

溧水区晶桥镇经六路以东、纬四路以北
原观山化工园 C 区（原南京飞凯化工
有限公司等 3 地块）地块
土壤污染风险评估报告

委 托 单 位：南京市溧水区晶桥建设开发有限公司

主持编制机构：江苏润环环境科技有限公司

二 零 二 二 年 四 月

摘 要

溧水区晶桥镇经六路以东、纬四路以北原观山化工园 C 区（原南京飞凯化工有限公司等 3 地块）地块（以下简称“本地块”）位于晶桥镇原观山化工园区内，地块西侧紧邻经六路，北侧靠近白明线，南侧为纬四路，面积为 84816 m²，约 127 亩；本地块内企业（溧水县飞凯化工有限公司、南京华晶集团化工有限公司化工分厂磺酸车间）从事过化工生产。根据《溧水区晶桥镇土地利用总体规划（2006-2020）》及晶桥镇人民政府出具的相关证明材料，地块未来规划用地为工业用地。

经调查，本地块土壤的砷、铅污染物超出《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）规定的第二类建设用地土壤污染风险筛选值，土壤存在健康风险，需要开展进一步风险评估等工作。根据《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日）第六十条“对土壤污染状况调查报告评审表明污染物含量超过土壤污染风险管控标准的建设用地地块，土壤污染责任人、土地使用权人应当按照国务院生态环境主管部门的规定进行土壤污染风险评估，并将土壤污染风险评估报告报省级人民政府生态环境主管部门。”南京市溧水区晶桥建设开发有限公司委托江苏润环环境科技有限公司对本地块进行土壤污染风险评估。

1、前期工作总结

调查地块所属于观山工业集中区，该工业区初建于 1985 年，相继建成投产各化工、精细化工企业。因环境问题于 2006 年被省环境主管部门挂牌督办整改，部分企业先后被关停。2011 年开始，南京实施“三高两低”整治，化工企业陆续关停，到 2013 年底全部退出。园区部分企业的原厂房改为新引入的非化工企业使用。截至调查时，园区内企业均已关停。

（1）历史调查情况

根据“江苏省有色金属华东地质勘查局地球化学勘查与海洋地质调查研究院”对观山化工园区曾经开展过“区域性调查”（2017 年 9 月）结果可知，调查地块内普遍存在重金属砷、铅污染；仅 1 个点位土壤样品 2-氯甲苯超标，其他污染物检出含量均低于选择的相应标准限值。

（2）本次采样调查

在“区域性调查”基础上开展本次调查工作，分别于 2021 年 7 月和 2021

年 10 月对地块进行调查采样分析工作。经统计，初步采样调查共计在地块内布设 35 个采样点位，共布设 7 口地下水监测井；共计采集 160 个土壤样品，7 个地下水样品，送检 151 个土壤样品检测 pH、重金属砷和铅；送检 93 个土壤样品检测其他重金属（六价铬、镉、铜、汞和镍）、VOCs 与 SVOCs 类污染物；地下水样品全部送检。调查结果显示部分土壤样品的砷、铅的浓度超过 GB36600 中第二类用地筛选值。

经初步采样调查，调查区域内存在土壤超标情况，属于污染地块。

（3）详细采样调查

详细采样调查阶段结合初步调查结果及全场 20m 网格快筛的结果，共计布设 18 个采样点位，布设 1 口地下水监测井。共计采样 73 个土壤样品，2 个地下水样品。共送检 81 个土壤样品（含 8 个平行样），2 个地下水样品。

调查结果显示：本地块土壤重金属砷、铅含量超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）规定的第二类建设用地土壤污染风险筛选值，调查地块土壤存在健康风险。

（5）小结

综合初步采样调查、详细采样调查结果，地块内土壤污染物类型为重金属砷、铅。根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）规定，需要对调查地块开展风险评估工作。

2、风险评估

根据《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日）第六十条要求，本地块需开展土壤污染风险评估，工作包括危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征、土壤及地下水风险控制值的确定。根据本地块土壤污染状况调查结果，识别出风险评估的指标为土壤重金属砷和铅。根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）（以下简称《导则》）开展风险评估，采用中国科学院南京土壤研究所尧一骏博士和生态环境部南京所陈樯开发的《污染场地风险评估电子表格》（2021 年 12 月）计算出土壤中重金属砷、铅超过《导则》规定的单一污染物的可接受水平，推导出保护人体健康的土壤风险控制值，综合考虑风险控制值、背景值和筛选值，选用砷和铅的第二类用地筛选值作为本地块砷和铅的修复目标值，即地块内砷的建议修复目标值为 60mg/kg，铅的建议修复目标值为 800mg/kg。推荐修复最大修复深度为 8m，叠加后的修复面积约 24990.4m²，

修复土方量总计为 31962.2 m³。

3、结论与建议

本地块根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）要求，开展风险评估，采用《污染场地风险评估电子表格》（2021年12月）模拟出土壤中重金属砷、铅超过《导则》规定的单一污染物的可接受水平，并推导出保护人体健康的土壤风险控制值。综合经济技术可行性与国内现行的相应的筛选值，最终确定了本地块的推荐修复目标值。对比推荐修复目标值，本地块内土壤修复土方量总计为 31962.2 m³。

结合本地块污染特征，考虑到本地块砷、铅污染由矿脉造成，与企业生产关系不大，同时地块所在区域为工业园区，周边敏感目标较少，因此可采用污染物阻隔技术（粘土压实覆盖）和制度控制相结合的形式，对土壤重金属砷、铅进行风险管控，减小对地块周边人体的健康风险。对于地块内的砷、铅污染土壤，考虑到重金属污染土壤迁移扩散性相对较弱，可选择污染物阻隔技术（压实粘土水平阻隔）进行风险管控。除可采用上述推荐的风险管控技术外，其它可去除地块污染物且对周边敏感目标及环境不产生不利影响的相关技术亦可使用。但无论采取何种修复和风险管控技术，具体技术方案均需经专家论证，并考虑环境可行性及经济合理性等多方面因素，最终确定适合本地块的修复和风险管控技术。

前 言

溧水区晶桥镇经六路以东、纬四路以北原观山化工园 C 区（原南京飞凯化工有限公司等 3 地块）地块位于溧水区晶桥镇，地块东至旭华圣洛迪厂界，西至经六路，南至纬四路，北至白明线。地块总占地面积 84816m²（约 127 亩）。根据土地利用规划，地块后期规划分为工业用地。

本地块内企业（溧水县飞凯化工有限公司、南京华晶集团化工有限公司化工分厂磺酸车间）从事化工生产，同时历史调查结果表明地块土壤存在重金属、有机物污染，根据《土壤污染防治法》第五十九条第一款“对土壤污染状况普查、详查和监测、现场检查表明有土壤污染风险的建设用地地块，地方人民政府生态环境主管部门应当要求土地使用权人按照规定进行土壤污染状况调查。”受南京市溧水区晶桥建设开发有限公司委托，江苏润环环境科技有限公司于 2021 年 7 月和 10 月开展了土壤污染状况调查工作，并编制了《溧水区晶桥镇经六路以东、纬四路以北原观山化工园 C 区（原南京飞凯化工有限公司等 3 地块）地块土壤污染状况调查报告》，调查结果表明，地块内土壤中砷和铅含量超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）规定的第二类建设用地土壤污染风险筛选值。

根据《中华人民共和国土壤污染防治法》第 37 条，实施土壤污染风险评估活动，应当编制土壤污染风险评估报告；根据《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日）第六十条“对土壤污染状况调查报告评审表明污染物含量超过土壤污染风险管控标准的建设用地地块，土壤污染责任人、土地使用权人应当按照国务院生态环境主管部门的规定进行土壤污染风险评估”，并将土壤污染风险评估报告报省级人民政府生态环境主管部门。

因此，受南京市溧水区晶桥建设开发有限公司委托，江苏润环环境科技有限公司对溧水区晶桥镇经六路以东、纬四路以北原观山化工园 C 区（原南京飞凯化工有限公司等 3 地块）地块开展风险评估工作，并编制《溧水区晶桥镇经六路以东、纬四路以北原观山化工园 C 区（原南京飞凯化工有限公司等 3 地块）土壤污染风险评估报告》。

1 项目概述

本次调查地块为溧水区晶桥镇经六路以东、纬四路以北原观山化工园 C 区（原南京飞凯化工有限公司等 3 地块），调查面积为 84816m²，约 127 亩；调查地块未来规划仍为工业用地，调查评估范围见图 2。

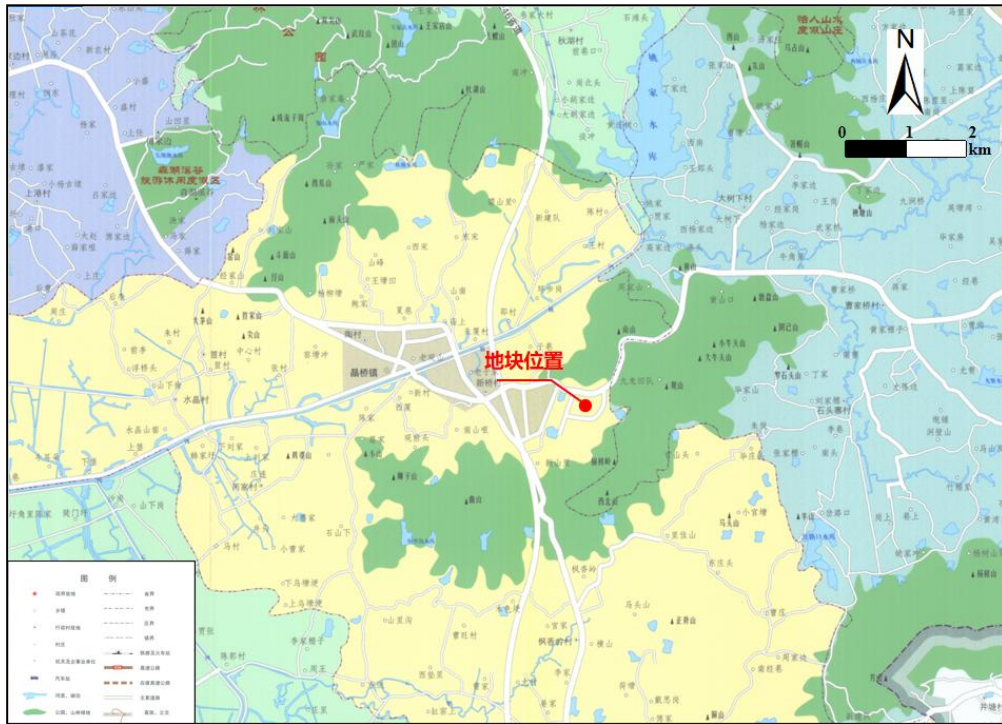


图 1 本次调查评估地块地理位置



图 2 调查范围示意图（底图为 2021 年 7 月航拍）

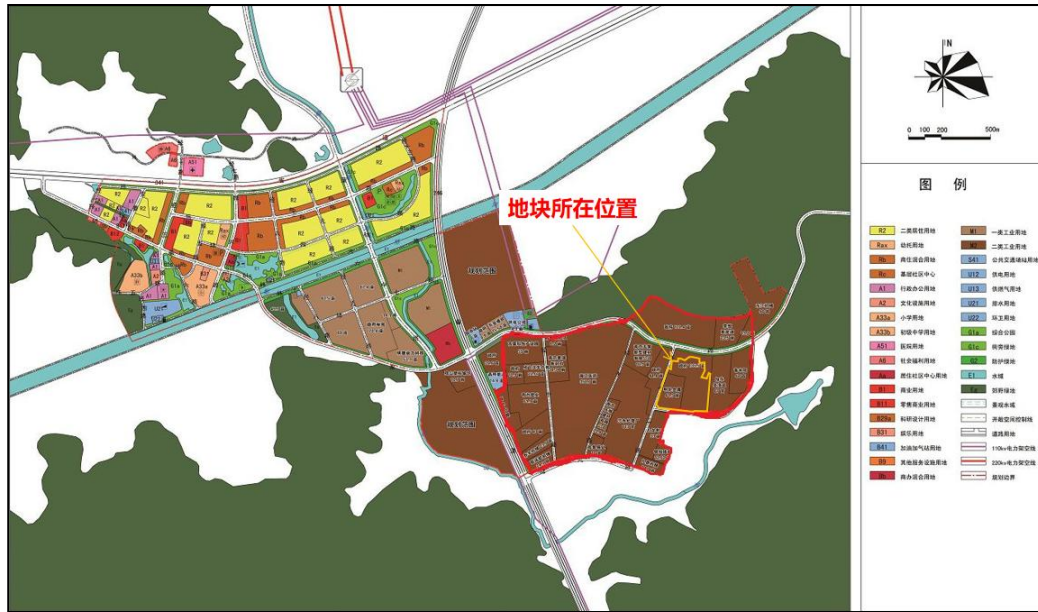


图 3 地块规划示意图

2 前期调查结论

经统计，本地块土壤污染状况调查分初步采样分析和详细采样分析两个阶段进行。其中初步采样分析共布设土壤点位 35 个，共计采集 160 个土壤样品，其中送检 93 个，共布设 7 口地下水监测井。详细采样分析共布设土壤点位 18 个，送检 81 个土壤样品；建 1 口地下水监测井，送检 2 个地下水样品。

(1) 土壤调查结果

根据以上结果统计，调查地块内土壤中重金属超标因子为砷和铅，结合收集到的资料可知，企业生产过程并不涉及砷、铅，且地块所在区域为原观山铜铅多金属矿的开采区，因此调查地块重金属砷、铅超标是受到矿脉的影响。经过统计，污染区域面积约 24990.4m²，重金属污染体积约为 31962.2 m³。

(2) 地下水调查结果

地下水污染物检出污染物含量均未超出相应标准限值。

综上，经土壤污染状况调查的历史资料收集、现场踏勘、人员访谈及实地采样分析，本地块土壤污染物含量超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）规定的第二类用地筛选值，地下水未超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中IV类水浓度限值或所对应的浓度限值；属于建设用地土壤污染。不符合本地块规划用地土壤环境质量要求，需开展下一阶段土壤污染风险评估工作。

3 地块环境健康风险评估

3.1 关注污染物

根据前期调查的结果，地块内土壤中**砷、铅**超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）第二类用地风险筛选值，部分点位浓度超过**管制值**。

根据详细调查的结果，本地块内地下水中重金属（砷、镉、铜、铅、汞和镍）和邻苯二甲酸二正丁酯、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯检出含量未超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）IV类浓度限值；石油烃（C₁₀~C₄₀）未超出《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）中第二类用地筛选值。

因此，本地块地下水无关注污染因子。

3.2 风险表征

根据风险评估计算结果，本地块内土壤部分点位砷针对潜在暴露人群（工作人员）的暴露风险水平不可接受。由于本地块所在区域及周边地下水不作饮用水，地下水砷不具有挥发性，无暴露途径，因此无人体健康风险。

3.3 风险控制值计算

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）进行计算，以 10^{-6} 为可接受的致癌风险水平，1为可接受非致癌危害商，计算得到本地块关注污染物的风险控制，详见下表1所示。

表1 本地块风险控制值

介质	污染物	风险控制值 (mg/kg)
土壤	砷	1.48
土壤	铅	556 ^[1]

注：^[1]基于成人血铅模型(ALM)得到的本项目土壤铅的环境基准值为 556mg/kg。

3.4 修复目标值建议

3.4.1 土壤修复目标值建议

对于土壤修复目标值，根据《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019），分析比较按照 HJ25.3 计算的风险控制值和地块所在区域土壤中目标污染物背景含量和国家有关标准中规定的限值，合理提出土壤目标污染物的修复目标值。

根据上表中计算出的风险控制值，对比目前试行的《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）可知，砷和铅风险控制值均低于第二类用地的筛选值，可知在风险评估过程中参数选择较为保守，为避免过度修复，且考虑到后期地块管理的需要，建议在风险控制值小于或者与筛选值相近时，采用筛选值作为土壤修复目标值。

本地块土壤中关注污染物建议修复目标值见表 2。

表 2 本地块土壤修复目标值建议 单位：mg/kg

编号	污染物	风险控制值	筛选值	修复目标值
1.	砷	1.48	60	60
2.	铅	556 ^[1]	800	800

注：^[1]基于成人血铅模型（ALM）得到的本项目土壤铅的环境基准值为 556mg/kg。

3.5 建议修复目标值的应用

对比初步调查、详细调查检测数据与修复目标值，本地块内土壤超标因子为重金属砷、铅，主要原因是调查地块位于原观山铜铅多金属矿区内，天然存在多种土壤重金属本底值较高。

对比推荐修复目标值，建议修复的面积叠加后总计为 24990.4m²，叠加后的修复土方量总计为 31962.2m³。

地下水所有检出污染物浓度均未超出相应标准限值。

4 结论和建议

4.1 风险评估结论

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》，污染物可接受的非致癌风险水平即目标危害商为 1，可接受的致癌风险水平为 10⁻⁶。本项目根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》，通过《污染场地风险评估电子表格》（2021 年 12 月）计算确定本地块土壤推荐的风险控制值。综合经济技术可行性与国内现行的相应的筛选值，最终确定了本地块的推荐修复目标值。

对比推荐修复目标值：地块内砷的建议修复目标值为 60mg/kg，铅的建议修复目标值为 800mg/kg。根据估算，需修复的土壤面积约 24990.4m²，修复土方量为 31962.2m³。

综上，结合上述风险评估结果，应开展后续的地块修复或风险管控工作，在

修复或风险管控工作完成后方可按地块规划用途进行开发利用。

4.2 地块修复和风险管控技术建议

(1) 土壤修复技术

结合本地块污染特征及工程要求，地块内的砷、铅污染土壤可选择水泥窑协同处置或者植物修复技术进行修复。除可采用上述推荐修复技术外，其它可去除地块污染物且对周边敏感目标及环境不产生不利影响的修复技术亦可使用。但无论采取何种修复技术，具体修复方案（包括修复目标值、修复技术、实施方案与程序等）均需经专家论证，并考虑环境可行性及经济合理性等多方面因素，最终确定适合地块本地块的修复方案。

(2) 风险管控技术

若对本地块开展风险管控工作，可采用制度管控技术+工程控制技术相结合的形式，对本地块土壤污染区域实行精准风险管控，其中，工程管控技术可通过污染阻隔（水平阻隔）方式来实现，最大程度控制地块内土壤污染物不扩散，减小对地块内人体的健康风险。其它可有效控制地块内污染物不往外扩散的管控技术亦可使用。但无论采取何种风险管控技术，均需经专家论证，最终确定适合本地块的风险管控方案。

4.3 建议与要求

(1) 尽快进行处置、修复工作并在之前保护地块不被扰动：尽快进行修复，避免地块扰动。在自然过程作用下，土壤中的污染物会发生迁移。如降雨和地下水流动会使污染物发生迁移等。特别是雨季降雨量大，易造成污染物进一步转移到地下水，造成地下水污染。此外，尽快实施修复有利于控制污染物的扩散，减少和控制被污染土壤的分布范围，降低修复成本。

(2) 地块处置、修复过程中要注重质量控制：在地块开挖取土过程中，需要观察是否有在调查阶段中没有被发现的污染，例如地下埋藏物和有明显特殊气味的地方，一经发现，需要相关专业人员及时处理，并调整修复范围。另外，在修复过程中需要进行质量控制，确保修复到位。

(3) 工程实施中要配备安全环保措施：地块的大规模挖掘活动不仅会改变土壤污染物的分布特征，造成污染物进一步扩散，还会对施工人员、地块周围居民及地块其他工作人员的身体健康和产生不利影响。因此，在进行施工前，

要进行具有针对性的安全环保培训，特别是防治化学品和污染土壤毒害的培训，确保施工安全进行。施工之前要制定包括运输在内的安全环保方案，为施工提供指导并要求施工人员遵照执行。

(4) 建议修复方案实施与开发建筑工程有机结合，包括开发顺序和基坑深度、土方平衡等，最大程度的降低工程投资成本，对整体工程包括污染土壤修复和后期开发建设工程进行最优化组合。

(5) 鉴于地块调查的不确定性，从人群健康角度考虑，地块修复与开发建设过程中如发现严重异味等异常情况应立即停止施工并征询主管部门意见

4.4 不确定性分析

由于主客观原因，前期土壤污染状况调查以及风险评价过程中不可避免存在诸多不确定性。充分分析各个阶段可能的不确定性因素，有利于科学认识和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。本报告不确定性分析如下：

(1) 土壤污染状况调查：由于土壤分布的不均一性，土壤污染物含量以及土壤理化参数存在差异，对风险评估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，以及完善模型地块参数的获取，将是有效的针对手段。