



# 武清开发区四期工业项目铁科五期地块 污染地块风险评估报告 (主要内容)

项目单位：天津新技术产业园武清开发区总公司

报告编制单位：天津市勘察院

编制时间：2018年11月27日

# 1 概述

## 1.1 项目概况

武清开发区四期工业项目铁科五期地块坐落于天津市武清区开发区源和道南侧，场地面积（调查面积）为 50719.90m<sup>2</sup>，规划用地性质为工业用地。地块内西北部原为甘桥村村民住宅为主，2010 年前后启动整体拆迁工作，至 2012 年完成全村拆迁工作；东部为甘桥村附属耕地，主要种植玉米，灌溉水源来自旁边水渠，甘桥村拆迁后，耕地逐渐荒废为空地；历史上地块内自北向南有一水渠贯穿整个地块，水渠内水来源于龙凤新河（北京排污河），属污灌区，后逐渐被填垫至现状空地；地块西南部原有三个养猪场和一个电镀厂，后随整体拆迁工作全部拆除。

受天津新技术产业园区武清开发区总公司委托，为查清原址生产活动对土壤地下水环境造成影响，根据国家、天津市相关法律法规及文件要求，天津市勘察院于 2018 年 7 月完成武清开发区四期工业项目铁科五期地块（原项目名称：武清开发区四期工业项目）土壤环境初步调查工作并通过专家评审，于 2018 年 10 月完成该污染地块土壤环境详细调查工作，于 2018 年 10 月完成该污染地块土壤环境详细调查工作，为评估武清开发区四期工业项目铁科五期地块污染对人体健康产生的风险，根据国家、天津市相关法律法规及文件要求，开展本次风险评估工作。

## 1.2 评估范围

武清开发区四期工业项目铁科五期地块坐落于天津市武清区开发区源和道南侧，场地面积（调查面积）为 50719.90m<sup>2</sup>，该地块场地四至范围为：东至天津新技术产业园区武清开发区总公司现状空地（规划工业用地），南至天津新技术产业园区武清开发区总公司现状空地（规划工业用地），西至天津新技术产业园区武清开发区总公司现状空地（规划工业用地），北至源和道绿带。场地四至范围及坐标见图 1-2。

## 2 初步和详细调查概况

武清开发区四期工业项目铁科五期地块坐落于天津市武清区开发区源和道南侧，场地面积（调查面积）为 50719.90m<sup>2</sup>，规划用地性质为工业用地。地块内西北部原为甘桥村村民住宅为主，2010 年前后启动整体拆迁工作，至 2012 年完成全村拆迁工作；东部为甘桥村附属耕地，主要种植玉米，灌溉水源来自旁边水渠，甘桥村拆迁后，耕地逐渐荒废为空地；历史上地块内自北向南有一水渠贯穿整个地块，水渠内水来源于龙凤新河（北京排污河），后逐渐被填垫至现状空地；地块西南部原有三个养猪场和一个电镀厂，后随整体拆迁工作全部拆除。场地内原灌溉用水和沟、渠中的水均为污水，该区域属北京排污河污灌区。调查期间，地块整体较为平整，均为空地，表层铺有苫盖。场地内西南角处（原电镀厂区域）局部地面受到污染，表层土壤呈黄色，但场地内无异味和地面腐蚀的情况。

2018 年 4 月，按照相关技术导则要求完成了该地块土壤环境初步调查工作，初步调查结果表明：其污染发生在原电镀厂及其东侧的电镀厂段沟渠，关注污染物为无机污染物（重金属和氰化物），需进一步开展土壤环境详细调查及风险评估工作，以进一步确定该地块土壤和地下水的污染程度和污染范围，以及污染带来的健康风险。

在初步调查的基础上，我单位依据 2018 年 8 月 1 日起实行的《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）标准，于 2018 年 8 月至 10 月对该地块进行了详细调查采样工作。

### 2.1 地块污染物空间分布特点

#### 2.1.1 土壤超标样品空间分布情况

平面上，场地内涉嫌污染的区域土壤超标点位除场地西南角的西侧和南侧至场界处无法外扩外，其他方向点位均外扩至未超过筛选值点位。污染超标点位主要集中在电镀厂各厂房及其院内空地，另电镀厂外西侧和南侧也均受到不同程度污染，局部点位有超标情况，位于电镀厂旁东侧的水渠区间段，土壤也受到一定的污染。主要污染物为六价铬，局部点位有镍和氰化物超标情况。重点污染点位土壤样品 pH 呈现极强酸性（pH<4.5），主要受铬酸污染影响，场地内其他地区土壤以中性~碱性土壤为主（6.5~7.5 中性、7.5~8.5 碱性）。垂向上，超标样品

主要集中在 10.0m 以上，10.0m 以下深层土壤样品检测结果均未出现超过筛选值情况。原水渠内超标土壤样品主要集中在填土和底泥层中，下游点位受污染深度较深（达到 7.0m）；原电镀厂及其南侧区域土壤污染超标样品深度主要集中在 3.0m 以上粉质黏土层中，局部重污染区域下渗到粉土层中（深度 4.0~8.0m）。

**氰化物：**氰化物超标点位仅在电镀厂外南侧 WE109（1.5m）填土处超标（图 2.3-1），周边其他点位偶有样品检出，且检出值较低。

**镍：**镍超标点位分别为 WE117（1.5m）、WE130（0.5m、1.5m、2.0m）、WE102（3.0m）三个点位，主要集中在电镀厂两个主厂房及紧邻厂房旁的水渠中，且土壤中镍的扩散性较弱，呈现局部点状分布；垂向上超标样品主要集中在填土和粉质黏土层中，深度在 3.0m 以上。

**六价铬：**六价铬超标点位主要集中在电镀厂及其厂院外南侧和西侧，紧邻电镀厂东侧的水渠中下游区间内土壤样品中六价铬也有少量超标，电镀厂外北侧也有个别点位超标；垂向上超标深度最深处达到 10.0m 粉砂层，超标涉及地层主要有填土层（地层编号①<sub>1</sub>、①<sub>2</sub>）、粉质黏土层（地层编号③<sub>1</sub>、④<sub>1</sub>）、粉土层（地层编号④<sub>2</sub>）和粉砂层（地层编号⑥<sub>3</sub>），14.0m 的粉砂中送检样品均未超过土壤筛选值。埋深 15.5m~19.5m 粉质黏土（地层编号⑦、⑧<sub>1</sub>）中所有送检样品均未超过土壤筛选值。

①填土（地层编号①<sub>1</sub>、①<sub>2</sub>）：填土因拆房、场地平整等机械扰动影响，六价铬超标点位多分布面积较大，除主要加工厂房、电镀厂院内空地、院外南侧和紧邻电镀厂旁水渠内受污染外，电镀厂外北侧个别点位表层填土也有超标情况；

②粉质黏土（地层编号③<sub>1</sub>、④<sub>1</sub>）：此层粉质黏土层受污染区域较表层填土面积有所缩小，分析原因一部分是因为该层土未受到机械扰动等外来污染的影响，另一部分原因是因为表层填土为黏土、粉质黏土土质，对污染物具有一定的吸附阻隔效果。因此，该层土中六价铬污染范围主要在电镀厂院内及其院外东西两侧和南侧至场地边界处。

③粉土（地层编号④<sub>2</sub>）：此层粉土层受污染区域面积较粉质黏土层有所扩大，分析原因主要是因为粉土本身对污染物的吸附性较弱，同时粉土中含水量的增加，进一步增强了六价铬污染物的迁移。因此，该层土中六价铬的污染范围向电镀厂外北侧和东侧水渠内有所扩散。

④粉砂（地层编号⑥<sub>3</sub>）：平面上粉砂层中污染面积明显缩小，主要集中在电

镀厂内及其院外南侧临近区域，垂向上以 10.0m 以上粉砂为主，且呈垂向逐渐减少趋势，至 14.0m 粉砂层无污染区域。进一步验证了污染物的污染形式主要为自上而下浓度扩散为主。

⑤粉质黏土（地层编号⑦、⑧<sub>1</sub>）：粉质黏土层内所有检测样品均未超过筛选值，无污染范围。

### 2.1.2 地下水超标样品空间分布情况

**氰化物：**氰化物只在 WE108 点位超标，且检测指标刚超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的 IV 类标准，场地内其他点位处氰化物含量均较低或未检出。

**镍：**6.0m 以上粉土（地层编号④<sub>2</sub>）层潜水中镍污染主要集中在电镀厂东南角处，且污染浓度较高，导致临近水渠中地下潜水镍超标，整体镍超标区域包括电镀厂东侧、电镀厂外南侧至场地边界处、电镀厂旁水渠区域；10.0m 以上粉砂（地层编号⑥<sub>3</sub>）中潜水的镍污染主要集中在电镀厂东侧厂房内，其他区域均无超标点位。整体上，6.0m 以上粉土中潜水污染范围大于 10.0m 以上粉砂中潜水的污染范围，且对比 14.0m 粉砂中潜水的镍数据，14.0m 处潜水无镍污染点位，镍污染范围呈现自上而下逐层缩小的趋势，且垂向上污染深度止于 14.0m。

**六价铬：**6.0m 以上粉土（地层编号④<sub>2</sub>）层潜水中六价铬污染主要以东西两个主厂房为中心，向四周扩散，污染范围以整个电镀厂为主，地下水流向下游区域（场地西南侧）至场地边界处也在污染范围之内，电镀厂旁原水渠内潜水未超标；10.0m 以上粉砂（地层编号⑥<sub>3</sub>）中潜水的六价铬污染主要集中在电镀厂西侧厂房处，污染范围扩散至场地西侧场界处，电镀厂及其他区域该深度潜水中无六价铬超标区域；整体上，6.0m 以上粉土中潜水污染范围大于 10.0m 以上粉砂中潜水的污染范围，且对比 14.0m 粉砂中潜水的六价铬数据，14.0m 处无六价铬污染点位，六价铬污染范围呈现自上而下逐层缩小的趋势，且垂向上污染深度止于 14.0m。

**镉、铜、铅、锌：**镉、铜、铅、锌污染主要集中在 WE128 点位，分析原因主要受电镀厂院内东南角处填埋镀渣等生产废料影响，导致此处镉、铜、铅、锌含量偏高，但扩散范围较小，受污染区域较小，场地其他点位潜水中镉、铜、铅、锌含量均较低，未受到污染。

## 2.2 调查结果分析

### 2.2.1 土壤

**平面分布情况:**土壤污染超标点位主要集中在电镀厂各厂房及其院内空地,电镀厂外西侧和南侧也均受到不同程度污染,位于电镀厂旁的水渠区间段,土壤也受到一定的污染,主要污染物为六价铬,局部点位有镍和氰化物超标情况。

**分析原因:**①污染区域主要集中在两个厂房和院内空地,与原地块内电镀厂生产活动特点相吻合;②原电镀厂主要承接自行车电镀等业务,主要以镀铬为主,电镀过程中主要使用铬酐(紫红色固体)电镀工艺中的主盐,通过电解方式提供六价铬金属离子,与场地内土壤和地下水中六价铬严重超标的情况相符;③铬酐易溶于水,遇水反应为铬酸,铬酸在低浓度情况下为黄色,高浓度时呈黑色,与场地内大面积区域地表呈现黄色,局部呈现棕黄色情况相符;④重点污染点位土壤样品 pH 呈现极强酸性 ( $\text{pH}<4.5$ ),主要受铬酸污染影响,场地内其他地区土壤以中性~碱性土壤为主 (6.5~7.5 中性、7.5~8.5 碱性)。

**垂向分布情况:**原水渠内超标土壤样品主要集中在填土和底泥层中,下游点位受污染深度较深(达到 7.0m);原电镀厂及其南侧区域土壤污染超标样品深度主要集中在 3.0m 以上粉质黏土层中,局部重污染区域下渗到粉土层中(深度 4.0~7.0m)。

经原当地及邻近村村民介绍,原电镀厂内排污方式极为简易,无排污管道或渗井设施,主要以地面泼洒、挖坑填埋下渗为主,通过现场调查、采样、挖探槽等方式也验证了,原电镀厂内镀渣主要集中填埋在厂院东侧院墙角处(本次详细调查 WE100+杂色典型样品采集处)。另东西两侧主厂房(地表可见黄色区域)作为主要加工生产区域,也为疑似镀铬、镀镍主要废水、废渣泼洒、填埋区域。由于本场地 3.0m 以下以粉土、粉砂为主,土壤胶体表面对重金属污染物吸附性较弱,一旦 3.0m 以上粉质黏土层被破坏,污染物将直接隔过表层吸附性较强的粘性土,进入浅层土壤中,且因机械弥散和浓度扩散的影响,逐步污染深层土壤。同时考虑粉土、粉砂层中含水量较大,土壤中水分的增加,进一步增强了污染物的迁移。

### 2.2.2 地下水

地下水污染超标点位主要集中在水渠下游区域和电镀厂内及其下游区域，水渠上游和中游未受到污染，说明电镀厂向水渠中偷排的可能性很小。电镀厂内北侧（生产区上游区域）水质受污染情况较小，且现场开挖探槽中渗出的地下水情况也显示出，北侧探槽中水质为无色，受污染的可能性较小，南侧水质呈黄色，表明受到污染的可能性较大，在天然状态下，地下水水力坡度较小（水文地质勘察期间场地潜水平均水力坡度约为 0.28‰），说明在周边无深大基坑施工抽降水影响的情况下，污染物主要靠溶质扩散的形式为主、机械弥散为辅的缓慢扩散。

六价铬、镍重污染区主要集中在两个主厂房和院内空地，这与土壤主要污染区域相吻合，进一步表明废水或废渣很可能经由渗坑直接污染地下水；镉、铜、铅、镍、锌超标点位主要集中在 WE128 点位地下潜水中，该点位于镀渣主要填埋处（本次详细调查 WE100+杂色典型样品采集处）临近下游区域，地下水中标物质主要受其填埋污染影响。

### 3 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风险表征计算。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。

#### 3.1 风险预评估

根据《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（2018.8.1）中相关规定，通过详细调查确定建设用地土壤中污染物含量高于风险管制值，对人体健康通常存在不可接受风险，应当采取风险管控或修复措施。

关注污染物**六价铬**初步调查和详细调查阶段共检出 159 个样品，其中 123 个超过筛选值，18 个样品超过管制值，故场地内污染区域土壤中六价铬含量高于风险管制值，对人体健康通常存在不可接受风险。

关注污染物**镍**详细调查阶段共检出 232 个样品，其中 5 个超过筛选值，2 个样品超过管制值，故场地内污染区域土壤中镍含量高于风险管制值，对人体健康通常存在不可接受风险。

关注污染物**氰化物**初步调查和详细调查阶段共检出 43 个样品，其中 1 个超过筛选值，但未超过管制值，根据相关规范要求，开展风险评估工作，确定风险水平，判断是否需要采取风险管控或修复措施。

表 3.1-1 风险预评估分析结果

关注 污染物	检出总数 (个)	筛选值	超筛选值个数	管制值	超管制值个数	评估结果
		(第二类用地)				
六价铬	159	5.7	123	78	18	风险不可接受
镍	232	900	5	2000	2	风险不可接受
氰化物	43	135	1	270	0	风险评估

#### 3.2 风险评估

项目使用《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014）推荐模型计算各暴露途径土壤、地下水人体健康风险。土壤风险计算结果见表 3.2-1，地下水人体健康风险计算结果 3.2-2。

表 3.2-1 场地土壤氰化物风险水平

污染物名称	暴露途径	致癌风险	贡献率	危害商	贡献率
氰化物	经口摄入土壤	—	—	9.95E+01	0.50%
	皮肤接触土壤	—	—	—	—
	吸入土壤颗粒物	—	—	3.46E+03	17.16%
	吸入室外空气中来自表层土壤	—	—	1.66E+04	82.34%
所有暴露途径		—	—	<b>2.02E+04</b>	<b>100.00%</b>

通过风险评估计算可知，第二类用地（非敏感用地）类型下，氰化物的危害商大于 1，故风险不可接受，需要采取风险管控或修复措施。

其他重金属指标（六价铬、镍）风险不可接受，需要采取风险管控或修复措施。

表 3.2-2 场地地下水氰化物风险水平

污染物名称	暴露途径	致癌风险	贡献率	危害商	贡献率
氰化物	吸入地下水室外蒸气	—	—	3.89E-03	1.60%
	吸入地下水室内蒸气	—	—	2.39E-01	98.40%
所有暴露途径		—	—	<b>2.43E-01</b>	<b>100.00%</b>

通过风险评估计算可知，本项目地下水中氰化物的危害商小于 1，未超过人体可接受水平，因此，不需要修复。

地下水中重金属六价铬、镍虽无暴露途径，但因其毒性和危害较大，且具有致癌作用，本场地内污染区域地下潜水中含量较高，超标倍数较大，因此仍建议对场地内污染区域地下水中六价铬和镍进行风险修复措施。

其他重金属指标（铜、铅、镉、锌）因无暴露途径，且场地内个别点位检出，超标倍数较小，建议可采取风险管控措施。

## 4 风险评估结论

根据初步采样调查、详细采样调查工作结果分析，确认场地内超过筛选值的污染物作为关注污染物，开展风险评估工作。

(1) 本项目场地内污染区域土壤中六价铬、镍、氰化物超过筛选值，作为关注污染物。六价铬、镍因指标浓度超过高于第二类用地风险管控值，对人体健康存在不可接受风险，需要进行风险管控或修复措施。氰化物通过风险评估计算，其危害商大于 1，风险不可接受，需要进行风险管控或修复措施。

(2) 本项目场地内污染区域地下水中六价铬、镍虽无暴露途径，但因其毒性和危害较大，且具有致癌作用，地下潜水中含量较高，超标倍数较大，因此仍建议对场地内污染区域地下水中六价铬和镍进行风险修复措施。

其他重金属指标（铜、铅、镉、锌）因无暴露途径，且场地内个别点位检出，超标倍数较小，建议可采取风险管控措施。

地下水中氰化物的危害商小于 1，未超过人体可接受水平，因此，不需要修复。

综上所述，本场地内污染区域需要针对土壤中六价铬、镍、氰化物和地下水中六价铬、镍开展修复治理工作。

## 5 治理与修复建议

风险评估结果表明：地块内土壤中六价铬、镍、氰化物的致癌风险和非致癌风险（危害商）超过人体接受水平，按照相关导则要求需要开展修复治理工作。同时，地下水中六价铬和镍的超标倍数较大，且具有毒性、致癌作用，因此也建议对场地内地下水中六价铬和镍开展修复治理工作。

### 5.1 风险控制值计算

#### （1）关注污染物确定

根据本项目风险评估结果，土壤中需要修复的指标：六价铬、镍、氰化物。

#### （2）风险可接受水平确定

根据《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014）中相关要求，计算致癌效应的风险控制值时，采用的单一污染物可接受致癌风险为  $10^{-6}$ ；计算非致癌效应的风险控制值时，采用的单一污染物可接受非致癌风险（危害商）为 1。

#### （3）风险控制值计算结果

土壤中污染物风险控制值计算结果见表 5.1-1。地下水因无暴露途径，故无法计算地下水中污染物风险控制值。

表 5.1-1 土壤中污染物风险控制值计算结果

污染物	风险控制值
六价铬	5.44E-01 mg/kg
镍	1.98E+02 mg/kg
氰化物	3.55E+01 mg/kg

### 5.2 修复目标值的确定

#### （1）确定原则

以本项目地块土地未来规划性质和污染物特征为基础，以风险评估模型反算获得的计算风险控制值和本项目风险筛选值为参考，选取其中较大值作为本项目土壤修复目标值。

地下水因无暴露途径，无法计算风险控制值，但出于安全考虑，建议选取风险筛选值作为地下水修复目标值。

#### （2）修复目标值

基于以上原则，综合确定本项目污染区域土壤、地下水各污染物修复目标值。

表 5.2-1 污染物修复目标值

类型	污染物	风险控制值	风险筛选值	修复目标值
土壤	六价铬 mg/kg	5.44E-01	5.7	5.7
	镍 mg/kg	1.98E+02	900	900
	氰化物 mg/kg	3.55E+01	135	135
地下水	六价铬 mg/L	/	0.1	0.1
	镍 mg/L	/	0.1	0.1

注：土壤筛选值采用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值；

地下水筛选值采用《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的 IV 类标准。

## 5.3 修复范围及工作量

### 5.3.1 土壤修复范围

#### （1）确定原则

本项目污染区域土壤修复污染物为：六价铬、镍、氰化物。

①不同污染物分别划分修复范围，以便采用不同修复技术和方案进行修复；

②在土壤修复范围划定过程中，主要以各指标修复目标值来确定修复边界。

土壤修复范围仅考虑地块红线范围内需要修复的区域；

③不同土层修复范围有所不同，根据本场地地层特征，按照填土层（地层编号①<sub>1</sub>、①<sub>2</sub>）、粉质黏土层（地层编号③<sub>1</sub>、④<sub>1</sub>）、粉土层（地层编号④<sub>2</sub>）、粉砂层（地层编号⑥<sub>3</sub>）、粉质黏土层（地层编号⑦、⑧<sub>1</sub>）5层土分别考虑。

#### （2）修复范围及工作量

根据上述确定原则，绘制场地内污染区域各污染物，不同土层需要修复的范围。修复土方量统计值见表 5.3-1。

表 5.3-1 土壤修复范围及土方量统计表

污染物（埋深）		氰化物	镍	六价铬
填土层 (0.0~3.0m)	修复范围 (m <sup>2</sup> )	53.50	709.75+834.64	4949.26
	修复方量 (m <sup>3</sup> )	160.50	2129.25+2503.92	14847.78
粉质黏土层 (3.0~5.0m)	修复范围 (m <sup>2</sup> )	/	/	4523.63
	修复方量 (m <sup>3</sup> )	/	/	9047.26
粉土层 (5.0~7.0m)	修复范围 (m <sup>2</sup> )	/	/	4642.01
	修复方量 (m <sup>3</sup> )	/	/	9284.02
粉砂层 (7.0~14.0m)	修复范围 (m <sup>2</sup> )	/	/	3823.95
	修复方量 (m <sup>3</sup> )	/	/	36327.53
粉砂层 (14.0~16.5m)	修复范围 (m <sup>2</sup> )	/	/	/
	修复方量 (m <sup>3</sup> )	/	/	/
粉质黏土层 (16.5~18.0m)	修复范围 (m <sup>2</sup> )	/	/	/
	修复方量 (m <sup>3</sup> )	/	/	/
整体修复范围 (m <sup>2</sup> )		6218.46		
整体修复深度 (m)		14.0		

### 5.3.2 地下水修复范围

#### (1) 确定原则

出于保守考虑，本项目污染区域地下水修复污染物为：六价铬、镍。

①不同污染物分别划分修复范围，以便今后采用不同修复技术和方案进行修复；

②在地下水修复范围的确定过程中，主要以污染物浓度插值预测结果为依据，结合地下水流向和清洁点进行修正。地下水修复范围仅考虑地块红线范围内需要修复的区域；

#### (2) 修复范围及工作量

根据上述确定原则，绘制场地内污染区域各污染物，不同深度潜水需要修复的范围，同时考虑本场地潜水的特殊性，粉土、粉砂层中的地下水均为一层地下水，故修复方量按整体含水层（底板埋深约 16.5m）考虑。修复方量统计值表见表 5.3-2。

表 5.3-2 地下水修复范围及水方量统计表

污染物		镍	六价铬
整体潜水含水层	修复范围 (m <sup>2</sup> )	3630.82	3867.87
	修复深度 (m <sup>3</sup> )	16.5	16.5

## 5.4 修复建议

根据该场地未来用地规划情况，结合场地环境调查及风险评估结果可知，本场地污染区域在作为工业用地再开发利用前，应首先对土壤和地下水开展必要的修复治理工作，因此参考国家环保部发布的《关于发布 2014 年污染场地修复技术目录（第一批）》（公告 2014 年第 75 号）的公告，对适用于本项目的场地修复技术进行初步筛选。

本项目场地污染类型为无机污染，污染因子主要为六价铬、镍、氰化物，结合场地污染及周边环境情况，对本场地后期修复提出以下几点建议：

（1）由于本场地地块垂向上污染深度较深，污染浓度总体呈现自地表向下逐渐降低的趋势，周边以荒地和工业用地为主的特点，建议修复采用原位修复与异位修复相结合的方式，降低施工作业队周边环境的影响。

（2）针对场地内地下水修复，若采用抽出处理方式，建议同时考虑降水对周边建筑物的安全影响，采用合理的施工方式避免修复施工对周边建筑物带来的安全隐患。

（3）为了降低修复工程成本，提高工程效率，建议在满足修复效果的前提下，可将修复施工工程与后期规划建设施工工程相结合，编制详细的修复方案并进行论证评审，避免资源浪费。

## 6 结论及建议

### 6.1 评估结论

(1) 武清开发区四期工业项目铁科五期地块坐落于天津市武清区开发区源和道南侧，场地面积（调查面积）为  $50719.90\text{m}^2$ ，规划用地性质为工业用地。经过对场地进行土壤环境初步调查了解到，场地内污染发生在原电镀厂及其东侧的电镀厂段沟渠，关注污染物为无机污染物（重金属和氰化物），需进一步开展土壤环境详细调查及风险评估工作，以进一步确定该地块土壤和地下水的污染程度和污染范围，以及污染带来的健康风险。

(2) 土壤环境详细调查结果表明，场地内污染区域土壤中六价铬、镍、氰化物有部分样品超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值。地下水样品中六价铬、砷、镉、铜、镍、铅、锌、氰化物均有检出，其中六价铬、镉、铜、镍、铅、锌、氰化物有部分样品超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的 IV 类标准。按照相关技术导则要求，需要对场地内涉嫌污染的区域土壤和地下水中污染物开展土壤环境风险评估工作。

(3) 风险评估结果显示，土壤中六价铬、镍因指标浓度超过高于第二类用地风险管控值，对人体健康存在不可接受风险，需要进行风险管控或修复措施。氰化物通过风险评估计算，其危害商大于 1，风险不可接受，需要进行风险管控或修复措施；地下水中六价铬、镍虽无暴露途径，但因其毒性和危害较大，且具有致癌作用，地下潜水中含量较高，超标倍数较大，因此建议对场地内污染区域地下水中六价铬和镍进行风险修复措施。其他重金属指标（铜、铅、镉、锌）因无暴露途径，且场地内个别点位检出，超标倍数较小，建议可采取风险管控措施。地下水中氰化物的危害商小于 1，未超过人体可接受水平，因此，不需要修复。

(4) 依据修复目标值划定修复范围，土壤整体修复范围为  $6218.46\text{m}^2$ ，深度为 14.0m。

地下水中镍整体修复范围为  $3630.82\text{m}^2$ ，修复深度为 16.5m；六价铬整体修复范围为  $3867.87\text{m}^2$ ，修复深度为 16.5m。

根据场地污染特点建议修复工程结合场地后期建设规划开展，对涉及污染的深层土壤采取阻隔等方式施工。

## 6.2 建议

场地环境调查结果表明，场地内西南角污染区域土壤中氰化物、镍、六价铬对人体健康存在不可接受风险，需要进行修复工作；地下水中六价铬、镍虽无暴露途径，但因其毒性和危害较大，且具有致癌作用，地下潜水中含量较高，超标倍数较大，因此仍建议对场地内污染区域地下水中六价铬和镍进行风险修复措施。

(1) 根据项目土壤环境调查结果显示，原电镀厂生产活动对土壤和地下水造成的污染范围已扩散至场地红线范围以外区域，主要为场地西南角的场界处，建议在后期修复施工过程中，对该处土壤和地下水进行相应的检测监控。

(2) 在后期修复施工过程中如发现超标或其他异常情况应及时采取相应措施，并向环保部门进行汇报。

(3) 考虑场地内污染物迁移扩散情况，建议尽快对场地指定修复技术方案，开展修复工作，避免污染范围进一步扩大。