

电镀工艺

实验方法和技术

李华为 主编



科学出版社

www.sciencep.com

10113
272
1=

电镀工艺实验方法和技术

李华为 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书在保证应用电化学理论系统性和完整性的基础上,充分吸收国内外电镀工艺新观念、新技术、新经验,阐述了电镀实验教学的目的、任务、内容、方法与步骤及注意事项,目的是巩固和加强学生对基本原理的理解和贯通,提高学生独立思考、分析问题和解决问题的能力,并且培养学生的实验操作技能以及学生对实验数据的分析与处理能力。本书共设计基础实验、综合实验、选择实验等 69 个实验,各实验相对独立,循序渐进,配合理论教学,可培养学生观察、思考和独立操作的能力,使其真正地达到理论与实践技能相结合的水平。同时,对学生开阔视野、提高理论水平具有重要的意义。

本书可作为高等院校化学、应用化学、应用电化学等专业的本科生、研究生教学用书,也可供从事电化学、电镀教学科研和生产的有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电镀工艺实验方法和技术/李华为主编. —北京:科学出版社,2006

ISBN 7-03-017196-9

I. 电… II. 李… III. 电镀-工艺-实验 IV. TQ153-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 042934 号

责任编辑:丁 里 吴伶伶 王国华 / 责任校对:宋玲玲

责任印制:张克忠 / 封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

丽 源 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 12 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2006 年 12 月第一次印刷 印张: 23 1/4

印数: 1—3 000 字数: 440 000

定价: 32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈明辉〉)

前 言

近年来,表面技术及电镀工艺迅速发展,尤其电镀的应用已涉及机械、轻工、仪器仪表、电子、交通运输、航空、造船、化工、冶金、国防等国民经济各个领域。

电镀是对基体金属的表面进行装饰、防护,以获取某些新性能的一种工艺方法。随着我国电镀工业突飞猛进的发展,新成果、新工艺不断涌现,对专业人才的需求也在不断增长。目前,国内(包括工科院校)开设的“电镀工艺学实验”专业长期无专业教材可选用,不利于该专业学生的培养。为了更好地培养人才,适应社会对该专业人才的需要,编写电镀工艺学实验教材十分必要。

编者结合多年来的教学、科研及生产实践经验,并查阅了大量的参考文献资料,在保证基本理论的系统性和完整性的基础上,充分吸收国内外电镀工程新观念、新技术、新经验,阐述了电镀教学的实验目的、任务、内容、方法与步骤及注意事项,目的是巩固和加强学生对基本原理的理解和贯通,提高学生独立思考、分析问题和解决问题的能力,并且培养学生的实验操作技能,提高学生对实验数据的分析与处理能力。本书共设计基础实验、综合实验、选择实验等 69 个实验,各实验相对独立,循序渐进,注重学生能力、素质的培养,对于学生开阔视野、提高理论水平具有重要的意义。

本书是编者在讲授“电镀工艺学”及“电镀工艺学实验”课程基础上,结合多年生产实践编写而成的,着重阐明了各种工艺的原理、特点和应用范围,设计了实验目的、操作步骤及数据处理,反映了电镀工艺学的综合性、边缘性和实用性,并针对每一工艺设计思考题,供读者思考。

本书从多种渠道收集了大量最新电镀技术及相关处理工艺,保证了内容的先进性、科学性、系统性,同时提供了大量实验所需的相关数据和资料、常用标准索引等。

全书共 12 章,第 1、7、8 章由武士威编写,第 2~4、6、10 章由康艳红编写,第 5、9、11、12 章由李华为编写,全书由李华为统稿。中国科学院金属研究所腐蚀与防护国家重点实验室主任王福会研究员、沈阳师范大学化学与生命科学学院曹中秋教授在本书编写过程中给予了许多指导,在此一并表示感谢。

沈阳师范大学教务处林承志,科研处徐成芳、华正伟等同志以及沈阳师范大学

校院各级领导对本书的出版给予了大力支持,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中错误和疏漏在所难免,恳请有关专家和广大读者批评指正。

编 者

2006 年 5 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	(1)
1.1 电镀的含义、范畴和特点.....	(1)
1.2 电镀的分类	(1)
1.2.1 按电镀的用途分类	(1)
1.2.2 按基体与镀层的关系分类	(3)
1.3 电镀工业的发展概况及展望	(4)
第 2 章 电镀实验室基本常识	(7)
2.1 实验室安全知识	(7)
2.1.1 实验室规则	(7)
2.1.2 实验室安全守则	(7)
2.1.3 实验室事故处理	(8)
2.1.4 实验室废液的处理	(10)
2.2 电镀实验技术.....	(17)
2.2.1 电化学原理	(17)
2.2.2 电镀实验设备	(22)
第 3 章 电镀前处理	(25)
3.1 概述.....	(25)
3.2 粗糙平面的整平.....	(25)
3.2.1 磨光与抛光	(25)
3.2.2 滚光	(26)
3.2.3 电抛光与化学抛光	(27)
3.2.4 其他抛光方法	(27)
3.3 除油.....	(28)
3.3.1 有机溶剂除油	(28)
3.3.2 化学除油	(29)
3.3.3 电化学除油	(29)
3.3.4 其他除油方法	(30)
3.4 浸蚀.....	(30)
3.4.1 化学浸蚀	(31)

3.4.2 电化学浸蚀	(31)
3.5 非金属材料镀前的预处理	(32)
实验 1 镀前表面联合除油除锈	(32)
实验 2 铝及铝合金的电抛光	(37)
第 4 章 单金属电镀	(42)
4.1 镀铜	(42)
4.2 镀镍	(43)
4.3 镀铬	(43)
4.4 镀锌	(44)
4.5 镀镉	(44)
4.6 镀锡	(45)
4.7 其他单金属镀层	(46)
4.7.1 铁	(46)
4.7.2 铅	(46)
实验 3 硫酸盐镀铜	(47)
实验 4 光亮镀镍	(52)
实验 5 防护装饰性镀铬	(57)
实验 6 DE 无氰镀锌及彩色钝化	(62)
实验 7 碱性镀锡	(66)
第 5 章 贵金属的电镀	(71)
5.1 镀金	(71)
5.1.1 镀金层的分类	(71)
5.1.2 镀金层底镀层	(72)
5.1.3 镀金层的硬度	(72)
5.2 镀银	(72)
5.3 镀铂系金属	(73)
5.3.1 镀铂	(73)
5.3.2 镀钯	(73)
5.3.3 镀铑	(74)
实验 8 氰化物镀金	(74)
实验 9 柠檬酸盐酸性镀金	(79)
实验 10 亚硫酸盐碱性镀金	(82)
实验 11 氰化镀银	(86)
实验 12 镀铂	(92)
实验 13 镀钯	(95)

实验 14 镀铬	(99)
第 6 章 合金电镀	(104)
6.1 概述	(104)
6.2 电镀合金的分类	(104)
6.2.1 电镀防护性合金	(104)
6.2.2 电镀装饰性合金	(104)
6.2.3 电镀功能性合金	(105)
6.2.4 电镀贵金属合金	(105)
6.3 电镀合金的特点	(105)
实验 15 电镀镍铁合金	(105)
实验 16 电镀铜锡合金	(110)
实验 17 电镀锡锌合金	(114)
实验 18 仿金电镀	(117)
第 7 章 非金属电镀	(123)
7.1 概述	(123)
7.2 非金属材料电镀前的表面准备	(124)
7.2.1 封闭处理	(124)
7.2.2 除油	(124)
7.2.3 粗化	(125)
7.2.4 敏化	(126)
7.2.5 活化	(126)
实验 19 塑料电镀	(127)
实验 20 石膏电镀	(130)
实验 21 鲜花(树叶)电镀	(132)
第 8 章 化学镀	(135)
8.1 化学镀镀层性能及其应用	(136)
8.2 化学镀技术应用类型	(137)
8.3 化学镀技术的应用	(137)
8.3.1 化学镀镍的应用	(137)
8.3.2 化学复合镀	(138)
8.3.3 化学镀铜的应用	(138)
8.3.4 其他化学镀技术的应用	(139)
8.4 化学镀技术展望	(139)
实验 22 酸性次磷酸盐化学镀镍	(140)
实验 23 碱性次磷酸盐化学镀镍	(143)

实验 24	硼氢化钠液化学镀镍	(146)
实验 25	胼液化学镀镍	(149)
实验 26	酒石酸盐化学镀铜	(151)
实验 27	EDTA 化学镀铜	(154)
实验 28	酒石酸盐和 EDTA 混合液化学镀铜	(156)
实验 29	化学镀金	(158)
实验 30	化学镀银	(161)
第 9 章	金属镀层的退镀	(164)
实验 31	锌金属镀层的退镀	(164)
实验 32	锡金属镀层的退镀	(166)
实验 33	铜金属镀层的退镀	(167)
实验 34	镍金属镀层的退镀	(169)
实验 35	铬金属镀层的退镀	(171)
实验 36	银金属镀层的退镀	(173)
实验 37	金镀层的退镀	(174)
实验 38	铜锌合金镀层的退镀	(176)
第 10 章	金属的表面转化与着色	(178)
10.1	铝及铝合金的氧化与着色	(178)
10.2	钢铁的表面转化	(179)
10.2.1	钢铁的磷化	(179)
10.2.2	钢铁的氧化	(180)
10.2.3	不锈钢的着色	(180)
10.3	铜和铜合金的氧化与着色	(182)
实验 39	铝的阳极氧化	(183)
实验 40	铝氧化膜的着色与封闭	(188)
实验 41	钢铁的磷化	(191)
实验 42	钢铁的氧化	(197)
实验 43	铜的着色	(201)
第 11 章	镀层性能的测试	(205)
11.1	镀层外观	(205)
11.2	镀层结合力	(205)
11.3	镀层厚度	(206)
11.4	镀层硬度	(207)
11.5	镀层孔隙率	(207)
11.6	镀层耐蚀性	(207)

实验 44	计时液流法测量锌镀层厚度	(208)
实验 45	薄铬镀层厚度的测定	(211)
实验 46	称量法测定锌镀层的厚度	(215)
实验 47	库仑法测定锌镀层的厚度	(218)
实验 48	金相显微镜法测量镍镀层的厚度	(222)
实验 49	磁性测厚仪测量油漆层的厚度	(226)
实验 50	镍镀层显微硬度的测量	(228)
实验 51	塑料基体铜镀层结合力的测定	(232)
实验 52	贴滤纸法测量钢基体上铜镀层的孔隙率	(233)
实验 53	涂膏法测量钢基体上锌镀层的孔隙率	(236)
实验 54	钢铁基体上锌镀层耐蚀性的评定	(238)
实验 55	钢铁镀镍层耐蚀性的评定	(243)
实验 56	钢铁件上镍/铬装饰镀层耐蚀性的评定	(245)
实验 57	钢铁件上锌镀层耐蚀性的评定	(247)
第 12 章	电镀溶液性能的测试	(250)
12.1	pH 的测定	(250)
12.1.1	pH 试纸测试法	(250)
12.1.2	pH 计测量法	(250)
12.2	霍尔槽试验	(250)
12.3	电镀液分散能力的测定	(251)
12.4	电镀液覆盖能力的测定	(251)
12.5	电镀液阴极电流效率的测定	(252)
12.6	电镀液极化曲线的测定	(252)
实验 58	电流密度对镀层质量的影响	(253)
实验 59	电镀液分散能力的测定	(259)
实验 60	电镀液覆盖能力的测定	(263)
实验 61	电镀液阴极电流效率的测定	(266)
实验 62	电镀液极化曲线的测定	(270)
实验 63	氯化钾镀锌溶液分析	(273)
实验 64	酸性镀铜溶液分析	(276)
实验 65	普通镀镍溶液分析	(279)
实验 66	普通镀铬溶液分析	(284)
实验 67	碱性镀锡溶液分析	(289)
实验 68	化学镀铜溶液分析	(294)
实验 69	化学镀镍溶液分析	(297)

附录	(301)
附录 1 电镀标准代码	(301)
附录 2 常用物理和化学的基本常数	(319)
附录 3 酸、碱、空气和水对金属的作用	(320)
附录 4 酸、碱和盐的溶解性能	(320)
附录 5 常用酸、碱的密度和浓度	(322)
附录 6 某些酸溶液的密度与含量的关系	(322)
附录 7 溶度积常数	(328)
附录 8 电镀常用物质的溶解度	(329)
附录 9 电镀常用无机物俗名、化学名称与化学式对照表	(331)
附录 10 电镀常用无机物性质一览表	(332)
附录 11 一些金属的物理性质	(334)
附录 12 金属氢氧化物沉淀的 pH	(335)
附录 13 电镀常用盐类的金属含量	(336)
附录 14 几种电镀溶液的比热容	(339)
附录 15 各种金属离子可供选择的配位剂	(339)
附录 16 金属在 25℃ 下水溶液中的标准电极电位	(340)
附录 17 (16±1)℃ 时 1mol/L H ₂ SO ₄ 中各种材料氢的过电位值	(341)
附录 18 某些元素的电化当量	(342)
附录 19 某些电镀溶液的阴极电流效率	(343)
附录 20 电镀常用阳极材料的化学成分	(344)
附录 21 1μm 厚度的镀层质量	(346)
附录 22 重于水的液体的波美度(合理标度)与相对密度的换算(15℃)	(346)
附录 23 表面光洁度级别和粗糙度数值对照表	(347)
附录 24 25℃ 水溶液中某些电极的标准电极电位(电化序)	(348)
附录 25 一些金属及其化合物、其他化学药品的性能	(349)
附录 26 标准镀铬液(CrO ₃ :H ₂ SO ₄ = 100:1)铬酐浓度与密度的关系(40℃)	(354)
附录 27 酸性镀铜溶液密度与浓度的关系(25℃)	(354)
附录 28 镀层硬度	(355)
附录 29 各种镀液电镀时间与厚度的关系	(356)
附录 30 CrO ₃ 250g/L、H ₂ SO ₄ 2.5g/L 镀铬溶液每分钟沉积的镀层厚度	(357)
附录 31 工业废水最高容许排放的质量浓度	(357)

附录 32	100kg 氰化物或氰消毒所用化学药物的理论消耗量(用次氯酸盐消毒,单位:kg)	(358)
附录 33	100kg 氰化物或氰消毒所用化学药物的理论消耗量(用氯消毒,单位:kg)	(358)
附录 34	1kg 铬酸用还原法消毒时产生的泥渣量	(358)
附录 35	中毒和灼伤时的急救	(359)

第 1 章 绪 论

1.1 电镀的含义、范畴和特点

电镀是在基体表面沉积一薄层金属或合金,以达到装饰、防护功能及获得某些新性能的一种工艺方法,广泛应用于车辆、船舶、石油、航天、航空等领域,是一门与无机化学、有机化学、电化学、配合物化学、表面化学、材料化学、生命化学、金属学、结晶学及机电工程等学科都有密切关系的综合性交叉学科。随着科学技术和工业水平的不断发展,电镀和其他表面处理技术已发展为利用现代物理、化学、金属学等方面新技术的边缘性综合技术,正形成一个重要的现代化科学体系,而且其应用领域正在逐渐扩大。

1.2 电镀的分类

电镀的分类大致有两种方法:一种是按镀层的用途分类;另一种是按基体与镀层的关系分类。

1.2.1 按电镀的用途分类

1. 防护性镀层

防护性镀层用来防止金属零件的腐蚀,例如,一辆解放牌汽车上的零件受镀面积已达 10m^2 左右,主要是为了防止金属结构和紧固件的腐蚀。仅就防止金属腐蚀而言,据目前粗略统计,全世界钢材的 $1/3$ 就是因为腐蚀而变为废料,即使其中 $2/3$ 可以回收,那么也有 $1/9$ 无法使用。将金属零件进行电镀,是防腐蚀的有效方法之一。

通常的镀锌层、镀镉层和镀锡层属于此类组成,如黑色金属零件在一般大气条件下用镀锌层保护,在海洋性气候条件下常用镀镉层或镀锡层保护。对于接触有机酸的黑色金属零件,如食品容器则用镀锡层保护,它不仅防蚀能力强,而且腐蚀产物对人体无害。在海洋性气候条件下,当要求镀层薄而抗蚀能力强时,可用锡镉合金代替镉镀层,而对铜合金制造的航海仪器,则使用银镉合金更好。

2. 防护-装饰性镀层

对很多金属零件既要求防腐蚀,又要求具有经久不变的光泽外观,这就要求施

加防护-装饰性镀层。这种镀层常采用多层电镀,即首先在基体上镀上“底”层,再镀上“表”层,有时还要镀“中间”层,如通常的铜镍铬多层电镀,如日常所见的自行车、缝纫机、小轿车的外露部件大都采用这种镀层。为什么要采用多层镀呢?这是因为很难找到一种单一的金属或合金镀层能够同时满足防护-装饰的双重要求。除上述外,彩色电镀及仿金镀层也属于此类镀层。

3. 功能性镀层

功能性镀层是为了满足工业生产或科学技术上一些特殊物理性能的需要而施加的各种镀层,分述如下:

1) 耐磨和减摩镀层

耐磨镀层是给零件镀一层高硬度的金属以增加它的抗磨损能力。在工业上许多直轴或曲轴的轴颈、压印辊的辊面、发动机的汽缸和活塞环、冲压模具的内腔、枪和炮管的内腔等均镀硬铬,使它的显微硬度(HV)高达 1000 左右。另外,对一些仪器的插拔件,要求既有高的导电能力,又要耐磨损,常要求镀硬银、硬金、铱等。

减摩镀层多用于滑动接触面,在这些接触面上镀上韧性金属(减摩合金),能起到润滑作用,从而减少了滑动摩擦。这种镀层多用于轴瓦、轴套上,以延长轴和轴瓦的使用寿命。作为减摩镀层的金属有锡、铅锡合金、铅钢合金、铅锡铜及铅铋锡三元合金。

2) 热加工用镀层

许多机械零件,为了改善它们的表面物理性能,常常要进行热处理。但是对一个部件来说,并不是整个部件都需要改变它原来的性质,甚至某些部位性能改变后会带来危害,因此要在热处理之前,先把不需要改变性能的部位保护起来。在工业生产中,为了防止局部渗碳要镀铜,防止局部渗氮要镀锡,这是利用碳或氮在这些金属中难以扩散的特性实现的。

3) 导电性镀层

在电器、无线电及通信设备中,大量使用提高表面导电性的镀层。通常镀铜、镀银、镀金等属于此类镀层。同时,若要求耐磨时,就要镀银铋合金、金钴合金、金铋合金等。另外,在波导元件生产中,大都要镀以银、金等镀层。

4) 磁性镀层

在录音机及电子计算机等设备中,所用的录音带、磁环线、磁鼓、磁盘等存储装置均需磁性材料。目前多用电镀法来制造磁性材料。在生产中,当电镀工艺条件改变时,镀层的磁性也相应改变,故控制电镀工艺条件,可以获得满意的磁特性。常用的磁性合金镀层有钴镍、镍铁、钴镍磷等。

5) 抗高温氧化镀层

当前在许多先进技术部门中,需使用高熔点的金属材料制造特殊用途的零件,

但这些零件在高温腐蚀性介质中容易氧化而损坏,例如,转子发动机的内腔、电子管及晶体管的管脚与插座等,常需要镀镍、铬和铬合金镀层。在某些情况下,还使用复合镀层,如 Ni-ZrO_2 、 $\text{Ni-Al}_2\text{O}_3$ 、 Cr-TiO_2 、 Cr-ZrB 等,以及 Fe 、 Ni 、 Cr 扩散镀层。

6) 修复性镀层

一些重要机器零件磨损以后,可以采用电镀法进行修复,如汽车和拖拉机的曲轴、凸轮轴、齿轮,纺织机的压辊,深井泵轴等均可用电镀硬铬、镀铁(或复合镀铁)加以修复;印染、造纸、胶片行业的一些机件也可用镀铜、镀铬来修复;印刷用的字模或版模则可用镀铁来修复。

除上述功能性镀层外,还有例如为了防止硫酸和铬酸的腐蚀常镀铅;为了增加反光能力常镀铬、银、高锡青铜;为了消光而镀黑镍或黑铬;等等。

1.2.2 按基体与镀层的关系分类

按照基体金属和镀层的电化学关系,可把镀层分为两大类,即阳极镀层和阴极镀层。这种分类对镀层选择和金属组件的搭配是十分重要的。

1. 阳极镀层

所谓阳极镀层就是当镀层与基体金属构成腐蚀微电池时,镀层为阳极而首先溶解。这种镀层不仅能起机械保护作用,而且能起电化学保护作用。例如,在铁上镀锌,在通常条件下,由于锌的标准电位比铁负,当镀层有缺陷(针孔、划伤等)而露出基体时,如果有水蒸气凝结于该处,则锌铁就形成了腐蚀电偶。此时锌作为阳极溶解,而铁作为阴极,氢在其上放电逸出氢气,从而保护铁不受腐蚀。因此,我们把这种情况下的锌镀层叫做阳极镀层。为了防止金属腐蚀应尽可能选用阳极镀层。

2. 阴极镀层

所谓阴极镀层就是镀层与基体构成腐蚀微电池时,镀层为阴极。这种镀层只能对基体金属起机械保护作用。例如,在钢铁基体上镀锡,当镀层有缺陷时,铁锡就形成了腐蚀电偶,锡的标准电位(-0.14V)比铁正,它是阴极,因此腐蚀电偶作用的结果将导致铁阳极溶解,而氢在锡阴极上析出。这样一来,镀层尚存,而其下面的基体却逐渐被腐蚀,最终镀层也会脱落。因此,阴极镀层只有当它完整无缺时,才能对基体起机械保护作用,一旦镀层被损伤,它不但保护不了基体,反而会加速基体的腐蚀。

必须指出,金属的电位是随介质而发生变化的,因此,镀层究竟属于阳极镀层还是阴极镀层,需视介质而定。例如,锌对铁而言,在一般条件下是典型的阳极镀层,但在 $70\sim 80^\circ\text{C}$ 的热水中,锌的电位变得比铁正了,因而变成了阴极镀层。再如,锡对铁而言,在一般条件下是阴极镀层,但在有机酸中却成了阳极镀层。

值得注意的是,并非所有比基体金属电位负的金属都可以用作防护性镀层。如果镀层在所处的介质中不稳定,它将迅速被介质腐蚀,从而失去了对基体的保护作用。锌在大气中能成为黑色金属的防护性镀层,就是因为它既是阳极镀层,又能形成碱式碳酸锌保护膜,所以很稳定。在海水中,锌对铁而言仍是阳极镀层,然而锌在氯化物中不稳定,从而失去保护作用。所以,航海船舶上的仪器不能单独用锌镀层来防护,而用镉层或代镉镀层较好。

1.3 电镀工业的发展概况及展望

在国外,最早公布的镀银文献是1800年由意大利布鲁纳特利(Brugnatelli)教授提出的。大约1805年,他又提出了电镀金。1840年,英国的埃尔金顿(Elkington)提出了氰化镀银的第一个专利,并用于工业生产,这是电镀工业的开始。他提出的镀银电解液和现在使用的相同。人们常说氰化物电镀到现在已有100多年历史,就是从1840年开始的。同年,雅柯比(Jacobi)提出在酸性溶液中电镀铜的第一个专利。1843年,酸性硫酸盐镀铜用于工业生产,同年博特杰(Tiger)提出了镀镍。1915年用酸性硫酸锌对钢带进行镀锌,1917年普洛克特(Proctor)提出了氰化物镀锌,1923~1924年芬克(Fink)和埃尔德里奇(Eldridge)提出了镀铬的工业方法,从而使国外的电镀工业逐步发展成为完整的工业体系。

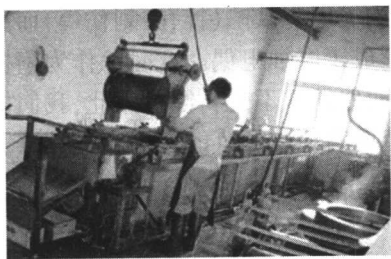


图1-1 滚镀工艺生产线

随着电镀产业的发展,新的电镀工艺不断涌现,如滚镀(图1-1)、刷镀及化学镀工艺现已逐渐普及。

我国电镀工业是何时开始的无据可查,但是,其发展史大致可分为两个阶段:一是1949年以前;二是1949年以后至现在。

1949年以前我国的电镀工业几乎是一片“空白”,少数沿海城市仅有的几个电镀作坊也多数为外国资本家所控制,技术保密,生产落后,工人劳动环境恶劣,只能为一些日用品服务。中华人民共和国成立之后,电镀工业迅速地发展起来。在大型的汽车和拖拉机制造厂、船舶制造厂、机车车辆厂、无线电电子工厂、飞机及仪表制造厂、导弹和卫星制造厂等都设有电镀车间,并且还新建了很多专业电镀厂。与此同时,还成立了相应的研究所和设计室,在高等学校和专科学校也设立了相应的专业。各个工业部门都制定了自己的电镀标准,并成立了情报站和交流网,各有关省市成立了电镀学会或协会。1984年中国电镀协会成立,加强了电镀技术情报的交流。

中华人民共和国成立50多年来,电镀工业战线上的工程技术人员、工人和干部勇于开展技术革新和技术革命,使我国电镀工业取得了很大成就。例如,我国自

行设计并制造出了各种形式的自动电镀机(图1-2),猛攻代镍镀层,使铜锡合金电镀大量投入生产。从20世纪70年代开始进行无氰电镀的研究工作,使无氰镀锌、镀铜、镀镉、镀金等投入生产;大型制件的硬质镀铬、低浓度铬酐镀铬、双极性电镀、换向电镀、脉冲电镀等,也先后在生产中使用;光亮镀铜、光亮镀镍、双层镍、三层镍、镍铁合金和减摩镀层也已用于生产;无氰镀银、三价铬盐镀铬、真空镀和离子镀也取得可喜的成果。在电镀理论研究方面,快速电化学测量、有机添加剂的电极行为、双配位剂电镀理论、镀层显微组织和结构等均取得较大的进展。据不完全统计,目前国内投产的金属和合金镀层已达30多种,比1949年几乎增加10倍。



图1-2 现代化电镀车间

虽然如此,我国电镀工业的现状和发达国家相比差距仍然很大,当前任务是努力学好基础知识,奋起直追,力争赶上世界先进水平。展望未来,我国的电镀工业需要在以下几个方面发展:

(1) 建立完备的电镀技术开发体系。如中国科学院金属研究所等科研机构现已拥有专业的电镀研究所和研究室,这些研究单位对添加剂、溶液、材料等的研究和生产已具备了一定的实力,技术成果商业化的趋向更加明显。电镀设备的研究、生产和供应将向专业化、系列化方向发展。

(2) 加强人才培养。从总体来看,我国电镀专业人才还比较匮乏,需要大批具有专业技术知识及实践能力的专业人才补充进来,以促进我国电镀技术水平的提高。

(3) 完善生产工艺,降低环境污染。电镀行业基本已经过了“无氰电镀”阶段,又尝试了各种废水处理方法,在环境保护方面逐渐成熟起来。今后几年,电镀界将从事污染少、易处理的工艺研究,低浓度溶液的应用,清洗方法的改进,废水处理方法的联合使用等。

(4) 重新定位电镀技术发展的主要方向。电镀技术发展的主要方向将是提高电解液和镀层的性能,发展多种镀种,开发电镀(化学镀)的应用领域,提高生产效率和经济效益。

(5) 努力提高工艺管理和设备配套,切实提高产品质量,强化知识产权保护。我国电镀企业和国外的最大差距是生产中的工艺管理、溶液维护不足,不能使研究成果在生产中体现出来,相应的过滤(图1-3)、处理和控制在设备相当落后,这就使我国电镀产品在抗蚀能力和外观质量等方面明显低于国际先进水平。这一点尚