



技能型人才培养用书

国家职业资格培训教材

电镀工 (中级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编

李家柱 侯富兴 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(中级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编

李家柱 侯富兴 主编



机械工业出版社

本书是依据《国家职业标准》中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:电化学基础,金属腐蚀与防护,电镀准备与操作,单金属电镀,合金电镀,化学镀镍,塑料电镀,金属的氧化、磷化、钝化与着色。每章末均附有复习思考题,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、再就业和农民工培训机构的教材,也可作为技校、中职、各种短训班的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电镀工(中级)/李家柱,侯富兴主编. —北京:机械工业出版社,2008.1

国家职业资格培训教材

ISBN 978-7-111-21880-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 104667 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:申春香

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

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

148mm×210mm·12.625 印张·359 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-21880-7

定价:29.00 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

傳揚普及科技知識
合而提之工人素質

陽安江

二〇〇九年十一月

(陽安江同志現任北京市政協主席，曾任北京市總工會主席)

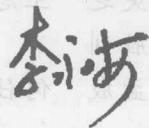
序

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
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、高级技师要求其对于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 电化学基础	1
第一节 电镀的基本定律	1
一、法拉第定律	1
二、电流效率与电导	3
三、电镀电流、镀层厚度的基本计算	6
第二节 电化学基础知识	7
一、电极电势	7
二、平衡电极电势	8
三、非平衡电极电势	10
四、电镀常用材料	11
第三节 电化学极化	11
一、电极极化	11
二、浓差极化	13
三、电化学极化	14
四、氢超电势	14
五、电镀时电极过程的分析	15
第四节 电镀工艺的选择	21
一、镀液的组成和类型	21
二、镀液组成对电沉积过程的影响	22
三、电镀工艺规范对电沉积过程的影响	23
四、其他因素的影响	24

复习思考题	25
第二章 金属腐蚀与防护	26
第一节 金属腐蚀的分类和危害	26
一、按反应的类型分类	26
二、按破坏的形式分类	28
三、按环境的条件分类	28
四、金属腐蚀的危害	29
第二节 金属腐蚀的防护方法	29
一、正确选用金属材料和改变金属的组成	29
二、金属保护层	30
三、非金属保护层	30
四、化学保护层	30
五、电化学保护层	31
第三节 镀层的分类	33
一、电镀层的作用	33
二、对镀层的要求	33
三、镀层的分类方法	34
第四节 镀层的选择	36
一、镀层的选择原则	36
二、镀层的选择方法	36
三、常用镀层的性质与用途	39
复习思考题	42
第三章 电镀准备与操作	43
第一节 机械制图的基本知识	43
第二节 电镀工件图的技术要求	45
第三节 编制电镀工艺流程	52
一、编制原则	52
二、注意事项	53
第四节 选择电镀设备	54

一、镀液过滤设备的选择	54
二、镀液自动添加系统	55
三、电镀挂具的选择	55
复习思考题	57
第四章 单金属电镀	58
第一节 电镀锌	58
一、锌镀层的性能和用途	58
二、镀锌工艺	59
三、不合格镀锌层的退除	68
四、镀前消除应力和镀后除氢处理	69
五、锌镀层的钝化处理	70
第二节 电镀镉	74
一、镉镀层的性能和用途	74
二、镀镉工艺	75
三、镉镀层的钝化处理	84
四、不合格镉镀层的退除	84
第三节 电镀铜	85
一、铜镀层的性能和用途	85
二、镀铜工艺	85
三、不合格铜镀层的退除	89
第四节 电镀镍	89
一、镍镀层的性能和用途	89
二、镀镍工艺	91
三、镀液的维护与净化	99
四、不合格镍镀层的退除	102
第五节 电镀铬	103
一、铬镀层的性能和用途	103
二、镀铬过程的特点	105
三、镀液的组成及各主要成分的作用	105
四、镀铬工艺	107

五、镀液中杂质的影响和去除	116
六、不合格铬镀层的退除	117
第六节 电镀银	118
一、银镀层的性能和用途	118
二、镀银前预处理	119
三、镀银工艺	121
四、银镀层防变色处理	122
五、银的回收	124
六、不合格银镀层的退除	124
第七节 电镀锡	125
一、锡镀层的性能和用途	125
二、镀锡工艺	126
三、不合格锡镀层的退除	134
第八节 单金属电镀技能训练实例	134
训练1 氰化镀锌技能操作	134
训练2 氰化镀铜技能操作	138
训练3 光亮镀镍技能操作	141
训练4 防护-装饰性镀铬技能操作	144
训练5 氰化镀银技能操作	148
复习思考题	152
第五章 合金电镀	154
第一节 铜合金电镀	154
一、铜锌合金电镀	154
二、仿金电镀	159
第二节 锌合金电镀	164
一、锌合金的特点	164
二、锌镍合金电镀	164
三、锌铁合金电镀	169
四、锌钴合金电镀	176
第三节 镍合金电镀	182

一、镍合金电镀的特点及应用	182
二、镍铁合金电镀	182
三、镍钴合金电镀	186
第四节 合金电镀技能训练实例	189
训练1 低锡铜锡合金电镀技能操作	189
复习思考题	195
第六章 化学镀镍	196
第一节 化学镀镍简单原理	196
一、化学镀镍的特点	196
二、化学镀镍的热力学	197
三、化学镀镍的动力学	199
第二节 化学镍镀层的性能和用途	200
一、化学镍镀层的性能	200
二、化学镍镀层的用途	202
第三节 化学镀镍的工艺流程	203
一、化学镀镍前预处理工艺	203
二、化学镀镍工艺规范	209
三、化学镍镀层的后处理工艺	214
第四节 不合格化学镍镀层的退除	215
一、钢铁工件上不合格化学镍镀层的退除	215
二、不锈钢和镍基合金工件上不合格化学镍镀层的退除	216
三、铜及铜合金工件上不合格化学镍镀层的退除	216
四、铝及铝合金工件上不合格化学镍镀层的退除	216
复习思考题	217
第七章 塑料电镀	218
第一节 塑料电镀的特点	218
第二节 塑料电镀的镀前预处理	219
一、消除应力	219
二、脱脂处理	220

三、表面粗化处理	221
四、敏化、活化和还原处理	229
第三节 塑料制品的化学镀	237
一、化学镀液配方	237
二、化学镀工艺流程	239
三、镀层质量检验	244
复习思考题	245
第八章 金属的氧化、磷化、钝化与着色	247
第一节 概述	247
第二节 铝及铝合金的氧化、着色和封闭处理	247
一、铝及铝合金的化学氧化	247
二、铝及铝合金的电化学氧化	250
三、铝及铝合金阳极氧化膜着色	267
四、铝及铝合金阳极氧化膜的封闭处理	279
第三节 镁合金的氧化处理	284
一、镁合金的化学氧化	284
二、镁合金的电化学氧化(阳极氧化)	288
第四节 铜及铜合金的钝化与氧化处理	289
一、铜及铜合金的钝化处理	290
二、铜及铜合金的氧化处理	291
第五节 钛及钛合金的氧化处理	296
一、概述	296
二、钛及钛合金的氧化处理	296
第六节 钢铁的发蓝与磷化处理	297
一、钢铁的发蓝处理	297
二、钢铁的磷化处理	305
复习思考题	319
试题库	320
知识要求试题	320