容相对重复，编制通俗易懂的操作手册，建立可视化流程管理模式，并培训操作员工上岗，保证施工期间不因做法不明而耽误工期。

2) 加强对职工、农民工有关合同意识、工期意识的教育，做到工期目标人人清楚。

7.2.4 经济措施

实行合理的工期目标奖罚制度。整个工程层层实行项目内工期保证制，签订保证合同，引和竞争机制，实行内部重奖重罚制度，严格执行奖惩兑现，充分发挥经济杠杆的作用，以经济手段保工期。

项目的工程款项实施专款专用。同时，可运用我方的工程周转基金为工期计划的实现提供资金保障。我方拟从人员、设备、材料、资金、管理方面，投入足够的资源，特别是施工的前期投入、施工中的施工机械、材料、工力配备，要求准备充足并留有余地。我方拥有良好的银行信誉，具有雄厚的资金储备，施工中可根据工程所需，投入必备的生产流动资金。对该工程设立专用帐号，专款专用。按月结付劳务队伍人员工资，解除其后顾之忧，发挥更大潜能。

8. 项目效益分析

8.1 成本费用概算

序号	项目名称	单位	工程量	单价（元）	合计价（元）
一	分部分项工程费				1351000.00
1	现场施工准备	项	1	100000.00	100000.00
2	污染土壤+地下水原位化学氧化		2502m ³ /319m ²	800.00	1251000.00
二	措施项目费				700000.00
1	安全文明施工	项	1	50000	50000.00
2	临时设施	项	1	50000	50000.00
3	劳动及保护用品	项	1	70000	70000.00
4	二次污染防治	项	1	50000.00	50000.00
5	质控检测	项	1	30000.00	30000.00
6	大型机械设备进出场及安拆费	项	1	300000.00	300000.00
三	税金	(一+二) *10%			195100.00
四	总价	一+二+三			2146100.00

8.2 效益分析

本场地污染物为甲醛，通过选择具有最佳性价比和综合成本优势的修复治理方案，彻底解决本场地土壤中的 VOC 污染问题，为后续土地开发再利用和周围居民的健康生活提供保障。

8.2.1 环境效益

结合本场地污染特征，本工程拟选用原位化学氧化修复技术，消除土壤中有机污染物对人体健康产生的风险。本工程的实施可解决未治理污染土壤直接开发再利用过程中可能存在的种种环境隐患：如挖掘出污染土壤直接暴露在环境中的风险；周围居民直接接触污染土壤或呼吸污染大气的风险；场地内或周边植物直接受污染土壤毒害的风险等等。

8.2.2 经济效益

本项目地块处于南京新港地块，通过拆迁和转变原工业用地的使用性质，可以大幅度提高该地块的利用效率和商业利用价值。但土地的商业价值，除了取决于该地块在城市规划中的区位和土地使用性质外，还与地块本身的物理化学属性有很大关系。本项目有效消除了地块本身存在的环境、地质、水文风险，降低了商业开发的成本和风险，使土地本身得到充分增值。因此，本项目良好的修复效果，必定能提升该地块整体商业价值。土地的商业价值提升，就意味着作为税收主体的政府、作为建设主体的开发商、作为房屋产权拥有者的最终消费者等利益相关者均能够从土地的价值增值中获益。

8.2.3 社会效益

本项目的成功实施，将产生多方面的社会效益。

（1）对我国工业城市加快重污染产业的搬迁转产、产业结构调整 and 升级，以及城市空间布局的优化，具有重要示范意义，有利于加快南京乃至全国城市化发展和生态文明建设。

（2）该项目的有效实施，可有效解决环境保护与经济矛盾的矛盾关系，既能够解除民众对环境的关注和忧虑，降低环保部门的管理风险，同时能够解决土地开发企业的后顾之忧。

（3）通过改善该场地土壤环境质量，有利于改善南京新港地块的生态环境，有利于优化居民生活环境，促进社会和谐发展。

9. 结论和建议

9.1 结论

土壤需要修复的污染物为甲醛，土壤修复面积为 556m^2 ，修复工程量为 2502m^3 。采用原位注射化学氧化修复技术，修复药剂使用芬顿。

地下水需要修复的污染物为甲醛，地下水需要修复的面积为 319m^2 ，采用原位注射化学氧化技术，修复药剂使用芬顿。

9.2 建议

考虑到本场地的污染物易挥发，工程实施期间要加强环境管理、安全管理和进度管理，采取有效措施防止大气污染、水污染、噪声污染和固体废物污染，确保整个修复工程不对周边环境造成二次污染，确保整个施工过程的安全性及按期完工。

