

高等职业教育人才培养创新教材出版工程

电子设计 与制作技术

主 编 程远东 曾宝国
副主编 陈 伟 弥 锐
主 审 杨清学



科学出版社

高等职业教育人才培养创新教材出版工程

电子设计与制作技术

主 编 程远东 曾宝国

副主编 陈 伟 弥 锐

主 审 杨清学

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书的内容编排按照循序渐进原则,从简单到复杂、从单元电路到综合应用,遵循知识递增的规律。全书共 11 章,包括电子设计概述、元器件的检测与常用的电子测量仪器、电子电路图的识读与印制电路板的制作、电子产品整机装配工艺文件设计、放大电路设计、信号发生电路设计、电源电路设计、数字逻辑电路设计、单片机控制电路设计、综合电路设计、全国大学生电子设计竞赛作品评析。

本书可作为高职院校电子信息工程技术、应用电子技术、通信技术等专业学生学习电子电气信息类课程、进行毕业设计和课程设计,以及参加各类电子及创新设计竞赛的教材和参考书,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子设计与制作技术/程远东,曾宝国主编. —北京:科学出版社,2011
(高等职业教育人才培养创新教材出版工程)
ISBN 978-7-03-031901-2

I. ①电… II. ①程…②曾… III. ①电子电路-电路设计-高等职业教育-教材 IV. ①TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 144362 号

责任编辑:毛 莹 张丽花/责任校对:林青梅
责任印制:张克忠/封面设计:迷底书装

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>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 8 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2011 年 8 月第一次印刷 印张:21

印数:1—3 500

字数:430 000

定价:38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

高等职业教育人才培养创新教材出版工程

四川编委会

主任委员

陈传伟 成都电子机械高等专科学校副校长

副主任委员

汪令江 成都大学发展规划处处长

李学锋 成都航空职业技术学院教务处处长

季 辉 成都电子机械高等专科学校教务处处长

林 鹏 中国科技出版传媒股份有限公司总经理

委员

黄小平 成都纺织高等专科学校副校长

凤 勇 四川交通职业技术学院教务处处长

丁建生 四川工程职业技术学院科研处处长

郑学全 绵阳职业技术学院教务处处长

彭 涛 泸州职业技术学院副院长

秦庆礼 四川航天职业技术学院学术委员会主任

谢 婧 内江职业技术学院教务处副处长

胡华强 中国科技出版传媒股份有限公司副总经理

出版说明

为进一步适应我国高等职业教育需求的迅猛发展,推动学校向“以就业为导向”的现代高等职业教育新模式转变,促进学校办学特色的凝练,高等职业教育人才培养创新教材出版工程四川编委会本着平等、自愿、协商的原则,开展高等院校间的高等职业教育教材建设协作,并与科学出版社合作,积极策划、组织、出版各类教材。

在教材建设中,编委会倡导以专业建设为龙头的教材选题方针,在对专业建设和课程体系进行梳理并达成较为一致的意见后,进行教材选题规划,提出指导性意见。根据新时代对高技能人才的需求,专门针对现代高等职业教育“以就业为导向”的培养模式,反映知识更新和科技发展的最新动态,将新知识、新技术、新工艺、新案例及时反映到教材中来,体现教学改革最新理念和职业岗位新要求,思路创新,内容新颖,突出实用,成系配套。

教材选题的类型主要是理论课教材、实训教材、实验指导书,有能力进行教学素材和多媒体课件立体化配套的优先考虑;能反映教学改革最新思路的教材优先考虑;国家、省级精品课程教材优先考虑。

这批教材的书稿主要是从通过教学实践、师生反响较好的讲义中经院校推荐,由编委会择优遴选产生的。为保证教材的出版和提高教材的质量,作者、编委会和出版社作出了不懈的努力。

限于水平和经验,这批教材的编审、出版工作可能仍有不足之处,希望使用教材的学校及师生积极提出批评和建议,共同为提高我国高等职业教育教学、教材质量而努力。

高等职业教育人才培养创新教材出版工程

四川编委会

2004年10月20日

前 言

近年来,全国职业院校技能大赛(电子产品设计与制作项目)都以“通过竞赛,检验参赛选手在模拟真实的工作环境与条件下实现对电子产品在规定设计方案(规定原理图与结构要求)下的工艺能力和职业素质”为指导原则,既反映了社会对电子信息类高素质技能型人才的要求,也指明了高职高专院校电子信息类专业的发展方向。

为推动电子信息类专业开展面向电子产品设计与制作的课程与教学改革,我们特编写了这本教材,以加快电子信息类专业高素质技能型人才的培养,并增强技能型人才的就业竞争力。对于高职院校电子信息类专业而言,开设“电子设计与制作技术”等课程的重点是培养学生的电路知识综合应用能力,包括对常用电子产品制作工具的应用、电子产品的加工方法和工艺的操作、电子仪器仪表的使用、现场问题的分析与处理、团队协作和创新能力、质量管理与成本控制、安全与环保等意识的培养。

本书共 11 章,首先从电子系统的定义出发,简要介绍了现代电子设计的理念、步骤,常用基本元器件的识别及检测方法,电子电路图的识读及常用工艺文档的编写与管理等知识,然后用 23 个典型设计任务全面介绍了放大电路、信号发生器电路、电源电路、数字逻辑电路、单片机应用电路及综合电路系统的设计方法。为突出实用性,每个任务都从任务分析、方案选择、硬件设计、软件设计及装配调试等角度全面介绍了设计过程。

本书第 1 章、第 2、5、6 章部分内容由四川信息职业技术学院程远东编写,第 2 章部分内容、第 3 章由四川信息职业技术学院杨波、蒋雪琴编写,第 4、8 章由四川信息职业技术学院弥锐编写,第 5 章部分内容由泸州职业技术学院刘慰平编写,第 6 章部分内容由四川信息职业技术学院刘雪亭编写,第 7 章由成都纺织高等专科学校陈纬编写,第 9、10、11 章由四川信息职业技术学院曾宝国、曾妍、黄建新编写。绵阳职业技术学院李川、宜宾职业技术学院罗德雄参与了本书的部分编写工作。四川信息职业技术学院的蒋雪琴老师、甘彬又等同学承担本书的图形绘制工作。程远东、曾宝国负责全书统稿工作,并担任主编,陈纬、弥锐担任副主编。成都职业技术学院杨清学副教授对本书进行了审阅,并提出了许多宝贵意见,在此致以衷心的感谢。

限于作者水平,书中难免存在不妥之处,诚恳希望专家、读者批评指正,意见请致 gycydgood@163.com。

作 者
2011 年春

目 录

出版说明

前言

第 1 章 电子设计概述	1
1.1 电子系统的定义与组成	1
1.1.1 电子系统的定义	1
1.1.2 电子系统的组成	1
1.2 电子电路设计的理念与方法	2
1.3 电子电路设计的一般步骤	4
1.3.1 模拟电子电路的设计步骤	4
1.3.2 数字电子电路的设计步骤	6
1.4 电子设计的文档整理及报告撰写	7
1.4.1 文档整理	7
1.4.2 报告撰写	7
1.5 利用互联网搜索电子设计所需的资料	8
第 2 章 元器件的检测与常用的电子测量仪器	9
2.1 阻抗元件的识别与测试	9
2.1.1 电阻器	9
2.1.2 电容器	17
2.1.3 电感元件	20
2.1.4 变压器	22
2.2 半导体分立器件的识别与检测	24
2.2.1 半导体二极管	24
2.2.2 晶体三极管	26
2.2.3 场效应晶体管	28
2.2.4 单结晶体管	29
2.2.5 晶闸管	29
2.2.6 光电器件	31
2.3 半导体集成电路的识别与测试	32
2.3.1 集成电路的种类	32
2.3.2 集成电路的封装	33

2.3.3	集成电路的使用常识	34
2.4	常用的电子测量仪器仪表简介	34
2.4.1	数字万用表简介	34
2.4.2	低频信号发生器简介	36
2.4.3	高频信号发生器简介	38
2.4.4	示波器简介	40
第3章	电子电路图的识读与印制电路板的制作	44
3.1	电子电路图的识读	44
3.1.1	分析电路图的基本方法与步骤	44
3.1.2	无线电集成电路应用电路的看图方法	45
3.2	印制电路板的制作	63
3.2.1	印制电路板的设计基础	63
3.2.2	用 Protel 99 制作印制电路板的基本流程	66
3.2.3	印制电路板的制作技巧	71
第4章	电子产品整机装配工艺文件设计	74
4.1	电子产品生产工艺基础知识	74
4.2	工艺文件的设计及编写	76
4.3	执行工艺文件的必要性与安全文明生产	109
4.3.1	执行工艺文件的必要性	109
4.3.2	安全文明生产	110
第5章	放大电路设计	112
5.1	任务一 单级低频电压放大器	112
5.1.1	单管共发射极放大器的分析	112
5.1.2	电路设计	113
5.2	任务二 多级低频电压放大器	116
5.2.1	案例分析	116
5.2.2	电路设计	117
5.3	任务三 低频功率放大器	119
5.3.1	低频功率放大器的组成及原理	119
5.3.2	低频功率放大器的电路设计	120
5.3.3	功率放大器的仿真分析	120
5.3.4	功率放大器的制作与测试	122
5.4	任务四 音响放大器	126
5.4.1	案例分析	126
5.4.2	电路设计	127

5.5	任务五 高频小信号放大器	129
5.6	任务六 高频功率放大器的设计	131
5.6.1	丙类功率放大器设计	132
5.6.2	甲类功率放大器设计	133
第6章	信号发生电路设计	135
6.1	任务七 555 信号发生器	135
6.1.1	背景知识	136
6.1.2	案例分析	137
6.1.3	555 信号发生器制作与联机调试	141
6.2	任务八 RC 低频信号发生器	142
6.2.1	背景知识	143
6.2.2	案例分析	148
6.3	任务九 LC 高频信号发生器	150
6.3.1	背景知识	151
6.3.2	案例分析	151
6.3.3	LC 高频振荡器的安装与调试	156
6.4	任务十 石英晶体振荡器	157
6.4.1	背景知识	158
6.4.2	案例分析	160
6.5	任务十一 波形变换器	161
6.5.1	方波—三角波—正弦波函数发生器的设计与制作	162
6.5.2	单片集成电路函数发生器的设计与制作	171
第7章	电源电路设计	176
7.1	任务十二 串联直流稳压电源设计	176
7.1.1	背景知识	176
7.1.2	案例分析	182
7.1.3	串联直流稳压电源的制作与测试	183
7.2	任务十三 线性直流稳压电源设计	186
7.2.1	背景知识	186
7.2.2	案例分析	192
7.2.3	集成直流稳压电源的制作与参数测试	193
7.3	任务十四 开关电源设计	194
7.3.1	背景知识	194
7.3.2	案例分析	198
7.3.3	开关电源的制作与测试	203

第 8 章 数字逻辑电路设计	205
8.1 任务十五 组合逻辑电路设计	205
8.1.1 背景知识	205
8.1.2 案例分析	213
8.1.3 组合逻辑电路存在的问题与消除方法	219
8.2 任务十六 时序逻辑电路设计	224
8.2.1 背景知识	224
8.2.2 案例分析	227
第 9 章 单片机控制电路设计	236
9.1 单片机应用系统的开发流程	236
9.2 任务十七 手机充电器设计	237
9.2.1 背景知识	238
9.2.2 案例分析	238
9.2.3 电路制作与联机调试	247
9.3 任务十八 短距离无线传输系统设计	249
9.3.1 背景知识	249
9.3.2 案例分析	249
9.3.3 电路制作与联机调试	261
9.4 任务十九 智能寻迹小车设计	264
9.4.1 背景知识	264
9.4.2 案例分析	264
9.4.3 电路制作与联机调试	270
第 10 章 综合电路设计	272
10.1 任务二十 锁相环及其应用电路设计	272
10.1.1 背景知识	272
10.1.2 案例分析	276
10.2 任务二十一 模拟调幅接收机设计	280
10.2.1 背景知识	280
10.2.2 案例分析	282
10.2.3 电路制作与联机调试	286
10.3 任务二十二 2FSK 调制解调器设计	287
10.3.1 背景知识	287
10.3.2 案例分析	289 [*]
10.3.3 电路制作与联机调试	293

10.4 任务二十三 红外遥控台灯调光器的设计	294
10.4.1 方案设计	294
10.4.2 硬件设计	295
10.4.3 软件设计	298
10.4.4 系统测试	302
第11章 全国大学生电子设计竞赛作品评析	305
11.1 全国大学生电子设计竞赛简介	305
11.2 全国大学生电子设计竞赛作品选编	306
11.2.1 2007年高职高专组优秀作品(信号发生器)	306
11.2.2 2009年高职高专组优秀作品(坦克打靶)	314
参考文献	322

第 1 章 电子设计概述

【学习目标】

本章主要介绍电子系统的定义与组成、电子电路设计的理念与方法、电子电路设计的一般步骤、电子设计的文档整理及报告撰写等。具体的学习目标如下：

- (1) 理解电子系统的定义与组成,掌握电子电路设计的理念与方法;
- (2) 理解电子电路设计的一般步骤、电子设计的文档整理及报告撰写,掌握利用互联网搜索电子设计所需资料的方法。

1.1 电子系统的定义与组成

1.1.1 电子系统的定义

系统即由两个以上各不相同且互相联系、互相制约的单元组成,在给定的环境下能够完成一定功能的综合体,在功能与结构上具有综合性、层次性和复杂性的特点。所谓电子系统,就是由电子元器件或部件组成的能够产生、传输或处理电信号及信息的客观实体。控制系统、测量系统、通信系统、雷达系统、计算机系统等都属于电子系统范畴。

组成电子系统的主要部件包括大量多种类型的电子元器件和电路。因此,“网络”和“电路”是研究、设计、分析电子系统时常涉及的两个重要概念。电路有时也称为电网络或网络。“网络”一词多用于研究一般的抽象规律,而电路主要是讨论一些指定的具体问题。一般来说,系统比网络更复杂、规模更大的组合体。然而,在实际应用中常常将一些简单的网络或电路称为系统。同一个事物作为系统问题研究时应注意其全局,而作为网络问题研究时则关心其局部。例如,仅由一个电阻和一个电容组成的简单电路,在网络分析中研究各支路、回路的电流或电压;从系统的观点来看,可以研究它如何构成具有微分或积分功能的运算器(系统),这样的系统常称为方法学系统。又如,两个实际的物理元器件,如电阻或电容,在工作频率不高时,它们均为一个集中参数的元器件;当工作频率很高时,须考虑引线及元器件本体的分布参数影响,它们及由它们组成的电路构成了比较复杂的网络或系统。

1.1.2 电子系统的组成

电子系统有大有小,有简单有复杂,通常由信号获取、预处理、信号处理、控制电路等几部分组成。

信号获取电路主要通过传感器或输入电路,将外界信息转换为电信号或实现系统与信号源间的耦合匹配。预处理电路主要解决信号的放大、衰减、滤波等,即通常所说的“信号调理”,经预处理的信号在幅度和其他诸多方面都比较适合于进一步的分析和处理。信号处理电路主要完成信号和信息的采集、分析、计算、变换、传输和决策等。信号执行部分主要包括处理信号显示负载的驱动及输出电路等。控制电路主要完成对各部分动作的控制,使各部分能协调有序地工作。电源是电子系统中必不可少的部分,目前电源基本上都采用标准化电路,有许多成品可供选择。

当前的电子系统有以下特点。

1. 模拟电路和数字电路并存

由于自然界的物理量大多以模拟量的形式存在,所以系统中模拟电路一般必不可少,特别是输入电路部分、信号调理部分和输出电路部分。数字化具有诸多优点,故数字电路在电子系统中占有极为重要的地位。从模拟量到数字量,或从数字量重新回到模拟量,A/D和D/A转换作为两者的桥梁已成为电子系统中的重要环节。对于规模较大的数字电路,固定的中小规模器件几乎已被可编程器件(CPLD和FPGA等)所代替。

2. 微处理技术和软件所占的分量越来越重

嵌入式系统、微处理器(CPU)或DSP已成为系统中控制和信号处理的核心。软件设计可使系统的自动化、智能化、多功能化变得容易实现,软件可使硬件简化,成本降低。

1.2 电子电路设计的理念与方法

传统的电子系统设计只能对电路板进行设计,通过设计电路板实现系统功能。随着半导体技术、集成技术和计算机技术的发展,电子系统的设计方法和设计手段发生了很大的变化,特别是EDA(电子设计自动化)技术的发展和普及给电子系统的设计带来了革命性的变化。利用EDA工具,采用可编程器件,可通过设计芯片实现系统功能。将原来由电路板设计完成的大部分工作放在芯片的设计中进行,这样不仅可以通过芯片设计实现系统功能,而且大大减轻了电路图设计和电路板设计的工作量和难度,从而有效地增强了设计的灵活性,提高了工作效率。同时,基于芯片的设计可以减少芯片的数量,缩小系统体积,降低能源消耗,提高系统的性能和可靠性。

数字、模拟、可编程器件、EDA技术为硬件系统设计者提供了强有力的工具,使得电子系统的设计方法发生了质的变化。传统的设计方法正逐步被新的设计方法所取代,而基于芯片的设计方法正在成为现代电子系统设计的主流。

电子产品设计的基本思路一直是先选用通用集成电路芯片,再由这些芯片和其他元器件自下而上地构成电路、子系统和系统。这样设计出来的电子系统所用元器件的

种类和数量均较多,体积与功耗大,可靠性差。随着集成电路技术的不断进步,可以把数以亿计的晶体管及几万门、几十万门甚至几百万门的电路集成在一块芯片上。半导体集成电路已由早期的单元集成、部件电路集成发展到整机电路集成和系统电路集成阶段。电子系统的设计方法也由过去集成电路厂家提供通用芯片,整机系统用户采用这些芯片组成电路系统的“自底向上”设计方法改变为一种新的“自顶向下”设计方法。在这种新的设计方法中,由整机系统用户对整个系统进行方案设计和功能划分,系统的关键电路用一片或几片专用集成电路 ASIC 实现,且这些专用集成电路是由系统和电路设计师亲自参与设计的,直至完成电路到芯片版图的设计,再交由 IC 工厂投片加工,或者是用可编程 ASIC(如 CPLD、FPGA 和 ISP 等)现场编程实现。

1. “自顶向下”设计方法

在“自顶向下”的设计中,首先需要进行行为设计,确定该电子系统或 VLSI 芯片的功能、性能及允许的芯片面积和成本等。接着进行结构设计,根据该电子系统或芯片的特点,将其分解为接口清晰、相互关系明确、尽可能简单的子系统,从而得到一个总体结构。这个结构可能包括算术运算单元、控制单元、数据通道、各式各样的算法状态等。下一步把结构转换成逻辑图,即进行逻辑设计。在这一步中,希望尽可能采用规则的逻辑结构或采用已经过考验的逻辑单元或模块。接着进行电路设计,逻辑图将进一步转换成电路图,在很多情况下须进行硬件仿真,以最终确定逻辑设计的正确性。最后进行版图设计,即将电路图转换成版图。

2. “自底向上”设计方法

“自底向上”的设计一般是在系统划分和分解的基础上先进行单元设计,在单元的精心设计后逐步向上进行功能块设计,然后再进行子系统的设计,最后完成系统的总体设计。

所谓片上系统的设计,是将电路设计、系统设计、硬件设计、软件设计和体系结构设计集合于一体的设计。因此,可以说 EDA 转向片上系统是一次系统设计的革命。

对于电子系统设计自动化而言,现代设计方法和现代测试方法是至关重要的。当前,EDA 包含单片机、ASIC(专用集成电路)和 DSP(数字信号处理)等主要方向。无论哪一种方向都需要一个功能齐全、处理方法先进、使用方便和高效的开发系统。目前,世界上一些大型 EDA 软件公司已开发了一些著名的软件,如 Protel 和 PSpice 等。各大半导体器件公司也推出了一些开发软件,如 Altera 公司的 Max Plus II、Xilinx 公司的 Foundation 等。随着新器件和新工艺的出现,这些开发软件也在不断更新或升级。

每个开发系统都有各自的描述语言,为了便于各系统之间的兼容,IEEE 公布了几种标准语言,最常用的有 VHDL 和 Verilog。由于 VHDL 和 Verilog 语言的优越性,各大半导体器件公司纷纷将它们作为开发本公司产品的工具,IEEE 也于 1995 年将其定为协会的标准。这两种语言已成为从事 EDA 的工程师必须掌握的工具。

与开发工具同样重要的是器件,就 ASIC 方向而言,所使用的集成方式有全定制、

半定制和可编程逻辑器件等。CPLD、ISP 和 FPGA 普及的另一个重要原因是知识产权越来越被高度重视,带有 IP 内核的功能块在 ASIC 设计平台上的应用日益广泛。越来越多的设计人员采用设计重用,将系统设计模块化,为设计带来了方便,并可以使每个设计人员充分利用软件代码,提高开发效率,降低研发费用,缩短开发周期,减少上市时间,降低市场风险。

同时,通用集成电路和分立元器件的种类、功能、性能指标的发展也为现代电子设计提供了更大的选择余地和便利。

总之,基于现代电子器件和现代电子开发系统的现代电子设计理念是每个从事电子设计的工程技术人员必须掌握的。

1.3 电子电路设计的一般步骤

1.3.1 模拟电子电路的设计步骤

由于模拟电子系统种类繁多,功能和应用千差万别,故设计一个模拟电子系统的方法和步骤也不尽相同。对于要设计的实际电子系统,一般首先根据电子系统的设计任务选择总体方案;然后对组成系统的单元电路进行设计,计算参数,确定元器件,并进行实验调试;最后绘出用于指导工程的电路图。

1. 总体方案确定

在全面分析电子系统任务书所下达的系统功能和技术指标后,根据已掌握的知识 and 资料将总体系统按功能合理地分解成若干个子系统(单元电路),并画出由各个单元电路框图相互连接而形成的系统原理框图。电子系统总体方案的选择直接决定电子系统设计的质量。因此,在进行总体方案设计时要多思考,多分析,多比较,要从性能稳定性、工作可靠性、电路结构、成本、功耗和调试维修等方面选出最佳方案。

2. 单元电路设计

在进行单元电路设计时,必须明确对各单元电路的具体要求,详细拟定出单元电路的性能指标,认真思考各单元之间的相互联系,注意前后级单元之间信号的传递方式和匹配,尽量少用或不用电平转换之类的接口电路,并应使各单元电路的供电电源尽可能地统一,以便使整个电子系统简单可靠。另外,应尽量选择现有成熟的电路实现单元电路的功能。如果找不到完全满足要求的现成电路,则可在与设计要求比较接近的电路基础上适当改进,或进行创造性设计。为使电子系统的体积小而可靠性高,单元电路尽可能用集成电路组成。

3. 参数计算

在进行电子电路设计时,应根据电路的性能指标要求决定电路元器件的参数。如根据电路放大倍数的大小决定反馈电阻的值;根据振荡器要求的振荡频率,利用公式可

算出决定振荡频率的电阻和电容值等。但是,一般满足电路性能指标要求的理论参数值不是唯一的,设计者应根据元器件的性能、价格、体积、通用性和货源等方面灵活选择。计算电路参数时应注意以下几点。

(1) 在计算元器件的工作电流、电压和功率等参数时,应考虑工作条件最不利的情况,并留有适当的余量。

(2) 对于元器件的极限参数必须留有足够的余量,一般取额定值的 1.5~2 倍。

(3) 对于电阻、电容参数的取值,应选计算值附近的标称值。电阻值的取值范围为 $0 \sim 1\text{M}\Omega$; 非电解电容的取值范围为 $100\text{pF} \sim 1.47\text{F}$; 电解电容的取值范围为 $1 \sim 2000\mu\text{F}$ 。

(4) 在保证电路达到性能指标要求的前提下,尽量减少元器件的品种、价格及体积等。

4. 元器件选择

在确定电子元器件时,应全面考虑电路处理信号的频率范围、环境温度、空间大小和成本高低等诸多因素。

(1) 一般优先选择集成电路。由于集成电路体积小、功能强,可使电子电路可靠性增强,方便安装调试,并可大大简化电子电路的设计。随着模拟集成技术的不断发展,适用于各种场合下的集成运算放大器不断涌现,只要外加极少量的元器件,利用运算放大器就可构成性能良好的放大器。目前,在进行直流稳压电源设计时,已很少采用分立元器件进行设计了,取而代之的是性能更稳定、工作更可靠、成本更低廉的集成稳压器。

(2) 正确选择电阻器和电容器。这是两种最常见的元器件,种类很多,性能相差很大,应用的场合也不同。因此,对于设计者来说,应熟悉各种电阻器和电容器的主要性能指标和特点,以便根据电路的要求正确地选择电阻器和电容器。

(3) 选择分立半导体元器件。首先要熟悉这些元器件的性能,掌握它们的应用范围;再根据电路的功能要求和元器件在电路中的工作条件,如通过的最大电流、最大反向工作电压、最高工作频率和最大消耗的功率等,确定元器件型号。

5. 模拟仿真

随着计算机技术的飞速发展,电子系统的设计方法发生了很大的变化。目前,EDA 技术已成为现代电子系统设计的必要手段。在计算机平台上,利用 EDA 软件可对各种电子电路进行调试、测量和修改,这样大大提高了电子设计的效率和精确度,同时节约了设计费用。

6. 实验验证

电子设计要考虑的因素和问题很多,由于电路在计算机上进行模拟时所采用的元器件参数和模型与实际的元器件有差别,所以对通过计算机仿真的电路还应进行实验验证。通过实验可以发现问题,解决问题。若性能指标达不到要求,应深入分析问题出在哪些单元或元器件上,再对它们重新设计和选择,直到性能指标完全满足要求为止。

7. 总体电路图绘制

总体电路图是在总框图、单元电路设计、参数计算和元器件选择的基础上绘制的,它是组装、调试及印制电路板时设计和维修的依据。目前,一般利用绘图软件绘制电路图。绘制电路图时要注意以下几点。

(1) 总体电路图尽可能画在同一张图上,同时注意信号的流向,一般从输入端画起,由左至右或由上至下按信号的流向依次画出各单元电路。对于比较复杂的电路图,应将主电路图画在一张或数张图纸上,并在各图所有端口两端标注上标号,依次说明各图纸之间的连线关系。

(2) 注意总体电路图的紧凑和协调,要求布局合理,排列均匀。图中元器件的符号应标准化,元器件符号旁边应标出型号和参数。集成电路通常用方框表示,在方框内标出它的型号,在方框的两侧标出每根连线的功能和管脚号。

(3) 连线一般画成水平线或垂直线,并尽可能减少交叉和拐弯。对于相互交叉的线,应在交叉处用圆点标出;对于连接电源负极的连线,一般用接地符号表示;对于连接电源正极的连线,仅须标出电压值。

1.3.2 数字电子电路的设计步骤

数字系统的规模差异很大,对于比较小的数字系统可采用所谓的经典设计,即根据设计任务的要求,用真值表和状态表求出简化的逻辑表达式,画出逻辑图和逻辑电路图,最后用各类逻辑电路实现。随着中大规模集成电路的发展,实现比较复杂的数字系统变得比较方便,且便于调试、生产和维护,其设计方法也比较灵活。例如,目前正迅速普及的ISP(在系统编程)可编程逻辑器件为数字系统设计带来了革命性的变化,硬件设计变得像软件一样易于修改,如要改变一个设计方案,通过设计工具软件在计算机上花费数分钟即可完成。这不仅扩展了器件的用途,缩短了系统的设计周期,而且还去除了对器件单独编程的环节,省去了器件编程设备。

1. 系统功能要求分析

数字电路系统一般包括输入电路、控制电路、输出电路、被控电路和电源等。数字系统设计首先要明确系统的任务、技术性能、精度指标、输入输出设备、应用环境及一些特殊的要求等。设计者有时接到的课题比较笼统,有些技术问题要靠设计者的分析与理解,特别要和课题提出者及系统使用者反复磋商,并在应用现场进行实地考察以后才能确定下来。

2. 总体方案确定

明确了系统性能以后,就应考虑如何实现这些技术功能,即采用哪种电路以实现这些技术功能。对于比较简单的系统,可采用中小规模集成电路实现;对于输入逻辑变量比较多、逻辑表达式比较复杂的系统,可采用大规模可编程逻辑器件完成;对于需要完成复杂的算术运算,进行多路数据采集、处理及控制的系统,可采用单片机系统实现。