



高职高专人才培养创新教材出版工程

高职高专院校实训教材系列

电子工艺 实训教材

(含多媒体课件)

北京联合大学 组编
张翠霞 盛鸿宇 编著



科学出版社

www.sciencep.com

● 高职高专人才培养创新教材出版工程

高职高专院校实训教材系列

电子工艺实训教材

(含多媒体课件)

北京联合大学 组编

张翠霞 盛鸿宇 编著

本书配有光盘, 需要的读者请到多媒体阅览室(新馆 301 室)联系。

 科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共分九章,以电子产品整机制造工艺为主线,介绍了焊接工艺知识与焊接技能、电子元器件的识别与检测、整机工艺设计与整机装配、表面贴装技术、常用电子仪器的使用、识图常识、电子技术文件、印制板制作技术简介、电路原理图与印制电路板设计技术。通过该书的学习,能够帮助读者掌握电子产品制作、生产的基本技能,了解电子产品先进的生产工艺、生产手段。

本书可作为高等院校电子信息类专业的电子工艺实训教材或教学参考书,同时也可供职业教育、技术培训及有关技术人员参考。

本书同时是信息产业部“CEAC 国家信息化培训认证管理办公室”电子工程师认证课程体系的指定教材。

图书在版编目(CIP)数据

电子工艺实训教材/北京联合大学组编;张翠霞,盛鸿宇编著. —北京:科学出版社, 2004.1

(高职高专院校实训教材系列)

ISBN 7-03-012410-3

I. 电… II. ① 北… ② 张… ③ 盛… III. 电子产品—生产工艺—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 100379 号

责任编辑: 许 远 / 文案编辑: 苏 鹏 / 责任校对: 程业刚

责任印制: 安春生 / 封面设计: 王凌波

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>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 1 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)
2004 年 1 月第一次印刷 印张: 11 1/2
印数: 1—5 000 字数: 203 000

定价: 28.00 元 (含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换<环伟>)

高职高专人才培养创新教材出版工程

《高职高专院校实训系列》教材系列编委会

(电子电工类专业)

- 顾 问 李宗尧 (中国高等职业技术教育研究会会长)
 余祖光 (教育部职业技术教育中心研究所副所长)
 季金奎 (信息产业部信息化推进司司长)
- 主 任 高 林 (中国高等职业技术教育研究会副会长、
 北京联合大学副校长)
- 副 主 任 李维利 (中国高等职业技术教育研究会副秘书长)
 林 鹏 (中国科学院科学出版社副总编辑)
- 委 员 洪京一 谭鲁涛 尤 克 李鸿儒
- 组 编 北京联合大学
- 主 编 尤 克
- 副 主 编 盛鸿宇
- 编 委 张翠霞 王绍光 沈明山 许 远
 陈恒荣 沈允中 魏志光 许汇东
 曹洪波 张永红
- 本册编写 张翠霞 盛鸿宇
- 课件创作 盛鸿宇 李 瑞

《高职高专人才培养创新教材》

出版说明

一、特色与创新

随着高等教育改革的进一步深化,我国高职高专教育事业迅速发展,办学规模不断扩大,办学层次不断提高,办学形式日趋多样化,取得了显著的办学效益和社会效益。

毋庸置疑,目前已经出版的一批高职高专教材在主导教学方向、稳定教学秩序、提高教学质量方面起到了很好的作用。

但是,有关专家也诚恳地指出,目前高职高专教材出版中存在的一些问题,主要是:教材建设仍然是以学校的选择为依据、以方便教师授课为标准、以理论知识为主体、以单一纸质材料为教学内容的承载方式,没有从根本上体现以应用性职业岗位需求为中心,以素质教育、创新教育为基础,以学生能力培养为本位的教育观念。

经过细致的调研,科学出版社和中国高等职业技术教育研究会共同启动了“高职高专人才培养创新教材”出版工程。该工程本着“教学改革与学科创新引路,科技进步与教材创新同步”的创新理念,根据新时代对高职高专人才的需求,旨在策划出版一系列体现教学改革最新理念,内容领先、思路创新、突出实训、成系配套的高职高专教材。

我们在教材的出版过程中,力求突出以下特点:

(1)理念创新:秉承“教学改革与学科创新引路,科技进步与教材创新同步”的理念,根据新时代对高职高专人才的需求,策划出版一系列体现教学改革最新理念,内容领先、思路创新、突出实训、成系配套的高职高专教材。

(2)方法创新:摒弃“借用教材、压缩内容”的滞后方法,专门开发符合高职特点的“对口教材”。在对职业岗位(群)所需的专业知识和专项能力进行科学分析的基础上,引进国外先进的课程开发理论体系,坚持教材开发的四元结构(知名专家把关、教学一线教师编写、教研机构指导、行业用户参加),以确保符合职业教育的特色。

(3)特色创新:加大实训教材的开发力度,填补空白,突出热点,积极开发五年制高职教材和紧缺专业、热门专业的教材。对于部分教材,提供“课件”、“教学资源支持库”等立体化的教学支持,方便教师教学与学生学习。对于部分

专业,组织编写“双证教材”,注意将教材内容与职业资格、技能证书进行衔接。

(4) 内容创新:在教材的编写过程中,力求反映应知知识更新和科技发展的最新动态。将新知识、新技术、新内容、新工艺、新案例及时反映到教材中来,更能体现高职专业设置紧密联系生产、建设、服务、管理一线的实际要求。

二、精品与奉献

“高职高专人才培养创新教材出版工程”由科学出版社倡议发起,由中国高等职业技术教育研究会等单位联合组织编写,吸引了一批职业教育和高等教育领域的权威专家积极参与,共同打造精品教材。其实施的过程可以总结为:教育部门支持、权威专家指导、一流学校参与、学术研究推动。

(1) 国内的高等职业教育院校(主要是北京联合大学、天津职业技术大学以及中国高等职业技术教育研究会的其他副会长、常务理事、理事单位等)积极参加本教材出版工程,提供了先进的教学经验,在此基础上出版一大批特色教材。

(2) 本教材出版工程得到了许多教育行政部门的大力支持,许多省(市)教育行政部门将本省(市)的精品课程和教材的建设、特色专业的建设结合起来通盘考虑。

(3) 在教材的编写过程中,得到了许多行业部委、行业协会的支持,对教材的推广起到促进作用。

先进的理念、科学的方法、有力的支持,必然导致精品的诞生。根据我们的规划,下列教材即将与读者见面:

(一) 高职高专基础课教材

(二) 高职高专专业课教材

(1) 紧缺专业教材

- 软件类专业系列教材
- 数控技术类专业教材
- 汽车类专业教材
-

(2) 热门专业教材

- 电子信息类专业教材
- 交通运输类专业教材
- 经济管理类专业教材
- 旅游类专业教材
- 生物工程类专业教材
- 食品工程类专业教材
- 精细化工类专业教材

—— 广告类专业教材

——

(3) 热门专业教材

—— 艺术设计类专业教材

—— 园艺类专业教材

——

(三) 高职高专特色教材

(1) 高职高专院校实训教材

(2) 五年制高职教材

(3) 国外职业教育优秀教材

.....

欢迎广大教师、学生在教师使用中提出宝贵意见,以便我们改进教材出版工作、提高质量。

中国高等职业技术教育研究会

科学出版社

2003年9月

前 言

我国目前正面临着经济转型时期，特别是在加入 WTO 后，将面临全球一体化的强大冲击。国外大量先进生产设备和工艺技术的引进、先进操作与管理手段的借鉴与实施，都将对我国高级技术应用性人才的数量和质量提出更高的要求，如要求专业技术人员必须具备掌握新技术和新设备的能力；具有进行工艺试验、工艺技术改造，以及对产品性能、质量进行检查、跟踪、控制和提高的能力。中央领导也明确指出：“加强课程的综合性和实践性，重视实验课教学，培养学生实际操作能力”，“使学生尽早参与科技研究开发和创新活动，鼓励跨学科选修课程，培养基础扎实、知识面宽、具有创新能力的高素质专门人才”。因此，承担高级技术应用人才的高等教育本科院校要加强工程应用能力培养，拓展学生在广泛领域从事工程技术的生产、研究和管理工作的适应能力。

电子工艺实训课程正是以工艺性和实践性为主的专业技术基础课，是理工科各相关专业工程训练的重要内容，是实践教学的基本环节之一，也是培养学生创新能力的重要环节。电子工艺实训课程是技能训练，它不同于工艺劳动，也不同于科技创新活动，其特色是学生在了解一些电子工艺的基本知识后，自己动手，掌握一定操作技能，制作实际电子产品的过程。既是基础技能和工艺知识的入门向导，又是创新实践的开始和创新精神的启蒙。此门课程开设几年来，深受学生的欢迎，收到了良好的效果。

本书正是立足于电子工艺实训课程的要求，内容具有实用性强、涉及面广、技术和工艺新等特点。因此，本书也是从事课程设计、项目训练、毕业设计、电子技术实践和创新的实用指导书。

在具体教学安排上，该书大部分内容应以自学为主，动手操作为主，教师讲课为辅的方式。强调重实践、轻理论，重能力、轻知识，重工艺、轻设计，重活动、轻课堂。

本书是在北京联合大学王卫平编写的《电子工艺基础》基础上重新编写的。在编写过程中得到了清华大学基础工业训练中心李鸿儒、王天曦两位老师的大力帮助和指导。作者具有在工厂研制、开发、生产新产品的经验，也有长期组织实施电子工艺实践教学的经验，对电子工艺技术有深刻的了解，对教学规律有深入

的研究。但由于编者时间、水平和精力有限，肯定会有许多不足之处，欢迎批评指正。

编 者

2003 年 9 月

目 录

第 1 章 焊接工艺知识与焊接技能	1
1.1 焊接工艺知识	1
1.1.1 焊接的基本知识	1
1.1.2 常用焊接工具——电烙铁	3
1.1.3 常用焊接材料	6
1.1.4 常用线材与绝缘材料	8
1.2 焊接技能	11
1.2.1 焊前准备	11
1.2.2 手工焊接技术	13
1.2.3 工业生产中的焊接简介	15
1.2.4 焊接训练内容	19
第 2 章 电子元器件的识别与检测	21
2.1 电子元器件知识要求	21
2.2 电阻器	22
2.2.1 电阻的分类及命名方法	22
2.2.2 电阻的主要参数	23
2.2.3 电阻的选用	26
2.2.4 特殊电阻元件	26
2.3 电位器	27
2.3.1 电位器的分类	28
2.3.2 电位器的命名方法	28
2.3.3 电位器的选用	28
2.3.4 电位器的质量检查	29
2.4 电容器	29
2.4.1 电容器的分类及命名方法	29
2.4.2 电容器的主要参数	31
2.4.3 电容器的选用	33
2.4.4 电容器的质量检验	33
2.5 电感器	34
2.5.1 电感器的种类及命名方法	34

2.5.2	电感器的型号表示方法	37
2.5.3	电感的主要参数	38
2.5.4	电感器的识别及质量判断	39
2.5.5	电感器使用注意	39
2.6	开关及接插件	39
2.6.1	开关及接插件的种类	40
2.6.2	开关及接插件的选用	47
2.7	半导体器件	48
2.7.1	半导体器件的分类	48
2.7.2	中国半导体器件型号命名方法	49
2.7.3	日本半导体型号命名方法	50
2.7.4	欧洲半导体分立器件型号命名法	50
2.7.5	美国半导体分立器件型号命名法	52
2.7.6	常用半导体分立器件外形封装及引脚排列	52
2.8	晶体二极管	53
2.8.1	晶体二极管的分类	53
2.8.2	晶体二极管的主要参数	54
2.8.3	晶体二极管的质量检验	54
2.8.4	二极管的使用注意事项	55
2.9	晶体三极管	55
2.9.1	晶体三极管的分类	55
2.9.2	晶体三极管的主要参数	55
2.9.3	三极管的质量检测	55
2.9.4	三极管使用注意事项	56
2.10	场效应晶体管	57
2.10.1	场效应管的分类	57
2.10.2	场效应管的主要参数	57
2.10.3	场效应管的型号	58
2.10.4	场效应管的选用	58
2.10.5	场效应管的质量检测	59
2.10.6	场效应管的使用注意事项	59
2.11	半导体集成电路	61
2.11.1	半导体集成电路的分类	61
2.11.2	集成电路的型号及命名	61
2.11.3	集成电路的引脚识别	62

2.11.4	集成电路质量好坏的估测	63
2.11.5	使用集成电路的注意事项	63
第 3 章	整机工艺设计与整机装配	65
3.1	整机工艺设计	65
3.1.1	结构设计	65
3.1.2	环境保护设计	67
3.1.3	外观及装璜设计	70
3.2	整机装配的一般步骤和要求	70
3.2.1	机械装配步骤	70
3.2.2	部件装配	72
第 4 章	表面贴装技术	73
4.1	表面贴装元器件	73
4.1.1	片状电阻器	73
4.1.2	表面贴装电容器	76
4.1.3	其他表面贴装元件及参数	79
4.1.4	表面贴装半导体器件	80
4.2	表面贴装技术简介	85
4.2.1	表面贴装印制板	85
4.2.2	表面贴装工艺	87
4.2.3	表面贴装设备	89
第 5 章	常用电子仪器的使用	95
5.1	测量误差的基本概念	95
5.1.1	测量误差的主要来源	95
5.1.2	误差的性质与分类	96
5.2	常用电子仪表、仪器的使用	96
5.2.1	万用表	96
5.2.2	低频信号发生器	98
5.2.3	高频信号发生器	99
5.2.4	毫伏表	101
5.2.5	扫频仪	102
5.2.6	数字式频率计	104
5.2.7	双踪示波器	106
第 6 章	识图常识	109
6.1	电器工程图的种类	109

6.2	识图要求与方法	110
6.2.1	识图要求	110
6.2.2	识图方法	111
6.3	根据整机画电路图	111
第7章	电子技术文件	113
7.1	本章要求	113
7.1.1	共同语言	113
7.1.2	科学作风	113
7.1.3	应变能力	113
7.2	分类及特点	114
7.3	产品技术文件	114
7.3.1	产品技术文件特点	115
7.3.2	工艺文件	115
第8章	印制电路板制作技术简介	119
8.1	印制板的选择	119
8.1.1	印制电路板的类型	119
8.1.2	印制电路板的材料	120
8.1.3	印制电路板的参数及选择	122
8.2	印制电路板的印制	123
8.2.1	光敏抗蚀剂法	123
8.2.2	丝网漏印法	125
8.3	印制板的化学刻蚀	126
8.4	印制电路板的机械加工	127
8.4.1	落料	127
8.4.2	钻孔	128
8.5	铜导体表面的清洗和保护	129
8.6	双面及多层印制电路板	130
第9章	电路原理图与印制电路板设计技术	133
9.1	Protel 99 se 软件简介	133
9.2	Protel 99 原理图 (SCH) 和印制电路板 (PCB) 设计	134
9.2.1	设计电路板的基本过程	134
9.2.2	简单电路原理图设计过程	134
9.2.3	印制电路板 (PCB) 设计	143

9.2.4 Protel 存在的问题	163
9.3 Protel 常用元器件与练习题	163
9.3.1 元件库	163
9.3.2 练习题	166

第 1 章

焊接工艺知识与焊接技能

1.1 焊接工艺知识

1.1.1 焊接的基本知识

1. 焊接技术的重要性

无线电整机装配是指将组成产品的各种元器件，通过导线、印制导线和接点等，用焊接的方法将它们牢固地连接在一起的过程。焊接是无线电整机装配过程中的一个重要环节，每个焊接点的质量都关系着整个无线电整机产品使用的可靠性和质量。它要求每个焊点都有一定的机械强度和良好的电气性能，所以它是产品质量的一个关键。

作为电子技术人员要掌握熟练的操作技术、正确的焊接方法，还要懂得与焊接有关的其他知识及相关的操作。

2. 焊点形成的过程及必要条件

焊接是指将加热融化的液态锡铅焊料，在助焊剂的作用下，溶入被焊接金属材料的分子缝隙，形成金属合金，并连接在一起，成为牢固的焊接点。在焊接过程中，要完成一个良好的焊点取决于：

(1) 焊件必须具有良好的可焊性。不是所有的金属都具有良好的可焊性，有些金属如铬、钼、钨等的可焊性就非常差；有些金属的可焊性又比较好，如紫铜、黄铜等。焊接时，由于高温使金属表面产生氧化膜，影响材料的可焊性。为了提高可焊性一般采用表面镀锡、镀银等措施来防止表面的氧化。

(2) 焊件表面必须保持清洁。为了使焊锡和焊件达到良好的结合，焊接表面一定要保持清洁。即使是可焊性良好的焊件，由于储存、运输等环节，有可能使焊件表面产生有害的氧化膜和油污。在焊接前务必把污膜清除干净，否则无法保证焊接质量。

(3) 要使用合适的助焊剂。不同的焊接工艺, 应选择不同的助焊剂, 助焊剂是一种略带酸性的易溶物质, 它在焊接过程中起清除被焊金属表面的氧化物和污物的作用, 使被焊金属表面清洁, 提高焊锡的流动性, 形成良好的焊点。

(4) 焊件要加热到适当的温度。需要强调的是不但焊锡要加热到熔化, 而且应该同时将焊件加热到能够熔化焊锡的温度。

3. 对焊点的基本要求

一个好的焊点应具备以下几个条件:

(1) 具有良好的导电性。一个好的焊接点应是焊料与被焊金属形成金属合金形式, 而不是简单地将焊料堆附在被焊金属表面上。焊点良好才能保证有良好的导电性。

(2) 具有一定的机械强度。焊接点的作用之一是连接两个或两个以上的元器件, 并使接触良好, 所以焊接点要有一定的机械强度才能保证电气良好。有时把元件的引脚线、导线弯脚焊接, 以增加强度。

(3) 焊点上焊料要适量。焊料过少, 不仅强度减小, 而且随氧化加深, 容易造成焊点失效。但焊料过多, 不仅使成本上升, 而且在焊点密度较大的地方, 极易造成桥连, 或因细小灰尘在潮湿气候里引起短路。所以一个好的焊点焊料要适中。

焊锡量的掌握如图 1-1 所示。



图 1-1 焊锡量的掌握

(4) 焊点表面应具有良好的光泽且表面光滑。一个好的焊点表面应具有光泽且表面光滑, 不应有凹凸不平或毛刺及其他现象。焊接时温度过高则焊接点的光泽变差, 且表面易起泡。典型焊点的外观见图 1-2。

(5) 焊接点不应有毛刺、空隙。当高频电路中的焊点有毛刺或空隙时, 在两个相近的毛刺间易造成尖端放电。

(6) 焊接点表面要清洁。焊接点表面及周围要清洁、无助焊剂残渣及污垢, 这些物质会降低电路的绝缘性, 而且对焊接点也有一定的腐蚀作用。

4. 焊点的质量检查

一个好的焊接点的检查应从如下两个方面进行:

(1) 焊点的外观检查。主要检查焊点的光亮度, 用锡量的多少, 焊点形状

有无毛刺、气泡等。

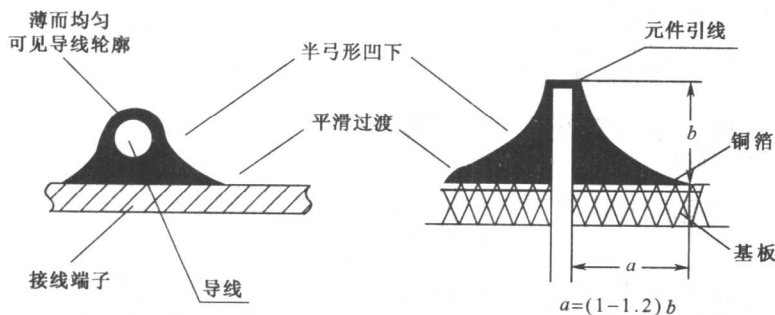


图 1-2 典型焊点的外观

(2) 焊点的机械强度与电气性能。焊点有无虚焊，有无与其他焊点桥连。

① 虚焊产生的原因及危害：焊锡质量差；助焊剂的还原性不良或用量不够；被焊接处表面未预先清洁好，镀锡不牢；烙铁头的温度过高或过低，表面有氧化层；焊接时间太长或太短，掌握的不好；焊接中焊锡尚未凝固时，焊接元件松动。

虚焊是电路可靠性的一大隐患，必须严格避免。进行手工焊接操作时尤其要加以注意。

② 通电检查：在外观检查结束后认为连线无误方可进行通电检查。

通电检查可以发现很多微小的缺陷，例如用目测观察不到的电路桥接，但对于内部虚焊的隐患就不容易觉察。如果发现元器件损坏，有可能是焊接时过热或烙铁漏电所致；如果电路不导通，有可能是电路短路或断路，主要原因有焊锡桥接、开裂、焊盘脱落、导线断丝等。

5. 常见焊点缺陷及分析

造成焊接缺陷的原因很多，主要的原因如表 1-1 所示。

1.1.2 常用焊接工具——电烙铁

电烙铁是无线电整机装配中最常用的手工焊接工具之一，被广泛用于各种无线电整机产品的生产与维修。

由于用途、结构的不同，有各种各样的电烙铁，从加热方式分有直热式、感应式、气体燃烧式等；从电烙铁发热能力分有 20W、30W 等；从功能分有单用式、两用式、恒温式、吸锡式等形式。最常用的还是直热式电烙铁。它又分为内热式和外热式两种。其典型电烙铁结构主要由以下几部分组成：