

HJ

中华人民共和国环境保护行业标准

HJ/T xx-2002

清洁生产技术要求 电镀行业

(报批稿)

Technical requirements for cleaner production

– Plating & surface finishing industry

2002-xx-xx 发布

2002-xx-xx 实施

国家环境保护总局 发布

目 次

前言

- 1 主题内容与适用范围
- 2 引用标准
- 3 术语和定义
- 4 技术要求内容
- 5 数据采集
- 6 技术要求的实施

前 言

为进一步推动中国的清洁生产，防止生态破坏，保护人民健康，促进经济发展，并为电镀企业开展清洁生产提供技术支持和导向，制订本电镀行业清洁生产技术要求（以下简称“本技术要求”）。

本技术要求为推荐性标准，可用于企业的清洁生产审核和清洁生产潜力与机会的判断，以及企业清洁生产绩效评定和企业清洁生产绩效公告制度。

本技术要求根据当前的行业技术和装备水平而制订，共分为三级，一级代表国际清洁生产先进水平，二级代表国内清洁生产先进水平，三级代表国内清洁生产基本水平。随着技术的不断进步和发展，本技术要求也将不断修订，一般五年修订一次。

根据清洁生产的一般要求，清洁生产指标原则上分为生产工艺与装备要求、资源能源利用指标、产品指标、污染物产生指标（末端处理前）、废物回收利用指标和环境管理要求等六类。考虑到电镀行业的特点，本技术要求将清洁生产指标分为五类，即生产工艺与装备要求、资源利用指标、污染物产生指标（末端处理前）、废物回收利用指标和环境管理要求。

本技术要求由国家环境保护总局科技标准司提出。

本技术要求由国家清洁生产中心和北京电镀协会负责起草。

本技术要求主要起草人：刘忠、段宁、马捷、鲁君文、石四福、元炯亮。

本技术要求由国家环境保护总局负责解释。

本技术要求为首次发布，自 2002 年 月 日起实施。

中华人民共和国环境保护行业标准

清洁生产技术要求 电镀行业

(报批稿)

HJ/T xx-2002

Technical requirements for cleaner production

– Plating & surface finishing industry

1. 主题内容与适用范围

1.1 主题内容

本技术要求按照清洁生产的原理，从提高资源利用率和减少环境污染出发，针对电镀生产过程的原材料选用、资源利用、污染物产生、产品的生产过程和产品最终处置提出技术要求。

1.2 适用范围

本技术要求适用于电镀行业综合电镀生产和印制电路板生产的主要工艺及主要镀种。

本技术要求适用于电镀行业清洁生产审核、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告制度。

2. 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本技术要求中引用而构成本技术要求的条文。

GB8978-1996 污水综合排放标准

GB16297-1996 大气污染物综合排放标准

GB7467-87 二苯碳酰二肼分光光度法

- GB7472-87 双硫脲分光光度法
 GB7474-87 二乙基二硫化氨基甲酸钠分光光度法
 GB7475-87 原子吸收分光光度法
 GB7486-87 硝酸银滴定法
 GB11910-89 丁二酮肟分光光度法
 GB11912-89 火焰原子吸收分光光度法

3 术语和定义

3.1 清洁生产

清洁生产是指不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施从源头削减污染,提高资源利用效率,减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放,以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

3.2 镀层金属原料综合利用率

镀层金属原料综合利用率 =

$$\frac{\text{镀层金属平均厚度} (\mu\text{m}) \times \text{镀层面积} (\text{m}^2) \times \text{镀层金属密度} (\text{g}/\text{cm}^3)}{\text{镀层金属消耗量} - \text{阳极残料} - \text{回收量}}$$

3.3 污染物产生指标

污染物产生指标是在废水末端处理前,单位产品的污染物产生量,其计量单位为 g/m^2 ,指企业生产每平方米的镀层所产生的污染物的量(单位为 g)。

各污染物产生指标的计算公式如下:

$$W_i = \frac{P_i}{Q_i}$$

式中, W_i — i 镀种废水污染物产生指标, g/m^2 ;

P_i — i 镀种污染物的总产生量, g ;

Q_i — i 镀种的总镀层面积, m^2 。

i 镀种污染物的总产生量 P_i 的计算公式如下:

$$P_i = C_i Q$$

式中， C_i — i 镀种污染物随废水进入处理装置前的平均浓度，mg/l；
 Q —实测或统计期间废水产生量，t。

4 技术要求内容

4.1 指标分级

本技术要求给出了电镀行业生产过程清洁生产水平的三级技术指标：

- 一级：国际清洁生产先进水平；
- 二级：国内清洁生产先进水平；
- 三级：国内清洁生产基本水平。

4.2 技术要求内容

电镀行业清洁生产技术要求（综合电镀类）见表 1。

电镀行业清洁生产技术要求（印制电路板类）见表 2。

5 数据采集

5.1 采样

本技术要求水污染物采样点设置在废水进入处理设施（或装置）之前，应设置废水水量计量装置和废水比例采样装置。

按生产周期确定采样频率。生产周期在 8h 以内的，一般每 2h 采样一次；生产周期大于 8h 的，一般每 4h 采样一次。

5.2 统计

企业的原材料、新鲜水及能源使用量、产品产量、阳极残料回收、固体废物、废液等，以法定月报表或年报表为准。

5.3 实测

资源利用指标和污染物产生指标可以选择有代表性的镀种或生产线进行现场实测。

5.4 测定用化学分析方法

测定污染物产生浓度所采用的仲裁方法见引用标准。

6 技术要求的实施

本技术要求由各级人民政府环境保护行政主管部门负责组织实施。

表 1 电镀行业清洁生产审核技术要求（综合电镀类）

清洁生产指标等级		一级	二级	三级
一、生产工艺与装备要求				
1. 电镀工艺选择合理性		在满足产品质量要求的前提下，采用了最清洁的生产工艺	在满足产品质量要求的前提下，采用了比较清洁的生产工艺	在满足产品质量要求的前提下，采用了一般清洁的生产工艺
2. 电镀装备（整流电源、风机、加热设施等）节能要求		采用先进的过程控制水平高的节能的电镀装备	采用节能的电镀装备	已淘汰高能耗装备
3. 清洗方式		根据工艺选择淋洗、喷洗、多级逆流漂洗、回收或槽边处理的方式，无单槽清洗等方式		
4. 挂具		有可靠的绝缘涂覆		
5. 回用		对适用镀种有带出液回收工序，有清洗水循环使用装置，有末端处理出水回用装置	对适用镀种有带出液回收工序；有末端处理出水回用装置	对适用镀种有带出液回收工序
6. 泄漏防范措施		设备无跑冒滴漏，有可靠的防范措施		
7. 生产作业地面及污水系统防腐防渗措施		具备		
二、资源利用指标				
1. 镀层金属原料综合利用率				
镀种				
锌	锌的利用率（钝化前），%	85	80	75
铜	铜的利用率，%	92	90	85
镍	镍的利用率，%	95	92	88
装饰铬	铬酐的利用率，%	25	20	15
硬铬	铬酐的利用率，%	90	80	60
2. 新鲜水用量，t/m ²		0.1	0.2	0.4
三、污染物产生指标（末端处理前）				
1. 氰化镀种（锌、铜、银及其它合金）	总氰化物（以 CN ⁻ 计），g/m ²	2.5	2.8	3.2
2. 镀锌钝化工艺	总铬，g/m ²	0.4	0.6	0.8
3. 酸性镀铜	总铜，g/m ²	1.0	3.0	5.0
4. 镀镍	总镍，g/m ²	0.6	1.8	3.6
5. 镀装饰铬	总铬，g/m ²	9.0	12.0	15.0
6. 镀硬铬	总铬，g/m ²	1.0	3.0	6.0

表 1 (续)

四、环境管理要求			
1. 清洁生产审核	按照国家环保总局编制的电镀行业的企业清洁生产审核指南的要求进行了审核		
2. 环境管理制度	按照 ISO14001 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	环境管理制度健全，原始记录及统计数据齐全有效	环境管理制度、原始记录及统计数据基本齐全
3. 生产管理	有原材料质检制度和原材料消耗定额管理，对能耗水耗有考核，对产品质量合格率有考核		

注： 电镀工艺选择合理性评价原则是：工艺取向是低毒、低浓度、常温、高电流效率；淘汰重污染化学品，如铅、镉、汞等。对特殊产品的特殊要求另作考虑。

新鲜水量是指消耗新鲜水量与全厂产成品总面积之比。

污染物产生指标中，各分项指标是按镀种或生产线进行考核，可以是统计数据，也可以是实测数据。

表 2 电镀行业清洁生产技术要求（印制电路板类）

清洁生产指标等级	一级	二级	三级
一、生产工艺与装备要求（同表 1）			
二、资源利用指标			
1. 铜阳极球利用率，%	99	98	95
2. 新鲜水用量，t/m ²			
单面板	0.2	0.3	0.5
双面板	0.4	0.6	1.0
三、污染物产生指标（末端处理前）			
1. 总铜，g/m ²	1.5	3.0	6.0
四、废物处理状况要求			
1. 腐蚀液	全部回收		70%以上回收
五、环境管理要求（同表 1）			

《清洁生产技术要求 电镀行业》编制说明

《清洁生产技术要求 电镀行业》编制课题组

二零零二年四月

目 录

- 1 前言
- 2 我国电镀行业概况及污染现状
- 3 制定本技术要求的必要性
- 4 制定本技术要求的依据
- 5 关于本技术要求的说明
- 6 本技术要求实施的技术可行性
- 7 本技术要求的实施

《电镀行业清洁生产审核技术要求》编制说明

1 前言

清洁生产是我国工业可持续发展的一项重要战略，是 21 世纪工业生产的方向。近年来，国内开展清洁生产审核的企业数呈逐年上升趋势，但在实践过程中，如何判断一个企业或者一个项目是否达到清洁生产要求一直非常困难。由于缺乏统一的标准，清洁生产的推广存在相当的难度，在一定程度上制约了清洁生产工作的开展。《清洁生产技术要求 电镀行业》(以下简称“本技术要求”)的制定可以促进国内电镀行业走清洁生产的道路，为企业开展清洁生产提供技术导向，也可以为企业清洁生产绩效公告提供依据。

2 我国电镀行业概况及污染现状

电镀工业是通用性强、使用面广、跨行业、跨部门的生产技术。电镀工艺可改变金属表面属性，如抗腐蚀性、外观装饰性、可焊性、耐磨性等。某些特殊的功能性镀层，还能满足电子工业和尖端技术的需要。

我国城市的电镀企业集中分布在一些工业部门：30%左右的电镀企业分布在机器制造工业，20%左右在轻工业，20%在电子工业，其余主要分布在航空、航天及仪器仪表等行业。

我国电镀行业企业规模普遍较小，年电镀能力超过 100 万 m^2 的企业不足 500 家，少数合资企业或正规专业化企业拥有国际先进水平的设备和设施，但是大多数中小企业仍在用陈旧的设备和过时的工艺技术，大部分的生产线采用半机械化和半自动化控制，有些还是手工操作。

据 1995 年有关资料报导，我国电镀行业，每年排放大量的污染物，包括 4 亿 t 含重金属废水、5 万 t 固体废物、3000 万 m^3 酸性气体，对环境的污染十分严重。虽然有 70~80% 的电镀企业建立了污染控制设施，但大部分的处理设施并未正常运转，设备的处理能力不够是原因之一，更主要的是投资大、运行费用高，企业负担重。

3 制定本技术要求的必要性

近几年，在国内外大力推行清洁生产的形势下，从我国的电镀行业的现状来看，将污染物的末端治理转向污染源头的控制，推行清洁生产是一条可行的路。从这几年的实践经验可以发现，成绩是显著的。某些试点企业进行了清洁生产审

核,并根据污染预防的思想,从电镀生产整个过程中减少污染物排放、减少资源使用,开发了许多清洁生产技术。但如何指导企业的行为,什么样的企业能成为清洁生产企业,发达国家开展清洁生产较早,虽然有一些关于清洁生产技术规范的研究,也有一些关于清洁生产指标体系和基准数据方面的研究,但目前仍未有一套统一的标准出台。所以,制定电镀行业的清洁生产审核技术要求是十分必要的,是推动我国电镀行业清洁生产更深入发展的有效工具。

4 制定本技术要求的依据

4.1 研究基础

国家环保总局科技开发项目“环境影响评价制度中的清洁生产内容和要求”中曾针对电镀行业确定了清洁生产评价指标体系及其基准数据。该项目按照生命周期分析原则将清洁生产评价指标分为原材料指标、产品指标、资源指标和污染物产生指标四大类,从而覆盖原材料、生产过程和产品的各个主要环节,并针对这四大类指标分别确定了定量的或半量化的具体指标。针对电镀行业的6个典型工艺分别按“清洁、较清洁、一般、较差、很差”5个级别确定各项具体指标的基准数据。该项成果是本技术要求的重要基础。

在八次专家讨论会的基础上,确定《清洁生产技术要求 电镀行业》的基本框架和各项指标。

4.2 参考文献

- (1) 曾华梁、吴仲达,《电镀工艺手册》
- (2) 黄渭澄,《电镀三废处理》
- (3) 彭希仁主编,《电镀清洁生产技术与管理》
- (4) 周仲凡、刘忠,《电镀行业企业清洁生产审计指南》
- (5) 6个印制电路板厂及电镀厂的清洁生产审核报告

5 关于本技术要求的说明

在电镀生产过程中,需要消耗化工原材料、金属材料、水、能源,所产生的废水中含有毒、有害物质,严重污染环境。因此,本技术要求主要根据电镀生产过程中的物耗、能耗、污染产生及其对环境的影响制订,依据本技术要求的指标,从而判定企业所达到的清洁生产程度。

5.1 本技术要求的使用目的

本技术要求主要是为指导和推进我国电镀行业实施清洁生产,本技术要求的制订可作为电镀行业在生产过程中,或进行清洁生产审核时分析污染状况以及对

所使用的工艺和技术评估的主要依据。指导企业分析污染物产生的原因，找出物料流失的环节，从而制定切实可行的清洁生产措施，以及选择清洁生产技术，使电镀行业的发展与环境保护相协调，使电镀行业达到可持续发展的要求。

5.2 本技术要求的适用范围

本技术要求适用于电镀行业综合电镀生产和印制电路板生产的企业推进清洁生产，可作为实施清洁生产审核的基准和标杆。所规定的各项指标适用于电镀行业主要的生产工艺及主要镀种。

本技术要求适用于电镀行业清洁生产审核、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告制度。

5.3 制订本技术要求的原则

制订清洁生产技术要求的基本原则是：

“清洁生产技术要求”要符合产品生命周期分析理论的要求，能够体现全过程污染预防思想，并覆盖从原材料的选取到生产过程和产品的处理处置的各个环节。

具体原则如下：

- 符合清洁生产思路，即体现全过程的污染预防，不考虑污染物单纯的末端处理和处置；
- 针对典型工艺设定清洁生产技术要求，该典型工艺应能基本反映企业的总体生产状况，从而避免针对某一单项技术建立技术要求；
- 依据适用范围确定各个指标的基准值分级；
- 基准值设定时应考虑国内外的现有技术水准和管理水平，考虑其相对性，并要有一定的激励作用；
- 对难以量化的指标，不宜设定基准值，但应给出明确的限定或说明。
- 力求实用和可操作，尽量选电镀行业 and 环境保护部门常用的指标，以易于企业和审核人员的理解和掌握。

根据前述适用范围的要求，拟将各项指标分为三级：

- 一级指标：

达到国际上同行业清洁生产先进水平。此项指标主要作为清洁生产审核时的参考，以通过比较发现差距，从而寻找清洁生产机会。国际先进指标采用公开报道的国际先进水平。

- 二级要求：

达到国内同行业先进水平。国内先进指标采用公开报道的国内先进水平，并参考有关的统计数据。

- 三级要求：

达到国内一般清洁生产水平，即基本要求。清洁生产指标根据我国电镀行业实际情况及其有关的统计数据、按清洁生产对生产全过程采取污染预防措施要求所应达到的水平指标、结合前期清洁生产审核活动的成果综合形成。

5.4 本技术要求指标的分类

电镀是利用电化学方法对金属或非金属制品进行表面加工，其原理是通过电流或在催化作用下形成可控制的氧化-还原反应，在金属或非金属制品表面产生金属沉积，以改善其表面的品质。因此，在整个电镀生产过程中，产生金属、化工原材料、电、水的消耗以及因此而产生的污染物。

根据清洁生产战略，本技术要求要体现污染预防思想，考虑产品的生命周期。为此本技术要求重点考察生产工艺与装备选择的先进性、资源能源利用的可持续性、污染物产生的最小化、废物回收利用和环境管理的有效性。具体分为以下五类：

- 生产工艺与装备要求（含节能要求）（定性指标）；
- 资源利用指标（定量指标）；
- 污染物产生指标（末端处理前）（定量指标）；
- 废物回收利用指标（定量指标）；
- 环境管理要求（定性指标）。

根据电镀行业目前的情况和发展态势，分别针对综合电镀厂和印制电路板生产厂等主要的电镀企业设置了各项指标及其指标值。其他类型的电镀厂可参照本技术要求执行。

5.4.1 生产工艺与装备要求

生产工艺与装备要求是一类定性指标。

电镀生产所采用的工艺与设备是清洁生产强调污染预防技术的一个很重要的方面。电镀生产所采用工艺的先进程度，决定其对环境产生影响的大小。用无毒代替有毒、常温代替高温、低浓度代替高浓度，物理方法代替化学方法均可以从源头预防污染，减少或杜绝污染物的产生和排放。电镀生产设备自动化程度、清洗方式均会影响到所产生的废水量和废水中所含离子的浓度。电镀设备自动化程度越高，清洗方式越先进，绝缘挂具的设计与配备，工艺参数的正确控制，都会使资源能源利用效率提高，废水的产生量和排放量相应减少。

电镀产生的废水中有可循环利用的资源，包括水、重金属、化工原料等。经过回收把废液、废水中可循环利用的资源变成阳极金属或化工原料，再重新应用于电镀的生产过程中；废水经过净化，除去有毒、有害物质，也可再回用到生产中，这样，减少污染物的排放，节约了资源。

为了搞好清洁生产，需要增设必要的设备装置，客观上增加了能耗，因此，

暂不设总能耗指标，而是要求选择高电流效率的电镀液和操作规程，要求选用节能的电镀装备，以尽量节约能源。

储存电镀溶液和其它各种化学溶液的容器，必须牢固可靠，对跑冒滴漏有严格的防范措施。

电镀生产作业面和废水管道、废水集池，经常受到酸、碱和各种化学溶液腐蚀，受腐蚀破坏的地面和废水系统，将造成含有毒化学物质的废水渗入地下，污染土壤和地下水源。因此要求电镀生产作业地面和废水系统应具备可靠的防腐防渗漏措施。

考虑以上因素，确定该类指标包括：

- 电镀工艺选择合理性
- 电镀装备节能要求
- 清洗方式
- 挂具
- 回用
- 泄漏防范措施
- 生产作业地面及废水系统防腐防渗措施

5.4.2 资源利用指标

资源利用指标是一类定量指标。

电镀生产的资源消耗主要是镀层金属、化学品和水。

阳极金属是电镀生产所必须的电极，同时它又为所加工的制品表面的镀层提供金属。镀层所需要的金属量应是阳极金属溶解量，因此，理论上阳极金属的利用率应是 100%，但由于电镀溶液的损耗、在挂具上的损耗和其它因素的影响，阳极金属的利用率达不到 100%，即不能够完全转化成制品的金属镀层。镀层金属原料综合利用率可反映出电镀生产过程的原材料的利用率和生产工艺水平。

电镀生产中消耗大量的水资源，除了少量的配制电镀溶液以外，主要水耗是用于清洗。由于采用的清洗方式不同，耗水量有很大差别。降低水资源消耗是电镀行业保护环境，提高经济效益的重要途径。

综合考虑综合电镀类企业的特点，选择以下指标：

- 镀层金属原料综合利用率（包括锌、铜、镍、铬）
- 新鲜水用量

对于印制电路板生产，选择铜阳极球利用率、新鲜水用量作为指标。

5.4.3 污染物产生指标（末端处理前）

污染物产生指标是一类定量指标。

电镀生产过程中所产生的污染物，主要集中在废水中。由于清洗方式不同、

操作方式不同和管理水平的差异，废水产生量及废水中含有的金属离子浓度不同。本技术要求对综合电镀类企业废水中主要污染物产生量作出要求，包括：

- 总氰化物（以 CN⁻计）
- 总锌
- 总铜
- 总镍
- 总铬

对于印制电路板生产企业，只考虑总铜指标。

5.4.4 废物回收利用指标

废物回收利用指标是一类定量指标。本技术要求将废水、废气和固体废物进行回收利用。

5.4.5 环境管理要求

环境管理要求是一类定性指标，主要考察生产管理中有清洁生产部分、环境管理水平和生产管理。

5.5 定性指标值的确定

对综合电镀厂和印制电路板生产厂，定性指标的要求类同。以下以综合电镀厂为例说明。

在电镀工艺与装备要求中，“电镀工艺选择合理性”要求企业在满足质量要求的前提下，采用清洁生产工艺，其中电镀工艺选择合理性评价原则是：工艺取向是低毒、低浓度、常温、高电流效率；淘汰重污染化学品，如铅、镉、汞等，同时对特殊产品（如军工产品）的特殊要求（如军方规范要求镀镉）可另作考虑；“清洗方式”对各级别要求一致，均为根据工艺选择淋洗、喷洗、多级逆流清洗、回收或槽边处理等方式，无单槽方式；对于“挂具”，对各级别要求一致，均要求有可靠的绝缘涂覆；对于“回用”，一级要求对适用镀种有带出液回收工序，有清洗水循环使用装置，有末端处理出水回用装置，二级要求对适用镀种有带出液回收工序，有末端处理出水回用装置，三级要求对适用镀种有带出液回收工序；对“泄漏防范措施”和“生产作业地面及污水系统防腐防渗措施”，对各级别要求一致，均要求具备。

在环境管理要求中，要求按照国家环保总局编制的电镀行业的企业清洁生产审核指南的要求进行了审核；要求一级企业能按照 ISO14001 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，要求二级企业环境管理制度健全，原始记录及统计数据齐全有效，要求三级企业至少环境管理制度、原始记录及统计数据基本齐全；要求生产管理中有关原材料质检制度和原材料定额管理及

能耗、水耗、产品合格率方面的考核制度。

5.6 定量指标值的确定

5.6.1 综合电镀类企业资源综合利用指标值和污染物产生指标值的确定

资源综合利用指标值和污染物产生指标值是根据已进行清洁生产审核的企业在审核过程中统计和实测得到的数值及电镀专家们提供的数值,结合清洁生产的要求综合考虑而确定,对重金属和主要镀种之外的指标暂不列入。

5.6.2 新鲜水用量的确定

综合电镀相对印制电路板生产水耗要小,但同类企业由于工艺,特别是管理水平的差异,水耗相差加大。根据企业调研和专家咨询意见,确定了有关水耗指标值。

5.7 检测与核算

本技术要求对定量指标的检测和核算做出了具体要求,包括采样规范、统计口径、测定方法、核算方法等。

在实际检测和核算时,要充分利用现有的环境监测数据与统计资料,充分利用法定生产报表,加强管理,防止误报、瞒报、谎报。

6 本技术要求实施的技术可行性

本技术要求的提出从环境保护的角度出发,立足企业,以电镀生产为主线,各项指标数值的确定参考了全国电镀企业的技术经济指标及国外先进水平。对于目前基础较好的企业,实现第三级清洁生产指标在技术上难度不大,故本技术要求的实施在技术上是可行的。

7 本技术要求的实施

本技术要求由各级人民政府环境保护行政主管部门负责组织实施。