



通信与导航系列规划教材

电子设计与实践

(第2版)

Electronic Design and Practice, 2nd Edition

◎ 刘霞 孟涛 魏青梅 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

通信与导航系列规划教材

电子设计与实践 (第2版)

Electronic Design and Practice, 2nd Edition

刘霞 孟涛 魏青梅 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是依据高等工科院校电子技术实践教学大纲的基本要求,结合作者多年的科研与教学经验编写而成的。全书以电子系统设计为主线,详细讲解了元器件选择、信号产生电路、多功能数字钟、数字式频率计、调幅接收机、传感器应用等设计原理与装调方法,系统讲解了电路仿真与 PCB 设计,单片机技术和可编程器件的开发及应用。目的在于提高读者的工程设计能力和实际操作能力,为后续专业课程的学习打下良好的基础。

本书内容新颖、实用性强、启发创新、适应教学,是高校电气与电子信息类专业本、专科学生课程设计的必备教材,也可供从事电子设计工作的工程技术人员参考。

本书配有教学课件(电子版),任课教师可从华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)上免费注册后下载。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子设计与实践 / 刘霞,孟涛,魏青梅编著. —2 版. —北京:电子工业出版社,2015.10

通信与导航系列规划教材

ISBN 978-7-121-27406-0

I. ①电… II. ①刘… ②孟… ③魏… III. ①电子电路—电路设计—高等学校—教材 IV. ①TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 245782 号

责任编辑:张来盛(zhangls@phei.com.cn)

印 刷:三河市兴达印务有限公司

装 订:三河市兴达印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:17.5 字数:448 千字

版 次:2009 年 4 月第 1 版

2015 年 10 月第 2 版

印 次:2015 年 10 月第 1 次印刷

印 数:2 500 册 定价:39.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

《通信与导航系列规划教材》编委会

主 编 吴耀光

副主编 管 桦 甘忠辉 高利平 魏 军

编 委 赵 罡 徐 有 吴德伟 黄国策 曹祥玉 达新宇

张晓燕 杜思深 吕 娜 翁木云 段艳丽 张串绒

刘 霞 张景伟 李 强 魏 伟 王 辉 朱 蒙

罗 玺 张 婧 郑光威 鲁 炜 李金良 李 凡

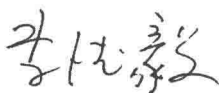
黄 涛 刘振霞 王兴亮 陈树新 程 建 严 红

《通信与导航系列规划教材》总序

互联网和全球卫星导航系统被称为是二十世纪人类的两个最伟大发明，这两大发明的交互作用与应用构成了这套丛书出版的时代背景。近年来，移动互联网、云计算、大数据、物联网、机器人不断丰富着这个时代背景，呈现出缤纷多彩的人类数字化生活。例如，基于位置的服务集成卫星定位、通信、地理信息、惯性导航、信息服务等技术，把恰当的信息在恰当的时刻、以恰当的粒度（信息详细程度）和恰当的媒体形态（文字、图形、语音、视频等）、送到恰当的地点、送给恰当的人。这样一来通信和导航就成为通用技术基础，更加凸显了这套丛书出版的意义。

由空军工程大学信息与导航学院组织编写的 14 部专业教材，涉及导航、密码学、通信、天线与电波传播、频谱管理、通信工程设计、数据链、增强现实原理与应用等，有些教材在教学中已经广泛采用，历经数次修订完善，更趋成熟；还有一些教材汇集了学院近年来的科研成果，有较强的针对性，内容新颖。这套丛书既适合各类专业技术人员进行专题学习，也可作为高校教材或参考用书。希望丛书的出版，有助于国内相关领域学科发展，为信息技术人才培养做出贡献。

中国工程院院士：



第 2 版前言

本书是一本理论性和实践性都很强的课程设计教材,是在 2009 年编写的《电子设计与实践》基础上修订再版的。近年来,随着电子技术的不断发展,电子设计及其应用技术都有了很大进步,实践教学改革也有了新的进展,这些都要求我们对第 1 版进行修订后再版。

在这次修订过程中,以“保持特色,体现先进,突出应用,引导创新”为指导思想,依据现代电子信息领域对电气与电子信息类专业本科人才能力的要求,以培养本科人才的电路和系统设计及应用能力为目标,进一步充实了更加详实的设计实例。第 2 版与第 1 版相比,在保证原教材定位及特色基础上,主要在以下几个方面做了调整和修改:

(1) 对教材的章节顺序进行了调整。在章节的安排上,紧紧围绕电子系统的设计、应用、装配和调试为主线,将第 1 章与第 2 章的顺序进行了调整,使读者能够在首先掌握电子设计与装调基本方法基础上,进行后续的电路设计与实践;另外,将第 7 章的内容提前到了第 3 章,充分应用现代 EDA 仿真技术完善电路设计。全书内容按照“电子设计与装调基本方法→电子设计与装调技术基础→Multisim11 电路仿真→电路设计与实践→单片机技术基础及应用→基于可编程逻辑器件的数字系统设计→Protel2004 电路设计”的体系结构编写,即便于教学,又使读者经历现代电子产品开发的全过程;以电子系统设计方法为基础,引入新器件、新方法、新工具,引入 EDA、单片机及可编程技术基础,融入应用工具软件,教辅相结合;具有内容先进、适应教学、实践性强、启发创新等特色,这样的调整使全书整体结构更加统一合理。

(2) 充实了电子系统设计实例。在第 4 章电路设计与实践中,对本章节里的一些电子系统设计实例,如多功能数字钟、信号产生电路等,在电路设计、分析、调试和总电路图等方面,进一步充实了更加详实的内容;另外,增加了“多路智力竞赛抢答器、数字式频率计和调幅接收机”三个电子系统设计实例,详细阐述了电路设计与要求、电路基本原理、设计过程指导和实验与调试,加强了指导性内容。

(3) 在保证第 1 版教材特色的基础上,紧跟电子信息技术动态,突出实用性、应用性和先进性,对第 3 章的 EDA 仿真软件进行了更新。选用了仿真功能更加强大的 Multisim11,采用软件介绍、虚拟仿真、真实电路和虚实对比的编写思路,更好地将 EDA 技术与电路设计有机结合。

本书第 2 版由刘霞主持编写,孟涛、魏青梅等参考编写,具体分工如下:刘霞编写第 3、5、7 章,孟涛编写第 4 章,魏青梅编写第 2 章和本书的课件,刘霞和侯传教共同编写第 1 章,侯传教、刘霞和李云共同编写第 6 章。全书由刘霞负责统稿。

本书得到了空军工程大学信息与导航学院教务办、教保办和信息侦察教研室的关怀和大力支持;侯传教副教授和任晓燕讲师在第 1 版的编写中做了大量的工作,对第 2 版的编写工作也给予了热情支持;空军大连通信士官学校校长王忠江教授、陕西科技大学电气与信息工程学院张震强高级工程师对本书第 1 版进行了审阅,并对本书的编写工作给予了大力支持。在本书出版之际,谨向他们致以最诚挚的谢意。同时,也感谢电子工业出版社领导和相关编辑对本书编写、出版的支持与帮助。

在本书的编写过程中,参考了大量的国内外著作和资料,并引用了其中的一些资料,难以一一列举,在此向有关作者表示衷心的感谢。

感谢读者多年来对本书的关心、支持与厚爱。本书的编写一定还存在不少缺点和不足,恳请读者批评指正。

第 1 版前言

本书是一本理论性和实践性都很强的课程设计教材。“电子设计与实践”是在学生掌握电子技术基础课程的电路基本理论和实验基础上开设的一门综合性、设计性课程，其目的在于将理论与实际有机地联系起来，巩固所学的理论知识，加强学生实践基本技能的综合训练。本书从提高学生动手操作能力和工程设计能力的角度出发，使学生经历现代电子产品开发的全过程，为后续专业课程的学习打下良好的基础。

全书共分 7 章。第 1 章介绍电子元器件的选择，装配工具及焊接工艺，以及印制电路板的设计与制作。第 2 章介绍电子电路设计的基本方法，电子电路组装与调试，干扰与抑制技术，电路故障与诊断，常见技术指标与测试，“电子设计”报告及电子设计所需参考资料的选取。第 3 章介绍单级晶体管放大电路，差分放大电路，积分运算电路，有源滤波器设计，直流稳压电源，信号产生电路，多功能数字钟，传感器及其应用电路，电机功率驱动电路的设计与实践。第 4 章介绍 MCS-51 系列单片机的结构和指令，单片机应用系统的设计与软硬件开发系统，单片机设计及应用实例，如 MCS-51 最小应用系统、计数器、定时器，以及简易数字电压表的设计等。第 5 章介绍基于可编程逻辑器件的数字系统设计。第 6 章介绍 Protel 2004 电路设计与 PCB 设计的基础知识。第 7 章介绍 Multisim 9 的基本操作以及 Multisim 9 的电路仿真分析。

本书以“保证基础，体现先进，联系实际，引导创新”为指导思想，紧紧围绕实际电路的设计和应用为主线，以传统电子设计方法为基础，引入新器件、新方法、新工具，引入单片机及可编程技术基础，引入 EDA 技术，融入应用工具软件，教辅相结合；具有内容先进、适应教学、实践性强、启发创新等特色；既是高校电工、电子类专业本、专科学生课程设计的必备教材，也可供从事电子设计工作的工程技术人员参考。

本书由刘霞拟订编写大纲和目录，具体编写分工如下：刘霞编写第 4 章、第 6 章和第 7 章，侯传教编写第 2 章和第 5 章，孟涛编写第 3 章，刘霞、杨智敏和侯传教共同编写第 1 章，任晓燕、魏青梅参与部分章节的编写工作。全书由刘霞统稿。

空军工程大学电讯工程学院王忠江副教授、陕西科技大学电气与信息工程学院张震强高级工程师对本书进行了审阅，提出了很多宝贵意见，并对本书的编写工作给予了大力支持，在此表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中，参考了大量的国内外著作和资料，并引用了其中的一些资料，难以一一列举，在此向有关作者表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，错误和不足在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

第 1 章 电子设计与装调基本方法	(1)
1.1 电子设计与装调的主要内容与要求	(1)
1.2 电子电路设计的基本方法	(1)
1.2.1 电子电路设计的一般流程	(1)
1.2.2 设计任务的提出	(1)
1.2.3 总体方案设计	(3)
1.2.4 硬件单元电路的设计与选择	(4)
1.2.5 硬件电路中元器件参数计算与选择	(6)
1.2.6 电路仿真及实验	(7)
1.2.7 软件设计与调试	(8)
1.2.8 绘制总电路图	(8)
1.2.9 结构设计	(9)
1.2.10 设计文件	(9)
1.3 电子电路组装与调试	(9)
1.3.1 组装与调试流程	(9)
1.3.2 元器件的预处理	(9)
1.3.3 电路板布局	(10)
1.3.4 电路的焊接	(10)
1.3.5 电路调试准备	(11)
1.3.6 电路静态调试	(11)
1.3.7 电路动态调试	(11)
1.4 干扰与抑制技术	(11)
1.4.1 干扰的产生及传播	(12)
1.4.2 干扰的抑制	(12)
1.5 故障与诊断	(14)
1.5.1 电子电路故障产生的原因	(14)
1.5.2 电子电路故障诊断与排除	(15)
1.6 电子设计报告	(17)
1.6.1 电子设计报告的要求	(17)
1.6.2 电子设计报告的格式	(17)
第 2 章 电子设计与装调技术基础	(18)
2.1 电子元器件的选择	(18)
2.1.1 电阻器	(18)
2.1.2 电容器	(23)

2.1.3	电感器	(26)
2.1.4	开关及接插元件	(27)
2.1.5	半导体分立器件	(28)
2.1.6	集成电路	(30)
2.1.7	传感器	(32)
2.1.8	继电器	(33)
2.1.9	表面贴装元件	(34)
2.2	装配与焊接	(37)
2.2.1	装配工具	(37)
2.2.2	焊接材料	(38)
2.2.3	焊接工艺和方法	(39)
2.3	印制电路板的设计与制作	(45)
2.3.1	印制电路板的结构布局设计	(45)
2.3.2	印制电路板上的元器件布线原则	(47)
2.3.3	印制导线和焊盘	(48)
2.3.4	印制电路板设计	(50)
2.3.5	印制电路板的制作	(50)
2.3.6	印制电路板的检验	(53)
第3章	Multisim 11 电路仿真	(55)
3.1	Multisim 11 概述	(55)
3.2	Multisim 11 用户界面	(56)
3.2.1	主窗口界面	(56)
3.2.2	菜单栏	(57)
3.2.3	标准工具栏	(60)
3.2.4	元件工具栏	(60)
3.2.5	虚拟仪表栏	(63)
3.2.6	设计工作盒	(64)
3.2.7	活动电路标签	(64)
3.2.8	电路仿真工作区	(64)
3.2.9	电子表格视窗	(64)
3.3	Multisim 11 的基本操作	(65)
3.3.1	仿真电路界面的设置	(65)
3.3.2	元器件的操作	(68)
3.3.3	导线的连接	(71)
3.3.4	添加文本	(73)
3.3.5	添加仪表	(75)
3.4	Multisim11 基本仿真分析	(75)
3.4.1	基本分析方法	(75)
3.4.2	共发射极负反馈放大电路仿真与分析	(76)

第4章 电路设计与实践	(83)
4.1 单级晶体管放大电路	(83)
4.1.1 设计任务与要求	(83)
4.1.2 电路基本原理	(84)
4.1.3 设计指导	(84)
4.1.4 实验与调试	(85)
4.2 差分放大电路	(86)
4.2.1 设计任务与要求	(86)
4.2.2 电路基本原理与设计指导	(87)
4.2.3 实验与调试	(88)
4.3 积分运算电路	(89)
4.3.1 设计任务与要求	(89)
4.3.2 电路基本原理	(89)
4.3.3 设计过程指导	(89)
4.3.4 实验与调试	(91)
4.4 有源滤波器设计	(91)
4.4.1 设计任务与要求	(92)
4.4.2 电路原理与设计指导	(92)
4.4.3 实验与调试	(95)
4.5 直流稳压电源	(95)
4.5.1 设计任务和要求	(96)
4.5.2 工作原理及技术指标要求	(96)
4.5.3 设计过程指导	(96)
4.5.4 实验与调试	(99)
4.5.5 任务知识拓展	(100)
4.6 信号产生电路	(101)
4.6.1 设计任务和要求	(101)
4.6.2 电路基本原理	(101)
4.6.3 设计过程指导	(102)
4.6.4 实验与调试	(106)
4.7 多功能数字钟	(107)
4.7.1 设计任务与要求	(107)
4.7.2 电路原理	(107)
4.7.3 调试要点	(110)
4.8 多路智力竞赛抢答器	(111)
4.8.1 设计任务与要求	(111)
4.8.2 电路原理与设计指导	(111)
4.8.3 调试要点	(115)
4.9 数字频率计	(116)

4.9.1	设计任务与要求	(116)
4.9.2	电路原理与设计指导	(116)
4.9.3	调试要点	(118)
4.9.4	专用八位通用频率计数器 ICM7216	(118)
4.10	调幅接收机	(121)
4.10.1	设计任务与要求	(123)
4.10.2	电路原理与设计指导	(123)
4.10.3	调试要点	(128)
4.10.4	六管中波调幅收音机的装配与调试	(129)
4.11	传感器及其应用电路	(134)
4.11.1	温度传感器及其应用	(135)
4.11.2	速度传感器及其应用	(137)
4.11.3	金属传感器	(139)
4.11.4	超声波传感器	(139)
4.12	电机功率驱动电路	(142)
4.12.1	直流电机驱动接口电路	(142)
4.12.2	步进电机及其驱动电路	(146)
第5章	单片机技术基础及应用	(149)
5.1	单片机微处理器概述	(149)
5.1.1	单片机的组成	(149)
5.1.2	单片机的特点	(149)
5.1.3	单片机的发展	(150)
5.1.4	单片机的应用	(150)
5.1.5	常用单片机的类型	(151)
5.2	MCS-51 单片机的硬件结构	(152)
5.2.1	MCS-51 单片机的硬件组成	(152)
5.2.2	存储器配置	(155)
5.2.3	CPU 时序及时钟电路	(158)
5.2.4	复位电路	(159)
5.2.5	地址译码	(160)
5.3	MCS-51 单片机指令集	(163)
5.4	单片机应用系统的设计与开发	(166)
5.4.1	单片机应用系统设计	(167)
5.4.2	单片机软硬件开发系统	(169)
5.5	单片机应用与实践	(170)
5.5.1	MCS-51 最小应用系统	(170)
5.5.2	输入/输出端口的应用	(172)
5.5.3	计数器	(174)
5.5.4	定时器	(175)

5.5.5	外部中断	(177)
5.5.6	键盘显示器的应用: 电子号码锁	(178)
5.5.7	简易数字电压表的设计	(182)
第 6 章	基于可编程逻辑器件的数字系统设计	(191)
6.1	可编程逻辑器件的基本原理	(191)
6.1.1	可编程逻辑器件概述	(191)
6.1.2	可编程逻辑器件基本结构	(191)
6.1.3	Altera 公司的 ACEX1K30 器件	(193)
6.2	基于可编程器件的数字系统设计	(197)
6.2.1	数字系统设计方法	(198)
6.2.2	数字系统设计方式	(199)
6.3	可编程逻辑器件开发软件及应用	(200)
6.3.1	Quartus II 概述	(200)
6.3.2	原理图输入设计法	(201)
6.3.3	VHDL 设计	(208)
6.4	VHDL 基础	(209)
6.4.1	VHDL 概述	(209)
6.4.2	VHDL 语言的基本结构	(210)
6.4.3	VHDL 语言元素	(211)
6.4.4	VHDL 基本描述语句	(212)
6.5	数字系统开发实例	(213)
6.5.1	基本电路设计	(213)
6.5.2	数字秒表设计	(216)
第 7 章	Protel 2004 电路设计	(226)
7.1	Protel 2004 的基础知识	(226)
7.1.1	Protel 概述	(226)
7.1.2	Protel 2004 的系统组成	(226)
7.1.3	Protel 2004 常用的编辑器	(227)
7.1.4	Protel 2004 的基本界面	(228)
7.2	用 Protel 2004 绘制电路原理图	(233)
7.2.1	进入原理图编辑器	(233)
7.2.2	设置原理图编辑器的参数	(235)
7.2.3	绘制电路原理图	(237)
7.2.4	绘制原理图符号	(242)
7.2.5	建立层次式原理图	(243)
7.3	原理图的后处理	(245)
7.3.1	原理图的编译	(245)
7.3.2	生成各种报表	(247)

7.4 PCB 的基本知识	(248)
7.4.1 印制电路板的分类	(248)
7.4.2 PCB 的元件封装	(248)
7.4.3 铜膜导线	(249)
7.4.4 焊盘 (Pad) 与过孔 (Via)	(249)
7.4.5 层	(249)
7.4.6 丝印层	(250)
7.4.7 设计 PCB 的流程	(250)
7.5 用 Protel 2004 设计印制电路板	(250)
7.5.1 准备原理图和 SPICE netlist	(250)
7.5.2 进入 PCB 编辑器	(251)
7.5.3 设置 PCB 编辑器的参数	(252)
7.5.4 绘制 PCB 图	(254)
7.5.5 PCB 的加工	(261)
参考文献	(266)

第1章 电子设计与装调基本方法

电子电路的设计、装配和调试方法在电子工程技术中占有重要的位置,也是电子设计与装调教学的基本内容。本章主要介绍电子电路设计的基本方法、装配步骤、调试方法、干扰抑制、故障分析和常用指标测试方法。

1.1 电子设计与装调的主要内容与要求

电子设计与装调的主要内容包括理论设计、安装调试及设计总结报告的撰写。其中,理论设计又包括选择总体方案、设计单元电路、选择元器件及计算参数等步骤,是课程设计的关键环节。安装与调试是把理论付诸实践的过程,通过安装与调试,进一步完善电路,使之达到课题所要求的性能指标。课程设计的最后要求是写出设计总结报告,把理论设计的内容、组装调试的进程及性能指标的测试结果进行全面的总结。

通过该课程的学习,培养学生系统性和整体性技能,尤其是独立进行产品的设计调试的能力,以及综合分析和解决问题的能力。基本要求如下:

- (1) 了解电子产品或小系统的设计流程,学会电路的设计方法(方案论证、电路设计、器件选择、应用 EDA 工具仿真等);
- (2) 掌握元器件性能特点(晶体管、集成电路种类选用,阻容元件标称值、误差等);
- (3) 熟悉设计工艺(正确焊接、合理布线、控制分布参数、选择接地、印制电路板制作等);
- (4) 掌握电路调试方法(元器件性能测试、误差综合分析、故障排除);
- (5) 学会观察现象的方法,能通过分析判断和逻辑推理取得正确结果,并能正确记录处理数据,用简洁的语言清晰、准确、严密地表达方案论证及实测结果;
- (6) 培养严肃认真的工作作风和严谨的科学态度。

1.2 电子电路设计的基本方法

1.2.1 电子电路设计的一般流程

电子电路设计通常需要明确设计任务,软、硬件设计,样机装配、调试几个阶段。由于电子电路种类繁多,设计方法和步骤也因不同情况而异。例如,确定总体方案、设计单元电路、仿真、实验(包括修改和测试性能)等环节有时需要交叉进行,甚至会出现反复。常用电子电路设计的一般流程如图 1.1 所示。设计者应根据具体要求,结合设计平台,灵活掌握。

1.2.2 设计任务的提出

设计课题一般来自上级要求完成的课题和自选课题。对上级要求完成的课题,必须弄清楚“干什么”,即课题达到具体的目标和研制难易程度;对自选课题应慎重论证,通过对当前国内外技术水平的了解,分析市场前景,查询有无同类产品面市,预估经济与社会效益以及研制难

易程度等，拟定设计课题的具体性能指标。

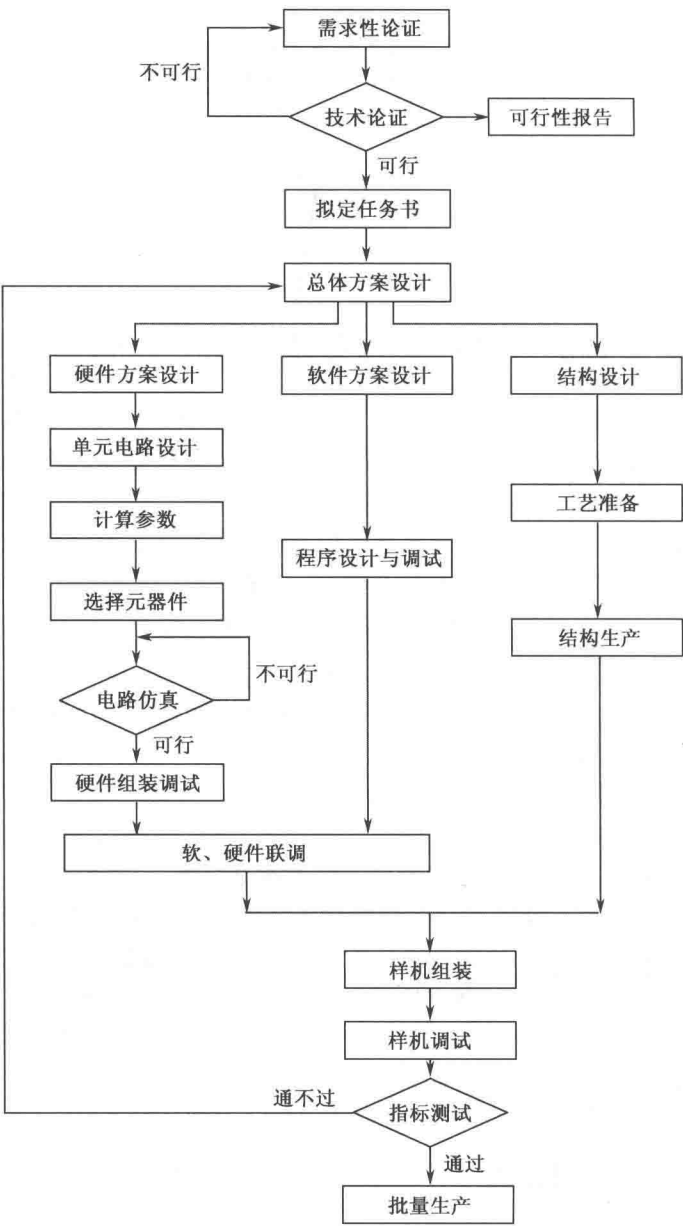


图 1.1 常用电子电路设计的一般流程

对所设计的课题提出一套完整、合适的性能指标，并不是一件容易的事，需要仔细研究，慎重确定。设计初期提出的性能指标可能不够准确或不切实际，某些要求可能提得过高或不合理等。这些问题可能到设计阶段，甚至试生产或使用阶段才发现。因此，产品的性能指标一般要在研制过程中反复修改，才能最后确定。

该阶段形成的文件是计划任务书。计划任务书主要包括：

- (1) 主要功能、用途及技术指标要求；

(2) 技术水平状态 (与国内外水平比较);

(3) 完成时间及开发经费。

1.2.3 总体方案设计

所谓总体方案是指针对所提出的任务、要求和条件,从全局着眼,用若干个具有一定功能且相互联系的单元电路构成一个整体,来实现各项性能指标。总体方案包含软件、硬件的总体设计。符合要求的总体方案通常不止一个,因此,总体方案设计的第一步是选择总体方案,我们应针对任务、要求和条件,查阅有关资料,广开思路,提出若干种不同方案,然后逐一分析其可行性和优缺点,再加以比较,择优选用。

1. 总体方案包含的主要内容

在总体方案中,根据功能和技术要求,拟定软件和硬件的主要功能模块,提出结构要求:

(1) 确定系统的功能;

(2) 拟定各个模块之间的关系及主要性能指标的分配;

(3) 确定各个模块的功能及完成功能应采取的技术手段(方法);

(4) 简述硬件模块中所需关键元器件的性能;

(5) 确定软件的整体功能,拟定软件流程,编写主要算法说明;

(6) 规划整机结构,拟定结构要求(包括外观、机箱尺寸、内部安装、防电磁干扰、散热、操作面板、材料要求等);

(7) 确定外部连接方式(电缆、导线)和接口类型。

2. 总体方案的构想

(1) 提出原理方案。一个复杂的系统需要进行原理方案的构思,也就是用什么原理来实现系统要求。因此,应对课题的任务、要求和条件进行仔细的分析与研究,找出其关键问题,然后据此提出实现的原理与方法,并画出其原理框图(即提出原理方案)。由于提出的原理方案关系到全局设计,应广泛收集与查阅有关资料,广开思路,利用已有的各种理论知识,提出尽可能多的方案,以便做出更合理的选择。注意所提方案必须对关键部分的可行性进行讨论,一般应通过试验加以确认。

(2) 原理方案的比较与选择。原理方案提出后,必须对所提出的几种方案进行分析比较。在详细的总体方案尚未完成之前,只能对原理方案的简单与复杂以及方案实现的难易程度进行分析比较,并进行初步的选择。如果有两种方案难以敲定,那么可对两种方案都进行后续阶段设计,直到得出两种方案的总体电路图,然后针对性能、成本、体积等方面进行分析比较,才能最后确定。特别要注意总体方案中软、硬件的功能划分。如果系统中采用单片机等控制器件,功能的实现存在可以采用软件编程也可以采用硬件电路直接实现的情况。通常,软件实现成本低廉,但速度低、实时性差。硬件实现速度快、实时性好,但系统复杂,成本高。在软件可以实现的情况下,尽可能采用软件实现。

3. 总体方案的确定

原理方案选定以后,便可着手进行总体方案的确定。原理方案只着眼于方案的原理,不涉及方案的许多细节,因此,原理方案框图中的每个框图也只是原理性的、粗略的,它可能由一

个单元电路构成,也可能由许多单元电路构成。为了把总体方案确定下来,必须把每一个框图进一步分解成若干个小框,每个小框为一个较简单的单元电路。当然,每个框图不宜分得太细,也不能分得太粗,太细对选择不同的单元电路或器件不利,并使单元电路之间的相互连接复杂化;但太粗将使单元电路本身功能过于复杂,不好进行设计或选择。总之,应从单元电路和单元电路之间连接的设计与选择出发,恰当地分解框图。

当总体方案确定后,便可画出较详细的框图,设计各单元电路,并根据方案的要求,明确对各单元功能和技术指标的要求。这点在多人参与设计时,尤为重要。此时要特别注意各单元电路的相互配合,少用接口电路。

4. 选择方案时应注意的问题

(1) 关系到全局的电路要深入分析比较,提出各种具体电路,找出最优方案。

(2) 不要盲目热衷于数字化方案;要特别注意各单元电路的相互配合,少用接口电路。

(3) 既要考虑方案的可行性,还要考虑性能、可靠性、成本、功耗和体积等实际问题。

(4) 分析论证和设计过程中出现一些反复是难免的;但应尽量避免方案上的大反复,以免浪费时间和精力。

1.2.4 硬件单元电路的设计与选择

根据设计要求和已选定的总体方案原理框图,明确对各单元电路的要求,拟定单元电路的性能指标,分别设计各单元电路的结构形式。选用合适的电路结构形式和确定相应的算法是这一阶段设计的关键。同时应注意各单元电路之间的相互配合。

1. 设计和选择单元电路的一般步骤

设计硬件单元电路时,各种电路图集、手册及参考书上的各种电路可以借鉴。但是,在大多数情况下,这些现成的电路不能恰好满足我们的要求,此时的任务就是对这些现成的电路进行选择、修正或补充,以满足具体要求。

设计硬件单元电路的一般步骤如下:

(1) 根据设计要求和已选定的总体方案的原理框图,确定各单元电路的设计要求,必要时应详细拟定主要单元电路的性能指标。例如设计放大器时,在总放大倍数确定的情况下,则需要确定用几级放大电路及各级放大倍数。拟定出各单元电路的要求后,应全面检查,确定无误后,方可按一定的顺序分别设计各单元电路。

(2) 按前后顺序分别设计各单元电路。满足功能要求的单元电路不止一个,在设计电路时必须进行分析比较,查阅相关资料,熟悉典型电路的形式(如放大器、计数分频、信号产生、电源等)、性能和参数,择优选择单元电路结构形式,确定电路参数,从而找到合适的电路。如果确实找不到性能指标完全满足要求的电路,也可选用与设计的要求比较接近的电路,然后调整电路参数。

2. 单元电路之间的级联

各单元电路确定以后,还要仔细地考虑它们之间的级联问题,如电气特性的相互匹配、信号耦合方式、时序配合以及相互干扰等问题。若不认真解决好这些问题,将会导致单元电路和总体电路的稳定性和可靠性被破坏,严重时使电路不能正常工作。