



普通高校“十二五”规划教材

ELECTRONIC SYSTEM DESIGN

本书配套多媒体教学课件

电子系统设计 ——电路篇

张 诚 林志贵 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十二五”规划教材

电子系统设计——电路篇

张 诚 林志贵 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是为高等院校电气与电子信息类专业编写的一本电子系统设计实践类教材,结合“项目驱动式”的教学方法对电子系统的电路设计进行了系统而详细的介绍。

本书从电子系统的相关概念和实践基础知识入手,根据功能分别介绍了电子系统中电源电路、信号发生电路、功率放大电路、信号滤波器电路、信号处理电路的基本原理、设计方法和典型应用,同时,以 Freescale 公司新推出的基于 Cortex M0+核的 KL25 微控制器为基础,介绍了其原理与电路设计方法,最后通过实例分析介绍了综合电子系统的设计方法。

本书以电子系统设计的方法为主线,内容详实,结构清晰,并结合电子设计竞赛题目和工程项目实际进行实例讲解,突出教材的实践性和实用性。

本书可作为高等院校电气与电子信息类专业学生学习、课程设计、毕业设计和参加各种电子设计竞赛培训的教学用书,也可作为工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子系统设计. 电路篇 / 张诚, 林志贵编著. -- 北京: 北京航空航天大学出版社, 2014. 1

ISBN 978-7-5124-1333-7

I. ①电… II. ①张… ②林… III. ①电子系统—系统设计—高等学校—教材 ②电子电路—电路设计—高等学校—教材 IV. ①TN02②TN702

中国版本图书馆(CIP)数据核字(2013)第 293706 号

版权所有,侵权必究。

电子系统设计——电路篇

张 诚 林志贵 编著

责任编辑 董立娟

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:22.75 字数:485 千字

2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1333-7 定价:49.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前言

电子系统设计课程是一门实践性课程,教学内容应突出理论与实践相结合,以运用理论知识解决实际问题的能力为教学的重心,通过实践使学生具有电子系统综合设计能力以及良好的工程素养和创新意识。

基于上述思想,依据现代电子信息领域对专业人才核心能力的要求,本书应运而生。作为一本综合实践性教材,本书的先修课程包括模拟电子、数字电子、单片机技术等,本书是对相关课程知识的拓宽、提高和综合运用,重点介绍电子系统中电路设计的基本原理方法,并结合实用方案和典型案例进行分析。

本书以电子系统设计的方法为主线,内容详实,结构清晰,并结合电子设计竞赛题目和工程项目实际进行实例讲解,突出教材的实践性和实用性。本书的主要特色有:

①对电子系统电路设计进行了全面而系统的介绍,既包括基本原理,又结合了许多典型的实用电路,并增加了许多新技术和新器件的应用,具有很强的实践性。

②结合“项目驱动式”的教学方法,章节的开始都提出了设计引例,鼓励读者从项目开发的角度出发学习各章的内容,并在各章的最后一节给出相关引例的设计方案和参考电路,有助于读者动手实践。

本书共9章。第1章为电子系统设计导论,主要介绍电子系统的组成、一般设计方法、设计步骤和原则,使读者对电子系统设计有一个宏观的认识。第2章为电子系统设计实践基础,主要介绍电子元器件的识别及使用方法、手工焊接技术、电路抗干扰措施及故障与诊断方法,使读者掌握电子设计实践的基本知识。第3~8章分模块介绍电子系统中各单元电路的设计方法。第3章为电源电路,主要介绍电源电路的基本概念与组成、整流与滤波电路的设计方法、线性及开关稳压电路的原理及设计方法、逆变电源电路的基本原理和应用。第4章为信号发生电路,主要介绍信号发生电路的基本概念、正弦及非正弦信号发生器原理与设计方法、基于555定时器和集成芯片的信号发生电路设计方法、直接数字频率合成技术和应用。第5章为功率放大电路,主要介绍功率放大电路的基本概念、常见功率放大器的原理和典型电路、D类功率放大器的原理及设计方法、集成功率放大器的使用及应用。第6章为信号滤波电路,主要介绍滤波器的基本概念、滤波器的传递函数与频率特性的关系、有源滤波器

的设计方法、滤波器辅助设计工具的使用方法、单片集成滤波器及其应用、抗混叠滤波器的原理及设计方法。第7章为信号处理电路,主要介绍仪用放大器、宽带放大器和增益控制放大器的原理及设计方法、信号整形电路和变换电路的基本原理和典型应用。第8章为MCU应用系统设计,以Freescale新推出的基于Cortex M0+核的Kinetis L系列中的KL25为例,介绍其设计方法。第9章为综合设计实例,针对第3~8章内容,分别介绍了5个典型电子系统综合设计实例,每个实例均以KL25为控制核心,将本书的内容有机融合,有助于学生综合电子设计能力的提高。

本书可作为高等院校电气与电子信息类专业学生学习、课程设计、毕业设计和参加各种电子设计竞赛培训的教学用书,也可作为工程技术人员的参考用书。

本书由张诚、林志贵、孟德军、赵军发共同完成,具体分工为:张诚负责拟定大纲和目录;孟德军编写了第2章,赵军发编写了第5章,林志贵编写了第8章,其余章节由张诚编写;张诚对全书进行了统稿,林志贵对全书进行了审阅和校正。

天津工业大学的陈珍星、姚芳琴、穆殿伟、刘春影研究生参加了本书的文字录入、图表绘制等工作。荣锋、徐伟等同志对本书的编写给予了大力协助,在此一并表示感谢!

感谢北京航空航天大学出版社对本书的编写和出版提供的帮助与支持。

另外,在本书的编写过程中,参考了许多文献资料,在此对这些文献的作者一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限和编写时间仓促,书中难免有不足之处,恳请读者批评指正。

有兴趣的读者可以发邮件到:zhangcheng@tjpu.edu.cn,与作者进一步交流;也可以发送电子邮件到:xdhydc5@sina.com,与本书编辑进行交流。

编 者

2013年12月于天津工业大学



第 1 章 电子系统设计导论	1
1.1 电子系统概述	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 电子系统设计的一般方法	3
1.3 电子系统设计的一般步骤	4
1.4 电子系统设计的一般原则	6
习 题	7
第 2 章 电子系统设计实践基础知识准备	8
2.1 常用电子元器件	8
2.1.1 电阻器	8
2.1.2 电位器	12
2.1.3 电容器	13
2.1.4 电感器	17
2.1.5 分立式半导体器件	20
2.1.6 继电器	22
2.2 手工焊接技术	24
2.2.1 焊接工具	24
2.2.2 焊料与焊剂	27
2.2.3 手工焊接工艺	28
2.2.4 典型焊接方法	30
2.3 电子制作中的抗干扰措施	31
2.3.1 干扰的产生及其传播	32
2.3.2 干扰信号的抑制	32
2.4 故障与诊断	35

2.4.1 故障原因	35
2.4.2 常见电子电路故障现象及其原因	35
2.4.3 电子电路故障诊断与排除	36
习 题	37
第3章 电源电路	38
引例——可调直流稳压电源	38
3.1 稳压电源的技术参数	38
3.2 直流稳压电源的组成	40
3.3 整流及滤波电路	41
3.3.1 整流电路	41
3.3.2 滤波电路	42
3.3.3 整流滤波电路设计原则	43
3.4 线性稳压电路	44
3.4.1 串联型稳压电路	44
3.4.2 三端集成稳压器	46
3.4.3 低压差线性稳压器	50
3.5 开关型稳压电路	51
3.5.1 串联开关型稳压电路	52
3.5.2 开关稳压控制器及其应用	55
3.5.3 开关稳压器及其应用	59
3.5.4 开关稳压电源模块	63
3.6 逆变电源	65
3.6.1 逆变电源基本原理	66
3.6.2 逆变电源典型应用——不间断电源	69
3.7 设计实例——可调直流稳压电源	72
习 题	75
第4章 信号发生电路	77
引例——函数发生器	77
4.1 信号发生电路的分类及技术参数	78
4.1.1 信号发生器的分类	78
4.1.2 信号发生器的技术参数	78
4.2 正弦信号发生器	79
4.2.1 正弦波振荡电路的组成及振荡条件	79
4.2.2 RC 正弦波振荡电路	80
4.2.3 LC 正弦波振荡电路	84
4.2.4 晶体振荡电路	88

4.3 非正弦信号发生器	90
4.3.1 矩形波发生电路	91
4.3.2 三角波发生电路	93
4.3.3 锯齿波发生电路	95
4.3.4 压控振荡器	97
4.4 基于 555 定时器的信号发生器设计	99
4.4.1 555 定时器的结构及工作原理	99
4.4.2 555 定时器在波形发生方面的应用	101
4.5 集成函数发生器	105
4.5.1 集成函数发生器 ICL8038	106
4.5.2 MAX038 型高频函数发生器	110
4.6 直接数字频率合成技术	115
4.6.1 DDS 的原理与特性	115
4.6.2 常用 DDS 集成芯片及应用	119
4.7 设计实例——函数发生器的设计	127
习 题	133
第 5 章 功率放大电路	134
引例——音响放大器	134
5.1 功率放大器的分类及技术参数	135
5.1.1 功率放大器的分类	135
5.1.2 功率放大器的技术参数	138
5.2 常见功率放大电路及特点	139
5.2.1 变压器耦合功率放大电路	139
5.2.2 无输出变压器耦合功率放大电路	140
5.2.3 无电容耦合功率放大电路	142
5.2.4 桥式推挽功率放大电路	146
5.3 丁类(D 类)功率放大电路	147
5.3.1 D 类功率放大器的基本原理	147
5.3.2 D 类功率放大器的设计	149
5.4 集成功率放大器	151
5.4.1 小功率集成功率放大器	151
5.4.2 中等功率集成功率放大器	154
5.4.3 大功率集成功率放大器	156
5.4.4 集成 D 类功率放大器	159
5.4.5 集成功率放大器设计注意事项	161
5.5 设计实例——音响放大器的设计	163

习 题	171
第 6 章 信号滤波电路	172
引例——心电信号放大器	172
6.1 滤波器的分类及技术参数	173
6.1.1 滤波器的分类及特点	173
6.1.2 滤波器的技术参数	175
6.2 滤波器的传递函数与频率特性	178
6.3 有源滤波器的设计	179
6.3.1 有源滤波器概述	179
6.3.2 低通滤波器设计原理及设计实例	180
6.3.3 高通滤波器设计原理及设计实例	184
6.3.4 带通滤波器设计原理及设计实例	187
6.3.5 带阻滤波器设计原理及设计实例	192
6.3.6 状态变量型滤波器设计原理及实例	193
6.4 滤波器辅助设计工具原理及设计实例	196
6.4.1 Filter Solutions 滤波器设计软件原理及设计实例	196
6.4.2 FilterPro 滤波器设计软件原理及设计实例	201
6.5 单片集成滤波器原理及其应用	205
6.5.1 连续时间集成滤波器	205
6.5.2 开关电容集成滤波器	208
6.6 抗混叠滤波原理及设计实例	212
6.7 设计实例——心电信号放大器设计	215
习 题	219
第 7 章 信号处理电路	220
引例——基于热电阻的温度测量电路	220
7.1 基本运算电路	221
7.2 仪用放大器	225
7.2.1 三运放仪用放大器	225
7.2.2 集成仪表放大器原理及应用	227
7.3 宽带放大器特点典型应用	229
7.3.1 宽带放大器的主要参数	229
7.3.2 电压反馈型运放与电流反馈型运放	231
7.3.3 宽带放大器设计实例	233
7.3.4 射频放大器	235
7.4 增益控制放大器	237
7.4.1 增益控制的一般方法	237

7.4.2 单片集成增益控制放大器	241
7.5 信号整形电路	245
7.5.1 正弦波整形为方波的电路	245
7.5.2 方波整形为正弦波的电路	246
7.5.3 单稳触发器构成的波形整形电路	246
7.5.4 施密特触发器构成的波形整形电路	249
7.6 信号变换电路	251
7.6.1 I/V、V/I 变换电路原则及设计实例	251
7.6.2 电压/频率、频率/电压变换电路原理及设计实例	252
7.6.3 峰值检测电路	258
7.6.4 绝对值变换电路	259
7.7 设计实例——基于热电阻的温度测量电路的设计	261
习 题	266
第 8 章 MCU 应用系统设计	268
引例——废水处理控制器	268
8.1 MCU 概述	268
8.1.1 发展简史	268
8.1.2 MCU 基本结构	269
8.2 Freescale Kinetis 系列 MCU	270
8.2.1 概述	270
8.2.2 KL25 最小系统	271
8.3 KL25 的中断	273
8.4 KL25 的存储结构	275
8.5 KL25 的输入/输出接口	277
8.6 KL25 的定时/计数器	278
8.7 KL25 的外设接口	284
8.8 设计实例——基于 KL25 的废水处理控制器的设计	291
习 题	300
第 9 章 综合设计实例	301
9.1 数控恒流源的设计	301
9.1.1 任务与要求	301
9.1.2 方案论证	302
9.1.3 总体设计	303
9.1.4 电路设计	303
9.1.5 软件设计	307
9.2 波形发生器的设计	308

9.2.1	任务与要求	308
9.2.2	题目分析与方案论证	308
9.2.3	总体设计	311
9.2.4	电路设计	312
9.2.5	软件设计	316
9.3	低频功率放大器的设计	318
9.3.1	任务与要求	318
9.3.2	理论分析与总体设计	318
9.3.3	电路设计	319
9.3.4	软件设计	325
9.3.5	电路仿真	326
9.4	程控滤波器的设计	329
9.4.1	任务与要求	329
9.4.2	方案论证	329
9.4.3	总体设计	331
9.4.4	电路设计	331
9.4.5	软件设计	337
9.4.6	电路仿真	338
9.5	宽带直流放大器的设计	340
9.5.1	任务与要求	340
9.5.2	方案论证	341
9.5.3	总体设计与理论分析	342
9.5.4	电路设计	344
9.5.5	软件设计	347
9.5.6	抗干扰措施	349
9.5.7	电路仿真	349
附录	KL25 硬件最小系统电路图	351
参考文献		352

第 1 章

电子系统设计导论

1.1 电子系统概述

1.1.1 电子系统的定义

系统是由两个以上各不相同且相互联系、互相制约的单元组成的,并且在给定环境下能够完成一定功能的综合体。系统的基本特征是:在功能与结构上具有综合性、层次性和复杂性,这些特征决定了系统的设计与分析方法将不同于简单的对象。

电子系统通常是指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,能够完成特定功能的电子装置。

根据所实现的不同功能,电子系统有以下几种典型分类:

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,如各种仪器仪表。

③ 数据处理系统:如语音、图像、雷达等信息的处理系统。

④ 通信系统:包括数字通信、微波通信等,如移动电话、基站等。

⑤ 家电系统:多媒体电视机、自动洗衣机、数字机顶盒等。

1.1.2 电子系统的组成

一般来说,一个复杂的电子系统可以分解为若干个子系统,其中的每个子系统又由若干个功能模块组成,而功能模块由若干个单元电路组成,如图 1.1 所示。常见的子系统有模拟子系统、数字子系统和微处理器子系统。这些子系统一般已不是 1~2 块简单模块电路可以实现的,它们本身也构成了一个具有特定功能、相对完整的电路系统。

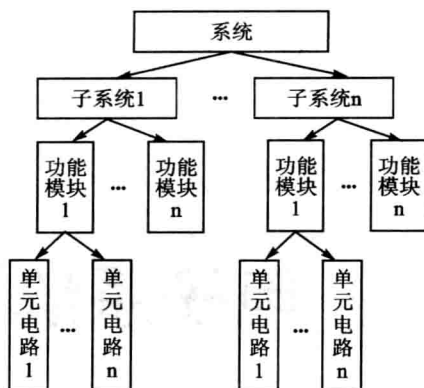


图 1.1 电子系统结构示意图

根据信号处理流向,通常电子系统可由图 1.2 所示的几部分组成,各部分的作用如下:

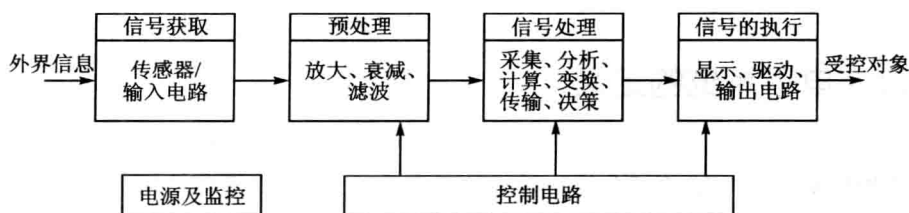


图 1.2 电子系统的组成

信号获取:主要是通过传感器或输入电路,将外界信息变换为电信号或实现信源与系统间的耦合匹配。

预处理:主要是对获取的电信号进行放大、衰减或滤波等,也就是通常所说的“信号调理”。经预处理后的信号,在幅度和其他诸多方面都比较适合采集和进一步的分析处理。

信号处理:主要完成信号和信息的采集、分析、计算、变换、传输和决策。随着数字信号处理技术的发展,越来越多的信号处理采用编程方式在微处理器上实现。

信号的执行:主要包括处理结果的显示、对受控对象的驱动以及输出电路等。

控制电路:主要完成对各部分电路动作的控制,使各部分能协调有序地工作。为实现复杂的控制,通常由微控制器或 FPGA 作为控制电路的核心。

电源及监控:电源是每个电子系统必不可少的组成部分。电源电路设计是否合理直接关系到系统的性能指标和稳定性,在进行系统设计时必须予以重视。对于某些系统往往加入电源监控电路,确保系统供电正常或在供电异常情况下对系统进行保护。

1.2 电子系统设计的一般方法

1. 自顶向下法

自顶向下(Top-Down)设计方法首先从系统级设计开始。系统级的设计任务是根据原始设计指标或用户的需求,将系统的功能(或行为)全面、准确地描述出来,即将系统的输入输出关系全面、准确地描述出来,然后再进行子系统设计。具体讲就是根据系统级设计所描述的该系统应具有的各项功能,将系统划分和定义为一个适当的、能够实现某一功能的、相对独立的子系统。每个子系统的功能和输入/输出关系必须全面、准确地描述出来,子系统之间的联系也必须全面、准确地描述出来。子系统的划分、定义和互连完成后,就下到部件级上去进行设计,即设计或者选用一些部件去组成实现既定功能的子系统。部件级的设计完成后再进行最后的元件级设计,即选用适当的元件去实现既定功能的部件。

自顶向下法是一种概念驱动的设计方法。该方法要求在整个设计过程中尽量运用概念(即抽象)去描述和分析设计对象,而不要过早地考虑实现该设计的具体电路、元件和工艺,以便抓住主要矛盾,避免纠缠在具体细节上,这样才能控制住设计的复杂性。整个设计在概念上的演化从顶层到底层应逐步由概况到展开,由粗略到精细。只有当整个设计在概念上得到验证与优化后,才能考虑“采用什么电路、元器件和工艺去实现该设计”这类具体问题。此外,设计人员在运用该方法时还必须遵循下列原则,才能得到一个系统化的、清晰易懂的以及可靠性高、可维护性好的设计。

(1) 正确性和完备性原则

该方法要求在每一级的设计完成后都必须对设计的正确性和完备性进行反复的检查,即检查指标所要求的各项功能是否都实现了,且留有必要的余地,最后还要对设计进行适当的优化。

(2) 模块化和结构化原则

每个子系统、部件或子部件应设计成为功能上相对独立的模块,即每个模块均有明确的、可独立完成的功能,而且对某个模块内部进行修改时不应影响其他的模块;子系统之间、部件之间或者子部件之间的联系形式应当与结构化程序设计中模块间的联系形式相仿。

(3) 问题不下放原则

在某一级设计中遇到问题时,必须将其解决了才能进行下一级的设计,切不可将上一级的问题留到下一级去解决。

(4) 直观性和清晰性原则

设计中不主张采用那些使人难以理解的诀窍和技巧,应当在实际的设计中和文档中直观、清晰地反映出设计者的思路。设计文档的表达应当条理清晰且简洁明了。

一个易懂性好的设计,不仅使得同一项目组的设计人员之间的交流方便、高效,而且使今后系统的修改、升级和维护大为方便。

综上所述,进行一项大型、复杂系统设计的过程,实际上是一个在自顶向下的过程中还包括了由底层返回上层进行修改的多次反复的过程。自顶向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。

2. 自底向上法

自底向上法(Bottom-Up)是根据要实现系统的各个功能的要求,从现有可用的元件或单元电路中选出合适的,设计成一个个部件,当一个部件不能直接实现系统的某个功能时,就需要设计由多个部件组成的子系统去实现该功能,上述过程一直进行到系统所要求的全部功能都实现为止。

该方法的优点是可以继承使用经过验证、成熟的部件与子系统,从而实现设计重用,以减少设计的重复性劳动和提高设计时效性。其缺点是设计过程中设计人员的思想受限于现有可用的元件或单元电路,故不容易实现系统化的、清晰易懂的、可靠性高及可维护性好的设计。然而自底向上法在系统的组装和测试过程中却是行之有效的,因此常运用于这些场合。此外,对于以IP核为基础的超大规模集成电路(VLSI)片上系统的设计,自底向上法也得到了重视和应用。

3. 以自顶向下为主导,结合使用自底向上的方法

在近代的系统设计中,为了实现设计重用及对系统进行模块化测试,通常采用以自顶向下法为主导,并结合使用自底向上法的方法。利用自顶向下法完成系统级设计,明确各功能模块的划分,然后利用自底向上法设计各功能模块。这种方法既能保证实现系统化、清晰易懂、可靠性及可维护性好的设计,又能减少设计的重复劳动,提高设计效率。

1.3 电子系统设计的一般步骤

电子系统一般可以分为模拟系统、数字系统和以微处理器(MPU)或微控制器(MCU)为核心的电子系统,具体设计步骤虽然不同,但总体上分为需求分析、方案论证与选择、子系统或模块设计与调试、系统集成、装配与调试、系统测试、总结设计文档等步骤。

下面以基于MPU/MCU的电子系统为例,讨论其设计的一般步骤,设计步骤及流程如图1.3所示。

需求分析:就是要弄清楚所要设计的系统是什么,明确设计任务和要求。通常,用户提出的需求是从使用的角度出发,用非专业的术语描述的。设计人员需要通过沟通将用户的需求转化为从设计的角度出发,用专业术语进行描述的功能及规格说明。之后,根据需求明确系统的功能、性能指标以及特殊要求(如体积、功耗、成本、使

用环境等)。特别注意的是,所总结的系统功能和性能指标必须要完备,能够满足用户的所有需求,避免遗漏。

总体设计:主要完成系统的划分、关键技术的方案论证和选择。根据系统要实现的功能将系统划分为若干个子系统或功能模块,明确各模块的功能、输入量与输出量,以及各模块间的关系,确定系统的工作过程,分析系统实现的难点和关键之处。对于影响系统功能和性能指标的关键技术进行方案论证,综合考虑各方案的优缺点、可行性、复杂性、可维护性、性价比等因素,最终选择出合适的设计方案。

硬件设计及调试:在进行完总体设计后,可分别进行硬件和软件设计。在硬件设计中,对系统硬件组成进一步细化,确定各单元电路的形式并进行元器件选型,对各单元电路进行功能仿真,必要时焊接实物电路进行验证。各单元电路验证无误后,绘制硬件整体电路原理图和PCB图,考虑好元器件的布局和连线,以及电路板对外接口的封装形式。制作出电路板后进行元件焊接,并对所制作的电路进行调试,验证是否满足设计要求,若不满足则需对原有设计进行改进。

软件设计及调试:对于复杂的系统,软件部分可分为应用层程序和驱动层程序两大部分。驱动层程序面向芯片硬件外设,可直接访问MPU或MCU的寄存器,控制MPU或MCU完成相应工作,是硬件外设与应用层程序之间的桥梁。应用层程序通过调用驱动层程序完成相关功能。在进行软件设计时,应先根据系统的功能要求划分程序模块,每个程序模块包含实现相应功能的应用层程序和驱动层程序。然后,编写相关模块程序,尽可能对每个模块程序,特别是驱动程序进行验证。最后,根据系统工作过程设计主程序和中断服务程序。需要注意的是:复杂的程序要先设计程序的流程图,再进行代码编写,从而减少逻辑错误的发生。

系统集成及调试:将系统硬件电路与其他部件(如传感器、执行器等)进行装配,将所编写的程序下载到系统硬件中进行调试,不断修改和优化程序,最终实现要求的所有功能。

整机测试:将系统置于应用现场连续运行,检查系统的相关性能指标是否满足要求,测试系统工作的可靠性和稳定性。

设计文档总结:当所设计的电子系统通过整机测试实现了所要求的功能和性能指标后,需要总结设计文档。这一步骤非常重要,但却经常被设计者所忽视。设计文档一般包括:设计报告、装配及使用说明、硬件电路图、元器件清单、程序代码等。设计报告用于描述系统设计的原理及方法,其中包括总体方案、硬件设计、软件设计以及测试数据和结果,是设计思想的体现。装配及使用说明用于描述系统的组成及各

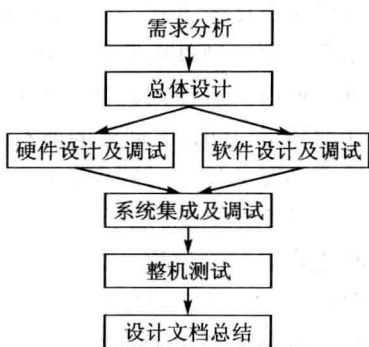


图 1.3 基于 MPU/MCU 的电子系统设计一般步骤

部分相互连接的方式,并从用户使用的角度详细介绍系统的使用方法、操作流程及使用注意事项。硬件电路图应包括系统完整的电路原理图和 PCB 图源文件。元器件清单需列出所有使用元器件的标号、参数值、封装形式等。程序代码应包括所使用集成开发环境(IDE)下创建的所有文件,包含源代码文件和 IDE 的生成文件,源代码中要加入必要的注释对程序进行说明,从而增加程序的可读性。

值得注意的是:电子系统的设计步骤不是严格意义的顺序关系,而是不断修改、不断优化的反复过程。在设计和调试过程中,会不断遇到问题,有的问题可能通过修改模块设计方案予以解决,有的问题则可能要修改整个系统的方案。因此,注重总体设计和方案选择至关重要。

1.4 电子系统设计的一般原则

1. 设计理念和技术路线

在进行系统设计时,设计理念和技術路线要顺应当前电子技术转移的三大方向:分立元件向集成电路转移、模拟技术向数字技术转移、固定器件向可编程器件转移。

随着微电子技术的发展,集成电路功能越来越强大、价格也迅速降低。因此,在满足设计要求的情况下可多考虑使用集成电路,尽量减少分立元件,以简化设计、减少体积、降低功耗、提高系统的可靠性。

数字化有诸多优点,特别是需要多功能的复杂信号处理时,数字化是必需的途径,所以技术重点向数字化转移是必然的。但需要指出,数字化不可能完全替代模拟技术。随着模拟集成电路的发展,许多场合采用模拟集成电路解决方案也是非常有效的,而且是唯一的。所以要辩证地来处理数字技术与模拟技术的关系。

可编程器件及其 EDA 工具的出现与发展是电子设计领域的一场革命。可编程器件(如 CPLD、FPGA)可以使系统性能最优化、体积缩小、成本降低、可靠性提高、设计周期大大缩短,甚至在印制电路板完成后仍可修改电路,诸多优点使其很快代替了传统的中、小规模数字器件。

2. 设计方法

在电子系统设计过程中,必须充分利用各种 EDA 工具,采取先“仿真”后“实验”、先“虚拟”后“硬件”的方法。

当前的 EDA 工具越来越完善,用于数模混合仿真的有 Pspice、EWB、Multisim、Tina-TI、Protel DXP 等,用于系统仿真的有 Systemview、Cadence、Synopsys 等,用于纯数字系统仿真的有 Maxplus II、Quartus II、Foundation 等。模型库、器件库都比较完善。可以在计算机上设计好电路,仿真结果证实性能达到要求后再装配电路,或直接给可编程器件下载。这种设计方法是十分科学的,可以收到事半功倍的效果。但需指出,在设计中不能过于依赖仿真结果,特别是模拟电路设计中,还要特别注意