

毓恒码头及周边地块土壤修复工程

毓恒码头地块一

效果评估报告

(送审稿)

江苏省环境科学研究院

2021 年 5 月

报告名称：毓恒码头及周边地块土壤修复工程毓恒码头地块一效果评估报告

委托单位：南京市燕子矶片区整治开发有限责任公司

编制单位：江苏省环境科学研究院

项目负责人：冯亚松 工程师

主要参与人员：

姓名	职称	身份证号	职责	签字
冯亚松	工程师	130635198703251219	报告编制	
辜建强	工程师	360121199010175876	现场踏勘	
张满成	高级工程师	412724198610212910	资料审核	
王水	研高	320302197503263618	审核	

目 录

一、项目背景.....	1
二、工作依据.....	4
2.1 国家有关法律、法规及规范性文件.....	4
2.2 地方有关法规、规章及规范性文件.....	4
2.3 技术标准、导则、规范和指南.....	5
2.4 项目其他相关文件.....	5
三、区域及地块概况.....	7
3.1 区域自然环境概况.....	7
3.1.1 地理位置.....	7
3.1.2 地形地貌.....	7
3.1.3 气候气象.....	8
3.1.4 水文地质.....	9
3.2 地块地理位置.....	11
3.3 地块规划用途.....	13
3.4 周边环境敏感目标.....	13
3.5 地块地质环境特征.....	13
3.5.1 地层分布特征.....	13
3.5.2 水文地质特征.....	15
3.6 地块污染情况.....	17
3.6.1 调查情况.....	17
3.6.2 修复目标.....	20
3.6.3 修复范围及工程量.....	21
3.7 修复治理方案.....	24
3.7.1 污染区域定位及放样.....	26
3.7.2 表层清理.....	26
3.7.3 临时设施建设.....	27
3.7.4 止水帷幕、基坑支护和降水.....	30
3.7.5 基坑清挖.....	30
3.7.6 地下水抽出处理.....	30
3.8 工程实施情况.....	31
3.8.1 施工总体平面布置.....	31
3.8.2 项目总体进程.....	33
3.8.3 环保措施落实情况.....	33
四、工作程序、范围与对象.....	34

4.1 程序.....	34
4.2 范围.....	34
4.3 对象.....	36
五、更新地块概念模型.....	38
5.1 资料回顾.....	38
5.1.1 资料清单.....	38
5.1.2 资料审核.....	39
5.2 现场踏勘.....	40
5.2.1 施工过程现场踏勘.....	40
5.2.2 竣工后现场踏勘.....	47
5.2.3 修复治理范围核定.....	47
5.3 人员访谈.....	49
5.4 地块概念模型.....	49
5.4.1 污染状况.....	49
5.4.2 污染土壤清挖与暂存.....	50
5.4.3 地块施工期环境影响分析.....	50
5.4.4 地质概念模型变化.....	50
六、布点采样与实验室检测分析.....	51
6.1 采样布点.....	51
6.1.1 清挖基坑.....	51
6.1.2 疑似二次污染区.....	55
6.2 现场采样.....	57
6.2.1 样品采集、保存与流转.....	57
6.2.2 现场质量控制与二次污染预防.....	62
6.3 实验室检测分析.....	62
6.3.1 检测分析指标.....	62
6.3.2 检测分析方法.....	62
6.3.3 检测分析质量控制.....	63
6.4 采样送检工作量汇总.....	67
七、效果评估.....	68
7.1 评价标准.....	68
7.1.1 清挖基坑.....	68
7.1.2 疑似二次污染区域.....	69
7.2 评价方法.....	69
7.3 评价结果.....	71
7.3.1 基坑清挖效果评估.....	71

7.3.2 疑似二次污染区评估.....	75
7.4 评估情况总结.....	77
八、结论与建议.....	78
8.1 效果评估结论.....	78
8.2 后续环境监管建议.....	79
九、附件（单独成册）.....	80

一、项目背景

毓恒码头及周边地块为原南京化工厂危险品码头区域，位于南京市栖霞区和燕路 560 号，燕子矶公园旁，北邻长江，主要用于暂存及运输原南京化工厂的原辅材料及产品，于 2007 年停运，至 2010 年完成拆除。毓恒码头及周边地块土壤修复工程毓恒码头地块一占地 4260 m²。根据《燕子矶新城区（MCb020）控制性详细规划》，该地块规划为 Rb 住宅混合用地及临江路道路。

2017 年 6 月，南京市燕子矶片区整治开发有限责任公司委托江苏润环环境科技有限公司对毓恒码头地块进行了土壤、地下水调查与风险评估工作。根据实验室检测分析数据，结合未来用地规划用途和场地水文地质条件，风险评估确定该地块风险处于不可接受水平，需要对地下水中石油烃开展修复治理。地下水修复面积为 4260 m²，修复深度为 6 m，修复目标为 0.6 mg/L。

2018 年 12 月，南京市燕子矶片区整治开发有限责任公司委托生态环境部南京环境科学研究所编制修复技术方案，并于 2019 年 12 月，编制了修复技术补充方案，推荐采用纳管排放技术进行地下水修复治理。

2020 年 4 月，南京市燕子矶片区整治开发有限责任公司经公开招标，委托江苏大地益源环境修复有限公司采用异位清挖、降水抽出处理的修复技术开展地下水修复治理工作。

2020 年 9 月 2 日，修复治理工程正式开工，2021 年 1 月 3 日正式竣工。环境监理单位为江苏润环环境科技有限公司，工程

监理单位为南京海宁建设工程监理咨询有限公司，审计单位为江苏志诚工程咨询管理有限公司。

根据《土壤污染防治法》、《污染地块土壤环境管理办法（试行）》等，治理与修复工程完工后，土地使用权人应当委托第三方机构按照国家有关环境标准和技术规范，开展治理与修复效果评估，编制治理与修复效果评估报告。为此，南京市燕子矶片区整治开发有限责任公司委托江苏省环境科学研究院（以下简称“我院”）承担该地块效果评估技术服务项目。

依据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5—2018）及委托合同，本次效果评估工作目的为通过资料回顾与现场踏勘、布点采样与实验室检测，综合评估地块修复是否达到规定要求；工作范围涵盖《毓恒码头地块场地环境调查与风险评估报告》（江苏润环环境科技有限公司，2018 年 12 月）、《毓恒码头地块场地修复技术方案》（生态环境部南京环境科学研究所，2018 年 12 月）、《毓恒码头地块场地修复技术补充方案》（生态环境部南京环境科学研究所，2019 年 12 月）及《毓恒码头及周边地块土壤修复工程毓恒码头 A 地块施工组织设计》（江苏大地益源环境修复有限公司，2021 年 3 月）等划定的土壤治理区块。前期进场施工发现该地块北侧和东侧靠近道路和绿化带，且北侧有 1 口高压电缆井，南侧存在 2 口市政污水井，东北侧存在地下管线，故止水帷幕施工时需要避开管线、市政设施及围挡进行施工，沿围挡边界向内

退让。根据补充调查，退让区地下水未污染，不进行修复处理。因此，毓恒码头及周边地块土壤修复工程毓恒码头地块一地下水修复面积变更为 3441 m²，污染因子及修复深度不变。项目实际完成量为：地下水污染面积为 3441 m²，清洁土壤方量为 20646 m³。根据上述情况，效果评估范围做相应变更。

基于上述目的，我院对该地块修复治理各阶段工作成果进行了梳理和分析，并根据现场采样和实验室检测分析数据评价情况，编制本效果评估报告。

二、工作依据

2.1 国家有关法律、法规及规范性文件

1. 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订，自 2015 年 1 月 1 日起施行）；
2. 《中华人民共和国土壤污染防治法》（自 2019 年 1 月 1 日起施行）；
3. 《中华人民共和国水污染防治法》（自 2008 年 6 月 1 日起施行，2017 年 6 月 27 日修正）；
4. 《中华人民共和国大气污染防治法》（2015 年 8 月 29 日修订，自 2016 年 1 月 1 日起施行）；
5. 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（自 1997 年 3 月 1 日起施行，2018 年 12 月 29 日修正）；
6. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订，自 2020 年 9 月 1 日起施行）；
7. 《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31 号）；
8. 《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环发〔2014〕66 号）；
9. 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部令 第 42 号）；
10. 《建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审指南》（环办土壤〔2019〕63 号）。

2.2 地方有关法规、规章及规范性文件

1. 《江苏省土壤污染防治工作方案》（苏政发〔2016〕169 号）；
2. 《南京市土壤污染防治行动计划》（宁政发〔2017〕67 号）。

2.3 技术标准、导则、规范和指南

- 1.《建设用地土壤污染修复技术导则》(HJ 25.4—2019);
- 2.《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ 25.5—2018);
- 3.《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》(HJ 25.6—2019);
- 4.《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600—2018);
- 5.《地下水质量标准》(GB/T 14848—2017);
- 6.《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166—2004);
- 7.《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164—2004);
- 8.《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)。

2.4 项目其他相关文件

- 1.《燕子矶新城(Mcb020)控制性详细规划》;
- 2.《毓恒码头地块场地环境调查与风险评估报告》(江苏润环环境科技有限公司, 2018年12月);
- 3.《毓恒码头地块场地修复技术方案》(生态环境部南京环境科学研究所, 2018年12月);
- 4.《毓恒码头地块场地修复技术补充方案》(生态环境部南京环境科学研究所, 2019年12月);
- 5.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程效果评估工作方案》(江苏省环境科学研究院, 2020年8月);
- 6.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程A地块施工组织设计》(江苏大地益源环境修复有限公司, 2021年3月);
- 7.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程A、B退让区土壤

及地下水补充调查报告》(南京市燕子矶片区整治开发有限责任公司, 2021 年 4 月);

8.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程 A、B 地块退让区修复范围调整方案》(江苏大地益源环境修复有限公司, 2021 年 4 月);

9.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程 (A 地块) 工程监理报告》(南京海宁建设工程监理咨询有限公司, 2021 年 5 月);

10.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程 A 地块环境监理总结报告》(江苏润环环境科技有限公司, 2021 年 5 月);

11.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程 (A 地块) 竣工报告》(江苏大地益源环境修复有限公司, 2021 年 5 月)。

三、区域及地块概况

3.1 区域自然环境概况

3.1.1 地理位置

南京位于中国东部、江苏省西部，地处长江下游，位于北纬 $31^{\circ}14'$ ~ $32^{\circ}36'$ ，东经 $118^{\circ}22'$ ~ $119^{\circ}14'$ 。东距长江入海口约 300 km，西靠皖南丘陵，北接江淮平原，南望太湖水网地区。境内绵延着宁镇山脉西段，长江横贯东西，秦淮河蜿蜒穿行。全市平面位置南北长、东西窄，南北直线距离 150 km，中部东西宽 50~70 km，南北两端东西宽约 30 km，总面积 6515.74 km²。

栖霞区是南京重要的交通枢纽区，长达 84 km 的沿江岸线内码头邻比，建有我国内河第一大港新生圩港；沪宁铁路横贯东西，宁芜铁路从华东地区最大的尧化门编组站通往皖南、赣北，并与南京地方铁路环线相连接；宁沪高速公路、宁杭公路、宁镇公路、绕城公路及长江第二大桥，与尧新路、红山路、和燕路、栖霞大道等区域性重点骨干道路构成畅达的公路交通网络。

原南京化工厂位于南京市栖霞区和燕路 560 号，燕子矶公园旁，北邻长江，东至钟燕路，南至新燕路。毓恒码头为原南京化工厂危险品码头。

3.1.2 地形地貌

南京市平面位置南北长、东西窄，呈正南北向；南北直线距离 150 km，中部东西宽 50~70 km，南北两端东西宽约 30 km。由低山、岗地、河谷平原、滨湖平原和沿江、河地等地形单元构成的地貌综合体。

区域地貌为宁、镇、扬山地的一部分，低山山陵占全市总面积的 64.52%。四周群山环抱，有紫金山、牛首山、幕府山、栖霞山、汤山、青龙山、黄龙山、方山、祖堂山、云台山、老山、灵岩山、茅山等，另

有富贵山、九华山、北极阁山。清凉山、狮子山、鸡笼山等聚散于市内，形成了山多水多丘陵多的地貌特征。

南京市平原主要有河谷平原、滨湖平原，沿江洲地及江心洲等 3 种类型。河谷平原主要有秦淮河沿岸的秦淮河河谷平原，海拔大部分在 7~10 m；有位于鼓楼以北金川河沿岸的金川河河谷平原，海拔大部在 6~10 m；有位于江北滁河中下游沿岸的滁河河谷平原，海拔大部分在 5~10 m；有位于高淳东部青溪河河谷平原，滨湖平原为南部石臼湖与固城湖湖滨地区，地面海拔大部分在 5~7 m。

本场地位于南京市栖霞区，地势由北部的沿江冲积平原和南部低山丘陵两大地貌组成，平原（不含江面）占陆地总面积 38.19%，地势为南高北低，西南部的钟山最高峰海拔 448 m，为全区最高峰；北部的沿江冲积平原海拔高度 5~8 m。

根据建设单位提供的地形测绘图，项目场地海拔高度在 9.5~10.5 m 之间。项目场地修复前为空地，较为平整，有零星堆土分布，规划临江路在场地内穿过，路基已基本完成，场地周边设有围墙围挡，东侧靠近十里长沟一侧设有绿化带，南侧为十里长沟，西侧原为村庄（现已拆迁），北侧为绿地和人行道。

3.1.3 气候气象

南京地区属北亚热带季风气候，气候温和、四季分明、雨量适中。降雨量四季分配不均。夏半年（4~9 月）受热带或副热带海洋性气团影响，盛行偏南风，降水丰富；冬半年（10~3 月）受寒冷的极地大陆气团影响，盛行偏北风，降雨较少。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”。夏末秋初，受沿西北向移动的台风影响而多台风雨，全年无霜期 222~224 天，年日照时数 1987~2170 小时。

主要气象气候特征详见表 3.1-1。

表 3.1-1 项目所在地主要气象气候特征

编号	项目		数量及单位
(1)	气温	年平均气温	15.4 °C
		历年平均最低气温	11.4 °C
		历年平均最高气温	20.3 °C
		极端最高气温	43.0 °C
		极端最低气温	-14.0 °C
(2)	湿度	年平均相对湿度	77%
		年平均绝对湿度	15.6 Hpa
(3)	降水	年平均降水量	1041.7 mm
		年最小降水量	684.2 mm
		年最大降水量	1561 mm
		一日最大降水量	198.5 mm
(4)	积雪	最大积雪深度	51 cm
(5)	气压	年最高绝对气压	1046.9 mb
		年最低绝对气压	989.1 mb
		年平均气压	1015.5 mb
(6)	风速	年平均风速	3.4 m/s
		30 年一遇 10 分钟最大平均风速	25.2 m/s
(7)	风向和频率	年主导风向和频率	ENE 14.77%
		冬季主导风向和频率	NNE 12.0%
		夏季主导风向和频率	SSE 16.0%
		静风频率	22%

项目所在地常年风玫瑰图见图 3.1-1。

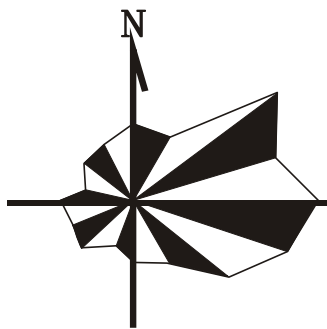


图 3.1-1 项目所在地常年风玫瑰图

3.1.4 水文地质

(1) 地表水

南京属长江下游滨江城市，区内水系较为发达，南京城区地表水水体面积约 370 km²，水资源较丰富。南京城区主要河流有长江和滁河，

暴雨主要受梅雨及台风活动影响。区内水系呈明显的外河和内河两部分，外河分布在江北，内河为圩内水网。两部分相对独立，同时又通过水利工程如涵（闸）互相沟通。通过江河连通长江与滁河，受两河洪水、长江顶托及海洋潮汐影响。当雨水集中并且入江河道受长江水位顶托时，易形成内涝灾害。全市共有大小河流十多条，玄武湖、莫愁湖分别位于南京市区的东北和西南部。

长江栖霞段岸线长约 84 km，河道宽窄相同，形似藕节，江流至八卦洲后分为两汉，南北两汉，南汉为主流，最大水深 35 m，北汉为支流，最大水深约 10 m，南汉分流长江水量 80%~85%，在洲尾与北汉汇合后，经两坝头、乌龙山东窄段折至南岸，贴栖霞、龙潭镇而下，再北折入长江镇江扬州段。

燕子矶地区现有地表水体为北十里长沟，分为东支、中支、西支。水系是位于紫金山北麓至长江南岸间的一条小水系，该水系现分为东、西、中三支，均在燕子矶东侧分别由南向北独立汇入长江，其中东支河流规模最大。北十里长沟水系地表总汇水面积为 35.2 km²，东西支相距 1900 m，是城北燕子矶地区的主要排污沟。北十里长沟东支全长 13 km，汇水面积为 27.85 km²，多年平均天然径流量为 0.235 m³/s。枯水期流量约 1.5 m³/s，丰水期约 13 m³/s，年平均流量为 2.5 m³/s。

（2）地下水

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。

区域松散岩类孔隙潜水主要分布在漫滩地区和河谷平原，所处的地貌单元、河谷位置不同，含水层的岩性、厚度也不相同。

长江漫滩含水层厚，水量丰富。河谷地区含水岩组为全新统冲积砂层和砂砾石层，河流下游变为亚砂土。

1、长江漫滩地区

含水层为全新统冲积-洪冲积砂层，厚度 15~55 m，以细砂为主，夹有粉砂，底部为粗砂和砂砾石层，富水性级别为 1000~5000 m³/d。

含水层顶板埋深一般小于 5.0 m，局部在 10~15 m 之间。静水位小于 4.0 m，以潜水为主，多具弱承压性。

2、河谷平原地区

含水层为全新统冲积细砂层，底部夹有薄层砂砾石层。漫滩分布不对称，主要分布在河流堆积岸。河流下游含水砂层层次变多，单层厚度变薄，岩性变为亚砂土夹有淤泥质亚粘土。在河流中上游地区为 100~1000 m³/d，河流下游小于 100 m³/d。

含水层厚度一般在 3~10 m，含水层顶板埋深 5~15 m。

3.2 地块地理位置

原南京化工厂位于南京市栖霞区和燕路 560 号，燕子矶公园旁，北邻长江，东至钟燕路，南至新燕路。毓恒码头为原南京化工厂危险品码头。地块一位于毓恒码头地块西北侧，详细地理位置及场地周边环境如图 3.2-1 和 3.2-2 所示。



图 3.2-1 修复地块地理位置示意图

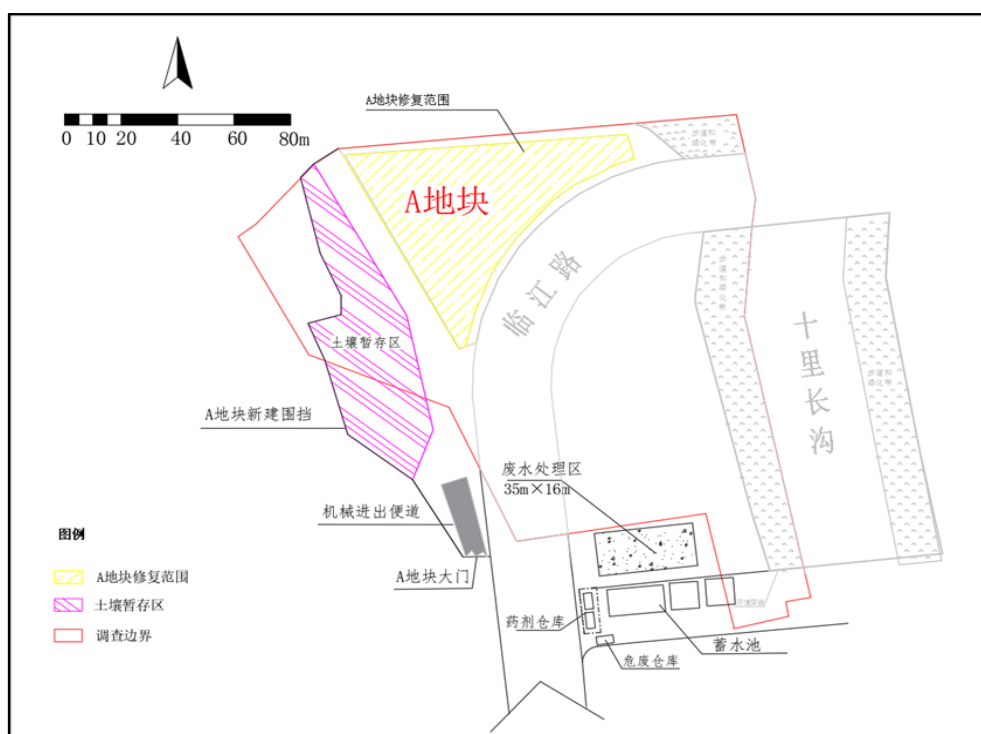


图 3.2-2 地块一相对位置图

3.3 地块规划用途

根据《燕子矶新城区（MCb020）控制性详细规划》，毓恒码头地块规划用地性质为 Rb 住宅混合用地及道路，项目地块土地利用规划见图 3.3-1。

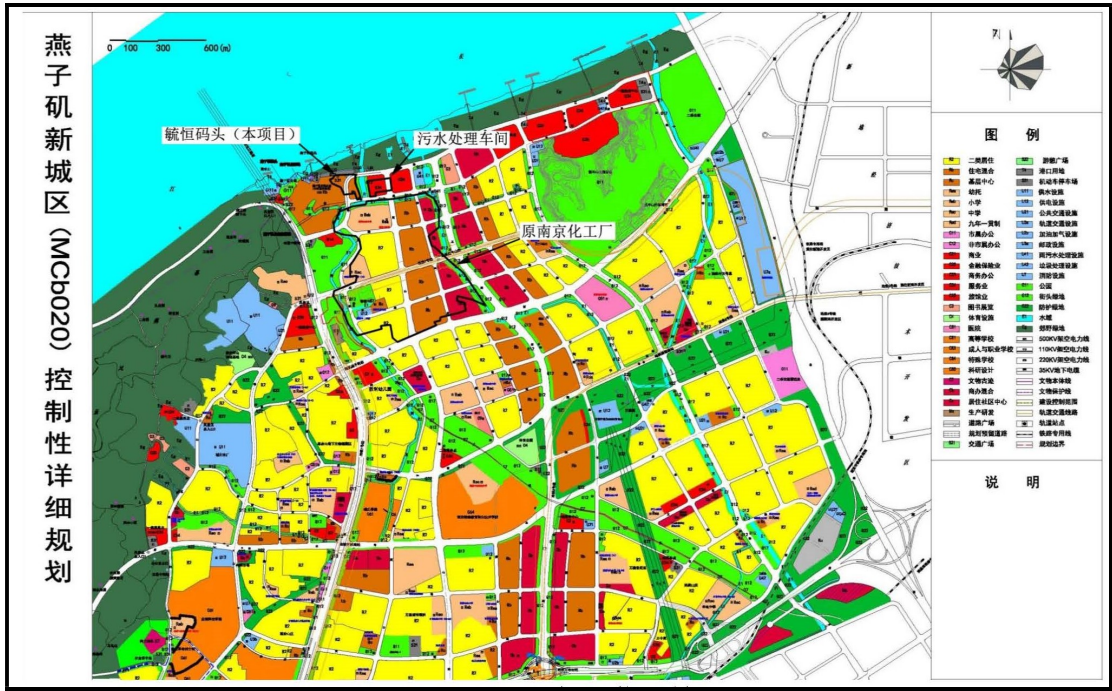


图 3.3-1 修复治理地块土地利用规划信息

3.4 周边环境敏感目标

场地位于南京市栖霞区临近长江，地块周边原居民区已拆迁，周边敏感目标主要为附近水体，具体见表 3.4-1。

表 3.4-1 场地周边主要敏感目标

序号	方位	与场地最近距离	名称	敏感目标性质
1	北	80 m	长江	河流
2	东	紧邻	北十里长沟西支	河流支流
3	南	20 m	北十里长沟西支	河流支流

3.5 地块地质环境特征

3.5.1 地层分布特征

南京市栖霞区位于河流阶地、沙滩和坳沟地带，自然土壤为黄棕壤，阶地分布黄土状亚粘土，漫滩坳沟分布粘性土和粉砂，下伏基岩为浦口

组沙砾岩。燕子矶新城规划区的临江路自西向东走向，道路部分位于本场地中间。根据《南京市燕子矶片区临江路道路及桥梁建设、长江堤防达标工程地质勘察报告》，各土层工程地质特征分述如下：

表 3.5-1 土层工程地质特征

层号	土层名称	形状描述
1-1 层	杂填土	杂灰~灰黄色，松散，主要由较多的碎石、砼、砖块等建筑垃圾组成，硬质物质含量50~80%，粒径一般1~6 cm，最大可达10 cm。局部分布，极不均匀。
1-2 层	素填土	灰黄~灰褐色，松散，以粘性土为主，夹碎石、碎砖及植物根茎，硬质物含量10~30%，粒径1~4 cm不等。局部缺失，分布较稳定，厚度大，但欠均匀，工程地质性质差。
1-3 层	淤泥质素填土	灰黑色~灰色，松散，以淤质土为主，夹碎石、植物腐茎，硬质物含量10~40%，粒径1~2 cm不等。局部分布，欠均匀，工程地质性质差。
2-1 层	粉质粘土	黄灰~灰色，软塑，局部可塑，见少量铁锰质斑点及大量青灰团块，局部含少量植物碎屑。无摇振反应，稍有光泽，韧性及干强度中高。局部分布，工程地质性质一般。
2-1A 层	粉土	黄灰~灰色，湿，中密，含有云母碎片及植物碎屑，局部夹有粉砂薄层，夹层厚度为3~8 mm，摇振反应慢，无光泽，韧性及干强度低。该层颗粒组成欠均匀，透水性能较好，工程地质性质一般。
2-2 层	淤泥质粉质粘土	灰色，流塑，局部软塑，含少量植物碎屑，夹有大量层面粉土，局部夹少量粉砂，夹层厚度为3~5 cm，水平层理发育。无摇振反应，稍有光泽，干强度及韧性中低。局部缺失，含水量高，压缩性高，强度低，工程地质性质差，为本区主要不良工程地

		质层。
2-3 层	粉砂夹粉土	灰色，饱和，松散～稍密，含有较多云母碎片及大量植物碎屑，局部夹有粉质粘土薄层，夹层厚度为3～7 mm。矿物组成主为长石、云母、石英，颗粒形状为圆形。该层颗粒组成欠均匀，透水性能较好，工程地质性质一般。
2-4 层	粉质粘土	灰～青灰色，软～可塑，粉质重，含少量植物碎屑，无摇振反应，稍有光泽，干强度及韧性中等。工程地质性质较差。
3 层	粉质粘土	褐黄色，可塑，见大量铁锰质斑点及少量青灰团块，局部段底部夹有碎石及中粗砂，含量10～30%，粒径一般为0.5～3 cm，工程地质性质较好。
4-1 层	强风化砾岩	紫红色，原岩结构已基本破坏，岩芯风化呈碎石状，砂土状，上部以砂土为主，往下以碎石为主，砾石含量20～70%，粒径一般为1～5 cm，次圆状较多，以灰岩、火山灰渣为主，掺杂少量石英质岩、花岗岩等，属极软岩，岩体基本质量等级V级。整个场地分布，桥区部位钻孔揭示。强度较高，但夹有大量碎石硬块，强度不均匀，遇水后强度降低。
4-2 层	中风化砾岩	层顶平均埋深约40 m，紫红色，局部段夹有粉砂岩，上部岩芯碎块状、短柱状，岩芯破碎，下部呈长柱状，岩芯较完整，砾石含量30～80%，粒径一般为1～5 cm，最大约10 cm，次圆状较多，以灰岩为主，掺杂少量石英质岩、花岗岩等，属软岩，岩体基本质量等级V级。整个场地分布，桥区部位钻孔揭示。强度较高，但夹有砾石不等，胶结度不均匀，强度不均匀。

3.5.2 水文地质特征

根据《南京市燕子矶片区临江路道路及桥梁建设、长江堤防达标工

程地质勘察报告》：本地块地层主要为杂（素）填土、粉砂夹粉土和粉质粘土等，各层渗透性存在一定的差别，临江路工程地质勘察报告的土工试验结果显示：渗透系数介于 $10^{-7} \sim 10^{-3} \text{ cm/s}$ 之间，分别属于微透水、透水和弱透水层。

场地地下水主要为孔隙潜水，赋存于 1 层填土和 2 层土体中，3 层土基本不含水。其中，1-1 层杂填土、2-1A 层、2-3 层砂性土，透水性好，属透水层，1-2 层土质结构松散，具一定透水性，属弱透水层；其余各层基本为微透水层，各层渗透系数见表 3.5-2。

表 3.5-2 土层工程地质特征

层号	土层名称	渗透系数 k (cm/s)			渗透性	备注
		垂直	水平	建议值		
1-2 层	素填土	3.11×10^{-7} ~ 2.87×10^{-6}	2.07×10^{-7} ~ 3.81×10^{-3}	4×10^{-5}	弱透水	不均匀
1-3 层	淤泥质素填土	4.00×10^{-7} ~ 6.86×10^{-7}	5.87×10^{-7} ~ 1.07×10^{-2}	5×10^{-5}	弱透水	不均匀
2-1 层	粉质粘土		4.05×10^{-7} ~ 2.79×10^{-6}	3×10^{-6}	微透水	
2-1A 层	粉土	2.16×10^{-5}	5.45×10^{-6}	2×10^{-4}	透水	
2-2 层	淤泥质粉质粘土	2.81×10^{-7} ~ 6.35×10^{-7}	2.86×10^{-7} ~ 7.51×10^{-7}	6×10^{-6}	微透水	
2-3 层	粉砂夹粉土	2.68×10^{-3}	8.68×10^{-6} ~ 9.66×10^{-6}	3×10^{-3}	透水	
2-4 层	粉质粘土	2.87×10^{-7} ~ 7.23×10^{-7}	4.40×10^{-7}	8×10^{-6}	微透水	
3 层	粉质粘土	3.75×10^{-7} ~ 4.76×10^{-7}	4.03×10^{-7}	7×10^{-6}	微透水	

注：渗透性参照《工程地质手册》进行评价，推荐使用建议值。

地下水接受大气降水和十里长沟水补给，地下水位受季节变化影响明显。勘察期间，测得孔隙潜水地下水初见水位埋深为 0.7~4.8m，稳

定水位埋深 0.5~4.6m。结合区域水文地质资料，场地地下水水位年变幅一般为 1.0m 左右。根据场地调查结果，毓恒码头地块地下水整体由西南向东北流动，如 3.5-1 图所示。

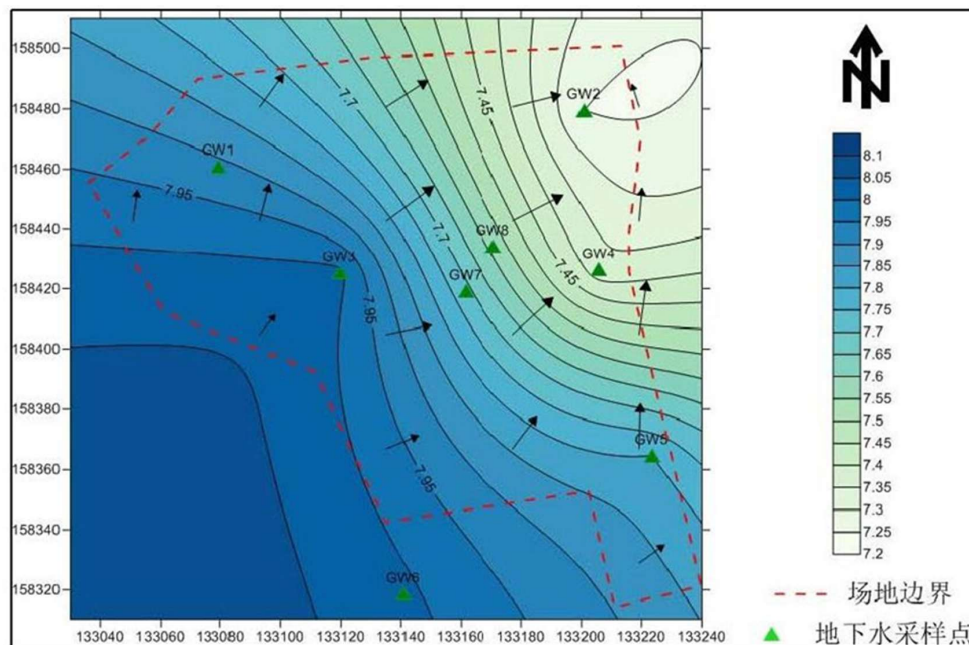


图 3.5-1 地下水流向（毓恒码头地块）

3.6 地块污染情况

3.6.1 调查情况

初步采样参照《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2—2014）中的分区布点和系统布点相结合的方法，按照 40 m×40 m 网格布设土壤监测点位，并将点位布置在网格中的储罐、仓库、管线等最可能受到污染的地方。根据场地地下水流向（西南至东北向长江），在地下水流向上游、下游最可能收到污染的地方分别布点，点位呈多边形分布。

毓恒码头地块初步调查共布设土壤监测点 14 个（含对照点 1 个，S14，位于地块南侧原居民区），共布设地下水监测井 6 个（含对照点 1 个，GW06，位于地块南侧原居民区）。采用 GPS-RTK 进行测量放点，点位坐标采用南京市城市 2000 大地坐标系统，结合码头原平面布置图，具体采样布点见图 3.6-1。

根据初步采样和检测的结果，在 S8、S12、GW02 三个超标点位周边进行加密布点。在 S8、S12 点位周边，按照 20 m×20 m 网格进行加密布点，共布设土壤点位 12 个（S15~S26）；在 GW02 周边布设两个地下水采样点（GW07、GW08）。初步调查确定的污染深度为 2.5~3.5 m，而在详细采样深度为 6 m，其中，3 m 以内采样间隔为 0.5 m，3~6 m 采样间隔为 1 m。详细采样布点见图 3.6-1。

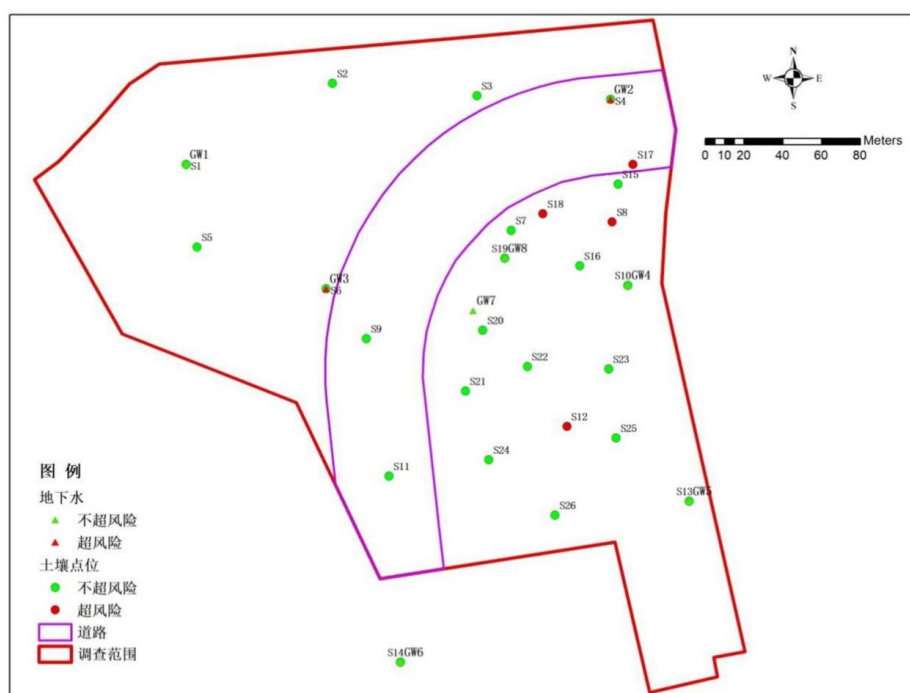


图 3.6-1 土壤和地下水调查点位（毓恒码头地块）

（1）土壤

初步采样分析共布设土壤监测点 14 个，采样深度为 7.5~10 m，采集到土壤样品 153 个，共送检土壤样品 66 个。土壤、地下水主要检测指标均包括 pH、重金属（11 种）、VOCs、SVOCs 和 TPH。以《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600—2018）第一类用地标准、北京市地方标准《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811—2011）中住宅用地标准、美国环保署区域土壤筛选值（USEPA-RSLs, 2018 年 5 月）为筛选值标准，土壤中 Hg、4-氯苯胺、苯并（a）芘、邻（对）硝基氯苯、萘超过筛选值。

详细采样分析共布设土壤采样点 12 个，采样深度为 6~8 m，分层采集到土壤样品 110 个，共送检土壤样品 48 个。土壤检测指标包括 pH、汞、4-氯苯胺、邻（对）硝基氯苯、苯并（a）芘、萘、六价铬、氯甲烷。以《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600—2018）第一类用地标准、北京市地方标准《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811—2011）中住宅用地标准、美国环保署区域土壤筛选值（USEPA-RSLs, 2018 年 5 月）为筛选值标准，土壤中苯并（a）芘、邻（对）硝基氯苯超筛选值。

（2）地下水

初步采样布设地下水监测井 6 口，采集地下水样品 6 个，送检 6 个。地下水主要检测指标均包括 pH、重金属（11 种）、VOCs、SVOCs 和 TPH。以《地下水质量标准》（GB/T 14848—2017）、《地下水水质标准》（DZ/T 0290—2015）、荷兰住房地下水修复干预值（DIV, 2013，以保护环境为目标）及《美国区域筛选值（Regional Screening Levels, RSL）标准》（2018 年 5 月版）为筛选值，地下水中汞、硝基苯、邻（对）硝基氯苯、石油烃超筛选值。

详细采样分析共布设地下水监测点 2 个，采集地下水样品 2 个，送检 2 个。地下水检测指标包括 pH、汞、硝基苯、邻（对）硝基氯化苯、石油烃。以《地下水质量标准》（GB/T 14848—2017）、《地下水水质标准》（DZ/T 0290—2015）、荷兰住房地下水修复干预值（DIV, 2013，以保护环境为目标）及《美国区域筛选值（Regional Screening Levels, RSL）标准》（2018 年 5 月版）为筛选值，地下水中各项指标检测值均未超过筛选值。

本地块关注污染物的浓度分布如表 3.6-1 所示。土壤中超标倍数最大的污染物为 4-氯苯胺，点位位于 S12，超标倍数为 18.16 倍；地下水中石油烃最大超标点位位于 GW02，最大超标倍数为 13.35 倍。

表 3.6-1 场地关注污染物污染浓度分布

序号	介质	污染物	最大浓度	最小浓度	修复目标值	最大超标倍数
1	土壤	4-氯苯胺	56.70 mg/kg (点位 S12)	ND	2.96 mg/kg	18.16
2		苯并(a)芘	1.56 mg/kg (点位 S12)	ND	0.54 mg/kg	1.89
3		邻(对)硝基氯苯	51.40 mg/kg (点位 S8)	ND	11.85 mg/kg	3.34
4	地下水	石油烃	8.61 mg/L (点位 GW02)	ND	0.6 mg/L	13.35

注：ND 表示未检出。

3.6.2 修复目标

根据场地环境调查与风险评估报告，以风险评估确定的风险管制值为该场地土壤和地下水的修复目标值，如下表 3.6-2 所示。

表 3.6-2 污染因子修复目标值

类别	序号	污染物名称	修复目标
地下水	1	石油烃*	0.6 mg/L

注：*表示计算的风险控制值均小于相应筛选值，因此带*污染物的风险控制值以筛选值计。

本项目废水接管南京市铁北污水处理厂集中处理，铁北污水处理厂接管标准执行《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)中表 4 三级标准与《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962—2015)中表 1B 级标准。对于采用异位清挖抽出处理的地下水，废水排放执行标准如表 3.6-3。

表 3.6-3 废水排放执行标准 (mg/L, pH 无量纲)

序号	污染物种类	修复目标	序号	污染物种类	修复目标
----	-------	------	----	-------	------

1	石油类	20	6	总磷	8
2	苯胺类	5	7	氯苯	1.0
3	悬浮物	400	8	色度	64 倍
4	pH	6~9	9	氨氮	45
5	化学需氧量 (COD _{Cr})	500	10	动植物油	100

3.6.3 修复范围及工程量

毓恒码头及周边地块土壤修复工程毓恒码头地块一为地下水污染，污染因子为石油烃，采用的修复技术为异位清挖、降水抽出处理。修复地下水面积为 4260 m²,污染因子为石油烃，修复范围边界见图 3.6-2。

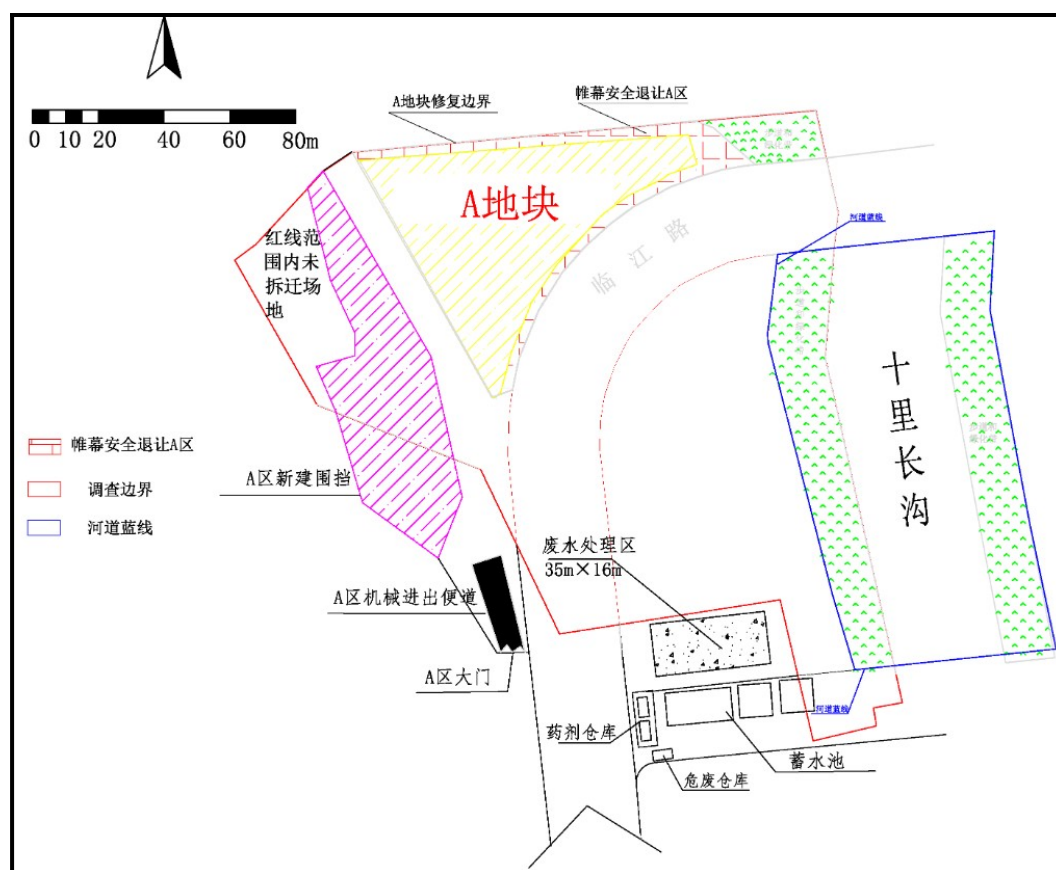


图 3.6-2 修复范围（原设计）

前期进场施工发现地块北侧和东侧靠近道路和绿化带，且北侧有一口高压电缆井，南侧存在 2 口市政污水井，东北侧存在地下管线（见图 3.6-3），故止水帷幕施工时需要避开管线、市政设施及围挡进行施工，

沿围挡边界向内退让,即存在地块安全退让区。鉴于以上现场条件限制,进行工程变更。退让区内地下水无法采用原技术方案确定的异位清挖、降水抽出处理的方式进行修复,前期通过对地块一退让区补充调查,得出该区域地下水无污染,后期该区域地下水不进行修复处理。

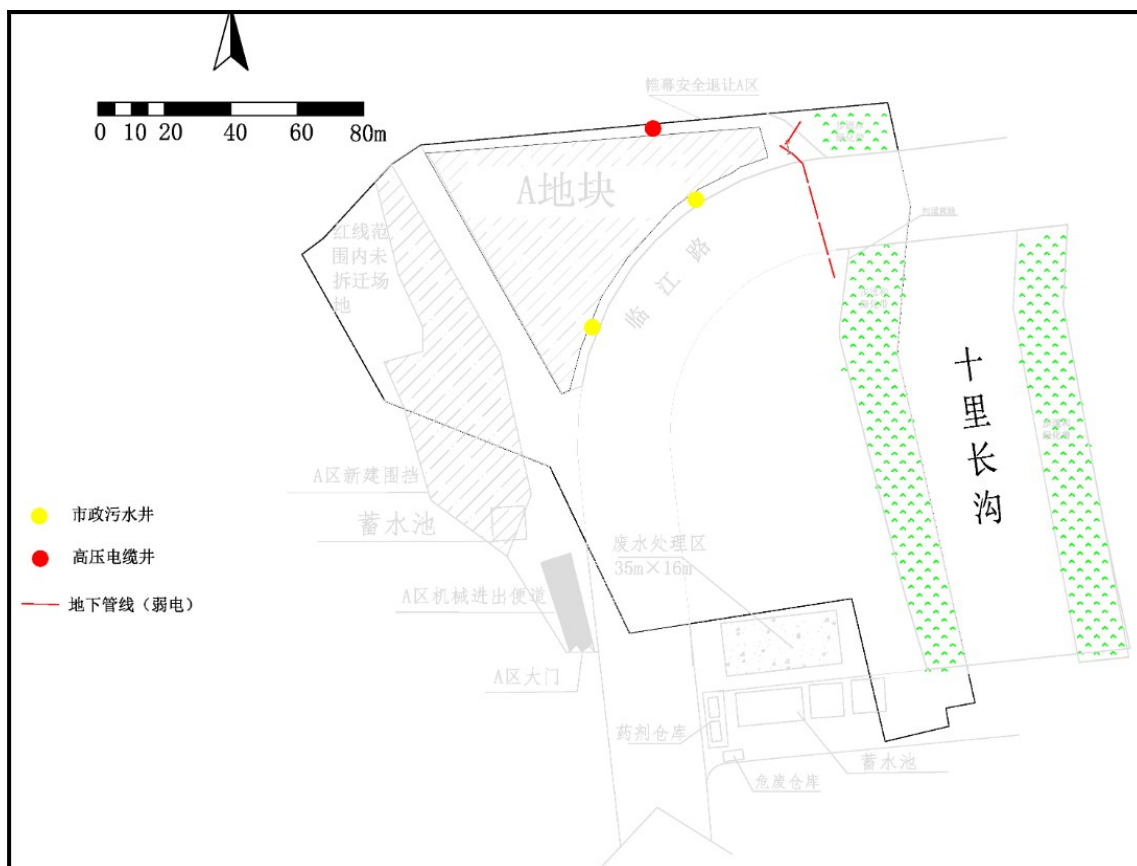


图 3.6-3 地块一管线、市政设施分布

通过对地块一退让区进行补充调查,得出该区域地下水无污染,后期该区域地下水不进行修复处理。地块一地下水修复面积变更为 3441 m²,污染因子及修复深度不变,见图 3.6-4。地块一基坑拐点分布见表 3.6-4,坑底标高见表 3.6-5。

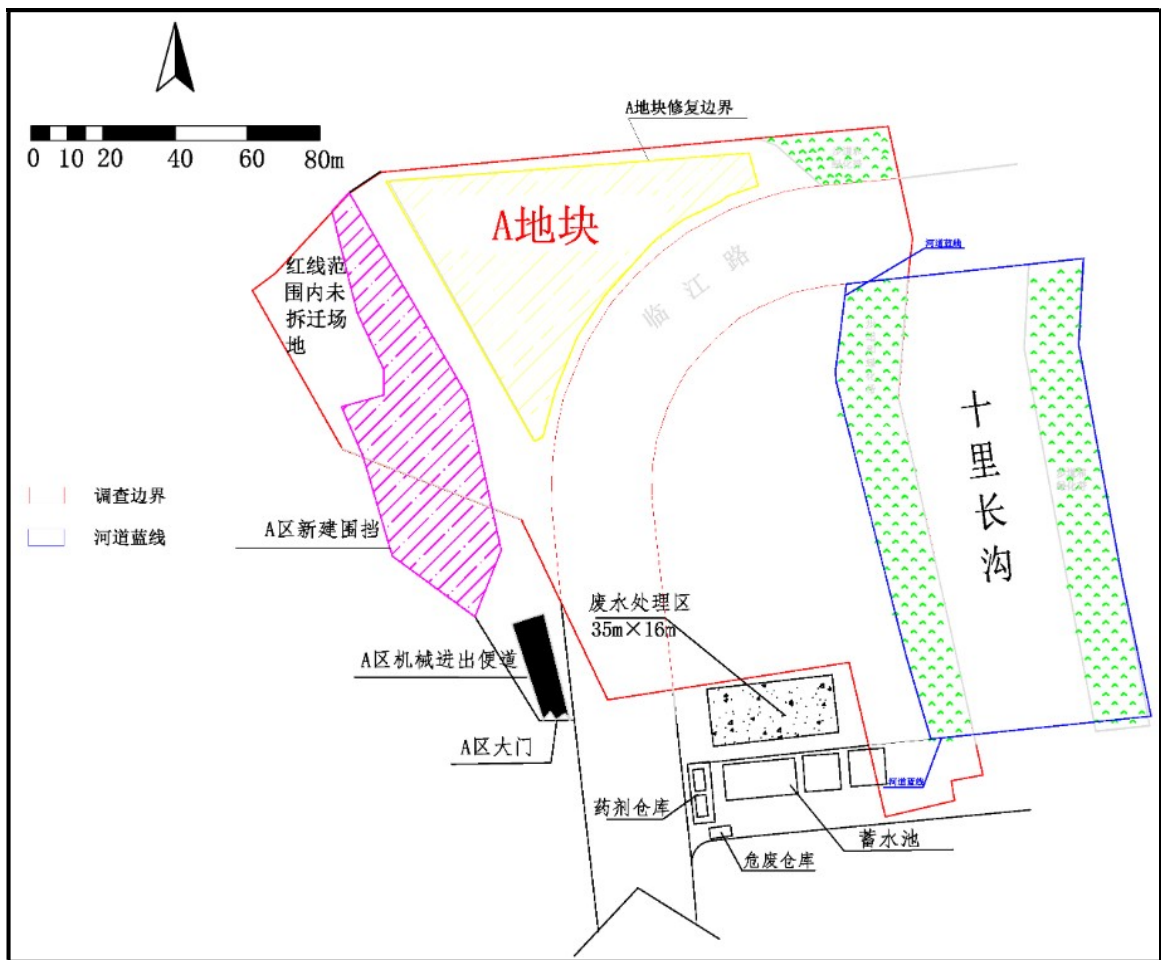


图 3.6-4 变更后修复边界范围图

表 3.6-4 地块一基坑拐点分布

编号	X	Y
1	158428.738	133106.906
2	158419.228	133113.598
3	158437.193	133120.724
4	158442.864	133123.041
5	158448.302	133126.371
6	158454.210	133130.069
7	158461.884	133136.010
8	158469.762	133143.491
9	158474.630	133149.342
10	158479.280	133156.142
11	158484.1038	133172.6656

12	158492.924	133168.015
13	158491.452	133136.145
14	158485.989	133075.309
15	158452.348	133093.246

表 3.6-5 地块一基坑坑底标高

编号	X	Y	点位标高 (m)
A1	158444.380	133106.881	6.128
A2	158458.339	133093.753	6.177
A3	158485.964	133100.387	6.009
A4	158465.839	133121.850	6.145
A5	158464.434	133132.961	6.215
A6	158487.758	133127.182	6.155
A7	158478.366	133140.361	6.269
标高平均值			6.157

注：原始标高为12.3 m，现场实际测量基坑底标高6.157 m，实际计量按照6.3 m计。

3.7 修复治理方案

地块一施工技术路线见下图 3.7-1。块地下水在基坑清挖和降水过程中抽出至污水处理设施，通过污水处理设施处理达标后纳管排放。

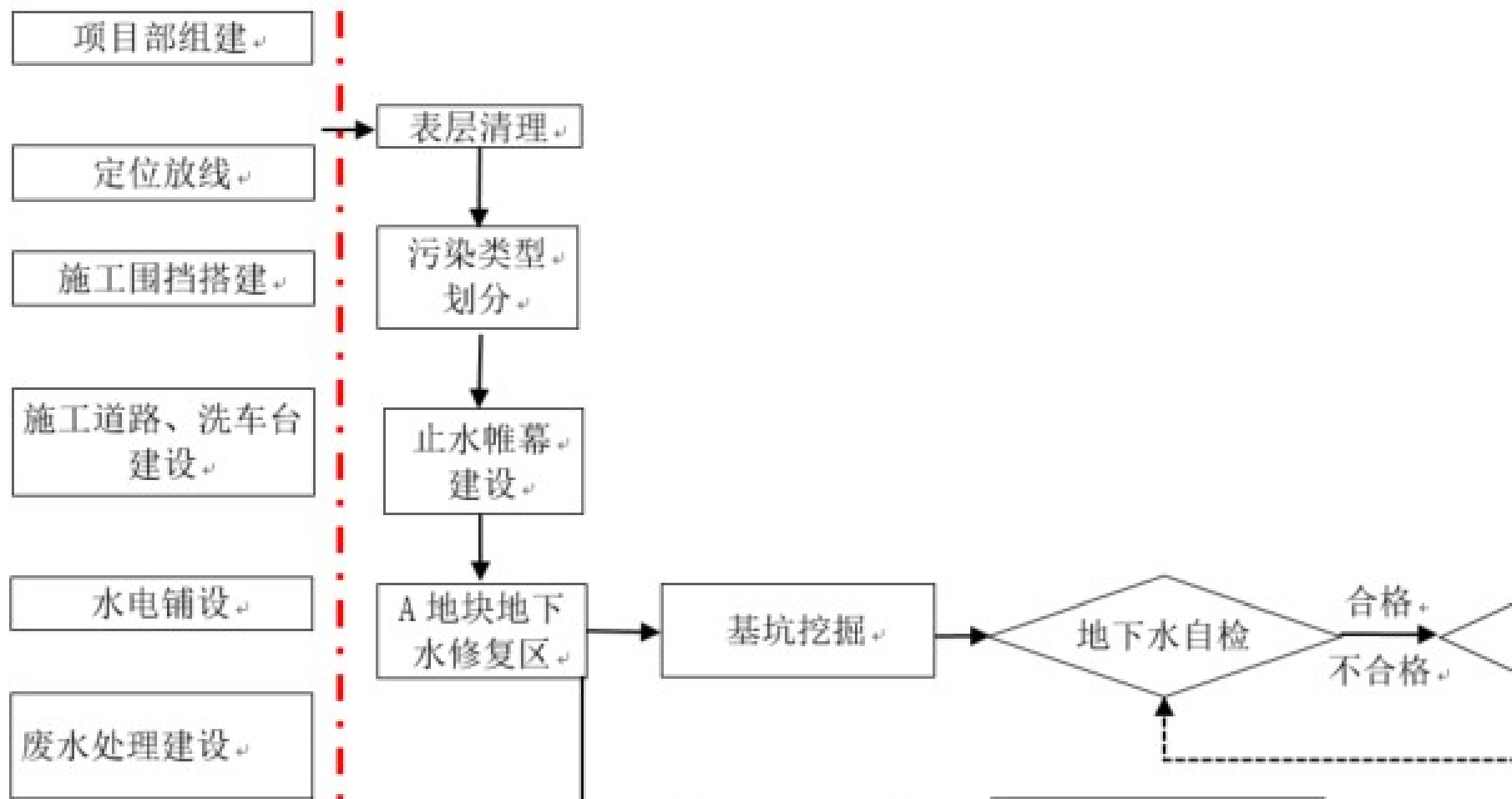


图 3.7-1 本项目总体技术路线

3.7.1 污染区域定位及放样

地块一地下水为石油烃污染。需要对场地内的清洁土进行支护挖掘后，地下水抽出处理。施工前对场地污染区域进行定位放线，制定衔接顺畅的清挖和处理方案，测量人员根据清挖深度和进度随时进行施工范围的确认。

施工单位采用 RTK 引入坐标点，用全站仪进行定点定位，并用显著标识对污染区边界进行现场标识划定。

施工单位完成修复区域的定位和放线后，监理单位委派监理员，现场复核并确认定位和放线准确无误。施工单位向监理方递交工程控制点放样记录表并获得监理方的审批后方可施工。

3.7.2 表层清理

目前，场地内设备、建筑物均已拆除，大部分地面为裸露土壤，其上长满杂草，覆盖有防尘网。根据场调并经过与建设单位沟通，场地内的建渣没有受到污染，不需要修复，因此在进行清表施工后，将场地内建渣、杂草等堆置在不影响施工的区域等待后续利用。

表层清理要求：

1) 组织管理人员和技术人员勘察现场，明确场地清理施工的范围（即污染修复区域），了解工程地质、现场植被、通讯电缆和周围居民等情况。

2) 根据施工平面布置图，对各建筑物、构筑物、道路和管线进行放线定位。

3) 按业主或监理工程师的指示，就近选择与确定地表杂物的弃置场地。

4) 人工配合机械，对场地内部分布的建筑垃圾进行收集、暂存及运输。

5) 清表范围内的树木、灌木丛等按照相关部门规定进行移植或砍

伐，砍伐的树木应堆放在选择好的弃置场地上，不得随意丢弃。

6) 清表范围内的树枝、钢筋、建筑垃圾、石块沙砾及污染土壤等作为清表土按照清表土处理方法进行处理。

7) 机械、人工清表：机械开挖采用分层开挖，避免超挖和基底土遭受扰动，机械不能开挖的死角应用人工进行配合开挖。

8) 对完成清表的区域进行场地平整，并采用水准仪进行复测，确定后续修复工程的施工深度。

9) 施工过程中，如有特殊情况或现状与设计出入较大时，及时会同业主、监理现场处理。

3.7.3 临时设施建设

临时设施主要包括围挡、道路、排水管线、土壤暂存区、办公生活用房、洗车台和智能监控安装以及废水处理设施建设。

(1) 围挡建设

地块一利用原场区围墙、围挡，原有围墙、围挡缺损部分进行修补。新建围挡施工方案如下所示：

1) 围挡设计高度为 3000 mm，立柱高度 2200 mm，立柱间距 3000 mm。

2) 依据施工平面图对临时围挡进行测设定位。

3) 根据深化图纸及现场测量尺寸，计算出需要制作立柱与板块的数量。在按照深化图的要求下料，焊接立柱及板块龙骨。用竖杆 L50 镀锌角钢与横杆 L50 镀锌角钢焊接成桁架立柱。板块龙骨采用 50×50×3 mm 镀锌方管焊接，横向骨架间距为 900 mm，纵向骨架间距为 1000 mm。表面 0.5 mm 厚镀锌铁皮用铆钉连接到方管龙骨上制成板块。

4) 根据围挡位置定位线和立柱数量的要求。对立柱基础进行定点。立柱基础采用明挖基坑无支护形式。基坑规格为大于 600×600 mm 埋深大 600 mm 基坑底部夯实。立面处理平整。立柱间距为轴线到轴线 3 m。

浇筑 C20 混凝土基础,浇筑过程中严格按照技术交底施工。浇筑完毕后,安装立柱。

5) 待基础砼达到一定强度后,进行板块安装。根据立柱的外伸高度,均匀分隔,焊接三根连系梁,连系梁采用 50×50×3 mm 镀锌方管。全部焊接完毕后,对焊接情况进行验收,合格后进行板块安装。利用 L30 角钢做角码,将板块所有的竖龙骨与连系梁焊接牢固,依次安装每个板块。

(2) 道路建设

施工便道结构层为 30 cm 道渣和上覆 20 cm 混凝土,路宽 6 m。道渣铺设前按预先设计的位置将原地面整平,并用不小于 15 T 光轮压路机原地碾压,碾压结束后,直接铺设 30 cm 砖渣,砖渣采用挖掘机整平,并对较大块的砖渣进行破碎。铺设完成后再使用 20 T 震动压路机碾压,在此基础上铺设 20 m 厚 C30 混凝土路面。为便于排水,原地整平和道渣铺设时按 2%~4%的横向找坡,压路机碾压时按照由低往高的方向碾压,轮迹重叠。根据便道的使用情况不定期进行维护,保证工程结束前便道的正常使用。

(3) 土壤暂存区

虽然地块一土壤为清洁土,但为了安全起见,对暂存区铺设 HDPE 作为防渗层,防止二次污染。

(4) 排水管线建设

废水收集管线及处置后废水排水管线均采用 $\Phi 75$ PVC 管,管渠采用砖砌石,C20 混凝土抹面,截面宽度 20 cm,高 15 cm。在各废水收集单元设置带有止回阀的进水接口。

雨水收集管线采用地埋式,砖砌,混凝土抹面,宽 50 cm,高 30 cm,地面做钢筋地漏,钢筋间距 3 cm,沿排水方向 1%找坡。

(5) 办公生活区建设

办公区建设两层设置，彩钢板活动房，四合院形式，外围采用幕墙，四合院中间建设小型喷泉或花坛以及必要的景观绿化。具体分布第一层为大会议室、工艺质控部、工程部、实验室、仓库、采供部、小会议室、监控室，分包单位办公室，第二层为项目经理办公室、技术负责人办公室、环境监理办公室、工程监理办公室、验收单位办公室、业主办公室两间等。生活区建设大食堂和小食堂，小食堂用于招待、男女卫生间，工人宿舍等。

板房开间 3 m，进深 6 m，走廊宽 1.5 m，底层为砼环氧地坪，二层为复合木地板，办公室前方按规定设置“九牌二图”。办公生活区地面采用 C30 混凝土硬化，厚度 150 mm，向施工道路方向 0.5%找坡，以便于雨水外排。

（6）废水处理设施建设

本项目的废水主要来源为管井、轻型井点抽提的地下水，挖掘过程中的基坑水，洗车台产生废水等。预计废水总处理量约 27000 m³，废水处理工期按照 150 天计，每天处理量 180 m³，考虑到检测周期等因素，设计按照 10 m³/h。

废水处理工艺流程由调节池、斜管沉淀池、溶气气浮、芬顿氧化池、中和沉淀池、袋式过滤和活性炭过滤五大部分组成，污泥处理部分由污泥浓缩池、叠螺污泥脱水机组成。

工艺说明：废水首先输送进入调节池，经过均质均量的调节，经泵提升进入斜管沉淀池，调节 PAC 及 PAM 药剂用量，去除悬浮物。斜管沉淀池出水自流进入溶气气浮，调节 PAC 及 PAM 药剂用量，去除悬浮物及石油类物质。气浮出水进入芬顿氧化池，调节 pH 在 3.5 左右，在羟基自由基作用下，去除难氧化的有机物。芬顿氧化池出水进入中和沉淀池，调节 pH 到碱性，加入 PAC 及 PAM，底部沉淀进入污泥浓缩池，上清液经过袋式过滤器，过滤悬浮物及部分有机物，再进入活性炭过滤

器，吸附残留的有机物，出水经检测合格后纳管排放，检测未达标时回流至调节池继续处理。

对于溶气气浮池及斜管沉淀池、中和沉淀池定期的排泥排入污泥池，用泵提升进入叠螺污泥脱水机，在混凝区用 PAM 对污泥进行调理，叠螺污泥脱水机对污泥进行浓缩处理，其中泥饼收集后作为危险废物委托有资质的单位外运处置，滤液返回至调节池。

3.7.4 止水帷幕、基坑支护和降水

地块一清挖基坑深度为 6 m，属于深基坑。在经过专项论证后进行止水帷幕、基坑支护和土方开挖施工。止水形式为双轴搅拌桩，支护形式为钢板桩+钢支撑，降水形式为管井+轻型井点降水。

3.7.5 基坑清挖

地块一修复总面积 3441 m²，开挖土方量 20646 m³。基坑总体开挖方向为从东往西、从北向南开挖。期间对地下水进行抽出处理。由于暂存场地面积限值，基坑土清挖暂存与地下水抽出处理施工分两阶段进行。第一批清挖土方量为 8449 m³，挖出的土壤堆存至土壤暂存区由第三方检测机构取样检测合格后，由业主负责外运。第二批清挖土方量为 12197 m³，自检合格。

3.7.6 地下水抽出处理

本工程在清洁土清挖过程中采用管井降水和轻型井点抽提的方式对基坑进行降水和地下水抽出，输送至废水处理系统进行处理。在南京市栖霞区水务局批准本项目的施工临时排水许可后，废水达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中表 4 三级标准与《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）中表 1B 级标准后与生活污水排放至市政管网，最终排入南京市铁北污水处理厂。

3.8 工程实施情况

3.8.1 施工总体平面布置

(1) 平面布置

根据施工工艺及现场条件，将施工现场主要划分为办公生活区、土壤和地下水修复区、废水处理区、土壤暂存区、药剂仓库区，机械停放区等功能区，见图 3.8-1。各区之间留有充分的施工距离及安全卫生防护距离。各区之间通过道路连接，保证物质、人力、材料的高效率调度，亦便于施工管理。

地块一场地范围内设置土壤暂存区，占地 2497 m^2 ，用于堆放地块一基坑挖掘出的清洁土。

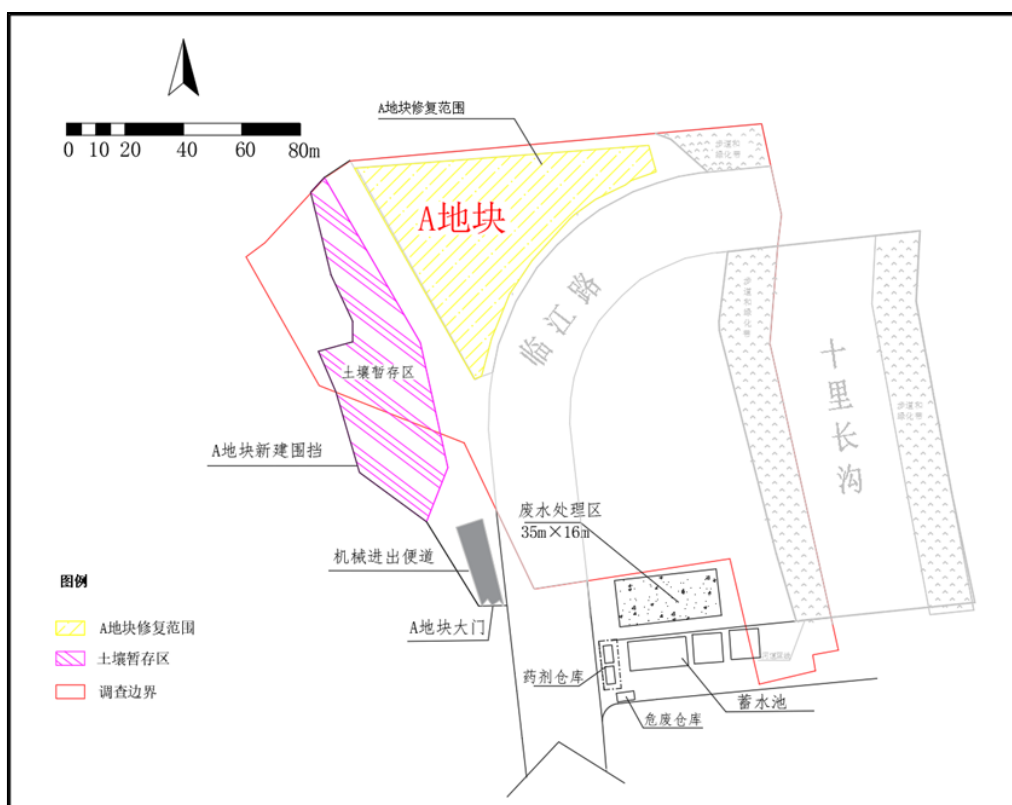


图 3.8-1 毓恒码头地块平面布置图（变更后）

(2) 废水处理区平面布置图

废水处理区位于地块一南侧，占地面积约 560 m^2 ，用于处理抽提的污染地下水、基坑水、清洗废水等。废水处理区平面布置见图图 3.8-2。

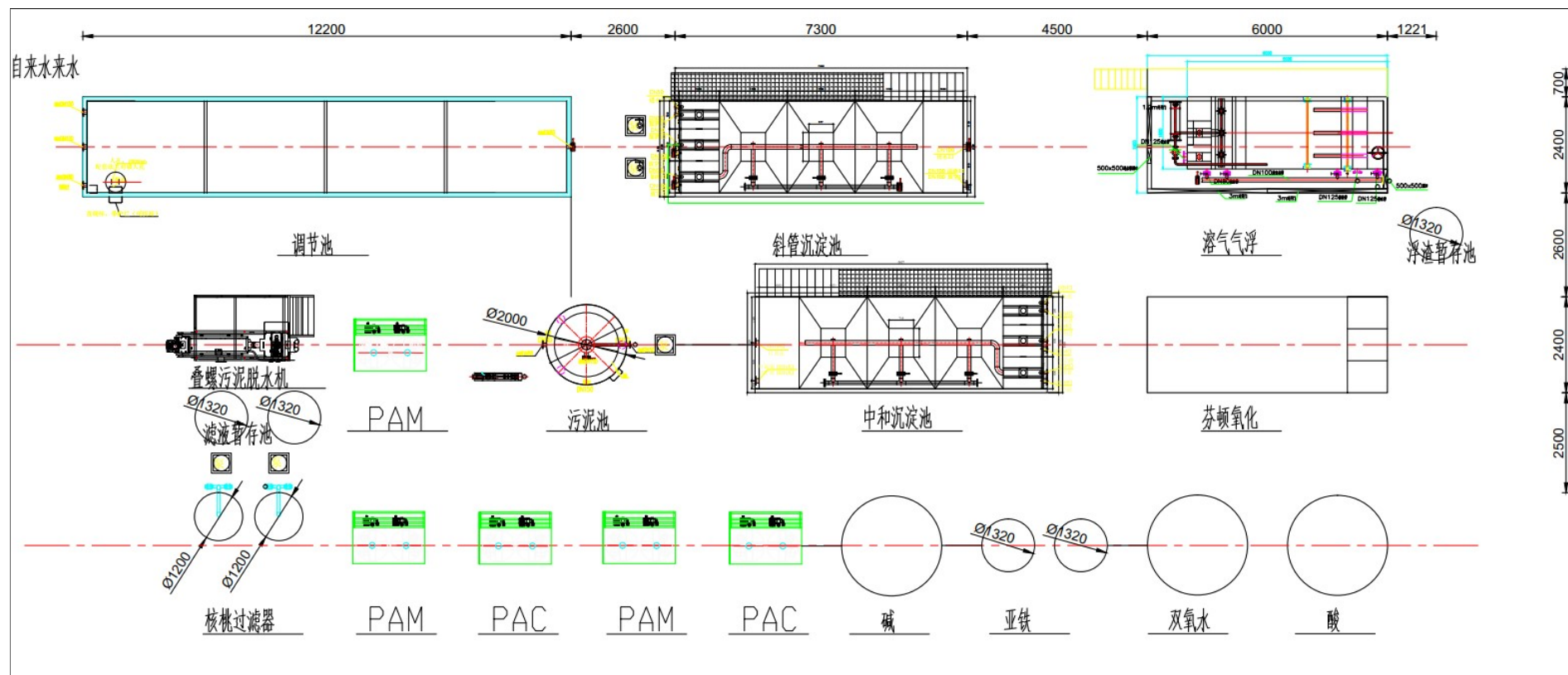


图 3.8-2 废水处理区平面布置图

3.8.2 项目总体进程

本工程从 2020 年 9 月 3 日开始，到 2021 年 1 月 13 日结束，重大施工节点见表 3.8-1。

表 3.8-1 施工节点表

序号	工序名称	开始时间	结束时间	工作内容
1	施工准备(止水帷幕施工)	2020.5.21	2020.6.19	止水帷幕施工
2	环评批复	2020.8.31		取得南京市生态环境局环评批复
3	开工令	2020.9.2		监理下发开工令
4	基坑土方开挖(第一次)	2020.9.3	2020.9.14	基坑第一批次清洁土壤开挖、并短驳至土壤暂存区
5	第一批次清洁堆土自检	2020.9.20	2020.9.20	针对基坑第一批次清挖出的土壤进行自检，合格后外运
6	第一批次清洁堆土外运	2020.12.1 8	2020.12.2 5	第一批次清洁堆土自检合格后外运
7	钢板桩+钢支撑支护	2020.11.1 1	2021.1.13	第二批次清洁土开挖前基坑支护
8	基坑土方开挖(第二次)	2021.1.3	2021.1.13	基坑第二批次清洁土壤开挖、并短驳至土壤暂存区

3.8.3 环保措施落实情况

本项目各环保措施与环评文件要求基本一致。根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ 25.5—2018)，对照本项目现场平面布置及环保措施落实情况，判断清洁土暂存区、废水暂存池、废水导排管道布置区及废水处理区等区域可能出现二次污染情况，应在后续布点采样中予以关注。

四、工作程序、范围与对象

4.1 程序

依照《污染地块风险管控与修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5—2018）要求，本次效果评估程序依次为更新地块概念模型、布点与采样、效果评估、提出后期环境监管建议及编制效果评估报告五个阶段，具体流程详见图 4.1-1。

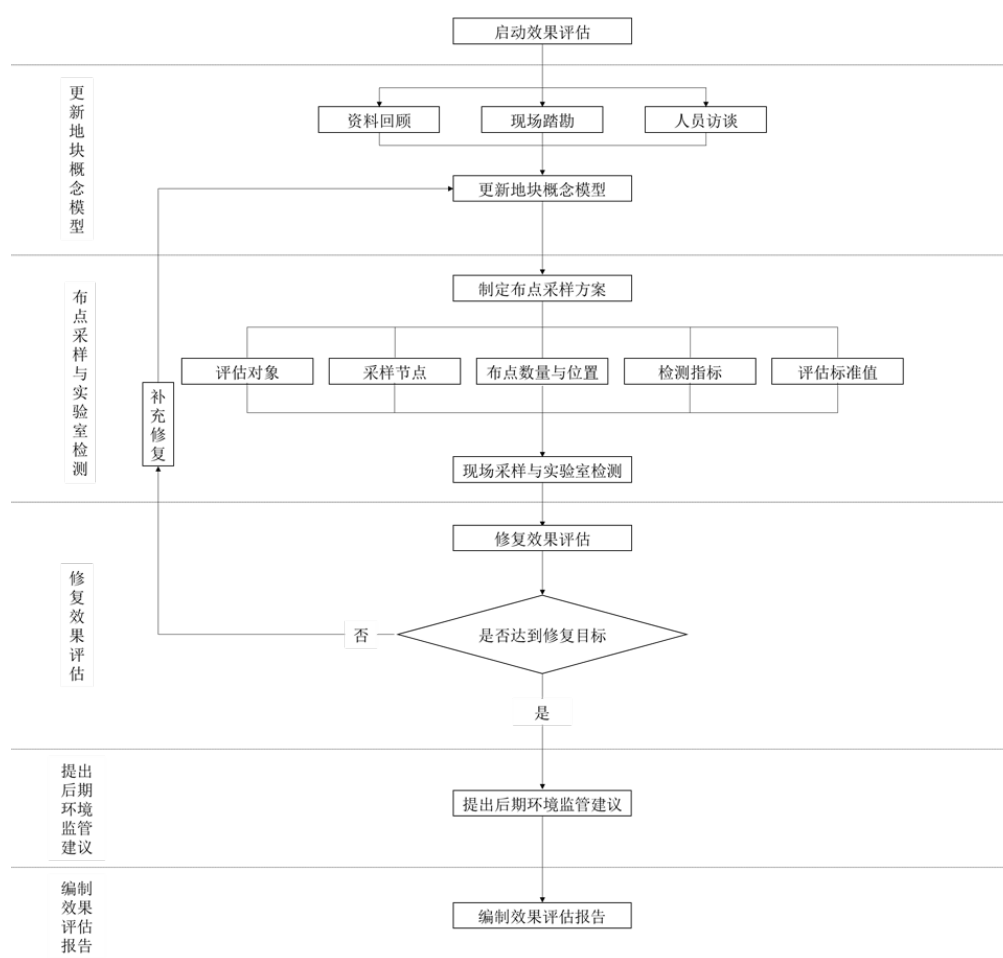


图 4.1-1 效果评估工作程序

4.2 范围

根据合同约定，效果评估工作范围为《毓恒码头地块场地环境调查与风险评估报告》（江苏润环环境科技有限公司，2018 年

12 月)、《毓恒码头地块场地修复技术方案》(生态环境部南京环境科学研究所, 2018 年 12 月)、《毓恒码头地块场地修复技术补充方案》(生态环境部南京环境科学研究所, 2019 年 12 月)及《毓恒码头及周边地块土壤修复工程毓恒码头地块一施工组织设计》(江苏大地益源环境修复有限公司, 2021 年 3 月)等划定的土壤治理区块。前期进场施工发现地块一北侧和东侧靠近道路和绿化带, 且北侧有 1 口高压电缆井, 南侧存在 2 口市政污水井, 东北侧存在地下管线, 故止水帷幕施工时需要避开管线、市政设施及围挡进行施工, 沿围挡边界向内退让, 即存在地块一安全退让区。鉴于现场施工条件限制, 对地块一退让区进行补充调查, 得出该区域地下水无污染, 后期该区域地下水不进行修复处理。地块一地下水修复面积变更为 3441 m^2 , 污染因子及修复深度不变。项目实际完成量为: 地下水污染面积为 3441 m^2 , 清洁土壤方量为 20646 m^3 。

此外, 地块一修复实施过程中, 涉及到清洁土暂存、废水处理、废水暂存及废水导排, 故清洁土暂存区、废水处理区、废水暂存区及废水导排管道布置区为疑似二次污染区, 也需要纳入修复效果评估范围。但需要说明的是, 毓恒码头及周边地块土壤修复工程毓恒码头其他地块修复时让需要使用废水暂存池, 故地块一修复效果评估不涉及废水暂存区。

根据上述情况, 清挖基坑修复效果评估范围见图 4.2-1。

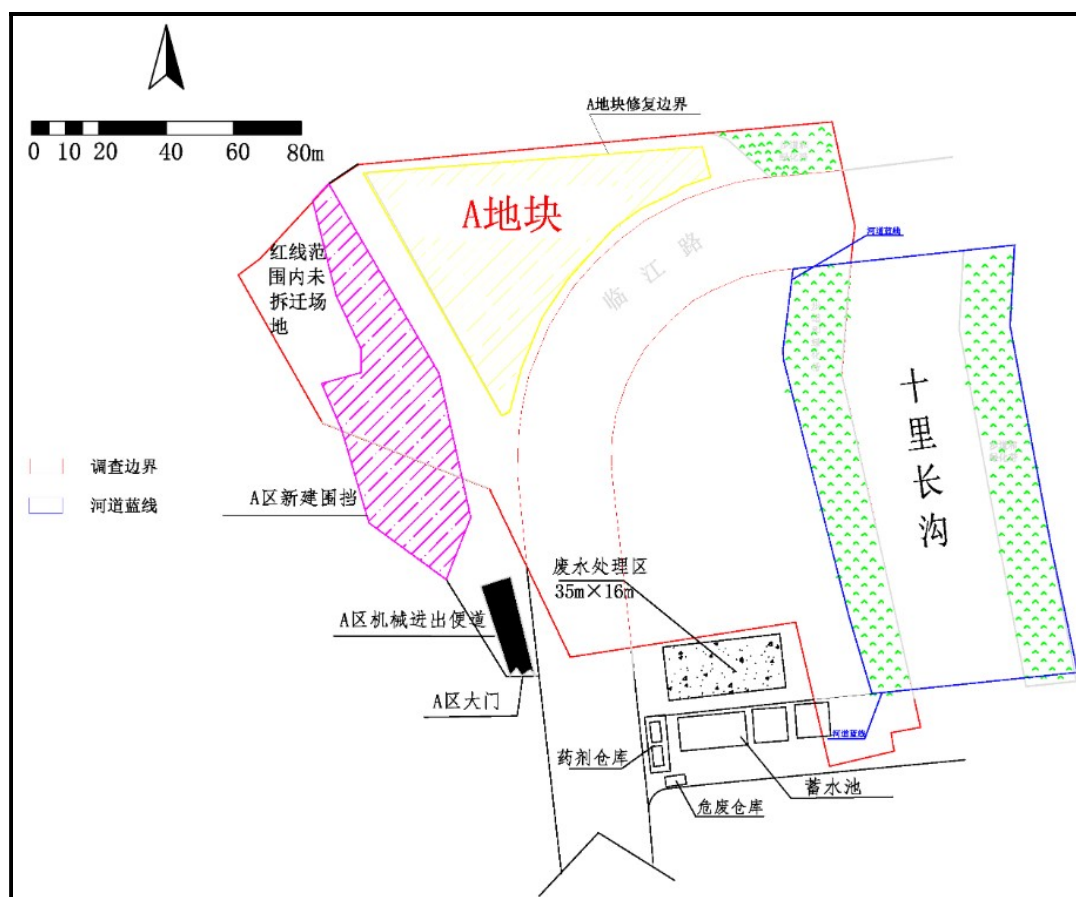


图 4.2-1 地块一土壤效果评估范围

4.3 对象

毓恒码头及周边地块土壤修复工程毓恒码头地块一为地下水污染，采用异位清挖、降水抽出的修复技术，修复后场地不存在污染介质，故通过评估地块一清挖基坑附近土壤环境质量和地下水质量间接地对地块一地下水修复效果进行评估。具体而言，地块一清挖基坑附近土壤环境和地下水包括：评估修复治理范围清挖基坑底部土壤、基坑侧壁土壤、基坑底部地下水及基坑上下游地下水。

此外，疑似二次污染区评估对象为土壤或地下水。具体而言，清洁土暂存区效果评估对象为土壤，废水处理区效果评估对象为

地下水，废水导排管道布置区效果评估对象为土壤。

清挖后基坑土壤采样检测在污染土壤清挖完成后进行，根据施工进度情况，分阶段实施。场地内主体工程完工后，进行疑似二次区域土壤采样检测。

各阶段效果评估采样检测在施工单位提交申请，工程监理单位、环境监理单位审核同意后开展。

五、更新地块概念模型

5.1 资料回顾

5.1.1 资料清单

本次效果评估获取资料清单如下：

一、技术咨询与工程设计文件

- 1.《燕子矶新城（Mcb020）控制性详细规划》；
- 2.《毓恒码头地块场地环境调查与风险评估报告》（江苏润环环境科技有限公司，2018 年 12 月）；
- 3.《毓恒码头地块场地修复技术方案》（生态环境部南京环境科学研究所，2018 年 12 月）；
- 4.《毓恒码头地块场地修复技术补充方案》（生态环境部南京环境科学研究所，2019 年 12 月）；
- 5.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程效果评估工作方案》（江苏省环境科学研究院，2020 年 8 月）；
- 6.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程 A 地块施工组织设计》（江苏大地益源环境修复有限公司，2021 年 3 月）；
- 7.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程 A、B 退让区土壤及地下水补充调查报告》（南京市燕子矶片区整治开发有限责任公司，2021 年 4 月）；
- 8.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程 A、B 地块退让区修复范围调整方案》（江苏大地益源环境修复有限公司，2021 年 4 月）；
- 9.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程（A 地块）工程监理报告》（南京海宁建设工程监理咨询有限公司，2021 年 5 月）；
- 10.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程 A 地块环境监理总

结报告》（江苏润环环境科技有限公司，2021 年 5 月）；

11.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程（A 地块）竣工报告》（江苏大地益源环境修复有限公司，2021 年 5 月）。

二、工程审批文件

1.《毓恒码头及周边地块土壤修复工程项目环境影响报告表》（2020 年 8 月）及批复（南京市生态环境局，2020 年 8 月）。

三、施工过程资料

场地内施工资料与污染土壤外运资料涵盖基坑开挖、支护、污染土外运、二次污染防治、施工过程基坑自检、施工过程环境影响监测等。

四、监理资料

1.环境监理报告；

2.工程监理报告。

5.1.2 资料审核

项目组成员分工协作，对收集资料进行整理和分析，并通过与地块责任人、调查评估负责人、修复施工负责人、监理人员等的沟通和访谈，明确效果评估关键内容。

5.1.2.1 合同完成情况

依据施工方提供资料，施工方已完成原合同及变更合同规定的毓恒码头及周边地块土壤修复工程毓恒码头地块一地下水修复范围，修复污染面积为 3441 m²，清洁土壤方量为 20646 m³。基坑清挖清洁土由第三方检测机构取样检测合格后，由业主负责外运。第一批清挖土方量为 8449 m³，经第三方检测机构取样检测合格后，由业主负责外运。第二批清挖土方量为 12197 m³，自检合格。

地下水共抽提 2474 m³，经废水处理系统处理，达标后全部排放

至市政管网。

对照施工方合同，完成情况较好。

依据环境监理提供资料，环境监理单位编制了环境监理工作方案，并通过专家评审。项目准备阶段，审核了实施方案。施工过程中，对基坑清挖、清洁土转运、污染地下水抽提及处理进行了全过程的环境监管；项目竣工后提交了环境监理总结报告。对照环境监理合同，完成情况良好。

依据工程监理提供资料，工程监理单位编制了监理细则，项目实施过程中，对工程进度、工程质量、安全文明、工程投资情况进行了严格把控，项目竣工后提交了工程评估报告。对照工程监理合同，完成情况良好。

5.1.2.2 详细审核情况

根据各单位资料，对本项目各关键节点、重点关注内容完成情况进行审核。

5.2 现场踏勘

在修复治理工程实施过程中及修复治理工程竣工后，我院组织技术人员多次开展现场踏勘工作，实时了解污染地块修复治理情况、环境保护措施落实情况，包括修复治理设施运行情况、修复治理工程施工进度、基坑清理情况、污染土暂存和外运情况、地块内临时道路使用情况、修复治理施工管理情况、废水处理情况等。

5.2.1 施工过程现场踏勘

在修复治理工程实施准备阶段、基坑开挖、污染土壤转运至暂存区等阶段，我院均组织技术人员进行了现场踏勘，实时跟进修复治理工程进度，踏勘结果总结如下：

1、基坑开挖过程、污染土壤短驳及暂存等各项二次污染防治措

施落实情况总体良好。

2、清洁土暂存区铺设 HDPE 作为防渗层，防止二次污染落实情况总体良好。

3、废水收集管线、废水暂存区、废水处理区建设及施工期间运行正常。



图 5.2-1 止水帷幕施工



图 5.2-2 基坑支护



图 5.2-3 污染土清挖



图 5.2-4 建筑垃圾冲洗



图 5.2-5 车辆出场冲洗



图 5.2-6 暂存区清洁土堆放



图 5.2-7 现场喷雾降尘设备

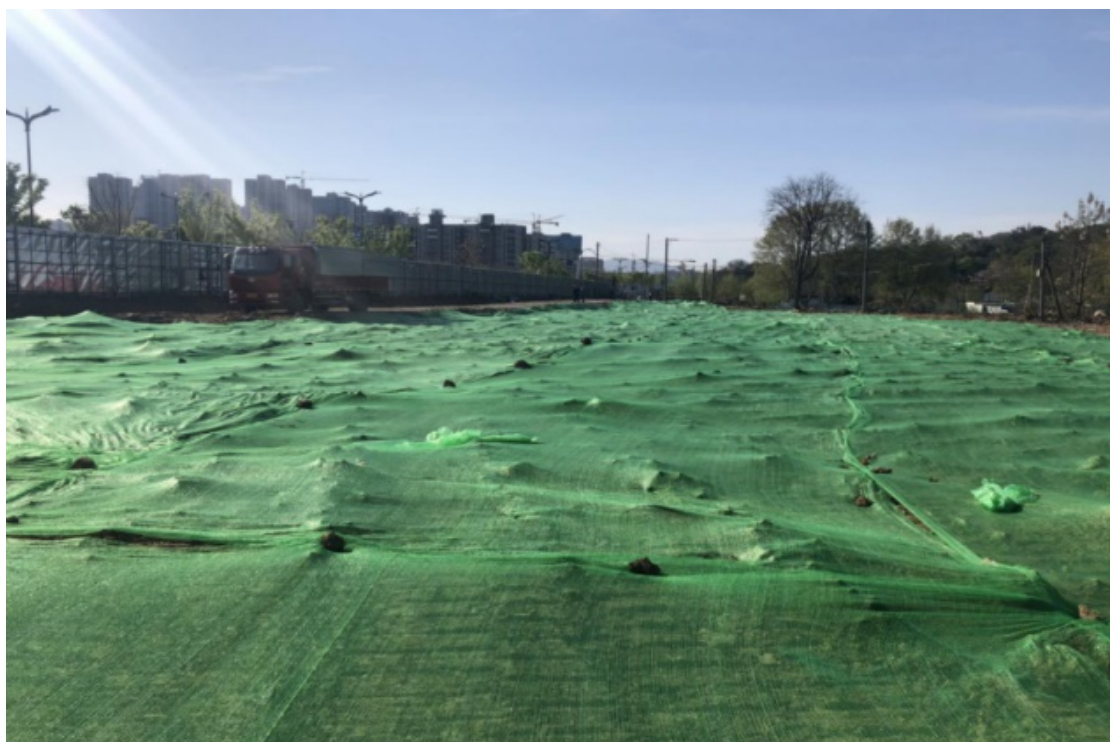


图 5.2-8 密目网覆盖



图 5.2-9 轻型井点降水



图 5.2-10 废水暂存池



图 5.2-11 废水处理设备



图 5.2-12 施工现场噪声检测

5.2.2 竣工后现场踏勘

在修复治理工程竣工后，我院组织技术人员进行了现场踏勘。现场发现，地块一基坑清挖完毕，现场无二次污染痕迹。

5.2.3 修复治理范围核定

施工单位对地块一合计 3441 m^2 区域地下水进行降水抽出处理，修复深度为地面以下 $0\sim 6.0 \text{ m}$ ，实际修复地下水 3441 m^3 。地块一竣工后平面布置见图 5.2-12。

地块一清挖基坑边界坐标点位及开挖后坑底标高见图 5.2-12。相应控制点位坐标及标高见表 2.2-2、2.2-3。坐标及标高采用南京市城市 2000 大地坐标系统，深度按场地原始标高以下计算。

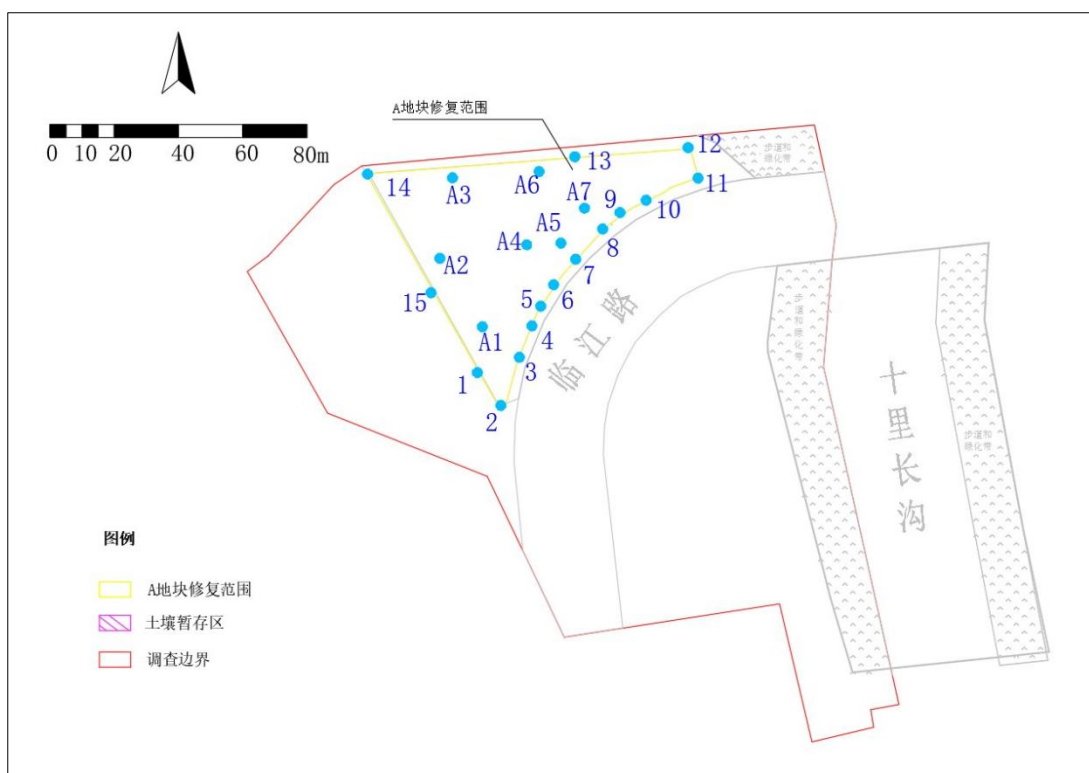


图 2.1-3 地块一基坑边界坐标点位示意图

表 5.2-1 地块一基坑拐点分布

编号	X	Y
1	158428.738	133106.906
2	158419.228	133113.598
3	158437.193	133120.724
4	158442.864	133123.041
5	158448.302	133126.371
6	158454.210	133130.069
7	158461.884	133136.010
8	158469.762	133143.491
9	158474.630	133149.342
10	158479.280	133156.142
11	158484.1038	133172.6656
12	158492.924	133168.015
13	158491.452	133136.145
14	158485.989	133075.309
15	158452.348	133093.246

表 5.2-2 地块一基坑坑底标高

编号	X	Y	点位标高 (m)
A1	158444.380	133106.881	6.128
A2	158458.339	133093.753	6.177

A3	158485.964	133100.387	6.009
A4	158465.839	133121.850	6.145
A5	158464.434	133132.961	6.215
A6	158487.758	133127.182	6.155
A7	158478.366	133140.361	6.269
标高平均值			6.157

5.3 人员访谈

修复实施过程中，我院对项目施工人员、工程监理人员、环境监理人员进行了访谈，对地块修复治理情况、环境保护措施落实情况进行全面了解，访谈结果总结如下：

- 1、项目总体按照实施方案要求开展，各项工程措施基本得到落实。
- 2、现场管理有序，二次污染防治措施落实情况较好，资料档案管理较规范，未发生安全事故及投诉等情况。
- 3、基坑清挖到位。手续齐全，过程规范。
- 4、废水处理合格，全部接管至南京铁北污水处理厂集中处理。

5.4 地块概念模型

5.4.1 污染状况

该地块地下水受石油烃（C10-C40）污染。调查及补充调查阶段发现污染区域空间上连续。经溯源可知，地下水污染来源于生产排放，为外源性污染。

2017 年 6 月调查阶段采集的土壤、地下水样品中，地下水中石油烃（C10-C40）最大浓度为 0.96 mg/L，超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600—2018）第一类用地筛选值，为修复目标值（0.6 mg/L）的 1.6 倍。

施工过程中，地下水中未发现新污染物，原修复目标污染物（石油烃（C10-C40））的最大浓度也未发生变化。

5.4.2 污染土壤清挖与暂存

本项目原合同范围修复面积为 4260 m²，修复深度为 6 m。施工过程中发现该地块北侧和东侧靠近道路和绿化带，且北侧有 1 口高压电缆井，南侧存在 2 口市政污水井，东北侧存在地下管线，故止水帷幕施工时需要避开管线、市政设施及围挡进行施工，沿围挡边界向内退让。进行工程变更后，地下水修复面积为 3441 m²，修复深度不变。实际清挖清洁土壤方量为 20646 m³。

本项目清洁土清挖后转运至土壤暂存区由第三方检测机构取样检测合格后，由业主负责外运。由于暂存场地面积限值，基坑土清挖暂存与地下水抽出处理施工分两阶段进行。第一批清挖土方量为 8449 m³，挖出的土壤堆存至土壤暂存区由第三方检测机构取样检测合格后，由业主负责外运。第二批清挖土方量为 12197 m³，自检合格。

根据环境监理总结报告，整个运输过程均按照规定路线行驶，现场扬尘、异味等得到有效控制，未发生环保投诉事件。

5.4.3 地块施工期环境影响分析

各项施工及二次污染防治措施总体落实情况较好。场地内施工废水经检测，全部达到排放标准要求，直接纳管排放。周边空气质量稳定达标，未出现居民投诉等情况。

5.4.4 地质概念模型变化

经过专项论证后，地块一进行止水帷幕、基坑支护和土方开挖施工。施工采用双轴搅拌桩，支护形式为钢板桩+钢支撑，降水形式为管井+轻型井点降水。止水帷幕的建设及及基坑回填土类型会影响地块地下水的流动方向。此外，基坑分布位置地层分布及土力学性质发生明显变化，在后期再开发利用中予以重点关注。

六、布点采样与实验室检测分析

6.1 采样布点

依据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5—2018）的要求，针对性开展土壤布点采样工作；依据《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6—2019）的要求，针对性开展土壤布点采样工作。具体如下：

6.1.1 清挖基坑

6.1.1.1 布点数量及与导则相符性

本次效果评估基坑底部共布设土壤采样点 6 个，总体布点情况见图 6.1-1。地下水采样点共布设 8 个，其中基坑底部布设地下水采样点 4 个，总体布点情况见图 6.1-2；上游布设地下水采样点 2 个、下游布设地下水采样点 2 个，总体布点情况见图 6.1-3。

本地块开挖基坑深度为 6 m，属于深基坑，进行专项论证后进行止水帷幕、基坑支护和土方开挖施工。前期止水方式为双轴水泥搅拌桩，支护形式为放坡开挖，降水方案为管井降水结合轻型井点降水。后因业主要求，基坑支护方式改为钢板桩+支撑的方式对基坑内土方进行全部开挖至设计深度。因此，效果评估在围护设施外边缘采样。基坑侧壁共布设土壤采样点 9 个，总体布点情况见图 6.1-4。

地块一土壤和地下水采样布点明细见表 6.1-1。基坑底部和侧壁土壤布点数量均不少于《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5—2018）中表 1 推荐数量。基坑内部及上下游地下水布点数量均不少于《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6—2019）中推荐数量。

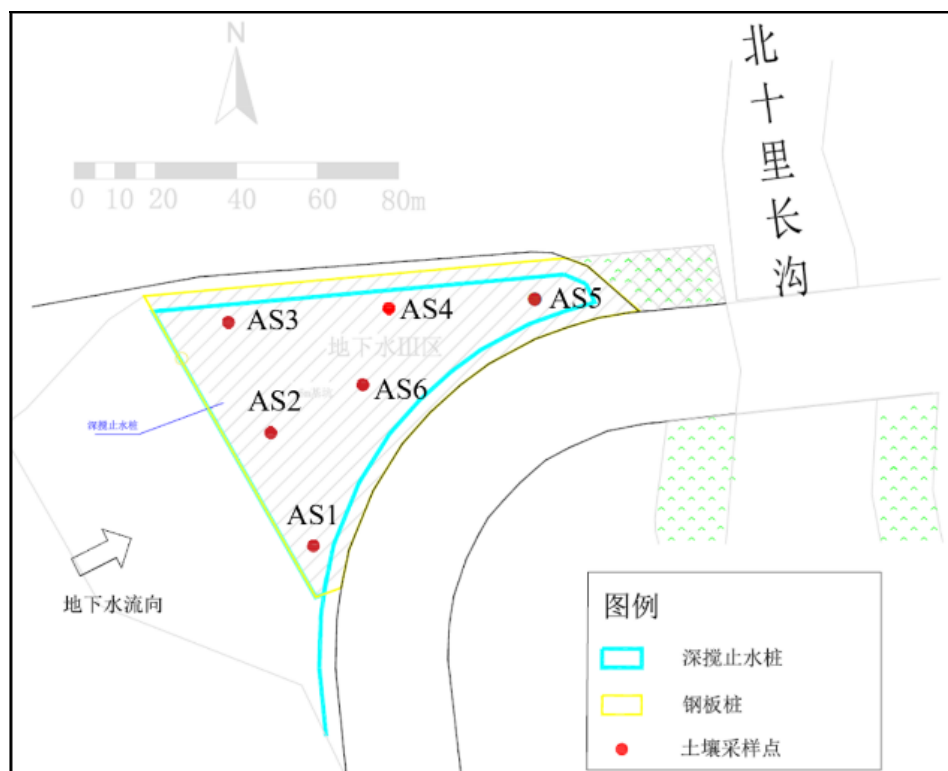


图 6.1-1 坑底土壤采样点分布示意图

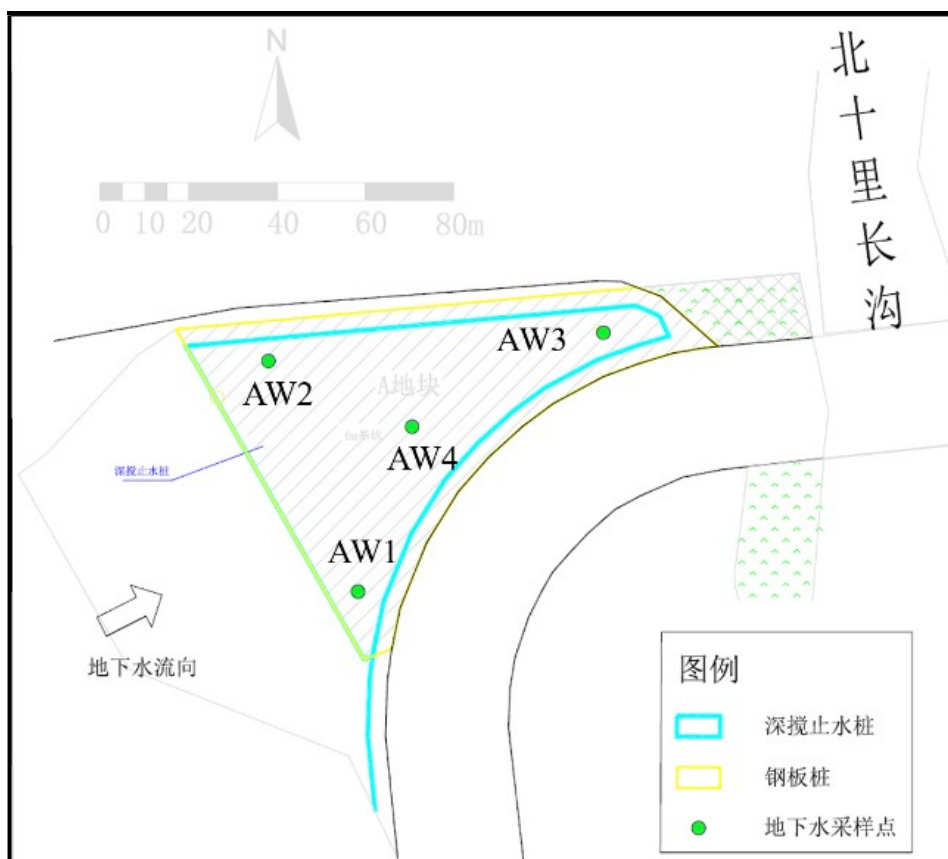


图 6.1-2 坑底地下水采样点分布示意图

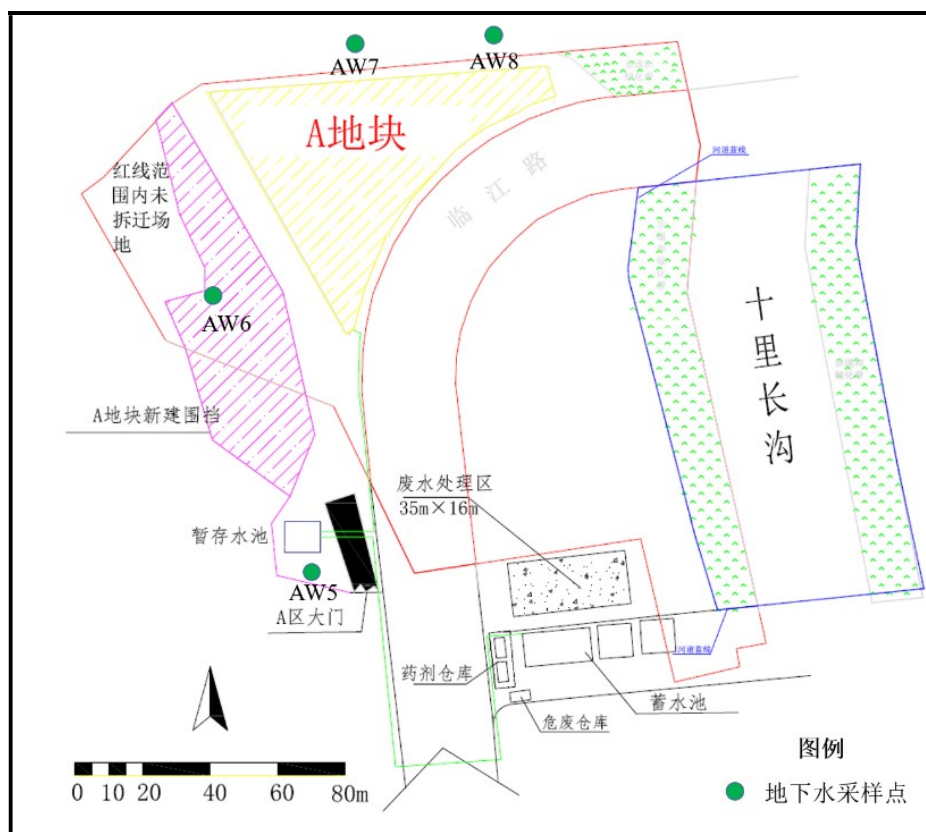


图 6.1-3 上下游地下水采样点分布示意图

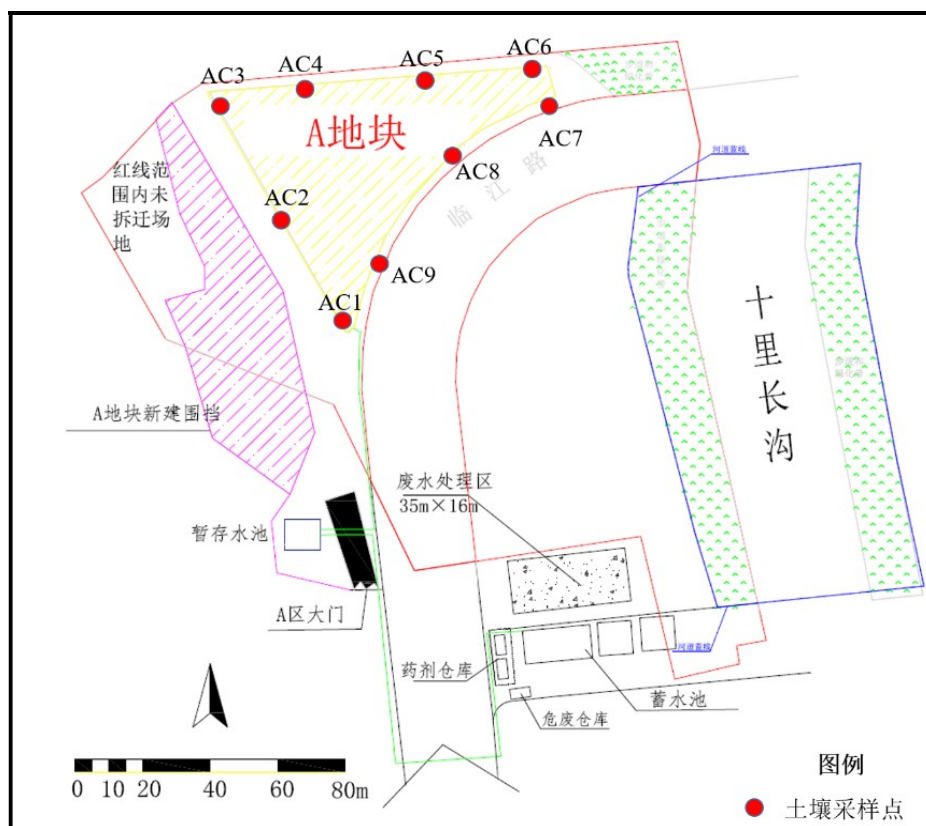


图 6.1-4 基坑侧壁土壤采样点分布示意图

表 6.1-1 土壤和地下水采样布点数量统计表

采样类型	基坑面积/m ²	导则推荐基坑底部布点数量/个	实际基坑底部布点数量/个
基坑坑底土壤	3441	6	6
基坑坑底地下水	3441	3	4
地块上游地下水	3441	1	2
地块下游地下水	3441	2	2
基坑侧壁土壤	3441	8	9
总计	/	20	23

6.1.1.2 采样布点详细信息

(1) 清挖基坑坑底土壤

采样点位 6 个，每个点位 1 个样品，故样品数量为 6 个。此外，设置 1 个平行样。合计 7 个样品。坑底采集表层土壤样品。坑底土壤样品监测因子为石油烃（C10-C40）。

(2) 清挖基坑地下水

采样点位 4 个，每个点位 1 个样品，故样品数量为 4 个。此外，设置 1 个平行样。合计 5 个样品。坑底地下水监测井深度为 12 m，采集深度 3 m 样品。坑底地下水样品监测因子为石油烃（C10-C40）。

(3) 清挖基坑上下游地下水

采样点位 4 个，每个点位 1 个样品，故样品数量为 4 个。此外，设置 1 个平行样。合计 5 个样品。上下游地下水监测井深度为 24 m。坑底地下水样品监测因子为石油烃（C10-C40）。

(4) 清挖基坑侧壁土壤

采样点位 9 个，每个点位分别采集 0.0~0.2 m、1.8~2.0 m、3.8~4.0 m 和 5.8~6.0 m 深度处样品，故样品数量为 36 个。此外，设置 4 个平行样。合计 40 个样品。基坑侧壁土壤样品监测因子为石油烃

(C10-C40)。

6.1.2 疑似二次污染区

6.1.2.1 布点数量及与导则相符性

本修复效果评估中疑似二次污染区域为：

- 1、清洁土暂存区；
- 2、废水处理区；
- 3、废水导排管道布置区。

采样点以采集浅层样品为主。浅层异常点加采深层样品，并在周边进行加密，以确定污染范围。清洁土暂存区采样点为6个，分布见图6.1-5。废水处理区采样点为1个，分布见图6.1-6。废水导排管道布置区采样点为5个，分布见图6.1-7。共布设采样点12个。

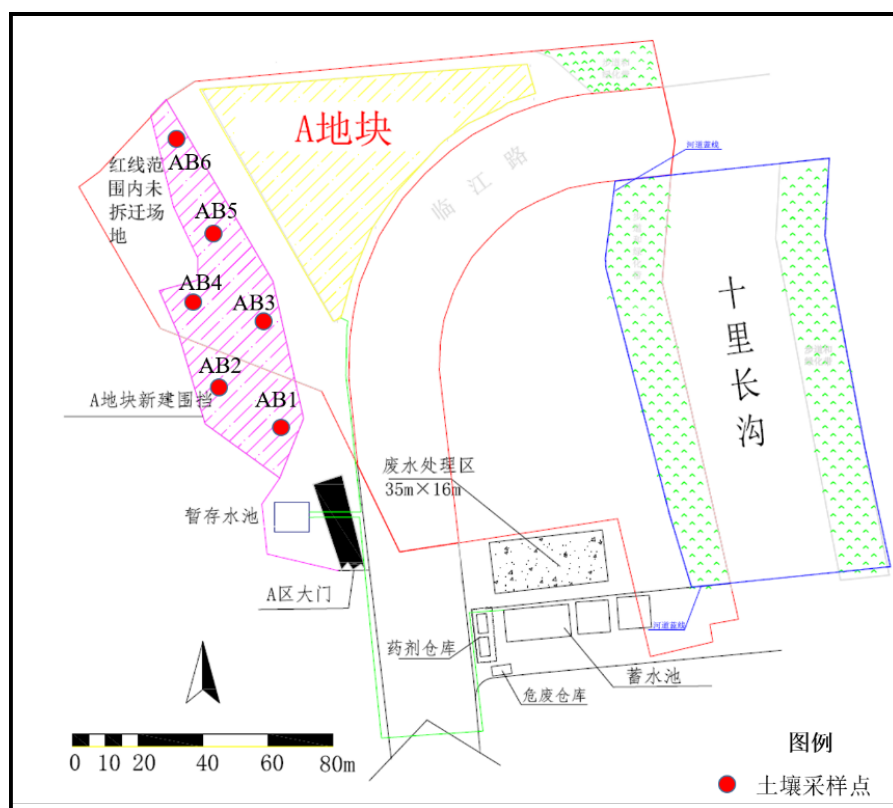


图 6.1-5 清洁土暂存区采样点分布示意图

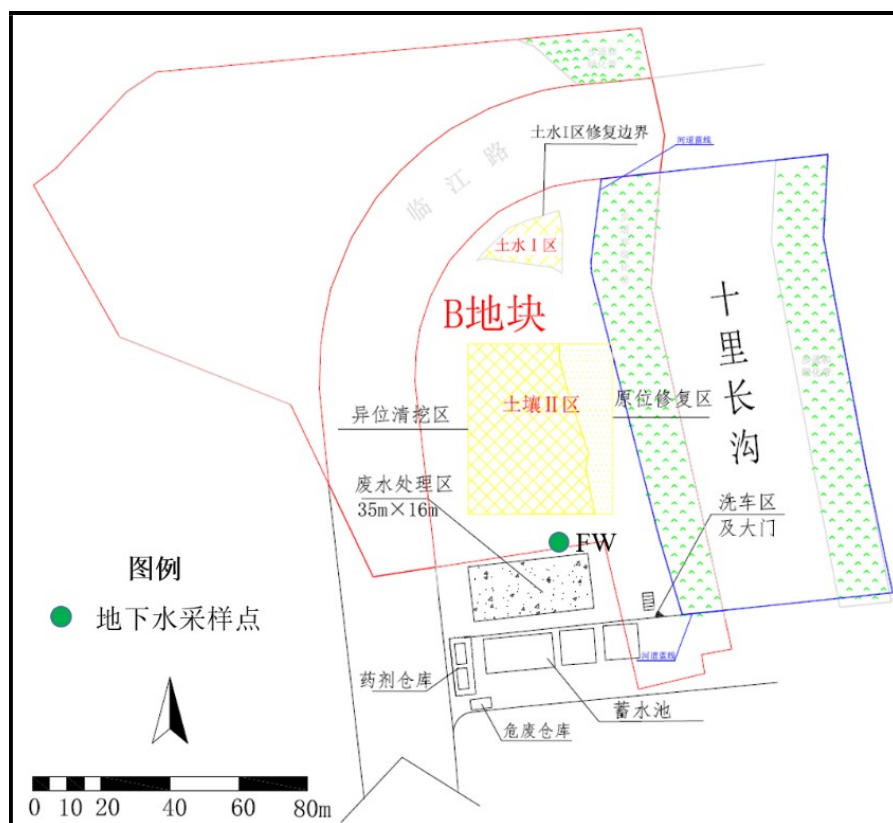


图 6.1-6 废水处理区采样点分布示意图

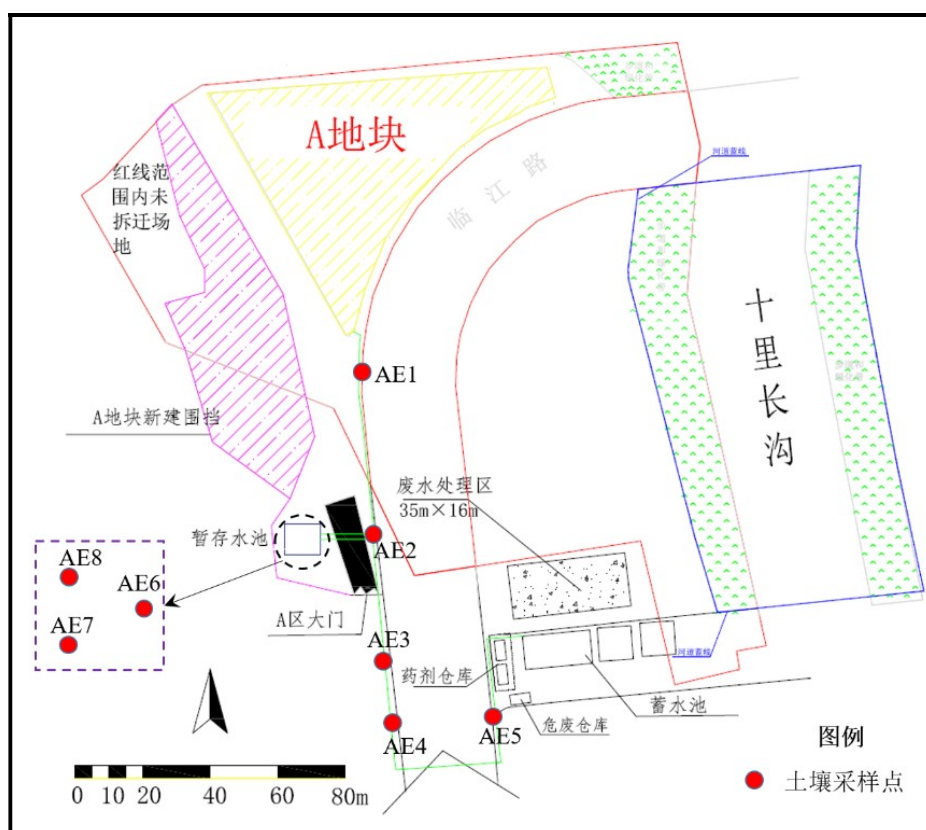


图 6.1-7 废水导排管道布置区采样点分布示意图

2.1.2.2 采样布点详细信息

(1) 清洁土暂存区

清洁土暂存区表层采样点位6个，每个点位1个样品，故样品数量为6个。此外，设置1个平行样。合计7个样品。清洁土暂存区土壤样品监测因子为石油烃（C10-C40）。

(2) 废水处理区

采样点位 1 个，每个点位 1 个样品，故样品数量为 1 个。此外，设置 1 个平行样。合计 2 个样品。废水处理区样品监测因子为石油烃（C10-C40）。

(3) 废水导排管道布置区

采样点位 5 个，每个点位 1 个样品，故样品数量为 5 个。此外，设置 1 个平行样。合计 6 个样品。废水导排管道布置区样品监测因子为石油烃（C10-C40）。

6.2 现场采样

6.2.1 样品采集、保存与流转

根据施工单位提交申请，开展现场采样。具体时间及采样内容见表6.2-1。现场土壤采样由苏州环优检测有限公司人员进行。各阶段采样现场情况见图6.2-1~6.2-11。

土壤样品采集通过采样铲和Geoprobe钻机等工具进行。基坑底部、清洁土暂存区用采样铲采集表层0.2 m深度处土壤样品。基坑侧壁在基坑的围护设施外边缘采样，采用Geoprobe钻机进行，采样深度

为0.2 m、2.0 m、4.0 m和6.0 m处土壤土样。废水导排管道布置区用采样铲采集表层0.2 m深度处土壤样品。

地下水样品采集通过手工钻建井、贝勒管取水样。基坑底部建井深度为3.0 m，基坑上下游水位建井深度为3.0 m，废水处理区建井深度为3.0 m。

土壤样品容器和地下水样品容器均为棕色玻璃瓶。样品采集后立即放入保温箱内，样品保温箱内置冰冻蓝冰。所有样品当天采集当天送至检测分析实验室。

表6.2-1 现场采样进程

序号	采样时间	采样内容
1	2021 年 1 月 15 日	基坑底部土壤样品采样 基坑底部地下水采样点建井
2	2021 年 1 月 18 日	基坑底部地下水样品采样
3	2021 年 4 月 24 日	基坑侧壁土壤样品采样
4	2021 年 4 月 25 日	基坑上下游地下水样品采样
5	2021 年 4 月 27 日	清洁土暂存区土壤样品采样 污水处理区地下水样品采样 废水导排管道布置区土壤样品采样



图 6.2-1 地块一采样点定位



图 6.2-2 清挖基坑坑底土壤样品采样



图 6.2-3 清挖基坑坑底建井

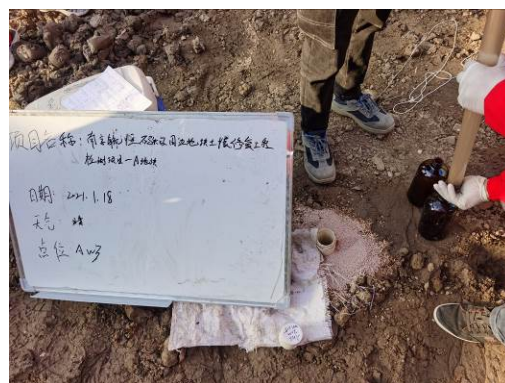


图 6.2-4 清挖基坑坑底地下水样品采样

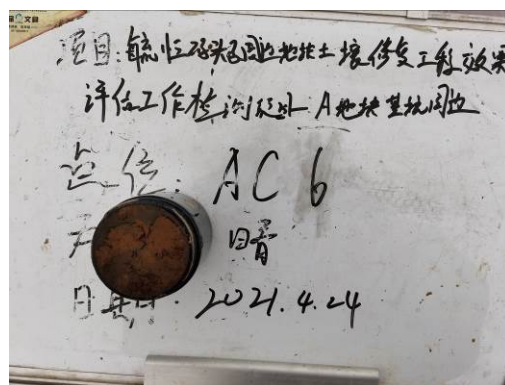


图 6.2-5 清挖基坑侧壁土壤样品采样



图 6.2-6 清挖基坑上游地下水样品采样

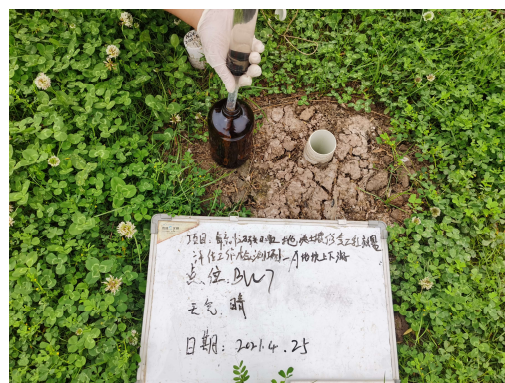


图 6.2-7 清挖基坑下游地下水样品采样



图 6.2-8 清洁土暂存区土壤样品采样

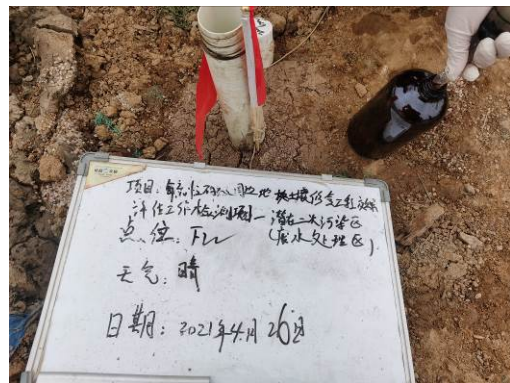


图 6.2-9 废水处理区地下水样品采样

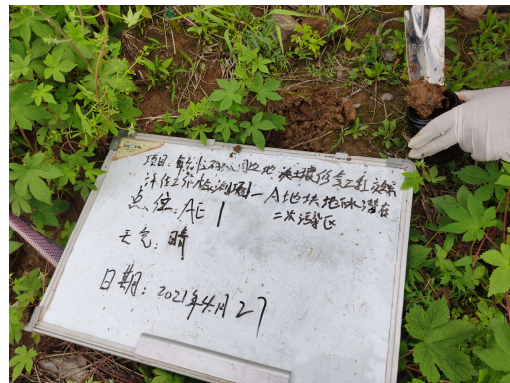
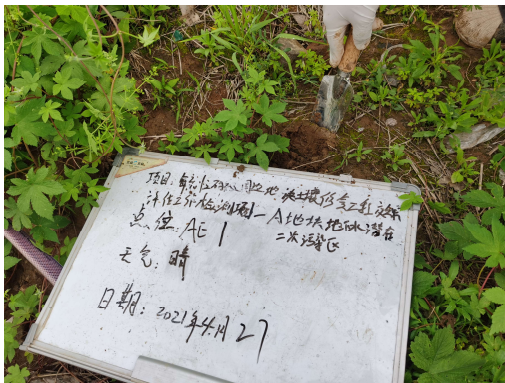


图 6.2-10 废水导排管道布置区土壤样品采样



图 6.2-11 样品保存转运和保存

6.2.2 现场质量控制与二次污染预防

一、现场质量控制

现场采样由检测分析单位委派现场经验丰富的技术人员进行，整个作业过程由江苏润环环境科技有限公司技术人员全程监督。设置现场平行样、淋洗空白样、运输空白样等现场质控样品，总数不少于送检样品数 10%。现场作业过程严格按照相关规范、指南要求执行。现场质量控制情况总体良好。

二、二次污染预防

各采样点钻探前清洗钻具，采样过程产生废弃物、废水等集中收集处理。

6.3 实验室检测分析

6.3.1 检测分析指标

基坑底部土壤样品、基坑侧壁土壤样品、基坑底部地下水样品及基坑上下游地下水样品检测指标为对应修复范围内地下水中目标污染物。疑似二次污染区域土壤或地下水样品检测指标也为场地修复目标污染物，即石油烃（C10-C40）。

6.3.2 检测分析方法

本次效果评估土壤样品实验室检测分析方法见表6.3-1。

表6.3-1 实验室检测分析方法

序号	污染介质	检测指标	检测分析方法
1	土壤	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	《土壤和沉积物 石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) 的测定 气相色谱法》(HJ 1021—2019)
2	地下水	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	《水质 可萃取性石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) 的测定 气相色谱法》(HJ 894—2017)

6.3.3 检测分析质量控制

6.3.3.1 检测分析单位选定

由南京市燕子矶片区整治开发有限责任公司招标,确定本次实验室检测分析单位为苏州环优检测有限公司。

6.3.3.2 检测分析过程质控情况

本次分析测试样品送检 62 个土壤样品和 12 个地下水样品,分析项目均为石油烃(C₁₀-C₄₀)。各报告土壤样品质量控制情况见表 6.3-2 至表 6.3-9。质控标准参考《重点行业企业用地调查质量保证与质量控制技术规范(试行)》内容执行。比对结果显示,实验室检测分析过程符合质量控制要求。具体总结如下:

62 个土壤样品的石油烃(C₁₀-C₄₀)分析过程中进行平行样分析 12 个、加标分析 6 个。平行样相对偏差范围为 0.5~5.6,低于控制值 25%。加标回收率为 68.0~97.6%,满足 50~140%指标控制范围。

12 个地下水样品的石油烃(C₁₀-C₄₀)分析过程中进行加标分析 3 个。加标回收率为 74.8~86.0%,满足 70~120%指标控制范围。

土壤样品的石油烃(C₁₀-C₄₀)和地下水样品的石油烃(C₁₀-C₄₀)质控样均符合质控要求。

表 6.3-2 HY21011447 基坑坑底土壤样品质控信息

项目	样品数 (个)	平行样								加标回收率					有证物质	
		现场平行				实验室平行				空白加标		样品加标				
		平行样 (个)	计算 方式	计算值%	控制 值%	平行样 (个)	计算 方式	计算 值%	控制 值%	加标样 (个)	回收率 (范围) %	加标样 (个)	回收率 (范围) %	指标控 制%	检测值 (mg/L)	标准值 (mg/L)
石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	7	/	/	/	/	1	①	5.6	25	/	/	1	68.0	50~140	/	/
质控率%		/				0~14.3				0~20		0~14.3			/	
备注：①相对偏差；②相对允许差；③相对标准偏差；④绝对允许差																

表 6.3-2 HY21011447 基坑坑底地下水样品质控信息

项目	样品数 (个)	平行样								加标回收率					有证物质	
		现场平行				实验室平行				空白加标		样品加标				
		平行样 (个)	计算 方式	计算值%	控制 值%	平行样 (个)	计算 方式	计算 值%	控制 值%	加标样 (个)	回收率 (范围) %	加标样 (个)	回收率 (范围) %	指标控 制%	检测值 (mg/L)	标准值 (mg/L)
石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	5	/	/	/	/	/	/	/	/	1	74.8	/	/	70~120	/	/
质控率%		/				0~14.3				0~20		0~14.3			/	
备注：①相对偏差；②相对允许差；③相对标准偏差；④绝对允许差																

表 6.3-2 HY210423050 基坑上下游地下水样品质控信息

项目	样品数 (个)	平行样								加标回收率					有证物质	
		现场平行				实验室平行				空白加标		样品加标				
		平行样 (个)	计算 方式	计算值%	控制 值%	平行样 (个)	计算 方式	计算 值%	控制 值%	加标样 (个)	回收率 (范围) %	加标样 (个)	回收率 (范围) %	指标控 制%	检测值 (mg/L)	标准值 (mg/L)
石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	5	/	/	/	/	/	/	/	/	1	84.1	/	/	70~120	/	/
质控率%		/				/				20.0		/			/	
备注：①相对偏差；②相对允许差；③相对标准偏差；④绝对允许差																

表 6.3-2 HY210423051 基坑侧壁土壤样品质控信息

项目	样品数 (个)	平行样								加标回收率					有证物质	
		现场平行				实验室平行				空白加标		样品加标				
		平行样 (个)	计算 方式	计算值%	控制 值%	平行样 (个)	计算 方式	计算 值%	控制 值%	加标样 (个)	回收率 (范围) %	加标样 (个)	回收率 (范围) %	指标控 制%	检测值 (mg/L)	标准值 (mg/L)
石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	39	4	①	0.6~1.9	25	4	①	0.5~ 2.1	25	/	/	2	78.4~97.6	50~140	/	/
质控率%		10				10				/		5.1			/	
备注：①相对偏差；②相对允许差；③相对标准偏差；④绝对允许差																

表 6.3-2 HY210423057 清洁土暂存区土壤样品质控信息

项目	样品数 (个)	平行样								加标回收率					有证物质	
		现场平行				实验室平行				空白加标		样品加标				
		平行样 (个)	计算 方式	计算值%	控制 值%	平行样 (个)	计算 方式	计算 值%	控制 值%	加标样 (个)	回收率 (范围) %	加标样 (个)	回收率 (范围) %	指标控 制%	检测值 (mg/L)	标准值 (mg/L)
石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	7	/	/	/	/	1	①	0.3	25	/	/	1	86.7	50~140	/	/
质控率%		/				14				/		14			/	
备注：①相对偏差；②相对允许差；③相对标准偏差；④绝对允许差																

表 6.3-2 HY210426065 废水处理区土壤样品质控信息

项目	样品数 (个)	平行样								加标回收率					有证物质	
		现场平行				实验室平行				空白加标		样品加标				
		平行样 (个)	计算 方式	计算值%	控制 值%	平行样 (个)	计算 方式	计算 值%	控制 值%	加标样 (个)	回收率 (范围) %	加标样 (个)	回收率 (范围) %	指标控 制%	检测值 (mg/L)	标准值 (mg/L)
石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	2	1	/	/	/	/	/	/		1	86.0	/	/	70~120	/	/
质控率%		100				/				50		/			/	
备注：①相对偏差；②相对允许差；③相对标准偏差；④绝对允许差																

表 6.3-2 HY210423083 废水导排管道布置区土壤样品质控信息

项目	样品数 (个)	平行样								加标回收率					有证物质	
		现场平行				实验室平行				空白加标		样品加标				
		平行样 (个)	计算 方式	计算值%	控制 值%	平行样 (个)	计算 方式	计算 值%	控制 值%	加标样 (个)	回收率 (范围) %	加标样 (个)	回收率 (范围) %	指标控 制%	检测值 (mg/L)	标准值 (mg/L)
石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	9	1	/	/	/	1	①	0.6	25	/	/	1	83.5	50~140	/	/
质控率%		/				11				/		11			/	
备注：①相对偏差；②相对允许差；③相对标准偏差；④绝对允许差																

6.4 采样送检工作量汇总

本项目效果评估送检土壤样品 62 个、地下水样品 12 个。其中基坑底部土壤样品 7 个（含平行样 1 个），基坑底部地下水样品 5 个（含平行样 1 个），基坑上下游地下水样品 5 个（含平行样 1 个），基坑侧壁土壤样品 39 个（含平行样 4 个），疑似二次污染区土壤样品 16 个（含平行样 2 个）、地下水样品 2 个（含平行样 1 个）。清挖基坑和疑似二次污染区的土壤样品和地下水样品检测指标为对应修复区块修复目标污染物，即石油烃（C₁₀-C₄₀）。所有样品委托苏州环优检测有限公司进行检测分析。

表 6.4-1 效果评估采样送检工作量

采样位置	污染介质	数量	修复目标污染物	检测分析指标
基坑坑底	土壤	7 个（含平行样 1 个）	石油烃 （C ₁₀ -C ₄₀ ）	石油烃 （C ₁₀ -C ₄₀ ）
基坑坑底	地下水	5 个（含平行样 1 个）	石油烃 （C ₁₀ -C ₄₀ ）	石油烃 （C ₁₀ -C ₄₀ ）
基坑上下游	地下水	5 个（含平行样 1 个）	石油烃 （C ₁₀ -C ₄₀ ）	石油烃 （C ₁₀ -C ₄₀ ）
基坑侧壁	土壤	39 个（含平行样 4 个）	石油烃 （C ₁₀ -C ₄₀ ）	石油烃 （C ₁₀ -C ₄₀ ）
疑似二次污染区	土壤	16 个（含平行样 2 个）	石油烃 （C ₁₀ -C ₄₀ ）	石油烃 （C ₁₀ -C ₄₀ ）
疑似二次污染区	地下水	2 个（含平行样 1 个）	石油烃 （C ₁₀ -C ₄₀ ）	石油烃 （C ₁₀ -C ₄₀ ）

七、效果评估

7.1 评价标准

毓恒码头及周边地块土壤修复工程毓恒码头地块一存在地下水污染，污染因子为总石油烃（C10-C40），污染深度为地面以下0~6m。采用异位清挖、降水抽出处理的修复技术进行修复。本次修复效果评估工作包括清挖基坑评估和疑似二次污染区评估。清挖基坑评估对象包括：修复治理范围清挖基坑底部土壤、基坑侧壁土壤、基坑底部地下水及基坑上下游地下水。疑似二次污染区评估对象包括：清洁土暂存区的土壤、废水处理区的地下水及废水导排管道布置区的土壤。

7.1.1 清挖基坑

（1）土壤

清挖基坑底部和侧壁土壤评价标准执行修复方案确定的修复目标值，具体如表7.1-1所示。相应指标评价标准为现行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600—2018）第一类用地筛选值。

表 7.1-1 清挖基坑土壤评价标准

序号	检测指标	评价标准（mg/kg）	GB 36600—2018 第一类用地筛选值（mg/kg）
1	石油烃（C10-C40）	826	826

（2）地下水

清挖基坑底部和上下游地下水评价标准执行修复方案确定的修复目标值，具体如表7.1-2所示。相应指标评价标准为现行《地下

水质标准》（GB/T 14848—2017）IV类标准值。

表 7.1-1 清挖基坑地下水评价标准

序号	检测指标	评价标准（mg/L）	GB/T 14848—2017 中IV类标准值（mg/L）
1	石油烃（C10-C40）	0.6	0.6

7.1.2 疑似二次污染区域

（1）土壤

清洁土暂存区和废水导排管道布置区的土壤样品评价标准执行修复方案确定的土壤修复目标值，具体如表7.1-3所示。相应指标评价标准为现行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600—2018）第一类用地筛选值。

表 7.1-3 疑似二次污染区域评价标准

序号	检测指标	评价标准（mg/kg）	GB 36600—2018 第一类用地筛选值（mg/kg）
1	石油烃（C10-C40）	826	826

（2）地下水

废水处理区地下水评价标准执行修复方案确定的地下水修复目标值，具体如表7.1-4所示。相应指标评价标准为现行《地下水质量标准》（GB/T 14848—2017）IV类标准值。

表 7.1-4 清挖基坑地下水评价标准

序号	检测指标	评价标准（mg/L）	GB/T 14848—2017 中IV类标准值（mg/L）
1	石油烃（C10-C40）	0.6	0.6

7.2 评价方法

（1）土壤

结合生态环境部2018年12月发布实施的《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5—2018）及2014年原环保部发布的《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》的相关技术要求，土壤修复效果评估采用逐点对比的方式，将每个修复区域修复效果评估过程中采集的土壤样品中关注污染物的检出浓度与修复效果评估标准进行逐一比较，若样品检测值低于或等于修复效果评估标准值，则认为达到修复效果；若样品检测值高于修复效果评估标准值，则认为未达到修复效果。

如果出现部分样品检出浓度超过修复效果评估标准，将对超标样品的空间分布、对应区域水文地质条件、土壤理化性质以及样品检出绝对浓度等因素，分析是否可采用平均值95%置信上限(UCL)或t检验等统计方法进行修复效果的评估。如果满足采用使用统计检验的方法进行修复效果评估，则采用统计软件计算相应的统计值，并与效果评估标准进行比较。如果统计值低于效果评估标准，则认为修复合格。

（2）地下水

监测井中的检测指标均持续稳定达标，方可认为地下水达到修复效果。若未达到修复效果，应对未达标区域开展补充修复。

可采用趋势分析进行持续稳定达标判断：

1、地下水中污染物浓度呈现稳态或者下降趋势，可判断地下水达到修复效果。

2、地下水中污染物浓度呈现上升趋势，则判断地下水未达到

修复效果。

趋势判断分析依据《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6—2019）规定方法执行。

7.3 评价结果

7.3.1 基坑清挖效果评估

（1）清挖基坑坑底土壤

清挖基坑坑底土壤样品送检 7 个（含平行样 1 个）。检测结果见表 7.3-5。经逐一比对，各地下水样品石油烃（C10-C40）浓度低于修复目标值，清挖合格。

表 7.3-5 基坑坑底土壤样品送检样品检测结果

采样位置	点位名称	样品编号	石油烃（C10-C40） 浓度	达标情况
基坑坑底	AS1	HY21011447 TR0001	75 mg/kg	达标
基坑坑底	AS2	HY21011447 TR0002	90 mg/kg	达标
基坑坑底	AS3	HY21011447 TR0003	103 mg/kg	达标
基坑坑底	AS4	HY21011447 TR0004	65 mg/kg	达标
基坑坑底	XP-1	HY21011447 TR0005	56 mg/kg	达标
基坑坑底	AS5	HY21011447 TR0006	54 mg/kg	达标
基坑坑底	AS6	HY21011447 TR0007	55 mg/kg	达标
基坑坑底	平均值	71 mg/kg		
评价标准	826 mg/kg			

（2）清挖基坑坑底地下水

清挖基坑坑底地下水样品送检 5 个（含平行样 1 个）。检测结果见表 7.3-6。经逐一比对，各地下水样品石油烃（C10-C40）浓度低于修复目标值，清挖合格。

表7.3-6 基坑地下水样品送检样品检测结果

采样位置	点位名称	样品编号	石油烃（C10-C40） 浓度	达标情况
基坑坑底	AW1	HY21011447 DX0001	0.30 mg/L	达标
基坑坑底	AW2	HY21011447 DX0003	0.53 mg/L	达标
基坑坑底	AW3	HY21011447 DX0004	0.06 mg/L	达标
基坑坑底	AW4	HY21011447 DX0005	0.14 mg/L	达标
基坑坑底	XP-2	HY21011447 DX0002	0.23 mg/L	达标
基坑坑底	平均值	0.23 mg/kg		
评价标准	0.6 mg/L			

（3）清挖基坑上下游地下水

清挖基坑上下游地下水样品送检 5 个（含平行样 1 个）。检测结果见表 7.3-7。经逐一比对，各地下水样品石油烃（C10-C40）浓度低于修复目标值，清挖合格。

表7.3-7 基坑上下游地下水样品送检样品检测结果

采样位置	点位名称	样品编号	石油烃（C10-C40） 浓度	达标情况
基坑上下游	AW5	HY210423050 DX0005	0.25 mg/L	达标
基坑上下游	AW6	HY210423050 DX0006	0.23 mg/L	达标
基坑上下游	AW7	HY210423050 DX0003	0.25 mg/L	达标
基坑上下游	DXXP-1	HY210423050 DX0004	0.26 mg/L	达标
基坑上下游	AW8	HY210423050 DX0002	0.25 mg/L	达标
基坑上下游	平均值	0.25 mg/L		
评价标准	0.6 mg/L			

（4）清挖基坑侧壁土壤

按照采样布点方案，基坑侧壁采样点位 9 个，每个点位分别采集

0.0~0.2 m、1.8~2.0 m、3.8~4.0 m 和 5.8~6.0 m 深度处样品，故样品数量为 36 个。此外，设置 4 个平行样。合计 40 个样品。然而，取样过程中采样点 AC9 土样压缩，只在 3.8~4.0 m 和 5.8~6.0 m 深度处取得土壤样品，故清挖基坑侧壁土壤样品送检 39 个（含平行样 4 个）。检测结果见表 7.3-8。经逐一比对，各地下水样品石油烃（C10-C40）浓度低于修复目标值，清挖合格。

表7.3-8 基坑上下游地下水样品送检样品检测结果

采样位置	点位名称	样品编号	石油烃（C10-C40） 浓度	达标情况
基坑侧壁	AC1-0.2m	HY210423051 TR0001	49 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC1-2.0m	HY210423051 TR0002	231 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC1-4.0m	HY210423051 TR0003	250 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC1-6.0m	HY210423051 TR0004	351 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC2-0.2m	HY210423051 TR0008	280 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC2-2.0m	HY210423051 TR0009	150 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC2-4.0m	HY210423051 TR0010	90 mg/kg	达标
基坑侧壁	TRXP-1	HY210423051 TR0011	91 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC2-6.0m	HY210423051 TR0012	64 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC3-0.2m	HY210423051 TR0018	106 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC3-2.0m	HY210423051 TR0019	102 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC3-4.0m	HY210423051 TR0020	67 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC3-6.0m	HY210423051 TR0021	213 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC4-0.2m	HY210423051 TR0036	71 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC4-2.0m	HY210423051	25 mg/kg	达标

		TR0037		
基坑侧壁	AC4-4.0m	HY210423051 TR0038	183 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC4-6.0m	HY210423051 TR0039	135 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC5-0.2m	HY210423051 TR0013	55 mg/kg	达标
基坑侧壁	TRXP-2	HY210423051 TR0014	53 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC5-2.0m	HY210423051 TR0015	169 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC5-4.0m	HY210423051 TR0016	219 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC5-6.0m	HY210423051 TR0017	333 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC6-0.2m	HY210423051 TR0022	54 mg/kg	达标
基坑侧壁	TRXP-3	HY210423051 TR0023	56 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC6-2.0m	HY210423051 TR0024	152 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC6-4.0m	HY210423051 TR0025	46 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC6-6.0m	HY210423051 TR0026	306 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC7-0.2m	HY210423051 TR0027	207 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC7-2.0m	HY210423051 TR0028	597 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC7-4.0m	HY210423051 TR0029	129 mg/kg	达标
基坑侧壁	TRXP-4	HY210423051 TR0030	127 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC7-6.0m	HY210423051 TR0031	67 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC8-0.2m	HY210423051 TR0032	113 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC8-2.0m	HY210423051 TR0033	98 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC8-4.0m	HY210423051 TR0034	86 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC8-6.0m	HY210423051 TR0035	85 mg/kg	达标

基坑侧壁	AC9-0.2m	HY210423051 TR0005	561 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC9-4.0m	HY210423051 TR0006	141 mg/kg	达标
基坑侧壁	AC9-6.0m	HY210423051 TR0007	90 mg/kg	达标
基坑上下游	平均值	159 mg/kg		
评价标准	826 mg/kg			

7.3.2 疑似二次污染区评估

(1) 清洁土暂存区

清洁土暂存区送检土壤样品7个（含平行样1个）。检测结果见表7.3-9。经逐一比对，各土壤样品石油烃（C10-C40）浓度低于修复目标值，施工期间清洁土暂存区土壤未造成明显影响，无超标情况。

表7.3-9 清洁土暂存区土壤送检样品检测结果

采样位置	点位名称	样品编号	石油烃 (C10-C40) 浓度	达标情况
清洁土暂存区	AB1	HY210423057 TR0001	147 mg/kg	达标
清洁土暂存区	AB2	HY210423057 TR0002	83 mg/kg	达标
清洁土暂存区	AB3	HY210423057 TR0003	162 mg/kg	达标
清洁土暂存区	AB4	HY210423057 TR0004	236 mg/kg	达标
清洁土暂存区	AB5	HY210423057 TR0005	241 mg/kg	达标
清洁土暂存区	AB6	HY210423057 TR0006	109 mg/kg	达标
清洁土暂存区	TRXP-1	HY210423057 TR0007	111 mg/kg	达标
清洁土暂存区	平均值	156 mg/kg		
评价标准	826 mg/kg			

(2) 废水处理区

废水处理区送检地下水样品2个（含平行样1个）。检测结果见表7.3-10。经逐一比对，各地下水样品石油烃（C10-C40）浓度低于修

复目标值，施工过程中废水处理区地下水未造成明显影响，无超标情况。

表7.3-10 废水处理区地下水样品送检样品检测结果

采样位置	点位名称	样品编号	石油烃 (C10-C40) 浓度	达标情况
废水处理潜在二次污染区	FW	HY210426065 DX0001	0.13 mg/L	达标
废水处理潜在二次污染区	DXXP-1	HY210426065 DX0002	0.12 mg/L	达标
废水处理潜在二次污染区	平均值	0.13 mg/L		
评价标准	0.6 mg/L			

(3) 废水导排管道布置区

废水导排管道布置区送检土壤样品6个（含平行样1个）。检测结果见表7.3-11。经逐一比对，各土壤样品石油烃（C10-C40）浓度低于修复目标值，施工过程对废水导排管道布置区土壤未造成明显影响，无超标情况。

表7.3-11 废水导排管道布置区土壤样品送检样品检测结果

采样位置	点位名称	样品编号	石油烃 (C10-C40) 浓度	达标情况
废水导排管道布置区	AE1	HY210423083 TR0001	119 mg/kg	达标
废水导排管道布置区	AE2	HY210423083 TR0002	72 mg/kg	达标
废水导排管道布置区	AE3	HY210423083 TR0003	162 mg/kg	达标
废水导排管道布置区	AE4	HY210423083 TR0004	126 mg/kg	达标
废水导排管道布置区	AE5	HY210423083 TR0005	108 mg/kg	达标
废水导排管道布置区	TRXP-1	HY210423083 TR0006	109 mg/kg	达标
废水导排管道布置区	平均值	116 mg/kg		
评价标准	826 mg/kg			

7.4 评估情况总结

本次效果评估采用逐一比对方法，土壤修复目标值为现行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600—2018）第一类用地筛选值。地下水评价标准执行现行《地下水质量标准》（GB/T 14848—2017）IV类标准值。经评估，结果总结如下：

- 1、毓恒码头及周边地块土壤修复工程毓恒码头地块一基坑清挖合格。
- 2、原场地内周边区域未受到二次污染。

八、结论与建议

8.1 效果评估结论

1、本项目各项资料较齐全，内容较完整。通过资料审核、现场踏勘、人员访谈确认，施工单位总体按照实施方案进行施工，施工过程中各项环保措施落实情况及环境影响监测情况基本达到修复技术方案、环境影响评价报告表及其批复的要求，未出现安全事故及投诉事项。

2、本项目污染土壤实际清挖方量为20646 m³，分两批次进行开挖。第一批次清挖土壤方量为8449 m³，开挖后的土壤首先堆存至土壤暂存区（已铺HDPE膜），经检验合格后，已由业主单位（南京市燕子矶片区整治开发有限责任公司）负责外运至镇江市丹徒区凤凰山庄陈丰采石场废弃矿坑的弃土场。第二批次清挖土壤方量为12197 m³，堆存在土壤暂存区（已铺HDPE膜）并检验合格。

3、本项目效果评估采集送检基坑底部土壤样品7个（含平行样1个），基坑底部地下水样品5个（含平行样1个），基坑上下游地下水样品5个（含平行样1个），基坑侧壁土壤样品39个（含平行样4个），可能产生二次污染区域土壤样品16个（含平行样2个）、地下水样品2个（含平行样1个）。清挖基坑和疑似二次污染区的土壤样品和地下水样品检测指标为对应修复区块修复目标污染物。所有样品委托苏州环优检测有限公司进行检测分析。

4、根据苏州环优检测有限公司出具的检测报告（HY21011447、HY210423050、HY210423051、HY210423083、HY210426065及HY210423057），本项目采用逐个对比方法进行评估，具体如下：

1) 基坑底部、侧壁土壤样品对应修复目标污染物浓度均低于修复目标值，清挖效果合格；

2) 疑似二次污染区采样位置检测污染物含量未出现超标情况。

5、综合上述概念模型更新、采样检测、效果评估阶段结果，本项目资料较完备，施工过程较规范，各项工程措施及环保措施落实情况较好，修复治理范围清挖效果合格，施工过程中未产生二次污染。该地块可按照第一类用地方式安全利用。

8.2 后续环境监管建议

1、本次土壤修复治理基于该地块规划为住宅混合用地及临江路道路开展。如变更土地利用性质，应根据国家、地方相关要求，重新开展土壤污染状况评估等相关工作。

2、加强地块再开发利用前管理工作，避免出现随意倾倒及其他可导致本地块环境恶化行为。后续开发利用前，做好档案移交及技术交底工作。

九、附件（单独成册）

- 1、 效果评估工作方案专家评审意见
- 2、 工程变更审批通知单
- 3、 人员访谈
- 4、 检测单位资质能力证明
- 5、 现场采样记录
- 6、 检测报告