

附件二：

HJ-BAT-XXX

# 环境保护技术文件

## 电镀工业污染防治最佳可行技术指南(试行)

**Guideline on Best Available Technologies of Pollution Prevention and Control  
for Electroplating Industry (on Trial)**

(征求意见稿)

环境保护部

二〇一一年八月

# 目 次

前言 .....	1
1 总则 .....	2
1.1 适用范围.....	2
1.2 术语和定义.....	2
2 生产工艺及污染物排放.....	2
2.1 生产工艺及产污环节.....	2
2.2 污染物排放.....	3
3 电镀工业污染防治技术.....	5
3.1 电镀工艺过程污染预防技术.....	5
3.2 水污染治理技术.....	8
3.3 大气污染治理技术.....	10
3.4 污泥综合利用及处理处置技术.....	11
3.5 噪声防治技术.....	12
3.6 电镀工业污染防治新技术.....	12
4 电镀工业污染防治最佳可行技术.....	13
4.1 电镀工业污染防治最佳可行技术概述.....	13
4.2 工艺过程污染预防最佳可行技术.....	14
4.3 水污染治理最佳可行技术.....	15
4.4 大气污染治理最佳可行技术.....	18
4.5 污泥处理综合利用及处置最佳可行技术.....	19
4.6 最佳环境管理实践.....	19

# 前言

为贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》，加快建立环境技术管理体系，确保环境管理目标的技术可达性，增强环境管理决策的科学性，提供环境管理政策制定和实施的技术依据，引导污染防治技术进步和环保产业发展，根据《国家环境技术管理体系建设规划》，环境保护部组织制定污染防治技术政策、污染防治最佳可行技术指南、环境工程技术规范等技术指导文件。

本指南可作为电镀工业项目环境影响评价、工程设计、工程验收以及运营管理等环节的技术依据，是供各级环境保护部门、规划和设计单位以及用户使用的指导性技术文件。

本指南为首次发布，将根据环境管理要求及技术发展情况适时修订。

本指南由环境保护部科技标准司提出。

本指南起草单位：江西金达莱环保研发中心有限公司、南昌航空大学、中国环境科学学会、中国环境科学研究院。

本指南由环境保护部解释。

## 1 总则

### 1.1 适用范围

本指南适用于电镀企业，具有电镀、化学镀、阳极氧化、磷化等工序的其他生产企业可参照执行。

### 1.2 术语和定义

#### 1.2.1 最佳可行技术

是针对生产、生活过程中产生的各种环境问题，为减少污染物排放，从整体上实现高水平环境保护所采用的与某一时期技术、经济发展水平和环境管理要求相适应、在公共基础设施和工业部门得到应用、适用于不同应用条件的一项或多项先进、可行的污染防治工艺和技术。

#### 1.2.2 最佳环境管理实践

是指运用行政、经济、技术等手段，为减少生产、生活活动对环境造成的潜在污染和危害，确保实现最佳污染防治效果，从整体上达到高水平环境保护所采用的管理活动。

## 2 生产工艺及污染物排放

### 2.1 生产工艺及产污环节

电镀工艺包括工件抛光、脱脂、上挂具、化学除油、酸洗、电解除油、弱腐蚀（活化）、电镀、浸洗回收、出光、低铬钝化、漂白、烘干、检验等生产过程。镀层种类分为单层金属电镀和多层（复合）金属电镀。

以镀锌和装饰性电镀为例，电镀生产工艺流程及产污环节见图 1。

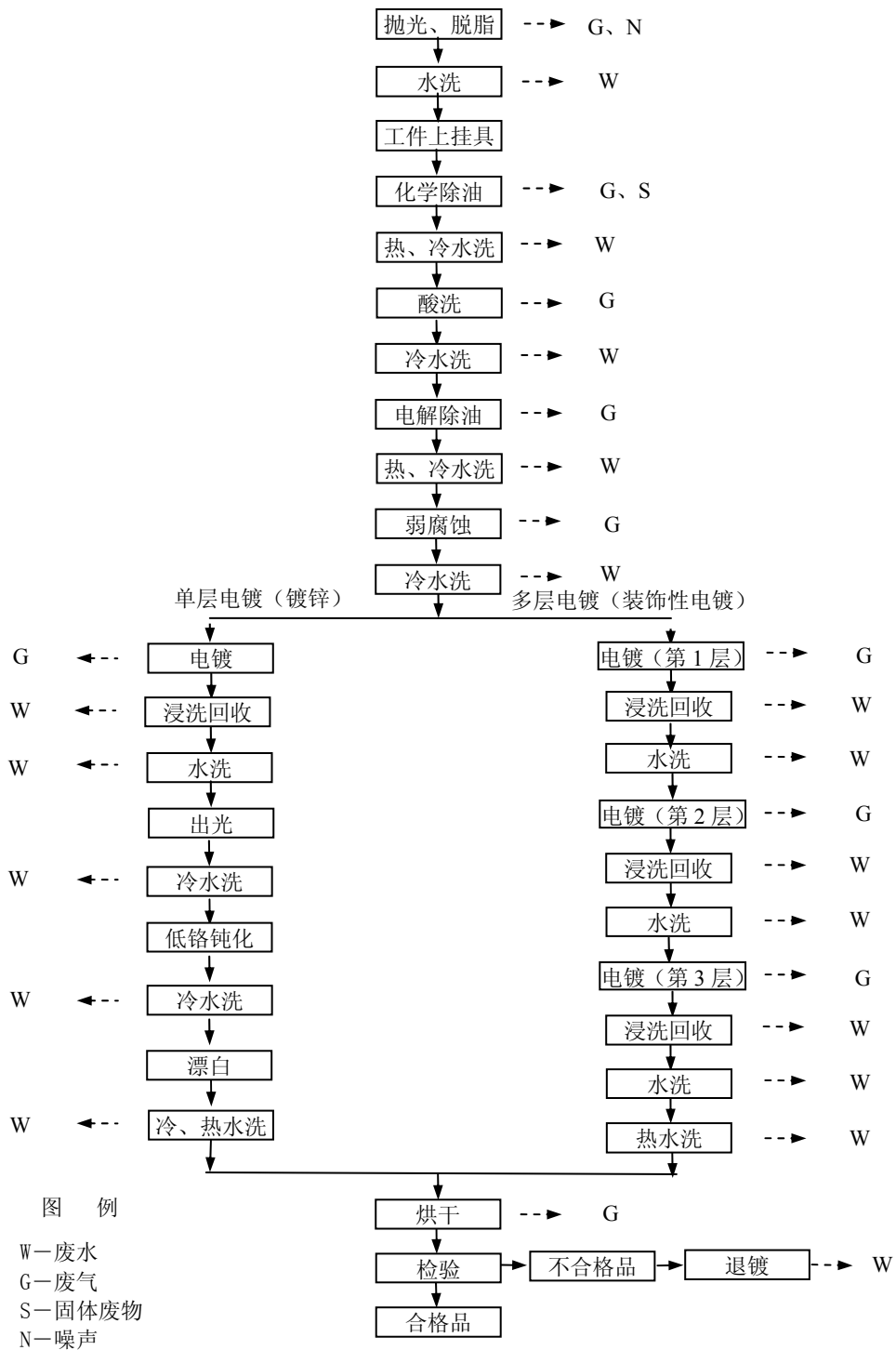


图 1 电镀生产工艺流程及产污环节

## 2.2 污染物排放

电镀工艺产生的污染包括水污染、大气污染、固体废物污染和噪声污染，其中水污染（含重金属离子和有机污染物）和大气污染（各类酸雾）是主要环境问题。

### 2.2.1 水污染

电镀废水含有数十种无机和有机污染物，其中无机污染物主要为铜、锌、铬、镍、镉等重金属离子以及酸、碱、氰化物等；有机污染物主要为含碳有机物、含氮有机物等。

电镀废水主要由以下几类废水组成：

**酸碱废水：**包括预处理及其它酸洗槽、碱洗槽产生的废水，主要污染物为盐酸、硫酸、氢氧化钠、碳酸钠、磷酸钠等。

**含氰废水：**包括氰化镀铜、碱性氰化物镀金、中性和酸性镀金、银、铜锡合金、仿金电镀等含氰电镀工序产生的废水，主要污染物为氰化物、络合态重金属离子等。该类废水剧毒，须单独收集、处理。

**含铬废水：**包括镀铬、镀黑铬、表面钝化、退镀以及塑料电镀前处理粗化等工序产生的废水。主要污染物为六价铬、总铬等。该类废水毒性大，须单独收集、处理。

**重金属废水：**包括镀镍、镉、铜、锌等金属及其合金产生的废水，焦磷酸盐镀铜废水，钯镍合金电镀废水，化学镀废水以及阳极氧化、磷化工艺产生的废水。该类废水主要污染物为镍、氯化镉、硫酸镉及氧化镉、硫酸铜、氯化锌、氧化锌、硫酸锌、氯铵、络合态重金属离子及络合剂类有机物、甲醛和乙二胺四乙酸（EDTA）等。

**有机废水：**包括工件除锈、脱脂、除油、除蜡等电镀前处理工序产生的废水。该类废水主要污染物为有机物、悬浮物、重金属等。

**混合废水：**包括多种工序排放的废水，组分复杂多变，主要污染物为多种金属离子，添加剂、络合剂、染料、分散剂等有机物，及悬浮物、石油类、磷酸盐、表面活性剂等。

### 2.2.2 大气污染

电镀工艺产生的大气污染物包括粉尘和多种无机污染废气。粉尘中的主要污染物为颗粒物，无机污染废气包括酸性废气、碱性废气、含铬酸雾、含氰废气等。电镀工艺大气污染物及来源见表 1。

表 1 电镀工艺大气污染物及来源

废气种类	产污环节	主要污染物
含尘废气	喷砂、磨光及抛光等	沙粒、金属氧化物及纤维性粉尘
酸性废气	酸洗、出光和化学抛光等	氯化氢、二氧化硫、氟化氢、硫化氢、磷酸和酸雾
碱性废气	化学、电化学除油，碱性和氰化电镀等	氢氧化钠、碳酸钠及磷酸钠等碱性物质
含铬酸雾	镀铬工艺	铬酸雾
含氰废气	氰化镀铜、镀锌、铜锡合金及仿金等	氰化氢气体

### 2.2.3 固体废物污染

电镀工艺产生的固体废物主要为化学法处理电镀废水的过程中产生的污泥，还有化学除油工序产生的少量油泥。污泥中含有金属氢氧化物、硫化物等重金属污染物，多属于危险废物。但当金属含量达到精矿含量要求时，可先进行资源化综合利用。

### 2.2.4 噪声污染

电镀工艺产生的噪声分为机械噪声和空气动力性噪声，主要噪声源包括磨光机、振光机、滚光机、空压机、水泵、超声波、电镀通风机、送风机等设备。噪声源强通常为 65~100dB(A)。

### 3 电镀工业污染防治技术

#### 3.1 电镀工艺过程污染预防技术

##### 3.1.1 有毒原辅材料替代技术

###### 3.1.1.1 无氰镀锌技术

无氰镀锌技术是以氯化物或碱性锌酸盐替代氰化物的镀锌技术。

该技术明显提高了电镀质量，且工艺全过程不使用氰化物，减少了含氰污染物的排放。氯化物镀锌技术已经占电镀锌工艺约 90%。

该技术适用于电镀锌工艺。

###### 3.1.1.2 无氰酸性镀铜技术

无氰酸性镀铜（CDS 镀铜）技术是在酸性（pH1.0~3.0）溶液条件下，为钢铁工件电（或化学）镀铜。镀液由五水硫酸铜、阻化剂、络合剂、还原剂等组成。其原理是：选择适合 CDS 酸性镀铜液的酸盐与阻化剂合理配位，抑制铜离子与钢铁的置换反应；以葡萄糖等组成的复合还原剂，使二价铜离子（ $\text{Cu}^{2+}$ ）在金属表面形成镀层而不是置换层，工件基体与镀层结合牢固；组合络合剂使酸性镀铜液产生的有害成分和带入的杂质，有效分离沉淀。从而获得结合力牢固的镀铜层。

该技术镀层结晶细致牢固、工艺稳定、电流效率高、沉积速度快，镀液稳定，质量可靠、电镀成本低、操作简单。镀液不含氰化物、甲醛及强络合剂等有害成分，生产中无有毒、有害气体挥发。

该技术适用于钢铁、铜、锡基质工件直接镀铜工艺。

###### 3.1.1.3 丙尔金镀金替代氰化物镀金技术

丙尔金镀金替代氰化物镀金技术是采用一水合柠檬酸一钾二（简称丙尔金）镀液替代氰化亚金钾的镀金工艺。其原理是黄金在王水（强氧化剂）中溶解生成三氯化金，三氯化金在络合剂和丙二腈的作用下与柠檬酸盐反应生成柠檬酸金钾，经电离还原后金离子沉积在镀件上。

柠檬酸金钾镀层不再发生氰溶蚀过程，镀层附着力强，表面光洁度高，镀金色泽呈 24K 纯正金黄色。其可焊性、抗氧化性、耐盐雾等理化性能均较好，且该技术无氰化物排放。

该技术适用于功能性电镀金及装饰性电镀金工艺。

###### 3.1.1.4 亚硫酸盐镀金技术

亚硫酸盐镀金技术是以亚硫酸盐镀金液代替氰化物的镀金工艺。

该技术电流效率高，镀层细致光亮，沉积速度快，孔隙少，镀层与镍、铜、银等金属结合力好，镀液中如果加入铜盐或钯盐，硬度可达到 350HV；但镀液稳定性不如含氰镀液，且硬金耐磨性差，接触电阻变化较大。阳极不溶解，需经常补加溶液中的金。

该技术适用于装饰性电镀金工艺。

###### 3.1.1.5 三价铬电镀技术

三价铬电镀采用了氨基乙酸体系和尿素体系镀液，镀层质量、沉积速度、耐腐蚀性、硬度和耐磨性等都与六价铬镀层相似，且工艺稳定，电流效率高，节省能源，同时还具有微孔或微裂纹的特点；但镀层增厚困难，还不能取代功能性镀铬。

三价铬镀液的毒性小，可有效防治六价铬污染，对环境 and 操作人员的危害比较小。

该技术适用于装饰性电镀铬、钝化等工艺。

### 3.1.1.6 纳米合金电镀替代电镀铬技术

纳米合金电镀技术是通过电沉积的方法，在合金电镀溶液中添加经过特殊制备、分散的纳米铝粉材料，合金与纳米材料共沉积于镀层，生成纳米合金复合镀层使其性能得到改善。

纳米合金复合镀层的耐腐蚀性能、耐烧蚀性能、耐磨性能等综合指标均超过硬铬电镀，且工艺简单，可全部自动化控制。该技术不使用含铬化工原料，因此无重金属铬排放。该技术电流效率达 80%，材料利用率大于 95%。但原材料成本高于硬铬电镀约 20%。

该技术适用于功能性电镀铬工艺。

### 3.1.1.7 无镉电镀技术

无镉电镀技术是以锌镍合金镀层代替镀镉工艺。

锌镍合金镀层的防护性能优良，具有高耐磨性，且无重金属铬的排放；但仍需进行适当的钝化处理，否则表面容易氧化和腐蚀，破坏镀层的外观和使用性能。

该技术适用于代镉电镀，尤其适用于在恶劣的工业大气和严酷的海洋环境中使用。

## 3.1.2 电镀清洗水减量化技术

### 3.1.2.1 多级逆流清洗技术

多级逆流清洗技术是由若干级清洗槽串联组成，从末级槽进水，第一级槽排出清洗废水，其水流方向与镀件清洗移动方向相反。

该技术可大大减少生产的用水量，并间接减少化学品的用量；但该技术需要更多的空间，且总投资增加（增加槽、工件传输设备和控制设备）。

该技术适用于挂镀、滚镀自动化生产工艺，不适用于钢卷及体积大于清洗槽的大型镀件电镀。

### 3.1.2.2 间歇逆流清洗技术

间歇逆流清洗技术也称清洗废水全翻槽技术。当末级清洗槽里的镀液（或某离子）含量，高于该镀件清洗水的标准含量时，对电镀清洗槽逐级向前更换清洗水（全翻槽）一次。即把第一清洗槽清洗液全部注入备用槽，把第二清洗槽清洗液全部注入第一清洗槽，以此类推，在最后一个空槽中加满水，就可继续电镀一个翻槽周期。

该技术水利用率大于 90%；化工原料回收利用率 100%，可有效防止电镀污染。

该技术适用于单一镀种的电镀工艺。

### 3.1.2.3 喷射水洗技术

喷射水洗技术分为喷淋水洗和喷雾水洗。喷淋水洗是通过水泵使水经喷管、喷嘴、喷孔等喷淋装置进行清洗；喷雾水洗是采用压缩空气的气流使水雾化，通过喷嘴形成气水雾冲洗镀件。

该技术由于喷嘴可调到任意需要的角度，可提高冲洗效率，对品种单一、批量较大的镀件有一定的优越性；但对于复杂工件的喷射水洗效果较差。

该技术适用于自动或半自动电镀线，与生产线动作协调控制。

### 3.1.2.4 废水的分质梯度利用技术

电镀生产线上的用水点很多，不同的用水点有不同的水质标准。根据不同用水要求梯度使用废水，分质用水，一水多用。

该技术可减少总用水量，投资省、运行成本低、操作简单。

该技术适用于绝大多数电镀企业，可获得约 30%的节水效果。



### 3.1.3 清洗废水槽边回收技术

#### 3.1.3.1 逆流清洗—离子交换技术

逆流清洗—离子交换技术是在逆流清洗基础上，应用离子交换树脂（或纤维）将第一级清洗废水分离处理，处理后的清水回用于镀槽，补充镀液的损耗。

该技术比一般的并联清洗系统省水，可减少废水的排放，且各槽间水是以重力方式连续逆流补给，不需要动力提升。

连续逆流清洗适用于生产批量大、用水量较大的连续生产车间；间歇逆流清洗适用于间歇、小批量生产的电镀车间。

#### 3.1.3.2 逆流清洗—离子交换—蒸发浓缩技术

逆流清洗—离子交换-蒸发浓缩技术是通过蒸发浓缩装置将经过阳离子交换柱分离的第一级清洗槽液蒸发浓缩，浓缩液补充回镀槽，蒸馏水返回末级清洗槽循环使用。

该技术可有效回收水及镀液，操作简单，成本低，且减少废水和镀液的排放；但蒸发浓缩要消耗能量，离子交换树脂（纤维）饱和后需进行再生处理。

该技术适用于用水量较大的电镀生产线。

#### 3.1.3.3 逆流清洗—反渗透薄膜分离技术

逆流清洗—反渗透薄膜分离技术是在逆流清洗基础上，应用反渗透系统将第一级清洗水过滤分离，浓缩液返回镀槽，淡水用于末级清洗槽循环使用。

该技术不消耗化学药品，不产生废渣，无相变过程，且经济简便、可靠性高、无二次污染。

该技术适用于电镀镍、铬等贵金属清洗废水的回收利用。

#### 3.1.3.4 逆流清洗—电解回收技术

逆流清洗—电解回收技术是将第一级清洗槽的出水引入电解槽。当处理含铜废水时，电解槽采用无隔膜、单极性平板电极，直流电源。电解槽的阳极材料为不溶性材质，阴极材料为不锈钢板或铜板；在直流电场的作用下，铜离子凝聚于阴极。电解槽出水补充第二级清洗水；铜回收率 100%。

当处理含银废水时，电解槽采用无隔膜、单极性平板电极电解槽或同心双筒电极旋流式电解槽。直流或脉冲电源。

该技术适用于酸性镀铜、氰化镀铜、氰化镀银等工艺。

#### 3.1.3.5 槽边化学反应技术

槽边化学反应技术是在镀液槽后面设置一台化学反应槽和一台清洗水槽。镀件进入化学反应槽时，带出液在化学反应槽中发生反应（如氧化、还原、中和、沉淀等），转变成无污染的物质。镀件进入清洗水槽时，已基本无污染物质，清洗水可以循环利用。

化学反应槽中含有大量的化学药品，可保证每一次都能实现完全的化学反应，回收化学反应槽沉淀的重金属盐。

该技术适用于六价铬镀铬、氰化物电镀铜、镀镍、镀锌等工艺。

#### 3.1.3.6 镀铬废液回收利用技术

镀铬废液回收利用技术是采用高强度、选择性阳离子交换树脂处理带出的镀铬废液和受到金属污染的镀铬废液，当溶液中铬酐浓度低于 150g/L 时，使用树脂消除其中的铜、锌、镍、铁等金属杂质，再经过蒸发浓缩，即可全部回用于镀铬槽。

该技术可大量节省材料，铬镀液及其废液中铬酸回用率大于 95%。

该技术适用于传统的镀铬工艺生产线改造和新建电镀铬生产线。

### 3.1.3.7 溶剂萃取—电解还原法回收废蚀刻液技术

溶剂萃取—电解还原法回收废蚀刻液技术是使用萃取剂将废蚀刻液中的铜取出，使废蚀刻液分成油、水两相：铜进入萃取剂成为富铜油相，已不含铜的废蚀刻液成为水相。水相只需补充氨水即可恢复蚀刻功能，成为再生蚀刻液，循环使用。

该技术的特点是回收利用废蚀刻液的同时，还可全部回收利用电解液、萃取剂和油相清洗水。

该技术适用于废蚀刻液的再生利用。

## 3.2 水污染治理技术

### 3.2.1 化学法处理技术

#### 3.2.1.1 碱性氯化法处理技术

废水中含有氰化物时，将废水调控在碱性条件下，加入适量的氧化剂氧化废水中的氰化物，消除氰的毒性。经过两次破氰，氰化物被完全氧化。氧化剂多采用次氯酸钠、二氧化氯、液氯等。

该技术具有稳定、可靠、易于实现自动控制等特点。

该技术适用于电镀企业含氰废水的处理。

#### 3.2.1.2 化学还原法处理技术

化学还原法是在酸性（pH 值 2.5~3.0）条件下，将废水中的六价铬还原成低毒的三价铬，再调整 pH 值至 7~9，使其以氢氧化铬形态沉淀去除。

该技术可消除含铬废水的毒性，具有稳定、可靠、易于实现自动控制等特点。

该技术适用于电镀企业含铬废水的处理。

#### 3.2.1.3 化学沉淀法处理技术

化学沉淀法处理技术是通过投加氢氧化钠或硫化钠与废水中的金属离子反应生成氢氧化物或硫化物而沉淀。各种金属氢氧化物或硫化物沉淀的 pH 值不同，选取各自的 pH 范围才能取得最佳沉淀效果。

该技术处理效果好，但是工艺流程较长、控制复杂、污泥量大。

该技术适用于各种重金属废水和混合废水的处理。

#### 3.2.1.4 化学法+膜分离法处理技术

含氰废水经化学破氰、含铬废水经化学还原后与其他重金属废水混合，在碱性状态下，形成金属氢氧化物沉淀，再采用膜技术处理器分离沉淀收集重金属。

微滤/超滤膜作为固液分离的介质，可全部回收含重金属固体物；水回收率约 95%。该技术省去沉淀池和污泥池，占地少，节省工程总投资；具有污泥量少、运行费用低等特点。

该技术适用于各种重金属废水和混合废水的处理。

### 3.2.2 物化法处理技术

#### 3.2.2.1 臭氧氧化法处理技术

臭氧氧化法处理技术是利用臭氧的强氧化性能，在碱性（pH9~11）条件下，将含氰废水中的游离氰根氧化为二氧化碳和氮气，氧化接触时间 15~20min，游离氰根去除率 97%~99%。投加亚铜离子催化剂，可缩短反应时间。反应池尾气须收集并经碱液吸收后排放。

该技术处理含氰废水时，实际投药量通常要比理论值大，设备复杂，较难控制。  
该技术适用于含氰废水的处理。

### 3.2.2.2 电解法处理技术

电解法处理技术是在调节池后设置电解池，当处理含氰废水时，调节进水 pH 值 9~10，按氰浓度的 30~60 倍投加氯化钠，在直流电场的作用下，游离氰根被分解氧化。

当处理含铬废水时，进水 pH 值控制在 2~4，微电解装置的出水 pH 值为 8~9。该技术使用铁屑作为电解池中的填料。铁屑极易氧化、板结，影响处理效果。

该技术适用于含氰废水、含铬废水、含银废水的处理。

### 3.2.2.3 电解法+膜分离法处理技术

电解法+膜分离法处理技术是指在电镀废水经过电解处理后，再经膜分离技术深度处理。

该技术是将电镀废水先经过电解预处理后，采用膜技术处理器分离沉淀收集重金属。

该技术处理电镀混合废水时，应根据回用水水质、水量的要求选择膜分离工艺形式。膜分离产生的浓水，应进入有机废水生化处理系统继续处理。

该技术适用于电镀企业混合废水的处理。

## 3.2.3 生物化学法处理技术

### 3.2.3.1 A/O（缺氧/好氧）生物处理技术

废水在调节池内通过曝气搅拌均匀水质水量，兼有初曝气作用，然后依次进入缺氧池和好氧池，利用活性污泥中的微生物降解废水中的有机污染物。通常缺氧池采用水解酸化工艺，好氧池采用接触氧化工艺。

当进水 COD<sub>Cr</sub> 低于 500mg/L 时，COD<sub>Cr</sub> 去除率大于 80%，出水 COD<sub>Cr</sub> 低于 100mg/L。

该技术可有效去除悬浮颗粒物。但缺氧池抗冲击负荷能力较差。

### 3.2.3.2 A<sup>2</sup>/O（厌氧—缺氧/好氧）生物处理技术

A<sup>2</sup>/O 工艺是在 A/O 工艺中缺氧池前增加一个厌氧池，利用厌氧微生物先将复杂的长链大分子有机物降解为小分子，提高废水的可生物降解性，利于后续生物处理。

当进水 COD<sub>Cr</sub> 低于 500mg/L、氨氮低于 50mg/L 时，COD<sub>Cr</sub> 去除率 80%~90%，氨氮去除率 80%~90%，出水 COD<sub>Cr</sub> 50~100mg/L，氨氮 5~10mg/L。

该技术可有效去除 COD、氨氮等污染物；但占地面积较大，工艺流程较长，运行费用较高。

### 3.2.3.3 A/O<sup>2</sup>(缺氧/好氧—好氧)生物处理技术

A/O<sup>2</sup> 工艺是在 A/O 工艺中好氧池后增加一个好氧池，俗称短流程硝化—反硝化工艺。其中 A 段为缺氧反硝化段，第一个 O 段为亚硝化段，第二个 O 段为硝化段。

当进水 COD<sub>Cr</sub> 低于 500mg/L、氨氮低于 50mg/L 时，COD<sub>Cr</sub> 去除率 80%~90%，氨氮去除率 85%~90%，出水 COD<sub>Cr</sub> 50~100mg/L，氨氮 5~7.5mg/L。

该技术可有效去除 COD、氨氮等污染物；但占地面积较大，工艺流程较长，运行费用较高。

### 3.2.3.4 好氧膜生物处理技术

好氧膜生物处理技术是将活性污泥法与膜分离技术相结合，利用膜高效截留的特性，控制生物反应池内污泥浓度 3000~6000mg/L，污水经过好氧生物反应池降解，从而充分地氧化有机物，膜分离代

替二沉池，得到高品质出水。

当进水 COD<sub>Cr</sub> 低于 500mg/L、氨氮低于 50mg/L、总磷低于 5mg/L 时，COD<sub>Cr</sub> 去除率 90%~95%，氨氮去除率 85%~90%，总磷去除率 70%~75%，出水 COD<sub>Cr</sub> 50~75mg/L，氨氮 5~7.5mg/L，总磷 1.25~1.5mg/L。

该技术可有效去除 COD、氨氮等有机污染物；但去除总磷效果较差，运行费用较高。

### 3.2.3.5 缺氧（或兼氧）膜生物处理技术

缺氧膜生物处理技术是使污水不断经受缺氧生物和好氧生物的交替氧化，从而充分地降解有机污染物。膜生物反应池处于缺氧状态，控制溶解氧 0.2~0.5mg/L，膜箱内处于好氧状态，控制溶解氧不低于 2.0mg/L。生物反应池内污泥浓度 8000~12000mg/L，在特性菌的作用下，在射流曝气的搅动下，池内形成旋流，实现高效特性菌定向富集培养，增强污泥活性。

与好氧膜生物法处理技术相比，该技术湿污泥减量 95%以上，容积负荷提高一倍以上。

当进水 COD<sub>Cr</sub> 低于 500mg/L、氨氮低于 50mg/L、总磷低于 5mg/L 时，COD<sub>Cr</sub> 去除率 93%~95%，氨氮去除率 90%~95%，总磷去除率 90%~95%。出水 COD<sub>Cr</sub> 25~35mg/L，氨氮 2.5~5.0mg/L，总磷小于 0.5mg/L。

该技术可有效去除 COD、氨氮、总磷等污染物。

### 3.2.3.6 厌氧—缺氧（或兼氧）膜生物处理技术

在缺氧膜生物反应池前增加厌氧池，厌氧池采用水解酸化工艺，生物反应池内污泥浓度 10000 ~ 15000mg/L，污泥回流 100%~500%，该技术有机污泥排放量少、且降解有机污染物的同时具有除磷脱氮、节能降耗等效果。

当进水 COD<sub>Cr</sub> 低于 500mg/L、氨氮低于 50mg/L、总磷低于 5mg/L、总氮低于 60mg/L 时，COD<sub>Cr</sub> 去除率 93%~95%，氨氮去除率 90%~95%，总磷去除率 90%~95%，总氮去除率大于 90%，出水 COD<sub>Cr</sub> 25~35mg/L，氨氮 2.5~5.0mg/L，总磷 0.25~0.5mg/L，总氮不大于 6mg/L。

该技术可有效去除 COD、氨氮、总磷、总氮等污染物。

## 3.2.4 反渗透深度处理技术

反渗透膜分离技术是利用高压泵在浓溶液侧施加高于自然渗透压的操作压力，逆转水分子自然渗透的方向，迫使浓溶液中的水分子部分通过半透膜成为稀溶液侧净化产水的过程。其工艺过程包括盘式过滤器或精密过滤器、微滤或超滤、反渗透等。

反渗透系统产生的淡水回用于生产线，浓水可经独立处理系统处理后排放，也可将浓水排入生化处理系统或混合废水调节池做进一步处理。该技术工艺流程短，减少占地面积。不投加药剂，不产生污泥。全过程均属物理法，不发生相变。

该技术适用于所有电镀企业的各种电镀生产线废水的深度脱盐处理。

## 3.3 大气污染治理技术

### 3.3.1 喷淋塔电镀废气治理技术

#### 3.3.1.1 中和法治理酸性废气技术

喷淋塔中和法是根据酸碱中和的原理，将酸性废气在喷淋塔中与碱性材料中和。喷淋塔由塔体、液箱、喷雾系统、填料、气液分离器等构成，废气由进风口进入塔体，通过填料层和喷雾装置使废气被吸收液净化，净化后气体再经气液分离器，由通风机排至大气。

该技术对各种酸性废气均具有高效率吸收净化的特点。

该技术适用于酸洗、钝化、出光等工序产生的酸性气体的净化。

### 3.3.1.2 凝聚回收法治理铬酸废气技术

喷淋塔凝聚回收法是利用滤网过滤、阻挡废气中的铬酸微粒。铬酸废气通过过滤网时，微粒受多层塑料网板的阻挡而凝聚成液体，顺着网板壁流入下导槽，通过导管流入回收容器内。经冷却、碰撞、聚合、吸附等一系列分子布朗运动后，凝成液滴并达到气液分离被回收。残余废气经循环喷淋化学处理达到排放要求后，经由塑料风机排放。

该技术铬酸废气回收率约 95%，具有自动化程度高、铬回收率高的特点。

该技术适用于处理镀铬、镀黑铬以及钝化等工序产生的铬酸废气。

### 3.3.1.3 吸收氧化法治理氰化物废气技术

喷淋塔吸收氧化法是用 15%氢氧化钠和次氯酸钠溶液或硫酸亚铁溶液，在碱性状态下吸收、氧化氰化物废气，处理后生成氨、二氧化碳和水。

该技术氰化物净化率 90%~96%，具有技术成熟、操作简便、氰化物去除率高的特点。

该技术适用于处理氰化镀铜、碱性氰化物镀金、中性和酸性镀金、氰化物镀银、氰化镀铜锡合金、仿金电镀等含氰电镀生产线产生的氰化物废气。

## 3.3.2 除尘技术

### 3.3.2.1 袋式除尘技术

袋式除尘技术是利用纤维织物的过滤作用对含尘气体进行净化。

该技术除尘效率高，适用范围广，可同时去除烟气中的颗粒物。

该技术适用于抛/磨光系统的粉尘治理。

### 3.3.2.2 高效湿式除尘技术

高效式除尘技术是指粉尘颗粒通过与水雾强力碰撞、凝聚成大颗粒后被除掉，或通过惯性和离心力作用被捕获。

该技术运行成本低，适用于抛/磨光系统的粉尘治理。

## 3.4 电镀污泥综合利用及处理处置技术

### 3.4.1.熔炼技术

熔炼技术是将经烘干处理的电镀污泥和铁矿石、铜矿石、石灰石等辅助材料装入炉内，以煤炭、焦炭为燃料与还原物质进行燃烧，当温度达到熔点以上时即炼出所需重金属。

该技术适用于化学法处理含氰、含铬、含镍、含铜、含镉废水以及退镀废水等产生的电镀污泥。

### 3.4.2 氨水浸出技术

氨水浸出技术是指用氨水从电镀污泥中浸出铜和镍，再用氢氧化物沉淀法、溶剂萃取法或碳酸盐沉淀法将铜和镍分离出来。

该技术对铜和镍的浸出选择性好，浸出效率高，铜离子和镍离子在氨水中极易生成铜氨和镍氨络合离子，溶解于浸出液中，氨浸出液如只包含含铜的铜氨溶液，可直接用作生产氢氧化铜或硫酸铜的原料。

该技术适用于含铜、镍等重金属废水处理过程产生的电镀污泥。

### 3.4.3 硫酸（硫酸铁）浸出技术

硫酸（硫酸铁）浸出技术是指用硫酸或硫酸铁从电镀污泥中浸出铜和镍，再用溶剂萃取法或碳酸盐沉淀法将铜和镍分离出来。浸出的铜和镍以硫酸盐的形式存在，该方法反应时间较短，效率较高。

如果电镀污泥的硫酸浸出液富含铜，不含或只含微量的镍，可直接采用置换反应生产铜金属，即采用与铜有一定电位差的金属如铁、铝等置换铜金属。该技术可得到品位在 90% 以上的海绵铜粉，铜的回收率达 95%；但该技术置换效率低，且对铬等其他金属未能有效回收，有一定的局限性。

该技术过程较简单，且废水可循环使用，基本无二次污染；但硫酸具有较强的腐蚀性，对反应容器防腐要求较高；同时，浸出时温度达到 80~100℃ 时，会产生蒸汽和酸性气体；溶剂萃取法的操作过程和设备较复杂，成本较高。

该技术适用于处理含铜、镍等重金属废水处理过程产生的电镀污泥。

### 3.5 噪声污染防治技术

通常从声源、传播途径和受体防护三个方面进行噪声污染防治。尽可能选用低噪声设备，采用消声、隔振、减震等措施从声源上控制噪声；采用隔声、吸声、绿化等措施在传播途径上降噪。

### 3.6 电镀工业污染防治新技术

#### 3.6.1 生物脱脂技术

生物脱脂技术是利用微生物的生长特性，净化工件表面上的油污，使油污降解为二氧化碳和水。该技术可代替传统的乳化、皂化等脱脂方法。生物脱脂温度低，节约能源；使用寿命长，节约资源；脱脂液不含磷，减少了对环境的污染。该技术必须由一个生物降解装置和脱脂槽连接组成一个循环系统，分离死菌，补充营养，保持微生物的浓度和活性，满足生产的要求。该技术适用于镀件单一的新建大型电镀企业。

#### 3.6.2 无氰碱性镀银技术

无氰碱性镀银技术是在碱性（pH8.8~9.5）及室温（15.5℃~24℃）条件下，采用 E-Brite 50/50 添加剂，直接在黄铜、铜、化学镍等工件表面镀银的工艺。该技术无需预镀银，镀层与工件的结合力优于氰化物镀银，镀件的颜色洁白、美观。镀液中银的补给来自银阳极，镀液稳定，阳极溶解效率高，具有镀层致密、光滑、结晶细致、极低空隙、焊接性能强的特点。该技术适用于黄铜、铜、化学镍等工件直接镀银工艺。

#### 3.6.3 吸附交换法回收废酸液技术

吸附交换法回收废酸液技术是利用离子交换树脂（或纤维）的阻滞特性，将废液中的酸吸附，其他金属盐顺利通过，然后利用纯水解析树脂回收酸。第一步除去废酸液中的悬浮固体物，第二步对废酸液净化处理。

该材料有优异的亲酸性，当它与酸接触时，酸被吸附截留。酸液中的其他物质，如金属离子，则流出系统。当吸酸离子交换柱饱和后，再用水洗掉吸酸离子交换柱吸附的酸成为再生酸液。该技术适用于废酸液的回收利用。

#### 3.6.4 生物处理含铬废水技术

生物处理含铬废水技术是利用复合菌（由具核梭杆菌、脱氮副球菌、迟钝爱得华氏菌、厌氧化球菌组合而成）在生长过程中，其代谢产物将以  $\text{HCrO}_4^-$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、 $\text{CrO}_4^{2-}$  形式存在的六价铬还原为三价铬，

形成氢氧化铬，与菌体其他金属离子的氢氧化物、硫化物混凝沉淀而被除去。

该技术产生的污泥量仅为化学法的 1%，形成的氢氧化铬、氢氧化铜、氢氧化镍、氢氧化锌沉淀物均可回收。

该技术适用于电镀企业含铬废水的处理。

#### 4 电镀工业污染防治最佳可行技术

##### 4.1 电镀工业污染防治最佳可行技术概述

按整体性原则，从设计时段的源头污染预防到生产时段的污染防治，依据生产工序的产污环节和技术经济适宜性，确定最佳可行技术组合。

电镀工业污染防治最佳可行技术组合见图 2。

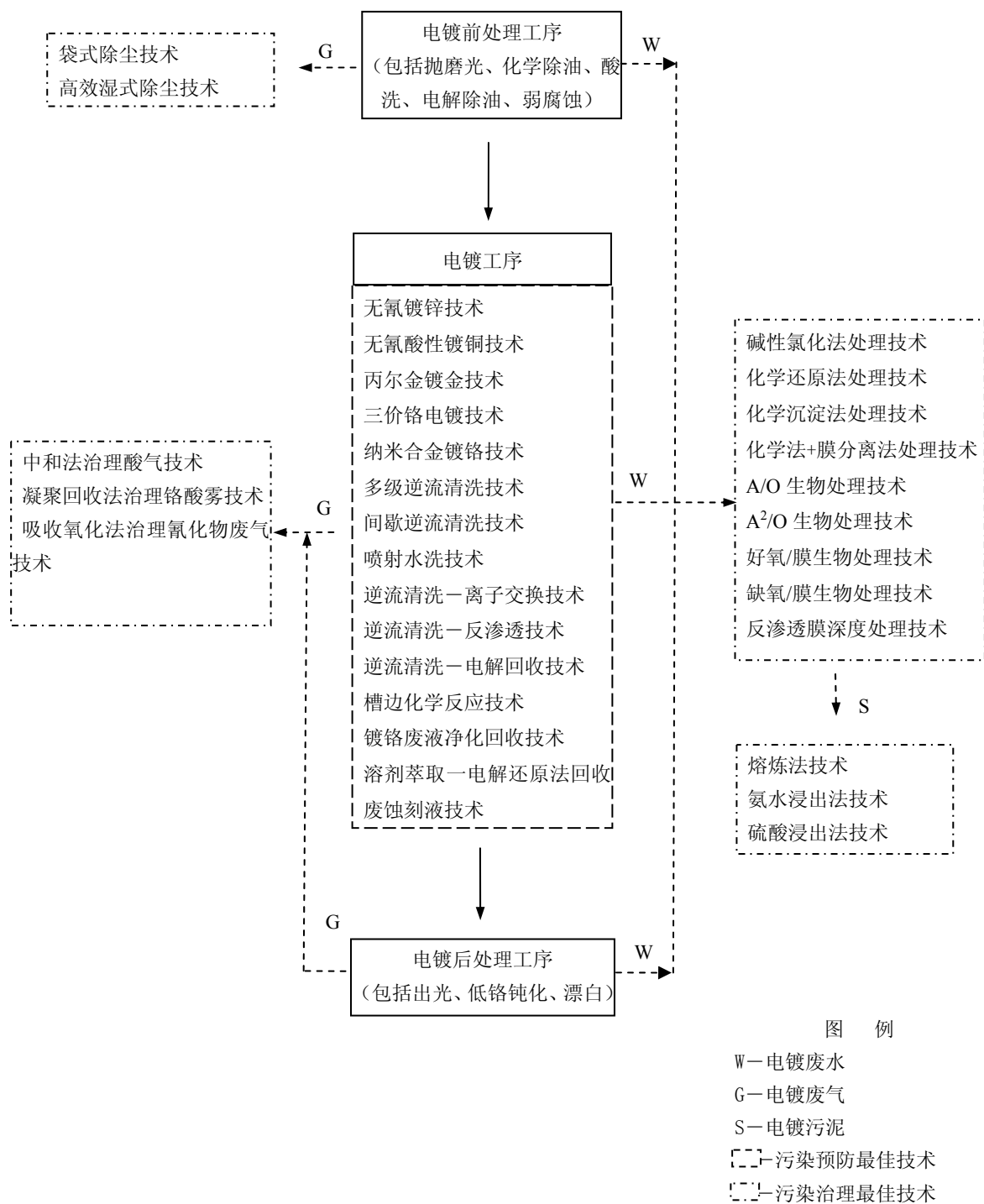


图 2 电镀工业污染防治最佳可行技术组合

#### 4.2 电镀工艺过程污染预防最佳可行技术

电镀工艺过程污染预防最佳可行技术及主要技术指标见表 2。

表 2 电镀工艺过程污染预防最佳可行技术及主要技术指标



项目	最佳可行技术	主要技术指标	技术适用性
有毒材料替代	无氰镀锌技术	无氰化物产生	挂镀生产线电镀锌工艺
	无氰酸性镀铜技术	无氰化物、无甲醛、无强络合剂	钢铁、铜、锡基件镀铜工艺
	丙尔金镀金技术	无氰化物产生	功能性、装饰性电镀金工艺
	三价铬电镀技术	无六价铬产生	装饰性电镀铬、钝化等工艺
	纳米合金镀铬技术	无六价铬产生	功能型电镀铬工艺
清洗水减量化	多级逆流清洗技术	该技术比单槽清洗法节水 50%以上	挂镀、滚镀自动化生产工艺，不适用于钢卷及体积大于清洗槽的大型工件电镀
	间歇逆流清洗技术	水利用率大于90%；化工原料回收利用率100%，比单槽清洗法节水80%以上。	单一镀种的电镀工艺
	喷射水洗技术	比单槽清洗法节水 70%以上	自动或半自动电镀线
槽边回收技术	逆流清洗—离子交换技术	贵金属回收率 100%； COD <sub>Cr</sub> 小于 40 mg/L、悬浮物未检出、pH 6~9。	批量大、用水量较大的连续生产车间
	逆流清洗—反渗透技术	贵金属回收率 100%； COD <sub>Cr</sub> 小于 40 mg/L、悬浮物未检出、pH 6~9。	电镀镍、铬等贵金属清洗废水回收利用
	逆流清洗—电解回收技术	氰酸根去除率大于 99%；银回收率 100%，重金属回收率 100%； pH 6~9。	酸性镀铜、氰化镀铜、氰化镀银等工艺
	槽边化学反应技术	清洗水循环利用95%，重金属回收率100%。	六价铬镀铬、氰化物电镀铜，镀镍、镀锌等工艺
	镀铬废液回收技术	铬酸回收率 95%以上	电镀铬生产线改造和新建电镀铬生产线
	溶剂萃取—电解法回收废蚀刻液技术	废蚀刻液再生利用率 100%；电解液、萃取剂油相洗水均实现闭路循环。	废蚀刻液再生利用

### 4.3 水污染治理最佳可行技术

#### 4.3.1 碱性氯化法处理技术

##### 4.3.1.1 最佳可行工艺参数

一级破氰：pH 值 10~11、氧化还原电位值 300~350mV、反应时间 10~15min；二级破氰：pH 值 7~8、氧化还原电位值 600~650mV、反应时间 10~15min。

宜采用水力或机械搅拌，空气搅拌会逸出刺激性气体。选取氧化剂时应考虑经济性和安全性。

##### 4.3.1.2 污染物削减和排放

氰离子最终可达的排放浓度：总氰化物（以 CN<sup>-</sup>计）低于 0.2mg/L。

##### 4.3.1.3 技术经济适用性

该技术适用于处理氰化物电镀产生的各种含氰废水。

#### 4.3.2 化学还原法处理技术

##### 4.3.2.1 最佳可行工艺参数

废水的 pH 值控制在 2.5~3.0；还原反应时间：20~30min；氧化还原电位（ORP）值 250~300mV。

##### 4.3.2.2 污染物削减和排放

六价铬浓度低于 0.2mg/L。

#### 4.3.2.3 技术经济适用性

该技术适用于六价铬电镀产生的含铬废水处理。

#### 4.3.3 化学沉淀法处理技术

##### 4.3.3.1 最佳可行工艺参数

调整 pH 值大于 6；加药反应时间：15~20min。

##### 4.3.3.2 污染物削减和排放

该技术处理效果好，各种金属氢氧化物或硫化物沉淀的 pH 值不同，按最佳 pH 范围沉淀才能取得最佳效果。但是污水处理工艺流程较长，控制复杂，污泥量大。

##### 4.3.3.3 技术经济适用性

该技术适用于各种重金属废水的处理。

#### 4.3.4 化学法+膜分离法处理技术

##### 4.3.4.1 最佳可行工艺参数

加碱调整 pH 值 6.0~7.0；采用中空纤维膜或平板膜过滤，孔径 0.03~0.4 $\mu$ m；压力-0.01~-0.03MPa。

##### 4.3.4.2 污染物削减和排放

水回用率大于 90%；金属回收率大于 95%。

##### 4.3.4.3 技术经济适用性

该技术工艺流程短（省掉沉淀池、污泥池等），减少占地；节省大量药剂，同时可回收金属，大幅降低运行成本。该技术适用于电镀企业重金属废水的处理。

#### 4.3.5 A/O 生物处理技术

##### 4.3.5.1 最佳可行工艺参数

废水在调节池内通过曝气搅拌均匀水质水量后进入生化处理，A 段为水解酸化工艺，温度 20~35 $^{\circ}$ C，pH6.5~8.5，溶解氧（DO）0.2~0.5mg/L；O 段为接触氧化工艺，温度 20~35 $^{\circ}$ C，pH7~8，DO 不低于 2.0mg/L。

##### 4.3.5.2 污染物削减和排放

当进水 COD<sub>Cr</sub> 低于 500mg/L 时，COD<sub>Cr</sub> 去除率大于 80%，出水 COD<sub>Cr</sub> 低于 100mg/L。

##### 4.3.5.3 技术经济适用性

该技术适用于低浓度有机废水的处理。

#### 4.3.6 A<sup>2</sup>/O 生物处理技术

##### 4.3.6.1 最佳可行工艺参数

第一个 A 段为水解酸化工艺，水力停留时间为 4h，温度 20~35 $^{\circ}$ C，pH6.5~8.5，溶解氧浓度低于 0.2mg/L；第二个 A 段为缺氧工艺，水力停留时间为 2~4h，温度 20~35 $^{\circ}$ C，pH6.5~8.5，溶解氧 0.2 ~ 0.5mg/L；O 段为接触氧化工艺，水力停留时间为 4h，温度 20~35 $^{\circ}$ C，pH7~8，溶解氧 2.0~4.0mg/L，

污泥回流比 100%~300%。

#### 4.3.6.2 污染物削减和排放

当进水 COD<sub>Cr</sub> 低于 500mg/L、氨氮低于 50mg/L 时，COD<sub>Cr</sub> 去除率 80%~90%，氨氮去除率 80%~90%，出水 COD<sub>Cr</sub>50~100mg/L，氨氮 5~10mg/L。

#### 4.3.6.3 技术经济适用性

该技术适用于电镀前处理脱脂、除油、除蜡、酸洗等各工序产生的有机废水的处理。

#### 4.3.7 好氧膜生物处理技术

##### 4.3.7.1 最佳可行工艺参数

膜生物反应池污泥浓度 3000~6000mg/L；溶解氧浓度 2.0~4.0mg/L；水泵负压抽吸出水，压力 -0.01~-0.03MPa；水力停留时间（HRT）为 4~6h；污泥回流比 100%~300%；膜孔径 0.03~0.4μm；膜采用中空纤维或平板膜。

##### 4.3.7.2 污染物削减和排放

当进水 COD<sub>Cr</sub> 低于 500mg/L、BOD<sub>5</sub> 低于 200mg/L、氨氮低于 50mg/L、总磷低于 5mg/L、总氮低于 60mg/L 时，COD<sub>Cr</sub> 去除率约 80%~90%，BOD<sub>5</sub> 去除率 90%以上，氨氮去除率 80%~90%，总磷去除率 70%~80%，总氮去除率大于 70%~80%，出水 COD<sub>Cr</sub>50~100mg/L，BOD<sub>5</sub> 小于 20mg/L，氨氮 5.0~10mg/L，总磷 1.0~1.5mg/L，总氮不大于 18mg/L。

##### 4.3.7.3 技术经济适用性

该技术适用于电镀前处理工序及络合废水破络后的有机废水的处理。

#### 4.3.8 缺氧（或兼氧）膜生物处理技术

##### 4.3.8.1 最佳可行工艺参数

膜生物反应池污泥浓度大于 15g/L；膜箱内溶解氧浓度不小于 2.0mg/L；膜箱外溶解氧浓度不大于 0.5mg/L；水泵抽吸出水，压力-0.01~-0.03MPa；水力停留时间（HRT）为 4~5h；污泥回流比 100%~500%；膜孔径 0.03~0.4μm；膜采用中空纤维或平板膜。

##### 4.3.8.2 污染物削减和排放

当进水 COD<sub>Cr</sub> 低于 500mg/L、BOD<sub>5</sub> 低于 200mg/L、氨氮低于 50mg/L、总磷低于 5mg/L、总氮低于 60mg/L 时，COD<sub>Cr</sub> 去除率约 95%，BOD<sub>5</sub> 去除率大于 95%，氨氮去除率 90%~95%，总磷去除率 90%~95%，总氮去除率大于 90%，出水 COD<sub>Cr</sub>25~35mg/L，BOD<sub>5</sub> 小于 10mg/L，氨氮 2.5~5.0mg/L，总磷小于 0.5mg/L，总氮不大于 6mg/L。

##### 4.3.8.3 技术经济适用性

该技术适用于生活污水、油墨废水、电镀前处理产生的脱脂、除油、除蜡等有机废水的处理。

#### 4.3.9 反渗透深度处理技术

##### 4.3.9.1 最佳可行工艺参数

系统回收率 60%~75%；系统脱盐率大于 97%；工作压力 0.9~1.7MPa。水回用率 60%~90%。

#### 4.3.9.2 污染物削减和排放

当进水金属离子浓度 20~40mg/L 时，出水金属离子浓度小于 0.4mg/L。

#### 4.3.9.3 技术经济适用性

该技术适用于所有电镀企业的各种电镀生产线的废水回用处理。

#### 4.3.10 电镀工业水污染治理最佳可行技术

电镀工业水污染治理最佳可行技术及主要技术指标见表 3。

**表 3 电镀工业水污染治理最佳可行技术及主要排放水平**

最佳可行技术	主要技术指标	技术适用性
碱性氧化法处理技术	氰化物去除率大于 95%，总氰化物（以 CN <sup>-</sup> 计）低于 0.2mg/L。	处理含氰废水
化学还原法处理技术	六价铬去除率大于 98%，六价铬浓度低于 0.2mg/L。	处理含铬废水
化学沉淀法处理技术	重金属去除率大于 98%	处理各种重金属废水
化学法+膜分离法处理技术	固体废物减量 50%；水回用率大于 60%；金属回收率达于 95%。	处理各种重金属废水
A/O 生化处理技术	当进水 COD <sub>Cr</sub> 低于 500mg/L 时，COD <sub>Cr</sub> 去除率大于 80%，出水 COD <sub>Cr</sub> 低于 100mg/L。	低浓度有机废水处理
A <sup>2</sup> /O 生化处理技术	当进水 COD <sub>Cr</sub> 低于 500mg/L、氨氮低于 50mg/L 时，COD <sub>Cr</sub> 去除率 80%~90%，氨氮去除率 80%~90%，出水 COD <sub>Cr</sub> 50~100mg/L，氨氮 5~10mg/L。	有机废水处理
好氧膜生物处理技术	当进水 COD <sub>Cr</sub> 低于 500mg/L、BOD <sub>5</sub> 低于 200mg/L、氨氮低于 50mg/L、总磷低于 5mg/L、总氮低于 60mg/L 时，COD <sub>Cr</sub> 去除率约 80%~90%，BOD <sub>5</sub> 去除率 90%以上，氨氮去除率 80%~90%，总磷去除率 70%~80%，总氮去除率大于 70%~80%，出水 COD <sub>Cr</sub> 50~100mg/L，BOD <sub>5</sub> 小于 20mg/L，氨氮 5.0~10mg/L，总磷 1.0~1.5mg/L，总氮不大于 18mg/L。	有机废水处理
缺氧膜生物处理技术	当进水 COD <sub>Cr</sub> 低于 500mg/L、BOD <sub>5</sub> 低于 200mg/L、氨氮低于 50mg/L、总磷低于 5mg/L、总氮低于 60mg/L 时，COD <sub>Cr</sub> 去除率约 95%，BOD <sub>5</sub> 去除率大于 95%，氨氮去除率 90%~95%，总磷去除率 90%~95%，总氮去除率大于 90%，出水 COD <sub>Cr</sub> 25~35mg/L，BOD <sub>5</sub> 小于 10mg/L，氨氮 2.5~5.0mg/L，总磷小于 0.5mg/L，总氮不大于 6mg/L。	脱脂、除油、除腊等有机废水处理
反渗透深度处理技术	当进水金属离子浓度 20~40mg/L、电导率小于 1800μS/cm 时，出水金属离子浓度小于 0.4mg/L、电导率小于 50μS/cm。	所有电镀企业的各种电镀生产线的废水资源化工程

#### 4.4 大气污染治理最佳可行技术

电镀工业大气污染治理最佳可行技术及主要技术指标见表 4。

**表 4 电镀工业大气污染治理最佳可行技术及主要技术指标**

最佳可行技术	主要技术指标	技术适用性
喷淋塔中和法处理技术	10%碳酸钠和氢氧化钠溶液中和硫酸废气，去除率 90%；低浓度氢氧化钠或氨水中和盐酸废气，去除率 95%；5%的碳酸钠和氢氧化钠溶液中和氢氟酸(HF) 废气，去除率大于 85%。	适用各种酸性气体净化

凝聚法回收铬雾技术	铬雾回收率大于 95%	铬酸雾回收
喷淋塔吸收法处理技术	采用次氯酸钠水溶液作吸收液时,应用氢氧化钠调节吸收液 pH 值在弱碱性状态,净化效率大于 90%; 采用硫酸亚铁溶液做吸收液时,将 0.1%~0.2%的硫酸亚铁水溶液送入喷淋塔,吸收 3~4s,净化效率达 96%。	氰化物废气处理
袋式除尘法净化技术	除尘效率可达95%以上,排放浓度低于 40mg/m <sup>3</sup> 。	粉尘治理
湿式除尘法处理技术	除尘效率可达95%,排放浓度低于 50mg/m <sup>3</sup> 。	粉尘治理

#### 4.5 电镀污泥综合利用及处理处置最佳可行技术

电镀污泥综合利用及处理处置最佳可行技术见表 5。

表 5 电镀污泥综合利用及处理处置最佳可行技术

最佳可行技术	主要技术指标	技术适用性
熔炼法技术	熔炼含铜污泥时炉温≥1300℃,熔出“冰铜”;熔炼含镍污泥时炉温≥1455℃,熔出“粗镍”。	电镀污泥处理,回收铜、镍等重金属。
氨水浸出法技术	铜氨溶液,可直接用作氢氧化铜或硫酸铜的原料。	电镀污泥处理回收铜、镍等重金属。
硫酸浸出法技术	不产生二次污染,铜的回收率达 95%。	电镀污泥处理回收铜、镍等重金属。

#### 4.6 最佳环境管理实践

##### 4.6.1 一般管理要求

- 建立健全各项数据记录和生产管理制度;
- 加强操作运行管理,建立并执行岗位操作规程,制定应急预案,定期对员工进行技术培训和应急演练;
- 加强生产设备的使用、维护和维修管理,保证设备正常运行;
- 按要求设置污染源标志,重视污染物的检测和计量管理工作,定期进行全厂物料平衡测试;
- 持续开展清洁生产,导入健康安全环境管理体系。

##### 4.6.2 电镀生产过程控制最佳环境管理实践

- 给、排水管道沿电镀槽两侧架空(离地面)铺设,避免管道腐蚀;
- 采用高效变频开关电源,节省能源;
- 严格物料管理,减少化学品流失和泄漏,减少废物排放;
- 加强镀液管理,保证电镀质量,减少污染物产生、降低成本;
- 加强槽液循环过滤;
- 镀件出槽时,在镀槽上空停留 15 秒,使挂具和工件上的带出镀液滴回电镀槽;
- 采用自动化生产;
- 在槽体间安装档板,使镀液或清洗水流回槽内,保持地面清洁;
- 水洗槽导入空气搅拌,提高水洗效率。

##### 4.6.3 水污染防治最佳环境管理实践

- 贯彻“节流与开源并重、节流优先、治污为本”的用水原则,全面推广“分质用水、串级用水、循环用水、一水多用、废水回用”的节水技术,提高水的重复利用率;
- 化学镀镍废水单独处理,并回收利用;
- 化学或电化学抛光中,如废水中含铬,单独预处理后再进入综合废水处理系统;

- 采取槽边处理方式进行清洗水回用；
- 改进清洗方法，如喷雾或喷淋清洗，节约用水；
- 清洗水自动控制给水，避免浪费，节约用水；
- 改进挂具和镀件的吊挂方式，减少带出液量，降低清洗水的浓度；
- 生产线上增设镀液回收槽、滴液器等回收装置，回收电镀液；
- 工件出镀槽时，增加空气吹脱设施，减少镀液带出量；
- 电（退）镀废槽液，属危险废物需单独收集后交有资质的单位处理；
- 废酸或废碱液可作为处理药剂进行废物利用；
- 定期检测废水中 COD、重金属铜、镍、六价铬、氰化物等指标，发现污染物超标，采用相应的措施及时解决；
- 按环保部门要求安装在线监控设备，并对在线监控设备定期进行保养、维护和校正，保证设备正常运行。

#### 4.6.4 大气污染防治最佳环境管理实践

- 定期检查喷淋塔的塔体，液箱，喷雾系统、填料，气液分离器等完好性，及时更换填料；
- 抽风设备风量调试平衡后，采用全自动控制，使各抽风点处于合理风量范围；
- 定期检查除尘设备的漏风率、阻力、过滤风速、除尘效率和运行噪声等；袋式除尘器定期清灰，及时检查滤袋破损情况并更换滤袋。

#### 4.6.5 固体废物综合利用及处理处置最佳环境管理实践

- 电镀废水处理产生的污泥经压滤脱水后，打包存放于规定的贮存场所，避免雨淋流失；
- 电镀污泥按照危险废物管理要求运输、贮存和处置，并建立健全管理制度。

#### 4.6.6 噪声防治最佳环境管理实践

- 采用低噪声设备或采用隔声、减震措施，控制噪声源强；
- 对于各类风机、空压机、水泵等噪声源，采用消声器等方式降低噪声。

#### 4.6.7 电镀工业园区最佳环境管理实践

- 按照清洁生产的理念，设计园区的电镀生产线；
- 采用多级逆流漂洗、喷淋清洗、回收清洗等节水技术；
- 使用高频开关电源、可控硅电源、脉冲电源，不准高耗能电源入驻；
- 采用无毒或低毒电镀工艺，淘汰氰化物镀锌、镀铜、镀金等工艺及六价铬电镀工艺，采用三价铬钝化，无铬钝化。采用代铬、代镉镀层，采用合金镀层等技术；
- 园区内企业持续开展清洁生产。