

1 总论

1.1 任务由来

原江苏永大药业有限公司（以下简称“永大药业”）始建于1999年，其前身为盐城制药厂，地块位于盐城市亭湖区海纯东路3号，地块占地面积大约为35350m²，约53亩。江苏永大药业有限公司前身为盐城制药厂原料药厂区，主要生产原料药、化工医药中间体，其中包括苯妥英钠、甲硝唑等原料药和四乙酰核糖医药中间体。2003年对原料药生产厂区实施异地搬迁改造。

根据土壤污染状况详细调查调查和风险评估，该地块土壤和地下水中均受到一定程度和范围的污染，土壤中污染物包括苯、氯仿、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、氰化物；地下水中污染物为溶解性总固体、总硬度、氟化物、氨氮、耗氧量、砷、二氯甲烷、氯仿、苯和氰化物。根据风险评估结果，土壤中污染物包括苯、氯仿、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、氰化物和地下水中污染物氯仿对未来建设用地内居民的人体健康存在一定的危害或致癌风险，需修复的污染土壤面积2319m²，方量约为13914m³，需修复的地下水面积约3948m²。

根据《盐城市通榆北村（新客站东部）地段控制性详细规划》（2011年），该地块未来用地类型为居住用地，为减少土地再开发利用过程中可能带来的新的环境问题，确保未来建设地块和土地开发利用中的人体健康以及环境质量安全，需要对场地内污染土壤和地下水进行合理有效的修复。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规及政策文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）；
- (2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日）
- (3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月1

日)；

- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》(2018年1月1日)；
- (5) 《中华人民共和国土地管理法》(2020年1月1日)；
- (6) 《污染地块土壤环境管理办法(试行)》(2017年1月1日)；
- (7) 《土壤污染防治行动计划》(2016年5月28日)；
- (8) 《关于保障工业企业地块再开发利用环境安全的通知》(环发[2012]140号)；
- (9) 《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的通知》(国办发[2013]7号)；
- (10) 《关于加强工业企业关停、搬迁及原址地块再开发利用过程中污染防治工作的通知》(环发[2014]66号)；
- (11) 《工矿用地土壤环境管理办法(试行)》(环保部[2018]3号令)；
- (12) 《工业企业地块污染环境调查评估与修复工作指南(试行)》(环发[2014]78号)；
- (13) 《江苏省固体废物污染环境防治条例》(2010年1月1日)；
- (14) 《关于加强我省工业企业地块再开发利用环境安全管理工作的通知》(苏环办[2013]157号)；
- (15) 《江苏省土壤污染防治工作方案》(苏政发[2016]169号)；
- (16) 《盐城市人民政府关于印发盐城市土壤污染防治工作方案的通知》(盐政发[2017]56号)。

1.2.2 技术导则、标准及规范

- (1) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)；
- (2) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)；
- (3) 《建设用地土壤修复技术导则》(HJ25.4-2019)；
- (4) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》

(HJ25.2-2019) ;

(5) 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》

(HJ25.5-2018) ;

(6) 《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》 (HJ25.6-2019) ;

(7) 《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准 (试行)》

(GB36600-2018) ;

(8) 《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017) ;

(9) 《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002) ;

(10) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011) ;

(11) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》 (GB 18599-2020);

(12) 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) ;

(13) 《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996) ;

(14) 《污水综合排放标准》 (GB8978-1996) ;

(15) 《危险废物鉴别标准 通则》 (GB 5085.7-2019) ;

(16) 《土壤环境监测技术规范》 (HJ/T 166-2004) ;

(17) 《地下水环境监测技术规范》 (HJ 164-2020) ;

(18) 《危险废物鉴别技术规范》 (HJ 298-2019) ;

(19) 《工业企业地块环境调查评估与修复工作指南 (试行)》 (环境保护部公告, 2014 年第 78 号) ;

(20) 《地下水污染健康风险评估工作指南》 (2019 年 9 月) ;

(21) 《地下水污染修复 (防控) 工作指南》 (2019 年 9 月) ;

(22) 《污染地块修复技术筛选指南》 (CAEPI1-2015) 。

1.2.3 其他相关文件

(1) 《江苏永大药业有限公司退役场地初步调查报告》 (2019 年 12

月)；

(2) 《江苏永大药业有限公司退役地块土壤污染状况详细调查报告》(2020年7月)；

(3) 《江苏永大药业有限公司退役地块土壤污染风险评估报告》(2020年9月)；

(4) 《江苏永大药业有限公司土壤污染状况调查地块岩土工程勘察报告》(工程编号：2020YC019)；

(5) 《文海雅苑(安置房)一期工程岩土工程详细勘察报告》(2021-YC-KC-001-1)。

1.3 编制原则

本方案的制定遵循“科学性、安全性、规范性、可行性、经济性”总体原则。地块修复技术方案的原则具体如下：

科学性原则：采用科学的方法，综合考虑地块修复目标、修复技术的处理效果、修复时间、修复成本、修复工程的环境影响等因素，制定修复方案。

安全性原则：在污染土壤修复的各个阶段，保证人员安全和环境安全，防止产生污染转移和二次污染。

规范性原则：土壤污染清理与修复过程中的各项工作均应遵循相关环保标准、规范以及相关环保部门批复的清理与修复方案的要求。

可行性原则：要在前期工作的基础上，综合考虑气候条件、地块的污染性质、程度、范围以及对人体健康造成或生态环境造成的危害、技术条件和时间因素，采取因地制宜的措施，应对工程实施过程中遇到的问题，制定使修复目标可达，且修复工程切实可行的修复方案。

经济性原则：在保证修复效果的前提下，选择处理费用较低的修复方案或方案组合，以有效降低处理成本。

1.4 编制内容

本次主要针对原江苏永大药业有限公司退役地块污染土壤，从科学性、可达性、可操作性等方面开展修复技术方案的编制。主要包括以下几部分内容：

- (1) 修复范围及修复目标的确定；
- (2) 针对该地块污染特性，制定特定的修复策略及模式、筛选修复技术；
- (3) 针对修复技术方案，核算修复工程量，开展投资估算；
- (4) 充分分析各技术环节在实施过程中可能产生的环境二次污染问题，提出环境管理计划；分析可能出现的突发事件，提出相应的应急预案建议；
- (5) 针对修复目标及方式，提出修复效果评估基本方案；
- (6) 对项目实施后的社会效益、环境效益、经济效益进行阐述。

1.5 技术路线

本方案在对企业基本信息、地质情况、前期调查结果、风险评估结论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筛选，最终确定修复技术路线并编制本修复技术方案。

污染场地土壤及地下水修复方案编制分为以下三个阶段：

(1) 选择修复模式

在分析前期污染场地环境调查和风险评估资料的基础上，根据污染场地特征条件、目标污染物、修复目标、修复范围和修复时间长短，选择确定污染场地修复总体思路。

(2) 筛选修复技术

根据污染场地的具体情况，按照确定的修复模式，筛选实用的修复技

术，对修复技术应用案例进行分析，从适用条件、修复效果、成本和环境安全性等方面进行评估。

(3) 制定修复方案

根据确定的修复技术，制定修复技术路线，确定修复技术的工艺参数，估算修复的工程量，提出初步修复方案。从主要技术指标、修复工程费用以及二次污染防治措施等方面进行方案可行性比选，确定经济、实用和可行的修复方案。

具体如图 1.5-1 所示。

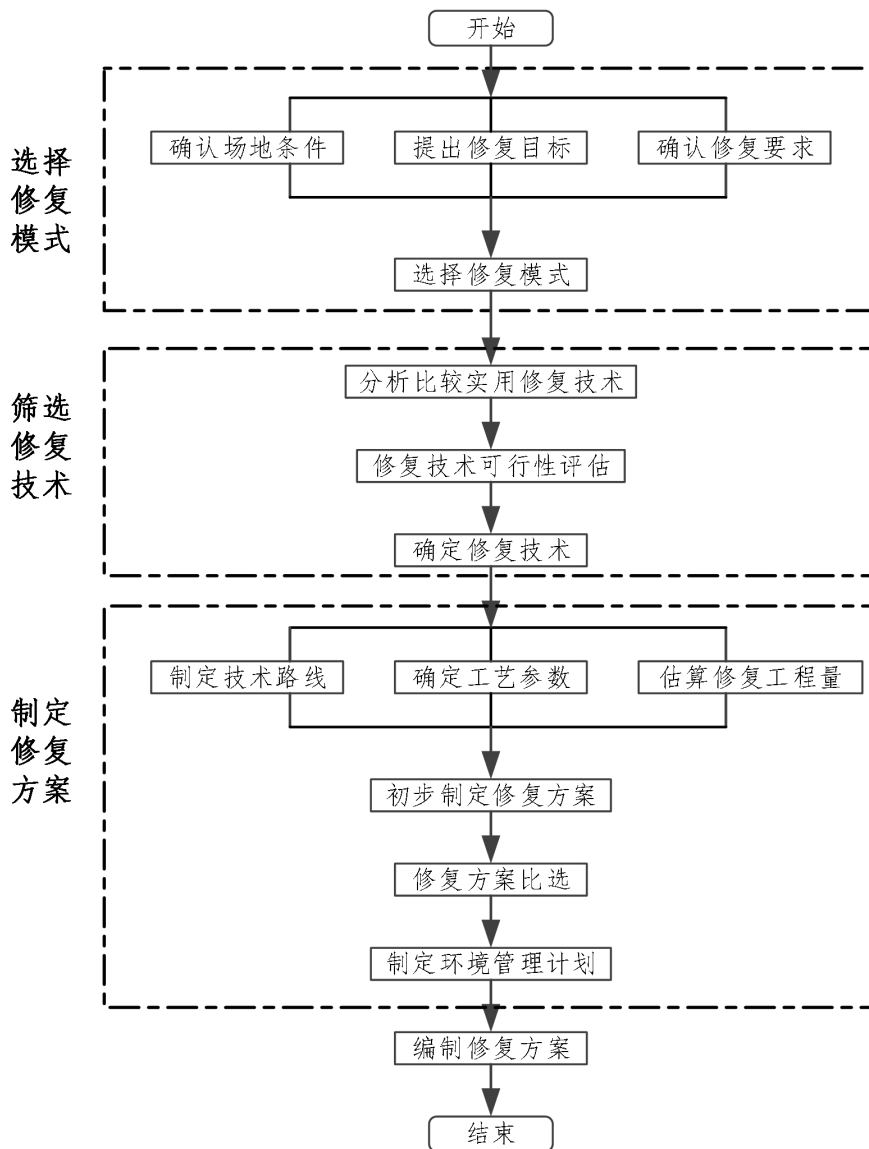


图 1.5-1 地块修复方案编制工作程序

2 地块问题识别

2.1 所在区域概况

2.1.1 地理位置

亭湖区是盐城市的中心城区，地处盐城市中心，位于江苏省东部、黄海之滨。江苏永大药业有限公司地块位于盐城市亭湖区海纯东路3号，地块中心经纬度为 $119^{\circ}32'13.90''E$ ， $32^{\circ}11'31.05''N$ ，地块占地面积大约为 $35350m^2$ ，南至小洋河，北至海纯东路，东侧为空地（原盐城市曜源染整有限公司、中环乳胶厂和盐城市钢管厂有限公司）。本项目地理位置见图 2.1-1。



图 2.1-1 地理位置图

2.1.2 地形地貌

盐城全境为平原地貌，西北部和东南部高，中部和东北部低洼，大部分地区海拔不足 5 米，最大相对高度不足 8 米。分为 3 个平原区：黄淮平原区、里下河平原区和滨海平原区。地块所属地区为滨海平原

区，位于灌溉总渠以南，串场河以东，总面积为 7000 多平方公里，约占全市总面积的一半，该平原区大致从东南向西北缓缓倾斜，地面高程一般为 2~2.5 米。该区属滨海相沉积，经过长期海水入侵及河流冲击而成。主要是盐土和潮土两大类，后者经过人工改良多已成为基本脱盐或完全脱盐的土壤。

2.1.3 水文地质

盐城市境内河流众多，水网密布，经流量丰富，大致以废黄河为界，分为淮河水系和沂沭泗水系，主要河流有苏北灌溉总渠、射阳河、黄沙港、新洋港、串场河、灌河等。流经市区及附近的河流主要有新洋港、串场河、通榆河、西潮河，项目周边水系图见图 2.1-2。



图 2.1-2 项目周边水系图

(1) 新洋港

新洋港西起蟒蛇河，穿串场河、通榆河，经南阳岸、黄尖向东至新洋港闸入海，全长 69.8km，河底宽 70-100m，河口宽 150-160m，河底高程（废黄河口以上）-2.5-4.0m，集水面积 2478km²。新洋港是盐城市区主要排海通道，市区内河道长度约 14km，主要功能为灌溉、排涝及航运。

(2) 串场河

串场河是盐城市主要河道之一，南北串通射阳河、黄沙港、新洋港及斗龙港等水系，共同组成了盐城市的农业灌溉和工业供排水体系。位于里下河地区的东部，串场河南起海安县城，向北流经东台市、大丰区、盐都区、亭湖区、亭湖区至阜宁县入射阳河，全长 176km，盐城市内长 160km。串场河对沟通南北水上交通和调节沿海垦区排灌用水发挥了重要作用。

串场河盐城市区段长 133km，河口宽 40-70m，河底宽 10-20m，河底高程-2.5-3.0m。最高水位 2.46m（以黄河口基准算），最低枯水位为 0.38m，平均水位 1.09m。由于地势低平，河流流速缓慢。据测量，串场河盐城段水深 2.5~4.5 米，流速 0.059~0.161 米/秒。

(3) 通榆河

位于里下河地区的东侧，串场河以东 2~3 公里，原南起南通市，北达赣榆县，全长 420km。新通榆河输水工程从高港调长江水，经泰东河入通榆河，设计流量 100m³/s。河底宽 30-50m，河底真高 1.0~4.0m，堤顶真高 4.0~7.5m。

(4) 小洋河

小洋河位于盐城市第Ⅲ防洪区，河流起讫点为新洋港~串场河，长度 2750m，河口宽度 30-40m，水域面积 11.37 公顷，景观河道。

2.2.4 地质构造和土壤类型

盐城市地质构造处于苏北拗陷构造单元，介于响水-淮阴-盱眙断裂和海

安-江都断裂之间，属长期缓慢沉降区，沉积了震旦系-三叠系的海陆交互相沉积物。在燕山运动影响下，进一步形成拗陷区，拗陷范围由西北向东至黄河南部。在沉降过程中，由于各地沉降幅度不一，形成一系列的凹陷和隆起，其中东台拗陷的白垩系至第三系的地层极为发育，是苏北地区油气田的远景区。第三系沉积物厚达数千米，为黑色、灰黑色泥岩、粉沙岩和砂岩，夹有油页岩和大量的有机质，主要是河、湖相堆积物。后期断裂活动大多沿老断层位移，强度不大。第四系沉积物一般厚 125~300 米，由于地壳运动和气候的影响，沉积岩相有明显差异。下部为灰绿色粘土、亚粘土及灰黄色、深灰色中细粒砂岩，有铁锰结核和钙结核。中部为褐色粉细砂、淤泥质粉砂和土黄、灰黄、灰绿色粘土、亚粘土，上部为灰黑、棕黄色粘土、淤泥质亚粘土，类灰黑色粘土，含少量铁锰结核和钙质结核。地震烈度为 7 级，属地震设防区。该地区河道纵横交错，湖荡星罗棋布，属典型的平原河网地区。绝大部分地区海拔不足 5 米，亭湖区位于苏北灌溉总渠以南，斗龙港以北这一低洼地带，平均海拔 2 米以下。该地区按其自然环境可划分为淮北平原区、里下河平原区、滨海平原区、黄淮平原区。该地区大多数为壤质土壤，占 74.2%，其余砂质土占 2.2%，粘土质占 23.6%。土壤类型为盐土类、潮土类、水稻土类和沼泽土类。根据国家土壤信息服务平台数据，地块所在区域土壤类型为潮土。

2.1.4 气候气象

项目所在地区亭湖区属于北亚热带季风气候，北纬 33.3 度，东经 119.93 度，气候湿润，四季分明，日照充足，适宜于多种农作物的生长。由于滨邻黄海，海洋调节作用非常明显，雨水丰沛，雨热同季。冬季受亚伯利亚高压控制，多偏北风，天气晴好，寒冷而干燥；夏季受太平洋副热带高压控制，多偏南风，炎热而多雨。全年平均光照 2240~2390 小时，其中春季占 25%，夏季占 29%，秋季占 24%，冬季占 22%。年降水日 100~

105 天。主要气象特征见表 2.1-1，盐城市全年及代表月份风向玫瑰图见图 2.1-4。

表 2.1-1 主要气象特征

| 序号 | 项目 | 统计项目 | 特征值 |
|----|------|--------|------------|
| 1 | 气温 | 年平均气温 | 14摄氏度左右 |
| | | 年最高气温 | 39.1摄氏度 |
| | | 年最低气温 | -11.7摄氏度 |
| 2 | 气压 | 年平均气压 | 1016.9百帕 |
| 3 | 降水量 | 年平均降水量 | 900~1060毫米 |
| | | 年最大降水量 | 1564.9毫米 |
| 4 | 空气湿度 | 年均相对湿度 | 78% |
| 5 | 霜期 | 年均无霜期 | 218天 |
| 6 | 风向 | 全年主导风向 | 东南偏东风 |
| | | 次主导风向 | 北风 |
| | | 夏季 | 东南风 |
| | | 冬季 | 东北风 |
| 7 | 风速 | 年平均风速 | 3.5米/秒 |
| 8 | 风频 | 年平均静风率 | 7% |

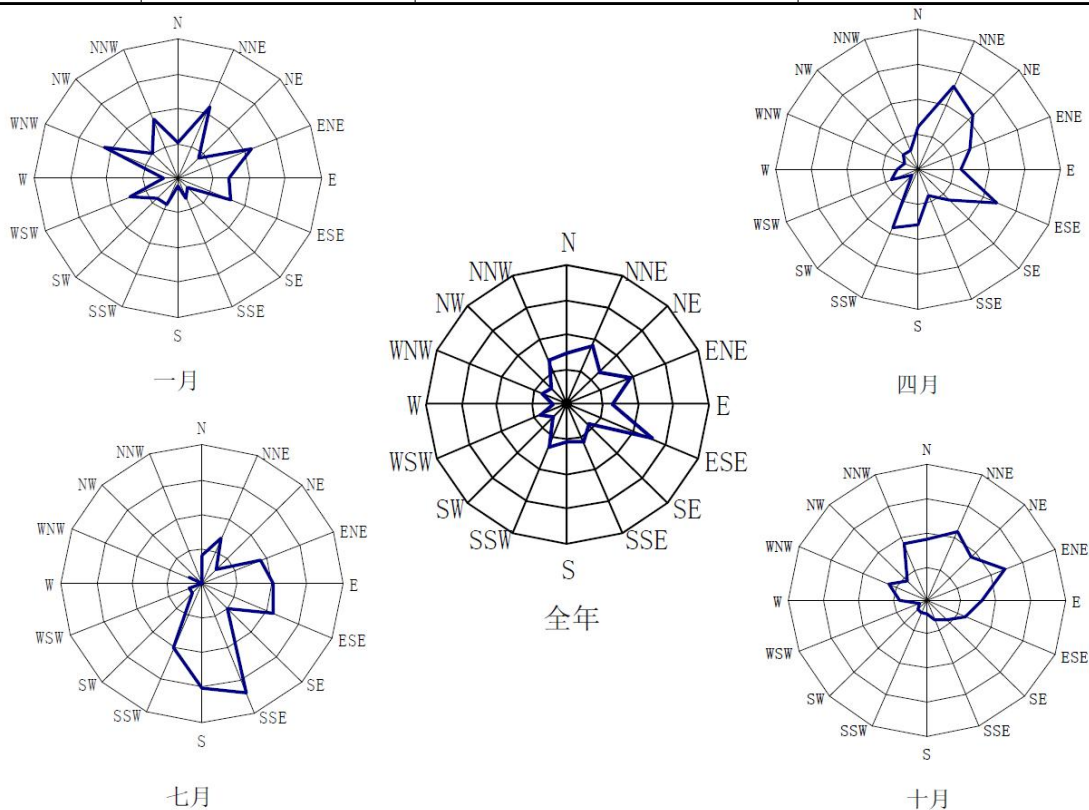


图 2.1-4 盐城市全年及代表月份风向玫瑰图

2.2 地块基本信息

2.2.1 地块总体概况

江苏永大药业有限公司地块位于盐城市亭湖区海纯东路 3 号，总占地

面积约为 53 亩，合 35350m²。

2.2.2 地块平面布局

江苏永大药业有限公司地块北侧为生活、办公、储存区域，南侧为生产区域，地块构筑物平面分布见图 2.4-2，构筑物平面分布情况如下：

(1) 生产区：生产区位于地块南侧，由厂区主干道由北往南依次为实验楼、苯妥英钠生产车间、甲硝唑生产车间、四乙酰核糖生产车间、小品种药合成车间。

(2) 储存区：地块北侧储存区主要为仓库和五金仓库；地块南侧储存区主要为成品仓库、原料仓库。

(3) 公用工程及辅助工程：冷却水池、锅炉房、废气治理区、废水治理区位于苯妥英钠生产车间北侧，冷冻房位于实验楼南侧，配电室位于四乙酰核糖成品仓库南侧。

2.2.3 地块历史变迁

根据地块 2003~2021 年历史卫星影像，历史变迁情况主要为：

(1) 1999 年前地块为空地；

(2) 1999 年在海纯东路 3 号新建盐城制药有限公司原料药分厂，产品包括苯妥英钠原料药，甲硝唑等原料药和四乙酰核糖医药中间体；

(3) 2003 年 11 月盐城制药有限公司原料药分厂实施重组加入永大纺织集团股份有限公司，并于 2004 年 8 月更名为江苏永大药业有限公司；

(4) 2005 年停止生产，对生产设备进行拆除。

(4) 2013 年搬迁后原址厂房对外租赁，作为食品、生活用品等仓库使用。

(5) 2016 年对地块内实验楼北侧空地区域进行硬化。

(6) 2018 年 8 月，盐城市亭湖区住房和城乡建设局提请国有土地上房屋实施征收，2020 年 5 月对地块内建筑物及地面硬化进行拆除。

2.2.4 历史生产概况

根据《江苏永大药业有限公司实施原料药 GMP 改造扩大苯妥英钠等药品生产能力项目环境影响报告书》（2004 年）相关资料及人员访谈，企业产品方案见表 2.2-2。

表 2.2-2 产品方案

| 序号 | 产品 | 搬迁前产量 (t/a) | 指标 (%) |
|----|---------|--------------|--------|
| 1 | 苯妥英钠 | 80 | 98.5 |
| 2 | 甲硝唑 | 400 | 99 |
| 3 | 四乙酰核糖 | 8(2002年实际产量) | / |
| 4 | 盐酸多塞平 | 3 | 98.5 |
| 5 | 盐酸左氧氟沙星 | 2 | 98.5 |
| 6 | 盐酸酚苄明 | 1 | 98.5 |
| 7 | 磺胺嘧啶银盐 | 1 | 99 |
| 8 | 硫酸沙丁胺醇 | 1 | 98.5 |
| 9 | 沙丁胺醇 | 0.2 | 98.5 |
| 10 | 盐酸噻氯匹啉 | 0.05 | 98.5 |
| 11 | 盐酸哌仑西平 | 0.05 | 98.5 |
| 12 | 双氯酚酸钾 | 0.05 | 98.5 |

2.3 地块环境现状

2.3.1 地块环境现状

2.3.2 地块周边环境现状

项目调查区域为江苏永大药业有限公司地块，识别地块 500 m 范围内的环境敏感目标。地块周边的环境敏感目标主要为地块南侧的盛世家苑、万泰时代城、滩涂新村、盐城市蓝天幼儿园，地块西侧的世福苑，地块北侧的园林小区、千禧山庄、通港新村、盐城市王港小学。。

表 2.3-1 地块周边主要敏感目标

| 名称 | 保护对象 | 保护内容 | 环境功能区 | 相对方位 | 相对距离 (m) |
|-------|------|------|-------------------------------|------|----------|
| 万泰时代城 | 居住区 | 人群 | 《环境空气质量标准》 GB3095-2012中二类区 | S | 198 |
| 滩涂新村 | 居住区 | 人群 | | S | 228 |
| 盛世家苑 | 居住区 | 人群 | | SW | 437 |
| 世福苑 | 居住区 | 人群 | | W | 70 |
| 通港新村 | 居住区 | 人群 | | NE | 50 |
| 园林小区 | 居住区 | 人群 | | NW | 250 |
| 千禧山庄 | 居住区 | 人群 | | N | 210 |

| | | | | | |
|----------|----|-----|--------------------------------|----|-----|
| 盐城市蓝天幼儿园 | 学校 | 人群 | 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV类标准 | S | 235 |
| 盐城市王港小学 | 学校 | 人群 | | NW | 341 |
| 海纯沟 | 小河 | 地表水 | | W | 紧邻 |
| 无名小河 | 小河 | 地表水 | | N | 紧邻 |
| 小洋河 | 小河 | 地表水 | | S | 紧邻 |
| 新洋港河 | 中河 | 地表水 | | N | 350 |

2.4 地块利用规划

根据盐城市自然资源和规划局公布实施《盐城市通榆北村（新客站东部）地段控制性详细规划》，规划范围为：通榆北村（新客站东部）地段位于盐城市城中分区东北部。规划范围东至通榆河，南至建军东路，西至小洋河，北至新洋港。调查地块位于《盐城市通榆北村（新客站东部）地段控制性详细规划》规划范围内，地块规划为二类居住用地。

2.5 地块水文地质条件

2.5.1 地层分别情况

对勘探控制深度为 15.0m 揭露的土体，据其成因时代、物理力学性质指标的差异，划分为 6 个主要工程地质层（编号 1~6）。第 1 层为人类活动所形成的杂填土，2~6 层为第四纪全新世（Q4）沉积的土层。各层的工程地质特征分述如下：

1、素填土（Qml）：灰黄色，松散，稍湿~湿，其主要成分为黏质粉土，上部含较多植物根茎，土质不均匀，普遍分布，厚度 0.50~0.70m，平均 0.60m；层底标高 1.14~1.15m，平均 1.15m；层顶标高:1.64~1.85m，平均 1.75m；

2、黏质粉土：稍密，很湿，土质不均匀；厚度 1.0m，平均 1.0m；层底标高 0.14~0.15m，平均 0.15m；层顶标高:1.14~1.15m，平均 1.15m；

3、淤泥质粉质黏土：流塑，饱和，土质欠均匀，厚度 6.50~7.20m，平均 6.77m；层底标高-7.05~-6.35m，平均-6.62m；层顶标高:0.14~0.15m，平均 0.15m；

4、黏质粉土：稍密，很湿，土质不均匀，厚度 0.90~1.60m，平均 1.27m；层底标高-8.06~-7.65m，平均-7.89m；层顶标高:-7.05~-6.35m，平均-6.62m；

5、砂质粉土：中密，湿~很湿，土质欠均匀，厚度 2.70~2.80m，平均 2.77m；层底标高-10.76~-10.45m，平均-10.65m；层顶标高:-8.06~-7.65m，平均-7.89m；

6、粉质黏土：可塑，饱和，土质尚均匀，该层未穿透。

2.5.2 地下水特征参数

(1) 地块地下水分布

场地勘探深度范围内地下水类型主要为孔隙潜水，孔隙潜水主要赋存于第 6 层以上土层中，其补给来源主要为大气降水及地表水，水位呈季节性变化，其排泄形式主要为自然蒸发和侧向径流。地下水径流缓慢，处于相对停滞状态。

地下水类型为孔隙潜水，勘察期间，测得钻孔内孔隙潜水的初见水位标高为 1.14~1.23m，稳定水位标高在 1.23~1.30m，根据水文观测资料，近期内最高地下水位标高为 1.88m，历史最高水位为 1.90m，历史最低地下水位 0.55m，地下水位年变化幅度为 1.15m。

根据收集地块东侧 145m《文海雅苑（安置房）一期工程岩土工程详细勘察报告》（2021-YC-KC-001-1），场地勘探深度范围内地下水类型主要为孔隙潜水，其次为承压水，孔隙潜水主要赋存于第 3B 层及以上土层中，其补给来源主要为大气降水及地表水，水位呈季节性变化，其排泄形式主要为自然蒸发和侧向径流。承压水赋存于第 3C、5~7B、9A~9、11~13 层土中，其中 3C 层土中承压水补给来源主要是同一含水层的侧向补给及上层潜水的越流补给，其排泄形式主要为侧向径流；其余土层中承压水补给来源主要是同一含水层的侧向补给，其排泄形式主要为侧向径流。地下水径流缓慢，处于相对停滞状态。

根据场地 1~3#水位观测孔，采用套管及相应的止水措施，将被测含水层与其他含水层隔离的方式进行测量，测得第 3C 层土中的承压水水头标高分别为 0.60m、0.62m、0.66m，孔隙潜水与第 3C 层土中的承压水的混合水头标高分别为 0.80m、0.83m、0.86m，第 5~7B 层土中的承压水水头标高分别为 0.50m、0.55m、0.53m；根据水文观测资料，第 3C 层土中的承压水近 3~5 年承压水最高水头标高为 0.70m，孔隙潜水与第 3C 层土中的承压水的历史最高混合水头标高为 1.70m 左右；第 5~7B 层土中的承压水近 3~5 年承压水最高水头标高为 0.60m。

综上所述，地块区域地下水类型主要为孔隙潜水，其次为承压水，孔隙潜水补给来源主要为大气降水及地表水，水位呈季节性变化，其排泄形式主要为自然蒸发和侧向径流。承压水补给来源主要是同一含水层的侧向补给及上层潜水的越流补给，其排泄形式主要为侧向径流。地下水径流缓慢，处于相对停滞状态。

(2) 地块地下水流场

勘察期场区地下水水力坡降平缓，场地内地下水主要为上层滞水，上层滞水补给来源主要是接受地表水、大气降水下渗补给，上层滞水向场地南侧小洋河排泄。据区域资料，地下水位年变化幅度约 1.15m，地下水总体由西北向东南方向小洋河渗流。

2.6 地块污染特征

2.6.1 土壤污染特征

根据土壤污染状况调查结果，初步调查 S09 点位 (0~0.5m) 苯并 (a) 芘、苯并 (b) 荧蒽、氰化物超出筛选值，详细调查 S11 点位(4.0~6.0m)苯超出筛选值，S22 点位(1.0~5.0m)氯仿超出筛选值。

2.6.2 地下水污染特征

根据土壤污染状况调查结果，地块地下水超标的因子共 12 种，分别为：

溶解性总固体、总硬度、氯化物、氟化物、氨氮、耗氧量、砷、镍、二氯甲烷、氯仿、苯和氰化物。

2.7 地块污染风险

2.7.1 土壤污染健康风险

目标地块未来拟作为居住用地，属于第一类用地。根据风险评估计算结果，地块土壤苯、氯仿、苯并(a)芘和苯并(b)荧蒽，致癌风险分别为 $1.86E-05$ 、 $2.32E-04$ 、 $1.38E-05$ 、 $1.91E-06$ ，高于我国设定致癌风险值可接受水平，氰化物、苯、苯并(a)芘和氯仿，非致癌危害商分别为1.48、1.01、1.25、1.35，高于我国设定非致癌风险值可接受水平，该5种污染物在第一类用地方式下，超过了可接受的风险水平。

表 2.7-1 土壤关注污染物的风险计算结果

| 序号 | 污染物名称 | CAS 编号 | 致癌风险 | 非致癌危害商 |
|----|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 氰化物 | 57-12-5 | - | 1.48E+00 |
| 2 | 苯 | 71-43-2 | 1.86E-05 | 1.01E+00 |
| 3 | 氯仿（三氯甲烷） | 67-66-3 | 2.32E-04 | 1.35E+00 |
| 4 | 苯并(a)芘 | 50-32-8 | 1.38E-05 | 1.25E+00 |
| 5 | 苯并(b)荧蒽 | 205-99-2 | 1.91E-06 | - |

2.7.2 地下水污染健康风险

根据风险评估计算结果，地下水中关注污染物氯仿致癌风险为 $4.86E-04$ ，大于 $1.00E-06$ ，致癌风险不可接受；氯仿非致癌风险为2.82，大于1非致癌风险不可接受。地下水污染范围如下所示。

表 2.7-2 地下水关注污染物的风险计算结果

| 序号 | 污染物名称 | CAS 编号 | 致癌风险 | 非致癌危害商 |
|----|-------|------------|------|----------|
| 1 | 砷（无机） | 7440-38-2 | - | - |
| 2 | 氰化物 | 57-12-5 | - | 1.61E-02 |
| 3 | 氟化物 | 16984-48-8 | - | - |
| 4 | 镍 | 7440-02-0 | - | - |

原江苏永大药业有限公司退役地块修复技术方案

| | | | | |
|---|-----------|---------|----------|----------|
| 5 | 苯 | 71-43-2 | 3.55E-07 | 1.71E-02 |
| 6 | 氯仿 (三氯甲烷) | 67-66-3 | 5.63E-04 | 2.82E+00 |
| 7 | 二氯甲烷 | 75-09-2 | 6.86E-08 | 1.29E-01 |

3 地块修复模式

3.1 地块修复总体思路

(1) 污染土壤

通常情况下，污染地块污染源削减修复技术模式主要包括三种：原位处理、原地异位处理、异地处理或修复。

原位处理：是指对地块内污染土壤不进行挖掘或清理，采用化学或生物方法对污染土壤中有机污染物进行处理，或采用物理方法对污染区域进行隔离工程处理。修复工程基本在地块范围内完成，污染土壤在修复过程中以及修复结束后都不离开地块，可有效避免污染土壤转移处理可能造成的二次污染。

原地异位处理：是指将地块污染土壤进行清理，在地块范围内对土壤中污染物进行处理后，并在地块内资源化利用。修复工程基本在地块范围内完成，污染土壤在修复过程中以及修复结束后都不离开地块，可有效避免污染土壤转移处理可能造成的二次污染。

异地处理或修复：是指将地块内污染土壤进行挖掘清理后，运至地块外的专门场所处理修复。与原位或原地处理相比，因涉及污染土壤的运输和处理，容易造成二次污染，必须在污染土壤转运、处理、修复的全过程进行严格监督，对管理上的要求较高。

三种修复技术模式的主要因素比较及利弊分析见表 3.1-1。

表 3.1-1 三种修复技术模式的影响因素分析

| 因素 | 原位处理 | 原地异位处理 | 异地处理或修复 |
|--------|------|--------|---------|
| 地块清理时间 | - | 较短 | 较短 |
| 地块清理风险 | 较低 | 较高 | 较高 |
| 对客土的需求 | 不需要 | - | 可能需要 |
| 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 | 适中 | 高 | 高或较高 |
| 土壤修复时间 | 适中 | 较短 | 较短 |
| 工程实施风险 | 较小 | 较小 | 较小 |
| 工程成本 | 中 | 高 | 中 |
| 工程实施时间 | 1-3 年 | 1-2 年 | 1 年 |

该场地修复后规划为安置房，属于居住用地，对修复效果要求高，地块开发时间要求较紧迫，通过对场地污染土壤的 3 种修复模式从修复时间、风险、成本等各方面进行了综合的比较与分析，并结合区域内其他污染场地的修复工程的治理修复模式，本场地污染土壤主要考虑**异地处理修复**模式，条件允许时可采用**原地异位**修复。

(2) 污染地下水

结合地下水风险超标范围、场地周边环境、地块开发建设、施工条件等因素，污染地下水采用**原地异位修复**模式，修复完成符合纳管标准后通过污水管网排入污水处理厂处理。

3.2 地块修复范围

3.2.1 土壤修复范围

本场地超出土壤修复目标值的污染物主要为氯仿、苯、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽和氰化物。根据调查结果，A 区污染物为苯，污染土壤面积约 1053m²，污染土方量 6318m³；B 区污染物为氯仿、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽和氰化物，污染土壤面积约 1266m²，污染土方量 7596m³。

3.2.2 地下水修复范围

依据风险评估的地下水修复目标及地下水污染物超标情况，地下水中氯仿和二氯甲烷为修复目标污染物，地下水修复面积为 3948m²，地下水修复深度为 12.5m（达潜水底板）。

3.3 地块修复目标

3.3.1 土壤修复目标

根据《原江苏永大药业有限公司退役地块土壤污染风险评估报告》的

风险评估结论，本场地关注污染物为氯仿、苯、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽和氰化物。风险评估以 10^{-6} 为可接受的致癌风险水平，1 为可接受非致癌危害商，计算得到关注污染物在本场地风险控制值，分析比较土壤风险控制值和地块所在区域土壤中目标污染物的背景含量和国家有关标准中规定的限值，提出土壤目标污染物的修复目标值如表 3.3-1 所示。

表 3.3-1 土壤修复目标值（单位：mg/kg）

| 序号 | 污染物名称 | 第一类用地 筛选值 | 第一类用地 管制值 | 风险控制 值 | 修复目 标值 | 出处 |
|----|--------------|--------------|--------------|-----------|-----------|---------------------------|
| 1 | 苯 | 1 | 10 | 1.50 | 1 | GB36600-2018 第一类用 地筛选值 |
| 2 | 苯并(a)芘 | 0.55 | 5.5 | 0.549 | 0.549 | 风险评估计算 |
| 3 | 苯并(b)荧蒽 | 5.5 | 55 | 5.49 | 5.49 | 风险评估计算 |
| 4 | 氰化物 | 22 | 44 | 20.7 | 20.7 | 风险评估计算 |
| 5 | 氯仿（三氯甲 烷） | 0.3 | 5 | 0.289 | 0.289 | 风险评估计算 |

3.3.2 地下水修复目标

基于对人体健康的保护，此次地下水中超标的污染物选择《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的 IV 类标准作为风险控制值，地下水中相应污染物的修复目标值见表 3.3-2。

表 3.3-2 地下水修复目标值（单位：mg/L）

| 序号 | 污染物名称 | 风险控制值 | (GB/T14848-2017) IV 类标准值 | 修复目 标值 | 出处 |
|----|----------|-------|-----------------------------|-----------|------------------------|
| 1 | 氯仿（三氯甲烷） | 0.384 | 0.3 | 0.3 | GB/T14848-2017 IV 类 |
| 2 | 二氯甲烷 | 408 | 0.5 | 0.5 | GB/T14848-2017 IV 类 |

4 地块修复技术筛选

4.1 修复技术可行性评估

根据上述对场地内土壤中存在的超标（修复目标值）污染物的筛选分析，发现场地土壤中主要污染物为氰化物、多环芳烃类（苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽）和挥发性有机污染物（苯、氯仿），地下水中主要污染物为挥发性有机污染物（二氯甲烷、氯仿）。现将目前已有的土壤修复技术进行阐述，分析各种技术的优缺点及可行性。同时，也针对场地上可能存在的一些遗留建筑物垃圾、危险废弃物等的处理处置提供建议，为修复方案的制定和实施提供支持。

修复技术的筛选与污染物、地块特征情况、修复成本、修复过程对环境的影响、修复时间、技术可获得性等各种因素相关。在修复技术的筛选方面应主要考虑以下问题：

（1）针对地块内污染物特征：由于污染地块中，各区域污染浓度不同，因此需要结合污染浓度选择合适的地块清理方法。

（2）修复技术成熟可靠：目前，国内外有多种污染地块清理技术，有些技术已经成熟，有些还在研究阶段。为了保证该地块清理顺利完成，本方案设计采用成熟可靠的地块修复技术，避免采用不成熟的地块修复技术。

（3）修复时间合理：为尽快完成该地块修复工作，降低地块污染土壤修复过程中的潜在环境风险，在选择修复技术时，同等条件下，选择地块修复时间短的技术。

（4）费用经济合理：本方案将结合地块中的污染物特性，选择几种经济可行的地块清理技术，既满足修复要求，又尽量控制清理费用。

（5）减少对周边环境的影响：在修复施工过程中，控制二次污染，减少污染土壤的转移，减少废气、废水、扬尘、噪声等排放，将对周边居民、环境的影响尽量减小。

(6) 修复效果好：修复最终目标是地块满足今后的土地规划标准，确保环境安全及居民健康。

表 4.1-1 修复技术筛选矩阵

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 应用参考因素 | | | 应用的适应性 | 应用的局限性 | 结论 |
|--------|---------|---|------------------|--------------------|------|--|--|---------|
| | | | 成熟性 | 时间条件 | 资金水平 | | | |
| 土壤修复技术 | | | | | | | | |
| 1 | 热脱附 | 加热土壤中有机污染物(或汞)到较高温度,使其挥发,与土壤相分离,再对挥发出的气态污染物进行处理。 | 技术成熟/国内有应用 | 和处理量相关,相对较快 | 较高 | 适用与多种挥发性、半挥发性有机物如卤代烃类、苯系物、农药等,经改造后也可处理汞污染土壤。 | (1)土壤含水率会影响处理成本及效果 (2)需要专门处理设备 | 具备条件下采用 |
| 2 | 水泥窑协同处置 | 挖掘土壤、运输土壤到水泥厂,和水泥生料一起进入回转窑,控制污染土壤的配比。 | 较成熟,有已经改造的水泥窑生产线 | 受水泥产量限制,土壤添加配比比较低。 | 中等 | 适用于重金属和半挥发性、难挥发性有机物 | (1)土壤含水量高,会增加成本; (2)对挥发性有机物污染土壤,在挖掘、长距离运输、储存过程中容易造成二次污染 | 推荐采用 |
| 3 | 土壤淋洗 | 利用淋洗液去除土壤污染物的过程,通过水力学方式机械地悬浮或搅动土壤颗粒,使污染物与土壤颗粒分离。土壤清洗干净后,再处理含有污染物的废水或废液。 | 技术成熟/国内有应用 | 较快 | 中等 | 适用于处理水溶性污染物、可促溶的有机物。 | 不适用于粘粒含量过高的土壤;需配备淋洗液处理回用设施。 | 具备条件下采用 |
| 4 | 化学氧化 | 通过向土壤中注入化学氧化剂与污染物产生氧化反应,使污染物降解或转化为低毒产物的修复技术。化学氧化可以以原位注入、原位搅拌、异位混合等多种方式进行。 | 技术成熟/国内有应用 | 根据土壤及污染物具体情况 | 中等 | 对于高浓度苯系物、卤代烃等有机污染物比较有效和经济。 | (1)氧化剂的氧化能力强,但是使用不当会带来安全隐患; (2)渗透率低的土壤如粘土,会降低修复效果 | 具备条件下采用 |
| 5 | 生物修复 | 通过向土壤中添加营养物或接种微生物菌种等,利用微生物降解土壤中的有机污染物。 | 较成熟/国内有应用 | 时间长 | 低 | 适用于易降解的有机物如BTEX等有机污染 | 处理时间长,部分顽固污染物不容易被降解。 | 不建议采用 |
| 6 | 焚烧 | 利用高温、热氧化作用通过燃烧来处理污染物。焚烧可以有效破坏废物的有害成分,达 | 技术成熟 | 需要时间较短 | 高 | 适用于处置有机物污染土壤 | 不能去除重金属。对废气排放需要进行控制 | 不建议采用 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 应用参考因素 | | | 应用的适应性 | 应用的局限性 | 结论 |
|----------------|---------|---|------------|---------------------|------|---|---|--------|
| | | | 成熟性 | 时间条件 | 资金水平 | | | |
| | | 到减容减量的效果，焚烧产生的气体是二氧化碳、水蒸汽和灰分。 | | | | | | 用 |
| 7 | 填埋 | 将污染土壤挖掘运输到填埋场填埋 | 技术成熟 | 需要时间取决于挖掘和填埋速度，一般较快 | 中等 | 技术简单 | (1) 需大面积填埋场； (2) 污染物未被处理，只是转移位置，存在二次污染风险； (3) 挥发性污染物难以密闭填埋； | 不建议采用 |
| 8 | 陶粒窑协同处置 | 利用陶粒窑协同处置的高温、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，结烧固化处理污染土壤，实现污染土壤毒害特性分解、降解、消除、惰性化、稳定化等目的。 | 较成熟 | 受陶粒厂产量限制 | 中等 | 适用于重金属和半挥发性、难挥发性有机物 | (1) 地块内土壤含水量高，会增加成本； (2) 部分地块内有大量氯苯化合物，焚烧会产生二噁英 (3) 对挥发性有机物污染土壤，在挖掘、长距离运输、储存过程中容易造成二次污染 | 具备条件采用 |
| 地下水处理技术 | | | | | | | | |
| 1 | 多相抽提技术 | 多相抽提技术是通过真空提取手段，抽取地下污染区域的土壤气体、地下水和浮油层到地面进行相分离及处理，以控制和修复土壤与地下水中的有机污染物，实施场地修复的技术手段 | 技术成熟，国内有应用 | 前期投入时间长，处理效率较高 | 中到高 | 主要用来修复易挥发、易流动的NAPL（如汽油、柴油、有机溶剂）等污染物污染的地下水 | 需要配套设备、对场地水文地质条件要求较高，修复工程大规模开展前需对场地预测试 | 不建议采用 |
| 2 | 地下水化学氧化 | 直接将氧化剂注入到受污染的含水层，氧化分解污染物 | 技术成熟/国内有应用 | 取决于含水层渗透性和污染物成分 | 中等 | 适用于多种有机污染物，可用于污染源区修复 | 对氧化剂配方须进行可行性试验验证，以确保氧化可以达到效果。有机质含量高的含水层易消耗氧化剂。 | 酌情考虑采用 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 应用参考因素 | | | 应用的适应性 | 应用的局限性 | 结论 |
|----|-----------|--|-------------|--------|------|--|--|-------|
| | | | 成熟性 | 时间条件 | 资金水平 | | | |
| 3 | 地下水生物修复 | 以原位入注的方式向地下环境注入碳源、营养物、电子供体等物质，促进土著微生物对污染物的降解 | 技术较成熟/国内应用少 | 反应相对较慢 | 低 | 污染物易被生物降解，且存在可降解污染物的土著微生物 | 生物反应时间通常较长，系统环境条件的控制较复杂。 | 不建议采用 |
| 4 | 抽提处理-纳管排放 | 将受污染地下水抽提至地面，在满足纳管要求的情况下，排入污水管道，进入污水处理厂进行处理。 | 技术成熟/国内常用 | 通常较快 | 中等 | 可能需要进行预处理以满足纳管要求 | 需有接纳条件。 | 推荐采用 |
| 5 | 渗透式反应屏障 | 在地下水流经截面上构筑含有活性反应填料的反应屏障。地下水流过屏障时，污染物与填料发生反应，从地下水中被去除。 | 技术较成熟/国内应用少 | 相对较慢 | 中等 | 属于被动式修复技术，构筑后运行较为简单 | 主要用于处理氯代有机污染物与重金属 | 不推荐采用 |
| 6 | 监测自然衰减技术 | 通过实施有计划的监控策略，依据场地自然发生的物理、化学及生物作用，包含生物降解、扩散、吸附、稀释、挥发、放射性衰减以及化学性或生物性稳定等，使得地下水和土壤中污染物的数量、毒性、移动性降低到风险可接受水平 | 成熟 | 长，需数年 | 低 | 可处理 BTEX、石油烃、多环芳烃、MTBE、氯代烃、硝基芳香烃、重金属类、非金属类（砷、硒）、含氧阴离子（如硝酸盐、过氧酸）等 | 在证明具备适当环境条件时才能使用，不适用于对修复时间要求较短的情况，对自然衰减过程中的长期监测、管理要求高。 | 不建议采用 |

综合比较表 4.1-1 中各土壤修复技术的优缺点，针对本场地的土壤污染特性、水文地质条件以及场地开发用途、时间要求，分析该地块土壤可采取**水泥窑协同处置技术、化学氧化技术、热脱附+淋洗技术或陶粒窑协同处置技术**；污染地下水建议可采用**抽出处理技术或原位化学氧化技术**处置。

热处理技术如热脱附或水泥窑协同处置技术近年来在多个工程案例中对多环芳烃等污染土壤取得优良的修复效果。鉴于本地块周边敏感目标较多、受地块开发时间要求，采用异位热脱附或化学氧化修复技术修复过程中挥发性有机物异味可能对周边居民产生影响。本地块污染土壤体量不大，地块用地时间紧张，建议采用水泥窑协同处置技术处理，能够短时间将场地内污染物移除，不影响近期开发。

4.2 非土壤污染介质修复技术

(1) 遗留建筑垃圾

在对地块进行清理的过程中，对地表的残留建筑物、构筑物、建筑材料、硬化地面、渣垫层等建筑垃圾，应视其污染程度分类处理修复。对未受污染的地表堆土，应清理至他处堆放。对未受污染的地面废弃物，可视为普通建筑垃圾处理修复。对受污染的地面废弃物，应在去除污染物后，再按普通建筑垃圾进行处理修复。污染物的去除方式可根据当地情况灵活选择，例如，可以通过表面活性剂溶液清洗的方法将污染物从建筑材料表面去除，再将含污染物的废水进行处理。

(2) 遗留危险废物

如果在挖掘过程中遭遇到被界定为危险废物的物质，例如埋藏在地下的危险化学品原料，以及含大量化学原料甚至被化学原料饱和的土壤，应按危险废物处理修复要求在现场进行密闭封装，再送交有资质的单位进行修复。

5 修复方案设计

5.1 修复技术路线

目前江苏永大药业有限公司退役场地规划用地类型为住宅用地，通过技术比选土壤可采取综合比较表 4.3-1 中各土壤修复技术的优缺点，针对本场地的土壤污染特性、水文地质条件以及场地开发用途、时间要求，分析该地块土壤可采取水泥窑协同处置技术、化学氧化技术、热脱附+淋洗技术或陶粒窑协同处置技术；污染地下水可采用抽出处理技术和原位化学氧化技术。结合规划用地方式对地下空间的需求深度，根据现场踏勘，当前场地西南原料堆场区域在未开挖的条件下仍有异味，周边敏感目标较多，原地异位处理过程可能会造成污染土壤的大规模扰动，增加场地及其周围环境二次污染的风险，本场地污染土壤主要考虑异地处理修复模式，条件允许时可采用原地异位修复。

修复总体技术路线见图 5.1-1。

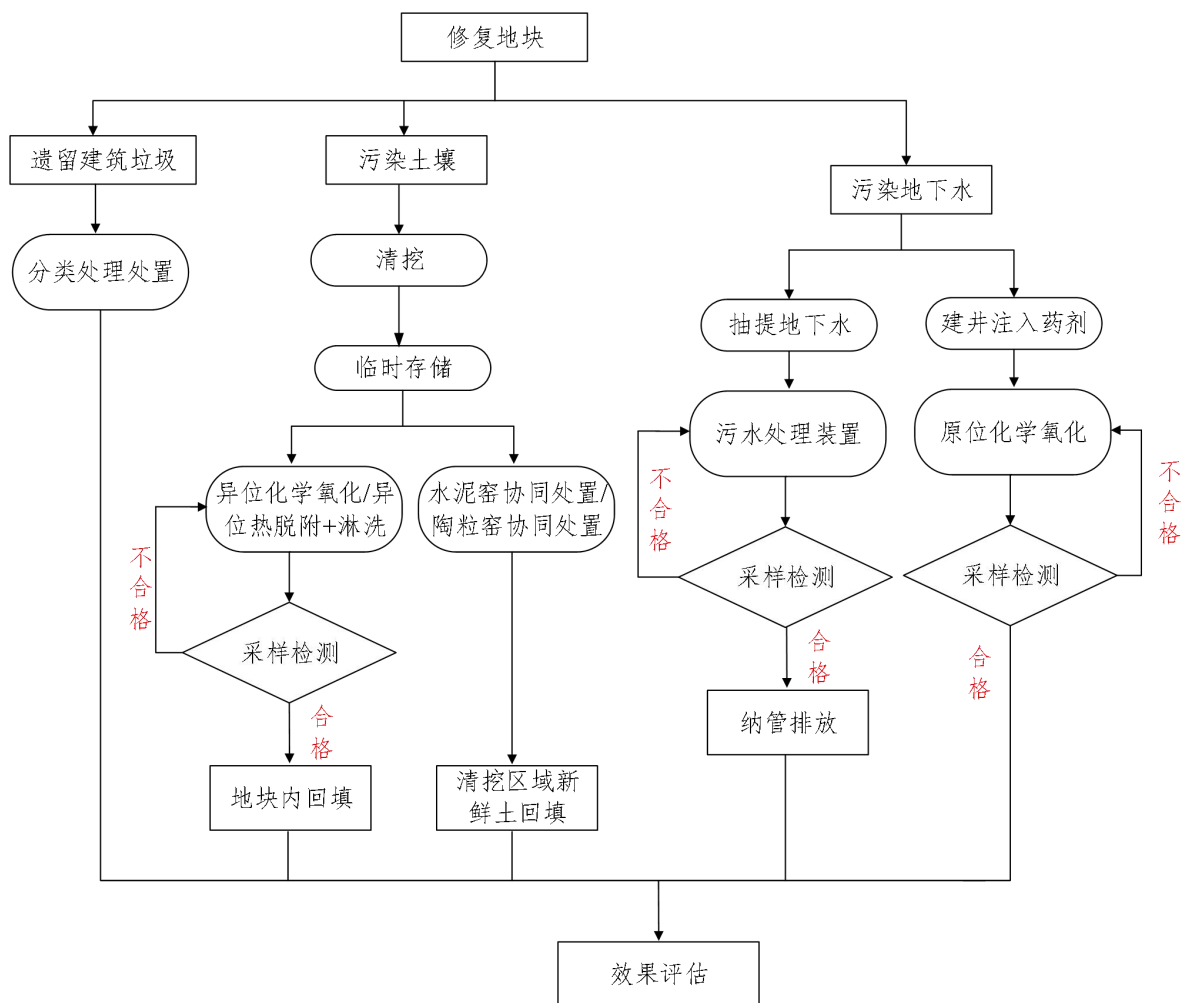


图 5.1-1 地块修复总体技术路线示意图

5.2 修复工程量估算

5.2.1 土壤修复工程量估算

本地块土壤修复工程采用异地修复技术，按照技术路线，修复工程应包含土壤清挖、水泥窑协同处置等。根据 3.2.1 节，地块待修复土壤面积为 2319m²，修复土方量为 13914m³，其中氰化物、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒹污染土壤修复量为 1266m³，苯污染土壤修复量为 6318m³，氯仿污染土壤修复量为 7596m³。

5.4.2 地下水修复工程量估算

本地块地下水修复工程采用抽出处理-纳管排放修复技术，按照技术路线，修复工程应包含地下水抽出、污水处理等。根据 3.2.2 节，地块待修复

地下水面积为 3948m²，修复工程量为 24576m³。

5.3 修复工程费用估算

5.3.1 土壤修复工程费用估算

本地块建议修复污染土壤，可采用异位热脱附+淋洗、异位化学氧化、水泥窑协同修复技术或陶粒窑协同修复技术，具体费用估算情况见表 5.3-1。

表 5.3-1 污染土壤修复工程费用估算表

| 修复技术 | | 处理方量 (m ³) | 综合单价* | 费用小计 (万元) |
|-----------|-------|--------------------------------|-----------------------|-----------|
| 异位化学氧化技术 | | 13914m ³ | 600 元/m ³ | 834.84 |
| 异位热脱附+淋洗 | 异位热脱附 | 13914m ³ | 1200 元/m ³ | 1821.6 |
| | 淋洗 | 1266m ³ | 1200 元/m ³ | |
| 水泥窑协同修复技术 | | 13914m ³ (22262.4t) | 800 元/t | 1780.99 |
| 陶粒窑协同处置 | | 13914m ³ (22262.4t) | 680 元/t | 1513.84 |

5.3.2 地下水修复工程费用估算

本地块建议修复污染地下水可采用抽出处理技术或原位化学氧化技术，具体费用估算情况见表 5.3-2（包含为了防止场地内外的交叉污染，对地块东侧边界和地下水径流下游南侧边界建设止水帷幕增加阻隔措施费用为 177.45 万元。）

表 5.3-2 污染地下水修复工程费用估算表

| 序号 | 技术 | 费用 (万元) |
|------|--------|---------|
| 方案 1 | 原位化学氧化 | 572.25 |
| 方案 2 | 抽出处理 | 517.2 |

5.4 修复方案比选

5.4.1 土壤修复方案比选

综合考虑技术可行性、处理效果、地块配套条件、经济可行性、对周边环境的影响等各方面因素比较其优缺点，提出该地块重金属污染土壤的推荐方案，同时提出相应的备选方案。根据表中对比分析，推荐污染土壤修复技术方案为水泥窑协同修复技术，备选方案为异位化学氧化技术。

表 5.4-1 污染土壤修复方案比选表

| 指标 | 异位热脱附+淋洗 | 异位化学氧化 | 水泥窑协同修复技术 | 陶粒窑协同处置技术 |
|----|----------|--------|-----------|-----------|
|----|----------|--------|-----------|-----------|

| | | | | |
|---------|------|------|------|------|
| 污染特征针对性 | 强 | 一般 | 一般 | 一般 |
| 技术成熟程度 | 成熟 | 成熟 | 成熟 | 成熟 |
| 修复时间 | 一般 | 一般 | 较短 | 较短 |
| 费用 | 高 | 较低 | 较高 | 较低 |
| 可操作性 | 较强 | 较强 | 较强 | 较强 |
| 周围环境影响 | 较大 | 较大 | 较小 | 较小 |
| 修复效果 | 能够达到 | 能够达到 | 能够达到 | 能够达到 |
| 综合建议 | 不建议 | 备选 | 推荐 | 不建议 |

5.6.2 地下水修复方案比选

综合考虑技术可行性、地块配套条件、经济可行性、对周边环境的影响等各方面因素比较其优缺点，提出该地块污染地下水的推荐方案，同时提出相应的备选方案。根据表中对比分析，推荐污染地下水修复技术方案为抽出处理技术，备选方案为原位化学氧化修复技术。

表 5.4-2 地下水修复方案比选表

| 指标 | 原位化学氧化修复技术 | 抽出处理修复技术 |
|---------|------------|----------|
| 污染特征针对性 | 强 | 一般 |
| 技术成熟程度 | 成熟 | 成熟 |
| 修复时间 | 较短 | 较短 |
| 费用 | 较高 | 一般 |
| 可操作性 | 较强 | 较强 |
| 周围环境影响 | 较小 | 较小 |
| 修复效果 | 能够达到 | 能够达到 |
| 综合建议 | 备选 | 推荐 |

8 成本效益分析

8.1 修复费用

根据我国目前开展修复工程的基本情况，除主体工程费用外需考虑的其他各项费用包括：

(1) 辅助工程费用：一般为主体工程费用的 8~12%，包括：“三通一平”，项目部搭建，修复设备器械仓库、药品仓库搭建，安全文明施工措施费、二次污染防控措施费等，本项目以 10%计；

(2) 监理费用：工程监理费用为主体工程费用、辅助工程费用之和的 1%；环境监理费用为主体工程费用、辅助工程费用之和的 2%；

(3) 效果评估费用：第三方效果评估（技术咨询，样品检测分析）费用为主体工程费用、辅助工程费用之和的 3%；

(4) 规费及税金：主体工程费用和（1）~（3）费用之和的 8%。

根据以上所需费用项目，地块需要的修复成本约为 2988.49 万元。

8.2 环境效益

项目场地原为工业用地，在多个深度受到不同程度污染。根据国家“土十条”相关要求，通过展开本次场地污染土壤修复方案编制和后期修复治理工作，可以满足该地块下一步用地要求，降低污染物健康风险，保障用地安全，不产生二次污染。通过对土地资源和环境的综合处置和保护，创造更有利于人类活动的生存环境，避免了区域环境质量的恶化。

该项目属于环境治理项目，着重解决退役场地遗留的环境污染问题，消除潜在的区域污染源，土地恢复原有的价值和生产力，地下水安全隐患消除，场地环境质量提高，处置后的场地将带来的巨大的环境效益。

8.3 社会效益

污染地块不仅导致污染物对人身健康和环境安全的影响，还产生了一

系列社会、经济、政治问题，包括土地闲置、低效利用、房地产贬值、城市税收减少、人口迁移、社区衰落、社会分化等，对区域或城市产生巨大的影响。

本项目的成功实施，将产生多方面的社会效益。

首先，污染地块的修复解决经济社会发展需要土地与土地资源稀缺的矛盾，达到珍惜和合理利用土地的目的并优化城市空间布局。

其次，污染地块的修复能恢复周边居民正常的生活，促进生态良性循环，提高群众满意度，增加社会稳定因素。

再次，污染地块的修复可以降低环保部门的管理风险。

8.4 经济效益

根据国家规定，该污染场地若不进行修复，则土地无法流转、无法开发利用。在进行场地修复后，本场地满足建设用地准入标准，可正常开发使用，其所带来的高额土地资源效益远高于场地修复成本。

9 结论与建议

9.1 结论

根据江苏永大药业有限公司退役地块土壤污染风险评估的结论，按照我国相关法律、法规、标准、规范等文件的要求，以“消除污染，恢复环境”为出发点，遵循“安全性、规范性、可行性、经济性”的原则，并结合当地的实际情况，编制了本方案。通过组织实施，能够有效消除该场地污染土壤和地下水的环境风险，保证该场地土地的安全使用，满足相应用地功能的环境要求。

本报告提出了江苏永大药业有限公司役地块的总体修复模式和技术方案。首先依据场地土壤污染调查和风险评估结果，结合现行标准体系与规划用地方式，提出场地修复目标值，并核算工程量与工程费用。

原江苏永大药业有限公司地块场地修复工程土壤中需修复的污染物包括氯仿、苯、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽和氰化物。综合考虑该场地土壤污染特性、水文地质条件以及场地开发用途、时间要求，该场地修复方式推荐为异地处置修复的方式，推荐优先采用的修复技术为水泥窑协同处置技术。

本场地中地下水中需要修复的污染物为氯仿和二氯甲烷，可采用抽出处理技术、原位化学氧化技术修复，推荐优先采用的修复技术为抽出处理-纳管排放技术。

9.2 建议

(1) 建议尽快开展地块修复工作，以防止由土壤、地下水中的污染物发生迁移，从而导致地块污染范围扩大。

(2) 该地块情况复杂，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设的局限性，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

情况实时调整污染土壤清理边界，以保证地块修复方案能够达到预期目标。

(3) 调查发现该场地部分点位土壤及地下水存在较强的异味，在对该场地进行清理修复时，除以上述提出的场地土壤及地下水建议目标污染物为修复对象外，对该场地土壤及地下水中异味同样应采取相应的处理与修复措施。

(4) 建议在地块修复工程开始前，制定详尽的二次污染防治计划和风险防范预案，并对相关人员进行必要的安全和环保培训；施工过程中，应严格参照执行，尽量避免意外环境污染事故的发生。

(5) 建议地块修复过程中进行跟踪检查，及时发现问题。在地块修复过程中，应随时观察、发现是否有新的污染产生，一经发现，应及时上报，并由专业人员进行处理。

(6) 修复过程转运污染土壤应当制定转运计划，将运输时间、方式、线路和污染土壤数量、去向、最终处置措施等，提前报所在地和接收地生态环境主管部门。

(7) 为保障修复工程顺利进行和施工、监理、和效果评估实施单位之间工作良好衔接，修复工程施工、工程监理、环境监理和效果评估进行同步招标工作。