

中华人民共和国国家生态环境标准

HJ □□□□—20□□

电镀污染防治可行技术指南

Guideline on available techniques of pollution prevention and control

for electroplating

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

生态环境部 发布

目 次

前 言.....	ii
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 行业生产与污染物的产生.....	3
5 污染预防技术.....	4
6 污染治理技术.....	6
7 环境管理措施.....	10
8 污染防治可行技术.....	11
附录 A（资料性附录）典型电镀生产工艺流程及产污环节.....	15

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水污染防治法》《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》和《中华人民共和国环境噪声污染防治法》等法律，防治电镀行业污染，改善生态环境质量，规范电镀污染防治工作，制定本标准。

本标准规定了电镀废水、废气、固体废物和噪声污染防治可行技术。

本标准首次发布。自本标准实施之日起，《电镀污染防治最佳可行技术指南（试行）》（HJ-BAT-11）废止。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由生态环境部科技与财务司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：生态环境部环境工程评估中心、机械工业第四设计研究院有限公司、浙江省电镀行业协会。

本标准生态环境部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

电镀污染防治可行技术指南

1 适用范围

本标准规定了含电镀工艺、化学镀工艺、阳极氧化工艺的独立/非独立电镀企业或生产设施、电镀园区的废水、废气、固体废物和噪声污染防治可行技术。

本标准可作为电镀企业或生产设施、电镀园区建设项目的环境影响评价、国家污染物排放标准制修订、排污许可管理和污染防治技术选择的参考。

本标准不适用于钢铁化学氧化（发蓝）工艺，磷化、锍化、硅烷化等涂装前处理工艺。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 14554	恶臭污染物排放标准
GB 15562.1	环境保护图形标志 排放口（源）
GB 15562.2	环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB 18597	危险废物贮存污染控制标准
GB 18598	危险废物填埋污染控制标准
GB 21900—2008	电镀污染物排放标准
GB 30485	水泥窑协同处置固体废物污染控制标准
GB 30760	水泥窑协同处置固体废物技术规范
GB/T 33055	含锌废料处理处置技术规范
GB/T 33073	含镍废料处理处置技术规范
GB/T 34626.1	金属及其他无机覆盖层 金属表面的清洗和准备 第1部分：钢铁及其合金
GB/T 34626.2	金属及其他无机覆盖层 金属表面的清洗和准备 第2部分：有色金属及其合金
GB/T 38066	电镀污泥处理处置 分类
GB/T 38101	含铜污泥处理处置方法
GB 50136	电镀废水治理设计规范
HJ 576	厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范
HJ 577	序批式活性污泥法污水处理工程技术规范
HJ 579	膜分离法污水处理工程技术规范
HJ 662	水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范
HJ 855	排污许可证申请与核发技术规范 电镀工业
HJ 985	排污单位自行监测技术指南 电镀工业
HJ 1095	芬顿氧化法废水处理工程技术规范
HJ 2002	电镀废水治理工程技术规范

HJ □□□□—20□□

HJ 2006	污水混凝与絮凝处理工程技术规范
HJ 2007	污水气浮处理工程技术规范
HJ 2010	膜生物法污水处理工程技术规范
HJ 2020	袋式除尘工程通用技术规范
HJ 2025	危险废物收集、贮存、运输技术规范
HB 5472—91	金属镀覆和化学覆盖工艺用水水质规范
HG/T 5015	含镍废液处理处置方法
HG/T 5309	电镀含铜废水处理及回收技术规范
WS 721	电镀工艺防尘防毒技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

电镀 electroplating

利用电解方法在基材表面沉积均匀、致密、结合良好的金属或合金层的过程。

3.2

化学镀 chemical plating

采用化学方法而非电解方法，在基材表面沉积金属或合金层的过程。

3.3

阳极氧化 anodizing

将金属或合金的零件作为阳极，采用电解的方法使其表面形成氧化膜的过程。

3.4

镀前处理 treatment before electroplating

镀覆前修整基材表面，除掉基材上的油污、氧化皮、毛刺等物质，以裸露出基体新鲜、干净的表面，为后续镀覆层的沉积提供良好结合力表面的过程。

3.5

镀后处理 treatment after electroplating

为增强镀覆层防护性能，提高装饰性能及其它特殊目的，对镀覆后的覆盖层进行清洗、着色、染色、封闭、防护等后续工作的过程。镀后处理由一种或多种镀后处理工艺组成。

3.6

电镀园区 electroplating zone

电镀、化学镀、阳极氧化等企业及相关服务企业集聚，污染物集中治理和/或综合利用的园区/集中区/集聚区。

3.7

电镀废水 electroplating wastewater

电镀生产过程中排放的各种废水，包括镀前处理槽清洗废水、镀覆槽清洗废水、镀后处理槽清洗废水、清槽废水、刷洗地坪和极板的废水、废气处理过程产生的废水、化验室排水以及受污染的初期雨水等。

3.8

电镀混合废水 mixed electroplating wastewater

电镀生产过程中排放的不同镀种和不同污染物的废水经预处理去除特定污染物后混合在一起的废水。

3.9

车间或生产设施废水排放口 discharge outlet of workshop or production facility

含有毒污染物总铬、六价铬、总镍、总镉、总银、总铅、总汞的电镀废水与其他废水混合前的车间或车间预处理设施出水口。如果含此类水污染物的同种废水实行集中预处理，则车间或生产设施废水排放口是指集中预处理设施的出水口。

3.10

污染防治可行技术 available techniques of pollution prevention and control

根据我国一定时期内环境需求和经济水平，在污染防治过程中综合采用污染预防技术、污染治理技术和环境管理措施，使污染物排放稳定达到国家污染物排放标准、规模应用的技术。

4 行业生产与污染物的产生

4.1 生产工艺

典型电镀生产工艺流程及产污环节参见附录 A。

4.1.1 镀前处理

镀前处理包括金属基体材料和非金属基体材料的镀前处理。金属基体材料镀前处理一般包括脱脂（除油）、酸洗、除锈、化学抛光、电解抛光等工艺，其他工艺参见GB/T 34626.1、GB/T 34626.2；非金属基体材料镀前处理一般包括除油、粗化、中和、敏化、活化、解胶（还原）等工艺。

4.1.2 镀覆

镀覆工艺可分为：

- 电镀单金属、电镀合金、复合电镀以及不同镀种的单层镀、多层镀等工艺；
- 化学镀工艺；
- 阳极氧化工艺。

4.1.3 镀后处理

包括干燥、除氢、抛光、铬酸盐转化处理（常称钝化处理）、封闭、着色、涂膜（涂覆或浸一层透明的有机膜层）等单一或组合工艺。

4.1.4 退镀

包括工装（挂具、滚筒等）退镀和不合格产品的退镀，工装（挂具、滚筒等）退镀一般在生产线上实施，常采用电解退镀工艺。不合格产品退镀一般离线实施，可采用化学法、电解法等退镀工艺。

4.2 污染物的产生

4.2.1 废水污染物的产生

4.2.1.1 电镀工艺废水污染物的产生

电镀工艺产生的废水污染物主要来源于工件清洗过程，包括：

- 从镀槽带出的各种酸、碱、表面活性剂、磷酸盐、石油类、金属离子等；
- 基体材料、电极（采用电化学处理）等溶解出的金属离子；
- 工装（挂具、滚筒等）循环使用而带入的各种金属离子；
- 工装（挂具、滚筒等）被镀覆的金属镀层退镀过程产生的金属离子。

4.2.1.2 其他废水污染物的产生

其他废水污染物主要来源于：

- 清槽废水，主要污染物为槽液成份以及带入槽液的各种杂质（重金属离子等）；
- 地坪清洗水、极板清洗水；
- 废气处理过程产生的废水；
- 化验室废水；

——受污染的初期雨水。

4.2.2 废气污染物的产生

电镀工艺产生的废气包括酸性废气、含氰废气、含尘废气、碱性废气等。电镀工艺废气污染物及来源见表1。

表1 电镀工艺废气污染物及来源

种类	产污环节	主要污染物
酸性废气	酸洗、出光和酸性镀液电镀等工艺	氟化物、氯化氢、硫酸雾、氮氧化物等
	镀铬、粗化、铬酸盐转化、铬酸阳极氧化、铬酸盐电解抛光等工艺	铬酸雾
含氰废气	含氰电镀工艺	氰化氢
含尘废气	机械抛光（喷砂、磨光等）、机械粗化等工艺	颗粒物、金属氧化物及纤维性粉尘
碱性废气	化学脱脂、电化学脱脂、碱性镀液电镀等工艺	氢氧化钠等

4.2.3 固体废物的产生

电镀工艺产生的固体废物包括：

- 处理电镀废水的过程中产生的电镀污泥；
- 电镀槽维护产生的槽渣、废滤芯及翻槽时活性炭过滤产生的废活性炭；
- 报废的废槽液；
- 电镀废水采取蒸发浓缩处理时产生的废盐。

4.2.4 噪声的产生

电镀工艺噪声来自磨光机、振光机、滚光机、空压机、水泵、超声波发生器、风机等设备以及压缩空气吹干零件等。噪声源强通常为65~100 dB（A）。

5 污染预防技术

5.1 无毒或低毒材料替代工艺

可采用表2中的无氰电镀、替代镀层、三价铬处理工艺等无毒或低毒工艺，减少高毒性污染物的产生。

表2 可采用的无毒低毒工艺

项目	采用的无毒低毒工艺或镀层
无氰电镀	无氰镀锌：氯化物镀锌、硫酸盐镀锌、碱性锌酸盐镀锌等 无氰镀铜：酸性镀铜、焦磷酸盐镀铜、碱性无氰镀铜、其他无氰镀铜等 无氰镀银：硫代硫酸盐镀银 无氰镀金：碱性亚硫酸盐镀金和金合金、柠檬酸盐镀金和金合金
替代镀层	代镉镀层：锌镍合金、锡锌合金、锌钴合金镀层等 代铅镀层：锡铈合金、锡铋合金、锡银合金、锡铜合金、锡锌合金、锡铟合金镀层等 装饰性代铬镀层：锡镍合金、锡钴合金、三元合金（锡钴锌、锡钴铟、锡钴铬等）镀层 代硬铬镀层：镍钨合金、镍磷合金、镍钼合金、镍钨磷三元合金、镍钨硼三元合金、合金复合镀层、纳米合金电镀替代镀铬、化学镀镍磷合金等 代修复性镀铬：镀铁
三价铬处理工艺	装饰性镀铬：三价铬镀铬取代六价铬镀铬 镀锌层：三价铬蓝白色钝化、三价铬彩色钝化、三价铬黑色钝化等

5.2 电镀清洗水减量化技术

5.2.1 多级逆流清洗技术

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。单位用水量小于 50 L/m^2 ，与一级直流水清洗用水量相比，节水90%以上。

5.2.2 间歇逆流清洗技术

也称清洗废水全翻槽技术，适用于间歇、小批量生产的生产线。单位用水量小于 30 L/m^2 ，与同样级数的多级逆流清洗技术相比，节水约40%。

5.2.3 喷射水洗技术（逆流清洗组合）

喷射水洗技术分为喷淋水洗和喷雾水洗，适用于自动或半自动品种单一、批量较大的电镀生产线，但对于复杂工件的水洗效果较差。工件可集中到2~3处进行冲洗，由于喷嘴可调到任意需要的角度，清洗效率提高，单位用水量小于 10 L/m^2 ，清洗水经收集和针对性处理后循环利用。

5.2.4 逆流清洗—离子交换技术

适用于镀镍及其他贵金属工艺，不适用于氧化性强、有机物含量高以及含氰电镀工艺。在逆流清洗基础上，用离子交换树脂（纤维）将第一级清洗槽（靠近主镀槽）清洗废水分离处理，处理后的清水回用于清洗槽或主镀槽。回收镀液带出的贵金属约70%~90%，节水80%以上。

5.2.5 逆流清洗—反渗透膜分离技术

适用于电镀镍及其他贵金属工艺。在逆流清洗基础上，用反渗透膜系统将第一级清洗槽清洗废水过滤分离，浓缩液可部分返回镀槽，淡水用于末级清洗槽循环使用。该技术可减少镀液带出量80%~90%，节水80%以上。

5.2.6 逆流清洗—电解回收技术

适用于酸性镀铜、氰化镀铜、氰化镀银等工艺。将回收槽中的溶液引入电解槽，在直流电场的作用下，发生电解作用将回收的金属离子凝聚于阴极。铜、银回收率大于90%。

5.2.7 逆流清洗—离子交换—蒸发浓缩闭环技术

适用于镀硬铬工艺。在逆流清洗的基础上，使用离子交换树脂（纤维）去除废镀铬液中的铜、锌、镍、铁等金属杂质，再经过蒸发浓缩，铬酸可全部回用于镀铬槽。饱和的离子交换树脂（纤维）需进行再生处理。镀铬液及废镀铬液中铬酸回用率大于95%，铬雾抑制剂全氟辛烷磺酰基化合物（PFOS）使用量减少80%~90%。

5.3 固体废物减量化技术

可采用以下技术减少固体废物的产生：

a) 除油工艺设置超声波除油、油水分离器、过滤装置等，去除槽液中的油和杂质延长除油槽液寿命，减少除油废槽液产生量；

b) 通过蒸发浓缩，减少废槽液产生量；

c) 采用机械压滤、烘干等脱除电镀污泥水分，减少电镀污泥产生量；

d) 钼铁硼硝酸洗废液通过精密过滤器、微滤或超滤、反渗透等回收废硝酸以实现总氮的减排，反渗透浓水通过萃取剂提取稀土元素实现资源回收利用。

6 污染治理技术

6.1 废水污染治理技术

6.1.1 一般原则

a) 电镀企业应根据自身生产实际，优先采用5.2节污染预防技术，提高物料利用率、清洗效率，减少废水污染物和废水产生量。

b) 电镀企业应推行电镀废水分类收集、分质处理，含氰废水、含六价铬废水、含配位化合物废水等须单独收集、单独预处理后才可排入电镀混合废水处理系统进一步处理。

c) 含总铬、六价铬、总镍、总镉、总银、总铅、总汞等有毒污染物废水在车间或生产设施排放口单因子达标后，可进入电镀混合废水处理单元进一步去除废水中难生化的配位剂、螯合剂、表面活性剂等污染物，再经过化学沉淀等处理后，可排至设置污水处理厂的城镇排水系统；直接向环境水体排放时，还应进一步进入生物处理系统处理。

d) 中水回用的电镀混合废水，应采取反渗透或反渗透+离子交换处理。

e) 合理设计初期雨水、事故废水收集设施，确保受污染的初期雨水、事故废水得到有效处理。

f) 电镀废水在处理过程中应采取措施控制二次污染物的产生，并使其满足GB 16297、GB 14554等排放限值要求。

6.1.2 含氰废水处理技术

6.1.2.1 一般原则

a) 本节所列含氰废水处理技术参数应满足GB 50136、HJ 2002要求。

b) 含氰废水经过处理，游离氰达到控制要求后可进入电镀混合废水处理系统，去除重金属离子。

c) 采用碱性氯化技术处理含氰废水时，应在加盖密闭和集气抽风条件下收集产生的氯化氰气体，经处理达到GB 16297要求后通过排气筒排放。

d) 采用电解、过氧化氢氧化技术处理含氰废水时，处理过程中产生的氨气应收集并处理，达到GB 14554要求后通过排气筒排放。

6.1.2.2 碱性氯化处理技术

适用于处理含无机氰化物或氰合金属基配合物（铁氰配合物除外）的含氰废水。工艺控制条件为：第一阶段pH值为10~11，第二阶段pH值为8~9；反应时间取决于待处理废水中总氰化物含量（一般为1~1.5 h）；有效氯（以Cl₂计）的消耗量与总氰化物（以CN⁻计）量的比为6~10，反应后废水中余氯量应在2~5 mg/L，经处理后废水中总氰化物（以CN⁻计）含量小于0.2 mg/L。

6.1.2.3 过氧化氢氧化处理技术

适用于处理含无机氰化物或氰合金属基配合物（铁氰配合物除外）的含氰废水。工艺控制条件为：氧化反应pH值大于7；过氧化氢与总氰化物（以CN⁻计）的摩尔比为2:1；氧化时间取决于氰化物浓度和氧化温度（一般为1 h）。处理后废水中总氰化物（以CN⁻计）含量小于0.2 mg/L。

6.1.2.4 臭氧氧化处理技术

适用于处理含无机氰化物或氰合金属基配合物（铁氰配合物除外）的含氰废水。工艺控制条件为：氧化反应pH值9~11；一级氧化反应臭氧与总氰化物（以CN⁻计）的摩尔比为1:1；二级氧化反应臭氧与总氰化物（以CN⁻计）的摩尔比为2.5:1；氧化时间取决于总氰化物浓度和氧化温度（一般不小于15 min），若采用亚铜离子作为催化剂，可缩短反应时间。处理后废水中总氰化物（以CN⁻计）含量小于0.2 mg/L。

6.1.3 含铬废水处理技术

6.1.3.1 化学还原处理技术

适用于所有含六价铬废水的处理。常用还原剂为亚硫酸氢钠、亚硫酸钠、焦亚硫酸钠、硫酸亚铁等。还原剂投加量应通过试验确定，或参照HJ 2002给出的参考值。工艺控制条件为：还原反应pH值为2.5~3；亚硫酸盐还原时反应时间为20~30 min，硫酸亚铁还原连续处理时，反应时间应大于30 min；间歇处理时，反应时间为2~4 h；沉淀反应pH值控制在7~8.5；沉淀反应时间大于20 min，反应后的沉淀时间为1.0~1.5 h。处理后废水中六价铬浓度小于0.1 mg/L，总铬浓度小于0.5 mg/L。

6.1.3.2 电解处理技术

适用于六价铬浓度小于100 mg/L的废水处理。采用普通碳素钢为极板，极板间距小于10 mm，电解槽的有效阳极面积与有效容积之比为1.5~2.5 dm²/L。工艺控制条件为：进水pH值控制在2.5~3；沉淀反应pH值控制在7~8；电压低于110 V，电流20~60 A，电解时间不少于15 min。处理后废水中六价铬浓度小于0.1 mg/L，总铬浓度小于0.5 mg/L。

6.1.3.3 内电解处理技术

适用于六价铬浓度小于100 mg/L的废水处理。工艺控制条件为：进水pH值控制在2~4；出水应加碱调pH值为8~9；接触时间不小于20 min；铁屑装填高度宜为1~1.5 m；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。处理后废水中六价铬浓度小于0.1 mg/L，总铬浓度小于0.5 mg/L。

6.1.3.4 离子交换处理技术

适用于六价铬浓度小于200 mg/L的废水处理（镀黑铬和含氟化物镀铬的废水除外）。离子交换系统由保护性滤柱、酸性阳柱、除铬阴柱、脱钠柱、除酸阴柱组成，工艺控制条件为：进入阴柱废水的pH值应控制在5以下；阴柱的再生剂宜用工业用氢氧化钠，再生液用去离子水配制；阴柱的清洗水宜用去离子水，清洗终点pH值为8~10；阳柱的再生剂宜用工业盐酸，阳柱的清洗水可用自来水；清洗终点pH值为2~3。处理后废水中六价铬浓度小于0.1 mg/L，总铬浓度小于0.5 mg/L。

6.1.4 酸碱废水中和处理技术

适用于镀前处理、镀后处理产生的酸碱废水处理。应采取pH计自动控制加药，工艺参数应满足HJ 2002、HJ 2006相关要求。处理后pH值为6~9。

6.1.5 金属离子废水处理技术

6.1.5.1 化学沉淀处理技术

适用于离子态金属的去除，其中进水总镉浓度小于50 mg/L。常用的化学药剂有氢氧化钠、石灰、硫化钠等。应根据各种金属氢氧化物或金属硫化物的pH值、溶度积不同，确定各自的最佳的pH值范围，反应生成难溶于水的盐类通过沉淀、气浮、微滤或超滤膜等分离去除，工艺参数应符合HJ 579、HJ 2002、HJ 2006、HJ 2007相关要求。处理后废水重金属浓度满足GB 21900—2008特别排放限值要求。

6.1.5.2 离子交换处理技术

适用于总镍或总铜浓度小于200 mg/L、总镉浓度小于100 mg/L的单一废水处理。工艺参数应满足GB 50136、HJ 2002、HG/T 5015、HG/T 5309相关要求。处理后废水重金属浓度满足GB 21900—2008特别排放限值要求。

6.1.6 含配位化合物废水处理技术

6.1.6.1 （类）芬顿氧化处理技术

适用于化学镀镍、化学镀铜、锌镍合金等含配位化合物的废水处理。工艺参数应满足HJ 1095相关要求，（类）芬顿氧化处理技术后续应辅以相应的化学沉淀处理技术。处理后废水总铜浓度小于0.5 mg/L，总镍浓度小于0.5 mg/L。

6.1.6.2 臭氧氧化处理技术

适用于化学镀镍、化学镀铜、锌镍合金等含配位化合物的废水处理。工艺控制条件为：进水pH值控制在7~9，氧化反应时间1 h，臭氧氧化处理技术应辅以相应的化学沉淀处理技术。处理后废水总

铜浓度小于0.5 mg/L，总镍浓度小于0.5 mg/L。

6.1.6.3 重捕剂处理技术

适用于化学镀镍、化学镀铜、锌镍合金等含配位化合物废水的深度处理。常与（类）芬顿/臭氧氧化及化学沉淀处理技术联用，应根据配位化合物的形态和含量，确定合理的pH值控制范围及反应时间。处理后废水总铜浓度小于0.3 mg/L，总镍浓度小于0.1 mg/L。

6.1.6.4 金属共沉淀处理技术

适用于焦铜废水处理。通过向焦铜废水中引入适量 Fe^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 等金属离子，与焦铜废水中过量的焦磷酸根结合生成焦磷酸铁/锌/铜沉淀， $[\text{Cu}(\text{P}_2\text{O}_7)_2]^{6-}$ 转化为焦磷酸铜沉淀，实现铜、总磷同步去除。工艺控制条件为：进水pH值控制在7~9；反应时间15 min。出水总铜浓度一般小于0.3 mg/L。

6.1.7 生物处理技术

6.1.7.1 序批式活性污泥法

适用于物化处理后的电镀废水处理。主要变形工艺包括循环式活性污泥工艺、连续和间歇曝气工艺、交替式内循环活性污泥工艺等。工艺过程一般由进水、曝气、沉淀、排水和待机五部分组成，工艺参数应满足HJ 577相关要求。废水经处理后可满足GB 21900—2008特别排放限值要求。

6.1.7.2 A/O、A/A/O 生物处理技术

适用于物化处理后的电镀废水处理。主要变形工艺有改良厌氧缺氧好氧活性污泥法、厌氧缺氧好氧活性污泥法、缺氧厌氧缺氧好氧活性污泥法等。工艺参数应满足HJ 576相关要求。废水经处理后可满足GB 21900—2008特别排放限值要求。

6.1.7.3 膜生物处理技术

适用于物化处理后的电镀废水处理。工艺参数应满足HJ 2010相关要求。废水经处理后可满足GB 21900—2008特别排放限值要求。

6.1.8 电镀废水深度处理技术

6.1.8.1 反渗透处理技术

适用于电镀清洗废水槽边回收、电镀混合废水深度处理、电镀混合废水回用（原水电导率小于6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）。工艺参数应满足HJ 579相关要求。反渗透产水电导率小于300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，中水回用率一般小于70%，回用水质满足HB 5472—91中C类用水水质要求。

6.1.8.2 反渗透+离子交换技术

适用于电镀混合废水回用。在反渗透技术的基础上，反渗透装置产水通过离子交换进一步去除废水中的盐份。工艺参数应满足HJ 579相关要求。装置产水电导率小于100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，中水回用率一般小于60%，回用水质满足HB 5472—91中B类用水水质要求。

6.2 废气污染治理技术

6.2.1 一般原则

- a) 电镀企业或生产设施应按照WS 721的规定设置通风装置，定期检查通风系统运行是否正常。鼓励对电镀生产线进行封闭，并对收集的废气进行处理。
- b) 含氰化物工艺的局部通风设施应单独设置，含六价铬工艺的局部通风设施宜单独设置。
- c) 操作前，应打开通风设备；停止作业时，应后关闭通风设备；若通风设备出现故障应停止车间生产。
- d) 产生酸雾的液面宜放置塑料球、酸雾抑制剂，禁止使用PFOS酸雾抑制剂（采用闭环技术的镀硬铬除外）。
- e) 限制使用浓硝酸进行退镀。
- f) 废气处理设施产生的废水应排入相应含氰废水、含六价铬废水或者电镀混合废水处理设施处理并使其满足GB 21900—2008排放限值要求。

g) 废气经处理后应满足GB 21900—2008、GB 16297限值要求。

6.2.2 酸性废气治理技术

6.2.2.1 碱液吸收法

适用于盐酸、硫酸雾、NO_x、氢氟酸等酸性废气的治理。吸收液为浓度为5%左右氢氧化钠溶液。当吸收液pH值达到8~9时，需更换新的吸收液。当NO_x中NO大于100 mg/m³时，应采用氧化碱液吸收法处理，即在碱性吸收液吸收之前，采用氧化剂（氯系氧化剂、臭氧或双氧水等）送入吸收塔的进气管内，将部分NO氧化成为NO₂后，在碱性吸收液中吸收。经处理后满足GB 21900—2008标准限值要求。吸收塔工艺控制条件见表3。

表3 吸收塔工艺控制条件

项目	空心喷淋塔	填料塔	湍球塔	筛板塔
空塔速度 (m/s)	0.5~1.5	0.5~1.5	2~6	1~3.5
液气比 (l/m ³)	0.6~1.0	1~10	/	/
喷淋密度 (m ³ /m ² ·h)	/	6~8	20~110	12~15
小孔风速 (m/s)	/	/	/	16~22

6.2.2.2 网格回收+还原吸收法

适用于铬酸雾废气的治理。网格回收器宜采用菱形网孔，工艺控制条件为：滤网层数8~12层；风速一般为2~3 m/s。回收后的铬酸液可供配制槽液使用，回用于生产。经网格凝聚回收大部分铬酸雾后，应采取还原吸收法进一步处理，还原剂宜选用亚硫酸氢钠、亚硫酸钠、焦亚硫酸钠等，工艺控制条件参见6.2.2.1节。铬酸雾去除效率一般大于99%。

6.2.3 含氰废气治理技术

常采用氧化吸收法处理，吸收液一般为1.5%NaOH+1.5%NaClO溶液、0.1%~0.7%硫酸亚铁溶液，工艺控制条件参见6.2.2.1节。氰化物去除效率一般大于95%。

6.2.4 含尘废气治理技术

6.2.4.1 袋式除尘技术

适用于抛/磨光系统产生的颗粒物治理。袋式除尘工程设计、施工与安装、调试与验收、运行与维护应满足HJ 2020相关要求。外排废气颗粒物浓度低于10 mg/m³。

6.2.4.2 湿式除尘技术

适用于抛/磨光系统产生的粒径1 μm以上的颗粒物治理。常见的湿式除尘器包括喷淋塔、填料塔、筛板塔、湿式水膜除尘器、自激式湿式除尘器和文丘里除尘器等。外排废气颗粒物浓度低于30 mg/m³。

6.2.5 碱性废气治理技术

碱性废气可与酸性气体合并处理，具体参数见6.2.2.1。

6.3 固体废物污染治理技术

6.3.1 一般原则

a) 槽渣、电镀污泥应分质贮存，电镀污泥处理处置前应对本批次污泥进行分析，确定其中金属元素含量、含盐量、含水率等指标。根据分析结果，按照GB/T 38066确定其处理处置方法。

b) 电镀污泥中属于危险废物的，接收与处置方应按规定取得相关资质，其收集、贮存、运输过程应满足HJ 2025、GB 18597相关要求。

c) 当电镀污泥中铜含量≥1%（干基计）、镍含量≥1%（干基计）宜选择回收工艺回收金属资源，不宜进入水泥窑协同处置或者填埋处置。

d) 采用水泥窑协同处置或者填埋处置的，应满足GB 18598、GB 30485、GB 30760、HJ 662相关要求。

6.3.2 金属资源化回收技术

6.3.2.1 火法冶炼回收技术

适用于含铜、镍、锌等重金属废水处理产生的污泥。借助冶炼炉窑的高温还原气氛，将电镀污泥中的镍、铜、锌组分还原成稳定的金属单质态进入合金或金属氧化物的回收技术。工艺参数应满足GB/T 33055、GB/T 33073、GB/T 38101相关要求。

6.3.2.2 湿法冶炼回收技术

a) 氨法浸出技术

适用于含铜、镍等重金属废水处理产生的污泥。总氨浓度为162000 mg/L（以NH₄⁺计）、氨铵比为1:2、液固比为4:1、浸出温度70℃、浸出时间4h。采用两段逆流浸出，铜、镍浸出率分别可达到95%、90%以上。

b) 酸法浸出技术

适用于含铜、镍等重金属废水处理产生的污泥。采用硫酸或盐酸浸出电镀污泥中的铜和镍，再用溶剂萃取或碳酸盐沉淀将铜和镍分离。工艺参数应满足GB/T 33073、GB/T 38101相关要求。

6.4 噪声污染治理技术

企业规划布局宜使主要噪声源远离厂界和噪声敏感点。机械噪声可通过采取减振基础及在设备基础周围设置减振地沟减缓噪声产生。高噪声设备采取隔声罩、全封闭或设备间等围护结构进行隔声。风机、空压机的空气动力学噪声宜在设备进、出口安装消声器。通过相应技术治理后，降噪效果在5~35 dB(A)，厂界噪声满足GB 12348限值要求。

7 环境管理措施

7.1 一般原则

a) 电镀企业应设置专门内部环保机构，建立企业领导、环境管理部门、车间负责人和专职环保员组成的企业环境管理责任体系，鼓励开展环境管理体系认证。

b) 持续开展清洁生产，严格物料管理，加强镀液管理，节约原辅材料用量，减少污染物产生量。

c) 根据HJ 855规定申领排污许可证，并按照要求做好污染防治设施的运行管理、相关记录、环境管理台账和执行报告编制；根据HJ 985规定，做好自行监测工作。

d) 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。

e) 做好设备/设施防渗、防腐和分区防控工作，避免污染厂区土壤和地下水环境。

f) 按照生态环境管理部门要求安装在线监控设备，与生态环境管理部门的监控设备联网，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。

g) 按照GB 15562.1、GB 15562.2要求，规范设置排放口、贮存（处置）场标志。

7.2 回收物料，减少损耗措施

a) 工件出镀槽后进入回收槽进行清洗，回收大部分镀液，然后再进入流动水槽清洗，将回收槽内的洗液补充回镀槽。

b) 在镀槽、回收槽、清洗槽之间设置导流板，使工件带出的镀液流回槽内，减少镀液损失。

c) 使用阳极篮或其他措施，回收利用阳极残料。

d) 电镀挂具应具有可靠的绝缘涂覆层，避免或减少镀层金属的沉积，减少损耗。

7.3 污染防治设施管理措施

a) 生产过程中无跑冒滴漏现象，车间内实施干湿区分离，湿区地面敷设网格板，湿镀件上下挂作业在湿区进行，湿区设一定倾斜度，确保废水废液不停留，有效收集。

b) 厂区清污分流、雨污分流，设置容积满足要求的初期雨水池，做好初期雨水收集，并安装pH计在线监控和设置雨水切断装置，受污染的初期雨水应进入电镀废水处理系统处理。

c) 排水、回用水管道应明沟明管铺设，废水分质分流管线设置明确的标识。

d) 电镀废水处理设施应采用pH计、氧化还原电位（ORP）自动调节控制加药；设施的运行通过功能完善的运行中央控制平台控制，以全面记录并实时反映运行状况。

e) 各污水处理池应严格按照防腐、防渗、防沉降的要求进行设计、建设。

f) 合理设计排风设施。对于槽宽大于800 mm的大尺寸槽体宜采用微风驱导式槽边排风装置，在达到排除有害气体的基础上，大幅降低排风量、减少能耗。

g) 废气吸收液采用pH计、ORP等设备实现实时控制、调节。

h) 排气筒高度应符合规范要求，在保证安全的前提下，优化合并排气系统，减少排气筒数量。

7.4 电镀园区的管理

a) 园区应与入园企业通过签订具有法律效力的书面合同，共同约定接管水污染物浓度和排水量限值，并将入园企业相关污染物指标的自行监测数据及时共享至生态环境主管部门，作为环境监督执法的依据。

b) 废水需进行分质分流，含氰废水、含六价铬、含镍、含配位化合物废水等应单独收集。设置pH计、电导率、流量等自动监控设施，及时发现和杜绝入园企业超约定排放废水。

c) 园区应根据废水分质情况、地形情况建设事故应急池。

d) 鼓励园区建设再生水设施和中水回用管网，鼓励入园企业回用中水。

e) 园区应对入园企业废气处理设施运行进行监管，鼓励第三方机构运营入园企业废气处理设施。

f) 鼓励园区建设集中的化工原材料、危险化学品供应体系，并做好分类存储、安全管理及供应、销售记录。

g) 鼓励园区集中收集、集中贮存入园企业和园区集中污水处理设施产生的危险废物，鼓励设置危险废物处理处置中心，实施资源化、无害化处理。

8 污染防治可行技术

8.1 废水污染防治可行技术

8.1.1 含氰废水污染防治可行技术

含氰废水污染防治可行技术见表4。

表4 含氰废水污染防治可行技术

防治可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放浓度水平 (mg/L)	技术适用条件
1	无氰电镀	/	/	电镀金、银、铜基合金及予镀铜打底工艺除外
2	/	碱性氯化处理技术	总氰化物<0.2	无机氰化物或氰合金属基配合物（铁氰配合物除外）
		过氧化氢氧化处理技术		
		臭氧氧化处理技术		

8.1.2 含金属废水污染防治可行技术

含金属废水污染防治可行技术见表5。

表5 含金属废水污染防治可行技术

防治可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放浓度水平 (mg/L)	技术适用条件	
1	逆流清洗	化学还原处理技术	六价铬<0.1 总铬<0.5	含六价铬废水	
		电解处理技术		进水六价铬<100 mg/L	
		内电解处理技术		进水六价铬<200 mg/L(镀黑铬和含氟化物镀铬的废水除外)	
2	①逆流清洗+②离子交换+③蒸发浓缩闭环技术	化学还原处理技术		特别排放 镀铬工艺(PFOS作为酸雾抑制剂)含铬废水	
3	逆流清洗	①(类)芬顿/臭氧氧化+②化学沉淀处理技术	总镍<0.5	锌镍合金、化学镍等含镍配位化合物废水	直接排放
4	逆流清洗; ①逆流清洗+②反渗透;	化学沉淀处理技术	总镍<0.1	含镍废水(离子态)	
5	①逆流清洗+②离子交换	离子交换处理技术		进水总镍<200 mg/L的含镍废水(离子态)	
6	逆流清洗	①(类)芬顿/臭氧氧化+②化学沉淀+③离子交换处理技术	总镍<0.1	特别排放	
		①(类)芬顿/臭氧氧化+②化学沉淀+③反渗透处理技术		锌镍合金、化学镍等含镍配位化合物废水	
		①(类)芬顿/臭氧氧化+②化学沉淀+③重捕剂处理技术			
7	逆流清洗	硫化物化学沉淀处理技术	总镉<0.01	酸性硫酸盐镀镉废水	
8		离子交换处理技术		进水总镉<100 mg/L	
9	①逆流清洗+②反渗透+③电解回收	化学沉淀处理技术	总银<0.1	含银废水	特别排放
10	逆流清洗	化学沉淀处理技术	总铅<0.1	含铅废水	特别排放
11	①逆流清洗+②反渗透; ①逆流清洗+②反渗透+③电解回收	①(类)芬顿/臭氧氧化+②化学沉淀处理技术	总铜<0.5	化学镀铜等含铜配位化合物废水	直接排放
12	①逆流清洗+②离子交换	①碱性氯化/过氧化氢氧化/臭氧氧化+②化学沉淀处理技术	总铜<0.3	氰化镀铜废水	特别排放

13		金属共沉淀处理技术		焦铜废水	
14		化学沉淀处理技术		酸性镀铜废水	
15		离子交换处理技术		氰化镀铜废水、焦铜废水、酸性镀铜废水	
16		①(类)芬顿/臭氧氧化+②化学沉淀+③离子交换处理技术		化学镀铜等含铜配位化合物废水	
		①(类)芬顿/臭氧氧化+②化学沉淀+③反渗透处理技术			
		①(类)芬顿/臭氧氧化+②化学沉淀+③重捕剂处理技术			
17	逆流清洗	化学沉淀处理技术	总锌<1.0	含锌废水	特别排放
			总铝<2.0	含铝废水	
			总铁<2.0	含铁废水	

8.1.3 电镀混合废水污染防治可行技术

电镀混合废水污染防治可行技术见表6。

表6 电镀混合废水污染防治可行技术

防治可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放浓度水平 (mg/L, pH值除外)								技术适用条件	
			COD	氨氮	总氮	总磷	总氰化物	pH值	悬浮物	石油类		氟化物
1	/	①化学氧化还原+②化学沉淀处理技术	<350	<35	<65	<8	<0.2	/	/	/	/	间接排放
2	/	①化学氧化还原+②化学沉淀+③生物处理技术(序批式活性污泥法, A/O、A/A/O, 膜生物处理技术)	<80	<15	<20	<1	<0.2	6~9	<50	<3	<10	直接排放
3	/	①化学氧化还原+②化学沉淀+③生物处理技术(序批式活性污泥法, A/O、A/A/O, 膜生物处理技术)	<50	<8	<15	<0.5	<0.2	6~9	<30	<2	<10	特别排放

8.1.4 电镀混合废水中水回用可行技术

电镀混合废水中水回用可行技术见表7。

表7 电镀混合废水中水回用可行技术

防治可行技术	预防技术	治理技术	装置产水电导率 (μS/cm)	技术适用条件
1	高、低电导率废	反渗透	<300	进水电导率<6000 μS/cm
2	水分质分流			

8.2 废气污染防治可行技术

废气污染防治可行技术见表8。

表8 废气污染防治可行技术

防治可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放浓度水平 (mg/Nm ³)	技术适用条件
1	①逆流清洗+②离子交换+③蒸发浓缩闭环技术	①格网凝聚回收+②还原吸收	铬酸雾<0.05	镀硬铬工艺 (PFOS作为酸雾抑制剂)
	不含PFOS酸雾抑制剂			镀硬铬工艺
2	/	氧化吸收法	氰化氢<0.5	含氰废气
3	/	碱液吸收法	硫酸雾<0.5	硫酸雾废气
			氯化氢<0.5	氯化氢废气
			氟化物<7	氟化物废气
4	/	①氧化+②碱液吸收法	氮氧化物<200	氮氧化物 (酸洗槽硝酸浓度<500 g/L)

8.3 固体废物污染防治可行技术

固体废物污染防治可行技术见表9。

表9 固体废物污染防治可行技术

防治可行技术	预防技术	治理技术	技术适用条件
1	污泥脱水、干燥	氨法/酸法浸出	含镍 (镍含量>1%)、含铜 (铜含量>1%) 的电镀分质污泥
2		火法回收技术	

8.4 噪声污染防治可行技术

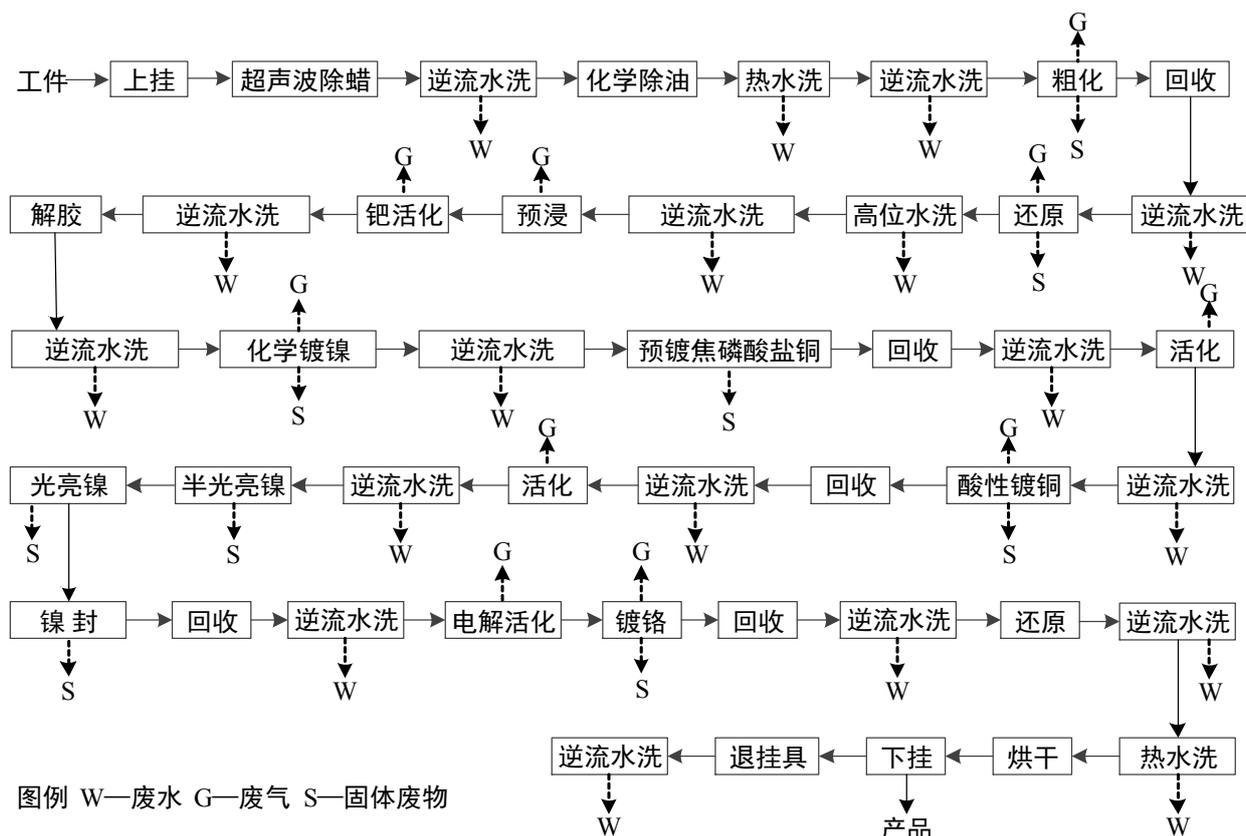
噪声污染防治可行技术见表10。

表10 噪声污染防治可行技术

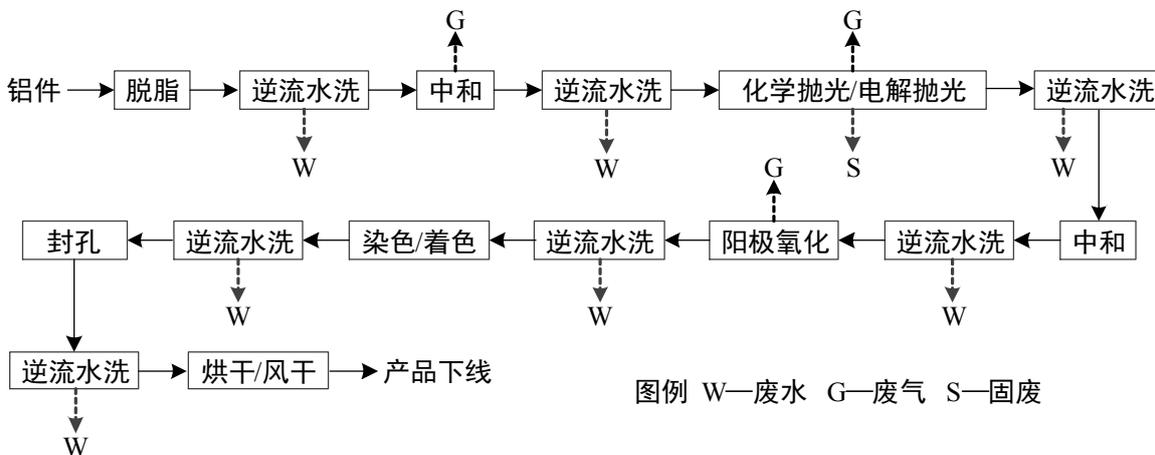
防治可行技术	噪声源	治理技术	降噪水平
1	设备	厂房隔声	降噪量20 dB (A) ~35 dB (A)
2	设备、泵类	隔声罩	降噪量10 dB (A) ~20 dB (A)
3	设备	减振	降噪量5 dB (A) ~10 dB (A)
4	风机	消声器	消声量10 dB (A) ~25 dB (A)

附录 A
(资料性附录)
典型电镀生产工艺流程及产污环节

图A.1和图A.2分别给出了典型塑料电镀(含化学镀)工艺流程及产污环节和铝合金装饰件典型阳极氧化生产工艺流程及产污环节。



图A.1 典型塑料电镀(含化学镀)工艺流程及产污环节



图A.2 铝合金装饰件典型阳极氧化生产工艺流程及产污环节