

铜陵市原铜官山化工有限公司区域地块
土壤污染修复与管控项目
技术方案

建设单位：铜陵市华盛化工投资有限公司

二零二六年八月

目 录

1 总论	1
1.1 任务由来.....	1
1.2 地块范围.....	2
1.3 编制内容.....	3
2 地块问题识别	5
2.1 区域环境概况.....	5
2.1.1 区域地理位置.....	5
2.1.2 区域气候气象.....	5
2.1.3 区域水文水系.....	5
2.2 地块基本信息.....	7
2.2.1 地块地理位置.....	7
2.2.2 地块工程地质情况.....	8
2.2.3 地块水文地质条件.....	17
2.2.4 地块历史沿革.....	18
2.3 地块污染状况与风险评估结果.....	19
2.3.1 土壤污染及其风险状况.....	19
2.4 地块修复及风险管控范围.....	20
2.4.1 土壤修复范围及方量.....	20
2.4.2 地下水污染超标范围.....	21
3 场地修复与风险管控模式	22
3.1 基于风险管控的修复模式.....	22
3.2 基于风险管控的修复模式.....	22
3.3 修复模式设计思路.....	23
3.4 修复模式比选结果.....	24
3.5 本项目地块修复及管控目标.....	24
3.5.1 本项目地块修复目标.....	24
3.5.2 本项目地块管控目标.....	25
3.6 本项目地块修复及管控范围.....	25

3.6.1 本项目地块修复范围.....	26
3.6.2 本项目地块管控范围.....	26
4 修复与管控技术筛选与确定	27
4.1 土壤修复技术比选.....	27
4.1.1 污染土壤修复技术比选.....	27
4.2 管控技术比选.....	27
4.2.1 水平阻隔技术比选.....	28
4.2.2 垂直阻隔技术比选.....	28
5 修复与管控技术方案比选	29
5.1 土壤修复与管控技术路线.....	29
5.2 修复与管控技术工艺参数.....	30
5.2.1 污染土壤筛分预处理.....	30
5.2.2 污染土壤淋洗修复.....	30
5.2.3 污染土壤固化稳定化.....	31
5.2.4 污染土壤水泥窑协同技术.....	32
5.2.5 水平阻隔.....	33
5.2.6 垂直阻隔.....	34
6 环境管理计划	37
6.1 二次污染防治.....	37
6.1.1 大气污染防治措施.....	37
6.1.2 水污染防治措施.....	38
6.1.3 固体废物污染防治措施.....	39
6.1.4 噪声污染防治措施.....	40
6.2 环境监测.....	41
6.2.1 无组织废气排放质量监测.....	41
6.2.2 有组织排放废气排放质量监测.....	41
6.2.3 噪声监测.....	42
6.2.4 废水监测.....	42
6.3 环境应急方案.....	43
6.3.1 风险识别.....	43

6.3.2 事故风险预防.....	44
6.3.3 应急组织体系.....	45
7 结论	48
7.1 结论.....	48
7.2 建议.....	48

1 总论

1.1 任务由来

铜陵市铜官山化工有限公司地块位于铜陵市铜官区，原地块内有 4 家企业，分别是铜陵市铜官山化工有限公司、铜陵柯信化工有限责任公司、安徽金冠新材料有限公司和铜陵鸿兴化工有限责任公司；涉及的生产区有磷肥生产区、硫酸生产区、亚硫酸铵生产区、氟硅酸钾生产区、鸿兴化工生产区和金冠新材料生产区，污染区域总面积约为 152843.0m²。

根据《2018 年铜陵市沿江 1 公里区域化工企业关闭拆除工作方案》（办[2018]年 142 号文件）及《关于沿江 1 公里区域关闭拆除 5 家化工企业土壤修复工作方案的通知》（铜陵市人民政府办公室[2020]6 号）等文件精神，铜官山化工厂区域内 5 家化工企业进行关闭拆除并开展地块环境调查等后续工作。

2021 年 6 月，为了保障人民身体健康，确保该土地后续开发利用的安全，铜陵华诚工程咨询有限公司受铜陵市铜官山化工有限公司委托，根据《中华人民共和国土壤污染防治法》、《污染地块土壤环境管理办法（试行）》等相关文件要求，对《铜陵市铜官山化工有限公司区域土壤环境调查、风险评估项目》进行公开招投标，南京大学环境规划设计研究院集团股份有限公司中标该项目。

2022 年 3 月 31 日，通过了铜陵市生态环境局组织的《铜陵市原铜官山化工有限公司区域地块土壤污染状况调查报告》（以下简称“详细调查报告”）专家评审会，并于 2022 年 4 月在铜陵市生态环境局完成备案。2022 年 5 月 17 日，通过了安徽省环境工程评估中心组织的《铜陵市原铜官山化工有限公司区域地块土壤污染风险评估报告》（以下简称“风险评估报告”）专家评审会，并已通过专家复核。

根据风险评估报告结果：地块用地方式属于第一类用地，重金属(铜、镍、铅、镉、砷、汞、六价铬、钴、铊)及无机物（氟化物）单一污染物的致癌风险值超过 10⁻⁶或危害商超过 1，风险不可接受；下层土壤（9-13m）重金属（铜、镍、镉、砷、汞、六价铬、钴、铊）和无机物（氟化物）由于缺少吸入室内外空气中来自下层土壤的气态污染物相关暴露途径，无暴露风险，表明下层土壤样品风险

可接受，无需开展治理修复或风险管控。地下水在不饮用的前提下，通过挥发进入室内外的暴露途径对人体的危害有限，风险可接受。

此前，由于本地块暂不开发利用，铜陵市铜官山化工有限公司委托南大环规院承担铜陵市铜官山化工有限公司地块风险管控方案的编制工作，以指导地块风险管控工程实施。2022 年 7 月，铜陵市原铜官山化工有限公司区域地块土壤污染风险管控方案完成备案，根据方案对场地进行水平阻隔（两布一膜+覆土+绿化）进行风险管控。

现为了使地块满足后期规划开发用地要求，按照相关法律法规及政策文件的相关要求，提出了“铜陵市原铜官山化工有限公司区域地块土壤污染修复治理”。2026 年 3 月，铜陵市华盛化工投资有限公司申报超长期特别国债并获批资金支持。

综合考虑地块的未来建设用途和污染物暴露迁移的风险状况，以保障地块未来使用者的人体健康和消除地块污染物迁移对长江水环境的影响为主要建设目标，综合评估地块污染状况、污染物迁移途径、工程实施条件和修复费用等因素，提出采取“污染源清理+工程阻隔”相结合的整体风险管控策略。

1.2 地块范围

本地块位于铜陵市铜官区，区域地块总面积约为 152843.0m²，东侧紧邻铜官大道南段，北距金山西路约 300m，西距长江约 700m。中心地理坐标为经度 117.773477°，纬度 30.922768。地块红线见图 1-1。

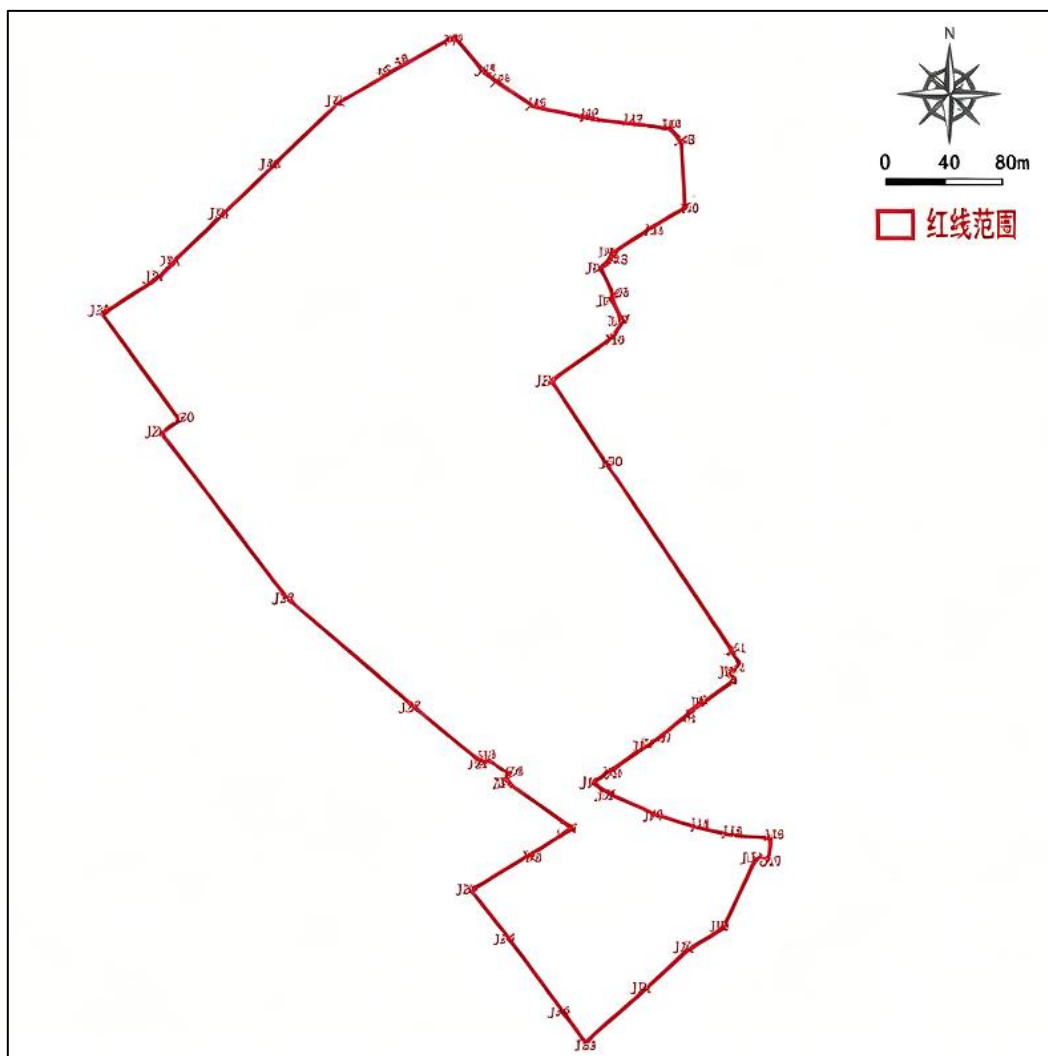


图1-1 地块边界范围图

1.3 编制内容

本修复方案主要针对铜陵市原铜官山化工有限公司地块土壤中重金属（铜、镍、铅、镉、砷、汞、六价铬、钴、铊）、无机物（氟化物）、VOCs（苯、乙苯、甲醛）、SVOCs（萘、苯并(a)蒎、苯并(b)荧蒎、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒎）、石油烃（C₁₀-C₄₀）的修复与管控。通过对企业基本信息、前期调查结果等资料进行整合及综合分析的基础上，结合污染地块的环境特征和修复工程的特点进行修复技术初筛，最终编制本修复技术方案。具体编制内容如下：

（1）根据地块调查与风险评估结果，通过现场踏勘、人员访谈、资料收集等方式，确认地块所在区域情况、地块基本信息、区域周边环境特征、地块土壤

污染特征、土壤污染风险等。结合地块规划用途，划分修复区块，确定各区块的土壤污染物的种类及其修复目标值。

（2）修复模式的确定：分析地块污染物类型、水文地质条件、规划方式、施工条件等，提出地块修复模式。

（3）修复技术的筛选：分析和调研现有的较为成熟的土壤修复技术，综合考虑修复效果、可实施性及其成本等因素进行技术筛选，找出适用于目标地块的潜在可行技术。

（4）修复方案和技术参数的选择：从技术、经济、环境、社会指标等方面进行比较，综合考虑地块总体修复目标、修复策略、环境管理要求、污染现状、特征条件、水文地质条件、修复技术筛选与评估结果，对各种可行技术进行合理组合，形成能够实现修复总体目标、潜在可行的修复技术方案。根据筛选的修复技术，开展实验室小试，确定修复技术关键技术参数。

（5）防止二次污染措施：地块修复过程中，做好土壤、地下水、大气（包括废气、扬尘）、废水、噪声、固体废物等二次污染防治措施。

（6）环境管理与监测计划：根据地块污染特征和环境保护目标，提出地块环境管理计划和监测计划。

2 地块问题识别

2.1 区域环境概况

2.1.1 区域地理位置

铜陵市位于安徽省中南部,长江中下游,介于东经 $117^{\circ} 42' \sim 118^{\circ} 10' 6''$, 北纬 $30^{\circ} 45' 12'' \sim 31^{\circ} 07' 56''$ 之间。市辖一县三区,包括枞阳县、铜官区、义安区和郊区,常住人口 164.1 万,总面积 2967.63 平方公里。铜陵市北接合肥,距省会合肥市 125 公里,南连池州,距池州市 30 公里,东邻芜湖,距芜湖市 60 公里左右,西临安庆,距安庆市 80 公里左右,距九华山风景区 80 公里、黄山风景区 170 公里。作为皖江城市带承接产业转移示范区重要城市,铜陵市是合肥城市圈与皖江城市带的切点,皖西通江达海的出入口、皖南风景名胜区的北大门、合庐铜发展走廊的桥头堡,也是长江中游与下游、中部与东部、武汉城市圈与南京城市圈、长三角经济圈与中四角经济圈的交汇区。

2.1.2 区域气候气象

铜陵市属亚热带湿润季风气候,主要气候特征:气候温暖、四季分明、春季多雨、盛夏炎热、秋季干旱、冬季温和、无霜期长。

区域内极端最高气温 41°C (五十年代末期),极端最低气温 -11.9°C ,多年平均气温 16.2°C ,冬夏温差达 20°C 。年平均降水量 1364.4mm,降水年际变化较大,年最大降水量为 2173.7mm(1983 年),年最小降水量为 768.5mm(1978 年),降水季节分配不均,主要集中在春夏两季,变化区间为 2173.7-768.5mm,年平均降水天数 150 日。

区域内风向因受季风控制,有明显的季节性变化,但因地形和水面影响,季节变化又有破坏,常年主导风向 NE,频率为 21%,夏季主导风向 WSW,频率为 11%。年平均风速为 2.49m/s。区内年太阳辐射总量 114.8kcal/cm^2 ,年平均相对湿度 77%;平均无霜期 230 日,适宜多种农作物和植被生长。

2.1.3 区域水文水系

铜陵市水资源蕴藏丰富，区内地表水资源主要有长江过境径流量、支流径流量、湖泊水库等部分组成。长江两侧支流有青通河、黄浒河、顺安河及其支流，还有七条山冲水道。湖塘库总水面面积 4526.7hm²，其中：湖泊沟塘总水面面积 4293.3hm²，水库 42 座，水面 233.3hm²。

境内河流属长江水系，长江由西南往北再东折，流经铜陵境内达 55km。西南以青通河与池州分界，东北隔黄浒河与芜湖市为邻，北部有钟仓河，东部有顺安河、钟鸣河、朱村河、新桥河、羊河等支流。在这些网状河系中，还有众多的湖泊和人工水库，其中东湖和西湖最大。长江流经铜陵段年平均流量为 29500m³/s，最大可达 43100m³/s，最小可为 24300m³/s。长江水位一般在每年 3~4 月开始上涨，7 月份出现洪峰，当月平均水位为 10.44m，枯水期在 12 月份至翌年的 2~3 月份。长江支流水文动态基本与长江一致，唯水位退落较早，一般在 10~11 月份便进入枯水期。区域地表水系图见图 2-1。

长江横穿铜陵市境内，境内入江河流主要有顺安河、黄浒河、青通河，境内主要湖泊有菜子湖、白荡湖、陈瑶湖、天井湖、桂家湖和两赛湖等。

铜陵市境内主要河流、主要湖泊和大型水库基本情况见表 2-1 和表 2-2。

表2-1 铜陵市主要河流基本情况统计表

名称	发源地	流经县(区)	入河口	境内河长 (km)	境内流域面积 (km ²)	备注
长江铜陵段	/	枞阳县、义安区	/	60	1113	长江干流
顺安河	天门山	义安区、铜官区	顺安	38.7	460	一级支流
黄浒河	韭菜崖	义安区	荻港	14.0	172	一级支流
青通河	岔泉岭	义安区、郊区	大通镇	97.5	/	一级支流

表2-2 铜陵市主要湖泊和水库基本情况统计表

湖泊名称	所在县区	水面面积(km ²)	库容(万 m ³)	流域面积 (km ²)	所属河流
天井湖	义安区	1.03	163	2.2	长江
桂家湖	义安区	1.01	/	7.45	长江
菜子湖	枞阳县	242.9	161000	398	枞阳长河

两赛湖	枞阳县	5.9	/	68.5	石矶长河
白荡湖	枞阳县	733	35800	657	长江
陈瑶湖	枞阳县	41	22000	517	长江
白浪湖	郊区	2.866	860	/	青通河
圣冲水库	义安区	04485	190	192	新桥河
长冲水库	义安区	0.0954	89.1	3.724	顺安河
丁冲水库	义安区	0.1443	78	2.0	顺安河
牡丹水库	义安区	0.1484	120.2	3.288	黄浒河

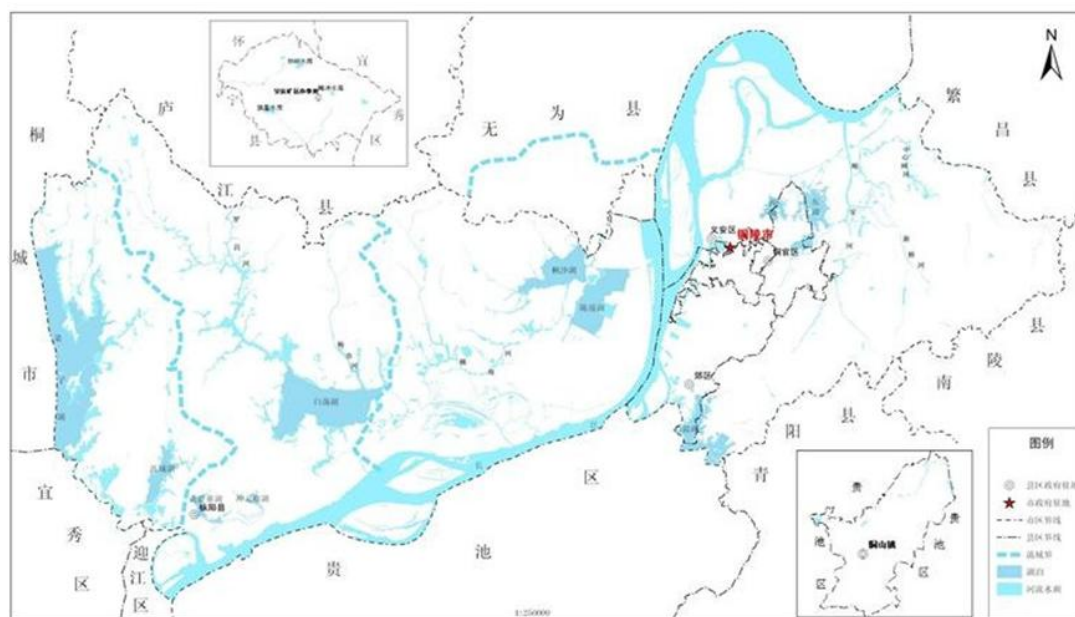


图2-1 水文水系图

2.2 地块基本信息

2.2.1 地块地理位置

安徽省铜陵市铜官山化工有限公司位于中国古铜都、青铜文化的发祥地——铜陵市。本地块位于铜陵市铜官区，东侧紧邻铜官大道南段，北距金山西路约300m，西距长江约700m；具体详见地理位置图。

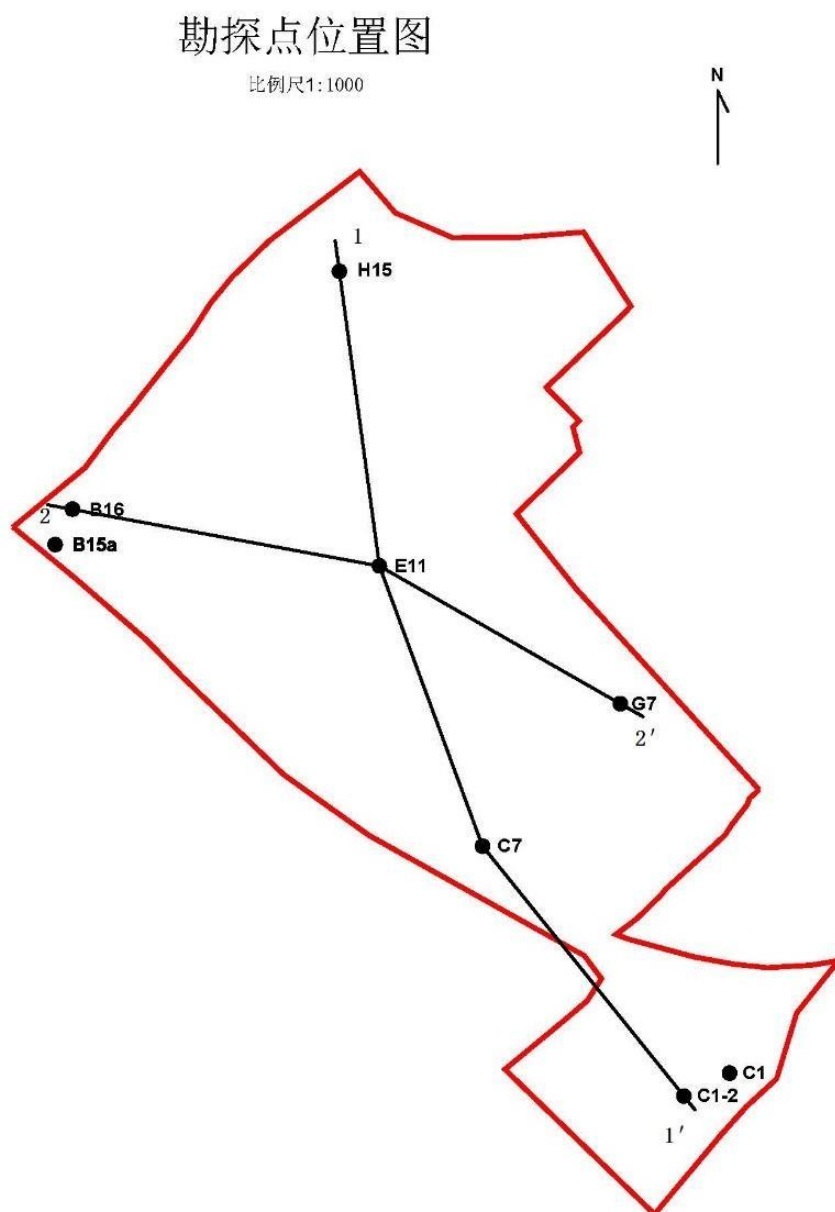


图2-3 水文地质调查勘探点位置示意图

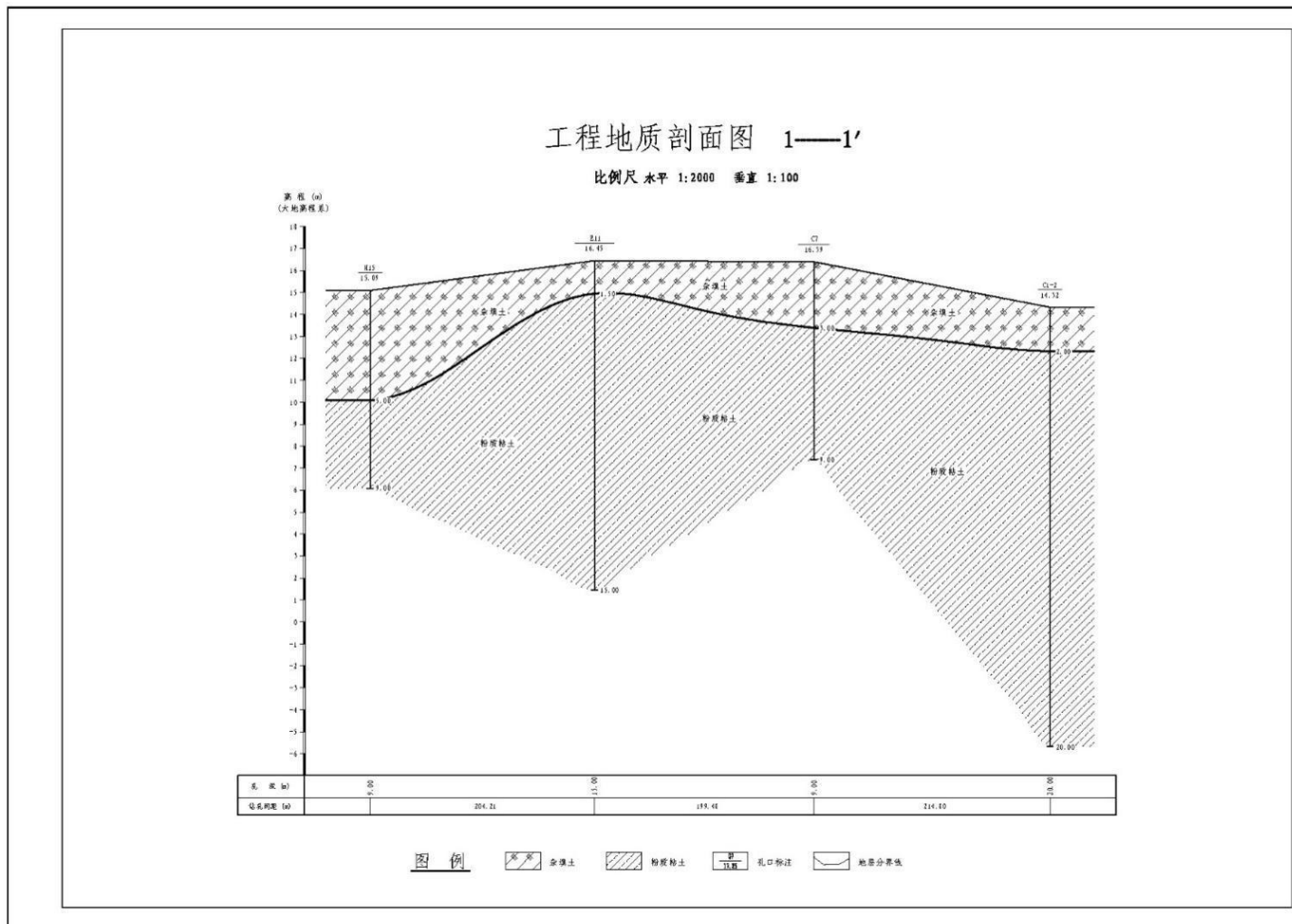


图2-4 工程地质剖面图 1

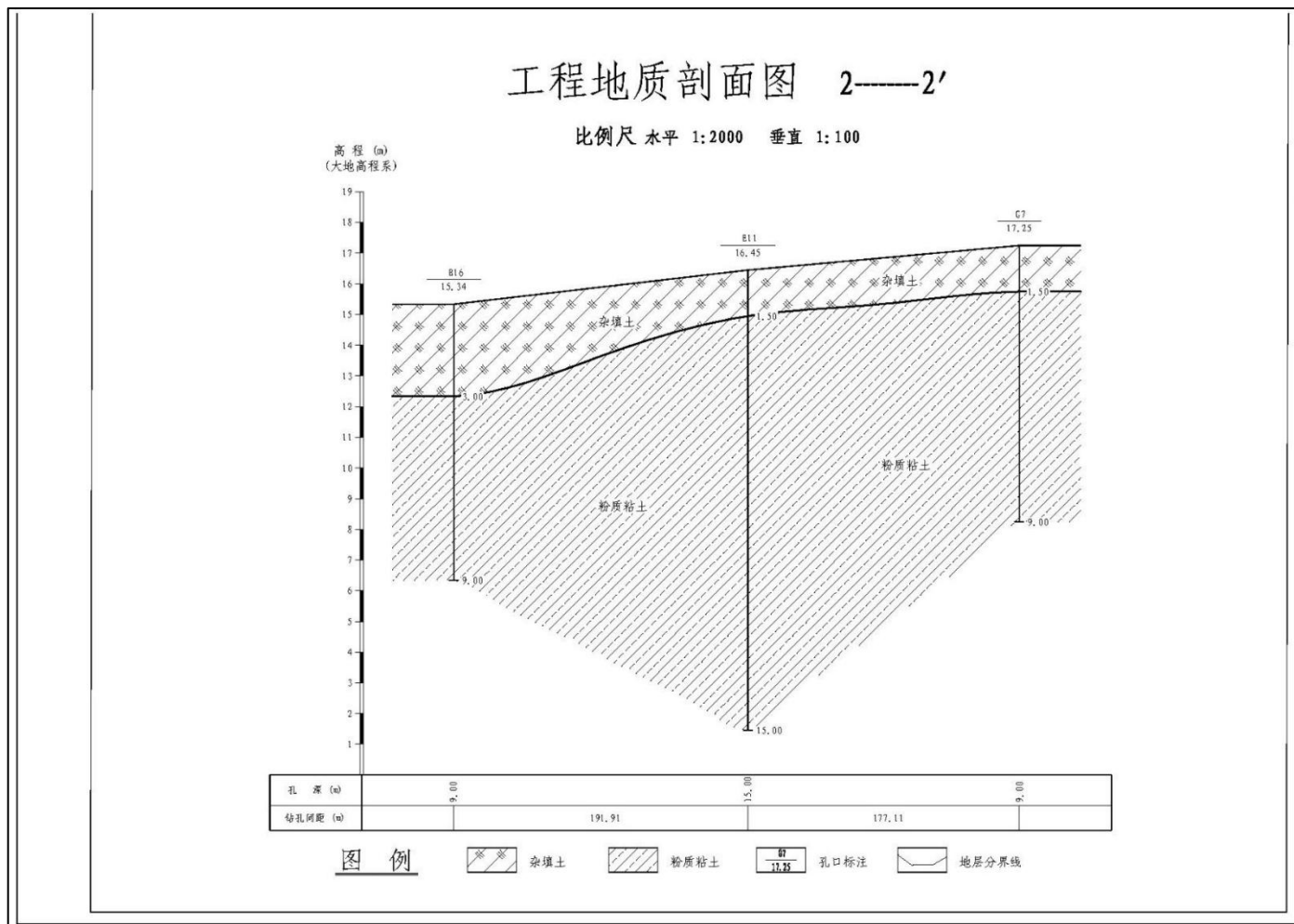


图2-5 工程地质剖面图 2

一、土工试验

1、原状土层

含水率是通过电热烘箱在 105~110℃ 下烘至恒重时称量其前后差值求得；土粒比重是 105~110℃ 下烘至恒重时与同体积 4℃ 纯水的质量之比，由于已有大量土粒比重试验数据，该值取自经验值；湿密度采用环刀法测得；干密度、饱和度、孔隙比等物理指标是由上述试验测得指标通过相关计算公式求得；液限试验采用 76g 锥下沉 10mm 所对应的含水率；塑限试验采用滚搓法，当土条直径搓成 3mm 时产生裂缝所对应的含水率；液性指数、塑性指数由液塑限指标通过相关公式求得；剪切试验采用直接快剪试验方法；压缩试验采用快速固结法，最大压力为 400kPa。

土工样取样情况见下表，土工试验分析结果见详细调查报告附件六土工试验报告表。

表2-3 样品采集统计表

序号	样品编号	采样位置(m)
1	C1-1	5.5-6.0
2	C7-1	3.5-4.0
3	B16-1	1.5-2.0
4	G7-1	5.5-6.0
5	H15-1	3.5-4.0
6	E11-1	15-20
7	E11-2	8.5-9.9
8	E11-3	14.5-15.0

表2-4 样品测试因子统计表

序号	样品编号	测试因子
1	C1-1	颗粒粒径分布(成分组成)、含水量、有机质含量、湿密度、干密度、孔隙比、饱和度、土粒比重、渗透系数(垂直、横向)、密度，容重、孔隙水体积比、孔隙空气体积比等
2	C7-1	
3	B16-1	
4	G7-1	
5	H15-1	
6	E11-1	
7	E11-2	
8	E11-3	

场地调查时采集了 8 组土工试验样品, 送往安徽水文工程勘察研究院实验检测中心分析。土壤特征参数汇总表见表 2-5。

表2-5 土工试验渗透系数统计表

野外土 样编号	取样深度	颗粒分析大小(mm)					不均 匀系 数	曲 率 系 数	含 水 率	比 重	密 度	干密 度	空隙 比	饱 和 度	液 限	塑 限	塑性 指数	液性 指数	渗透系数		孔 隙 水 体 积 比	空 隙 空 气 体 积 比	有 机 质 质 量	土定名依 依规范
		砂粒	粉粒			粘粒													垂直	水平				GB50021- 2001
		0.25~ 0.075	0.075~ 0.05	0.05~0 .01	0.01~ 05	<05													KV	KH				分类
		m	%	%	%	%	-	-	%	-	g/cm3	-	%	%	%	-	-	-	cm/s				%	
1-1	5.50-6.	5.6	5.6	63.8	9.2	15.8	8.67	1.85	25.1	2.73	1.96	1.57	0.74 2	92	30.8	19.5	11.3	0.50	2.52E-06	3.31E-06	0.392	0.034	4.8	粉质粘土
C7-1	3.50-4	0.3	8	52.1	13.3	26.3	9.50	0.95	21.3	2.75	2.08	1.71	0.60 4	97.0	34.4	20.8	13.6	0.04	4.78E-07	5.57E-07	0.365	0.011	3.7	粉质粘土
G7-1	5.50-6	1	6.3	45.6	13	34.1	7.5	0.53	22.4	2.76	2.06	1.68	0.64	97.0	38.7	22.2	16.5	0.01	1.13E-07	2.16E-07	0.379	0.012	4.3	粉质粘土
816-1	1.50-2	1	6.3	48.6	14.5	29.6	8.5	0.74	23.2	2.76	2.02	1.64	0.68 3	94.0	40.7	24.6	16.1	<0	3.10E-07	2.32E-07	0.381	0.024	4.6	粉质粘土
Ell-1	1.50-2	1.3	6.8	18.6	11.9	28.1	8	0.78	22.7	2.76	1.89	1.51	0.79 2	79	38.6	22.2	16.1	0.03	6.51E-08	7.17E-08	0.349	0.093	1.0	粉质粘土
Ell-2	8.50-9	5	3.7	43.2	14.5	33.6	7.50	0.53	21.4	2.75	1.96	1.61	0.70 3	84	31.7	18.9	12.8	0.2	2.03E-07	3.62E-07	0.347	0.066	3.4	粉质粘土
Ell-3	14.5-15	3.7	4.9	41.7	13	36.7	7.50	0.53	22.2	2.75	2.07	1.69	0.62	98	34.6	20.4	14.2	0.13	8.59E-07	8.77E-07	0.376	0.08	4.2	粉质粘土
HI5-1	3.50-4	0.3	4.8	48.4	14.5	32	8.00	0.5	23.8	2.76	2.04	1.65	0.67	97	42	23.7	18.3	0.01	3.28E-07	5.20E-07	0.391	0.012	4.1	粘土

二、注水试验

1、注水试验概况

本场区采用注水试验测定目标含水层的渗透系数。

(1) 注水设备

注水设备包括计时钟表 1 台，流量箱或水表。

(2) 水位观测

1)用带水表的注水管或流量箱连续向套管内注入清水，使管中水位高于地下水位一定高度或至管口并保持固定，测出高出地下水位的固定水头 H_0 ，并记录时间和水表(或流量箱)读数，正式开始试验。

2)试验时必须保持固定水头 H_0 不变，其波动幅度不应大于 1.0cm

3)先按 1min 间隔观测 5min，再按 5min 间隔观测到 30min，以后每隔 30min 观测一次，直到最后 2h 平均流量之差不大于 10%时，视为流量稳定，终止试验。

2、水文地质参数计算公式

根据钻探揭示及含水层分布情况，地块地层 15m 以组成，其中第②粉质粘土，综合考虑所在区域的工程地质和水文地质条件，结合本次专项调查的室内试验成果及现场试验资料来获取目标地层的渗透系数。

试段位于地下水以上，且 $50 < H/r < 200$ 、 $H \leq 1$ ，时，采用公式计算试验岩土层的渗透系数：

$$K = \frac{7.05Q}{IH} \lg \frac{2l}{r}$$

式中：r——钻孔内半径，cm；

l——试段长度，cm；

表2-6 渗透试验成果一览表

钻孔编号	土层名称	注水试验渗透系数(cm/s)
		K
GWE11	粉质粘土	8.64E-06

从上表可知，在粉性土中现场注水试验得出的渗透系数比室内渗透试验得出的渗透系数大，这是由于上述土层一般呈水平层理，夹有薄层粉土，增加了透水能力，而室内渗透试验受取土质量、试验边界条件的限制，所得渗透系数一般偏小。

2.2.3 地块水文地质条件

为掌握本地块水文地质工程地质参数，2021 年 7 月，南大环规院委托上海洁壤环保科技有限公司开展该项目水文地质调查工作。根据水文地质调查结果，编制完成《铜陵市铜官山化工有限公司水文地质调查报告(工程编号: K2021-719-1)》。

地块区域地下水为潜水，主要含水层为第①层填土层。为了解地块内浅层地下水水位、流向，由于本地块浅层地下水实际为潜水含水层，受降水和地块地势影响显著。调查实测的监测井位置、高程和水位埋深统计见表 2-7，根据实测的数据绘制出地下水流场图。调查采样期间（2021.8.6-2021.8.24）地块地下水总体流向主要为自东向西。地下水位埋深一般在 0.8~3.5m。

表2-7 地下水监测井实际观测数据结果

点位名称	X	Y	井口高程 (m)	水位埋深(m)	水位高程(m)
GWB14	573752.424	3422775.029	15.324	1.21	14.114
GWB16	573700.032	3422831.990	15.637	1.5	14.137
GWB3	573978.528	3422421.942	14.555	3.5	11.055
GWC1	574059.500	3422395.940	16.556	1.1	15.456
GWC10	573857.955	3422654.549	15.592	1.05	14.542
GWC7	573929.188	3422566.698	16.715	1.8	14.915
GWD8	573930.962	3422631.639	16.562	0.8	15.762
GWE11	573877.697	3422759.421	16.886	1.6	15.286
GWE14	573821.525	3422842.230	16.731	1.5	15.231
GWE5	574021.515	3422563.795	16.987	1.65	15.337
GWF13	573877.868	3422853.555	16.583	1.75	14.833
GWG7	574027.966	3422665.678	17.558	1.8	15.758

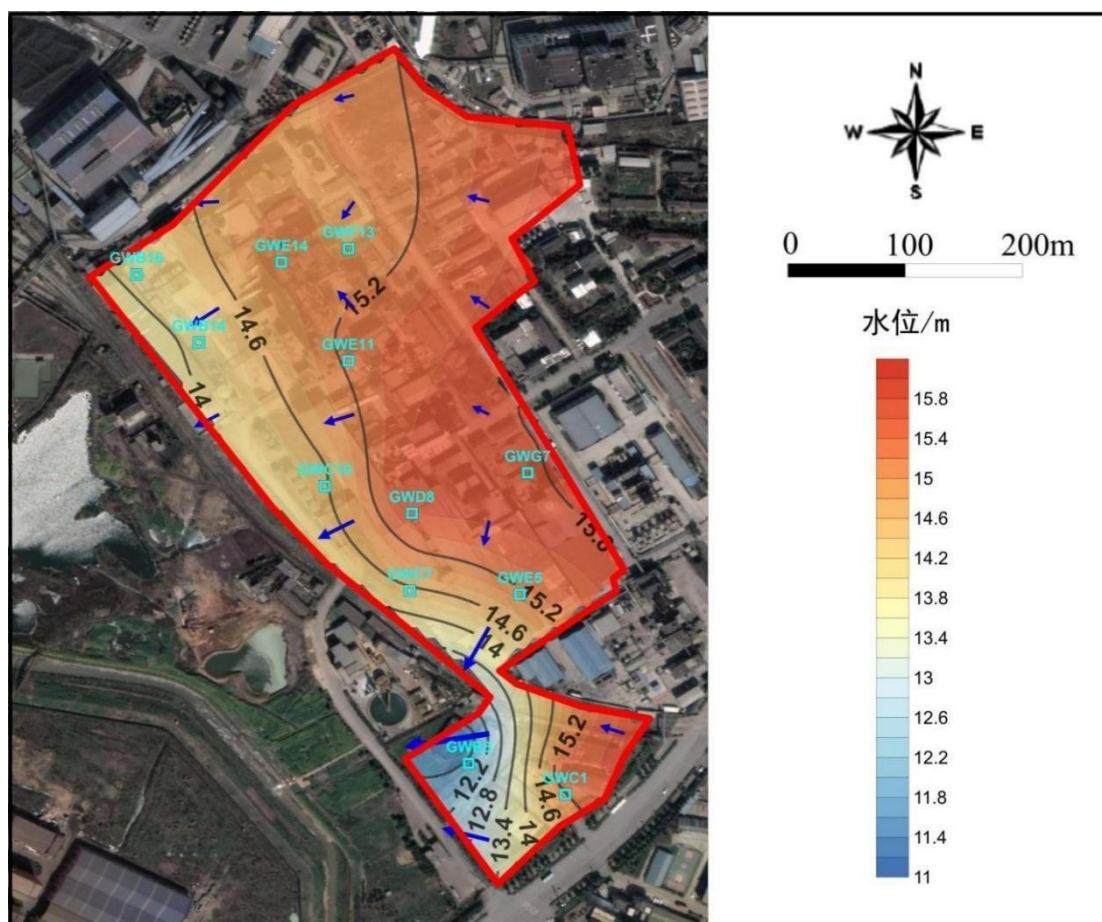


图2-2 地块地下水流向分布图

2.2.4 地块历史沿革

本项目地块位于铜陵市铜官区，东侧紧邻铜官大道南段，北距金山西路约300m，西距长江约700m。项目地块内曾有4家生产企业，分别是铜陵市铜官山化工有限公司、铜陵柯信化工有限责任公司、安徽金冠新材料有限公司和铜陵鸿兴化工有限责任公司；涉及的生产区有磷肥生产区、硫酸生产区、亚硫酸铵生产区、氟硅酸钾生产区、鸿兴化工生产区和金冠新材料生产区。

依据谷歌历史卫星影像图查阅，再结合资料收集分析、人员访谈后可了解项目地块历史用途变化情况，具体如下：

- (1) 1962年之前，项目地块为未开发地块，用地类型为农田或荒地。
- (2) 1962年之后，铜陵市铜官山化工有限公司成立，开始投资建厂。
- (3) 1962年至2012年之间，铜陵市铜官山化工有限公司共有2条硫酸生产线和1条磷肥生产线，其中1#硫酸生产线于2012年关停，并进行拆除；2#硫

酸生产线于 2014 年底关停；2018 年 10 月，因长江沿线环境整治要求，磷肥生产线关停。

(4) 2002 年 6 月，铜陵市铜官山化工有限公司的全资子公司铜陵柯信化工有限责任公司成立，在地块内闲置区域建设生产线，主要利用铜官山化工硫酸装置尾气生产亚硫酸铵副产品，利用铜官山化工磷铵装置尾气生产氟硅酸钾副产品；2012 年铜官山化工 1#硫酸生产线关停并进行拆除，2014 年 2#硫酸生产线关停；2018 年 10 月因长江沿线环境整治要求，磷肥生产线关停；期间，柯信化工生产线也同步停产。

(5) 2016 年 1 月至 2018 年 10 月，安徽金冠新材料有限公司利用铜陵市铜官山化工有限公司已淘汰的硫酸余热发电区厂房建设 6500 吨离子交换树脂生产线项目。

(6) 20 世纪 90 年代，在本地块南侧区域由区政府出资成立的金鹏染料厂成立，主要生产氧化铁红颜料，该企业停产后，于 2009 年 9 月至 2017 年 10 月，在原金鹏染料厂位置上成立铜陵鸿兴化工有限责任公司，主要生产硫酸镁和硫酸铜，2017 年 10 月，鸿兴化工正式停产，并启动拆迁工作。

(7) 2020 年 8 月，铜官山化工全面开展拆除工作；2021 年 9 月，调查地块内原有生产车间、储罐、办公楼等构筑物均已拆除完毕。

2.3 地块污染状况与风险评估结果

2.3.1 土壤污染及其风险状况

2.3.1.1 土壤污染状况

2.3.1.1.1 点位和样品超标情况

本地块内共计布设 285 个土壤调查点位，共计 170 个点位超标，点位超标率 59.65%，共计采集送检样品 1283 个，共计 465 个样品超标，样品超标率 36.24%。详细情况见表 2-8。

表2-8 地块土壤超标点位个数及样品数量汇总统计表

序号	名称	点位			样品		
		初步调查	详细调查	第二阶段	初步调查	详细调查	第二阶段

				调查			调查
1	总数(个)	33	252	285	136	1147	1283
2	超标数 (个)	20	150	170	47	418	465
3	超标率(%)	60.61%	59.52%	59.65%	34.56%	36.44%	36.24%

2.3.1.1.2 超标深度和土层情况

本地块的污染深度在各点位均不相同。本地块钻孔均达到粉质黏土层，地块的土层分布为①层填土、②层粉质粘土。

点位最大超标深度为 12.0m，位于 G15c 点位，超标污染物砷。本地块污染因子超标主要集中在表层填土中，所占比例达 56.51%。

2.3.1.2 土壤风险状况

通过计算本地块土壤和地下水污染的人体健康风险可知，本地块土壤中 20 种污染物：VOCs(苯、乙苯、甲醛)、SVOCs(萘、苯并(a)蒎、苯并(b)荧蒎、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒎)、石油烃(C₁₀-C₄₀)、表层土壤(0-9m)重金属(铜、镍、铅、镉、砷、汞、六价铬、钴、铊)及无机物(氟化物)单一污染物的致癌风险值超过 10⁻⁶ 或危害商超过 1，风险不可接受；下层土壤重(9-13m)金属(铜、镍、镉、砷、汞、六价铬、钴、铊)和无机物(氟化物)由于缺少吸入室内外空气中来自下层土壤的气态污染物相关暴露途径，无暴露风险，表明下层土壤样品风险可接受，无需开展治理修复或风险管控。

综上所述，土壤中风险不可接受的关注污染物有：VOCs(苯、乙苯、甲醛)、SVOCs(萘、苯并(a)蒎、苯并(b)荧蒎、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒎)、石油烃(C₁₀-C₄₀)、重金属(铜、镍、铅、镉、砷、汞、六价铬、钴、铊)、无机物(氟化物)，共计 20 种。

2.4 地块修复及风险管控范围

2.4.1 土壤修复范围及方量

根据计算的风险控制值和点位监测数据，结合地块土壤 VOCs(苯、乙苯、甲醛)、SVOCs(萘、苯并(a)蒎、苯并(b)荧蒎、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二

苯并(a,h)蒽)、石油烃(C₁₀-C₄₀)、重金属(铜、镍、铅、镉、砷、汞、六价铬、钴、铊)、无机物(氟化物)等污染的空间分布,采用 AICGIS 中泰森多边形插值法对土壤污染风险不可接受点位进行插值计算,最终得出土壤污染风险不可接受的范围。

本地块土壤污染风险不可接受的范围面积合计 97830.3m², 共计 170 个区块。根据土壤污染风险评估结果,下层土壤样品风险可接受,无需开展治理修复或风险管控,故本地块下层土壤风险评估结果为风险可接受,本地块土壤污染风险不可接受最大深度为 9m。本地块土壤超标土方量为 471224.235 m³。

2.4.2 地下水污染超标范围

本地块地下水评价标准参考《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中IV类标准值和《上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标》(沪环土(2020)62 号)中第一类用地筛选值。根据评价结果,地块内氨氮、硝酸盐氮、挥发酚、硫酸盐、氟化物、氯化物、铜、锰、镍、锌、铅、镉、铊、砷、钴、汞,共计 16 种污染物高于标准限值。仅 GWF4 点位地下水未超过地下水筛选值,其他点位地下水均超过相关标准限值,证明本地块受历史生产影响严重,全地块地下水普遍超标。本地块超标点位遍布整个地块,污染面积为 152843m²。

3 场地修复与风险管控模式

场地修复模式主要分基于污染源削减和基于风险管控两类。

3.1 基于风险管控的修复模式

在针对污染源削减的修复模式中，原位修复、原地异位修复、异地处理处置三种修复模式的主要特点比较及利弊分析见表 3-1。

表3-1 三种修复模式的影响因素分析

因素	原位修复	原地异位修复	异地处置
清理时间	-	较短	较短
清理风险	较低	较高	较高
运输成本	-	低	高
运输过程风险	-	低	高
堆置成本	-	低	高
堆置过程风险	-	低	高
土壤修复成本	较高	相对较低	高或较高
土壤修复时间	较长	较短	较短
地下水治理成本	较高	较低	较低
地下水治理时间	较长	较短	较短
工程实施风险	较大	较小	较小
工程成本	高	较低	中
工程实施时间	较长	较短	较短

3.2 基于风险管控的修复模式

基于风险管控的修复模式包括污染阻隔、人群防护与制度控制等，固化/稳定化修复技术由于不能从根本上去除污染物总量，在某些分类体系中也认作风险管控修复模式。

污染阻隔模式是指使用工程技术手段建立屏障（主要为物理屏障），将污染物与周边环境隔离，消除其对周边居民健康和生态环境的不利影响。污染隔离着重针对切断污染物对人和自然环境的暴露途径，并控制污染物在环境中的迁移。

单纯的污染阻隔不针对污染物总量的削减，因此可以用作污染扩散的风险管控手段，以及对污染源开展治理修复时的辅助手段。

由于土壤介质本身易吸附污染物，且迁移性不强，因此污染土壤对人体健康的直接影响具有较强的局域性，影响范围基本局限在与污染土壤直接接触的人群。与之对应，以污染土壤为源头，通过地下水、大气、食物链等途径影响人体健康的间接影响，往往影响到更广泛的范围。对于污染地块，浅层地下水和近地面大气是土壤污染物迁移扩散的最主要的途径，也是污染阻隔的防控重点。针对地下水扩散途径，常用的阻隔方式包括水平阻隔、垂向阻隔、水力控制等。对于可能受到地下挥发性污染物蒸气入侵影响的建筑，则可采用密封阻隔、被动排气、室内通风、室内增压、底板下减压等方式阻隔污染物进入室内空气的途径。

在特殊情况下，也可采取措施直接对污染地块及周边居民提供防护，阻断暴露途径，减少污染物对人体健康的直接影响。人群防护手段可以包括居民迁移、提供饮水用水、住宅周边的污染物阻隔等。

3.3 修复模式设计思路

根据《铜陵市城市总体规划（2016-2030 年）》（2018 年修改），调查地块内地块规划用地性质主要包括居住用地、文化设施用地、防护绿地、公园绿地以及供电、排水用地等。用地类型均涉及第一类用地和第二类用地。铜陵市于 2024 年 8 月正式印发《铜陵市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，优化了对该地块所在区域用地布局。前期工作本地块全部按第一类用地进行开展。

综合考虑地块修复责任主体单位的实际需求、对长江保护的急切性、地块未来规划用地方式、环境管理要求、工程实施费用、时间成本、地块施工条件、施工过程中的风险、对周边情况环境影响等因素。针对本地块污染范围较大、污染土壤赋存深度较深、一次性全面修复投资强度较高等特点，本项目按照“风险分区、分类治理、源头削减、阻隔控制、资源利用、长期管控”的总体思路开展修复与管控工作。

通过对污染区域进行分，针对不同污染程度和环境风险采取差异化治理措施，其中污染范围分散且污染方量较小的污染区域实施污染土壤清挖及异位修复，实现污染源彻底削减；污染范围集中且污染方量较大区域，通过垂直阻隔和水平阻

隔等工程措施，切断污染物迁移途径，降低长期环境风险；同时结合区域土地利用需求，对完成风险管控区域实施光伏复合利用，实现污染地块安全利用与新能源开发协同推进，形成“污染治理—风险管控—资源利用”。

3.4 修复模式比选结果

基于以上分析，本项目修复模式建议如下表。

表3-2 不同修复模式的适用性分析

处置模式	适用性分析
原位修复	成本相对较高，修复时间相对较长，且本地块主要规划为轨道交通用地，后续需开挖利用。因此，为提高修复效率，降低修复成本，不建议作为本地块土壤修复的主要模式。
原地异位修复	成本适中，修复时间可根据实际情况通过增加机组等方式适当缩短，修复效果较为可靠。 建议作为重点修复区域的修复模式。
异地处置	选择合适的修复技术，对重金属和有机物均能具备较好的处置效果，修复后土壤可实现资源利用。但远距离运输过程中容易造成二次污染，且需具备相应的接收单位和处置条件。 本地块修复方量大，建议结合采用此模式。
风险管控	成本相对较低，但污染物未彻底去除，需进行长期监控。 针对绿色区域和铁路占用区域建议采用此修复模式。

3.5 本项目地块修复及管控目标

本项目基于以安全利用为目的的修复与风险管控，采用“环境修复+开发建设”模式进行修复与管控，通过本项目实施修复及管控措施可为地块后续开发建设提供保障。根据项目技术方案及总体设计思路，本地块采用分区治理，即部分区域划分为修复区域采用修复方式、部分区域划分为风险管控区域采用管控方式。

3.5.1 本项目地块修复目标

对于本项目修复区域，地块土壤中污染物修复目标参考《铜陵市原铜官山化工有限公司区域地块土壤污染风险评估报告》中各污染因子风险控制值，具体如下所示：

表3-3 地块土壤修复目标值

编号	污染物	筛选值	背景值	风险控制值 计算结果	最终确定风险 控制值
1	苯	1	/	1.79	1.79
2	乙苯	7.2	/	12.6	12.6
3	甲醛	15.9	/	24.2	24.2
4	萘	25	/	13.6	25*
5	苯并(a)蒽	5.5	/	5.47	5.5*
6	苯并(b)荧蒽	5.5	/	5.49	5.5*
7	苯并(a)芘	0.55	/	0.55	0.55
8	茚并(1,2,3-cd)芘	5.5	/	5.49	5.5*
9	二苯并(a,h)蒽	0.55	/	0.55	0.55
10	石油烃 C ₁₀ -C ₄₀	826	/	957	957
11	铜	2000	/	2002	2002
12	镍	150	/	254	254
13	镉	20	/	29.8	29.8
14	砷	20	40	0.46	40**
15	汞	8	/	8.44	8.44
16	六价铬	3	/	5.5	5.5
17	钴	20	40	7.33	40**
18	铊	0.5	/	0.5	0.5
19	氟化物	1940	/	1970	1970
20	铅	400	/	265.05	400*

3.5.2 本项目地块管控目标

对于本项目管控区域，按照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018)和《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》(HJ25.6-2019)确定地块土壤和地下水风险管控目标。

- 1) 通过实施一定的阻隔等措施，切断土壤目标污染物挥发并垂直向上迁移进入地表大气的途径；
- 2) 通过实施阻隔措施，防止地表污染土壤中的污染物随地表降雨径流扩散迁移；
- 3) 通过实施阻隔措施，防治污染土壤及地下水中污染物随地下水流场对外迁移扩散。

3.6 本项目地块修复及管控范围

3.6.1 本项目地块修复范围

本项目对污染范围分散且污染方量较小的污染区域进行修复,实现污染源彻底削减,修复后该区域修复后可实现满足规划用地标准,实现土地利用价值的最大化。本次地块修复区域面积为 68194.40m²,超标污染土方量约 99188.74m³。

3.6.2 本项目地块管控范围

根据土壤污染风险不可接受范围及地下水污染超标范围结论,土壤和地下水污染物风险范围覆盖了整个地块。本地块除修复范围以外的区域为本项目管控范围,地块管控面积为 84648.6m²。

4 修复与管控技术筛选与确定

4.1 土壤修复技术比选

4.1.1 污染土壤修复技术比选

4.1.1.1 无机污染土壤修复技术比选

无机污染土壤修复技术主要从技术成熟性、时间条件、资金水平、适用情况、应用局限性和本地块适用性等方面进行修复技术初步筛选。

通过对选用技术的优劣对比，土壤淋洗技术适用于本地块杂填土壤，可通过物理淋洗筛分实现污染土壤减量化，减量化后的污染土壤开展固化稳定化开展资源化利用。水泥窑协同处置技术既可以有效达到修复目标，又可实现污染土壤的资源化利用，并能对无机污染土壤有较好的修复效果，但本项目修复土壤为表层杂填土，渣块及砾石较多，需开展必要的预处理环节保证达到水泥窑接纳标准，且由于本地块修复土壤含有氟元素导致水泥原料土壤添加比例小，会导致污染土壤的处置速度降低。因此可用于本地块无机污染土壤修复技术主要为淋洗+固化稳定化技术及水泥窑协同处置技术。

4.1.1.2 有机污染土壤修复技术比选

有机污染土壤修复技术主要从技术成熟性、时间条件、资金水平、适用情况、应用局限性和本地块适用性等方面进行修复技术初步筛选。

通过对选用技术的优劣对比，水泥窑协同处置技术对本地块有机污染物能确保达到治理目标，技术适用范围广，后续管理措施少，因此本地块有机污染土壤采用水泥窑修复技术。

4.2 管控技术比选

考虑项目所在地地形地貌特征、现状污染物的分布情况、地质构造及规划条件等情况，管控技术确定采用水平阻隔+垂直阻隔的方式。

1、为阻隔污染物垂直方向扩散迁移以及随雨水的地表径流扩散应采用水平阻隔措施，切断土壤中目标污染物挥发并垂直向上迁移进入地表大气的途径（即水平阻隔）；

2、为阻隔地下水污染物随地下水流场开展水平方向扩散迁移应采用垂直阻隔措施，阻断地下水向周边的流通的途径（即垂直阻隔）。

4.2.1 水平阻隔技术比选

针对地块目标污染物（主要为重金属及有机物）及地块后期规划条件考虑的土壤风险管控技术为水平阻隔。目前地块责任主体单位正积极筹划将该地块北侧开展光伏发电项目，将地块南侧用于仓储物流用地，地块上需具备一定的承载力。综合考虑后期地块的规划用途及前期已经开展过两布一膜的水平阻隔，因此，本项目水平阻隔建议采用在原铺设弹性膜衬层 FLM 覆土的基础上再辅以防渗混凝土铺设作为强化措施。该技术应用广泛，工艺成熟，可作为本项目的水平阻隔技术。

4.2.2 垂直阻隔技术比选

三轴水泥深层搅拌桩防渗效果较好，满足环保工程需求，其工艺施工在国内也很成熟，容易实施，对现场施工条件要求低，施工快，是一种技术可靠、功效高、投资一般的方法。

从技术可靠性、施工工艺成熟性、国内外的惯例、场地适宜性、经济性等方面综合考虑，本项目建议采用三轴水泥土深层搅拌桩垂直阻隔防渗墙。

5 修复与管控技术方案比选

5.1 土壤修复与管控技术路线

本项目基于以安全利用为目的的修复与风险管控,根据上述项目总体开展思路,对修复区污染土采用修复处置(90134.15m³无机污染土壤采用淋洗技术进行减量化,减量化后的污染土壤采用固化/稳定化技术后资源化利用;3362.18m³有机污染土壤和 5692.41m³有机-无机复合污染土壤采用水泥窑协同处置。)。对管控区采用以水平阻隔技术的风险管控措施,水平阻隔系统采用在原水平阻隔工程的基础上开展防渗混凝土硬化铺设(不含铁轨段);为防止地块内污染地下水可能扩散至场地外,对土壤及地下水污染区域采用以垂直阻隔技术的风险管控措施,垂直阻隔采用三轴深层搅拌桩垂直阻隔防渗墙。项目总体技术路线图如下图所示。

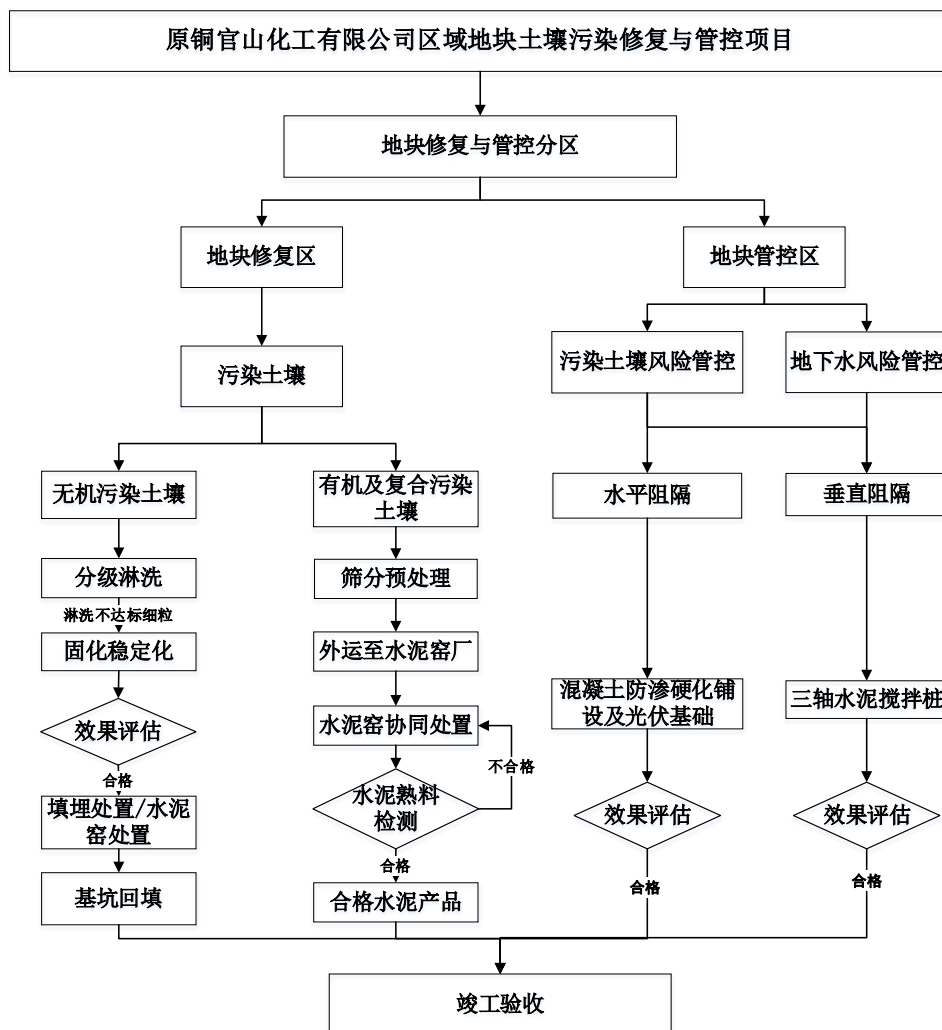


图5-1 技术路线图

5.2 修复与管控技术工艺参数

5.2.1 污染土壤筛分预处理

（一）预处理对象及工程量

为了保证土壤的修复处置效果，需对清挖出的污染土壤进行筛分破碎，筛出土壤中粒径大于 50mm 的碎石、渣块，清挖出的污染土若含水量较高则至于预处理区稍加晾干再进行筛分，使之满足土壤处置要求。土壤筛分破碎需利用专业土壤破碎设备对土壤进行破碎，以保证后续处理的效果。本项目筛分预处理对象为所有污染土壤，总方量为 99188.74m³。

（二）工艺原理

利用筛分破碎斗将土壤中树根、石子等筛分出去，并对大块土壤破碎，将筛分出的垃圾进行冲洗，运输至指定位置暂存。筛下物土壤进入后续土壤修复流程。

（三）关键参数

筛分预处理主要目的为将污染土壤中的砖块、石子等建筑垃圾分离，通过筛分设备将大块（粒径大于 50mm）的建筑垃圾从待处理处置的污染土壤中筛选分离，通过通风、翻抛、添加石灰等措施使得污染土壤含水率降到 25%以下。采用 ALLU 筛分斗对污染土壤进行筛分预处理，去除大块渣块，筛分完土壤最大粒径应不超过 50mm，处置效率 50~100m³/h。

表5-1 ALLU 筛分斗设备参数

设备名称	功能或作用	参数或规格	处理能力	处理能力
ALLU 筛分破碎铲斗	各种土壤的筛分、破碎、混合等作业	SMH3-23	50~100m ³ /h	适配于 30 TN 以上级别的挖掘机

5.2.2 污染土壤淋洗修复

（一）处理对象

对本项目中污染区块中清挖出的无机污染土壤 90134.15m³ 采用淋洗修复。

由于地块杂填土中含有的砾石及石块较多，采用淋洗技术除减低污染土壤中的污染物浓度外，实际还可达到使修复土壤减量化的目的。

（二）工艺原理

土壤淋洗技术是借助能够促进土壤环境中污染物溶解或迁移的溶剂作为淋洗液，通过将淋洗液与挖掘出来的污染土壤混合，促进污染物溶解及其在液相中迁移性的提高，从而达到污染物与土壤介质的分离，再将含有污染物的液体从土层或污染土壤中抽提出来，进行分离和污染处理，从而最终实现污染物总量减量的过程。

（三）工艺流程

污染土壤介质异位淋洗技术主要工艺流程包括 1) 污染土壤介质清 挖、转运及存放；2) 污染土壤介质破碎、筛分、清洗预处理；3) 污染土壤分级筛选；4) 土壤细粒压滤脱水。工艺流程具体描述如下：

1) 污染土壤清挖、转运及分类存放

将污染土壤进行分区、分类清挖，将需要进行异位淋洗处理的污染土壤转运至为该修复技术实施特设的临时存放区域进行存放，进行初步脱水、干化，等待后续处理。

2) 污染土壤介质破碎、筛分、清洗预处理

污染土壤介质预处理，包括破碎、筛分和清洗等工序，剔除超尺寸（如大于100mm）的大块杂物并进行清洗，清洗废水经收集、输送至废水处理设施进行处理处置。

3) 污染土壤分级筛选

预处理后的土壤进入物理分离单元，采用水力分选，通常采用一级或多级水力旋流器，根据不同粒度颗粒的沉降速度差异将粗粒和沙粒同细（粘）粒进行分离；水力分选出的砂粒粒度可达到 0.1mm 甚至更小。分离后的粗粒进行效果评估，达标后原位回填。

4) 土壤细粒压滤脱水

细粒进入压滤机进行脱水，脱水产生的废水进入废水处理设施进行处理，处理水可根据需要返回到淋洗反应器里辅助淋洗或经检测达标后纳管排放。

脱水后的土壤可开展固化稳定化处置。

5.2.3 污染土壤固化稳定化

（一）处理对象

对本项目采用淋洗减量化后未达标的土壤预估约 54080.49m³ 采用固化稳定化修复（根据类似项目经验本地块污染土壤经过淋洗减量化后可减量达 40%，以淋洗修复量的 60%预估本项目开展固化稳定化工程量）。

（二）工艺原理

固化/稳定化技术是指向污染土壤中添加固化剂、稳定化药剂，经充分混合，使其与污染介质、污染物发生物理、化学作用，将污染土壤封为结构完整的具有低渗透性的固化体，或将污染物转化成化学性质不活泼形态，降低污染物在环境中的迁移和扩散。固化稳定化技术可用于处理土壤中的金属类、石棉、放射性物质、腐蚀性无机物以及砷化合物等无机物。

根据污染物的不同，选择不同类型的固化稳定化药剂。比如：膨润土、海泡石、蒙脱石等天然矿物可以吸附土壤中的重金属，大大降低土壤中重金属的迁移性。

（三）工艺流程

（1）将土壤从污染区域挖掘装车运输至固化/稳定化处理中心的堆场等待处理，堆场底部应做好防渗及雨水收集设施；

（2）土壤预处理步骤为：将转运的土壤进行初步筛分，将土壤中粒径大于 50mm 的石块和杂质分拣出来，若土壤存在粘土块，应破碎后再过筛。充分混合土壤，取样分析混合土壤的重金属含量，浸出液中重金属含量及土壤理化性质等。

（3）将预处理后的土壤送入搅拌机，加入调节水将土壤含水量控制在 60~65% 范围内，同时加入固化/稳定剂进行连续性搅拌；

（4）经强制搅拌混合后的土壤由搅拌机排出；

（5）搅拌均匀的固化/稳定化土壤再转移至土堆暂存区，再由铲车送至堆场进行养护，固化/稳定化反应彻底完成，养护完成后土壤水分可降至 30% 以下；稳定堆场要求通风、防渗；

（6）稳定堆须经采样进行检测分析，确定达标后进行安全填埋，或作为路基等进行资源化利用。

（7）固化/稳定化土壤处置区域需开展长期风险管控。异位固化/稳定化的实施路线如下图所示。

5.2.4 污染土壤水泥窑协同技术

（一）处理对象

对本项目中污染区块中清挖出的有机污染土壤及复合污染土壤 9054.59m³ 采用水泥窑协同处置技术修复。

（二）工艺原理

水泥窑协同处置技术是利用水泥回转窑内的高温、气体长时间停留、热容量大、热稳定性好、碱性环境、无废渣排放等特点，在生产水泥熟料的同时，焚烧固化处理污染土壤。

重金属污染土壤从生料配料系统进入水泥窑，使重金属固定在水泥熟料中；有机物污染土壤从窑尾高温段进入水泥回转窑，窑内气相温度最高可达 1800℃，物料温度约为 1450℃，在水泥窑的高温条件下，污染土壤中的有机污染物转化为无机化合物，高温气流与高细度、高浓度、高吸附性、高均匀性分布的碱性物料（CaO、CaCO₃ 等）充分接触，有效地抑制酸性物质的排放，使得硫和氯等转化成无机盐类固定下来。

（三）工艺流程

水泥窑协同处置工艺流程详见图 5-2。

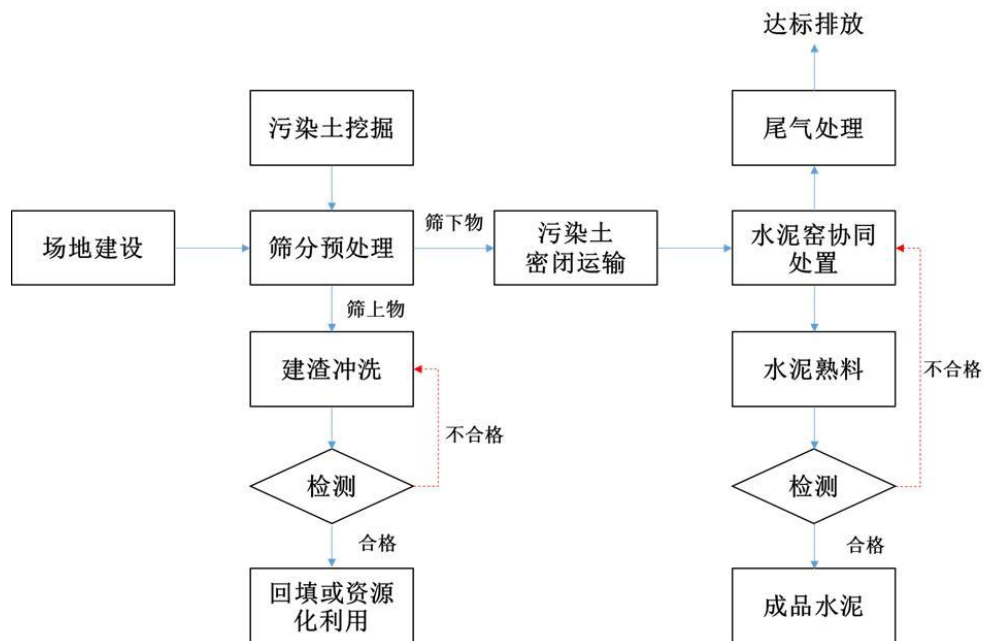


图5-2 水泥窑协同处置工艺流程图

5.2.5 水平阻隔

（一）水平阻隔范围

根据土壤污染风险不可接受范围及地下水污染超标范围结论,土壤和地下水污染物风险范围覆盖了整个地块。本地块采用分区治理,即部分区域划分为修复区域采用修复方式、部分区域划分为风险管控区域采用管控方式。本项目修复区域面积为 68194.40m²,因此除修复范围以外的区域为本项目管控范围,地块管控面积为 84648.6m²。

(二) 水平阻隔设计参数

本方案采用防渗混凝土作为水平阻隔防渗材料,用于减少地块污染物的挥发,切断污染物对人体的暴露途径,防止地表径流等造成污染扩散。混凝土应符合《混凝土结构通用规范》(GB 55008-2021)、《混凝土强度检验评定标准》(GB/T 50107-2010)的相关规定。综合考虑未来管控区可能用过光伏用地及停车场,为防止沉陷及收缩开裂,优先采用带肋焊接钢筋网,单层网片放在混凝土上部,保护层 25-30mm。

本项目地块水平阻隔采用在水平阻隔(两布一膜+覆土)的基础上进行混凝土硬化铺设,水平阻隔结构(其中①~⑤层已在前期管控工程中完成)(依次由下至上):

- ①基础层: 基坑清挖后整平压实基础, 压实度>93%;
- ②膜下保护层: 600g/m² 长丝无纺土工布;
- ③HDPE 膜防渗层: HDPE 光面土工膜, 厚度 1.5mm;
- ④膜上保护层: 600g/m² 长丝无纺土工布;
- ⑤覆土层: 400mm 清洁土覆盖;
- ⑥硬化层: 200mmC30 混凝土(内置双向钢筋网)。

5.2.6 垂直阻隔

(一) 垂直阻隔范围

根据《铜陵市原铜官山化工有限公司区域地块土壤污染风险评估报告》,地下水污染物风险范围覆盖了整个地块。本地块采用分区治理,即部分区域划分为修复区域采用修复方式、部分区域划分为风险管控区域采用管控方式。基于对敏感受体的保护(长江、周边居民)为避免地下水的迁移扩散造成不良影响,因此

需对管控区域土壤及地下水进行风险管控，因此本项目垂直阻隔范围为管控区域边界。垂直阻隔的总长度约为 2363m。

（二）垂直阻隔设计参数

竖向阻隔采用改性膨润土抗渗水泥搅拌桩，桩径 850mm，搭接 250mm，幅间距 1200mm。采用 P.O42.5 级普通硅酸盐水泥，掺入量 25%，5%水泥质量的改性膨润土，渗透系数满足 10^{-7}cm/s 。改性膨润土既可以提高阻隔墙的塑性，减少沉降形成的地层变形，还可以提升阻隔墙的抗渗性能。

本地块土壤污染风险不可接受范围面积合计 84648.6m^2 ，共计 137 个区块，下限深度为 9m。根据《铜陵市铜官山化工有限公司水文地质调查报告（工程编号：K2021-719-1）》以及现场调查期间钻孔柱状图，本地块浅层地下水实际为潜水。

根据《工业污染场地竖向阻隔技术规范》（HG/T20715-2020）要求，当隔水层厚度大于 1m，进入隔水层深度不宜小于 0.9m。③硬塑粉质粘土层平均厚度 1.9m，考虑竖向阻隔深度深入该层并且不穿透，深度该层 1m。因此，竖向阻隔深度为地表至地表以下 10m。

（三）工艺流程

本项目垂直阻隔采用三轴搅拌桩工艺，其工艺流程如下所示：

1、测量放样

施工前，根据设计图纸定位放线，开挖沟槽，然后放第一组桩位，根据设计图纸尺寸放线。

2、制备水泥浆

水泥用量按设计标准为土体质量的 25%，膨润土掺入比为 5%。水灰比为 0.5~0.6。施工中加水可使用定量容器进行用水量控制。

3、预拌下沉喷浆

待水泥搅拌桩机的冷却水循环正常后，启动搅拌桩机电机，放松搅拌桩机吊索，使搅拌桩机沿导向架搅拌切土下沉，下沉速度可由电机的电流监测表控制。下沉速度为 0.5~1.0m/min，提升速度为 1.0~2.0m/min，工作电流不应大于 70A。

开始喷浆搅拌，喷浆过程中，不断搅拌水泥浆。随时观察设备运行及地层变化情况，钻头下沉至设计深度位置时，停止钻进。

4、提升喷浆

提升钻头喷浆。喷浆过程中，不断搅拌水泥浆，防止其离析，并通过电脑自动计录，喷浆量，离地面 50cm 时，停止喷浆。

5、清洗

若桩机停止施工或施工间歇时间太长时，向水泥浆搅拌桶中加入清水，开启灰浆泵，清洗全部管中残存的水泥浆。直至基本干净。并将粘附在搅拌头的软土清洗干净。

6、移位

桩机移至进行下一桩位，重复进行上述步骤的施工。

6 环境管理计划

6.1 二次污染防治

修复与管控工程中都可能会存在风险,因为可能发生污染土壤与人体皮肤接触、吸入颗粒物或气体以及污染物随地表径流迁移至地表水或周边其他敏感环境受体。因此,需要做好有关二次污染防治。减少二次污染的措施包括:

- (1) 对裸露污染土壤进行苫盖,防止扬尘。
- (2) 地块周围设地面导水沟以控制地表径流。

根据《污染地块土壤环境管理办法(试行)》污染地块治理与风险管控过程中产生的废水、废气和固体废物,按照国家有关规定进行处理或者处置,并达到国家规定的环境标准和要求,以下为生产过程中针对产生的废气、废水、固废做好二次污染防治措施,确保治理过程中各指标达到相应国家和地方标准。

6.1.1 大气污染防治措施

(一) 有机气体防治措施

为减少地块修复与风险管控措施施工时有机气体、扬尘及粉尘对环境和施工人群带来不利影响,主要对策如下:

- (1) 施工人员应正确穿戴护目镜、防有机气体口罩,防护服等个人防护设备,以切断有机气体的暴露途径。
- (2) 对有机物和地块内可能产生的异味,在施工现场配备控制异味的药剂和喷洒设备,可以迅速控制灰尘、气味;
- (3) 对有机物指标进行监测,以便及时发现大气异常的问题。

(二) 扬尘控制措施

为减少扬尘对环境的污染和居民带来不利的影响,主要对策:

- (1) 对施工现场实行合理化管理,使材料等统一堆放,设置专门库房堆放,并尽量减少搬运环节,搬运时做到轻举轻放,防止包装袋破裂。
- (2) 运输车辆保持完好,不装载过量,并尽量做到不撒、不漏、不剩不倒。
- (3) 施工现场设围栏或部分围栏,缩小施工扬尘扩散范围。

- (4) 当风速过大时，停止施工作业，并对堆存的施工材料采取遮盖措施。
- (5) 施工现场垃圾要及时清运，清运时适量洒水减少扬尘。
- (6) 施工现场应进行适当硬化处理，以减少道路扬尘，同时要随时修复因施工损坏的路面，以防止浮土产生。
- (7) 严禁现场焚烧油毡、塑料、杂物等。
- (8) 施工现场应设专人管理车辆物料运输，防止遗撒，干净土运输车辆进出现场必须将土方拍实，将车辆槽帮和车轮冲洗干净，防止带泥土上路和遗撒现象发生。
- (9) 施工现场要制定洒水降尘制度，配备洒水设备设专人负责现场洒水降尘和及时清理浮土。
- (10) 施工现场的搅拌设备，必须搭设封闭式围挡及安装喷雾除尘装置。
- (11) 运输车辆应低速行驶或限速行驶，减少扬尘产生。
- (12) 在项目基础建设期间，在工地出口安装运输车辆冲洗装置，避免车轮粘带泥土对道路造成污染。
- (13) 运送材料时车辆加盖蓬布，防止风蚀扬尘。

6.1.2 水污染防治措施

由于本地块内存在裸露的污染土壤，因此必须防止污染土壤受到雨水冲刷，并对地表径流进行有效控制，具体方法如下：

- (1) 修复与风险管控措施开始施工前，对现有地块内的雨水导排系统进行优化，防止因雨水下渗导致污染物随雨水迁移扩散。对于调查明确有污染的区域，雨水收集后统一处理。
- (2) 在表面覆膜状态下，降雨将在覆膜表面形成径流。为有效导排覆膜表面径流，必须在风险管控区域周边构建排水沟将雨水导排出。
- (3) 合理设计导排沟走向和容量，确保受污染雨水不外溢。
- (4) 施工现场应设置临时储水设施如支架水池等，对施工过程中的地表径流、施工过程中产生的废水进行统一收集，并转运至瑞莱污水处理厂进行污水处理。

(5) 污染地下水、污染土壤挖掘产生的废水、基坑雨水、地表水，经过施工现场淋洗设备设置的废水处理设施，处置达标后转运至瑞莱污水处理厂。

(6) 施工过程中若遇到降雨情况，现场应立即停止施工，对挖掘区和所有与污染物直接接触的设备立即采取防雨措施，如设置支架、铺设防雨布等，并在防雨布周围挖明沟，铺上防渗膜收集雨水。

(7) 根据污染土壤开挖进展，及时设置临时性排水沟，将雨水汇集至集水池。

(8) 现场准备好大口径水泵，在暴雨天气及时把基坑积水抽走。

(9) 施工现场存放的材料物品应设有专门的库房，地面应做防渗漏处理。

(10) 合理选择施工期，尽量避免雨季开工。合理安排施工程序，挖填方配套作业，分区分片施工。

(11) 根据本工程环保的特点，本着“不达标不排放，不规划设计不堆放”的原则，制定一系列具体的环保措施并加以认真贯彻落实。防止任何污染物质直接或间接进入周边敏感点等。

6.1.3 固体废物污染防治措施

(1) 对施工现场及时进行清理，防止其因长期堆放而产生扬尘。施工过程中产生的生活垃圾如不及时进行清运处理，则会腐烂变质，滋生蚊虫苍蝇，产生恶臭，传染疾病，从而对周围环境和作业人员健康带来不利影响。所以本工程建设期间对生活垃圾要进行专门收集，由当地环卫部门统一外运作进一步处置，严禁乱堆乱扔，防止产生二次污染。严禁私自焚烧生活垃圾和废弃物。

(2) 在建筑垃圾冲洗环节，高压水枪冲洗建筑垃圾后形成污水，在筛上物冲洗区周边设置一圈排水沟，污水汇集至沉砂池后导排至不废水处理设备进行集中处理，形成的沉淀污泥经干化脱水后外运水泥窑协同处置。

(3) 施工现场出入口，应配置相应的冲洗设施，车辆冲洗干净后，方可驶离工地。

(4) 施工过程中废弃包装材料和包装袋回收利用。施工过程中废弃的防渗膜及土工布阻隔材料等全部分类收集，并由厂家负责回收。

(5) 运输车辆要密闭，出地块前要清洗掉车辆下部及轮子夹带的泥土。

(6) 设专职人员负责卫生打扫及垃圾收集,产生的生活垃圾经分类收集后,由当地环卫部门统一外运作进一步处置。全面管理废弃物的存放、收集及处理并对整个施工现场的废弃物处理进行监督,发现有不当做法及时纠正。

6.1.4 噪声污染防治措施

本工程投入的机械设备较多且集中,施工过程中的噪声污染主要来自于筛分机械、桩机、挖掘机、运输车辆等,为了减轻施工噪声对周围环境的影响,将采取以下措施:

(1) 加强施工管理,合理安排施工作业时间,严格按照施工噪声管理的有关规定执行,严禁夜间进行高噪声施工作业;对施工时间进行严格管理,以保证周边居民的正常生活和休息。夜间(22:00-6:00)应禁止高噪设备施工,午间(12:00-14:00)及晚间(19:00-22:00)应避免有噪声施工活动,以免影响附近居民的休息,噪声排放不得超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)的限值要求,即昼间 70dB,夜间 55dB。如因工程工艺要求或特殊需要必须连续作业而进行夜间施工的,施工单位必须提前 7 日持建管部门的证明向当地环境保护主管部门申报施工日期和时间,并在周围居民点张贴告示,经环境保护主管部门批准备案后方可进行夜间施工。

(2) 尽量采用低噪声的施工工具,如以液压工具代替气压工具,同时尽量采用施工噪声低的施工方法。对强噪声设备,以隔音棚、隔音罩或隔音屏障封闭,遮挡,实现降噪。

(3) 除上述施工机械产生的噪声外,施工过程中各种运输车辆的运行,还将会引起敏感点噪声级的增加。因此,加强对运输车辆的管理,车辆行驶避开居民点,另外尽量压缩工区汽车数量和行车密度,控制汽车鸣笛。

(4) 从声源上控制:施工区应选用低噪声机械设备。同时施工过程中施工单位应设专人对设备进行定期保养和维护,并负责对现场工作人员进行培训,严格按操作规范使用各类机械。

(5) 运输应尽量安排在昼间进行,施工车辆出入地点或土壤运输车辆进出施工地时应尽量远离敏感点,车辆出入现场时应低速、禁鸣。

(6) 合理布置施工机械和施工强度，作好施工组织，高噪声施工机械和设备应远离居民点布置。

6.2 环境监测

根据施工布置和现场环境条件编制施工现场环境监测安排。监测安排提前通知业主单位。为保证过程环境管理自行验收的数据可靠性，监测单位须有相应的监测资质。环境监测主要对现场施工过程中的大气、噪声及废水进行监测。

6.2.1 无组织废气排放质量监测

大气环境监测对施工和生产过程中产生的空气污染物进行监控，地块内土壤修复、筛分、运输、水平阻隔、垂直阻隔等环节设置期间，根据监测范围大小、污染物的空间分布特征、气象因素综合考虑确定，场区内外均设置空气采样点。

(1) 监测点的确定

地块内管控施工期间，根据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019)的要求，需在地块边界设置监控点，监控点的布置需适当靠近场区附近的环境敏感点。根据地块大小、气象因素等综合考虑，本地块共设置4个空气采样点，其中上风向设置1个参照点，下风向与场区外环境各设置1个采样点（具体点位根据现场监测时的风向布设）。

(2) 监测频率

无组织排放取样要求随机选择一小时连续取样。地块修复与风险管控施工期间每月监测一次。

6.2.2 有组织排放废气排放质量监测

(1) 监测范围

本项目场界范围内。

(2) 监测样品采集程序和方法依据

根据《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表1大气污染物有组织排放限值监测。

(3) 监测点位

在密闭大棚废气处理设备排气筒位置各布设 1 个采样点。

(4) 监测频次

监测频次拟定每月 1 次，每个排放口每次取 1 个样品。

6.2.3 噪声监测

在施工过程中，尽量选择无雨、风力 6 级以下的气候，且选在地块平坦、无大反射物地块中进行监测。

(1) 监测点的确定

噪声的监测方法按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)。噪声监测围绕场区边界线上选择离敏感区域最近的 4 个采样点，每个采样点位置设在高度 1.2m 以上的噪声敏感处。

(2) 采样方法与频率

采用积分声级计采样，以 20min 的等效 A 声级表征该点的噪声值。白天测量选在 8:00~12:00 时或 14:00~18:00 时，夜间选在 22:00~6:00 时。地块内修复与风险管控施工期间每月采样测定 1 次。

(3) 噪声评价标准

根据《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，“昼间”是指 6:00 至 22:00 之间的时段；“夜间”是指 22:00 至次日 6:00 之间的时段。建筑施工场界环境噪声排放限值，昼间不超过 70dB，夜间不超过 55dB，夜间噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 15dB (A)。

6.2.4 废水监测

(1) 监测点位

现场污水收集至现场集水池集中贮存，集水池内污水经水处理设施处理后排放至清水池暂存，检测达标后排放，污水监测点位为清水池中水样。

污水监测频率依据现场水处理情况及进度安排适时取样监测，以保证在现有的水处理设施条件下现场施工污水能够达标送至污水处理厂并不影响整个施工进度。

(2) 采样方法与频率

每次外运废水前均要进行样品采集。样品监测和采样分析方法按《地下水环境监测技术规范》及《地表水和污水监测技术规范》的相关要求进行。对采集的每一个水样，做好记录，并在采样瓶上贴好标签，低温保存运送至实验室进行分析。

（3）监测指标及标准

本次处理后的废水计划转运排入铜陵瑞莱科技有限公司污水处理厂。污水处理厂的进水标准采用《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）中 B 级标准。

6.3 环境应急方案

参照《国家突发公共事件总体应急预案》、《国家突发环境事件应急预案》等相关规定。应急预案包括组织体系和相关机构职责，在项目执行期间发生事故，相关人员能胜任应急的协调、指挥和抢险工作。明确应急预案启动的条件及应急程序，明确典型事故处理程序，根据事故状况启动相应的应急预案。应急预案包括事故上报结构和责任认定规则。应急预案根据施工过程遇到状况及时更新，以防引起重大事故发生。

6.3.1 风险识别

本地块污染土壤修复工程可能出现的潜在环境污染事故风险包括：土壤清挖及异位修复中的异味和扬尘等大气污染事故、修复过程化学药剂泄漏事故、火灾爆炸事故、人员安全事故等。

（1）大气污染事故风险

在该地块污染土壤清挖、异位修复环节中，部分土壤可能存在刺激性气味。在清挖和药剂与土壤搅拌过程中，会产生扬尘。该刺激性气味及扬尘的控制不力会导致大气污染，危害现场施工人员及周边环境。

（2）泄漏事故风险

修复工程实施中，将使用过硫酸钠、过氧化氢和氧化钙等化学品。其中过硫酸钠、过氧化氢属氧化剂，具有一定的腐蚀性，氧化钙属碱性物质。二者的不当使用或使用过程中的泄漏对现场施工人员会产生一定的危害。

（3）火灾爆炸事故风险

现场电气的使用、燃气的使用、燃油存放仓库、易燃材料存放仓库等所在处均存在一定的火灾爆炸事故风险。

（4）人员安全事故风险

污染土壤的清挖及其放坡施工、土壤短驳、药剂溶液的配制、药剂与土壤的机械搅拌等环节可能对现场施工人员带来安全事故风险，其潜在事故包括：①机械伤害；②化学灼伤；③触电事故；④火灾；⑤食物中毒、传染疾病；⑥交通事故（施工发生的交通事故，各类车辆发生的道路交通事故）。撞击、机械伤害等安全事故。此外施工过程中产生的刺激性气味及扬尘会对施工人员造成健康危害。

6.3.2 事故风险预防

（1）大气污染事故预防

1）在污染土壤清挖前，与业主单位进行充分沟通，同时采用物探等方式，对清挖区域的地下管线情况进行充分了解。如发现不明地下结构，应及时设置警戒。在明确地下管线情况后方可开展土壤清挖工作，如涉及管线内的剩余物料，应在清空管线后方可开展清挖工作；

2）在污染土壤清挖以及药剂与土壤搅拌过程中，应由专人进行现场指挥。应减小机械对土壤及药剂的扰动，降低粉尘产生的量。现场应准备好必要的防尘器械；

3）在土壤运输或短驳过程中，运输车辆应覆盖好，并按指定路线行驶，降低车速；

4）遇风力大于 4 级的天气时，应停止产生扬尘较多的施工作业；

5）对基坑和异位修复地块等关键区域开展 VOCs 快速监测，发现异常情况时应立即停工，查找原因，进行整改；

6）挖掘土壤等过程中，如果出现严重异味现象，立即停止挖掘作业，保证施工人员的健康与安全。同时，采取喷洒泡沫剂、覆盖沙子、进行苫盖、喷洒除臭剂或双氧水等措施尽快消除臭味影响，并对周围空气进行除臭处理。需再次进行土壤挖掘时，边喷洒除臭剂，边缓慢进行土壤挖掘；

7）用雨布及时遮盖临时堆场的土堆，抑制异味转移到空气中；

8) 地块大范围区域存在异味, 对周边人群存在严重干扰隐患时, 应在挖掘、修复等施工区域建设大棚进行异味阻隔, 并配套建设气体收集处理设施, 严防异味扰民。

(2) 泄漏事故预防

1) 加强药剂管理。对进场药剂(氧化剂等)进行记录和妥善存放, 检查药剂包装密封情况, 药剂溶液配制中, 应检查配制容器的密闭性, 防止药剂泄漏;

2) 如清挖区域有地下管线或储罐, 应详细了解容器中的剩余物料情况, 避免施工过程对管线或储罐造成破损导致物料泄漏, 发生二次污染;

3) 收听天气预报, 如遇大雨天气, 应对土壤表面进行覆盖, 防止雨水冲击导致废液泄漏。

(3) 火灾爆炸事故预防

1) 施工现场应配备足够数量的适用的灭火器, 并指定经过培训的人员进行定期检查和保养;

2) 施工现场电气设备应做到防雨、防潮, 并根据安装部位特点采取相应的措施;

3) 现场严格动火作业审批制度。燃油和易燃物品仓库应远离火源, 同时应在仓库设立明显的严禁烟火的标注, 并由专人进行管理, 建立台账制度。

(4) 人员安全事故预防

1) 加强安全教育。修复工程实施前, 应对现场施工人员开展安全教育与培训。安全教育与培训以全面、全员、全过程为原则, 覆盖所有现场施工人员, 并贯穿整个施工阶段。施工人员经安全教育培训后方可上岗作业;

2) 执行安全标准。施工单位与监理单位严格按照施工标准和要求落实安全标准的执行, 对临边防护、机电设备使用、基坑挖掘等严格把关。对不规范操作应进行整改, 对施工现场由具有专业技术能力的管理人员进行监督和过程把控。所有特种机械操作人员应持证上岗;

3) 加强人员防护。施工过程应做好劳动保护和人员防护, 为现场施工人员配备安全帽、安全鞋、防护手套、护目镜、防尘口罩等基本防护用品, 必要时根据现场情况配备防毒面具、防护服等安全用品。

6.3.3 应急组织体系

为确保劳动安全及地块修复工作如期进行，本项目建立以项目经理为组长的紧急情况处置领导小组，项目生产副经理、技术负责人和项目安全副经理为副组长，并形成由公司（施工单位）总部、社会机构、项目相关职能部门等共同参加的紧急情况处置组织体系。

应急组织的各项人员主要职责：

1) 应急小组组长（项目经理）主要职责：

① 决定是否存在或可能存在重大紧急事故，要求应急服务机构提供帮助并实施场外应急计划，在不受事故影响的地方进行直接控制；

② 复查和评估事故（事件）可能发展方向，确定其可能的发展过程；指挥、协调应急行动，直接监察应急操作人员的行动；

③ 通报外部机构同时通报业主，与社会应急机构取得联系，决定请求外部援助或启动上一级预案（公司级）

④ 在施工现场内实行交通管制，协助场外应急机构开展服务工作；决定事故现场外影响区域的安全性，最大限度的保证现场人员和外援人员及相关人员的安全；

⑤ 指导设施的部分停工，决定应急撤离，并保证任何伤害者都能得到足够的重视；

⑥ 在紧急状态结束后，控制受影响地点的恢复；

⑦ 负责确定救援工作的终止；

⑧ 负责上报事故。

2) 应急小组副组长（项目经理、技术负责人、项目生产副经理、项目安全副经理）主要职责：

① 评估事故的规模和发展态势，建立应急步骤，确保员工的安全和减少设施和财产损失；

② 如有必要，在救援服务机构到来之前直接参与救护行动；

③ 安排寻找受伤者及安排将与救援无关的人员撤离到指定的安全地带；

④ 设立与应急中心的通信联络，为应急服务机构提供建议和信息。

3) 技术支持组主要职责：

①应急预案启动后，根据事故现场的特点，及时向应急小组长提供科学的工程技术方案和技术支持，有效地指导应急行动中的工程技术工作；

②提出抢险抢修及避免事故扩大的临时应急方案和措施；

③绘制事故现场平面图，标明重点部位，向外部救援机构提供准确的抢救救援信息资料；

④修补实施中的应急方案和措施存在的缺陷；

⑤各项应急事故发生时及时组织小组成员投入战斗；

⑥及时向项目经理反映抢险救援及各类突发事件处理进程；

⑦与各应急小组保持密切沟通，确保以最佳方案、最快速度结束险情；

⑧在紧抢险结束后，提交现场应急报告，配合各小组做好现场恢复工作；

⑨抢险抢修或救援结束后，对结果进行复查和评估；

⑩组织总结抢险经验，进一步完善抢险队伍。

4) 后勤保障组主要职责：

①负责现场伤员的救护工作；

②在外部救援机构未到达前，对受害者进行必要的抢救；

③对受伤人员作简易的抢救和包扎，及时转移重伤人员到医疗机构就医；

④协助外部救援机构转送受害者至医疗机构，并指定人员护理受害者；

⑤负责调集抢险器材、设备，及时提供后续的抢险物资；

⑥保障系统内各组人员必需的防护、救护用品及生活物资的供给；

⑦负责解决抢险救援人员的食宿问题；

⑧负责应急器材的发放、管理及维护工作；

⑨根据项目经理部施工场区的位置，了解落实项目周边的应急物资供应点分布情况，为及时向应急行动的后勤物资供给做好准备工作。

7 结论

7.1 结论

本地块位于铜陵市铜官区，东侧紧邻铜官大道南段，为 1 公里范围内化工企业腾退地块，占地面积 152843.0m²（约 229.26 亩）。根据本地块土壤及地下水目标污染物特点、地下水赋存情况、地块水文地质条件、土地利用规划及地块未来的开发建设计划，经修复技术的初步筛选和进一步的可行性评估，确定本地块修复方案为采用“污染治理+风险管控+资源利用”的治理方式。其中对于本污染地块修复区域的污染土采用淋洗+固化稳定化后资源化处置+水泥窑协同处置进行修复，修复区域面积 68194.40m²，修复污染土方量 99188.74m³。对于本污染地块管控区域采用水平阻隔+垂直阻隔的组合形式，其中水平阻隔采用在原铺设弹性膜衬层 FLM 覆土的基础上再辅以防渗混凝土铺设作为强化措施（便于后期管控区域的直接利用），水平阻隔铺设面积为 81476.70m³；垂直阻隔采用三轴深层搅拌桩垂直阻隔防渗墙，防渗墙周长 2363m。

通过对铜陵市原铜官山化工有限公司区域地块土壤污染修复与管控项目的开展，部分区域实现污染源彻底削减。该区域修复后可实现满足规划用地标准，实现土地利用价值的最大化。部分区域通过阻断污染物通过地下迁移和地表径流向长江补给，避免污染迁移对长江水体及沿岸生态系统环境风险。此外，项目实施后，地块可开展“环境修复+开发建设”模式进行地块利用。

7.2 建议

（1）该地块原企业生产历史较长，情况复杂，建议在地块污染土壤清理施工过程中，还需要时刻关注和防范现场突发情况的发生。另外，由于调查采样点位布置的局限性及调查年份距今较久，给污染边界划分带来不确定性，建议在工程实施过程中，根据现场情况实时调整表层污染土壤清理边界，以保证地块修复与管控方案能够达到预期目标。

（2）该地块部分点位土壤含有机污染物存在异味，在对该地块污染土壤进行清理修复时，应对该地块土壤中异味采取相应的处理措施。

（3）施工期注意环境保护和水土保持，防止产生新的生态环境问题。认真落实环保政策，施工中采取切实措施，防止扬尘、垃圾等二次污染对周边环境的影响，在不影响周边居民生活的前提下组织施工。

（4）地块修复与管控过程应进行跟踪检查，及时发现问题。地块开挖过程中，如发现特殊物品、污染液体及不明物品，需暂停开挖并及时上报铜陵市生态环境局，避免土壤及地下水环境的二次污染，并按照国家相关标准管理好渣土，避免扬尘对大气的污染。

（5）对于采取风险管控措施后的区域，在满足环境风险可接受条件的基础上，结合区域土地利用规划，实施复合型土地利用模式。考虑该区域已经完成垂直阻隔、水平覆盖及污染风险控制，为进一步提高土地利用效率，本项目完成后建设单位拟在管控区域建设光伏发电设施，实现污染地块治理与新能源开发相结合。为不破坏水平阻隔层，做到有效衔接地块管控区内光伏开发建设，建议在本次管控工程实施过程光伏架设基础。