

# 漳州瑞跃皮革有限公司原址 场地土壤调查风险评估报告

委托单位：漳州市科正工贸有限公司

检测单位：漳州市科环检测技术有限公司

2018年7月

## 目录

第一章 项目概况.....	3
1.1、评估目的.....	3
1.2 调查原则.....	3
1.3 工作依据.....	4
1.4 调查范围.....	6
第二章 场地污染识别.....	7
2.1 场地概述.....	7
2.2 场地使用情况和现状.....	17
2.3 敏感目标.....	22
2.4 小结与分析.....	22
第三章 场地污染现状调查.....	23
3.1 土壤污染情况调查.....	25
第四章 场地环境评价与风险评估.....	29
4.1 评价方法.....	30
4.2 环境评价与风险评估.....	38
4.3 风险评估小结.....	40
第五章 结论与不确定分析.....	41
5.1 结论.....	41
5.2 不确定分析.....	41

## 第一章 项目概况

### 1.1、评估目的

漳州瑞跃皮革有限公司租赁漳州三义塑胶有限公司1000m<sup>2</sup>场地进行半成品皮革加工，项目运行多年后于2014年倒闭，2015年漳州市科正工贸有限公司通过购买取得该地块的产权。

根据芗城区环保局《关于要求漳州瑞跃皮革有限公司等2家企业开展关停搬迁重点行业企业原址环境调查和风险评估工作的通知》漳芗环【2017】40号的要求，2018年7月，受漳州市科正工贸有限公司委托，根据国家相关法律法规及相关技术导则及规范，对该地块进行初步调查，为制定下一步的环境管理提供基础资料和科学依据。

项目主要工作内容包括：

- (1) 调查项目的建设运行历史及现状；
- (2) 通过现场调查和分析，确定场地是否存在污染；

### 1.2 调查原则

本次调查工作将突出重点，体现实用性和针对性。调查工作主要针对场地内外土壤污染情况做分析、评估，遵循国家和地方相关环保法规，坚持“科学、客观、公正”的原则。

根据相关技术规范与主客观相结合的要求，本次综合评估主要遵循以下原则：

(1) 针对性原则。针对项目的历史和现状运行管理情况，有针对性地开展污染物调查，为场地的环境管理提供依据。

(2) 规范性原则。评估应遵照我国现有的场地调查相关的政策、标

准及规范进行评估，做到调查与评估的科学性及准确性。

(3) 可操作性原则。综合考虑调查方法、时间和经费等因素，结合当前科技发展和专业技术水平，使调查过程切实可行。

### **1.3 工作依据**

#### **1.3.1 法律法规**

1. 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年）
2. 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年）
3. 《中华人民共和国大气污染防治法》（2016 年）
4. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016 年）
5. 《土壤污染防治行动计划》（国发[2016] 31 号）
6. 《水污染防治行动计划》（国发[2015]17 号）
7. 《全国地下水污染防治规划（2011-2020 年）》（环发〔2011〕128 号）
8. 《全国地下水污染防治规划（2011-2020 年）实施情况评估工作指南》（环办函〔2014〕99 号）
9. 《污染地块土壤环境管理办法》（试行）（环发[2016] 2 号）
10. 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号）；
11. 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]88 号）。
12. 《福建省土壤污染防治办法》（闽政[2015]172 号）
13. 《福建省土壤污染防治行动计划实施方案》（闽政[2016] 45 号

14. 《漳州市土壤污染防治行动计划实施方案》（厦府[2017]45号）

### 1.3.2 标准规范

1. 《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）
2. 《生活垃圾无害化处理场污染控制标准》（GB16889-2008）
3. 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）
4. 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）
5. 《土壤重金属风险评价筛选值珠江三角洲》（DB44/T 1415-2014）
6. 《恶臭污染物排放标准》（GB 14554-1993）
7. 《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）
8. 《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）
9. 《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）
10. 《污染场地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2014）
11. 《建设用土壤环境调查评估技术指南》（2018）
11. 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）
12. 《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）
13. 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）
14. 《水质采样技术指导》（HJ 494-2009）
15. 《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T 55-2000）
16. 《空气和废气检测分析方法》（第四版）（2003）
17. 《城市环境水文地质工作规范》（DZ 55-87）
18. 《上海市场地土壤环境健康风险评估筛选值(试行)》
19. 《水污染治理工程技术导则》（HJ2015-2012）；

20. 《大气污染防治工程技术导则》（HJ2000-2010）；
21. 《危险废物处置工程技术导则》（HJ2042-2014）；
22. 《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012）。

#### **1.4 调查范围**

漳州瑞跃皮革有限公司租赁漳州三义塑胶有限公司 1000m<sup>2</sup> 场地，该地位于金峰工业区万亩工业园内，项目地块东侧隔金闽路为正兴钢圈、南侧为国立金属、西侧为跃庆印务、北侧隔金马路为东林家具。

场地内地势总体平整。根据场地所在位置及地形，重点调查场界内及周边的土壤。

## 第二章 场地污染识别

### 2.1 场地概述

#### 2.1.1 地理位置

漳州瑞跃皮革有限公司租赁漳州三义塑胶有限公司内 1000m<sup>2</sup> 场地，该地位于金峰工业区万亩工业园内，项目地块东侧隔金闽路为正兴集团、南侧为国立金属、西侧为跃庆印务、北侧隔金马路为东林家具。

芗城区位于福建省东南部，九龙江下游漳州平原地带。金峰开发区位于北纬 24°29'14"~24°42'41"，东经 117°29'3"--117°43'1"，地处福建省东南部，与台湾隔海相望，介于厦门、汕头两个特区之间，距高雄 96 海里，距香港 210 海里，距汕头 73 海里，距厦门 70 海里，是闽南厦、漳、泉“金三角”的重要组成部分。

本项目位于漳州市芗城区金峰经济开发区万亩工业园。

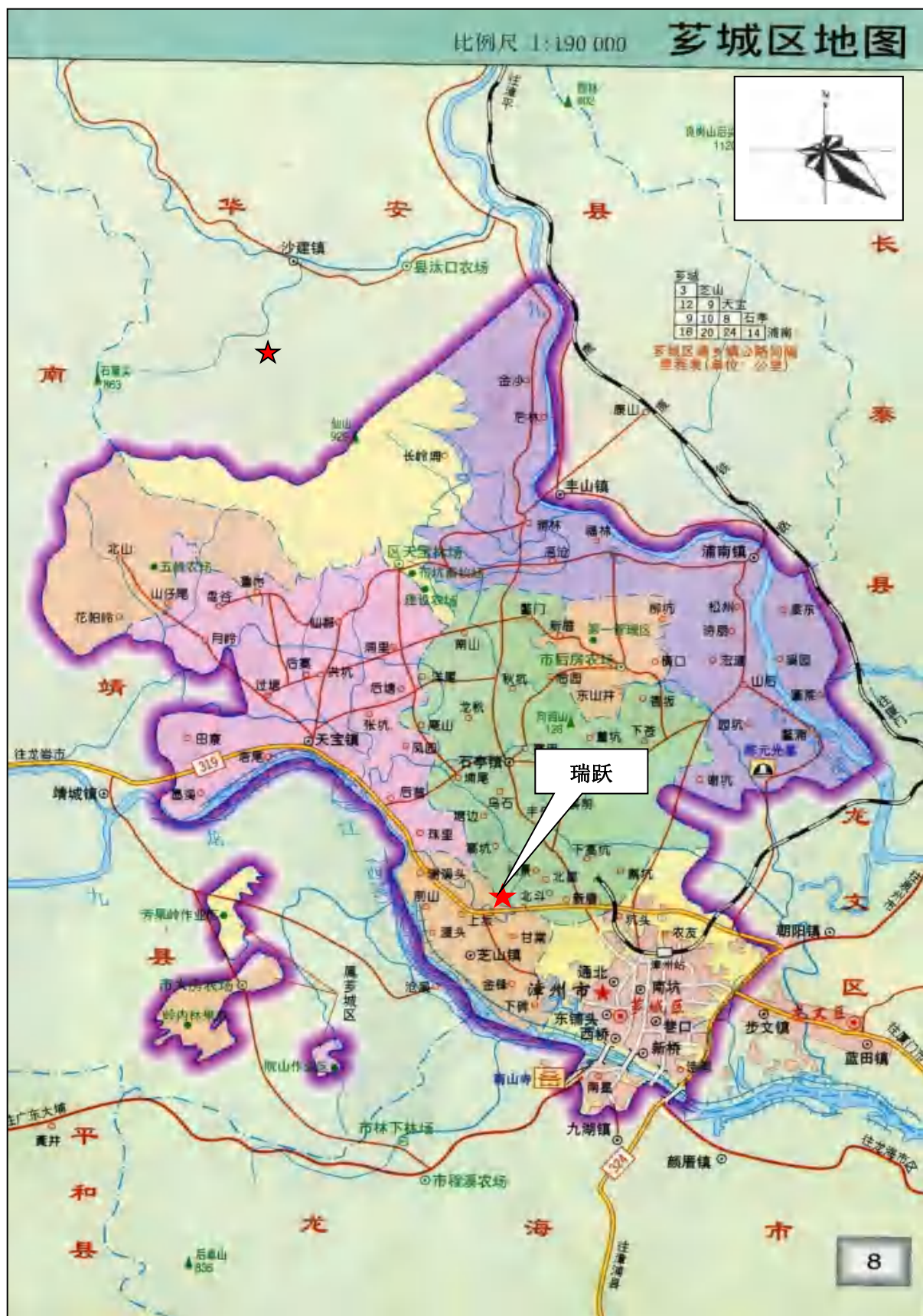


图 2-1 项目地理位置图





图 2-2 项目周围环境卫星图（拍摄日期 2018 年 3 月）



东侧



北侧



南侧



西侧

图 2-3 项目周边现状照片图

## 2.1.2 场地区域自然环境概况

### 2.1.2.1 气象气候

项目所在地气候属于南亚热带季风性海洋气候，暖热湿润，雨量集中，干湿季分明，日照充足，夏长而暖热，冬季不明显，据漳州市气象站统计，年均气温 21.0℃，一月份平气温 12.7℃，极端最高气温出现过 39.3℃，极端最低气温出现过-1.7℃，年均日照时数 2185.2h，无霜期 322d，年均降雨量 1416.6mm，最大降水量为 2026.6mm，最小年降水量为 1056.4mm，最大日降水量 172.5mm（1963 年 10 月 7 日），年平均蒸发量 1465mm。区内静风频率高，全年主导风向为东南偏东风，风频率为 17%，年均风速 1.6m/s。

### 2.1.2.2 土壤植被

土壤资源主要是水稻土、砖红壤性红壤、红壤和冲积土 4 大土类、13 个亚类。由于气候适宜，野生动、植物资源丰富。现存有南亚热带雨林、亚热带针叶林、落叶阔叶林、亚热带灌丛、亚热带草丛、竹林和沼泽水生植物等 7 个基本类型。苔藓植物 51 科 81 种，藻类植物 14 科 20 属 23 种。裸子植物 5 科 5 属 12 种，被子植物 104 科 311 属 454 种。野生动物有兽类 7 目 19 科 31 种；飞禽类有 11 目 31 科 67 种。水生动物中鱼类 15 科 44 属 47 种；两栖类有 13 种；爬行类 9 科 28 种。

### 2.1.2.3 地质构造

项目所在区域地质构造属于闽浙活动地带，地层单一，岩性复杂，主要地质由中生代侏罗纪火成岩和燕山时期花岗岩组成，地质历史时

期曾有过强烈的断裂作用，新华厦系构造在境内表现强烈。根据国标《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2001）福建省区域划一览表，本测区场地抗震设防烈度为VII度，基本地震加速度为 0.15g，地震动反应谱特征周期值为 0.40s。

#### 2.1.2.4 水文特征

##### (1) 地表水系

漳州市水资源丰富，九龙江从境内穿过。九龙江是福建省第二大河流，干支流总长 1923 公里，多年平均径流量 121 亿立方米。九龙江由西溪、北溪和南溪组成，漳州市区的污水排放九龙江西溪。九龙江西溪发源于南靖与平和县交界，上游有四条支流--花山溪、船场溪、龙山溪、永丰溪，于靖城汇合为西溪干流，全长 172 公里，其年平均流量  $116\text{m}^3/\text{s}$ ，实测最大流量  $6140\text{m}^3/\text{s}$ ，最小流量  $2.78\text{m}^3/\text{s}$ ，丰、枯季节江水流量相差较大，城市内河道及排污渠均与九龙江相连。

九龙江干支流总长 1923 公里，多年平均径流量 121 亿立方米。九龙江由西溪、北溪和南溪组成。九龙江西溪发源于南靖与平和县交界，上游有四条支流--花山溪、船场溪、龙山溪、永丰溪，于靖城汇合为西溪干流，全长 172 公里，其年平均流量  $116\text{m}^3/\text{s}$ ，实测最大流量  $6140\text{m}^3/\text{s}$ ，最小流量  $2.78\text{m}^3/\text{s}$ ，丰、枯季节江水流量相差较大，芗城区内河、环城河、排污渠交错，内河、环城河及排污渠均与九龙江相连。

漳州市的主要内河有三湘江、浦头港、环城河、九十九湾等，总长十多公里，内河兼有农灌、工业用水、水产养殖、泄洪、纳污等

多种功能，市区内河均与九龙江相沟通。

本项目区域水体三湘江位于漳州市芗城区，主流发源于芝山镇的马山，由西北向东南流经前山、渡头、康山、上墩、下碑等村，于洋老洲注入九龙江西溪。三湘江的主要支流有甘棠支流和西洋坪支流。三湘江属九龙江流域的一条小航道，是漳州市城西的重要内河，接纳城西金峰工业区及附近的工业和生活污水，总长 17680 米，流域人口约 4 万人。

## (2) 地下水

芗城区境内地下水主要由大气降水补给，根据多年动态观测资料，并以枯水期的水量为基数，经计算，芗城区境地下水天然资源为 2252 万立方米/年。其中，松散岩类孔隙水 1116 万立方米/年；风化带网状孔隙裂隙水 503 万立方米/年；基岩裂隙水 633 万立方米/年。

按地下水的贮存形式、水理性质，区内有松散岩类孔隙水、风化带网状孔隙裂隙水和基岩裂隙水三种地下水类型。

### (一) 松散岩类孔隙水

分布在平原地区，含水岩组包括第四系不同成因的冲积、冲洪积、海积物。含水层岩性为砂和砂砾卵石，厚度 3.03 米~7.76 米，水位埋深 0.78 米~5.75 米，单位涌水量 0.3 升/秒·米~1.03 升/秒·米，渗透系数 6.09 米/日~11.30 米/日。

矿化度 0.13 克/升~0.28 克/升，总硬度为 1.46/德国度~5.69/德国度，pH 值 5.4~6.5，以  $\text{HCO}_3\text{Cl-Na}$  型为主，适合工农业和生活用水。区境南部，北起新店，南至桂林，西到延安路，东至东洋，面积约

6km<sup>2</sup>，为咸水或微咸水，矿化度 1 克/升~3 克/升，局部达 5 克/升，水质差，不宜工农业和生活用水。

### (二)风化带网状孔隙裂隙水

分布在天宝山南部、浦林、浦南、石亭、北斗、徐山等地。该含水岩组为基岩风化带，主要岩性有砂质粘土，含砾粘质砂土，厚度一般 10 米~30 米，水位埋深 1 米~8 米，单位涌水量 0.06 升/秒、米~0.34 升/秒、米，渗透系数 0.22 米/日~1.14 米/日。矿化度 0.05 克/升~0.14 克/升，总硬度 0.22/德国度~3.34/德国度，pH 值 5.4~7.35，HCO<sub>3</sub>·Cl-NaCa 型水，适宜工农业和生活用水。

### (三)基岩裂隙水

分布在天宝山向西山、湖内等地，含水岩组由侏罗系梨山组、南园组的砂砾岩、砂岩、凝灰熔岩、流纹岩和燕山期花岗闪长岩、花岗斑岩组成。仅在风化裂隙、构造裂缝和断裂破碎隙含水，一般泉水流量小于 0.2 升/秒，单井涌水量小于 100 立方米/日，部分达 100 立方米/日~500 立方米/日。矿化度小于 0.15 克/升，总硬度小于 1 德国度，pH 值 6~7，HCO<sub>3</sub>-Na 或 Cl·HCO<sub>3</sub>-NaCa 型水，适宜工农业和生活用水。

## 2.1.2.5 地形地貌

漳州市区地处九龙江下游的漳州平原。平均海拔高度 6~10 米，地势西北高、东南低。境内大部平坦，河网密布，有低丘和台地零星分布。市区西北缘有山地和丘陵，系博平岭东翼余脉，自西往东的天宝山和金沙岭两个山系形成市区的天然屏障，芝山和马鞍山（海拔高

度 73.56 米和 83 米) 是市区较高的小山。出露岩石各异, 主要是花岗岩, 其上覆盖第四纪沉积物。

项目所处漳州金峰经济开发区位于漳州市区西北部, 属冲击阶地~残丘坡地地貌单元。地面标高 23~54m, 地形起伏变化, 总体东高西低, 南低北高。

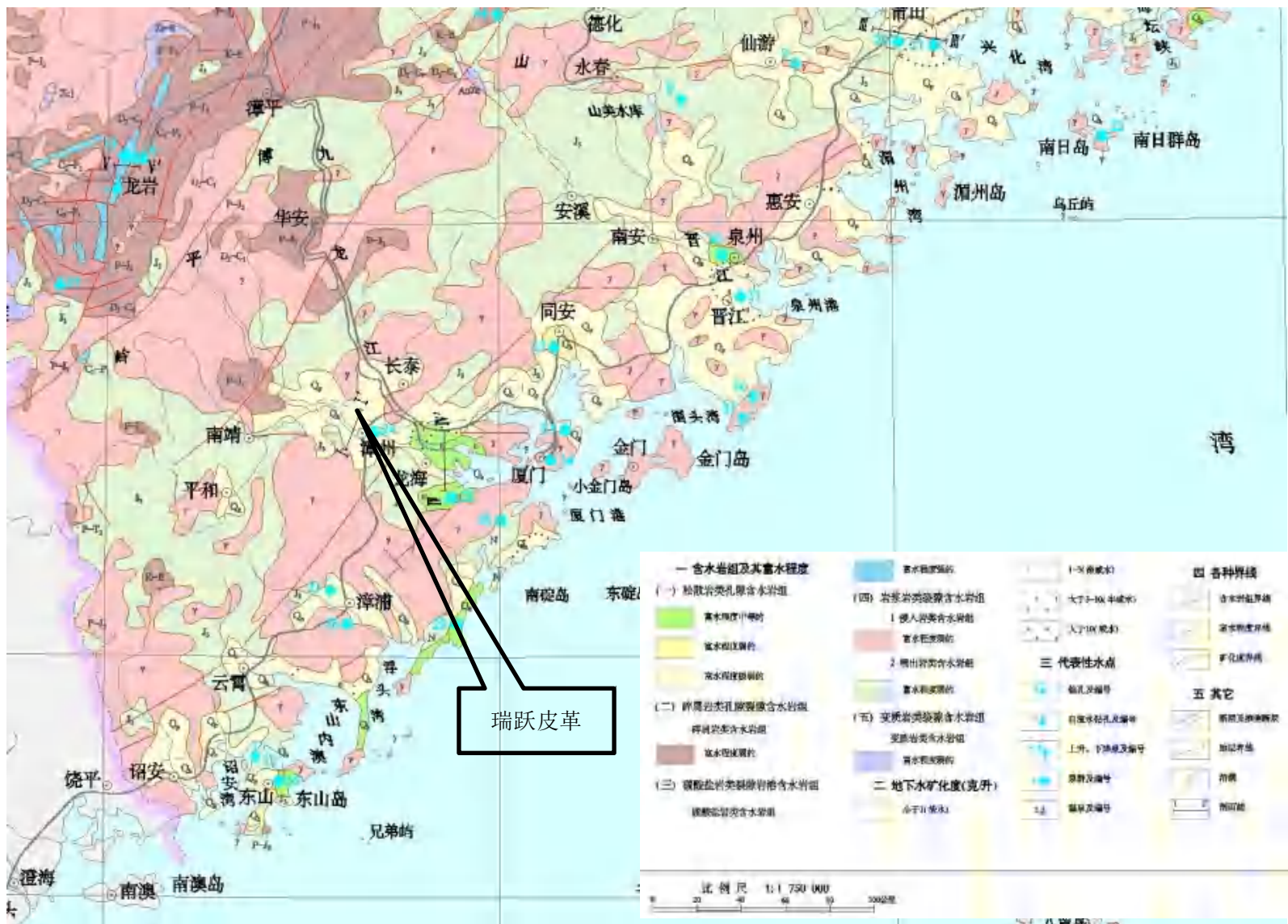


图2-4 区域水文地质图



## 2.2 场地使用情况和现状

### 2.2.1 场地使用情况概述

根据调查，调查对象地块原为农田（2002年卫片），2004年后漳州三义塑胶有限公司厂房建成投入使用。2004年7月，漳州瑞跃皮革有限公司租用漳州三义塑胶有限公司1000m<sup>2</sup>场地进行半成品皮革生产，于2004年7月取得金峰工业区管委会的环评批复，并于2010年8月通过芗城区环保局组织的环保设施竣工验收。

2014年，由于各种原因漳州瑞跃皮革有限公司停止生产并拆除相关生产设备，2015年漳州市科正工贸有限公司通过购买，取得漳州三义塑胶有限公司土地所有权。

漳州市科正工贸有限公司购买土地之后，对场地进行清理，拆除遗留的地面上钢制污水处理站，目前出租给其他公司作为仓库使用。

根据现场踏勘，目前地块基本均进行水泥硬化，基本无直接裸露土壤。

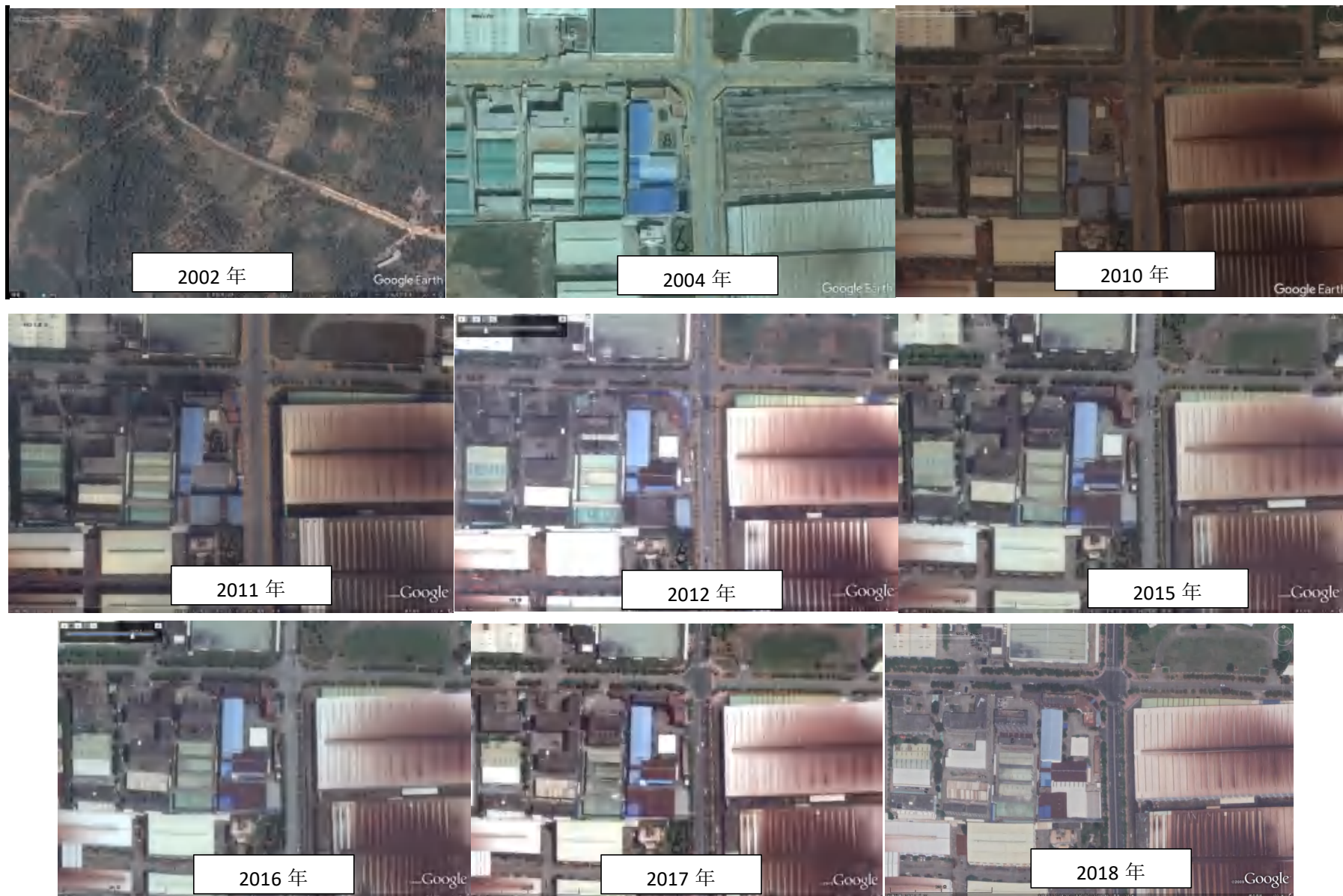


图 2-5 场地土地使用历史卫星图片（2012年-2017年）

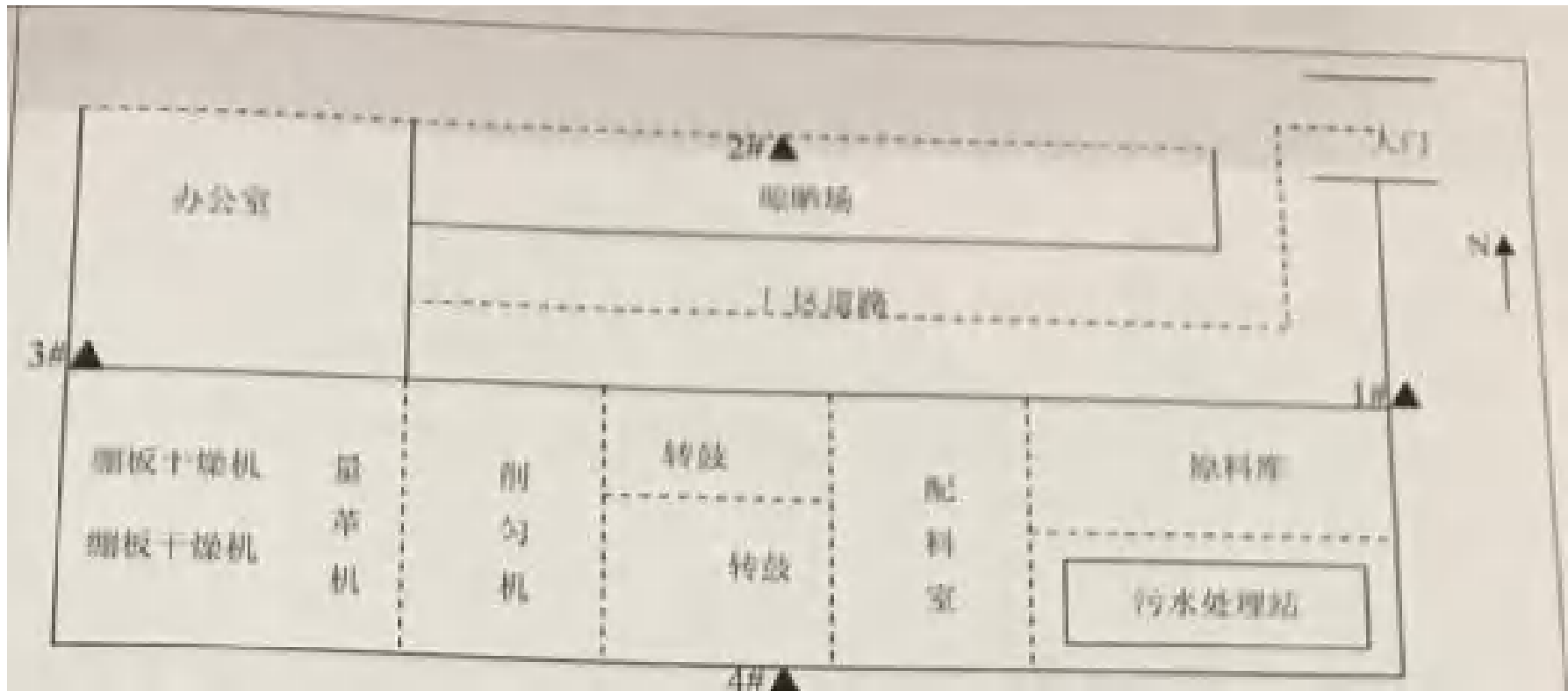


图2-6 调查地块平面布置图

## 2.2.2 原有地块基本情况

漳州瑞跃皮革有限公司于 2004 年 8 月投入生产，于 2010 年 8 月通过芗城区环保局的竣工验收。该企业租用漳州三义塑胶有限公司 1000m<sup>2</sup> 场地，主要进行半成品皮革加工生产，年加工 12 万张皮革，员工 25 名，年生产 300 天。

## 2.2.3 生产工艺及污染处理情况

### 2.2.3.1 生产工艺

根据环评及竣工验收报告，漳州瑞跃皮革有限公司生产工艺如下：

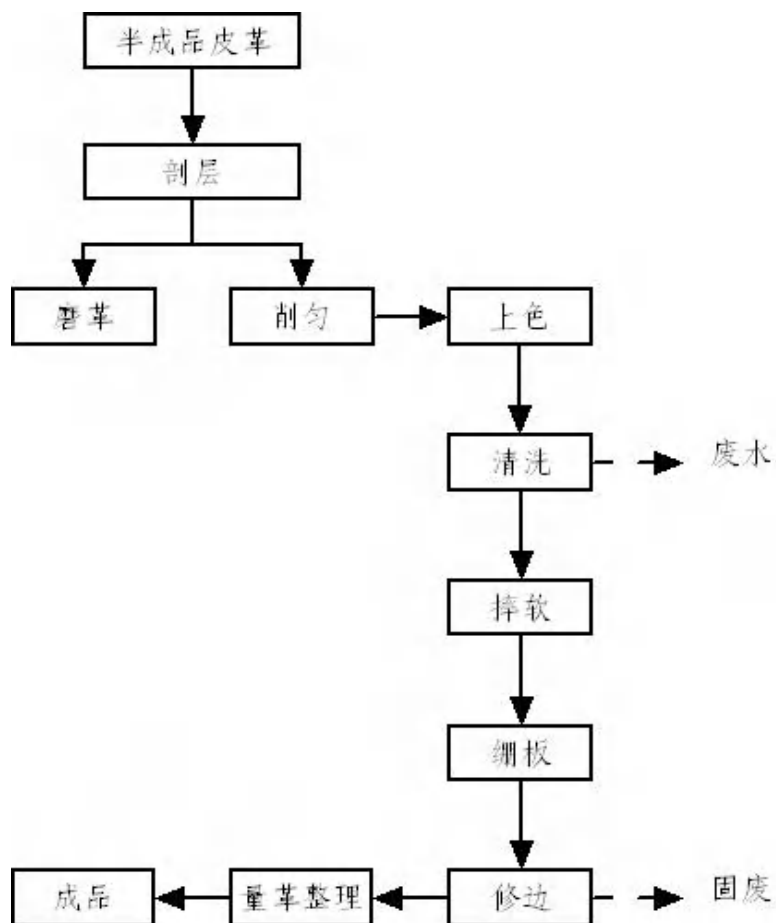


图2-7 半成品皮革生产工艺流程图

半成品皮革加工主要产生废水和固废污染，废水排入污水处理站进行处理，固废收集后，属于危废的委托福建省固体废物处置有限公司进行处理。

根据漳州瑞跃皮革有限公司工艺分析，主要排放的污染物为废水、废气和危险固废，主要涉及的潜在特征污染物类型为重金属污染，污染因子为铬。

### 2.2.3.1 污染处理设施

漳州瑞跃皮革有限公司项目区块内雨污分流，半成品皮革生产废水经过管道收集后，排入日处理100吨的污水处理站，该污水处理站由厦门三森达环境有限公司设计施工，为地上式钢制污水处理站。车间生活污水经过化粪池与漳州三义塑胶有限公司生活污水合并外排。

生产废水处理工艺如下：

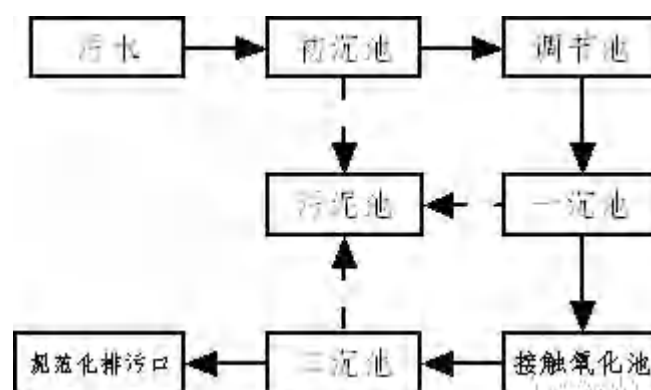


图2-8 污水处理工艺流程图

皮革生产废水收集然后进行处理，因此有必要对周围的土壤和地下水开展环境质量调查和评估工作。

### 2.2.4 雨污分流情况

漳州三义塑胶有限公司地块实现雨污分离。

### 2.2.5 场地周边环境条件

项目地块周边均为工业企业，东侧隔金闽路为正兴钢圈、南侧为国立金属、西侧为跃庆印务、北侧隔金马路为东林家具。

### 2.2.7 场地利用规划

根据调查，目前该地块属于工业用地，目前无进一步场地利用规划。

## 2.3 敏感目标

环境的敏感目标主要为土壤，土壤环境评价范围为场外四周除去客土后的土壤。

## 2.4 小结与分析

经现场踏勘，项目存在的潜在问题有以下几个方面：（1）原有生产及污染治理措施是否遗留；（2）皮革加工生产废水是否造成土壤污染。



图 2-9 场地现状图

### 第三章 场地污染现状调查

本阶段场地环境调查是以采样与监测分析为主的污染实证阶段，确定污染物种类、浓度（程度）和空间分布。

本阶段场地环境调查主要包括：（1）对已有信息进行核查，查阅污染物在土壤、地下水、地表水或场地周围空气环境的现状和可能的迁移信息；查阅污染物排放和泄漏的信息。（2）判断污染物的可能分布，根据场地的具体情况、场地内外的污染源分布、水文地质条件以及污染物的迁移和转化等因素，判断场地污染物在土壤可能的分布，为制定采样及监测方案提供依据，评价周边环境污染情况。

场地内部环境调查调查的主要对象为土壤，通过土壤环境质量调查用于评价过往皮革生产对下部土壤的污染情况，本次调查委托漳州市科环检测公司进行现场土壤采样分析。



现场采样点位示意图

(蓝色线条：厂界；红色图标：土壤9个)



### 3.1土壤污染情况调查

#### (1) 采样点位设置

生产废水的渗漏以及受污染地下水的流动均会给场内及周边土壤带来污染。土壤采样布点采用分区布点法，在晾晒场、污水处理站旁、转鼓车间、配料车间等主要污染排放点布设7个土壤采样点位。结合场地踏勘情况，为考察生产废水对周边土壤的影响情况，在南侧污水处理站和主生产车间布设2个点位，共计布设9个土壤监测点位。

表3-1 采样点位布置情况表

采样点位	原有车间名称	采样深度
1#	晾晒场	0.5m
2#		
3#		
4#	厂区道路	0.5m
5#	原料车间	0.5m
6#	原料车间	0.5m
7#	污水处理站	0.5m
8#	转鼓车间	0.5m
9#	污水处理站	0.5m

#### (2) 样品采集

采样深度根据杂填土深度进行调整，除去杂填土厚度，以0.5 m为采样间隔采集上层土壤。采样时，在取出的土壤中使用竹片或采样

刀去除可能污染的土壤，立即将样品封装，以减少暴露时间。由专人填写样品标签、采样记录，标签上标注采样时间、地点、样品编号、采样深度和点位经纬度，并作现场记录。

土壤调查采样过程中的技术要求按照《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）、《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）、《污染场地土壤修复技术导则》（HJ25.2-2014）等规定执行。样品的保存与流转按照 HJ/T 166的要求进行。

### （3）土样预处理

将采集的土壤样品在牛皮纸上摊开自然风干，除去石头、植物根系等杂质，并及时将大颗粒土壤捏碎。风干后的土样用木锤将大颗粒土敲碎，用研钵研磨，过10目筛，用于检测土壤 pH。另取过10目筛混匀后的土样30 g研磨过100目筛，用于测定土壤重金属。

### （4）监测结果及分析

表3-2 土壤金属指标检测结果汇总

采样点位	分析项目（单位：mg/kg，pH为无量纲）							
	PH	镉	汞	砷	铜	铅	铬	镍
1#	4.56	0.26	0.22	1.35	31.4	67.0	6.28	19.8
2#	7.37	0.44	0.41	9.27	31.7	46.4	21.5	29.1
3#	4.58	0.30	0.12	1.37	35.4	15.0	6.65	23.5
4#	4.98	0.24	0.22	2.67	27.9	20.1	11.0	25.9
5#	5.18	0.24	0.17	7.84	35.6	41.2	16.6	28.0
6#	4.65	0.25	0.18	7.80	37.6	38.1	16.3	32.9
7#	5.95	0.19	0.26	6.68	33.0	30.0	12.0	28.3
8#	7.09	0.56	0.46	3.56	171	256	103	31.0
9#	6.59	0.28	0.24	5.99	35.7	32.3	10.2	22.7

理化指标：从土壤pH值看，基本呈酸性（<6.5），与场地位于南

方酸性红壤的特点相吻合。从土壤检测结果表明，8#、9#点位pH高于其他点位。

重金属指标：本次评估采用的标准阈值定为《土壤环境质量标准建设用地土壤污染风险管控标准》GB36600-2018的第二类用地的污染风险筛选值作为评价阈值对6种重金属进行评价。

由于土壤中六价铬目前无新国家分析标准，无法对应进行分析。本评价选取总铬作为分析及评价指标，参照《土壤重金属风险评价筛选值珠江三角洲》（DB44/T1415-2014）的“建设用地-工业用地”的污染风险筛选值作为评价阈值对重金属进行评价。

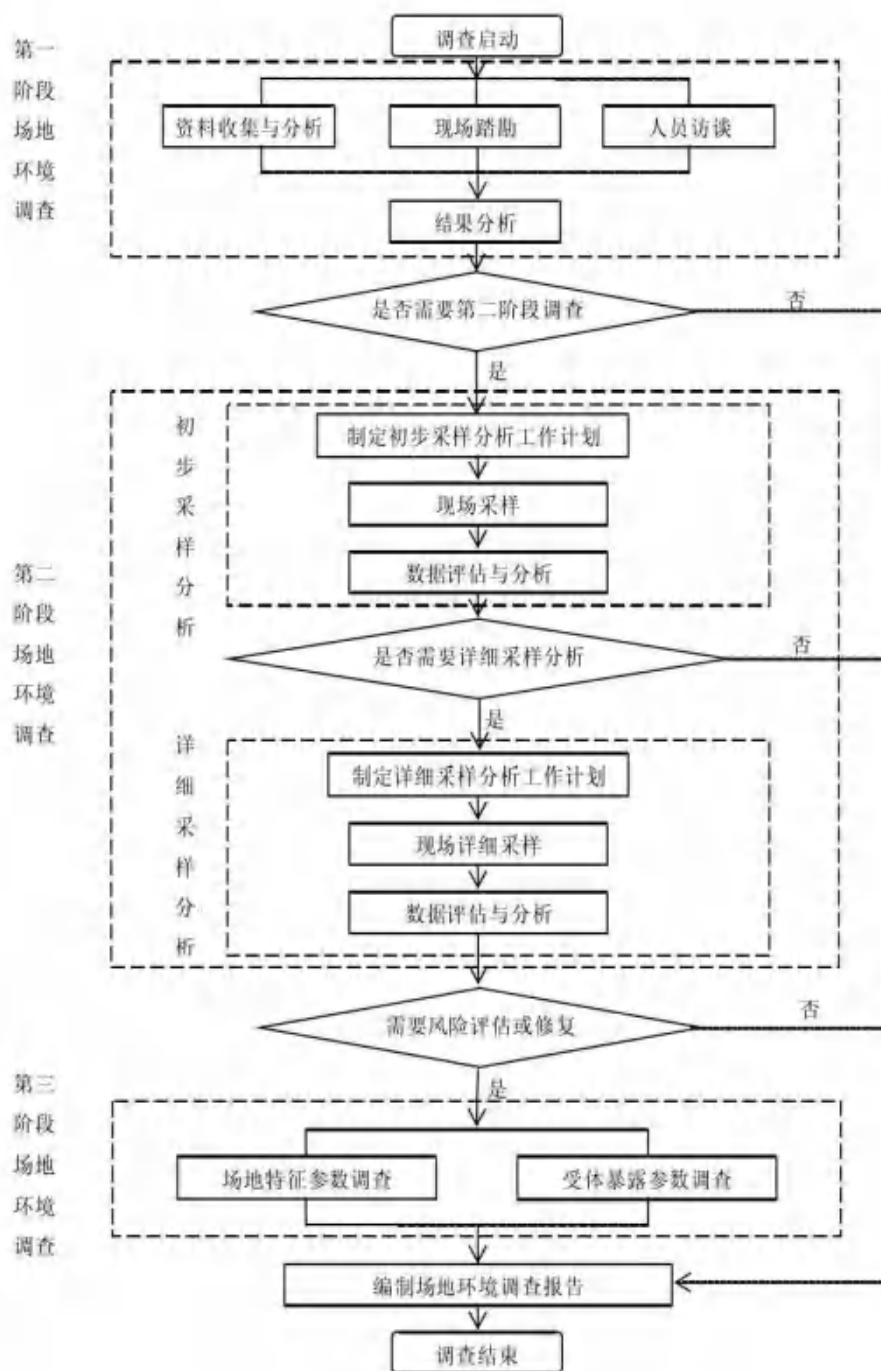
调查区域8#点位土壤总铬指标比其他点位高，但低于土壤重金属风险评价筛选值珠江三角洲》（DB44/T1415-2014）的“建设用地-工业用地”的污染风险筛选值。其他8个调查点位6项金属指标，低于《土壤环境质量标准建设用地土壤污染风险管控标准》第二类用地的污染风险筛选值，可以满足标准要求。



现场土壤取样照片

## 第四章 场地环境评价与风险评估

根据《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014），场地环境调查分为三个阶段，调查的工作程序如图 5-1 所示。



4-1 场地环境调查工作流程图

本阶段核心是环境评价和风险评估。根据《污染场地风险评估技术导则》(HJ 25.3-2014)对场地及周边区域开展健康风险评估,评估土壤、地下水的致癌或非致癌健康风险。

## 4.1 评价方法

首先根据相关环境质量标准对待评估介质的污染物质进行单因子评价,确定污染指数或超标比例;由于单因子评价方法仅能明确每个污染因子的污染状况,无法综合反映环境介质的整体质量类别,因此,在单因子评价的基础上,采用综合评分法开展定量评价,明确环境介质的污染情况;最后针对超过标准限值的污染物开展生态风险及健康风险评价。

### 4.1.1 单因子评价法

以实测值与评价标准相比,计算单因子污染指数。其计算式如下:

$$I_i = C_i / S_i$$

式中, $I_i$ 为单因子污染指数, $C_i$ 为污染因子实测值, $S_i$ 为污染因子评价标准值。 $I_i \leq 1$ 说明该项指标尚未超标,而  $I_i > 1$ 说明该项指标超标。

### 4.1.2 综合评分法

(一) 土壤 — 内梅罗指数法

$$PI = \sqrt{(I_{\text{平均}}^2 + I_{\text{最大}}^2) / 2}$$

式中: $PI$ 为污染指数, $I_{\text{平均}}$ 为各单因子环境质量指数的平均值, $I_{\text{最大}}$ 为各单因子环境质量指数中的最大值。用内梅罗综合指数评价法可以判断土壤环境质量与评价标准之间的关系。根据  $PI$ 值,按表4-1

划分土壤质量级别。

表 4-1 土壤环境污染程度等级

等级划定	综合污染指数	污染等级	等级编号
1	$PI \leq 0.7$	清洁（安全）	I
2	$0.7 < PI \leq 1.0$	尚清洁（警戒限）	II
3	$1.0 < PI \leq 2.0$	轻度污染	III
4	$2.0 < PI \leq 3.0$	中度污染	IV

(二) 地下水--F 值评分法

该评分法与内梅罗指数法有相似之处，属于标准方法。具体步骤如下：

- (1) 首先进行各单项组分评价，划分组分所属质量类别。
- (2) 对各类别按下列规定（表4-2）分别确定单项组分评价分值

F；

表4-2 单项组分评价分值 F

类别	I	II	III	IV	V
Fi	0	1	3	6	10

(4-3) 和式 (4-4) 计算综合评价分值 F：

$$F = \sqrt{\frac{\bar{F}^2 + F_{max}^2}{2}} \quad 4-3$$

$$\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i \quad 4-4$$

式中：F为各单项组分评分值 Fi的平均值；Fmax为单项组分评价分值Fi中的最大值，n为项数。

F值，按以下规定（表4-3）划分地下水质量级别。

表4-3 地下水质量级别

级别	优良	良好	较好	较差	极差
F	<0.80	0.80-2.50	2.50-4.25	4.25-7.20	>7.20

### 4.1.3 生态风险评估

根据瑞典科学家Hakanson提出的潜在生态风险指数法来评价调查区内与周边土壤中的重金属生态风险。该方法不仅考虑了重金属含量，还将重金属的生态效应、环境效应与毒理学联系在一起，采用了具有可比性、等价属性指数分级进行评价，进而对其潜在的生态危害进行评价。在为环境改善提供科学依据的同时还能为人们健康生活提供科学参照。潜在生态危害指数法是按照单因子污染物生态风险指标  $E_r^i$ 和总的潜在生态风险  $RI$ 指标进行生态风险分级的，其计算公式为：

$$E_r^i = T_r^i \times I_i \quad 4-5$$

$$RI = \sum_{i=1}^n E_r^i \quad 4-6$$

式中： $I_i$  为单因子污染指数（式4-1），主要为工业用地，因此选取《土壤重金属风险评价筛选值珠江三角洲》（DB44/T1415-2014）的“工业用地”的污染风险筛选值作为评价阈值。 $E_r^i$ 为单因子危害系数， $T_r^i$ 为毒性响应系数， $RI$ 为多因子综合潜在生态危害指数。其中毒性响应系数采用Hakanson制定的标准化重金属毒性响应系数为评价依据，分别为：Cr=2、Ni=5、Cu=5、Zn=1、As=10、Cd=30、Pb=5、Hg=40。重金属污染潜在生态危害指标与分级关系如表4-4所示。



表4-4潜在生态危害指标与分级关系

$Er^i$	单因子生态风险程度	$RI$	多因子综合生态风险程度
<40	低	<150	低
40-80	中	150-300	中
80-160	较重	300-600	重
160-320	重	>600	严重
>320	严重		

#### 4.1.4 健康风险评估

1983年美国国家研究理事会下的公共卫生风险评估制度委员会提出的风险评估的四步骤，已成为国际所公认的四步法。国家为贯彻《中华人民共和国环境保护法》，保护生态环境，保障人体健康，加强污染场地环境保护监督管理，规范污染场地人体健康风险评估，于2014年制定了《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）。《导则》在美国四步法的基础上，针对于具有健康风险的污染物，增加了风险控制值的计算。图4-2描述了《污染场地风险评估技术导则》风险评估步骤及每步主要的任务。

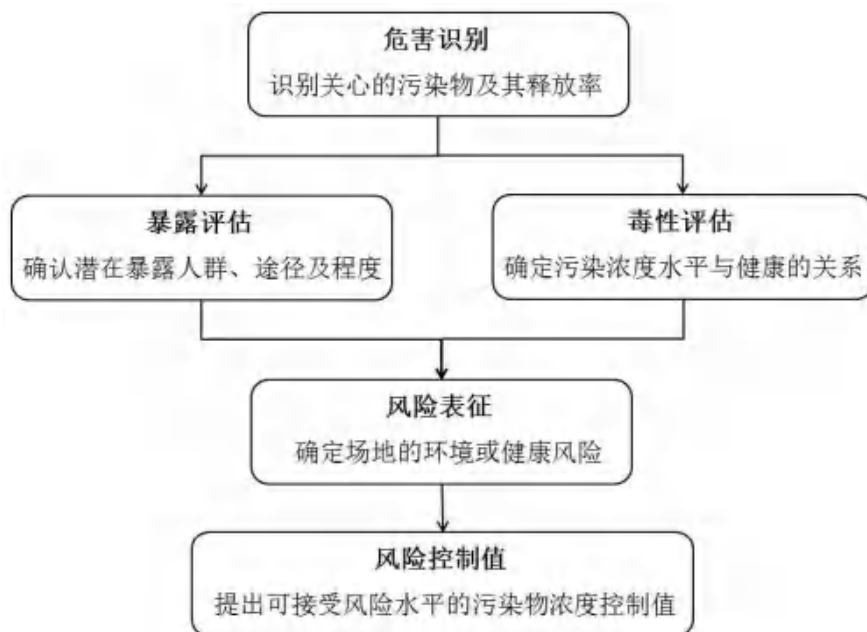


图4-2 健康风险评估步骤

#### 4.1.4.1 土壤风险评估

（一）危害识别（Hazard identification）收集场地环境调查阶段获得的相关资料和数据，掌握场地土壤、地下水和地表水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，如儿童、成人、地下水体等。具体包括两点内容：

（1）按照 HJ 25.1和 HJ 25.2对场地进行环境调查及污染识别，获得以下信息：

- ①较为详尽的场地相关资料及历史信息；
- ②场地土壤、地下水和地表水等样品中污染物的浓度数据；
- ③场地土壤的理化性质分析数据；
- ④场地（所在地）气候、水文、地质特征信息和数据；
- ⑤场地及周边地块土地利用方式、敏感人群及建筑物等信息。

（2）根据场地环境调查和监测结果，将对人群等敏感受体具有潜在风险需要进行风险评估的污染物，确定为关注污染物。

（二）暴露评估在危害识别的基础上，分析场地内关注污染物迁移和危害敏感受体的可能性，确定场地土壤、地下水和地表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和地下水中污染物的暴露量。

##### （1）暴露场景分析

暴露情景是指特定土地利用方式下，场地污染物经由不同暴露路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分为 2类典型用地方式下的暴露情景，即以住宅用地为代表的敏

感用地（简称“敏感用地”）和以工业用地为代表的非敏感用地（简称“非敏感用地”）的暴露情景。敏感用地方式下，儿童和成人均可能会长时间暴露于场地污染而产生健康危害。对于致癌效应，考虑人群的终生暴露危害，一般根据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，一般根据儿童期暴露来评估污染物的非致癌危害效应。

## （2）暴露途径确定

对于敏感用地和非敏感用地，主要有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；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、饮用地下水共3种地下水污染物暴露途径。特定用地方式下的主要暴露途径应根据实际情况分析确定，暴露评估模型参数应尽可能根据现场调查获得。

## （3）敏感用地土壤和地下水暴露量计算

根据《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）提供的模型公式，分别计算土壤和地下水对敏感用地、非敏感用地场景下致癌和非致癌效应的暴露量。

（三）毒性评估在危害识别的基础上开展毒性评估，包含两点内容。

### （1）污染物毒性效应分析分析污染物经不同途径对人体健康的

危害效应，包括致癌效应、

## (2) 污染物相关参数确定

主要包括致癌效应毒性参数（如呼吸吸入单位致癌因子、呼吸吸入致癌斜率因子、经口摄入致癌斜率因子和皮肤接触致癌斜率因子）、非致癌效应毒性参数（如呼吸吸入参考浓度、呼吸吸入参考剂量、经口摄入参考剂量和皮肤接触参考剂量）、污染物的理化性质参数（如亨利常数、空气中扩散系数、水中扩散系数、土壤有机碳分配系数、水中溶解度）及污染物其他相关参数（如消化道吸收因子、皮肤吸收因子和经口摄入吸收因子），根据《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014）提供的模型公式或推荐值进行计算。

(四) 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，进行不确定性分析。

(1) 应根据每个采样点样品中关注污染物的检测数据，通过计算污染物的致癌风险和危害商进行风险表征。如某一地块内关注污染物的检测数据呈正态分布，可根据检测数据的平均值、平均值置信区间上限值或最大值计算致癌风险和危害商。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。

(2) 计算场地土壤和地下水污染风险：依次计算土壤和地下水中单一污染物单一途径致癌风险和危害商、单一污染物所有途径致癌

风险和危害商、所有污染物所有途径致癌风险和危害商，明确土壤和地下水的总致癌风险。

#### （五）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。计算基于致癌效应的土壤和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  $10^{-6}$ ；计算基于非致癌效应的土壤和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。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、地下水和地表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，则计算保护地下水的土壤风险控制值；根据计算结果，提出关注污染物的土壤和地下水风险控制值。

##### （1）计算场地土壤和地下水风险控制值

根据《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）提供的模型公式，分别计算基于致癌效应的土壤风险控制值、非致癌效应的土壤风险控制值、保护地下水的土壤风险控制值、致癌效应的地下水风险控制值和非致癌效应的地下水风险控制值。

##### （2）分析确定土壤和地下水风险控制值

比较上述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，基于致癌效应和基于非致癌风险的地下水风险控制值，选择较小值作为污染场地的风险控制值。如场地及周边地下水作为饮用水源，则应充分考虑到对地下水的保护，提出保护地下水的土壤风险

控制值。

## 4.2 环境评价与风险评估

此次调查所在场地目前为工业用途，未来也规划为工业用途，因此，此次评估将项目所在地块及周边区域的暴露情景视为以工业用地为主的用地类型。

### 4.2.1 土壤环境评价

#### 4.2.1.1 土壤环境评价

由于评估区域用地类型主要为工业用地，因此选取《土壤环境质量标准建设用地土壤污染风险管控标准》GB36600-2018 的第二类用地的污染风险筛选值作为评价阈值（表 4-6）对 6 种重金属进行评价。由于土壤六价铬目前无国家标准，总铬选取《土壤重金属风险评价筛选值珠江三角洲》（DB44/T1415-2014）的“建设用地-工业用地”的污染风险筛选值作为评价阈值（表 4-6）对重金属进行评价，共评价 7 种重金属。

首先采用单因子评价法对污染物质进行筛选，确定污染指数，而后采用内梅罗指数法反映土壤整体质量状况并开展生态风险评价，最后针对超过标准限值的主要污染物开展健康风险评估。因此此次土壤评价的重点对象为重金属，具体指标为：Cr、Ni、Cu、As、Cd、Pb、Hg。

表 4-5 土壤污染风险筛选值

序号	污染物项目	筛选值 (mg kg <sup>-1</sup> )
1	Cr	350
2	Ni	900
3	Cu	18000
4	As	60
5	Cd	65
6	Pb	800
7	Hg	38

表 4-6 评价汇总结果

	镉	汞	砷	铜	铅	铬	镍	PI 平均	PI 最大	PI	等级
1#	0.004	0.006	0.022	0.002	0.084	0.018	0.022	0.026	0.084	0.062	I
2#	0.007	0.011	0.154	0.002	0.058	0.061	0.032	0.046	0.154	0.114	I
3#	0.005	0.003	0.023	0.002	0.019	0.019	0.026	0.025	0.105	0.076	I
4#	0.004	0.006	0.045	0.002	0.025	0.031	0.029	0.026	0.069	0.052	I
5#	0.004	0.004	0.131	0.002	0.051	0.047	0.031	0.043	0.131	0.097	I
6#	0.004	0.005	0.130	0.002	0.048	0.047	0.037	0.044	0.130	0.097	I
7#	0.003	0.007	0.111	0.002	0.037	0.034	0.031	0.037	0.111	0.083	I
8#	0.009	0.012	0.059	0.010	0.320	0.295	0.034	0.170	0.621	0.455	I
9#	0.004	0.006	0.100	0.002	0.040	0.029	0.025	0.034	0.100	0.075	I

根据各金属的单因子污染指数可知,评估区域内土壤的平均内梅罗指数最大为为 0.455,土壤整体质量级别为清洁(安全)。调查范围内土壤内梅罗污染指数均小于 0.7,不存在重金属污染。

#### 4.2.1.2 土壤环境生态风险评估

根据潜在生态风险指数法,计算土壤监测结果对应的 $E_r^i$ 为单因子危害系数和多因子综合潜在生态危害指数,计算如下表:

表4-7 生态风险评估计算结果

	镉	汞	砷	铜	铅	铬	镍	RI
1#	0.12	0.03	0.22	0.01	0.42	0.04	0.11	0.99
2#	0.20	0.05	1.54	0.01	0.29	0.12	0.16	2.43
3#	0.14	0.02	0.23	0.01	0.09	0.04	0.13	0.76
4#	0.11	0.03	0.45	0.01	0.13	0.06	0.14	1.00

5#	0.11	0.02	1.31	0.01	0.26	0.09	0.16	2.03
6#	0.11	0.02	1.30	0.01	0.24	0.09	0.18	2.04
7#	0.09	0.03	1.11	0.01	0.19	0.07	0.16	1.73
8#	0.26	0.06	0.59	0.05	1.60	0.59	0.17	3.95
9#	0.13	0.03	1.00	0.01	0.20	0.06	0.13	1.62

调查表明,所有点位重金属的单因子危害指数( $E_r^i$ )都远低于 40,单因子污染物生态风险程度为“低”;多种重金属综合潜在生态危害指数( $RI$ )远低于 150,总潜在生态风险级别也为“低”。因此,项目评估区域的土壤不存在重金属污染的生态风险。

#### 4.2.1.3 土壤环境健康风险表征

环境评价结果显示,土壤重金属调查指标均未超过筛选值。根据《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014)规定,是否进行人体健康风险评估需满足三个条件,即污染物超过筛选值、具有暴露途径和污染物具有明确的毒性效应。

项目调查范围内不存在重金属超过筛选值,且该区域未作为居住用地规划,因此可认为项目不存在重金属的健康风险。

### 4.3 风险评估小结

采用内梅罗指数法计算调查区域及周边区域土壤的污染程度。结果表明,场地周边土壤平均内梅罗指数为 0.455,土壤整体质量级别为清洁(安全),不存在生态风险。由于该地块为工业用地未对普通人群开放,目前不存在人体暴露途径,因此无人体健康风险。场区未规划作为住宅用地,远期场地利用也无健康风险。



## 第五章 结论与不确定分析

### 5.1 结论

根据《土壤环境质量标准建设用地土壤污染风险管控标准》GB36600-2018 和《土壤重金属风险评价筛选值 珠江三角洲》DB44/T1415-2014 对项目地块土壤重金属进行评价。结果表明：

(1) 评估区域内土壤的平均内梅罗指数最大为为 0.455，土壤整体质量级别为清洁（安全）。调查范围内土壤内梅罗污染指数均小于 0.7，不存在重金属污染。

(2) 所有点位重金属的单因子危害指数 ( $E_r^i$ ) 都远低于 40，单因子污染物生态风险程度为“低”；多种重金属综合潜在生态危害指数 ( $RI$ ) 远低于 150，总潜在生态风险级别也为“低”。因此，项目评估区域的土壤不存在重金属污染的生态风险。

(3) 项目调查范围内不存在重金属超过筛选值，且该区域未作为居住用地规划，因此可认为项目不存在重金属的健康风险。

### 5.2 不确定分析

本次调查评估过程中存在一定的不确定性，具体分析如下：

(1) 漳州瑞跃皮革有限公司和漳州三义塑胶有限公司已经解散多年，现场生产及污染治理措施均已经拆除，无法直接对两家公司工作人员进行调查，仅根据现场踏勘和档案进行分析，与实际情况可能存在差异，导致不确定性。

(2) 调查监测分析过程与结论的不确定性。本次调查评估在场内外布设土壤采样点，由于不同点位土壤的质地结构均会对污染物的

浓度产生影响。因此，样品采集的代表性具有一定的不确定性。此外，任何调查工作均不可能全面反映场地每一点的污染情况，部分区域内可能存在遗漏的点状未识别污染，本报告仅对调查中所有采样点的数据及其分析结果负责；

（3）健康风险评估的不确定性。风险评估是一门不断发展的学科，其评估技术、模型和参数等都处在不断的更新之中。由于评价模型的限制、参数缺失、标准缺乏、污染物生物有效性以及受体差异性等因素的影响，受污染物的浓度及本调查选用的评价模型等制约，本报告仅能根据项目执行期间所能获得的最新信息资料撰写，评估过程和结果必然存在不确定因素。

（4）污染状况的不确定性。根据污染识别、现场采样检测、污染分析确定了场地污染范围，本地降雨较多，自然条件的影响可能导致调查区内污染物发生一定程度的迁移、转化等。随着时间的变迁，污染状况也可能发生一定的变化，因此本报告结论无法确定在未来长时间的有效。