

广州市人民化工厂工业大道北 39 号地块场地环境

# 风险评估报告

(简本)

场地责任单位：广州市人民化工厂

场地调查单位：广东智环创新环境科技有限公司

二〇一八年十一月

## 第1章 概述

### 1.1 调查目的和原则

本次场地环境调查与风险评估项目通过对目标场地的主要历史经营活动和自然环境调查，对原辅材料、设备设施、生产工艺、生产配套、潜在污染源和污染物排放的分析，识别目标场地可能存在的遗留土壤和地下水污染；通过现场采样分析和实验室检测，确定目标场地土壤及地下水中主要的污染物种类、污染水平和分布的范围与深度；通过健康风险评估，确定基于未来规划用途下的场地环境风险水平，以及相应情景条件下需要治理、修复的土壤范围和数量。

本次调查遵循以下三项原则实施：

（1）针对性原则：针对场地的特征和潜在污染物特性，进行污染物浓度和空间分布调查，为场地的环境管理提供依据。

（2）规范性原则：采用程序化和系统化的方式规范场地环境调查过程，保证调查过程的科学性和客观性。

（3）可操作性原则：综合考虑调查方法、时间和经费等因素，结合本次评估工作时期被广为认可的工程学和科学实践要求，使调查过程切实可行。

### 1.2 调查范围

目标场地为广州市海珠区工业大道北 39 号地块广州市人民化工厂，总占地面积约为 7978.7m<sup>2</sup>。

## 1.3 编制依据

本项目的现场工作和报告编制主要依据以下法律法规、政策文件、技术导则、标准规范以及由业主提供和调查过程中收集到的场地相关资料：

### 1.3.1 法律法规和政策文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年）；
- (2) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2015 年修订）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2008 年，2017 年修订）；
- (4) 《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》（原国家环保总局环办[2004]47 号）；
- (5) 《关于加强土壤污染防治工作的意见》（环发[2008]48 号）；
- (6) 《土壤污染防治行动计划国发》（国发〔2016〕31 号）；
- (7) 《“十三五”生态环境保护规划》（国发[2016]65 号）；
- (8) 《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环境保护部、工业和信息化部、国土资源部、住房和城乡建设部 2012 年 11 月 26 日）；
- (9) 《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的通知》（国办发〔2013〕7 号）；
- (10) 《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）；
- (11) 《广东省土壤环境保护和综合治理方案》（粤环〔2014〕22 号）；
- (12) 《广东省环境保护“十三五”规划》；
- (13) 《广东省重金属污染综合防治“十三五”规划》；
- (14) 《广东省人民政府关于印发〈广东省土壤污染防治行动计划实施方案〉的通知》（粤府[2016]145 号）；
- (15) 《广州市人民政府办公厅关于土地节约集约利用的实施意见》；
- (16) 《广州市土地开发中心关于加快开展土地污染环境调查、污染风险评估和土地污染修复工作的函》（穗土开函〔2015〕115 号）；
- (17) 《关于印发广州市污染地块再开发利用环境管理实施方案（试行）的通知》（穗环〔2018〕26 号）。

### 1.3.2 技术导则、规范和标准

- (1) 《污染场地术语》（HJ 682-2014）；
- (2) 《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）；
- (3) 《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）；
- (4) 《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014）；
- (5) 《污染场地土壤修复技术导则》（HJ25.4-2014）；
- (6) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》；
- (7) 《土壤环境监测技术规范》（HJ / T166-2004）；
- (8) 《地下水环境监测技术规范》（HJ / T164-2004）；
- (9) 《场地环境评价导则》（DB11 / T 656-2009）；
- (10) 《地下水污染健康风险评估工作指南》（试行）（2014 年 10 月）；
- (11) 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）；
- (12) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)；
- (13) 《地下水质量标准》（GB / T 14848-2017）；
- (14) 《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）；
- (15) 《土壤重金属风险评价筛选值-珠江三角洲》（DB 44/ T1415—2014）；
- (16) 《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11T 811—2011）；
- (17) TRRP 2014-Tier 1（美国德克萨斯州风险削减计划(Texas Risk Reduction Program)）；
- (18) 广州市环境保护局关于印发广州市工业企业场地环境调查、修复、效果评估文件技术要点的通知（穗环办〔2017〕149 号）。

### 1.3.3 场地相关参考资料

- (1) 《广州市人民化工厂企业简介》；
- (2) 项目地块历史用地套图（广州市房地产测绘所，2010 年）；
- (3) 《关于将原铬盐煅烧车间整改为 4 吨/时锅炉房的消防审核报告》；
- (4) 《广州市人民化工厂环境保护工作情况汇报》；
- (5) 场地界址点坐标附图（广州市房地产测绘所，2010 年）；
- (6) 中华人民共和国综合水文地质图-广州幅（1:200000）；
- (7) 中华人民共和国地质图-广州幅（1:200000）；
- (8) 《中国土壤元素背景值》（中国环境监测总站，中国环境科学出版社，1990）；

- (9) 《广州市总体规划（2011-2020）》；
- (10) 《海珠区土地利用总体规划（2010-2020）》；
- (11) 《广州市海珠区三规合一规划（2013）》；
- (12) 《海珠区人民化工厂地块控制性详细规划》。

## 1.4 调查方法

本次工作主要根据国家环保部《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）、《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）、《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）和《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》，并结合国内主要污染场地环境调查相关经验和地块的实际情况，开展场地环境调查与风险评估工作。主要调查工作分为三个阶段进行，并在调查结果的基础上开展健康风险评估。场地环境调查和风险评估工作包括以下四个部分：

### (1) 第一阶段场地环境调查

本阶段主要以资料收集、现场踏勘和人员访谈为主，进行场地污染识别，以判断该场地是否存在潜在污染源。对于潜在的污染源，则识别可能的污染物，以确定进一步调查工作需要重点关注的目标污染物和污染区域。

### (2) 第二阶段场地环境调查

本阶段包括初步调查和详细调查两个阶段。

初步调查阶段结合第一阶段场地环境调查的结论和发现，进行初步采样调查，确定地层结构、水文地质条件，初步确定污染物种类、污染程度和可能的空间分布，为详细采样调查方案设计提供参考。

初步采样调查完成后，对数据进行评估和分析，根据评估结果制定详细调查方案。详细采样调查通过在初步调查阶段识别的污染区域布置加密取样点，采集土壤和地下水等样品进行化学分析，进一步界定污染范围的边界和深度。

### (3) 第三阶段场地环境调查

通过进一步取样分析及现场调查等工作，收集场地特征参数以及场地暴露参数，收集开展场地健康风险评估工作所需的场地信息和参数。

### (4) 场地健康风险评估

据场地环境详细调查结果，通过危害识别、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计算等多个内容，开展多层次健康风险评估，计算土壤和地下水

中单一污染物的致癌风险和危害指数，判断是否超过可接受风险水平，计算土壤、地下水中关注污染物的风险控制值，并确定场地是否需要开展污染修复、污染修复范围及修复量。

本报告主要包含场地环境调查第三阶段场地暴露参数收集及场地健康风险评估工作的相关内容。

场地环境调查与风险评估项目的技术路线如图 1.4-1 所示：

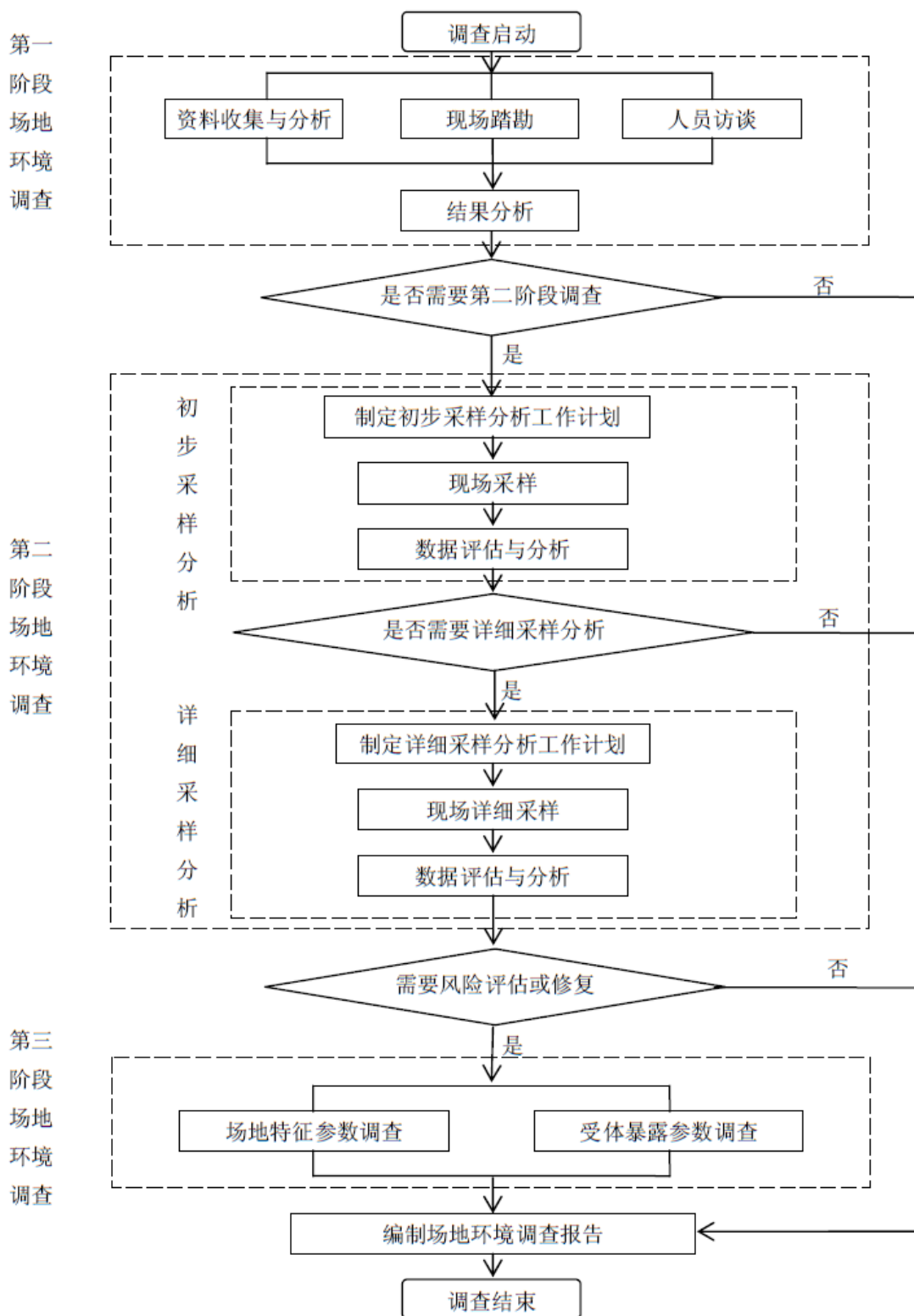


图 1.4-1 场地环境调查与风险评估项目技术路线图

## 第2章 场地风险评估

人体健康风险评估是环境风险评价的重要内容。健康风险评估是在收集和整理毒理学资料、流行病学资料、环境监测资料及暴露情况等资料的基础上，通过一定的方法或使用模型来估计某一暴露剂量的化学或物理因子对人体健康造成损害的可能性及损害的性质和程度大小。

### 2.1 风险评估依据和流程

风险评估按照《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014）实施。场地风险评估按照危害识别、暴露评估、毒性评估和风险表征以及风险控制值计算五部分展开，各步的工作内容概述如下：

（1）危害识别：根据场地环境调查获取的资料，结合场地土地的规划利用方式，确定污染场地的关注污染物、场地内污染物的空间分布和可能的敏感受体，建立场地暴露模型。危害识别是一个风险定性评估的过程，当定性评估能够说明风险问题，如场地不具备污染源——>暴露途径——>受体间的完整连接时，可不用实施风险的定量评估。

（2）暴露评估：暴露评估是一个定量评估的过程。在危害识别的工作基础上，分析场地关注污染物进入并危害敏感受体的情景，确定场地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，确定与场地污染状况、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。

（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。

（4）风险表征：在暴露评估的定量结果和毒性评估中确定的污染物毒性学参数，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。

（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风险水平。如污染场地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；如污染场地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进入地下水，则计算保护地下水



污染特征和场地利益相关方意见，确定需要进行调查和风险评估的污染物。场地风险评价工作中一般认为污染物浓度低于筛选值，污染物危害可忽略；污染物浓度高于筛选值时可能具有潜在污染危害，但是否有实际污染危害，则需要进一步风险评估来确定。污染物筛选对象为所有检出污染物，如检出污染物的浓度超过选定的筛选值则污染物需进一步进行风险评估。

目标场地及其周边均由统一的市政供水，无地下水饮用水井存在，没有居民以地下水作为饮用水水源。目标场地附近的河涌为海珠涌，根据资料显示，该河涌的水质功能目标为 IV 类，属于有城市景观功能要求或提供工农业用水功能要求的河涌。综上，不存在饮用地下水的暴露途径以及地下水使用功能保护。

根据第二阶段调查的结果，场地内土壤有重金属**铬、六价铬、镍、锌、砷和铅**超过筛选值，上述污染物作为场地的关注污染物。为保守起见，使用各污染物的最大检出浓度作为污染源浓度进行土壤风险评估。

场地地下水中有 pH、高锰酸盐指数(耗氧量)、氨氮（以 N 计）、亚硝酸盐（以 N 计）、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、石油类、总大肠菌群、细菌总数及六价铬、砷、锰、铁等金属物质检测浓度超出筛选值。上述污染物在水中多以离子形式存在，不具有挥发性，在本场地地下水不做为饮用水且周边水体水质目标为 IV 类的情况下，这些超标物质由于没有暴露途径而不能接触至受体，因此不会对人体和周边环境产生风险。

### 2.2.2 场地暴露概念模型

目标场地及其周边为规划的商业区，因此本次风险评估以非敏感用地进行风险评估。

综合上述资料，建立场地暴露概念模型。场地暴露概念模型反应了污染源——>迁移暴露途径——>受体间的联系。

在此情形下，基于风险评估保守原则，将所检出的污染土壤均作为表层土处理，考虑所有可能的暴露途径制定修复目标值。由于该地块中的地下水不作为饮用水源，因此在本项目的健康风险评估中不考虑土壤淋溶至地下水被人体饮用的暴露途径。在该地块未来规划用地方式为非敏感用地情形下，成人作为敏感受体，土壤污染源主要通过经口摄入表层受污染土壤、皮肤接触表层受污染土壤、呼吸吸入表层受污染土壤扩散到室外的颗粒物等途径而暴露给敏感受体。

污染源——>迁移暴露途径——>受体的关系如下：

(1) 污染源和关注化学品：

- 场地土壤中的**铬、六价铬、镍、锌、砷和铅**，从保守角度考虑均视为表层

土。

(2) 迁移和暴露途径：

- 经口摄入表层受污染土壤；
- 皮肤接触表层受污染土壤；
- 呼吸吸入表层受污染土壤扩散到室内外的颗粒物；

(3) 潜在受体和敏感人群：

- 将来该地块内的活动人员。

## 2.3 暴露评估

### 2.3.1 评估的暴露情景和暴露途径

根据上述暴露流程图，定量评估以下暴露情景和暴露途径：

表 2.3-1：暴露情景和暴露途径

基质	暴露途径	非敏感用地（工作人员）
土壤	土壤经口摄入	√
	皮肤接触土壤	√
	吸入土壤颗粒物	√

### 2.3.2 评估的模型参数

模型中所使用的参数采用场地实测值或《污染场地风险评估技术导则》、《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）（征求意见稿）》编制说明中的推荐值。在本次风险评估中所用到的参数主要包括暴露参数、场地气象参数等。

### 2.3.3 暴露量计算

风险评估模型主要根据环保部《污染场地风险评估技术导则（发布稿）》（环保部 HJ25.3-2014）建立，除铅以外，各个途径暴露量的计算方法如下：

(1) 摄入量计算

1) 经口摄入土壤途径

对于单一污染物的致癌效应

$$OISERca = \frac{\left( \frac{OSIRc \times EDc \times EFc}{BWc} + \frac{OSIRa \times EDa \times EFa}{BWa} \right) \times ABSo}{ATca} \times 10^{-6}$$

对于单一污染物的非致癌效应

$$OISERnc = \frac{\frac{OSIRc \times EDc \times EFc}{BWc} \times ABSo}{ATnc} \times 10^{-6}$$

式中：

OISERca--经口摄入土壤暴露量（致癌效应），kg/(kg.d)；

OSIRc--儿童每日摄入土壤量， mg/d；

OSIRa--成人每日摄入土壤量， mg/d；

EDc--儿童暴露周期， a；

EDa--成人暴露周期， a；

EFc--儿童暴露频率， d/a；

EFa--成人暴露频率， d/a；

BWc--儿童体重， kg；

BWa--成人体重， kg；

ABSo--经口摄入吸收效率因子，无量纲；

ATca--致癌效应平均时间， d；

OISERnc--经口摄入土壤暴露量（非致癌效应），kg/(kg.d)；

ATnc--非致癌效应平均时间， d。

## 2) 皮肤接触土壤途径

对于单一污染物的致癌效应

$$DCSERca = \frac{SAEc \times SSARc \times EFc \times EDc \times Ev \times ABSd}{BWc \times ATca} \times 10^{-6} + \frac{SAEa \times SSARa \times EFa \times EDa \times Ev \times ABSd}{BWa \times ATca} \times 10^{-6}$$

对于单一污染物的非致癌效应

$$DCSERnc = \frac{SAEc \times SSARc \times EFc \times EDc \times Ev \times ABSd}{BWc \times ATnc} \times 10^{-6}$$

式中：

DCSERca--皮肤接触途径的土壤暴露量（致癌效应），kg/(kg.d)；

SAEc--儿童暴露皮肤表面积， cm<sup>2</sup>；

SAEa--成人暴露皮肤表面积， cm<sup>2</sup>；

SSARc--儿童皮肤表面土壤粘附系数， mg/cm<sup>2</sup>；

SSARa--成人皮肤表面土壤粘附系数，mg/cm<sup>2</sup>；

ABSd--皮肤接触吸收效率因子，无量纲；

Ev--每日皮肤接触事件频率，次/S；

Hc--儿童平均身高，cm；

Ha--成人平均身高，cm；

SERc--儿童暴露皮肤所占面积比，无量纲；

SERa--成人暴露皮肤所在面积比，无量纲；

DCSERnc--皮肤接触途径的土壤暴露量（非致癌效应），kg/(kg.d)。

### 3) 吸入土壤颗粒物

对于单一污染物的致癌效应

$$PISERca = \left( \frac{PM_{10} \times DAIRc \times EDc \times PIAF \times (fspo \times EFOc + fspi \times EFic)}{BWc \times ATca} + \frac{PM_{10} \times DAIRa \times EDa \times PIAF \times (fspo \times EFOa + fspi \times EFia)}{BWa \times ATca} \right) \times 10^{-6}$$

对于单一污染物的非致癌效应

$$PISERnc = \frac{PM_{10} \times DAIRa \times EDa \times PIAF \times (fspo \times EFOa + fspi \times EFia)}{BWa \times ATca} \times 10^{-6}$$

式中：

PISERca--吸入土壤颗粒物的土壤暴露量（致癌效应），kg/(kg.d)；

PM<sub>10</sub>--空气中可吸入颗粒物含量，mg/m<sup>3</sup>；

DAIRa--成人每日空气呼吸量，m<sup>3</sup>/d；

DAIRc--儿童每日空气呼吸量，m<sup>3</sup>/d；

PIAF--吸入土壤颗粒物在体内滞留比例，无量纲；

fspi--室内空气中来自土壤的颗粒物所占比例，无量纲；

fspo--室外空气中来自土壤的颗粒物所占比例，无量纲；

EFia--成人的室内暴露频率，d/a；

EFic--儿童的室内暴露频率，d/a；

EFOa--成人的室外暴露频率，d/a；

EFOc--儿童的室外暴露频率，d/a；

PISERnc--吸入土壤颗粒物的土壤暴露量（非致癌效应），kg/(kg.d)。

### (2) 致癌风险和危害商计算

## 1) 致癌风险值

### A、经口摄入

$$CR_{OIS} = OISER_{ca} \times C_{sur} \times SF_o$$

式中：CR<sub>OIS</sub>--经口摄入土壤暴露于单一污染物的致癌风险；

C<sub>sur</sub>--表层土壤中污染物浓度，mg/kg。

### B、皮肤接触

$$CR_{DCS} = DCSE_{ca} \times C_{sur} \times SF_d$$

式中：CR<sub>DCS</sub>--皮肤接触土壤暴露于单一污染物的致癌风险。

### C、吸入土壤颗粒物

$$CR_{PIS} = PISER_{CR} \times C_{sur} \times SF_i$$

式中：CR<sub>PIS</sub>--吸入土壤颗粒物暴露于单一污染物的致癌风险。

### D、单一土壤污染物经所有暴露途径的致癌风险

$$CR_n = CR_{OIS} + CR_{DCS} + CR_{PIS}$$

式中：CR<sub>n</sub>--经所有暴露途径暴露于单一污染物的致癌风险。

## 2) 非致癌危害商

### A、经口摄入

$$HQ_{OIS} = \frac{OISER_{nc} \times C_{sur}}{RfD_o \times SAF}$$

式中：HQ<sub>OIS</sub>--经口摄入土壤暴露于单一污染物的非致癌危害商。

### B、皮肤接触

$$HQ_{DCS} = \frac{DCSE_{nc} \times C_{sur}}{RfD_d \times SAF}$$

式中：HQ<sub>DCS</sub>--皮肤接触土壤暴露于单一污染物的非致癌危害商。

### C、吸入土壤颗粒物

$$HQ_{PIS} = \frac{PISER_{nc} \times C_{sur}}{RfD_i \times SAF}$$

式中：HQ<sub>PIS</sub>--吸入土壤颗粒物暴露于单一污染物的非致癌危害商。

### D、单一土壤污染物经所有暴露途径的非致癌危害商

$$HQ_n = HQ_{OIS} + HQ_{DCS} + HQ_{PIS}$$

式中：HQ<sub>n</sub>--经所有暴露途径暴露于单一污染物的非致癌危害商。

### (3) 铅的计算

基于直接摄入土壤和灰尘、饮食铅暴露、及呼吸途径吸入土壤和灰尘三种暴露途径，利用成人血铅模型（ALM）推导商业用地土壤铅的环境风险暴露量。计算公式如下：

$$RBC = PbS = \frac{[PbB_{adult,central,goal} - PbB_{adult,0}] \times AT}{BKSF \times IR_s \times AF_s \times EF_s}$$

$$PbB_{adult,central,goal} = \frac{PbB_{fetal,0.95,goal}}{GSD_{i,adult}^n \times R_{fetal/maternal}}$$

其中：

RBC/PbS: 基于人体健康风险的土壤铅环境筛选值 (mg·kg<sup>-1</sup>)

PbB<sub>adult,central,goal</sub>: 暴露于铅污染场地的孕妇血铅平均含量目标值 (μg·L<sup>-1</sup>)

PbB<sub>adult,0</sub>: 无铅暴露时育龄妇女的血铅背景水平 (μg·dL<sup>-1</sup>)

AT: 长期暴露平均时间 (d)

BKSF: 血铅与每日摄入体内铅含量的斜率系数 (d·dL<sup>-1</sup>)

IR<sub>s</sub>: 每日土壤摄入量 (g·d<sup>-1</sup>)

AF<sub>s</sub>: 肠胃对摄入体内铅的吸收效率

EF<sub>s</sub>: 每年平均暴露于铅污染场景的天数 (d·a<sup>-1</sup>)

PbB<sub>fetal,0.95,goal</sub>: 胎儿血铅含量的 95 % 概率目标值 (μg·dL<sup>-1</sup>)

GSD<sub>i,adult</sub>: 育龄妇女血铅含量几何标准差

R<sub>fetal/maternal</sub>: 胎儿与母亲血铅含量相关系数

n: 根据设定目标血铅浓度时保护人群的概率水平取值

## 2.4 风险评估的结论

本次风险评估的前提是假设超标点位所在区域未来土地用途为商服用地，根据导则的要求，对关注区域进行风险评估，结果表明：

(1) 土壤：关注区域作为商服用地，且超标土壤作为表层土的不利假设。土壤中的重金属污染物可通过土壤经口摄入、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物等三种方式暴露至将来的工作人员（成人）。定量风险评估表明六价铬的危害指数为 3.46，砷的危害指数为 9.192，危害指数大于可接受的范围（危害指数<1 是可接受范围）；六价铬的致癌

风险为  $2.998E-03$ ，镍的致癌风险为  $2.32E-06$ ，砷的致癌风险为  $7.447E-04$ ，大于可接受的风险（ $10^{-6}$ ）。因此，在此暴露情景下土壤中的六价铬、砷、镍对目标场地使用产生不可接受的风险。

根据风险评估的结果可知，项目场地在现有调查范围内的超标区域如在未来用作商服用地的话，该区域中的六价铬、砷、镍将会对场地未来的敏感受体造成不可接受的风险。

（2）地下水：关注区域作为商服用地，地下水不作为饮用。本场地内的超标污染物不会场地的未来使用产生风险。

## 第3章 场地修复目标及工程量

### 3.1 风险控制值

土壤中六价铬、砷在非敏感用地下的计算的危害商分别为 3.46 和 9.192，超过了危害商限制值 1；六价铬、砷、镍的致癌风险分别为  $2.998E-03$ 、 $2.32E-06$ 、 $7.447E-04$ ，大于可接受的风险（ $10^{-6}$ ）。根据《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014）的规定计算土壤风险控制值。场地污染物风险控制值的计算步骤如下：

- （1）根据风险评估结果，确定对人体健康具有潜在危害的污染物种类；
- （2）确定目标风险水平和危害商；
- （3）整理收集污染物理化参数及毒理学参数；
- （4）根据土地利用类型和受体特征确定暴露参数；
- （5）根据场地特征确定场地参数。
- （6）选择模型或公式计算污染物修复目标值。

本报告制定基于人体健康风险的土壤风险控制值时选取  $10^{-6}$  作为单一污染物的目标风险、1 作为单一污染物可接受的危害商。

### 3.2 修复目标值

国家导则和技术指南对于修复目标值的相关规定如下：

《污染场地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2014）的规定，修复目标值确定的依据为：分析比较按照 HJ25.3 计算的土壤风险控制值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。

《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》的规定：初步修复目标值，是根据场地可接受污染水平、场地背景值或本底值、经济技术条件和修复方式（修复和工程控制）、当地社会经济发展水平等因素综合确定的、场地土壤和地下水中的污染物修复后需要达到的限值。污染场地最终修复目标的确定，还应综合考虑修复后土壤的最终去向和使用方式、修复技术的选择、修复时间、修复成本以及法律法规、社会经济等因素。

根据相关规定要求，以下值可作为修复目标值：

- (1) 按照 HJ25.3 计算的土壤风险控制值；
- (2) 区域背景值、场地背景值或本底值；
- (3) 标准规定值。

综合考虑以上因素，场地关注污染物的修复目标值确定如下：

表 3.2-2 土壤修复目标值（单位：mg/kg）

污染物	珠三角筛选值标准	建设用地筛选值	风险控制计算值	土壤修复目标值
六价铬	-	5.7	0.7	5.7
砷	70	60	1.4	60
镍	200	900	265	200

### 3.3 超过修复目标值的范围

采用污染物的浓度空间插值的方法预测污染物的空间分布情况，以超过修复目标值的边界复合场地边界作为修复边界，从而确定土壤修复范围。

考虑到修复过程的可操作性，结合场地的地层特征，检测样品深度等因素，修复范围按照表层 0~1m，浅层 1~3m，中层 3~6m，深层 6~9m 四层土进行划分。

通过测量，各层修复面积如下，按照分层计算出各因子需要修复的土方量见表 3.3-1。

表 3.3-1 各污染物预计的修复区域面积和修复土方量

污染因子	修复区域面积 m <sup>2</sup>	修复起始深度 m	修复终止深度 m	修复厚度 m	预计土方量 m <sup>3</sup>
六价铬	4936	0	1	1	4936
	5337	1	3	2	10674
	3155	3	6	3	9465
	1155	6	7.6	1.6	1848
<b>合计</b>	-	<b>0</b>	<b>7.6</b>	<b>7.6</b>	<b>26923</b>
砷	126	0	1	1	126
	3502	1	3	2	7004
	1881	3	6	3	5643
	891	6	8.5	2.5	2227.5
<b>合计</b>	-	<b>0</b>	<b>8.5</b>	<b>8.5</b>	<b>15000.5</b>
镍	67	0	1	1	67
	5689	1	3	2	11378
	108	3	3.5	0.5	54
	-	-	-	-	-
<b>合计</b>	-	<b>0</b>	-	-	<b>11499</b>

通过叠加各污染物各层修复区域，按照分层计算出各因子需要修复的土方量见表 3.3-2。

表 3.3-2 场地预计修复区域面积和修复土方量

污染因子	修复区域面积 m <sup>2</sup>	修复起始深度 m	修复终止深度 m	修复厚度 m	预计土方量 m <sup>3</sup>
六价铬、 砷、镍	5285.5	0	1	1	5285.5
	7978.7	1	3	2	15957.4
	4830.9	3	6	3	14492.7
六价铬、 砷	2274.3	6	7.6	1.6	3638.88
砷	891	7.6	8.5	0.9	801.9
<b>合计</b>	-	<b>0</b>	<b>8.5</b>	<b>8.5</b>	<b>40176.38</b>