

大学生电子设计丛书



DIANZI DIANLU SHEJI  
JISHU JICHU

# 电子电路设计 技术基础

主 编 钟洪声  
副主编 崔红玲 皇晓辉



电子科技大学出版社

大学生电子设计丛书

DIANZI DIANLU SHEJI  
JISHU JICHU

# 电子电路设计 技术基础

主 编 钟洪声  
副主编 崔红玲 皇晓辉

常州大学图书馆  
藏书章



电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电子电路设计技术基础 / 钟洪声主编. —成都:  
电子科技大学出版社, 2012. 4  
(大学生电子设计丛书)  
ISBN 978-7-5647-0800-9

I. ①电… II. ①钟… III. ①电子电路—电路设计  
IV. ①TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 050389 号

大学生电子设计丛书  
电子电路设计技术基础

主 编 钟洪声  
副主编 崔红玲 皇晓辉

---

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)  
策划编辑: 谢应成 张克铃  
责任编辑: 辜守义  
主 页: www.uestcp.com.cn  
电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn  
发 行: 新华书店经销  
印 刷: 四川川印印刷有限公司  
成品尺寸: 185mm×260mm 印张 24 字数 580 千字  
版 次: 2012 年 4 月第一版  
印 次: 2012 年 4 月第一次印刷  
书 号: ISBN 978-7-5647-0800-9  
定 价: 48.00 元

---

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83208003。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

## 《大学生电子设计丛书》编委名单

(以下姓名按笔画排列)

刘 伟 李玉柏 李良超 李晓宁  
李朝海 余 魅 杨月寒 杨忠孝  
杨 炼 邹 林 陈祝明 陈 瑜  
沈 洁 吴 涛 张 钜 林静然  
钟洪声 皇晓辉 唐 续 崔红玲  
程红霞 鲍景富

# 序

大学生的科技活动已经成为人才培养的重要环节。开展大学生科技竞赛的训练和比赛可以检验学生所学课程知识的掌握程度，培养学生的科研能力和工程经验，搭起书本知识与工程实践的桥梁。全国大学生电子设计竞赛坚持以促进课程建设和教学改革为目的，在电子技术工科专业的人才培养中发挥了巨大的作用。电子科技大学在组织和培训大学生参加电子设计竞赛方面成绩显著，经验丰富，并开设了全校公共选修课《电子设计与制作》实践课程，以培养学生设计与科研能力，这是教学改革的一种探索与实践。

电子科技大学在《电子设计与制作》实践课程的建设中，突出动手引导型的教学模式，教学内容实现了“单知识点学习与应用”向“系统知识学习与应用”、“被动验证、设计与制作”向“自主命题、设计与开发”、“单一知识设计”向“系统产品制作”以及“实验报告编写”向“设计报告和科技论文撰写”的转变。经过教学实践，取得了较好教学效果。

在总结课程建设和学生培训的经验基础上，学校组织相关教师编写了《大学生电子设计丛书》，共计四本。

第一本书《电子电路设计技术基础》，主要介绍电子设计的基础知识、电子元器件选取与识别、基本电路的设计与制作、电路设计工具的使用、信号完整性分析、基本电子仪器的应用、电子电路调试、测试和分析等电子设计基础知识。

第二本书《最小系统设计与应用》，主要介绍电子系统核心电路——处理器最小系统的设计，具体包括，单片微型计算机的结构、最小系统的评估和核心芯片选取、最小系统的存储结构和设备设计、最小系统开发环境和软件开发、系统应用软件优化、最小系统低功耗处理技术，以及最小系统的典型应用。

第三本书《高频电路设计与制作》，主要介绍高频电子系统的核心电路，比如 LC 选频放大器电路设计、功率放大电路设计、频率合成原理与 PLL 电路设计、信号的调制与解调电路设计、频率上下搬移电路设计、滤波器设计、阻抗匹配原理和匹配电路设计等。

第四本书《电子系统专题设计与制作》，以电子技术应用的专题方向，分类介绍专题设计制作的基础知识和设计难点，并结合电源系统设计、测量系统设计、数字电路设计、通信系统设计和控制系统设计等具体应用方向的典型系统设计，介绍系统产品开发的理论知识和设计步骤。

本套丛书覆盖从基础的电路设计知识，到最小核心系统设计；从模块电路到系统电路多方面内容，对指导大学生参加电子设计的科技活动和科技竞赛有一定的参考价值。

**全国大学生电子设计竞赛四川赛区专家组**

## 基础篇序

本书是一本介绍电子电路设计基础知识和基本技能的入门教材，不同于传统的电子电路设计教材。传统教材偏重电子技术理论学习和电路理论学习，本书却完全站在一个电子电路设计爱好者的角度，以工程技能训练为主线进行教材编写。

本书的特点有：首先，本书没有从半导体物理与电子器件开始引入电子器件原理，而是从元器件识别和电路识别开始感受电子电路；没有从理论推导进行内容展开，而是以理论应用、原理图、电路图为主进行电路设计。因此，本书是指引读者进行电子电路的具体设计，而不是停留在理论分析上。其次，本书介绍了电子电路组装、焊接等知识，帮助学生自己动手完成电子电路设计工作。再者，本书强调电路调试，包括电路调试工具、仪器的使用，提升读者解决实际电路问题的能力。最后，本书给出了具体的基本电路设计实验，帮助读者进行具体应用练习。

本书的主要内容有：绪论，基本元器件介绍，基本元器件测量方法，电路版图设计，电路焊接安装调试技术，基本电源设计与制作，运算放大器应用与电路的设计，三极管放大器设计，模拟滤波器设计与制作，信号源设计，数字逻辑电路原理与简单电路设计，常用传感器介绍，示波器原理与应用，频谱分析仪介绍和应用等。

此外，本书提供了大学生电子设计竞赛实例解析、常用晶体管型号及封装、常用运算放大器型号及封装等附件，以便读者在电子设计过程中参考。

# 前 言

我国高等教育高速发展,大学生人数已居世界第一。随着高等教育的发展和人才的需求,社会对大学生也提出了更高的要求。电子信息技术高速发展,对于电子信息工程领域大学生的要求也进一步提高。

近几十年,电子技术发展很快,电子元件和材料不断更新,电路设计手段和工具也不断进步。电子技术带来的产业及社会经济发展速度也很快,社会对于人才的需求与人才培养模式的矛盾还是越来越突出。比如,社会期望大学生有较强的实践能力、创新能力,能够很快适应现代生产和社会服务的需求。而我们的大学生普遍重视理论基础,对于工程实践能力的训练重视程度还显得不够。近些年来,教育部采取了一些措施,改革实践教学模式,积极推出了鼓励大学生电子设计实践的计划,并取得了很大的成绩。比如,大学生电子设计竞赛每两年举行一次,规模大,影响大,对于大学生实践能力的提高,起到了很好的作用。

本书正是在这一历史环境下推出,期望进一步鼓励大学生参加电子设计实践,提高在本专业的工程素养。本书不是单独应用于本专业的大学生教学,而是本专业大学教育的一个补充材料。通过本书的学习和实践训练,可以提高学生的工程实践认识,对于理论学习和理解起到良好的帮助作用,并有利于本专业学生的教学和教育效果。

电子信息科学与技术是一门工程实践性很强的学科。除了要求很好的数学、物理等基础之外,也要求有工程实践能力。忽略工程实践训练,会影响学生对理论的认识深度。基本理论教材中,介绍讨论的主要是数学模型,如果缺少实践,学生很难将学习的理论知识自然地与物理世界实际相联系起来,造成认识上的困惑甚至误解。比如,晶体管,电子技术重要元件,如果学生从来没有应用过,就很难理解,为什么需要加直流偏置?如何加直流偏置?为什么小信号电路等效会出现一个受控源,这个受控源与数学模型的受控源有区别吗?学生对这些问题,没有理解,可能造成认识误区,经常会认为,这个数学模型与实际电路是完全对应的,按此推理,其放大比例是固定的,当出现失真时,又会造成理解困难。

其实任何物理规律都是在一定条件下运行的。教育是接受前人总结的理论,这种理论往往是提取事物的主要因数,建立之间的关系,并利用数学语言表达出来。在接受教育时,不需要重复前人的实践过程,只通过理论推理认识事物的规律,从而提高我们认识世界的效率。但是,我们认识的水平和能力是有限的,可能经常会出现一些不正确或不全正确的理解。因此,实验和实践会有助于我们的理解。

回顾我们的学习过程也是这样,我们对事物的认识也不是一学习就认识清楚了,也是不断地误解并不断地学习,修正自己的认识。我们自己有很深刻的经验,经过自己实际动手实验的理论,认识就比较清楚且比较深入。

通过实践,补充和提高认识水平;通过实践,提高实践动手能力,有助于创新思维的触发,提高工程实践技术。

电子信息科学与技术这一学科与社会发展密切相关,科学技术推动社会发展,反之,社

会需求和应用引导本学科的发展与进步。因此，本专业与社会需求和发展密切相关，对于人才的要求也不断提高适应社会发展的需求。

本书从另外一个视角，指导学生通过动手，理解电子技术的基本知识。全书共 17 章，第 1 章，导论，介绍工程实践及科技创新活动的意义；第 2 章，常用基本元器件，介绍电阻、电容、电感、变压器、二极管和晶体管等基本元器件的特性；第 3 章，基本工具，介绍电子设计中常用的基本工具及其应用；第 4 章，元器件的测量方法，介绍常用元件的检测方法；第 5 章，焊接及安装技术，介绍电路的简单焊接和安装方法和技术；第 6 章，电路版图设计，介绍简单电路板的设计方法和操作程序；第 7 章，电源设计与制作，介绍简单的线性电源的设计与制作方法，并指导完成一个最简单的电源设计任务；第 8 章，运算放大器应用，介绍运算放大器的一些典型应用实例；第 9 章，常用电子测量仪器，介绍万用表、示波器、函数发生器等简单的测量仪器；第 10 章，简单信号源的设计，介绍利用运算放大器设计一个简单信号源发生器，并指导完成该电路的制作；第 11 章，简单电路的安装和调试，介绍电路安装和调试的程序和技巧；第 12 章，常用传感器，介绍几种常用的传感器的工作原理；第 13 章，简单放大器设计，介绍晶体管和 MOS 管放大器的基本工作原理，指导学生完成一个单管放大器的设计制作；第 14 章，简单滤波器设计，介绍简单常用无源和有源滤波器的设计；第 15 章，频谱分析仪，介绍频谱分析仪的工作原理及常用频谱分析仪的应用；第 16 章，数字电路基本概念，介绍数字逻辑电路的基本原理和设计思想；第 17 章，综合设计，介绍利用单片机完成一个简易计算器的设计。

参加本书编写工作的教师共 11 人，第 1 章，导论，由李玉柏编写；第 2 章，常用基本元器件，第 3 章，基本工具，由崔红玲编写；第 4 章，元器件的测量方法，由皇晓辉编写；第 5 章，焊接及安装技术，由李晓宁编写；第 6 章，电路版图设计，由陈瑜编写；第 7 章，电源设计与制作，由钟洪声编写；第 8 章，运算放大器应用，第 9 章，常用电子测量仪器，由崔红玲编写；第 10 章，简单信号源的设计，由陈瑜编写；第 11 章，简单电路的安装和调试，由杨忠孝、张钜编写；第 12 章，常用传感器，由钟洪声、崔红玲编写；第 13 章，简单放大器设计，由李朝海编写；第 14 章，简单滤波器设计，由皇晓辉编写；第 15 章，频谱分析仪，由唐续编写；第 16 章，数字电路基本概念，由杨忠效编写；第 17 章，综合设计，由邹林编写；钟洪声负责全书的统编整理和协调；邹林负责附件资料的收集。

本书是从工程实践的角度出发，根据循序渐进的原则，指导电子技术领域大学生参加电子设计的入门教材。书中含有四五个实际训练题目，如果能够按要求完成，对于学生的实践动手能力是一个很好的训练。

电子科技大学近十年大学生科技竞赛实际培训，分为三个阶段，初级班、中级班和高级班。本书是初级班训练计划和经验的总结，凝结了教练组全体教师的辛勤工作。但是，由于本人的水平有限，对于工程训练的规律认识还不是很清楚，难免有不少的问题和不足，请广大读者批评和指正。

**钟洪声**

2011 年 12 月



## 目 录

第1章 绪论.....	1
1.1 工程教育改革与大学生科技创新活动.....	1
1.1.1 我国工程教育面临的问题.....	1
1.1.2 工程教育的改革方向.....	2
1.1.3 以科技创新活动为载体,提升大学生工程素质.....	3
1.2 全国大学生电子设计竞赛的启示.....	5
1.2.1 全国大学生电子设计竞赛介绍.....	6
1.2.2 全国大学生电子设计竞赛基本情况.....	7
1.2.3 竞赛促进了电子信息类教育教学改革.....	10
1.3 电子电路设计技术基础的课程内容.....	12
【参考文献】.....	13
第2章 常用基本元器件.....	14
2.1 电阻器.....	14
2.1.1 电阻器的分类.....	14
2.1.2 电阻器的型号命名方法.....	15
2.1.3 电阻器的标称阻值和精度.....	15
2.1.4 电阻器的标志方法.....	16
2.1.5 各种电阻器的特点.....	18
2.1.6 电阻器在选用时的注意事项.....	19
2.1.7 贴片电阻器.....	19
2.2 电容器.....	22
2.2.1 电容器的分类.....	22
2.2.1 电容器的型号命名方法.....	23
2.2.3 电容器的标志方法.....	23
2.1.4 电容器的选用.....	24
2.1.5 贴片电容器.....	26
2.3 电感线圈.....	27
2.3.1 电感线圈的分类.....	27
2.3.2 电感线圈的型号命名方法.....	27
2.3.3 电感线圈的标志方法.....	28
2.3.4 电感线圈的主要参数.....	28
2.3.5 绕制线圈的注意事项.....	29



2.3.6 贴片电感.....	30
2.4 变压器.....	30
2.4.1 变压器的种类和型号命名.....	31
2.4.2 小型电源变压器.....	32
2.5 二极管.....	33
2.5.1 二极管的分类.....	33
2.5.2 二极管的型号命名方法.....	37
2.5.3 二极管的主要参数.....	38
2.5.4 二极管在使用时的注意事项.....	38
2.6 三极管.....	39
2.6.1 三极管的分类.....	39
2.6.2 三极管的型号命名方法.....	40
2.6.3 三极管的主要参数.....	40
2.6.4 三极管的使用时的注意事项.....	41
2.6.5 三极管的置换原则.....	41
2.7 场效应管.....	42
2.7.1 场效应管的分类.....	42
2.7.2 场效应管的型号命名方法.....	42
2.7.3 场效应管的主要参数.....	43
2.7.4 场效应管使用时的注意事项.....	43
<b>第3章 常用的工具.....</b>	<b>45</b>
3.1 面包板.....	45
3.1.1 面包板的结构.....	45
3.1.2 面包板的使用方法及注意事项.....	46
3.2 焊接工具.....	47
3.2.1 电烙铁.....	47
3.2.2 焊料.....	49
3.3 手工工具.....	51
3.3.1 钳子.....	51
3.3.2 螺丝刀.....	52
3.3.3 镊子.....	52
3.3.4 常用的导线.....	52
3.3.5 排线.....	53
3.4 万用表.....	53
3.4.1 模拟式万用表的基本原理及使用.....	54
3.4.2 MF500B 万用表.....	56
3.4.3 数字式万用表的使用.....	57

第4章 电子元器件的简单检测.....	59
4.1 电阻检测.....	59
4.1.1 使用万用表欧姆挡测量电阻.....	59
4.1.2 电阻类元件的简单检测方法 with 经验.....	63
4.2 半导体二极管和三极管的简单检测.....	65
4.2.1 二极管的简单检测.....	65
4.2.2 晶体管的简单检测.....	69
4.3 电容器的简单检测.....	71
4.3.1 用指针式万用表检测无极性的固定电容器.....	71
4.3.2 用指针式万用表检测电解电容.....	72
4.3.3 用数字万用表检测电容器.....	73
4.4 电感器和电源变压器的简单检测.....	76
4.4.1 用万用表检测色码电感.....	76
4.4.2 电源变压器的简单检测.....	76
第5章 电路焊接与安装.....	79
5.1 电子电路组装工艺基础知识.....	79
5.2 电子电路组装前的准备工作.....	80
5.2.1 印制板与元器件的检查.....	80
5.2.2 可焊性与元器件引脚整形.....	80
5.3 电子电路插件技术.....	81
5.3.1 元器件插装顺序.....	81
5.3.2 元器件插装方式.....	81
5.4 电子电路焊接技术.....	82
5.4.1 焊接原理.....	82
5.4.2 焊前处理.....	83
5.4.3 手工焊接的操作.....	83
5.4.4 手工焊接的规则.....	84
5.4.5 焊后处理.....	85
5.4.8 导线焊接前处理.....	86
5.5 电子电路组装.....	87
5.6 电子电路组装工程实践.....	87
【参考文献】.....	88
第6章 电路版图设计.....	89
6.1 常用EDA软件介绍.....	89
6.2 电路板的设计流程.....	90
6.3 原理图设计概要.....	90
6.4 电路板设计概要.....	91



6.4.1 设置电路板参数.....	91
6.4.2 PCB 的布局与布线.....	92
6.5 制版实例.....	94
6.5.1 电路原理图设计.....	94
6.5.2 单面印制电路板设计.....	100
6.6 印制电路板的外出加工.....	105
6.7 自制印刷电路板.....	106
6.8 实训题目.....	107
【参考文献】.....	107
<b>第7章 电源设计与制作.....</b>	<b>108</b>
7.1 线性稳压电源的基本原理.....	108
7.1.1 设计方案的讨论.....	108
7.1.2 线性稳压电源各部分介绍.....	109
7.1.3 线性稳压电源电路原理.....	110
7.2 线性稳压电源设计分析.....	111
7.2.1 技术指标定义.....	111
7.2.2 电路设计分析.....	114
7.3 电路安装与调试.....	117
7.4 电路测试.....	119
7.5 电源多路输出.....	121
练习题.....	122
<b>第8章 常用电子测量仪器.....</b>	<b>123</b>
8.1 示波器.....	123
8.1.1 模拟示波器原理简介.....	123
8.1.2 通用模拟示波器 VP-5220D 介绍.....	127
8.1.3 优利德 2000 系列示波器.....	130
8.2 函数发生器/计数器.....	140
8.2.1 EE1641 (SP1641B) 型函数发生器/计数器.....	140
8.2.2 SPF40 型函数发生器/计数器.....	144
8.3 晶体管毫伏表.....	156
8.3.1 晶体管毫伏表的工作原理.....	156
8.3.2 晶体管毫伏表的使用方法.....	158
8.4 直流稳压电源.....	159
<b>第9章 运算放大器.....</b>	<b>162</b>
9.1 集成运放的参数.....	162
9.2 集成运放的种类及选择.....	163

9.3 集成运放的使用注意事项.....	164
<b>第 10 章 基于运算放大器的简单信号源设计.....</b>	<b>167</b>
10.1 运算放大器应用.....	167
10.2 设计任务.....	170
10.3 设计原理与方案.....	170
10.3.1 设计方案参考.....	170
10.3.2 设计方案实现举例.....	170
10.4 电路测试方法与指标.....	175
10.5 实训题目.....	176
【参考文献】.....	176
<b>第 11 章 电路安装与调试.....</b>	<b>177</b>
11.1 安装前的准备.....	177
11.1.1 PCB 检查.....	177
11.1.2 电子元器件检测.....	178
11.2 电路检查.....	181
11.2.1 不通电的检查要点.....	181
11.2.2 电路的调试.....	182
11.2.3 电路测量及数据处理.....	186
11.3 电子电路的故障维修技术.....	187
11.3.1 电路故障分析.....	187
11.3.2 故障电路常用检查方法.....	191
11.3.3 电路故障分析与排除方法.....	196
11.3.4 电路故障维修注意事项.....	198
11.4 电路元件拆卸方法.....	199
11.5 接地与屏蔽.....	202
11.5.1 接地技术.....	202
11.5.2 屏蔽技术.....	205
动手训练题.....	205
【参考文献】.....	206
<b>第 12 章 常用传感器.....</b>	<b>207</b>
12.1 声电转换.....	207
12.1.1 麦克风.....	207
12.1.2 扬声器.....	209
12.1.3 超声波换能器.....	210
12.2 光电转换.....	212
12.2.1 光敏管.....	213



12.2.2 红外管.....	214
12.2.3 CCD.....	215
12.3 温度传感器.....	215
12.4 力学传感器.....	217
12.4.1 压力.....	217
12.4.2 速度.....	219
12.5 天线.....	220
练习题.....	220
【参考文献】.....	220
<b>第 13 章 放大器设计.....</b>	<b>221</b>
13.1 晶体三极管放大电路.....	221
13.1.1 BJT 偏置电路.....	221
13.1.2 三种基本组态放大器.....	223
13.2 场效应管放大电路.....	228
13.2.1 FET 偏置电路.....	228
13.2.2 基本场效应管放大电路及其交流指标.....	229
13.2.3 FET 与 BJT 比较.....	231
13.3 放大器频率响应.....	232
13.3.1 放大器频率特性曲线.....	232
13.3.2 放大器通频带的估算.....	233
13.4 功率放大电路.....	234
13.4.1 OCL 电路基本原理.....	234
13.4.2 OTL 电路基本原理.....	236
13.5 放大电路设计与测试.....	236
13.5.1 设计实例.....	236
13.5.2 测试方法.....	240
13.6 音频功放设计.....	242
13.6.1 设计任务与要求.....	242
13.6.2 简单解析.....	242
13.6.3 测试方法.....	244
练习题.....	245
【参考文献】.....	245
<b>第 14 章 滤波器设计.....</b>	<b>246</b>
14.1 滤波器的基础知识.....	246
14.1.1 滤波器的种类.....	246
14.1.2 滤波器的幅频特性.....	247
14.1.3 滤波电路的传递函数.....	248

14.2 无源 RC 滤波电路 .....	249
14.2.1 RC 低通滤波器 .....	249
14.2.2 RC 高通滤波电路 .....	251
14.2.3 RC 带通和带阻滤波电路 .....	252
14.3 有源滤波电路 .....	252
14.3.1 有源低通滤波电路 .....	252
14.3.2 有源高通、带通和带阻滤波电路 .....	256
14.4 滤波器设计基础 .....	260
14.4.1 一阶和二阶滤波器的传递函数 .....	260
14.4.2 滤波器的逼近函数 .....	261
14.4.3 有源滤波器的常见电路拓扑 .....	264
14.4.4 应用 FilterPro™ 软件设计有源滤波器 .....	265
14.5 其他类型的有源滤波器 .....	270
14.5.1 状态变量型有源滤波器 .....	270
14.5.2 开关电容滤波器 .....	275
14.6 LC 滤波器设计简介 .....	278
14.6.1 LC 低通滤波器的设计 .....	278
14.6.2 高通及带通 LC 滤波器的设计 .....	285
14.7 练习题 .....	287
题一: 使用 FilterPro™ 设计带通滤波器 .....	287
题二: 程控滤波器的设计与制作 .....	287
题三: LC 滤波器的设计与制作 .....	287
<b>第 15 章 频谱分析仪原理及应用简介 .....</b>	<b>288</b>
15.1 频谱分析仪基本原理及技术指标 .....	288
15.1.1 信号的频域分析 .....	289
15.1.2 频谱分析仪工作原理 .....	291
15.1.3 频谱分析仪基本性能指标 .....	295
15.2 频谱分析仪应用及基本操作 .....	295
15.2.1 操作界面 .....	296
15.2.2 基本操作示例 .....	298
15.2.3 幅频特性测量 .....	299
15.2.4 使用频谱分析仪的注意事项 .....	300
<b>第 16 章 数字电路基础 .....</b>	<b>303</b>
16.1 基本概念 .....	303
16.2 数制与编码 .....	307
16.3 基本逻辑运算 .....	313
16.3.1 基本逻辑运算 .....	313



16.3.2	逻辑函数及其表示方法.....	317
16.3.3	逻辑函数的基本定律及定理.....	319
16.4	数字组合逻辑电路设计实例.....	321
16.5	常用门电路简介.....	325
16.6	集成逻辑门使用注意事项.....	326
	动手训练题.....	329
	【参考文献】.....	330
第 17 章	综合设计.....	331
17.1	简易无线光通信系统.....	331
17.1.1	系统功能要求及基本解决思路.....	331
17.1.2	简单的语音无线光通信系统.....	333
17.1.3	能进行长距离通讯的 FM 无线光通信机.....	344
17.2	基于单片机的简易计算器设计与实现.....	351
17.3	简易函数发生器设计与实现.....	355
附录	常见封装形式参考.....	366



# 第1章 绪论

在高等院校工科专业的工程教育改革中，深化实践课程、完善工程实训是重要的内容。对于电子技术的工科学生，全国大学生电子设计竞赛，已经成为了提高大学生的工程素养的一个很有影响的平台，以此平台建设大学生电子设计系列实践课程和教材，有助于深化工程教育改革。

## 1.1 工程教育改革与大学生科技创新活动

21 世纪是知识经济高速发展的时代，是人才辈出的时代。全球一体化、经济爆炸给我国带来机遇的同时也带来挑战，各国对人才的需求达到了空前的膨胀，尤其是工程技术人才。全面推进教育改革，加强高等教育工科学生的工程素质教育，加强学生技术创新意识是当前工程教育的重要使命。这一使命的实现在于高等工程教育通过对自身体系及目标的深化改革，提高学生的工程素质，增强学生的工程实践能力，发展学生的创新思维和创新能力。

### 1.1.1 我国工程教育面临的问题

经过长期的历史证明，工程实践是提高工科学生综合素质的最佳课堂和手段。只有通过理论知识与工程实践、科技创新的紧密结合，积极构建具有中国特色的工程实践教学体系，才能真正发挥出中国高等工程教育的功能与作用，培养和造就出一代具有创新精神和创业能力的、年轻的社会经济建设的人才。

但是，正如清华大学校长顾秉林曾指出的：中国的工程教育目前存在很大的问题，主要是三大不足制约了其良性发展，一是人才培养结构体系不够完善，二是面向实际的工程训练不足，三是与企业联系不够紧密。

首先，人才培养结构体系不够完善问题，我国在 19 世纪末引入工程教育，已有百余年的历史，新中国成立后，为了尽快满足当时的国家建设需要，学习借鉴前苏联的模式，以对口专业需要为目的，将工程教育课程体系分为基础课、专业基础课、专业课。课程体系窄、专、深，人才的培养基本上是以应试教育、传授知识为主，严重制约了工程技术人员的在岗继续教育和素质、能力的提高，难以适应电子技术的高速发展。

随着现代工业化的系统能力要求不断增强，对过去那种专业面窄，学科、专业乃至课程各自封闭，自成体系，重理论轻应用，重知识轻能力提出了挑战。对工科大学毕业生的基本素质和工程实际能力提出了更高的要求。

其次，面向实际的工程训练不足的问题。工程教育中存在重“学”轻“术”的倾向使得许多工程院校直接为工业企业培养人才的人数偏少，学生缺乏解决实际工程问题的能力，缺乏对现代工程所必须具备的有关经济、社会方面的知识的了解，缺乏参与现代工程的领导、