



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

电子系统设计

(第三版)

何小艇 主编

浙江大學出版社

面向 21 世纪教材
Textbook Series for 21st Century

电子系统设计

(第三版)

何小艇 主编

浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电子系统设计 / 何小艇主编. —3 版. —杭州: 浙江大学出版社, 2004. 8

浙江省高等教育重点建设教材. 国家教委面向 21 世纪课程教材

ISBN 7-308-02196-3

I. 电... II. 何... III. 电子系统—系统设计—高等教育—教材 IV. TN02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 076899 号

出版发行: 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

责任编辑: 邹小宁 周列扬

排 版: 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷: 浙江大学印刷厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 32.25

字 数: 826 千

版、印次: 2004 年 8 月第 3 版 2004 年 8 月第 6 次印刷

印 数: 9001—12000

书 号: ISBN 7-308-02196-3/TN·043

定 价: 47.00 元

内 容 简 介

本书是面向 21 世纪课程教材,同时也是浙江省高等教育重点建设教材之一。

本书以电子系统设计方法为主线,以数字系统、模拟系统、智能系统(以微处理器为核心的数模混合系统)三大系统的设计原理、方法并结合实例为主题展开。全书特别注重理论与实际的结合,并注重实用性。

本书可作高等学校工科电子工程类、信息工程类、电子技术类、电气工程类、自动控制类以及机电工程类专业本科生的教材,也可供有关工程技术人员作为学习电子系统设计的参考书,同时可作为全国大学生电子设计竞赛的培训教材及参考书。

编 著: 何小艇 童乃文 章守苗
陈邦媛 金心宇 阮秉涛

第三版前言

本书于2000年出版,至今已经四年。在这四年中电子科学技术本身以及电子系统设计教学领域的发展使得我们不得不对本书的某些章节内容,尤其是涉及计算机技术的章节作出修改以适应教学需要。第3版重点改写了第3章——应用可编程器件的数字系统设计以及第5章——以微机(单片机)为核心的智能型电子系统的设计。新版第3章更新了设计软件,章名更名为“应用可编程逻辑器件的数字系统设计”。全章以ispLEVER软件为基本设计工具,重点介绍了如何应用这个工具设计实用电子系统的方法。新版第5章则删去了以微型计算机为核心的电子系统设计的内容,加入了以嵌入式微处理器为核心的电子系统设计内容。章名改名为“以微处理器为核心的智能型电子系统的设计”,以适应当前对嵌入式系统的日益发展的要求。由于篇幅限制,不可能对嵌入式系统作全面详细的介绍。本章重点介绍了嵌入式系统的特点以及应用嵌入式微处理器设计电子系统的应用实例。通过实例给读者以设计思路,希望能给初学者一些有益的帮助。新版第2章删去了ASM图,增加了采用层次分析法设计数字系统的设计举例。为了适应机电一体化对电子系统的要求,新版第4章重点补充了两部分内容:一是传感器支路的硬件设计;二是执行机构内容的介绍,包括驱动电机及传动机构。其他章节则对几年来发现的问题和错误作了补充和修改,没有重大改动。

参加第三版编写的共六人,何小艇为主编。李式巨负责编写嵌入式系统部分,童乃文负责编写传感器支路硬件设计,阮秉涛负责编写执行机构部分。其他章节仍由原编写人员负责。

谨以此书悼念不幸因车祸去世的章守苗老师。

希望广大读者对第三版予以批评指正。

编 者

2004年6月于杭州玉泉
浙江大学玉泉校区

前 言

在 21 世纪到来之际,回顾 20 世纪的诸多重大发展与成就,人们不难发现,电子与信息技术的飞速发展是现代科技发展的巨大动力之一。从电子管到晶体管,从小规模集成电路到系统集成,从笨重的机电式计算机到巨型超高速计算系统,从飞机到宇宙探测……这一系列的世纪成就无一不与电子和信息技术紧密相关。在人类的生产与生活领域中,从工业到农业,从医疗到交通,从商业到娱乐,又有哪一个方面可以脱离开电子与信息技术呢?因此可以毫不夸张地把已经来临的 21 世纪称为信息与电子社会。

为了迎接 21 世纪的挑战,人们必须利用 20 世纪的科技成果,设计并制造出新的电子系统。为了充分利用已经开发出来的科技成果,人们把那些典型的、通用的复杂功能电路,甚至小系统集成在专用芯片中,为设计更新、更复杂的电子系统提供物质基础,从而使广大电子工作者可以集中精力于新科技、新产品的开发。正是由于信息与电子技术的飞速发展,人们所面临的待开发的电子系统将越来越庞大、越来越复杂。设计这样的电子系统,不可能是少数人手工坊式的设计方式,必须是大兵团集体作业的计算机辅助设计方式。为了适应这个发展趋势,电子设计自动化软件(EDA)已发展到电子系统设计自动化软件(ESDA)。更有甚者,开发生产这些软件的公司也正在走集团联合之路,以便适应日益深化发展的要求。

为了适应社会要求,信息与电子技术人才的培养必须注重系统设计能力的培养。根据当前我国高校的现状,国家教委于 1996 年批准了《面向 21 世纪高等工程教育内容和课程体系改革计划》,本书是第一批立项项目中的子项目。经过审定,教育部于 2000 年 3 月确认本书为面向 21 世纪课程教材。与此同时,浙江省教委于 1997 年也公布了本书是浙江省重点教材建设项目之一并予以支持。本书面向本科电子类、通信类、电子技术类、电气类、自控类、机电类高年级大学生以及有关专业人员。要求使用本书的人员需学过并掌握“模拟电路”(低频、高频)、“脉冲与数字电路”、“单片机与微机原理”等专业基础课。本书将以此为起点,给学生提供由单元模块电路到电子系统的设计方法,架起一座利用单元模块电路实现电子系统的桥梁。因此,本书不是针对哪一个专业的专业教材,它的主要目的就是提供一个完整的电子系统的设计方法和概念。通过众多的实用性的设计举例,使学生学会并掌握电子系统的设计方法以及一定的实践技能。因此,本书也可以作为大学生电子设计竞赛等实践环节的参考用书。

尽管本书的主要目的是给学生提供一个完整的电子系统的设计方法。但应强调的是这个设计完全是在理论指导下进行的。为此,本书应具有一定的理论深度,但又不是纯理论的设计分析,它还注重了实用性。因此,可以把本书的目的更准确地表达为给学生提供一个完整的应用电子系统的实用设计方法。所谓应用电子系统就是实际生活中有应用价值的电子系统。此外,由于本书涉及的面相当广泛,有数字系统、模拟系统、单片机/微机系统,以及有关的单元电

路和装置,如传感器、显示装置、执行机构等。同时尽可能融合新器件来组成系统,这就必然要涉及到这些器件的使用。限于篇幅,本书不可能对相关的知识都作全面深入的介绍。所以,本书在每一相关领域中都不是“精品”,在深度上不能与该领域的专著相提并论。同时,本书列举的系统实例规模也不太大,并且不涉及全部实际要求。但本书所介绍的内容都是一个实用可行的完整的典型系统,使读者遵循本书所提供的设计思路和方法,参考设计举例并借助于有关各种器件手册,就可以比较容易地构成所要求的电子系统。

全书共分七章:

第1章 电子系统设计导论:介绍智能型与非智能型电子系统的组成、特点;电子系统的分类;电子系统设计的类型及设计方法;现代电子系统的设计方法及工具。

第2章 数字系统设计:介绍数字系统的基本结构及一般设计方法;数字系统设计的描述方法(流程图、MDS图(ASM图)、RTL语言);数据子系统及控制子系统的设计(MDS图、微程序设计、RTL语言)与实现(硬件、固件);非智能型数字系统设计举例(出租车计价器、堆栈处理器、模型计算机的CPU等)。

第3章 应用可编程器件的数字系统设计:内容有可编程器件概述;各种产品简介(AMD器件、Lattice系列器件、FPGA器件等);ABEL-HDL语言介绍;在系统编程技术及其开发系统;MAX+PLUS II开发工具;设计举例。

第4章 模拟系统设计:介绍模拟系统的基本结构及一般设计方法;基本单元电路介绍;低频模拟系统设计举例(数控稳压电源、音响放大系统);高频模拟系统的设计(锁相环、通信系统)。

第5章 以微机/单片机为核心的智能型电子系统的设计:内容有智能型电子系统的组成、设计方法与设计过程;单片机应用系统设计(基本(最小)系统设计、系统扩展、应用通道设计);微机应用系统设计(系统接口设计、软件开发);设计举例(水温控制系统、出租车计价器)。

第6章 电子系统综合设计举例:内容有实用信号源的设计;数据采集系统的设计。

第7章 电子系统的实现:内容有电子系统的主要干扰形式及抗干扰设计;电子系统的装配与调试;设计报告与总结的编写。

全书在章节安排上采用模块结构。同一内容采用不同方法加以介绍,以加强对比性。不同要求、不同层次的读者可以挑选必需的内容,而跳过的章节并不会影响全书的学习。本书内容力求新颖、翔实,便于阅读,具有指导性。在利用本书作教材时建议应精讲(主要介绍设计方法以及一些关键内容),多练(组织必要的专题讨论、实际设计一个系统并加以实现),注重自学。要求人人独立完成某一系统的设计、组装、调试、总结全过程,贯彻理论联系实际的原则才能真正学到手。为了方便,本书还提供了若干实用性很强的,不同内容、不同难度的设计题供选用。

应该指出的是,随着时代的发展,电子系统越来越复杂,要求越来越高,没有设计自动化软件的帮助,人们将无法实现预定的设计要求。因此,可以毫不夸张地讲:电子设计自动化是现代电子系统设计的基本手段,是走向市场、走向社会、走向国际的基本技能。不会使用电子设计自动化工具就无法适应信息与电子社会对电子系统设计人员的要求。但是对于初学者来讲,学习使用基本设计方法与手段,设计较小的电子系统,仍然是一条重要的必经之路。同时结合全国广大高校目前的条件与现状,将本书内容主要限于电子系统设计的基础部分还是恰当的。但是可以预料,不久的将来出版一本电子系统设计的现代篇,主要介绍以电子系统设计自动化的手

段来设计现代复杂电子系统,以适应社会的更高需要。

参加本书编写的共六人,何小艇为全书主编。第1章由何小艇、章守苗合编,第2章由陈邦媛编写,第3章由金心宇编写,第4章由童乃文、陈邦媛合编,第5章由阮秉涛编写,第6章由章守苗、童乃文合编,第7章集体编写。本书承全国大学生电子设计竞赛专家组组长、北京大学沈伯弘教授,教育部电子技术与线路课程教学指导小组成员、南京航空航天大学沈嗣昌教授审阅,并提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心的感谢。在编写本书的过程中还得到了浙江大学信电系荆仁杰教授、张明副教授,南京航空航天大学张兴敢副教授的热心指导,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,本书中所列举的实例,有些没有来得及全部实现,加上我们的水平有限,本书肯定有不少缺点和错误,恳请广大读者予以批评指正。

编 者

2000年5月于杭州玉泉浙江大学

目 录

第 1 章 电子系统设计导论	1
1.1 概述	1
1.2 电子系统设计方法	3
1.2.1 电子系统设计过程	3
1.2.2 现代电子系统的设计方法及工具	5
参考文献	7
第 2 章 数字系统设计	8
2.1 概述	8
2.1.1 数字系统的基本组成	9
2.1.2 设计数字系统的基本步骤	9
2.2 用流程图与 MDS 图设计数字系统	10
2.2.1 明确设计要求	10
2.2.2 确定系统方案	11
2.2.3 受控部分硬件设计	16
2.2.4 MDS 图	19
2.2.5 控制器的硬件实现	22
2.3 控制子系统的微程序设计	33
2.3.1 概述	33
2.3.2 微程序控制器的基本结构	35
2.3.3 微命令段(控制场)的编制格式	36
2.3.4 微程序流的控制	37
2.3.5 定时段	46
2.4 用描述语言设计数字系统	46
2.4.1 概述	46
2.4.2 语法结构	48
2.4.3 数据子系统的描述	51
2.4.4 设计步骤	56
2.5 数字系统设计举例	58
2.5.1 出租车计价器的设计	58
2.5.2 堆栈处理器的设计	67

2.5.3 模型计算机 CPU 的设计	75
2.5.4 采用层次分析法设计数字系统	90
参考文献	99
第3章 应用可编程逻辑器件的数字系统设计	100
3.1 概述	100
3.1.1 AMD 系列器件	101
3.1.2 Lattice 系列器件	103
3.1.3 FPGA 系列器件	117
3.2 ispLEVER 软件的应用	127
3.2.1 ispLEVER 简介	127
3.2.2 ispLEVER 开发工具的原理图输入	128
3.2.3 设计的编译与仿真	133
3.2.4 硬件描述语言和原理图混合输入	139
3.2.5 ispLEVER 中 VHDL 和 Verilog 语言的设计方法	146
3.2.6 约束条件编辑器(Constraint Editor)的使用方法	151
3.2.7 在系统编程的软件平台 ispVM System	155
3.2.8 ispLEVER 软件中的各种文件	158
3.3 ABEL-HDL 语言	159
3.3.1 ABEL-HDL 简介	159
3.3.2 ABEL-HDL 基本语法	160
3.3.3 ABEL-HDL 源文件基本结构	165
3.3.4 ABEL-HDL 源文件示例	171
3.3.5 ABEL-HDL 设计举例	172
3.4 应用可编程逻辑器件实现出租车计价器	174
3.4.1 选择 ISP 器件及其开发软件	175
3.4.2 用 ISP 器件实现数据子系统 中的计价与显示模块	175
3.4.3 用 ISP 器件实现控制子系统模块	178
3.4.4 小结	181
参考文献	182
第4章 模拟系统设计	183
4.1 模拟系统设计方法	183
4.1.1 概述	183
4.1.2 模拟系统的设计方法与步骤	184
4.2 基本单元电路介绍	186
4.2.1 集成运放应用设计基础	186
4.2.2 数据放大器和可编程数据放大器	191
4.2.3 跨导型放大器(电压/电流转换器)	193
4.2.4 隔离放大器	194

4.2.5 A/D 转换器、D/A 转换器和取样/保持(S/H)电路	196
4.2.6 传感器	203
4.2.7 执行机构	228
4.3 低频模拟系统设计举例	242
4.3.1 电子系统的数控直流稳压电源设计	242
4.3.2 音响系统放大器设计	248
4.3.3 附录	259
4.4 锁相环系统	263
4.4.1 环路基础理论知识	263
4.4.2 环路器件介绍	266
4.4.3 设计举例	272
4.5 通信系统	282
4.5.1 信道部分设计	283
4.5.2 控制器设计	292
4.5.3 结构与工艺	298
4.5.4 指标测量	301
4.5.5 附录	302
参考文献	309
第 5 章 以微处理器为核心的智能型电子系统的设计	310
5.1 概述	310
5.1.1 智能型电子系统的组成	311
5.1.2 智能型电子系统应用领域	311
5.2 智能型电子系统设计方法与过程	312
5.2.1 系统设计方法	313
5.2.2 智能型电子系统硬件设计与调试原则	316
5.2.3 智能型电子系统软件开发	318
5.3 单片机应用系统设计	328
5.3.1 单片机基本系统设计	328
5.3.2 单片机系统扩展	331
5.3.3 应用系统通道设计	338
5.4 以单片机为核心的智能型电子系统设计举例	356
5.4.1 水温控制系统的设计	356
5.4.2 智能型出租车计价器的设计	374
5.5 以嵌入式微处理器为核心的智能型电子系统的设计	386
5.5.1 嵌入式系统概述	386
5.5.2 嵌入式系统软件设计	390
5.5.3 嵌入式系统的开发	401
5.5.4 嵌入式 uClinux 应用程序运行	414

5.6 以嵌入式微处理器为核心的智能型电子系统的设计举例	427
5.6.1 基于 ARM 的嵌入式图像采集处理及传输系统	427
5.6.2 系统硬件设计	428
5.6.3 软件设计	432
参考文献	433
第 6 章 电子系统综合设计举例	435
6.1 实用信号源的设计	435
6.1.1 审题	436
6.1.2 方案论证	437
6.1.3 方案的实现	450
6.2 数据采集系统的设计	457
6.2.1 设计任务与要求	457
6.2.2 总体方案的确定	458
6.2.3 系统硬件设计	460
6.2.4 系统软件编制	469
6.2.5 系统改进措施及功能扩展的讨论	472
参考文献	476
第 7 章 电子系统的实现	477
7.1 概述	477
7.2 电子系统抗干扰设计	478
7.2.1 电子系统的主要干扰形式	478
7.2.2 电子系统抗干扰设计	479
7.3 电子系统的装配与调试	484
7.3.1 电子系统的装配	484
7.3.2 电子系统的调试	485
7.3.3 指标测试	488
7.4 设计报告与总结报告的编写	490
7.4.1 设计报告的编写	490
7.4.2 总结报告的编写	491
参考文献	492
附录 电子系统设计题选	493
一、音乐门铃的设计	493
二、音乐演奏器的设计	494
三、自行车里程表的设计	494
四、无线报警系统的设计	495
五、高层楼房物业管理系统的的设计	495
六、单次波形数据采集与观测电路的硬件设计	496
七、电子密码锁的设计	496

八、电子秤的设计	496
九、市内电话计费电路的设计	497
十、公共场所安全报警系统的设计	497
十一、自动电梯控制系统的设计	497
十二、会议大厅电器遥控系统的设计	498
十三、公共汽车自动报站系统的设计	498
十四、电表 IC 卡管理装置的设计	498
十五、航海模型遥控电路的设计	499

电子系统设计导论

1.1 概 述

21 世纪的到来,现代社会进入了电子与信息的时代。大到全球各大洲、小到每个家庭无不与电子和信息产业相关,这就要求即将工作于电子和信息领域的学生学会并掌握电子系统的设计与开发的方法。为此,首先应该知道什么是电子系统?它有什么特点?包括了哪些主要内容?电子系统有大有小,大到航天飞机的测控系统、小到出租车计价器,它们都是电子系统。可以概括地讲,凡是完成一个特定功能的完整的电子装置都可称为电子系统。电子系统可能的组成框图之一如图 1-1 所示。

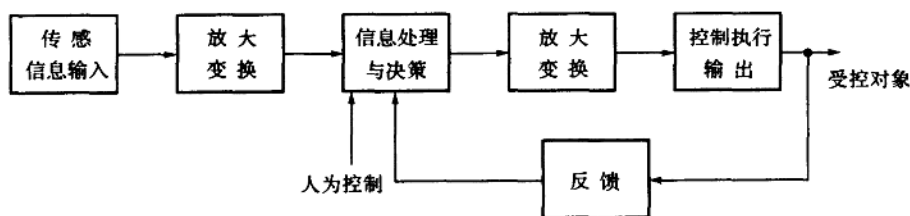


图 1-1 电子系统可能的组成框图之一

从组成来看,一个电子系统一般包括模拟系统——传感、高低频放大、模/数变换、数/模变换以及执行机构等;数字系统——信息处理、决策、控制。但是,对于软硬结合的电子系统而言,它的信息处理、决策与控制部分大部分可由含有 CPU 的微处理器的电子系统来实现。所以从组成来讲,一般可以把电子系统看成由三大部分组成:模拟子系统、数字子系统与微处理机子系统。之所以把以上三个部分称为三个子系统,是因为这些部分一般已不是 1~2 块简单模块电路可以实现的,它们本身也构成了一个有特定功能、相对完整的电路系统。实现电子系统的器件比较广泛,基本上包括了大部分电子元器件,它们是中大规模或超大规模集成电路、专用集成电路、可编程器件以及不可缺少的少量分立元件和机电元件。

从电子系统的类型来讲,电子系统又可分为智能型与非智能型两种。顾名思义,非智能型电子系统应该是那些功能简单或功能固定的电子系统,例如,简单的巡回检测报警系统等。可

什么是智能型电子系统呢? 至今还没见到过一个简单明确的权威论述。虽然如此, 我们仍可参照人类活动规律, 找出智能型所应具有的特点, 从而得出必要的结论。智能型的第一个特点是必须有记忆力, 如果没有记忆力则根本不可能由此及彼地全面地进行分析; 第二个特点是具有学习能力和便于学习各种知识, 而且这些知识可运用于实践; 第三个特点是易于接收信息、命令; 第四个特点是具有分析、判断和决策能力; 最后一个特点是可以控制或执行所作的决定。对照以上特点, 显然纯硬件的电子系统是不可能被划在智能型范围内。它的最大弱点是硬件与功能是一一对应的, 增加一个功能必须增加一组硬件, 改变功能必须改变电路结构。所以纯硬件结构不具有便于学习的能力, 因此它不具有智能型的特点。只有由带有 CPU 的微处理器配以必要的外围电路从而构成软硬结合的电子系统才具有智能型的特点。首先它有存储单元及输入/输出接口, 可以接收并记忆信息、数据、命令以及输出并控制决策的执行。其次它善于并且便于学习, 只要将合适的软件装入系统, 人们不必改动系统结构就可使它具有某种新功能。有了记忆能力, 它就可以进行必需的分析、判断, 完成一些决策, 从而具有智能型的特点。因此我们把以微处理器为核心组成的软硬结合的电子系统称为智能型电子系统。

根据电子系统的不同功能, 大概有以下几种电子系统, 举例如下:

(1) 测控系统 大到航天器的飞行轨道控制系统, 小到自动照相机快门系统以及工业生产控制等。

(2) 测量系统 电量及非电量的精密测量。

(3) 数据处理系统 例如语音、图像、雷达信息处理等。

(4) 通信系统 数字通信、微波通信等。

(5) 计算机系统 计算机本身就是一个电子系统, 可以单台工作也可以多台连网。

(6) 家电系统 多媒体彩电、数字式视频光盘机等。

以上例举了众多的电子系统, 它们的功能不同、规模不同、使用场合不同, 因此对它们的要求也不同, 从而衡量这些系统的指标也是不同的。衡量电子系统的指标可能有功能、工作范围、容量、精度、灵敏度、稳定性、可靠性、响应速度和使用场合、工作环境、供电方式、功耗、体积重量等。对不同系统而言, 系统指标要求不同, 例如: 航天器中的轨道控制系统的动态工作范围、精度、响应速度、可靠性、体积重量、功耗、工作环境等则必须重点考虑; 通信系统则重视容量、灵敏度、稳定性、使用场合等; 家电系统则主要考虑功能、稳定性、可靠性、成本及价格等, 而对供电方式、精度、响应速度等指标不作过多考虑。系统设计人员应根据系统类型、功能要求、指标要求, 细化出每个待设计的子系统的技术指标以便进行设计。在细化过程中必须注意尽量符合国家标准或部颁标准, 必要时还应符合国际标准, 以便产品走向世界。在细化中应该注意系统的档次定位、技术含量恰当、符合发展潮流、性能价格比高, 以满足市场需求。

根据待设计的电子系统的特点以及使用的技术层次, 可将电子系统设计分成三种类型:

(1) 新系统开发设计 开拓、研制一个崭新的电子系统, 所用的部分技术、电路、器件有待于同期开发。它属于创新、开拓、科研型的设计类型。

(2) 新产品开发型设计 利用现有成熟技术、电路及器件, 开发出满足市场需求的新产品、新设备。它属于开发型的设计类型。

(3) 新技术应用型开发设计 介于以上两种类型之间, 将新技术、新器件应用于电子系统的开发, 将电子系统的性能提高到一个新的档次。

根据以上介绍的电子系统功能、应用范围以及设计类型可知,电子系统设计牵涉的范围非常广,而且涉及的技术层次也大不相同。那么本书的内容将设定在什么范围呢?根据本书所设定的读者及使用范围,本书的内容将限定于设计一个实用的完整的小电子系统,诸如温控系统、信号产生器、出租车计价器等,属于新产品开发型设计类型,但不能过多涉及一些实际生产中的问题,只能集中篇幅给读者提供一个由单元电路、基本原理、实用器件到实用小系统的桥梁,使读者学会并掌握电子系统设计与开发的方法。

根据以上目的,同时根据电子系统的组成和使用器件,本书内容包括:

(1) 电子系统的设计方法,包括各个子系统的设计方法,诸如数字子系统设计方法、模拟子系统设计方法以及微处理器子系统设计方法。

(2) 应用新器件——可编程逻辑器件设计数字系统的方法。

(3) 电子系统可能涉及到的一些器件,诸如传感器、输入/输出设备、执行机构以及一些实用器件的特性及使用方法,但它们的原理将不过多涉及。

(4) 若干实用性很强的设计举例贯串于全书的各章节,以供学习设计方法时参考。

(5) 电子系统的调试及实现方法,用以指导读者的实践活动。

本书是一本既有理论方法又有实际设计举例(理论与实际相结合),又具有很强实用性的教学指导书。同时又是一本自学参考书,是广大读者进入电子系统设计领域的有力助手和工具。

1.2 电子系统设计方法

1.2.1 电子系统设计过程

在大多数情况下,电子系统的设计方法采用自上而下(top-down)的设计方法。设计人员根据用户要求进行设计。用户要求一般表示为无二义性的自然语言描述、硬件描述语言以及系统的总体技术指标等,以系统设计要求和系统说明书方式提供。有些资料把用户要求这个层次概括为功能级。设计人员首先根据对设计要求的理解及系统可能的工作方式、结构等知识构成系统总体方框图。在构成总体方框图时应不断地消化并理解用户要求,必要时与用户磋商讨论,进一步明确一些可能存在的不明确的地方,补充确定一些设计要求中未曾列出的必要的技术要求、指标等。总体方框图由若干个方框构成,每一个方框都是一个功能相对单一的子系统,例如:存储器系统,数据处理系统,输入/输出系统等。同时,根据设计要求及指标规定每个子系统的性能指标,类似于把用户要求层次概括为功能级,可以把带有技术指标要求的系统总体方框图概括为处理器级。然后,设计人员应对总体方框图中的每一个方框(子系统)的结构进行分析及设计。根据它在系统中的功能及指标构成该方框(子系统)的详细方框图,要使详细方框图中的每一个小方框都落实到通用中大规模集成电路层次,同时规定一些关键器件的指标以保证该子系统的性能指标的实现。通常把这个层次概括为寄存器级。对于一个初级的电子系统设计人员而言,构成了寄存器级方框图就等于初步完成了系统设计的理论部分。还应该说明的

是:自上而下的设计方法是一个不断求精、逐步细化、分解的过程,但并不是单方向的。在下一级的构成及设计过程中可能会发现上一级的问题或不足,从而必须反过来对上一级的构成及设计加以修正。所以自上而下的设计过程是一个不断反复修正的过程,最后制定出可行的方案。完成了理论设计后,下一步的工作就是根据框图及要求,采购器件、设计印刷电路板,装配、调试。如果在调试中发生问题还要修改部分设计及更换器件,以保证性能合乎要求。最后还应完成必需的设计报告、测试报告及各种文档资料整理,从而完整地结束系统的设计过程。

如果还希望进一步提高结果的档次,例如用可编程器件实现部分电路或者直接设计成专用集成电路(ASIC)。在获得了寄存器级方框图后,设计人员应该用寄存器描述语言(当前通用VHDL语言)或软件规定的语言,对寄存器级方框图进行描述,经过编译、仿真等操作后生成可编程器件或专用集成电路的版图供集成电路厂家去生产专用集成电路。电子系统的理论设

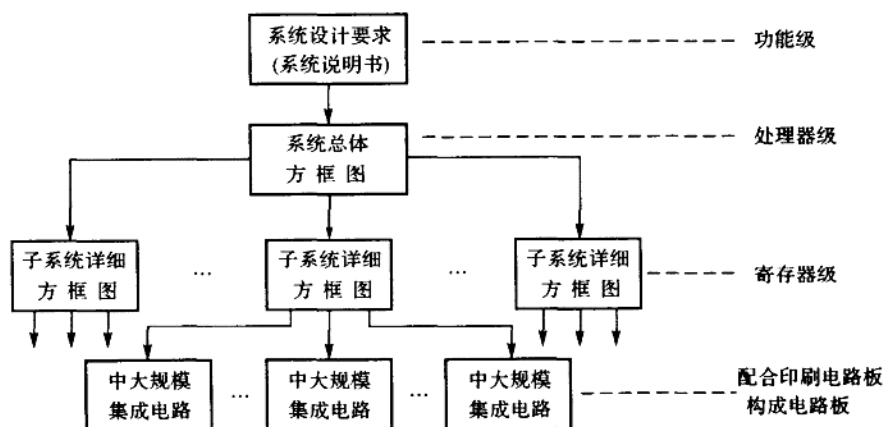


图 1-2 电子系统理论设计过程示意图

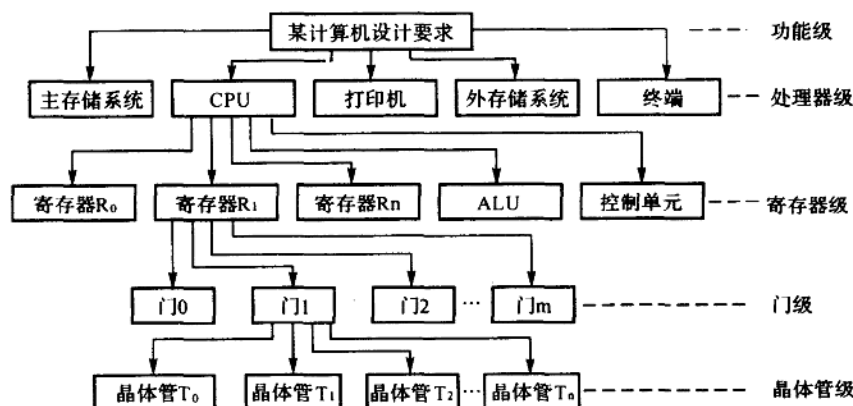


图 1-3 某计算机的理论设计过程框图

计过程可用图 1-2 表示。图 1-3 给出了某计算机(它也是电子系统)的理论设计过程示意图,图中还画出了线路设计一般不必涉及的门级及晶体管级。

应该说明的是以上的系统设计过程实际上主要是数字子系统硬件的设计过程。一个智能