

# 《电镀行业清洁生产评价指标体系》

## 编制说明

江苏省环境科学研究院

2025年7月

# 目 录

一、目的意义.....	1
二、任务来源.....	34
三、编制过程.....	35
四、标准制修订原则和技术路线.....	36
五、主要内容技术指标确定.....	38
六、与相关法律法规和国家标准的关糸.....	45
七、实施推广建议.....	45

# 一、编制背景

## 1.1 项目背景

电镀是一种在特定金属或材料的表面上精确沉积一层薄薄的金属或合金膜的表面处理技术，不仅起到一定的装饰作用，也增强了产品的硬度、耐磨性、导电性、反光性、耐热性、抗腐蚀性等功能性和防护性，极大提升产品的附加值，是现代工业体系中不可缺少的重要组成部分。作为大量制造业配套工艺，电镀广泛服务于冶金、机械、电子、精密仪器、兵器、航空、航天、船舶、汽车零部件、渔具、日用五金等领域，在社会经济发展中的作用与意义日益凸显。然而，电镀生产中使用大量强酸、强碱、重金属原料，甚至包括铬酐、镉、汞、铅、氰化物等有毒有害化学品，生产过程中产生、排放含重金属酸性废气、含重金属废水等，长期以来，电镀行业一直是生态环境部门重点监管和规范整治的污染行业之一。

清洁生产作为促进源头治理、减污降碳、协同增效的重要举措，是推动经济社会绿色低碳转型和高质量发展的重要途径，完善的清洁生产评价指标体系能够精准指导企业从生产工艺、装备、资源能源利用、污染排放控制、环境管理等方面提升高质量发展水平。针对电镀行业，国家发展改革委、原环境保护部、工业和信息化部于2015年联合发布了《电镀行业清洁生产评价指标体系》，明确了电镀企业生产工艺及装备指标、资源和能源消耗指标、资源综合利用指标、污染物产生指标、产品特征指标和清洁生产管理等六方面评价要求。但是，随着污染物排放和资源能源利用水平的日趋提升、智慧化生产水平不断提高、企业集聚入园发展趋势日益显现，现行《电镀行业清洁生产评价指标体系》已难以满足我省电镀企业整治提升需求，精细化污染防治和管理要求在现有指标体系中尚无法显现，难以有效指导我省电镀企业精准实施清洁生产改造。广东已基于本地区电镀行业发展需求制定了区域清洁生产评价指标体系，在自动化生产、废水废气收集处置等方面对电镀行业给予更多指导，明确了更高的要求。因此，有必要开展电镀行业清洁生产评价指标体系研究，制定符合我省管理需求的清洁生产评价指标体系标准。

## 1.2 我省电镀行业概况

江苏、浙江、广东是全国电镀行业较为发达省份，行业起步早，企业数量多，三省电镀行业特点较为明显，浙江、广东两省电镀行业主要为生活用品配套，例如卫浴、饰品、灯具、箱包等。我省电镀行业主要是为机械加工、精密制造等行业配套，总体处于全国较先进的水平。

我省在产涉电镀企业数量 926 家，（数据来源：《江苏省 2024 年全口径涉重金属重点行业企业清单公示》），其中专业电镀企业 358 家、配套电镀车间企业 568 家，各地级市涉电镀企业占比情况见表 1.2-1、图 1.2-1。可见，电镀企业主要集中在苏州、无锡、泰州、镇江、南通地区，企业总数占全省电镀总量 75.7%。

表 1.2-1 全省涉电镀企业数量及分布情况一览表

序号	行政区	涉电镀企业		设置电镀车间企业		专业电镀	
		数量 (家)	地方占比 (%)	数量 (家)	地方占比 (%)	数量 (家)	地方占比 (%)
1	常州市	58	6.3%	19	3.3%	39	10.9%
2	淮安市	28	3.0%	25	4.4%	3	0.8%
3	连云港市	6	0.6%	6	1.1%	0	0.0%
4	南京市	48	5.2%	21	3.7%	27	7.5%
5	南通市	84	9.1%	61	10.7%	23	6.4%
6	苏州市	223	24.1%	176	31.0%	47	13.1%
7	宿迁市	18	1.9%	16	2.8%	2	0.6%
8	泰州市	110	11.9%	39	6.9%	71	19.8%
9	无锡市	173	18.7%	135	23.8%	38	10.6%
10	徐州市	7	0.8%	7	1.2%	0	0.0%
11	盐城市	14	1.5%	11	1.9%	3	0.8%
12	扬州市	46	5.0%	26	4.6%	20	5.6%
13	镇江市	111	12.0%	26	4.6%	85	23.7%
总计数		926		568		358	

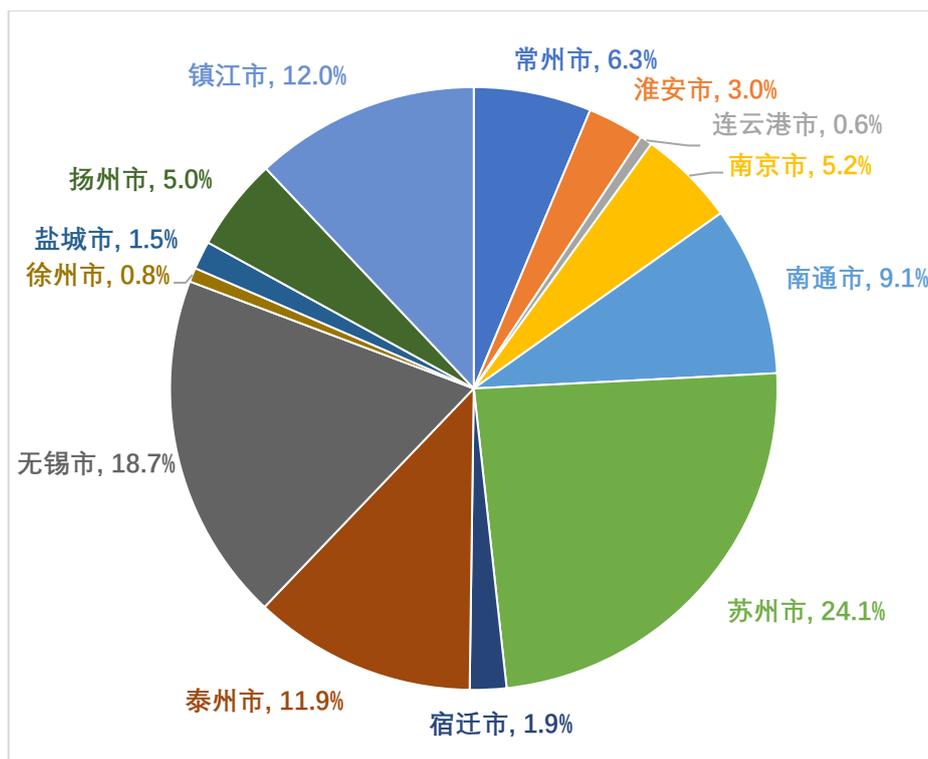


图 1.2-1 各地级市涉电镀企业占比一览图

我省在 2013、2015 和 2018 年度分别开展了两轮太湖地区电镀企业整治和一轮苏中苏北地区电镀企业整治，通过“关停并转”等方式淘汰了一批落后产能企业，规范并提升了电镀企业生产和污染物收集治理水平，实现了“十二五”期间重金属排放总量较 2007 年总量削减 15% 的目标。调研表明，省内电镀企业多轮专项整治后，工艺装备、治理设施及环境管理较整治前有了极大的改善，但电镀企业厂点多、分布广，仍存在如下问题：

(1) 工艺装备

电镀企业自动化生产水平参差不齐，根据江苏省《电镀行业规范条件（报批稿）》规定“品种单一、连续性生产的电镀企业要求自动生产线、半自动生产线达到 70% 以上”，随着近几年江苏省开展电镀行业环保整治，各地陆续淘汰落后工艺和生产设备，80% 企业采用全自动电镀设备，部分企业已具备完全自动化生产能力，但是，部分企业仍存在操作不规范的现象。但由于电镀对象的不确定性、工艺要求的复杂性、操作人员素质差异等原因，尚有少数需要手工操作的电镀线和含氰电镀线，它们存在低效率、高排放、高风险等特点，需严格管控规模。

(2) 资源能源利用

近年来，部分电镀企业积极推进绿色低碳改造，但是全省电镀行业水资源利用水平仍有待提升。目前部分先进企业在电镀前处理和镀后水洗环节，在传统浸没式水洗基础上，综合采用超声波、喷淋等多重工艺组合清洗模式，提高水洗环节效能，但是仍有大量企业仍使用单一清洗方式，节水能力有待提升。《电镀行业规范条件》明确，“电镀企业单位产品每次清洗取水量不超过 0.04 吨/平方米，水的重复利用率在 30%以上。”部分企业满足于 0.04 吨/平方米每次清洗取水量要求，距离清洁生产先进企业 0.01 吨/平方米以下水平仍有较大差距。

当前，非集中区内涉电镀工序企业中水回用意识高于专业电镀企业或位于集中区内涉电镀工序企业，部分非集中区内涉电镀工序企业已基本实现废水近零排放，但是大量企业中水回用率普遍低于 30%。在重金属循环利用方面，部分企业在综合采用二级回收槽+超声等方式进行槽液回收，设置槽边重金属回收系统，有效减少重金属流失，但是相关回收利用技术尚未得到有效普及。

### （3）污染防治

电镀企业产生的污染物主要包括含重金属废水、酸性废气、含重金属污泥等，除污泥普遍委外处置回收重金属外。

电镀废水以分类集中收集、处理为主，少数自行处理排放或自行预处理后再集中处理排放，但部分企业由于镀槽建设较早，管道隐藏于槽底和地下管沟，架空管廊建设水平有待提升，难以实现有效监管维护，存在跑冒滴漏风险。此外，部分企业雨水收集能力不强，自动化管控阀门等配备率不高。电镀集中区普遍缺乏退镀废水等混排水处理单元，混排水存在稀释排放风险。

电镀废气普遍采取释放点收集措施，生产线封闭程度低，收集效率有限，仅少数企业对生产线采取全封闭或半封闭措施以提高废气收集效率，减少无组织排放。部分企业仅采用槽边侧吸方式，废气收集效率难以保证。

### （4）清洁生产管理方面

电镀企业智慧化控制水平参差不齐，大量企业缺乏对镀液温度、pH、液位等关键指标的实时监管。部分企业用水用能计量较为粗放，缺乏关键设备用水计量。企业内部缺乏明确的干湿区划分，车间布局杂乱现象较为严重。

### 1.3 电镀行业主要生产工艺流程

电镀工艺过程大致可以划分为：镀前处理—电镀—镀后处理 3 个主要环节。由于电镀件的基材不同、原始加工状态不同，镀前处理工艺也各不相同，基本可分为机械法清理、除油工序、化学浸蚀等。

按镀层金属成分可分为单金属镀（单层镀）和合金镀（多层镀）。常用单金属镀有锌、镉、铜、镍、铬、银、金等。常用合金镀有铜基合金、锌基合金、铅基合金、镍基合金等。另外在各电镀工序后有多道水洗工序，以除去制件表面滞留的前一种溶液。清洗过程是电镀废水最主要来源，采用不同的电镀工艺和不同的清洗方式，废水中的有害物质的种类、浓度、排放量等有较强的差别。

### 1.4 排污分析及污染防治技术

#### 1.4.1 排污分析

##### 1.4.1.1 废水

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。电镀废水主要来源及主要成分见表 1.4-1。

表 1.4-1 电镀废水主要来源及主要成分汇总表

废水种类	废水来源	废水主要成分	备注
酸碱废水	镀前处理、冲洗地坪	各种酸类和碱类等	—
含氰废水	氰化镀工序	氰络合金属离子、游离氰等	该类废水有剧毒，根据《电镀废水治理工程技术规范》，须单独收集、处理
含铬废水	粗化、镀铬、钝化、化学和电化学抛光、铬酸阳极化和阳极化重铬酸钾封闭	六价铬、总铬等金属离子	该类废水毒性大，铬属于一类污染物，根据《电镀废水治理工程技术规范》，须单独收集、处理
含镉废水	无氰镀、氰化镀镉	镉离子、游离氰离子	该类废水毒性大，氰化镀镉废水需单独收集破氰，总镉属一类污染物
含镍废水	镀镍、化学镀镍	镍离子、酸类	镍属一类污染物
含铜废水	酸性镀铜、化学镀铜、焦磷酸盐镀铜、氰化镀铜、镀铜锡合金、镀铜锌合金	铜离子、酸类	—
含锌废水	碱性锌酸盐镀锌	锌离子、碱类	—

废水种类	废水来源	废水主要成分	备注
	钾盐镀锌	锌离子、酸类	—
	硫酸锌镀锌	锌离子	—
	铵盐镀锌	锌离子络合物和添加剂	—
含铅废水	硼酸盐镀铅、镀铅锡铜合金	铅离子、酸类	该类废水毒性大，总铅属一类污染物
含银废水	氰化镀银、硫代硫酸盐镀银	银离子、游离氰离子	该类废水毒性大，氰化镀银废水须单独收集破氰，总银属一类污染物
含汞废水	汞齐化处理	总汞	该类废水毒性大，总汞属一类污染物
重金属混合废水	电镀前处理和清洗	铜、锌、镍、三价铬等重金属离子	—
石油类、动植物油类、表面活性剂等有机废水	工件除锈、脱脂、除蜡等点镀前处理工序	化学需氧量、悬浮物、表面活性剂、酸、碱等	—
综合废水（含生活污水、初期雨水）	工序镀种混排的清洗废水、难以分开收集的地面废水、生活污水、初期雨水	pH 值、悬浮物、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、石油类、氟化物、总氰化物、总植物油类	—

#### 1.4.1.2 废气

金属制件在电镀前必须进行除锈和除油。除锈使用的是酸溶液，当镀件放入盐酸或硫酸溶液中进行酸洗时，在金属氧化物（锈）被溶解的同时，表面金属也被酸蚀而析出氢气，氢气析出，加速了酸性废气的逸出。当镀件放入碱溶液中进行电化学除油时，由于电流密度较大（一般为  $3\sim 5\text{A}/\text{dm}^2$ ），工作温度较高（一般为  $60\sim 80^\circ\text{C}$ ），所产生的气体就更多。电化学除油时，阳极析出氧气，阴极析出氢气，从而加速了碱雾的逸出。

金属制件在电镀过程中，除了因为蒸汽压的产生会有液相挥发变气相趋势以及阴、阳两个电极上除金属的沉积及金属的溶解外，还因为电流效率不是 100%，阴极伴随有氢气的析出；同时阳极伴随有氧气的析出，当阳极发生钝化或使用不溶性阳极时，析出的氧气量更多。阴、阳两个电极反应所析出的氢气和氧气，在镀槽中积聚成气泡。由于气泡是在槽液中生成的，所以逸出时夹带有镀液的微粒，这些直径大于  $0.5\text{mm}$  的气泡，在液面下会受到一定的压力。当脱离金属表面上浮时，速度较快，有一定的能量，升至液面仍继续向上冲，在气相中爆裂，形成带镀液的雾点飞散逸出。电镀“废气”的形成主要是气泡中夹带槽液微粒、气泡

冲出液面时带出槽液微粒和气泡粉碎时泡飞散三者所致。特别是电流密度越大，温度越高，电流效率越低，电镀废气污染物就越多。

电镀过程产生的大气污染物包括颗粒物和多种无机污染废气。无机污染废气包括废气、碱性废气、含铬酸雾、含氰废气等。电镀过程大气污染物及来源见表 1.4-2。

表 1.4-2 电镀过程大气污染物及来源

生产单元	生产设施	废气产污环节名称	污染物种类
电镀生产线	除油槽、除锈槽、酸洗槽、粗化槽、敏化槽、中和槽、预浸槽、活化槽、出光槽等	除油、除锈、酸洗、粗化、敏化、中和、预浸、活化、出光等	氮氧化物、氯化氢、硫酸雾、氟化物、铬酸雾
	镀铬槽	镀覆处理	铬酸雾
	有氰镀槽	镀覆处理	含氰化氢气体
	钝化槽、着色槽、封闭槽、中和槽、退镀槽等	钝化、着色、中和、退镀等	铬酸雾、碱雾、氯化氢、硫酸雾、氮氧化物

### 1.4.1.3 固体废物

电镀过程中产生的固体废物主要为：电镀废水处理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吸附处理产生的废活性炭，废槽液，废水处理过程中废弃的离子交换树脂，电镀废水采用蒸发浓缩处理时产生的废盐，废弃包装物。

## 1.4.2 污染防治措施

### 1.4.2.1 前处理工艺

低温除油是《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》中的推荐清洁生产技术，低温碱性除油在低温条件下，利用碱性溶液与油脂发生皂化反应，将皂化类油分解为可溶脂肪酸盐和甘油，同时以低油水界面张力、乳化及卷离作用去除非皂化类油。此工艺能降低能耗，减少加热成本，且对金属基体腐蚀性小，利于维持金属性能与尺寸精度。

无磷除油是《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》中的推荐清洁生产技术，无磷中温除油运用不含磷元素的除油剂，借助表面活性剂、螯合剂等成分，在中温下降低油污与金属表面张力，实现油污乳化、分散与脱离，避免了含磷废水排放。

水基清洗剂替代有机溶剂除油是《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体

系（试行）》中的推荐清洁生产技术，以水为溶剂，添加多种表面活性剂等成分，通过乳化、分散、增溶等作用去除油污，相较于有机溶剂除油，降低了有害气体挥发，降低火灾、爆炸风险。

超声波除油是《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》中的推荐清洁生产技术，超声波除油利用超声波空化效应，靠气泡破裂产生的冲击力和微射流剥离油污。清洗效率高，能快速、彻底洗净复杂工件，且清洗质量稳定，受人为因素影响小。

无氰沉锌工艺是《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》中的推荐清洁生产技术，无氰沉锌工艺采用不含氰化物的溶液体系，通过调控溶液中金属盐、络合剂、添加剂等，在金属表面形成均匀、致密锌层。该工艺避免了氰化物对环境和人体的危害，降低生产安全风险，简化废水处理流程。

#### **1.4.2.1 无毒或低毒材料替代技术**

##### **（1）无氰镀锌技术**

无氰镀锌技术为《电镀污染防治最佳可行技术指南（试行）》（HJ-BAT-11）推荐的污染预防技术，是以氯化物或碱性锌酸盐替代氰化物的镀锌技术。该技术由于不使用氰化物，所以电镀过程不产生含氰污染物。氯化物镀锌技术已经广泛应用于电镀锌工艺。

##### **（2）无氰镀铜技术**

无氰镀铜技术为《电镀行业清洁生产技术推行方案》《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306—2023）中的推荐技术，是利用非氰化物作络合物和铜盐组成无氰镀铜液，在钢铁件直接镀铜，满足一般质量要求的技术。主要解决传统氰化镀铜溶液中氰化物作为络合物的使用安全问题。用无氰预镀铜溶液可以免除氰化物的使用。在钢铁件上预镀铜方面，可部分替代氰化镀铜，减少氰化物的使用。采用该技术可部分替代氰化物预镀铜，每平方米镀层可减少氰化物排放 0.34 克，以年产 1 万平方米铜镀层示范企业为例：可减少氰化物排放 3.4 千克。

##### **（3）代镉镀层技术**

代镉镀层是《电镀污染防治最佳可行技术指南（试行）》（HJ-BAT-11）《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306—2023）推荐的污染预防技术，是以锌镍合金、锡锌合金、锌钴合金镀层等替代镀镉的工艺。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。该技术适用于汽车部件的部分替代电镀镉工艺。

#### （4）代铅镀层技术

代铅镀层是《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306—2023）推荐的污染预防技术，是以锡铈合金、锡铋合金、锡银合金、锡铜合金、锡锌合金、锡铟合金镀层等替代镀铅的工艺。

#### （5）装饰性代铬镀层技术

装饰性代铬镀层是《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306—2023）推荐的污染预防技术，主要包括锡镍合金、锡钴合金、三元合金（锡钴锌、锡钴铟、锡钴铬等）镀层等。

#### （6）代硬铬镀层技术

代硬铬镀层是《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306—2023）《电镀行业清洁生产技术推广方案》《电镀污染防治最佳可行技术指南（试行）》（HJ-BAT-11）推荐的污染预防技术，包括镍钨合金、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。

钨基合金镀层是一种电沉积钨基系列非晶态合金或纳米晶合金代替电镀硬铬的技术，采用该技术每平方米覆盖层可减少六价铬排放 55.4 克，减少含铬污泥 278 克。纳米合金复合电镀技术是通过电沉积的方法，在镍-钨、镍-钴等合金镀液中添加经过特殊制备、分散的纳米铝粉材料，合金与纳米材料共同沉积于钢铁基件，生成纳米合金复合镀层。

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镀层，且可全部自动化控制。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%。该技术适用于替代功能性电镀铬工艺。

#### （7）代修复性镀铬技术

代修复性镀铬是《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306—2023）推荐的污染预防技术，包括镀铁等工艺等。

#### （8）三价铬镀铬技术

三价铬镀铬为《电镀行业清洁生产技术推广方案》《电镀污染防治可行技术

指南》(HJ 1306—2023)《电镀污染防治最佳可行技术指南(试行)》推荐的污染预防技术。三价铬镀铬采用了氨基己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等特点;但铬层颜色与六价铬有差别,且镀层增厚困难,还不能取代功能性镀铬。三价铬镀液毒性小,可有效防治六价铬污染,对环境和操作人员的危害比较小。该技术适用于装饰性电镀铬工艺。

#### (9) 低浓度铬酐镀铬技术

低浓度铬酐镀铬工艺是指镀铬液中铬酐含量在 30~60g/L 的镀铬工艺,铬酐使用量只有普通标准镀铬工艺的 1/5~1/8,既减轻了铬酐对环境的污染,又节约了大量的原材料。采用低铬酐镀铬工艺可以获得装饰性铬镀层和硬铬镀层,其光泽性、硬度、结合力以及裂纹等方面,均能满足质量要求。

#### (10) 塑胶直接电镀技术

塑胶直接电镀是《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系(试行)》中的推荐清洁生产技术,是一种在塑料表面直接进行电镀的工艺。传统的塑料电镀通常需要先对塑料进行复杂的预处理,如粗化、敏化、活化等步骤,以在塑料表面形成一层导电层,然后进行电镀。而塑胶直接电镀通过特殊的镀液配方和工艺条件,使塑料表面能够直接吸附金属离子并进行电镀,塑胶直接电镀对塑料材质有一定要求,目前常用于 ABS 等塑料。该技术可减少生产工序,提高生产效率,同时减少预处理药剂的使用,减少环境污染。

常用无毒或低毒材料替代工艺或镀层见表 1.4-3。

表 1.4-3 常用无毒或低毒材料替代工艺或镀层

项目	常用无毒低毒工艺或镀层
前处理清洁生产工艺	低温除油、中温除油、水基清洗剂替代有机溶剂除油、电解除油或超声波除油、无磷生物除油剂、无氰沉锌工艺
无氰/低氰电镀	民用产品采用使用无氰镀锌:包括氯化钾镀锌、锌酸盐镀锌等工艺 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 低氰镀金: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、锡钢合金镀层等 装饰性代铬镀层:锡镍合金、锡钴合金、三元合金(锡钴锌、锡钴钢、锡钴铬等)镀层等 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:镀铁等

项目	常用无毒低毒工艺或镀层
	低浓度铬酐镀铬工艺（镀铬液中铬酐含量在 30~60g/L） 塑胶直接电镀工艺

#### 1.4.2.2 清洗及回收环节清洁生产工艺

##### （1）多级逆流清洗

多级逆流清洗是《电镀污染防治最佳可行技术指南（试行）》的推荐技术。多级逆流清洗由若干级清洗槽串联组成，从末级槽进水，从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。为了提高清洗效果，各清洗槽内安装有空气搅拌装置；应用电导传感器控制清洗水量；或安装脚踏开关或光敏电触点开关自动控制清洗水量等。该技术使得生产的用水量大大减少，并间接减少化学品的用量；但该技术需要更高的空间并增加总投资（增加槽、工件传输设备和控制设备）。该技术适用于挂镀、滚镀自动化生产线，不适用于钢卷及体积大于清洗槽的大型镀件。

##### （2）连续逆流清洗

连续逆流清洗是《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306—2023）中的推荐技术，适用于挂镀、滚镀生产工艺，不适用于钢卷及体积大于清洗槽的大型镀件电镀。单位面积用水量小于 50 L/m<sup>2</sup>，连续三级逆流清洗可节水 65%以上。

##### （3）间歇逆流清洗

间歇逆流清洗是《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306—2023）中的推荐技术，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。单位面积用水量小于 30 L/m<sup>2</sup>，与同样级数的多级逆流清洗技术相比，节水约 40%。

##### （4）喷射水洗（逆流清洗组合）

喷射水洗技术是《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306—2023）中的推荐技术，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，单位面积用水量小于 10 L/m<sup>2</sup>，清洗水经收集和针对性处理后循环利用。

##### （5）电导控水

电导控水技术是《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》中的推荐清洁生产技术，是通过电镀清洗水的电导率变化来控制清洗供水。通过电

导率传感器实时监控清洗槽内清洗水的“清”“脏”程度，实现精准供水：当清洗水“脏”到最大电导率允许值时，开通供水端的电磁水阀，供给新鲜水；当水“清”到一定程度时电导率下降，电磁阀自动关断，停止供水。这种技术将清洗槽长流水变为短时间歇供水，提高了清洗用水效率，可节水 30%~80%。

#### （6）逆流清洗—离子交换

逆流清洗—离子交换是《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306—2023）中的推荐技术，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，处理后的清水可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。

#### （7）逆流清洗—反渗透膜分离

逆流清洗—反渗透膜分离是《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306—2023）中的推荐技术，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进行过滤分离，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。

#### （8）逆流清洗—电解回收

逆流清洗—电解回收是《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306—2023）中的推荐技术，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、银回收率均大于槽边化学反应。

#### （9）超声波除油

超声波除油是《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》中的推荐清洁生产技术，是一种利用超声波在液体中产生的空化效应、机械效应和热效应等，来去除物体表面油污的清洗技术。能够快速有效地去除油污，相比传统的除油方法，大大缩短了清洗时间，提高了生产效率。

### 1.4.2.3 电镀后处理环节清洁生产工艺

#### （1）水性漆封油

水性漆封油是《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》中的推荐清洁生产技术，使用水性漆作为封油材料，替代传统的溶剂型涂料，适用于

各种小五金件、电镀产品的保护和封闭，特别适合于镀金、镀银、仿金、镍、铬等光亮镀层的镀后罩光，能够减少挥发性有机化合物（VOCs）的排放，降低对环境和操作人员的危害。

### （2）电解退镀

电解退镀是《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》中的推荐清洁生产技术，利用电化学原理，将待退镀的工件作为阳极，通过电解作用使金属镀层从基体上溶解并进入电解液中，实现镀层的去除，对基体材料的损伤较小，有利于后续的重新镀覆。相较于化学退镀，可以在较少产生有害废物的情况下去除镀层。

### （3）低铬钝化、无铬钝化和三价铬钝化

该技术是《电镀行业清洁生产技术推行方案》《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306—2023）的推荐技术，指采用三价铬钝化剂或无铬、低铬钝化剂替代六价铬进行锌镀层钝化处理的技术。可减少或避免使用六价铬，采用该技术每平方米锌镀层产生废水中可减少六价铬 18.3 克。

#### 1.4.2.4 废水污染防治可行技术

电镀废水应分类收集、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，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相应预处理单元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，可向设置污水处理厂的城镇排水系统排放废水；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。

根据电镀废水的特性，废水污染防治可行技术分为含氰废水污染防治可行技术、含金属废水污染防治可行技术、电镀混合废水生物处理可行技术、中水回用技术四大类。可行技术如下：

#### （1）含氰废水

1、电镀金、银、铜基合金及预镀铜打底工艺除外的其他镀氰，可采用无氰电镀技术，从源头杜绝氰化物的产生。

2、适用于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，通过碱性氯化处理技术、过氧化氢氧化处理技术、臭氧氧化处理技术等处理技术，

处理后废水中总氰化物（以  $\text{CN}^-$  计）小于 0.2 mg/L。

#### （2）含铬废水

1、采用逆流清洗预防技术后，通过化学还原处理技术处理含六价铬废水，或通过电解/内电解处理技术处理进水六价铬 $<100$  mg/L 的含铬废水，或通过离子交换处理技术处理进水六价铬 $<200$  mg/L（镀黑铬和含氟化物镀铬的废水除外）的含铬废水，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。

2、适用于镀硬铬工艺（PFOS 作为酸雾抑制剂）含铬废水，采用逆流清洗+离子交换+蒸发浓缩闭环技术的组合预防技术后，通过化学还原处理技术，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。

#### （3）含镍废水

1、适用于锌镍合金、化学镍等含镍配位化合物废水，采用逆流清洗预防技术后，再采用（类）芬顿/臭氧氧化+化学沉淀处理技术，处理后废水中总镍浓度小于 0.5 mg/L。

2、适用于含镍废水（离子态），采用逆流清洗、逆流清洗+反渗透、逆流清洗+离子交换等预防技术后，再采用化学沉淀处理技术，处理后废水中总镍浓度小于 0.1 mg/L。

3、适用于总镍 $<200$  mg/L 的含镍废水（离子态），采用逆流清洗、逆流清洗+反渗透、逆流清洗+离子交换等预防技术后，再采用离子交换处理技术，处理后废水中总镍浓度小于 0.1 mg/L。

4、适用于锌镍合金、化学镍等含镍配位化合物废水，采用逆流清洗预防技术后，再采用（类）芬顿/臭氧氧化+化学沉淀+离子交换处理技术、（类）芬顿/臭氧氧化+化学沉淀+反渗透处理技术、（类）芬顿/臭氧氧化+化学沉淀+重捕剂处理技术等处理技术，处理后废水中总镍浓度小于 0.1 mg/L。

#### （4）含镉废水

1、适用于酸性硫酸盐镀镉废水。采用逆流清洗预防技术后，再采用硫化物化学沉淀处理技术，处理后废水中总镉浓度小于 0.01 mg/L。

2、进水总镉 $<100$  mg/L 的含镉废水。采用逆流清洗预防技术后，再采用离子交换处理技术，处理后废水中总镉浓度小于 0.01 mg/L。

#### （5）含银废水

1、采用逆流清洗+反渗透+电解回收预防技术后，再采用化学沉淀处理技术，

处理后废水中总银浓度小于 0.1 mg/L。

(6) 含铅废水

1、采用逆流清洗预防技术后，再采用化学沉淀处理技术，处理后废水中总铅浓度小于 0.1 mg/L。

(7) 含铜废水

1、适用于化学镀铜等含铜配位化合物废水，采用逆流清洗+反渗透、逆流清洗+反渗透+电解回收、逆流清洗+离子交换等预防技术后，再采用（类）芬顿/臭氧氧化+化学沉淀处理技术，处理后废水中总铜浓度小于 0.5 mg/L。

2、适用于氰化镀铜废水，采用逆流清洗+反渗透、逆流清洗+反渗透+电解回收、逆流清洗+离子交换等预防技术后，再采用碱性氯化/过氧化氢氧化/臭氧氧化+化学沉淀处理技术，处理后废水中总铜浓度小于 0.3 mg/L。

3、适用于氰化镀铜废水，采用逆流清洗+反渗透、逆流清洗+反渗透+电解回收、逆流清洗+离子交换等预防技术后，再采用碱性氯化/过氧化氢氧化/臭氧氧化+化学沉淀处理技术，处理后废水中总铜浓度小于 0.3 mg/L。

4、适用于焦铜废水，采用逆流清洗+反渗透、逆流清洗+反渗透+电解回收、逆流清洗+离子交换等预防技术后，再采用金属共沉淀处理技术，处理后废水中总铜浓度小于 0.3 mg/L。

5、适用于酸性镀铜废水，采用逆流清洗+反渗透、逆流清洗+反渗透+电解回收、逆流清洗+离子交换等预防技术后，再采用化学沉淀处理技术，处理后废水中总铜浓度小于 0.3 mg/L。

6、适用于氰化镀铜废水、焦铜废水、酸性镀铜废水，采用逆流清洗+反渗透、逆流清洗+反渗透+电解回收、逆流清洗+离子交换等预防技术后，再采用离子交换处理技术，处理后废水中总铜浓度小于 0.3 mg/L。

7、适用于化学镀铜等含铜配位化合物废水，采用逆流清洗+反渗透、逆流清洗+反渗透+电解回收、逆流清洗+离子交换等预防技术后，再采用（类）芬顿/臭氧氧化+化学沉淀+离子交换处理技术、（类）芬顿/臭氧氧化+化学沉淀+反渗透处理技术、（类）芬顿/臭氧氧化+化学沉淀+重捕剂处理技术等处理技术，处理后废水中总铜浓度小于 0.3 mg/L。

(7) 含锌、含铝、含铁废水

1、采用逆流清洗预防技术后，再采用化学沉淀处理技术，处理后废水中总

锌、总铝、总铁浓度分别小于 1.0 mg/L、2.0 mg/L、2.0 mg/L。

#### (8) 电镀混合废水

1、适用于间接排放。采用化学氧化还原+化学沉淀处理技术，处理后废水中 COD、氨氮、总氮、总磷、总氰化物铁浓度分别小于 350 mg/L、35 mg/L、65 mg/L、8 mg/L、0.2 mg/L。

2、适用于直接排放。采用化学氧化还原+化学沉淀+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），处理后废水中 COD、氨氮、总氮、总磷、总氰化物、pH 值、悬浮物、石油类、氟化物浓度均满足《电镀污染物排放标准》（GB 21900—2008）中表 2 限值。

3、适用于直接排放。采用化学氧化还原+化学沉淀+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），处理后废水中 COD、氨氮、总氮、总磷、总氰化物、pH 值、悬浮物、石油类、氟化物浓度均满足《电镀污染物排放标准》（GB 21900—2008）中表 3 限值。

#### (9) 电镀混合废水中水回用

1、适用于进水电导率<6000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  的电镀混合废水。采用高、低电导率废水分质分流预防技术后，通过反渗透，处理后中水电导率<300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

2、适用于进水电导率<6000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  的电镀混合废水。采用高、低电导率废水分质分流预防技术后，通过反渗透+离子交换，处理后中水电导率<100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

### 1.4.2.5 废气污染防治可行技术

废气经处理后应满足《电镀污染物排放标准》（GB 21900—2008）、《大气污染物综合排放标准》（GB 16297—1996）限值要求，废气处理设施产生的废水应排入相应废水处理设施处理并使其满足《电镀污染物排放标准》（GB 21900—2008）排放限值要求。

#### (1) 有组织废气污染治理措施

电镀企业有组织废气污染源主要包括前处理工序、镀覆处理工序和后处理工序，主要废气种类为酸性废气、碱性废气、含尘废气、含氰废气、含铬酸雾废气等。电镀废气产污环节及常见防治措施见表 1.4-4。

表 1.4-4 电镀废气产污环节及常见防治措施

生产单元	废气产污环节名称	污染物种类	污染治理设施名称及工艺
------	----------	-------	-------------

电镀生产线	滚光、抛光、喷丸、喷砂等	颗粒物	袋式除尘、高效湿式除尘
	除油、除锈、酸洗、粗化、敏化、中和、预浸、活化、出光等	氮氧化物、氯化氢、硫酸雾、氟化物、铬酸雾	喷淋塔中和工艺、喷淋塔凝聚回收工艺
	镀覆处理	铬酸雾	喷淋塔凝聚回收工艺
	镀覆处理	含氰化氢气体	喷淋塔吸收氧化工艺
	钝化、着色、中和、退镀等	铬酸雾、碱雾、氯化氢、硫酸雾、氮氧化物	喷淋塔中和工艺、喷淋塔凝聚回收工艺

电镀工业废气污染治理推荐技术及主要技术指标见表 1.4-5。

表 1.4-5 电镀工业废气污染治理推荐技术及主要技术指标

推荐技术	主要技术指标	技术适用性
喷淋塔中和法处理技术	10%的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>85%	各种酸性气体净化
铬酸雾吸收技术	通过不含 PFOS 酸雾抑制剂、逆流清洗+离子交换+蒸发浓缩闭环技术进行源头预防，通过格网凝聚回收+还原吸收技术进行处理，处理后铬酸雾排放浓度可小于 0.05 mg/m <sup>3</sup>	镀硬铬工艺（PFOS 作为酸雾抑制剂）铬酸雾
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 至弱碱性状态，净化效率>90%；采用硫酸亚铁溶液作吸收液时，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
袋式除尘器净化技术	除尘效率可达 95%以上，排放浓度<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<50mg/m <sup>3</sup>	粉尘治理
氧化+碱液吸收技术	处理后氮氧化物排放浓度可小于 200 mg/m <sup>3</sup>	氮氧化物（酸洗槽硝酸浓度<500 g/L）
碱液吸收技术	处理后硫酸雾、氯化氢、氟化物排放浓度可分别小于 0.5 mg/m <sup>3</sup> 、0.5 mg/m <sup>3</sup> 、7 mg/m <sup>3</sup>	硫酸雾、氯化氢、氟化物

## （2）无组织废气污染治理措施

电镀工业排污单位应采取措施，减少“跑冒滴漏”和无组织排放。对于镀槽

敞口挥发的酸性和碱性废气应采取抑制措施，并通过抽风收集处理后，经排气筒排放。

#### **1.4.2.6 固体废物污染防治可行技术**

根据电镀排污单位产生固体废物的类型、特点，按照《电镀污泥处理处置分类》(GB/T38066—2019)确定其处理处置方法。属于危险废物的，其收集、贮存、运输过程应满足《危险废物收集、贮存、运输技术规范》(HJ 2025—2012)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597—2001)相关要求。

1、火法回收技术，可从含铜、镍等的污泥（镍含量>1%、铜含量>1%）中回收铜、镍。

2、氨法/酸法浸出技术，可从含铜、镍等的污泥（镍含量>1%、铜含量>1%）中回收铜、镍。

#### **1.4.2.7 电镀污染防治推荐技术工艺组合**

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，推荐可行技术组合如下。

结合中国环境出版社发布的《重点行业污染防治 可行技术支撑排污许可管理技术手册—造纸、电镀、炼焦化学工业》，电镀工业污染防治推荐可行技术组合见图 1.4-1。

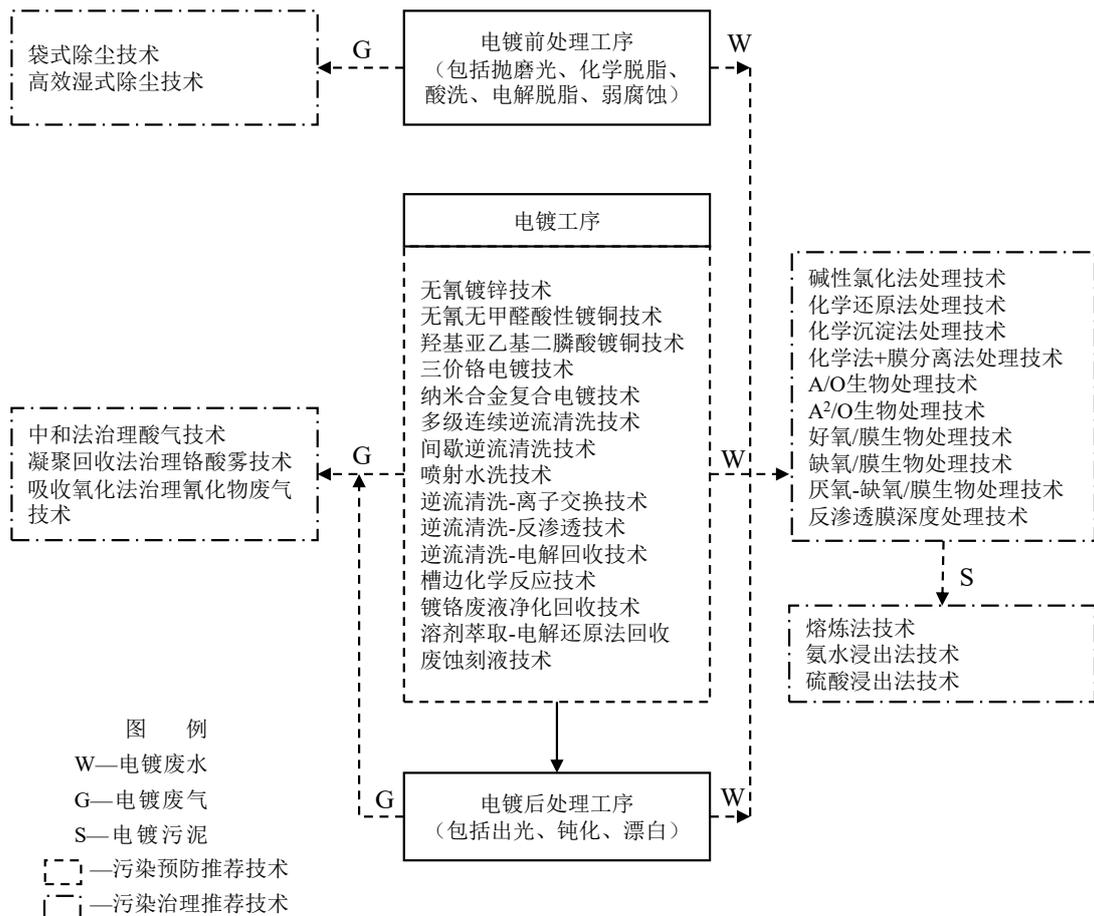


图 1.4-1 电镀工业污染防治推荐可行技术组合

### 1.5 制定标准的必要性

电镀行业是重金属污染防控 6 个重点行业（重有色金属矿采选业、重有色金属冶炼业、铅蓄电池制造业、电镀行业、化学原料及化学制品制造业和皮革鞣制加工业）之一，既涉及废水、废气和固废等多要素的综合管控，同时也是资源能源消耗的重点行业之一，导致电镀行业历来是我省强制性清洁生产审核的重点行业。此外，受产业配套需求影响，我省大量“小散乱”电镀企业集中在苏州、无锡、常州等地，对太湖、长江水环境保护带来严峻挑战，亟须通过清洁生产改造提升推动行业整体绿色低碳转型。

我国现行《电镀行业清洁生产评价指标体系》（2015 年 第 25 号）于 2015 年由原国家发展改革委、生态环境部、工业和信息化部联合发布，同时《电镀行业清洁生产评价指标体系（试行）》（国家发展改革委、国家环境保护总局 2005 年第 28 号公告）停止实施。现行标准已发布实施 9 年，评价指标发布时间早、清洁生产工艺不够全面、污染物排放管控和管理要求已滞后于我省相关要求，浙江、

广东等地已对污染物防控、资源能源利用、智慧化水平等提出了更高的要求。例如，《电镀行业清洁生产评价指标体系》（2015 年 第 25 号）I级水平要求“70%的生产线要实现自动化或半自动化”，但是除大件镀硬铬和多品种小批量电镀生产企业外，目前大部分企业生产线已经全部实现自动化或半自动化，《浙江省电镀产业环境准入指导意见》明确“新建、扩建电镀项目原则上应使用自动化生产线”，《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》明确“园区内电镀生产线采用自动化或半自动化的比例达到 90%”。此外，《电镀行业清洁生产评价指标体系》（2015 年第 25 号）在废水、废气收集处置方面缺乏精细化管控要求，难以满足我省各地电镀企业对绿色低碳转型的迫切需求，急需先进的建设标准指导和引领。

## 1.6 制定标准的可行性

本标准的技术指标借鉴参照国家相关文件，主要包括《清洁生产评价指标体系编制通则》（GB/T 43329-2023）、《电镀行业清洁生产评价指标体系》，并根据《关于深入推进重点行业清洁生产审核工作的通知》（环办科财〔2020〕27 号）以及电镀园区环境管理技术规范等最新政策要求进行优化和完善。标准起草单位前期已对国家、地方发布的清洁生产评价指标和准入条件等文件进行对比，分析现有清洁生产评价指标的先进性、适用性，对比情况见表 1.6-1。

标准起草单位开展重点行业清洁生产调研，赴浙江、广州、常州、无锡、南京等地开展电镀行业实地调研，了解企业清洁生产实施情况以及现行清洁生产评价水平，与行业协会及标杆企业就清洁生产标准进行了座谈对接，积累了丰富的工作经验，对行业现状有深刻了解。

表 1.6-1 现有电镀行业清洁生产评价指标体系与地方行业准入条件对比

序号	一级指标	二级指标	单位	电镀行业清洁生产评价指标体系			《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》			DB32/T 4860-2024《电镀园区环境管理技术规范》	《浙江省电镀产业环境准入指导意见》（修订）	重庆市电镀行业准入条件
				I级	II级	III级	I级	II级	III级			
1	生产工艺及装备	采用清洁生产工艺	/	1. 民用产品采用低铬⑨或三价铬钝化 2.民用产品采用无氰镀锌 3.使用金属回收工艺 4.电子元件采用无铅镀层替代铅锡合金	1. 民用产品采用低铬⑨或三价铬钝化 2.民用产品采用无氰镀锌 3.使用金属回收工艺	园区内每家企业至少采用三项清洁生产工艺的比例达到95% 1. 园区内企业使用落后工艺的比例不超过10% 2. 园区有明确的淘汰落后工艺计划	园区内每家企业至少采用三项清洁生产工艺的比例达到75% 1. 园区内企业使用落后工艺的比例不超过40% 2. 园区有明确的淘汰落后工艺计划	园区内每家企业至少采用三项清洁生产工艺的比例达到60% 园区有明确的淘汰落后工艺计划	电镀园区应淘汰国家、省产业政策中明令禁止的落后工艺、装备及产品，国防军工等有特殊需要经审批同意的除外。	/	/	
2		清洁生产过程控制	/	1.镀镍、锌溶液连续过滤 2.及时补加和调整溶液 3.定期去除溶液中的杂质	1.镀镍溶液连续过滤 2.及时补加和调整溶液 3.定期去除溶液中的杂质	园区内每家企业至少采用五项清洁生产过程控制的比例	园区内每家企业至少采用五项清洁生产过程控制的比例	园区内每家企业至少采用五项清洁生产过程控制的比例	/	/	/	

序号	一级指标	二级指标	单位	电镀行业清洁生产评价指标体系			《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》			DB32/T 4860-2024《电镀园区环境管理技术规范》	《浙江省电镀产业环境准入指导意见》（修订）	重庆市电镀行业准入条件
				I级	II级	III级	I级	II级	III级			
				3.定期去除溶液中的杂质			达到 95%	达到 75%	达到 60%			
3		电镀生产线要求	/	电镀生产线采用节能措施, 70% 生产线实现自动化或半自动化	电镀生产线采用节能措施, 50% 生产线实现半自动化	电镀生产线采用节能措施	园区内电镀生产线采用自动化或半自动化的比例达到 90%	园区内电镀生产线采用自动化或半自动化的比例达到 75%	园区内电镀生产线采用自动化或半自动化的比例达到 60%	/	原则上应使用自动化生产线。应采用电镀过程全自动控制的节能电镀装备。	/
4		节水措施	/	根据工艺选择逆流漂洗、淋洗、喷洗, 电镀无单槽清洗等节水方式, 有用水计量装置, 有在线水回收设施		根据工艺选择逆流漂洗、淋洗、喷洗等, 电镀无单槽清洗等	园区内每家企业至少采用三项节水措施的比例达到 95% 节水措施包括根据工艺选择多级逆流漂洗、淋洗、喷洗,	园区内每家企业至少采用三项节水措施的比例达到 75%	园区内每家企业至少采用三项节水措施的比例达到 60%	电镀生产线配套耐腐蚀用水量表。	有生产用水计量装置和车间排放口废水计量装置。必须采用工业废水回用、逆流漂洗、喷淋等节水装置及槽	禁止采用单级漂洗或直接冲洗等落后工艺, 对适用镀种有带出液回收工序。

序号	一级指标	二级指标	单位	电镀行业清洁生产评价指标体系			《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》			DB32/T 4860-2024《电镀园区环境管理技术规范》	《浙江省电镀产业环境准入指导意见》（修订）	重庆市电镀行业准入条件
				I级	II级	III级	I级	II级	III级			
						节水方式，有计量装置	回收或槽边处理，无单槽清洗等节水方式。				液回收装置。禁止采用单级漂洗或直接冲洗等落后工艺。	
5	能源消耗	节能措施	/	/	/	/	园区内每家企业电镀生产线至少采用三项节能措施的比例达到95%	园区内每家企业电镀生产线至少采用三项节能措施的比例达到75%	园区内每家企业电镀生产线至少采用三项节能措施的比例达到60%	/	/	/
6	水资源消耗	电镀水重复利用率	%	/	/	/	60	40	30	/	/	/
7		单位产品每次清洗	L/m <sup>2</sup>	8	24	40	/	/	/	/	≤40	/

序号	一级指标	二级指标	单位	电镀行业清洁生产评价指标体系			《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》			DB32/T 4860-2024《电镀园区环境管理技术规范》	《浙江省电镀产业环境准入指导意见》（修订）	重庆市电镀行业准入条件
				I级	II级	III级	I级	II级	III级			
		取水量										
8	物料综合利用	锌利用率	%	82	80	75	/	/	/	/	≥85%	80
9		铜利用率	%	90	80	75	/	/	/	/	≥90%	80
10		镍利用率	%	95	85	80	/	/	/	/	≥95%	92
11		装饰铬利用率	%	60	24	20	/	/	/	/	≥60%	24
12		硬铬利用率	%	90	80	70	/	/	/	/	≥90%	80
13		金利用率	%	98	95	90	/	/	/	/	/	/
14		银利用率（含氰镀银）	%	98	95	90	/	/	/	/	/	/
15	污染物产生与	单位产品基准	L/m <sup>2</sup>	60	40	30	/	/	/	/	/	/

序号	一级指标	二级指标	单位	电镀行业清洁生产评价指标体系			《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》			DB32/T 4860-2024《电镀园区环境管理技术规范》	《浙江省电镀产业环境准入指导意见》（修订）	重庆市电镀行业准入条件
				I级	II级	III级	I级	II级	III级			
16	排放	排水量										
		电镀废水处理率	%	100			/	/	/	/	/	/
		减少重金属污染物污染防治措施	/	使用四项以上（含四项）减少镀液带出措施			/	/	/	/	/	/
18		废水收集和输送	/	/	/	/	1. 废水分类收集系统完善，并配备相应的中间暂存池，实施动态监控，配备混排应急处理设施	1. 废水分类收集系统完善，并配备相应的中间暂存池，实施动态监控，配备混排应急处理设施	1. 废水分类收集系统完善，实施动态监控 2. 电镀溶液过滤后产生的滤渣和报废的电镀溶液不进入	5.1 电镀园区应建设专门处理电镀废水集中式污水处理厂，并含第一类污染物、氰化物、配位化合物(含镍)废水的分质预处理设施;电镀污水集中处理厂应与电镀企业签订接管协议,明确各方责任和义务:一个园区原则上只设置一个污水排放口。 5.2 电镀园区应建设废水收集管廊,管道明管化,明示管线标识并满足防腐、抗冻等要求:第一类污	/	/

序号	一级指标	二级指标	单位	电镀行业清洁生产评价指标体系			《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》			DB32/T 4860-2024《电镀园区环境管理技术规范》	《浙江省电镀产业环境准入指导意见》（修订）	重庆市电镀行业准入条件
				I级	II级	III级	I级	II级	III级			
							2. 电镀溶液过滤后产生的滤渣和报废的电镀溶液不进入废水收集和处理设施 3. 废水输送采用明管输送方式，废水输送管道沿途设置防渗漏措施且具备不停产分段维修功能	2. 电镀溶液过滤后产生的滤渣和报废的电镀溶液不进入废水收集和处理设施 3. 废水输送采用明管输送方式，废水输送管道沿途设置防渗漏措施	废水收集和处理设施	染物的废水和含氰化物废水分类收集、专管输送。 5.3 电镀园区应按国家、地方及行业设计规范要求建设园区初期雨水收集池并安装雨水切换装置,实施清污分流、雨污分流,收集的初期雨水应纳入由链污水集中处理厂处理。雨水排放口设置报生态环境部门。 电镀园区应建设中水回用设施,中水回用率不低于 30%。		
19		危险废物污染预防	/	电镀污泥和废液在企业内回收或送到有资质单位回收重金属，交外单位转移须提供危险废物转移联单	/	/	/	/	/	电镀园区宜建设集中式危废贮存场所，集中收集、贮存危险废物;电镀园区和入园企业应签订协议明确各方责任和义务。	/	/

序号	一级指标	二级指标	单位	电镀行业清洁生产评价指标体系			《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》			DB32/T 4860-2024《电镀园区环境管理技术规范》	《浙江省电镀产业环境准入指导意见》（修订）	重庆市电镀行业准入条件
				I级	II级	III级	I级	II级	III级			
		措施								5.6 电镀园区宜建设集中式剧毒化学品仓库和供应体系，分类存储、供应、销售并做好记录		
20		废气管控措施	/	/	/	/	1.合理设置废气收集处理装置，确保各类废气达标排放 2.氢氰酸雾、有机废气产生工段单独设置收集处理装置 3.园区废气实行集中运营治理模式，配备专业运营人员	1.合理设置废气收集处理装置，确保各类废气达标排放 2.氢氰酸雾、有机废气产生工段单独设置收集处理装置	合理设置废气收集处理装置，确保各类废气达标排放	6.1.2.1 产生大气污染物的生产设施应安装废气局部收集和集中净化处理装置，净化后的废气通过排气筒排放，装置应贴有标识，标注处理装置类型、处理工艺和要求。 6.1.2.2 产生铬酸雾废气的工段应安装铬酸雾废气回收装置，氯化氢和铬酸雾需分开收集。 6.1.2.3 废气喷淋装置的槽、管线应按“可视、可控”原则布置，并安装在线 pH 计、泵流量监控装置或用电工况监控装置；采用氧化还原技术处理氰化氢废气的喷淋塔应安装氧化还原电位在线分析仪。 6.1.2.4 逸散酸雾或臭气的原材料、废酸、废渣等应堆放于独立设置的密闭场所，加装引风装置对废气进行收集、处理。 6.1.2.5 电镀生产线宜封闭或半	/	/

序号	一级指标	二级指标	单位	电镀行业清洁生产评价指标体系			《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》			DB32/T 4860-2024《电镀园区环境管理技术规范》	《浙江省电镀产业环境准入指导意见》（修订）	重庆市电镀行业准入条件
				I级	II级	III级	I级	II级	III级			
										封闭，封闭方案应由有资质单位设计、审核、施工；镀槽废气收集宜采用侧吸为主、顶吸为辅的方式，合理配置风机。排风罩的设置应符合 GB/T 16758 的规定。 6.1.2.6 废气除尘设备的漏风率、阻力、过滤风速、除尘效率等参数运行过程中符合设计要求；企业袋式除尘器定期清灰、检查滤袋破损情况并及时更换滤袋。 6.1.2.7 废气喷淋装置的塔体、液箱、喷雾系统、填料、气液分离器运行过程中保持完好，在线装置有效显示，企业定期更换喷淋装置填料。		
21		废水废气处理设施运行管理	/	非电镀车间废水不得混入电镀废水处理系统；建有废水处理设施运行中控系	非电镀车间废水不得混入电镀废水处理系统；建立治污	非电镀车间废水不得混入电镀废水处	1.园区有良好的运行管理制度，操作规程、岗位责任制、运行台账完善，运行台账应包括物耗、能耗、仓储、设备大修、日常维修等 2.园区有良好的运行监控机制，对废水处理各	排水口有自动监测装置，建立治污设施运行台账；配备相应的水质检测仪	废水污染防治设施建设应满足 GB 50136、HJ2002 的要求，第一类污染物处理需满足在车间或生产设施排放口达标要求，总氰化物及其他污染物处理需满足总排口达标要求；向电镀污水集中处理厂排放废水时，对除第一类污染物外的水污染物，可与工	/	/	

序号	一级指标	二级指标	单位	电镀行业清洁生产评价指标体系			《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》			DB32/T 4860-2024《电镀园区环境管理技术规范》	《浙江省电镀产业环境准入指导意见》（修订）	重庆市电镀行业准入条件
				I级	II级	III级	I级	II级	III级			
				统,包括自动加药装置等;出水口有pH自动监测装置,建立治污设施运行台账;对有害气体有良好净化装置,并定期检测	设施运行台账,有自动加药装置,出水口有pH自动监测装置;对有害气体有良好净化装置,并定期检测	理系统;建立治污设施运行台账,出水口有pH自动监测装置,对有害气体有良好净化装置,并定期检测	阶段的水质情况实施必要的检测;检测仪器定期标定、校准,分析监测数据并存档 3.废气处理装置运行良好,并定期检测	器;废气处理装置运行良好,并定期检测	业污水处理厂商定间接排放限值,签订具备法律效力的书面合同并报当地生态环境主管部门备案。 6.1.1.2 电镀企业各类废水应配套暂存设施,废水储存容积不应小于所收集对应生产线 8h 废水量。 6.1.1.3 电镀车间需采用明管、明沟(套明管)收集输送,应明示管线标识并满足防、抗冻等要求。			

序号	一级指标	二级指标	单位	电镀行业清洁生产评价指标体系			《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》			DB32/T 4860-2024《电镀园区环境管理技术规范》	《浙江省电镀产业环境准入指导意见》（修订）	重庆市电镀行业准入条件
				I级	II级	III级	I级	II级	III级			
						测						
22		危险废物处理处置	/	危险废物按照 GB 18597 等相关规定执行			1. 危险废物由园区统一收集储存，并委托有资质的企业处理处置 2. 园区对危险废物中的部分有价金属实现资源化利用	危险废物由园区统一收集储存，并委托有资质的企业处理处置	园区内企业危险废物按照 GB18597 等相关规定执行	/	/	/
23	产品特征指标	产品合格率保障措施	/	有镀液成分和杂质定量检测措施、有记录；产品质量检测设备和产品检测记录	有镀液成分定量检测措施、有记录；产品质量检测设备和产品检测记录		/	/	/	/	/	/
24	清洁生产	环境法律	/	废水、废气、噪声等污染物排放符合国家和地方排放标			符合国家和地方有关环境法律、法规，废水、废气、噪声等污染物排放			/	/	/

序号	一级指标	二级指标	单位	电镀行业清洁生产评价指标体系			《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》			DB32/T 4860-2024《电镀园区环境管理技术规范》	《浙江省电镀产业环境准入指导意见》（修订）	重庆市电镀行业准入条件
				I级	II级	III级	I级	II级	III级			
25	管理指标	法规标准执行情况		准；主要污染物排放应达到国家和地方污染物排放总量控制指标			符合国家和地方排放标准；主要污染物排放应达到国家和地方污染物排放总量控制指标					
		产业政策执行情况	/	生产规模和工艺符合国家和地方相关产业政策			/	/	/	/	/	/
		环境管理体系制度及清洁生产审核情况	/	按照GB/T 24001建立并运行环境管理体系，环境管理程序文件及作业文件齐备；按照国家和地方要求，开展清洁生产审核	拥有健全的环境管理体系和完备的管理文件；按照国家和地方要求，开展清洁生产审核			园区按照GB/T 24001建立并运行环境管理体系，环境管理手册、程序文件及作业文件齐备		园区拥有健全的环境管理体系和完备的管理文件	电镀园区内企业及电镀污水集中处理厂应纳入重点排污单位管理并制定自行监测方案，方案应符合HJ 985、HJ 1209的要求，完成工况参数和设备状态参数联网。	/
27	危险化学品	/	符合《危险化学品安全管理条例》相关要求			园区集中管理，统	园区在危险化学品	符合《危险化学品	电镀园区应落实优控化学品及重点管控新污染物禁用要求，建	/	/	

序号	一级指标	二级指标	单位	电镀行业清洁生产评价指标体系			《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》			DB32/T 4860-2024《电镀园区环境管理技术规范》	《浙江省电镀产业环境准入指导意见》（修订）	重庆市电镀行业准入条件
				I级	II级	III级	I级	II级	III级			
		品管理					一采购、储运与配送，并符合《危险化学品安全管理条例》相关要求	的采购、储存、配送的部分环节实现集中管理，并符合《危险化学品安全管理条例》相关要求	安全管理条例》相关要求	立新化学物质环境管理登记制度。		
28		厂区防范措施	/	/	/	/	/	/	/	6.1.1.4 电镀车间各工段和管线应无“跑冒滴漏”现象,实施干湿区分离,地面设置一定坡度,采用围堰导流沟等措施有效收集槽液泄漏液和地面清洗废水等,导流沟日常应保持干燥。 6.1.5.2 新、改、扩建的生产线应符合“生产设施不落地”的原则:新建生产线架空设置应离地坪防腐面100cm及以上:在现有厂房内的改、扩建项目,厂房高度不满足100cm架空要求的,架空高度不低于50cm,安装照明装	/	/

序号	一级指标	二级指标	单位	电镀行业清洁生产评价指标体系			《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》			DB32/T 4860-2024《电镀园区环境管理技术规范》	《浙江省电镀产业环境准入指导意见》（修订）	重庆市电镀行业准入条件
				I级	II级	III级	I级	II级	III级			
										置,设备区下方不得堆放化学品、可燃物等或作为人员休息场所进行使用。		
29		能源计量器具配备情况	/	能源计量器具配备率符合GB17167标准			园区具备独立进行电镀废水、废气污染物全因子分析检测的能力,安装主要污染物排放自动监测设备	园区具备独立进行电镀废水污染物全因子分析检测的能力,安装主要污染物排放自动监测设备	园区具备独立进行电镀废水主要污染物分析检测的能力,安装主要污染物排放自动监测设备	电镀污水集中处理厂进、出口应安装在线监测设备,排放口安装流量计和自控阀门。	/	/
30		环境应急预案	/	编制系统的环境应急预案并开展环境应急演练			园区编制系统的环境应急预案并开展环境应急演练,完成备案			产生氰化氢废气的车间应设置氰化氢气体报警装置。电镀园区及电镀企业设置事故应急池应符合HJ169要求,满足收纳事故废水最大产生量并留有冗余量,日常空置;电镀污水集中处理厂及电镀企业应设置超标废水暂存缓冲池,容积不小于污水处理设施设计日处理水量。	/	/

牵头起草单位江苏省环境科学研究院，成立于 1985 年，性质为全额拨款事业单位，2017 年 12 月省编办批复为公益二类事业单位，隶属江苏省生态环境厅，承担江苏省生态环境管理标准化技术委员会秘书处工作。经过 30 多年的发展，现已发展成为集环境科研、管理支撑、工程设计、技术咨询于一体的综合性环境科研机构，各项指标在省级同行中名列前茅，被生态环境部列为重点关注和支持的省级环境科研院所。近年来，江苏省环境科学研究院强化清洁生产研究与生态环境标准化研究，先后承担了《关于推进生态环境治理体系和治理能力现代化的实施意见》（苏办发〔2020〕28 号）、《关于实施绿色发展领军企业行动计划的意见》（苏环办〔2021〕310 号）、《江苏省清洁生产审核工作实施方案（2022-2023 年）》（苏环办〔2022〕130 号）等 6 项省级及以上生态环境保护类规划、方案等编制，形成科技专报建议 30 余篇，多项专报获省领导签批；编制地方标准 20 余项，2021 年在省标准化工作中被评为优秀，因制定江苏省地方标准获得《2022 年度江苏省质量强省奖补专项资金》专项资金奖励。研究团队工作基础扎实、技术实力强、有一定标准化研究经费支持。此外，项目组还邀请江苏省表面工程行业协会协同开展本标准制订。

### 1.7 经济技术及效益分析

本标准的制定和实施有助于为企业提供科学合理的清洁生产实施路径，指导企业开展清洁生产绿色化改造，减少不必要的经济成本投入；有助于提升企业工艺技术及管理水平，增强企业市场竞争力，指引企业高质量发展；有利于从生产工艺、装备、资源能源利用、污染排放控制、能源消耗等方面加强企业的清洁生产管理水平，减少污染物排放、降低能耗水平；有利于促进江苏省电镀行业清洁生产评价工作的规范化、科学化运行，为生态环境主管部门在开展环评审批、奖励激励等管理决策时提供精准的技术与管理支撑。

## 二、任务来源

2022 年 4 月，省生态环境厅、省发展改革委联合发布《江苏省清洁生产审核工作实施方案（2022-2023 年）》（苏环办〔2022〕130 号），提出有序推进电镀等 13 个重点行业清洁生产审核，完善清洁生产相关评价指标，编制重点行业

清洁生产技术规范。

2022年10月，江苏省生态环境厅组织开展“清洁生产审核技术服务支撑项目(2022年度)”政府采购工作，任务之一为“制定典型行业清洁生产指标体系”。2022年11月，江苏省环境科学研究院与江苏环保产业技术研究院股份公司组成的联合体签订政府采购合同(编号JSZC-320000-JSSJ-G2022-0027)。根据任务分工，江苏省环境科学研究院负责制定典型行业清洁生产指标体系工作。

2024年8月，江苏省市场监督管理局发布《省市场监管局关于下达2024年度江苏省地方标准制修订计划的通知》(苏市监标〔2024〕143号)，标准正式立项，立项名称为《电镀行业清洁生产评价指标体系》。

本标准制订任务承担单位为：江苏省环境科学研究院、江苏省表面工程行业协会、江苏常环环境科技有限公司。

### 三、编制过程

#### (1) 成立编制组

2024年8月标准正式立项后，江苏省环境科学研究院联合江苏省表面工程行业协会、江苏常环环境科技有限公司，成立电镀行业清洁生产评价指标体系编制组，按照省生态环境厅要求制定具体月度工作计划安排。

#### (2) 资料收集和典型企业调研

2024年9-11月，编制组开展资料收集工作，梳理国家、我省电镀行业清洁生产相关标准政策、工艺和技术，与行业专家共同开展全省电镀行业现状摸底，调研常州、无锡等电镀园区和典型电镀企业开展调研，对企业工艺设备、资源能源利用、污染防治水平、管理体系等方面进行分析和评估。

#### (3) 召开行业座谈会

邀请国内行业专家召开行业座谈会，研讨电镀行业绿色低碳政策、标准和前沿技术。

#### (4) 编制征求意见稿

充分结合江苏省电镀企业实际情况，参考《电镀行业清洁生产评价指标体系》等标准中的有关内容，组织编制《电镀行业清洁生产评价指标体系》征求意见稿，主要内容包括前言、适用范围、规范性引用文件、术语和定义、评价指标体系、

评价方法、计算方法与数据来源等。

## 四、标准制修订原则和技术路线

### 4.1 标准制修订原则

本指标体系要符合产品生命周期分析理论的要求，充分体现全过程污染预防思想，以帮助电镀企业进行问题排查，生产工艺中清洁生产潜力与机会判断，审核方案的确定等工作，最终实现清洁生产。具体原则体现在如下几个方面：

(1) 符合清洁生产标准编制要求的原则。参照国家现行通用的清洁生产标准指标要求（生产工艺装备及技术、资源能源消耗、资源综合利用、污染物产生、产品特征和清洁生产管理等）基础上，综合考虑电镀产品生产实际，指标采用定性、定量相结合的方式。

(2) 符合清洁生产的思路，体现全过程精细化管理的原则。符合产品生命周期分析理论的要求，充分体现全过程精细化管理思想，覆盖从电镀前处理到电镀过程和清洗过程和后处理各个环节。

(3) 坚持因地制宜、适度前瞻的原则。综合考虑我省现有电镀企业清洁生产水平基础不同，既充分体现先建电镀集聚区高标准建设先进水平和行业整体发展趋势，也考虑老旧电镀企业实际和电镀行业绿色低碳发展相关政策要求，确定了相应的清洁生产分级标准。

(4) 与现行管理制度相适应的原则。充分考虑电镀产品生产工艺特点，与国内现行环境管理制度（环境影响评价、限期治理、排污许可证）相结合，以环境保护为重点，作为污染预防战略的技术支持。

### 4.2 研究思路

#### ①资料收集法

收集梳理国家、我省电镀行业清洁生产相关标准政策、工艺和技术，作为编制本指标体系的支撑性资料。

#### ②指标体系框架法

针对电镀行业工艺及产排污特点，根据《清洁生产评价指标体系编制通则》

(GB/T 43329-2023)《电镀行业清洁生产评价指标体系》《电镀污染防治可行技术指南》(HJ 1306-2023)等要求,确定了本指标体系框架。

### ③指标值确定法

本指标体系定量指标基准值的确定,主要是参照国家《产业结构调整指导目录》、现行的电镀行业清洁生产标准等文献资料。

本指标体系定性指标内容的确定,主要是参照国家《产业结构调整指导目录》《国家重点节能低碳技术推广目录》《国家清洁生产先进技术目录(2022)》《电镀行业清洁生产技术推广方案(2013)》《电镀污染防治可行技术指南》(HJ 1306-2023)、国家对电镀企业清洁生产审核管理要求等资料。

### ④专家评审法

组织行业专家、清洁生产专家对指标体系草案、征求意见稿进行内审,提出修改完善意见。由省生态环境厅、省市场监管局组织由政府主管部门、行业协会、企业组成的专家评审组对指标体系文本内容进行审核,编制小组根据评审会议专家组提出的修改意见进行修改完善。

## 4.3 技术路线

本指标体系按以下编制技术路线组织编写工作,有关编制技术路线内容详见图 4.3-1。

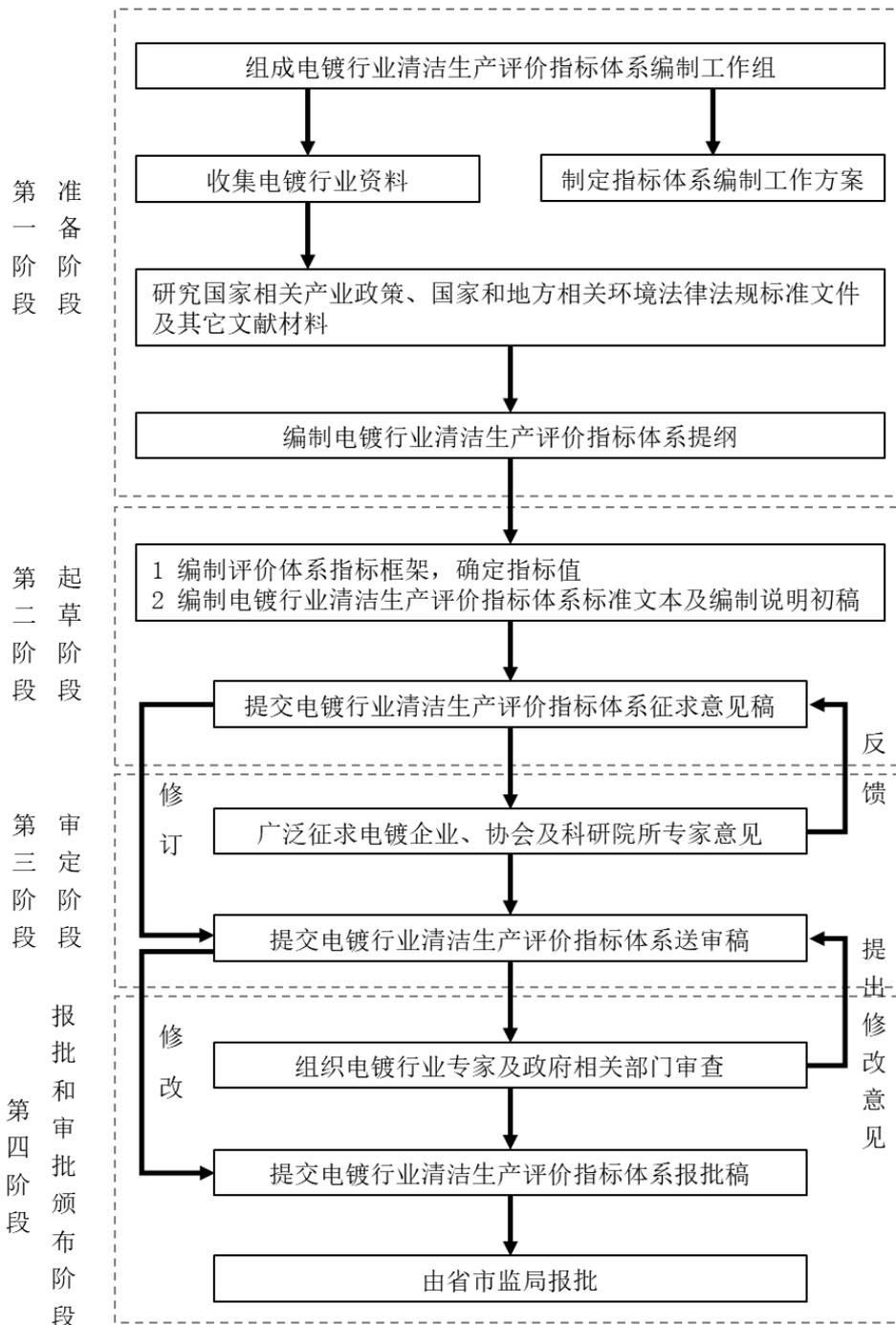


图 4.3-1 电镀行业清洁生产评价指标体系编制技术路线图

## 五、主要内容技术指标确定

### 5.1 指标的选取

本指标体系评价指标体系框架的确立，主要依据《清洁生产评价指标体系编制通则》（GB/T 4329-2023）等文件，根据行业特点编制评价指标体系，做到科

学、合理并具备可操作性，指标体系应与国家相关法律法规和政策保持一致，政策包括但不限于以下内容：

- 产业政策；
- 资源与能源的开发利用与节约政策；
- 有关技术装备的示范推广、改造应用、限制淘汰等政策；
- 生态建设与环境保护政策；
- 资源综合利用政策。

同时，吸收采纳了已颁布或已编制完成而未颁布清洁生产标准的研究成果，结合国家《产业结构调整指导目录》《国家重点节能低碳技术推广目录》《国家清洁生产先进技术目录（2022）》《电镀行业清洁生产技术推广方案（2013）》《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306-2023）、《电镀园区环境管理技术规范》（DB32/T 4860-2024）等文件，并结合江苏省电镀行业产业现状和产业发展趋势，予以确定。

## **5.2 指标权重值的确定**

### **5.2.1 一级指标权重值的确定**

综合电镀一级指标包括：生产工艺及装备、水资源节约、物料综合利用、污染物产生与排放、清洁生产管理指标共五类指标，根据指标对综合电镀清洁生产水平评价中所起的作用和影响程度大小，确定指标权重值如下。

生产工艺及装备指标权重值确定为 0.35，水资源节约指标权重值确定为 0.1，原/辅料资源消耗指标权重值确定为 0.1，污染物产生与排放指标权重值确定为 0.3，清洁生产管理指标权重值确定为 0.15。

### **5.2.2 二级指标分权重值的确定**

对于隶属于一级指标的二级指标分权重值的确定，主要根据各二级指标在电镀企业生产过程中对清洁生产的贡献多少，影响程度大小而定，二级指标权重值越大的指标说明其对清洁生产贡献越大、影响程度越大。各二级指标权重值的赋值情况见指标体系文本。

### 5.3 二级限定性指标的确定

根据国家三部委发布的《清洁生产评价指标体系编制通则》（GB/T 43329-2023）的规定，结合电镀企业生产特点，紧扣绿色发展、节能减排、低碳关键、重点问题，从二级指标中选取有代表性的指标作为限定性指标。确定限定性指标如下。

确定综合电镀清洁生产评价指标体系中限定性指标为电镀工艺、电镀废水处理率、危险废物处理处置、环境法律法规标准执行情况、厂区防范措施、环境应急预案共 6 项指标。

### 5.4 二级指标基准值的确定

指标基准值的选取，既要考虑政策要求，也要考虑当前的行业实际情况。因此在选取考核基准值时，基于《电镀行业清洁生产评价指标体系》等清洁生产评价指标体系，在国家现行产业发展、环境保护政策和行业发展规划要求的前提下，充分考虑江苏省电镀行业的现有水平，对江苏省代表企业生产现状进行调研，将对部分指标基准值进行修订。

#### 5.4.1 生产工艺及装备

（1）前处理工艺指标：根据《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》《电镀行业规范条件》推荐的前处理清洁生产工艺作为优选电镀工艺，确定 I 级、II 级水平为“90%前处理环节均使用优选电镀工艺”，III 级水平“不使用国家和我省明令淘汰类前处理工艺”。

（2）电镀工艺指标：该指标中规定了优选电镀工艺、非优选电镀工艺、淘汰类电镀工艺，要求 I 级水平“电镀环节均使用优选电镀工艺”，II 级、III 级水平“存在非优选电镀工艺，无淘汰类电镀工艺”。其中优选电镀工艺根据《电镀行业清洁生产技术推广方案》《电镀污染防治可行技术指南》（HJ 1306-2023）《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》和江苏省调研情况确定，非优选电镀工艺依据《电镀行业规范条件》《上海市部分行业限制类、淘汰类生产工艺、装备和产品指导目录》《浙江省电镀行业污染防治技术指南》和江苏省调研情况确定，淘汰类电镀工艺依据《产业结构调整指导目录（2024）》确定。

（3）镀后清洗工艺指标：在《电镀行业清洁生产评价指标体系》“有节水设

施”指标要求的基础上，根据《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》和江苏省调研情况，补充“喷淋水洗”“超声波清洗”等先进工艺，要求Ⅰ级水平“主镀槽后清洗采用三级及以上逆流清洗+喷淋水洗/超声波清洗等工艺（无废水排放企业可根据实际情况选择镀后清洗工艺）”，Ⅱ级水平“主镀槽后清洗采用三级及以上逆流清洗工艺，或采用二级逆流清洗+喷淋水洗/超声波清洗组合工艺”，Ⅲ级水平“主镀槽后清洗仅采用二级逆流清洗工艺”。

（4）后处理工艺指标：根据《电镀行业清洁生产评价指标体系》《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》《电镀行业清洁生产技术推广方案》推荐的最新清洁生产工艺、限制类工艺和江苏省调研情况确定。

（5）清洁生产过程控制指标：结合《电镀行业清洁生产评价指标体系》《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》等推荐的清洁生产工艺和江苏省电镀企业主要使用生产过程控制措施情况确定。

（6）电镀生产线要求指标：在《电镀行业清洁生产评价指标体系》基础上，依据江苏省调研情况提高自动化要求，具体情况见标准。

（7）节能措施指标：根据国家三部委发布的《清洁生产评价指标体系编制通则》（GB/T 43329-2023），将能源消耗指标单设，并参考《电镀行业清洁生产评价指标体系》《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》，进一步梳理节能技术工艺，根据我省电镀行业现状水平，对使用节能措施数量进行分级，Ⅰ级水平要求采用五项及以上节能措施，Ⅱ级采用三项及以上节能措施，Ⅲ级水平要求采用两项以上节能措施。

#### 5.4.2 水资源消耗

（8）节水措施指标：结合《电镀行业清洁生产评价指标体系》和江苏省电镀企业调研情况，Ⅰ级和Ⅱ级水平要求“配备清洗水在线水回收设施，电镀无单槽清洗等节水方式”，Ⅲ级水平“无单槽清洗方式”。

（9）单位产品每次清洗取水量指标：沿用原国家发改、环保、工信部门联合印发的《电镀行业清洁生产评价指标体系》要求。

（10）电镀用水重复利用率指标：根据江苏省电镀企业调研情况设置Ⅰ级指标为70%，Ⅱ级指标为50%，沿用《电镀行业清洁生产评价指标体系》Ⅲ级指标为30%。

（11）电镀工序废水中水回用率指标（高精密电子制造、军工、国家战略工

程场景除外)：根据江苏省电镀企业调研情况确定中水回用率指标基准值，I级水平要求“非电镀园区(集中区)内企业： $\geq 90$ ；电镀园区(集中区)内企业： $\geq 40$ ”，II级水平要求“非电镀园区(集中区)内企业： $\geq 50$ ；电镀园区(集中区)内企业： $\geq 35$ ”，III级水平要求“非电镀园区(集中区)内企业 $\geq 30$ ；电镀园区(集中区)内企业 $\geq 30$ ”。

#### 5.4.3 原/辅料资源消耗

(12) 锌利用率指标：根据《浙江省电镀产业环境准入指导意见》(修订)设置I级指标为85%，根据江苏省企业调研情况设置II级指标为82%，根据《重庆市电镀行业准入条件》设置III级指标为80%。

(13) 铜利用率指标：根据江苏省电镀企业调研情况设置I级指标为92%，II级指标为85%，根据《重庆市电镀行业准入条件》设置III级指标为80%。

(14) 镍利用率指标：沿用《电镀行业清洁生产评价指标体系》I级指标为95%，根据江苏省电镀企业调研情况设置II级指标为90%，III级指标为85%。

(15) 装饰铬利用率指标：根据江苏省电镀企业调研情况设置I级指标为70%，II级指标为40%，根据《重庆市电镀行业准入条件》设置III级指标为24%。

(16) 硬铬利用率指标：沿用《电镀行业清洁生产评价指标体系》I级指标为90%，根据江苏省电镀企业调研情况设置II级指标为85%，根据《重庆市电镀行业准入条件》设置III级指标为80%。

(17) 金利用率指标：沿用《电镀行业清洁生产评价指标体系》I级指标为98%、II级指标为95%、III级指标为90%。

(18) 银利用率(含氰镀银)指标：沿用《电镀行业清洁生产评价指标体系》I级指标为98%、II级指标为95%，根据江苏省电镀企业调研情况设置III级指标为93%。

(19) 金属回收指标：根据江苏省电镀企业调研情况设置I级指标为“1.根据企业对应镀种，对废水中金、银、镍等贵金属进行回收；2.电镀污泥和废液由企业自行进行重金属回收或送有资质单位进行重金属回收”，II级和III级指标为“电镀污泥和废液由企业自行进行重金属回收或送有资质单位进行重金属回收”。

(20) 清洁原材料使用指标：全氟辛基磺酸及其盐类列入《重点管控新污染物清单(2023)》，要求不使用全氟辛基磺酸及其盐类(PFOS)铬雾抑制剂。

#### 5.4.4 污染物产生与排放

(21) 电镀废水处理率指标：沿用原国家发改、环保、工信部门联合印发的《电镀行业清洁生产评价指标体系》要求。

(22) 废水分质收集处理指标：根据江苏省《电镀园区环境管理技术规范》(DB32/T 4860-2024) 中基础设施要求，规定“对含第一类污染物、氰化物、配位化合物(含镍)废水进行分质收集处理”；根据《国家危险废物名录》，电镀废槽液被明确列为危险废物，废物类别为 HW17，故规定“电镀产生的废槽液不进入电镀废水处理系统”；沿用《电镀行业清洁生产评价指标体系》要求“非电镀车间废水不混入电镀废水处理系统”；根据《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系(试行)》要求“废水分质分流输送，采用明管输送方式单独接至对应的预处理设施，废水输送管道沿途设置防渗漏措施”；根据江苏省电镀企业调研情况规定 I 级水平“1.对含第一类污染物、氰化物、配位化合物(含镍)废水进行分质收集处理，采用明管输送方式单独接至对应的处理设施，废水输送管道沿途设置防渗漏及收集措施，配备废水留样装置；2.电镀溶液过滤后产生的滤渣和报废的电镀溶液不进入废水收集和处理设施，非电镀车间废水 j 不混入电镀废水处理系统；3.地面清洗水、混合废气处理设施废水均进入混合废水处理设施进行处理，退镀废水进入混合废水处理设施进行处理或退镀件有明确去向记录”；II 级、III 级水平“1.对含第一类污染物、氰化物、配位化合物(含镍)废水进行分质收集处理，采用明管输送方式单独接至对应的处理设施，废水输送管道沿途设置防渗漏及收集措施；2.电镀产生的废槽液不进入电镀废水处理系统；非电镀车间废水不混入电镀废水处理系统”。

(23) 雨水收集管控指标：根据《电镀污染防治可行技术指南》(HJ 1306-2023) 和江苏省《电镀园区环境管理技术规范》(DB32/T 4860-2024)，规定“厂区清污分流、雨污分流，设置容积满足要求的初期雨水池”。根据江苏省电镀企业调研情况规定 I 级水平“厂区清污分流、雨污分流，设置容积满足要求的初期雨水池并配备雨水自动切换装置，初期雨水有完整的水质监测记录”；II 级、III 级水平“厂区清污分流、雨污分流，设置容积满足要求的初期雨水池并配备雨水切换装置”。

(24) 废气收集指标：依据《电镀园区环境管理技术规范》(DB32/T 4860-2024) 7.3.2.4 要求 I 级水平“生产线实施密闭化处理(大件镀硬铬除外)，镀槽

废气采用侧吸为主、顶吸为辅方式收集”，Ⅱ级、Ⅲ级水平“生产线实施半封闭处理，镀槽废气采用侧吸或顶吸方式收集”，同时综合考虑电镀企业管理要求，要求“不采用排风扇等方式将车间废气直接向外排放”，Ⅰ级水平“1.生产线实施密闭化处理（大件镀硬铬除外），镀槽废气采用侧吸为主、顶吸为辅方式收集，排风罩设置符合 GB/T 16758 规定；2.不采用排风扇等方式将车间废气直接向外排放；3.非生产时段，废气处理设施保持低负荷运行；4.逸散酸雾或臭气的原材料、废酸、废渣等应堆放于独立设置的密闭场所，加装引风装置对废气进行收集处理”，Ⅱ级、Ⅲ级水平“1.生产线实施半封闭处理，镀槽废气采用侧吸或顶吸方式收集，排风罩设置符合 GB/T 16758 规定；2.不采用排风扇等方式将车间废气直接向外排放；3.在生产过程前后半小时内，废气处理设施保持运行；4.逸散酸雾或臭气的原材料、废酸、废渣等应堆放于独立设置的密闭场所，加装引风装置对废气进行收集处理”。

（25）废气处理处置指标：参考《广东省电镀工业园区清洁生产评价指标体系（试行）》要求“设立集中净化处理装置，确保各类废气达标排放，氢氰酸雾、铬酸雾废气产生工段单独设置收集处理装置”，Ⅰ级水平“设立集中净化处理装置，氢氰酸雾、铬酸雾废气产生工段单独设置废气收集处理装置，铬酸雾废气工段配备铬酸雾废气回收装置”，Ⅱ级、Ⅲ级水平“设立集中净化处理装置，氢氰酸雾、铬酸雾废气产生工段单独设置废气收集处理装置”。

（26）危险废物处理处置指标：沿用原国家发改、环保、工信部门联合印发的《电镀行业清洁生产评价指标体系》要求，重金属污泥分类收集，危险废物按照 GB 18597 等相关规定执行。

#### 5.4.5 清洁生产管理

（27）环境法律法规标准执行情况指标：沿用原国家发改、环保、工信部门联合印发的《电镀行业清洁生产评价指标体系》环境法律法规标准执行情况、危险化学品管理要求。沿用原国家发改、环保、工信部门联合印发的《电镀行业清洁生产评价指标体系》要求。

（28）环境管理体系制度及清洁生产审核情况指标，沿用原国家发改、环保、工信部门联合印发的《电镀行业清洁生产评价指标体系》要求。

（29）厂区防范措施指标：依据《电镀园区环境管理技术规范》（DB32/T 4860-2024）和江苏省电镀企业调研情况制定厂区防范措施。

(30)空间分布指标:综合考虑《电镀园区环境管理技术规范》(DB32/T 4860-2024)“电镀车间实施干湿区域划分”和江苏省电镀企业调研情况,Ⅰ级、Ⅱ级水平要求“电镀车间设置排水沟、围堰等划分干湿区域,湿区(产生废水的生产活动区域)面积不高于车间总面积的60%,湿下设托盘”,Ⅲ级水平要求“电镀车间实施明显的干湿区域划分,湿区下设托盘”。

(31)计量器具配备情况指标:在原国家发改、环保、工信部门联合印发的《电镀行业清洁生产评价指标体系》要求的基础上,考虑江苏省电镀企业调研情况,提高Ⅰ级、Ⅱ级水平要求为“用能、用水计量器具满足三级计量要求,对电镀产线或主要镀槽用能、用水进行计量”,Ⅲ级水平要求“计量器具配备符合GB 17167、GB 24789标准”。

(32)环境应急预案指标:沿用原国家发改、环保、工信部门联合印发的《电镀行业清洁生产评价指标体系》要求。

## 5.5 计算方法的确定

根据《清洁生产评价指标体系编制通则》(GB/T 43329-2023),确定综合评价指数计算方法及等级划分条件。二级指标计算方法参考国家发展和改革委员会、生态环境部、工业和信息化部《电镀行业清洁生产评价指标体系》等文件确定。

## 六、与相关法律法规和国家标准的关系

本标准不违反法律法规及强制性标准,与现行国家标准、行业标准不存在内容冲突。本标准主要技术依据《电镀行业清洁生产评价指标体系》《电镀园区环境管理技术规范》(DB32/T 4860-2024)《电镀污染防治可行技术指南》(HJ 1306-2023)等标准。本标准在国家发布的文件的基础上,结合江苏实际,对指标选取、限值确定、权重设置进行完善。

## 七、实施推广建议

本文件的提出单位和具体归口管理是江苏省生态环境厅,根据相关规定,本文件由各级生态环境保护主管部门负责监督与实施。为确保本文件的顺利实施,

切实做到削减污染物排放，保护生态环境，保障人体健康，建议：

（1）加大宣贯培训。本标准发布实施后，建议全省各级生态环境主管部门加大宣贯力度，组织执法单位（如地方生态环境监察队伍）、电镀企业相关人员培训，使管理部门和企业尽快掌握本标准要求，更好指导清洁生产实践活动。

（2）加强日常监督。本标准发布实施后，建议全省各级生态环境主管部门加强对电镀企业排污行为的日常监督管理，严格按照法定监测标准和方法开展执法活动，促进江苏省环境质量持续改善。

（3）促进交流合作。组织电镀行业企业之间的交流活动，分享清洁生产经验和成功案例，促进企业之间的合作与共赢；积极与国际先进国家和地区开展清洁生产领域的交流与合作，引进先进的清洁生产技术和管理经验，提升江苏省电镀行业的国际竞争力。