



技能型人才培养用书

国家职业资格培训教材

电镀工 (高级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编

李家柱 任 玮 主编



依据 **劳动和社会保障部**

制定的《国家职业标准》要求编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



技能型人才培养用书
国家职业资格培训教材

电镀工(高级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编

李家柱 任 玮 主编



机械工业出版社

本书是依据《国家职业标准》高级镀层工中电镀部分的知识要求和技能要求,按照岗位培训需要的原则编写的。本书的主要内容包括:金属电沉积基础理论、电镀添加剂、电镀工艺流程的编制与电镀设备的选择、特殊材料工件的电镀、电镀工装及夹具设计制作、电镀液的分析、电镀工艺控制、镀层性能测试方法、电镀废水处理等9章,每章末附有复习思考题,全书末附有试题库和答案,还附有一套模拟试卷样例,以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书主要用作企业培训部门、职业技能鉴定培训机构的教材,也可作为高级技校、高职院校和各种短训班的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电镀工(高级)/李家柱,任玮主编. —北京:机械工业出版社,2007.9

国家职业资格培训教材

ISBN 978-7-111-20517-3

I. 电... II. ①李...②任... III. 电镀—技术培训—教材
IV. TQ153

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 150562 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:崔世荣 版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

封面设计:饶薇 责任印制:洪汉军

北京铭成印刷有限公司印刷

2007 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

148mm×210mm·9.875 印张·280 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-20517-3

定价:23.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379063

封面无防伪标均为盗版

读者信息反馈表

感谢您购买《电镀工(高级)》一书。为了更好地为您服务,有针对性地为您提供图书信息,方便您选购合适图书,我们希望了解您的需求和对我们教材的意见和建议,愿这小小的表格为我们架起一座沟通的桥梁。

姓 名	所在单位名称		
性 别	所从事工作(或专业)		
通信地址	邮 编		
办公电话	移动电话		
E-mail			
1. 您选择图书时主要考虑的因素:(在相应项前面√)			
() 出版社 () 内容 () 价格 () 封面设计 () 其他			
2. 您选择我们图书的途径(在相应项前面√)			
() 书目 () 书店 () 网站 () 朋友推介 () 其他			
希望我们与您经常保持联系的方式:			
☐ 电子邮件信息 ☐ 定期邮寄书目 ☐ 通过编辑联络 ☐ 定期电话咨询			
您关注(或需要)哪些类图书和教材:			
您对我社图书出版有哪些意见和建议(可从内容、质量、设计、需求等方面谈):			
您今后是否准备出版相应的教材、图书或专著(请写出出版的专业方向、准备出版的时间、出版社的选择等):			

非常感谢您能抽出宝贵的时间完成这张调查表的填写并回寄给我们,您的意见和建议一经采纳,我们将有礼品回赠。我们愿以真诚的服务回报您对机械工业出版社技能教育分社的关心和支持。

请联系我们——

地址 北京市西城区百万庄大街 22 号 机械工业出版社技能教育分社

邮编 100037

社长电话 (010)88379080, 88379083; 68329397(带传真)

E-mail jnfs@mail.machineinfo.gov.cn

机械工人[®]

为制造业创造价值

- 两刊双双进入中国期刊方阵
《机械工人》(冷加工)评为“双百”期刊
《机械工人》(热加工)评为“双效”期刊
- 全国优秀科技期刊二等奖
- 北京市全优期刊
- 历次机械行业优秀期刊奖



◆ 内容特点

“以实用性为主、来源于实践、服务于生产”，“追踪行业热点，把握市场需求”。多年来，《机械工人》时刻关注国内外制造技术、产品及市场的发展方向，为制造业提供了大量参考价值极强的实用性文章及信息。

◆ 读者对象

主要为制造业领域的管理人员、技术人员、技术工人及大中专院校师生等。主要分布在工艺、开发设计、技改、设备管理与维修、工具、质检等部门以及生产车间、班组等。《机械工人》的读者63%以上是中、高级技术人员和管理人员，58%以上是在设备采购中承担着决策、选型评估、建议等不同角色。

◆ 服务领域

《机械工人》(冷加工):

- ◆ 机床及附件
- ◆ 刀具、夹具、量具、量仪、磨料磨具及各类工具
- ◆ 数控系统及配套部件
- ◆ 制造业软件
- ◆ 模具及材料
- ◆ 仪器仪表
- ◆ 传动装置
- ◆ 机械零部件
- ◆ 工控系统及元器件
- ◆ 电气设备

大16开月刊 10元/期 全年定价:120元 邮发代号:2-126

《机械工人》(热加工):

- ◆ 焊接与切割
- ◆ 热处理
- ◆ 电炉、工业炉
- ◆ 铸造
- ◆ 压力加工
- ◆ 表面工程
- ◆ 热加工自动控制
- ◆ 热加工仪器与仪表

大16开月刊 10元/期 全年定价:120元 邮发代号:2-127

《机械工人》杂志社

地址:北京百万庄大街22号 邮编:100037 传真:010-68327225

电话:010-68327547 68335775 88379790~98 Http://www.machinist.net.cn

E-mail: jxgrc@mail.machineinfo.gov.cn(冷加工) jxgrf@mail.machineinfo.gov.cn(热加工)

《机械工人》创刊于1950年,多年来,《机械工人》秉承“服务于制造业,为读者和客户创造价值”的信念,遵循“高效率传播信息,高效率反应市场,高效率提供服务”的精神,以充分满足制造业技术及市场需求为己任,不断创新,不断进步,逐步成为制造业一流的品牌期刊、强势期刊。

征集专业读者 免费索取样刊(复印有效) 完整填写此表,可获精美纪念品一份

公司名称: _____ 姓名: _____ 职务: _____ 部门: _____
通信地址: _____ 邮编: _____ E-mail: _____
电话: _____ 传真: _____ 所属行业: _____
主导产品: _____ 公司经常采购的主要产品: _____
总工: _____ 技术部负责人: _____ 销售部负责人: _____ 采购部负责人: _____

2006-01

请传真至010—68327225《机械工人》杂志社

传递普及科技知识
全面提高工人素质

阳安江

二〇〇四年五月

(阳安江同志现任北京市政协主席，曾任北京市总工会主席)

国家职业资格培训教材

编审委员会

主 任	于 珍				
副 主 任	郝广发	李 奇	洪子英		
委 员	(按姓氏笔画排序)				
	王 蕾	王兆晶	王英杰	王昌庚	
	田力飞	刘云龙	刘书芳	刘亚琴(常务)	
	朱 华	沈卫平	汤化胜	李春明	
	李家柱	李晓明	李超群(常务)		
	李培根	李援瑛	吴茂林	何月秋(常务)	
	张安宁	张吉国	张凯良	陈业彪	
	周新模	郑 骏	杨仁江	杨君伟	
	杨柳青	卓 炜	周立雪	周庆轩	
	施 斌	荆宏智(常务)	柳吉荣		
	徐 彤(常务)	黄志良	潘 茵		
	潘宝权	戴 勇			
顾 问	吴关昌				
策 划	李超群	荆宏智	何月秋		
本 书 主 编	李家柱	任 玮			
本 书 参 编	卜建亮	吴胜新	郑弃非	夏磊	
本 书 主 审	蒋胜利				
本 书 参 审	陈孟成	何仕桓			

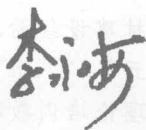
序 一

当前和今后一个时期，是我国全面建设小康社会、开创中国特色社会主义事业新局面的重要战略机遇期。建设小康社会需要科技创新，离不开技能型人才。“全国人才工作会议”、“全国职教工作会议”都强调要把“提高技术工人素质、培养高技能人才”作为重要任务来抓。当今世界，谁掌握了先进的科学技术并拥有大量技术娴熟、手艺高超的技能人才，谁就能生产出高质量的产品，创出自己的名牌；谁就能在激烈的市场竞争中立于不败之地。我国有近一亿技术工人，他们是社会物质财富的直接创造者。技术工人的劳动，是科技成果转化成为生产力的关键环节，是经济发展的重要基础。

科学技术是财富，操作技能也是财富，而且是重要的财富。中华全国总工会始终把提高劳动者素质，作为一项重要任务，在职工中开展的“当好主力军，建功‘十一五’，和谐奔小康”竞赛中，全国各级工会特别是各级工会职工技协组织注重加强职工技能开发，实施群众性经济技术创新工程，坚持从行业和企业实际出发，广泛开展岗位练兵、技术比赛、技术革新、技术协作等活动，不断提高职工的技术技能和操作水平，涌现出一大批掌握高超技能的能工巧匠。他们以自己的勤劳和智慧，在推动企业技术进步，促进产品更新换代和升级中发挥了积极的作用。

欣闻机械工业出版社配合新的《国家职业标准》，为技术工人编写了这套涵盖38个职业的159种“国家职业资格培训教材”。这套教材由全国各地技能培训和考评专家编写，具有权威性和代表性；将理论与技能有机结合，并紧紧围绕《国家职业标准》的知识点和技能鉴定点编写，实用性、针对性强；既有必备的理论和技能知识，又有考核鉴定的理论和技能题库及答案，编排科学、便于培训和检测。

这套教材的出版非常及时，为培养技能型人才做了一件大好事，我相信这套教材一定会为我们培养更多更好的高技能人才做出贡献！



(李永安 中国职工技术协会常务副会长)

序 二

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的“国家职业资格培训教材”。

进入 21 世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占 3.5%，与发达国家 40% 的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年 50 万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。那么，开展职业培训的重要基础是什么呢？

众所周知，“教材是人们终身教育和职业生涯的重要学习工具”。顾名思义，作为职业培训的重要基础，职业培训教材当之无愧！编写出版优秀的职业培训教材，就等于为技能培训提供了一把开启就业之门的金钥匙，搭建了一座高技能人才培养的阶梯。

加快发展我国制造业，作为制造业龙头的机械行业责无旁贷。技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训工工作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”、“八五”、“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149 种，“机械工人操作技能培训教材”85 种，“机械工人职业技能培训教材”66 种，“机械工业技

师考评培训教材”22种,以及配套的习题集、试题库和各种辅导性教材约800种,基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强,覆盖面广,层次齐备,成龙配套等特点,受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来,我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》,其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定,将国家职业资格分为5个等级:初级(5级)、中级(4级)、高级(3级)、技师(2级)、高级技师(1级)。为与新的《国家职业标准》配套,更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要,我们精心策划编写了这套“国家职业资格培训教材”。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的,为满足各级培训考工部门和广大读者的需要,这次共编写了38个职业159种教材。在职业选择上,除机电行业通用职业外,还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师(含高级技师)四本教材,各等级合理衔接、步步提升,为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要,对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》、《机械基础》、《电工常识》、《电工基础》、《建筑装饰识图》等近20种公共基础教材。

在编写原则上,依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需要,我们对模具、制冷、电梯等社会需求量大又已单独培训和考核的职业,从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要,在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题,书末有与之配套的试题库和答案,以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷,同时还根据需求为20多种教材配制了VCD光盘。

增加教材的可读性、提升教材的品质是我们策划这套教材的又一亮点。为便于培训、鉴定、考工部门在有限的时间内把最需要的知识和技能传授给学员,同时也便于学员抓住重点,提高学习效率,对需要掌握的重点、难点、考点和知识鉴定点加有旁白提示并采用双色印刷。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性,我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的 200 多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套教材在编写过程中力求突出“新”字,做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”;增强实用性,重在教会读者掌握必需的专业知识和技能,是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材,也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中,曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助,在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢!

教材中难免存在不足之处,诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教,提出批评指正。我们真诚希望与您携手,共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

前 言

电镀是高端技术和现代工业体系不可缺少的组成部分,其在航空、航天、电子、兵器、通信、计算机、石油、化工、造船、五金工具和机械制造中得到了广泛的应用。它的应用提高了产品的抗腐蚀、耐磨损和装饰性能,赋予了许多工业产品特别是电子产品的特殊功能,电镀方法常被用来制备许多重要的工业材料和零部件,例如高密度集成电路、纳米金属粉、火箭燃烧室、波导管等,电镀大幅度地增加了产品的附加值,在我国国民经济的发展中起着十分重要的作用。

改革开放以来,我国电镀工业发展迅速,出现了年产值超过亿元以上的大型专业电镀企业。电镀企业迫切需要电镀技术工人,而电镀工人又迫切需要在技术方面得到培训和提高,从事电镀工作的技术工人的技术水平和技术等级资格也需要得到有关部门的认可。根据劳动和社会保障部的要求,技术工人应该培训考核,持证上岗。为此,由机械工业出版社和北京市职工技术协会联合组织编写了《国家职业资格培训教材——电镀工》,分为初级工、中级工、高级工和技师、高级技师四个分册。内容包括作为电镀技术工人应该掌握的基本知识,实际操作和故障排除等,每章都有复习思考题,每本书后面附有试题库(包括:判断题、选择题、计算题、简答题和答案),还附有一套模拟试卷样例。根据对不同等级技术工人的不同要求编写内容有所侧重,由简到繁,由易到难。对于初级技术工人要求掌握一定的化学、物理基础知识,确实保证安全操作、快捷入门。对于中级技术工人要求能够独立进行常规的电镀操作,正确执行工艺,生产出合格产品。对于高级技术工人要求能够完成较复杂的电镀工作,并能够排除故障,解决生产实际问题。对于技师、高级技师要求其对电镀技术和其他表面处理技术有比较全面的了解,而且能够了解清洁生产等先进的工艺技术,并能够协助车间领导进行技术管

理、生产管理和质量管理。

根据国家实现清洁生产、保护环境和持续发展战略的要求,全书增加了清洁生产、三废治理和节能节材的内容,特别是对于水处理的内容进行了详细介绍。

《电镀工》4册教材由北京蓝丽佳美化工科技中心总工程师、武汉大学兼职教授李家柱研究员担任总主编,北京北广集团表面精饰公司总经理、北京市电镀协会副理事长蒋胜利高级工程师担任主审,北京航空材料研究院陈孟成研究员、航天集团703所何仕恒高级工程师担任参审。

初级电镀工教材由中科院富迪新科技公司韩志忠高级工程师担任主编,中级电镀工教材由航天集团699厂侯富兴研究员担任主编,高级电镀工教材由北京长空机械有限责任公司热表处理厂厂长任玮高级工程师担任主编,技师、高级技师电镀工教材由原北京远东仪表厂总经理王茂高级工程师担任主编。

参加《电镀工》4册教材编写和审稿工作的有北京蓝丽佳美化工科技中心、北京北广集团表面精饰公司、中科院富迪新科技公司、北京长空机械有限责任公司、北京运载火箭研究院、航天集团699厂、中国有色金属研究院、北京远东仪表厂、北京航空材料研究院等单位的26名技术人员,在此对他们的辛勤付出及所在单位的大力支持表示由衷的感谢!

由于编者水平有限,书中错误在所难免,恳请广大电镀界同仁批评指正。

编者

目 录

M U L U

序一

序二

前言

第一章 金属电沉积基础理论 1

第一节 电化学基本概念 1

一、电极电位 1

二、电极极化 3

三、电极过程的特征 6

四、电极过程的速度控制步骤 7

第二节 金属的电沉积 9

一、电解液的导电过程 9

二、金属的阴极过程 10

三、金属的阳极过程 12

四、析氢对金属电沉积的影响 14

第三节 影响镀层性能的因素 15

一、电镀液成分的影响 15

二、工艺参数的影响 17

三、镀层在阴极上的分布 19

复习思考题 20

第二章 电镀添加剂 22

第一节 电镀添加剂的分类 22

一、电镀添加剂的概念 22

二、电镀添加剂的分类 22

第二节 电镀添加剂的作用原理	24
一、无机添加剂的作用原理	24
二、有机添加剂的作用原理	25
三、添加剂的选择	27
第三节 电镀添加剂的使用和电镀液的维护	28
复习思考题	29
第三章 电镀工艺流程的编制与电镀设备的选择	30
第一节 电镀工艺流程的编制	30
一、电镀工艺流程的编制依据	30
二、电镀工艺流程的设计	30
三、电镀工艺流程的验证	32
第二节 电镀设备的选择	32
一、电源设备	32
二、线路设备	36
三、镀前预处理设备	36
四、镀槽设备	38
五、干燥设备	42
六、过滤设备	43
七、其他电镀设备	45
第三节 电镀工艺参数的选择	47
一、电流密度	48
二、镀层厚度	49
三、镀液温度和液面高度	50
四、电镀时间	51
第四节 电镀技术要求	51
一、镀层种类的选择	51
二、镀层质量要求	52
第五节 编制不锈钢镀银工艺流程训练实例	54
复习思考题	54

第四章 特殊材料工件电镀	55
第一节 铝件电镀	55
一、概述	55
二、铝件镀前预处理	56
三、特殊处理	60
四、铝件预镀	63
五、铝件电镀	64
六、操作注意事项	65
第二节 不锈钢工件电镀	66
一、概述	66
二、不锈钢工件的镀前预处理	66
三、不锈钢工件的活化和预镀	69
四、不锈钢工件的电镀	71
第三节 锌合金工件电镀	71
一、概述	71
二、锌合金工件镀前预处理	73
三、锌合金工件的电镀	76
四、锌合金工件上不合格镀层的退除	77
第四节 粉末冶金工件电镀	78
一、概述	78
二、粉末冶金工件镀前预处理	78
三、粉末冶金工件的电镀	80
四、钎铁硼磁性材料的电镀	81
第五节 其他特殊材料工件电镀	81
一、镁及镁合金工件的电镀	81
二、钢铁铸件的电镀	85
三、非金属工件的电镀	87
复习思考题	90
第五章 电镀工装及夹具设计制作	91
第一节 辅助阳极	91

一、辅助阳极的设计思路	91
二、辅助阳极的使用示例	92
三、象形阳极的使用	92
第二节 保护阴极	93
一、保护阴极的设计思路	93
二、保护阴极的材料	93
三、保护阴极的使用示例	93
第三节 其他保护材料的使用	95
一、涂漆保护	95
二、涂蜡保护	96
三、胶带保护	97
四、互相屏蔽保护	97
第四节 电镀工装和夹具的使用	98
一、通用挂具的结构及设计制作	98
二、专用挂具的结构及设计制作	102
复习思考题	103
第六章 电镀液的分析	104
第一节 电镀液分析基础	104
一、概述	104
二、分析误差	106
三、分析误差的表示方法	107
四、分析数据处理	108
五、分析操作注意事项	109
第二节 常用的分析方法	109
一、概述	109
二、酸碱滴定法	111
三、氧化还原滴定法	112
四、络合滴定法	113
五、沉淀滴定法	114
六、重量分析法	115