



**宁波市鄞奉片区 HS17-3-12、HS17-3-14
地块土壤污染风险评估报告
公示版**

委托单位：宁波市海城投资开发有限公司

编制单位：浙江省环境科技有限公司

二〇二〇年七月

摘 要

浙江省环境科技有限公司受宁波市海城投资开发有限公司（业主单位）委托，对宁波市鄞奉片区 HS17-3-12 地块、HS17-3-14 地块开展土壤污染风险评估。HS17-3-12、HS17-3-14 地块用地面积分别为 67062.3m² 和 5598.9m²，地块历史上主要为工业企业用地，现已拆迁平整。HS17-3-12 地块规划功能布局分为 HS17-3-12a、HS17-3-12b、HS17-3-12c 以及 HS17-3-12d 四个地块，其中 HS17-3-12a 地块规划为二类居住用地(R2)，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)中的第一类用地；HS17-3-12b、HS17-3-12c、HS17-3-12d 和 HS17-3-14 地块规划为商业服务业用地(B1)属于 GB36600-2018 第二类用地。

1、前期调查结果

(1) 土壤检测分析结果：

HS17-3-12 地块中，HS17-3-12a（规划居住用地）部分土壤样品中镍、钴、二苯并(a,h)蒽、苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、石油烃(C₁₀-C₄₀)的检出浓度超过《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)第一类用地筛选值，部分土壤样品中锌的检出浓度超过《污染场地风险评估技术导则》(DB 33/T 892-2013)住宅及公共用地筛选值；其中部分土壤样品镍、钴、苯并(a)芘和石油烃(C₁₀-C₄₀)检出浓度超过第一类用地管制值。HS17-3-12b、HS17-3-12c 和 HS17-3-12d（规划商业服务业用地）仅 BS28(0-1.0m)石油烃(C₁₀-C₄₀)检出浓度超过 GB 36600-2018 第二类用地筛选值，但未超过第二类用地管制值。

HS17-3-14 地块区域仅 BS4(0-1.5m)邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯的检出浓度超过 GB 36600-2018 第二类用地筛选值，但未超过第二类用地管制值。

(2) 地下水检测分析结果：

两个地块内部分地下水样品石油烃(C₁₀-C₄₀)检出浓度超过沪环土〔2020〕62号文中上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标的相应限值；其中 HS17-3-12 地块部分地下水样品中镍的检出浓度也超过《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) IV 类限值。

2、风险评估主要结论和建议

基于初步调查和详细调查的结果，针对本地块内的关注污染物进行健康风险评估，本项目地块内土壤关注污染物为锌、镍、钴、二苯并(a,h)蒽、苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯和石油烃(C₁₀-C₄₀)；地下水关注污染物为镍、石油烃(C₁₀-C₄₀)。地块潜在的暴露受体为未来居住在地块范围内的社区居民(包括成人及儿童)和商服人员(成人)。暴露途径包括经口摄入土壤、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和吸入室内空气中来自地下水的气态污染物。

根据风险表征结果，地块内部分区域受污染土壤对于潜在暴露人群的致癌风险或非致癌危害商超过了可接受水平，地下水中石油烃(C₁₀-C₄₀)和镍对潜在暴露人群的健康风险均可接受。HS17-3-12a 地块土壤中风险水平不可接受的主要目标污染物为锌、镍、钴、二苯并(a,h)蒽、苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、石油烃(C₁₀-C₄₀)。综合考虑计算的土壤风险控制值与国家土壤污染物筛选值，建议锌的修复目标值为 15017mg/kg、镍的修复目标值为 284mg/kg、钴的修复目标值为 20mg/kg、二苯并(a,h)蒽的修复目标值为 0.55mg/kg、苯并(a)芘的修复目标值为 0.55mg/kg、苯并(a)蒽的修复目标值为 5.5mg/kg、苯并(b)荧蒽的修复目标值为 5.5mg/kg、茚并(1,2,3-cd)芘的修复目标值为 5.5 mg/kg、石油烃(C₁₀-C₄₀)的修复目标值为 3676mg/kg。HS17-3-14 地块土壤中风险水平不可接受的主要目标污染物为邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯，其修复目标值为 121mg/kg。地块土壤总污染面积约 26106m²，修复深度为地面以下 1.5m 至 6m 不等，土壤总污染方量约为 72570m³。

根据本次土壤污染风险评估的结果，地块内地下水中关注污染物对潜在暴露人群的健康风险均可接受；本地块部分区域受污染土壤对于潜在暴露人群(未来居民和商服人员)的致癌风险和非致癌危害水平超过了可接受范围，建议根据浙江省和宁波市相关规定针对超风险范围内的土壤实施修复工程。鉴于本地块涉及污染超过人体健康水平，建议业主方完善地块管理，实施相应管控措施。

目录

第 1 章 概述	1
1.1. 项目背景	1
1.2. 工作过程	2
1.3. 评估目的和原则	2
1.3.1. 评估目的.....	2
1.3.2. 评估原则.....	3
1.4. 项目场址	3
1.5. 评价标准	4
1.6. 评估方法	4
1.6.1. 危害识别.....	4
1.6.2. 暴露评估.....	4
1.6.3. 毒性评估.....	4
1.6.4. 风险表征.....	4
第 2 章 地块概况	6
2.1 地块区域环境状况	6
2.1.1. 气象条件.....	6
2.1.2. 水文.....	6
2.1.3. 地层.....	6
2.1.4. 水文地质条件.....	8
2.2. 地块使用历史	9
2.3. 地块使用现状	9
2.4. 地块利用规划	9
第 3 章 土壤污染状况调查结果	10
3.1. 土壤污染状况	10
3.2. 地下水污染状况	10
第 4 章 健康风险评估	12
4.1. 危害识别	12
4.1.1. 土地利用类型.....	12
4.1.2. 关注污染物.....	12
4.1.3. 暴露人群.....	14
4.2. 暴露评估	14
4.2.1. 暴露情景.....	14
4.2.2. 暴露途径.....	14
4.2.3. 地块概念模型.....	15
4.2.4. 受体暴露参数.....	16
4.2.5. 地块特征参数.....	16
4.3. 毒性评估	17
4.4. 风险表征	18
4.5. 污染土壤修复目标值	22
4.6. 土壤污染修复范围和方量建议	25
第 5 章 结论与建议	26
5.1. 结论	26
5.2. 建议	27

第1章 概述

1.1. 项目背景

宁波市鄞奉片区 HS17-3-12 地块和 HS17-3-14 地块，位于宁波市海曙区段塘街道，地块东侧紧邻奉化江，南侧紧邻环城南路，西侧紧邻鄞奉路，北侧紧邻规划道路。HS17-3-12 地块用地面积约为 67062.3 m²，HS17-3-14 地块用地面积约为 5598.9 m²，本地块内原址企业于 2018 年底拆迁完毕，目前地块内区域为拆迁后的荒地，地块地势较平坦，地面留有建筑垃圾。根据《宁波市鄞奉片区（HS17）控制性详细规划局部调整（批后公布）》，HS17-3-12 地块规划用地性质为二类居住用地和商业服务业用地，HS17-3-14 地块规划用地性质为商业服务业用地。

根据 2019 年 1 月 1 日施行的《中华人民共和国土壤污染防治法》第五十九条规定，用途变更为住宅、公共管理与公共服务用地的，变更前应当按照规定进行土壤污染状况调查。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。省级人民政府生态环境主管部门应当会同自然资源等主管部门按照国务院生态环境主管部门的规定，对土壤污染风险评估报告组织评审，及时将需要实施风险管控、修复的地块纳入建设用地土壤污染风险管控和修复名录，并定期向国务院生态环境主管部门报告。列入建设用地土壤污染风险管控和修复名录的地块，不得作为住宅、公共管理与公共服务用地。

为响应上述政策要求，宁波市海城投资开发有限公司（业主单位）委托浙江省环境科技公司对鄞奉片区 HS17-3-12 地块和 HS17-3-14 地块开展土壤污染状况调查，以了解地块范围内土壤和地下水环境质量现状。土壤污染状况调查结果显示本项目地块土壤和地下水部分污染物含量超过了相应评价标准，需要进一步开展土壤和地下水污染风险评估工作，以确定是否需进行修复治理及相应的土方量，并提出修复建议及土壤修复目标，为地块后续的修复管理提供技术依据，同时为相关部门了解地块环境状况、合理规划地块利用方式提供数据依据。

1.2. 工作过程

2019年6月，我公司开始进行第一阶段土壤污染状况调查相关工作，包括派遣技术人员对 HS17-3-12 地块、HS17-3-14 地块及周围环境状况进行了实地踏勘与调研，收集相关历史企业的生产经营资料、走访约谈相关历史企业的生产经营人员，并根据资料收集的结果，初步编制了上述两个地块的土壤污染状况调查项目计划书。

2019年7月，根据地块土壤污染状况调查初步采样分析工作计划和地块规划调整情况，我单位技术人员对 HS17-3-12 地块和 HS17-3-14 地块范围内的土壤及地下水进行了取样监测，并委托独立的第三方监测机构对土壤及地下水样品的污染情况进行了定量分析。

2019年11月~2020年6月，根据初步采样分析结果需开展详细采样分析，我单位制定了详细采样分析工作计划，对 HS17-3-12 地块和 HS17-3-14 地块范围内的土壤及地下水开展了进一步取样监测，并委托独立的第三方监测机构对土壤及地下水样品的污染情况进行了定量分析。

2020年6月，现根据第三方检测机构出具的监测报告，结合现场调查踏勘过程收集的信息，我公司对 HS17-3-12 地块和 HS17-3-14 地块的污染现状进行评价，编制了《宁波市鄞奉片区 HS17-3-12、HS17-3-14 地块土壤污染状况调查报告》，并已完成该报告的评审和备案，调查结果显示需要进一步开展土壤和地下水污染风险评估工作。

2020年6月~7月，基于本项目地块土壤污染初步调查和详细调查工作结果，我公司严格按照《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）等技术文件要求开展土壤和地下水污染风险评估，编制了《宁波市鄞奉片区 HS17-3-12、HS17-3-14 地块土壤污染风险评估报告》。

1.3. 评估目的和原则

1.3.1. 评估目的

本次土壤污染风险评估的主要目的分析地块土壤和浅层地下水中污染物对人群的主要暴露途径，评估污染物对人体健康的危害水平，计算基于风险的土壤与地下水风险控制值，确定地块污染带来的健康风险是否可接受，依据地块修复目标值划定修复范围。

1.3.2. 评估原则

(1) 科学性原则

健康风险评估根据土壤及地下水污染特征和趋势，确定关注污染物和评估区的范围，保证评估的结果科学可靠。

(2) 针对性原则

根据地块的特征和潜在污染物特性，选取实际暴露情景及参数，开展有针对性的评估，为地块环境管理提供依据。

(3) 规范性原则

采用程序化、系统化和标准化的方式规范土壤污染风险评估，保证评估工作的科学和客观性。

1.4. 项目场址

宁波市鄞奉片区 HS17-3-12、HS17-3-14 地块，位于宁波市海曙区段塘街道，距离宁波火车站约 2 公里，地块东侧紧邻奉化江，南侧紧邻环城南路，西侧紧邻鄞奉路，北侧靠近 HS17-3-11 地块。HS17-3-12、HS17-3-14 地块用地面积分别为 67062.3 m² 和 5598.9 m²。

1.5. 评价标准

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019），风险评估得到的地块污染物的致癌风险和危害商值，可作为确定地块污染范围的重要依据。计算得到的土壤/地下水中单一污染物的致癌风险超过 10^{-6} 或非致癌危害商值超过 1 的采样点，其代表的地块区域应划定为风险不可接受的污染区域。

确定基于致癌效应的土壤或地下水风险控制值时，采用的单一污染物可接受致癌风险为 10^{-6} ；确定基于非致癌效应的土壤或地下水风险控制值时，采用的单一污染物可接受危害商为 1。

1.6. 评估方法

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，以及土壤和地下水风险控制值的计算，具体工作技术路线见图 1-1。

1.6.1. 危害识别

根据地块环境调查获取的资料，结合地块土地的规划利用方式，确定地块土壤和地下水中的关注污染物、污染物的空间分布和可能的敏感受体，如儿童、成人等。

1.6.2. 暴露评估

在危害识别的工作基础上，分析地块土壤中关注污染物进入并危害敏感受体的情景，确定地块土壤污染物对敏感人群的暴露途径，确定污染物在环境介质中的迁移模型和敏感人群的暴露模型，确定与地块污染状况、土壤性质、地下水特征、敏感人群和关注污染物性质等相关的模型参数值，计算敏感人群摄入来自土壤和地下水的污染物所对应的土壤和地下水的暴露量。

1.6.3. 毒性评估

在危害识别的工作基础上，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毒性参数，包括参考剂量、参考浓度、致癌斜率因子和单位致癌因子等。

1.6.4. 风险表征

在暴露评估和毒性评估的工作基础上，采用风险评估模型计算单一污染物经单

一暴露途径的风险值、单一污染物经所有暴露途径的风险值、所有污染物经所有暴露途径的风险值；进行不确定性分析，包括对关注污染物经不同暴露途径产生健康风险的贡献率和关键参数取值的敏感性分析；根据需要进行风险的空间表征。风险表征计算的风险值包括单一污染物的致癌风险值、所有关注污染物的总致癌风险值、单一污染物的危害商值和多个关注污染物的危害指数（非致癌风险值）。

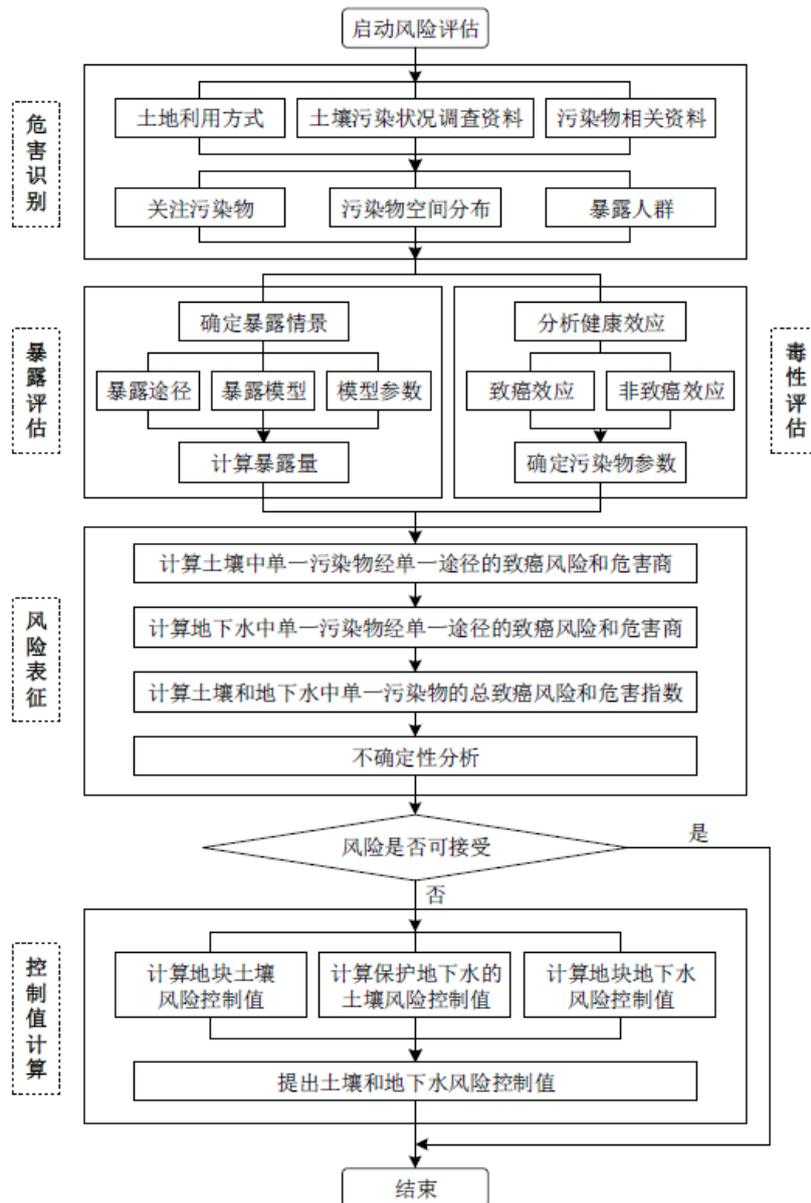


图 1-1 技术路线

第2章 地块概况

2.1 地块区域环境状况

2.1.1. 气象条件

宁波地处宁绍平原，纬度适中，属北亚热带季风气候区，温和湿润，冬夏季风交替明显，四季分明。宁波全市的多年平均气温16.4℃，最热的7月28.0℃，最冷的1月4.7℃，无霜期230~240天，作物生长期300天。多年平均降水量1480mm，山地丘陵一般要比平原多三成，主要雨季有3~6月的春雨连梅雨和8~9月的台风雨和秋雨，主汛期5~9月的降水量占全年的60%。多年平均日照时数1850小时，地区分布为北多南少、西部山区比平原少。

2.1.2. 水文

宁波是浙江省八大水系之一，河流有余姚江、奉化江、甬江，余姚江发源于上虞县梁湖；奉化江发源于奉化市斑竹。余姚江、奉化江在市区“三江口”汇成甬江，流向东北，经招宝山入东海。

本项目地块东侧靠近奉化江，奉化江是一条由多条支流汇聚而成的河流。河流主源为剡江，发源于溪口镇四明山大湾岗董家彦村，河源海拔750米。从大湾岗至公棠称晦溪，建有亭下水库。晦溪于公棠，汇康岭溪（即剡溪）后改称剡江。此后河流继续东行，流经溪口和萧王庙街道，直至江口街道的方桥三江口，剡江与东来的东江汇合，始称奉化江。此后河流向北与西来的鄞江汇合，向北蜿蜒进入宁波市中心，在宁波三江口与西来的姚江汇合，此后改称甬江。从源头至方桥三江口河流全长66.7公里，自方桥三江口至宁波三江口河流长26.4公里。根据《浙江省水功能区水环境功能区划分方案（2015）》，本项目地块所在区域地表水功能区划为IV类。

2.1.3. 地层

地块所在区域位于宁波市海曙区鄞奉路，地貌类型属于冲湖积平原，地势相对较平坦，地块东至奉化江，西至南塘河。地块相对平整，局部有点小土包。为了解本项目地块地层分布为主要目的，采用 GXY-1 型液压回转工程钻机及其配套设备对本地块进行了勘察工作。

根据本次钻探野外现场编录资料，并结合室内土工试验成果，按地基土的土性特征、埋藏分布条件及其物理力学性质，将地块勘察深度埋深范围内的地基土，划分为 3 个岩土工程单元层，细分为 6 个岩土工程单元亚层，现由浅至深分述如下：

1-1 层：杂填土（mlQ）

杂色，结构松散，成分复杂，主要由碎石、块石、黏性土及建筑垃圾等组成，碎块石大小混杂，粒径一般为 2-30cm，个别大于 50cm，土质极不均匀。各处组成成分差异较大，浅部以碎块石为主，下部多为黏性土混碎石为主。

该层沿线广泛分布，钻探揭示层厚为 0.8-1.8m，平均厚度 1.17m。

1-2 层：黏土（al-IQ₄³）

灰黄色，可塑，含铁锰质氧化斑，土质较均匀。切面有光泽，韧性高，干强度高，无摇振反应。

该层俗称“硬壳层”，具有中等偏高-高压缩性，钻探揭示顶板标高 1.83~1.92m，钻探揭示层厚 1.5-2.4m，平均厚度 1.97m。

1-3 层：淤泥质黏土（mQ₄³）

灰色，流塑，厚层状构造，含铁锰质氧化斑和有机质斑块，偶见贝壳碎屑，夹粉砂团块。切面有光泽，韧性高，干强度高，无摇振反应。

该层具有高压缩性，钻探揭示顶板标高-0.49~-0.38m，钻探揭示层厚 1.8-2.8m，平均厚度 2.37m。

2-2a 层：淤泥质黏土（mQ₄²）

灰色，流塑，含铁锰质氧化斑和有机质斑块，偶见贝壳碎屑，夹粉砂团块，局部夹砂量较高。土面有光泽，韧性高，干强度高，无摇振反应。

该层具有高压缩性，钻探揭示顶板标高-2.67~-2.29m，钻探揭示层厚 1.6-2.0m，平均厚度 1.87m。

2-2b 层：淤泥质粉质黏土（mQ₄²）

灰色，流塑，含有机质和贝壳碎屑，夹粉砂团块。切面光滑，土面稍有光泽，韧性中等，干强度中等，无摇振反应。

该层具有高压缩性，钻探揭示顶板标高-4.42~-4.27m，钻探揭示层厚 6.4-6.7m，

平均厚度 6.57m。

5 层：黏土 (al-IQ₃²⁻²)

灰黄、褐黄色，可塑为主，含铁锰质氧化斑，夹粉土团块。土面有光泽，韧性高，干剪强度高，无摇振反应。

该层具有中等压缩性，钻探揭示顶板标高-10.99~-10.82m，钻探揭示层厚大于 7.5m。

2.1.4. 水文地质条件

宁波平原区主要是河湖相及湖沼积层潜水，承压含水层主要分布有I、II层两个含水组，其中第I含水层分布在平原的中部、北部，自山前河谷至滨海广泛分布，水化学变化大，不论在水平方向还是垂直方向都有较大区别。

本地块地下水主要为第四系松散岩类孔隙潜水。松散岩类孔隙潜水主要赋存于场区表部填土和浅部黏土、淤泥质土层中。根据本次地勘揭露的潜水含水层底板埋深范围为13.6~14.5m。表部填土富水性、透水性及渗透性均较好，与地表水联系密切，主要接受地表水、管道渗漏水 and 大气降水的补给。由于表部杂填土岩性的不均匀性，岩性以砖块、碎块石为主时，富水性、透水性及渗透性均较好；当岩性以黏性土混杂砖块碎石为主时，富水性、透水性及渗透性相对又稍差。赋存于表部黏土、淤泥质土层中的孔隙潜水，富水性及透水性均较差，渗透系数在 4.41×10^{-8} ~ 1.08×10^{-7} cm/s之间，水量较贫乏。

孔隙潜水主要接受大气降水的竖向入渗补给和地表水的侧向入渗补给，多以蒸发和向低洼处径流方式排泄。水位受气候条件等影响，季节性变化明显，潜水位变幅一般在0.5~1.0m。旱季水位相对较低，持续下雨天气时水位相对较高。

土壤污染状况调查期间，根据地块内钻孔实测地下水位值结合地块周围水文地质情况，地块地下水流向为自西向东。

2.2. 地块使用历史

根据地块测绘图、历史卫星图及相关档案调查，该地块区域历史上主要存在宁波新乐电器有限公司（原宁波洗衣机总厂）、宁波海曙宏信特种钢厂、宁波铁器工具联营厂、宁波海曙轧钢厂、众诚汽修有限公司、海曙宏达不锈钢厂（原为宁波市海曙钢镐工具厂）、海曙科定不锈钢制品有限公司（原为宁波海曙热锻分厂）、宁波铁晟工贸有限公司、海曙纤维素衍生物厂、锦隆电器有限公司、宁波华韵消防器材制造有限公司、宁波森特时装有限公司（原宁波甬纳针纺织有限公司）等。

2.3. 地块使用现状

根据现场实地勘察，地块原有厂房建筑已被拆除，现状为荒地，地面长满杂草且分布有大量建筑垃圾。

2.4. 地块利用规划

HS17-3-12 地块由增加的支路分为东西两部分，支路以西 HS17-3-12a 地块用地性质调整为二类居住用地（R2）。支路以东地块内部增设两条宽 12m 的车行公共通道，主要作为地块出入及消防应急通道。地块由车行公共通道分为 HS17-3-12b、HS17-3-12c、HS17-3-12d 三个地块，用地性质调整为商业服务业用地（B1）。HS17-3-14 地块用地性质调整为商业服务业用地（B1）。

第3章 土壤污染状况调查结果

3.1. 土壤污染状况

根据《宁波市鄞奉片区 HS17-3-12、HS17-3-14 地块土壤污染状况调查报告》，HS17-3-12、HS17-3-14 地块内土壤调查监测结果如下：

(1) HS17-3-12 地块

HS17-3-12 地块土壤超标污染物主要为锌、镍和钴等重金属，二苯并(a,h)蒽、苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘等多环芳烃和石油烃（C₁₀-C₄₀）。

锌超标土壤样品主要分布在地面以下 0-1.5m；镍超标土壤样品主要分布在地面以下 0-3.0m，还有 1 个点位（BS16）深层土壤（4.0-5.0m）镍超标；钴超标土壤样品主要分布在地面以下 0-2.0m，同时还有 1 个点位（BS16）深层土壤（4.0-5.0m）钴超标。

二苯并(a,h)蒽、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽和茚并(1,2,3-cd)芘仅 1 个点位（BS2）样品超标，超标深度为 0-1.0m；苯并(a)芘超标土壤样品主要分布在地面以下 0-2m；石油烃（C₁₀-C₄₀）超标土壤样品主要分布在地面以下 0-2.5m。

(2) HS17-3-14 地块

HS17-3-14 地块土壤超标污染物主要为邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯，超标深度为 0-1.5m。

3.2. 地下水污染状况

根据《宁波市鄞奉片区 HS17-3-12、HS17-3-14 地块土壤污染状况调查报告》，HS17-3-12、HS17-3-14 地块内地下水调查监测结果如下：

使用《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的 IV 类水标准限值作为地下水污染物的筛选值，对于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中未制定标准值的监测项目，使用《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）中“附录 5 上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标”作为补充评价标准。

针对本地块地下水超标监测井（深度为 6.0m），在超标点位附近分别增设深度为 9m（筛管深度 7.0-8.5m）的关联井，所测污染物的检出浓度均符合相应评价标准。

HS17-3-12 地块地下水超标污染物主要为镍和石油烃（C₁₀-C₄₀）。

HS17-3-14 地块地下水超标污染物主要为石油烃（C₁₀-C₄₀）。

第4章 健康风险评估

4.1. 危害识别

4.1.1. 土地利用类型

根据地块规划,HS17-3-12 地块规划功能布局分为 HS17-3-12a、HS17-3-12b、HS17-3-12c 以及 HS17-3-12d 四个地块。其中 HS17-3-12a 地块规划为二类居住用地 (R2); HS17-3-12b、HS17-3-12c、HS17-3-12d 和 HS17-3-14 地块规划为商业服务业用地 (B1)。

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ 25.3-2019)和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018),以第一类用地方式对 HS17-3-12a 地块的土壤及地下水进行健康风险评估;以第二类用地方式对 HS17-3-12b、HS17-3-12c、HS17-3-12d 和 HS17-3-14 地块的土壤及地下水进行健康风险评估。

4.1.2. 关注污染物

HS17-3-12a 地块(规划居住用地),优先使用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第一类用地筛选值作为土壤中污染物的筛选值;对于该标准中未列入的污染物项目镉,则参考浙江省《污染场地风险评估技术导则》(DB33/T 892-2013)住宅及公共用地筛选值作为土壤中污染物的筛选值。超过上述标准的污染物被列为土壤关注污染物。

HS17-3-12b、HS17-3-12c、HS17-3-12d 和 HS17-3-14 地块(规划商业服务业用地)优先使用 GB36600-2018 第二类用地筛选值作为土壤中污染物的筛选值;对于该标准中未列入的污染物项目镉,则参考 DB33/T 892-2013 中的商服及工业用地筛选值作为土壤中污染物的筛选值。超过上述标准的污染物被列为土壤关注污染物。

使用《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中的 IV 类水标准作为地下水污染物的标准限值,即超过该标准的污染物被列为地下水关注污染物。对于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中未制定标准值的监测项目,使用《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）中“附录5上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标”作为补充评价标准，对超过该标准的也列为地下水关注污染物。

表 4-1 土壤关注污染物清单

地块	关注污染物	介质
HS17-3-12a	锌	土壤
	镍	土壤
	钴	土壤
	二苯并(a,h)蒽、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘	土壤
	苯并(a)芘	土壤
	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	土壤
HS17-3-12c	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	土壤
HS17-3-14	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	土壤

表 4-2 地下水关注污染物清单

地块	关注污染物	介质
HS17-3-12a	镍	地下水
	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	
HS17-3-12d	镍	
HS17-3-14	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	地下水

4.1.3. 暴露人群

HS17-3-12a 地块将建设为二类居住用地，暴露人群为社区居民（包括成人和儿童）；HS17-3-12b、HS17-3-12c、HS17-3-12d 和 HS17-3-14 地块将建设为商业服务业用地，暴露人群为商服人员（主要为成人）。

4.2. 暴露评估

4.2.1. 暴露情景

HS17-3-12a 地块未来社区居民可能会长期在地块内活动，儿童和成人均可能长时间暴露于本地块的污染土壤和地下水而产生致癌风险或非致癌危害。对于致癌效应，考虑未来社区居民的终生暴露危害，根据受体的儿童期和成人期的暴露来评估污染物的终生致癌风险；对于非致癌效应，儿童体重较轻，暴露量较高，根据受体的儿童期暴露来评估污染物的非致癌危害慢性暴露效应。

HS17-3-12b、HS17-3-12c、HS17-3-12d 和 HS17-3-14 地块未来商服人员可能会长期在地块内活动，成人的暴露期长、暴露频率高，根据成人期的暴露来评估污染物的致癌风险和非致癌效应。

4.2.2. 暴露途径

参考规范中提供的暴露途径，并且根据本地块未来的用途与可能的暴露情景，本地块潜在的暴露途径小结在下表中。

表 4-3 暴露途径评估

污染介质	暴露途径	社区居民	商服人员
土壤	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	√	√

污染介质	暴露途径	社区居民	商服人员
	吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物	√	√
地下水	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	√	√
	饮用地下水	×	×

4.2.3. 地块概念模型

根据上述污染源、污染物迁移途径、敏感受体以及暴露途径分析，建立本地块的“污染源-途径-受体”概念模型。

表 4-4 规划居住用地地块概念模型

污染源	暴露介质	暴露点	迁移途径	暴露途径	暴露受体
工业地块	土壤	住宅用地	表层、下层土壤中的挥发性污染物可扩散进入室外空气，下层土壤中挥发性污染物可扩散进入室内空气；土壤中污染物可淋溶、迁移进入地下水	经口摄入上层土壤	社区居民 (成人、儿童)
				皮肤接触上层土壤	
				吸入上层土壤颗粒物	
				吸入室外空气中来自上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					
工业地块	地下水	住宅用地	地下水中的挥发性污染物可扩散进入室外空气，地下水中挥发性污染物可扩散进入室内空气	吸入室外空气中来自地下水的气态污染物	社区居民 (成人、儿童)
				吸入室内空气中来自地下水的气态污染物	

表 4-5 规划商业服务业用地地块概念模型

污染源	暴露介质	暴露点	迁移途径	暴露途径	暴露受体
工业地块	土壤	商业服务业用地	表层、下层土壤中的挥发性污染物可扩散进入室外空气，下层土壤中挥发性污染物可扩散进入室内空气；土壤中污染物可淋溶、迁移进入地下水	经口摄入上层土壤	商服人员 (成人)
				皮肤接触上层土壤	
				吸入上层土壤颗粒物	
				吸入室外空气中来自上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					
工业地块	地下水	商业服务业用地	地下水中的挥发性污染物可扩散进入室外空气，地下水中挥发性污染物可扩散进入室内空气	吸入室外空气中来自地下水的气态污染物	商服人员 (成人)
				吸入室内空气中来自地下水的气态污染物	

4.2.4. 受体暴露参数

暴露评估的相关参数选择主要根据：1、现场实测数据；2、国内导则中的风险评估模型参数推荐值；3、美国环保署发布模型参数推荐值；以及 4、合理的最大化暴露量预期值。

4.2.5. 地块特征参数

地块特征参数的选择主要根据：1、现场实测数据；2、国内导则中的风险评估模型参数推荐值。

关于土壤层次参数（如表层污染土壤厚度等）来自风评过程中对土壤分层的假设；地下水埋深来自于地块实测数据；关于土壤性质的参数（如土壤容重、含水率、土壤颗粒密度、有机质含量等）来自地勘报告。本次评估过程中空气中可吸入颗粒物含量（PM₁₀）取值为近 5 年的平均浓度。其余地块特征参数（包含土壤性质参数、水文地质特征参数、空气特征参数和建筑物参数等）的取值参考《建设用土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）。

4.3. 毒性评估

本章节的目的在于分析关注污染物对人体健康的危害效应（包含致癌效应和非致癌效应），评估和确定关注污染物的毒性效应参数（致癌斜率因子、非致癌危害参考浓度、吸收效率因子等），以及关注污染物的理化性质参数（亨利常数、扩散系数、分配系数等）。

本报告参考了国际癌症研究署（International Agency for Research on Cancer, IARC）提供的化学物质致癌效应分类清单，对关注污染物的毒性效应进行了判定。

国际癌症研究署根据致癌性资料（对人类流行病学调查、病例报告和对实验动物致癌实验资料）进行综合评价，将化学物质进行如下分类：

第一类（Group 1）：对人类的致癌性证据充足；

第二类（Group 2）：对人类的致癌性证据有限。第二类物质又细分为 Group 2A 和 Group 2B 两个组：Group 2A 为流行病学数据有限，但是实验动物数据充分，为人类可能致癌物；Group 2B 为流行病学数据不足，但动物数据充分；或流行病学数据有限，动物数据不足，或许是人类致癌物；

第三类（Group 3）：致癌性的证据不足；

第四类（Group 4）：证据显示没有致癌性。

表 4-6 关注污染物毒性效应分类

关注污染物名称	致癌效应	非致癌效应	IARC 类别
锌	×	√	-
镍	√	√	2B
钴	√	√	2B
二苯并(a,h)蒽	√	×	2A
苯并(a)芘	√	√	2A
苯并(a)蒽	√	×	2A
苯并(b)荧蒽	√	×	2B
茚并(1,2,3-cd)芘	√	×	2B
邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	√	√	2B

关注污染物名称	致癌效应	非致癌效应	IARC 类别
石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	×	√	3

在进行风险评估时，目标污染物毒性效应的参数选择主要根据美国环保局综合风险信息系统（USEPA Integrated Risk Information System）、美国环保局第 3、6、9 区分局“区域筛选值（Regional Screening Levels）总表”污染物理化数据、美国德克萨斯州 TCEQ（Texas Commission of Environmental Quality）的污染物毒性效应参数和美国环保局“临时性同行审定毒性数据（The Provisional Peer Reviewed Toxicity Values）”进行确定。

本地块关注污染物锌、镍、钴、二苯并(a,h)蒽、苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘和邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯的毒性效应参数和理化参数引用来源与《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）一致。石油烃则引用《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（沪环土〔2020〕62号）中附件 3 和附件 4 的石油烃各碳段的理化参数及毒性参数。

4.4. 风险表征

风险表征计算包括单一污染物的致癌风险值、单一污染物的非致癌危害商值。

根据规范要求，风险表征得到的场地污染物的致癌风险和危害商，可作为确定场地污染范围的重要依据。计算得到单一污染物的致癌风险值超过 10^{-6} 或危害商超过 1 的采样点，其代表的场地区域应划定为风险不可接受的污染区域。

基于毒性评估的结果，可对土壤和地下水关注污染物进行风险表征。

根据风险计算的结果，HS17-3-12 地块和 HS17-3-14 地块内土壤部分点位针对潜在暴露人群的暴露风险水平不可接受，地下水在不涉及饮用和皮肤接触的情况下对潜在暴露人群的风险水平均可接受。

表 4-7 HS17-3-12 地块超风险点位汇总

点位	污染物	毒性效应	单一污染物所有暴露途径下的致癌/非致癌风险	风险控制水平	风险是否可接受
BS2	二苯并[a,h]蒽	致癌	4.28E-06	1.00E-06	否
	苯并[a]芘	致癌	2.09E-05	1.00E-06	否

点位	污染物	毒性效应	单一污染物所有暴露途径下的致癌/非致癌风险	风险控制水平	风险是否可接受
		非致癌	2.25E+00	1	否
	苯并[a]蒽	致癌	2.35E-06	1.00E-06	否
	苯并[b]荧蒽	致癌	2.52E-06	1.00E-06	否
	茚并[1,2,3-cd]芘	致癌	2.38E-06	1.00E-06	否
BS7	苯并[a]芘	致癌	4.31E-06	1.00E-06	否
		非致癌	4.47E-01	1	是
BS10	苯并[a]芘	致癌	1.37E-06	1.00E-06	否
		非致癌	1.48E-01	1	是
BS11	镍	致癌	5.55E-05	1.00E-06	否
		非致癌	3.34E+01	1	否
	钴	致癌	2.40E-05	1.00E-06	否
		非致癌	1.64E+01	1	否
	石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	非致癌	1.88E+00	1	否
BS12	镍	致癌	1.15E-06	1.00E-06	否
		非致癌	6.91E-01	1	是
	钴	致癌	5.72E-06	1.00E-06	否
		非致癌	3.92E+00	1	否
BS16	钴	致癌	2.13E-06	1.00E-06	否
		非致癌	1.46E+00	1	否
BS18	镍	致癌	5.55E-06	1.00E-06	否
		非致癌	3.34E+00	1	否
S16	镍	致癌	1.67E-06	1.00E-06	否
		非致癌	1.00E+00	1	是
S17	镍	致癌	8.48E-06	1.00E-06	否
		非致癌	5.11E+00	1	否
SS1	苯并[a]芘	致癌	3.26E-05	1.00E-06	否
		非致癌	3.52E+00	1	否
SS2	苯并[a]芘	致癌	3.50E-05	1.00E-06	否
		非致癌	3.80E+00	1	否
SS3	苯并[a]芘	致癌	2.39E-05	1.00E-06	否
		非致癌	2.59E+00	1	否

点位	污染物	毒性效应	单一污染物所有暴露途径下的致癌/非致癌风险	风险控制水平	风险是否可接受
	镍	致癌	3.25E-05	1.00E-06	否
		非致癌	1.95E+01	1	否
	钴	致癌	1.36E-05	1.00E-06	否
		非致癌	9.35E+00	1	否
SS4	苯并[a]芘	致癌	2.70E-06	1.00E-06	否
		非致癌	2.93E-01	1	是
SS5	镍	致癌	4.79E-06	1.00E-06	否
		非致癌	2.88E+00	1	否
	苯并[a]芘	致癌	4.13E-05	1.00E-06	否
		非致癌	4.46E+00	1	否
SS7	苯并[a]芘	致癌	8.29E-05	1.00E-06	否
		非致癌	8.98E+00	1	否
	石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	非致癌	3.39E+00	1	否
RT3	苯并[a]芘	致癌	5.53E-06	1.00E-06	否
		非致癌	6.00E-01	1	是
RT6	锌	非致癌	1.50E+00	1	否
RT7	石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	非致癌	2.34E+00	1	否
RT10	苯并[a]芘	致癌	2.03E-06	1.00E-06	否
		非致癌	2.10E-01	1	是
RT11	石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	非致癌	6.42E+00	1	否
RT13	苯并[a]芘	致癌	1.39E-06	1.00E-06	否
		非致癌	1.50E-01	1	是
RT14	苯并[a]芘	致癌	1.37E-06	1.00E-06	否
		非致癌	1.48E-01	1	是
RT16	镍	致癌	2.23E-06	1.00E-06	否
		非致癌	1.34E+00	1	否
RT27	镍	致癌	4.39E-05	1.00E-06	否
		非致癌	2.64E+01	1	否
	石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	非致癌	9.13E+00	1	否
RT33	镍	致癌	1.28E-06	1.00E-06	否
		非致癌	7.75E-01	1	是

点位	污染物	毒性效应	单一污染物所有暴露途径下的致癌/非致癌风险	风险控制水平	风险是否可接受
RT34	镍	致癌	2.26E-05	1.00E-06	否
		非致癌	1.36E+01	1	否
RT36	镍	致癌	1.20E-05	1.00E-06	否
		非致癌	7.27E+00	1	否
RT37	镍	致癌	1.12E-06	1.00E-06	否
		非致癌	6.74E-01	1	否
RT38	镍	致癌	2.99E-06	1.00E-06	否
		非致癌	1.80E+00	1	否
RT39	镍	致癌	2.29E-05	1.00E-06	否
		非致癌	1.38E+01	1	否
RT40	苯并[a]芘	致癌	6.15E-06	1.00E-06	否
		非致癌	6.64E-01	1	是
RT44	镍	致癌	1.52E-05	1.00E-06	否
		非致癌	9.11E+00	1	否
RT45	镍	致癌	2.25E-05	1.00E-06	否
		非致癌	1.36E+01	1	否
RT46	镍	致癌	5.77E-06	1.00E-06	否
		非致癌	3.48E+00	1	否
RT47	镍	致癌	1.55E-05	1.00E-06	否
		非致癌	9.35E+00	1	否
JMR9	镍	致癌	5.10E-06	1.00E-06	否
		非致癌	3.07E+00	1	否
JMR13	镍	致癌	1.38E-06	1.00E-06	否
		非致癌	8.32E-01	1	是
JMR14	镍	致癌	1.24E-06	1.00E-06	否
		非致癌	7.48E-01	1	是
JMR16	镍	致癌	2.72E-06	1.00E-06	否
		非致癌	1.64E+00	1	否
SJM7	镍	致癌	6.75E-06	1.00E-06	否
		非致癌	4.07E+00	1	否
	钴	致癌	5.84E-06	1.00E-06	否

点位	污染物	毒性效应	单一污染物所有暴露途径下的致癌/非致癌风险	风险控制水平	风险是否可接受
		非致癌	4.01E+00	1	否
SJM9	镍	致癌	3.29E-06	1.00E-06	否
		非致癌	1.98E+00	1	否
	钴	致癌	4.26E-06	1.00E-06	否
		非致癌	2.92E+00	1	否
SJM10	钴	致癌	4.38E-06	1.00E-06	否
		非致癌	3.00E+00	1	否
SJM14	镍	致癌	1.54E-06	1.00E-06	否
		非致癌	9.29E-01	1	是

表 4-8 HS17-3-9 地块超风险点位汇总

点位	污染物	毒性效应	单一污染物所有暴露途径下的致癌/非致癌风险	风险控制水平	风险是否可接受
BS4	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	致癌	1.28E-06	1.00E-06	否
		非致癌	2.76E-02	1	是

4.5. 污染土壤修复目标值

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）要求，本报告计算基于致癌风险效应的土壤或地下水风险控制值时，采用的单一污染物可接受致癌风险为 10^{-6} ；计算基于非致癌风险效应的土壤或地下水风险控制值时，采用的单一污染物可接受危害商为 1，比较上述计算得到的基于致癌风险效应和基于非致癌风险效应的土壤风险控制值后，选择较小值作为污染场地的风险控制值。推荐风险控制值同时参考了我国现已颁布的相关环境质量标准数值，如《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）的第一类用地筛选值等。将风险计算得出的基于致癌风险效应和基于非致癌风险效应的土壤风险控制值与国家土壤污染物筛选值相比较，综合各种因素选取合适的作为风险控制值，作为后续修复目标的参考值。

由于本地块发现部分点位的锌、镍、钴、二苯并(a,h)蒽、苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯和石油烃(C₁₀-

C₄₀)针对未来地块暴露受体的致癌/非致癌风险超过了可接受水平,因而据此计算相应的风险控制值。

表 4-10 土壤修复目标参考值

地块	关注污染物	单位	基于致癌效应	基于非致癌效应	风险控制值	筛选值	推荐风险控制值	修复目标参考值
HS17-3-12-a 地块 (第一类用地)	锌	mg/kg	/	15017	15017	3500	15017	15017
	镍	mg/kg	284	472	284	150	284	284
	钴	mg/kg	8.2	12.0	8.2	20	20	20
	二苯并(a, h)蒽	mg/kg	0.55	/	0.55	0.55	0.55	0.55
	苯并(a)芘	mg/kg	0.55	5.29	0.55	0.55	0.55	0.55
	苯并(a)蒽	mg/kg	5.44	/	5.44	5.5	5.5	5.5
	苯并(b)荧蒽	mg/kg	5.47	/	5.47	5.5	5.5	5.5
	茚并(1,2,3-cd)芘	mg/kg	5.49	/	5.49	5.5	5.5	5.5
	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	mg/kg	/	3676	3676	826	3676	3676
HS17-3-14 地块 (第二类用地)	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	mg/kg	121	5623	121	121	121	121

4.6. 土壤污染修复范围和方量建议

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）和《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》，采用浓度插值方法，将超风险污染物锌、镍、钴、二苯并(a,h)蒽、苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯和石油烃(C₁₀-C₄₀)的检测结果绘制成等值线图，与地块修复目标值相对照，可以大致确定出修复区域。污染范围的划分原则主要有：

- (1) 修复区块的面积为浓度插值划定区域面积；
- (2) 建议修复深度为污染层次深度向上、向下至未超修复目标参考值的样品深度；
- (3) 修复土方量为面积与修复深度的乘积。

根据现场采样检测结果，评估地块内初步确定的修复区域为超风险物质所在区域，经统计，总修复面积约 26106m²，修复深度为地面以下 1.5m 至 6m 不等，土方量为约为 72570m³。

第5章 结论与建议

5.1. 结论

本次土壤污染风险评估在土壤污染状况初步调查和详细调查评估工作基础上，分析地块土壤理化特征和水文地质特征，确认地块未来用地方式和活动人群，按照《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）的技术要求计算关注污染物对地块使用者的风险水平，并制定风险控制值，模拟计算建议修复的污染土壤范围及污染方量。结论如下：

本次土壤污染风险评估地块土壤关注污染物：锌、镍、钴、二苯并(a,h)蒽、苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯和石油烃(C₁₀-C₄₀)；前期调查发现地块内地下水部分点位镍超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）规定的水质 IV 类限值；部分地下水石油烃(C₁₀-C₄₀)超过沪环土〔2020〕62 号文中上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标的相应限值。HS17-3-12 地块分为 HS17-3-12a、HS17-3-12b、HS17-3-12c 以及 HS17-3-12d 四个地块，其中 HS17-3-12a 地块规划为二类居住用地（R2），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）中的第一类用地；HS17-3-12b、HS17-3-12c、HS17-3-12d 和 HS17-3-14 地块规划为商业服务业用地（B1）属于 GB36600-2018 第二类用地。故将未来地块内的社区居民（成人和儿童）和商服人员（成人）纳入本地块污染土壤和地下水健康风险评估暴露受体中。主要暴露途径有经口摄入土壤、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和吸入室内空气中来自地下水的气态污染物。

根据风险表征结果，场地内部分区域的受污染土壤对于潜在暴露人群的致癌风险或非致癌危害商超过了可接受水平，地下水中石油烃（C₁₀-C₄₀）和镍对潜在暴露人群的健康风险可接受。HS17-3-12a 地块土壤中风险水平不可接受的主要目标污染物为锌、镍、钴、二苯并(a,h)蒽、苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、石油烃(C₁₀-C₄₀)。综合考虑计算的土壤风险控制值与国家土壤污染物筛选值，建议锌的修复目标值为 15017mg/kg、镍的修复目标值为 284mg/kg、钴的修复目标值为

20mg/kg、二苯并(a,h)蒽的修复目标值为 0.55mg/kg、苯并(a)芘的修复目标值为 0.55mg/kg、苯并(a)蒽的修复目标值为 5.5mg/kg、苯并(b)荧蒽的修复目标值为 5.5mg/kg、茚并(1,2,3-cd)芘的修复目标值为 5.5 mg/kg、石油烃(C₁₀-C₄₀)的修复目标值为 3676mg/kg。HS17-3-14 地块土壤中风险水平不可接受的主要目标污染物为邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯，其修复目标值为 121mg/kg。根据上述制定的各场地目标污染物的风险控制值，地块土壤总污染面积约 26106m²，修复深度为地面以下 1.5m 至 6m 不等，土壤总污染方量约为 72570m³。

综上所述，本地块健康风险评估结果表明，地块内地下水中关注污染物对潜在暴露人群的健康风险均可接受；地块内土壤中锌、镍、钴、二苯并(a,h)蒽、苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、石油烃(C₁₀-C₄₀)和邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯对人体的健康风险超过可接受水平范围。建议尽快编制修复技术方案，开展污染土壤修复工程。

5.2. 建议

(1) 根据本次地块健康风险评估的结果，本地块部分区域的受污染土壤和浅层地下水对于潜在暴露人群（未来居民和商服人员）的致癌风险和非致癌危害水平超过了可接受范围，建议根据浙江省和宁波市相关规定针对超风险范围内的土壤实施修复工程。

(2) 本报告中初步确定的污染物修复目标值是基于健康风险评估模型的计算值以及国家土壤污染物筛选值，是确定污染场地修复目标值的重要参考值。污染场地最终修复目标值根据不同修复方式（原位/异位）和不同修复技术（污染物总量削减/风险途径控制）而确定，修复目标值并不完全等同于风险控制值。选择原位修复技术时，修复目标值可引用风险控制值；选择异位修复技术时，修复目标值应根据不同修复策略和处置方式制定。特定污染场地的土壤/地下水修复目标值的确定，还应综合考虑区域背景、筛选标准、修复技术、经济、时间等方面的可行性。

(3) 现有的健康风险评估主要基于目前规划，如规划和建设方案发生变更，本报告结论将不再有效和适用。

(4) 本项目地块部分区域浅层地下水中镍、石油烃(C₁₀-C₄₀)等指标超过了《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）IV 类标准等相关标准的限值，虽然人体健康风

险处于可接受水平，无需进行修复，但在土壤修复过程中对于基坑中渗出的地下水仍需妥善处理，不得随意排放，并应避免误饮用。

（5）项目地块范围有一类用地和二类用地两种用地类型，其暴露情景和受体不同，修复目标值和风险管控值也不同。未来修复或风险管控时，应注意项目地块内的一类用地和二类用地之间的合理界限，防止二类用地的土壤和地下水污染物扩散进入一类用地的区域范围。