

原常州通达建材有限公司地块部分
区域（凤凰岛北路以南区域）
土壤污染风险评估报告
（评审稿）

委托单位：常州市天宁创新投资发展有限公司

编制单位：江苏方正环保集团有限公司

二〇二三年四月



项目摘要

原常州通达建材有限公司位于常州市天宁区雕庄街道，总占地面积约 47183 m²，该公司北侧厂区已建成凤凰岛北路和京杭大运河绿化廊道（环岛路公园），本次调查范围为原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域）[以下简称“本项目地块”]，占地面积约 31545 m²（约 47.3 亩）。本项目地块拟规划用地性质包含商住混合用地和道路用地，其中涉及商住混合用地面积为 28905 m²，涉及道路用地面积为 2640 m²。本项目调查期间，地块内的构筑物均已拆除，现大部分区域为闲置空地，东南角涉及临时停车场部分区域。

本项目地块外东侧为临时停车场和闲置空地（为原常州山峰化工有限公司）；南侧为临时停车场和闲置空地；西侧为闲置空地；北侧为凤凰岛北路，隔路为京杭大运河绿化廊道（环岛路公园）。

本项目地块周边历史上最早为村庄、农田及河塘，后续地块及周边建设了工业企业，地块历史上以工业企业为主，涉及常州石油化工厂西侧部分厂区（生产时间为 1971 年~1998 年）和常州通达建材有限公司南侧厂区（生产时间为 2003 年~2016 年），1998 年~2003 年及 2016 年至今，本项目地块处于闲置状态。

历史上地块外东侧紧邻常州山峰化工有限公司（原常州石油化工厂东厂区）；南侧紧邻常州河鸿环保科技有限公司；西侧紧邻常州豪顺纺织有限公司；北侧为常州通达建材有限公司北侧厂区（原常州石油化工厂西北厂区），目前地块周边工业企业均已拆迁。

1、前期调查情况

本项目地块土壤及地下水污染状况调查采样共分为五轮，采样时间为 2022 年 2 月至 2023 年 3 月，地块内共布设 237 个采样点（土壤采样点 182 个、地下水潜水采样点 45 个和地下水承压水采样点 10 个），另外地块外布设 4 个土壤对照点和 4 个地下水对照点。根据五轮土壤和地下水点位监测因子种类及浓度，在此基础上编制了《原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域）土壤污染状况调

查报告》。

根据地块土壤污染状况调查结果，部分区域土壤中苯、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽、苯并[a]芘、石油烃(C₁₀-C₄₀)超过了《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》中第一类用地筛选值，最大超标倍数分别为苯(2.47倍)、1,2,3-三氯丙烷(1.3倍)、萘(2.99倍)、苯并(a)蒽(0.87倍)、苯并(b)荧蒽(0.45倍)、苯并(a)芘(21倍)、茚并(1,2,3-cd)芘(1.13倍)、二苯并(a,h)蒽(5.91倍)、石油烃(C₁₀-C₄₀)(1.98倍)。取得10010个土壤检测因子检出数据，其中75个超标数据，数据超标率为0.75%；共计布设182个土壤采样点，其中32个点位超标，点位超标率17.6%，超标深度为0~3m。

地下水部分区域潜水含水层硫酸根离子、氯离子、氨氮超过了《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)IV类标准，最大超标倍数分别为硫酸根离子(0.68倍)、氯离子(0.15倍)、氨氮(6.47倍)，此外，存在TDMW-17检出pH为9.3和TDMW-18检出pH为9.2，偏碱性，其他点位所检地下水污染物浓度均不超过《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)IV类标准值及其它相应标准。取得545个地下水检测因子检出数据，其中18个超标数据，数据超标率为3.3%；共计布设45个地下水潜水采样点，其中18个超标点位，点位超标率40%；承压含水层所检地下水污染物浓度均不超过《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)IV类标准值及其它相应标准。

因此，该地块属于污染地块，不满足规划用地要求，需进一步开展土壤污染风险评估工作。

2、风险评估情况

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ 25.3-2019)的相关规定，江苏方正环保集团有限公司开展了本项目地块的风险评估工作，风险评估结果表明：

(1) 第一类规划用地情景下，将地块内超标污染物作为关注污

染物。土壤中石油烃（ $C_{10}-C_{40}$ ）、苯、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽考虑经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物、吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物、吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物、吸入室内空气来自下层土壤的气态污染物共 6 种土壤污染物的全暴露途径；地下水中关注污染物氨氮主要考虑吸入空气中来自地下水的气态污染物、吸入室外空气中来自地下水的气态污染物 2 种暴露途径，氨氮计算时无相关参数，本次风险评估氨氮以氨进行风险评估。

根据建立的暴露概念模型及确定途径和参数，本着从严原则，在第一类用地方式下，分别计算风险评估关注污染物的最大检出浓度对人体健康产生的致癌风险和危害商，最终确定土壤中石油烃（ $C_{10}-C_{40}$ ）、苯、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽的健康风险均不可接受（单一污染物的致癌风险超过 $1E-06$ 或者危害商超过 1）；地下水中关注污染物的人体健康风险可接受，无需开展进一步的地下水修复工作。

(2) 根据风险评估结果，一类用地方式下，本项目地块土壤中需修复污染物包括石油烃（ $C_{10}-C_{40}$ ）（修复目标值：826 mg/kg）、苯（修复目标值：1 mg/kg）、1,2,3-三氯丙烷（修复目标值：0.05 mg/kg）、萘（修复目标值：25 mg/kg）、苯并(a)蒽（修复目标值：5.5 mg/kg）、苯并(b)荧蒽（修复目标值：5.5 mg/kg）、苯并(a)芘（修复目标值：0.55 mg/kg）、茚并(1,2,3-cd)芘（修复目标值：5.5 mg/kg）、二苯并(a,h)蒽（修复目标值：0.55 mg/kg）。

(3) 土壤修复面积总计为 $7392 m^2$ ，土壤修复方量总计为 $18450 m^3$ ，土壤修复深度共划分为层，分别为 0~2 m、2~4 m，其中 0~2 m 修复方量为 $16642 m^3$ ；2~4 m 修复方量为 $1808 m^3$ 。

本项目地块属于污染地块，在第一类规划用地情景下，需针对超

风险区域的土壤（石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽）实施土壤修复工作。

3、土壤修复建议

地块内污染土壤土方量较大，另考虑到项目建设的工期及人体健康风险控制的需要，建议可采用水泥窑/隧道窑协同处置的方式或异位热脱附法、异位化学氧化法对污染土壤进行处置。

目录

1 总论.....	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 风险评估目的	4
1.3 风险评估原则	5
1.4 风险评估范围	6
1.5 风险评估工作内容	7
1.6 风险评估工作依据	7
1.7 风险评估标准、技术规范	10
1.8 风险评估程序及方法	12
2 地块概况.....	14
2.1 地块环境情况	14
2.2 敏感目标.....	25
2.3 地块使用历史和现状	28
2.4 相邻地块的使用历史和现状	29
2.5 地块规划.....	30
3 地块污染识别.....	32
3.1 地块内企业原生产情况	32
3.2 地块周边的影响分析	32
3.3 第一阶段土壤污染状况调查总结	35
4 地块调查情况.....	36
4.2 分析检测情况	37
4.3 调查结果.....	39
4.4 超标情况汇总	43
5 危害识别.....	48
5.1 确定关注污染物	49
5.2 明确规划土地利用方式	51
6 暴露评估.....	52

6.1 暴露情景.....	52
6.2 暴露途经.....	53
6.3 模型参数及暴露量计算参数	54
7 毒性评估.....	56
8 风险表征.....	61
8.1 风险表征技术要求	61
8.2 可接受风险水平	61
8.3 单一因子的致癌风险及非致癌危害商值	61
8.4 风险表征结果	62
9 风险控制值.....	66
10 修复目标值及修复范围	67
10.1 修复目标值的确定	67
10.2 修复范围确定	68
11 修复技术建议.....	72
11.1 修复技术建议原则.....	72
11.2 土壤修复技术.....	72
11.3 土壤修复技术筛选.....	77
12 结论与建议.....	78
12.1 结论.....	78
12.2 建议.....	79
13 附件清单.....	81

1 总论

1.1 项目背景

原常州通达建材有限公司位于常州市天宁区雕庄街道，总占地面积约 47183 m^2 ，该公司北侧厂区已建成凤凰岛北路和京杭大运河绿化廊道（环岛路公园），本次调查范围为原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域），占地面积约 31545 m^2 （约 47.3 亩）。本项目地块拟规划用地性质包含商住混合用地和道路用地，其中涉及商住混合用地面积为 28905 m^2 ，涉及道路用地面积为 2640 m^2 。

本项目调查期间，地块内的构筑物均已拆除，现大部分区域为闲置空地，东南角涉及临时停车场部分区域，地块内部分区域地形存在起伏，地块内北部相对较高。本项目地块外东侧为临时停车场和闲置空地（原常州山峰化工有限公司）；南侧为临时停车场和闲置空地；西侧为闲置空地；北侧为凤凰岛北路，隔路为京杭大运河绿化廊道（环岛路公园）。

本项目地块周边历史上最早为村庄、农田及河塘，后续地块及周边建设了工业企业，地块历史上以工业企业为主，涉及常州石油化工厂西侧部分厂区和常州通达建材有限公司南侧厂区。常州石油化工厂生产时间为 1971 年~1998 年，主要从事重油裂解乙烷、乙烯等烷烯烃，苯乙烯、乙苯、乙二胺、二氯乙烷、破乳剂（聚氧乙烯）等烃类及其卤化物的合成，以及合成氨的产品生产，在本项目地块内主要涉及乙二胺生产以及废水处理；常州通达建材有限公司生产时间为 2003 年~2016 年，主要从事混凝土排水管和预应力管桩的生产，在本项目地块内主要涉及生产车间和产品堆场。

历史上地块外东侧紧邻常州山峰化工有限公司（原常州石油化工厂东厂区）；南侧紧邻常州河鸿环保科技有限公司；西侧紧邻常州豪顺纺织有限公司；北侧为常州通达建材有限公司北侧厂区（原常州石油化工厂西北厂区），目前地块周边工业企业均已拆迁。**项目地理位**

置图见图 1.1-1，周边关系图见图 1.1-2。

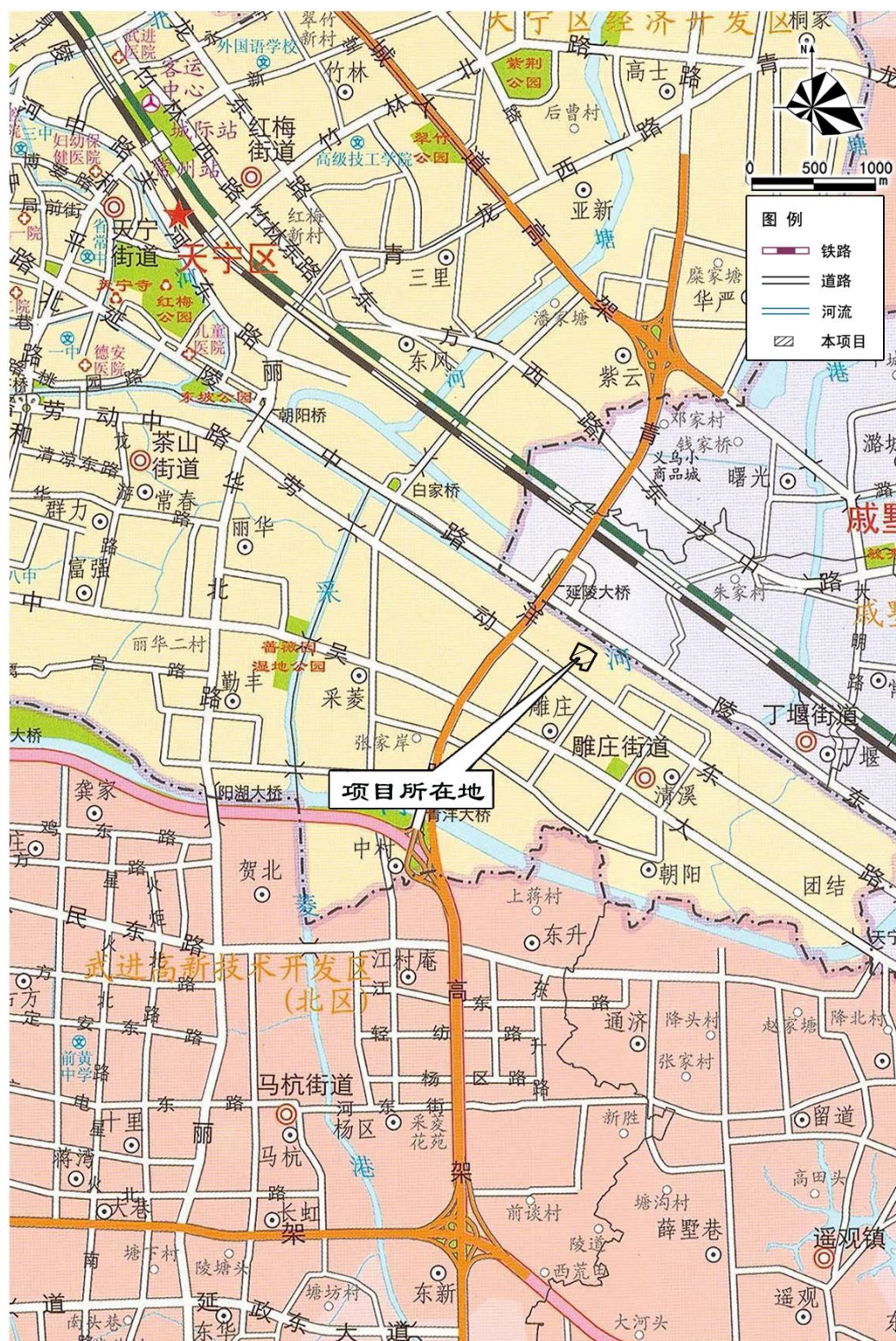


图 1.1-1 地块地理位置图

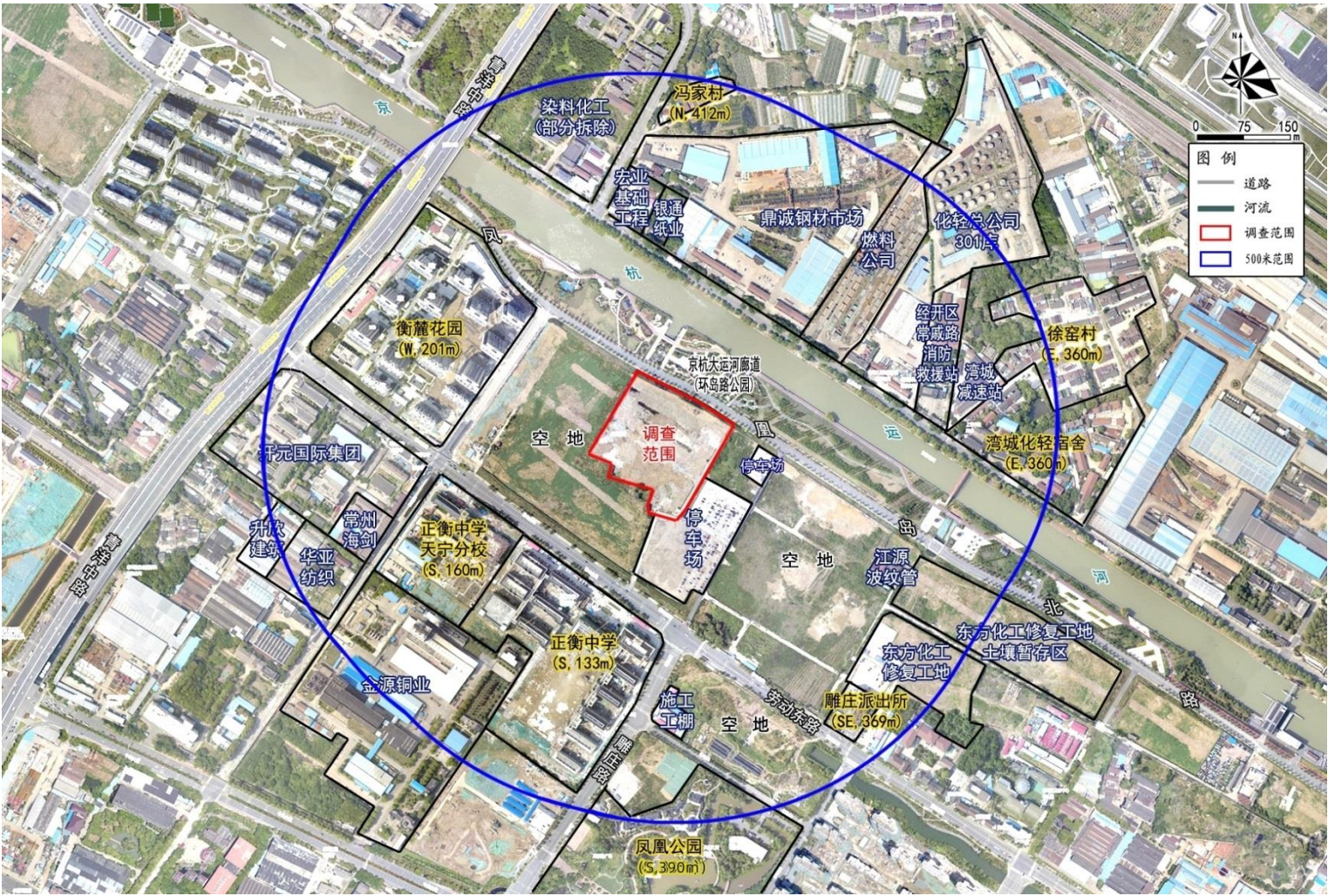


图 1.1-2 地块周边关系图（2021 年影像图）

2022年2月至2023年3月，江苏龙环环境科技有限公司对该地块进行了土壤污染状况调查，本次调查共进行了五轮现场采样工作，在此基础上编制了《原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域）土壤污染状况调查报告》。

依据《中华人民共和国土壤污染防治法》、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南》等文件要求，地块重新开发利用前必须进行风险评估。在地块土壤污染状况调查的基础上，按照我国发布的《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）中相关技术要求开展该地块的风险评估工作，确定调查地块土壤和地下水中污染物的风险水平，判断是否需要采取修复措施或风险管控。在此基础上编制了《原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域）土壤污染风险评估报告（评审稿）》。

2023年3月17日，常州市生态环境局会同常州市自然资源和规划局在常州组织召开了《原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域）土壤污染风险评估报告》专家初审会。意见如下：风险评价方法和报告编制符合国家相关标准规范的要求，前期地块信息及调查数据较详实，风险评价参数选择基本合理，风险评价结论总体可信。报告修改完善并经专家复核后通过初审。专家意见及修改清单详见附件。

1.2 风险评估目的

地块污染具有很大的隐蔽性、滞后性和持久性，地块污染物通常存在于土壤并通过土壤转移，其变化和移动非常缓慢，受体只有长期接触污染物时才会产生潜在风险。因而需要通过风险评估，分析预测地块污染对生态环境及地块使用者产生的影响，为进行污染修复和管理决策提供科学依据。同时，风险评估有助于分析和比较多种修复措施的有效性，有效地规避地块污染风险。

如果一个地块对人体健康构成危害，必须有三个因素互相作用：

污染物、暴露途径、受体。首先，有害污染物必须对地块的污染数量及浓度达到足以造成健康危害的程度；第二，必须存在污染物接触人类受体的暴露途径，如吸入、消化等；第三，人们必须与这些污染物接触，且接触程度足以产生健康影响。因此，风险评估就是在定性化、定量化、表征三要素的基础上得出风险水平。

本次风险评估工作主要通过危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征工作，确定调查地块内土壤和地下水中关注污染物的可接受风险水平，通过控制值计算提出调查地块土壤和地下水风险控制值，最终确定调查地块的修复目标值，给出调查地块的修复范围和修复建议，为调查地块开展下一步修复和风险管控工作提供依据。

1.3 风险评估原则

本次风险评估工作严格按照生态环境部发布的《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）、《生态环境健康风险评估技术导则》（HJ1111-2020）和《建设用地土壤污染修复目标值制定指南（试行）》等地块风险评估相关文件的要求，遵循原则如下：

（1）科学性原则：充分收集已于数据和信息，基于最新科学证据，根据生态环境管理需要、评估目的、数据可获得性和有效性，科学合理确定评估方案，确保评估过程的系统性、完整性以及评估结论的客观性；

（2）针对性原则：根据评估对象的污染特征，选取实际暴露情景及参数，构建有针对性的健康风险暴露评估模型；

（3）谨慎性原则：风险评估结果应包括在现实最不利情景下，敏感人群或高暴露人群暴露于环境中化学因素的健康风险；

（4）透明性原则：对风险评估的整个过程应进行完整且系统的记录，其中应特别注意评估的制约因素、不确定性和假设及其处理方法、评估中不同意见和观点、直接影响风险评估结果的重大决策等内容。

1.4 风险评估范围

本次风险评估范围为原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域），占地面积约 31545 m²。风险评估范围拐点坐标见表 1.4-1。风险评估范围见图 1.4-1。

表 1.4-1 本项目地块范围拐点坐标

序号	X 坐标 (m)	Y 坐标 (m)	东经 (度)	北纬 (度)
1	3514122.693	500598.357	120.006315	31.749922
2	3514073.897	500694.758	120.007333	31.749482
3	3514035.867	500761.331	120.008035	31.749139
4	3513871.89	500663.238	120.007000	31.747661
5	3513885.255	500618.335	120.006526	31.747781
6	3513895.295	500617.538	120.006517	31.747872
7	3513902.295	500619.016	120.006533	31.747935
8	3513928.136	500627.078	120.006618	31.748168
9	3513938.799	500598.709	120.006319	31.748264
10	3513946.058	500574.197	120.006060	31.748329
11	3513950.94	500557.776	120.005887	31.748373
12	3513965.819	500562.494	120.005937	31.748508
13	3513984.78	500520.329	120.005492	31.748679

注：表中坐标系为国家 2000 坐标系。



图 1.4-1 调查范围示意图（2022 年）

1.5 风险评估工作内容

根据地块实际情况，开展地块风险评估，为该地块的污染防治提供决策依据，具体的工作包括：

（1）根据地块前期调查结果，分析地块污染源的分布、污染程度和主要污染物，建立污染地块概念模型；

（2）评价关注污染物毒性，开展不同暴露途径的基于保护人体健康的风险评估；

（3）制定地块土壤与地下水中各种污染物的筛选值，对筛选出的关注污染物进行风险评价；

（4）对超过可接受致癌风险或可接受非致癌危害商的污染物计算风险控制目标值，估算污染地块土壤和地下水修复范围和修复量。

1.6 风险评估工作依据

1.6.1 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日修订通过，2015年1月1日起施行；

（2）《中华人民共和国水污染防治法》，2017年6月27日修正，2018年1月1日起施行；

（3）《中华人民共和国土壤污染防治法》，2018年8月31日通过，2019年1月1日起施行；

（4）《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发[2016]31号），2016年5月28日；

（5）《中华人民共和国水法》，2016年7月2日修订通过，2016年10月1日起施行；

（6）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修正，2020年9月1日施行；

（7）《地下水管理条例》（中华人民共和国国务院，国令第748号），2021年10月21日公布，自2021年12月1日实施；

(8)《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部令，部令第42号），2016年12月31日公布，自2017年7月1日起施行；

(9)关于印发《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》的通知（环办土壤[2019]63号）；

(10)《关于贯彻落实土壤污染防治法推动解决突出土壤污染问题的实施意见》（环办土壤[2019]47号），2019年7月4日印发。

1.6.2 地方有关法规、规章及规范性文件

(1)《江苏省固体废物污染环境防治条例》（公告第29号），江苏省人大常委会，2018年3月28日修订，2018年5月1日实施；

(2)《省政府关于印发江苏省土壤污染防治工作方案的通知》（苏政发〔2016〕169号），2016年12月27日；

(3)《省生态环境厅省自然资源厅关于试点开展建设用地土壤污染风险评估、风险管控和修复效果评估报告评审工作的通知》（苏环办[2019]309号）；

(4)《省生态环境厅关于进一步加强重点行业企业遗留地块土壤污染防治工作的通知》（苏环办[2020]53号）；

(5)《江苏省土壤污染防治条例》，经江苏省十三届人大常委会第二十九次会议表决通过，2022年9月1日起施行；

(6)关于印发《江苏省地表水（环境）功能区划（2021-2030年）的通知》（苏环办[2022]82号），江苏省生态环境厅和江苏省水利厅，2022年3月16日；

(7)《关于进一步加强化工等企业关闭遗留地块土壤污染风险管控工作的通知》（苏环办[2022]341号）江苏省生态环境厅、江苏省自然资源厅、江苏省工业和信息化厅，2022年12月7日；

(8)《省生态环境厅关于再次征求建设用地土壤污染风险管控和修复报告评审等相关制度文件意见的函》（苏环便函〔2022〕1085号），江苏省生态环境厅，2022年9月7日；

(9)《市政府关于印发常州市工业用地和经营性用地土壤环境保护管理办法（试行）的通知》（常政规〔2016〕4号），2016年8月11日；

(10)《常州市土壤污染防治工作方案》（常政发〔2017〕56号），2017年5月9日；

(11)《关于印发常州市化工等企业关闭遗留地块土壤污染风险管控工作方案的通知》（常环[2023]5号），常州市生态环境局、常州市自然资源和规划局、常州市工业和信息化局，2023年1月31日。

1.6.3 与项目有关的技术文件

(1)《常州豪顺纺织有限公司灯芯绒胚布加工500万米/年》，2002年6月；

(2)《常州市通达建材有限公司环境影响登记表》，2002年12月；

(3)《常州市通达建材有限公司年产混凝土排水管20KM环境影响报告表》及批复、环保竣工验收意见，2003年10月；

(4)《常州市通达建材有限公司扩建预应力管桩150万米/年、新建生产车间5571平方米项目环境影响报告表》，2003年10月；

(5)《常州河鸿环保科技有限公司FJ-01方洁环保高科技产品环境影响申报表》，2006年9月；

(6)《常州市优胜化工厂原厂址地块场地环境详细调查报告（备案稿）》，江苏龙环环境科技有限公司，2020年9月；

(7)《陈家塘地块土壤污染状况调查报告（备案稿）》，江苏龙环环境科技有限公司，2020年10月；

(8)《陈家塘地块补充区域土壤污染状况调查报告（备案稿）》，江苏龙环环境科技有限公司，2021年1月；

(9)《原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域）土壤污染状况调查项目岩土工程勘察报告》，江苏中煤地质工程研究院有限公司，2021年8月；

(10)《原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域）土壤污染状况调查方案》，江苏龙环环境科技有限公司，2022年1月；

(11)《常州山峰化工有限公司地块场地环境详细调查与健康风险评估技术报告》，江苏龙环环境科技有限公司，2017年4月；

(12)《常州市山峰化工原厂址地块场地修复技术方案（备案稿）》，江苏长三角环境科学技术研究院有限公司，2017年8月；

(13)《常州市山峰化工原厂址地块场地修复技术调整方案（备案稿）》，江苏长三角环境科学技术研究院有限公司，2018年4月；

(14)《常州市山峰化工原厂址地块场地修复工程效果评估报告》，江苏龙环环境科技有限公司，2022年3月；

(15)《东南分区 DN050211 地块东北角部分区域土壤污染状况调查报告（备案稿）》，江苏龙环环境科技有限公司，2022年4月；

(16)《劳动东路以北、陈家塘以东部分区域土壤污染状况调查》，江苏龙环环境科技有限公司，2023年3月；

(17)《原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域）土壤污染状况调查报告（备案稿）》，江苏龙环环境科技有限公司，2023年3月。

1.7 风险评估标准、技术规范

1.7.1 风险评估技术规范

(1)《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ682-2019），生态环境部，2019年12月5日发布，2019年12月5日实施；

(2)《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019），生态环境部，2019年12月5日，2019年12月5日实施；

(3)《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019），生态环境部，2019年12月5日发布，2019年12月5日实施；

(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），生态环境部，2019年12月5日发布，2019年12月5日实施；

(5)《地下水环境状况调查评价工作指南》，生态环境部，2019年9月；

(6)《建设用地土壤环境调查评估技术指南》，生态环境部，2017年12月13日；

(7)《建设用地土壤污染修复目标值制定指南（试行）》，生态环境部，2022年12月21日；

(8)《复合污染工业地块调查技术指南》（DB32 / T 4424-2022），江苏省市场监督管理局，2022年12月31日发布，2023年1月31日实施；

(9)《污染场地岩土工程勘察标准》（DB32 / T 3749-2020），江苏省市场监督管理局，2020年2月24日发布，2020年5月1日实施；

(10)《石油炼制工业污染物排放标准》（GB 31570-2015），环境保护部、国家质量监督检验检疫总局，2015年4月16日发布，2015年7月1日实施；

(11)《排污单位自行监测技术指南 石油炼制工业》（HJ 880-2017），环境保护部，2017年12月21日发布，2018年1月1日实施。

1.7.2 污染评估标准

(1)《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600—2018）；

(2)《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）的Ⅳ类标准值（地下水化学组分含量较高，以农业和工业用水质量要求以及一定水平的人体健康风险为依据，适用于农业和部分工业用水，适当处理后可作生活饮用水）；

(3)《上海市建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控与修复方案编制、风险管控与修复效果评估工作的补充规定（试行）》；

(4)《建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》，深圳市地方标准

(DB4403/T67-2020);

(5)《建设用地土壤污染风险筛选值》，河北省地方标准（DB 13/T 5216-2022）;

(6)《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）。

1.8 风险评估程序及方法

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019），地块风险评估工作内容包括危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征以及土壤和地下水控制值计算，地块风险评估工作程序见图 1.8-1。

(1) 危害识别：收集土壤污染状况调查阶段获得的相关资料和数据，掌握地块土壤和地下水中关注污染物的浓度分布，明确规划土地利用方式，分析可能的敏感受体，如儿童、成人、地下水体等。

(2) 暴露评估：在危害识别的基础上，分析地块内关注污染物迁移和危害敏感受体的可能性，确定地块和地下水污染物的主要暴露途径和暴露评估模型，确定暴露模型的参数取值，计算敏感人群对土壤和地下水中污染物的暴露量。

(3) 毒性评估：在危害识别的基础上，分析关注污染物对人体健康的危害效应，包括致癌效应和非致癌效应，确定与关注污染物相关的参数，包括参考剂量、参考浓度、致癌斜率因子和呼吸吸入单位致癌因子等。

(4) 风险表征：在暴露评估和毒性评估的基础上，采用风险评估模型计算土壤和地下水中单一污染物经单一途径的致癌风险和危害商，计算单一污染物的总致癌风险和危害指数，进行不确定性分析。

(5) 控制值计算：在风险表征的基础上，判断计算得到的风险值是否超过可接受水平。如地块风险评估结果未超过可接受风险水平，则结束风险评估工作；如地块风险评估结果超过可接受风险水平，则计算土壤、地下水中关注污染物的风险控制值；如调查结果表明，土壤中关注污染物可迁移至地下水，则计算地下水的土壤风险控制值；

根据计算结果，提出关注污染物的土壤和地下水风险控制值。

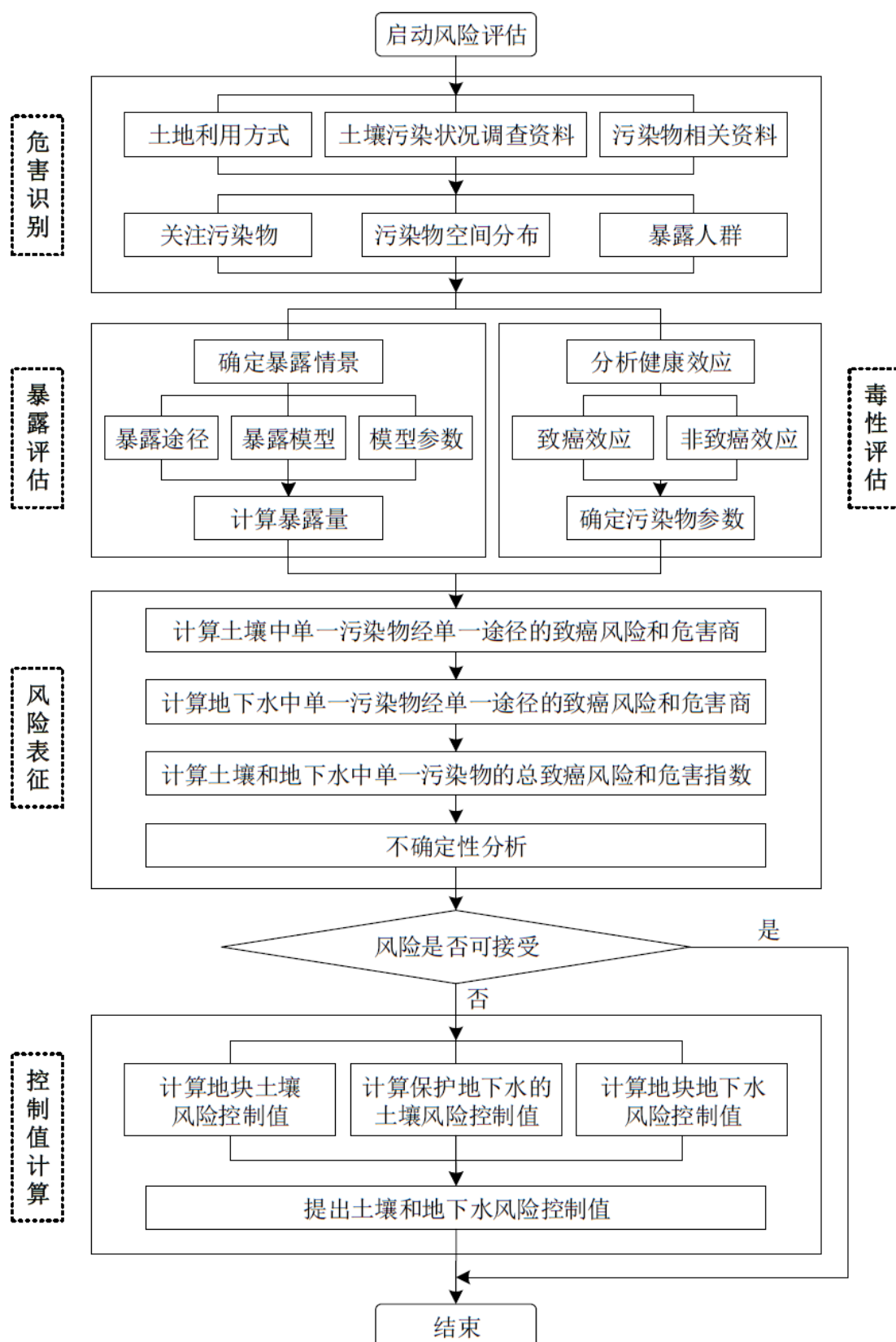


图 1.8-1 地块风险评估程序和内容

2 地块概况

2.1 地块环境情况

2.1.1 地理位置

本项目地块位于江苏省常州市天宁区。地块中心坐标东经 120.006762 度，北纬 31.748943 度。

常州市地处江苏南部，长江三角洲南缘，地理坐标北纬 31°09' 至 32°04'，东经 119°08'至 120°12'，位于沪宁铁路中段，东距上海约 160km，西离南京约 140km，东邻无锡、江阴，西接茅山，南接天目山余脉，北临长江，与扬中、泰兴隔江相望，东南濒太湖，与宜兴相毗。

天宁区位于常州市东北部，介于东经 119° 55' 01" ~120° 10' 52"，北纬 31° 43' 34" ~31° 52' 23"之间，东及东北与无锡江阴市接壤，南邻武进区，西接钟楼区，西北与新北区相连，总面积 154.84 平方千米。

2.1.2 地形、地貌

该地块位于江苏常州市天宁区，属城市平原，地势平坦，河网密布。自然地平面标高2.6~3.6米（青岛高程）。据区域地质资料，该地区属长江三角洲沉积，第四纪以来该区堆积了160~200米的松散沉积物，地貌单元属冲积平原。该地区的地震基本烈度为6度。

常州市地貌类型属高沙平原，山丘平圩兼有。市区属长江下游冲积平原，地势平坦，西北部较高，略向东南倾斜，地面标高一般在 6~8米（吴淞基面）。地块处于长江中下游冲击平原，地质平坦，地质构造属于扬子古陆东端的下扬子白褶带，地势西北高，东南低。

2.1.3 区域水文地质

常州市位于扬子准地台下扬子台褶带东端。印支运动使该地区褶皱上升成陆，燕山运动发生，使地壳进一步褶皱断裂，并伴之强烈的岩浆侵入和火山喷发。白垩纪晚世，渐趋宁静，该地区构造架基本定

型。进入新生代，平原区缓慢升降，并时有短暂海侵。常州市地层隶属于江南地层区。依据第四系松散沉积物类型、分布特点和沉积物来源，全区大体以龙虎塘为界，划分长江新三角洲平原沉积区和太湖平原沉积区。

区域地下水主要赋存于第四系松散沉积砂层及基岩裂隙之中，区内第四系松散层厚度 180~200 米，砂层一般厚度累计可达 50~160 米，为地下水的赋存提供了良好的介质条件。按地下水形成的岩性和赋存条件以及水文特征，本区地下水类型可划分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水，基岩裂隙水又可划分为灰岩岩溶裂隙水和砂岩裂隙水。根据松散岩类各含水砂层的时代、沉积环境、埋藏分布、水化学特征及彼此间水力联系，将区内 200 米以内含水砂层划分为五个含水层（组），自上而下，依次划分为潜水含水层和 I、II、III、IV 四个承压含水层（组），其时代根据本区第四纪地层划分，分别相当于全新世，上更新世早期，中更新世早期，下更新世。区内各个松散含水层（组）的岩性特征、厚度及富水性，均严格受到含水层形成沉积环境所制约，各自反映出其特有的变化规律。

据资料记载，常州地区第二承压层近 200 年的地下水补给都为长江底部补水，开采地下水的补给时间可以追溯到南宋时期。

2.1.4 本地块地质结构

为详细了解本项目地块的地质构造，我公司委托江苏中煤地质工程研究院有限公司对本地块的地层结构进行勘查，并于 2021 年 8 月出具了《原通达建材厂地块调查项目岩土工程勘察报告》（勘察编号：2021-08-08）。勘查采用双桥静力触探原位测试手段，在本场地内布设了 6 个双桥静力触探原位测试孔，测定各土层的锥尖阻力 q_c 值和侧壁摩阻力 f_s ，采用 LMC-D310 型微机自动记录试验成果，单孔最大测试深度 20.0m；同时布设了 6 个取土孔，对地块 20m 深度范围内进行土工试验采样分析，采用 GXY-150 型工程钻机钻进取土，由技术人

员现场编录，采取原状土样后及时用石蜡密封，并送至室内试验室进行试验，各钻孔施工结束后用黏土进行回填。“勘探点坐标表”见表 2.1-1。地块地质勘探点位平面布置图见图 2.1-1。

表 2.1-1 勘探点测量成果表

孔号	勘探点类型	坐标 X (m)	坐标 Y (m)	孔口标高(m)	勘探点深度 (m)
1	静力触探试验孔/ 取土孔	3516121.066	502561.277	5.31	20
2	静力触探试验孔/ 取土孔	3516084.374	502631.184	5.98	20
3	静力触探试验孔/ 取土孔	3516048.632	502606.476	6.00	20
4	静力触探试验孔/ 取土孔	3516086.300	502536.667	6.06	20
5	静力触探试验孔/ 取土孔	3516043.060	502504.339	6.28	20
6	静力触探试验孔/ 取土孔	3515998.917	502578.46	5.94	20

注：本工程坐标系属常州市独立坐标系，高程系统属 1956 年黄海高程系，2010 年常州市成果。

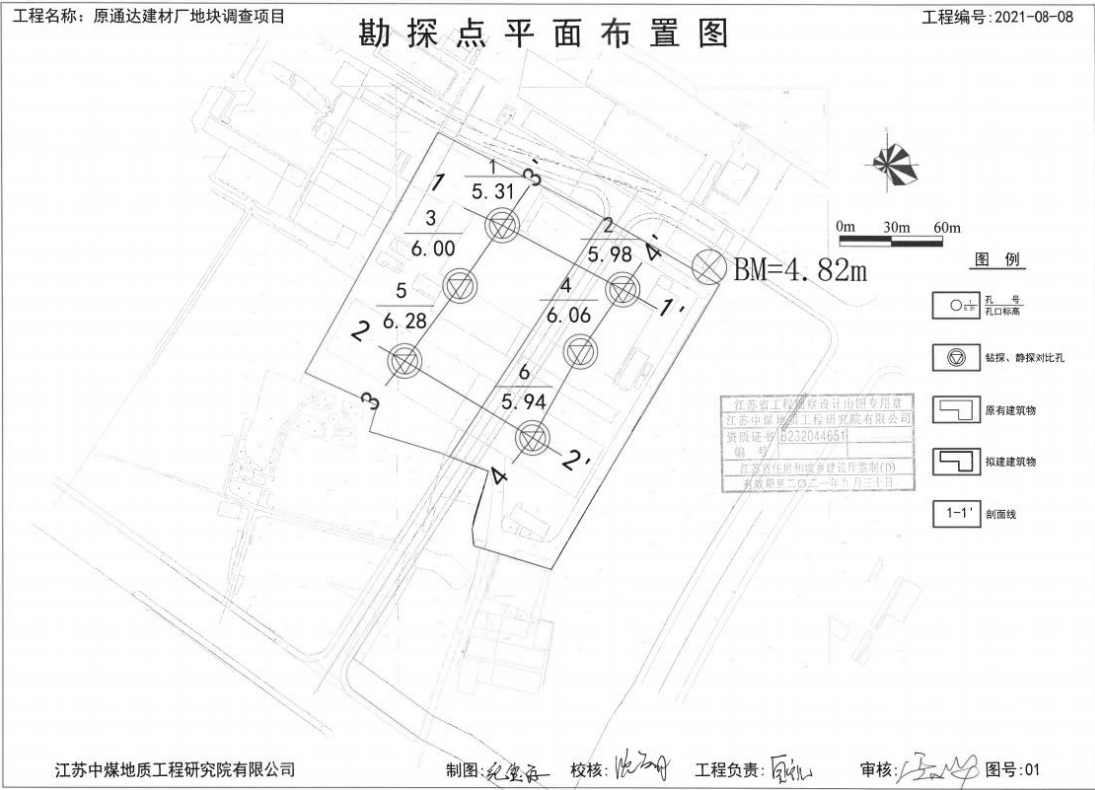


图 2.1-1 静力勘探点平面布置图

2.1.4.1 地质结构

根据野外踏勘成果和本次钻探资料，拟建场地最大勘察深度20.0m范围内的土层均隶属于第四纪全新世(Q₄)及晚更新世(Q₃)冲、沉积层。在勘察深度范围内，据土层特性自上而下共划分为6层，分别描述为：

①杂填土：松散，主要由灰黄色的软可塑状黏性土组成，上部有碎石、砖块及混凝土块等建筑垃圾，富含大量植物根茎，场地普遍分布。层厚2.00~4.00m，平均3.40m；层底标高1.91~3.94m，平均2.53m。双桥静力触探qc平均值为0.582MPa，fs平均值为23kPa。高压缩性，工程力学性质差。

以上土层地质年代为第四纪全新世（Q₄）。

②黏土：灰黄色~褐黄色，可塑，切面有光泽，可见少量黑褐色铁、锰质染斑及浅灰色高岭土条带，干强度高，韧性高，为正常沉积土层，场地普遍分布。层厚3.00~4.70m，平均3.67m；层底标高-1.60~-0.76m，平均-1.14m。双桥静力触探qc平均值为1.487MPa，fs平均值为85kPa。中压缩性，该层土力学性质较好。

③粉质黏土：灰黄色~灰色，可塑，切面稍有光泽，干强度中等，韧性中等，为正常沉积土层。层厚1.10~1.80m，平均1.47m；层底标高-2.94~-2.26m，平均-2.61m。双桥静力触探qc平均值为1.289MPa，fs平均值为51kPa。中压缩性，该层土力学性质中等。

④粉土：灰色~灰黄色，稍密，很湿，矿物组成以长石、云母为主，可见大量星点状白云母碎片，为正常沉积土层，场地普遍分布。层厚1.00~4.50m，平均2.28m；层底标高-6.76~-3.69m，平均-4.89m。双桥静力触探qc平均值为2.137MPa，fs平均值为70kPa。中压缩性，该层土力学性质一般。

⑤粉质黏土：灰黄色~灰色，软塑~可塑，切面稍有光泽，干强度中等，韧性中等，为正常沉积土层。层厚1.30~3.50m，平均2.25m；

层底标高-8.06~-6.50m，平均-7.14m。双桥静力触探 qc 平均值为 1.127MPa，fs 平均值为 40kPa。中压缩性，该层土力学性质一般。

⑥黏土：灰黄色~褐黄色，硬塑，切面有光泽，可见少量黑褐色铁、锰质染斑及浅灰色高岭土条带，干强度高，韧性高，为正常沉积土层，场地普遍分布。最大揭露厚度 8.00m，双桥静力触探 qc 平均值为 2.374MPa，fs 平均值为 109kPa。中压缩性，该层土力学性质较好。

以上土层地质年代为第四纪晚更新世（Q₃）。

2.1.4.2 地下水埋藏条件

本项目地块的地下水类型按其埋藏条件划分为孔隙潜水和浅层承压水。

1.孔隙潜水：主要赋存于①杂填土中，补给来源主要为大气降水，其水位随季节性变化明显，排泄方式以蒸发为主。勘察期间测得稳定水位为自然地面以下 0.60~1.70m(相当于黄海高程 4.46~4.78m)，该水位年变化幅度范围一般在 0.50m 左右。

2.浅层承压水：主要赋存于④粉土层中，勘察期间测得浅层承压水含水层的水位约为地面以下 4.50~5.60m(相当于黄海高程 0.40~0.81m)，该水位年变化幅度范围一般在 1.50m 左右，历史最高水位为地面以下 1.0m，近 3~5 年最高地下水位为 1.50m，地下水位逐年变化不明显，补给来源主要为周边明河水，排泄于其它含水层的越流补给。

2.1.4.3 地块土壤样品理化性质

为详细了解本地块土壤理化性质，土壤污染状况调查时，我公司选取了地块内 6 个点位，对地块 20m 深度范围内进行土工试验采样分析，取土孔点位坐标见表 2.1-1，取土孔点位位置图见图 2.1-1。每个调查点采集了 10 或 11 件土工试验样，共采集 63 件原状样品，常规试验 56 件、直接快剪 56 件、颗粒分析 14 件。分析了土壤粒径分

布（颗粒组成）、含水率、比重、重度、干重度、孔隙比、饱和度、液限、塑限、塑性指数、液性指数、压缩系数等。根据江苏中煤地质工程研究院有限公司出具的《原通达建材厂地块调查项目岩土工程勘察报告》（工程编号：2021-08-08），土工试验结果物理力学性质指标统计表见表 2.1-2。

根据土工试验成果资料以及常州地区经验，各土层的各项指标平均值：含水量 W ；天然孔隙比 e ；液限 W_L ；塑限 W_P ；塑性指数 I_p ；液性指数 I_L 等推荐值。

表 2.1-2 本项目地块土工试验结果

层号	岩土名称		层底深度 (m)	层底标高 (m)	层厚 (m)	含水率 w %	比重 G _s	重度 γ kN/m ³	干重度 γ _d kN/m ³	孔隙比 e ₀	饱和度 S _r %	液限 w _L %	塑限 w _P %	塑性指数 I _p	液性指数 I _L	剪切试验 q		压缩试验 天然		锥尖阻力 q _c MPa	侧壁摩阻力 f _s kPa	颗粒组成(%)					
																C	Φ	a1-2 MPa ⁻¹	E _s 1-2 MPa			>2.0 mm	2.0 ~ 0.50 mm	0.50 ~ 0.25 mm	0.25 ~ 0.075 mm	0.075 ~ 0.005 mm	<0.005 mm
①	杂填土	最小值	2.00	1.91	2.00															0.354	18	12.9	39.6	20.0	6.7	2.7	
		最大值	4.00	3.94	4.00															1.006	37	19.9	44.6	28.0	14.0	15.0	
		数据个数	6	6	6															6	6	7	7	7	7	7	7
		平均值	3.40	2.53	3.40															0.582	23	15.7	42.7	23.2	10.2	8.2	
		标准差																		0.238	7	2.7	1.7	3.0	2.9	3.8	
		变异系数																		0.41	0.31	0.17	0.04	0.13	0.28	0.47	
		标准值																		0.386	17						
②	黏土	最小值	6.50	-1.60	3.00	26.9	2.75	18.64	14.49	0.780	91	38.9	20.8	17.5	0.26	55.2	10.9	0.20	8.13	1.320	75						
		最大值	7.60	-0.76	4.70	28.6	2.75	19.33	15.16	0.861	97	41.3	22.8	19.5	0.38	60.9	12.7	0.22	8.98	1.604	97						
		数据个数	6	6	6	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	6	6						
		平均值	7.07	-1.14	3.67	27.5	2.75	19.06	14.95	0.805	94	40.3	22.0	18.4	0.30	57.9	12.1	0.22	8.39	1.487	85						
		标准差				0.5		0.2	0.2	0.022	2	0.8	0.6	0.7	0.04	1.7	0.5	0.01	0.27	0.098	8						
		变异系数				0.02		0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.14	0.03	0.04	0.03	0.03	0.07	0.10						
		标准值				27.8		18.95	14.85	0.817					0.33	56.9	11.8	0.22	8.2	1.406	78						
③	粉质黏土	最小值	7.60	-2.94	1.10	27.3	2.71	18.74	14.72	0.774	92	34.5	21.7	12.4	0.32	30.7	11.7	0.27	6.01	1.003	37						
		最大值	9.00	-2.26	1.80	28.3	2.73	19.23	14.99	0.806	99	38.2	23.0	16.5	0.45	37.7	12.3	0.30	6.57	1.599	75						
		数据个数	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6						
		平均值	8.53	-2.61	1.47	28.0	2.72	19.02	14.86	0.795	96	36.4	22.2	14.2	0.41	35.2	12.0	0.28	6.34	1.289	51						
		标准差				0.4	0.01	0.2	0.1	0.014	2	1.4	0.5	1.4	0.05	2.4	0.2	0.01	0.20	0.238	14						
		变异系数				0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.02	0.10	0.12	0.07	0.02	0.04	0.03	0.18	0.27						
		标准值				28.3		18.88	14.77	0.806					0.45	33.2	11.8	0.29	6.2	1.093	40						
④	粉土	最小值	9.00	-6.76	1.00	31.1	2.70	18.34	13.72	0.874	94	32.5	23.5	8.1	0.77	11.7	26.5	0.27	6.72	1.883	63				24.6	60.4	5.9
		最大值	12.70	-3.69	4.50	33.7	2.70	18.54	14.13	0.930	98	33.7	24.8	9.3	1.11	14.6	29.9	0.28	7.07	2.320	78				31.2	68.8	8.8
		数据个数	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	7
		平均值	10.82	-4.89	2.28	32.0	2.70	18.43	13.96	0.897	96	32.9	24.2	8.7	0.89	13.5	28.4	0.28	6.88	2.137	70				27.7	64.9	7.4
		标准差				0.9	0.00	0.1	0.1	0.019	1	0.4	0.5	0.4	0.12	1.0	1.3	0.01	0.14	0.153	6				2.6	3.2	0.9
		变异系数				0.03	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.05	0.13	0.08	0.04	0.02	0.02	0.07	0.09				0.10	0.05	0.12
		标准值				32.6		18.36	13.86	0.911					0.97	12.7	27.5	0.28	6.8	2.010	66						
⑤	粉质黏土	最小值	12.00	-8.06	1.30	27.9	2.71	18.84	14.53	0.776	96	33.9	19.8	12.9	0.44	30.4	10.2	0.28	6.01	0.843	28						
		最大值	14.30	-6.50	3.50	29.7	2.72	19.23	15.02	0.837	99	36.3	22.6	14.6	0.61	39.7	13.3	0.30	6.45	1.373	44						
		数据个数	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6	6						
		平均值	13.07	-7.14	2.25	28.6	2.72	19.04	14.81	0.800	97	35.0	21.3	13.8	0.53	35.5	11.9	0.29	6.29	1.127	40						
		标准差				0.6	0.00	0.1	0.2	0.018	1	0.8	1.0	0.6	0.06	2.7	0.9	0.01	0.15	0.178	6						
		变异系数				0.02	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.05	0.04	0.11	0.08	0.08	0.03	0.02	0.16	0.16						
		标准值				28.9		18.95	14.71	0.812					0.57	33.6	11.3	0.29	6.2	0.980	34						

原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域）土壤污染风险评估报告

层号	岩土名称		层底深度 (m)	层底标高 (m)	层厚 (m)	含水率 w %	比重 Gs	重度 γ kN/m ³	干重度 γ _d kN/m ³	孔隙比 e ₀	饱和度 S _r %	液限 w _L %	塑限 w _P %	塑性指数 I _p	液性指数 I _L	剪切试验 q		压缩试验 天然		锥尖阻力 q _c MPa	侧壁摩阻力 f _s kPa	颗粒组成(%)					
																C kPa	Φ 度	a1-2 MPa ⁻¹	Es1-2 MPa			>2.0 mm	2.0 ~ 0.50 mm	0.50 ~ 0.25 mm	0.25 ~ 0.075 mm	0.075 ~ 0.005 mm	<0.005 mm
⑥	黏土	最小值	20.00	-14.69	5.70	23.7	2.75	19.23	15.22	0.663	92	37.8	19.2	17.2	0.12	58.1	12.1	0.18	8.39	2.219	96						
		最大值	20.00	-13.72	8.00	27.0	2.75	20.11	16.22	0.773	99	41.4	23.5	19.0	0.34	68.8	13.9	0.21	9.75	2.681	124						
		数据个数	6	6	6	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	6	6						
		平均值	20.00	-14.07	6.93	25.0	2.75	19.63	15.71	0.718	96	39.4	21.4	18.0	0.20	64.3	13.0	0.19	9.20	2.374	109						
		标准差				0.9		0.3	0.3	0.031	2	1.1	1.2	0.5	0.06	2.8	0.5	0.01	0.32	0.176	9						
		变异系数				0.03		0.01	0.02	0.04	0.03	0.03	0.05	0.03	0.29	0.04	0.04	0.04	0.03	0.07	0.09						
		标准值				25.3		19.54	15.61	0.729					0.22	63.3	12.8	0.19	9.1	2.229	101						

2.1.4.4 地下水流场

在监测井水样采集之前，对潜水监测井进行了全面的高程测量工作，包括监测井的 PVC 管口、原始地坪和地下水稳定水位高程，测量精确度达到 $\pm 0.001\text{m}$ 。监测井的主要特征参数和高程测量结果见表 2.1-3。

表 2.1-3 监测井的特征参数和高程测量结果（2022 年 2 月~3 月）

井号	井深 (m)	滤管范围 (m)	井口高程 (m)	相对井口的地下水埋深(m)	稳定水位高程 (m)
TDMW-1	7.5	0.5~7.0	7.42	3.27	4.15
TDMW-2	7.5	0.5~7.0	7.54	3.62	3.92
TDMW-3	7.5	0.5~7.0	7.29	3.02	4.27
TDMW-4	6.0	0.5~5.5	6.25	2.06	4.19
TDMW-5	6.0	0.5~5.5	5.54	1.14	4.4
TDMW-6	6.0	0.5~5.5	6.72	1.32	5.4
TDMW-7	6.0	0.5~5.5	6.01	1.66	4.35
TDMW-8	6.0	0.5~5.5	6.20	1.82	4.38
TDMW-9	6.0	0.5~5.5	5.59	1.14	4.45
TDMW-10	6.0	0.5~5.5	5.97	1.38	4.59
TDMW-11	6.0	0.5~5.5	6.14	1.2	4.94
TDMW-12	6.0	0.5~5.5	6.40	1.81	4.59
TDMW-13	6.0	0.5~5.5	5.79	1.13	4.66
TDMW-14	6.0	0.5~5.5	6.20	1.42	4.78
TDMW-15	6.0	0.5~5.5	6.10	1.16	4.94
TDMW-16	6.0	0.5~5.5	6.31	1.21	5.1
TDMW-17	6.0	0.5~5.5	6.51	1.46	5.05
TDMW-18	6.0	0.5~5.5	6.62	2.13	4.49
TDMW-19	6.0	0.5~5.5	6.14	1.26	4.88
TDMW-20	6.0	0.5~5.5	6.45	2.74	3.71
TDMW-21	6.0	0.5~5.5	6.50	3.03	3.47
TDMW-22	6.0	0.5~5.5	6.36	1.62	4.74
TDMW-23	6.0	0.5~5.5	6.47	1.88	4.59
TDMW-24	6.0	0.5~5.5	6.54	3.24	3.3
TDMW-25	6.0	0.5~5.5	6.13	1.32	4.81
TDMW-26	6.0	0.5~5.5	6.17	1.32	4.85
TDMW-27	6.0	0.5~5.5	5.76	1.23	4.53
TDMW-28	6.0	0.5~5.5	6.06	2.1	3.96
TDMW-29	6.0	0.5~5.5	6.09	1.14	4.95
TDMW-30	6.0	0.5~5.5	5.26	0.66	4.6
TDMWS1-2	6.0	0.5~5.5	5.97	1.55	4.42

井号	井深 (m)	滤管范围 (m)	井口高程 (m)	相对井口的地下水埋深(m)	稳定水位高程 (m)
TDMW2-2	6.0	0.5~5.5	6.08	1.75	4.33
TDMW3-2	6.0	0.5~5.5	5.94	1.85	4.09
TDMW4-2	6.0	0.5~5.5	6.04	1.55	4.49

注：本次测量使用高程为黄海高程。

本项目地块内地下水潜水的大致流向为自南向北。

2.1.5 气象气候

常州市地处北亚热带边缘，属海洋性湿润季风气候，具有明显的季风特征，气候湿和，四季分明，雨量充沛，日照充足，无霜期长。年平均气温 16.6℃，最高气温 40.1℃（2013.8.6），最低气温-8.2℃（2009.1.24）；无霜期 226 天左右；年日照时介于 1773 至 2397 小时之间。

（1）气象概况

项目采用的是常州气象站（58343）资料，气象站位于江苏省常州市，地理坐标为东经119.9781度，北纬31.8667度，海拔高度4.4米。气象站始建于1952年，1952年正式进行气象观测。以下资料根据2001-2020年气象数据统计分析。

据常州气象站气象资料统计，本地区气象要素见表2.1-4。

表 2.1-4 常州气象站常规气象项目统计（2001-2020）

统计项目		统计值	极值出现时间	极值
多年平均气温 (°C)		16.8	——	——
累年极端最高气温 (°C)		38.3	2017-07-23	40.6
累年极端最低气温 (°C)		-5.5	2016-01-24	-9.2
多年平均气压 (hPa)		1015.9	——	——
多年平均水汽压 (hPa)		16.1	——	——
多年平均相对湿度 (%)		73.7	——	——
多年平均降雨量 (mm)		1252.8	2015-06-27	243.6
灾害天气统计	多年平均沙暴日数 (d)	0.0	——	——
	多年平均雷暴日数 (d)	22.9	——	——
	多年平均冰雹日数 (d)	0.3	——	——
	多年平均大风日数 (d)	3.5	——	——

多年实测极大风速 (m/s)、相应风向	20.4	2003-07-21	27.5 SSW
多年平均风速 (m/s)	2.5	——	——
多年主导风向、风向频率	ESE 11.5%	——	——
多年静风频率 (风速 $\leq 0.2\text{m/s}$)(%)	4.2	——	——

(2) 近20年资料分析的风向玫瑰图如图2.1-2所示。

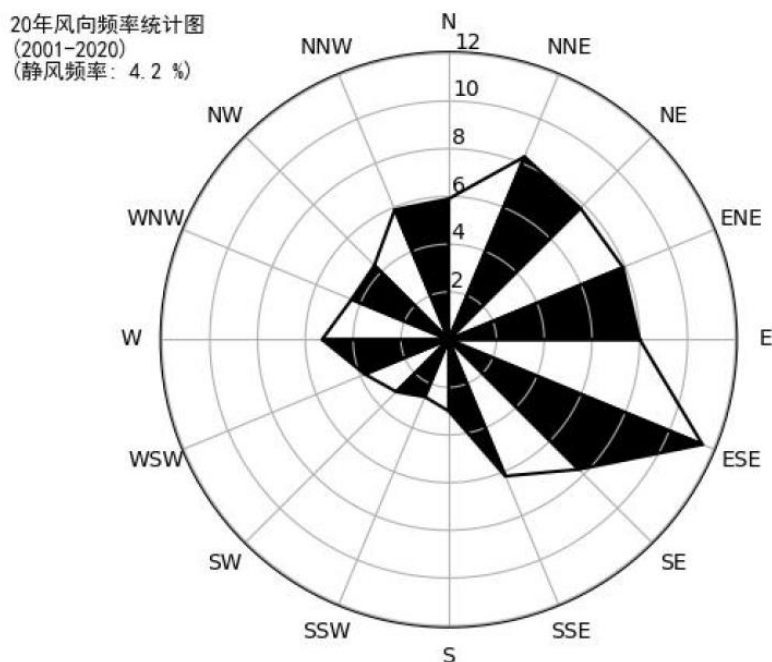


图 2.1-2 常州风向玫瑰图（静风频率 4.2%）

2.1.6 水系

常州地区河流属长江流域的太湖湖区、南溪两大水系，京杭大运河自西北向东南经市区穿越过境，由诸多北支和南支沟通长江以及洮湖、滆湖、太湖等主要湖泊，构成纵横交错的水网地区。全市境内河流纵横、大小河流 2730 余条，总长度 2540 余公里，北有长江，南有太湖和滆湖，京杭大运河自西向东斜贯城区，形成一个“北引江水，汇流运河，南注两湖”的自然水系。

长江常州段上起丹阳市交界的新六圩，下迄与江阴市交界的老桃花港，沿江岸线全长为 16.35km。其中：孢子洲夹江（新六圩至德胜河口）长 8.25km，禄安洲夹江（德胜河口至老桃花港）长 4.18km，水面宽约 500m。最大洪峰流量 $92600\text{m}^3/\text{s}$ （1954 年 8 月 2 日），最小枯季流量 $4620\text{m}^3/\text{s}$ （1979 年 1 月 31 日）。多年平均流量约 $30000\text{m}^3/\text{s}$

丰、平、枯期平均流量分别为 $68500\text{m}^3/\text{s}$ 、 $28750\text{m}^3/\text{s}$ 和 $7675\text{m}^3/\text{s}$ 。

本项目地块北侧约 105 m 处为京杭运河，京杭运河（常州段）起始新河口，终至横洛间，全长 44.7 公里，西北-东南横贯全境。长江补给水自北由新孟河、德胜河流入运河，运河水部分径流向南由扁担河、白鹤河注入太湖。运河流至河水厂附近分为南北两支，向北流入关河，约占上游来水的五分之一，其余五分之四仍由运河向下游输送，两者呈橄榄形包围城区，直至水门桥再相汇合。关河的北侧分关河水东流入北塘河，而运河南侧则有南运河、白荡河分运河水注入武宜运河。水门桥以下运河有采菱港、武进港、直湖港与太湖沟通。整个水系呈潮汐河流的特点，水流流向受太湖与运河的相对水位影响，并受水利工程的控制；通常流向是自西向东和自北向南，且落差不大，水流迟缓，有时会发生倒流。

2.2 敏感目标

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）和《建设用地土壤环境调查评估技术指南》要求，经现场实地踏勘，本项目地块及其周围区域无历史遗迹等敏感区域，500 m 范围内周边敏感目标分布分别见表 2.2-1 及图 1.1-2。

表 2.2-1 地块周边敏感目标分布情况

环境要素	敏感目标名称	方位	与地块边界距离 (m)	规模	执行标准
空气环境	正衡中学	南	133	尚未投用	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) (空气 二级标准)
	正衡中学天宁分校	西南	160	尚未投用	
	衡麓花园	西	201	1150 户	
	凤凰公园	南	390	/	
	湾城化轻宿舍	东	360	100 人	
	徐窑村	东	360	80 人	
	雕庄派出所	东南	369	50 人	
	冯家村	北	412	50 人	
水环境	京杭运河	北	105	/	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) (地

					表水Ⅳ类标准)
--	--	--	--	--	---------

根据《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》(苏政发[2020] 1号), 距离本地块最近的生态空间管控区域为宋剑湖湿地公园, 位于本地块东南侧约4.8 km处; 根据《江苏省国家级生态保护红线规划》(苏政发[2018] 74号), 距离本地块最近的国家级生态保护红线为武进溇湖省级湿地公园, 位于本地块西南侧约15.8 km处。地块周边生态空间管控区域及生态保护红线区域分布详见图2.2-2常州市生态红线区域分布图。由图可知, 本项目地块不在国家级生态保护红线和江苏省生态空间管控区域范围内。

图 2.2-2 常州市生态红线区域分布图

2.3 地块使用历史和现状

本项目地块内最早为农田、河塘；1971 年，常州石油化工厂在此建厂，本项目地块涉及常州石油化工厂西侧部分厂区，该企业生产时间为 1971 年~1998 年，主要从事重油裂解乙烷、乙烯等烷烯烃，苯乙烯、乙苯、乙二胺、二氯乙烷、破乳剂(聚氧乙烯) 等烃类及其卤化物的合成，以及合成氨的产品生产，在本项目地块内主要涉及乙二胺生产以及废水处理；1998 年，常州石油化工厂改制成立常州山峰化工有限公司，公司性质改为股份制，同年西侧厂区（包含本项目地块）停产，东侧厂区正常生产；1998 年~2003 年，西侧厂区（包含本项目地块）闲置，生产设备未拆除；2003 年，西侧厂区（包含本项目地块）连同厂区内所有设备均被抵押给常州通达建材有限公司，该企业生产时间为 2003 年~2016 年，主要从事混凝土排水管和预应力管桩的生产，本项目地块内为常州通达建材有限公司南侧厂区，主要涉及生产车间和产品堆场，该企业于 2016 年上半年停产并拆除生产设备，厂区构筑物未拆除；2016 年~2020 年，该地块处于闲置状态，构筑物未拆除；2020 年，该企业厂区构筑物已全部拆除，地块内东南角区域浇筑了临时停车场；2021 年至今该地块内大部分区域为闲置空地，东南角区域为临时停车场，疫情期间用于外来车辆停放，现主要用于旅游客车停放。

2.4 相邻地块的使用历史和现状

2.4.1 相邻地块使用历史及变迁

本项目地块周边历史上最早为村庄、农田及河塘，后续地块及周边建设了工业企业。地块外邻近的工业企业为东侧紧邻常州山峰化工有限公司（原常州石油化工厂东厂区）；南侧紧邻常州河鸿环保科技有限公司；西侧紧邻常州豪顺纺织有限公司；北侧为常州通达建材有限公司北侧厂区（原常州石油化工厂西北厂区），目前地块周边工业企业均已拆迁。调查到的地块周边最早历史影像图为 1966 年，此时地块周边均为农田和河塘；1991 年历史影像图显示，此时地块周围已形成工业和住宅混合区域，地块北侧及地块东侧均为工业企业，为常州石油化工厂，地块南侧已经建设为村庄；2002 年历史影像图显示，地块北侧和东侧变化不大，仍为常州石油化工厂，地块南侧仍为村庄，地块西侧建设了工业企业，为常州豪顺纺织有限公司；2007 年历史影像图显示，相邻的企业主要有常州山峰化工有限公司、常州豪顺纺织有限公司、常州市优胜化工厂、常州河鸿环保科技有限公司，村庄陈家塘位于地块西侧及南侧；2007~2016 年间地块周边无明显变化；2017 年地块东侧常州山峰化工有限公司完全拆除；2018 年间，地块外豪顺纺织及陈家塘完成拆迁工作；2019~2020 年间地块外常州河鸿环保科技有限公司、常州市优胜化工厂、常州通达建材有限公司北侧厂区也陆续完成拆除，常州通达建材有限公司北侧厂区处新建凤凰岛北路，路以北新建京杭大运河绿化廊道（环岛路公园）；2022 年间，地块东侧部分区域及南侧部分区域已建设为临时停车场。

2.4.2 相邻地块现状

本项目地块外东侧为临时停车场和闲置空地；南侧为临时停车场和闲置空地；西侧为闲置空地；北侧为凤凰岛北路，隔路为京杭大运河廊道（环岛路公园）。

2.5 地块规划

本项目地块原为工业用地,根据《天宁区雕庄街道用地规划图》,本项目地块拟规划用地性质包含商住混合用地和道路用地,以商住混合用地为主,涉及商住混合用地面积为 28905 m²,涉及道路用地面积为 2640 m²,其中商住混合用地用地属于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600—2018)中第一类用地,道路用地属于第二类用地,具体规划图见图 2.5-1。

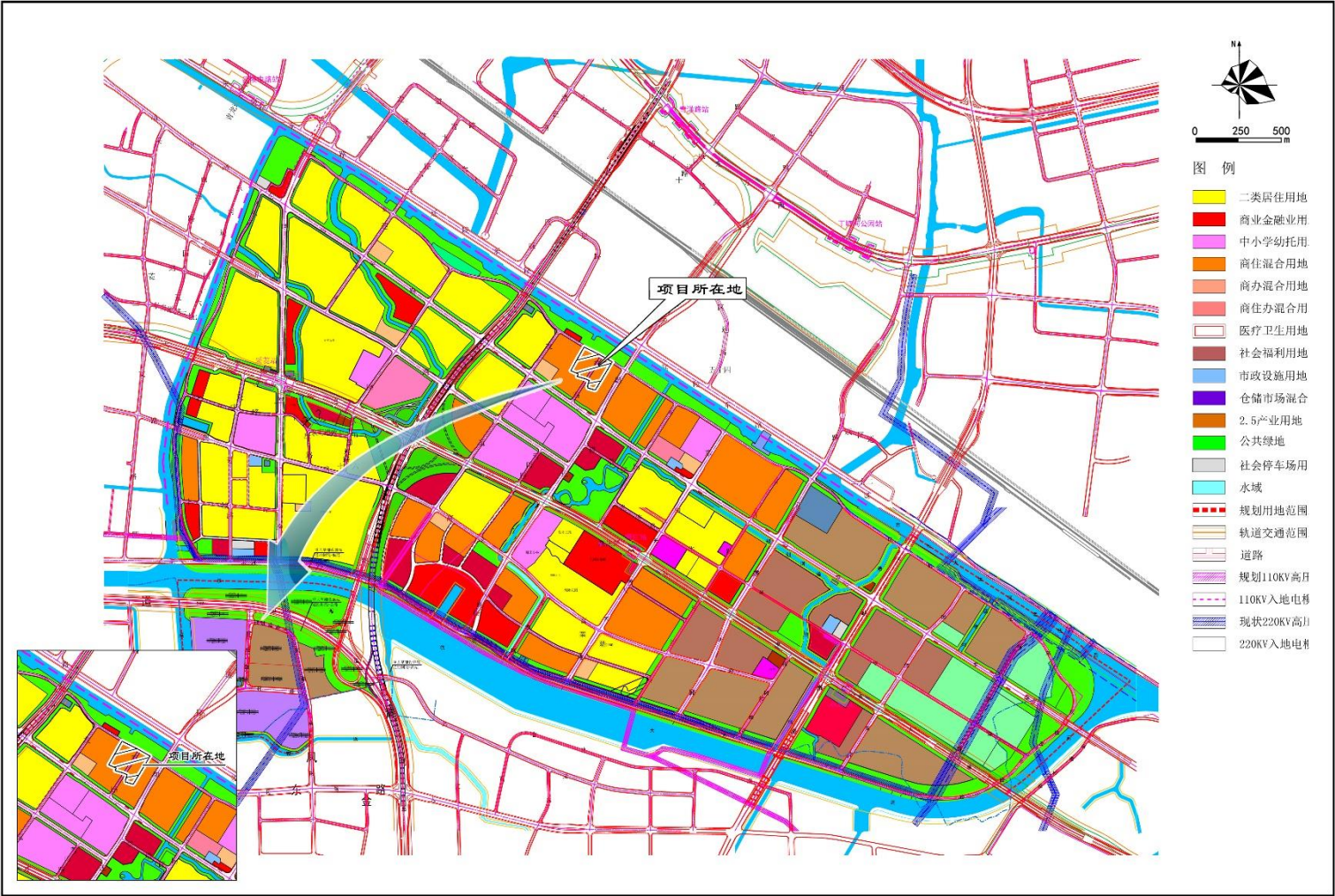


图 2.5-1 地块用地规划图

3 地块污染识别

3.1 地块内企业原生产情况

地块历史上以工业企业为主，涉及常州石油化工厂西侧部分厂区和常州通达建材有限公司南侧厂区，具体企业基本信息见表 3.1-1。

表 3.1-1 地块内涉及企业基本信息表

序号	企业名称	生产时间	关闭时间	经营范围
1	常州石油化工厂	1971 年	1998 年	主要从事重油裂解乙烷、乙烯等烷烯烃，苯乙烯、乙苯、乙二胺、二氯乙烷、破乳剂(聚氧乙烯) 等烃类及其卤化物的合成，以及合成氨的产品生产，在本项目地块内主要涉及乙二胺生产以及废水处理
2	1998 年~2003 年			地块处于闲置状态
3	常州通达建材有限公司	2003 年	2016 年	混凝土排水管和预应力管桩的生产，在本项目地块内主要涉及生产车间和产品堆场
4	2016 年至今			地块处于闲置状态，东南角区域为临时停车场

3.2 地块周边的影响分析

本项目地块周边历史上最早为村庄、农田及河塘，后续地块及周边建设了工业企业。地块外邻近的工业企业为东侧紧邻常州山峰化工有限公司（原常州石油化工厂东厂区）；南侧紧邻常州河鸿环保科技有限公司；西侧紧邻常州豪顺纺织有限公司；北侧为常州通达建材有限公司北侧厂区（原常州石油化工厂西北厂区），目前地块周边工业企业均已拆迁。地块周边涉及企业基本信息见表 3.2-1，本项目地块周边企业布局图见图 3.2-1。

表 3.2-1 地块周边涉及企业基本信息表

序号	企业名称	生产时间	关闭时间	经营范围	位置关系
1	常州石油化工厂	1971年	1998年	主要从事重油裂解乙烷、乙烯等烷烯烃，苯乙烯、乙苯、乙二胺、二氯乙烷、破乳剂(聚氧乙烯)等烃类及其卤化物的合成，以及合成氨的产品生产， 在本项目地块内主要涉及乙二胺生产以及废水处理	调查地块为常州石油化工厂西南角部分区域
2	常州山峰化工有限公司	1998年	2016年	乙二胺四乙酸二钠、乙二胺四乙酸四钠、乙二胺四乙酸铁钠盐、N-乙基乙二胺、聚酰胺树脂、环氧树脂固化剂、轻乙基咪唑酮、各类螯合剂、三乙烯二胺、聚氨酯助剂、纺织助剂、重油裂解乙烷、乙烯等烷烯烃，苯乙烯、乙苯、乙二胺、二氯乙烷、破乳剂(聚氧乙烯)等烃类及其卤化物的合成，以及合成氨的产品生产	地块东侧， 紧邻
3	常州通达建材有限公司	2003年	2016年	混凝土排水管和预应力管桩的生产， 在本项目地块内主要涉及生产车间和产品堆场	调查地块为常州通达建材有限公司南侧厂区
4	常州河鸿环保科技有限公司	2006年	2019年	FJ-01 型金属清洗剂生产	地块南侧， 紧邻
5	常州豪顺纺织有限公司	2002年	2017年	灯芯绒胚布生产	地块西侧， 紧邻
6	常州市优胜化工厂	2002年	2019年	主要从事粘合剂、精馏甲醇、精馏乙醇、醋酸胺、光刻胶引发剂、马来酸二甲酯、马来酸二乙酯、丁二酸二甲酯、丁二酸二乙酯的生产	地块西侧， 距离 10m



图 3.2-1 本项目地块周边企业大致布局图（2007 年 10 月 15 日）

3.3 第一阶段土壤污染状况调查总结

3.3.1 污染识别汇总

根据对本项目地块内企业生产工艺衍变、用地历史变迁、地块布局现状、原辅料及中间产物等资料的收集分析，对本地块污染源、污染类型、污染途径进行了识别。通过污染识别，本项目主要污染源为石油化工厂生产期间及拆除期间的扰动造成的土壤和地下水污染；主要污染途径为垂直入渗、降雨淋溶、地表径流、人为扰动。

综合地块内主要污染类型、污染物毒性情况，本地块土壤及地下水中的主要特征污染因子为酸碱性 pH 值、石油烃（C₁₀-C₄₀）、氨氮、乙二胺、环氧乙烷、环氧丙烷、锌、硫化物、硫酸盐、氯化物、挥发酚、苯酚、氰化物、钒、镍、砷、铅、萘、2-甲基萘、茈、茈烯、茈、菲、茈、茈萘、茈、茈并(a)萘、茈并(b)茈萘、茈并(k)茈萘、茈并(a)茈、二茈并(a,h)萘、茈并(1,2,3-cd)茈、茈并(g,h,i)茈、二(2-氯乙基)醚、二茈并呋喃、呋唑、茈、茈苯、茈苯、茈苯、间&对-二甲苯、邻-二甲苯、1,2,4-三甲基苯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、1,1-二氯丙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯仿。

3.3.2 第一阶段调查结论

根据资料收集、现场踏勘及人员访谈的情况，本项目地块现场已完全平整，历史上为常州石油化工厂和常州通达建材有限公司，生产期间及拆除期间可导致本地块污染，且东侧临近的山峰化工为化工污染地块。考虑到收集地块信息及现场踏勘的不确定性，故本次拟开展第二阶段土壤污染状况调查，并采取详细调查的方式进行系统布点，以此全面了解地块污染状况。

4 地块调查情况

根据《省生态环境厅关于再次征求建设用地土壤污染风险管控和修复报告评审等相关制度文件意见的函》（苏环便函〔2022〕1085号）：

详细采样分析阶段：

1. 存在下列情况之一的，应启动详细采样分析，对调查区域加密布点检测，采样网格不宜大于 $20\text{m} \times 20\text{m}$ 。

（1）对初步采样分析土壤检出污染物单项污染指数（污染物含量/筛选值）排序，前3项无机污染物综合污染指数大于等于2，或前3项有机污染物综合污染指数大于等于1；

（2）工业利用时间大于等于30年，或已有基础信息表明土壤或地下水曾受到过污染，或该企业生产过程中发生过化学品泄露或环境污染事件的地块。

2. 以确定污染区域边界为目的布点调查，边界非污染点位距离污染点位距离不宜大于10m。

3. 原则上地下水监测井设置网格不大于 $80\text{m} \times 80\text{m}$ ，存在非水溶性污染物或需确定重度污染区和污染边界时，监测网格不宜大于 $40\text{m} \times 40\text{m}$ 。

根据地块现状，并根据地块历史使用情况（该地块原为常州石油化工厂部分区域）。根据《建设用地土壤环境调查评估技术指南》及《省生态环境厅关于再次征求建设用地土壤污染风险管控和修复报告评审等相关制度文件意见的函》（苏环便函〔2022〕1085号），进行土壤和地下水采样点位设置。采样点布设数量原则如下：

（1）本项目地块采用系统布点法以及专业判断布点法进行点位布设。

（2）地块详细调查布点原则为：所有区域土壤点每 400m^2 不少于1个，地下水采样点位数每 1600m^2 不少于1个。本项目地块内第一轮计划布设土壤采样点80个，地下水潜水采样点30个，根据第一

轮调查结果进行后续加密布点采样。

本次地块调查共分为五轮采样，地块内共布设 237 个采样点（土壤采样点 182 个、地下水潜水采样点 45 个和地下水承压水采样点 10 个），布点情况汇总见下表 4.1-1。

表 4.1-1 五轮布点情况汇总

轮数	土壤采样点					地下水潜水采样点		地下水承压水采样点
	3.0m	4.5m	6.0m	7.5m	13m	6.0m	7.5m	13m
第一轮	/	/	72	8	/	27	3	/
第二轮	/	/	42	/	/	/	/	/
第三轮	22	4	3	/	/	/	/	/
第四轮	/	4	/	/	4	4	/	4
第五轮	/	/	16	7	/	6	5	6
合计	182					45		10

4.2 分析检测情况

4.2.1 检测项目

本项目地块的特征因子包括 pH 值、石油烃（C₁₀-C₄₀）、氨氮、乙二胺、环氧乙烷、环氧丙烷、锌、硫化物、硫酸盐、氯化物、挥发酚、苯酚、氰化物、钒、镍、砷、铅、镉、2-甲基萘、萘、萘烯、茚、菲、芘、荧蒽、蒽、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、苯并(g,h,i)芘、二(2-氯乙基)醚、二苯并呋喃、呋喃、苯、甲苯、乙苯、间&对-二甲苯、邻-二甲苯、1,2,4-三甲基苯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、1,1-二氯丙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯仿。

1、实验室分析项目

本次地块调查考虑到地块历史资料收集的局限性、有效性和地块调查的不确定性，因此本地块检测项目既要涵盖本地块特征污染物，又要对地块污染有全面的了解，具有针对性和全面性。本次调查检测项目如下：

(1) 基本项目：《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》中“表 1 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（基本项

目）45 项指标”和“表 2 所列其他检测项目（有机农药类、多氯联苯、多溴联苯和二噁英类除外）”、pH、石油烃（C₁₀-C₄₀）；

（2）其他特征污染物：《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》中“表 2 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（其它项目）”中的地块特征污染物、国内外已有检测方法的特征污染物及有实验室内部方法的特征污染物，本地块考虑 2-甲基萘、萘、萘烯、蒽、菲、芘、荧蒽、苯并(g,h,i)花、1,2,4-三甲基苯、1,1-二氯丙烯、二（2-氯乙基）醚、二苯并呋喃、咔唑、乙二胺（全扫描）、锌、环氧乙烷、环氧丙烷、氨氮、硫化物、硫酸盐、氯化物、挥发酚、苯酚、氰化物、钴、钒。

具体见表 4.2-1。

表 4.2-1 检测指标确定信息

类别	最终检测项目	
	基本项目	其他特征污染物
土壤实验室检测项目	重金属 7 项为（铜、镍、铅、镉、砷、汞、六价铬），VOC 和 SVOC 检测 GB36600-2018 表 1 中 38 项和表 2 中 14 项因子、石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）、总有机质、pH	2-甲基萘、萘、萘烯、蒽、菲、芘、荧蒽、苯并(g,h,i)花、1,2,4-三甲基苯、1,1-二氯丙烯、二（2-氯乙基）醚、二苯并呋喃、咔唑、乙二胺（全扫描）、锌、环氧乙烷、环氧丙烷、氨氮、苯酚、氰化物、钴、钒
地下水实验室检测项目		2-甲基萘、萘、萘烯、蒽、菲、芘、荧蒽、苯并(g,h,i)花、1,2,4-三甲基苯、1,1-二氯丙烯、二（2-氯乙基）醚、二苯并呋喃、咔唑、乙二胺（全扫描）、锌、环氧乙烷、环氧丙烷、氨氮、硫化物、硫酸盐、氯化物、挥发酚、苯酚、氰化物、钴、钒
土壤现场检测项目	挥发性气体半定量分析（PID 便携式光离子化检测仪）、X 射线荧光光谱分析（XRF 便携式重金属分析仪）	
地下水现场检测项目	井深（m）、水位（m）、水温（℃）、pH 值（无量纲）、电导率（μs/cm）、DO（mg/L）、氧化还原电位（mV）	

2、现场检测项目

土壤检测项目：挥发性气体半定量分析（PID 便携式光离子化检测仪）、重金属测试（XRF-X 射线荧光光谱仪）。

地下水检测项目：水位、水温、pH 值、电导率、溶解氧、氧化还原电位等。

4.3 调查结果

4.3.1 土壤

土壤污染状况调查共布设土壤采样点 182 个（其中土孔采样点 147 个，土孔/监测井采样点 35 个），除对照点外，共采集 2093 个土壤样品（不含平行样），送检 1072 个土壤样品（不含平行样），分析检测 1072 个土壤样品（不含平行样品）。共检测土壤因子 79 种（不含 pH），检出土壤因子 53 种，检出率 67.1%；取得 10010 个土壤检测因子检出数据，其中 75 个超标数据，数据超标率为 0.75%；其中 32 个点位超标，点位超标率 17.6%，超标深度为 0~3 m。地块土壤污染状况调查的土壤中检出因子含量范围见表 4.3-1。

表 4.3-1 地块内土壤中检出因子含量范围

检出因子	含量范围 (mg/kg)	检出样 本数 (个)	第一类用地筛 选值标准 (mg/kg)	超标个 数 (个)	检出样 本超标 率	最大 超标 倍数
铜	8~316	1072	2000	-	-	-
镍	9~107	1072	150	-	-	-
铅	9.4~148	1072	400	-	-	-
镉	0.01~1.08	1072	20	-	-	-
砷	3.15~18.8	1072	20	-	-	-
汞	0.012~0.95	1072	8	-	-	-
六价铬	0.5~2.1	39	3	-	-	-
石油烃 (C₁₀~C₄₀)	6~2460	1011	826	7	0.69%	1.98
苯	0.002~3.47	34	1	1	2.94%	2.47
甲苯	0.0015~5.7	41	1200	-	-	-
乙苯	0.0013~2.64	35	7.2	-	-	-
间二甲苯+对二甲苯	0.0012~2.38	37	163	-	-	-
苯乙烯	0.0026~2.68	16	1290	-	-	-
邻二甲苯	0.0015~1.17	36	222	-	-	-
1,2,4-三甲基苯	0.0017~0.85	33	102*	-	-	-
1,2-二氯丙烷	0.0139~0.27	2	1	-	-	-
1,2-二氯乙烷	0.0043~0.158	11	0.52	-	-	-
1,2,3-三氯丙烷	0.11~0.115	2	0.05	2	100%	1.3
顺-1,2-二氯乙烯	0.0027~0.0217	4	66	-	-	-
三氯乙烯	0.0075~0.0311	4	0.7	-	-	-

检出因子	含量范围 (mg/kg)	检出样 本数 (个)	第一类用地筛 选值标准 (mg/kg)	超标个 数 (个)	检出样 本超标 率	最大 超标 倍数
四氯乙烯	0.0131~0.0987	6	11	-	-	-
氯苯	0.0013~0.236	18	68	-	-	-
1,4-二氯苯	0.0017~0.114	4	5.6	-	-	-
1,2-二氯苯	0.0017~0.156	16	560	-	-	-
2,4,6-三氯苯酚	ND~0.1	1	39	-	-	-
苯	0.1~99.7	111	25	3	2.7%	2.99
2-甲基苯	0.08~31.9	82	141*	-	-	-
萘烯	0.1~18.9	111	2120*	-	-	-
萘	0.1~26.9	47	2120*	-	-	-
芴	0.08~10.9	66	1410*	-	-	-
菲	0.1~40	146	1060*	-	-	-
荧蒽	0.2~13.2	120	1410*	-	-	-
芘	0.1~52.5	191	1060*	-	-	-
苯并(a)蒽	0.1~10.3	132	5.5	4	3.03%	0.87
蒽	0.1~12.8	160	490	-	-	-
苯并(b)荧蒽	0.2~8	95	5.5	4	4.21%	0.45
苯并(k)荧蒽	0.1~7.3	100	55	-	-	-
苯并(a)芘	0.1~12.1	141	0.55	43	30.5%	21
茚并(1,2,3-cd)芘	0.1~11.7	105	5.5	2	1.9%	1.13
二苯并(a,h)蒽	0.06~3.8	56	0.55	9	16.07%	5.91
苯并(g,h,i)芘	0.1~10.4	111	1060*	-	-	-
邻苯二甲酸丁苄酯	0.2~3.7	4	312	-	-	-
邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	0.4~6.7	12	42	-	-	-
邻苯二甲酸二正辛酯	0.3~1.4	2	390	-	-	-
二(2-氯乙基)醚	0.25~0.29	2	0.47*	-	-	-
苯胺	0.2~0.3	2	92	-	-	-
二苯并呋喃	0.09~1.91	9	31*	-	-	-
咔唑	0.1~1.2	19	26.8**	-	-	-
氮氮	0.19~320	132	960**	-	-	-
钴	5.53~19.3	132	20	-	-	-
钒	25.8~53.3	132	165	-	-	-
苯酚	ND~0.1	2	10000**	-	-	-
锌	54~152	6	10000*	-	-	-

注：①“*”表示参照深圳市地方标准《建设用地土壤污染风险值和管制值(DB4403/T67-2020)》中第一类用地筛选值标准；②“**”表示参照河北省地方标准《建设用地土壤污染风险筛选值(DB 13/T 5216-2022)》中第一类用地筛选值标准；③“***”表示采用我国《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)推导出的保护人体健康的土壤筛选值进行评价。

4.3.2 地下水

(1)地下水潜水（6.0~7.5m）

地块调查共布设 45 个地下水潜水采样点，共采集 45 个地下水（不含平行样），送检 45 个水样（不含平行样），分析检测 45 个地下水样品（不含平行样）。共检测地下水因子 87 种（含 pH），检出地下水因子 46 种，检出率 52.9%；取得 545 个地下水检测因子检出数据，其中 18 个超标数据，数据超标率为 3.3%；其中 18 个超标点位，点位超标率 40%，地块潜水地下水中检出因子浓度范围见表 4.3-2。

表 4.3-2 地块内地下水潜水检出因子浓度范围

检出因子	浓度范围 ($\mu\text{g/L}$)	检出样本数 (个)	地下水质量标准 IV类标准值 ($\mu\text{g/L}$)	超标 个数 (个)	检出 样本 超标 率	最大 超标 倍数
pH（无量纲）	6.6~9.3	45	5.5-9.0	2	4.44%	0.03
铜	0.26~38	22	1500	-	-	-
镍	2.54~87.8	37	100	-	-	-
铅	0.11~2.98	16	100	-	-	-
镉	0.05~0.7	20	10	-	-	-
砷	0.3~40	39	50	-	-	-
石油烃 ($\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$) (mg/L)	0.05~0.54	45	0.6 [^]	-	-	-
苯	1.5~114	5	120	-	-	-
甲苯	1.6~139	4	1400	-	-	-
乙苯	0.9~156	8	600	-	-	-
间二甲苯+对 二甲苯	5.7~145	5	1000（二甲苯总 和）	-	-	-
苯乙烯	3.8~37.2	4	40	-	-	-
邻二甲苯	1.5~134	7	1000	-	-	-
1,2,4-三甲基苯	0.9~23.4	7	94200 ^{^^}	-	-	-
1,1-二氯乙烷	1.3~1.3	1	230 [^]	-	-	-
1,1-二氯乙烯	4.4~4.4	1	60	-	-	-
反-1,2-二氯乙 烯	1.1~1.1	1	60（1,2-二氯 乙烯总和）	-	-	-
顺-1,2-二氯乙 烯	2~21.9	3		-	-	-
三氯乙烯	1.4~1.4	1	210	-	-	-
四氯乙烯	1.6~1.6	1	300	-	-	-
1,2-二氯乙烷	1.5~28.2	11	40	-	-	-
萘	0.09~0.09	1	600	-	-	-
茈	0.022~0.71	2	/	-	-	-
二氢茈	0.153~0.736	2	/	-	-	-

芴	0.273~1.28	2	/	-	-	-
菲	0.019~0.472	3	/	-	-	-
荧蒽	0.039~1.46	3	480	-	-	-
芘	0.036~1.21	3	/	-	-	-
苯并(a)蒽	0.093~0.407	2	4.8^	-	-	-
蒽	0.047~0.218	2	480^	-	-	-
苯并(b)荧蒽	0.112~0.152	2	8	-	-	-
苯并(k)荧蒽	0.162~0.37	2	48^	-	-	-
苯并(a)芘	0.02~0.447	2	0.5	-	-	-
茚并(1,2,3-c,d)芘	0.012~0.204	2	4.8^	-	-	-
二苯并(a,h)蒽	0.02~0.037	2	0.48^	-	-	-
苯并(g,h,i)芘	0.153~0.396	2	/	-	-	-
2-甲基萘	0.9~0.9	1	/	-	-	-
二(2-氯乙基)醚	5~6.4	2	6010**	-	-	-
卡唑	1.7~5.6	2	/	-	-	-
挥发酚 (mg/L)	0.0005~0.0009	2	0.01	-	-	-
硫酸根离子 (mg/L)	19~589	45	350	8	17.8%	0.68
氯离子(mg/L)	13.3~402	45	350	2	4.44%	0.15
氨氮(mg/L)	0.031~11.2	42	1.5	8	19%	6.47
钴	0.08~17.5	45	100	-	-	-
钒	0.18~45.1	45	3900^	-	-	-
锌	3.83	1	5000	-	-	-

注：①“^”表示参照上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标；②“^^”表示采用我国《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）推导出的保护人体健康的土壤筛选值进行评价；③“/”表示无相应标准。

(2)地下水承压水（13.0m）

本次地块调查共布设 10 个地下水承压水采样点，共采集 10 个地下水（不含平行样），送检 10 个水样（不含平行样），分析检测 10 个地下水样品（不含平行样）。共检测地下水因子 83 种（含 pH），检出地下水因子 13 种，检出率 15.7%；取得 113 个地下水检测因子检出数据，所检因子浓度均低于《地下水质量标准》中Ⅳ类标准。地块深井地下水中检出因子浓度范围见表 4.3-3。

表 4.3-3 地块内地下水承压水检出因子浓度范围

检出因子	浓度范围 ($\mu\text{g/L}$)	检出样本数 (个)	地下水质量标准IV类标准值 ($\mu\text{g/L}$)
pH (无量纲)	6.9~8.2	10	5.5-9.0
铜	1.43~5.22	6	1500
镍	1.63~14	10	100
铅	0.16~2.63	9	100
镉	0.06~0.11	4	10
砷	6.7~31.8	10	50
石油烃 ($\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$) (mg/L)	0.1~0.4	10	0.6 [^]
硫酸根离子 (mg/L)	19~317	9	350
氯离子 (mg/L)	13.3~44	10	350
氨氮 (mg/L)	0.058~1.03	9	1.5
钴	0.25~5.06	10	100
钒	0.18~2.78	10	3900 [^]
锌	22.1~42.4	6	5000

注：“[^]”表示参照上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标。

4.4 超标情况汇总

4.4.1 土壤

地块土壤污染状况调查的 182 个土壤采样点，其中 32 个超标点位，点位超标率 17.6%。土壤采样点超标点位情况统计见下表 4.4-1。

表 4.4-1 土壤超标点位汇总表

序号	点位	点位所在位置（石油化工厂）	样品深度（m）	超标情况				底部送检样品深度（m）	底部样品是否超标
				超标因子	检出浓度（mg/kg）	第一类用地筛选值（mg/kg）	是参考标准的倍数		
1	TDSB-6	污水处理站	1.0-1.5	苯并(a)芘	2.6	0.55	4.73	5.5-6.0	否
2	TDSB-8	包装间	0.5-1.0	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	2460	826	2.98	5.5-6.0	否
3	TDSB-12	污水处理站	0.5-1.0	苯并(a)芘	0.8	0.55	1.45	5.5-6.0	否
			1.0-1.5	苯并(a)芘	1.4	0.55	2.55		
4	TDSB-20	乙二胺生产车间	1.0-1.5	苯并(a)芘	1.4	0.55	2.55	5.5-6.0	否
5	TDSB-32	一车间	0.5-1.0	苯并(a)芘	2.4	0.55	4.36	5.5-6.0	否
				二苯并(a,h)蒽	0.6	0.55	1.09		
6	TDMW-4	厂区空地	0.5-1.0	苯并(a)芘	1	0.55	1.82	5.5-6.0	否
7	TDMW-5	污水处理站	0-0.5	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	1110	826	1.34	5.5-6.0	否
				苯并(a)芘	5.5	0.55	10		
				二苯并(a,h)蒽	0.6	0.55	1.09		
			0.5-1.0	苯并(a)芘	1.9	0.55	3.45		
			1.0-1.5	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	1250	826	1.51		
				苯并(a)芘	3	0.55	5.45		
8	TDMW-6	污水处理站	0-0.5	苯	3.47	1	3.47	5.5-6.0	否
				1,2,3-三氯丙烷	0.115	0.05	2.3		
			0.5-1.0	苯并(a)芘	3.2	0.55	5.82		
9	TDMW-14	污水处理站	1.0-1.5	苯并(a)芘	0.6	0.55	1.09	5.5-6.0	否
10	TDMW-20	原农田	0-0.5	苯并(a)芘	1.3	0.55	2.36	5.5-6.0	否
11	TDMW-24	原农田	1.0-1.5	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	1060	826	1.28	5.5-6.0	否
				苯并(a)芘	2.3	0.55	4.18		
				二苯并(a,h)蒽	0.85	0.55	1.55		
12	JMSB-3	污水处理站	0.5-1.0	苯并(a)芘	3.1	0.55	5.64	5.5-6.0	否
			1.0-1.5	苯并(a)芘	2.8	0.55	5.09		
				二苯并(a,h)蒽	0.9	0.55	1.64		
13	JMSB-4	包装间	0.5-1.0	苯并(a)芘	3.8	0.55	6.91	5.5-6.0	否
				二苯并(a,h)蒽	1.5	0.55	2.73		
14	JMSB-7	污水处理站	0-0.5	苯并(b)荧蒽	6	5.5	1.09	5.5-6.0	否
				苯并(a)芘	7.7	0.55	14		

原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域）土壤污染风险评估报告

				二苯并(a,h)蒽	1.3	0.55	2.36		
			0.5-1.0	萘	27.4	25	1.1		
				苯并(a)蒽	6.3	5.5	1.15		
				苯并(a)芘	6.7	0.55	12.18		
				二苯并(a,h)蒽	1.1	0.55	2		
15	JMSB-8	污水处理站	0-0.5	苯并(a)芘	0.9	0.55	1.64	5.5-6.0	否
			0.5-1.0	苯并(a)芘	3	0.55	5.45		
16	JMSB-9	包装间	0-0.5	石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	1030	826	1.25	5.5-6.0	否
17	JMSB-15	污水处理站	0-0.5	苯并(a)芘	0.8	0.55	1.45	5.5-6.0	否
			0.5-1.0	苯并(a)芘	1.1	0.55	2		
18	JMSB-27	原农田	0-0.5	苯并(a)芘	1.1	0.55	2	5.5-6.0	否
			0.5-1.0	石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	1210	826	1.46		
				萘	42.6	25	1.7		
				苯并(a)蒽	10	5.5	1.82		
				苯并(b)荧蒽	8	5.5	1.45		
				苯并(a)芘	11	0.55	20		
				茚并(1,2,3-cd)芘	6.2	5.5	1.13		
				二苯并(a,h)蒽	2.2	0.55	4		
19	JMSB-28	原农田	1.0-1.5	苯并(b)荧蒽	7.6	5.5	1.38	5.5-6.0	否
				苯并(a)芘	12.1	0.55	22		
				茚并(1,2,3-cd)芘	11.7	5.5	2.13		
				二苯并(a,h)蒽	3.8	0.55	6.91		
			2.5-3.0	苯并(a)芘	2.2	0.55	4		
20	JMSB-43	原农田	0.5-1.0	苯并(a)芘	1.9	0.55	3.45	4.0-4.5	否
21	JMSB-44	原农田	0-0.5	苯并(a)芘	1.1	0.55	2	4.0-4.5	否
22	JMSB-45	原农田	1.0-1.5	苯并(a)芘	0.6	0.55	1.09	4.0-4.5	否
23	JMSB-55	污水处理站	0-0.5	苯并(a)芘	1.1	0.55	2	2.5-3.0	否
			1.0-1.5	苯并(a)芘	2.2	0.55	4		
24	JMSB-59	污水处理站	1.0-1.5	石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	1150	826	1.39	2.5-3.0	否
25	JMSB-60	污水处理站	0.5-1.0	苯并(a)芘	0.8	0.55	1.45	5.5-6.0	否
			2.5-3.0	苯并(a)芘	3.5	0.55	6.36		
26	JMSB-61	污水处理站	0-0.5	苯并(a)芘	1.5	0.55	2.73	5.5-6.0	否
			0.5-1.0	苯并(a)芘	3	0.55	5.45		
			1.0-1.5	苯并(a)芘	1.4	0.55	2.55		
			2.5-3.0	苯并(a)蒽	7.3	5.5	1.33		
				苯并(a)芘	3.3	0.55	6		
27	JMSB-62	污水处理	0.5-1.0	苯并(a)芘	3.2	0.55	5.82	2.5-3.0	否

原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域）土壤污染风险评估报告

		站	1.0-1.5	1,2,3-三氯丙烷	0.11	0.05	2.2		
28	JMSB-63	污水处理站	0-0.5	苯并(a)芘	2.8	0.55	5.09	2.5-3.0	否
29	JMSB-68	污水处理站	2.5-3.0	苯并(a)芘	0.6	0.55	1.09	5.5-6.0	否
30	JMSB-69	污水处理站	0.5-1.0	萘	99.7	25	3.99	2.5-3.0	否
				苯并(a)蒽	10.3	5.5	1.87		
				苯并(b)荧蒽	6.7	5.5	1.22		
				苯并(a)芘	5	0.55	9.09		
31	JMSB-72	原农田	1.0-1.5	苯并(a)芘	2.7	0.55	4.91	4.0-4.5	否
32	BCSB-17	原农田	0.5-1.0	苯并(a)芘	0.6	0.55	1.09	5.5-6.0	否

4.4.2 地下水

(1)地下水潜水（6.0m/7.5m）

地块土壤污染状况调查的 45 个地下水潜水采样点中，TDMW-17（深度 6.0m）检出 pH 为 9.3 和 TDMW-18（深度 6.0m）检出 pH 为 9.2，偏碱性，存在 16 个点位一般化学指标超标（硫酸根离子、氯离子、氨氮），其他点位检出数据均不超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅳ类标准值及其它相应标准，具体超标情况见表 4.4-2。

表 4.4-2 地块地下水超标点位超标情况

点位	点位所在位置（石油化工厂）	超标因子
TDMW-3	储罐区附近	硫酸根离子、氨氮
TDMW-4	厂区空地	硫酸根离子、氨氮
TDMW-15	乙二胺车间内	硫酸根离子
TDMW-16	污水处理站附近	硫酸根离子
TDMW-25	一车间附近	硫酸根离子
TDMW-26	一车间附近	硫酸根离子
BCMw-6	包装间内	硫酸根离子
BCMw-8	农田区域	硫酸根离子
TDMW-11	乙二胺车间附近	氯离子
TDMW-12	乙二胺车间附近	氯离子
TDMW-6	储罐区附近	氨氮
TDMW-7	厂区空地	氨氮
TDMW-8	污水处理站附近	氨氮
TDMW-17	储罐区内	氨氮
BCMw-3	储罐区内	氨氮
BCMw-5	包装间附近	氨氮

(2)地下水承压水（13.0m）

地块土壤污染状况调查的 10 个地下水承压水采样点中，所检地下水污染物浓度均不超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅳ类标准值及其它相应标准。

5 危害识别

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019），污染地块风险评估程序是一个多层次定性与定量的评估体系，也是一个概念模型与描述污染物运移的分析模型及暴露模型的综合体系。本次针对超过土壤和地下水筛选值的污染物启动风险评价工作，根据地块污染物及污染分布特征、水文地质条件等实际情况，构建地块暴露评估概念模型，应用生态环境部南京环境科学研究所和浙江大学环境健康研究所研发的《污染场地风险评估电子表格》计算不同暴露途径下土壤和地下水污染物的致癌风险和非致癌危害商，并对地块土壤和地下水污染物进行风险控制值计算。结合我国的土壤和地下水质量标准值，确定最终的修复目标值，给出其修复范围，并估算修复方量。

《污染场地风险评估电子表格》可以计算不同污染场地的风险控制值和筛选值，为污染场地筛选和修复提供指导。软件适用于污染场地人体健康风险评估和污染场地筛选值的查询和土壤和地下水风险控制值的确定。

软件依据的数据库是筛选值数据库、污染物数据库。其中筛选值数据库包括国家、北京、上海、重庆、浙江、珠三角的标准，评估对象是污染土壤和地下水，适用于第一层次风险评估。污染物数据库涵盖了各种重金属、VOCs、SVOCs 的理化性质与毒理性质，如亨利常数、分配系数、扩散系数、致癌风险、参考剂量等，用于第二层次以上的风险评估。其他如污染区参数、土壤性质参数、受体暴露参数等，来源于污染场地风险评估技术国家导则。



图 5-1 《污染场地风险评估电子表格》启动界面示意图

危害识别是人体健康风险评估过程的第一个步骤，主要根据搜集到的调查地块污染基本信息和污染物检测信息，依据相关原则筛选出该污染区域中风险评估关注污染物，作为开展风险评估的对象。假设地块未来可能的利用方式、分析不同用地方式下受体活动等信息，分析不同生活、工作情景（即暴露情景）下关切污染物可能通过哪些途径接触或进入人体。

5.1 确定关注污染物

5.1.1 土壤关注污染物

（1）确定关注污染物的原则

根据《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），建设用地土壤中污染物含量等于或者低于风险筛选值的，建设用地土壤污染风险一般情况下可以忽略。通过土壤污染状况调查确定建设用地土壤中污染物含量大于风险筛选值，应当根据 HJ 25.3 等标准及相关技术要求，开展风险评价。

（2）土壤中关注污染物

调查结果表明地块部分区域土壤中石油烃（ $C_{10}-C_{40}$ ）、苯、1,2,3-三氯丙烷、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)蒎超过了《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管

控标准（试行）》中第一类用地筛选值。

本项目地块将土壤中石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽作为关注污染物。具体土壤关注污染物汇总表见表 5.1-1。

表 5.1-1 风险评估土壤关注污染物汇总表（mg/kg）

序号	因子名称	检出限	最大值	第一类用地筛选值	第一类用地管制值	是否关注污染物
1	石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	6	2460	826	5000	是
2	苯	0.0019	3.47	1	10	是
3	1,2,3-三氯丙烷	0.0012	0.115	0.05	5	是
4	萘	0.09	99.7	25	255	是
5	苯并(a)蒽	0.1	10.3	5.5	55	是
6	苯并(b)荧蒽	0.2	8	5.5	55	是
7	苯并(a)芘	0.1	12.1	0.55	5.5	是
8	茚并(1,2,3-cd)芘	0.1	11.7	5.5	55	是
9	二苯并(a,h)蒽	0.1	3.7	0.55	5.5	是

5.1.2 地下水关注污染物

《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）未对如何纳入地下水关注污染物进行具体说明。根据《地下水污染健康风险评估工作指南》（环办土壤函〔2019〕770 号），基于地下水环境调查和监测结果，将对人群等敏感受体具有潜在风险且需要进行风险评估的污染物，确定为关注污染物。

地下水污染羽不涉及地下水饮用水源（在用、备用、应急、规划水源）补给径流区和保护区，地下水有毒有害指标超过《地下水质量标准》（GB/T 14848）中的 IV 类标准、《上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标》中的第一类用地筛选值等相关标准时，启动地下水污染健康风险评估工作。

地下水部分区域潜水含水层硫酸根离子、氯离子、氨氮超过了《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）IV 类标准，此外，存在 TDMW-17 检出 pH 为 9.3 和 TDMW-18 检出 pH 为 9.2，偏碱性，其他点位所检地下水污染物浓度均不超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）

Ⅳ类标准值及其它相应标准；承压含水层所检地下水污染物浓度均不超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅳ类标准值及其它相应标准。其中地下水潜水中 pH、硫酸根离子、氯离子指标在《地下水质量标准》（GB14848-2017）中为一般化学指标，无相关毒性参数，在此不作为关注污染物，本项目保守考虑，将潜水中其他超标因子作为关注污染物，污染物浓度最大值为潜水中检出最大浓度。最终确定的地下水关注污染物为氨氮。具体地下水关注污染物汇总表见表 5.1-2。

表 5.1-2 风险评估地下水关注污染物汇总表

因子名称	单位	检出限	最大值	《地下水质量标准》 Ⅳ类标准值	是否关注污染物
氨氮	mg/L	0.025	11.2	1.5	是

5.2 明确规划土地利用方式

根据地块规划图，本项目地块拟规划用地性质包含商住混合用地及道路用地。其中商住混合用地属于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600—2018）中第一类用地，道路用地属于第二类用地。本次风险评估工作对调查地块关注污染物按照规划用地的土地利用方式，全部按一类用地方式进行风险评估，为后续地块规划用途提供全面的参考和依据。

6 暴露评估

暴露评估是在危害识别的基础上，分析地块内关注污染物迁移和危害敏感受体的可能性，确定地块土壤和地下水污染物的主要暴露途径和暴露评估模型，确定暴露模型的参数取值，计算敏感人群对土壤和地下水中污染物的暴露量。

6.1 暴露情景

暴露情景是指特定土地利用方式下，地块污染物经由不同暴露路径迁移和到达受体人群的情况。

本文结合地块规划情景考虑污染物的暴露情景。

一类用地。参考《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），根据保护对象暴露情况的不同，一类用地包括 GB 50137 规定的城市建设用地中的居住用地（R），公共管理与公共服务用地中的中小学用地（A33）、医疗卫生用地（A5）和社会福利设施用地（A6），以及公园绿地（G1）中的社区公园或儿童公园用地等。

二类用地。参考《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），根据保护对象暴露情况的不同，二类用地包括 GB 50137 规定的城市建设用地中的工业用地（M），物流仓储用地（W），商业服务业设施用地（B），道路与交通设施用地（S），公用设施用地（U），公共管理与公共服务用地（A）（A33、A5、A6 除外），以及绿地与广场用地（G）（G1 中的社区公园或儿童公园用地除外）等。

（1）规划情景下的暴露情景分析

本地块后期主要规划为商住混合用地和道路用地，以商住混合用地为主，本项目从严以一类用地情景评价。

（2）敏感受体

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019），

依据不同土地利用方式下人群的活动模式，规定了第二类用地方式（以工业用地为代表）和第一类用地方式（以住宅用地为代表）下的典型暴露情景。

本项目地块用地规划为商住混合用地和道路用地，以商住混合用地为主，上述规划以第一类用地为主，其主要暴露人群为成人和儿童。相应的暴露情景见表 6.1-1。

表 6.1-1 人群对污染地块内关注因子的暴露情景

暴露情景	用地方式描述类型	敏感人群
第一类用地 (以居住用地为代表)	居住用地	成人和儿童（致癌、非致癌效应）

6.2 暴露途径

6.2.1 土壤中关注污染物暴露途径

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）中对土壤中污染物主要考虑经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物、吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物、吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物、吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物共 6 种土壤污染物暴露途径。

地块后续开发可能涉及地下室开发，下层土壤可能因开挖暴露于空气中。本报告从最大风险角度出发，土壤关注污染物（石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽）考虑经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物、吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物、吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物、吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物共 6 种全暴露途径下的风险。

6.2.2 地下水中关注污染物暴露途径

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则（HJ 25.3-2019）》，地下水中污染物主要考虑吸入地下水室内、室外的的气态污染物以及饮用地下水 3 种暴露途径。

本地块地下水中关注污染物为氨氮，项目地块不涉及地下水饮用水源补给径流区和保护区，且周边无地下水饮用水源地及补给径流区和保护区，本地块的地下水不作为饮用水，故饮用地下水的暴露途径不纳入本次风险评估。

因此本项目地块在一类用地情景下，地下水中关注污染物氨氮主要考虑吸入室内空气中来自地下水的气态污染物、吸入室外空气中来自地下水的气态污染物 2 种暴露途径，氨氮计算时无相关参数，本次风险评估氨氮以氨进行风险评估。

6.3 模型参数及暴露量计算参数

将土壤、地下水、空气参数以及将相关默认参数调整为地块特定参数，在此基础上计算因子的风险值。调整后的参数汇总见表 6.3-1。其中土壤总孔隙度、包气带孔隙水体积比、包气带空隙空气体积比、土壤含水率、土壤颗粒密度、包气带土壤容重等土壤理化参数参考《原通达建材厂地块调查项目岩土工程勘察报告》（工程编号：2021-08-08）。将地表定义为污染土层顶部，污染土层顶部到地下水面的距离取值与地下水埋深相同；空气流速的取值参考常州多年平均风速；毛细管层孔隙水体积比及毛细管层空隙空气体积比的取值及计算参考我国《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）。

表 6.3-1 计算土壤和地下水风险控制目标值部分参数调整后汇总表格

参数名称	单位	取值	备注
表层污染土壤层厚度	cm	50	地块实际值
下层污染土壤层厚度	cm	350	地块实际值
下层污染土壤层埋深	cm	50	地块实际值
土壤容重（包气带）	g/cm ³	1.495	《原通达建材厂地块调查项目岩土工程勘察报告》土工试验结果表中土工试验样品的干重度折算成干密度后的均值
土壤含水率	kg/kg	0.275	《原通达建材厂地块调查项目岩土工程勘察报告》土工试验结果
污染土层顶部到地下水面的距离	m	1.517	地块相对地表的地下水埋深的均值
空气流速	m/s	2.5	《常州气象资料分析报告》（2001 年~2020 年），常州地区多年平均风速

土壤总孔隙度	-	0.456	由公式 6.1 计算得到
包气带孔隙水体积比	-	0.411	由公式 6.2 计算得到
包气带孔隙空气体积比	-	0.045	由公式 6.3 计算得到
空气中可吸入颗粒物含量 (PM ₁₀)	mg. m ⁻³	0.061	根据《2020 年常州市生态环境状况公报》，常州市年可吸入颗粒物年均值 0.061 mg/ m ³ 根据《2021 年常州市生态环境状况公报》，常州市年可吸入颗粒物年均值 0.060 mg/m ³ ，取 2020 年、2021 年平均值
土壤有机质含量 (f _{om})	g.kg ⁻¹	10	对 49 个土壤样品进行检测得到

注：“-”表示无量纲。

7 毒性评估

风险评估工作中毒性评估主要分析污染物不同途径对人体健康的危害效应，主要包括致癌效应毒性参数、非致癌毒性参数和污染物对人体健康的危害机理和剂量-效应反应关系等，本次风险评估涉及到的污染物人体毒性数据的获取优先参考我国生态环境部颁布的《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）中给定的污染物的理化参数及毒性参数，该导则列出的部分污染物的理化参数及毒性参数主要参考数据库包括：

（1）I（IRIS）：美国环保局综合风险信息系统 USEPA, Integrated Risk Information System；

（2）P：美国环保局“临时性同行审定毒性数据”，The Provisional Peer Reviewed Toxicity Values；

（3）RSL：美国环保局“区域筛选值”，Regional Screening Levels 总表污染物毒性数据；

（4）EPI：美国环保局“化学品性质参数估算工具包”，Estimation Program Interface Suite；

（5）WATER9：美国环保局“废水处理模型”，the wastewater treatment model。

（6）美国九区环保局初始修复限值用户导则和技术文件（PRGs）。依据 HJ25.3-2019 中规定，附录中表格中未包含可参考以上数据库的最新更新版本获取其参数，因此本次风险评估中针对 HJ25.3-2019 导则中未包括的污染物，其理化参数及毒性参数主要通过参考以上数据库获取，同时参考几个目前国际上认可度较高、较权威的数据库：

（1）美国环保署综合风险信息系统（IRIS, Integrated risk information system）；

（2）美国风险评估信息系统（RAIS, Risk assessment Information System）；

(3) 美国 RBCA 软件数据库(RBCA, Risk based corrective action);

(4) 世界卫生组织简明国际化学评估文件 (CICAD);

(5) 国际癌症研究机构 (IARC);

(6) 突发性污染事故中危险品档案库, 江苏省环境监测中心。

根据以上原则, 将本地块污染物理化性质、健康危害和毒性参数等整理汇总, 具体见表 7.1-1。

表 7.1-1 关注污染物理化性质一览表

序号	关注污染物	理化性质		
		外观	物化常数	毒性
1	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	总石油烃是多种烃类(正烷烃、支链烷烃、环烷烃、芳烃)和少量其他有机物, 如硫化物、氮化物、环烷酸类等的混合物。	/	/
2	苯	无色芳香性液体。	熔点 5.5℃, 沸点 80.1℃, 蒸气压 75mmHg/20℃, 94.8 mmHg/25℃, 蒸气密度 2.8 (空气=1), 溶解度 0.180g/100ml/25℃, 相对密度 0.8765/20℃, 可溶于醇、氯仿、醚、二硫化碳、丙酮、油、四氯化碳及醋酸等。蒸气密度 2.8 (空气=1), 空气中嗅阈值 4.9 mg/m ³ , 水中嗅阈值为 0.5-4.5 mg/l。	可以导致血液异常, 具有致癌作用, IARC 将其致癌作用归类为 1。可以引起中枢神经系统伤害, 症状为兴奋、继之为头痛、头昏、疲倦、恶心、步法蹒跚, 进一步可发展成虚脱、失去知觉、昏迷, 并有可能因呼吸衰竭而死亡。如食入也会导致类似呼吸系统的损害, 可以通过皮肤吸收进入人体, 对眼睛有刺激作用。慢性中毒开始病情不确定, 较为模糊, 进展缓慢, 早期主要表现为头痛、头昏、恶心、食欲减退、胃纳差、体重减轻, 后则苍白、鼻血、月经过多及紫绀等, 并随个体情况不同而异。后期可导至血液异常, 并引起白血病、血小板减少、再生障碍性贫血、骨髓瘤及免疫抑制等。LC ₅₀ 小鼠 吸入 9980 ppm, 大鼠 10000 ppm/7hr, LD ₅₀ 小鼠 经口 4700 mg/kg, 大

				鼠 930 mg/kg。对人类及实验动物具有致癌作用，IARC 将其致癌作用归类为 1。
3	1,2,3-三氯丙烷	无色或草黄色液体，具有类似三氯乙烷或氯仿的气味。	沸点 156.85℃，熔点 -14.7℃，相对密度 1.3889 /20℃/4℃，辛醇/水分配系数 log Kow = 2.27，溶于醇及醚，稍溶于氯仿。水中溶解度 1750 mg/L/25℃，蒸气相对密度 5.1，蒸气压 3.1 mmHg/25℃，嗅阈值 100ppm。	本品对人的致癌作用尚未完全确定，对实验动物有致癌作用，IARC 将其致癌作用归类于 2A。对细菌及哺乳类动物培养细胞有致变作用。ACGIH 将其归类为 A3，OSHA，NTP 归类为可疑致癌物。急性中毒为中枢神经系统受损。100ppm 即对眼睛及喉有刺激作用。 LD ₅₀ 大鼠 经口 505 mg/kg，兔子 经口 380mg/kg，小鼠 经口 369mg/kg。可以刺激眼睛，可以通过皮肤被人体吸收，食入可引起恶心、呕吐及腹泻，可刺激呼吸道而引起头昏及窒息。
4	萘	白色结晶，具有芳香的气味。	沸点 217.9℃，熔点 80.2℃，蒸气压 0.085mmHg/25℃，相对密度 1.162/20℃，辛醇/水分配系数 log Kow= 3.30，溶于甲醇，乙醇，苯，氯仿及四氯化碳等有机溶剂中，水中溶解度 31mg/L/25℃。蒸气相对密度 4.42，嗅阈值 6.80ppm(水中)，0.021(水中)，0.084ppm(空气)。	食入，吸入或皮肤吸收量大时会对人类产生毒害作用，能引起视网膜出血，结膜炎，腮腺肿大，肝、脾肿大，血红素尿，高铁血红蛋白症，核黄疸，含有萘的卫生球可以引起慢性中毒，表现为贫血，黄疸，头痛，恶心，呕吐，少尿，血尿及肝坏疽，还可引起白内障。食入可以引起恶心，呕吐及腹泻，并腹绞痛。在严重中毒时，并无足够的治疗时，会因肾衰竭而死亡。LD ₅₀ 小鼠 经口 316mg/kg，或 533mg/kg，腹腔注射 150 mg/kg，皮下注射 969 mg/kg，静脉注射 100 mg/kg，大鼠 经口 490 mg/kg，皮肤 >20000 mg/kg。LC ₅₀ 大鼠 >340 mg/m ³ /1 hr。美国 EPA 将其归类为 C，即对人类具有可能的致癌作用，美国

				ACGIH 将其归类为 A4, 即非人类致癌物质, IARC 将其归类为 2B, 即可能对人在具有致癌作用的物质。
5	苯并(a)蒽	无色或米色或黄绿色片状结晶。	沸点 437.6°C, 熔点 160°C, 蒸气压 1.9×10^{-6} mmHg/25°C, 辛醇/水分配系数 Log Kow= 5.79, 溶于醚、醇、丙酮等有机溶剂中, 水中溶解度 0.0094mg/L/25°C。	急性毒性较低, 会刺激皮肤、眼睛、呼吸道及消化道。可以诱发人类的芳烃羟化酶, 这说明人类易受环境中的多环芳烃的影响而引起前列腺肿瘤。对人类可能产生致癌作用, IARC 将其归类 2A。
6	苯并(b)荧蒽	无色针状结晶。	熔点 168°C, 蒸气压 5.0×10^{-7} mmHg/20°C, 辛醇/水分配系数 log Kow= 6.60, 易溶于苯, 稍溶于丙酮中, 水中溶解度 0.0012~0.0015mg/L。	急性毒性低, 对人类可能具有致癌作用, 容易引起皮肤癌及肺癌, IARC 将其归类为 2B。
7	苯并(a)芘	黄色片状或针状结晶。	熔点 179-179.3°C, 沸点 310~312°C /10mmHg, 蒸气压 5.49×10^{-9} mmHg/25°C, 相对密度 1.351, 蒸气相对密度 8.7, 辛醇/水分配系数 log Kow= 5.97, 溶于氯仿, 苯, 甲苯, 二甲苯, 难溶于甲醇, 乙醇中, 水中溶解度 0.0016mg/L/25°C。	是多环芳烃中致癌作用较强的一种物质, 在人体上可以诱发鳞片状上皮癌, 膀胱癌, 急性毒性低, LD ₅₀ 小鼠 腹腔注射 250mg/kg 或 500mg/kg, 大鼠 皮下注射 50 mg/kg, 对人类可能具有致癌作用, IARC 将其归类为 2A。
8	茚并(1,2,3-cd)芘	黄色片状或针状结晶。	熔点 162.5°C, 沸点 536°C, 蒸气压 1.3×10^{-10} mmHg/25°C, 水中溶解度 0.062 mg/L。	多环芳烃类化合物, 急性毒性低, 对人类可能具有致癌作用, IARC 将其归类为 2B。
9	二苯并(a,h)蒽	无色片状或斜方晶系晶体。	沸点 524°C, 蒸气压 1.0×10^{-10} mmHg/20°C, 熔点 266°C, 可升华, 相对密度 1.282, 辛醇水分配系数 Log Kow= 6.50, 水中溶	刺激眼睛、皮肤及呼吸道, 多环芳烃类化合物, 急性毒性低, 对人类的致癌作用 IARC 将其归类为 2A。

			解度 0.0005mg/L/27°C, 溶于大部分有机溶剂中, 稍溶于醇及醚。	
10	氨氮	以氨或铵离子形式存在的化合氮, 即水中以游离氨 (NH ₃) 和铵离子 (NH ₄ ⁺) 形式存在的氮	/	/

8 风险表征

风险表征是以地块危害识别、暴露评估和毒性评估的结果为依据，把风险发生概率和/或危害程度以一定的量化指标表示出来，从而确定人群暴露的危害度，主要工作内容包括：计算单一污染物某种暴露途径的致癌和非致癌危害商、单一污染物所有暴露途径的致癌和非致癌危害商。

8.1 风险表征技术要求

本次风险评价关注污染物在部分点位的检出值超过风险筛选值，因此选取这些点位关注污染物的最大浓度来计算风险值。

8.2 可接受风险水平

在风险表征的工作基础上，判断计算的污染地块健康风险是否超过可接受风险水平。如污染物的综合致癌风险是否高于 10^{-6} ，污染物的综合非致癌危害商是否高于 1。如污染地块风险评估结果未超过可接受风险，则结束风险评估工作。如污染地块风险评估结果超过可接受风险，则基于可接受的风险临界值（即单一污染物致癌风险 10^{-6} ；单一非致癌污染物风险 1），计算关注污染物基于地块所有可能暴露途径致癌风险的风险控制目标值和非致癌风险的风险控制目标值，并进行关键参数取值的敏感性分析。

本次风险评估可接受的风险水平定义为：单个污染物的致癌风险可接受水平规定为 10^{-6} ；单个污染物非致癌风险可接受水平规定为 1。

8.3 单一因子的致癌风险及非致癌危害商值

根据因子自身的物化毒理性质，具有致癌性或非致癌性，在不同的暴露途径下，因子会产生相应的致癌风险或非致癌危害商。对关注污染物进行风险及危害商计算。根据不同点位因子的实际浓度，计算出不同点位单一因子多暴露途径的累加风险值或危害商值，更好地判断因子在地块致癌风险或非致癌危害的分布情况。

8.3.1 单一因子致癌风险

对于单一因子，计算经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物、吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物、吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物、吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物、吸入室外空气中来自地下水的气态污染物、吸入室内空气中来自地下水的气态污染物途径致癌风险及单一土壤因子所有暴露途径致癌风险的公式，详见《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）。根据导则，风险水平设定为 $1E-06$ （即由于污染导致百万人增加一个致癌患者）作为可以接受的概率。

8.3.2 单一因子非致癌危害商值

对于单一因子，计算经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物、吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物、吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物、吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物、吸入室外空气中来自地下水的气态污染物、吸入室内空气中来自地下水的气态污染物途径非致癌危害商值及单一土壤因子所有途径非致癌危害商值的公式，详见《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）。选取 1 作为该场地的可接受的非致癌危害商值。

8.4 风险表征结果

8.4.1 土壤

第一类用地条件下，对本项目地块内土壤中潜在关注因子进行风险计算。土壤中单一因子最高浓度值对应的致癌风险及非致癌危害商值见表 8.4-1。

表 8.4-1 本项目地块第一类用地条件下土壤中单一因子最高浓度值对应的致癌风险及非致癌危害商值

序号	因子	最高浓度 (mg/kg)	经口摄入土 壤颗粒物	皮肤接触土 壤颗粒物	吸入土壤颗 粒物	吸入室外空气中 来自表层土壤的 气态污染物	吸入室外空气中 来自下层土壤的 气态污染物	吸入室内空气中 来自下层土壤的 气态污染物	合计
致癌风险									
1	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	2460	-	-	-	-	-	-	-
2	苯	3.47	2.44E-07	-	3.85E-10	1.83E-08	2.37E-08	4.74E-06	5.03E-06
3	1,2,3-三氯丙烷	0.115	4.41E-06	-	-	-	-	-	4.41E-06
4	萘	99.7	/	/	/	/	/	/	2.85E-06
5	苯并(a)蒽	10.3	1.32E-06	5.48E-07	8.79E-09	9.55E-09	1.71E-10	9.28E-11	1.88E-06
6	苯并(b)荧蒽	8	1.02E-06	4.25E-07	6.83E-09	3.66E-09	3.23E-11	2.72E-12	1.46E-06
7	苯并(a)芘	12.1	1.55E-05	6.43E-06	1.03E-07	5.59E-08	4.99E-10	3.24E-11	2.21E-05
8	茚并(1,2,3-cd) 芘	11.7	1.50E-06	6.22E-07	9.99E-09	2.88E-09	1.37E-11	7.43E-13	2.13E-06
9	二苯并(a,h)蒽	3.7	4.73E-06	1.97E-06	3.16E-08	9.17E-09	4.39E-11	1.52E-12	6.74E-06
非致癌危害商									
1	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	2460	1.23E+00	1.75E+00	-	-	-	-	2.98E+00
2	苯	3.47	2.63E-02	-	1.86E-05	8.84E-04	1.14E-03	2.28E-01	2.57E-01

3	1,2,3-三氯丙烷	0.115	8.70E-04	-	6.15E-05	2.65E-03	1.88E-03	4.19E-02	4.74E-02
4	萘	99.7	/	/	/	/	/	/	3.45E-01
5	苯并(a)蒽	10.3	-	-	-	-	-	-	-
6	苯并(b)荧蒽	8	-	-	-	-	-	-	-
7	苯并(a)芘	12.1	8.06E-01	2.98E-01	6.41E-01	3.47E-01	3.10E-03	2.01E-04	2.09E+00
8	茚并(1,2,3-cd)芘	11.7	-	-	-	-	-	-	-
9	二苯并(a,h)蒽	3.7	-	-	-	-	-	-	-

注：“-”表示无致癌风险值或非致癌危害商；“**加粗**”表示致癌风险 $>1E-6$ 或非致癌危害商 >1 ；其中萘采用 HERA++污染场地土壤与地下水风险评估软件计算

其中，土壤关注污染物中苯、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽最高浓度值对应的致癌风险超过 $1E-06$ ；石油烃（ $C_{10}-C_{40}$ ）、苯并(a)芘最高浓度值对应的非致癌危害商超过 1。

8.4.2 地下水

第一类用地条件下，对本项目地块内地下水中因子进行风险计算，地下水中不同点位单一因子最高浓度值对应的致癌风险及非致癌危害商值见表 8.4-2。

表 8.4-2 本项目地块第一类用地条件下地下水中单一因子最高浓度值对应的致癌风险及非致癌危害商值

序号	因子	最高浓度 (mg/L)	吸入室外空气中来自 地下水的气态污染物	吸入室内空气中来自 地下水的气态污染物	合计
致癌风险					
1	氨氮（氨）	11.2	-	-	-
非致癌风险					
1	氨氮（氨）	11.2	$5.21E-05$	$3.00E-04$	$3.52E-04$

注：“-”表示无致癌风险值或非致癌危害商；氨氮按氨进行风险评估。

其中，地下水关注污染物氨氮（氨）最高浓度值对应的致癌风险或非致癌危害商均未超过 $1E-06$ 或 1。

9 风险控制值

针对本次风险评估中土壤超出可接受风险水平 10^{-6} 或危害指数 1 的污染物，计算基于致癌效应的土壤风险控制值时，根据《建设用地土壤污染状况风险评估技术导则》（HJ25.3-2019），采用单一污染物可接受风险为 10^{-6} ；计算基于非致癌效应的土壤风险控制值时，采用的单一污染物可接受危害商为 1。

结合更新后的地块概念模型及调整后的地块参数制定风险控制目标计算模型，得出土壤中目标因子的风险控制目标值。

对于土壤中的目标因子，综合比较计算得出的风险控制值及引用标准标准基础上，考虑风险可接受、修复可行性，确定最终风险控制目标。

本项目地块第一类用地条件土壤中因子风险控制值计算结果见表 9.2-1。

表 9.2-1 本项目地块第一类用地条件土壤中因子风险控制值计算结果

目标因子	最大检出浓度 (mg/kg)	致癌风险控制值 (mg/kg)	非致癌风险控制 值 (mg/kg)	风险控制值 (mg/kg)
石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	2460	-	826	826
苯	3.47	0.69	13.5	0.69
1,2,3-三氯丙烷	0.115	0.03	2.4	0.03
萘	99.7	34.9	289	34.9
苯并(a)蒽	10.3	5.5	-	5.5
苯并(b)荧蒽	8	5.5	-	5.5
苯并(a)芘	12.1	0.55	5.8	0.55
茚并(1,2,3-cd)芘	11.7	5.5	-	5.5
二苯并(a,h)蒽	3.7	0.55	-	0.55

注：“-”表示尚无资料显示该污染物具有致癌风险或非致癌风险；其中萘采用 HERA++ 污染场地土壤与地下水风险评估软件计算。

10 修复目标值及修复范围

10.1 修复目标值的确定

10.1.1 修复目标值确定依据

本次风险评估工作按照健康风险评估的方法，基于污染地块调查结果和风险评估水平，从致癌效应和非致癌效应两方面对地块规划土地利用方式下，推导计算得到关注污染物的土壤风险控制值。

根据《建设用地土壤污染修复目标值制定指南（试行）》土壤污染修复目标值可选择（一）~（三）方式之一确定：

（一）依据 GB36600 或地方相关标准，将土壤污染风险筛选值或地块所在区域土壤中目标污染物的背景值作为修复目标值。

（二）依据 HJ 25.3，选用土壤污染状况调查确定的具体地块的相关参数，开展风险评估，推导土壤风险控制值，作为土壤修复目标值。

1.地块特征参数优先采用现场实际调查的结果。地块特征参数调查方法可参考 GB 50021 执行。

2.暴露参数原则上采用 HJ 25.3 中所建议参数。暴露参数如需调整，应参照 HJ 877 规定的方法进行暴露参数的调查，并在风险评估报告中说明调整的合理性及对修复目标值的影响。

（三）根据污染物的迁移转化规律以及有效暴露剂量，开展风险评估，推导土壤风险控制值，作为土壤修复目标值。

针对土壤中重金属与半挥发性有机物等以经口摄入为主要暴露途径的污染物，可开展人体可给性测试，结合测试结果推导土壤修复目标值。

（四）采用（二）或（三）所确定的修复目标值一般应不高于 GB 36600 中建设用地土壤污染风险管制值；对于高背景地区，可选择地块所在区域或地块背景值作为修复目标值。

根据《建设用地土壤污染风险管控和修复术语（HJ682-2019）》

中对“修复目标”的定义：由土壤污染状况调查和风险评估确定的目标污染物对人体健康和生态受体不产生直接或潜在危害，或不具有环境风险的污染修复终点。

实际修复工程的修复目标值并非完全按照风险控制值确定，还需综合地块实际情况、修复技术可达性和经济可行性等因素，本报告主要考虑以上内容提出本地块关注污染物的修复目标建议。

由于本地块规划以商住混合用地为主，为了保障本地块污染土壤人体健康风险可控，且考虑到修复技术可达性及经济可行性，本次修复目标值采用（一）依据 GB36600 或地方相关标准，将土壤污染风险筛选值作为修复目标值。确保地块土壤污染源全部得到清理。

10.1.2 土壤修复目标值的确定

综合考虑以上确定依据，根据土壤污染状况调查结果和风险控制值计算结果，本次风险评估基于一类用地方式提出不同的土壤修复目标值，地块土壤建议修复目标值见表 10.1-1。

表 10.1-1 本项目地块土壤建议修复目标值 单位：mg/kg

因子	最大值	风险控制值 (mg/kg)	第一类用地筛选值标准	第一类用地管制值标准	建议修复目标值
石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	2460	826	826	5000	826
苯	3.47	0.69	1	10	1
1,2,3-三氯丙烷	0.115	0.03	0.05	5	0.05
萘	99.7	34.9	25	255	25
苯并(a)蒽	10.3	5.5	5.5	55	5.5
苯并(b)荧蒽	8	5.5	5.5	55	5.5
苯并(a)芘	12.1	0.55	0.55	5.5	0.55
茚并(1,2,3-cd)芘	11.7	5.5	5.5	55	5.5
二苯并(a,h)蒽	3.7	0.55	0.55	5.5	0.55

10.2 修复范围确定

由于土壤因子污染范围较不规则，不利于后期工程施工，因此以包含超标范围多边形作为推荐修复范围。

本次修复范围确定主要依据国家风险评估和修复相关政策和技

术导则要求，结合地块实际情况，确定修复范围划定原则：

（1）地块修复的目标是保障人体健康，使得地块环境中污染物的风险水平降低到可接受的水平。因此对于污染土壤，污染物浓度大于或等于修复目标值的污染土壤需要进行修复。

（2）目前污染土壤修复范围的统计常用的方法插值法、泰森多边形方法和污染物点位周边非超标点位相连的方法。

结合本项目调查实际情况，土壤进行多轮采样，在污染土壤采样点位周边进行多次加密布点，地块污染区域土壤采样点分布密集，且考虑到土壤本身的不均质性等特性，以**污染物点位周边非超标点位作为修复边界**是较为合理的土壤修复范围统计方法，本次采用该方法进行统计，同时估测污染物的修复范围时考虑修复施工的可操作性。

（3）在垂直方向上，确定土壤的修复深度时，以超标点位所在层次为修复对象，上下均以未超标点所在深度作为垂直方向上的上下边缘，其中上层存在一直超标情况时，以地表作为修复上边缘；当污染土壤存在变层时，分别考虑不同层次间污染分布情况确定，当污染均分布在一层时，以该层下端未超标点深度作为修复深度的下边缘，本次土壤采样深度最深污染至 4 m，本次土壤采样底部样品均达标。

0~2 m 层土壤修复理论范围图见图 10.2-11；2~4 m 层土壤修复理论范围图见图 10.2-2。

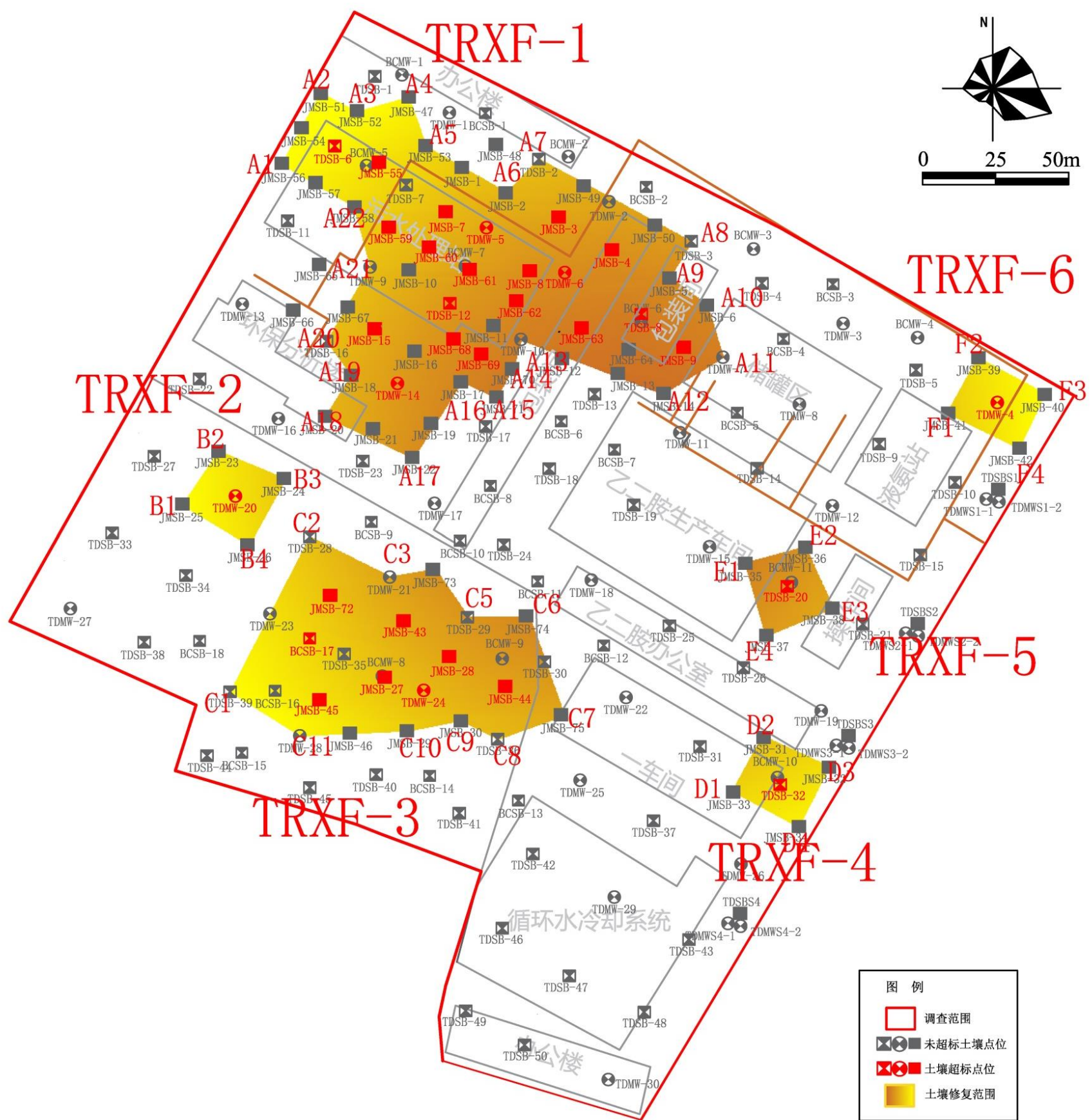


图 10.2-1 0~2 m 层土壤修复理论范围图

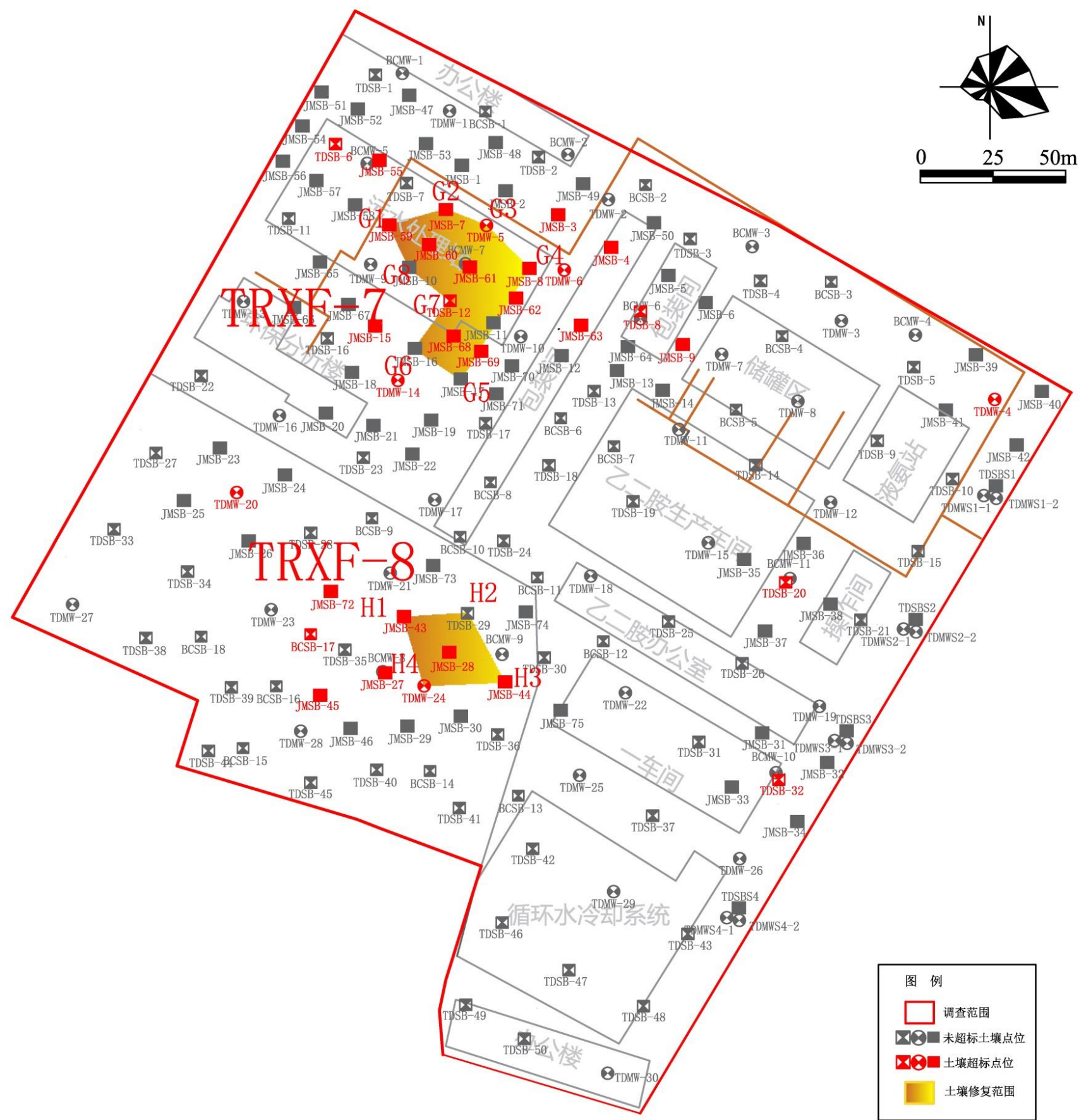


图 10.2-2 2~4 m 层土壤修复理论范围图

11 修复技术建议

11.1 修复技术建议原则

污染地块修复技术路线的确定，需要综合考虑场地实际状况、业主要求、开发利用规划、成本以及技术成熟度等因素，并需要对不同性质的土壤确定不同的处理方式，以达到安全、彻底和高效地修复污染地块的目标。

11.2 土壤修复技术

根据上述土壤污染情况可知，本项目地块土壤污染物主要以多环芳烃和有机物污染为主，因此应该根据地块污染特点从土壤污染常用修复技术中进行选择。污染土壤的修复技术主要包括：原位热脱附、原位化学氧化、异位化学氧化、异位常温解吸、异位热脱附、水泥窑协同处置、固化稳定化等，为有效开展场地污染土壤修复技术的筛选，下面将针对该场地土壤中的主要污染物目前常用的污染修复技术进行概要性介绍，为地块土壤修复的选择提供理论依据。

（1）异位热脱附法

热脱附是指采用直接或间接热交换方式，将有机污染物加热到足够高的温度，使其挥发并从受污染介质中分离出来的过程。空气、燃烧气体或惰性气体被作为蒸发污染物质的交换介质。热脱附是将污染物从一相转化为另一相的物理分离过程，在修复过程中并不出现对有机污染物的破坏作用。通过控制热脱附系统的温度和污染土壤停留时间有选择的使污染物得以挥发，并不发生氧化、分解等化学反应。热脱附作为一种非燃烧技术，污染物处理范围宽、设备可移动、修复后土壤可再利用，广泛用于有机污染物污染土壤的修复。工艺流程见图 11.2-1。

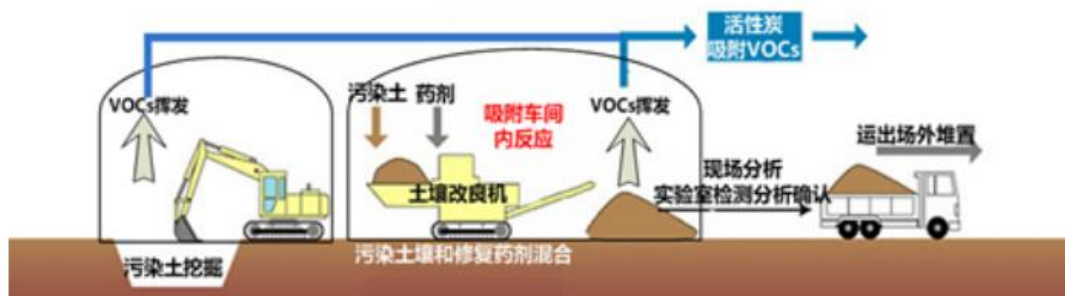


图 11.2-1 异位热脱附工艺流程

（2）异位化学氧化法

异位化学氧化法是将土壤挖掘运送至修复场地后，通过使用氧化剂与被污染土壤充分混合，利用氧化剂和污染物之间的化学反应将污染物无害化的方法。目前常用的氧化剂包括 Fenton 试剂(双氧水/ Fe^{2+})、过硫酸盐、臭氧和高锰酸盐等。

（3）原位化学氧化技术

该技术向土壤注入化学氧化剂，通过氧化剂与土壤中的污染物的接触，使土壤中的有机污染物发生降解。原位化学氧化修复技术的成功主要取决于：针对污染物选取合适的氧化剂；以及根据地块地层结构和土壤性质等条件选择恰当的药剂投加与分散技术。工艺流程见图 11.2-2。

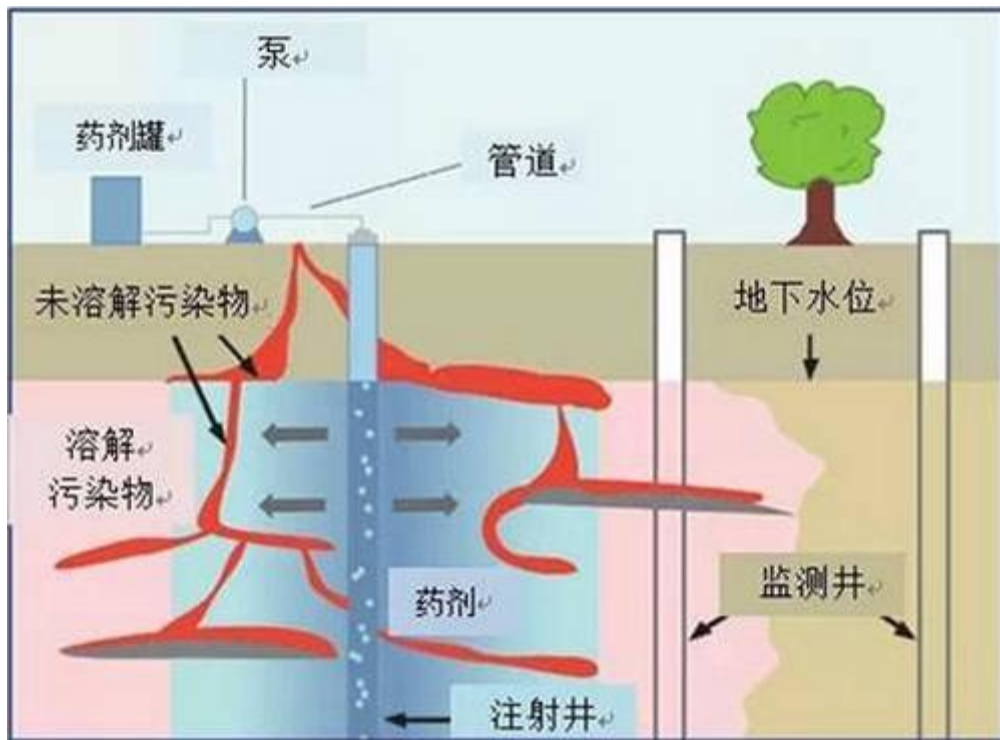


图 11.2-2 原位化学氧化工艺流程

（4）原位热脱附技术

原位热脱附技术自 20 世纪 70 年代开始应用于污染地块修复，其原理是通过加热升高污染区域的温度，改变污染物的物化性质（蒸汽压及溶解度增加，粘度、表面张力、亨利系数及土水分配系数减小），增加气相或者液相中污染物的浓度，提高液相抽出或土壤气相抽提对污染物的去除率。土壤被加热后，土壤中的 VOCs 和 SVOCs 会汽化或通过以下多种机制被降解：1）蒸发；2）蒸汽蒸馏（随水蒸气一并蒸馏出来）；3）沸腾；4）氧化；5）高温分解。

热脱附技术可以有效降解、去除含氯有机物（CVOCS）、苯系物（BTEX）、石油烃类（TPH）、汞（Hg）、农药、多氯联苯（PCBs）、二噁英等污染物，也可处理自由相污染物（NAPL），适用于焦化厂、钢铁厂、煤制气厂、石油化工厂、地下油库、农药厂等有机污染场地。工艺流程见图 11.2-3。

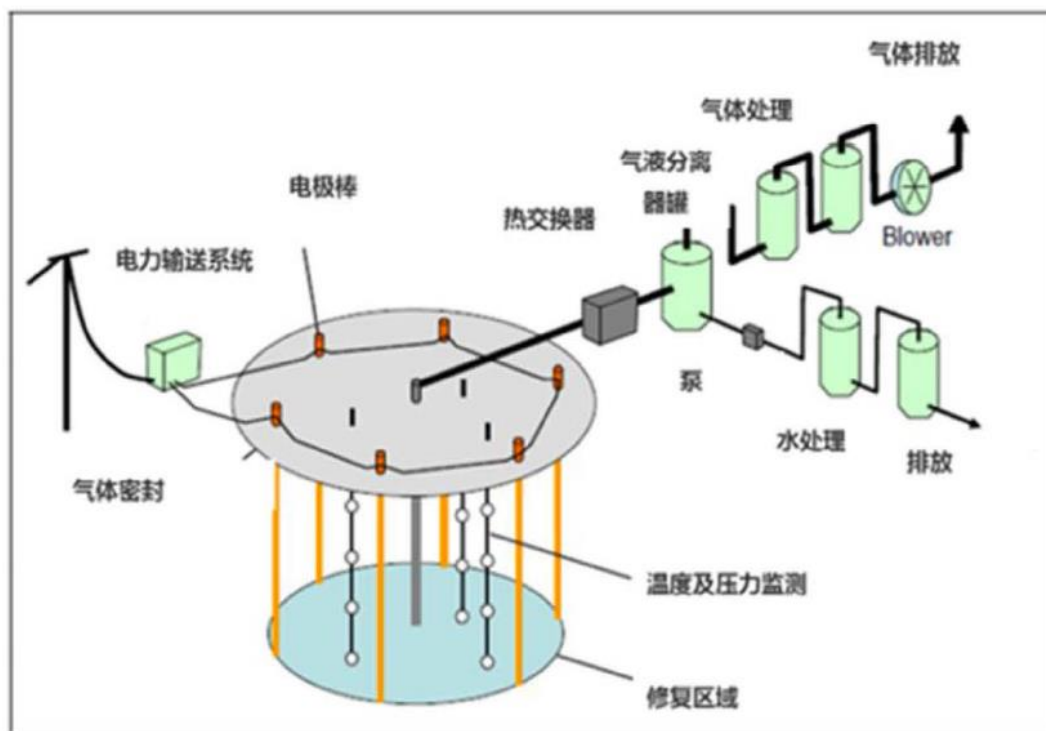


图 11.2-3 原位热脱附工艺流程

（5）水泥窑协同处置法

水泥窑焚烧技术是指将污染土壤直接从窑头、窑尾上升烟道、水泥窑分解炉或窑体加入窑中进行处置，利用水泥窑的上述特点将污染物安全处置或资源化利用的一种技术措施。国内外采用水泥窑协同处置污染土壤的经验表明，新型干法水泥窑具有窑内焚烧温度高、停留时间长、湍流条件良好、碱性的环境氛围、固化作用等特点，可以较好地处理高毒性、持久性有机污染物。

水泥窑共处技术处理污染物土壤是一种处理效率高、见效快且污染物去除彻底的修复技术，适用于有机污染土壤（农药、石油烃、PAHs、VOCs）和重金属污染土壤，列入《污染场地修复技术目录（第一批）》。

水泥窑焚烧处置有以下特点：

①物料温度在 1100-1500℃时，不仅可以焚毁含氯的有机化合物和一些难燃烧的有机化合物，连二噁英也可以被分解。由于水泥回转窑的物料温度可高达 1500℃，物料在大于 1100℃段停留时间在几分

钟到几十分钟，同时烟气的停留时间也很长，对于土壤中各种有机污染物的分解均十分有利。

②水泥窑熟料是在碱性条件下煅烧的，可以将污染土壤中的氯、硫等物质转换为无毒的氯化钙、硫酸钙等物质。

近年来我国水泥行业蓬勃发展，具备广泛处置危险废物和城市生活垃圾的物质条件。借鉴发达国家的先进经验，将废物处置与水泥工业的可持续发展结合起来，利用水泥窑协同处置废弃物，是较为适合中国国情的做法。

（6）隧道窑协同处置法

隧道窑工艺流程为：卸料入库→破碎→配料→一次对辊→一次搅拌→二次对辊→二次搅拌→碾压→真空挤压半成型砌块→烘干→焙烧→自然冷却→成品堆场。其中烘干、焙烧为高温工艺：烘干采用热风烘干，热风主要来源于砌块焙烧后自然冷却产生的热风，经引风机引至烘干房内烘干。烘干后砌块经过新型节能环保隧道窑进行焙烧，焙烧燃料为天然气。隧道窑可分为三个带，即预热带（400-950℃）、烧成带（950-1150℃）、冷却带（1150-300℃）。隧道窑烧制烧结砖，主要通过窑下方燃料燃烧供热，使窑内烧成带温度达到 950-1150℃，在隧道窑的高温条件下，砖坯中污染土壤的有机污染物转化为无机化合物，经充分焙烧，砖坯逐渐硬化，由有机污染物转化而来的无机化合物和污染土壤原有的重金属一同固化在烧结砖中。

隧道窑可以不间断的进行烧制，出窑后存入新的砖坯，而后通过设置在预热带的引风机把热量引至新的砖坯处，进行预热烘干。由于预热带风机作用，隧道窑内部呈负压状态，废气不能外排，完全由风机导出隧道窑燃料燃烧废气及烘干产生的废气全部传至烘干段，由引风机引至湿法石灰石-石膏脱硫系统+高压静电湿式除尘（雾）器处理后有组织排放。

11.3 土壤修复技术筛选

本地块土壤涉及到需修复的污染物主要包括石油烃（ $C_{10}-C_{40}$ ）、苯、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽，一类用地方式下的土壤修复方量为 18450 m^3 ，土壤修复深度为 0~4 m。

适合多环芳烃和有机物污染的修复技术，有水泥窑/隧道窑协同处置、异位热脱附法和异位化学氧化法，同时对于污染物种类较多的污染土壤，推荐使用水泥窑/隧道窑协同处置。

综合分析，水泥窑/隧道窑协同处置技术可以同时修复本地块所有污染类型的土壤，可作为本地块优先选用的修复技术。本项目将异位热脱附法、异位化学氧化法作为备选技术。

12 结论与建议

12.1 结论

(1) 第一类规划用地情景下，将地块内超标污染物作为关注污染物。土壤中石油烃（ $C_{10}-C_{40}$ ）、苯、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽考虑经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物、吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物、吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物、吸入室内空气来自下层土壤的气态污染物共 6 种土壤污染物的全暴露途径；地下水中关注污染物氨氮主要考虑吸入室内空气中来自地下水的气态污染物、吸入室外空气中来自地下水的气态污染物 2 种暴露途径，氨氮计算时无相关参数，本次风险评估氨氮以氨进行风险评估。

根据建立的暴露概念模型及确定途径和参数，本着从严原则，在第一类用地方式下，分别计算风险评估关注污染物的最大检出浓度对人体健康产生的致癌风险和危害商，最终确定土壤中石油烃（ $C_{10}-C_{40}$ ）、苯、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽的健康风险均不可接受（单一污染物的致癌风险超过 $1E-06$ 或者危害商超过 1）；地下水中关注污染物的人体健康风险可接受，无需开展进一步的地下水修复工作。

(2) 根据风险评估结果，一类用地方式下，本项目地块土壤中需修复污染物包括石油烃（ $C_{10}-C_{40}$ ）（修复目标值：826 mg/kg）、苯（修复目标值：1 mg/kg）、1,2,3-三氯丙烷（修复目标值：0.05 mg/kg）、萘（修复目标值：25 mg/kg）、苯并(a)蒽（修复目标值：5.5 mg/kg）、苯并(b)荧蒽（修复目标值：5.5 mg/kg）、苯并(a)芘（修复目标值：0.55 mg/kg）、茚并(1,2,3-cd)芘（修复目标值：5.5 mg/kg）、二苯并(a,h)蒽（修复目标值：0.55 mg/kg）。

(3) 土壤修复面积总计为 7392 m^2 ，土壤修复方量总计为 18450

m³，土壤修复深度共划分为层，分别为 0~2 m、2~4 m，其中 0~2 m 修复方量为 16642 m³；2~4 m 修复方量为 1808 m³。

本项目地块属于污染地块，在第一类规划用地情景下，需针对超风险区域的土壤（石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽），实施土壤修复工作。

12.2 建议

（1）土壤修复建议

地块内污染土壤土方量较大，另考虑到项目建设工期及人体健康风险控制的需要，建议可采用水泥窑/隧道窑协同处置的方式或异位热脱附法、异位化学氧化法对污染土壤进行处置。

（2）编制污染地块治理与修复工程方案

地块土壤中石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽需开展后续修复工作，土地使用权人应当按照国家有关环境标准和技术规范，编制污染地块治理与修复工程方案。

（3）加强施工期间管理

根据《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001），地层中不同的硫酸盐含量对混凝土有不同腐蚀等级。本项目地块硫酸盐属于弱腐蚀等级，后续地块开发建设中应做好防腐措施。

本项目地块内地下水污染程度较低，考虑到污染物在地下水中的迁移扩散可能对周边产生一定影响，应严格管理地块内的废水包括基坑降水、基坑废水等，防止废水未经处理直接进入地表土壤环境，导致土壤二次污染，应对地下水进行专门的收集并送至污水处理厂进行处理，现场工作的各个环节均需做好人员防护，防止皮肤接触、口、鼻吸入等意外发生。修复过程中可能会存在土壤污染物的下渗风险，因此，需加强对本项目区域地下水的管控。

在地块修复完成前禁止从事与地块土壤污染状况管理无关的其他活动。后期修复治理时，应注意防范修复时期的二次污染。

13 附件清单

附件一：《原通达建材厂地块调查项目岩土工程勘察报告》（工程编号：2021-08-08）

附件二：《原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域）土壤污染状况调查报告》备案意见

附件三：《原常州通达建材有限公司地块部分区域（凤凰岛北路以南区域）土壤污染风险评估报告》专家评审意见及修改清单