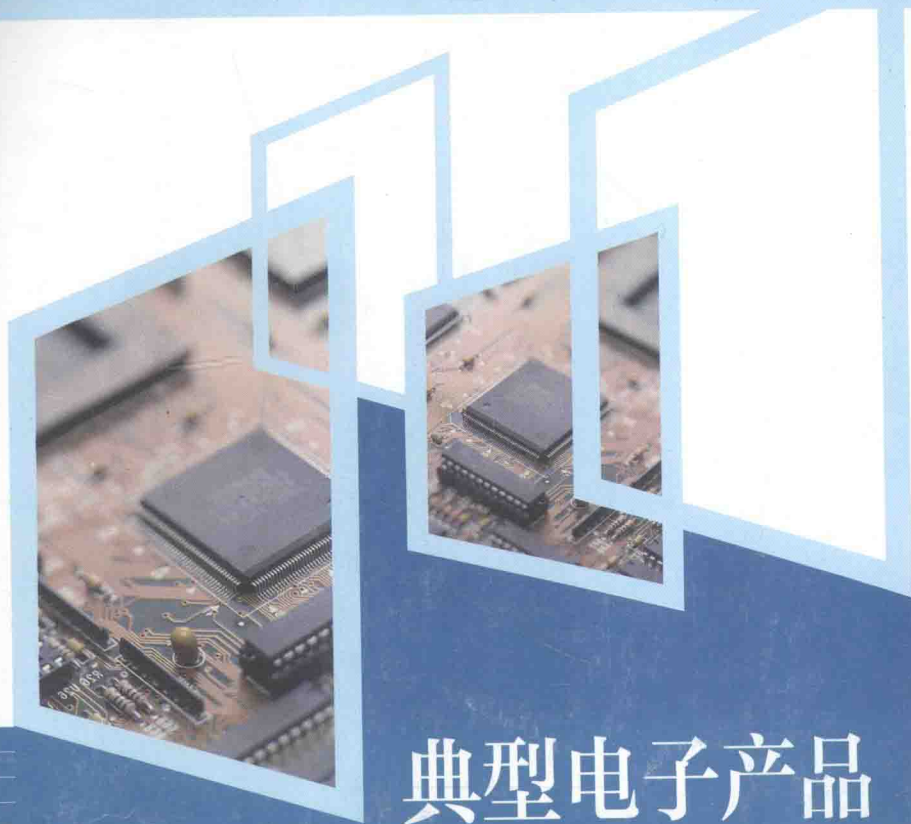




教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
电子技术应用专业师资培训包开发项目 (LBZD036)



典型电子产品 ——函数信号发生器 的设计与制作

教育部 财政部 组编
朱 宏 主编
陈锦燕 杨忠孝 执行主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
电子技术应用专业师资培训包开发项目 (LBZD036)

典型电子产品 ——函数信号发生器 的设计与制作

Dianxing Dianzi Chanpin

—— Hanshu Xinhao Fashengqi de Sheji yu Zhizuo

教育部 财政部 组编

朱 宏 主编

陈锦燕 杨忠孝 执行主编

内容提要

本书是教育部和财政部“中等职业学校教师素质提高计划”中“电子技术应用专业师资培训包开发项目(LBZD036)”的成果之一。

本书力求体现“以职业活动为导向,以职业技能为核心”的指导思想和中等职业学校《电子技术应用专业教师教学能力标准》的要求。内容主要包括五部分:电子产品(电路系统)设计概述,函数信号发生器方案设计,函数信号发生器 PCB 设计,函数信号发生器组装与调试,函数信号发生器可靠性试验。

本书可作为职业院校电子技术应用专业教师的培训教材,也可供从事电子产品设计、制作、使用、维修的专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

典型电子产品:函数信号发生器的设计与制作/朱宏主编;教育部,财政部组编.—北京:高等教育出版社,2012.1

教育部和财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
ISBN 978-7-04-033698-6

I. ①典… II. ①朱…②教…③财… III. ①函数发生器:信号发生器-设计-中等专业学校-师资培训-教材②函数发生器:信号发生器-制作-中等专业学校-师资培训-教材 IV. ①TM935

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 268113 号

策划编辑 王丹丹	责任编辑 李葛平	封面设计 张 志	版式设计 马敬茹
责任校对 胡晓琪	责任印制 刘思涵		

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 100120
印 刷 唐山市润丰印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 17
字 数 350 千字
插 页 1
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2012 年 1 月第 1 版
印 次 2012 年 1 月第 1 次印刷
定 价 40.30 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 33698-00

教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
系列丛书

编写委员会

主 任	鲁 昕				
副主任	葛道凯	赵 路	王继平	孙光奇	
成 员	郭春鸣	胡成玉	张禹钦	包华影	王继平(同济大学)
	刘宏杰	王 征	王克杰	李新发	

专家指导委员会

主 任	刘来泉				
副主任	王宪成	石伟平			
成 员	翟海魂	史国栋	周耕夫	俞启定	姜大源
	邓泽民	杨铭铎	周志刚	夏金星	沈 希
	徐肇杰	卢双盈	曹 晔	陈吉红	和 震
	韩亚兰				

教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
系列丛书

电子技术应用专业师资培训包开发项目 (LBZD036)

项目牵头单位 电子科技大学

项目负责人 朱 宏

出版说明

根据 2005 年全国职业教育工作会议精神和《国务院关于大力发展职业教育的决定》(国发[2005]35 号),教育部、财政部 2006 年 12 月印发了《关于实施中等职业学校教师素质提高计划的意见》(教职成[2006]13 号),决定“十一五”期间中央财政投入 5 亿元用于实施中等职业学校师资队伍建设相关项目。其中,安排 4 000 万元,支持 39 个培训工作基础好、相关学科优势明显的全国重点建设职教师资培养培训基地牵头,联合有关高等学校、职业学校、行业企业,共同开发中等职业学校重点专业师资培训方案、课程和教材(以下简称“培训包项目”)。

经过四年多的努力,培训包项目取得了丰富成果。一是开发了中等职业学校 70 个专业的教师培训包,内容包括专业教师的教学能力标准、培训方案、专业核心课程教材、专业教学法教材和培训质量评价指标体系 5 方面成果。二是开发了中等职业学校校长资格培训、提高培训和高级研修 3 个校长培训包,内容包括校长岗位职责和能力标准、培训方案、培训教材、培训质量评价指标体系 4 方面成果。三是取得了 7 项职教师资公共基础研究成果,内容包括中等职业学校德育课教师、职业指导和心理健康教育教师培训方案、培训教材,教师培训项目体系、教师资格制度、教师培训教育类公共课程、职业教育教学法和现代教育技术、教师培训网站建设等课程教材、政策研究、制度设计和信息平台等。上述成果,共整理汇编出 300 多本正式出版物。

培训包项目的实施具有如下特点:一是系统设计框架。项目成果涵盖了从标准、方案到教材、评价的一整套内容,成果之间紧密衔接。同时,针对职教师资队伍建设的基础性问题,设计了专门的公共基础研究课题。二是坚持调研先行。项目承担单位进行了 3 000 多次调研,深度访谈 2 000 多次,发放问卷 200 多万份,调研范围覆盖了 70 多个行业和全国所有省(区、市),收集了大量翔实的一手数据和材料,为提高成果的科学性奠定了坚实基础。三是多方广泛参与。在 39 个项目牵头单位组织下,另有 110 多所国内外高等学校和科研机构、260 多个行业企业、36 个政府管理部门、277 所职业院校参加了开发工作,参与研发人员 2 100 多人,形成了政府、学校、行业、企业和科研机构共同参与的研发模式。四是突出职教特

色。项目成果打破学科体系,根据职业学校教学特点,结合产业发展实际,将行动导向、工作过程系统化、任务驱动等理念应用到项目开发中,体现了职教师资培训内容和方式方法的特殊性。五是研究实践并进。几年来,项目承担单位在职业学校进行了1 000多次成果试验。阶段性成果形成后,在中等职业学校专业骨干教师国家级培训、省级培训、企业实践等活动中先行试用,不断总结经验、修改完善,提高了项目成果的针对性、应用性。六是严格过程管理。两部成立了专家指导委员会和项目管理办公室,在项目实施过程中先后组织研讨、培训和推进会近30次,来自职业教育办学、研究和管理一线的数十位领导、专家和实践工作者对成果进行了严格把关,确保了项目开发的正确方向。

作为“十一五”期间教育部、财政部实施的中等职业学校教师素质提高计划的重要内容,培训包项目的实施及所取得的成果,对于进一步完善职业教育师资培养培训体系,推动职教师资培训工作的科学化、规范化具有基础性和开创性意义。这一系列成果,既是职教师资培养培训机构开展教师培训活动的专门教材,也是职业学校教师在职自学的重要读物,同时也将为各级职业教育管理部门加强和改进职教教师管理和培训工作提供有益借鉴。希望各级教育行政部门、职教师资培训机构和职业学校要充分利用好这些成果。

为了高质量完成项目开发任务,全体项目承担单位和项目开发人员付出了巨大努力,中等职业学校教师素质提高计划专家指导委员会、项目管理办公室及相关方面的专家和同志投入了大量心血,承担出版任务的11家出版社开展了富有成效的工作。在此,我们一并表示衷心的感谢!

编写委员会

2011年10月

前言

为贯彻落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》，教育部全面启动、实施了“中等职业学校教师素质提高计划”。通过对中等职业学校教师培训，提高职业学校专业教师在专业教学中驾驭职业活动的能力，从而使培养的学生能满足职业领域和工作岗位能力的要求。

中等职业学校《电子技术应用专业教师教学能力标准》要求，专业教师要具备“电子电路设计、制作能力”。本书选择一种典型的电子产品——函数信号发生器，通过完成对函数信号发生器整机电路的方案设计、PCB 设计制作、单元电路的组装调试、整机电路的组装与联调、整机可靠性试验等不同阶段任务，实现对模拟电子技术、数字电子技术、PCB 设计、电子仪器与测量等专业核心知识、技能的培养与综合应用，从而使受训的中职专业教师具备开发、设计制作一个完整的电子产品的能力。

本书选择的函数信号发生器是中等职业学校实训室里一种常用的、典型的电子设备。通常函数信号发生器由四个单元电路组成，在电子产品开发设计中，这四个单元电路有很好的代表性和可移植性，稍作调整，即可适用于其他具有独立功能的电子产品，受训教师通过完成这些单元项目的设计与制作，对提高动手实践能力有实实在在的帮助。还可以为培养中职教师维护和改进电子、电工实验/实训室通用设备、设施的能力，奠定必要的理论基础和积累实际动手经验。本书选择的项目建立在苏州市“无线电调试工”（高级工）职业技能鉴定“应会”试题中的一个子项目的基础之上，将项目内容在形式上进行了修改，实践证明有很好的典型性和可操作性，并能满足国家职业技能鉴定标准的要求，选择这样的项目也利于中等职业学校教师获取高级工证书。

教材在编写中，突出了职业技术教育的几个重要特点。第一，教材体现了中等职业学校《电子技术应用专业教师教学能力标准》中有关实践能力培养的要求。教师能力标准中有关实践能力的模块一“电子元件识别与管理能力”、模块二“电子产品装接能力”、模块三“电子电路测试能力”、模块四“电子产品质量检验能力”以及“电子产品设计能力”在本书中都得到了很好的综合体现。第二，本书与电子产品生产企业的一线职业活动形成对接。职业性是职业教育的特征，专业性、实用性和生产性是其具体表现，电子企业的生产过程就是生产工

艺标准的贯彻过程。因此,本书的编写以一线职业活动为线索,力求更加真实地再现电子产品的开发设计过程。本书的第四部分函数信号发生器组装与调试,几乎是在企业的真实生产环境中实现,其组织、管理及规范的各种表格都是具体的体现。本书的第五部分函数信号发生器可靠性试验,以及附录中丰富的国家标准文件的贯彻,都很好地体现了产品的“真实”生产过程,借以达到形成相应的职业能力。第三,本书的体例和结构是电子技术应用专业教学法的综合体现。对专业教学法的探讨与应用是专业教师培训的重要内容,本书的编写符合任务驱动、项目教学、基于工作过程导向等职业教育理念。本书突出实践技能培养,从设计任务、原理方案,到版图设计、整机的装配与调试,直接与生产过程相衔接,体现了产品开发设计的全过程,体现在教学培训中,又有很好的操作性。第四,本书任务明确,主线清晰。将大量的、培训中可能要遇到的相关内容放到附录中,使得本书既具有项目教学教材简洁、适用的特点,又不失专业知识体系的完整与丰富。第五,本书内容丰富,表现形式多样。书中插入了大量的图片,模拟工业场景,教学直观性好,信息量大,将有效地提高培训和教学的效能和效率。

本书的第一部分是电子产品(电路系统)设计概述、第二部分是函数信号发生器方案设计,适合“骨干”层级教师培训使用。第三部分是函数信号发生器 PCB 设计,适合“提高”层级教师培训使用。第四部分是函数信号发生器装配与调试,第五部分是函数信号发生器可靠性试验,这两部分内容适合“上岗”层级和“提高”层级教师培训使用。

本书是教育部和财政部“中等职业学校教师素质提高计划”中“电子技术应用专业师资培训包开发项目(LBZD036)”的成果之一,本项目的负责人是电子科技大学朱宏,项目牵头人是电子科技大学杨忠孝,子项目合作单位包括四川职业技术学院、苏州工业园区职业技术学院,子项目负责人为苏州工业园区职业技术学院的王应海和屈有安。

本书由朱宏任主编,陈锦燕、杨忠孝任执行主编,习友宝、李红益、戴锐青任执行副主编。汤伟芳、郭家星、崔延等老师共同参与了本书的编写工作。第一部分由杨忠孝、陈锦燕编写;杨忠孝还编写了前言、全部教学策略和建议、教学法分析讨论;第二部分、第四部分和第五部分由陈锦燕编写;3.2.2 节和 4.1 节由李红益编写;第三部分由戴锐青、汤伟芳编写;2.3、4.4 和 4.5 节由郭家星编写;2.4、4.2 节由崔延编写。

杨忠孝、习友宝对书稿进行了全面审阅;朱永金、成有才、陈国光、段景山等对书稿提出了宝贵的修改意见和建议;在编写过程中还得到屈有安老师的指点和帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,错误、疏漏之处难免,恳请读者指正。

编者

2011 年 9 月

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进行严厉打击。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 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

第一部分 电子产品(电路系统)设计概述 / 1

【任务描述】 / 1

【任务实施】 / 1

1.1 概述 / 1

1.2 设计的基本内容 / 2

1.3 设计的基本方法 / 2

1.4 设计的基本流程 / 3

1.5 设计的基本原则 / 7

1.6 稳定电路系统设计的措施 / 8

1.7 电路系统设计的工具 / 10

【任务分析】 / 13

【教学策略和建议】 / 13

【教学法分析讨论】 / 13

1.8 拓展阅读材料 / 14

第二部分 函数信号发生器方案设计 / 19

【任务描述】 / 20

【任务分析】 / 21

2.1 波形产生电路 / 22

【任务描述】 / 22

【任务分析】 / 23

【电路设计】 / 24

【电路方案】 / 26
2.2 频率测量与数字显示电路 / 30
【任务描述】 / 30
【任务分析】 / 30
【电路设计】 / 31
【电路方案】 / 34
2.3 电压测量与数字显示电路 / 37
【任务描述】 / 37
【任务分析】 / 38
【电路设计】 / 39
【电路方案】 / 43
2.4 电源电路 / 44
【任务描述】 / 44
【任务分析】 / 45
【电路设计】 / 46
【电路方案】 / 52
2.5 函数信号发生器整机电路 / 53
【任务描述】 / 53
【任务分析】 / 53
【目标成果】 / 53
【教学策略和建议】 / 54
【教学法分析讨论】 / 54

第三部分 函数信号发生器 PCB 设计 / 56

【任务描述】 / 56
【任务分析】 / 56
3.1 函数信号发生器原理图绘制 / 57
3.2 函数信号发生器 PCB 设计 / 86
【教学策略和建议】 / 124
【教学法分析讨论】 / 125

第四部分 函数信号发生器组装与调试 / 127

【任务描述】 / 127

【任务分析】 / 127

4.1 组装 / 128

【任务描述】 / 128

【任务分析】 / 128

【任务实施】 / 129

【成果展示】 / 139

【分析讨论】 / 140

4.2 电源电路调试 / 141

【任务描述】 / 141

【任务分析】 / 142

【测试方案】 / 142

【任务实施】 / 144

【调试报告】 / 152

【分析讨论】 / 153

4.3 波形产生电路调试 / 153

【任务描述】 / 153

【任务分析】 / 154

【测试方案】 / 154

【任务实施】 / 155

【调试报告】 / 161

【分析讨论】 / 161

4.4 频率测量与数字显示电路调试 / 162

【任务描述】 / 162

【任务分析】 / 163

【检测方案】 / 163

【任务实施】 / 164

【调试报告】 / 171

【分析讨论】 / 171

4.5 电压测量与数字显示电路调试 / 172

【任务描述】 / 172

【任务分析】 / 173

【测试方案】 / 173

【任务实施】 / 174

【调试报告】 / 182

【分析讨论】 / 183

4.6 函数信号发生器电路联调 / 183

【任务描述】 / 183

【任务分析】 / 184

【测试方案】 / 184

【任务实施】 / 185

【调试报告】 / 194

【分析讨论】 / 195

【教学策略和建议】 / 196

【教学法分析讨论】 / 196

第五部分 函数信号发生器可靠性试验 / 198

【任务描述】 / 199

【任务分析】 / 200

【任务实施】 / 200

【试验结果】 / 202

【教学策略和建议】 / 202

【教学法分析讨论】 / 202

附录 / 205

附录1 产品设计开发管理程序 / 205

附录2 低频信号发生器通用技术条件(中华人民共和国国家标准) / 209

附录3 无线电调试工(高级)职业工种技能鉴定标准 / 231

附录4 波形产生电路工作原理 / 233

附录 5 电压测量与数字显示电路工作原理 / 238

附录 6 低频信号发生器测试方法 / 242

参考文献  / 257

第一部分 电子产品(电路系统)设计概述

【任务描述】

- (1) 熟悉电路系统设计的基本概念。
- (2) 熟悉电路系统设计的基本内容。
- (3) 熟悉电路系统设计的基本方法。
- (4) 熟悉电路系统设计的基本流程。
- (5) 熟悉电路系统设计的基本原则。
- (6) 熟悉电路系统设计的基本工具。

【任务实施】

1.1 概述

随着人类社会步入高度发达的信息化时代,电子信息类产品日益广泛地应用于各个领域。市场需求的变化使电子产品更新换代越来越快,能否尽快开发设计出适应市场需求的产品已成为企业生存的关键。产品开发的需求推动着设计方法不断更新,传统的设计方法逐步退出历史舞台,取而代之的是以计算机为工作平台,融合了半导体技术、计算机技术、应用电子技术、智能化技术最新成果而形成的电子设计自动化(Electronic Design Automation, EDA)技术。

设计(Design)是一种创造性活动,人类在创造社会物质文明的同时也促进了设计的发展。“设计”一词在日常生活和工作中经常使用,但人们对设计的概念却较为模糊,含义也相对广泛。《现代汉语词典》中对“设计”的解释是:正式做某项工作之前,根据一定的目的和要

求,预先制订计划、方法、图样等。

从上面的定义可以明确,设计是一个思维过程,是构思和创造,将设想以最佳方式转化为现实的活动过程。

电子产品设计就是根据顾客和市场的需要,以电路理论为依据,以生产条件和工艺技术为基础,创新构思,将研究、设计的方案予以实现的过程。

电子产品大多数是由模拟电路、数字电路或模数混合电路组合而成的。电路设计既是一门科学,又是一门艺术,实现同样的技术指标,不同的人有不同的设计方案。但总的来说,电路设计的基本步骤、内容、方法和流程大同小异。

1.2 设计的基本内容

进行电路的设计,一般应包括四个环节,即拟定性能指标、电路的预设计、试制实验和修改设计。

完整的电子产品设计的基本内容主要有以下几项:

- (1) 拟定电路设计的技术条件。
- (2) 选择电源的种类。
- (3) 确定负载容量。
- (4) 设计电路原理图、接线图、安装图、装配图。
- (5) 选择电子元器件,制定电子元器件明细表。
- (6) 画出执行元件、控制部件及检测元件总布局图。
- (7) 设计机壳、面板、印制电路板、接线板,以及非标准电器和专用安装零件。
- (8) 编写设计技术说明书和使用说明书。

1.3 设计的基本方法

电子电路种类繁多、形式多样,电路结构千差万别,因而设计的方法也会因情况不同而有所差别。设计人员应根据实际情况综合考虑,对众多的限制条件做出折中考虑,对众多的选择灵活掌握,最终确定一种对性能、指标、生产技术、条件和成本都合理的技术路线。

1. 借鉴设计法

电路设计者虽然可以自己设计具体电路,但实际设计时不一定完全需要自己设计。首先,要考虑电路的实用性、期限和造价。已有的成熟电路往往经过实践的考验,因而更有工程价值,借用电路可以缩短设计周期。新设计的电路,只有在具有技术先进、明显的性能改善和可以降低成本时,才会被工程上接受。

设计者在接到设计任务或确定设计目标后,应结合产品,进行调查研究,了解该行业中