

中等职业教育电子信息类专业
“双证课程”培养方案配套教材

国家信息化
计算机教育认证

CEAC

指定教材

电子技术技能 与实训

主编 杨元挺
指导 中国职业技术教育学会
审定 CEAC 信息化培训认证管理办公室



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

中等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材

电子技术技能与实训

主 编 杨元挺

指 导 中国职业技术教育学会

审 定 CEAC 信息化培训认证管理办公室

高等教育出版社

内容简介

本书是 CEAC 认证教材,由高等教育出版社和信息产业部 CEAC 信息化培训认证管理办公室联合推出。本书参照了全国哲学社会科学“十五”规划重点课题“职业教育与就业准入制度互动关系研究”成果之一——中等职业教育电子信息类“双证课程”培养方案,及教育部颁布的电子技术应用专业教学指导方案编写,同时参考了相关行业职业资格标准或行业职业技能鉴定标准。

本书内容包括常用电子元器件、常用电子仪器的使用常识、电子生产工艺要点、EDA 技术及课题制作等。本书从应用的角度出发,深入浅出地介绍有关的基本知识和基本技能,并力图结合课题训练等实践环节,尝试课堂理论与实践一体化教学法,体现职业教育教学方法和现代教育技术的应用,提高课堂教学效率和效果。为了便于深入学习和理解书中内容,各章节后都附有思考与练习题,同时给出了大量难度不同、规格不同的课题,方便教师教学及读者自学。

本书可作为参加 CEAC 认证考试人员的复习考试用书,也可作为中等职业学校电子信息类专业教材及相关岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术技能与实训/杨元挺主编. —北京:高等教育出版社,2006.7

ISBN 7-04-019750-2

I.电... II.杨... III.电子技术-资格考核-教材 IV.TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 059579 号

策划编辑 王卫民

责任编辑 王卫民

封面设计 于涛

版式设计 王艳红

责任校对 许月萍

责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100011

总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司

印 刷 唐山市润丰印务有限公司

开 本 787×1092 1/16

印 张 15.25

字 数 360 000

购书热线 010-58581118

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landraco.com>

<http://www.landraco.com.cn>

畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006年7月第1版

印 次 2006年7月第1次印刷

定 价 22.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19750-00

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep. com. cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

中等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材

编审委员会

顾 问	黄 尧	陈 伟	刘来泉	李怀康	马叔平	余祖光
	王军伟	姜大源	高 林	刘 杰	周 明	王文瑾
	吕忠民	邹德林	张 方			
主 任	和 枫	鲍 涌				
课程审定	程 周	贾长云	赵佩华	谭建伟		
行业审定	洪京一	许 远				
秘 书 长	马 旭	曹洪波	杨春慧			
编 委	张百章	杨元挺	李明生	王廷才	戎 磊	钟名湖
	陈振源	曹德跃	林理明	耿德普	章 夔	史新人
	谢文和	谭建伟	虞 勤	田文雅	谢 川	吴 伟
	赵佩华	韩希义	张凌杰	王协瑞	郑 宇	成宏超
	陈海斌	耿 骞	江林升	贾长云	张荣胜	

出版说明

中等职业教育肩负着为社会主义建设培养数以亿计的高素质劳动者的历史任务。要完成这个历史重任,职业教育应增强服务于社会经济发展的意识,要从学科本位向就业与职业技能为本位转变。职业学校要坚持以服务为宗旨,以就业为导向,面向社会、面向市场办学,深化办学模式和人才培养模式改革,努力提高职业教育的质量和效益。

在职业教育中,国家提倡学历证书、培训证书或职业资格证书并举的双证书制度。双证书制度作为沟通职业教育与行业用人需求,联系职业教育与劳动就业制度的桥梁,起到越来越重要的作用,是促进职业学校学生就业的重要举措之一。

《中华人民共和国职业教育法》中明确规定了“在我国实行学历证书、培训证书和职业资格证书制度”。“证书标准”有助于推动职业学校人才培养模式的转变,起到促进就业作用,职业教育工作者、行业企业专家、相关政府部门或行业组织需要共同努力,科学、理智地选择各类职业认证及培训教学资源。

全国哲学社会科学“十五”规划重点课题“职业教育与就业准入制度互动关系研究”课题组在中国职业技术教育学会、信息产业部信息化培训认证管理办公室的指导下,在教育行政部门、劳动和社会保障行政部门有关领导和学者的支持下,研发成功了中等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案,该方案于2005年通过中国职业技术教育学会、信息产业部信息化培训认证管理办公室组织的专家鉴定。根据该方案,我们共同组织编写了中等职业教育电子信息类专业“双证课程”唯一配套教材,并列入劳动和社会保障部全国职业培训与技能鉴定教材。

本套教材贯彻了课题改革的成果,突出行业需求、符合教学管理要求,力图体现当前中等职业教育教学改革与创新思想。主要特点有:

(1) 依据行业企业需求开发。配套教材根据信息产业发展对复合型高技能人才需求的特点,结合信息产业部最新推出的“CEAC——院校IT职业认证证书”标准要求,通过认证表明了持证人具备了相应认证的技术水平和应用能力,可以作为相关岗位选聘人员、技术水平鉴定的参考依据。将其引入学历教育,可以使中职学生在不延长学制的情况下,同时获得职业证书,提高就业的竞争力。

(2) 依据最新专业目录开发。配套教材以教育部最新制定的《中等职业教育专业目录》中的电子信息类专业设置情况为依据,进行专业课程建设。根据行业的职业认证的要求,每个专业的培养方案中,有3~5门课程与相应的职业认证要求直接对应。

通过对电子信息行业的职业分析,我们重点开发了一系列职业专项能力教材。因为职业专项能力采用循序渐进的方式进行培养,反映了某项职业专门技术从易到难的训练过程,也是理论学习从简到难的过程,故又称为“链式课程”(Chain Curriculum)教材。同时将努力配套立体化教学资源,以保证这些课程的授课质量。

本套教材包括“电子与信息技术专业”（电子测量技术方向、电子电路 CAD/CAM 方向、电子声像设备方向、电子产品营销方向）和“通信技术专业”（无线电通信设备方向、通信用户终端维护技术方向）的 13 门认证课程教材。

教材根据教育部“技能型紧缺人才培养方案”和中等职业教育电子信息类“企业技能型人才培养方案”编写，运用以就业为导向的职业能力系统化的开发方法开发而成。教材注重对学生职业技能的培养，使认证考试和中职学校日常教学紧密结合。教材出版的同时，将为教师提供可供教学使用的电子演示文稿和考证复习题，以帮助学生顺利取得“国家信息化计算机教育认证——院校 IT 职业认证证书”。

由于时间仓促，本套教材还不可避免地存在这样那样的不足，甚至由于学识水平所限，虽竭智尽力，仍难免谬误，希望专家、同行、学者给予批评指正。

高等教育出版社

CEAC 信息化培训认证管理办公室

2006 年 4 月

序

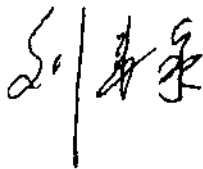
我很高兴看到,根据全国哲学社会科学“十五”规划重点课题“职业教育与就业准入制度互动关系研究”成果之一的“中等职业教育‘双证课程’培养方案”,编制出了“中等职业教育电子信息类专业‘双证课程’培养方案”。该培养方案的系列配套教材,将由高等教育出版社出版。

中等职业教育肩负着为社会主义建设培养数以亿计的高素质劳动者的历史任务。全面建设小康社会,走新型工业化道路,提高产业竞争力,推进城镇化,解决“三农”问题,促进就业和再就业,对提高劳动者素质、加快技能型人才培养提出了迫切要求。

为适应经济社会迅速变革的需要,职业教育应坚持以学生为中心、以能力为本位的原则,增强服务经济社会发展和人的发展的能力。以服务为宗旨,以就业为导向,面向社会和市场办学,深化办学模式和人才培养模式改革,提高教育教学质量,是职业教育一项长期的任务。中等职业教育要根据行业企业需求,设置专业、开发课程,推进精品课程和精品教材建设。紧跟当今世界行业企业生产和技术进步的要求,不断更新教材和教学内容,增强职业教育的适应性和针对性。实行产教结合,加强校企合作,积极开展“订单式”培养。优化课堂教学和实训环节,强化就业技能和综合职业能力培养,大力推行学历证书和职业资格证书教育。

“中等职业教育电子信息类专业‘双证课程’培养方案”及其系列配套教材,是国家信息化培训认证管理办公室和中国职业技术教育学会合作的结果,是进行电子信息类专业建设和课程改革的有益探索。这种由电子信息领域教育专家和信息产业行业部门合作,在对信息产业人才需求进行分析基础上,有针对性地设计出符合产业发展需求的技能型人才培养方案,编写出配套教材并由行业部门颁发相应的职业资格证书,将有利于提高学生的职业能力,有利于职业学校人才培养“供需对路”,有利于教育更好地为行业企业服务。在国内还少有成套方案、成熟经验的情况下,能在较短的时间内编写出系列教材及相应的数字化教学资源,实属难能可贵。

希望这套教材的出版,对中等职业教育电子信息类专业建设有所裨益和推动,并再接再厉,在不断借鉴国内外经验的基础上,在教育教学中不断改革和实践,以期该套教材日臻完善。



2006年4月10日

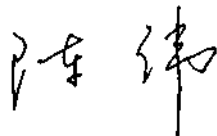
序

党的十六大、十六届五中全会和《2006—2020 年国家信息化发展战略》对推进信息化建设提出了更新、更高的要求。要完成好信息化推进的各项任务，人才是关键。培养大批既有专业技术，又能熟练运用电子信息技术的人才，已成为加快经济社会发展的迫切任务之一。

马叔平同志牵头研究的全国哲学社会科学“十五”规划重点课题“职业教育与就业准入制度互动关系研究”取得了一系列成果，其中之一“中等职业教育电子信息类专业‘双证课程’培养方案”已通过评审。本课题以信息产业和信息化的需求为导向，研究如何培养急需的信息化人才和信息产业一线技术工人，我感到非常及时。

我非常欣慰地看到，该课题在研究中很好地体现了“坚持以就业为导向，增强职业教育主动服务经济社会发展的能力”的原则。在对信息产业行业的人才需求进行调查分析的基础上，结合国家有关的职业标准、行业认证标准，制定符合信息产业发展和信息化建设需要的“人才培养”方案，既有利于培养符合需求、供需对路的人才，促进信息产业和信息化的发展，同时也有利于教育部门深化教育改革，提高办学质量和效益，实在是值得肯定的。

信息化推进司作为信息产业部负责推进信息化工作的职能部门，肩负着推动信息化人才培养的职责。该方案符合推进信息化建设、促进信息化人才培训的工作目标。期待该方案在推动信息产业人才培养方面能够发挥积极作用，为我国信息化建设做出应有的贡献。



2006 年 4 月 6 日

前 言

本书根据教育部颁布的中等职业学校《电子技术技能训练教学基本要求》编写,包含了教学基本要求中要求的基本知识和基本技能。本书为 CEAC 认证指定教材。

电子技术是高新技术,它已广泛应用于信息技术的各个领域,并已扩展到国民经济的各个部门,而且进入了家庭。本书是电子技术应用的基础,也是电子技术应用专业的一门重要的技术技能课。本书编写中力求突出以下特点:

1. 体现电子技术的新知识、新器件、新工艺、新技术的应用,内容上注重集成电路的应用,同时又兼顾课题的训练目标(如典型分立电路的应用),突出数字电路的应用,介绍 EWB 和 Protel 在电子技术中的应用,各单元内容力求精悍短小。

2. 内容丰富、全面、详实、涵盖中职信息技术类学生必须掌握的各种基本技能:从元器件选用、仪器使用、印制电路板制作到电路调试一应俱全。此外,还介绍了产品开发和生产的全过程,以便尽快适应工作单位的生产环境。

3. 较系统和确切地叙述电子技术实训在教学中的地位、作用和要求。

4. 列出大量难度不同、规格不同的实训课题,既有实用性,又便于实现。

5. 体现能力为本位的职教特色。各章有明确的知识和技能目标,实作和演练使教材更有针对性,突出电子技术的实用性。

为了便于深入学习和理解书中内容,各章节后都附有思考与练习题,方便教师教学及读者自学。

本书由福建信息职业技术学院杨元挺、重庆市教科所唐果南主编,福建信息职业技术学院陈晓文、重庆市垫江县职业高级中学彭克发参编。其中,第 1, 3 章由杨元挺老师编写,第 2, 5 章和课题 3~16 及附录由陈晓文老师编写,课题 1~2 由唐果南老师编写,第 4 章由彭克发老师编写;最后由杨元挺老师统编全书。

东南大学谢嘉奎教授对本书进行了认真细致的审阅,并提出了许多修改意见。在本书编写过程中,还得到了不少同志的帮助。广东电子技术学校熊耀辉、天津仪表无线电工业学校季世伦、南昌无线电工业学校曾日波、成都航空职业技术学院唐程山、南京无线电工业学校王钧铭、珠海电子工业学校张中洲、重庆职业技术学院任德齐、山东电子工业学校刘勇等参加了本书编写大纲的讨论。郭勇、姜能座、朱铭、罗郑升、陈开洪等同志对本书的编写做了大量工作,在此一并表示感谢。

本书在编写方式上力求创新,使之适合现代中等职业教育,由于编写时间仓促,编者水平有限,书中疏漏乃至错误之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2006 年 4 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 电子技术技能训练的性质和任务	1
1.1.1 电子技术技能训练的性质	1
1.1.2 电子技术技能训练的任务	2
1.2 电子产品制作的一般过程	2
1.2.1 确定电路设计指标与可行性预测	3
1.2.2 电路设计与仿真分析	3
1.2.3 画出电路图及生成 PCB 图	8
1.2.4 印制电路板制作	9
1.2.5 元器件准备	9
1.2.6 装配、调试与指标测量	9
1.2.7 工艺技术文件编写	10
1.3 电子技术技能训练的基本要求	10
思考与练习题	11
第 2 章 常用电子仪器的使用	12
2.1 电子仪器的分类	12
2.2 常用电子仪器的介绍与使用练习	13
2.2.1 低频信号发生器	13
2.2.2 DF2172B 型双通道交流毫伏表	15
2.2.3 示波器	17
2.2.4 XFG-7 型标准信号发生器	26
2.2.5 稳压电源	27
2.2.6 万用表	28
2.2.7 HZ4832 型晶体管特性图示仪	31
2.2.8 XPD1252-BT3C RF 宽带扫频仪	37
2.3 仪器使用说明书的使用	40
2.4 使用仪器的一般规则	42
2.5 正确获取和处理数据	43
思考与练习题	44
第 3 章 常用电子元器件介绍	45
3.1 电阻器、电容器、电感器介绍	45
3.1.1 电阻器的介绍	45

3.1.2	电容器的介绍	47
3.1.3	电感器与变压器的介绍	51
3.2	晶体二极管、三极管介绍	52
3.2.1	二极管	52
3.2.2	三极管	52
3.3	常用集成电路的识别与简单测试	55
3.3.1	集成电路的型号及命名	55
3.3.2	集成电路外形及引线排列	56
3.3.3	集成电路使用方法	57
3.3.4	集成运算放大器的简单测试介绍	58
3.4	特殊器件	61
3.4.1	光电耦合器	61
3.4.2	SMT 片状元器件	62
3.5	器件手册的使用	63
3.5.1	正确使用器件手册的意义	63
3.5.2	器件手册的基本内容	63
3.5.3	器件手册的使用方法	64
	思考与练习题	65
第4章	电子生产工艺要点	67
4.1	电子设备组装工艺	67
4.1.1	布局	67
4.1.2	印制电路板的组装	68
4.1.3	布线及扎线工艺	73
4.1.4	组装结构工艺	78
4.2	焊接技术	80
4.2.1	焊接的基本知识	80
4.2.2	手工焊接技术	83
4.2.3	生产焊接技术	90
4.3	调试工艺	91
4.3.1	调试仪器	92
4.3.2	调试工艺技术	93
4.3.3	整机检验	98
	思考与练习题	102
*第5章	EDA 技术简介	103
5.1	概述	103
5.1.1	EDA 技术	103
5.1.2	PC 机上的 EDA 软件	103
5.2	电路分析软件 EWB	104

5.2.1	EWB 的基本界面	104
5.2.2	EWB 的基本操作方法	105
5.2.3	连线的操作	108
5.2.4	常用的仪器仪表使用	110
5.3	Protel98 电路设计的基本方法和步骤	112
5.3.1	认识 Protel98	112
5.3.2	原理图的绘制	114
5.3.3	生成网络表	125
5.3.4	印制电路板的制作	127
	思考与练习题	136
第 6 章	选用课题	138
6.1	低频功率放大器制作	138
6.1.1	低频功率放大器的组成及原理	138
6.1.2	低频功率放大器的仿真分析	139
6.1.3	低频功率放大器的制作过程	140
	思考与练习题	145
6.2	直流稳压电源制作	147
6.2.1	直流稳压电源	147
6.2.2	电路制作、调试与指标测量	149
6.2.3	装配注意事项	150
	思考与练习题	150
6.3	信号发生器制作	151
6.3.1	方波和三角波发生器的组成及原理	151
6.3.2	方波和三角波发生器的仿真分析	152
6.3.3	方波和三角波发生器的制作过程	153
	思考与练习题	154
6.4	数字密码开关制作	155
6.4.1	数字密码开关的组成及原理	155
6.4.2	数字密码开关的仿真分析	157
6.4.3	数字密码开关的制作过程	158
	思考与练习题	160
6.5	声光逻辑电平测试器制作	160
6.5.1	声光逻辑电平测试器的组成及原理	160
6.5.2	声光逻辑电平测试器的仿真分析	161
6.5.3	声光逻辑电平测试器的制作过程	163
	思考与练习题	164
6.6	数字钟兼钟控定时器制作	165
6.6.1	时钟集成电路 LM8364	165

6.6.2 数字钟兼钟控定时器的组成及原理	167
6.6.3 数字钟兼钟控定时器的制作过程	170
思考与练习题	172
6.7 电子摇奖机制作	173
6.7.1 电子摇奖机的组成及原理	173
*6.7.2 电子摇奖机的仿真分析	175
6.7.3 电子摇奖机的制作过程	176
思考与练习题	177
6.8 红外无绳耳机制作	178
6.8.1 锁相环	178
6.8.2 红外无绳耳机的组成及原理	179
6.8.3 红外无绳耳机的制作过程	180
思考与练习题	183
6.9 双色循环彩灯控制器制作	183
6.9.1 双色循环彩灯控制器的组成及原理	183
*6.9.2 双色循环彩灯控制器的仿真分析	187
6.9.3 双色循环彩灯控制器的制作过程	188
思考与练习题	190
6.10 数显抢答器制作	190
6.10.1 数显抢答器的组成及原理	190
*6.10.2 数显抢答器的仿真分析	192
6.10.3 数显抢答器的制作过程	193
思考与练习题	194
6.11 鉴频器制作	195
6.11.1 调频解调集成电路 LM3361	195
6.11.2 鉴频器的组成及原理	196
6.11.3 鉴频器的制作过程	197
思考与练习题	199
6.12 台灯调光电路制作	199
6.12.1 工作原理	199
6.12.2 元器件选择	200
6.12.3 装配调试	200
思考与练习题	202
6.13 新型无线遥控系统	202
6.13.1 各种典型电路	203
6.13.2 使用无线遥控系统的注意事项	204
6.13.3 元器件选择及印制电路板制作	204
思考与练习题	205

6.14 数字频率计制作	205
6.14.1 数字频率计的组成及原理	205
6.14.2 数字频率计的制作过程	208
思考与练习题	210
6.15 交通信号灯控制电路制作	210
6.15.1 交通信号灯控制电路的组成及原理	210
6.15.2 交通信号灯控制电路的仿真分析	211
6.15.3 交通信号灯控制电路的制作过程	211
思考与练习题	213
6.16 数字电压表制作	213
6.16.1 $4\frac{1}{2}$ 位 A/D 转换器 ICL7135	214
6.16.2 $4\frac{1}{2}$ 位数字电压表的组成及原理	216
6.16.3 $4\frac{1}{2}$ 位数字电压表的制作过程	217
思考与练习题	218
附录	219
参考文献	226

第1章 绪 论

知识目标:

明确电子技术技能训练性质和任务;

明确电子技术技能训练的过程;

明确电子技术技能训练的要求。

技能目标:

了解根据设计指标选取电路的基本方法;

了解电子技术技能训练的方法和步骤。

1.1 电子技术技能训练的性质和任务

1.1.1 电子技术技能训练的性质

电子技术技能训练是中等职业学校电子与信息技术类专业一项重要的集中基本技能训练,是理论知识的综合与应用。

现在,我国的教育改革进入了新阶段,国家对中等职业教育从宏观到微观做出了一系列根本性的改革,尤其是对中职培养目标的定位,对中职毕业生基本素质和能力的要求作了明确的说明,其影响是巨大而深远的。中等职业学校要培养与我国社会主义现代化建设要求相适应,德智体美等方面全面发展,具有综合职业能力,在生产、服务、技术和管理第一线工作的高素质劳动者和中初级专门人才。中等职业学校毕业生应该掌握必需的文化基础知识、专业知识和比较熟练的职业技能,具有继续学习的能力和适应职业变化的能力,具有创新精神和实践能力、立业创业能力。

适应市场经济和中职培养目标的要求,职业教育应突出对学生职业技能的培养。电子与信息技术类专业是实践性很强的专业,应该加强对学生实践能力的培养,尤其是对中等职业学校的学生而言,学生的实际操作能力显得尤为重要。电子技术技能训练作为一门独立的课程,正体现了实践的重要性,只有通过各种实践教学,才能使中职毕业生具备“比较熟练的职业技能”和“适应职业变化的能力”。技能训练是中等职业学校一个重要的实践教学环节,它与实验、生产实习、毕业实习构成实践性教学体系,中职学生较强的动手能力,依赖实践性教学体系对学生的培养。电子技术技能训练是电子与信息技术类专业各种技能训练中最基本的技能训练,旨在巩固理论知识,理解理论知识的实际应用,加强实际操作能力,培养学生初步的职业技能。

1.1.2 电子技术技能训练的任务

电子技术技能训练的任务是使学生具备作为在电子与信息技术领域生产、服务、技术和管理第一线工作的高素质劳动者和中初级专门人才所必需的基本知识、基本技能和初步的职业技能, 为学生学习专业知识, 增强适应职业变化的能力打下一定的基础。

通过技能训练, 学生应能了解电子产品设计与制作的一般过程, 能阅读电路原理图、印制电路板(PCB)图, 能借助手册查阅电子元器件及材料的有关数据, 能正确选择使用元器件和材料, 能熟练地装接电子电路并使用电子仪器进行测试, 能在教师指导下解决电子电路制作过程中出现的一般问题, 能对所制作电路的指标和性能进行测试并提出改进意见。

1.2 电子产品制作的一般过程

电子产品研制的一般过程如图 1.1 所示, 从市场调研到正式批量生产要经过一定的周期, 过程比较复杂, 考虑的因素也较多。在画出电原理图前, 必须完成电子电路的制作, 因此它是电子产品制作的一个阶段, 其一般过程如图 1.2 所示。

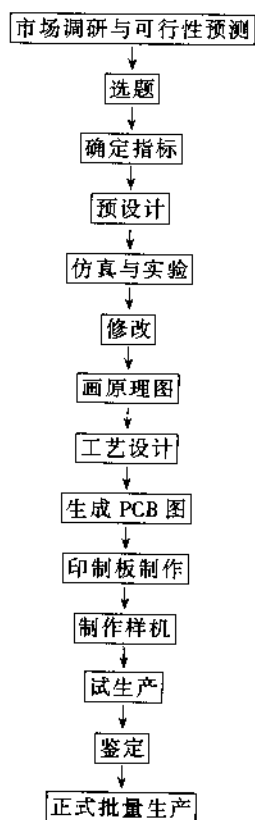


图 1.1 电子产品制作过程

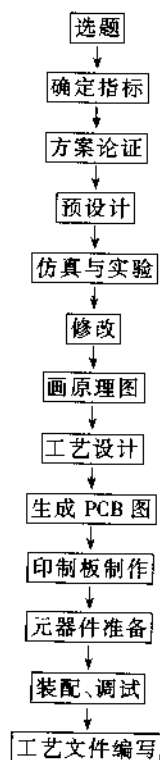


图 1.2 电子电路制作过程

电子电路设计的质量对产品性能的优劣和经济效益的高低具有举足轻重的作用。如果设计时所采用的方法和电路不好, 选用的元器件太贵或筛选困难等, 往往会造成产品性能差, 生产