

河西区陈塘科技商务区 F18 地块

风险评估报告

项目单位：天津市河西区土地整理中心

报告编制单位：天津生态城环境技术咨询有限公司

二〇一八年十二月

1 概述

1.1 项目概况

2018 年 10 月，天津生态城环境技术有限公司受河西区土地整理中心委托，遵照相关法律法规和技术导则要求，在初步调查和详细调查的基础上，对河西区陈塘科技商务区 F18 地块（以下简称 F18 地块）开展场地土壤环境调查及风险评估工作。

根据《陈塘科技商务区土地使用性质分布图-16 版》，此地块用地性质为商业服务业设施用地，应开展相关的环境调查与风险评估工作。此地块用地性质为第二类用地，筛选值按照第二类用地标准执行。

1.2 调查范围

F18 地块位于天津市河西区东江道南侧，地块调查面积约 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。地块边界范围见图 1.2-1 所示，边界坐标如表 1.2-1 所示。

表 1.2-1 场地边界坐标一览表（90 坐标系）

点位编号	X	Y	点位编号	X	Y
N	293551.3995	104749.6995	J	293453.0562	104799.7623
G	293439.1880	104749.2860	K	293474.5880	104798.6950
H	293438.6040	104775.5380	L	293489.0040	104794.9630
I	293451.2210	104780.0190	M	293543.6030	104796.9250

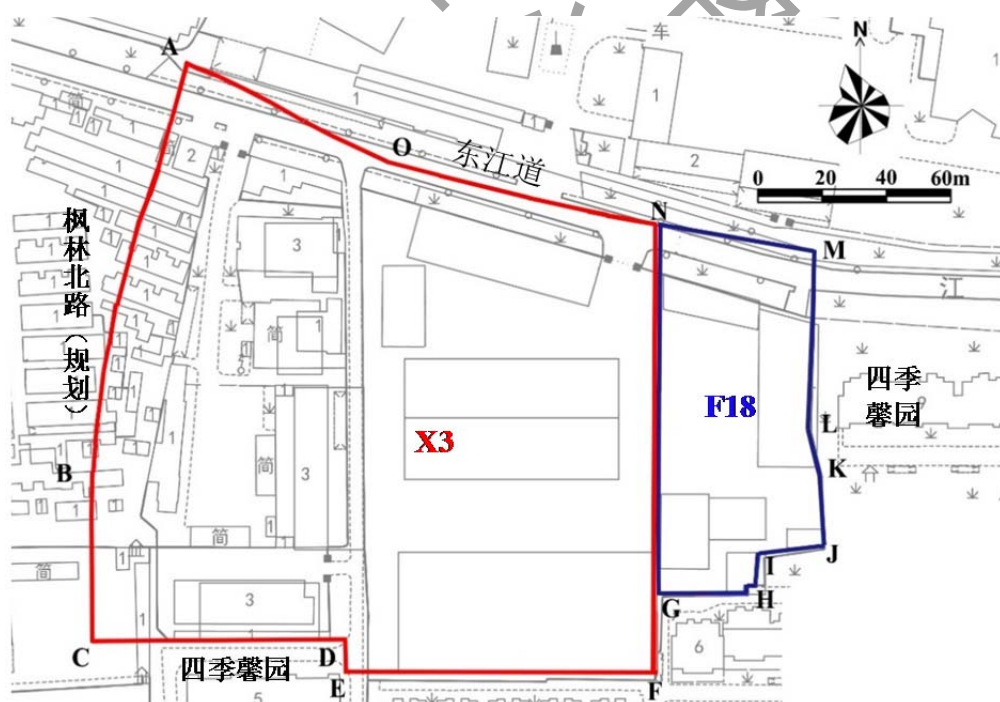


图 1.2-1 地块边界范围示意图

2 初步和详细调查概况

2.1 初步及详细调查方案

初步调查采用专业判断法结合系统布点法，采用 40m×40m 网格，共布设 3 个土壤采样点，送检 13 个样品检测重金属（14 种），9 个样品检测 VOCs（53 种），9 个样品检测 SVOCs（92 种），5 个样品检测 TPH；布设 1 个地下水监测点，检测 13 种重金属、53 种 VOCs、92 种 SVOCs、TPH 和氰化物。

详细调查结合初步布点情况，采用 20m×20m 网格，布设 8 个土壤采样点，送检 23 个样品检测 14 种重金属。

2.2 初步及详细调查结果

初步及详细调查结果显示，土壤中六价铬仅有一个样品超过第二类用地筛选值，其余 11 种重金属、VOCs、SVOCs、TPH 均未超过第二类用地筛选值；地下水检测结果显示所有地下水检测结果均未超过相应水质标准。

将初步调查数据和详细调查数据统一分析，六价铬在 D3 点 0.3m 处检出值为 7.4 mg/kg，超过第二类用地筛选值 5.7mg/kg，未超过建设用地土壤污染风险管控值 30mg/kg。六价铬仅在填土层有一点超过筛选值。

将 X3 地块和 F18 地块初步调查和详细调查数据统一分析，采用克里金插值法计算六价铬超过筛选值 5.7mg/kg 的浓度范围。D3 点与 D7 点均位于 F18 地块与 X3 地块边界处，两个点位均超过了第二类用地筛选值。虽然插值计算得出的 F18 地块超标范围很小，但计算结果不能代表实际情况，应结合周边未超标点位考虑 F18 地块可能的超标范围，由清洁点 D8、D10、M9-2、D11、D12 及边界包围的区域为可能的超标区域。

F18 地块及相邻的 X3 地块历史为同生化工厂用地，同生化工厂生产铬明矾、铬酸酐，生产原料为铬矿，生产过程中产生工业废渣铬渣，加之 50 年代企业管理不善，在铬矿、铬渣储存及铬盐生产过程中可能会造成土壤的六价铬污染。

2.3 初步及详细调查结论

调查结果显示，土壤表层中有一个样品六价铬超过了第二类用地筛选值，此地块历史上有生产铬明矾、铬酸酐的同生化工厂，在生产过程中、原料及废渣的存储可能是造成土壤六价铬污染的原因。

调查结果显示，土壤中六价铬超过了第二类用地筛选值，存在一定的健康风险，需要启动健康风险评估工作。

3 危害识别

3.1 关注污染物

第二阶段调查结果显示，地块调查范围内土壤中存在超过筛选值的污染物为六价铬。超标位置位于填土层 0.3m 处。

3.2 污染来源分析

F18 地块自 1950~2011 年陆续有同生化工厂、第三示范学校校办工厂（化工中专技校）和天津化工设备厂三家企业在此生产。

1950~1965 年同生化工厂在此生产铬明矾、铬酸酐，生产原料有铬矿、浓硫酸、蔗糖等，产生的污染主要为含多种重金属的铬渣，1965 年后为化工中专技校所有，用于学生住宿使用。

第三示范学校校办工厂（化工中专技校），在本场地时间 1950 至今，1981 年改为天津市教学仪器厂，为半工半读的工厂，学生在校办工厂生产学习住宿，主要生产教学仪器，生产涉及机加工、木工、组装等，产生的污染物为废金属屑和废皂化液。

天津市化工设备铆造厂于 1970 年在原化工中专技校旧址上成立，1980 年更名为天津市化工设备厂，生产离心机、压力容器、化工设备。原料主要为不锈钢板、碳钢板、法兰、胶垫、焊接材料、乳化液等，生产涉及机加工及组装，产生的污染物为重金属和乳化液。

地块涉及企业的特征污染物是重金属，尤其是早期的同生化工厂生产铬明矾、铬酸酐，原料有铬矿及产生铬渣，易造成铬、六价铬等重金属污染。

3.3 受体分析

根据《陈塘科技商务区土地使用性质分布图-16 版》，此地块规划为商业服务业设施用地，在此土地利用方式下，成人的暴露期长、暴露频率高，一般根据成人期的暴露来评估污染物的致癌和非致癌效应。

3.4 暴露途径分析

考虑到场地在未来规划和使用中，受体（成人）主要暴露特征是室内办公、购物，室外停留，暴露途径要考虑室内和室外。场地内的污染物为杂填土中的重金属，结合其理化性能，本地块污染物对应的主要暴露途径包括以下 3 种。

- 1、直接经口摄入土壤中污染物：指经口直接摄入污染土壤而暴露于污染物。
- 2、皮肤接触土壤中污染物：指通过皮肤接触吸收污染土壤而暴露于污染物。
- 3、呼吸吸入土壤颗粒物：指通过呼吸吸入土壤颗粒而暴露于污染物。包括吸入

室内和室外颗粒物。

其中针对土壤污染风险评估，考虑该场地后续开发利用会存在土壤再次扰动情况，因此采用相对保守的表层土壤暴露途径进行整体污染土壤风险评估计算，不再进行分层风险评估。

3.5 污染地块概念模型

根据第一阶段和第二阶段的调查结果，明确了地块可能对人体健康造成风险的源、受体和暴露途径之间的关系。

土壤表层的重金属经风扩散到空气中，暴露在此空气中的受体（成人）经口、皮肤、呼吸吸入含重金属的颗粒，或直接摄入污染土壤。该地块污染概念模型见下图。

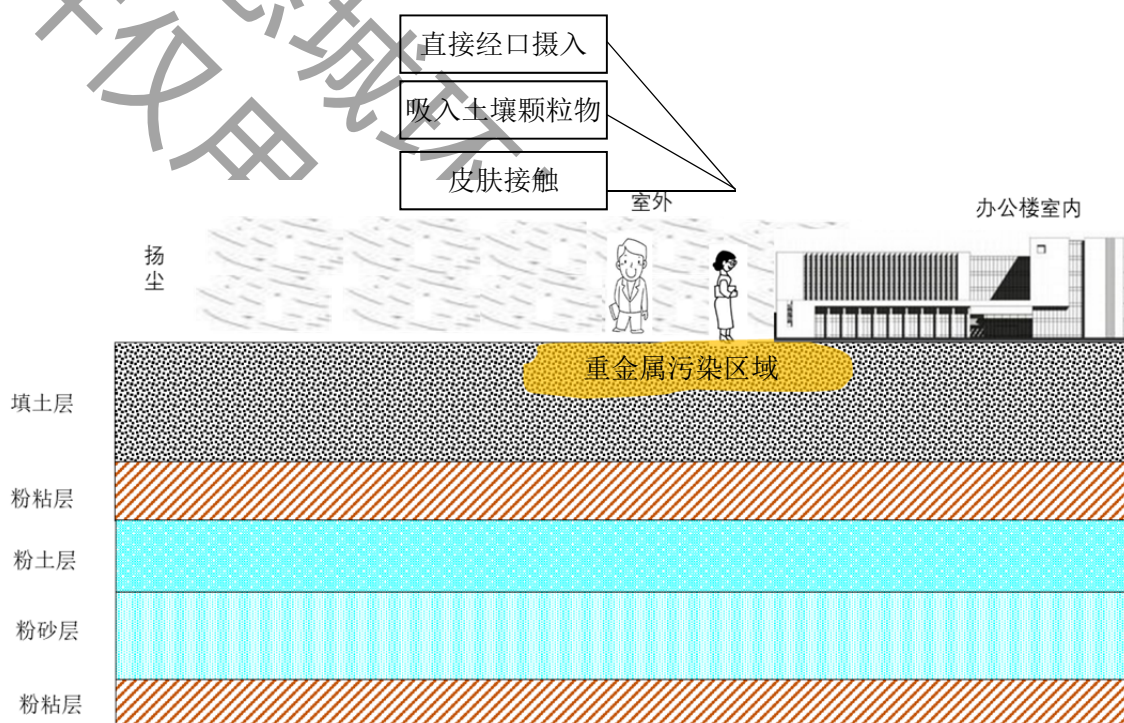


图 3.5-1 污染地块概念模型

4 暴露评估

4.1 暴露情景分析

《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）中，根据建设用地保护对象暴露情况的不同，可以分为以下两类。

第一类用地（敏感用地）：包括 GB50137-2011 规定的城市建设用地中的居住用地（R）、公共管理与公共服务用地中中小学用地（A33）、医疗卫生用地（A5）和社会福利设施用地（A6），以及公园绿地（G1）中的社区公园或儿童公园用地等。

第二类用地（非敏感用地）：包括 GB50137-2011 规定的城市建设用地中的工业

用地(M)、物流仓储用地(W)、商业服务业设施用地(B)、道路与交通设施用地(S)、公用设施用地(U)、公共管理与公共服务用地(A)(A33、A5、A6除外),以及绿地与广场用地(G)(G1中的社区公园或儿童公园用地除外)等。

根据《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014) 6.1.4 条的规定,对特定用地结合场地特定人群进行分析,确定用地性质。该地块规划为商业服务业设施用地,因此,该场地按照**第二类(非敏感)**用地类型进行评估。

4.2 暴露参数

在考虑暴露模型与参数时,考虑到污染物致癌效应和非致癌效应的区别,对于致癌效应和非致癌效应的评估按照不同的模型和参数进行计算,模型中参数主要依照场地现场实际调查测量以及《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014)中的推荐值确定。

4.3 暴露量计算

本地块土壤污染物暴露途径下的污染物暴露量按照《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014)中的公式计算。

4.4 不同暴露途径的贡献率

根据该场地实际状况及未来土地利用类型,结合场地中目标污染物类型及其理化性质,确定该场地土壤中不同污染物对应的主要暴露途径包括以下几种:直接经口摄入土壤中污染物、皮肤接触土壤中污染物、呼吸吸入土壤颗粒物这3种暴露途径。根据风险评估所考虑的污染物及暴露途径的种类,评估单一污染物、单一暴露途径对总风险的贡献率,可筛选出风险贡献率大的污染物及暴露途径,为后期场地土壤的风险管理对策制定提供参考和依据。

各种污染物不同暴露途径贡献率如表 4.4-1~4.4-2 所示。

表 4.4-1 土壤暴露途径的致癌风险贡献率

污染物	经口摄入 (%)	皮肤接触 (%)	吸入土壤颗粒 (%)
六价铬	17.64	-	82.36

表 4.4-2 土壤暴露途径的非致癌风险贡献率

污染物	经口摄入 (%)	皮肤接触 (%)	吸入土壤颗粒 (%)
六价铬	54.53	-	45.47

5 毒性评估

毒性评估是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。本次评估涉及到的污染指标毒性参数见表 5-1。本次毒性评估过程，关注污染物毒性参数优先选用《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014) 中附录 A 中相应污染物的毒性参数，如该导则缺少，则参考 2018 年美国环保局发布的区域土壤筛选值中相应的毒性参数。

表 5-1 关注污染物毒性参数一览表

参数	符号	单位	六价铬
CAS 编号	N	--	18540-29-9
类型	T	--	无机
分子量	MW	g/mol	2.50E+01
水中溶解度	S	mg/L	1.69E+06
蒸气压	Pv	mm Hg	0.00E+00
亨利常数	H	--	0.00E+00
经口摄入致癌斜率因子	SFo	1/(mg/kg/d)	5.00E-01
呼吸吸入单位致癌风险	IUR	1/(mg/m ³)	8.40E+01
经口摄入参考剂量	RfDo	mg/kg/d	3.00E-03
呼吸吸入参考浓度	RfC	mg/m ³	1.00E-04
参考剂量分配比例	RAF	--	2.00E-01
消化道吸收因子	ABS _{gi}	--	0.025
皮肤吸收效率因子	ABS _d	--	--
空气中扩散系数	D _{air}	m ² /s	
水体最大浓度限值	MCL	mg/L	5.00E-02
土壤-水分配系数	K _d	cm ³ /g	1.40E+01
辛醇-水分配系数	K _{ow}	--	1.00E+01
土壤-植物可利用校正因子	δ	--	5.00E+01
传输因子	TF	g/g	5.00E-01
EPA 毒性分级	--	--	A

表 5-2 关注污染物性质

名称	一般性质	毒性	致癌性	对人体健康影响
六价铬	灰色粉末，铬是一种催化性物质。与许多有机物和无机物接触时，可能发生反应，有着火和爆炸危险。	过量的(超过 10ppm)六价铬对水生物有致死作用。	是	吸入：沙哑、鼻粘膜萎缩，严重时还可使鼻中隔穿孔和支气管扩张； 皮肤接触：溃疡或过敏反应； 短期大剂量的接触，在接触部位会产生不良后果，包括溃疡、鼻黏膜刺激和鼻中隔穿孔。摄入超大剂量的铬会导致肾脏和肝脏的损伤、恶心、胃肠道刺激、胃溃疡、痉挛甚至死亡。

6 风险表征

按照《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014)的要求针对污染物暴露途径进行了风险表征。风险表征过程中提出的风险控制值这一概念是基于可接受致癌风险为 10^{-6} 及危害商为 1 的基础,到达风险控制值的场地基本能满足土地使用要求,不会对范围内的人体健康和动植物造成危害。

在计算场地风险水平时,用关注污染物浓度的最大值作为暴露点浓度,计算对应的风险水平。风险评估结果见表 6.3-1。

六价铬的风险评估结果超过了致癌风险可接受值 10^{-6} ,未超过非致癌危害商 1。地块内土壤六价铬致癌风险水平不可接受,非致癌危害商风险水平可接受,需要开展该场地关注污染物修复目标值的计算,对后续场地污染土壤修复提供修复目标建议。

表 6.3-1 土壤致癌风险和非致癌效应计算结果

污染物	最大值 (mg/kg)	表层土壤	
		致癌风险	非致癌危害商
六价铬	7.4	8.76×10^{-6}	2.73×10^{-2}

7 治理与修复建议

7.1 修复目标

将场地土壤风险评价后计算的风险控制值与国家筛选值、北京筛选值、EPA 筛选值、上海筛选值进行综合比较,考虑到国家筛选值在确定过程中已经充分考虑了相关风险因素,并充分考虑我国国情,本地块选择国家筛选值作为修复目标值。本地块土壤建议修复目标值见表 7.1-1 所示。

表 7.1-1 土壤风险建议修复目标值 (mg/kg)

污染物	理论计算风险控制值	国家筛选值 ¹	北京筛选值 ²	EPA 筛选值 ³	上海筛选值 ⁴	建议修复目标
六价铬	0.84	5.7	30	6.3	5.1	5.7

1 指《土壤环境质量 建设用地土壤风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中第二类用地筛选值;

2 指《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11/T811-2011)中工业商服用地筛选值;

3 指美国区域筛选值(2017.11)中工业用地筛选值;

4 指《上海市场地土壤环境健康风险评估筛选值(试行)》中非敏感用地筛选值。

7.2 修复范围

7.2.1 修复范围确定原则

1、分层划定原则:根据本地块土层特征,在本地块具有风险的土层范围仅为填土层,填土层最大深度为 3m,根据污染物土壤分层检测结果,依据埋深划分为 0~1.8m

和 1.8m~3m，本地块污染物仅在表层 0.3m 处超标，仅考虑 0~1.8m 一层。

2、清洁点法原则：参考克里金插值法确定超过修复目标的范围，在此范围基础上，以周边清洁点（未超过筛选值）划定最终修复范围。

7.2.2 修复范围

根据上述土壤修复范围确定原则，本地块六价铬超标点位位于填土层 0~1.8m，将本地块及相邻 X3 地块数据采用克里金插值法计算得到的超过建议修复目标的范围及结合实际清洁点划定的修复范围。六价铬 0~1.8m 修复面积约为 1493.57m²，修复土方量约为 2688.43m³。

8 结论

初步及详细调查结果显示，土壤中六价铬 1 个金属指标超过了第二类用地筛选值，本地块为污染地块，存在一定的健康风险，需要启动健康风险评估工作。

本场地关注污染物六价铬，第二类（非敏感）用地类型下，人体健康风险评估结果超过致癌风险可接受值 10⁻⁶，未超过非致癌危害商 1，该地块内六价铬的致癌风险水平不可接受。

本地块选择《土壤环境质量 建设用地土壤风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值作为修复目标值。本地块六价铬修复目标值为 5.7mg/kg。

根据修复目标，土壤填土层 0~1.8m 六价铬修复范围面积约为 1493.57m²，修复土方量约为 2688.43m³。