

原常州市山峰化工有限公司地块
土壤污染风险评估报告
(评审稿)

委托单位：常州凤凰新城建设发展有限公司

编制单位：江苏龙环环境科技有限公司

二〇二五年三月

项目摘要

常州市山峰化工有限公司（以下简称“山峰化工”），位于常州市天宁区雕庄街道劳动东路与雕庄路交叉口处，总占地面积约 120000m²（约 180 亩）。山峰化工地块内曾长期从事化学品的生产，自 1971 年开始，地块内历史上存在的企业包括常州石油化工厂、山峰化工、常州市天宁区纺织助剂厂、云峰化工、常州空气化工等。后于 1993 年 3 月，石油化工厂改制成立山峰化工，公司性质改为股份制；2009 年以后，纺织助剂厂停产，云峰化工被山峰化工整体收购，只有山峰化工和空气化工正常生产。空气化工于 2016 年 3 月停产，山峰化工于 2016 年 12 月停产。

2015 年 12 月 15 日至 17 日，空气化工委托伊尔姆环境资源管理咨询(上海)有限公司对其生产区域进行土壤和地下水现状调查，了解停产搬迁前土壤和地下水的环境状况。2016 年 6 月，江苏常环环境科技有限公司开展了常州山峰化工有限公司地块场地环境初步调查工作。2016 年 12 月至 2017 年 4 月，江苏龙环环境科技有限公司对山峰化工地块（包含空气化工）相继开展了详细调查与风险评估，健康风险评估结果显示，该地块敏感用地条件下土壤和地下水风险皆不可接受，超过人体健康风险。主要污染物为多环芳烃类、苯系物、卤代烃类、二（2-氯乙基）醚、二苯并呋喃、呋喃、石油烃等。

2017 年 8 月，江苏长三角环境科学技术研究院有限公司（简称“长三角环境”）编制完成了《常州市山峰化工原厂址地块场地修复技术方案》（备案稿）。2018 年 2 月，根据常州市天宁区雕庄街道和常州凤凰新城建设发展有限公司提供的土地利用规划草案，山峰化工地块未来规划用地部分区域发生变更，将原规划中一部分非敏感用地调整为敏感用地，在此基础上长三角环境于 2018 年 5 月完成了《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）（简称“修复技术调整方案”）。

2018年12月至2019年8月，上田环境修复股份有限公司（简称“上田环境”）完成了地块土壤和地下水修复工作，并由江苏龙环环境科技有限公司开展了土壤和地下水效果评估。2022年3月，江苏龙环环境科技有限公司编制的《常州市山峰化工原厂址地块场地修复工程效果评估报告》（简称“效果评估报告”）通过了常州市生态环境局组织的评审。

2023年8月，根据江苏省生态环境厅发布的《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》（征求意见稿）（苏环便函〔2022〕1085号），对于规划为两公一住用地的污染地块，效果评估阶段针对非修复区和潜在二次污染区域调查提高了要求，另一方面考虑到地块内凤凰岛路以北作为管控区（**凤凰岛路以北以下简称“II区”，凤凰岛路以南以下简称“I区”**），II区污染程度及当前所采取风险管控措施的效果需进一步验证。基于以上考虑，常州凤凰新城建设发展有限公司委托生态环境部南京环境科学研究所（以下简称“**南京所**”）开展效果评估阶段的补充调查评估工作，并编制了《常州市山峰化工原厂址地块（I区）效果评估阶段补充调查评估报告》（简称“**I区补充调查报告**”）、《常州市山峰化工原厂址地块（II区）效果评估阶段补充调查评估报告》（简称“**II区补充调查报告**”）（两区域调查报告简称“**2023年补充调查报告**”）以及《常州市山峰化工原厂址地块（II区）效果评估阶段补充治理技术方案》（简称“**补充治理方案**”）。

2023年9月至2024年3月，根据补充治理方案内容，上田环境完成了II区效果评估阶段补充治理工作，由江苏龙环环境科技有限公司开展了补充治理的效果评估。

2024年8月，根据最新用地规划，用地性质变更为商业、道路和绿化用地均为二类用地，常州凤凰新城建设发展有限公司委托江苏龙环环境科技有限公司对山峰化工地块进行地块风险评估修编，我公司

在2023年补充调查基础上开展了原常州市山峰化工有限公司地块土壤污染风险评估补充采样工作（简称“风险评估补充采样”）。本次风险评估修编项目以原修复效果评估已完成为历史背景，调查点位及数据采用效果评估后2023年补充调查报告中及风险评估补充采样的点位及数据资料，同时对2023年补充调查进行风险评估阶段的。2024年，江苏龙环环境科技有限公司组织专业技术人员对山峰化工地块进行了踏勘，收集了地块内与风险评估相关的资料，重新建立了地块概念模型结合2023年补充调查采样点位和调查结果，确定了地块本次还需补充采样的土壤和地下水监测采样点位。本次补充采样共布设土壤采样点位42个，采样深度大于15m，布设地下水采样点位15个，采样深度15m（采集潜水及浅层承压水），同时考虑对2023年补充调查I区4个未兜底点位进行补充采样，完成兜底。

根据2023年补充调查及本次补充调查结果，本项目修复完成后在地块内外共检测1776个土壤样品（其中2023年补充调查1242个，本次调查534个），土壤超标点位36个（其中2023年补充调查18个，本次调查18个），最大超标深度为19.0m，超标因子为砷、苯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷和苯并(a)芘；本次风险评估补充采样的60个地下水采样点（其中2023年补充调查30个，本次调查30个），共有26个地下水监测井中样品超标（其中2023年补充调查11个，本次调查15个）。

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，江苏龙环环境科技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）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，在第二类用地方式下，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，I区地块内土壤中致癌风险超过可接受风险水平 10^{-6} 或者非致癌危害商大于1的污染物有13

种，为砷、苯、乙苯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽和双(2-氯乙基)醚；地块内地下水中致癌风险超过可接受风险水平 10^{-6} 或者非致癌危害商大于1的污染物有7种，为苯、1,2-二氯丙烷、氯乙烯、四氯化碳、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷和双(2-氯乙基)醚。

(2) 根据风险评估结果，二类用地方式下，本项目地块I区土壤中需修复污染物为砷（修复目标值：60 mg/kg）、苯（修复目标值：4 mg/kg）、乙苯（修复目标值：28 mg/kg）、氯乙烯（修复目标值：0.43 mg/kg）、1,2-二氯乙烷（修复目标值：5 mg/kg）、1,1,2-三氯乙烷（修复目标值：2.8 mg/kg）、1,2,3-三氯丙烷（修复目标值：0.5mg/kg）、萘（修复目标值：70 mg/kg）、苯并(a)蒽（修复目标值：15 mg/kg）、苯并(b)荧蒽（修复目标值：15 mg/kg）、苯并(a)芘（修复目标值：1.5 mg/kg）、二苯并(a,h)蒽（修复目标值：1.5 mg/kg）、二(2-氯乙基)醚（修复目标值：1.49 mg/kg）。

(3) I区绿化区土壤修复面积总计为18056m²，土壤修复方量总计为136295.5m³；I区商业、道路区土壤修复面积总计为2585m²，土壤修复方量总计为5972.5m³；山峰化工地块地下水需要修复的理论面积为6006m²，体积为3137.55 m³；山峰化工地块NAPLs需要修复的理论面积为1309m²，体积为106.36m³。

3、土壤和地下水修复或管控建议

根据本地块土壤和地下水污染特征，①拟规划为绿化的区域的土壤及地下水污染较重，建议该区域整体进行风险管控，其中存在NAPLs的区域开展削源处置工作；②拟规划为商业及道路区域的土壤污染较轻，建议通过修复达到规划用地风险值。

目录

项目摘要	I
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	4
1.4 风险评估范围	5
1.5 风险评估工作内容	5
1.6 风险评估工作依据	5
1.7 风险评估标准、技术规范	8
1.8 风险评估程序及方法	9
2 地块概况	11
2.1 地块污染状况	11
2.2 地块规划	14
3 地块前期工作情况	15
3.1 地块 2016 年详细调查	15
3.2 地块 2017 年健康风险评估	15
3.3 地块 2017 年修复技术方案	16
3.4 地块 2018 年修复施工情况	16
3.5 地块 2022 年效果评估情况	17
3.6 2023 年补充调查情况	17
3.7 补充治理方案	21
3.8 2023 年补充治理施工情况	23
4 风险评估补充采样	24
4.1 风险评估补充采样工作思路	24
4.2 补充调查情况梳理	24
4.3 点位布设、采样方案	25
4.4 分析检测方案	28
4.5 调查点位汇总	29

4.6 分析检测结果	29
4.7 超标情况汇总	31
4.8 调查结果汇总分析	32
5 危害识别	34
5.1 确定关注污染物	35
5.2 明确规划土地利用方式	36
6 暴露评估	37
6.1 暴露情景	37
6.2 暴露途经	37
7 毒性评估	39
8 风险表征	41
8.1 风险表征技术要求	41
8.2 可接受风险水平	41
8.3 单一因子的致癌风险及非致癌危害商值	41
8.4 风险表征结果	42
9 风险控制值	44
9.1 风险控制值计算公式	44
9.32 风险评估小结	49
10 修复目标值及修复范围	50
10.1 修复目标值的确定	50
11 修复与管控技术建议	52
11.1 修复与管控技术建议原则	52
11.2 修复管控建议	53
12 结论与建议	55
12.1 结论	55
12.2 地块修复与管控建议	56

1 总论

1.1 项目背景

常州市山峰化工有限公司（以下简称“山峰化工”），位于常州市天宁区雕庄街道采菱路 28 号，总占地面积约 120000m²。地块东侧紧邻闲置空地、机加工厂、常州市东方化工有限公司修复地块（该地块已完成效果评估市级评审，以下简称“东方化工地块”）；南侧紧邻劳动东路，隔路为建成未使用的正衡中学；西侧紧邻闲置空地（原为常州通达建材有限公司，目前处于风险评估阶段）；北侧紧邻京杭运河，隔河为常州燃料有限公司、常州市湾城减速器有限公司等。项目地块地理位置示意图见图 1.1-1，地块周边关系示意图见图 1.1-2。

山峰化工建于 1971 年，原为常州石油化工厂，主要从事重油裂解乙烷、乙烯等烷烯烃，苯乙烯、乙基苯、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。1993 年 3 月，常州石油化工厂改制成立常州山峰化工公司，公司性质改为股份制，仍从事石油化工厂的产品生产；2009 年后，产品有所变化，石油化工厂的产品不再生产，主要从事乙二胺四乙酸二钠、乙二胺四乙酸四钠、乙二胺四乙酸铁钠盐、N-羟乙基乙二胺、聚酰胺树脂、环氧树脂固化剂、羟乙基咪唑酮的生产。1996~2008 年期间，纺织助剂厂租用山峰化工原研究所东北面平房，从事纺织助剂产品的生产；2003~2008 年期间，云峰化工租用山峰化工原中试车间，从事螯合剂盐产品的生产；2006~2016 年期间，空气化工租用山峰化工部分区域，从事三乙烯二胺、聚氨酯助剂产品的生产。2009 年以后，纺织助剂厂停产，云峰化工被山峰化工整体收购，只有山峰化工和空气化工生产，空气化工已于 2016 年 3 月停产，山峰化工于 2016 年 12 月停产。

2015 年 12 月 15 日至 17 日，空气化工委托伊尔姆环境资源管理咨询(上海)有限公司对其生产区域进行土壤和地下水现状调查，了解停产搬迁前土壤和地下水的环境状况。2016 年 6 月，江苏常环环境

科技有限公司开展了常州山峰化工有限公司地块场地环境初步调查工作。2016年12月至2017年4月，江苏龙环环境科技有限公司对山峰化工地块（包含空气化工）相继开展了详细调查与风险评估，健康风险评估结果显示，该地块敏感用地条件下土壤和地下水风险皆不可接受。主要污染物为多环芳烃类、苯系物、卤代烃类、二（2-氯乙基）醚、二苯并呋喃、咔唑、石油烃等。

2017年8月，江苏长三角环境科学技术研究院有限公司（简称“长三角环境”）编制完成了《常州市山峰化工原厂址地块场地修复技术方案》（备案稿）。2018年2月，根据常州市天宁区雕庄街道和常州凤凰新城建设发展有限公司提供的土地利用规划草案，山峰化工地块未来规划用地部分区域发生变更，将原规划中一部分非敏感用地调整为敏感用地，长三角环境于2018年5月完成了《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）（简称“修复技术调整方案”）。

2018年12月至2019年8月，上田环境修复股份有限公司（简称“上田环境”）完成了地块土壤和地下水修复工作，并由江苏龙环环境科技有限公司开展了土壤和地下水效果评估。2022年3月，江苏龙环环境科技有限公司编制的《常州市山峰化工原厂址地块场地修复工程效果评估报告》（简称“效果评估报告”）通过了常州市生态环境局组织的评审。

2023年8月，根据江苏省生态环境厅发布的《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》（征求意见稿）（苏环便函〔2022〕1085号），对于规划为两公一住用地的污染地块，效果评估阶段针对非修复区和潜在二次污染区域调查提高了要求，同时考虑到地块内II区作为管控区，II区污染程度及当前所采取风险管控措施的效果需进一步验证。基于以上考虑，常州凤凰新城建设发展有限公司委托南京所开展效果评估阶段的补充调查评估工作，并编制了I区补充调查报告、II区补充调

查报告以及补充治理方案，以上 I 区补充调查报告、II 区补充调查报告、补充治理方案已通过专家函审并修改完成。

2023 年 9 月至 2024 年 3 月，根据补充治理方案内容，上田环境完成了 II 区效果评估阶段补充治理工作，2023 年 9 月至今由江苏龙环环境科技有限公司开展了补充治理的效果评估。

2024 年 8 月，根据最新用地规划，用地性质变更为商业、道路和绿化用地均为二类用地，常州凤凰新城建设发展有限公司委托江苏龙环环境科技有限公司对山峰化工地块进行地块风险评估修编。本次风险评估修编项目以原修复效果评估已完成为历史背景，调查点位及数据采用效果评估后 2023 年补充调查报告中点位及数据资料，同时对补充调查未兜底及补充调查点位未涉及的区域进行补充采样。江苏龙环环境科技有限公司组织专业技术人员对山峰化工地块进行了踏勘，收集了地块内与风险评估相关的资料，根据前期补充调查采样点位和调查结果，确定了地块本次补充采样的土壤和地下水监测采样点位，在此基础上编制了《原常州市山峰化工有限公司地块土壤污染风险评估修编项目补充采样方案》。

2024 年 10 月，根据风险评估补充采样结果结合 2023 年补充调查报告，在此基础上编制了《原常州市山峰化工有限公司地块土壤污染风险评估报告（评审稿）》。

2024 年 10 月 25 日，常州环保科技开发推广中心(环境咨询中心)在常州市主持召开了《原常州市山峰化工有限公司地块土壤污染风险评估报告》(以下简称“报告”)专家评审会。意见如下：风险评估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，风险评估参数选择基本合理，风险评估结论总体可信。报告修改完善后通过评审。专家意见及修改清单详见附件。

2025 年 4 月 16 日，常州市生态环境局及常州市自然资源和规划局出具了关于《原常州市山峰化工有限公司地块土壤污染风险评估报告》的初审意见，意见详见附件。

1.2 风险评估目的

本项目地块原为化工生产企业，企业在生产过程中对本项目地块的土壤及地下水造成了一定的污染，根据前期的一系列调查、风险评估、修复工程和效果评估，可知本项目地块内的污染已完成部分修复工作，但在 2023 年补充调查中仍发现还有一定的污染未被修复，因此本次风险评估工作主要通过更新概念模型、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，最终确定地块的修复目标值，给出地块的修复范围和修复建议，为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山峰化工地块，占地面积为 120000m²。本项目地块范围为山峰化工地块区域，地块外东侧为常州市东方化工有限公司修复场地、闲置空地和机加工厂；地块外南侧为劳动东路；地块外西侧为原常州通达建材有限公司；地块外北侧紧邻京杭运河。

1.5 风险评估工作内容

根据山峰化工地块实际情况，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）根据地块补充调查结果及风险评估补充采样，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；

(10)《关于促进土壤污染风险管控和绿色低碳修复的指导意见》（环办土壤〔2023〕19号），2023年12月15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》，江苏省人大常委会，2024年11月28日修订，2025年3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) 《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；

(7) 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；

(8) 《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；

(9) 《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；

(10) 《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》，江苏省生态环境厅，2022年9月7日。

1.6.3 与项目有关的技术文件

(1) 《常州山峰化工有限公司地块场地环境初步调查与风险评估报告(备案稿)》，江苏常环环境科技有限公司，2016年8月；

(2) 《常州市山峰化工有限公司地块场地环境详细调查与风险评估技术报告》(备案稿)，江苏龙环环境科技有限公司，2017年3月；

(3) 《原常州市山峰化工有限公司地块土壤污染风险评估修编项目补充采样方案》，江苏龙环环境科技有限公司，2024年8月；

(4) 《常州市山峰化工原厂址地块(I区)效果评估阶段补充调查评估报告》及专家意见，生态环境部南京环境科学研究所，2023年9月；

(5) 《常州市山峰化工原厂址地块(II区)效果评估阶段补充调查评估报告》及专家意见，生态环境部南京环境科学研究所，2023年8月；

(6) 《常州市山峰化工原厂址地块(II区)效果评估阶段补充治理技术方案》及专家意见，生态环境部南京环境科学研究所，2023年8月；

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

(8) 《常州市山峰化工原厂址地块场地修复工程竣工报告》,上田环境修复有限公司,2022年3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)土壤污染状况调查报告》及专家意见,江苏龙环环境科技有限公司,2025年3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)土壤污染风险评估报告》及专家意见,江苏方正环保集团有限公司,2025年3月;

(11) 《常州市东方化工有限公司原厂址地块污染土壤修复效果评估报告(评审稿)》,江苏龙环环境科技有限公司,2023年11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),环境保护部,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),环境保护部,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),环境保护部,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),环境保护部,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) 《地下水污染模拟预测评估工作指南》(试行),生态环境部,2019年9月;

(7) 《地下水污染健康风险评估工作指南》，生态环境部，2019年9月；

(8) 《地下水污染防治分区划分工作指南》，生态环境部，2019年9月；

(9) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》，环境保护部，2014年11月30日；

(10) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》，环境保护部，2017年12月14日；

(11) 《生态环境健康风险评估技术导则》（HJ1111-2020），生态环境部，2020年3月18日。

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/T14848-2017）的IV类标准（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）》（沪环土〔2020〕62号）；

(4) 《江苏省地方标准建设用地土壤污染风险筛选值》（DB32/T4712—2024）；

(5) 《污染场地风险评估电子表格》（2023年5月21日）。

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 1.9-1。

(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。

2 地块概况

2.1 地块污染状况

2.1.1 地理位置

本次土壤污染状况调查项目位于常州市天宁区雕庄街道，地块中心坐标东经 120.013903°，北纬 31.745109°。

常州市地处江苏南部，长江三角洲南缘，地理坐标北纬 31°09′~32°04′，东经 119°08′~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。

天宁区位于常州市中部，地处长江三角洲太湖平原，属亚热带季节性湿润气候，年平均气温约为 15.6℃，被誉为“鱼米之乡”。天宁区东连常州经开区，西接钟楼区，南邻武进区，北靠新北区，京杭运河、沪宁铁路、沪宁高速公路、312 国道穿境而过。

2.1.2 地形、地貌

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

2022 年我公司委托常州市东华岩土工程有限公司开展了本项目地块的地质调查，在此基础上编制了《常州市山峰化工厂原厂址地块场地土层简要调查报告（工程编号：DK-20220215）》。

2024 年我公司委托常州市东华岩土工程有限公司开展了本项目地块的水文地质调查，在此基础上编制了《原常州市山峰化工有限公司地块土壤污染风险评估修编项目水文地质勘察报告（工程编号：DK-20241102）》。

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。

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。

山峰化工地块所在区域主要河流有京杭运河和采菱港河。本地块附近主要河流的水文特征如下文所述：

(1) 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、白鹤河注入滆湖。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) 采菱港河

采菱港河为京杭运河支流，菱港桥断面流量 $14.6\text{m}^3/\text{s}$ ，水环境功能为工业、农业用水区，规划水质类别为 IV 类。

南童子河北起老京杭大运河，向西南穿越钟楼经济开发区，至怀德南路后向东南与新京杭大运河并行延伸，穿越西林街道镇区汇入南运河，全长约9.5km。

2.2 地块规划

根据业主提供的《常州市天宁区人民政府关于山峰化工及周边地块控规调整的情况说明》，山峰化工原厂址地块原规划为道路、绿化、居住及河道用地，现本项目地块拟调整为道路、绿化及商业用地，不作为社区公园及儿童公园。

3 地块前期工作情况

3.1 地块 2016 年详细调查

2016 年 12 月至 2017 年 4 月，江苏龙环环境科技有限公司开展了山峰化工地块场地环境详细调查和评估工作。2017 年 4 月 26 日，常州市环境保护局出具了《市环保局关于受理常州市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备案的通知》（常环然〔2017〕11 号）。

山峰化工地块场地环境详细调查过程中，在地块内合计布设土壤采样点 143 个，地下水采样点 51 个。其中布设土壤采样点 143 个（土孔 92 个，监测井孔 51 个）；布设地下水采样点 51 个。

①土壤

山峰化工地块场地环境详细调查地块内共布设了 92 个土孔，51 个监测井，采集 1554 个土壤样品，送检分析 327 个样品。共检测土壤因子 172 种（不含 pH），检出土壤因子 73 种，检测因子检出率 42.44%；取得 3170 个土壤检出数据，有 518 个超标数据，检出数据超标率 16.34%，其中超过相应标准的因子有 36 种，检出因子超标率 49.31%。超标点位 56 个，点位超标率 39.16%。

②地下水

山峰化工地块场地环境详细调查地块内共布设了 51 口地下水监测井，采集 51 个地下水样品，送检分析 51 个样品。共检测地下水因子 172 种（含 pH），检出地下水因子 69 种，检测因子检出率 40.12%。得 933 地下水检出数据，有 225 个超标数据，检出数据超标率 24.11%。其中超过相应标准的因子有 22 种，检出因子超标率 31.88%。超标点位 26 个，点位超标率 50.98%。

3.2 地块 2017 年健康风险评估

2017 年，江苏龙环环境科技有限公司在初步调查及详细调查基

础上编制了《常州市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》，常州市环境保护局出具了《市环保局关于受理常州市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备案的通知》（常环然〔2017〕11号）。

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，地块内土壤中致癌风险超过可接受风险水平 10^{-6} 或者非致癌危害商大于 1 的污染物有 31 种，为镍、砷、铅、萘、2-甲基萘、茈、茈烯、芴、菲、芘、荧蒽、屈、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、咔唑、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、总石油烃；地块内地下水中致癌风险超过可接受风险水平 10^{-6} 或者非致癌危害商大于 1 的污染物有 19 种，为萘、二(2-氯乙基)醚、苯、乙苯、间&对-二甲苯、邻-二甲苯、1,2,4-三甲基苯、1,2-二氯丙烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、三氯乙烯、1,1-二氯丙烯、氯仿、总石油烃。

3.3 地块 2017 年修复技术方案

根据《常州市山峰化工原厂址地块场地修复技术方案》（常环然[2017]29号）和《常州市山峰化工原厂址地块场地修复技术调整方案》（常环然[2018]32号），土壤和地下水修复方案按照敏感用地类型、非敏感用地类型采取不同的修复方式。

3.4 地块 2018 年修复施工情况

山峰化工地块土壤和地下水修复工程按照修复技术调整方案、施工组织设计以及环境影响评价的要求，于 2019 年 8 月底完成修复及

管控的施工，实际完成污染土修复 151552.52m³，完成污染地下水修复 58477m³。

同时完成风险管控施工工程，风险管控采用表层 2m 粘土+HDPE 膜水平管控，周边双排双轴搅拌桩垂向管控。风险管控止水帷幕建设长度为 724.3m，风险管控面积约 20000m²。

3.5 地块 2022 年效果评估情况

2022 年 2 月我公司已完成山峰地块修复工程效果评估工作，在此基础上编制了《常州市山峰化工原厂址地块场地修复工程效果评估报告》并取得了常州市生态环境局出具的初审意见：常环土[2022]33 号。

根据效果评估报告山峰地块修复工程土壤修复已达到效果评估的要求，其中 I 区污染土壤已全部清挖完毕，并完成水泥窑协同处置；第一类污染土壤全部完成常温解吸+化学氧化处置；第二类污染土壤已全部集中至 II 区风险管控区；II 区风险管控区水泥窑协同处置土壤（包括填埋固废）已清挖完成并由江苏金峰水泥有限公司进行处置；II 区风险管控已完成施工；地下水修复已完成。

3.6 2023 年补充调查情况

2023 年 8 月，根据江苏省生态环境厅发布的《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》（征求意见稿）（苏环便函〔2022〕1085 号），对于规划为两公一住用地的污染地块，效果评估阶段针对非修复区和潜在二次污染区域调查提高了要求，同时考虑到地块内 II 区作为管控区，II 区污染程度及当前所采取风险管控措施的效果需进一步验证。基于以上考虑，常州凤凰新城建设发展有限公司委托南京所开展效果评估阶段的补充调查评估工作，并编制了 I 区补充调查报告、II 区补充调查报告以及补充治理方案，以上 I 区补充调查报告、II 区补充调查报告、补充治理方案已通过专家函审并修改完成。

3.6.1 2023 年补充调查点位布设

2023 年，南京所开展了山峰化工地块补充调查工作，在此基础上编制了 I 区补充调查报告、II 区补充调查报告及补充治理方案。南京所在地块内共计布设 254 个土壤点位，及 42 个地下水点位，其中 18 个簇井点位。

3.6.2 2023 年补充调查结果分析

3.6.5.1 土壤

(1)I 区污染超标情况本次调查结果评价标准按照优先使用顺序为原修复目标值、《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600) 第一类用地筛选值和 HJ25.5 默认参数计算的一类风险控制值进行评价，此外，考虑氨氮可能的异味问题，采用河北省《建设用地土壤污染风险筛选值》中一类用地筛选值进行评价。上述三者均未包含的指标本次不进行比较。各检出指标的超标统计见表 3.6-3 所示。76 种检出污染物中有 23 种超标。

重金属及其他无机物：砷、镍和氨氮超标，砷和镍超标个数均为 1 个，最大超标倍数(未减 1)为 13.8 和 1.6 倍。分别在 AS13 的 10.5m 和 AS92 的 2m 处超标。氨氮超标个数为 3 个，最大超标倍数为 2.70 倍。

石油烃：C₁₀-C₄₀ 超标个数为 7 个，最大超标倍数 3.9 倍。

VOCs：超标个数最多的为 1,2-二氯乙烷，有 33 个，最大超标倍数 4673 倍；其次为苯，超标 22 个，最大超标倍数 189 倍；再次为氯乙烯，超标 11 个，最大超标倍数为 43.3 倍。

SVOCs：超标个数最多的为苯并(a)芘，有 17 个，最大超标倍数 36.36 倍；其次为二(2-氯乙基)醚，超标 12 个，最大超标倍数 41.5 倍；再次为萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽，均超标 3 个，最大超标倍数分别为 30.52、4.12、2.92、5.6 倍。

各超标污染物超标点位及深度见表 3.6-5 所示。其中超标样品数较多的 AS23 点位最深超标深度 18m，超标污染为氯代烃、苯和二(2-氯乙基)醚；AS59 点位最深超标深度 2m，超标污染物为 C₁₀-C₄₀ 和多环芳烃。

(2) II 区污染超标情况本次调查结果评价标准按照优先使用顺序为原修复目标值、《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600) 第二类用地筛选值和 HJ25.5 默认参数计算的二类用地风险控制值进行评价，上述三者均未包含的指标本次不进。行比较。各检出指标的超标统计见表 3.6-4 所示。80 种检出污染物中有 12 种超标。

重金属及其他无机物：砷超标，超标个数均为 3 个，最大超标倍数（未减 1）为 1.8 倍。

VOCs：超标个数最多的为苯，有 43 个，最大超标倍数 62.75 倍；其次为乙苯，超标 6 个，最大超标倍数 38.9 倍；再次为 1,2-二氯乙烷，最大超标倍数为 4.74 倍。

SVOCs：超标个数最多的为苯并(a)芘，有 42 个，最大超标倍数 46.53 倍；其次为二(2-氯乙基)醚，超标 37 个，最大超标倍数 11.35 倍；再次为萘，超标 17 个，最大超标倍数分别为 10.64 倍。

各超标污染物超标点位及深度见表 3.6-5 所示。其中超标样品数较多的 BS20 点位，最深超标深度 18m，超标污染以苯为主；BS34、BS35 点位最深超标深度 15m 和 18m，超标污染物浅层为多环芳烃，深层为苯。其余超标点位深层污染以二(2-氯乙基)醚为主。

3.6.5.2地下水

地下水评价原则优先选用地块前期确定的修复目标值；若未给出修复目标值，则依据 HJ25.3 等标准及相关技术要求开展风险评估，推导特定污染物的地下水污染风险控制值。地块内地下水共 10 口井超标，其中 I 区超标井为 AGW11、AGW12、AGW18、AGW23 和 AGW39 共 5 口；II 区超标井为 BGW20、BGW26、BGW49、BGW51 和 BGW53 共 5 口。

在 I 区内，超标指标涉及石油烃，9 项 VOCs 和 2 项 SVOCs。石油烃超标率为 1.32%，超标样品 AGW23-4。VOCs 中，苯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、乙烷、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、乙苯、1,2,3-三氯丙烷、1,1-二氯乙烯超标率由大到小分别为 7.89%、7.89%、5.26%、5.26%、3.95%、3.95%、3.95%、3.95%、和 1.32%。SVOCs 中萘和二(2-氯乙基)醚超标率分别为 1.32%和 6.68%。超标的 5 口井中，AGW23 的 4 个层次的样品均多个指标超标且深层次样品(AGW23-4)超标相对更严重，氯乙烯、1,2-二氯乙烷和 1,1,2-三氯乙烷超标倍数较大，最大超标倍数分别为 494、9049 和 334 倍。苯在 3 口井均超标，在 AGW18 和 AGW39 中超标倍数在 0.02~1.01 之间，在 AGW23 超标倍数在 30.22~58.88 之间。

在 II 区内，超标指标涉 5 项 VOCs 和 2 项 SVOCs。VOCs 中，氯乙烯、苯、1,2-二氯乙烷、乙苯和 1,1,2-三氯乙烷超标率依次分别为 22.86%、14.29%、14.29%、2.86%和 2.86%。SVOCs 中，二(2-氯乙基)醚和萘超标率分别为 14.29%和 8.57%。氯乙烯在 BGW53 处超标倍数最大，为 118.63 倍，苯在 BGW20 处超标倍数最大，为 43.44；1,2-二氯乙烷在 BGW49 处超标倍数最大，为 44.26；二(2-氯乙基)醚在 BGW20 处超标倍数最大，为 3.06 倍；萘在 BGW20 处超标倍数最大，为 2.98 倍；乙苯在 BGW20 处超标倍数最大；为 0.54 倍；1,1,2-三氯乙烷在 BGW49 处超标倍数最大，为 5.29 倍。

3.7 补充治理方案

3.7.1 II 区补充治理思路

根据已经评审通过的《常州市山峰化工原厂址地块（II区）效果评估阶段补充治理技术方案》，II区补充治理思路及技术建议如下：

①II区超过GB36600管制值的土壤采用源消减，在整体进行风险管控的情况下，尽可能的进行污染物含量的消减。综合考虑污染情况和施工便利，选择原始地表以下5m内进行清挖，清挖的污染土壤采用水泥窑协同处置技术，清挖后的基坑采用干净土进行回填，若底部存在污染土，则铺设HDPE膜或粘土，防止对洁净土壤造成污染；5m以下污染土与地下水源消减区域重合，随地下水源消减过程去源，现场清挖部分区域涉及深基坑，可采用放坡+钢板桩支护的方式。由于污染土需外运，外运处置前应开展危险特性鉴别。

②II区地下水存在NAPL区域，建议采取抽出或原位化学氧化处理的源消减措施，降低该区域地下水污染物浓度。

③为防止污染物迁移扩散，II区四周开展垂直阻隔(TRD阻隔墙)的强化措施，阻隔墙建设期产生的部分土壤运输至水泥窑进行处置，废水经预处理运输至污水处理厂；II区表面开展水平阻隔，恢复原水平管控层和雨水导排层。

④为防止污染土清挖及地下水抽出过程中的异味影响，在II区设置治理大棚，土壤清挖及污染地下水抽出建议在治理大棚内进行。

⑤II区地下水污染浓度较高，污染物种类多。根据水质情况，可预处理后废水外运污水处理厂处理。基坑废水和洗车废水一同运往污水处理厂处置。

3.7.2 II 区治理目标

根据治理思路，II区在原始地表5m超管制值土壤清挖回填后，整个区域需进行风险管控，因此其治理目标为风险控制目标，具体如下：

(1) II 区四周止水帷幕深度应到达地下 25m，渗透系数需小于 1×10^{-7} cm/s，连续性应达到相关工程指标；

(2) II 区水平阻隔黏土厚度需达到 2m，黏土渗透系数需小于 1×10^{-6} cm/s，HDPE 膜应完整，无破损，气密性检测应达到相关工程指标，渗透系数需小于 1×10^{-7} cm/s；

(3) 管控区下游地下水关注污染物含量稳定或持续下降，通过室外环境空气测试及计算，确保污染物对人体的致癌健康风险低于 1×10^{-6} ，非致癌危害熵低于 1。

3.7.3 II 区补充治理工作量及范围

3.7.3.1 土壤消减

水泥窑协同处置工程量

II 区原地表下 5m 以上（现状约地下 8m 以上）超管制值点位代表的区块需进行水泥窑处置，共 7 个，面积为 2903m²，修复土方量为 5285m³。

3.7.3.2 风险管控

风险管控工程量

风险管控：根据修复技术路线，II 区整个区域需进行强化的垂直阻隔，并在原地表以下 5m 污染土壤清挖处置且回填完成后，进行水平阻隔，因此风险管控工程量为 II 区止水帷幕和 2m 厚黏土+HDPE 膜的用量，具体如下：垂直阻隔墙周长约 720m，深度设定为 25m，宽度 80cm，材料掺入量 25%，以水泥膨润土等材料为主，最终确保阻隔渗透系数不大于 1×10^{-7} cm/s。水平阻隔面积约 21120m²。

3.7.3.3 地下水源消减

地下水抽出或原位化学氧化去源工程量估算如下：

(1) 抽出处理：综合考虑地下水和土壤中存在 NAPLs 的区域，采用无问题点连线的方法，保守估计地下水需治理范围面积为 9631m²，见图 3.7-4。地下水已污染至⑤粉质黏土，并在⑥层黏土顶

板有聚集趋势，该层顶板埋深 17.15m，平均厚度 14.9m。给水度范围在 0.02 到 0.04，取最大值 0.04，地下水源消减量暂定按 3 倍污染地下水体积计算，即 17336m³。

3.8 2023 年补充治理施工情况

3.8.1 施工总技术路线

根据项目招标文件和前期技术方案，本补充治理工程施工技术路线总图如下，整个过程中做好二次污染防治、安全文明措施等。

3.8.2 补充治理完成工作情况

1、施工单位已完成 II 区原地表下 5m 以上超 GB36600 二类管制值土壤清挖、处置工作（共外运处置 10163.15m³（含 TRD 夹层土约 4354.5m³），最终过磅称重后为 16022.11 吨。）；

2、地下水削源处理：共抽提并外运处置 17742.99 吨；

3、已完成管控区域水平及垂直阻隔工作(TRD 垂直阻隔墙周长 720m，深度设定为 25m，宽度 80cm；水平阻隔：水平阻隔面积约 21120m²)。

4 风险评估补充采样

4.1 风险评估补充采样工作思路

本次补充调查工作是在 2023 年补充调查结果的基础上开展。

4.2 补充调查情况梳理

4.2.1 用地标准变更情况

2023 年补充调查期间，山峰化工地块所在区域规划为居住、绿化用地和道路，其中 I 区规划为居住和道路，II 区规划为绿化和道路。目前根据业主提供的《常州市天宁区人民政府关于山峰化工及周边地块控规调整的情况说明》，山峰化工原厂址地块拟调整为道路、绿化及商业用地，为二类用地。因此规划调整后土壤需对照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中二类用地筛选值或《江苏省地方标准建设用地土壤污染风险筛选值》（DB32/T4712—2024）中二类用地筛选值；地下水数据对照《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）IV 类标准值或上海市生态环境局关于印发《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）》的通知中二类用地筛选值。

4.2.2 土壤调查点位未免底情况

根据规划调整后的用地条件，对补充调查数据进行整理发现，共有 9 个点位未完成兜底，其中 I 区未免底点位 4 个，II 区未免底点位 5 个，最深超标深度 15~18m，对应超标深度样品的下层无达标样品。

4.2.3 原修复区布设点位情况

根据南京所提供的补充调查报告，关于土壤点位布设的原则中“（2）在土壤和地下水修复区边界处布设土壤点位，确认修复效果”。因此本次补充调查点位大多数落在 I 区土壤和地下水修复范围边界外，主要为非修复区域，修复范围内未兼顾。II 区整体作为管控区域，因此补充调查时根据网格布点及专业判断法，点位布设均匀，可以很好

的反应地块污染真实情况。

4.2.4 临近边界点超标情况

根据南京所提供的补充调查报告，部分超标点位临近地块边界，存在一定的污染扩散风险，需通过对边界处的土壤及地下水进行采样判断是否存在污染扩散的可能性。

4.3 点位布设、采样方案

4.3.1 点位布设原则

根据地块前期工作情况梳理以及结合 2023 年补充调查情况梳理，对 2023 年补充调查阶段已布设的点位数量、位置、密度以及检测因子情况进行分析，结合《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）的相关规定，采用分区布点+专业判断法相结合的布点方法进行土壤及地下水监测点位的布设工作。

根据原土壤和地下水修复情况及 2023 年补充调查结果，将本项目地块分成 2 类区域：①修复区域；②非修复区域。

①土壤修复区域按照每 1600m² 土壤采样点位数不少于 1 个；地下水修复区按照采样点位数每 6400m² 不少于 1 个。

②非修复区域补充调查点位数量及深度已满足要求，不再进行补充采样。

③同时考虑对 I 区 4 个未兜底点位进行补充兜底，II 区目前已完成补充治理阶段风险管控，在不破坏水平阻隔膜的情况下无法进行采样，且由于阻隔工作已完成，因此暂不考虑对 II 区进行补充兜底。

本项目地块内外共布设土孔 59 个（只采集土壤），地下水采样点 30 个（只采集地下水），土壤兜底点位 4 个（采集原超标深度以下土壤样品）。本项目补充采样点位布设情况。

4.3.2 采样布点方案

本次补充采样地块内共布设土孔 42 个（只采集土壤），地下水采样点 15 个（只采集地下水），土壤兜底点位 4 个（采集原超标深

度以下土壤样品)，地块外共布设土壤采样点 13 个（只采集土壤），地下水采样点 15 个（只采集地下水）。

4.3.3 采样深度确定原则

本次补充采样深度参照补充调查阶段土壤和地下水采样深度确定，具体见章节 3.6.1 介绍“（2）本地块土壤和地下水修复边界处、非水相区域、风险管控区域及前期调查深度超过 6m 的异常（超标、PID 和异味）区域暂定为 15m。（3）若现场采样发现异常，加深至无异常，确保兜底。”；“①单井：建井深度设定为 13m，筛管设定在 1.5-12.5m”。本次采样土壤采样深度为 15m，若现场采样发现异常，加深至无异常，确保兜底。考虑地块修复扰动情况以及地勘中显示含水层底板埋深约 13.5m，考虑本地块污染物有氯代烃，密度比水大，考虑将地下水钻探深度设在浅层承压水隔水层底板内，因此综合考虑本次补充地下水采样深度设定为 15m。兜底采样点位深度在原超标深度基础上加深，直至数据无超标（二类用地）。具体见下表。

4.3.4 样品采集数量

根据技术指南的要求，现场调查采样时，计划从地表起至 6m，每隔 0.5m 采集 1 个土壤样品，6m 以下每隔 1m 采集 1 个土壤样品。土孔的采样深度在原状地表面以下 15m，每个采样点分别采集 21 个土壤样品；兜底点位从原超标深度（15m/18m）开始往下每隔 1m 采集 1 个样品，每个点位计划采集 2 个兜底样品。所有样品都放入 500ml 聚乙烯材质的自封袋中，先使用 PID、XRF 检测仪测试各样品的挥发性污染物及重金属污染物浓度，然后再根据样品的污染物浓度变化情况，每个补充采样点位的送检样品量 9 个，兜底点位送检 2 个。预计本项目地块内土壤污染状况调查所需的土壤总采样量约为 722 个（不含平行样），暂定检测土壤样品量为 411 个（不含平行样），地下水采样量为 15 个（不含平行样），暂定检测地下水样品量为 15 个（不含平行样），预计本项目地块外土壤污染状况调查所需的土壤总采样

量约为 273 个（不含平行样），暂定检测土壤样品量为 123 个（不含平行样），地下水采样量为 15 个（不含平行样），暂定检测地下水样品量为 15 个（不含平行样）。

4.3.5 样品送检依据

本次调查采集的土壤样品不全部送检，根据现场 PID、XRF、感官情况等判断土壤是否存在污染的可能性，每个采样点位送检的样品同时包括表层土壤样品和下层土壤样品。对现场判断土壤样品存在 PID、XRF 读数较高，有明显异味，土壤颜色异常等情况的样品进行送检。

1、PID 检测

在现场用 PID 仪器检测采集的每个样品，半定量检测样品挥发性有机气体浓度，读数越高表明污染越严重。将选择读数高的样品进行检测。

2、XRF 检测

在现场用 XRF 仪器检测采集的每个样品，半定量检测样品重金属浓度，读数越高表明污染越严重。将选择读数高的样品进行检测。

3、感观指标和污染迹象

在现场观察仔细采集的每个样品，从土壤样品的气味、颜色、性状以及污染迹象定性的判断土壤是否受到污染。将选择感观指标异常、有明显污染迹象的样品进行检测。

4、样品深度分布

每个采样点将采集不同深度的土壤样品，从而判断土壤污染的垂直分布，划分污染的深度范围。将结合 PID 检测、XRF 检测、感观指标、污染迹象判断的结果，在不同深度范围内选择有代表性的样品进行检测。

本次调查采集的地下水样品全部送检。

4.4 分析检测方案

4.4.1 检测单位选择

本次补充采样调查时采集的所有土壤和地下水样品，全部送到专业检测单位江苏实朴检测服务有限公司的实验室进行检测分析，为避免实验室间误差，本次所选实验室与补充调查所选实验室一致。

4.4.2 检测项目

根据《常州市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》和《常州市山峰化工原厂址地块场地修复工程效果评估报告》，地块土壤和地下水检出污染物及修复目标污染物见表 3.6-1 所示。

结合本次调查工作目的和《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》（征求意见稿）（苏环便函〔2022〕1085 号）附件 4 江苏省建设用地土壤污染状况调查和效果评估报告编制补充技术要点设置各环境介质检测指标如下：

（1）土壤检测指标：GB36600 表 1 的 45 项（VOCs 和 SVOCs 给全部能出的指标，包含酚类）和地块特征因子（①详调土壤和地下水检出污染物；②pH、氨氮、氰化物）；

（2）地下水检测指标：同土壤检测指标；

本次补充采样检测因子与 2023 年补充调查检测因子一致，具体检测因子情况见表 3.6-2。

现场检测项目

①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)；X 射线荧光光谱分析(XRF 现场快速检测土壤中重金属)。

②地下水检测项目：pH、温度、电导率、氧化还原电位、溶氧量、浊度等。

4.5 调查点位汇总

本项目现场调查采样期间，先将采样方案确定的点位现场定点，确定了土壤及地下水监测点位，采样完成后，根据实际点位情况，再由测绘单位专业人员进行精准复测。

4.6 分析检测结果

4.6.1 补充采样结果分析

4.6.1.1 评价标准

根据常州市天宁区人民政府提供的《常州市天宁区人民政府关于山峰化工及周边地块控规调整的情况说明》，山峰化工原厂址地块规划用地性质拟调整为道路、绿化及商业用地，属《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)所规定的第二类用地。

因此，本地块污染状况中土壤评价标准主要采用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中第二类用地筛选值标准以及江苏省地方标准《建设用地土壤污染风险筛选值》(DB32/T 4712-2024)第二类用地筛选值。本次调查土壤各检出指标评价标准统计见表 4.6-1。

本项目土壤污染状况调查中地下水评价标准优先采用《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)的IV类标准值。

4.6.1.2 调查数据总述

本项目地块土壤污染状况调查的土壤、地下水检出的因子数据汇总见附表 1、附表 2。

1、土壤

本项目调查共计在地块内布设了 42 个土壤采样点位，合计采集并送检了 411 个土壤样品(不含平行样)，地块外布设了 13 个土壤采样点，合计采集并送检了 123 个土壤样品(不含平行样)。

本次调查合计对土壤样进行了总计 131 项因子检测工作：包括

pH、氰化物、氨氮、氯离子、重金属（7项）、VOCs、SVOCs、有机质及石油烃（C₁₀-C₄₀）。根据检测结果显示：本项目调查共计检出土壤指标62项，因子检出率47.3%；取得6037个土壤因子检出数据（其中地块内检出5084个，地块外检出953个），所检因子中部分点位浓度高于《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)所规定的第二类用地要求，超标点位18个，超标因子6个，点位超标率42.9%。

2、地下水

本项目调查共计在地块内布设了15个地下水监测点位，合计采集并送检了15个地下水样品(不含平行样)，地块外布设了15个地下水监测点位，合计采集并送检了15个地下水样品(不含平行样)。

本次调查合计对地下水样进行了总计130项因子检测工作：包括pH、氰化物、氨氮、氯离子、重金属（7项）、VOCs、SVOCs及石油烃（C₁₀-C₄₀）。根据检测结果显示：

本项目调查共计检出地下水指标57项，因子检出率43.8%；取得281个地下水因子检出数据，所检因子中部分点位浓度高于《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)IV类标准中的第一类用地标准要求，超标点位15个，超标因子12个，点位超标率50%。

4.6.2 土壤

本次调查地块内共布设42个土壤采样点，其中机械土孔采样深度为15~21m。检出土壤因子中苯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷和苯并(a)芘超过（GB36600-2018）中第二类用地筛选值标准，地块外共布设13个土壤采样点，其中机械土孔采样深度为15m，检出因子浓度均不超过第二类用地筛选值标准。

4.6.3 地下水

本项目地块内共布设15个地下水采样点，地块外共布设15个地下水采样点，监测井深度为15.0m。检出地下水因子57种。其中镍、

铅、苯、1,2-二氯丙烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷和 1,1,2-三氯乙烷超过《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) IV类标准值。

其中地下水常规指标中 3 种（氨氮、pH、氯离子）未达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）IV 类标准值。

4.7 超标情况汇总

4.7.1 土壤

本次调查共检测 534 个土壤样品，其中超标点位 18 个，最大超标深度为 19.0m，超标因子为苯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷和苯并(a)芘。

4.7.2 地下水

本次土壤污染状况调查的 30 个地下水采样点中，共有 15 个地下水监测井中样品超标。

4.8 调查结果汇总分析

4.8.1 2023 年补充调查点位分析

2023 年，南京所开展了山峰化工地块 I 区补充调查工作，共在地块内布设了 201 个土壤采样点位，该次调查在非修复区设置 40m×40m 的网格进行布点，同时在潜在二次污染区设置 20m×20m 的网格进行布点，具体采样点示意图见图 4.8-1。

南京所开展了山峰化工地块 I 区补充调查工作，共在地块内布设了 30 个地下水采样点位，该次调查地下水水井布设满足 80*80m 网格密度要求，其中有 12 个簇井点位，建井深度设定为 13m，筛管设定在 1.5-12.5m，针对潜水含水层，建井深度设定为 4m，筛管设定在 1.5-3.5m；针对微承压水层，建井深度分别设定 9m 和 15m，筛管分别设定在 6-8.5m 和 9-14.5m；针对隔水层，建井深度设定为 20m，筛管设定在 17-19.5m。单井和簇井沉淀管统一 0.5m。

通过对南京所土壤和地下水采样点位与原生产企业历史进行对比分析，大部分采样点位落在车间、仓库、污水站及周边可能存在污染的区域，同时兼顾了平面布局。但在与土壤和地下水修复区进行比对过程中发现存在部分土壤和地下水修复区内的采样点较少的情况，因此本项目补充采样调查对该区域进行补充采样工作。

4.8.2 2023 年补充调查数据汇总

4.8.2.1 土壤

本次调查共检测 1242 个土壤样品，其中超标点位 18 个，最大超标深度为 19.0m，超标因子为砷、苯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷和苯并(a)芘。具体超标点位及污染情况见表 4.8-1。具体土壤污染物对比图见图 4.8-1。

4.8.2.2 地下水

2023 年补充调查的 30 个地下水采样点中，共有 11 个地下水监测井中样品超标。具体超标点位及污染情况见表 4.8-2。具体地下水污染物对比图见图 4.8-2。

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。



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

根据本项目地块土壤污染状况调查结果,部分区域土壤中污染物浓度超过了《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》中第二类用地筛选值。

本项目对2023年补充调查及风险评估补充采样调查数据进行筛选,将土壤中超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》中第二类用地筛选值的因子及没有标准的因子作为土壤关注污染物。

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》(HJ25.3-2019)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/T14848)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》中的第二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检出污染物浓度不满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)IV类标准。本项目将地下水中超过《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)IV类标准及标准值中没有的因子作为本项目的地下水关注污染物。

5.2 明确规划土地利用方式

根据原常州凤凰新城建设发展有限公司地块土地证，该地块用地性质为商业、绿化及道路用地，均属于《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，全部按二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。

(1) 规划情景下的暴露情景分析

本地块后期作为商业、绿化及道路用地使用，参考《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018），GB50137中规定的城市建设用地中的商业服务业设施用地（B），道路与交通设施用地（S）以及绿地与广场用地（G）属于第二类用地，本项目以二类用地情景评价。

(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业、绿化及道路用地，上述规划以第二类用地为主，其主要暴露人群为成人。

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。

本项目I区规划为商业、绿化及道路，地块后续开发可能涉及土壤扰动，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，土壤中关注污染物考虑经口摄入土壤、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（HJ25.3-2019）》，地下水中污染物主要考虑吸入地下水室内、室外的气态污染物和饮用地下水3种暴露途径。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。

本项目地块在二类用地情景下，地下水中关注污染物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。

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, IntegratedRiskInformationSystem；

（2）P：美国环保局“临时性同行审定毒性数据”，TheProvisionalPeerReviewedToxicityValues；

（3）RSL：美国环保局“区域筛选值”，RegionalScreeningLevels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”，EstimationProgramInterfaceSuite；

（5）WATER9：美国环保局“废水处理模型”，thewastewatertreatmentmodel。

（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, Integratedriskinformationssystem）；

（2）美国风险评估信息系统（RAIS, RiskassessmentInformationSystem）；

(3) 美国 RBCA 软件数据库 (RBCA, Riskbasedcorrectiveaction) ;

(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, 具体见附表 6 和附表 7。

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和皮肤接触地下水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和皮肤接触地下水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 I区土壤

第二类用地条件下，对本项目地块内土壤中潜在关注因子进行风险计算。其中，土壤关注污染物中砷、苯、乙苯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽和双(2-氯乙基)醚最高浓度值对应的致癌风险超过 $1E-06$ ；土壤关注污染物中苯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷和萘最高浓度值对应的非致癌危害商超过 1。

8.4.2 I区地下水

第二类用地条件下,对本项目地块内地下水中因子进行风险计算。其中,地下水关注污染物中苯、1,2-二氯丙烷、氯乙烯、四氯化碳、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷和双(2-氯乙基)醚最高浓度值对应的致癌风险超过 $1E-06$;地下水关注污染物中 1,2-二氯乙烷和 1,1,2-三氯乙烷最高浓度值对应的致癌风险超过 1。

8.4.3 本项目不确定性分析

由于主客观原因,风险评价过程中不可避免存在诸多不确定性。充分分析风险评价各个阶段可能的不确定性因素,有利于科学认识 and 对待风险评价结果的相对性,从而制定行之有效的污染防治对策。以下对本次影响健康风险评估的主要因素做概要分析:

(1)数据收集和分析阶段:本次采用原调查土壤理化性质参数取平均值进行计算。由于各个区域土壤分布的不均一性,土壤理化参数存在差异,对最终的计算结果会有一定的影响。

(2)概念模型参数选择:根据我国导则,室内挥发物扩散模型未考虑室内外压差;受目前技术水平限制,建筑物特征参数、空气特征参数未获取实际建筑物相关参数,采取导则的默认值。

(3)风险表征阶段:前面各个阶段的不确定性将集中体现在风险结果上,导致风险结果的不确定性。针对这些不确定性,完善过程中研究和制定适合中国国情的暴露情景,以及完善模型场地参数的获取,将是有效的针对手段。

9 风险控制值

9.1 风险控制值计算公式

9.1.1 基于致癌效应的土壤风险控制值计算公式

1) 基于经口摄入土壤途径致癌风险的土壤限值

$$RCVS_{ois} = \frac{ACR}{OISER_{ca} \times SF_o}$$

— $RCVS_{ois}$ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) 基于经口摄入途径致癌风险的土壤风险控制值;

— ACR (无量纲) 可接受致癌风险, 取值为 $1\text{E-}06$;

— $OISER_{ca}$ ($\text{kg 土壤} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ 体重} \cdot \text{d}^{-1}$) 经口摄入土壤暴露量(致癌效应);

— SF_o ($\text{mg 污染物} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{体重} \cdot \text{d}^{-1}$) 经口摄入致癌斜率因子。

2) 基于皮肤接触土壤途径致癌风险的土壤限值

$$RCVS_{dcs} = \frac{ACR}{DCSER_{ca} \times SF_d}$$

— $RCVS_{dcs}$ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) 基于皮肤接触途径致癌风险的土壤风险控制值;

— ACR (无量纲) 可接受致癌风险, 取值为 $1\text{E-}06$;

— $DCSER_{ca}$ ($\text{kg 土壤} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ 体重} \cdot \text{d}^{-1}$) 皮肤接触土壤暴露量(致癌效应);

— SF_d ($\text{mg 污染物} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{体重} \cdot \text{d}^{-1}$) 皮肤接触致癌斜率因子。

3) 基于吸入土壤颗粒物途径致癌风险的土壤限值

$$RCVS_{pis} = \frac{ACR}{PISER_{ca} \times SF_i}$$

— $RCVS_{pis}$ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) 基于吸入土壤颗粒物途径致癌风险的土壤风险控制值;

—ACR（无量纲）可接受致癌风险，取值为 1E-06；

— $PISE_{ca}$ ($kg \text{ 土壤} \cdot kg^{-1} \text{ 体重} \cdot d^{-1}$)吸入土壤暴露量(致癌效应)；

— SF_i ($mg \text{ 污染物} \cdot kg^{-1} \cdot \text{体重} \cdot d^{-1}$)呼吸吸入致癌斜率因子。

4) 基于吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径致癌风险的土壤限值

$$RCVS_{iov1} = \frac{ACR}{IOVER_{ca1} \times SF_i}$$

— $RCVS_{iov1}$ ($mg \cdot kg^{-1}$) 基于吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径致癌风险的土壤风险控制值；

—ACR（无量纲）可接受致癌风险，取值为 1E-06；

— $IOVER_{ca1}$ ($kg \text{ 土壤} \cdot kg^{-1} \text{ 体重} \cdot d^{-1}$) 吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物暴露量（致癌效应）；

— SF_i ($mg \text{ 污染物} \cdot kg^{-1} \cdot \text{体重} \cdot d^{-1}$) 呼吸吸入致癌斜率因子。

5) 基于吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径致癌风险的土壤限值

$$RCVS_{iov2} = \frac{ACR}{IOVER_{ca2} \times SF_i}$$

— $RCVS_{iov2}$ ($mg \cdot kg^{-1}$) 基于吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径致癌风险的土壤风险控制值；

—ACR（无量纲）可接受致癌风险，取值为 1E-06；

— $IOVER_{ca2}$ ($kg \text{ 土壤} \cdot kg^{-1} \text{ 体重} \cdot d^{-1}$) 吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物暴露量（致癌效应）；

— SF_i ($mg \text{ 污染物} \cdot kg^{-1} \cdot \text{体重} \cdot d^{-1}$) 呼吸吸入致癌斜率因子。

6) 基于吸入室内来自下层土壤的气态污染物致癌风险的土壤限值

$$RCVS_{iiv} = \frac{ACR}{IIVER_{ca1} \times SF_i}$$

— $RCVS_{iiv}$ ($mg \cdot kg^{-1}$) 基于吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物途径致癌风险的土壤风险控制值;

—ACR (无量纲) 可接受致癌风险, 取值为 $1E-06$;

— $IIVER_{cal}$ ($kg \text{ 土壤} \cdot kg^{-1} \text{ 体重} \cdot d^{-1}$) 吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物暴露量 (致癌效应);

— SF_i ($mg \text{ 污染物} \cdot kg^{-1} \cdot \text{体重} \cdot d^{-1}$) 呼吸吸入致癌斜率因子。

7) 基于所有暴露途径综合致癌风险的土壤限值

$$RCVS_n = \frac{ACR}{OISER_{ca} \times SF_o + DCSE_{ca} \times SF_d + (PISER_{ca} + IOVER_{ca1} + IOVER_{ca2} + IIVER_{ca1}) \times SF_i}$$

— $RCVS_n$ ($mg \cdot kg^{-1}$) 基于以上 6 种暴露途径综合致癌风险的土壤限值。

9.1.2 基于非致癌效应的土壤风险控制值计算公式

1) 基于经口摄入土壤途径非致癌风险的土壤限值

$$HCVS_{ois} = \frac{RfD_o \times SAF \times AHQ}{OISER_{nc}}$$

— $HCVS_{ois}$ ($mg \cdot kg^{-1}$) 基于经口摄入土壤途径非致癌风险的土壤风险控制值;

— $OISER_{nc}$ ($kg \text{ 土壤} \cdot kg^{-1} \text{ 体重} \cdot d^{-1}$) 经口摄入土壤暴露量 (非致癌效应);

— RfD_o ($mg \text{ 污染物} \cdot kg^{-1} \cdot \text{体重} \cdot d^{-1}$) 经口摄入参考剂量;

—SAF (无量纲) 暴露于土壤的参考剂量分配系数;

—AHQ (无量纲) 可接受危害商, 取值 1。

2) 基于皮肤接触土壤途径非致癌风险的土壤限值

$$HCVS_{dcs} = \frac{RfD_d \times SAF \times AHQ}{DCSE_{nc}}$$

— $HCVS_{dcs}$ ($mg \cdot kg^{-1}$) 基于皮肤接触土壤途径非致癌风险的土壤风险控制值;

— $DCSER_{nc}$ ($\text{kg 土壤} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ 体重} \cdot \text{d}^{-1}$) 皮肤接触土壤暴露量 (非致癌效应) ;

— RfD_d ($\text{mg 污染物} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{体重} \cdot \text{d}^{-1}$) 皮肤接触参考剂量;

—SAF (无量纲) 暴露于土壤的参考剂量分配系数;

—AHQ (无量纲) 可接受危害商, 取值 1。

3) 基于吸入土壤颗粒物途径非致癌风险的土壤限值

$$HCVS_{pis} = \frac{RfD_i \times SAF \times AHQ}{PISER_{nc}}$$

— $HCVS_{pis}$ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) 基于吸入土壤颗粒物途径非致癌风险的土壤风险控制值;

— $PISER_{nc}$ ($\text{kg 土壤} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ 体重} \cdot \text{d}^{-1}$) 吸入土壤暴露量 (非致癌效应) ;

— RfD_i ($\text{mg 污染物} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{体重} \cdot \text{d}^{-1}$) 呼吸吸入参考剂量;

—SAF (无量纲) 暴露于土壤的参考剂量分配系数;

—AHQ (无量纲) 可接受危害商, 取值 1。

4) 基于吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径非致癌风险的土壤限值

$$HCVS_{iovl} = \frac{RfD_i \times SAF \times AHQ}{IOVER_{nc1}}$$

— $HCVS_{iovl}$ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) 基于吸入室外空气中来自上层土壤的气态污染物途径非致癌风险的土壤风险控制值;

— $IOVER_{nc1}$ ($\text{kg 土壤} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ 体重} \cdot \text{d}^{-1}$) 吸入室外空气中来自表层土壤暴露量 (非致癌效应) ;

— RfD_i ($\text{mg 污染物} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{体重} \cdot \text{d}^{-1}$) 呼吸吸入参考剂量;

—SAF (无量纲) 暴露于土壤的参考剂量分配系数;

—AHQ (无量纲) 可接受危害商, 取值 1。

5) 基于吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径非致癌风险的土壤限值

$$HCVS_{iov2} = \frac{RfD_i \times SAF \times AHQ}{IOVER_{nc2}}$$

— $HCVS_{iov2}$ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) 基于吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径非致癌风险的土壤风险控制值;

— $IOVER_{nc2}$ ($\text{kg 土壤} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ 体重} \cdot \text{d}^{-1}$) 吸入室外空气中来自下层土壤暴露量 (非致癌效应);

— RfD_i ($\text{mg 污染物} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{体重} \cdot \text{d}^{-1}$) 呼吸吸入参考剂量;

— SAF (无量纲) 暴露于土壤的参考剂量分配系数;

— AHQ (无量纲) 可接受危害商, 取值 1。

6) 基于吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物途径非致癌风险的土壤限值

$$HCVS_{iiv} = \frac{RfD_i \times SAF \times AHQ}{IIVER_{nc1}}$$

— $HCVS_{iiv}$ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) 基于吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物途径非致癌风险的土壤风险控制值;

— $IIVER_{nc1}$ ($\text{kg 土壤} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ 体重} \cdot \text{d}^{-1}$) 吸入室内空气中来自下层土壤暴露量 (非致癌效应);

— RfD_i ($\text{mg 污染物} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{体重} \cdot \text{d}^{-1}$) 呼吸吸入参考剂量;

— SAF (无量纲) 暴露于土壤的参考剂量分配系数;

— AHQ (无量纲) 可接受危害商, 取值 1。

7) 基于以上 6 种土壤暴露途径非致癌效应的土壤风险控制值

$$HCVS_n = \frac{AHQ \times SAF}{\frac{OISER_{nc}}{RfD_o} + \frac{DCSER_{nc}}{RfD_d} + \frac{PISER_{nc} + IOVER_{nc1} + IOVER_{nc2} + IIVER_{nc1}}{RfD_i}}$$

— $HCVS_n$ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) 基于以上 6 种暴露途径综合非致癌风险的土壤限值。

9.32 风险评估小结

本次风险评估工作对前期土壤污染状况调查中确定的土壤和地下水关注污染物进行危害识别,基于保守考虑,对地块规划用地方式下,对地块内土壤关注污染物进行了风险评估。根据风险评估结果,二类用地方式下,I区地块内土壤中致癌风险超过可接受风险水平 10^{-6} 或者非致癌危害商大于1的污染物有13种,为砷、苯、乙苯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽和双(2-氯乙基)醚;地块内地下水中致癌风险超过可接受风险水平 10^{-6} 或者非致癌危害商大于1的污染物有7种,为苯、1,2-二氯丙烷、氯乙烯、四氯化碳、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷和双(2-氯乙基)醚。

10 修复目标值及修复范围

10.1 修复目标值的确定

根据导则要求和项目实际情况，本项目地块土壤修复目标值设置原则为：

GB36600-2018 中有标准的选用 GB36600-2018 中的第二类用地筛选值标准，没有标准的选用导则计算风险控制值。

根据导则要求和项目实际情况，本项目地块地下水修复目标值设置原则为：

本项目优先选择导则计算风险控制值作为地下水建议修复目标值。

本项目地块Ⅱ区为管控区域，因此无需进行修复，本次仅针对Ⅰ区进行地下水超修复目标值点位的汇总。

10.3.1 土壤修复范围

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，污染物含量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。。

10.3.2 地下水修复范围

山峰化工地块场地地下水需要修复的理论面积为 6006m^2 ，体积为 3137.55m^3 。

根据《常州市山峰化工原厂址地块(I区)效果评估阶段补充调查评估报告》中第 5.2.3 章节中的描述：“综合考虑地块前期调查中发现的 NAPLS 可能存在区域，结合文献中判断 NAPLS 方法，在此区域中当污染物在地下水中的浓度超过该污染物在水中溶解度的 1% 时，判断有 NAPLS 存在。”根据表 5.1-2 所示乙苯、1,2-二氯乙烷，共 2 种污染物在地下水中可能存在 NAPLS。通过对比超修复目标值样品浓度与溶解度占比是否大于 1%，发现 1 个监测井点位 AGW23 超修复目标值，可能存在非水项的情况。

10.3.3 土壤和地下水污染区的关系

将土壤修复范围与地下水修复范围进行叠加可知，土壤和地下水重叠区域较多，且土壤污染深度及浓度较高的区域与地下水修复范围接近，因此可将土壤与地下水均需要修复的区域视为重污染区。

11 修复与管控技术建议

11.1 修复与管控技术建议原则

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。

11.1.1 技术成熟性原则

目前，国内外有多种污染地块修复技术，有些技术已经成熟，有些还在研究试验阶段。为了保证该场地修复顺利完成，本报告推荐采用成熟可靠的修复技术，避免采用处于研究初期或中试阶段的技术。

11.1.2 时间合理性原则

在保证处置、修复效果达标的前提下，为降低过程中的潜在环境风险，早日进行后续开发利用，需尽快完成该地块污染土壤的修复，选择修复时间短的处置方式和修复技术。

11.1.3 费用经济性原则

制定方案将结合场地中的污染物特性，将尽可能选择经济可行的处置方案和修复技术，既满足修复或安全处置的要求，又尽量削减不必要的费用。

11.1.4 过程环保性原则

工程实施过程中要严格控制污染物对周围环境的影响，做好工程实施过程中的各项环境保护措施，如防尘，防噪声，防二次污染，防臭味等，将对周围居民的影响降到最低。各种污染物排放必须符合国家标准。

11.1.5 效果达标性原则

地块中各目标污染物的修复结果要达到预期目标，地块土壤修复或处理处置的最终目标必须满足今后的土地规划和开发标准，确保环

境安全及居民健康。

11.2 修复管控建议

11.2.1 修复及管控量思路建议

本项目地块拟规划为绿化、商业和道路，结合土壤及地下水修复范围可知，修复的大部分区域和污染较重的区域均位于东侧的绿化区域，根据规划用途综合考虑修复及管控技术的成熟性、时间合理性、费用经济性、过程环保性和效果达标性，建议将污染较重的绿化区域进行风险管控，将道路及商业修复区域进行土壤修复。。

因此需进行修复的土壤修复面积为 2585m^2 ，土壤修复量约 5972.5m^3 ，最大修复深度为 4m ；需进行管控的面积为 48625m^2 ，管控线周长为 780m ，管控深度为 30m （根据 2024 年新地勘可知， 30m 包含了潜水层及第 Ia 承压水层该区域的渗透性较低，能有效阻隔与下层第 Ib 承压水层的水力联系）；需进行处置的 NAPLs，面积约 1309m^2 ，修复量约 106.36m^3 。

11.8.2 修复及管控目标建议

11.8.2.1 土壤修复目标

根据风险评估结论I区地块内土壤中致癌风险超过可接受风险水平 10^{-6} 或者非致癌危害商大于 1 的污染物有 13 种，为砷、苯、乙苯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽和双(2-氯乙基)醚。

本项目需进行修复的四个区域为 CS-46、CS-05、CS-75 和 CS-70 的。

11.8.2.2 土壤及地下水管控目标

为了判断目标污染物在采取风险管控后是否对周边土壤、地下水和地表水环境产生影响，风险管控后管控区域外围土壤中污染因子：砷、苯、乙苯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2,3-三氯

丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a, h)蒽和双(2-氯乙基)醚及地下水中污染因子：苯、1,2-二氯丙烷、氯乙烯、四氯化碳、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷和双(2-氯乙基)醚通过监测风险管控措施，管控区域外围的土壤和地下水中污染物浓度持续下降，污染扩散得到控制作为风险管控目标。

11.8.2.3 NAPLs 修复目标

本项目管控区内存在 NAPLs 项，主要修复目标因子为 1,2-二氯乙烷和乙苯，结合文献中判断 NAPLs 方法，在此区域中当污染物在地下水中的浓度超过该污染物在水中溶解度的 1% 时，判断有 NAPLs 存在，修复目标因子为 1,2-二氯乙烷的溶解度为 $8600000 \mu\text{g/L}$ ，乙苯的溶解度为 $169000 \mu\text{g/L}$ 。

11.8.3 修复及管控要求

本项目修复及管控主要参考《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2—2019）、《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5—2019）、《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6）、《建设用地土壤污染风险管控技术规范》（DB32/T 4441-2023）、《建设用地地下水污染修复和风险管控技术导则》（DB32/T 4611-2023）施行。

12 结论与建议

12.1 结论

(1) 第二类规划用地情景下, 将地块内超标污染物及没有标准的因子作为关注污染物。土壤中I区地块内关注因子考虑经口摄入土壤、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; 地下水中关注因子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和批复接触地下水3种暴露途径。

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, 在第二类用地方式下, 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, I区地块内土壤中致癌风险超过可接受风险水平 10^{-6} 或者非致癌危害商大于1的污染物有13种, 为砷、苯、乙苯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽和双(2-氯乙基)醚; 地块内地下水中致癌风险超过可接受风险水平 10^{-6} 或者非致癌危害商大于1的污染物有7种, 为苯、1,2-二氯丙烷、氯乙烯、四氯化碳、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷和双(2-氯乙基)醚。

(2) 根据风险评估结果, 二类用地方式下, 本项目地块I区土壤中需修复污染物砷(修复目标值: 60 mg/kg)、苯(修复目标值: 4 mg/kg)、乙苯(修复目标值: 28 mg/kg)、氯乙烯(修复目标值: 0.43 mg/kg)、1,2-二氯乙烷(修复目标值: 5 mg/kg)、1,1,2-三氯乙烷(修复目标值: 2.8 mg/kg)、1,2,3-三氯丙烷(修复目标值: 0.5mg/kg)、萘(修复目标值: 70 mg/kg)、苯并(a)蒽(修复目标值: 15 mg/kg)、苯并(b)荧蒽(修复目标值: 15 mg/kg)、苯并(a)芘(修复目标值: 1.5 mg/kg)、

二苯并(a,h)蒽（修复目标值：1.5 mg/kg）、二(2-氯乙基)醚（修复目标值：1.19 mg/kg）；本项目地块I区地下水中需修复污染物苯（修复目标值：3.27 mg/l）、1,2-二氯丙烷（修复目标值：1.39 mg/l）、氯乙烯（修复目标值：1.93mg/l）、1,2-二氯乙烷（修复目标值：3.64mg/l）、1,1,2-三氯乙烷（修复目标值：3.6mg/l）、二(2-氯乙基)醚（修复目标值：16.2mg/l）。

(3) I区绿化区土壤修复面积总计为 18056m²，土壤修复方量总计为 136295.5m³；I区商业、道路区土壤修复面积总计为 2585m²，土壤修复方量总计为 5972.5m³；山峰化工地块场地地下水需要修复的理论面积为 6006m²，体积为 3137.55 m³；山峰化工地块 NAPLs 需要修复的理论面积为 1309m²，体积为 106.36m³。

12.2 地块修复与管控建议

1、制定详细的管控修复方案；

2、尽快实施土壤及地下水修复及管控工作，防止污染进一步扩散；

3、根据本地块土壤和地下水污染特征，①拟规划为绿化的区域的土壤及地下水污染较重，建议该区域整体进行风险管控，其中存在 NAPLs 的区域开展削源处置工作；②拟规划为商业及道路区域的土壤污染较轻，建议通过修复达到规划用地风险值。