

河西区陈塘科技商务区 F18 地块 土壤污染风险评估变更报告

(评审稿)

项目委托单位：天津市河西区土地整理中心

报告编制单位：国环危险废物处置工程技术(天津)有限公司

编制时间：二零二一年十一月

1 概述

1.1 项目背景

土壤是经济社会可持续发展的物质基础，关系人民群众身体健康，关系美丽中国建设，保护好土壤环境是推进生态文明建设和维护国家生态安全的重要内容。

为贯彻落实《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31号）、《天津市土壤污染防治工作方案》（津政发〔2016〕27号），规范建设用地准入管理工作，防控地块土壤污染环境风险，保障人居环境安全，依据国家和天津市土壤污染防治相关规定，地块开发利用前应按照相关技术规范的要求开展土壤污染状况调查及风险评估等工作。

2018年11月至12月，为明确地块土壤环境风险、满足地块规划利用要求，天津市河西区土地整理中心委托天津生态城环境技术咨询有限公司开展了土壤污染状况调查及风险评估工作，调查评估结果表明：本项目地块为污染地块，并按照二类用地标准确定了土壤污染程度和污染范围。

2020年5月，天津市河西区土地整理中心委托广西博世科环保科技股份有限公司按照二类用地风险评估结论编制了《天津市河西区陈塘科技商务区规划 F18 及 X3 地块场地治理修复服务项目治理与修复方案》，当前，该地块正在开展土壤污染修复工作。

按照《天津解放南路地区 02 单元陈塘科技商务区控制性详细规划修改-规划图》可知，本项目地块以西为公共管理与公共服务用地中的学校用地；以东为居住用地；以南为居住用地；以北为公共管理与公共服务用地，且本地块当前土壤修复区（2018 年按照非敏感用地风评结果确定）紧邻学校用地，若本地块坚持以非敏感用地进行风

险评估，对于周边学校和居民区存在一定的潜在风险。因此，为了有效防范周边学校和居民区等安全风险，2021 年 10 月，天津市河西区土地整理中心委托国环危险废物处置工程技术(天津)有限公司按照 GB36600-2018 中一类用地进行风险评估，并确定修复范围。

1.2 评估范围

F18 地块位于天津市河西区东江道南侧，场地调查面积约 4911.9m²，F18 地块四至范围为：东至四季馨园，西至 X3 地块，南至四季馨园，北至东江道。场地边界范围见图 1.2-1 所示，边界坐标如表 1.2-1 所示。

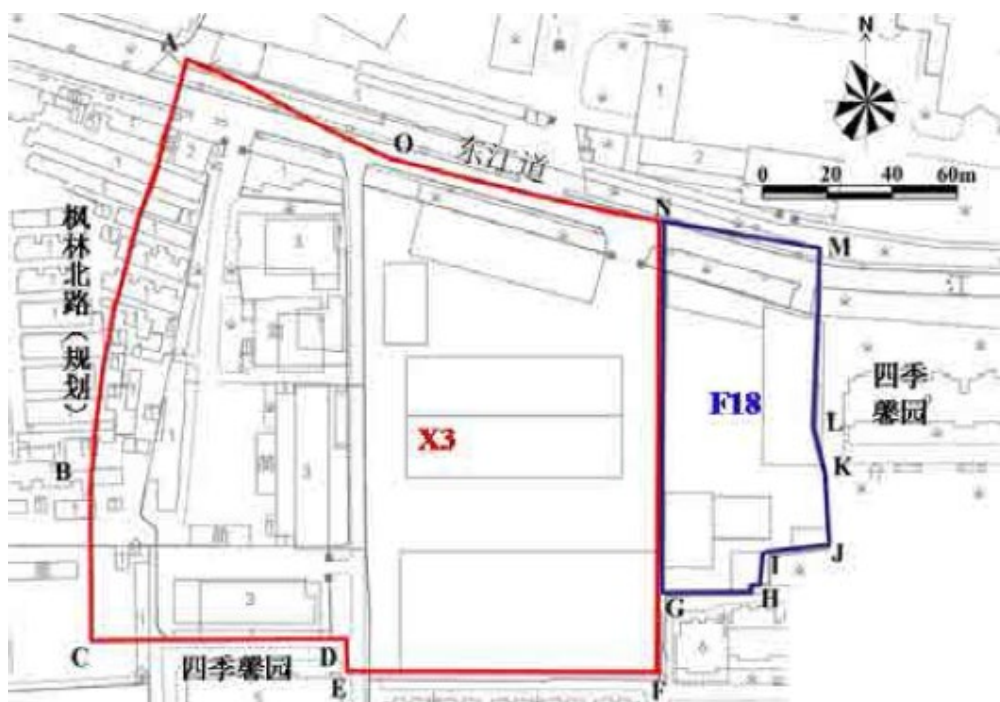


图 1.2-1 地块调查范围示意图

表 1.2-1 调查范围边界拐点坐标

拐点 编号	平面坐标		拐点 编号	平面坐标	
	X	Y		X	Y
N	293551.3995	104749.6995	J	293453.0562	104799.7623
G	293439.1880	104749.2860	K	293474.5880	104798.6950

拐点 编号	平面坐标		拐点 编号	平面坐标	
	X	Y		X	Y
H	293438.6040	104775.5380	L	293489.0040	104794.9630
I	293451.2210	104780.0190	M	293543.6030	104796.9250

注：坐标系为天津 90 坐标系。

1.3 评估目的

（1）在污染状况调查基础上，评估污染物对人体健康的致癌风险或危害水平。

（2）根据风险评估结果，明确项目地块需开展修复的污染土壤范围和体量。

（3）为建设单位和相关管理部门开发利用项目地块提供决策依据及技术支撑。

1.4 评估依据

1.4.1 法律法规

- （1）《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）
- （2）《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日）
- （3）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日）
- （4）《中华人民共和国土地管理法》（2020 年 1 月 1 日）
- （5）《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日）
- （6）《天津市土壤污染防治条例》（2020 年 1 月 1 日）
- （7）《天津市水污染防治条例》（2016 年 3 月 1 日）
- （8）《天津市生态环境保护条例》（2019 年 3 月 1 日）

1.4.2 政策依据

- (1) 《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）
- (2) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发[2011]35 号）
- (3) 《国务院办公厅关于推进城区老工业区搬迁改造的指导意见》（国办发[2014]9 号）
- (4) 《国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排》（国办发[2013]7 号）
- (5) 《关于进一步加强重金属污染防治工作的指导意见》（国办发[2009]61 号）
- (6) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环保部第 42 号令）
- (7) 《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环发[2014]66 号）
- (8) 《关于保障工业企业场地在开发利用环境安全的通知》（环发[2012]40 号）
- (9) 《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》（环办[2004]47 号）
- (10) 《天津市人民政府关于印发天津市土壤污染防治工作方案的通知》（津政发[2016]27 号）
- (11) 《关于组织实施<天津市环保局工业企业关停搬迁及原址场地再开发利用污染防治工作实施方案>的通知》（津环保固[2014]140 号）

(12) 《天津市建设用土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审细则（试行）的通知》

1.4.3 技术依据

(1) 《建设用土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）
(2) 《建设用土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）

(3) 《建设用土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）
(4) 《建设用土壤污染修复技术导则》（HJ 25.4-2019）
(5) 《建设用土壤污染风险管控和修复术语》（HJ 682-2019）
(6) 《建设用土壤环境调查评估技术指南》（环境保护部公告 2017 年 72 号）

(7) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环境保护部公告 2014 年 78 号）
(8) 《建设用土壤环境调查评估及治理修复文件编制大纲（试行）》（2018 年 4 月天津市环境保护局发布）

1.4.4 评价标准

(1) 《土壤环境质量 建设用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）
(3) 《上海市建设用土壤污染状况调查、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》（沪环土〔2020〕62 号）

1.4.5 相关资料

(1) 《河西区陈塘科技商务区 F18 地块土壤环境初步调查报告》（2018 年 11 月）

(2)《河西区陈塘科技商务区 F18 地块土壤环境详细调查报告》
(2018 年 11 月)

(3)《河西区陈塘科技商务区 F18 地块风险评估报告》(2018 年 12 月)

1.5 基本原则

(1) 规范性原则

本项目地块土壤污染风险评估工作严格遵循我国现行的建设用地土壤污染防治相关法律法规、技术导则和规范，相关参数借鉴先进国家经验，确保评估结果的规范性和有效性。

(2) 针对性原则

根据本项目地块污染特征，针对性开展污染物风险评估工作。采用本地块或最为接近本地块的相关技术参数，使本项目风险评估结果最大限度接近地块实际污染情况所产生的风险。

(3) 技术可行性原则

在风险评估工作过程中，力求采用目前国内外较为先进的计算方法与工具，结合现阶段科学技术发展能力，确保风险评估和污染修复范围确定等工作结果的准确性和可靠性。

1.6 工作方案

1.6.1 工作内容

《中华人民共和国土壤污染防治法》第三十六条规定：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。土壤污染风险评估报告应当主要包括：（一）主要污染物状况；（二）土壤及地下水污染范围；（三）农产品质量安全风险、公众健康风险或者生态风险；（四）风险管控、修复的目标和基本要求等。

本项目地块未来拟规划为居住用地，风险评估关注对未来受体的人体健康风险。本项目报告文本编制遵循天津市环保局 2018 年 4 月 11 日印发的《建设用地土壤环境调查评估及治理修复文件编制大纲（试行）》。

1.6.2 工作程序

根据《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环境保护部公告 2017 年 72 号），风险评估主要工作程序包括：危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征，以及风险控制值计算。

（1）危害识别

收集地块污染状况调查阶段获得的相关资料和数据，掌握地块土壤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。

（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，确定地块土壤污染物的主要暴露途径和暴露评估模型，确定评估模型参数取值，计算敏感人群对土壤中污染物的暴露量。

（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。

（5）风险控制值计算

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。如风险评估结果未超过可接受水平，则结束风险评估工作；如风险评估结果超过可接受水平，则计算关注污染物的风险控制值。

本项目地块土壤污染风险评估的工作程序见图 1.6-1。

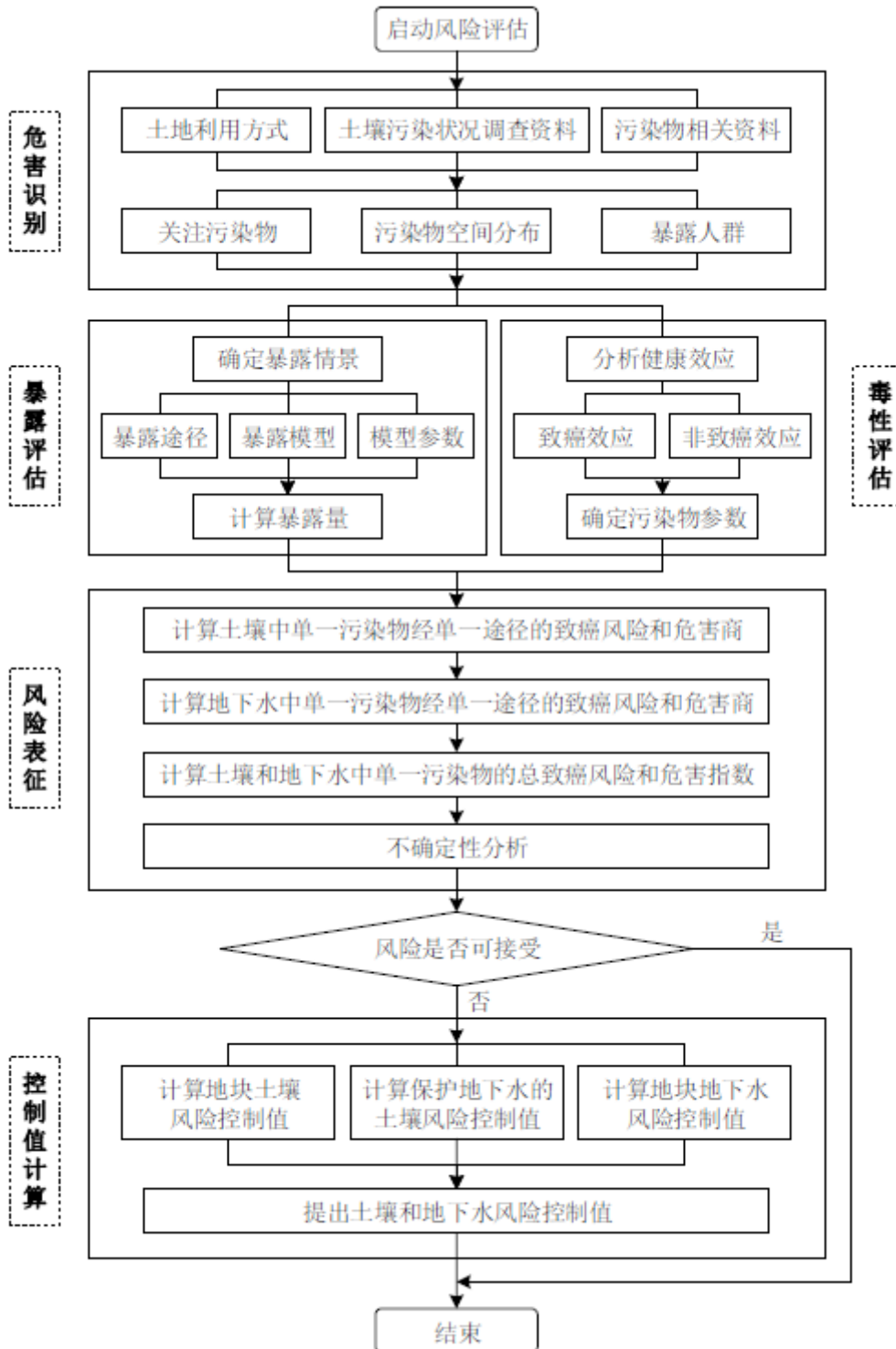


图 1.6-1 风险评估工作程序

3 污染风险评估

3.1 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。

本项目选取地块土壤中各污染物浓度的最大值进行风险评估。本项目地块土壤中关注污染物及其评估浓度见表 3.1-1。

表 3.1-1 土壤中关注污染物及其评估浓度（mg/kg）

序号	关注污染物	检出浓度最大值	评估计算浓度	
			表层土壤浓度	下层土壤浓度
1	六价铬	7.4	7.4	7.4

3.2 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，确定评估模型参数取值，计算敏感人群对土壤中污染物的暴露量。

3.2.1 暴露情景分析

暴露情景是特定土地利用方式下，污染物经由不同暴露途径迁移和到达受体人群的情况。根据不同土地利用方式下人群的活动模式，“HJ25.3-2019”规定了 2 类典型用地方式下的暴露情景，即以住宅用地为代表的“第一类用地”和以工业用地为代表的“第二类用地”的暴露情景。

根据本项目地块及周边未来用地规划，地块未来用地情景为“第一类用地”。因此，本次地块土壤污染风险评估，按照“第一类用地”的暴露情景开展人体健康风险评估。“第一类用地”方式下，受体为儿童和成人。

3.2.2 暴露途径确定

“HJ25.3-2019”规定了 9 种主要暴露途径和暴露评估模型，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共 6 种土壤污染物暴露途径和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饮用地下水共 3 种地下水污染物暴露途径。

根据本项目地块污染状况调查结果，地块内地下水样品中各监测指标均符合相关评价标准，且不作为饮用水水源。本项目地块未来受体暴露途径包括：

- ①经口摄入土壤途径；
- ②皮肤接触土壤途径；
- ③吸入土壤颗粒物途径。

综上，项目地块的污染物暴露途径示意图 3.2-1。

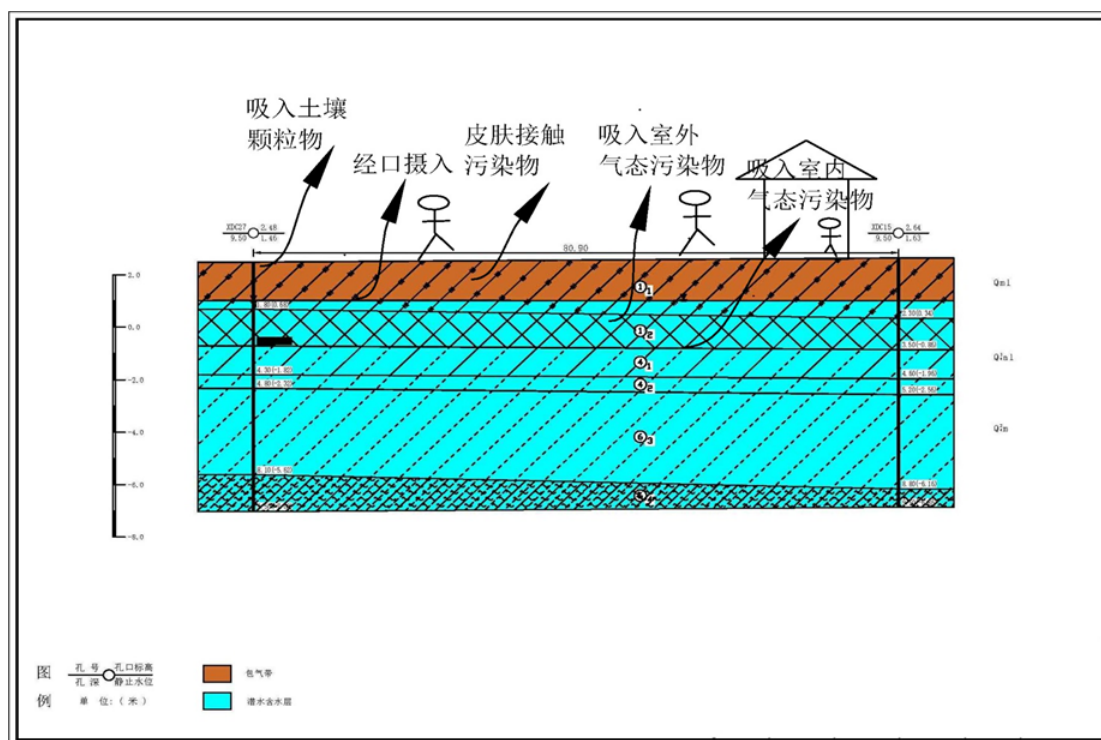


图 3.2.2-1 地块污染暴露途径示意图

3.2.3 暴露量计算模型

(1) 经口摄入土壤途径

第一类用地方式下，人群可因经口摄入土壤而暴露于污染土壤。对于污染物的致癌和非致癌效应，计算该途径对应土壤暴露量的模型见附录 A 公式 (A.1) 和公式 (A.2)。

(2) 皮肤接触土壤途径

第一类用地方式下，人群可因皮肤直接接触而暴露于污染土壤。对于污染物的致癌和非致癌效应，计算该途径对应土壤暴露量的 HJ25.3-2019 推荐模型模型见附录 A 公式 (A.3) 和公式 (A.4)。

(3) 吸入土壤颗粒物途径

第一类用地方式下，人群可因吸入空气中来自土壤的颗粒物而暴露于污染土壤。对于污染物的致癌和非致癌效应，计算该途径对应土壤暴露量的模型见附录 A 公式 (A.5) 和公式 (A.6)。

（4）吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径

第一类用地方式下，人群可因吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物而暴露于污染土壤。对于污染物的致癌和非致癌效应，计算该途径对应土壤暴露量的模型见附录 A 公式（A.7）和公式（A.8）。

（5）吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径

第一类用地方式下，人群可因吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物而暴露于污染土壤。对于污染物的致癌和非致癌效应，计算该途径对应土壤暴露量的模型见附录 A 公式（A.9）和公式（A.10）。

（6）吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物途径

第一类用地方式下，人群可因吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物而暴露于污染土壤。对于污染物的致癌和非致癌效应，计算该途径对应土壤暴露量模型模型见附录 A 公式（A.11）和公式（A.12）。

3.2.4 暴露评估参数选取

本项目风险评估，土壤相关参数优先选取项目地块水文地质调查得到的实测值，其它参数选用《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）的推荐值。

暴露评估计算过程中，各参数取值汇总见表 3.2-1。

3.3.4.1 地块相关参数

（1）表层污染土壤层厚度（ d ，cm）

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 50。

根据《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）“原则上应采集 0~0.5 m 表层土壤样品”的要求，本项目地块污染状况调查，在扣除地表硬化后 0~0.5m 范围采集土壤表层样品。

（2）下层污染土层埋深（ L_s ，cm）

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 50。

表层污染土壤层厚度为 0.5m，则相应下层污染土层埋深为 0.5m。

(3) 下层污染土层厚度 (d_{sub} , cm)

该参数取值为 550。

HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值为 100。

根据《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)“下层土壤的采样深度，最大深度应直至未受污染的深度为止”的要求，本项目地块污染状况调查阶段，下层土壤的最大无污染深度为 6.0m，以 0.5~6.0m 深度范围土壤作为下层污染土。

(4) 污染源区面积 (A , cm^2)

该参数取值为 2250000。

HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值为 16000000。《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)的布点要求为“地块土壤污染状况调查监测点位的布设，单个工作单元的面积可根据实际情况确定，原则上不应超过 1600 m^2 ”。《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(环境保护部公告 2017 年第 72 号)的布点要求为“详细调查阶段，对于根据污染识别和初步调查筛选的涉嫌污染的区域，土壤采样点位数每 400 m^2 不少于 1 个”。

本项目地块土壤污染状况调查，污染区域(止水帷幕以东)土壤监测点位的布设的密度为每 225 m^2 不少于 1 个土壤监测点位。

(5) 土壤有机质含量 (f_{om} , g/kg)

HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值为 15。

土壤有机质含量 (f_{om}) 是影响污染物在土壤固相和液相分配行为的关键参数之一。土壤有机质含量越高，对污染物的吸附固定作用越强，污染物的扩散迁移性越低。土壤有机质含量越低，污染物扩散迁

移性越强，挥发性污染物扩散迁移对人群的暴露量也越高，计算得到的土壤污染风险控制值也越低。

(6) 土壤容重 (ρ_b , kg/dm³)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 1.5。

土壤容重 (ρ_b) 是影响污染物在土壤固相和液相分配、气态污染物扩散迁移行为的关键参数之一。

(7) 土壤含水率 (P_{ws} , kg/kg)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 0.2。

(8) 土壤颗粒密度 (ρ_s , kg/dm³)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 2.65。

(9) 土壤透性系数 (k_v , cm²)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 1.00×10^{-8} 。

(10) 空气中可吸入颗粒物含量 (PM_{10} , mg·m⁻³)

参数取值为 0.076。

HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值为 0.119。该数据来源于原环境保护部“2016 年大气环境质量公告”中质量最差的区域（京津冀区域）的年平均值 $0.119 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

根据天津市生态环境局公布的《2020 年天津市生态环境状况公报》，2020 年河北区 PM_{10} 的年平均值为 $0.069 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。故本项目地块风险评估

(11) 混合区大气流速 (U_{air} , cm/s)

参数取值为 300。

HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 200。根据我国陆地生态信息空间气象数据库发布的全国年均风速图，我国大部分地区年平均风速约在 200 cm/s 左右。

根据天津市河北区人民政府网站数据显示,河北区年平均风速约 3m/s (折合 300 cm/s)。

(12) 混合区高度 (δ_{air} , cm)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 200。

(13) 毛细管层孔隙空气体积比 (θ_{acap} , 无量纲)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 200。

(14) 毛细管层孔隙水体积比 (θ_{wacap} , 无量纲)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 200。

3.3.4.2 建筑物相关参数

(1) 地基裂隙中空气体积比 (θ_{acrack} , 无量纲)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 0.26。

(2) 地基裂隙中水体积比 (θ_{wcrack} , 无量纲)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 0.12。

(3) 室内地基厚度 (L_{crack} , cm)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 35。

《地下工程防水技术规范》GB 50108-2008 中 4.1.6 和 4.1.7 条款地下要求防水混凝土结构的混凝土垫层厚度不应小于 100mm, 混凝土结构厚度不应小于 250mm, 按照最低要求计算, 总计 35cm。

(4) 室内空间体积与气态污染物入渗面积比 (LB , cm)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 300。

(5) 室内空气交换速率 (ER , 次/d)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 20。

(6) 地基和墙体裂隙表面积所占比例 (η , 无量纲)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地推荐值 0.0005。

《地下工程防水技术规范》GB 50108-2008 中 4.1.7 条款要求地下防水混凝土结构的裂缝宽度不得大于 0.2mm，并不得贯通。保守考虑 0.2mm 的贯穿裂缝，假设参考建筑为 3m×3m，可得该比例为 0.00027。该理论值与《Users Guide for Evaluating VI into Buildings》（USEPA 2002）中引用的 Nazaroff (1992), Revzan et al. (1991), and Nazaroff et al. (1985) 基于蒸气入侵率反算的范围一致（在 0.0001 到 0.001 之间）。考虑一定的保守性，HJ 25.3-2019 对该参数推荐取值为 0.0005。

（7）气态污染物入侵持续时间（ τ , a）

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 25。

（8）室内外气压差（dP, g/cm/s²）

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 0。

3.3.4.3 受体暴露参数

（1）成人暴露期（EDa, a）

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 25。

（2）成人暴露频率（EFa, d/a）

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 250。

第一类用地方式下，成人每星期工作 5 d，全年按照 52 周计，去掉全年法定假日约 10 d， $EFa = 5 \text{ d/周} \times 52 \text{ 周/a} - 10 \text{ d/a} = 250 \text{ d/a}$ 。

（3）成人室内暴露频率（EFIa, d/a）

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 187.5。

通过分析人群活动特征，假设成人 75%的时间在室内活动，非敏感性用地方式下为 $250 \text{ d/a} \times 0.75 = 187.5 \text{ d/a}$ 。

（4）成人室外暴露频率（EFOa, d/a）

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 62.5。

通过分析人群活动特征，假设成人 25%的时间在室外活动，非敏感性用地方式下推荐值为 $250 \text{ d/a} \times 0.25 = 62.5 \text{ d/a}$ 。

(5) 成人平均体重 (BWa, kg)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 61.8。

根据《中国居民营养与健康状况监测报告 (2010-2013)》，该参数采用 61.8。

(6) 成人平均身高 (Ha, cm)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 161.5。

根据《中国居民营养与健康状况监测报告 (2010-2013)》，该参数采用 161.5。

(7) 成人每日空气呼吸量 (DAIRa, m^3/d)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 14.5。

(8) 成人每日摄入土壤量 (OSIRa, mg/d)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 100。

(9) 每日皮肤接触事件频率 (Ev, 次/d)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 1。

(10) 室内空气中来自土壤的颗粒物所占比例 (fsp_i, 无量纲)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 0.8。

(11) 室外空气中来自土壤的颗粒物所占比例 (fsp_o, 无量纲)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 0.5。

(12) 暴露于土壤的参考剂量分配比例 (SAF, 无量纲)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 0.2。

(13) 成人体表暴露皮肤所占面积比 (SERa, 无量纲)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 0.18。

(14) 成人皮肤表面土壤粘附系数 (SSARa, mg/cm^2)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 0.2。

(15) 吸入土壤颗粒物在体内滞留比例 (PIAF, 无量纲)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 0.75。

(16) 经口摄入吸收因子 (ABSo, 无量纲)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 1。

(17) 单一污染物可接受致癌风险 (ACR, 无量纲)

根据 HJ25.3-2019, 单一污染物的致癌风险可接受水平为 10^{-6} ;

(18) 单一污染物可接受危害商 (AHQ, 无量纲)

根据 HJ25.3-2019, 单一污染物的危害商可接受水平为 1。

(19) 致癌效应平均时间 (ATca, d)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 27740。

考虑到污染物的致癌效应的具有终身危害性, 按照人群平均寿命计算致癌效应平均时间。据世界卫生组织 (WHO) 公布的《2017 年世界卫生组织统计报告》, 中国平均寿命为 76 岁, 按照 76 年计算致癌效应平均时间, 即: $ATca = 365 \text{ d/a} \times 76 \text{ a} = 27740 \text{ d}$ 。

(20) 非致癌效应平均时间 (ATnc, d)

采用 HJ 25.3-2019 第一类用地方式推荐值 9125d。

第一类用地方式下, 按照成人的暴露周期 (25 a) 计算非致癌效应平均时间, 即 $ATnc = 25 \text{ a} \times 365 \text{ d/a} = 9125 \text{ d}$ 。

表 3.2-1 暴露评估相关参数取值

符号	参数名称	单位	取值	备注
d	表层污染土壤层厚度	cm	50	*
L _s	下层污染土壤层埋深	cm	50	*
d _{sub}	下层污染土壤层厚度	cm	550	*
A	污染源区面积	cm ²	2250000	*
f _{om}	土壤有机质含量	g/ kg	15.0	*
ρ _b	土壤容重	kg/dm ³	1.5	
P _{ws}	土壤含水率	kg/ kg	0.2	
ρ _s	土壤颗粒密度	kg/dm ³	2.65	
PM ₁₀	空气中可吸入颗粒物含量	mg/m ³	0.069	*
U _{air}	混合区大气流速	cm/s	300	*
δ _{air}	混合区高度	cm	200	
W	污染源区宽度	cm	1500	*
h _{cap}	土壤地下水交界处毛管层厚度	cm	5	
θ _{acap}	毛细管层孔隙空气体积比	无量纲	0.038	
θ _{wcap}	毛细管层孔隙水体积比	无量纲	0.342	
θ _{acrack}	地基裂隙中空气体积比	无量纲	0.26	
θ _{wcrack}	地基裂隙中水体积比	无量纲	0.12	
L _{crack}	室内地基厚度	cm	35	
L _B	室内空间体积与气态污染物入渗面积之比	cm	300	
ER	室内空气交换率	次/d	20	
η	地基和墙体裂隙表面积所占比例	无量纲	0.0005	

符号	参数名称	单位	取值	备注
τ	气态污染物入侵持续时间	a	25	
dP	室内室外气压差	g/cm/s ²	0	
K _v	土壤透性系数	cm ²	1.0×10 ⁻⁸	
Z _{crack}	室内地面到地板底部厚度	cm	35	
X _{crack}	室内地板周长	cm	3400	
A _b	室内地板面积	cm ²	700000	
ED _c	儿童暴露期	a	6	
ED _a	成人暴露期	a	25	
EF _c	儿童暴露频率	d/a	350	
EF _a	成人暴露频率	d/a	350	
EFI _c	儿童室内暴露频率	d/a	262.5	
EFI _a	成人室内暴露频率	d/a	262.5	
EFO _c	儿童室外暴露频率	d/a	87.5	
EFO _a	成人室外暴露频率	d/a	87.5	
BW _c	儿童平均体重	kg	19.2	
BW _a	成人平均体重	kg	61.8	
H _c	儿童平均身高	cm	113.15	
H _a	成人平均身高	cm	161.5	
DAIR _c	儿童每日空气呼吸量	m ³ /d	7.5	
DAIR _a	成人每日空气呼吸量	m ³ /d	14.5	
OSIR _c	儿童每日摄入土壤量	mg/d	200	
OSIR _a	成人每日摄入土壤量	mg/d	100	
Ev	每日皮肤接触事件频率	次/d	1	

符号	参数名称	单位	取值	备注
fspi	室内空气中来自土壤的颗粒物所占比例	无量纲	0.8	
fspo	室外空气中来自土壤的颗粒物所占比例	无量纲	0.5	
SAF	暴露于土壤的参考剂量分配比例	无量纲	0.5	
SER _c	儿童暴露皮肤所占体表面积比	无量纲	0.36	
SER _a	成人暴露皮肤所占体表面积比	无量纲	0.32	
SSAR _c	儿童皮肤表面土壤粘附系数	mg/cm ²	0.2	
SSAR _a	成人皮肤表面土壤粘附系数	mg/cm ²	0.2	
PIAF	吸入土壤颗粒物在体内滞留比例	无量纲	0.75	
ABS _o	经口摄入吸收因子	无量纲	1	
ACR	单一污染物可接受致癌风险	无量纲	10 ⁻⁶	
AHQ	可接受危害商	无量纲	1	
AT _{ca}	致癌效应平均时间	d	27740	
AT _{nc}	非致癌效应平均时间	d	9125	

注：*表示在风险评估计算时，优先选用了项目地块的实际值。

计算单一污染物基于上述 6 种土壤暴露途径非致癌效应的土壤风险控制值推荐模型，见附录 E 公式（E.14）。

3.6.3 土壤风险控制值确定

比较计算得到的基于致癌效应和基于非致癌效应的土壤风险控制值，选择较小值作为地块土壤中污染物的风险控制值。

本项目地块土壤中，六价铬基于致癌效应的计算的风险控制值为 1.03mg/kg，基于非致癌效应计算的风险控制值为 115.0mg/kg，最终确定土壤中六价铬基于保护人体健康的综合风险控制值为 1.03mg/kg。

表 3.6.3-1 土壤关注污染物风险控制值确定(mg/kg)

污染指标	检出限	RCV _{Sn}	HCV _{Sn}	风险控制值
六价铬	0.01	1.03E+01	1.15E+02	1.03E+01

。

4 修復建議

4.1 修復目標

將本項目地塊計算得到的土壤風險控制值，與污染狀況調查階段確定的土壤風險篩選標準、污染物方法檢出限等綜合比較，最終確定本地塊土壤中鉛的修復目標值見表 5.1-1。

項目地塊土壤中，計算得到的六價鉻風險控制值為 1.0mg/kg，低於其在《土壤環境質量 建設用地土壤污染風險管控標準（試行）》（GB36600-2018）中“第一類用地”的風險篩選值 3.0mg/kg。因此，本項目確定土壤中六價鉻的修復目標值為 3.0mg/kg。

表 4.1.1-1 土壤修復/管控目標值確定(mg/kg)

污染指标	方法检出限	建设用地土壤污染风险管控标准（GB3600-2018）		计算风险控制值	修复/管控目标值
		第一类用地			
		筛选值	管制值		
六价铬	0.1	3.0	30	1.0	3.0

4.2 修復範圍

4.2.1 確定原則

本項目地塊土壤污染範圍確定時，遵循以下原則：

（1）以污染物指標修復目標值來確定污染範圍邊界。本項目以地塊土壤中六價鉻高於其相應修復目標值的區域確定為需治理修復的污染範圍。具體劃定時，基於布點密度、土壤清潔點分布情況及污染物超標程度等因素確定。

（2）不同深度的土壤分別劃定污染範圍。根據污染物土壤分層檢測結果，依據埋深劃分為 0~1.8m 和 1.8m~3.0m，本地塊污染物僅

在表层 0.3m 处超标。结合本项目地块土壤采样深度，在涉及土壤污染物超标的土层（地面以下 0~1.8m），确定土壤污染范围。

4.2.2 面积与方量

本项目地块污染状况调查阶段，根据采样深度将地块内污染土壤分层。经计算可知，本项目地块基于六价铬修复目标值所确定的污染土壤方量为 2688.43m³。

土壤中六价铬的污染范围计算结果汇总见表 4.2.2-1，土壤六价铬污染范围示意图 4.2.2-1。

表 4.2.2-1 土壤铅污染范围结果统计

采样深度范围 (m)	土层区间厚度 (m)	污染土壤面积 (m ²)	污染土壤方量 (m ³)
0~1.8	1.8	1649.76	2688.43

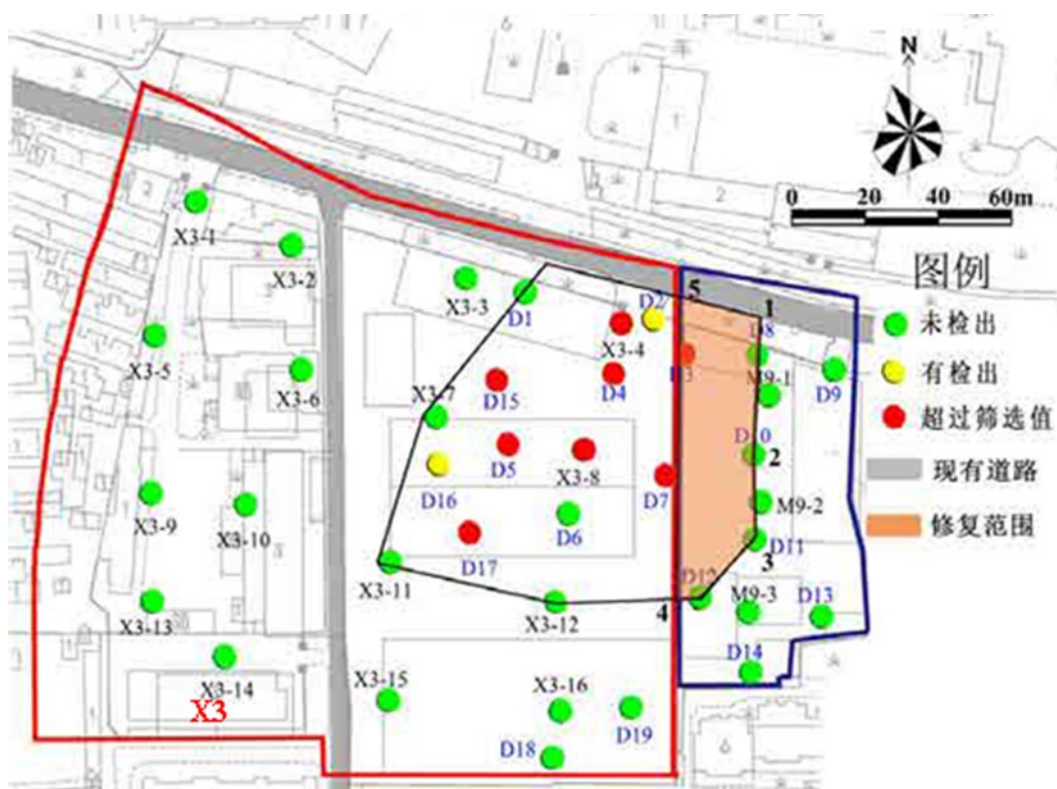


图 4.2.2-1 土壤污染范围示意图（地面以下 0~1.0m）

4.3 拐点坐标

土壤中六价铬的污染范围拐点坐标汇总见表 4.3.1-1。

表 4.3.1-1 土壤六价铬污染范围拐点坐标汇总

序号	CGCS2000 国家大地坐标		天津 90 坐标	
1	521864.2352	4325985.2212	293538.2910	104770.2940
2	521863.3938	4325947.5959	293500.6680	104769.3710
3	521863.2270	4325921.5414	293474.6140	104769.1480
4	521843.3879	4325910.9097	293464.0255	104749.2860
5	521843.2147	4325990.8692	293543.9845	104749.2860

5 结论与建议

5.1 结论

（1）风险评估

经危害识别，得到本项目地块土壤中风险评估的关注污染物为六价铬。污染状况调查阶段，六价铬的检出浓度超出《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中相应的“第一类用地”管控值，检出最大值为 7.4 mg/kg。

（2）污染范围

本项目地块以土壤中六价铬高于其相应修复目标值的区域，确定为土壤中需修复的污染范围。经计算可知，本项目地块基于“第一类用地”暴露情景下修复目标值所确定的污染土壤范围面积为 1649.76m²，深度为地面以下 0~1.8m，土壤方量为 2688.43m³。

5.2 建议

风险评估结果表明，本项目地块部分区域土壤中铅污染程度超过风险可接受水平，需进一步开展治理修复工作。建议在本地块完成修复前，应加强场地管理工作。采取建成围墙封闭管理场地，禁止无关人员及车辆出入，场地地面覆盖防尘网，控制场地土方进出，管制与场地调查及场地修复无关的工程实施等减少场地扰动措施，防控本地块污染物扩散，防止地块内污染物对场外造成影响。