

中关村众信土壤修复产业技术创新联盟标准

涉铬地块土壤污染状况调查技术导则

Technical guidelines for the investigation of soil contamination at chromium sites

(征求意见稿)

2023-××-××发布

202×-××-××实施

中关村众信土壤修复产业技术创新联盟 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

本标准由中关村众信土壤修复产业技术创新联盟提出并归口管理。

本标准起草单位：中国环境科学研究院、四川大学、浙江大学、中南大学、广西壮族自治区环境保护科学研究院、北京高能时代环境技术股份有限公司、煜环环境科技有限公司、北京润鸣环境科技有限公司、中国科学院过程工程研究所、安徽之元环境修复有限公司和沈阳市鹏德环境科技有限公司。

本标准主要起草人：颜湘华、田永强、赵和平、吴昊、杨卫春、苗竹、佟雪娇、张丽、张红玲、王兴润、李杨、方华祥、陈盟、周燕、何谦、杨子杰、倪鑫鑫、于洋、徐红彬、黎贤铭。

目 录

1	范围	1
2	规范性引用文件	1
3	术语和定义	1
4	总体原则	2
5	工作程序	2
6	第一阶段调查	4
7	第二阶段环境污染状况调查	5
8	第三阶段环境污染状况调查	10
9	报告编制	11
附 录	A	12
附 录	B	18
附 录	C	19
附 录	D	20

涉铬地块土壤污染状况调查技术导则

1 范围

本标准适用于铬盐、电镀、制革等涉铬地块的土壤污染状况调查。

其他行业地块的土壤铬污染状况调查可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB 50021 岩土工程勘察规范

GB/T 14848 地下水质量标准

GB/T 36197 土壤质量 土壤采样技术指南

HJ 25.1 建设用地土壤污染状况调查技术导则

HJ 25.2 建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则

HJ 25.3 建设用地土壤污染风险评估技术导则

HJ 164 地下水环境监测技术规范

HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

HJ 877 暴露参数调查技术规范

HJ 968 暴露参数调查基本数据集

HJ 1019 地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则

HJ 1082 土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

铬盐行业 chrome salt industry

包括以铬矿、碳素铬铁等含铬原料生产铬酸盐、重铬酸盐、铬酸酐等产品，以及利用铬酸盐、重铬酸盐或铬酸酐等生产铬化合物和金属铬等产品的工业。

3.2

制革行业 leather industry

以各类动物皮为原料，采用包括碱式硫酸铬等在内的各种皮革化学品进行加工处理制备成品革的工业。

3.3

电镀行业 electroplating industry

指利用电解方法在零件表面沉积均匀、致密、结合良好的金属和合金层的工业。

3.4

地块概念模型 conceptual site model

用文字、图、表等方式综合描述水文地质条件、污染源、污染物迁移途径、人体或生态受体接触污染介质的过程和接触方式等。

4 总体原则

4.1 针对性原则

针对铬污染特性，进行涉铬地块土壤污染状况调查，判断地块是否污染进而明确污染物浓度及空间分布。

4.2 规范性原则

参照国家、行业、地方及团体相关标准，采用程序化、系统化的方式规范进行涉铬地块土壤、地下水环境污染状况调查。

4.3 可操作性原则

综合考虑涉铬地块企业生产布局、现场条件、调查方法、时间及经费等因素，结合当前科技发展及专业技术水平，分阶段开展调查工作，保障调查工作切实可行。

5 工作程序

涉铬地块土壤污染状况调查工作分为三个阶段，工作程序如图 1 所示。

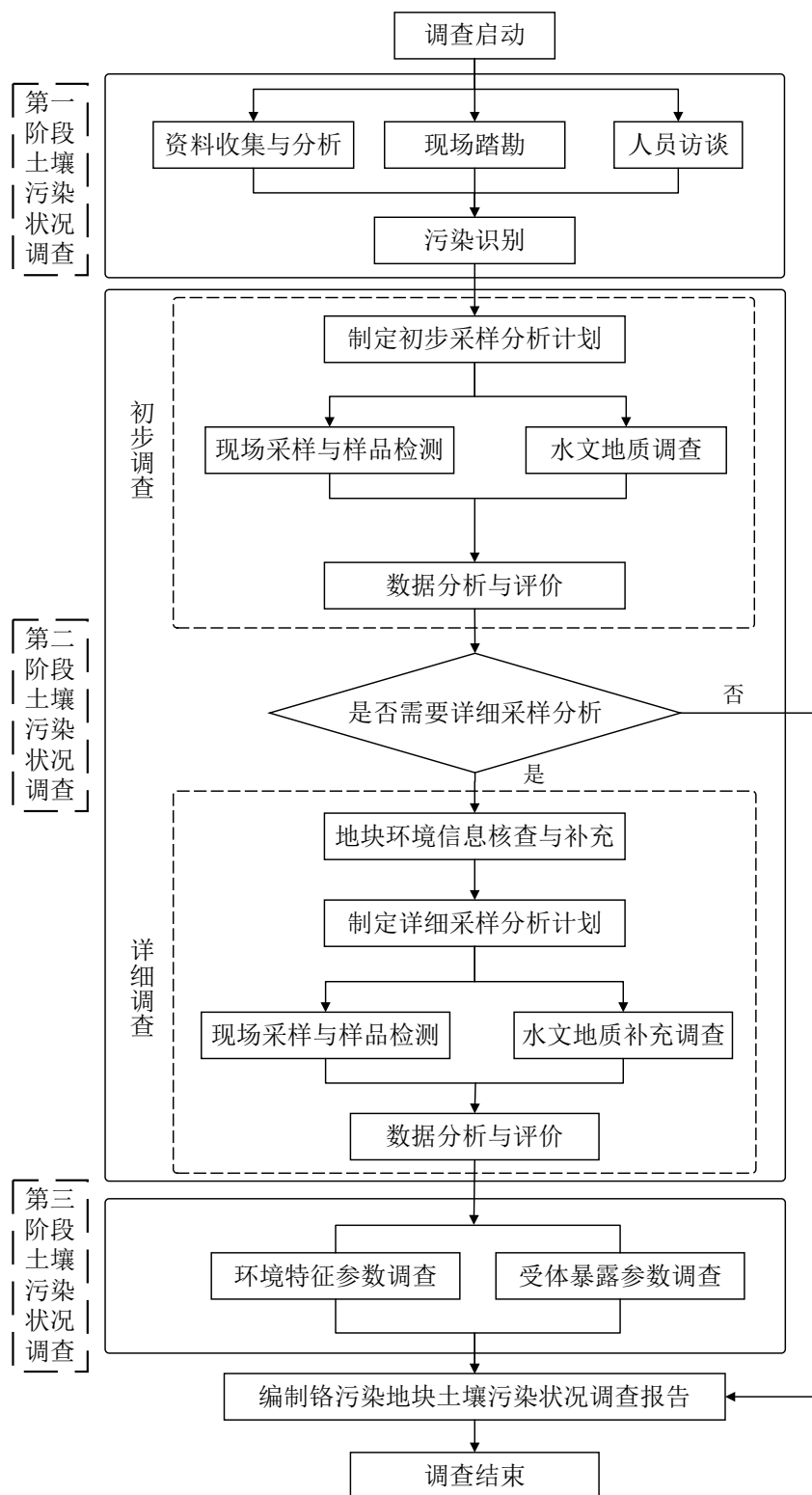


图 1 工作程序图

5.1 第一阶段土壤污染状况调查

第一阶段土壤污染状况调查为污染识别阶段，以资料收集、现场踏勘和人员访谈为主，必要时采用便携式 X 射线荧光光谱仪（XRF）、离子化气体检测器（PID）等快速检测设备辅助第一阶段调查。

5.2 第二阶段土壤污染状况调查

第二阶段土壤污染状况调查为污染证实阶段，以土壤和地下水采样与分析为主。

第二阶段土壤污染状况调查可分为初步调查采样分析和详细调查采样分析，主要包括制定工作计划、水文地质勘察、现场采样与样品检测、数据评估与分析等步骤。初步调查采样分析和详细调查采样分析均可根据实际情况分批次实施，逐步减少调查的不确定性。

根据初步调查采样分析结果，如果污染物浓度均未超过评价标准，并且经过不确定性分析确认不需要进一步调查，则第二阶段地块环境调查工作可立即结束。否则认为可能存在污染，应进行详细调查采样分析。详细调查采样分析是在初步调查采样分析的基础上，通过采样分析进一步确定涉铬地块的具体污染物种类、程度和范围。

5.3 第三阶段土壤污染状况调查

第三阶段土壤污染状况调查以风险评估所需参数的收集、采样和测试为主，包括地块特征参数调查和受体暴露参数调查，获得满足风险评估及土壤和地下水修复所需的参数。本阶段的调查工作可单独进行，也可在第二阶段调查过程中同时开展。

6 第一阶段调查

6.1 资料收集与分析

(1) 铬盐地块土壤通常存在较为严重的六价铬污染，因六价铬的水溶性和易迁移性地块深层土壤和地下水可能受污染影响；制革行业地块土壤可能存在重金属铬-有机复合污染特征，且受制革工艺变迁、皮革化学品的使用以及制革污染物堆放影响较大；电镀行业地块土壤通常呈现多金属复合污染特征，其受镀种、工艺和工艺布局影响较大。

(2) 涉铬地块资料收集时，应重点收集企业历史工艺变迁、原辅材料、废渣堆存、厂区总体平面布置图、地下及半地下设施位置图、污水和雨水管线图、地下管路图、污水处理站位置、外排水管道路线图，以及地块和周边地块地勘资料等。

6.2 现场踏勘

6.2.1 踏勘范围

涉铬地块踏勘范围以地块内为主，周边区域的具体范围应由现场调查人员根据污染物可能的迁移距离来判定。铬盐、电镀地块应重点关注主导风向下游区域、临近地块地势低洼区域或雨水径流影响的下游区域，以及地下水流场下游区域，制革地块应重点关注制革污泥堆放的影响区域。涉铬地块踏勘范围应包括地块污染对下游的影响区域。

6.2.2 主要踏勘内容

现场踏勘应针对调查地块及其周边区域的地形地貌、河流水系、潜在污染源、地下水井（地块及周边地下水监测井、民用水井等）、地下管线管道、环境监测情况、地块及周边区域环境现状及历史状况等进行现场调查确认，对铬盐企业生产环节、场所及涉及有毒有害物质场所现场踏勘，观察污染痕迹并分析可能污染的区域及污染途径。

6.2.2.1 地形地貌、河流水系等的描述

观察并记录地块及周边区域的地形地貌、河流水系等，并分析判断周边污染物是否会迁移到地块内以及地块内污染物是否会迁移到地下水和地块之外。

6.2.2.2 潜在污染源排查

(1) 针对生产线未拆的地块，对实际的工艺流程、产污节点及环保措施进行确认并记录情况，对主要产污节点，三废收集、储存、排放、处理处置情况进行现场踏勘与检测，判断是否存在泄漏，确定可能的污染源位置。铬盐产污节点分析见附录 A.1，制革产污节点分析见附录 A.2，电镀产污节点分析见附录 A.3。

涉铬地块重点排查内容包括但不限于：

(a) 观察涉铬地块地面、设施及建构筑物表面是否有明显铬黄污染痕迹，铬盐地块应重点观察浸出、红矾、铬酐等生产车间，制革地块应重点观察鞣制、染整、污水处理站等生产车间，电镀地块应重点观察镀铬、污水处理站等生产车间；

(b) 观察地块防渗条件，是否有地下或半地下槽、罐等生产设备，所在区域是否有排水管/沟以及废水管网走向，是否有规范、完备的防腐、防渗漏措施，是否有明显废水、废液腐蚀、渗漏、污染等痕迹；

(c) 观察铬盐铬渣堆场、制革污泥堆场、电镀污泥堆场是否有规范、完备的防腐、防雨水、防渗等措施，是否有明显腐蚀、渗漏、污染等痕迹；

(d) 观察生产、生活废水收集、处理设施，初级雨水收集池等所在区域是否有规范、完备的防腐、防渗漏措施，是否有明显废水、废液腐蚀、渗漏、污染等痕迹；

(e) 观察机修车间等涉及石油烃类物质使用的区域地面是否有油污、刺激性气味等痕迹。

(2) 针对踏勘时地块已经平整无法识别建（构）筑物的地块，则应根据其历史影像及资料按照上述排查内容判断潜在污染源位置，并对其进行现场核查。

6.2.2.3 监测井及民用水井点探测

明确地块及周边区域是否有监测井或民用水井等及其利用情况，若有监测井则明确其现状及其配套监测设备工作状况，包括监测设备放置条件、监测井深度、监测参数、地下水位信息等。

6.2.2.4 地下管线管道的核实

根据企业地下管网图现场确定地下管线、管道等地下设施的位置，必要时采取电磁法、探地雷达等物探手段辅助判断。

6.2.2.5 相邻地块及地块周边区域环境现状及历史状况

对相邻地块的使用现状进行记录，观察并记录其污染物质生产、使用或堆放留下的痕迹，排查污染源，并判断其是否会对调查地块造成影响，若有影响则应在调查报告中详细说明。

对于周边区域目前或过去土地利用的类型，尽可能观察和记录：周边区域的废弃和正在使用的各类井，如水井等；污水处理和排放系统；化学品和废弃物的储存和处置设施；地面上的沟、河、池；地表水体、雨水排放和径流以及道路和公用设施；历史及现有污染或异常现象；周边可能受污染物影响的居民区、水源保护区等敏感区域并在报告中明确其与地块的位置关系。

6.2.3 现场踏勘方法

现场踏勘过程中可根据需要开展现场快速测定，调查人员可使用 XRF、PID、便携式多参数水质分析仪等便携式检测设备，通过现场快速测定，以及气味识别、肉眼观察、摄影和照相、记录等方式初步判断涉铬地块土壤和地下水污染状况。

6.3 人员访谈

应对访谈内容进行整理，并对照已有资料和现场踏勘情况，核实、补充其中的可疑处和不完善处，完善关键信息，访谈记录作为调查报告附件。人员访谈应尽量综合多方信息来源，对地块相关各方应至少各完成 1 份访谈记录。访谈的主要内容可参照附录 B。

6.4 结论与分析

根据地块资料分析、现场踏勘和人员访谈，应识别出地块的潜在污染源分布、关注的特征污染物，地块及周边污染迁移扩散途径，初步构建地块概念模型。本阶段调查结论应明确地块内及周边区域存在的潜在污染源，并进行不确定性分析。针对识别的潜在污染源，应说明可能的污染类型、污染状况和来源，并提出第二阶段环境污染状况调查的建议和方案。

7 第二阶段环境污染状况调查

7.1 初步调查工作计划

7.1.1 一般要求

根据资料收集与分析、现场踏勘、人员访谈工作成果，应针对性地制定第二阶段土壤污染状况调查初步调查采样分析工作计划，内容应包括核查已有信息、判断污染物的可能分布、制定初步调查采样方案、制定健康和安全防护计划、制定样品分析方案、确定质量保证和质量控制程序等任务。

7.1.2 已有信息核查

应对涉铬地块已有信息进行核查，如地块土层分布、地下水埋深、地下水流向等；应查阅污染物在土壤、地下水、地表水或地块周边可能的分布和迁移信息，查阅污染物排放和渗泄漏信息。核查上述相关信息的来源，以确保其真实性和适用性。

7.1.3 污染物可能分布的判断

应明确涉铬地块内潜在污染源等功能区的分布情况和相对位置关系，结合地块水文地质条件和污染物迁移转化等因素，判断污染物在涉铬地块土壤和地下水中的可能分布。

7.1.4 初步调查采样方案

7.1.4.1 概述

采样方案一般包括采样点的布设、样品数量、样品的采集方法、现场快速检测方法，以及样品收集、保存、运输和储存等内容。在调查过程中可根据现场实际情况优化地块概念模型，动态调整布点方案。

7.1.4.2 初步调查土壤采样方案

(1) 清洁对照点位布设

清洁对照点位一般应设在地块外基本无人扰动裸露土壤区域，比如卫生防护距离以外且处于常年上风向的位置，土壤对照点与地下水对照点可合二为一。

(2) 调查采样点位布设

在地块历史沿革清晰、平面布局明确的情况下，初步调查优先采用专业判断布点法。铬盐地块重点关注区域包括但不限于：浸出车间、红矾车间、铬渣堆场、铬酐车间、污水处理站；制革地块重点关注区域包括但不限于：原有或现有制革生产区、污水处理区、固废堆放区；电镀地块重点关注区域包括但不限于：电镀生产车间、危废暂存间、污水处理站。

每个重点关注区应布设不少于 2 个采样点位，或按面积应满足不大于 400m² 一个采样点；

按照 HJ 25.2 分层采集样品，原则上应采集 0-0.5m 表层土壤样品，0.5m 以下土层可根据专业判断采集土壤样品，依据污染源的位置、污染迁移特征和地层结构以及水文地质条件等进行判断采样，建议土壤采样间隔不超过 2m；通常不同土层及分层处、初见水位处、感官异常和现场检测数据较高处、采样最深处等均应至少采集 1 份土壤样品；

采样最大深度应根据现场情况和专业经验判定，可通过地层、土壤颜色并结合 XRF、PID 等现场速测结果综合研判终孔深度，铬盐和电镀地块一般可在重点关注区域布设钻孔最深至潜水层底板。

土壤钻探按照 HJ/T 166 中相关要求，填写钻孔记录表作为调查工作成果附件。

7.1.4.3 初步调查地下水采样方案

- (1) 地块内监测井的布设数量应不少于 3 个；
- (2) 地块外、地下水上下游方向各布设 1 个地下水监测井对照点位；
- (3) 原则上地下水监测井应布设于重点关注区域；
- (4) 地下水监测井尽可能与土壤采样共点位布设；

(5) 地下水监测井深度应根据地块水文地质条件确定，宜达到含水层底板之下 0.5m，且不得穿透含水层下方的隔水层底板；

(6) 根据涉铬地块实际情况、调查需要等，合理确定地下水采样监测井数量；

(7) 若发现浅层地下水污染严重且存在深层地下水时，可在做好分层止水条件下增设深井，以评价深层地下水的污染情况。

7.1.5 健康和安全防护计划

调查人员应严格遵守地块企业安全管理制度，获得地块企业或使用人的许可后方可进场。调查作业应严格遵守相应消防安全要求，注意饮食防护和机械设备安全防护；进场人员应进行呼吸道、耳及其他防护，并根据场地实际情况配备安全防护器具。

7.1.6 样品分析方案

7.1.6.1 土壤样品检测项目

(1) GB 36600-2018 表 1 基本项 45 项和土壤 pH；

(2) 地块关注污染物：六价铬、总铬；根据涉铬行业类型，可能还有铜、锌、镍、硫酸盐、氯化物、氟化物、石油烃（C10~C40）、苯、甲苯、二甲苯、三氯三氯乙烯、三氯乙烷、四氯乙烯、四氯化碳、三氯苯酚、五氯苯酚、苯酚等特征污染物；根据地块污染特征、相关标准规范要求 and 地块利益相关方意见，增添关注污染物；铬盐地块特征污染物可参考附表 A-1 进行识别；制革地块特征污染物可参考附表 A-2 进行识别；电镀地块特征污染物可参考附表 A-3 进行识别；

(3) 经资料收集与分析确定的地块使用历史中可能存在的其他相关污染物。

7.1.6.2 地下水样品检测分析项目

(1) GB/T 14848-2017 表 1 常规指标中“感官性状及一般化学指标”、“毒理学指标” 35 项；

(2) 地块关注污染物：六价铬、总铬；根据涉铬行业类型，可能还有铜、锌、镍、硫酸盐、氯化物、氟化物、石油烃（C10~C40）、苯、甲苯、二甲苯、三氯乙烯、三氯乙烷、四氯乙烯、四氯化碳、三氯苯酚、五氯苯酚、苯酚等特征污染物；根据地块污染特征、相关标准规范要求 and 地块利益相关方意见，增添关注污染物；铬盐地块特征污染物可参考附表 A-1 进行识别；制革地块特征污染物可参考附表 A-2 进行识别；电镀地块特征污染物可参考附表 A-3 进行识别；

(3) 根据本地区地下水功能用途及周围工业企业的影响，酌情增加选测项目；

(4) 经资料收集与分析确定的地块使用历史中可能存在的其他相关污染物。

7.1.7 质量保证和质量控制

7.1.7.1 现场质量保证和质量控制措施

现场质量保证和质量控制措施可按照 HJ 25.1、HJ 25.2 和 HJ 1019 等要求执行。应包括：

(1) 防止样品污染的工作程序；

(2) 运输空白样分析；

(3) 现场平行样分析，采样过程中应选择样品总数不少于 10% 采集现场平行双样（从相同点位收集并单独封装和分析的样品）；

(4) 采样设备清洗空白样分析等。

7.1.7.2 实验室质量保证和质量控制措施

实验室质量保证和质量控制按照 HJ 164、HJ/T 166 等要求执行。

7.2 详细调查工作计划

7.2.1 详细调查采样方案制定

7.2.1.1 一般要求

在初步调查采样分析基础上制定详细调查采样分析工作计划，主要包括评估初步调查采样分析工作计划和结果、制定详细调查采样方案、制定样品分析方案等。

7.2.1.2 土壤详细调查采样方案

(1) 根据初步调查采样检测结果确定涉铬地块内的污染区域，针对污染区域应按不大于 400 m² 采样单元加密布设土壤采样点位，为了细化污染边界划分可根据需要进一步加密布点，比如按照 10 m×10 m 网格进行点位增设；其他区域按不大于 1600 m² 采样单元布设土壤采样点位；

(2) 按照 HJ 25.2 垂向间隔划分土壤分层采集样品；

(3) 可分批次实施详细调查采样工作，逐步细化地块污染分布；

(4) 根据涉铬地块地势地貌、河流水系相互关系等，在主导风向地块下游区域、临近地块地势低洼区域，以及雨水径流影响的下游区域等，按一定间隔布设土壤采样点位，采样点位数量以确定地块外围污染分布为准；

(5) 根据涉铬地块实际情况、调查需要和初步调查采样分析结果等，合理确定土壤详细调查采样点位数量和样品数量。

7.2.1.3 地下水详细调查采样方案

(1) 详细调查地块内地下水的采样点位数量每 6400 m² 不少于 1 个；

(2) 应在疑似污染严重的区域布点，同时考虑在地块内地下水径流的下游布点，用于划定污染边界范围；

(3) 地下水监测井与土壤采样点位原则上共点布设；

(4) 涉铬地块地下水下游方向扇形区域内，按一定间隔布设地下水监测井，监测井数量以确定污染羽范围和污染分布为准；

(5) 根据涉铬地块实际情况、调查需要和初步调查采样分析结果等，合理确定地下水详细调查监测井位置、类型和样品数量。

7.2.2 样品分析项目

土壤及地下水样品检测分析项目包括：初步调查阶段发现的超筛选值项目。

7.2.3 其他

详细调查采样分析工作计划中的其他内容可在初步调查采样分析计划基础上制定，并针对涉铬地块第二阶段土壤污染状况调查初步调查采样分析过程中发现的问题，对采样方案、样品分析方案以及工作内容和程序等进行相应调整。

7.3 地块水文地质勘察

(1) 通过第一阶段土壤污染状况调查已经获得地块或周边区域水文地质相关资料且根据专业经验判断满足调查工作需要的，可选择不开展地块水文地质勘察；

(2) 对于未收集到地块及周边水文地质资料或不满足调查工作需要，应按照 GB 50021 开展水文地质勘察，勘察报告作为调查工作成果附件；

(3) 水文地质勘察可与地下水监测井建井统筹考虑。基于资料收集或水文地质勘察工作，应明确涉铬地块：1) 包气带岩性、结构、厚度；2) 含水层的岩性组成、厚度、渗透系数和富水程度；3) 隔水层的岩性组成、厚度、渗透系数；4) 地下水类型、地下水补给、径流和排泄条件；5) 地下水水位、水力坡度等；可通过地块监测井开展抽水试验、注水试验、渗水试验、弥散试验等，获取渗透系数、弥

散系数等关键水文地质参数；

(4) 地块调查应对作业布点、地块边界、地块内的构建筑物以及地形地貌进行精确测绘，选用 2000 国家大地坐标系，获取坐标和高程信息，并绘制地块布点矢量图作为成果附件。

7.4 现场采样

7.4.1 调查点位确认

为确保调查现场作业安全，应采取适用方法确定涉铬地块内地下储罐、管线等具体位置和分布，可通过试钻方式对现场作业点位进行逐一确认，一般手工试钻 2-3m，确认点位下方无地下管线、管道等地下设施；必要时采用地球物理探测方法（如探地雷达、管线探测仪等）对地下储罐、管线等进行非破坏性探测，辅助确定地下储罐、管线等具体位置。

调查现场作业应经地块企业负责人或地块相关负责人签字确认后方可开展。

7.4.2 现场调查作业准备

(1) 调查前准备工作

地块调查进场前应与企业方或地块使用方提前进行充分沟通，完成相应的要求手续，确定现场作业时间，并对进场人员开展安全培训，制定事故应急预案；

(2) 采样工具准备

采样所需物品主要钻孔等工具、GPS 等器材、记录表等文具，以及工作服等安全防护用品，具体可参考 HJ/T 166、GB/T 36197 及 HJ 1019。

7.4.3 土壤样品采集

(1) 机械钻探应包括实心螺旋钻、中空螺旋钻、套管钻等；手工钻探采样设备应包括螺纹钻、管钻、管式采样器等；

(2) 采用非扰动动力采样设备采集下层土壤样品，所采集的土壤样品应具有代表性和完整性；

(3) 在进场前和采样过程中应对采样设备进行充分地清洗，避免交叉污染；

(4) 现场应对采集的土壤样品管进行剖管，观察并记录土层分布情况、土壤颜色和性状、含水状况等；

(5) 应按 0.5~2m 间隔，在不同土层及分层处、初见水位处、感官异常处、采样最深处等截取土壤样品置于密封袋内，使用 X 射线荧光光谱仪 (XRF) 对土壤重金属进行现场检测，使用光离子化检测仪 (PID) 对土壤 VOCs 进行现场检测；检测前必须对设备进行校准，校准记录作为调查工作成果附件；

(6) 土壤采样钻孔结束后应及时进行封孔；

(7) 样品应置于 4°C 以下的低温环境中运输、保存，避免样品流转过程样品中污染物损失，样品送至实验室后应尽快检测；不同环境介质六价铬样品的保存时间可参考附录 C；

(8) 钻孔过程中产生的污染土壤应统一收集和处理，对废弃的一次性手套、口罩等个人防护用品应按照一般固体废物处置要求进行收集处置；

(9) 土壤样品采集、现场检测、保存与流转应按照 HJ 25.1、HJ 25.2、HJ 1019、HJ/T 166 及检测方法等相关标准执行；

(10) 对现场土壤采样全过程关键环节进行拍照记录，填写土壤采样记录，作为调查工作成果附件。

7.4.4 地下水样品采集

(1) 地下水监测井建井

地下水监测井具体建井技术要求按照 HJ 164 执行。

(2) 地下水采样

地下水监测井洗井应满足 HJ 25.2、HJ 1019 的相关要求。地下水样品的采集、保存与流转应按照 HJ 25.1、HJ 25.2、HJ 1019、HJ/T 164 及检测方法等相关标准执行。

7.5 数据评估与结果分析

7.5.1 实验室检测分析

分析实验室应具备相应检测资质，采用相应评价标准中明确的检测方法，且方法检出限、报告限必须满足评价标准要求；暂无评价标准的检测分析项目，应采用检测实验室资质认定范围内的国家标准、区域标准、行业标准及国际标准方法；提供有效检测报告，作为调查工作成果附件。

7.5.2 初步调查采样分析数据评估与结果分析

整理涉铬地块土壤污染状况初步调查信息，评估检测数据质量，分析数据的合理性、有效性和充分性；根据土壤和地下水检测结果进行数理统计分析，参照我国相关环境质量标准或筛选值标准对其进行评价，明确地块关注污染物种类、浓度水平和空间分布；根据数据评估与分析结果判定地块土壤与地下水是否有污染且与地块企业是否有关联。

7.5.3 详细调查采样分析数据评估与结果分析

整理涉铬地块土壤污染状况调查信息，评估检测数据质量，分析数据的合理性、有效性和充分性，判断是否需开展补充采样分析；统计分析土壤和地下水检测结果，明确地块污染分布（以二维、三维或其他形式展现），分析污染程度、影响范围、影响程度。

8 第三阶段环境污染状况调查

8.1 主要工作内容

8.1.1 调查涉铬地块特征参数

地块特征参数的调查宜与详细调查采样工作同步开展，也可在第三阶段调查进行补充。需调查的地块特征参数包括但不限于以下内容：

(1) 土壤理化性质数据：不同代表位置和土层或选定土层土壤 pH、粒径分布、密度、孔隙度、有机质含量、渗透系数、阳离子交换量、容重等；

(2) 气候、水文、地质特征信息：地表年均风速、地层分布及岩性、地质构造、地下水类型、含水层系统结构、地下水分布条件、地下水流场、地下水动态变化特征、地下水补径排条件、水力传导系数等；

(3) 土壤和地下水污染特征：六价铬污染浓度数据及空间分布信息，其他污染物种类、污染源、浓度水平及空间分布、迁移途径等；

(4) 受体与周边环境情况：结合涉铬地块现状及用地规划以及地下水使用功能，分析污染土壤和地下水与受体相对位置关系、受体的关键暴露途径等；

(5) 地下水运移模拟所需的参数：边界条件、渗透系数、水力坡度、弥散系数、入渗系数、有效孔隙率、污染物水土分配系数等。

8.1.2 调查受体暴露参数

受体暴露参数包括涉铬地块及周边地块土地利用方式、人群及建筑物等相关信息。

8.2 调查方法

涉铬地块特征参数和受体暴露参数的调查可采用资料查询、现场实测和实验室分析测试等方法。地块特征参数可通过第一、第二阶段现场调查工作获取，暴露参数调查可参考 HJ 968、HJ 877。

8.3 调查结果

第三阶段调查结果可供涉铬地块的健康风险评估、水环境风险管控及修复治理使用。

9 报告编制

9.1 报告内容和格式

对调查过程和结果进行描述、分析、总结和评价，形成土壤污染状况调查报告。内容主要包括地块土壤污染状况调查的概述、企业及地块的描述、资料分析、现场踏勘、人员访谈、初步调查采样分析、详细调查采样分析、调查结果和分析、调查结论与建议、附件等。报告内容可参照附录 D。

9.2 结论和建议

调查结论应明确地块内及周围区域有无可能的污染源，若有污染源，应说明污染物的种类、大致的含量范围和空间分布。

应提出结束调查工作或需要开展进一步工作的建议。

9.3 不确定性分析

报告应列出调查过程中遇到的限制条件和欠缺的信息及对调查工作和结果的影响。

附录 A

(资料性)

涉铬行业生产工艺及产污环节分析

A.1 铬盐有钙焙烧生产工艺及产污环节

(1) 铬酸钠碱性液工段

1) 配料工序：将原辅料铬铁矿、纯碱、白云石、菱镁石、返回的铬渣等按照一定的比例进行破碎、计量和混合配料；无组织排放各类含铬粉尘；

2) 煅烧工序：采用回转窑进行高温焙烧，将铬铁矿中的三价铬氧化成六价铬，生成水溶性的铬酸钠；产生煅烧废气和含铬窑灰；

3) 浸出工序：将焙烧后的熟料进行冷却和破碎，后经逆流浸取，将六价铬溶出，得到铬酸钠碱性液产品；水不溶物即为铬渣，经过多级洗涤后得到排放的铬渣。

(2) 重铬酸钠生产工段

1) 中和除铝工序：铬酸钠碱性液 pH 值一般 >12 ，首先来自铬酐工序的硫酸氢钠溶液中和至中性，将碱性液中混入的 NaAlO_2 中和生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，俗称含铬铝泥；

2) 酸化工序：将滤液和铝泥洗水合并（称为中性液）打至酸化釜，用硫酸酸化，使铬酸钠生成重铬酸钠；第一次酸化过滤后会产生铬酸铬废渣，二次酸化后同时得到 Na_2SO_4 副产物，俗称含铬芒硝；

3) 蒸发结晶工序：酸化液进入列文蒸发器进行一次酸蒸分离，边蒸发边除硝。蒸发完成液进入二次蒸发器继续蒸发，蒸至 70°C 左右，澄清除去微量硫酸钠返回列文蒸发器，一部分澄清液与返回的结晶母液一起经真空冷却结晶、离心分离后得到红矾钠（重铬酸钠）产品。

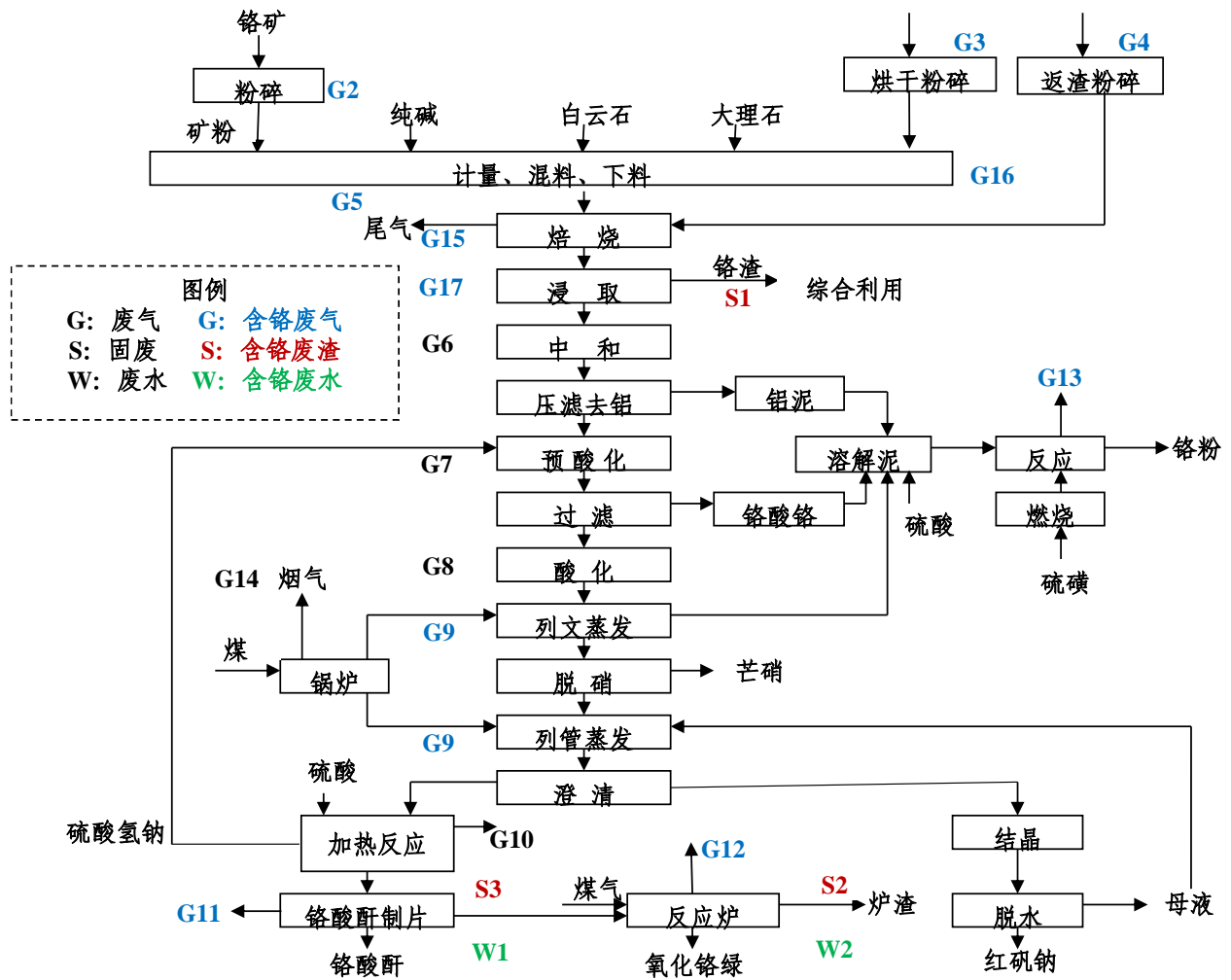
(3) 铬酸酐和氧化铬绿工段

1) 铬绿生产：红矾钠蒸发母液分两部分，一部分加氯化铵经焙烧、漂洗、烘干生产铬绿，漂洗后含铬氢氧化钠溶液收集处理；工艺过程中产生炉渣、废气和含铬废液；

2) 铬酸酐生产：另一部分母液经酸化后，分离出含铬硫酸氢钠，再进行生产铬酸酐，再经高温分解可得到氧化铬。工艺过程中产生含铬废液；

A.2 铬盐少钙、无钙焙烧生产工艺

铬盐有钙焙烧生产工艺向少钙、无钙化发展，其后端工序基本一致，主要区别在于配料煅烧工序有所区别。少钙工艺即是减少白云石、石灰石等钙基填料的使用量，加大铬渣返烧的使用量；无钙工艺完全不添加钙基填料，通过返渣稀释、增大回转窑直径和窑长等工艺调整方式，解决因配料取消白云石导致回转窑结圈问题。少钙、无钙工艺同时减少了铬渣的排放量，且少钙、无钙铬渣中减少了钙镁等形成的胶凝活性物质，改善了熟料水浸时的水溶性，减少了铬渣中酸溶性六价铬的含量。



附图 A.1 有钙焙烧工艺及产污节点图

附表 A.1 有钙焙烧工艺主要工序及其特征污染物

序号	主要工序	特征污染物
1	配料	总铬、六价铬
2	煅烧	总铬、六价铬、苯并[a]芘、砷、汞
3	浸出	总铬、六价铬
4	中和除铝	总铬、六价铬、铝
5	酸化	总铬、六价铬、硫酸盐
6	蒸发结晶	总铬、六价铬、硫酸盐
7	铬绿生产	总铬、六价铬、苯并[a]芘、砷、汞
8	铬酸酐生产	总铬、六价铬
9	废水处理	总铬、六价铬、硫酸盐
10	铬渣堆场	总铬、六价铬
11	机修	石油烃 (C ₁₀ ~C ₄₀)

A.2 制革生产工艺及产污环节分析

制革生产流程可被划分为三大工段，即准备工段、鞣制工段和整饰工段。

(1) 准备工段从生皮浸水工序开始，至软化工序结束，将规格、产区相同的生皮按产品要求组成生产批，经一系列化学处理，清除生皮中不需要的物质，使生皮纤维结构适度松散，尽可能除去真皮中各种非胶原组分而不损伤胶原，为鞣制创造必要的条件。

1) 浸水

使原皮回覆适当的含水量与膨胀，并保持其新鲜度，在此过程中必须添加浸水助剂，如乳化脱脂剂、回湿杀菌剂、片碱或酵素浸水剂等。

2) 浸灰脱毛

添加硫化钠与浸灰助剂，再添加少许的硫化钠和石灰，以摧毁毛发，之后添加硫化钠、石灰和乳化脱脂剂（分 2-3 次添加），使石灰均匀的渗透和皮身适度的膨胀，以打开皮之胶原纤维。

3) 软化

添加蛋白酶制剂等助剂，除去生皮上胶原纤维间的纤维间质，使胶原纤维适度分离的过程。

(2) 鞣制工段主要包括浸酸工序、铬鞣工序和蓝湿革的挤水、削匀等机械操作。

1) 浸酸

将软化后的裸皮浸在硫酸和食盐混合溶液，可使皮纤维开展，鞣料易于透入，产生含盐与酸的废水。

2) 铬鞣

通常加入浸灰裸皮质量 6%~8% 的铬鞣剂 (Cr_2O_3 1.5%~2%)，但是只有 60%~70% 的铬鞣剂被皮革吸收，剩余部分都进入废水中，最终产生铬含量 700~2000 mg/L 的铬鞣废液（废液体积为 2.5~3.5 吨/吨皮）、铬含量 30~100 mg/L 的染整废水（废液体积为 20~25 吨/吨皮）

(3) 整饰工段

1) 铬复鞣

铬鞣轻革常在削匀后复鞣，不仅起到填充作用，还能改变革的表面电荷，有利于染料均匀着色和加脂剂的均匀渗透。该工段产生含铬废水。

2) 中和

除去湿革中的游离酸，减弱革面过强的阳电荷，防止复鞣、染色、乳液加油所用的阴离子材料在革面结合太快造成不均匀渗透。常用的中和剂有碳酸氢钠、碳酸氢铵、醋酸钠等。

3) 染色

配好染料，用高温水将染料溶解，搅匀，调好鼓内浴温及水量，转动转鼓，从轴孔加入染液，转够时间继续后工序或固定。该工段产生含染料、铬的有机废水。

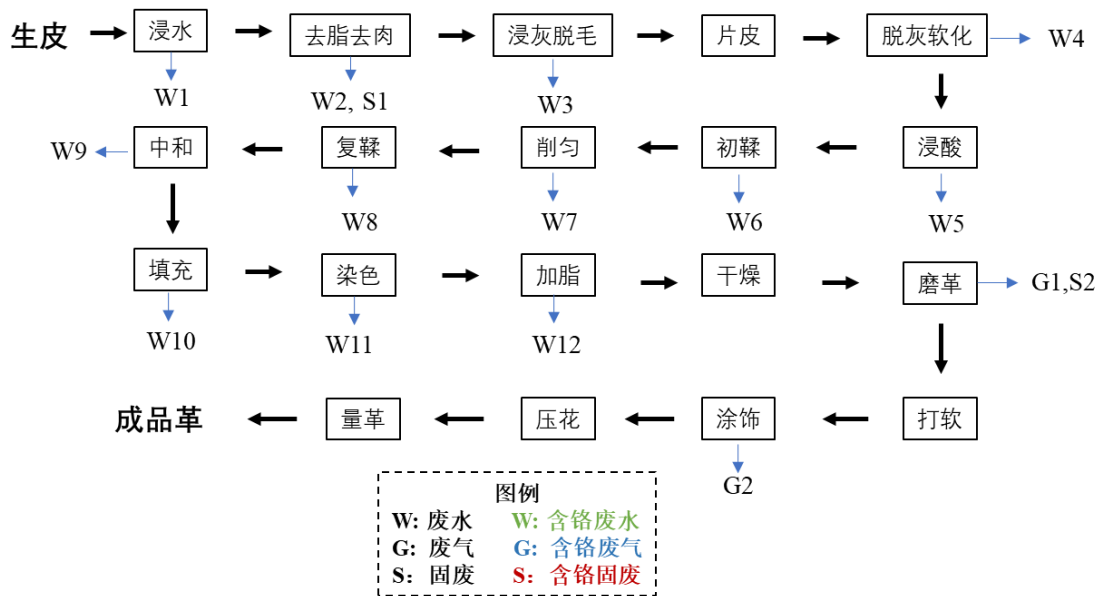
4) 加脂

用油脂或加脂剂在一定的工艺条件下处理皮革，使皮革吸收一定量的油脂而赋予革一定的物理、机械性能和使用性能的过程。

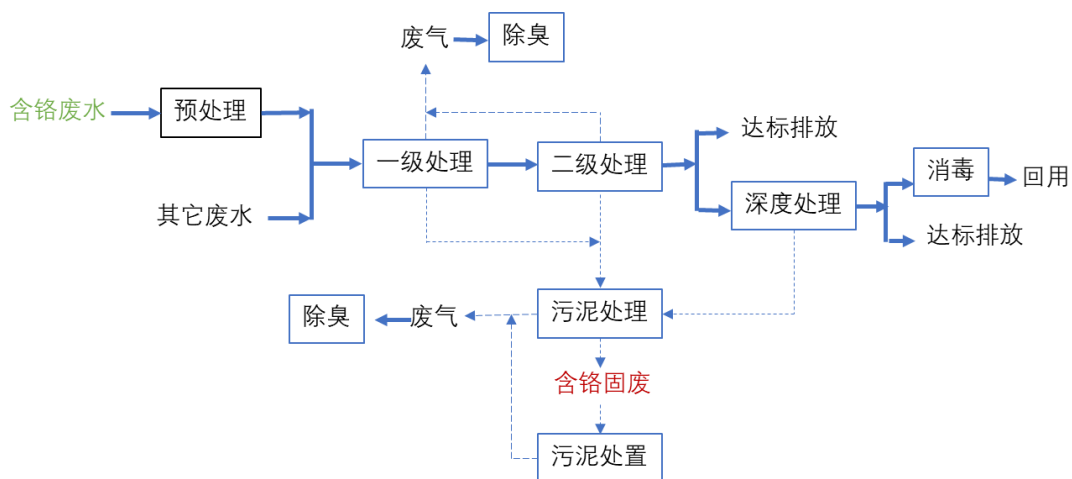
5) 涂饰

将多种化工材料配制的浆料均匀地涂布、覆盖在皮革粒面，以修饰、美化皮革表面。

整饰工段分为湿态染整和干整饰两部分，湿态染整通常包括铬复鞣、中和、复鞣填充、染色和加脂等工序。上述工序中，皮革内结合不牢的铬会逐步释放到废水中，使染整过程每个工序的废水都含有铬。



附图 A. 2 制革铬鞣工艺及产污节点图



附图 A. 3 制革废水处理工艺流程图

附表 A. 2 制革铬鞣工艺主要工序及其特征污染物

序号	主要工序	特征污染物
1	浸水	甲醛、氟化物、三氯苯酚、五氯苯酚等
2	浸灰脱毛	乙醇胺、二甲胺
3	软化	pH
4	浸酸	pH
5	铬鞣	pH、总铬、六价铬、苯酚
6	铬复鞣	总铬、六价铬、苯酚
7	中和	pH
8	染色	甲醛、苯胺
9	加脂	四氯乙烯、三氯甲烷、二乙醇胺
10	涂饰	苯、甲苯、二甲苯、丙酮、乙酸乙酯等
11	污水处理	总铬、六价铬
12	机修	石油烃 (C ₁₀ ~C ₄₀)

A.3 电镀生产工艺及产污环节分析

不同电镀工艺及工序流程存在差异，大体上包含镀前处理、电镀和镀后处理三部分。。电镀和后处理环节涉及与络合作用有关的氰化物、电镀所用重金属溶液等高毒物质。电镀场地的特征污：

(1) 前处理工段

- 1) 抛光工序：通常使用磨光、抛光、喷砂等方法对工件进行抛光，会产生粉尘；
- 2) 除油工序：通常使用有机溶剂、强碱、表面活性剂等进行除油，会产生含有有机溶剂、强碱等含油废水以及碱性废水；
- 3) 侵蚀工序：通常使用强酸溶液对工件进行除锈和活化，会产生含有重金属离子的强酸废水。

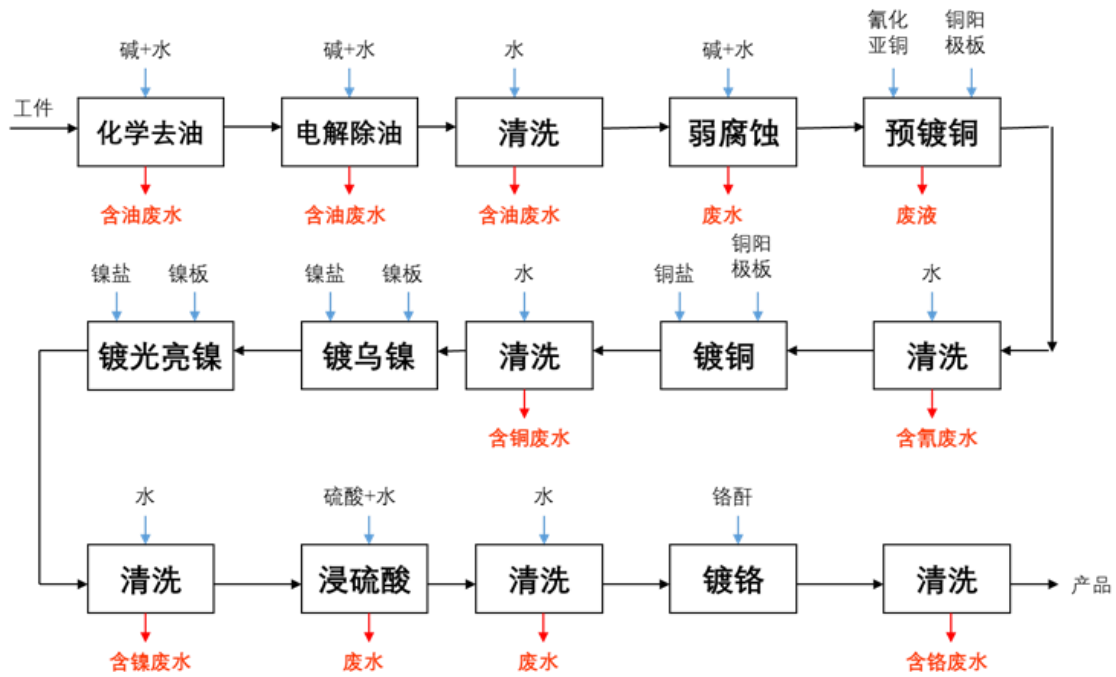
(2) 电镀工段

根据镀种金属的不同，一般分为镀锌、镀铜、镀镍、镀铬和其它镀种，其中镀锌约占到市场规模的一半，镀铜、镀镍、镀铬约占三分之一，其他还有镀铅、锡、金占比较小。

- 1) 镀锌：镀锌多用于钢铁件的耐蚀和装饰，包括小零件的挂镀、滚镀，线材、带材的自动镀和连续镀。常用的镀锌工艺包括锌酸盐镀锌、氯化物镀锌、硫酸盐镀锌、氰化物镀锌等
- 2) 镀铜：镀铜主要作为镀镍、镀银和镀金的预镀层，改善基体与镀层之间的结合性能。镀铜在电子、塑料、装饰等领域也有广泛的应用。常用的镀铜工艺包括氰化物镀铜、硫酸盐镀铜、焦磷酸盐镀铜以及代氰镀铜等。
- 3) 镀镍：镀镍主要用作防护装饰，广泛用于汽车、自行车、钟表、医疗器械、仪器仪表和日用五金等方面。常用的镀镍工艺包括普通镀镍、光亮镀镍、双层镀镍、多层镀镍等。
- 4) 镀铬：镀铬层拥有良好的化学稳定性，长久不变色，保持良好的反射能力，广泛用于各类零部件的防护和装饰。常用的镀铬工艺包括装饰性镀铬、镀硬铬、镀松孔铬、镀黑铬、镀乳白铬、特殊防护性镀铬等。

(3) 后处理工段

镀后处理主要是为了提高镀层的耐腐蚀性能或者保持镀层原有的特性，其中主要的镀后处理包括除氢处理、钝化处理、出光处理和退镀处理。



附图 A. 4 电镀工艺及产污节点图

附表 A. 3 电镀工艺主要工序及其特征污染物

序号	主要工序	特征污染物
1	镀前处理	石油烃 (C ₁₀ ~C ₄₀)、苯、甲苯、三氯三氯乙烯、三氯乙烷、四氯乙烯、四氯化碳、pH
2	镀铜	铜、氰化物、硫酸盐、氯化物
3	镀镍	镍、磷酸盐、硫酸盐、氯化物、氟化物
4	镀锌	锌、硫酸盐、氰化物、氯化物
5	镀铬	总铬、六价铬、硫酸盐、氟化物
6	镀后处理	总铬、六价铬、硫酸盐、氯化物
7	废水处理	总铬、六价铬、铜、锌、镍、硫酸盐、氯化物、石油烃 (C ₁₀ ~C ₄₀)、苯、甲苯、三氯三氯乙烯、三氯乙烷、四氯乙烯、四氯化碳
8	废物堆存	总铬、六价铬、铜、锌、镍

附 录 B
(资料性)
人员访谈记录表

地块名称			
访谈人员		访谈日期	
受访人员	受访人员类型： <input type="checkbox"/> 土地使用者/ <input type="checkbox"/> 企业管理人员/ <input type="checkbox"/> 企业员工/ <input type="checkbox"/> 政府管理人员/ <input type="checkbox"/> 生态环境主管部门管理人员/ <input type="checkbox"/> 调查地块周边企业工作人员或居民		
	姓名：	单位：	
	电话：	居住或工作时间：自__年__月至__年__月	
访谈主要内容	<p>(1) 建厂前土地利用情况和历史沿革；</p> <p>(2) 原有企业生产工艺及变化情况；</p> <p>(3) 历史及现阶段生产过程原辅材料、有毒有害物质使用及贮存情况；</p> <p>(4) 车间、仓库、物料堆场防风、防雨、防渗等情况；</p> <p>(5) 地下罐槽、管线分布及防腐防渗等情况；</p> <p>(6) 历史铬渣、制革污泥、电镀污泥堆存及处理处置情况；</p> <p>(7) 厂区历史生产环境描述，含铬废水溢流等；</p> <p>(8) 原有企业污染治理设施和污染物排放情况；</p> <p>(9) 地块及周边邻近企业是否发生过化学品泄漏等环境污染事故；</p> <p>(10) 是否出现过关于企业污染问题的投诉；</p> <p>(11) 地块所在区域水文地质情况和功能区划情况；</p> <p>(12) 地块周边民井、泉眼等是否曾出现水体浑浊、颜色异常等情况；</p> <p>(13) 地块周边农田农作物类型、产量等信息；</p> <p>(14) 地块及周边是否开展过土壤、地下水环境监测；</p> <p>(15) 其他与地块污染调查相关的问题。</p>		

附 录 C

(资料性)

不同环境介质六价铬样品保存条件推荐

介质	容器材质	保存条件	可保存时间
土壤	聚乙烯或玻璃	0~4℃，密封保存	30d
固体废物	聚乙烯或玻璃	0~4℃，密封保存	30d
水样	聚乙烯或玻璃	NaOH, pH8~9	14d

附录 D

(资料性)

土壤污染状况调查报告编制大纲

下面给出建设用地土壤污染状况调查报告编制内容大纲的示例。

示例：

摘要

目录

1 项目概述

- 1.1 项目基本信息
- 1.2 项目背景
- 1.3 调查目的和原则
- 1.4 调查范围
- 1.5 调查工作依据
- 1.6 调查内容与方法

2 地块概况

- 2.1 地块地理位置
- 2.2 地块所在区域环境与社会概况
- 2.3 区域及地块地质及水文地质概况
- 2.4 地块所在区域土壤类型及功能区域
- 2.5 地块历史沿革及使用现状
- 2.6 相邻地块的现状和历史
- 2.7 地块周边环境及敏感目标
- 2.8 地块土地利用规划

3 第一阶段土壤污染状况调查

- 3.1 资料收集与分析
- 3.2 现场踏勘
- 3.3 人员访谈
- 3.4 地块污染识别
 - 3.4.1 地块企业基本情况（含平面布置）
 - 3.4.2 地块产品、主要原辅材料及燃料
 - 3.4.3 地块主要生产设备
 - 3.4.4 地块主要生产工艺及产污环节
 - 3.4.5 地块污染物排放及处置
 - 3.4.6 地块污水管网及地下储罐储池分布
 - 3.4.7 地块以往污染事故情况
 - 3.4.8 相邻地块污染影响分析
 - 3.4.9 地块主要污染源及污染物识别
- 3.5 第一阶段调查结论

4 第二阶段调查-初步调查采样分析

- 4.1 布点方案
- 4.2 样品采集、保存和流转
- 4.3 现场快速检测
- 4.4 样品分析检测方案
- 4.5 质量控制与落实情况
- 4.6 初步调查结果统计与分析
- 4.7 地块初步调查采样分析结论
- 5 第二阶段调查-详细调查采样分析
 - 5.1 布点方案
 - 5.2 样品采集、保存和流转
 - 5.3 现场快速检测
 - 5.4 样品分析检测方案
 - 5.5 质量控制与落实情况
 - 5.6 详细调查结果统计与分析
 - 5.7 地块详细调查采样分析结论
- 6 数据分析与评价
 - 6.1 地块地质与水文地质条件
 - 6.2 地块区域背景对照点调查结果
 - 6.3 土壤数据分析与评价
 - 6.4 地下水数据分析与评价
 - 6.5 不确定性分析
 - 6.6 小结
- 7 结论与建议
 - 7.1 结论
 - 7.2 建议

图件

报告应包括以下图件：

- a)地理位置图、调查范围图；
- b)各历史时期的地形图或卫星图；
- c)地层剖面图；
- d)地下水流向图、地下水功能区划图；
- e)周边污染源示意图；
- f)地块规划图；
- g)企业平面布置图；
- h)生产工艺流程与产排污环节图；
- i)地下储罐储池分布图；
- j)雨水、污水管网图；
- k)人员访谈和现场踏勘照片；
- l)采样布点图；

- m) 钻孔柱状图；
- n) 所有采样点位岩芯照片；
- o) 地下水监测井结构示意图；
- p) 地下水成井照片；
- q) 现场采样代表性工作照片（包括现场布点，土壤钻孔，土壤样品取样、收集，地下水建井、洗井，地下水样品取样、收集，现场采样记录、现场检测、样品保存、样品流转等各工作各环节）；
- r) 土壤超标点位分布图；
- s) 地下水超标点位分布图。

附件

报告应包括以下附件：

- a) 项目委托书；
- b) 人员访谈记录；
- c) 现场踏勘记录；
- d) 采样工作量清单，应包括采样点位置、钻孔深度和坐标、采样深度、检测指标、样品数量；
- e) 各采样点位现场采样工作照片和岩芯箱照片；
- f) 土壤钻孔柱状图；
- g) 土壤采样记录单；
- h) 成井记录单
- i) 地下水监测井结构剖面图；
- j) 地下水洗井记录单；
- k) 地下水采样记录单；
- l) 土壤、地下水采样样品流转记录单；
- m) 实验室资质能力证明材料；
- n) 监测报告（加盖CMA图章）；
- o) 质控报告（加盖CMA图章）；
- p) 专家评审意见；
- q) 专家意见修改说明。