# 电镀废水治理工程技术规范

## 1 适用范围

本标准规定了电镀废水治理工程设计、施工、验收和运行的技术要求。

本标准适用于电镀废水治理工程的技术方案选择、工程设计、施工、验收、运行等的全过程管理和已建电镀废水治理工程的运行管理，可作为环境影响评价、环境保护设施设计与施工、建设项目竣工环境保护验收及建成后运行与管理的技术依据。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 15562.2 环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场
GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
GB 21900 电镀污染物排放标准
GB 50009 建筑结构荷载规范
GB 50016 建筑设计防火规范
GB 50052 供配电系统设计规范
GB 50054 低压配电设计规范
GB 50141 给水排水构筑物施工及验收规范
GB 50191 构筑物抗震设计规范
GB 50194 工程施工现场供用电安全规范
GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范
GBJ 13 室外给水设计规范
GBJ 22 厂矿道路设计规范
GBJ 87 工业企业噪声控制设计规范
GBJ 136 电镀废水治理设计规范
HJ/T 212 污染源在线自动监控（监测）系统数据传输标准
HJ/T 283 环境保护产品技术要求 厢式压滤机和板框压滤机
HJ/T 353 水污染源在线监测系统安装技术规范（试行）
HJ/T 355 废水在线监测系统的运行维护技术规范
HJ/T 314 清洁生产标准 电镀行业
《建设项目（工程）竣工验收办法》（计建设[1990]1215 号）
《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环境保护总局令 第 13 号）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

**电镀废水** wastewater of electroplating

指电镀生产过程中排放的各种废水，包括镀件酸洗废水、漂洗废水、钝化废水、刷洗地坪和极板的废水、由于操作或管理不善引起的“跑、冒、滴、漏”产生的废水，废水处理过程中自用水以及化验室排水等。

3.2

**重金属废水** wastewater containing heavy metals

指电镀生产中排放的含有镉、铬、铅、镍、银、铜、锌等金属离子的废水。根据废水中所含重金属元素，又分别称为含镉废水、含铬废水、含铅废水、含镍废水、含银废水、含铜废水、含锌废水等。

3.3

**电镀混合废水** mix-wastewater of electroplating

指电镀生产排放的不同镀种和不同污染物混合在一起的废水。包括经过预处理的含氰废水和含铬废水。

3.4

**电镀污泥** electroplating sludge

指电镀废水治理过程中产生的化学污泥。

## 4 污染物和污染负荷

### 4.1 电镀废水分类

电镀废水一般按废水所含污染物类型或重金属离子的种类分类，如酸碱废水、含氰废水、含铬废水、含重金属废水等。当废水中含有一种以上污染物时（如氰化镀镉，既有氰化物又有镉），一般仍按其中一种污染物分类；当同一镀种有几种工艺方法时，也可按不同工艺再分成小类，如焦磷酸镀铜废水、硫酸铜镀铜废水等。将不同镀种和不同污染物混合在一起的废水统称为电镀混合废水。

### 4.2 主要污染物和浓度范围

电镀废水的主要污染物及其质量浓度范围可参考附录 A。

### 4.3 设计水量和设计水质

4.3.1 新建电镀废水处理工程的设计水量和设计水质应根据批准的环境影响评价文件，并考虑一定的设计余量确定。

设计水量水质也可采取实测数据，其中设计水量可按实测值的 110%～120%进行确定。没有实测条件的，可采用类比调查数据；无类比数据时，也可按电镀车间（生产线）总用水量的 85%～95%估算废水的处理量。无水质数据的，可参考表 1 给出的主要污染物浓度范围确定。

4.3.2 进入治理设施的废水进水浓度，应满足设计进水要求，达不到要求的应进行预处理。

4.3.3 废水处理后，需回用的应满足回用工序的用水水质要求。废水排放应符合 GB 21900 或地方排放标准规定，或满足环境影响评价审批文件要求。

## 5 总体要求

### 5.1 一般规定

5.1.1 电镀企业应推行清洁生产，提高清洗效率，减少废水产生量。有条件的企业，废水处理后应回用。

5.1.2 新建电镀企业（或生产线），其废水处理工程应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

5.1.3 电镀废水治理工程的建设规模应根据废水设计水量确定；工艺配置应与企业生产系统相协调；分期建设的应满足企业总体规划的要求。

5.1.4 电镀废水应分类收集、分质处理。其中，规定在车间或生产设施排放口监控的污染物，应在车间或生产设施排放口收集和处理；规定在总排放口监控的污染物，应在废水总排放口收集和处理。含氰废水和含铬废水应单独收集与处理。电镀溶液过滤后产生的滤渣和报废的电镀溶液不得进入废水收集和处理设施。

5.1.5 电镀废水治理工程在建设和运行中，应采取消防、防噪、抗震等措施。处理设施、构（建）筑物等应根据其接触介质的性质，采取防腐、防漏、防渗等措施。

5.1.6 废水总排放口应安装在线监测系统，并符合 HJ/T 353、HJ/T 355 和 HJ/T 212 的要求。

5.1.7 电镀污泥属于危险废物，应按规定送交有资质的单位回收处理或处置。电镀污泥在企业内的临时贮存应符合 GB 18597 的规定。

5.1.8 电镀废水处理站应设置应急事故水池，应急事故水池的容积应能容纳 12～24 h 的废水量。

5.1.9 电镀废水处理工程建设项目，除应遵循本规范和环境影响评价审批文件要求外，还应符合国家基本建设程序以及国家有关标准、规范和规划的规定。

### 5.2 工程构成

5.2.1 电镀废水治理工程项目主要包括：废水处理构（建）筑物与设备，辅助工程和配套设施等。

5.2.2 废水处理构（建）筑物与设备包括：废水收集、调节、提升、预处理、处理、回用与排放、污泥浓缩与脱水和药剂配制、自动检测控制等。

5.2.3 辅助工程包括：厂（站）区道路、围墙、绿地工程；独立的供电工程和供排水工程、供压缩空气；专用的化验室、控制室、仓库、维修车间、污泥临时堆放场所等。

5.2.4 配套设施包括：办公室、休息室、浴室、卫生间等。

5.2.5 废水处理站应按照国家和地方的有关规定设置规范排污口。

### 5.3 工程选址与总体布置

5.3.1 废水处理工程选址应符合规划要求并具有良好的工程地质条件；宜靠近电镀生产车间，废水可自流进入废水处理站；便于施工、维护和管理；处理后的废水有良好的排放条件。

5.3.2 废水处理站平面布置应满足各处理单元的功能和处理流程要求，建（构）筑物及设施的间距应紧凑、合理，并满足施工、安装的要求；各类管线连接应简捷，避免相互干扰；通道设置宜方便维修管理及药剂和污泥运送。

5.3.3 废水处理站工艺设备宜按处理流程和废水性质分类布置，设备、装置排列整齐合理，便于操作和维修。寒冷地区，其室外管道和装置应保温。

5.3.4 废水处理所用的材料、药剂等不应露天堆放。应根据需要设置存放场所，废水处理站应设污泥临时堆放场地，采取相应的防腐、防渗、防雨淋等措施，并符合 GB 18597 的规定。

5.3.5　废水处理站应设地面冲洗水和设备渗漏水的收集系统，并排入废水调节池。
5.3.6　废水处理站的建筑造型应简洁美观，与周围环境相协调。废水处理站周围应绿化。

## 6　工艺设计

### 6.1　酸、碱废水

6.1.1　酸、碱废水的处理应首先利用酸、碱废水本身的自然中和或利用酸、碱废液、废渣等相互中和处理。
6.1.2　电镀预处理工序的酸、碱废水混合后，一般呈酸性，宜以中和酸为主。处理酸性废水，当没有碱性废物可利用时，可采用碱性药剂中和或过滤中和。当废水中含有多种金属离子时，宜采用药剂中和。
6.1.3　中和反应会产生大量沉渣，应通过沉淀予以去除。当沉渣量少时，可采用竖流式沉淀池和连续排渣；当沉渣量大，重力排泥困难时，可采用平流式沉淀池，沉渣用吸泥机排出。
6.1.4　酸、碱废水中和反应后所产生的干污泥量，宜通过试验确定。当无条件试验时，可按处理废水体积的 0.1%～0.25%估算。

### 6.2　含氰废水

#### 6.2.1　一般规定

6.2.1.1　含氰废水应单独处理。在处理前，不得与其他废水混合。
6.2.1.2　废水中氰离子质量浓度小于 50 mg/L 时，宜采用碱性氯化法处理；废水中氰离子质量浓度大于 50 mg/L 时，宜采用电解处理技术。臭氧处理含氰废水，对进水氰离子质量浓度没有限制，但含有络合氰根离子的废水，不宜采用臭氧处理。
6.2.1.3　含氰废水处理应避免铁、镍离子混入。
6.2.1.4　含氰废水经过处理，游离氰达到控制要求后可进入混合废水处理系统，去除重金属离子。
6.2.1.5　处理过程可能产生少量 CNCl 气体，故应在密闭和通风条件下操作，并采取防护措施。收集的气体应经过处理后，通过排气筒排放。

#### 6.2.2　碱性氯化处理技术

6.2.2.1　废水处理量较小、水质浓度变化不大的，宜采用间歇式一级氧化处理；废水处理量较大、水质浓度变化幅度较大，而且对排放水质要求较高的，宜采用连续式二级氧化处理。
6.2.2.2　含氯氧化剂宜选用次氯酸钠、二氧化氯、液氯等。选取氧化剂既要考虑经济性，也要注重安全性。
6.2.2.3　采用碱性氯化处理含氰废水时，宜采用图 1 所示的基本工艺流程：

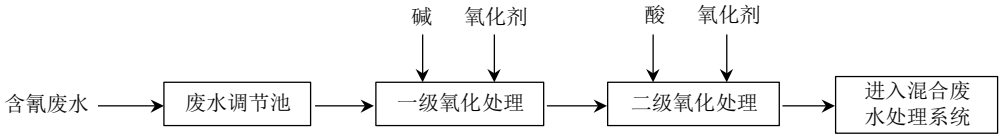


**图 1　碱性氯化处理含氰废水基本工艺流程**

6.2.2.4　采用碱性氯化处理含氰废水时，应满足以下技术条件和要求：

a）氧化剂的投入量应通过试验确定。当无条件试验时，其投入量宜按氰离子与活性氯的重量比计算确定。其重量比：当一级氧化处理时宜为 1∶3～1∶4；二级氧化处理时宜为 1∶7～1∶8。一级氧化和二级氧化所需氧化剂应分阶段投加，投加比为 1∶1；

b）pH 值控制和反应时间：一级氧化的 pH 值应控制在 10～11，反应时间宜为 10～15 min；二级氧化的 pH 值应控制在 6.5～7.0，反应时间宜为 10～15 min；

c）有效氯的投加量可采用氧化还原电位（ORP）自动控制。一级处理，ORP 达到 300 mV 时反应基本完成；二级处理，ORP 需达到 650 mV；

d）废水温度宜控制在 15～50℃。反应后废水中余氯量应在 2～5 mg/L 范围内。

### 6.2.3 臭氧氧化处理技术

6.2.3.1 臭氧氧化处理含氰废水时，宜采用图 2 所示的基本工艺流程：

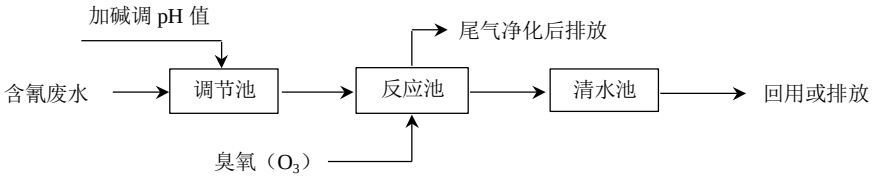


图 2 臭氧氧化处理含氰废水基本工艺流程

6.2.3.2 臭氧氧化处理含氰废水时，应满足以下技术条件和要求：

a）臭氧投量：一级氧化反应理论投量质量比为 $m(CN^-)$∶$m(O_3)$=1∶1.85；二级氧化反应理论投量质量比为 $m(CN^-)$∶$m(O_3)$=1∶4.61。实际投药比要比理论值大，应根据实验确定；

b）对游离氰根，去除率达 97%时，接触时间不宜少于 15 min；去除率达 99%时，接触时间不宜少于 20 min。反应池尾气应收集并经碱液吸收后排放；

c）pH 值应控制在 9～11；

d）如采用亚铜离子为催化剂，可缩短反应时间。

### 6.2.4 电解处理技术

6.2.4.1 电解处理含氰废水宜采用图 3 所示的基本工艺流程：

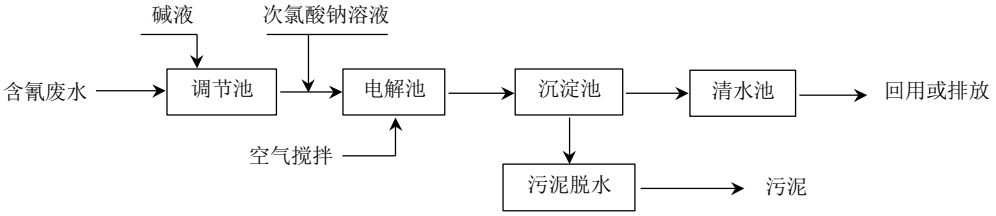


图 3 电解处理含氰废水基本工艺流程

6.2.4.2 采用电解处理含氰废水，宜满足以下技术条件和要求：

a）废水的 pH 值宜控制在 9～10，可用 NaOH 溶液进行调节；

b）NaCl 投加量可按氰浓度的 30～60 倍估算；

c）电解槽净极距宜采用 20～30 cm；

d）阳极电流密度宜控制在 0.3～0.5 A/dm$^2$，槽电压宜为 6～8.5V；

e）采用空气搅拌，用气量为 0.1～0.5 m$^3$/（min·m$^3$），空气压力为（0.5～1.0）×10$^5$ Pa；

f）产生的沉淀物沉淀困难时，可投加混凝剂。

## 6.3 含铬废水

### 6.3.1 一般规定

6.3.1.1 含铬废水应单独收集处理，不得将其他废水混入。将六价铬还原为三价铬后，可与其他重金属废水混合处理。

6.3.1.2 沉淀污泥脱水后，应用塑料袋包装，防止因漏、滴或散落而污染环境。

6.3.1.3 用离子交换处理镀铬清洗废水，六价铬离子质量浓度不宜大于 200 mg/L；镀黑铬和镀含氟铬的清洗废水不宜采用离子交换处理。

### 6.3.2 亚硫酸盐还原处理技术

6.3.2.1 亚硫酸盐还原法处理含铬废水，宜采用图 4 所示的基本工艺流程：

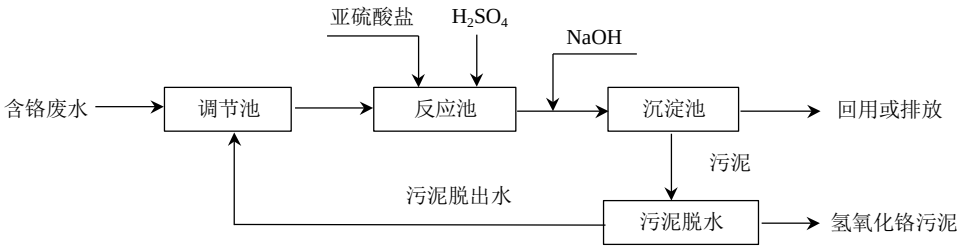


图 4 亚硫酸盐还原处理含铬废水基本工艺流程

6.3.2.2 亚硫酸盐还原法处理含铬废水，应满足以下技术条件和要求：

a）可采用间歇式及连续式处理。采用间歇处理时，调节池容积按平均每小时废水流量的 4～8 h 计算；采用连续式处理时，可适当减小调节池容量，并设置自动检测与投药装置；

b）亚硫酸盐宜选用亚硫酸氢钠、亚硫酸钠、焦亚硫酸钠等；

c）进水 pH 值宜控制在 2.5～3.0；ORP 宜控制在 230～270 mV；反应时间宜控制在 20～30 min；

d）亚硫酸盐的投加量应通过试验确定，亦可按表 1 给出的参考值选择；

表 1 亚硫酸盐与六价铬的投量比（质量比）

| 亚硫酸盐种类 | 理论值投量比 | 实际使用量 |
|---|---|---|
| 六价铬：亚硫酸氢钠 | 1∶3 | 1∶4～5 |
| 六价铬：亚硫酸钠 | 1∶3.6 | 1∶4～5 |
| 六价铬：焦亚硫酸钠 | 1∶2.74 | 1∶3.5～4 |

e）废水经还原反应后，宜加碱调废水 pH 值 7～8，使三价铬沉淀，反应时间应大于 20 min，反应后的沉淀时间宜为 1.0～1.5 h；

f）沉淀剂宜为氢氧化钠、氢氧化钙、碳酸钙等。通常根据价格、沉淀速率、污泥生成量、脱水效果和污泥是否回收进行选择。

6.3.2.3 亚硫酸盐还原的反应池应满足处理一次的周期时间。反应池内宜采用机械搅拌，不宜采用空气搅拌。反应池和沉淀池宜设于地面，同时加盖，并设通风装置。

### 6.3.3 硫酸亚铁-石灰处理技术

6.3.3.1 含铬废水采用硫酸亚铁-石灰处理时，基本工艺流程见图 4。其中还原剂采用硫酸亚铁，中和剂采用石灰。

6.3.3.2 采用硫酸亚铁-石灰处理含铬废水时，应满足以下技术条件和要求：

a）运行条件应符合表 2 的基本要求；

表 2 硫酸亚铁处理含铬废水的运行条件

| 六价铬质量浓度/（mg/L） | 加药前调 pH 值 | 投药量（质量比）六价铬：硫酸亚铁 | 反应后调 pH 值 | 搅拌时间/min |
|---|---|---|---|---|
| ＜25 | 2～3 | 1：（40～50） | 7.5～8.5 | 搅拌混匀即可 |
| 25～50 | | 1：（35～40） | | 5～10 |
| 50～100 | | 1：（30～35） | | 10～20 |
| ＞100 | | 1：30 | | 20 |

b）连续处理时，反应时间应大于 30 min；间歇处理时，反应时间宜为 2～4 h；

c）反应时宜采用空气搅拌或机械搅拌；

d）石灰的投加量宜控制为：$m(Cr^{6+})$：$m[Ca(OH)_2]$＝1：（8～15）。

### 6.3.4 微电解处理技术

6.3.4.1 采用微电解处理含铬废水时，宜采用图 5 所示的基本工艺流程：

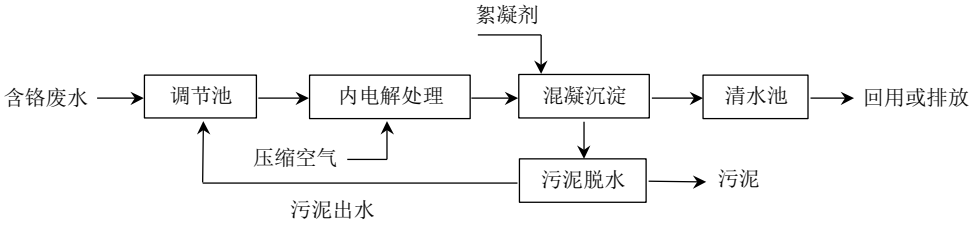


图 5 微电解处理含铬废水基本工艺流程

6.3.4.2 采用微电解处理含铬废水时，应满足以下技术条件和要求：

a）处理废水量大于或等于 5 $m^3$/h 时，可采用连续式处理；小于 5 $m^3$/h 时，宜采用间歇式处理；

b）进水 pH 值宜控制在 2～4，微电解装置的出水应加碱调 pH 值为 8～9。

6.3.4.3 铁屑在填装设备前，应进行除杂、除油和除锈处理。在运行过程中，为防止铁屑结块，应定时对其进行气水联合反冲，反冲洗水应进入污泥沉淀池。

6.3.4.4 在设施检修或停运期间，微电解装置内的铁屑填料层必须保持用水浸没，防止空气氧化和板结。

### 6.3.5 离子交换处理技术

6.3.5.1 离子交换处理含铬废水宜采用图 6 所示的基本工艺流程。

6.3.5.2 离子交换处理含铬废水的设计、运行除符合 GBJ 136 中的条件外，还应满足以下技术条件和要求：

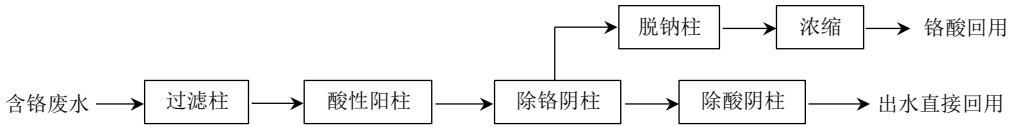


图 6　离子交换处理含铬废水基本工艺流程

a）进水六价铬离子质量浓度不宜大于 200 mg/L；

b）进入阴柱废水的 pH 值应控制在 5 以下；

c）阴柱的再生剂宜选用工业用氢氧化钠，再生液用除盐水配制；阴柱的清洗水宜用除盐水。清洗终点 pH 值应控制在 8～10；

d）阳柱的再生剂宜用工业用盐酸；阳柱的清洗水可用自来水。清洗终点 pH 值为 2～3。

6.3.5.3　离子交换树脂再生时的淋洗水，含六价铬离子部分应返回调节池；含酸、碱和重金属离子部分应经处理达标后回用或排放。

## 6.4　重金属废水

### 6.4.1　一般规定

6.4.1.1　当废水中含有氰化物时，应先去除氰化物；如废水中含有六价铬离子，应将六价铬还原为三价铬，再处理废水中的重金属离子。

6.4.1.2　离子交换处理某类重金属废水时，不得将其他镀种废水、冲刷地坪等废水混入。离子质量浓度不宜大于 200 mg/L。离子交换处理重金属废水的设计、运行控制技术条件和参数，应符合 GBJ 136 中的相关规定和要求。过滤柱、交换柱的反洗、淋洗等排水应全部进入电镀废水处理系统，处理达标后回用或排放。

6.4.1.3　采用反渗透装置处理重金属废水，应采取杀菌消毒和控制结垢的预处理措施。反渗透装置产生的浓缩水，应通过生化处理系统，处理达标后排放。

### 6.4.2　含镉废水

6.4.2.1　氢氧化物沉淀处理技术

6.4.2.1.1　当废水中的镉以离子形式存在时，可采用氢氧化物沉淀处理技术。

6.4.2.1.2　采用氢氧化物沉淀处理含镉废水时，宜采用图 7 所示的基本工艺流程：

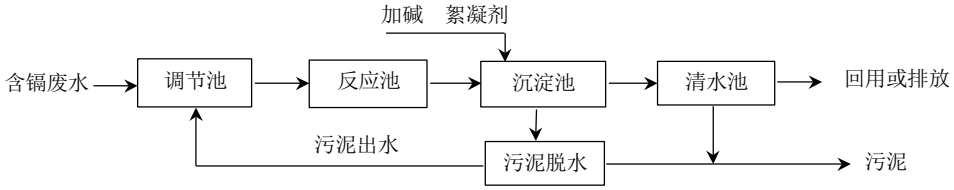


图 7　化学沉淀处理含镉废水基本工艺流程

6.4.2.1.3　采用氢氧化物沉淀处理含镉废水时，应满足以下技术条件和要求：

a）废水中镉离子质量浓度不宜大于 50 mg/L；

b）可采用聚合硫酸铁为絮凝剂，聚丙烯酰胺或硫化铁为助凝剂。絮凝剂的投加量宜为 40 mg/L；

c）反应池宜设搅拌。混合反应时，废水 pH 值宜控制在 9 左右；反应时间宜为 10～15 min；

d）沉淀时间应大于 30 min。

6.4.2.2　硫化物沉淀处理技术

6.4.2.2.1　采用硫化物沉淀处理含镉废水时，宜采用图 8 所示的基本工艺流程：

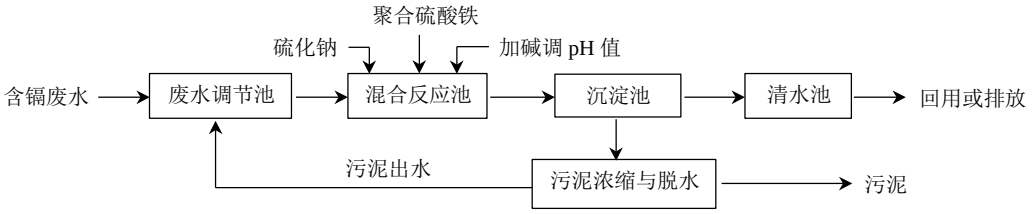


图 8　硫化物沉淀处理含镉废水基本工艺流程

6.4.2.2.2　采用硫化镉沉淀处理含镉废水时，应满足以下技术条件和要求：

a）硫化钠投加量宜为 100 mg/L 左右；

b）聚合硫酸铁或其他铁盐投加量为 30～40 mg/L；

c）反应 pH 值范围为 7～9；

d）反应搅拌时间 10 min；沉淀时间为 30 min。

6.4.2.3　离子交换处理技术

6.4.2.3.1　氰化镀镉废水宜采用图 9 所示的基本工艺流程；无氰镀镉废水宜采用图 10 所示的基本工艺流程：

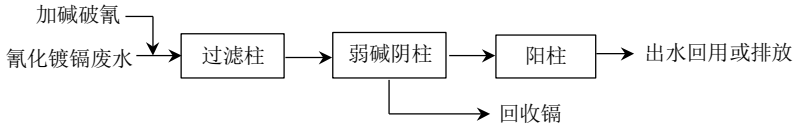


图 9　氰化镀镉废水离子交换处理基本工艺流程

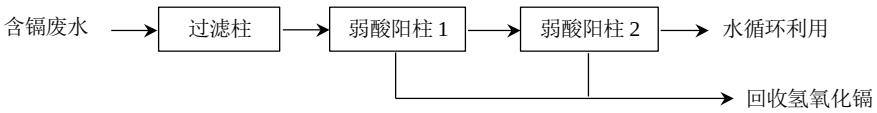


图 10　无氰镀镉废水离子交换处理基本工艺流程

6.4.2.3.2　采用离子交换处理含镉废水，应满足以下技术条件和要求：

a）进水中镉离子质量浓度不宜大于 100 mg/L；

b）废水中的镉以 $Cd^{2+}$形式存在时，宜用酸性阳离子交换树脂处理；废水中的镉以各种络合阴离子形式存在时，宜选用阴离子交换树脂处理；

c）吸附饱和后的阴离子交换树脂，宜选用 $NH_4NO_3$ 和氨水混合液作为再生剂进行再生，每小时用量为 4 倍于树脂体积，再生速度用 1～2 倍每小时树脂体积；

d）阳离子树脂交换柱应与阴离子树脂交换柱同步再生。再生剂为 2 mol/L 的盐酸，再生流速为 0.5 m/h，再生剂用量为 2 倍于树脂体积。阳离子树脂交换柱洗脱液进入中和池处理。

6.4.2.4　化学沉淀-反渗透处理技术

6.4.2.4.1　化学沉淀-反渗透组合技术适宜于氰化镀镉槽中清洗废水的处理，基本工艺流程见图 11：

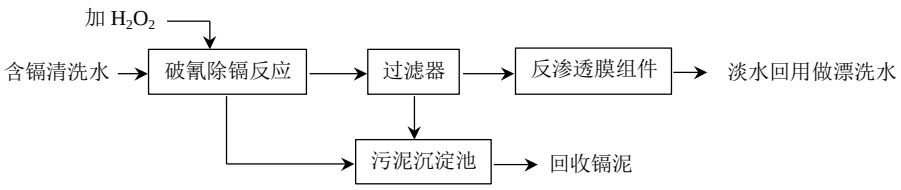


图 11　化学沉淀-反渗透联合处理氰化镀镉废水基本工艺流程

6.4.2.4.2　采用反渗透处理含镉清洗水时，应符合以下技术条件和要求：

a）对单纯的硫酸镉废水，宜采用醋酸纤维膜进行反渗透分离；

b）对氰化镀镉漂洗废水，宜选用稳定性、抗氧化性、抗酸性和抗碱性良好的反渗透膜；

c）废水进入反渗透器前，需采用 $H_2O_2$ 进行破氰和镉沉淀，废水经反应沉淀后，上清液再通过反渗透浓缩分离；

d）投加 $H_2O_2$ 时，应不断搅拌。$H_2O_2$ 的投量为理论值的 1.3～1.5 倍。

### 6.4.3　含镍废水

6.4.3.1　化学沉淀处理技术

采用化学沉淀处理含镍废水时，宜采用图 4 所示的基本处理单元。同时，应满足以下技术条件和要求：

a）在废水中投加氢氧化钠，反应 pH 值应大于 9；

b）反应时间不宜少于 20 min，并采用机械搅拌；

c）为加快悬浮物沉淀，可投加铁盐混凝剂。

6.4.3.2　离子交换处理技术

6.4.3.2.1　离子交换处理镀镍清洗废水，宜采用图 12 所示的双阳柱全饱和基本工艺流程：

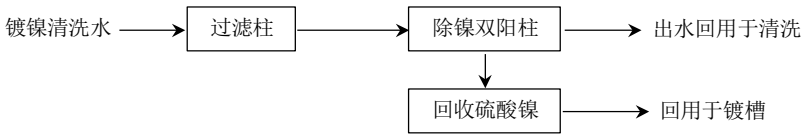


图 12　离子交换处理镀镍清洗水基本工艺流程

6.4.3.2.2　采用离子交换处理镀镍清洗水时，应满足以下技术条件和要求：

a）进水镍离子质量浓度不宜大于 200 mg/L。

b）阳离子交换剂宜采用凝胶型强酸阳离子交换树脂、大孔型弱酸阳离子交换树脂或凝胶型弱酸阳离子交换树脂，均应以钠型投入运行。

c）强酸阳离子交换树脂在交换、再生等过程中胀缩率较小，而弱酸阳离子交换树脂的胀缩率很大，当树脂由 Na 型转化为 Ni 型或 H 型时，其体积比（Ni 型/Na 型或 H 型/Na 型）达 0.5～0.6，因此，在设计交换柱时，树脂层上部应留有足够的空间。

d）当进水中悬浮物质量浓度超过 10 mg/L 时，应设置过滤柱。

e）离子交换处理含镍废水回收的硫酸镍溶液，宜作为镀镍槽的蒸发损失的补充液或作为调整镀镍槽槽液 pH 值的调整液使用。其中，镀光亮镍生产工艺的清洗水经处理后回收的硫酸镍溶液，应返回镀光亮镍镀槽，不可回用于半光亮镍镀槽。

f）当回收的硫酸镍溶液中含有的硫酸钙、硫酸镁、硫酸钠等杂质超过镀镍槽液允许限值时，应进行净化后才能回用。

6.4.3.3　反渗透处理技术

6.4.3.3.1　采用反渗透处理镀镍清洗水时，宜采用图 13 所示的基本工艺流程。

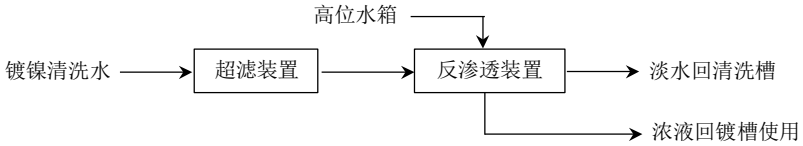


图 13　反渗透处理含镍清洗水基本工艺流程

6.4.3.3.2　采用反渗透处理镀镍清洗水时，应满足以下技术条件和要求：

a）采用反渗透膜分离处理镀镍清洗水时，镀件的清洗方式必须采用二级、三级或多级逆流漂洗，以减少反渗透装置的容量。

b）在反渗透装置上方应设一个高位水箱，当高压泵停止工作时，水就自动从高压水箱流经管膜内，使膜保持湿润；高压水管路上应装有安全阀门，并设旁通管路。一旦压力超过工作压力，安全阀自动降压，原液经旁通管路流回原液槽。

c）为防止反渗透膜的化学损伤，进水中余氯含量应小于 0.1 mg/L。去除氧化剂的方法可采用颗粒活性炭吸附，也可投加还原剂（如亚硫酸氢钠），并通过 ORP 进行监控。

d）采用反渗透装置处理后的淡水可用于镀件漂洗，浓液可直接返回镀镍槽使用。

6.4.4　含铜废水

6.4.4.1　离子交换处理技术

6.4.4.1.1　离子交换处理氰化镀铜和铜锡合金废水时，宜采用图 14 所示的基本工艺流程。如废水中含钙、镁离子浓度较高时，可在阴离子交换柱前增设 H 型弱酸阳离子交换柱。

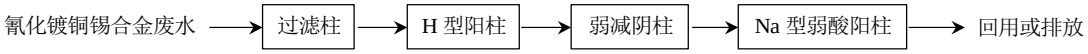


图 14　离子交换处理氰化镀铜锡合金废水基本工艺流程

6.4.4.1.2　采用离子交换处理氰化镀铜和铜锡合金废水时，应满足以下技术条件和要求：

a）进水中总氰离子质量浓度不宜大于 100 mg/L。

b）阴树脂饱和后，应在负压条件下加酸进行再生。阴树脂再生柱下方应设置一个敞口碱槽，槽内贮存溶液量应大于 1/2 树脂量、碱液浓度不低于 10 mol/L。

c）处理装置所在场地应有每小时换气 8～12 次的机械通风设施。通风设施的电气开关应安装在门外或门口。

d）阴树脂再生，应严格遵守以下规定：

①在树脂再生的整个过程中，非特殊情况不得中断。操作人员必须完成再生、淋洗等全过程后才能离开岗位；

②在再生过程中，不准停止负压系统，特殊情况需要停止时，必须首先关闭树脂再生柱、碱液吸收罐、破氰反应罐所有阀门；

③碱液吸收罐内氢氧化钠溶液浓度应不小于 2.8 mol/L，负压系统的循环水箱内循环水应呈碱性。

e）在运行和再生等过程排出的反洗水、淋洗水、废再生液以及更新后排出的循环水等，均含有氰离子，应经破氰处理。

6.4.4.1.3　采用离子交换处理硫酸铜镀铜废水时，宜采用图 15 所示的双阳柱全饱和基本工艺流程，并

满足以下技术条件和要求：

a）可与电解联合使用，从再生洗脱液中回收铜；

b）处理系统循环水的补充水应用除盐水；

c）阳柱再生宜采用硫酸作为再生液，同时避免循环水中混入钙、镁离子。如再生洗脱液中有硫酸钙、硫酸镁白色沉淀时，应通过静止沉淀和过滤除去；

d）处理后水应循环利用。

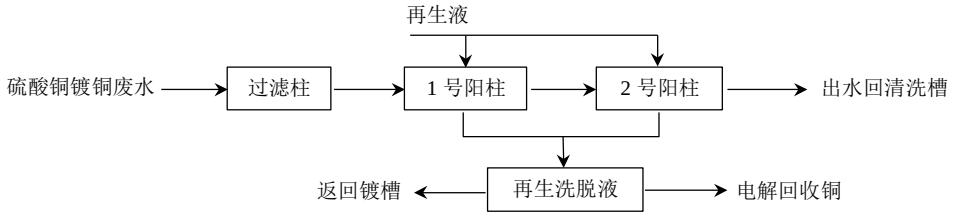


图 15　离子交换处理硫酸铜镀铜废水基本工艺流程

6.4.4.1.4　采用离子交换处理焦磷酸铜镀铜废水时，宜采用图 16 所示的双阴柱全饱和基本工艺流程，并应满足以下技术条件和要求：

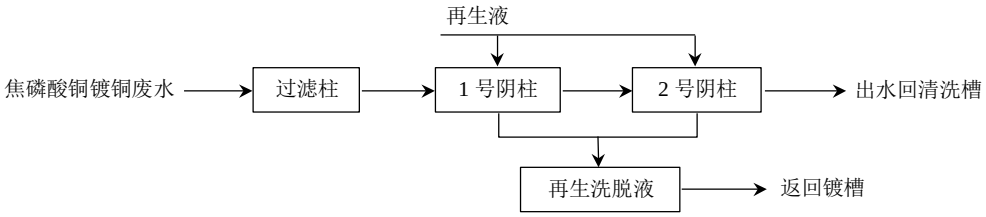


图 16　离子交换处理焦磷酸铜镀铜废水基本工艺流程

a）再生柱的洗脱液，含有较高浓度的铜离子，可直接回镀槽作为补充液使用；

b）如运行中循环水和补充水采用自来水，由于自来水中钙、镁等离子形成白色沉淀，加重了过滤柱负荷，所以，应在过滤柱前增设一个阳柱。

6.4.4.2　电解处理技术

采用电解处理含铜废水并回收铜时，宜采用图 17 所示基本工艺流程，并满足以下技术条件和要求：

a）电解槽宜采用无隔膜、单极性平板电极。电解槽电源可采用直流电源。电解槽和电源设备均应可靠接地；

b）电解槽的阳极材料宜采用不溶性材质，阴极材料宜采用不锈钢板或铜板，并宜设置 2 套；

c）当废水含铜质量浓度大于 700 mg/L 时，阴极电流密度宜采用 0.5～1.0 A/dm$^2$；当废水含铜质量浓度小于 700 mg/L 时，阴极电流密度宜采用 0.1～0.5 A/dm$^2$，硫酸铜废水的电流密度可略高于氰化镀铜废水。

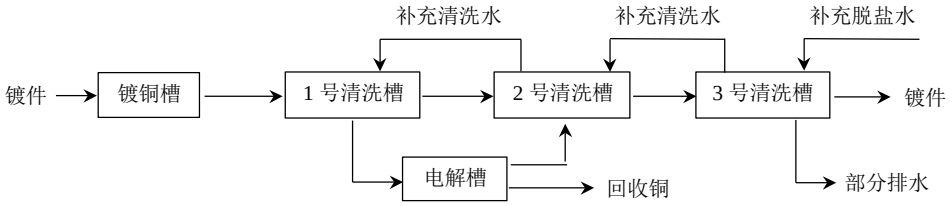


图 17　电解处理镀铜废水基本工艺流程

6.4.5　含锌废水

6.4.5.1　化学沉淀处理技术

6.4.5.1.1　采用化学沉淀处理碱性锌酸盐镀锌清洗废水时，宜采用图 18 所示的基本工艺流程，并满足以下技术条件和要求：

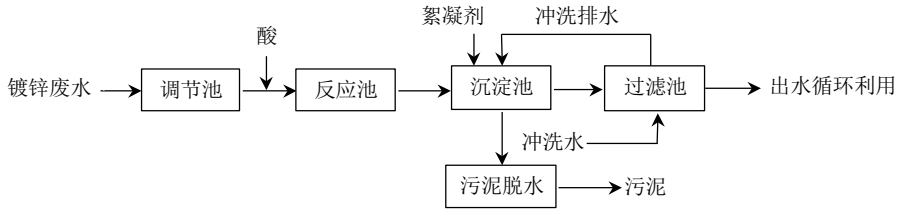


图 18　化学沉淀处理碱性锌酸盐镀锌废水基本工艺流程

a）废水中锌离子含量不宜大于 50 mg/L；

b）废水进水的 pH 值宜控制在 9～12；

c）反应时间宜采用 5～10 min；

d）絮凝剂宜采用碱式氯化铝，其投加量宜为 15 mg/L（以铝离子计）；

e）经处理后的清洗水可循环利用，但每天应补充 10%～15%的新鲜水量；

f）含锌污泥（含水率 99.7%）的体积宜按处理废水体积的 4%～8%确定。

6.4.5.1.2　采用化学沉淀处理铵盐镀锌废水时，宜采用图 19 所示的基本工艺流程，并满足以下技术条件和要求：

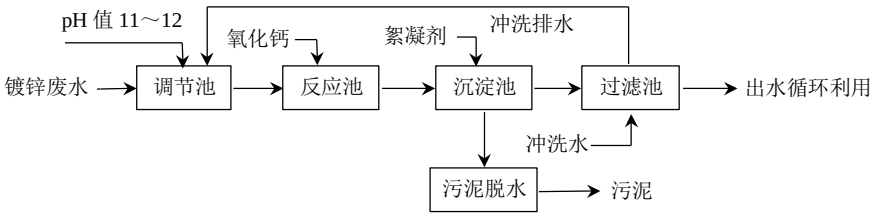


图 19　化学沉淀处理铵盐镀锌废水基本工艺流程

a）采用石灰处理铵盐镀锌废水时，石灰宜先调制成石灰乳后投加；氧化钙投加量（质量比）宜为 $m(Ca^{2+})$∶$m(Zn^{2+})$＝3∶1～4∶1；

b）处理时可用石灰（按计算量）和氢氧化钠调整废水 pH 值 11～12，pH 值不能超过 13，搅拌 10～20 min；

c）如废水中含有六价铬离子，宜投加硫酸亚铁，将六价铬还原为三价铬，硫酸亚铁的投加量根据六价铬离子浓度及废水中存在的亚铁离子总量确定，助凝剂宜采用阴离子型或非离子型的聚丙烯酰胺，投加量为 5～10 mg/L。

6.4.5.2　离子交换处理技术

6.4.5.2.1　采用离子交换处理钾盐镀锌废水时，宜采用图 20 所示的双阳柱全饱和基本工艺流程：

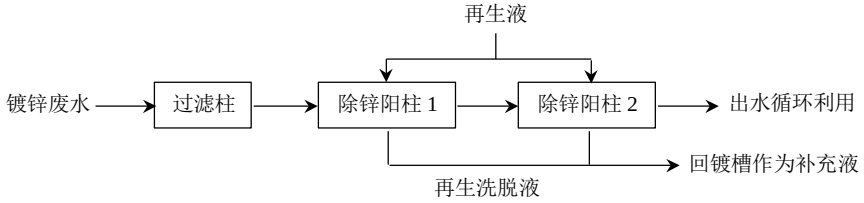


图 20　离子交换处理钾盐镀锌废水基本工艺流程

6.4.5.2.2　采用离子交换处理钾盐镀锌废水时，应满足以下技术条件和要求：

a）过滤柱滤料采用活性炭时，宜用 3.0 mol/L HCl 活性炭体积量的 2 倍用量再生，再生时间为 50 min，再生后用自来水清洗到出水 pH 值为 7 左右即可投入运行；

b）交换柱再生洗脱液含有较高浓度的锌离子，可直接回镀槽作为补充液使用。若洗脱液中带有铁离子量过多时，可用氢氧化钠调整 pH 值到 3 以上，使氢氧化铁沉淀后再回用。

### 6.4.6　含铅废水

采用磷酸盐沉淀处理含铅废水时，宜采用图 21 所示的基本工艺流程，并满足以下技术条件和要求：

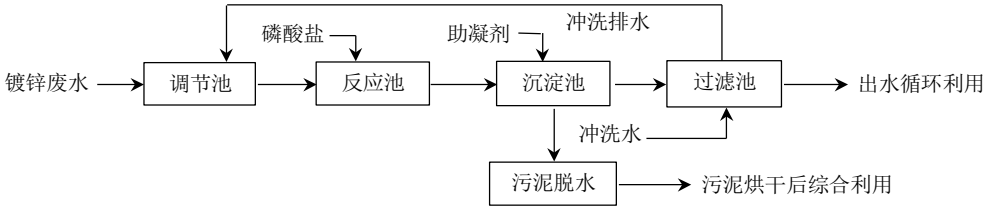


图 21　磷酸盐沉淀处理含铅废水基本工艺流程

a）沉淀剂宜采用磷酸钠；磷酸钠的投加量应根据试验确定；

b）反应时可投加助凝剂，助凝剂宜选用聚丙烯酰胺（PAM），其投加量宜控制在 5 mg/L；

c）磷酸钠和 PAM 不宜同时加入，应先加磷酸钠，0.5 min 后再加入 PAM；

d）沉淀后的沉渣经烘干脱水后，可用作塑料稳定剂。

### 6.4.7　含银废水

6.4.7.1　用电解回收银时，一级回收槽内废水中银离子质量浓度宜在 200～600 mg/L。

6.4.7.2　用电解处理氰化镀银废水时，可采用图 22 所示基本工艺流程。当清洗槽排水中氰离子浓度超过排放标准时，应经化学处理。

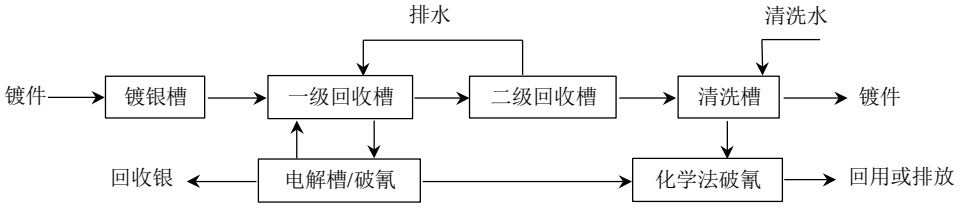


图 22　镀银废水处理基本工艺流程

6.4.7.3　回收槽的补充水应采用除盐水。

6.4.7.4　电解槽宜采用无隔膜、单极性平板电极电解槽或同心双筒电极旋流式电解槽。电解槽的电源，可采用直流电源或脉冲电源，但应通过技术经济比较确定。电解槽和电源设备应可靠接地。

6.4.7.5　电解槽的阴极材料可采用不锈钢，并宜设两套。阳极材料应根据废水性质和电解槽形式确定。

6.4.7.6　电解设备的选择应根据每小时镀件带出槽液银（或氰）离子量来确定。电解设备阴极析出银量可按式（1）计算：

$$M_x = IK\eta \qquad (1)$$

式中：$M_x$——电解设备阴极析出银量，g/h；

$I$——采用的电流值，A；

$K$——银的电化当量，$K$ = 4.025 g/（A·h）；

$\eta$——阴极电流效率，按设备给出值选（一般应为 20%～50%）。

电解设备阴极析出银量，应大于 1.3 倍的每小时镀件带出槽液银离子量。

6.4.7.7　采用旋流电解处理含银废水并回收银时，还应满足以下技术条件和要求：

a）阴、阳极间距宜控制在 5～10 mm；

b）旋流电解提取白银的最佳工艺条件宜采用：槽电压 1.8～2.2 V，电流密度 0.17～0.6 A/dm$^3$，电流效率 70%～80%，旋流量 400～600 L/h，阴离子起始质量浓度为 0.5～5 g/L；

c）电解破氰的最佳工艺条件宜采用：槽电压 3～4 V，电流密度 10～13 A/dm$^3$，氯化钠质量分数 3%～5%，氰酸根去除率大于 99%；

d）镀银漂洗水或老化液经回收白银，完成破氰后，若氰离子浓度仍不符合排放标准，可使用化学法破氰。

### 6.4.8　含氟废水的处理

对含氟废水宜采用石灰-硫酸铝处理，先向废水中投加石灰乳，调节废水 pH 值到 6～7.5，然后再投加硫酸铝或碱式氯化铝，其投加量与除氟效果成正比，具体投加量应通过试验确定。由于电镀工艺中使用氢氟酸量不多，一般不单独处理。

## 6.5　电镀混合废水

6.5.1　电镀混合废水中的特征污染物铬、镉、铅、镍、银、铜、锌、铁、铝等金属离子和氰化物应在车间排水口处理；COD、BOD、总磷、总氮、氨氮、色度、石油类、悬浮物、氟化物等污染物宜在总排放口处理。

6.5.2　微电解-膜分离联合处理技术

6.5.2.1　微电解-膜分离联合处理电镀混合废水时，宜采用图 23 所示的基本工艺流程：

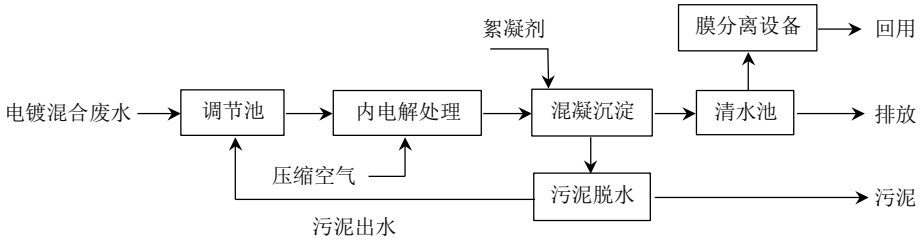


**图 23　微电解-膜分离联合处理含铬废水基本工艺流程**

6.5.2.2　采用微电解-膜分离联合处理电镀混合废水时，宜满足以下技术条件和要求：

a）微电解处理设备的材质宜选用不锈钢或碳钢，内壁应做防腐处理。

b）铸铁屑粒径宜大于 5 mm；装填高度不宜小于 1.5 m。

c）进水 pH 值宜控制在 2～5；废水与铁屑填料的接触时间不宜少于 20 min。

d）处理系统在运行期间，应定时向微电解设备自动通入压缩空气。空气通入量为 0.1～0.13 $m^3$/（min $m^2$）；压力为 0.3～0.7 MPa；通气时间为 1～3 min；脉冲频率宜为 2～5 s；周期宜为 1～2 h。如采用溶气水，溶气水与原水的比例可为 30%～50%，或视溶气水对反应器填料层冲击强度确定。溶气罐的水力停留时间宜设置为 3 min 左右。

e）微电解设备出水应用碱（或石灰乳）调 pH 值为 8～11 进行固液分离，为加快污泥沉淀，可适当投加助凝剂。

f）当采用连续式处理时，宜设水质自动检测和投药自动控制装置；间歇循环式处理废水，内电解设备内的流速不宜低于 20 m/h，填料的装填高度不宜低于 1.5 m。间歇循环处理以六价铬达标为终点，调整循环池内废水 pH 值为 8～11 进行固液分离。

h）微电解设备在检修或不运行期间，应保持设备内的水位始终浸没铁屑填料。如设备维修需将废水排空时，其设备维修和注满水的时间间隔应不超过 4 h。

g）微电解与膜分离联合处理电镀混合废水时，应根据回用水水质、水量要求，选择膜分离工艺形式。对膜分离产生的浓水，宜进入有机废水生化处理系统，经处理达标后排放。

6.5.3　凝聚沉淀处理技术

6.5.3.1　电镀混合废水中含有三价铬、铜、镍、锌、铁以及少量的铅时，宜采用硫酸亚铁作为还原剂，每种重金属离子质量浓度不宜超过 30～40 mg/L。废水中的悬浮物总量不宜超过 600 mg/L。

6.5.3.2　电镀混合废水中含有铬、铜、镍、锌时，处理过程中 pH 值宜控制在 8～9 范围内；当有镉离子时，废水 pH 值应大于或等于 10.5，同时应防止混合废水中两性金属的再溶解。

6.5.3.3　处理过程中，可根据需要投加絮凝剂和助凝剂，其品种和投加量应通过实验确定。

6.5.3.4　处理后出水一般可用于作镀前预处理用水，可作为冲洗地坪或冲洗厕所卫生设备等用水。

6.5.4　生物处理技术

6.5.4.1　电镀废水中的 COD、石油类、总磷、氨氮与总氮等污染物，应采用生物处理达标后排放。

6.5.4.2　生物处理电镀混合废水，宜采用图 24 所示的基本工艺流程：

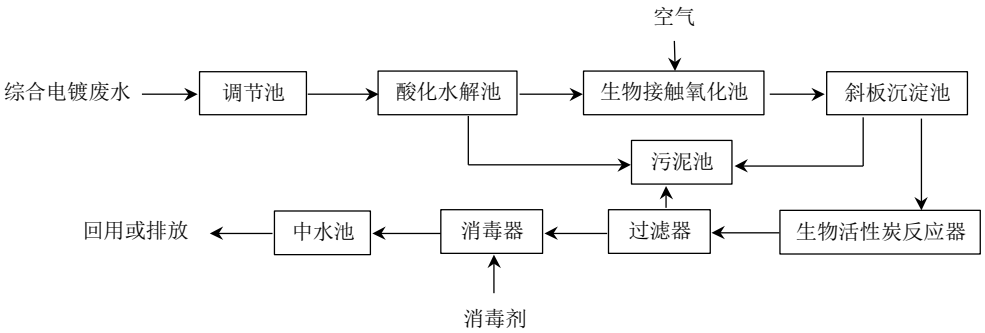


图 24　生物处理综合电镀废水基本工艺流程

6.5.4.3　由于铬、铅、镉、铜、锌、铁等重金属对微生物均有毒害作用，所以，进入生物处理系统的重金属离子应经过预处理。

6.5.4.4　宜根据综合电镀废水的水质，合理选用酸化水解池作为初级处理、生物活性炭作为二级处理，高效过滤器、药剂消毒作为深度处理工艺。

6.5.4.5　处理过程中所产生的污泥，经管道汇集后自流入污泥浓缩池，经浓缩、脱水后外运集中处理，上清液重新流回调节池。

6.5.4.6　为保证整个处理系统的安全可靠运行，生物接触氧化池和高效过滤器应设有反冲洗管路，反冲洗水来自自来水或该流程处理后的出水。

6.5.4.7　生物接触氧化池宜按一级、二级两格串联布置，水力停留时间不小于 4 h（一级 2.6 h、二级 1.4 h）。池中应设有立体弹性填料，框架为碳钢结构，内外涂防腐涂料，池底应设有微孔曝气软管布气，气水比宜按（10～15）∶1 考虑。

6.5.4.8　生物活性炭的主要设计和运行参数宜满足以下要求：

a）活性炭粒径：0.9～1.2 mm；床高：2～4 m；空床停留时间：20～30 min；体积负荷（BOD）：0.25～0.75 kg/（$m^3$ d）；水力负荷：8～10 $m^3$/（$m^2$ h）；

b）生物活性炭的有效体积（活性炭体积）宜按式（2）计算：

$$V=\frac{Q(S_0-S_e)}{N_V} \qquad (2)$$

式中：$V$——有效体积，$m^3$；

$Q$——废水平均日流量，$m^3$/d；

$S_0$——进水 BOD 值，mg/L；

$S_e$——出水 BOD 值，mg/L；

$N_V$——容积去除负荷（BOD），g/（$m^3$ d），一般取 0.5～1 g/（$m^3$ d）。

c）生物活性炭的总面积宜按式（3）计算：

$$A=\frac{V}{H} \qquad (3)$$

式中：$A$——生物活性炭的总面积，$m^2$；

$H$——活性炭总高度，m。

## 7　污泥浓缩与脱水

### 7.1　一般规定

7.1.1　电镀废水处理过程中产生的污泥属于危险废物。电镀污泥的处理处置要体现资源化、减量化和无害化。应首先考虑回收其中的重金属，不能回收利用时，应妥善保管，防止二次污染。

7.1.2　电镀污泥的回收和综合利用应优先利用本单位的生产工艺。污泥脱水、干燥程度及其构筑物和设备的选择，应根据回收和综合利用的要求确定。

7.1.3　不具备综合利用条件、需要对电镀污泥进行处理处置的，应按照国家有关危险废物转移联单管理办法的规定办理相应的手续，交由有资质的单位进行处理与处置。

7.1.4　电镀污泥的浓缩、固液分离构筑物和设备的排水，应收集到废水调节池。

### 7.2　污泥浓缩

7.2.1　沉淀池排出的污泥，在脱水前宜先进行浓缩。

7.2.2　沉淀池排出的污泥含水率，如无试验资料或类似处理运行数据可参考时，石灰法可按 99.5%～98.0%选用。同一处理方法有污泥回流时，沉淀池排出的污泥较无污泥回流时的污泥含水率要小。浓缩后污泥在无试验资料或类似处理运行数据可参考时，含水率可按 98%～96%选用。

7.2.3　浓缩池的排泥可采用水力排泥和斗式排泥。其中，斗式排泥时污泥斗壁与水平面夹角为 55°～60°。多斗排泥时应每斗设单独的排泥管和排泥阀。

7.2.4　间歇式浓缩池应在不同高度设置排出澄清水的设施。浓缩池位于地下时宜加盖。

### 7.3　污泥脱水

7.3.1　污泥脱水可采用污泥脱水设备进行机械脱水，也可通过污泥干化场自然脱水。污泥脱水设备的选型应根据污泥性能和脱水要求，经技术经济比较后确定。

7.3.2　污泥脱水设备可采用各种类型的压滤机，其过滤强度和滤饼含水率可由试验或参照类似污泥脱水运行数据确定。当缺乏有关资料时，对石灰法处理废水，有沉渣回流且脱水前不加絮凝剂，压滤后的滤饼含水量可为 82%～80%，过滤强度可为 6～8 kg/（$m^2$ h）（干基）。当沉渣中硫酸钙含量高时，滤饼含水率可取 75%或更小。

污泥脱水用厢式压滤机和板框压滤机的选用，应符合 HJ/T 283 的规定。

7.3.3　污泥脱水设备的配置应符合以下要求：

a）压滤机宜单列布置；

b）有滤饼贮斗或滤饼堆放场地，其容积或面积根据滤饼外运条件确定；

c）应考虑滤饼外运的设施和通道。

7.3.4　脱水后的污泥，应用塑料袋进行包装后，存放在具有防雨淋、防渗、防扬散、防流失的场所，并应按照 GB 15562.2 的规定，设置明显标识，按 GB 18597 要求进行管理。

7.3.5　压滤机的设计工作时间每班不宜大于 6 h。

7.3.6　污泥在脱水前是否投加絮凝剂，可通过试验和技术经济比较后确定。

## 8　主要工艺设备（设施）和材料

### 8.1　一般规定

8.1.1　废水处理主要工艺设备（设施）和材料应根据处理基本工艺流程设计和选型，其设计参数应满足基本工艺流程对设备（设施）处理效果的要求。

8.1.2　主要设备和材料，属于已颁布产品标准的，其性能要求应符合其产品标准要求。对于非标设备和材料，其加工质量要求和使用寿命不得低于产品说明书规定的技术指标与使用期限，且应具有良好的防腐蚀性。

8.1.3　主要设备或处理构筑物应不少于 2 个（或分成 2 格）。当废水流量小，调节池容量大，且每天工作时间较少的废水处理站，也可考虑只设 1 个。

### 8.2　格栅

8.2.1　在废水进入废水处理站或水泵集水池前应设置格栅。

8.2.2　格栅栅条空隙宽度一般可采用 10～15 mm，水泵集水池前的格栅空隙宽度应满足水泵要求。格栅采用人工或机械清理。

8.2.3　当废水呈酸性时，格栅应采用不锈钢或其他耐腐蚀材料。

### 8.3　废水调节池

8.3.1　连续处理的废水处理站应设置废水调节池。调节池容积应根据废水量变化规律计算确定，一般能收集 4～8 h 废水量。当废水处理站需要处理初期雨水时，调节池还应考虑初雨水量，其调节池容积按电镀生产厂区污染面积和降雨量计算。

8.3.2　调节池应方便沉渣清理，悬浮物较多的废水宜采用机械清理。

8.3.3　调节池应根据废水的性质采取相应的防腐措施。

## 8.4 污水泵

8.4.1 水泵的选型和台数应与废水的水质、水量及处理系列相适应，宜按每个系列的处理水量选 1 台工作泵，1 台备用泵。

8.4.2 抽升腐蚀性废水，应选用耐腐蚀的水泵、管道和配件。泵房地面应防腐。

8.4.3 抽升可能产生有毒、有害气体的污水泵房，应设计为单独的建筑物，并有可靠的通风设施。

## 8.5 混合反应池

8.5.1 水处理药剂与废水的混合与反应，宜采用机械搅拌或水力搅拌。间歇处理废水可采用压缩空气搅拌。

8.5.2 药剂与废水混合时间为 3～5 min，反应时间为 10～30 min。

8.5.3 药剂与废水混合反应过程中，如产生有害气体，则混合池和反应池应加盖密闭，设通风设施。混合池和反应池不宜采用压缩空气搅拌。

8.5.4 混合和反应池都应设排空管，排空管应通向调节池。

8.5.5 混合和反应池应根据废水水质采取相应的防腐措施。

## 8.6 沉淀池

8.6.1 沉淀池的设计参数应根据废水处理试验数据或参照类似废水处理的沉淀池运行资料确定。当没有试验条件和缺乏有关资料时，其设计参数可参考表 3。

**表 3 工业废水沉淀池设计参数**

| 池型 | 表面负荷/[$m^3$/（$m^2$·h）] | 沉淀时间/h | 固体通量/[kg/（$m^2$·d）] | 出水堰负荷/[$m^3$/（d·m）] | 池深/m |
|---|---|---|---|---|---|
| 竖流式 | 0.7～1.2 | 1.5～2.0 | 40～60 | 100～130 | ＞5 |
| 辐流式 | 1.2～1.5 | 1.0～1.5 | 50～70 | 100～150 | 3～3.5 |
| 斜管式 | 3～4 | 1.0～1.5 | 50～70 | 100～300 | ＞5.5 |
| 澄清池 | 1.2～1.5 | 1.5 | 70～80 | 100～200 | ＞5 |

8.6.2 斜板（管）设计一般采用斜板间距（斜管直径）50～80 mm，其斜长不小于 1.0 m，倾角 60°。

8.6.3 有污泥回流的斜板（管）沉淀池，回流污泥根据工艺要求可与药剂同时加入到废水混合池，或与药剂混合后加入到废水中，或先与废水混合后再投加药剂。其计算流量应为废水和回流污泥之和。

8.6.4 斜板（管）沉淀池的排泥宜采用机械排泥或排泥斗。沉淀池排泥斗的斗壁与水平面的夹角，园斗不宜小于 55°，方斗不宜小于 60°，每个泥斗应设单独的排泥管和排泥阀。

## 8.7 过滤池

8.7.1 废水经加药沉淀后，是否需要过滤，应根据出水水质要求确定。

8.7.2 当需要设计过滤池时，可参照 GBJ 13 中有关规定。

8.7.3 过滤池的反冲洗水应返回废水调节池，不得直接外排。

# 9 检测与过程控制

9.1 电镀废水治理工程应根据工艺要求，在调节池、中间水池、污泥浓缩池、清水池等水池设液位控制仪，并有高/低位接点输出，可自动及手动控制泵的启停。

9.2 废水处理站的处理水量宜采用流量计控制；pH 值调节宜采用 pH 计；加药系统宜采用氧化还原电

位仪（ORP）等控制加药量，缺药时可自动报警。

9.3　自动控制系统应设配电柜和控制柜。控制分自动和手动互切换双回路控制系统，并具有自动保护和声光报警功能。

9.4　有条件的企业，应在含氰废水处理单元和含铬废水处理单元安装游离氰和六价铬在线检测系统。

9.5　电镀废水处理站应设水质监测化验室，应具备监测分析所有需要控制的污染项目（如六价铬、总铬、总铅、总镉、总镍、总银、铜、锌、铁、铝、氰化物、pH 值、COD、总磷、总氮、氨氮、氟化物、色度、悬浮物等）的能力。并按照检测项目配置相应的监测分析仪器和玻璃器皿。

## 10　辅助工程

### 10.1　电气

10.1.1　废水处理站的供电等级，应与生产车间相同。独立的废水处理站供电宜按二级负荷设计。

10.1.2　低压配电设计应符合 GB 50054 的规定。

10.1.3　供配电系统应符合 GB 50052 的规定。

10.1.4　建设工程施工现场供用电安全应符合 GB 50194 的规定。

### 10.2　给水、排水和消防

10.2.1　废水处理站排水宜采用重力流排放。

10.2.2　给水管与处理装置衔接时应采取防止污染给水系统的措施。

10.2.3　废水处理站消防设计应符合 GB 50016 的有关规定，并配置消防器材。

### 10.3　采暖通风

10.3.1　地下构筑物应有通风设施。

10.3.2　在寒冷地区，处理构筑物和管线应有防冻措施。当采暖时，处理构筑物室内温度可按 5℃设计；加药间、化验室和操作室等的室内温度可按 15℃设计。

### 10.4　建筑、结构、道路与绿化

10.4.1　处理构筑物应符合 GB 50009 和 GB 50191 的有关规定，并采取防腐蚀、防渗漏措施。

10.4.2　处理水池等构筑物应设排空设施，排出的水应回流到调节池。

10.4.3　废水处理站内道路应符合 GBJ 22 的有关规定。

10.4.4　废水处理站的绿化面积，可根据实际情况确定。

## 11　劳动安全与职业卫生

### 11.1　劳动安全

11.1.1　高架处理构筑物应设置栏杆、防滑梯、照明和避雷针等安全设施。各构筑物应设有便于行走的操作平台、走道板、安全护栏和扶手，栏杆高度和强度应符合国家有关劳动安全规定。

11.1.2　所有正常不带电的电气设备的金属外壳均应采取接地或接零保护；钢结构、排气管、排风管和铁栏杆等金属物应采用等电位联接。

11.1.3　各种机械设备裸露的传动部分应设置防护罩，不能设置防护罩的应设置防护栏杆，周围应保持一定的操作活动空间。

11.1.4　地下构筑物应有清理、维修工作时的安全措施。主要通道处应设置安全应急灯。在设备安装和检修时应有相应的保护设施。

11.1.5　存放有害化学物质的构筑物应有良好的通风设施和阻隔防护设施。有害或危险化学品的贮存应符合国家相关规定的要求。

11.1.6　废水调节池如需顶盖，则应留有排气孔。

11.1.7　废水处理站危险部位应有安全警示标志。并配置必要的消防、安全、报警与简单救护等设施。

### 11.2　职业卫生

11.2.1　废水处理设施在建设、运行过程中产生的废气、废水、废渣、噪声及其他污染物排放应严格执行国家环境保护法规、标准和批复的环境影响评价文件的有关规定。

11.2.2　废水处理设备的噪声应符合 GB 12348 的规定，对建筑物内部设施噪声源控制应符合 GBJ 87 中的有关规定。

11.2.3　噪声控制应优先采取噪声源控制措施。废水处理站不宜采用高噪声风机。

11.2.4　加药设施附近应有保障工作人员卫生安全的设施。

11.2.5　加氯间的设计应符合 GBJ 13 的有关规定。

11.2.6　加药间宜与药剂库毗邻，根据具体情况设置搬运、起吊设备和计量设施。

11.2.7　药剂贮量一般不少于 15 d 的投药量，也可根据药剂用量和当地药剂供应条件等合理确定。

## 12　工程施工与验收

### 12.1　一般规定

12.1.1　承担电镀废水治理工程的设计单位、施工单位应具备相应的工程设计资质或施工资质。

12.1.2　施工单位应按照设计图纸、技术文件、设备图纸等组织施工。施工过程中，应做好材料设备、隐蔽工程和分项工程等中间环节的质量验收；隐蔽工程应经过中间验收合格后，方可进行下一道工序施工。

12.1.3　施工中所使用的设备、材料、器件等应符合现行国家标准和设计要求，并取得供货商的产品合格证书。不得使用不合格产品。设备安装应符合 GB 50231 的规定。

12.1.4　管道工程的施工和验收应符合 GB 50268 的规定；混凝土结构工程的施工和验收应符合 GB 50204 的规定；构筑物的施工和验收应符合 GB 50141 的规定。

12.1.5　施工单位除应遵守相关的技术规范外，还应遵守国家有关部门颁布的劳动安全及卫生、消防等国家强制性标准。

12.1.6　电镀废水治理工程施工与验收应有施工监理单位参加。

### 12.2　工程施工

#### 12.2.1　土建施工

12.2.1.1　在土建施工前，应认真了解设计图纸和设备安装对土建的要求，了解预留预埋件的位置和做法，对有高程要求的设备基础要严格控制在设备要求的误差范围内。

12.2.1.2　在进行结构设计时应充分考虑池体的抗浮，施工过程中应计算池体的抗浮稳定性及各施工阶段的池体自重与水的浮力之比，检查池体能否满足抗浮要求。

12.2.1.3　各类水池宜采用钢筋混凝土结构。土建施工应重点控制池体的抗浮处理、地基处理、池体抗渗处理，满足设备安装对土建施工的要求。

12.2.1.4　在软弱地基上施工、且构筑物荷载不大时，应采取适当的措施对地基进行处理，必要时可采用桩基。

12.2.1.5　施工过程中应加强建筑材料和施工工艺的控制，杜绝出现裂缝和渗漏。出现渗漏处，应会同设计等有关方面确定处理方案，彻底解决问题。

12.2.1.6　模板、钢筋、混凝土分项工程应严格执行 GB 50204 规定。其中，模板架设应有足够强度、刚度和稳定度，表面平整无缝隙，尺寸正确；钢筋规格、数量准确，绑扎牢固应满足搭接长度要求，无锈蚀；混凝土配合比、施工缝预留、伸缩缝设置、设备基础预留孔及预埋螺栓位置均应符合规范和设计要求，冬季施工应注意防冻。

### 12.2.2　设备安装

12.2.2.1　设备基础应按照设计要求和图纸规定浇筑，混凝土标号、基面位置高程应符合说明书和技术文件规定。混凝土基础应平整坚实，并有隔振措施。预埋件水平度及平整度应符合 GB 50231 规定。地脚螺栓应按照原机出厂说明书的要求预埋，位置应准确，安装应稳定。安装好的机械应严格符合外型尺寸的公称允许偏差，不允许超差。

12.2.2.2　各种机电设备安装后应进行试车。试车应满足下列要求：

a）启动时应按照标注箭头方向旋转，启动运转应平稳，运转中无振动和异常声响；

b）运转齿合与差动机构运转应按产品说明书的规定同步运行，没有阻塞、碰撞现象；

c）运转中各部件应保持动态所应有的间隙，无抖动晃摆现象；

d）试运转用手动或自动操作，设备全程完整动作 5 次以上，整体设备应运行灵活，并保持紧张状态；

e）各限位开关运转中应动作及时，安全可靠；

f）电极运转中温升应在正常值范围内；

g）各部轴承注加规定润滑油，应不漏、不发热，温升小于 60℃。

## 12.3　工程验收

12.3.1　电镀废水治理工程竣工验收应按《建设项目（工程）竣工验收办法》、相应专业验收规范和本标准的有关规定进行。

12.3.2　建筑电气工程施工质量验收应符合 GB 50303 的规定。各设备、构（建）筑物单体按国家或行业的有关标准、规范验收后，应进行清水联通启动验收和整体调试。

12.3.3　试运行应在系统通过整体调试、各环节运转正常、技术指标达到设计和合同要求后启动。

12.3.4　电镀废水治理工程验收应提供以下资料：主管部门的批准文件；经批准的设计文件和设计变更文件；工程合同；设备供货合同和合同附件；设备技术文件和技术说明书；专项设备施工验收文件和工程监理报告。

## 12.4　环境保护验收

12.4.1　电镀废水治理工程试运行期应进行性能试验。废水处理工程性能试验应包括以下内容：最大处理水量试验；最大处理效率试验；污泥脱水试验；电能和药剂消耗试验；运行稳定性试验。

12.4.2　电镀废水治理工程环境保护验收应按《建设项目环境保护竣工验收管理办法》的规定进行，并提供以下技术资料：项目审批文件；批准的设计文件和设计变更文件；性能试验报告；验收监测报告；试运行期连续运行报告（一般不少于 30 个工作日）及完整的试运行记录；管理制度与岗位操作规程。

12.4.3　电镀废水治理设施经环境保护竣工验收合格后，可正式投入使用。

## 13 运行与维护

### 13.1 一般规定

13.1.1 电镀废水处理站应建立操作规程、运行记录、水质检测、设备检修、人员上岗培训、应急预案、安全注意事项等处理设施运行与维护的相关制度，适时监控运行效果，加强处理设施的运行、维护与管理。

13.1.2 电镀企业应将废水处理设施作为生产系统的组成部分进行管理，应配备专职人员负责废水处理设施的操作、运行和维护。废水处理设备设施每年进行一次检修，其日常维护与保养应纳入企业正常的设备维护管理工作。

13.1.3 电镀企业不得擅自停止电镀废水治理设施的正常运行。因维修、维护致使处理设施部分或全部停运时，应事先征得当地环保部门的批准。

13.1.4 电镀废水处理站的运行记录和水质检测报告作为原始记录，应妥善保存，不得丢失或撕毁。

### 13.2 人员与运行管理

13.2.1 废水处理站的操作人员应经过岗位技能培训，熟悉废水处理的整体工艺、相关技术条件和设施、运行操作的基本要求，能够合理处置运行过程中出现的各种故障与技术问题。

13.2.2 废水处理站的操作人员应严格按照操作规程要求，运行、维护和管理废水处理设施，检查记录处理构筑物、设备、电器和仪表的运行状况。

13.2.3 操作人员应遵守岗位职责，如实填写运行记录。运行记录的内容应包括：水泵及相关处理设备/设施的启动-停止时间、处理水量、水温、pH 值；电器设备的电流、电压、检测仪器的适时检测数据；投加药剂名称、调配浓度、投加量、投加时间、投加点位；处理设施运行状况与处理后出水情况等。

13.2.4 废水处理站的操作人员应做好交接班记录。非操作人员不得擅自启动、关闭废水处理设备。

13.2.5 废水处理站的操作人员应根据处理设施、设备的使用情况，提出检修内容与检修周期；对可能出现故障的设备和装置应提出具体的维护与维修措施。

13.2.6 当发现废水处理设施运行不正常或处理效果出现较大波动，不能满足排放要求时，应及时采取措施，进行调整。

13.2.7 废水处理站的操作人员应负责应急事故水池等应急设施的日常管理，并根据处理工艺特点与污染物特性，制定出生产事故、废水污染物负荷突变等突发情况下的应急调节措施。

### 13.3 水质检测

13.3.1 电镀废水处理站应设置水质监控点，适时检测与监控处理设施的运行状况与处理效果。

13.3.2 水质监控点应符合以下要求：当对废水处理系统的整体效率进行监控时，水质监控点应设在废水处理设施的总进水口和总排水口；当对处理设施各单元的处理效率进行监控时，监控点应设在处理单元的进水口和单元的排水口。

13.3.3 电镀废水处理站在运行期间，每天均应根据设施的运行状况，对处理水质进行检测，并建立水质检测报告制度。检测项目、采样点、采样频率、采用的监测分析方法应按照 GB 21900 所规定的要求进行。已安装在线监测系统的，也应定期取样，进行人工检测，比对数据。

13.3.4 在检测分析过程中，应及时、真实填写原始记录，不得凭追忆事后补填或抄填。

13.3.5 检测报告应执行三级审核制。第一级审核应校对原始记录的完整性和规范性，仪器设备、分析方法的适用性和有效性，检测数据和计算结果的准确性，校对人员应在原始记录上签名；第二级审核应校核检测报告和原始记录的一致性，报告内容完整性、数据准确性和结论正确性；第三级审核应检查检

测报告是否经过了校核，报告内容的完整性和符合性，监测结果的合理性和结论的正确性。第二、第三级校核、审核后，均应在检测报告上签名。

# 附　录　A
（资料性附录）
电镀废水的来源、主要成分及其质量浓度范围

表 A.1　电镀废水的来源、主要成分及其质量浓度范围

| 废水种类 | 废水来源 | 废水主要成分 | 主要污染物质量浓度范围 |
|---|---|---|---|
| 酸碱废水 | 镀前处理、冲洗地坪 | 各种酸类和碱类等 | 酸、碱废水混合后，一般呈酸性，pH 值 3～6 |
| 含氰废水 | 氰化镀工序 | 氰络合金属离子、游离氰等 | pH 值 8～11，总氰根离子 10～50 mg/L |
| 含铬废水 | 粗化、镀铬、钝化、化学镀铬、阳极化处理 | 六价铬、铜等金属离子 | pH 值 4～6，六价铬离子 10～200 mg/L |
| 含镉废水 | 无氰镀镉、氰化镀镉 | 镉离子、游离氰离子 | pH 值 8～11，镉离子≤50 mg/L，游离氰离子 10～50 mg/L |
| 含镍废水 | 镀镍、化学镀镍 | 镀镍：硫酸镍、氯化镍、硼酸、添加剂<br>化学镍：硫酸镍、络合剂、还原剂 | 镀镍：pH 值 6 左右，镍离子≤100 mg/L<br>化学镍：pH 值取决于溶液类型，镍离子≤50 mg/L |
| 含铜废水 | 酸性镀铜、焦磷酸盐镀铜、氰化镀铜、镀铜锡合金、镀铜锌合金 | 酸性镀铜废水：硫酸铜、硫酸<br>焦磷酸盐镀铜：焦磷酸铜、焦磷酸钾、柠檬酸钾、氨三乙酸以及添加剂 | 酸性铜：pH 值 2～3，铜离子≤100 mg/L<br>焦磷酸铜：pH 值 7 左右，铜离子≤50 mg/L |
| 含锌废水 | 碱性锌酸盐镀锌 | 锌离子、氢氧化钠和部分添加剂等 | pH 值＞9，锌离子≤50 mg/L |
| | 钾盐镀锌 | 锌离子、氯化钾、硼酸和部分光亮剂 | pH 值 6 左右，锌离子≤50 mg/L |
| | 硫酸锌镀锌 | 硫酸锌、部分光亮剂 | pH 值 6～8，锌离子≤50 mg/L |
| | 铵盐镀锌 | 氯化锌、氯化铵、锌的络合物和添加剂 | pH 值 6～9，锌离子≤50 mg/L |
| 含铅废水 | 氟硼酸盐镀铅、镀铅锡铜合金 | 氟硼酸铅、氟硼酸根、氟离子 | pH 值 3 左右，铅离子 150 mg/L 左右，氟离子 60 mg/L 左右 |
| 含银废水 | 氰化镀银、硫代硫酸盐镀银 | 银离子、游离氰离子 | pH 值 8～11，银离子≤50 mg/L，游离氰离子 10～50 mg/L |
| 含氟废水 | 冷封闭 | 镍离子、氟离子 | pH 值 6 左右，镍离子≤20 mg/L，氟离子≤20 mg/L |
| 混合废水 | 电镀前处理和清洗 | 铜、锌、镍、三价铬等重金属离子 | pH 值 4～6，铜、锌、镍、三价铬等重金属离子均≤100 mg/L |