

# 中关村众信土壤修复产业技术创新联盟 标准编制说明

标准名称：涉铬地块土壤污染状况调查技术导则

主要起草单位：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  
沈阳市鹏德环境科技有限公司

2023 年 1 月

编制说明的内容包括：

## 一、工作简况；

包括任务来源、协作单位、中关村众信土壤修复产业技术创新联盟团体标准（以下简称：土盟团体标准）主要起草人及其所做的工作等；

### 1、任务来源

铬是典型的变价金属元素，主要有+3价和+6价两种价态。+3价主要以 $\text{Cr}^{3+}$ 的阳离子形态存在，迁移性差，毒性较低；+6价主要以 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 或 $\text{CrO}_4^{2-}$ 的阴离子形态存在，具有较强的水溶性、氧化性和致癌性。六价铬化合物为吞入性毒物、吸入性极毒物，皮肤接触可能导致过敏，吸入可能致癌，可能造成遗传性基因缺陷。世界卫生组织国际癌症研究机构将铬（+6价）化合物列入一类致癌物清单，我国在重金属污染综合防治工作中明确铬是五种重点防控的重金属，在“土十条”中明确重点监测土壤中铬等污染物。

铬化工是涉铬污染的源头。据统计，我国自1958年起先后有63家铬化工生产企业，前期基本都是有钙焙烧工艺。该工艺技术流程长，产排污节点多，并产生大量危险废物铬渣。随着企业工艺技术的进步发展，以及国家产业政策和生态环境保护的要求，铬化工生产工艺逐步向少钙、无钙工艺发展，并逐步开发和实践液相氧化法等清洁生产工艺。因此，大批规模小、工艺落后、缺乏市场竞争力和污染控制手段的企业先后关闭、破产、转产，截至2019年底，先后关停50余家铬盐企业，目前在产为11家。关停的铬盐厂厂区是涉铬污染场地的一大来源。有钙焙烧工艺生产过程中1吨铬盐产品产生约3吨铬渣，由于没有经济有效的处置办法，这些铬渣往往以简单堆放方式处理。2005年，国家发展和改革委员会与原国家环境保护总局联合发布了《铬渣污染综合整治方案》（发改环资[2005]2113号），全国历史遗留铬渣410.38万吨，共涉及19个省、自治区、直辖市。随后国家进行历史遗留铬渣专项整治，截止2012年底，全国历史遗留铬渣清理和无害化处置工作全部完成。铬渣堆放场地是我国涉铬污染场地的另一大来源。

铬盐产品下游应用行业是涉铬污染的另一主要来源。其中，电镀行业消纳铬盐产品50%以上，制革行业消纳占25%左右，而且这两个行业都是“土十条”明确的重点监管行业。我国是制革生产中心，皮革产量已经连续多年居世界首位。制革生产过程会产生铬-有机复合污染，且早期的制革工艺使用六价铬还原的鞣制技术，污染较为严重。制革企业在90年代有上万家，随着产业政策和环境保护的要求，大量落后产能、小企业被关停。我国是电镀业大国，目前至少4万家国产电镀企业，整体电镀面积高达10亿平方米。但我国的电镀行业企业规模普遍偏小，产排污控制能力较弱，电镀生产过程通常有多金属复合污染的特点。随着我国工业的快速发展和“退二进三”、“退城进园”政策的落实，大量电镀小企业被搬迁、关停，大量遗留的电镀污染场地在全国各地出现。因此，铬盐产品下游用户企业地块也构成了我国涉铬污染地块一大来源。

涉铬污染场地的污染防治工作成为重金属铬污染防控的环境管理的迫切需求，铬化工、制革和电镀三大行业场地基本覆盖了我国涉铬污染场地。2012年，原环境保护部启动《铬渣污染场地风险防控和治理修复规划（2015-2020年）》，据初步统计我国铬盐停产企业和铬渣堆放场地共计有68块。此外，电镀、制革行业地块达上万块。涉铬污染地块土壤环境管理形式严峻，针对涉铬行业地块的污染特征，制定相应的土壤污染状况调查技术导则，是改善我国涉铬行业企业地块土壤环境质量的重要举措。

针对污染地块土壤污染状况调查，生态环境部颁布实施《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）等标准文件，为污染地块调查工作提供了规范的、基础的普适性指导，但是对于特定污染物、特定行业的污染地块调查缺乏针对性指导，对具体的行业特性存在识别判断不准等问题。铬是“土十条”明确的重点监测污染物，铬化工、电镀和制革都是“土十条”明确的重点监管行业。因此有必要在HJ 25.1等标准的基础上，针对涉铬地块的污染特征和涉铬行业特点，编制相应的土壤污染状况调查技术导则，增强涉铬地块土壤污染状况调查工作的科学性和规范性。

为了改善土壤环境质量，规范和促进涉铬地块土壤污染状况调查工作，2023年

1月中关村众信土壤修复产业技术创新联盟团体标准化委员会以团体标准的形式，下达了制定《涉铬地块土壤污染状况调查技术导则》团体标准的任务。

## 2、协作单位

《涉铬地块土壤污染状况调查技术导则》团体标准由中关村众信土壤修复产业技术创新联盟提出，由中国环境科学研究院牵头，联合四川大学、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和中国科学院过程工程研究所等单位负责起草。

## 3、主要起草人和任务分工

中国环境科学研究院：颜湘华、王兴润

四川大学：田永强

浙江大学：赵和平

广西壮族自治区环境保护科学研究院：吴昊、李杨、杨子杰、黎贤铭

中南大学：杨卫春

北京高能时代环境技术股份有限公司：苗竹、方华祥、倪鑫鑫

煜环环境科技有限公司：佟雪娇、陈盟

北京润鸣环境科技有限公司：张丽、周燕、于洋

中国科学院过程工程研究所：张红玲、何谦、徐红彬

安徽之元环境修复有限公司：

沈阳市鹏德环境科技有限公司：

## 二、工作主要过程；

在接到中关村众信土壤修复产业技术创新联盟下达的《涉铬地块土壤污染状况调查技术导则》团体标准编制计划后，由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和中国科学院过程工程研究所等单位抽调专业技术人员组成了《涉铬地块土壤污染状况调查技术导则》标准起草组，开展本标准制定的各项工作，并先后召开了多次工作组会议，就标准原则、适用范围、任务分工、标准内容等技术内容进行了充分研讨。

2022年11月20日，向标委会提交了本项目联络人信息（姓名、电话/手机、邮箱）。

2022年11月30日，标准起草小组查阅了我国及国外的有关标准和相关的文献，参编单位对各自过完的成果业绩进行总结，展开调查研究和咨询，提出了技术内容和要求。

2023年1月6日，标准起草组提交了本标准的立项申请材料。

2023年1月12日，标委会开展了标准的立项审核。

2023年2月20日，标委会开展了标准的征求意见审核。

三、确定土盟团体标准主要技术内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、实验方法、检验规则等）的论据（包括试验、统计数据）；

### 1、技术指标的确定依据

我国现行的土壤污染状况调查工作管理主要执行生态环境部颁布实施的相关标准文件，梳理汇总具体见表1所示。《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）是污染地块土壤污染状况调查工作的纲领性技术文件，规范了土壤污染状况调查的程序、内容和方法。土壤污染状况调查工作分为三个阶段。其中，第一阶段土壤污染状况调查是以资料收集、现场踏勘和人员访谈为主的污染识别阶段；第二阶段土壤污染状况调查是以采样与分析为主的污染证实阶段；第三阶段土壤污染状况调查以补充采样和测试为主，获得满足风险评估及土壤和地下水修复所需的参数。生态环境部后续发布的土壤污染状况调查相关的标准文

件进一步细化了调查过程的一些具体技术指标，并对污染区域识别、布点采样和质量控制等方面做出了更具体的规范要求。

本标准是对现行土壤污染状况调查标准要求的进一步细化和补充，接续了现行相关标准的技术要求，因此主要技术指标应与现行相关标准相配套。

表 1 我国现行土壤污染状况调查主要标准

| 标准规范                               | 主要内容                                                                      |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）   | 规范指导了污染地块土壤污染状况调查的工作程序、内容和方法，适用于全国不同类型污染地块的土壤污染状况调查工作                     |
| 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（2014年）   | 在 HJ 25.1 的基础上扩充细化了地块污染调查的工作内容和具体要求，进一步指导了全国的污染地块调查工作                     |
| 《建设用地土壤环境调查评估技术规范》（环保部公告2017年第72号） | 规范了建设用地土壤环境调查评估工作程序和技术要求，细化了初步调查和详细调查布点密度等具体技术指标                          |
| 重点行业企业用地调查系列技术文件                   | 针对重点行业企业用地调查工作的系列技术文件，在资料收集、污染识别、布点采样和质量控制等方面做出了更细致，更有针对性的规定，对污染地块调查有参考作用 |

## 2、主要技术内容

### 2.1 标准适用范围

本标准适用于铬盐、电镀、制革等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。

### 2.2 工作程序

涉铬地块土壤污染状况调查工作分为三个阶段，第一阶段污染识别，第二阶段初步采样分析、详细采样分析，第三阶段环境参数调查，基本与《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）保持一致。不同之处在于第一阶段调查工作至第二阶段调查工作的过渡衔接方面。HJ 25.1是针对全国各类地块的调查指导，如果地块不存在污染，经过第一阶段调查确认地块内及周围区域当前

和历史上均无可能的污染源，则认为地块的环境状况可以接受，调查活动可以结束。而本标准调查对象基本是重点监管行业的疑似污染地块，历史污染源确定，第一阶段资料收集后污染识别后通常要实际采样进行污染实证。因此本标准第一阶段调查工作与第二阶段调查工作之间没有设置判断条件，保守原则出发，本标准要求从严调查，相应地块应通过实地采样分析证实是否存在污染。

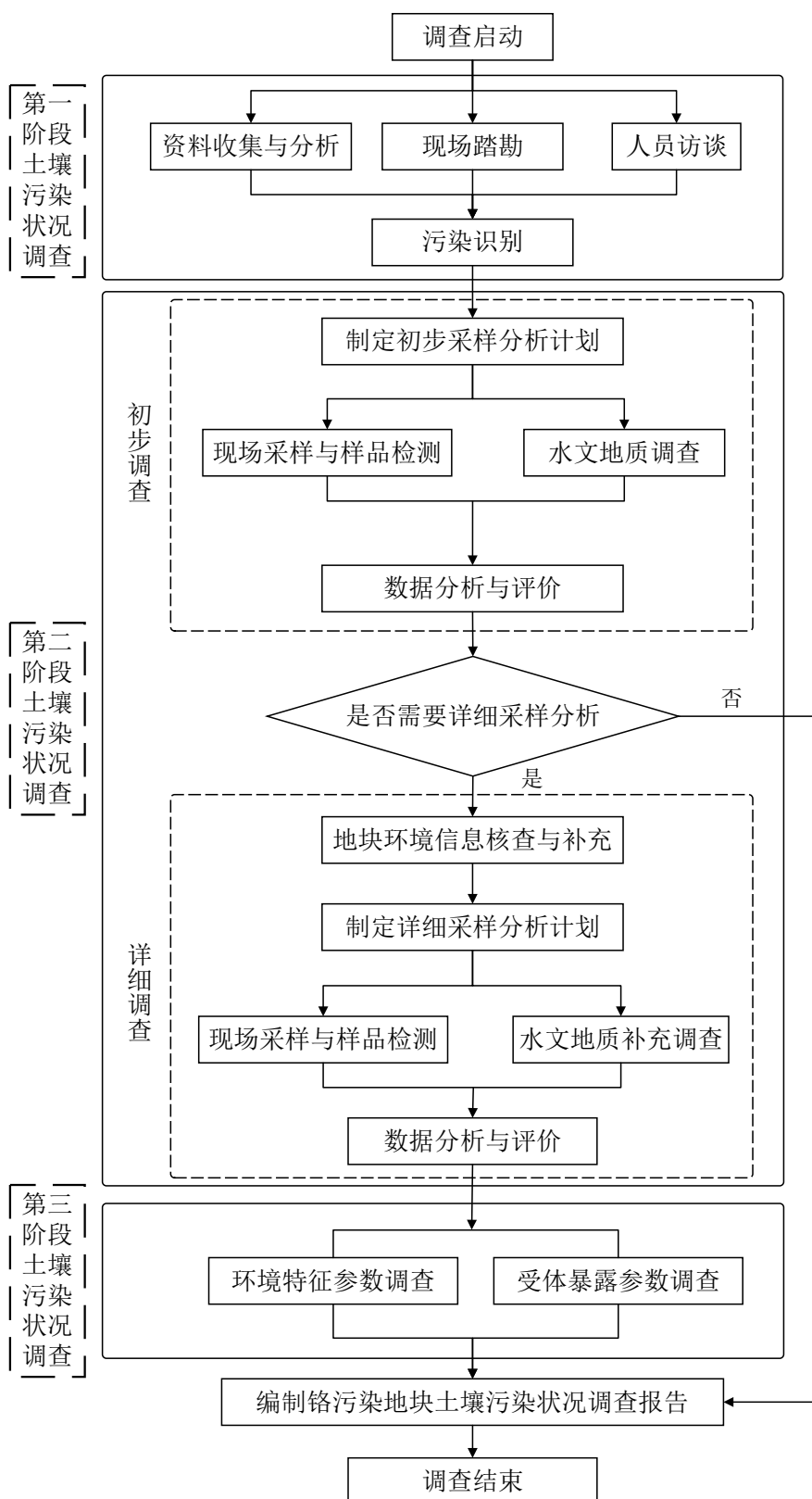


图 2-1 工作程序图

## 2.3 第一阶段调查

第一阶段土壤污染状况调查是以资料收集、现场踏勘和人员访谈为主。

### （1）资料收集

涉铬三大行业地块除了存在金属铬污染的共性之外，也有各自的行业特点。铬盐地块土壤通常存在较为严重的六价铬污染，且其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，而电镀行业地块土壤通常呈现多金属复合污染特征。涉铬地块资料收集应注意相应行业特点，铬盐行业地块受工艺、生产布局、铬渣堆场影响较大，制革行业地块受制革生产工艺变迁、皮革化学品的使用以及制革污泥堆放影响较大，电镀行业地块受电镀工艺、镀种和工艺布局影响较大。

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、地下及半地下设置位置图、污水和雨水管线图、地下管路图、污水处理站位置及外排水管道路线图等。

### （2）现场踏勘

现场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。

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，对涉铬企业生产环节、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。

涉铬地块现场踏勘过程，推荐使用便携式X射线荧光光谱仪（XRF）、离子化气体检测器（PID）等便携式检测设备现场快速测定裸露土壤，初步判断涉铬地块土壤污染状况。

### （3）人员访谈

针对涉铬地块人员访谈可能涉及的关键内容，推荐访谈内容和问题见表2。

表2 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：<br><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 | (1) 建厂前土地利用情况和历史沿革；<br>(2) 原有企业生产工艺及变化情况；<br>(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；<br>(4) 车间、仓库、物料堆场防风、防雨、防渗等情况；<br>(5) 地下罐槽、管线分布及防腐防渗等情况；<br>(6) 历史铬渣、制革污泥、电镀污泥堆存及处理处置情况；<br>(7) 厂区历史生产环境描述，含铬废水溢流等；<br>(8) 原有企业污染治理设施和污染物排放情况；<br>(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；<br>(10) 是否出现过关于企业污染问题的投诉；<br>(11) 地块所在区域水文地质情况和功能区划情况；<br>(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；<br>(13) 地块周边农田农作物类型、产量等信息；<br>(14) 地块及周边是否开展过土壤、地下水环境监测；<br>(15) 其他与地块污染调查相关的问题。 |                            |  |

## 2.4 第二阶段调查

### (1) 初步调查布点

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。

每个重点关注区至少布设1个采样点位；按照地块面积布设初步调查采样点位，单个采样单元面积不应超过1600 m<sup>2</sup>，并可根据实际情况酌情增加；

采样最大深度应现场情况和专业经验判定，可通过XRF现场速测数据辅助判断终孔，一般可在重点关注区域布设钻孔最深至潜水层底板。

由于涉铬地块通常有较为严重的地下水污染，初步调查应建设地下水监测井；地块内容监测井的布设数量应不少于3个；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；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。

## （2）初步调查样品分析项目

土壤样品实验室检测项目包括：1)GB36600-2018表1基本项45项和土壤pH；2)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、总石油烃（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；根据涉铬行业生产工艺和已调查地块结果识别分析，相应行业特征污染物可参考本标准的附录进行识别。

土壤六价铬前处理参照HJ 1082采用碱溶液提取，如土壤中混有铬渣，或因土壤质地残渣态六价铬含量高，则标准化的碱溶液提取程序难以全部提取出土壤中的六价铬，可延长提取时间至6h，并重复提取2~3次，使土壤中六价铬尽量溶出。

地下水样品实验室检测项目包括：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”，除“微生物指标”及“放射性指标”之外35项；2)地块关注污染物，可参照土壤相应指标。

## （3）详细调查布点

初步采样检测结果确定的涉铬地块内污染区域较明确时，针对污染区域按400 m<sup>2</sup>采样单元加密布设土壤采样点位，其他区域每1600 m<sup>2</sup>采样单元布设土壤采样点位，用于划定污染边界范围；根据涉铬地块地势地貌、河流水系相互关系等，在地势低洼处，地表径流路径等影响区域，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；

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 m<sup>2</sup>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 m<sup>2</sup>采样单元布设土壤采样点位；按照HJ 25.2垂向间隔划分土壤分层采集样品；详细调查地块内地下水的采样点位数量每6400 m<sup>2</sup>不少于1个；在地块地势下游低洼及地下水流向下游区域合理布点，确定地块外围土壤和地下水污染分布。

#### （4）详细调查样品分析项目

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。

#### （5）地块水文地质勘察

应按照GB 50021开展水文地质勘察。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。

#### （6）现场采样

现场钻孔前应先核实地下储罐、管线位置，确保作业点安全再钻孔。

现场作业要做好准备工作和健康安全防护。

土壤分层采集样品，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，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；

地下水监测井建设要求按照HJ 164执行，成井洗井应满足HJ 25.2和HJ

1019相关要求。

#### （7）数据评估与结果分析

实验室分析应主要参照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600）和《地下水质量标准》（GB/T 14848）推荐的监测方法。针对样品检测结果，应评估检测数据质量，分析数据的合理性、有效性和充分性，并进行数理统计分析。初步调查应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、超标情况，溯源分析污染与地块企业是否有关联。详细调查应分析污染程度、影响范围、影响程度，通过二维、三位或其他形式展现地块污染分布，分析地块调查数据的充分性，判断是否需要开展补充采样。

### 2.5 第三阶段调查

地块特征参数的调查宜与详细采样工作同步开展，主要关注的地块特征参数包括（1）土壤理化性质数据；（2）气候、水文、地质特征信息；（3）土壤和地下水污染特征；（4）受体与周边环境情况；（5）地下水运移模拟所需的参数。

### 2.6 报告编制

调查工作完成后应形成土壤污染状况调查报告。

报告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。报告应开展不确定性分析，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。

四、主要试验（验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益；

#### 1、主要试验（验证）的分析

##### 1.1 铬盐行业地块污染特征

不完全统计，我国共有68块铬渣堆场和铬盐厂关停地块，分布在全国19个省市自治区，其中河南、内蒙古、甘肃和青海四省最多，合计29个约占全国数量的43%。对我国不同地域、不同成土母质，并考虑生产历史和规模等因素，调研了河南义马振兴化工厂、原河北铬盐厂、甘肃民乐铬盐厂、山东济南裕兴化工厂等11个已开展污染调查的铬盐行业地块进行总结分析。

表 4-1 调研国内铬盐行业地块概况

| 省份 | 数量 | 地域 | 成土母质          | 调研地块          |
|----|----|----|---------------|---------------|
| 河南 | 11 | 中部 | 浅色相结晶岩风化物     | 河南义马、五里堡、河南林县 |
| 河北 | 3  |    | 洪积物           | 河北铬盐          |
| 甘肃 | 7  | 西北 | 石灰岩风化物+洪积物    | 张掖民乐、酒泉同福     |
| 重庆 | 3  | 西南 | 冲积-洪积物        | 重庆民丰          |
| 山东 | 3  | 东部 | 结晶岩风化物+砂页岩风化物 | 济南裕兴、青岛红星     |
| 辽宁 | 2  | 东北 | 石灰性冲积物+滨海沉积物  | 沈阳沈北          |
| 天津 | 1  | 华北 | 中性冲积物         | 天津北辰          |

(1) 调研地块土壤六价铬污染整体呈现程度重、范围广、埋藏深的污染特征。由于六价铬的水溶性和易迁移性，大部分铬渣堆场和铬盐厂地块土壤污染深度都达到了地下水水位，已调研地块河南义马和河北铬盐厂土壤污染深达40米以上。另一方面，由于铬盐企业生产历史久，早期污染防治措施不到位，对地块土壤造成严重污染，而且部分地块表层土壤中可能混有高浓度含铬废物等，铬化工场地土壤六价铬污染程度重，已调研地块中土壤六价铬最大污染浓度达20500mg/kg。

表 4-2 调研铬盐行业地块土壤污染情况

| 地块   | 样品数量 | 最大深度/(m) | Cr(VI)最大值/(mg/kg) | 分位值  |        |         | 超标率    |
|------|------|----------|-------------------|------|--------|---------|--------|
|      |      |          |                   | 5%   | 50%    | 95%     |        |
| 张掖民乐 | 269  | 12       | 17142             | 596  | 636    | 727     | >95%   |
| 天津北辰 | 1981 | 18.5     | 20500             | ND   | 5.7    | 4150    | 50%    |
| 酒泉同福 | 492  | 15       | 11900             | ND   | 61.19  | 2807.79 | -      |
| 河南义马 | 259  | 40       | 1590              | ND   | 83.8   | 654.7   | 76.45% |
| 济南裕兴 | 3894 | 17.5     | 19900             | -    | -      | -       | 38.47% |
| 青岛红星 | 235  | 11.5     | 6010              | -    | -      | -       | 80.43% |
| 沈阳沈北 | 1480 | 14       | 4750              | -    | -      | -       | 16.15% |
| 五里堡  | 318  | 37       | 771               | -    | -      | -       | 51%    |
| 河南林县 | 267  | 14       | 181               | -    | -      | -       | 27.70% |
| 重庆民丰 | 2171 | 27.2     | 11400             | -    | -      | -       | 76.28% |
| 河北铬盐 | 1843 | 42       | 18000             | 4.23 | 617.89 | 3610.44 | 60.30% |

(2) 铬盐行业地块土壤污染水平分布与企业生产布局紧密相关。从铬盐厂关停地块来看，铬盐生产后工段直接参与六价铬生产的浸取车间、酸化结晶车间、铬酸酐车间及铬渣堆场等几个区域污染较重；办公生活区、煅烧、仓库、煤场等辅助生产区域土壤六价铬污染程度较轻。

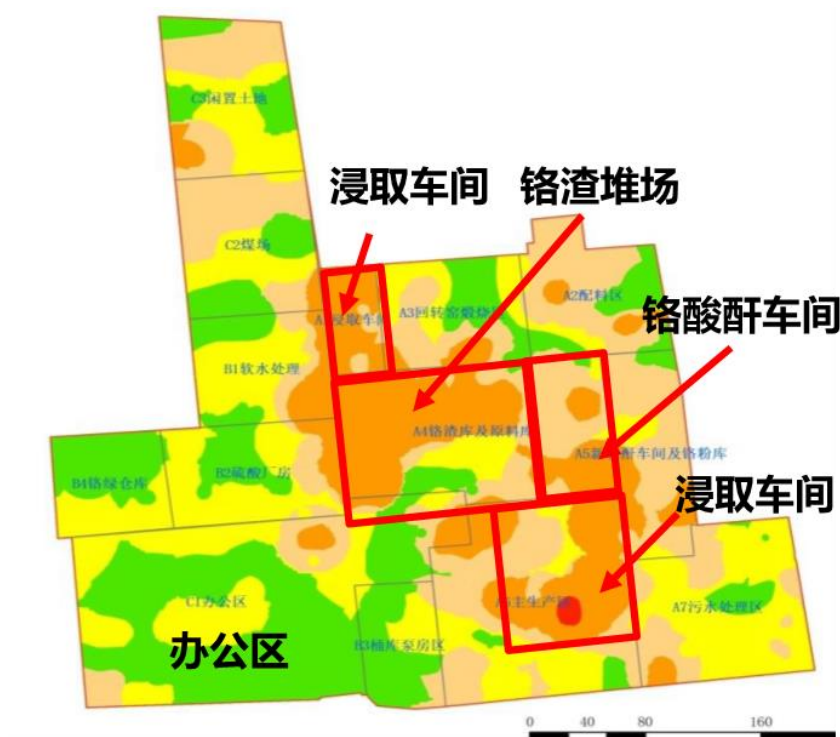


图 4-1 华北某地块土壤六价铬污染水平分布特征

(3) 铬盐行业地块土壤污染垂向分布与土壤质地紧密相关。不同质地土壤的渗透性不同，成分不同，吸附六价铬、拦截六价铬污染向下迁移扩散的能力不同。总体来看，相比于砂土、粉土层，黏土层对六价铬具有更强的吸附累积作用，六价铬浓度相对较高。部分场地中，位于砂土层下方的黏土层六价铬浓度也高于上方砂土层。

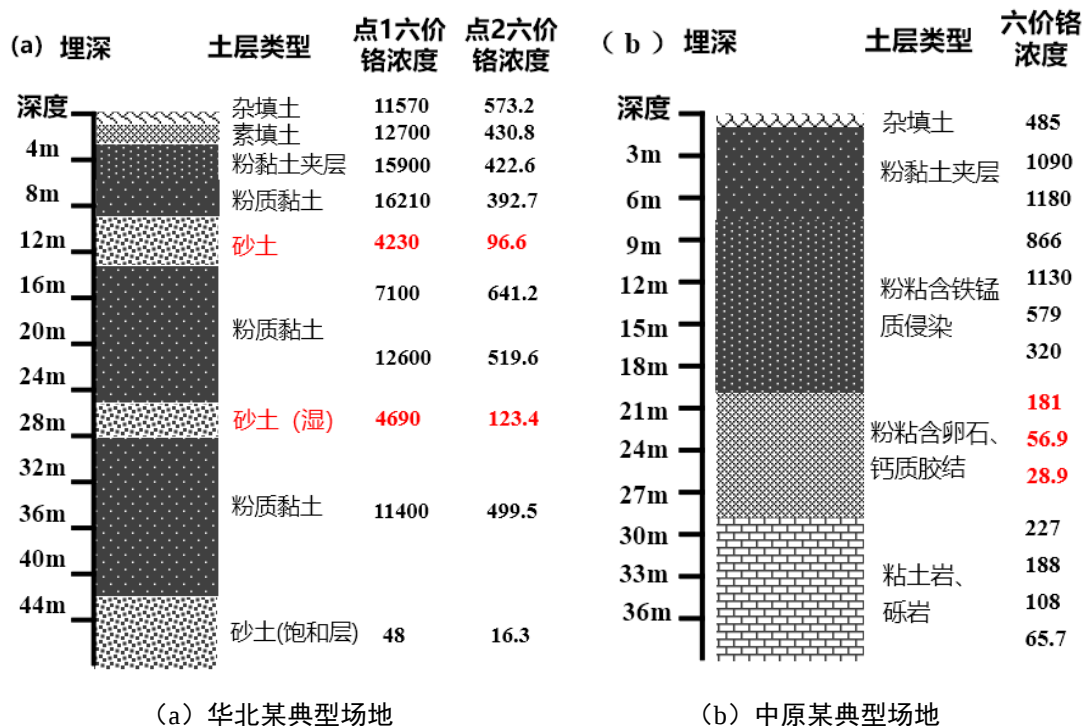


图 4-2 典型铬盐行业地块土壤六价铬垂向分布特征

(4) 铬盐行业地块地下水污染范围广，污染严重。由于六价铬的水溶性和易迁移性，铬渣堆场和铬盐厂关停地块地下水六价铬通常污染严重，部分地块由于含水层渗透性及水力坡度，地下水污染源扩散超出地块红线范围，可影响下游数公里。

表 4-3 调研地块地下水六价铬污染情况

| 地块   | 地下水埋深            | 样品数 | 最大值<br>(mg/L) | 标准值<br>(mg/L) | 超标率    |
|------|------------------|-----|---------------|---------------|--------|
| 张掖民乐 | 200 米以上，未见地下水    | -   | -             | -             | -      |
| 酒泉同福 | 200 米以上，未见地下水    | -   | -             | -             | -      |
| 天津北辰 | 0.14~1.45        | 35  | 7710          | 0.1           | 73.57% |
| 重庆民丰 | 1.2~9.8          | 20  | 413           | 0.05          | 74.10% |
| 河南义马 | 18~42            | 7   | 273           | 0.05          | 42.86% |
| 河北铬盐 | 26~40            | 20  | 148.7         | 0.05          | 90%    |
| 沈阳沈北 | 1.2~8.2          | 95  | 92.9          | 0.1           | 6.30%  |
| 济南裕兴 | 0.12~5.37        | 118 | 5.29          | 0.05          | 28.81% |
| 青岛红星 | 0.5~4.2          | 13  | 140           | 0.1           | 76.90% |
| 五里堡  | 7.21~7.71        | 4   | ND            | 0.05          | -      |
| 河南林县 | 14m 左右见基岩层，未见地下水 | -   | -             | -             | -      |

## 1.2 制革行业地块污染特征

我国是世界上最大的制革中心，上个世纪90年代以来国内曾涌现2万余家制革企业，且大多是中小企业。随着产业政策和生态环境保护的要求，大量中小企业被淘汰关闭，2015年统计，我国规模以上制革企业大约603家，主要分布于河北、浙江、山东、广东、四川、广西等省市。考虑不同区域制革生产历史和集中程度，以及土壤类型等因素，调研了浙江海宁瑞星皮革有限公司、海宁富升裘革有限公司河北辛集梅花皮业有限公司、广西宾阳恒利皮革有限公司、四川德阳五郎制革有限公司等5省19个已开展污染调查的制革行业地块进行总结分析。

表 4-4 调研国内制革行业地块概况

| 省份 | 数量 | 地域 | 土壤类型      | 调研地块                   |
|----|----|----|-----------|------------------------|
| 河南 | 2  | 中部 | 砂姜黑土      | 平舆穗玲、宏宇                |
| 河北 | 5  |    | 沙壤质潮土     | 辛集梅花、东明、凌爵<br>辛集东柳科、马庄 |
| 浙江 | 5  | 东部 | 潮土、红壤     | 海宁瑞星、兄弟、富升<br>海宁华丰、上林  |
| 四川 | 3  | 西南 | 水稻土、潮土    | 成都蓉兴、德阳五郎<br>合江海东      |
| 广西 | 4  | 南部 | 红壤<br>赤红壤 | 北流春辉、宾阳恒利<br>钦州灵山、浦北振兴 |

(1) 调研地块土壤存在一定的总铬与六价铬污染，其污染程度因地而异。由于制革工艺的落后以及场地环保设施不全等原因，早期部分制革企业地块及其制革污泥堆场总铬与六价铬污染较重，马庄村制革污泥暂存场总铬高达29800mg/kg、钦州灵山制革厂总铬含量高达21807mg/kg且六价铬含量高达610mg/kg。由于制革行业使用大量表面活性剂、涂饰剂等制革助剂，所以部分场地还存在着苯、苯酚和石油烃等有机污染物。

表 4-5 调研制革行业地块土壤污染情况

| 地块             | 省份 | 总铬含量      | Cr(VI)含量   | 其他超标污染物 |
|----------------|----|-----------|------------|---------|
| 海宁瑞星皮革有限公司     | 浙江 | 28~734    | 0.021~1.55 | 砷、镍     |
| 辛集市梅花皮业有限公司    | 河北 | 64~129    | ND         | ND      |
| 辛集市凌爵皮革有限责任公司  | 河北 | 67~121    | ND         | ND      |
| 河北东明皮革有限公司     | 河北 | 56.3~82.7 | /          | /       |
| 海宁富升裘革有限公司     | 浙江 | 78.8~269  | <2         | /       |
| 海宁兄弟皮革有限公司     | 浙江 | /         | <2         | /       |
| 广西北流春辉皮革制品有限公司 | 广西 | 69~131    | ND~46      | /       |
| 广西宾阳县恒利皮革有限公司  | 广西 | 32.9~1600 | 0.39~1.23  | 砷       |

| 地块              | 省份 | 总铬含量        | Cr(VI)含量  | 其他超标污染物    |
|-----------------|----|-------------|-----------|------------|
| 广西浦北县振兴皮革有限公司   | 广西 | ND~3860     | ND~57     | 砷          |
| 广西钦州灵山制革厂       | 广西 | 11.5~21807  | 0.6~610   | 砷          |
| 德阳市五郎制革有限责任公司   | 四川 | 52~1710     | ND        | 石油烃        |
| 成都市双流蓉兴皮革厂      | 四川 | 50.6~512    | ND        | 石油烃        |
| 合江县海东皮革制品有限公司   | 四川 | 61~111      | ND        | ND         |
| 平舆县东和店镇穗玲皮业有限公司 | 河南 | 54~7830     | 2.42~34.5 | 砷          |
| 平舆县东和店镇宏宇制革有限公司 | 河南 | 55~106      | ND        | 砷          |
| 辛集东柳科制革污泥堆场     | 河北 | 3876        | 50.7      | 石油烃        |
| 辛集马庄村制革污泥暂存场    | 河北 | 13200~29800 | <0.5      | /          |
| 海宁华丰制革污泥堆场      | 浙江 | 80~7028     | 7~218     | 苯、苯酚、萘、石油烃 |
| 海宁上林村制革污泥堆场     | 浙江 | 15~22000    | 2.4~251   | 铜、汞、砷、铅、镍  |

(2) 制革行业地块土壤污染水平分布与企业生产布局紧密相关。早期制革行业采用自配铬鞣剂[Cr(VI)]进行皮革鞣制, 存在较大的六价铬渗漏风险; 场地内污水处理区环保设施不全, 有违规排放现象; 场地内含铬污泥随意堆放, 多存放于污水处理区。因此, 制革行业六价铬污染分布较为集中, 主要分布于与铬鞣相关的鞣制车间, 与后续废水或污泥处理相关的污水处理车间以及污泥堆放区等几个区域。除此之外, 涉及到鞣制工段及染整工段等相关区域可能存在设备机油、制革助剂的泄露、染整助剂的挥发等事件, 因此石油烃、苯等有机物污染多集中分布于制革场地内的鞣制、染整车间及污泥堆场等地。

表 4-6 调研制革行业地块土壤铬污染分布情况

| 地块名称 | 化料库房      |        | 鞣革车间      |            | 染整车间      |             | 污水处理车间    |          | 污泥堆场     |             |
|------|-----------|--------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|----------|----------|-------------|
|      | 总铬        | Cr(VI) | 总铬        | Cr(VI)     | 总铬        | Cr(VI)      | 总铬        | Cr(VI)   | 总铬       | Cr(VI)      |
| 海宁瑞星 | 57~86     | ND     | 47~734    | 0.021~1.55 | 52~126    | 0.022~0.081 | 47~126    | ND~0.718 | 38~76    | 0.041~0.179 |
| 辛集梅花 | 69~103    | ND     | 82~104    | ND         | 75~106    | ND          | 78~110    | ND       | 82~113   | ND          |
| 辛集凌爵 | 77~102    | ND     | 67~110    | ND         | 65~113    | ND          | 62~105    | ND       | 73~92    | ND          |
| 河北东明 | /         | /      | 55.3~82.7 | /          | /         | /           | 59.4~80.9 | /        | 57.2     | /           |
| 海宁富升 | 78.8~98   | /      | 81.9~93.1 | /          | 77.6~94.1 | <2          | 80.7~94   | <2       | 93.3~269 | /           |
| 海宁兄弟 | /         | /      | /         | /          | /         | <2          | /         | <2       | /        | /           |
| 北流春辉 | 131       | /      | 127       | /          | /         | /           | 106       | /        | 69~131   | 46          |
| 宾阳恒利 | /         | /      | 29~82     | /          | /         | /           | 32~106    | /        | /        | /           |
| 浦北振兴 | 29        | <2     | 7~146     | <2         | 8~3860    | 2~48        | 27~3740   | 2~22     | 43~1890  | 2~6         |
| 钦州灵山 | 65~276    | <2     | 65~86     | ND~2       | 106~314   | 2~3         | 87~106    | <2       | 65~16500 | 2~74        |
| 德阳五郎 | 81.4~89.4 | /      | 71.9~783  | /          | 52~59.4   | /           | 1230~1710 | /        | /        | /           |
| 成都蓉兴 | 57.5~64.4 | /      | 59.1~74   | /          | /         | /           | 193~512   | /        | /        | /           |
| 合江海东 | /         | /      | 51~77     | /          | /         | /           | 61~91     | /        | 75~111   | /           |
| 平舆穗玲 | 54~64     | ND     | ND~275    | 18.4       | 54~68     | ND          | 54~7830   | ND~34.5  | ND       | ND          |

| 地块名称     | 化料库房 |        | 鞣革车间   |        | 染整车间 |        | 污水处理车间 |        | 污泥堆场        |         |
|----------|------|--------|--------|--------|------|--------|--------|--------|-------------|---------|
|          | 总铬   | Cr(VI) | 总铬     | Cr(VI) | 总铬   | Cr(VI) | 总铬     | Cr(VI) | 总铬          | Cr(VI)  |
| 平舆宏宇制 ND | ND   |        | 55~106 | ND     | ND   | ND     | 56~71  | ND     | ND          | ND      |
| 辛集东柳科 /  | /    | /      | /      | /      | /    | /      | /      | /      | 3876        | /       |
| 辛集马庄 /   | /    | /      | /      | /      | /    | /      | /      | /      | 13200-29800 | /       |
| 海宁华丰 /   | /    | /      | /      | /      | /    | /      | /      | /      | 80-7028     | 7-218   |
| 海宁上林 /   | /    | /      | /      | /      | /    | /      | /      | /      | 12-22000    | 2.4-251 |

(3) 垂直方向上, 制革场地总铬与六价铬在土壤填土、耕植土、粘土、强风化泥岩层中各有分布, 通常呈现出上层浓度高于下层的趋势。填土、耕植土中有机质含量较高, 丰富的有机质基团增强了与土壤各种铬形态的结合, 因此加强了土壤铬在这些土壤层中的分布。另一方面, 粘土与强风化泥岩中的垂直渗透系数较低, 降低了土壤铬污染的向下迁移, 使土壤铬污染至于该层。

表 4-7 典型制革行业地块土壤六价铬垂向分布特征

| 地块名称 | 点位序号  | 采样深度(m) | 土层分布   | 六价铬浓度 | 总铬浓度  |
|------|-------|---------|--------|-------|-------|
| 钦州灵山 | 1LG09 | 0-1.5   | 杂填土    | 9.4   | 178   |
|      |       | 1.5-2.5 | 强风化泥岩  | 7.4   | 166   |
|      |       | 2.5-5.0 | 强风化泥岩  | 0.6   | 138   |
|      | 1LG13 | 0-0.5   | 耕殖土    | 223   | 5787  |
|      |       | 0.5-2.0 | 杂填土    | 14.4  | 335   |
|      |       | 2.0-2.6 | 粘土     | 1.5   | 122   |
|      | 1LG15 | 0-0.5   | 耕殖土    | 64.6  | 924   |
|      |       | 0.5-1.8 | 杂填土    | 2.4   | 108   |
|      |       | 1.8-2.5 | 粘土     | 1     | 89.4  |
| 海宁上林 | 1# 11 | 0~0.5   | 杂填土    | <0.5  | 513   |
|      |       | 0.5~1   | 杂填土    | 109   | 7610  |
|      |       | 1~1.5   | 杂填土    | <0.5  | 12500 |
|      |       | 1.5~2   | 杂填土    | <0.5  | 10700 |
|      |       | 2~2.5   | 杂填土    | <0.5  | 10800 |
|      |       | 2.5~3   | 粘土、杂填土 | <0.5  | 283   |
|      |       | 3~4     | 粘土     | <0.5  | 89    |
|      |       | 4~5     | 粘土、粉土  | 3.2   | 373   |
|      |       | 5~6     | 粘土、粉土  | <0.5  | 76    |
|      |       | 6~7     | 粘土、粉土  | <0.5  | 69    |

(4) 制革行业部分地块检测到地下水污染, 5个地块检测到地下水有一定浓度的总铬, 有3个检测到地下水中有一定浓度的Cr(VI), 其中浙江海宁上林村制革污泥堆场地下水中的最高的Cr(VI)含量(6.33 mg·L<sup>-1</sup>), 约超过《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) V类水(0.1 mg·L<sup>-1</sup>) 63倍。总体而言, 制革类场地地下水除受到六价铬污染外, 还受到氨氮、COD、SS等其它污染。

表 4-8 调研制革地块地下水六价铬污染情况

| 地块名称  | 地下水埋深 (m) | 地下水污染物                               |                | 其他地下水污染物               |
|-------|-----------|--------------------------------------|----------------|------------------------|
|       |           | 总铬                                   | Cr (VI)        |                        |
| 海宁瑞星  | 0.3~2.5   | $2.2 \times 10^{-4} \sim 0.085$<br>4 | ND             | 氨氮、氯化物、挥发酚、硫酸盐、COD、镍、砷 |
| 辛集梅花  | >50       | /                                    | /              | /                      |
| 辛集凌爵  | >50       | /                                    | /              | /                      |
| 河北东明  |           | /                                    | /              | /                      |
| 海宁富升  | 0.5       | 0.011~0.029                          | <0.004         | 氨氮                     |
| 海宁兄弟  | 0.5       | 0.003~0.07                           | <0.004         | 氨氮                     |
| 北流春辉  | 3.5~7.3   | /                                    | /              | /                      |
| 宾阳恒利  | 8         | 0.0005~0.0019                        | <0.004         | 氨氮、氟化物、氯化物             |
| 浦北振兴  | 5~10      | /                                    | <0.004         | 氨氮、COD                 |
| 钦州灵山  | 4         | <0.004                               | <0.004         | 氨氮、COD                 |
| 德阳五郎  | 4.5~6.3   | ND                                   | 0.018          | 氨氮、COD                 |
| 成都蓉兴  | 2~4       | ND                                   | 0.122          | 氨氮                     |
| 合江海东  | 5         | /                                    | /              | /                      |
| 平舆穗玲  | 2~5       | ND                                   | ND             | 氨氮、氯化物                 |
| 平舆宏宇  | 2~5       | ND                                   | ND             | 氨氮、SS                  |
| 辛集东柳科 | /         | /                                    | /              | /                      |
| 辛集马庄  | /         | /                                    | /              | /                      |
| 海宁华丰  | /         | 41.1                                 | /              | SS、硫酸盐、氟化物、氯化物         |
| 海宁上林  | 0.5       | 1.07                                 | 0.121~6.3<br>3 | COD、总硬度、氨氮、氯化物、镍、硝酸盐   |

### 1.3 电镀行业地块污染特征

不完全统计,我国至少有4万家电镀企业,在全国各地均有分布,但绝大部分分布于华南、华东及沿海制造业比较发达的地区,这些地区电镀企业数量较多且分布集中,其中广东省、浙江省、江苏省和山东省四省含有全国75%的电镀企业,企业数量分别为9973家、5254家、4994家、2262家。根据不同电镀工厂的生产状况,对宁波北仑电镀厂、张家口电镀厂和湖州金泰科技电镀厂共三个电镀场地开展污染调查,并进行总结分析。

(1) 调研地块土壤六价铬污染整体呈现程度重、范围广、埋藏深的污染特征,并且根据生产工艺同时存在如镍和铜等其它重金属污染的状况。由于六价铬的水溶性和易迁移性,大部分电镀厂地块土壤污染深度都达到了地下水水位。另一方面,由于电镀企业生产历史久,早期环境保护意识淡薄且污染防治措施不到位,对地块土壤造成严重污染,电镀场地土壤六价铬污染程度重,已调研地块中

土壤六价铬最大污染浓度达4000mg/kg。同时，根据电镀工厂不同的生产工艺以及镀种类型，同时存在铜、镍、锌等重金属污染。

表 4-9 调研电镀行业地块土壤污染情况

| 地块   | 样品数量 | 最大深度/(m) | 最大值/(mg/kg)  | GB 36600 二类用地<br>筛选值/(mg/kg) | 超标倍数 |
|------|------|----------|--------------|------------------------------|------|
| 宁波北仑 | /    | /        | Cr: 14489    | /                            | /    |
| 张家口  | 60   | 3        | Cr(VI): 2298 | 5.7                          | 409  |
| 湖州金泰 | 146  | 14       | Cr(VI): 4000 | 5.7                          | 702  |

(2) 电镀行业地块土壤污染水平分布与企业生产布局紧密相关。从污染地块的调研结果来看，电镀生产工艺中涉铬过程多的镀铬车间（S2）、镀装饰铬车间（S3）、污水处理池（S5）等区域污染集中，生产区域周围的土壤以及涉铬过程少的前处理车间（S1）、镀锌车间（S4）、后处理车间（S6）六价铬污染程度较轻。铜、锌等重金属的分布状况与铬相似，阳离子金属的分布与电镀工艺相关，在涉铜、镍过程多的车间污染更为严重。

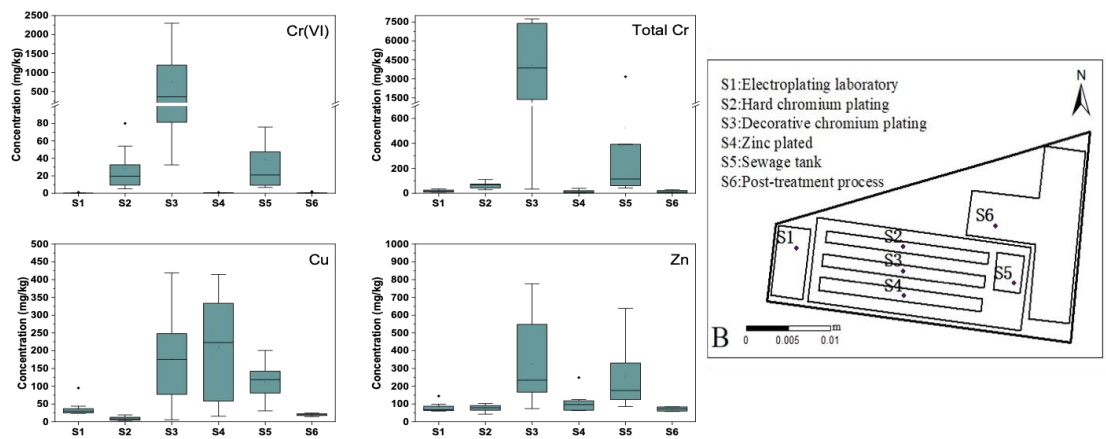


图 4-3 张家口某电镀厂土壤污染水平分布特征

(3) 电镀行业地块土壤污染垂向分布与土壤质地紧密相关。不同质地土壤的渗透性不同，成分不同，吸附和拦截六价铬、锌等重金属污染向下迁移扩散的能力不同。总体来看，相比于砂土、壤土层，黏土层对六价铬具有更强的吸附累积作用，因此六价铬浓度相对较高。

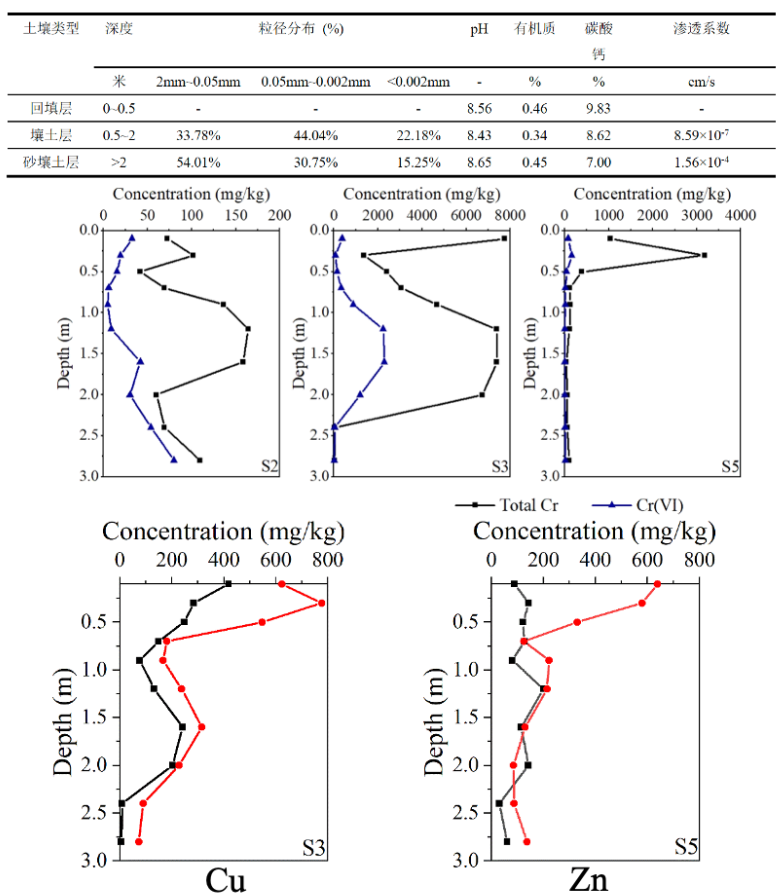


图 4-4 张家口某电镀厂土壤污染垂向分布特征

(4) 电镀行业地块地下水污染范围广，污染严重。由于六价铬的水溶性和易迁移性，电镀地块地下水六价铬污染比土壤污染更为严重，六价铬浓度高达 200mg/L，超出饮用水最大浓度限值 4000 倍，锌、镍、铜的地下水污染状况也比土壤污染更为严重。并且，地下水中重金属的检出也与地表工艺相关。部分地块由于含水层渗透性及水力坡度，地下水污染源扩散超出地块红线范围，可影响下游数公里。

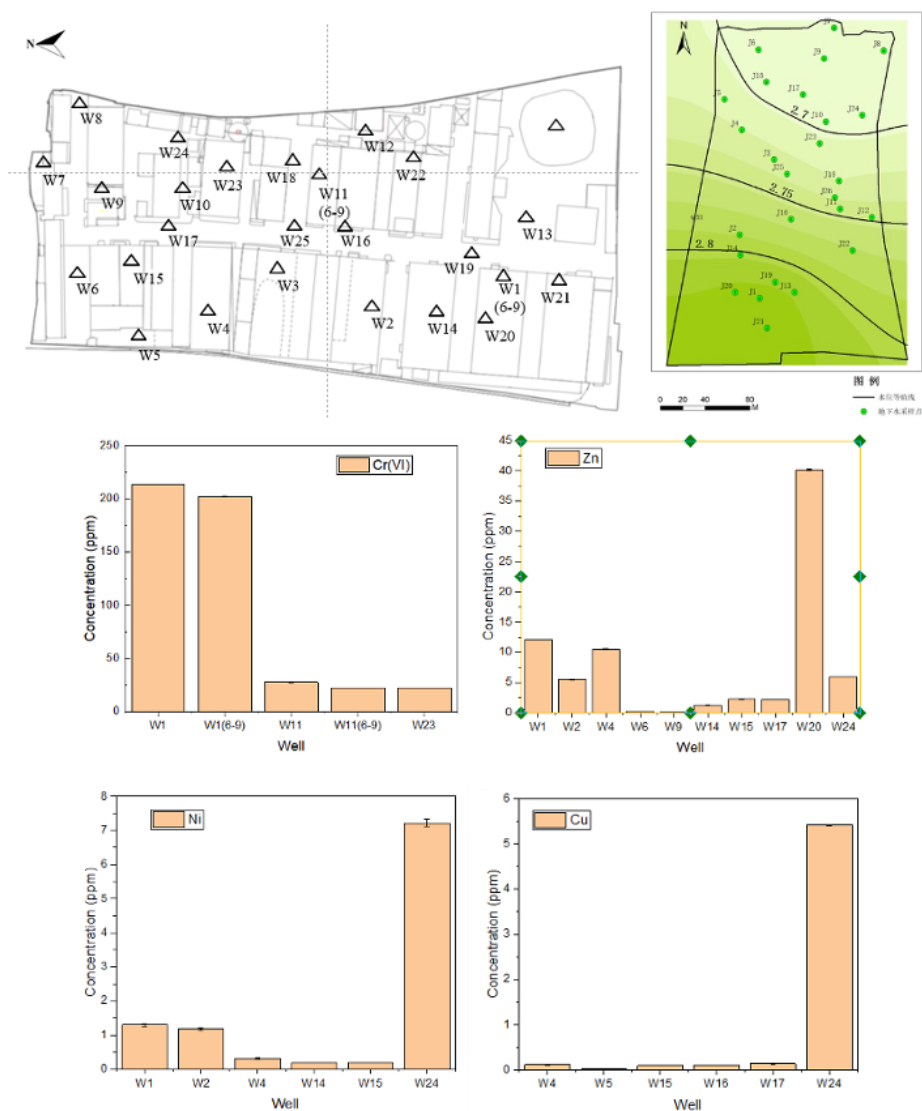


图 4-5 湖州某电镀厂地下水污染分布特征

#### 1.4 六价铬样品保存

针对不同环境介质六价铬样品的保存，不同的标准规范有不同的规定，部分标准要求相互之间还存在差异，这给从业单位和管理部门都带来一些问题。本编制组梳理总结了相关标准规范中针对不同环境介质六价铬样品的保存规定，具体如下表所示。

表 4-10 六价铬样品保存规定要求一览

| 环境介质 | 容器材质   | 温度(℃) | 保存剂及用量 | 可保存时间 | 来源                          | 备注                 |
|------|--------|-------|--------|-------|-----------------------------|--------------------|
| 土壤   | 聚乙烯、玻璃 | <4    |        | 1d    | HJT 166-2004 土壤环境监测技术规范     |                    |
|      |        | 0~4℃  | 密封保存   | 30d   | 土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子吸收分 | 验证试验结果表明六价铬含量无明显变化 |

| 环境介质 | 容器材质   | 温度(℃) | 保存剂及用量       | 可保存时间 | 来源                                                           | 备注                          |
|------|--------|-------|--------------|-------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|      |        |       |              |       | 光光度法-编制说明(征求意见稿)(环办标征函(2018)68号)                             |                             |
|      |        | 4±2℃  | 密封保存         | 30d   | 《重点行业企业用地土壤污染状况调查常见问题解答》(2020年第一期)                           |                             |
|      |        |       |              | 30d   | EPA Method 3060A: Alkaline Digestion for Hexavalent Chromium | 鲜样 30d, 碱消解后 168h 保持稳定      |
| 固体废物 |        |       |              | 30d   | 工业固体废物采样制样技术规范 HJT 20-1998                                   | “6.8 样品保存期为 1 个月, 易变质的不受此限” |
| 水体   | 聚乙烯、玻璃 |       | NaOH , pH8~9 | 1d    | 地下水环境监测技术规范 HJ 164-2020                                      |                             |
|      |        |       | NaOH , pH8~9 | 14d   | 污水监测技术规范 HJ 91.1-2019                                        |                             |
|      |        |       | NaOH , pH8~9 | 14d   | 水质采样 样品的保存和管理技术规定 (HJ 493-2009)                              |                             |

从上表中可以看出,《土壤环境监测技术规范》(HJT 166-2004)规定六价铬土壤样品保存时间为1天,而土壤六价铬检测标准、重点行业企业用地详查答疑、EPA 3060A等都规定土壤六价铬样品的保存时限为30天。其中,《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-编制说明》(征求意见稿)(环办标征函(2018)68号)给出了不同保存时间的六价铬土壤样品的检测结果,其六价铬含量并无明显变化。另外针对六价铬水样,《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020)规定保存时限为1天,而HJ 91.1、HJ 493规定为14天。

土壤、地下水六价铬样品过短的保存时间给实际调查工作带来了极大不便,有必要综合其他相关标准规范的要求,以及实证的不同保存时间样品六价铬检测评价结果,本编制组推荐不同环境介质六价铬样品保存条件具体如下表所示。

表4-11 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   |

## 2、综述报告

### 2.1 我国铬盐主要生产工艺与特征污染物

#### 2.1.1 我国铬盐行业发展概况

我国铬盐生产始于1958年，有钙焙烧工艺是我国铬盐工业传统生产工艺，1991年以前，我国重铬酸钠全部采用有钙焙烧工艺生产，企业生产能力均小于1万吨/年。2010年以前，15家在产铬盐生产企业中仅有少数几家企业采用清洁生产工艺，其产能约占20%左右，多数生产企业仍使用有钙/少钙焙烧工艺。目前，有钙焙烧工艺已退出历史舞台，仅2家采用少钙焙烧工艺且正在进行无钙焙烧改造，其余企业均采用无钙焙烧、液相氧化等清洁生产工艺。

2021年，湖北振华化学股份有限公司完成对重庆民丰化工有限责任公司的收购，其名义产能总和（以重铬酸钠计）为20万吨，约占国内铬盐产能的36.3%。产能达10万吨的铬盐生产企业还有四川省银河化学股份有限公司，国内在产铬盐企业产能情况详见表4-10。从国际市场来看，自2021年振华股份收购民丰化工后，已超越土耳其金山集团，成为全球铬盐生产绝对龙头。

表 4-12 2021 年国内铬化工生产企业产能（以重铬酸钠计）

| 序号 | 企业名称          | 生产工艺      | 名义产能<br>/万吨 | 占比%   |
|----|---------------|-----------|-------------|-------|
| 1  | 湖北振华化学股份有限公司  | 无钙焙烧      | 10          | 18.2% |
| 2  | 重庆民丰化工有限公司    | 无钙焙烧      | 10          | 18.2% |
| 3  | 四川省银河化学股份有限公司 | 无钙焙烧、铬铁碱溶 | 5+5         | 18.2% |
| 4  | 甘肃锦世化工有限公司    | 无钙焙烧      | 3           | 5.5%  |
| 5  | 甘肃白银昌元化工有限公司  | 气动流化塔液相氧化 | 3           | 5.5%  |
| 6  | 云南陆良化工有限公司    | 少钙焙烧*     | 3           | 5.5%  |
| 7  | 新疆沈宏化工有限公司    | 无钙焙烧      | 3           | 5.5%  |
| 8  | 陕西商南东正化工有限公司  | 少钙焙烧*     | 2           | 3.6%  |
| 9  | 中信锦州金属股份有限公司  | 无钙焙烧      | 5           | 9.1%  |
| 10 | 青海博鸿化工有限公司    | 铬铁碱溶氧化    | 5           | 9.1%  |
| 11 | 中蓝义马铬化学有限公司   | 钾系液相氧化**  | 1           | 1.6%  |
|    | 合计            |           | 55          | 100%  |

注，\*工艺进行无钙焙烧改造中；\*\*停产

### 2.1.2 我国铬盐企业主要生产工艺

#### (1) 有钙（少钙）焙烧工艺

有钙焙烧工艺是我国铬盐工业传统生产工艺，上世纪90年代之前我国铬盐企业全部采用有钙焙烧工艺。少钙工艺是针对传统有钙工艺的改进，通过返烧铬渣，减少白云石、石灰石等钙基辅料用量。少钙工艺减少了铬渣产量，但铬渣性质与有钙铬渣比较相似。

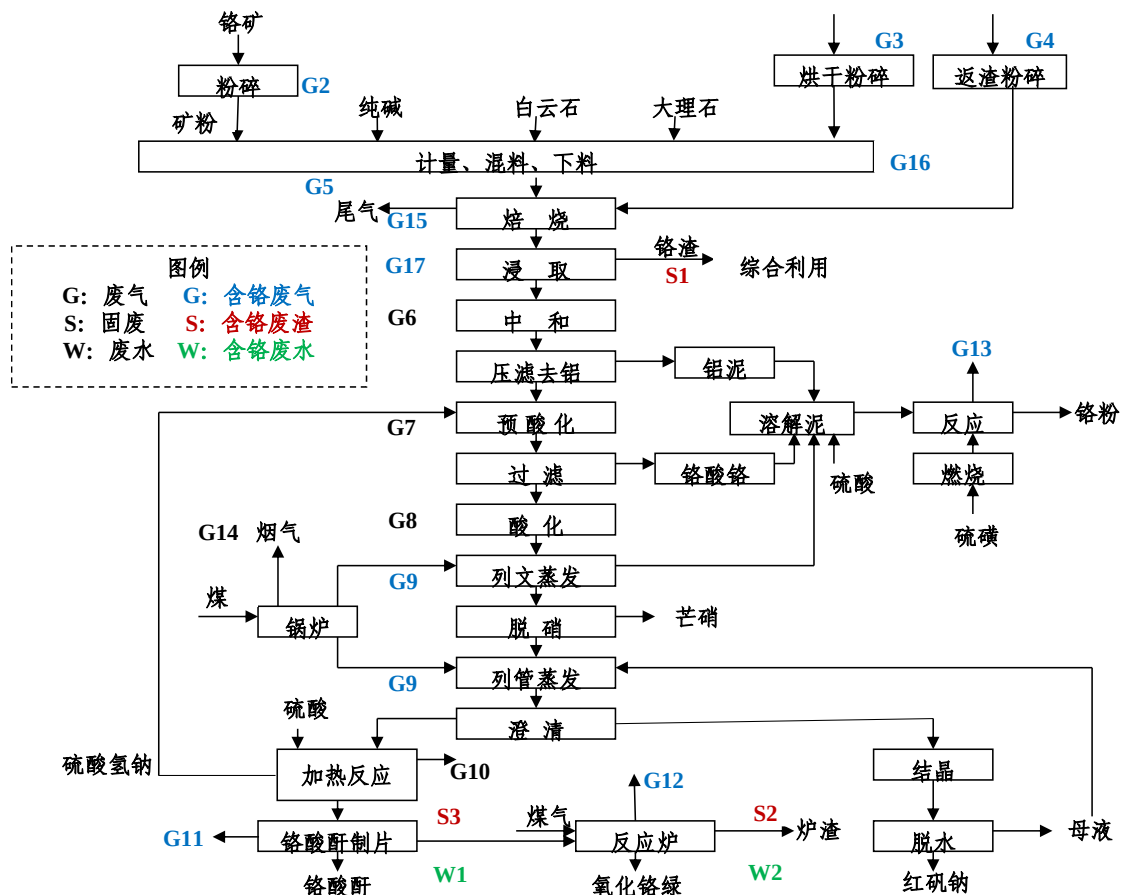


图 4-6 典型有钙焙烧铬盐生产工艺流程示意

铬盐有钙（少钙）焙烧工艺可分为三部分：

#### 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 $>12$ ，首先用来自铬酐工序的硫酸氢钠溶液中和至中性，将碱性液中的 $\text{NaAlO}_2$ 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 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 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 $70^\circ\text{C}$ 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。

### （2）无钙焙烧工艺

与有钙（少钙）焙烧不同，无钙焙烧不使用含 $\text{CaO}$ 的钙基填料，以返渣作填料。其与有钙（少钙）焙烧工艺的主要区别是在铬酸钠碱性液的生产过程有所区别，其余工段基本相同。无钙焙烧工艺有如下几个特点：

①在配料中取消了白云石导致回转窑结圈问题，通过加大返渣稀释和增大回转窑的直径和窑长的方式得到了解决；

②在配料中取消了白云石，从而减少了含铬废渣的排放量；

③有钙（少钙）铬渣中含有大量水泥化物质，约占铬渣质量的60%，这些物质属胶凝活性物质，与水泥熟料的基本化学成分相同，不利于 $\text{Cr}^{6+}$ 的溶出。无钙工艺钙、镁元素在熟料中减少，改善了熟料水浸时的水溶性，从而减少了无钙铬渣中的酸溶性 $\text{Cr}^{6+}$ 的含量。

### （3）液相氧化等新型生产工艺

无钙焙烧工艺虽然铬渣产生量，降低了铬渣的酸溶性六价铬含量，但由于大量返渣的存在，焙烧过程能耗增加，另一方面影响了铬资源的转化率；并且无钙焙烧工艺对铬铁矿原料要求高，仅有南非矿等少数矿种适用。无钙焙烧工艺仍存在产污点多、排污量大等环境问题。因此，国内科研机构与铬盐企业联合攻关，近些年开发出钾系亚熔盐液相氧化工艺、铬铁碱溶氧化法、气动流化塔式连续液相氧化法、铬铁矿加压碱浸氧化法、双自返低温熔盐法等液相法铬盐新型生产工艺。这些新型铬盐生产突破了传统有钙/少钙/无钙铬盐生产工艺的藩篱，在生产原理方面实现创新，而且已有中蓝义马、湖北振华、青海博鸿等企业实现了新工艺的规划化生产和创新发展。

我国铬盐企业生产工艺随着历史时期、市场经济因素、产业政策要求、生态环境保护要求等不断发展变化，不同工艺对企业用地土壤和地下水的影响也有所不同。有钙（少钙）工艺产排污节点多，铬渣产量达到1.5~3吨/吨红矾钠产品，铬渣中六价铬污染重，对地块土壤和地下水污染影响大。目前，我国有钙（少钙）铬盐生产企业基本已关停、转产或改变生产工艺，现阶段地块环境管理的铬盐行业地块基本上都是有钙（少钙）铬盐工艺相关的关停铬化工厂厂区或铬渣堆场。铬盐无钙生产工艺是目前在产铬盐企业的主流生产工艺，其铬渣产量约为1.0~1.2吨/吨红矾钠产品，无钙铬渣中酸溶性六价铬含量大幅度减少，降低了铬渣处置的难度，并降低了对地块土壤和地下水的污染影响。铬盐液相氧化新型工艺在生产原理源头实现清洁生产，铬渣产量更低，环境污染影响更小，是国内铬盐行业发展方向。

### 2.1.3 典型铬盐生产工艺主要工序及其特征污染物

调研国内已开展调查评估的铬盐行业地块，识别我国典型铬盐生产工艺主要工序及其特征污染物，具体见下表所示。

**表 4-13 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          |

| 序号 | 主要工序  | 特征污染物                                  |
|----|-------|----------------------------------------|
| 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 <sub>10</sub> —C <sub>40</sub> ） |

## 2.2 我国制革主要生产工艺与特征污染物

### 2.2.1 我国制革行业发展概况

我国制革行业作为皮革产业链的最重要基础行业，凭借初期阶段（1949—1978）、一次创业时期（1978—1997）和二次创业时期（1998—2010）的积累，皮革产量已经连续多年居世界首位。在一次创业期，我国最多具有2万多家制革厂，大多小而散。随着鞣制工艺的进步以及环保要求的提高，制革行业规模生产越来越集中，2015年统计我国具有规模以上制革企业只有600余家，大多小型制革企业破产倒闭。皮革按照习惯一般分为轻革和重革，这两种皮革的主要区别在其鞣制方法和用途不同，轻革通常指用铬鞣、结合鞣或其他鞣制方法得到的质地较软、较轻的皮革，出售时以面积计，用于制造鞋面、服装、家具等。我国以制造轻革为主，轻革产量约占皮革总产量的90%以上。2021年，我国规模以上制革企业完成销售收入1108.43亿元，同比增长12.96%，完成轻革产量5.97亿平方米（占世界总产量的20%以上），同比增长4.57%。我国制革行业的轻革产区主要位于河北、浙江、河南、福建、山东等省份。“十三五”时期，河北辛集和无极、浙江嘉兴、河南平舆、山东沾化和阳信、福建漳浦等十余个制革集中生产区域日益规范和完善，“集中生产、集中治污”的发展模式已经形成，企业生产能力和环保治理水平有了明显提升。

### 2.2.2 我国制革行业主要工艺

制革行业使用铬盐鞣制皮革始于19世纪80年代。一百多年来，铬鞣剂（三价铬，六价铬无鞣性）一直是用于皮革加工的主要鞣剂。在制革行业发展早期，由于没有加工铬鞣剂的相关技术，制革采用“二浴鞣法”，即先用红矾钠渗入皮中，

再加入还原性物质（如海波，主要成分硫代硫酸钠）将皮中的六价铬还原为三价铬，三价铬与皮胶原反应完成鞣制过程。随后，在一次创业阶段，多数制革企业用红矾钠自行配置三价铬鞣液进行鞣制，这种情况持续到20世纪90年代初。此后，随着喷雾干燥技术的成熟和产业化，三价铬鞣剂开始由专业的化工企业生产，且国家标准《制革用粉状铬鞣剂GB/T 24331-2009》要求铬鞣剂中的六价铬全部转化为三价铬（六价铬 $\leq 2.0\text{mg/kg}$ ）才能进入制革行业，这极大降低了制革行业的环境风险。

制革生产流程是将原料皮转变成革的一整条技术路线。它是由几十个化学、生化和物理/机械处理单元组成的，其中每一个加工处理单元（即工序）不是独立存在的，它与前后工序紧密相关。制革生产流程根据原料皮的种类（牛皮、羊皮、猪皮等）、状态（原料皮路分、张幅、保存状态等）和产品要求（鞋面革、服装革、沙发革等）不同而有多种变化。

一般来说，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。准备工段从生皮浸水工序开始，至软化工序结束，主要目的是去除皮上附带的污物以及制革不需要的皮组织（如毛、表皮、非胶原蛋白、皮下组织等），并松散胶原纤维，以利于后工序皮革化工材料在皮革中的渗透与作用，为获得品质优良的皮革奠定基础。准备工段产生的污染物负荷（包括COD、氨氮、硫化物、中性盐等）最大，约占整个制革生产流程的70%~80%。

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。铬鞣法因其能赋予皮革高湿热稳定性和优异的物理机械性能及感官性能，成为当今占据主导地位的鞣制方法，目前世界范围内85%以上的皮革均采用铬鞣技术制造。从鞣制工段的输入-输出分析来看，铬鞣时通常加入浸灰裸皮质量6%~8%的铬鞣剂（ $\text{Cr}_2\text{O}_3$  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700~2000mg/L的铬鞣废液（废液体积为2.5~3.5吨/吨皮）、铬含量30~100mg/L的染整废水（废液体积为20~25吨/吨皮）。铬鞣、铬复鞣及其相应水洗工序产生的含铬废水，需单独收集和处理，一般回用于鞣制和复鞣工序。不能回用的含铬废水，经加碱沉淀处理得到铬泥，交由有危险废物利用或处置资质的单位进行处理，可用于制备铬鞣剂、陶瓷色料、陶粒等产品，或进行填埋处置；含铬废水经碱沉淀处理，上清液总铬浓度 $\leq 1.5\text{mg/L}$ （国家标准

GB 30486-2013《制革及毛皮加工工业水污染物排放标准》)可排入企业综合污水处理设施。此外,对铬鞣革的片皮、削匀、修边等操作会产生大量的含铬废革屑。废水综合处理时大部分铬进入污泥中,还会产生铬含量约10000mg/kg的制革污泥。可以说,铬污染问题是目前皮革行业面临的最严峻挑战之一。

整饰工段分为湿态染整和干整饰两部分,它通过化学处理、机械作用、干燥、表面修饰等手段,提高革的品质,增强革的美感,赋予皮革多变的风格,使其具备更高的使用价值。其中,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。在上述工序中,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,显著增加了制革废水中铬的处理及回用难度。此外,受化学平衡影响,染整过程中加入的复鞣剂、染料和加脂剂等材料不能被皮革完全吸收,未被吸收的材料则作为有机污染物进入废水中。涂饰是制革生产的最后一道化学处理工序,它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。该工序的工艺过程复杂,根据皮坯质量和产品要求不同而改变,涂饰浆料中的一些挥发性物质可能造成空气污染。

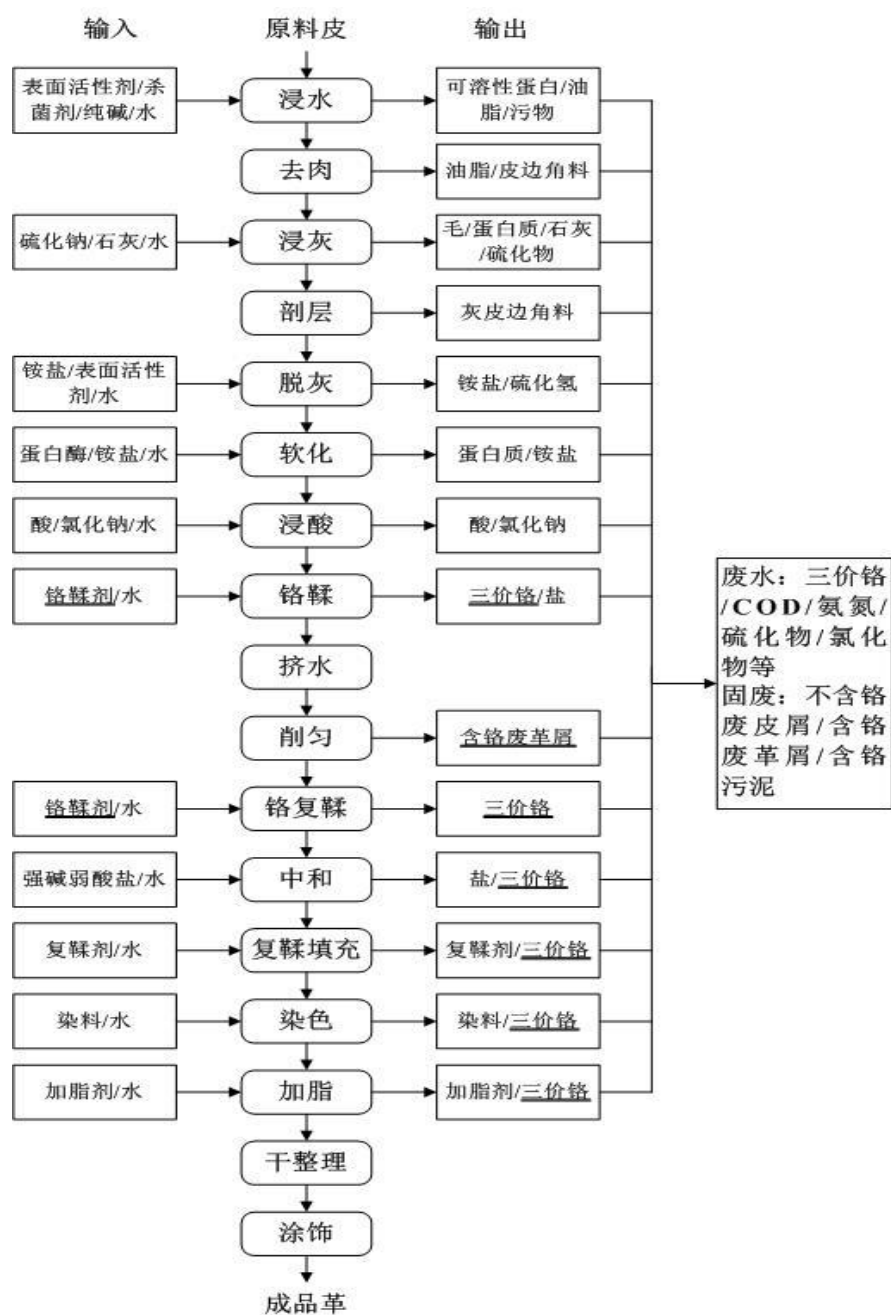


图 4-7 制革工艺主要流程及污染物形成

### 2.2.3 典型制革生产工艺主要工序及其特征污染物

调研国内已开展调查评估的制革行业地块，识别我国典型制革生产工艺主要工序及其特征污染物，具体见下表所示。

表 4-14 制革生产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               |

## 2.3 我国电镀主要生产工艺与特征污染物

### 2.3.1 我国电镀行业发展概况

19 世纪后期，电镀从欧洲传入我国，其发展主要可以分为三个阶段：

（1）发展初期，电镀企业主要以手工作坊的形式为主（图 4-8A）。此时的行业规范化程度差、工艺落后、设施简陋并且环保意识不足，存在污染物直接排放到周边环境的现象，因此造成了严重的环境污染；

（2）改革开放以来，越来越多专业化的电镀加工工厂应运而生（图 4-8B），我国电镀行业也进入快速发展期。彼时，电镀加工引起的环境问题逐渐得到重视，污染废物的末端处理技术以及地表防渗等措施得到推广；

（3）进入新世纪后，在“清洁生产”理念的推行下，我国电镀行业开始向园区产业化、集群化方向转变（图 4-8C）。目前，电镀园区化发展态势良好，全国建有电镀工业集中区近百个。并且生态环境部于 2019 年出台了《电镀污泥处理处置分类》标准（GB/T 38066-2019），以规范电镀企业对电镀污泥的处置方法。

随着国家对生态环境以及环保事业的重视，对电镀工业的约束法规《电镀行业污染物排放标准》、《水污染防治行动计划》、《排污许可证申请与核发技术规范 电镀工业》等逐步被颁布及实施。此外，质量管理体系认证、清洁生产审核、电镀园区建设等也相继提上工作日程，一定程度上改善了电镀行业技术落后、产业分散、资源消耗以及环境污染方面的问题。



图 4-8 A：电镀作坊；B：电镀工厂；C：电镀园区

我国的电镀企业在全国各地均有分布，但绝大部分分布于华南、华东及沿海制造业比较发达的地区，这些地区电镀企业数量较多且分布集中，其中广东省、浙江省、江苏省和山东省四省含有全国 75% 的电镀企业，企业数量分别为 9973 家、5254 家、4994 家、2262 家。目前，中国有至少 4 万家国产电镀企业，整体电镀面积高达 10 亿平方米，电镀行业每年创造的经济价值已高达几百亿。但我国的电镀行业企业规模普遍偏小，由于注册资金门槛较低，该行业存在大量的个体商户，其中年电镀能力在 10 万平方米以上的企业不足 500 家，并且仅有少数合资企业和正规专业企业拥有国际先进的设备设施，大部分中小型企业仍在使用过时的技术和设备。

表 4-15 我国主要电镀工业园区分布

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 广东省 | <p>揭阳：揭阳电镀工业区（已关闭）</p> <p>汕尾：海丰县合泰电镀工业园</p> <p>惠州：惠州博罗县龙溪电镀基地、汤泉侨兴电镀工业园区</p> <p>清远：石角七星洋影电镀城</p> <p>广州：罗岗区电镀城（被查处）、增城田桥电镀城</p> <p>东莞：长安锦厦河东电镀城、麻涌镇电镀城、东莞电镀工业园</p> <p>深圳：深圳电镀工业园</p> <p>珠海：富山工业区专门电镀区</p> <p>中山：三角镇高平工业区电镀工业城、小榄电镀城、鹤山雅图仕（自成一体）</p> <p>佛山：三水区白坭西岸电镀城（停产）、顺德华口电镀城</p> <p>肇庆：四会南江工业园电镀城、四会市龙浦镇电镀工业园</p> <p>江门：白沙工业区</p> |
| 江苏省 | <p>南京：南京表面处理中心</p> <p>无锡：无锡金属表面处理科技工业园、江阴市祝塘镇电镀中心</p> <p>苏州：昆山经济开发区电镀集中区、相城区黄桥电镀集中区、双凤五金机电（电镀）集中作业区、吴江经济技术开发区（吴江市运东邱舍金属表面加工区）</p> <p>镇江：华科电镀园区、沿江生态电镀集中整治环保园区</p> <p>南通：南通高新技术产业开发区金属表面处理及热加工和电子元器件制造业涉重企业生产片区、海安县经济开发区金属表面处理中心搬迁安置区、</p>                                                                                            |

|     |                                                              |
|-----|--------------------------------------------------------------|
|     | 苏省如皋经济开发区金属表面处理产业园、启东市经济开发区电镀中心、如东经济开发区表面处理中心<br>泰州：靖江市电镀集中区 |
| 浙江省 | 宁波：镇海蛟川工业园电镀城、北仑江南电镀中心（整治）<br>温州：金乡镇电镀工业园、龙湾区电镀基地、鹿城仰义后京电镀基地 |
| 辽宁省 | 辽阳：庆阳电镀工业园<br>大连：经济技术开发区电镀工业园、甘井子电镀园区                        |
| 河北省 | 廊坊：大城阜草电镀工业园区（停产整顿）                                          |
| 北京  | 昌平：昌平创业工业园                                                   |
| 山东省 | 青岛：开发区电镀工业园、胶州电镀工业园、丛林电镀工业园                                  |
| 天津  | 开发区：三环乐喜电镀中心（自成一体）                                           |
| 陕西省 | 西安：户县沣京工业园表面精饰基地                                             |
| 重庆市 | 江北：藏金阁电镀中心                                                   |
| 安徽省 | 芜湖：芜湖工业园电镀中心                                                 |
| 福建省 | 福州：福州电镀工业园                                                   |

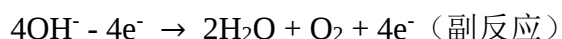
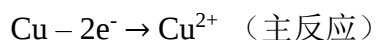
### 2.3.2 我国电镀行业主要工艺

#### （1）湿法电镀工艺

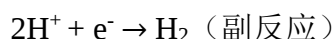
湿法电镀是一种将待镀工件放入液体中进行电镀的方法，主要包含电化学电镀和化学电镀。两种湿法电镀工艺均由前处理、电镀和后处理三部分组成。

电化学电镀是利用电解的原理将待镀工件铺上一层金属镀层的方法，工艺流程图如图 4-9 所示，其原理如下所示（以镀铜为例）：

- 1) 在电源的作用下，电流通向阳极，阳极板不断失去电子，失去电子的金属铜离子扩散到镀液中（即阳极的溶解过程）；



- 2) 失去的电子在电源电势的驱动下，向电流反方向运动，通过直流电源富集到阴极上，铜离子在阴极上不断得到电子而还原成金属镀层。





目的是在塑料制品表面生成一层导电的金属膜（一般镀铜或者镀镍），给塑料制品电镀金属层创造条件。

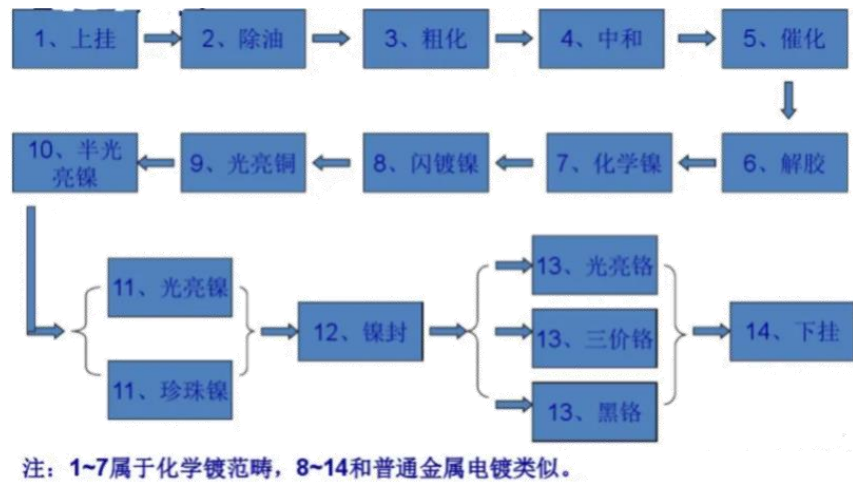


图 4-10 化学镀工艺流程图

(2) 干法电镀工艺原理

干法电镀即为无水电镀，减去了镀件漂洗的工序，因而不需要洗涤用水，主要包括真空电镀、气相电镀以及使用熔融金属进行的熔融电镀。

真空电镀是一种在高真空中加热和蒸发金属或化合物的方法，通过将蒸发的原子或分子应用于要电镀的物体，在表面上形成金属或化合物的薄膜，工艺流程如图 X 所示。真空电镀的沉积方法包括 PVD（物理气相沉积）和 CVD 法（化学气相沉积）。PVD 使用热和等离子体能量蒸发固体材料，并将其沉积在基板上。CVD 是一种利用热和等离子体等能量的气体，包括薄膜和元素，通过激发和分解在基板表面吸附和形成薄膜。

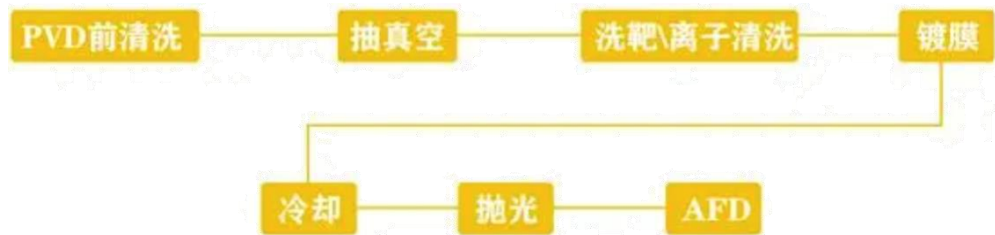


图 4-11 真空电镀工艺流程图

气相电镀则是通过热分解或氢还原金属卤化物和碳基化合物获得金属涂层的方法。但是，因为设备复杂且成本高昂，工作温度高，材料受需要加热，存在危险化学品，所以它仅适用于特殊领域。

熔融电镀是一种将待镀物体浸入熔融金属浴中并向上拉以在表面上获得该金属膜的方法。在使用此方法时，由于材料的熔点必须高于要镀的金属的熔点，因此可以使用的金属和合金类型较少。电镀操作本身简单，在短时间内获得厚厚的电镀层，但无法自由控制其厚度。

### 2.3.3 典型电镀生产工艺主要工序及其特征污染物

调研国内已开展调查评估的电镀行业地块，识别我国典型电镀生产工艺主要工序及其特征污染物，具体见下表所示。

表 4-16 电镀生产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  | 前处理  | 总石油烃（C <sub>10</sub> ~C <sub>40</sub> ）、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  | 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、总石油烃（C <sub>10</sub> ~C <sub>40</sub> ）、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                                                                            |

## 3、技术经济论证

本标准提出的资料收集、踏勘XRF速测、地下设施物探核实等都是现阶段正常使用的成熟技术，标准中涉及的布点、采样、样品保存流转、分析检测和质量控制都是和现行国家标准规范相符的。提出的要求规范更具体、也更全面。因此，标准具有技术可行性。

本标准作为涉铬重点行业土壤土壤污染环境管理技术体系中的重要组成部分，对于规范涉铬地块土壤污染状况调查具有重要意义。对相关地块业主单位、土壤污染状况相关从业单位和生态环境监管部门具有参考意义。本标准的实施，将规范涉铬地块土壤污染状况调查与相关服务行为，促进建设用地土壤污染状况调查工作科学化、规范化发展。

#### 4、预期的经济效果

不完全统计，我国共有铬化工污染地块60多处，而铬盐下游应用行业电镀关停企业达到数万个，制革企业相关的污染地块也有上万个。涉铬地块是我国土壤污染状况调查工作的一项重要内容。

因此，本标准的实施能够有效规范涉铬地块土壤污染状况调查工作，提高从业单位的认识水平和业务能力，减少原来不确定性增加的调查工作量，实现涉铬地块调查工作高质高效，并提高相关单位的效益。

综上，本标准的实施带来的经济效益非常可观。

五、采用国际标准的程度及水平的简要说明(适用时);  
无。

六、与现行的法律、法规及国家标准、行业标准的关系;

《土壤污染防治法》第十二条要求“加强土壤污染防治标准体系建设”。《土壤污染防治行动计划》要求“系统构建标准体系，健全土壤污染防治相关标准和技术规范”，“明确监管重点。重点监测土壤中铬等污染物，重点监管化工、电镀、制革等行业。”《涉铬地块土壤污染状况调查技术导则》的制定是上述法律法规、管理文件的考核要求，是推动土壤质量改善、保障公众健康和环境安全的重要举措。

现行的现行土壤污染状况调查标准主要包括：

- (1) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）
- (2) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（2014年）
- (3) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(环保部公告2017年第72号)
- (4) 重点行业企业用地调查系列技术文件

在土壤污染调查方面，2014年原环境保护部发布《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014），并于2019年修订该标准，发布《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）。该标准规范指导了污染地块土壤污染状况调查的工作程序、内容和方法，对全国不同类型污染地块的土壤污染状况调查具有普适性的指导作用。2014年，原环境保护部发布《工业企业场地环境调查评估与修复

工作指南（试行）》，其中调查部分在HJ 25.1的基础上进行了扩充细化，进一步指导了全国的污染地块调查工作。2017年原环境保护部发布《建设用地土壤环境调查评估技术指南》，贯彻“土十条”有关要求，进一步规范了建设用地土壤环境调查评估工作程序和技术要求，细化了初步调查和详细调查过程的一些具体技术指标。自2017年起，生态环境主管部门针对重点行业企业用地调查陆续发布系列指导技术文件，在资料收集、污染识别、布点采样和质量控制等方面作出了更有针对性的规定。

本标准接续了现行土壤污染状况调查相关标准的技术要求，并在此基础上，针对涉铬行业特点，细化了资料收集和现场踏勘的重点，针对不同类型的涉铬地块提出具体的采样布点要求，明确了典型铬盐工艺的特征污染物，并提出了水文地质调查的详细要求。本标准是现行土壤污染状况调查导则和指南的进一步细化和补充。

## 七、重大分歧意见的解决过程、依据和结果（适用时）；

本标准的编写过程无重大分歧。

## 八、贯彻土盟团体标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）；

本标准的实施应与国家生态环境部颁布的《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（公告2017年第72号）、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》、重点行业企业用地调查系列技术文件等地块相关标准相配套。

## 九、标准发行范围和数量的建议；

本标准规定了涉铬地块土壤污染状况调查的原则、内容、程序和技术要求。

本标准适用于铬盐、电镀、制革等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。

## 十、其它应予说明的事项。

无