

原南京净之杰固体废物处理有限公司地块 土壤污染风险评估报告

委托单位：南京经济技术开发区管理委员会

编制单位：南京源恒环境研究所有限公司

2025年5月

摘要

原南京净之杰固体废物处理有限公司地块位于江苏省南京栖霞区尧化街道吴边社区山后 9 号，占地面积 11000m²（合计 16.49 亩）。本地块四至范围：北侧为空地；东侧为空地；南侧紧邻运煤路；西侧为空地。本地块历史上涉及的生产企业主要是南京净之杰固体废物处理有限公司，主要从事危险固体废物焚烧处置，行业类别为 N7724 危险废物治理。地块内原构筑物及生产设备均已拆除，存在回填外来土并进行平整，其中堆土面积约为 11000m²，堆土方量约为 16500m³，地块目前为空地。本地块未来规划为防护绿地（G2），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）中规定的第二类用地。

2020 年重点行业企业用地初步采样调查结果表明原南京净之杰固体废物处理有限公司地块土壤二噁英最大检出值大于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地筛选值（大于第二类用地筛选值），地下水铅最大检出值大于《地下水质量标准》（GB14848-2017）中的 III 类标准值。根据《中华人民共和国土壤污染防治法》第五十九条：“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”。

2023 年 12 月，受南京经济技术开发区管理委员会委托，南京源恒环境研究所有限公司开展土壤污染状况调查工作，于 2024 年 8 月通过南京市生态环境局备案，并出具《原南京净之杰固体废物处理有限公司地块土壤污染状况调查报告（备案稿）》。土壤污染状况调查结果表明，地块内土壤存在 1 个土壤样品超标，地块土壤超标污染物为二噁英，超标深度为 1.5-2.0m。地块土壤超标区域面积约 178.35m²。地块内地下水存在 1 个地下水样品超标，超标污染物为锰。本地块内

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，属于污染地块，需进一步开展土壤污染风险评估工作。

根据《中华人民共和国土壤污染防治法》第六十条规定，“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”。据此，南京经济技术开发区管理委员会委托南京源恒环境研究所有限公司开展本地块土壤污染风险评估工作。

1、土壤污染状况调查回顾

项目组于2024年1月21~29日、2024年3月24~25日与2024年4月15日对本地块开展了第二阶段调查初步采样分析工作和详细采样分析工作，第二阶段调查合计布设35个土壤采样点位、8个地下水监测井以及43个堆土样品。

（1）土壤样品检测指标共计126项，检出指标共计27项，包括氨氮、氟化物、砷、镉、铅、汞、镍、锑、钴、钒、锡、锰、铁、铝、铜、锌、铬、二氯仿、顺-1,2-二氯乙烯、1,2-二氯丙烷、四氯乙烯、氯苯、一溴二氯甲烷、石油烃（C₁₀-C₄₀）、二噁英。调查表明地块内土壤污染物存在超标情况，超标指标为二噁英，超标点位为T322，超标面积为178.35m²。

（2）调查阶段地下水样品检测指标共计119项，检出指标共计19项，包括硫酸盐、氯化物、氨氮、氟化物、锰、铜、铝、砷、镉、铅、锑、镍、钴、铬、锡、钒、1,2-二氯丙烷、甲醛、石油烃（C₁₀-C₄₀），其中锰的最大检出值大于《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）IV类标准限值。调查表明地块内地下水监测井污染物存在超标情况，超标指标为锰，超标点位为GW2，超标面积为1125.5m²。

综上，本地块土壤污染物二噁英最大检出值大于《土壤环境质量

建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）规定的第二类用地筛选值，属于污染地块，应进一步开展土壤污染风险评估。

2、风险管控情况

根据《江苏省建设用地土壤污染风险管控技术规范》（DB32/T 4441-2023），地块内已完成风险管控工作，主要内容为设置管控区边界围挡、设置地块信息公告牌、信息监控识别。

3、风险评估情况

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）的相关规定，此次风险评估结果表明：

（1）危害识别

地块风险评估的土壤关注污染物为二噁英，地下水关注污染物为锰。

（2）暴露评估

在第二类规划用地情景下，将地块内超标污染物二噁英作为土壤关注污染物，锰作为地下水关注污染物。土壤中二噁英考虑经口摄入土壤、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 种土壤污染物的暴露途径；地下水中关注污染物锰无暴露途径。

（3）风险表征

根据建立的暴露概念模型及确定途径和参数，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。土壤中二噁英的致癌风险为 $1.27E-05$ ，超过 $1E-06$ ，风险不可接受。地下水中关注污染物锰无暴露途径，不存在人体健康风险。

（4）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）土

壤风险评估，得出土壤二噁英的风险控制值为 $1.78E-05$ mg/kg。

(5) 修复目标与范围

根据风险评估结果，第二类用地方式下，本地块土壤中需修复污染物为二噁英，修复目标值为 $4.0E-05$ mg/kg。土壤修复面积总计为 $178.35m^2$ ，土壤修复方量总计为 $445.875m^3$ ，土壤修复深度为 0-2.5m。

本地块属于污染地块，在第二类规划用地情景下，需针对超修复目标值的土壤实施土壤风险管控和修复工作。

(6) 土壤修复建议

基于不同技术的修复效果、实施条件、处理成本、工期长短、安全性能等因素分析，进行修复技术初筛，后续地块修复可考虑采用水泥窑处置的方式对污染土壤进行处置，将异位固化/稳定化作为备选技术。

1 项目概述

1.1 项目背景

原南京净之杰固体废物处理有限公司地块位于江苏省南京栖霞区尧化街道吴边社区山后 9 号，占地面积 11000m²（合计 16.49 亩）。地块四至范围：北侧为空地；东侧为空地；南侧紧邻运煤路；西侧为空地。原南京净之杰固体废物处理有限公司在产期间主要从事危险固体废物焚烧处置。根据《南京市仙林副城新港片区控制详细规划》，本地块未来规划用地性质为防护绿地 G2，为《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。

2024 年 1 月至 2024 年 8 月，南京源恒环境研究所有限公司完成了原南京净之杰固体废物处理有限公司地块的土壤污染状况详细调查，出具了《原南京净之杰固体废物处理有限公司地块土壤污染状况调查报告（备案稿）》。

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》（HJ25.3-2019）中相关技术要求开展该地块的风险评估工作，确定本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《原南京净之杰固体废物处理有限公司地块土壤污染风险评估报告》。

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，确定本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本地块土壤和地下水风险控制值，最终确定本地块的修复目标值，给出本地块的修复范围和修复建议，为本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南京净之杰固体废物处理有限公司地块范围，占地面积为 11000m²。地块北侧为空地，东侧为空地，南侧紧邻运煤路，西侧为空地。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。

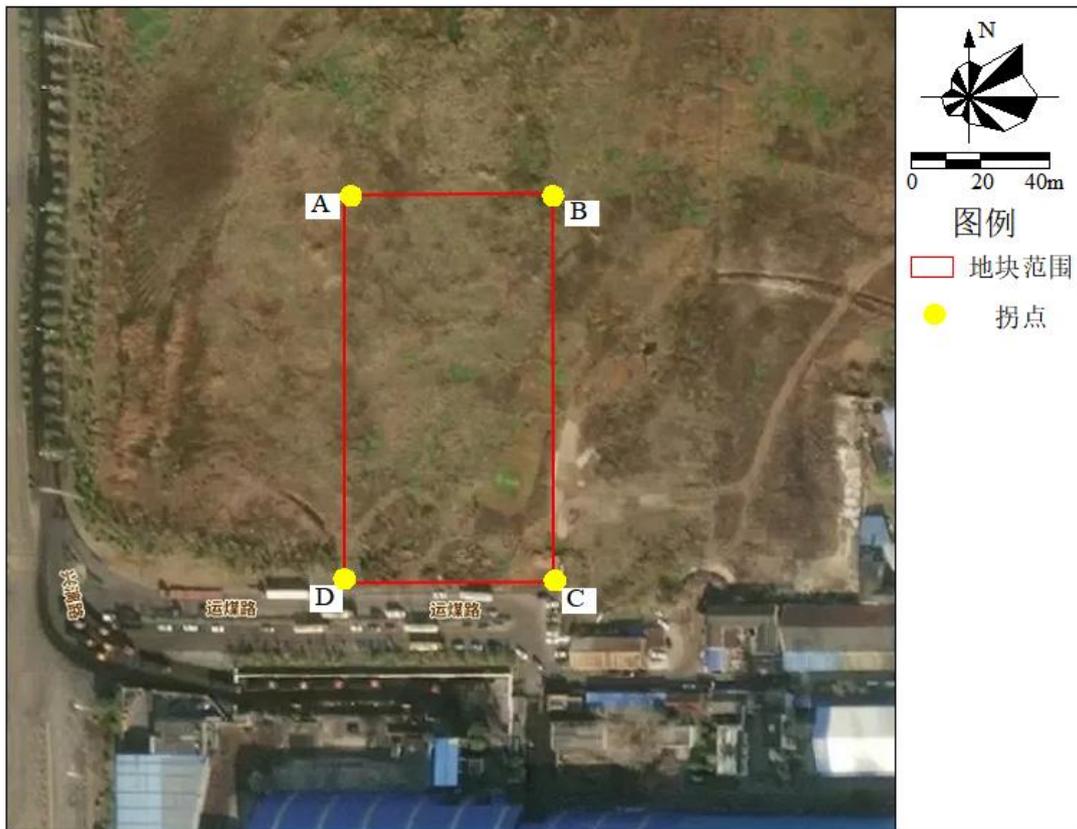


图 1.4-1 本地块拐点坐标图（底图为 2024 年影像图）

表 1.4-1 本地块边界拐点坐标

图中序号	CGCS2000 大地坐标系	
	X (m)	Y (m)
A	3559969.819	40396578.460
B	3559968.706	40396652.028
C	3559826.507	40396645.460
D	3559826.857	40396573.661

注：拐点来源于原南京净之杰固体废物处理有限公司地块重点行业企业用地调查信息采集中 polygon 文件。

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)《江苏省固体废弃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)《江苏省生态环境厅关于征求江苏省建设用地土壤污染状况调查评估有关文件意见的函》(苏环便函〔2023〕1071号),江苏省生态环境厅,2023年8月10日;

(9)《江苏省建设用地土壤污染风险管控技术规范》(DB32/T 4441-2023);

(10)《南京市土壤污染防治行动计划》(宁政发〔2017〕67号), 2017年3月23日。

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。

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(DB13/T 5216-2022)。

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。

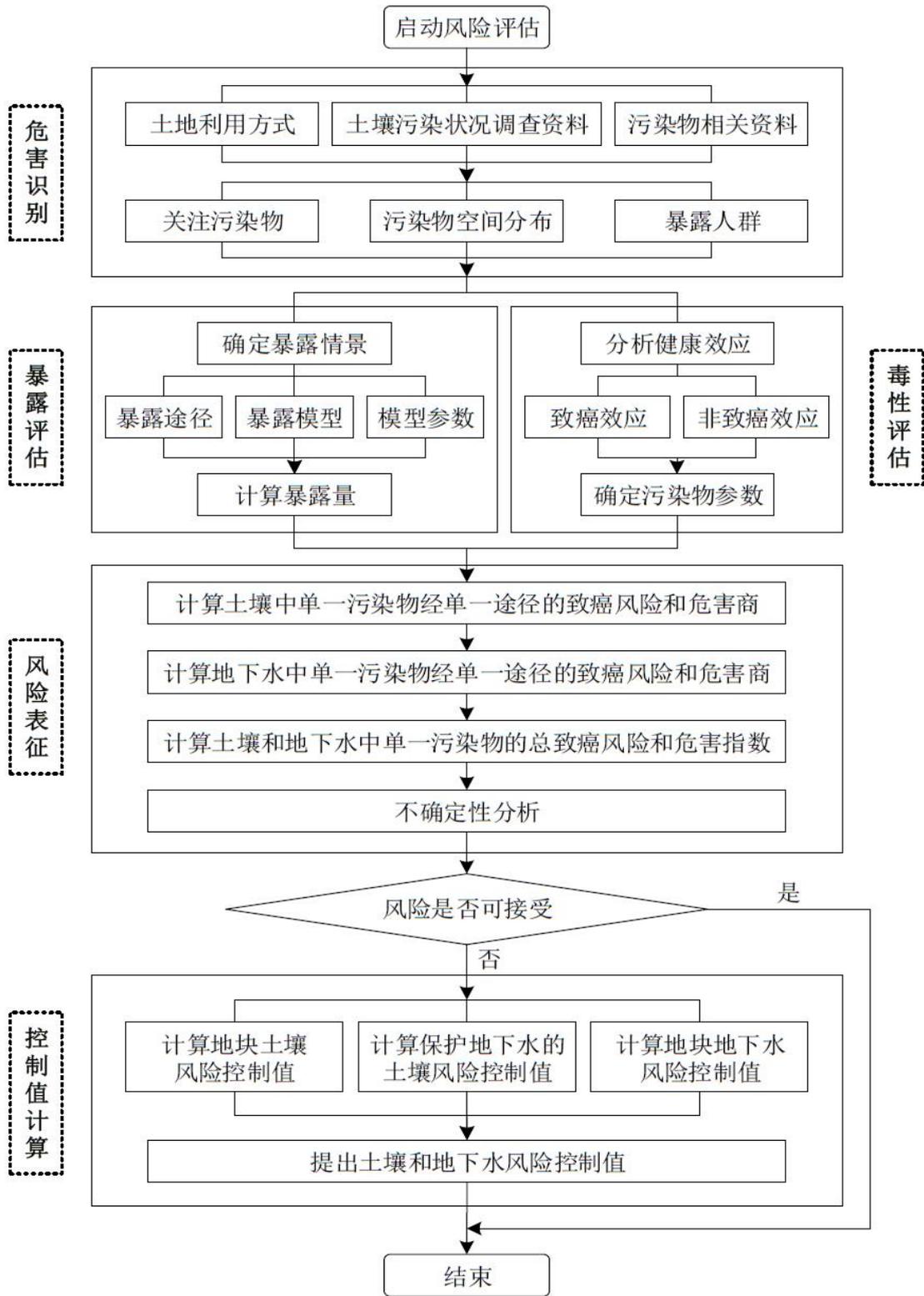


图 1.8-1 地块风险评估程序和内容

2 地块概况

2.1 区域环境情况

2.1.1 地理位置

原南京净之杰固体废物处理有限公司地块位于南京市栖霞区尧化街道吴边社区山后 9 号，南侧紧邻运煤路，隔路为中国石化金陵分公司热电运行部。地块中心经度为 118.90397787，纬度为 32.15821143。地块地理位置见图 2.1-1。



图 2.1-1 本地块地理位置图

2.1.2 地形地貌

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

地貌区域为宁、镇、扬山地的一部分，低山山陵占全市总面积的 64.52%。四周群山环抱，有紫金山、牛首山、幕府山、栖霞山、汤山、青龙山、黄龙山、方山、祖堂山、云台山、老山、灵岩山、茅山等，另有富贵山、九华山、北极阁山，清凉山、狮子山、鸡笼山等聚散于市内，形成了山多水多丘陵多的地貌特征。

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

本地块位于南京市栖霞区，地形复杂，总趋势是西北部长江冲积平原地势较低，中部丘陵岗地地势稍高，东南部宁镇山脉地势较高，呈现由西北向东南逐级升高的地形特点北部长江漫滩以及九乡河、七乡河河谷地区地面高程一般为 5~25m，局部地区低于 5.0m。中部丘岗，高程一般在 35-50m 之间，丘陵与岗地呈条带状相间分布。由北向南大约有三条大致平行的丘岗，依次为栖霞山~象山丘陵带、陡山~谭家山丘陵带和灵山~龙王山丘陵带，均呈北东至南西向延展，丘陵带之间为岗地。东南部为宁镇山脉西麓，高程一般小于 200m，多为 150m 左右，属于低山丘陵。

2.1.3 气候气象

地块所在栖霞区地属北亚热带季风气候，气候温和、四季分明、雨量适中。降雨量四季分配不均，冬半年（10~3 月）受寒冷的极地大陆气团影响，盛行偏北风，降雨较少；夏半年（4~9 月）受热带或副热带海洋性气团影响，盛行偏南风，降水丰富。尤其在春夏之交的 5 月底至 6 月，由于“极锋”移至长江流域一线而多“梅雨”。夏末秋初，受沿西北向移动的台风影响而多台风雨，全年无霜期 222~224 天，年日照时数 1987~2170 小时。根据近 20 年气象资料统计，南京地区主要的气象气候特征见表 2.1-1。

表 2.1-1 南京地区主要气象气候特征

编号	项目		数量及单位
1	气温	年平均气温	16.6℃
		极端最高气温	38.0℃
		极端最低气温	-6.6℃
2	湿度	年平均相对湿度	72%

编号	项目		数量及单位
3	降水	年平均降水量	1178.3mm
4	气压	年平均气压	1013.9mb
5	风速	年平均风速	2.15m/s
		多年实测极大风速	8.3m/s
6	风向	主导风向	E
		风向频率	13.1%

2.1.4 区域水文地质概况

(1) 地表水

栖霞区区域内河流主要有长江、九乡河、七乡河、东山河、便民河。

①长江

长江南京江段属长江下游感潮河段，受中等强度潮汐影响，水位每天出现两次潮峰和两次潮谷。涨潮历时约 3 小时，落潮历时约 9 小时，涨潮水流有托顶，存在负流。根据南京下关潮水位资料统计，历年最高水位 10.2m，最低水位 1.54m，年内最大水位变幅 7.7m，枯水期最大潮差别 1.56m，多年平均潮差 0.57m。长江南京段的水流虽受潮汐影响，但全年变化仍为径流控制调节，最大流量为 92600m³/s，多年平均流量为 28600m³/s。年内最小月平均流量一般出现在 1 月份，4 月开始涨水，7 月份出现最大值。

②九乡河

九乡河发源于江宁区汤山镇境内的青龙山及神策山龙王庙一带，流经江宁区麒麟镇、栖霞区栖霞镇后注入长江。九乡河流域面积 104.5km²，特点是源短流急，降雨时上游山区洪水很快下泻到中下游，洪水在入江口段受河道阻水建筑物影响，不能顺畅入江，导致河道水位上涨，威胁两岸安全。九乡河下游在 1973 年冬至 1974 年春曾以 10 年内一遇的标准进行过疏浚整治，在麒麟镇段设计流量为 160m³/s，在栖霞镇段设计流量为 200m³/s，九乡河大学城段河道长约 3.4km，提防顶高为 12-14m，河底高程 6.0-8.0m，河底宽 20m，局部较宽或较窄，边坡 1:2.0，跨河有四座桥，其中一座已毁，但在河道中阻水

明显，有一滚水坝拦河蓄水，上游蓄水 10m。

③七乡河

七乡河发源于长江南岩江宁县汤山，流经江宁县汤南镇、句容，在栖霞区杨山镇注入长江，流域面积 96.8km²，其中河道面积 7.32km²，流道平均坡 0.00219，干流总长 23.5km，栖霞区境内 7.5km，山圩分界点距长江约 7.18km。

七乡河的特点是源短流急，河口无控制，横跨七乡河的沪宁铁路、宁镇公路大桥对其行洪基本无影响。

④便民河、东山河

南京便民河位于长江龙潭水道右岸，源自宝华山，是一条多支流多出口的水系，除主流东山河外，沿途有八字河、陈甸河、小东山河与引河 4 条小支流汇入，山丘区汇流面 99.5km²。便民河有三个入江口，包括大道河口、三江河口、七乡河口。三江河口是南京便民河的入江口，也是便民河主要入江泄洪渠道，无灌溉、通航功能。



图 2.1-2 南京市地表水系图

(2) 地下水

地块所在区地下水分为孔隙水、岩溶水、裂隙水三种主要类型，对应的存储介质为松散岩类孔隙含水层组、碳酸盐岩类溶隙含水岩组、碎屑岩（含火山碎屑岩）类含水岩组及火成侵入岩裂隙含水岩组。地下水类型按含水介质（岩性）、水动力特征，进一步可细分为六个亚类，分布特征见图 2.1-3。

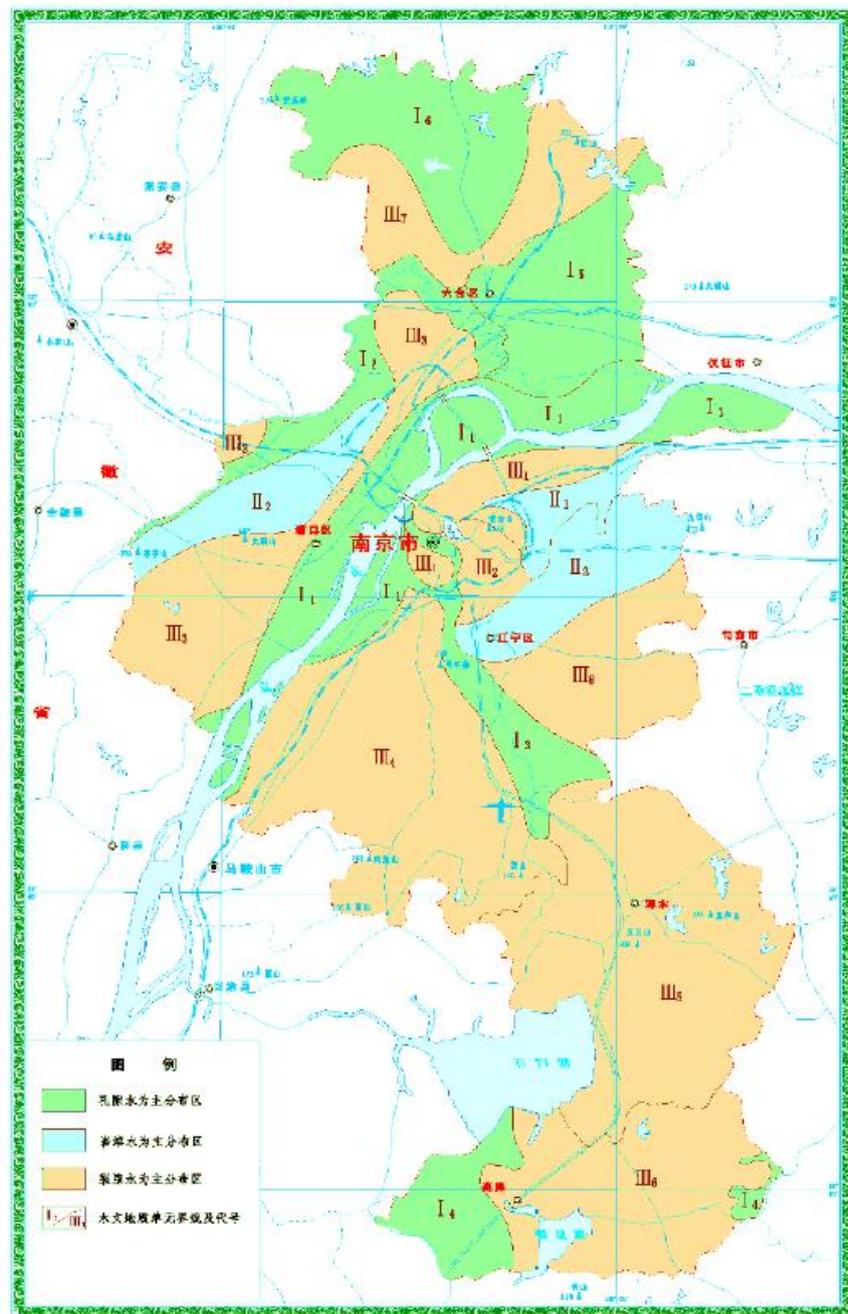


图 2.1-3 南京市水文地质图

1、第四系孔隙水

第四系孔隙水呈层状赋存于第四系松散层内，主要分布在长江沿岸及九乡河、七乡河谷及岗地冲沟中，根据含水层埋藏深度与水力特征可分潜水和微承压水二个含水层组。

(1) 潜水

评价区内分布较广，除基岩出露区以外，其余地区均有分布，岗地、河谷平原和漫滩，含水层主要由亚砂土和亚粘土层组成，局部地区夹有粉砂薄层，含水层厚度 5-30m，局部地区大于 50m，受古地貌控制明显，差异较大。含水层颗粒较细，富水性较差，单井涌水量一般 $< 10\text{m}^3/\text{d}$ ，水位埋深随微地貌形态变化而异，一般在 1.0-3.0m 之间。水位受季节影响，雨季上升、旱季下降，年变幅 2.0-3.0m。

(2) 微承压水

分布在长江漫滩区和九乡河河谷平原地区，分布面积较小，含水层岩性主要为河流冲积的砂层，多以粉细砂为主，局部为亚砂土或含泥质粉细砂，透水性相对较差。砂层厚度一般为 10-15m，局部地区厚度可达 60m，具有上细下粗的沉积韵律，富水性良好，单井涌水量 $100-300\text{m}^3/\text{d}$ 左右，地下水位埋深 2-3m 之间，具有微承压性。沿江地带与潜水之间无良好的隔水层，地下水位埋深也与潜水位基本一致。

2、基岩裂隙水

基岩裂隙水主要赋存于构造裂隙中，其富水性受多种因素控制，其中岩性、断裂构造起主导作用，一般说来坚硬的砂砾岩、石英砂岩在褶皱、断裂等构造活动中易产生破裂，形成较多的透水或贮水裂缝，赋存有一定量地下水。

区内碎屑岩主要有中、古生界白垩至志留系砂岩、含砾石英砂岩、粉砂岩、页岩、泥岩以及燕山期侵入岩等，其中泥盆系五通砂岩和侏罗系象山群砂岩，构造裂隙发育，富水性较好，其余地层基本不含水，可视为隔水层。

(1) 五通砂岩裂隙含水岩组

岩性主要是石英岩及砾岩，由于坚硬性脆又经历了多次构造运动，裂隙发育，普遍发育有二组节理，一组走向近南北，另一组走向北西，将岩石切割成菱形状，构成贮水和透水构造。但由于五通组出露部位较高，仅分布在青龙山、黄龙山、孔山、栖霞山等山脊部位，位置较高，汇水条件差，出露面积有限，因而富水性较差，单井涌水量一般 $100\sim 300\text{m}^3/\text{d}$ 。

(2) 象山群砂岩裂隙含水岩组

象山群砂岩分布广泛，主要分布于南象山、北象山、栖霞山、太平山等地段。其岩性为杂质砂岩、长石石英砂岩夹页岩及煤系底部薄层石英砂岩和砾岩，裂隙较发育，富水性受岩性、厚度、构造部位控制，差别较大，单孔涌水量一般为 $100\text{m}^3/\text{d}$ 左右。

3、碳酸盐岩岩溶裂隙水

评价区内南部地区碳酸盐岩类岩层发育，含水岩层为震旦系、寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系和三叠系灰岩、白云岩、白云质灰岩等，岩溶裂隙发育，具有似层状含水层特征，单井涌水量一般都在 $500\sim 1000\text{m}^3/\text{d}$ 之间，大者可达 $3000\text{m}^3/\text{d}$ ，富水性较好，具有较大的供水意义。根据碳酸盐岩含水层时代及岩性特征，评价区可分为以下二个含水岩组。

(1) 石炭二叠碳酸盐岩岩溶含水岩组

含水层由石炭系老虎洞组白云岩、黄龙组灰岩、船山组灰岩和二叠系栖霞组灰岩组成，分布在评价区东北部栖霞山及南京银茂铅锌矿，出露地表，溶隙、溶沟、溶槽、落水洞发育，特别是在张性断裂带附近，往往形成很大溶洞，有利于地下水汇集和储积，富水性较好，单孔涌水量 $800\sim 3000\text{m}^3/\text{d}$ 。

(2) 三叠系中下统碳酸盐岩岩溶含水岩组

含水层由三叠系青龙组灰岩和周冲组角砾状灰岩组成，分布在仙鹤门至东阳一带，构成灵山、桂山等山体，并大片出露在山麓地带，灰岩分布广泛，厚度大中心部位达 200m 左右。岩溶发育，地表蜂窝

状溶孔、溶洞、溶沟及落水洞等岩溶地貌随处可见，具有似层状含水层的特征，地下水较为丰富，单井涌水量在 1000m³/d 以上，具有较大的供水意义。

2.2 敏感目标

根据《建设用土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)和《建设用土壤环境调查评估技术指南》要求，经现场实地踏勘，本地块周边 1km 无敏感保护目标。地块周边 1km 范围见图 2.2-1。

根据江苏省生态环境分区管控综合服务平台，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。由图可知，本次风险评估的地块不在生态保护红线范围内，且距离最近的生态保护红线区域为 2.73km。

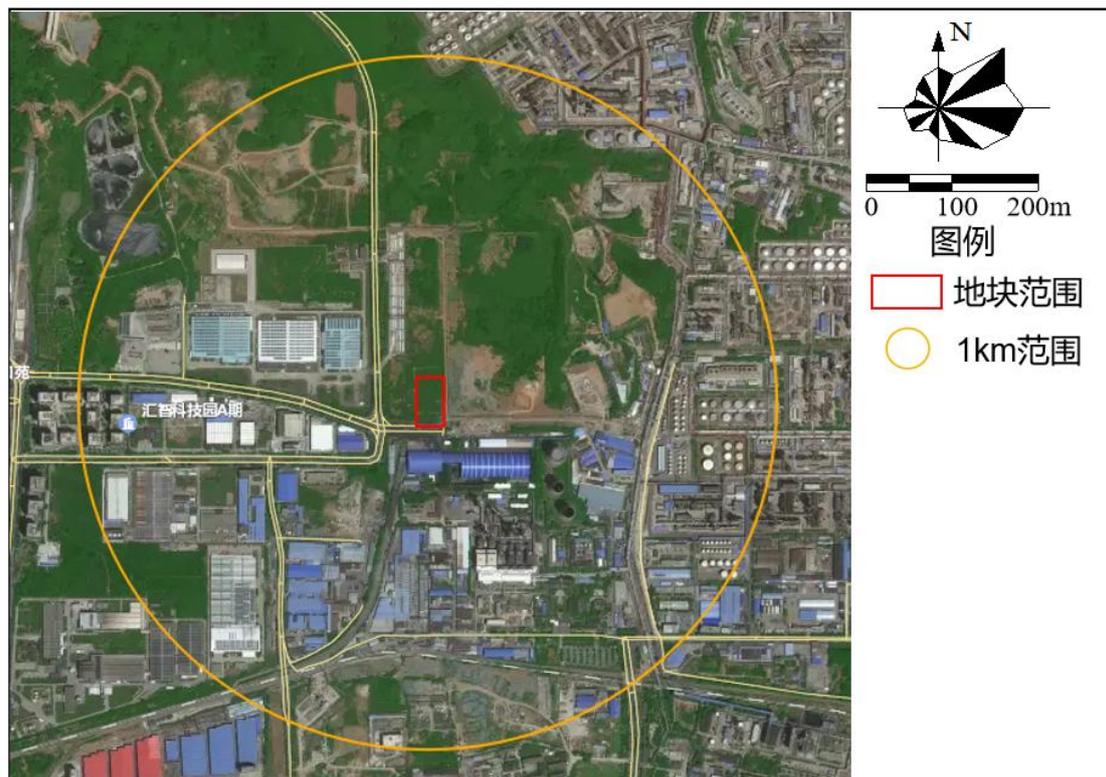


图 2.2-1 地块周边 1km 范围图



图 2.2-2 地块周边生态红线区域分布图

2.3 地块未来规划

根据《南京市仙林副城新港片区控制详细规划》，本地块未来规划用地性质为防护绿地 G2，为《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。具体见图 2.3-1。

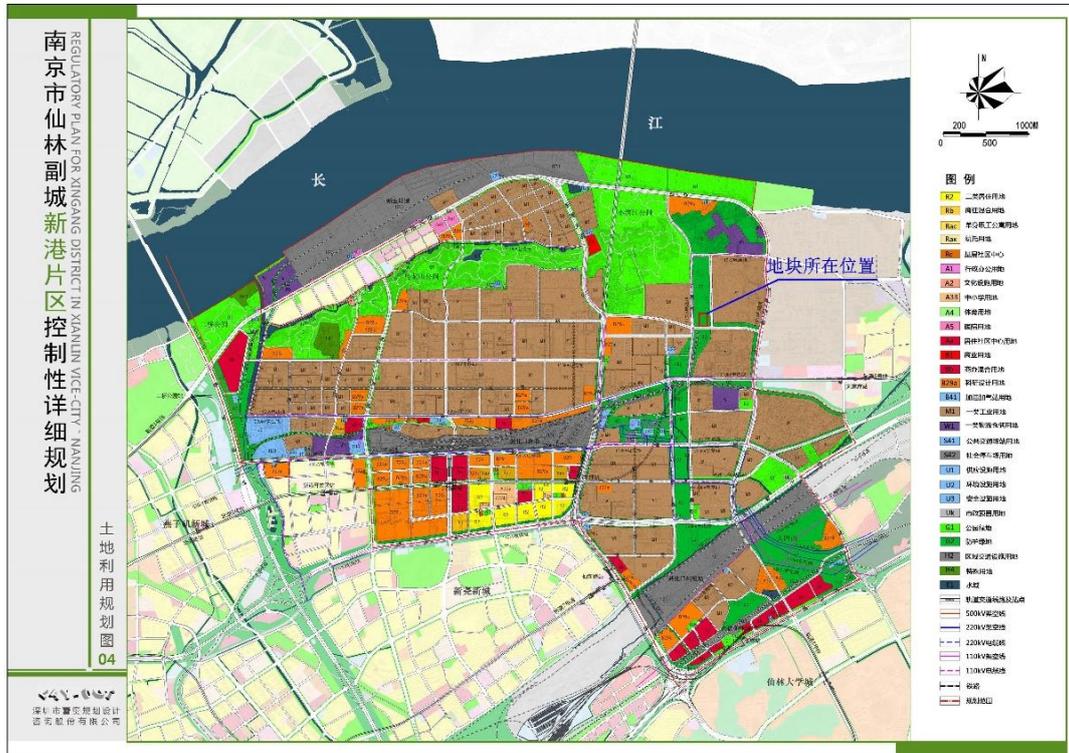


图 2.3-1 地块未来规划图

3 土壤污染状况调查

根据《建设用土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)、《建设用土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019)、《建设用土壤环境调查评估技术指南》(公告 2017 年第 72 号),土壤污染状况调查分三个阶段开展,分别为第一阶段土壤污染状况调查、第二阶段土壤污染状况调查、第三阶段土壤污染状况调查。

3.1 一阶段土壤调查小结

根据资料收集、现场踏勘和人员访谈等,地块历史生产企业主要为原南京净之杰固体废物处理有限公司。地块历史变迁为:2001 年 6 月之前,地块为农田;2001 年 6 月至 2014 年 2 月,地块为南京净之杰固体废物处理有限公司生产用地;2014 年 2 月至今,地块为空地。

原南京净之杰固体废物处理有限公司在产期间主要从事危险固体废物焚烧处置,生产流程主要包括包装运输、贮存、预处理、焚烧,焚烧废物种类主要包括医院临床废物、医药废物、废药物、药品、农药废物、木材防腐剂废物、有机溶剂废物、废矿物油、废乳化液、精(蒸)馏残渣、废染料涂料、有机树脂类废物、表面处理废物、废酸(有机)、废碱(有机)、有机磷化合物废物、含酚废物、含醚类废物、废卤化有机溶剂、有机溶剂废物、含有机卤化物废物。综合上述企业运行过程产生的污染物以及特征有机污染物定性甄别检测结果,识别地块的特征污染物包括:阿特拉津、氯丹、滴滴涕、敌敌畏、乐果、硫丹、七氯、六六六、六氯苯、灭蚁灵、2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚、氯酚、2,4-二硝基酚、氯苯、二氯苯、萘、蒽、芘、苊、芴、菲、蒹、荧蒹、芘、苯并[a]蒹、蒽、苯并[b]荧蒹、苯并[k]荧蒹、苯并[a]芘、茚并[1,2,3-cd]芘、二苯并[a,h]蒹、苯并[ghi]花、苯、甲苯、乙苯、二甲苯、对二甲胺基偶氮苯、偶氮苯、偶氮甲酰胺、聚乙烯、乙二醇、甲基磺酸、氨氮、氟化物、氯化物、汞、砷、镍、镉、铅、铬、锡、锑、铜、锰、锌、磷、铝、钴、铁、氰化物、

硫酸盐、二噁英、正十二烷、十六烷酸甲酯、正十六烷、正十四烷、磷酸三苯酯、二氯二氟甲烷、丙酮、二氯甲烷、丙烯醛、2-甲基-1-硝基丙烷、1,2-二氯乙烯、溴氯甲烷、二氯硝基甲烷、二溴甲烷、溴二氯甲烷、丁酸甲酯、溴苯、2-氯甲苯、1,3,5-三甲苯、1,2-二氯苯。

3.2 第二阶段土壤污染状况调查结论

综合土壤污染状况初步调查和详细调查结果，本地块内土壤中二噁英最大检出值大于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值；地下水中的锰最大检出值大于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的IV类标准值。

3.2-1 土壤超标情况汇总

根据前期调查报告内容，综合详细调查及补充调查土壤样品检测结果，本地块在调查阶段1个土壤点位存在超标情况（1个土壤样品超标），土壤超标因子为二噁英，超标深度为1.5-2.0m。

土壤超标依据超标点位周边未超标点位分布得出，以未超标点位作为污染边界控制点位，得出土壤最终超标范围。基于上述原则，本次调查划定了1个土壤超标区域，土壤超标区域汇总情况见表3.2-1、图3.2-1。

污染场地土壤超标体积计算公式如下： $V_{\text{超标}}=S_{\text{超标}}\times H$

其中，其中 $S_{\text{超标}}$ 为超标面积， H 为土壤下层达标层至超标层厚度。由上述计算公式，估算土壤理论超标面积为 178.35m^2 ，理论超标体积为 445.875m^3 。

表 3.2-1 前期调查阶段土壤超标范围情况表

超标区域	超标点位	钻探深度 (m)	送检深度 (m)	超标样品深度 (m)	下层土壤达标深度 (m)	超标因子	超标面积 (m ²)	超标方量 (m ³)	边界控制点位	坐标	
										X (m)	Y (m)
罐区	T322	7.5m	0-0.5m	1.5-2.0m	2.5m	二噁英	178.35	445.875	T32	3559952.182	40396616.164
			1.5-2.0m						T4	3559935.687	40396622.259
			2.0-2.5m						T33	3559921.770	40396616.297
									T312	3559935.915	40396610.4037

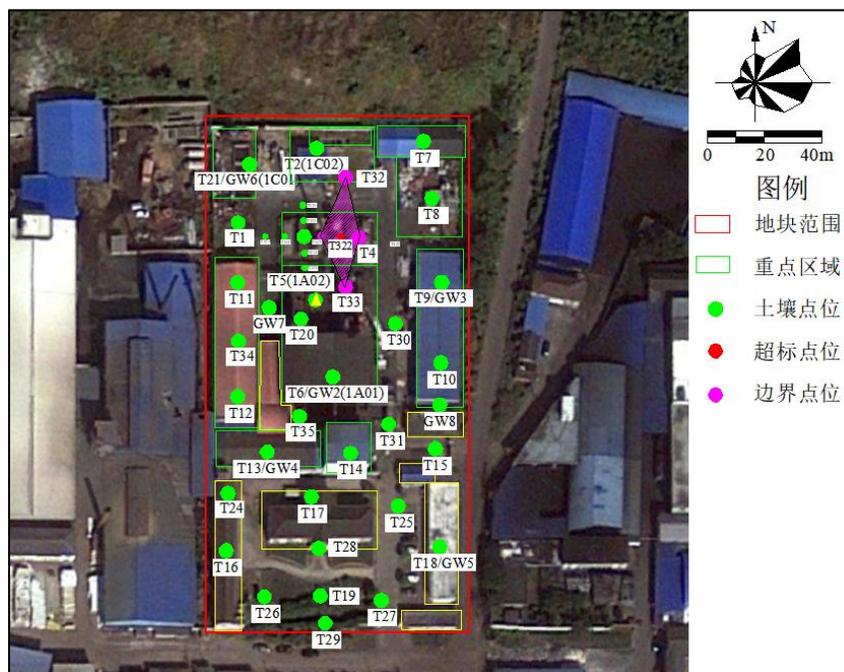


图 3.2-1 土壤点位二噁英超标范围图

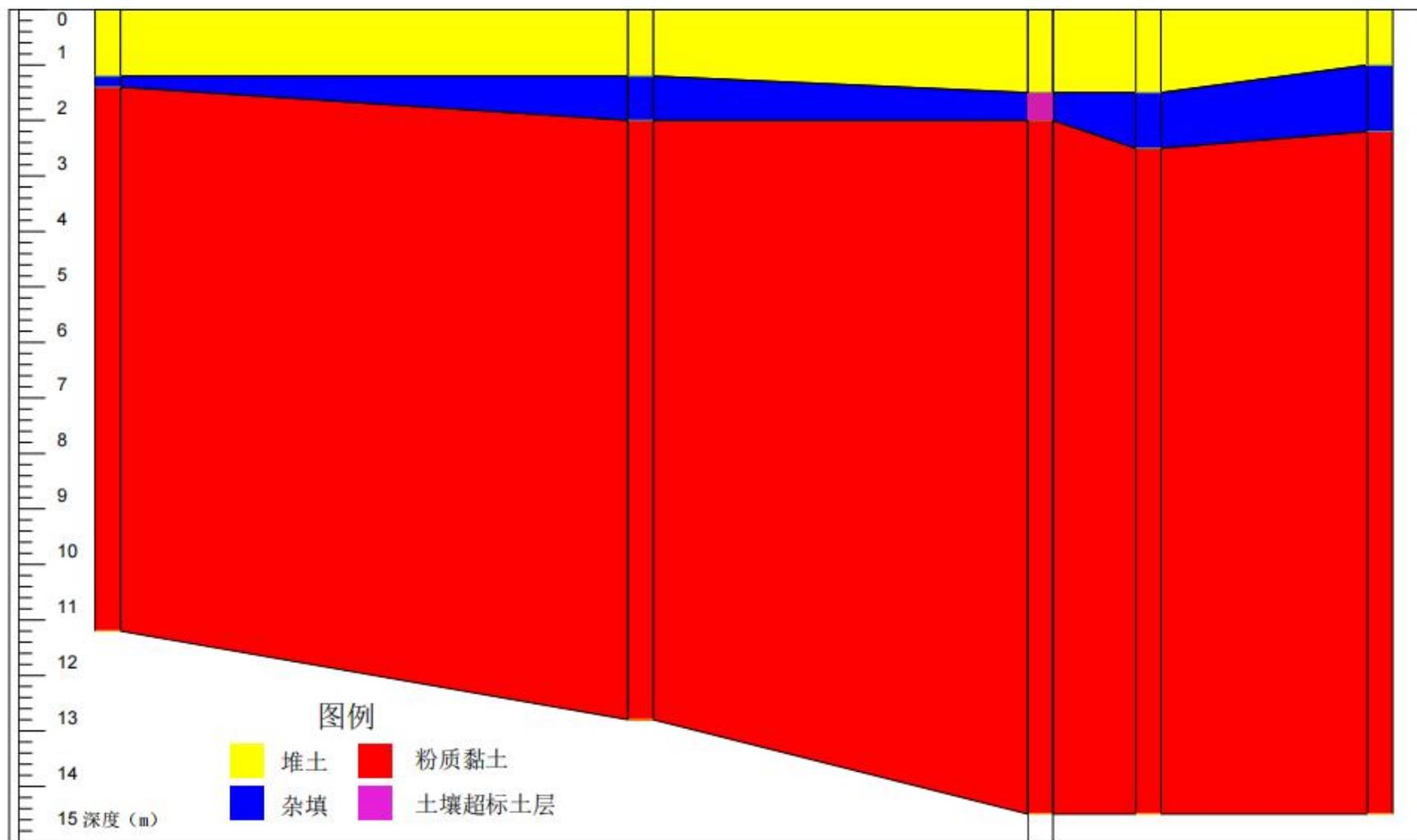


图 3.2-1 土层分布图

3.2.2 地下水超标情况汇总

根据初步调查及详细调查地下水样品检出结果可知，地下水样品中锰的最大检出值大于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) IV类标准值。

为划定本地块地下水超标范围，本次调查于地块内超标监测井周边布置了相应地下水超标边界控制井，地下水超标边界控制井分布见图 3.2-3，各超标监测井与边界控制井对应关系如下表 3.2-2 所示。

表 3.2-2 地下水监测井锰检测浓度统计

类别	点位	区域	单位	采样深度	检出浓度	IV类标准	超标倍数
超标点位	GW2	焚烧炉	mg/L	7.0m	18.4	1.5	11.27
边界控制点位	GW4	原材料暂存库			0.975		/
	GW3	固废暂存库 2			1.06		/
	GW7	固废暂存库 2			0.016		/
	GW8	休息室			0.016		/

本地块各超标点位周边均存在超标边界控制点，本次调查以边界控制点作为超标范围的划定依据，采用 surfer 软件拟合地块内各个监测井锰的检测浓度的方式确定本地块地下水潜水超标范围，并计算了地下水潜水超标面积及理论超标量。

其中地下水理论超标方量是根据以下计算公式得出：

$$V_{\text{超标}} = S_{\text{超标}} \times B \times \theta$$

其中 $S_{\text{超标}}$ 为地下水超标面积， B 为潜水含水层厚度， θ 为孔隙度。

根据本次本地块内地下水潜水监测井水位测量结果，结合本地块地质勘探调查结果，潜水含水层厚度 B 平均值为 2.65m；孔隙度 θ 推导公示为 $\theta = e/(1+e)$ ，根据土工试验结果，本地块潜水所在填土层和粉质粘土的孔隙比 e 平均值为 0.920，因此 θ 取值为 0.479。

表 3.2-2 地下水超标范围面积估算

序号	超标指标	估算面积 (m ²)	土层饱和含水层厚度 (m)	孔隙度 (%)	超标地下水量 (m ³)
1	锰	1125.5	2.4	0.920	1293.87

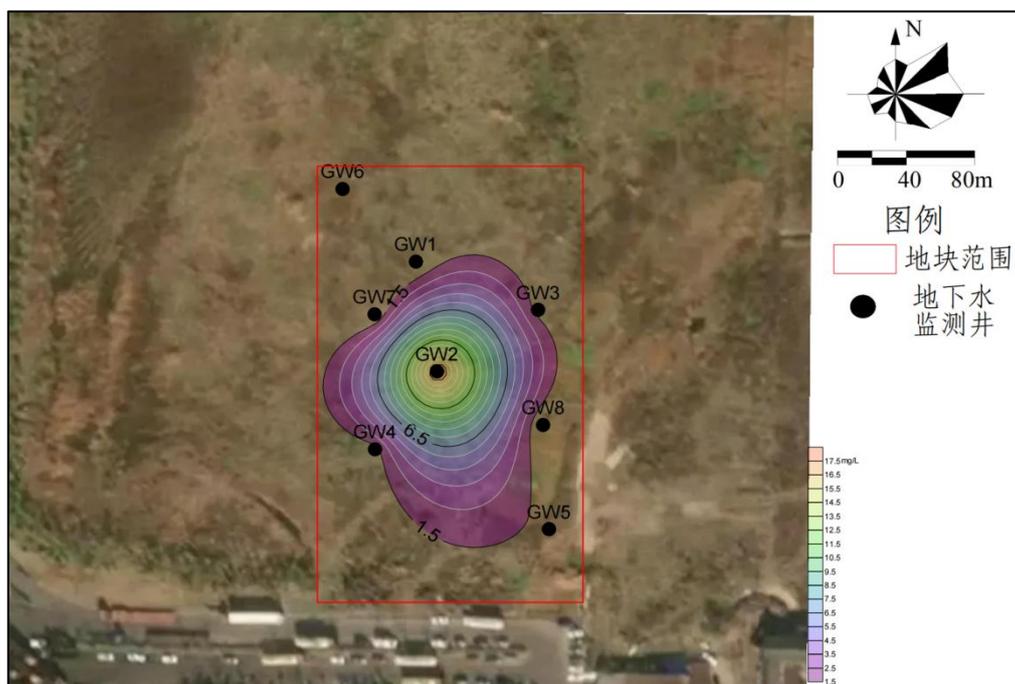


图 3.2-3 地下水锰超标范围图

3.2.3 污染因子超标溯源分析

1、土壤

土壤中二噁英最大检出值大于《土壤环境质量建设用土壤污染管控标准（试行）》（GB36600-2018）规定的第二类用地筛选值，其超标点位为其超标点位为 T322，超标深度为 1.5m-2.0m，超标位置为原历史企业使用期间土壤表层。

原因分析：历史企业南京净之杰固体废物处理有限公司在运营期间，主要从事危险废物焚烧工作。在废物焚烧过程中，会产生二噁英，这成为土壤中二噁英的主要来源。T322 区域位于焚烧炉的下风向，焚烧废物时产生的二噁英，经大气扩散后，在自身重力作用下，通过干沉降或湿沉降的方式落至地面，并在土壤表层积累。二噁英具有挥发性低、疏水性强、吸附性高以及化学稳定性强等特性。在土壤环境中，这些特性致使二噁英难以迁移转化。由于其疏水性强，不易溶于

水，很难借助雨水冲刷等途径渗透至土壤深层。因此，焚烧过程中产生的二噁英主要滞留在土壤表层。但二噁英有一定挥发性，可从土壤表面进入大气，对人体和生物体健康造成威胁。

2、地下水

锰的最大检出值大于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) IV类标准值，最大检出点位为 GW2，超标倍数为 11.27。该点位位于原焚烧区。

原因分析：①GW2 位于焚烧区，根据《危险废物焚烧污染控制标准》(GB18484-2020)，危险废物焚烧过程中会产生锰等重金属。含锰烟尘通过雨水冲刷、自然沉降等方式落入地表，再经下渗作用进入地块地下水环境；②历史企业焚烧废物中的医院临床废物、医药废物、废药物、药品中可能存在含锰废水、废渣，锰随废水、废渣进入区域地下水环境，使得地下水中锰的含量上升；③本地块土壤类型为潮土，含铁锰结核，故地下水中锰的含量相对较高。

3.3 第三阶段土壤污染状况调查

第三阶段土壤污染状况调查主要工作内容包括地块特征参数和受体暴露参数的调查。

4 风险评估

本项目风险评估基于《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)进行。地块定量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。本项目针对净之杰地块土壤及地下水中超过相关环境质量标准或筛选值的污染物进行风险评估。根据地块污染源特征、水文地质条件等实际情况,构建地块概念模型,应用污染地块风险评估电子表格软件计算不同暴露途径下土壤及地下水污染物的风险控制值与风险和危害商,并对地块的土壤与地下水中的污染物进行风险表征;结合我国的土壤筛选值,确定最终的修复目标值,筛选出超过修复目标值的污染物,分析其污染分布与超标范围,估算土壤的修复土方量。

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)土壤风险控制值计算方法,得出了污染物可接受的非致癌风险水平即目标危害商为1,可接受的致癌风险为 1×10^{-6} 水平下的土壤风险控制值。具体如表4-1所示。

表 4-1 本地块第二类用地条件土壤中因子风险控制值计算结果

目标因子	深度	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)
二噁英	1.5-2.0m	22.6E-05	1.78E-05	2.67E-04	1.78E-05
	2.0-2.5m	2.0E-05	1.78E-05	2.67E-04	1.78E-05

5 修复目标与修复范围

通过土壤中各关注污染物的致癌和非致癌风险计算，地块存在人体健康风险为不可接受。根据《建设用地土壤修复技术导则》(HJ 25.4-2019)，分析比较按照《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ 25.3-2019)计算的土壤风险控制值、《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)规定的筛选值和管制值、地块所在区域土壤中目标污染物的背景含量以及国家和地方有关标准中规定的限值，结合目标污染物形态及迁移转化规律等，合理提出土壤目标污染物的修复目标值。

本报告中，当计算的土壤风险控制值小于 GB 36600-2018 和 DB4403/T 67-2020 规定的筛选值时，选择 GB36600-2018、DB4403/T 67-2020 规定的筛选值作为地块土壤目标污染物的修复目标值；当计算的土壤风险控制值大于 GB36600-2018、DB4403/T67-2020 规定的筛选值、但小于 GB36600-2018、DB4403/T67-2020 规定的管制值时，选择计算的土壤风险控制值作为地块土壤目标污染物的修复目标值；当计算的土壤风险控制值大于 GB36600-2018、DB4403/T 67-2020 规定的管制值时，选择 GB36600-2018、DB4403/T67-2020 规定的管制值作为地块土壤目标污染物的修复目标值。

综上所述，本地块调查区域建议修复目标选用 GB36600-2018 第二类用地筛选值，具体见表 5-1。

表 5-1 本地块土壤建议修复目标值

污染因子	单位	最大值	第二类用地筛选值	第二类用地管制值	风险控制值	建议修复目标值
二噁英 (总量)	mg/kg	22.6E-5	4.0E-05	4.0E-4	1.78E-05	4.0E-5

6 结论和建议

6.1 结论

(1) 在第二类规划用地情景下，将地块内超标污染物二噁英作为土壤关注污染物，锰作为地下水关注污染物。土壤中二噁英考虑经口摄入土壤、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 种土壤污染物的暴露途径；地下水中关注污染物锰无暴露途径。

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，最终确定土壤中二噁英的健康风险不可接受（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锰不存在人体健康风险。

(2) 根据风险评估结果，二类用地方式下，本地块土壤中需修复污染物主要为二噁英，修复目标值为 $4.0E-05\text{mg/kg}$ 。土壤修复面积总计为 178.35m^2 ，土壤修复方量总计为 445.875m^3 ，土壤修复深度为 0-2.5m。

本地块属于污染地块，在第二类规划用地情景下，需针对超风险区域的土壤实施土壤风险管控和修复工作。

6.2 建议

(1) 土壤修复建议

地块内污染土壤土方量较小，另考虑到项目建设工期及人体健康风险控制的需要，建议可采用水泥窑协同处置方式对污染土壤进行处置，将异位固化/稳定化作为备选技术。

(2) 编制污染地块治理与修复工程方案

地块土壤中二噁英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

本地块内地下水锰超标情况的人体健康风险均可接受。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或潜水污染物的下渗风险，因此，需加强对本项目区域地下水的管控，在污染土壤修复过程中，对地下水进行定期监测。

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。