

电子设计系列丛书

MCU
FPGA
RTOS

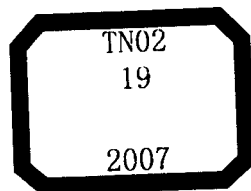


基于MCU、FPGA、RTOS的 电子系统设计方法与实例

欧伟明 编著



北京航空航天大学出版社



TN02

19

2007

电子设计系列丛书

基于 MCU、FPGA、RTOS 的 电子系统设计方法与实例

欧伟明 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书论述现代电子系统的设计方法,主要论述基于微控制器(MCU)、现场可编程门阵列(FPGA)、嵌入式实时操作系统(RTOS)的电子系统设计方法与实例。全书内容分为10章:电子系统设计基础;基于嵌入式实时操作系统的软件设计方法;基于FPGA电路重构技术的电子系统设计;带温度巡检功能的自动打铃器;数控直流电流源;基于MCU和FPGA的相位测量仪;基于MCU和FPGA的出租车计费系统;基于RTX51的乐曲编辑和发生器;基于RTX51的交通信号控制系统;电子系统抗干扰设计技术。

本书实例全部来自于实际的工程项目,或者实际的电子制作,所有实例都经过了实际验证。对于每一个设计实例,不仅给出了详细的系统设计过程,而且给出了完整的系统硬件电路原理图和系统软件设计源程序代码。

本书可作为高等院校电子工程、通信工程、自动化、计算机应用技术、仪器仪表等学科的高年级本科生或研究生的“现代电子系统设计”课程的教材,也可作为这些专业的毕业设计参考资料和电子工程师的参考书,还可作为各类电子设计竞赛的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

基于MCU、FPGA、RTOS的电子系统设计方法与实例/
欧伟明编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2007.7

ISBN 978-7-81124-074-0

I. 基… II. 欧… III. 电子系统—系统设计 IV. TN02

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第080502号

基于MCU、FPGA、RTOS的电子系统设计方法与实例

欧伟明 编著

责任编辑 许振伍 孙立会

*

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(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhp@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:25.25 字数:566千字

2007年7月第1版 2007年7月第1次印刷 印数:5000册

ISBN 978-7-81124-074-0 定价:39.00元

前言

微电子技术、计算机技术的飞速发展不仅使电子产品的小型化和微型化进程加快,而且给电子产品的设计方法也带来了前所未有的变革。对于电子技术的学习,不能只停留在理论学习层面,更需要对电子系统特别是现代电子系统的设计方法、仿真技术、制作与加工技术、测试与调试技术进行全面的學習,更重要的是要将这些内容应用到电子系统的设计中来。

近年来,介绍电子系统设计的书籍已经出版了一些,给笔者的感受是,真正能让学生和实际的电子系统开发者喜爱的图书好像不多;或者作为实验课教材而编写,从而其技术含量不是太高;或者基于某一种新型电子器件的开发技术而编写,从而其内容很专业,但是用于电子系统设计显得较难。对于初学者来说,最需要的是尽快建立电子系统开发的完整概念,包括开发工具、开发过程的概念;对于实际的电子系统开发者来说,最需要的是如何借鉴别人的设计与实例加快经验积累,等等。因此,电子系统设计类图书的作者们应在这些方面给予更多的关注,并且无保留地提供自己的设计体会与经验。

现场可编程门阵列(FPGA,Field Programmable Gate Array)的出现是超大规模集成电路技术和计算机辅助设计技术发展的结果。由于FPGA芯片密度不断增加和新一代电子设计自动化(EDA,Electronics Design Automation)开发工具的使用,使利用FPGA器件实现单芯片系统(SOC,System-On-Chip)已成为可能,人们将这项技术称为SOPC(System On a Programmable Chip,可编程单芯片系统)。然而,就目前的技术发展状况而言,将微处理器(microprocessor)嵌入FPGA需要消耗较多的资源,对一些门数较少的FPGA来说是不可能的。虽然,Altera、Atmel等公司都推出了内嵌微处理器的FPGA,但是,由于价格、开发手段等因素的影响,在未来一段较长的时间内,人们将更多地采用微控制器(MCU, Microcontroller Unit)与FPGA相结合的方法设计电子系统,以发挥MCU的控制灵活性和FPGA的高速性的优势。因此,研究基于MCU与FPGA相结合的现代电子系统就显得十分重要。

传统的基于单任务顺序循环机制的MCU软件设计方法大都采用结构化编程思想,对于



单任务控制能很好地满足编程简单、思路清晰、开发周期短的要求,但面对任务较多、控制复杂的问题时,往往难以满足要求,因此,需要找到一种新的合适的 MCU 软件设计方法。今天,人们越来越清楚地认识到,在现代电子系统设计中引入实时操作系统(RTOS, Real-time Operating System)的必要性。在许多现代电子系统中,不但要求系统能够及时响应随机发生的外部事件,而且要求对其做出快速处理,通常还需要同时执行多个任务,并对每个任务做出实时响应。实践证明,对于这样的应用,采用嵌入式实时操作系统作为应用软件的设计平台和运行平台是一个很好的选择。

本书主要论述基于 MCU、FPGA、RTOS 的现代电子系统的设计方法与设计实例。全书突出实用性、先进性和完整性的撰写指导思想。

书中实例全部来自于实际的工程项目,或者实际的电子制作,采用的器件和电路都是较先进的且都经过了实际验证,对于电子系统设计而言,MCU、FPGA、RTOS 本身就是比较先进和实用的。

首先,本书讨论了电子系统的概念,在此基础上,给出了电子系统的设计流程。由于在电子系统硬件设计过程中有时要进行印刷电路板的设计与制作,所以详细介绍了基于感光印刷电路板的 PCB 设计与制作方法。同时,结合笔者多年的教学和使用经验,介绍了使用开发软件 Protel 99SE 进行电路原理图设计和 PCB 图设计时的一些疑难问题及其解决方法。关于微控制器(MCU)软件开发环境,详细介绍了德国 Keil Software 公司的 Keil C51 μ Vision2 IDE 开发工具;关于 FPGA 的开发环境,简单介绍了美国 Altera 公司的 MAX + Plus II 开发软件。

然后,本书系统地介绍了基于嵌入式实时操作系统 RTX51 Tiny 的 MCU 软件设计方法;系统地介绍了基于 FPGA 电路重构技术的电子系统设计技术和电子系统抗干扰设计技术;系统地介绍了带温度巡检功能的自动打铃器、数控直流电流源、基于 MCU 和 FPGA 的相位测量仪、基于 MCU 和 FPGA 的出租车计费系统、基于 RTX51 的乐曲编辑和发生器、基于 RTX51 的交通信号控制系统等设计实例。

书中每一个实例都是一个完整的典型应用系统,通过这些设计实例,笔者试图达到两个主要目的:一是想通过实例阐述电子系统的设计方法,从完成一个实际电子工程的角度来看,先要进行系统方案的设计与论证,然后是对所选定的方案具体实现,主要包括系统的硬件设计和系统的软件设计两个方面;二是想给电子系统设计人员一些实用的典型应用电路和实用的源程序,因为书中的每一个设计实例都给出了完整的系统硬件电路原理图,不仅对电路图有详细



的分析、计算、设计过程,而且给出了电路图中电子元器件的具体型号和参数。设计实例中的每一个源程序代码都是完整的,不仅对相应的程序设计有具体的设计说明(如以流程框图的形式说明程序设计的思路),而且在程序源代码中给出了较全面的注释,很显然,这种安排对读者看懂所给出的源程序是很有帮助的。源程序包括采用 MCS-51 汇编语言和 C51 高级语言混合开发的微控制器(MCU)程序、FPGA 的硬件描述语言(VHDL)程序。

本书的出版,首先要感谢北京航空航天大学出版社的领导和王鹏编辑,是他们将该书选题在恰当的时候列入出版计划。在本书的撰写过程中,得到了北京航空航天大学何立民教授的支持,何教授给本书的撰写和修改提出了宝贵的意见;得到了湖南工业大学的龙永红博士、王湘中博士、贺素良教授、邹恩教授、朱晓青研究员的大力支持,他们给予了作者鼓励和工作上的方便;得到了湖南工业大学电气与信息工程学院的毕业生刘张胜、庄永军、楚瑞玉、任杰、周韬、李军杰、杨双飞、陈忠琦、蒙毓李、杨敬力、林育红、贺军华、王祥、王瑞菊、袁为军、彭亚勋、赵海波、杨慧斌的支持,他们对书中部分硬件电路和部分程序的初步调试做了有益的工作;得到了我的家人章静纯、欧子臻的支持,他们给予了作者鼓励和生活上的照顾。在此一并表示衷心的感谢!

欧伟明

2007 年 4 月

于湖南工业大学书湘里



目 录

第 1 章 电子系统设计基础

1.1 电子系统设计流程	1
1.1.1 电子系统的概念	1
1.1.2 以 MCU 为核心的电子系统设计流程	2
1.1.3 以 PLD 为核心的电子系统设计流程	2
1.2 PCB 的设计与制作方法	5
1.2.1 实验室条件	6
1.2.2 Protel 99SE 疑难问题及其解决方法	6
1.2.3 PCB 的设计与制作步骤	14
1.3 微控制器软件开发环境	22
1.3.1 微控制器及其开发环境的选择	22
1.3.2 Keil C51 μ Vision2 集成开发环境	23
1.4 CPLD/FPGA 开发环境	29
1.4.1 CPLD/FPGA 芯片及其开发环境的选择	29
1.4.2 MAX + Plus II 开发环境	30
1.5 常用简单数字电路的 VHDL 程序	31
1.5.1 计数器的设计	31
1.5.2 分频器的设计	33
1.5.3 数据选择器的设计	34
1.5.4 显示译码器的设计	35
1.5.5 编码器的设计	37
1.6 本章小结	38



第 2 章 基于嵌入式实时操作系统的软件设计方法

2.1 嵌入式实时操作系统的概念	40
2.1.1 嵌入式系统的概念	40
2.1.2 嵌入式实时操作系统简介	41
2.2 在电子系统设计中引入 RTOS 的意义	42
2.2.1 两种编程思路的比较	42
2.2.2 嵌入式应用中使用嵌入式 RTOS 的必要性	43
2.2.3 嵌入式操作系统环境中的应用软件设计	44
2.2.4 嵌入式操作系统环境下的应用软件调试	44
2.3 嵌入式实时操作系统 RTX51 介绍	45
2.3.1 RTX51 的技术参数	45
2.3.2 几个概念	46
2.3.3 RTX Tiny 内核分析	50
2.3.4 RTX Tiny 内核源代码	54
2.4 基于 RTX51 的应用软件设计方法	56
2.4.1 目标系统需求	56
2.4.2 软件设计指导方针	56
2.4.3 任务划分的原则	57
2.4.4 应用程序的结构	60
2.5 本章小结	62

第 3 章 基于 FPGA 电路重构技术的电子系统设计

3.1 设计任务	63
3.2 FPGA 配置方案论证	64
3.2.1 方案 1: 采用 PC 机的配置方案	64
3.2.2 方案 2: 采用专用配置芯片的配置方案	66
3.2.3 方案 3: 采用单片机在线配置 FPGA 的配置方案	67
3.2.4 方案 4: 采用 CPLD 在线配置 FPGA 的配置方案	68
3.2.5 方案 5: 采用 DSP 在线配置 FPGA 的配置方案	69
3.3 基于 SRAM 的 FPGA 器件的配置原理	69
3.3.1 可编程逻辑器件发展概述	69
3.3.2 FPGA 芯片内部电路结构可重配置技术	71
3.3.3 FPGA 的配置模式	71

3.3.4 被动串行配置模式时序分析·····	72
3.3.5 配置文件简介·····	75
3.4 FPGA 电路结构可重配置系统硬件设计·····	75
3.4.1 系统主要芯片的选择·····	75
3.4.2 MCU 电路及存储器电路·····	79
3.4.3 基于 FPGA 的 18 路智力竞赛电子抢答器电路·····	79
3.4.4 基于 FPGA 的数字显示电子钟电路·····	80
3.4.5 系统总体硬件电路图·····	81
3.5 FPGA 电路结构可重配置系统软件设计·····	81
3.5.1 18 路电子抢答器 FPGA 的 VHDL 程序设计及源程序·····	83
3.5.2 数字显示电子钟 FPGA 的 VHDL 程序设计及源程序·····	90
3.5.3 MCU 的汇编语言程序设计及源程序·····	94
3.6 系统设计总结·····	99

第 4 章 带温度巡检功能的自动打铃器

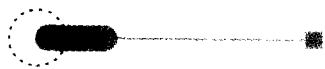
4.1 设计任务·····	101
4.2 方案设计与论证·····	102
4.2.1 键盘模块设计方案的论证与比较·····	102
4.2.2 显示模块设计方案的论证与比较·····	102
4.2.3 时钟模块、MCU 模块设计方案的论证与比较·····	103
4.2.4 温度检测模块设计方案的论证与比较·····	104
4.3 理论计算·····	104
4.4 系统硬件设计·····	105
4.4.1 键盘电路·····	105
4.4.2 显示电路·····	106
4.4.3 时钟电路·····	106
4.4.4 测温电路·····	107
4.4.5 串口通信电路·····	108
4.4.6 自动打铃器总体电路·····	108
4.5 系统软件设计·····	108
4.5.1 主程序流程框图·····	110
4.5.2 调时分秒功能函数流程框图·····	111
4.5.3 检测 DS18B20 序列号功能函数流程框图·····	111
4.5.4 检测温度功能函数流程框图·····	112



4.5.5 操作 DS18B20 的子程序流程框图	112
4.6 系统使用说明书	115
4.6.1 键盘界面	116
4.6.2 菜单操作	117
4.7 系统源程序清单	118
4.7.1 C51 语言主程序	118
4.7.2 读 DS12C887 程序	145
4.7.3 写 DS12C887 程序	145
4.7.4 键盘扫描程序	146
4.7.5 显示当前计时时间程序	148
4.7.6 显示缓冲器程序	151
4.7.7 显示菜单程序	152
4.7.8 读 AT24C02 程序	153
4.7.9 写 AT24C02 程序	156
4.7.10 检测 DS18B20 序列号程序	159
4.7.11 读温度值程序	162

第 5 章 数控直流电流源

5.1 设计任务	168
5.2 方案设计与论证	168
5.2.1 D/A 转换模块设计方案的论证与比较	169
5.2.2 恒流源模块设计方案的论证与比较	170
5.2.3 数据采集模块设计方案的论证与比较	171
5.2.4 辅助电源、主电源设计方案的论证与比较	171
5.2.5 键盘、显示器设计方案的论证与比较	172
5.3 理论计算与 EWB 仿真	173
5.3.1 采样电阻值的确定	173
5.3.2 D/A 转换器分辨率的确定	174
5.3.3 TLC5618 参考电压的确定	174
5.3.4 主电源参数的确定	174
5.3.5 用 EWB 进行电路仿真	175
5.4 系统硬件设计	176
5.4.1 MCU 微控制器、键盘、显示器电路图	176
5.4.2 D/A 转换模块、恒流源模块的电路图	176



5.4.3 数据采集模块的电路图	179
5.4.4 辅助电源、主电源的电路图	180
5.5 系统软件设计	181
5.5.1 主程序流程框图	181
5.5.2 设置输出电流给定值程序流程框图	182
5.5.3 设置电流步进值程序流程框图	182
5.5.4 键盘扫描程序流程框图	182
5.6 系统测试方法与结果分析	184
5.6.1 测试使用的仪器	184
5.6.2 恒流特性的测试	184
5.6.3 电流步进值为 1 mA 的测试	185
5.6.4 纹波电流的测试	185
5.6.5 负载输出电流范围的测试	186
5.6.6 输出电压的测试	186
5.6.7 1~99 mA 内任意电流步进值设置功能的测试	186
5.6.8 测试结果分析	187
5.7 系统使用说明书	188
5.7.1 键盘界面	188
5.7.2 菜单操作	189
5.8 系统源程序清单	189
5.8.1 C51 语言主程序	190
5.8.2 键盘扫描程序	202
5.8.3 写 TLC5618 程序	204
5.8.4 读 MC14433 程序	205
5.8.5 显示缓冲器程序	206

第 6 章 基于 MCU 和 FPGA 的相位测量仪

6.1 设计任务	208
6.2 设计方案论证	208
6.2.1 方案 1: 以 MCU 为核心的实现方案	209
6.2.2 方案 2: 以 MCU 与 FPGA 相结合的实现方案	214
6.3 系统硬件设计	215
6.3.1 输入电路的设计	216
6.3.2 MCU 电路的设计	217



6.3.3	FPGA 电路的设计	218
6.3.4	显示模块的设计	219
6.3.5	相位测量仪总体电路	219
6.4	系统软件设计	222
6.4.1	FPGA 的 VHDL 程序设计及源程序	222
6.4.2	MCU 的汇编语言程序设计及源程序	227
6.5	系统设计总结	244
6.5.1	整形电路对系统的影响	244
6.5.2	改进的设计方案	244

第 7 章 基于 MCU 和 FPGA 的出租车计费系统

7.1	设计任务	246
7.2	方案设计与论证	247
7.2.1	3 种不同的设计方案	247
7.2.2	方案比较与选择	248
7.3	系统硬件设计	249
7.3.1	AVR 单片机的选择	249
7.3.2	MCU 电路、键盘及显示电路的设计	252
7.3.3	FPGA 电路的设计	253
7.3.4	脉冲信号发生电路的设计	254
7.3.5	系统硬件总体电路图	255
7.3.6	PCB 的设计与实物制作	255
7.4	系统软件设计	257
7.4.1	FPGA 的程序设计思路	258
7.4.2	FPGA 的 VHDL 源程序清单及其仿真波形	260
7.4.3	AVR 单片机开发方法简介	271
7.4.4	AVR 单片机 C 语言程序设计思路	279
7.4.5	AVR 单片机 C 语言源程序清单	282
7.5	系统设计总结	297

第 8 章 基于 RTX51 的乐曲编辑和发生器

8.1	设计任务	299
8.2	方案设计与论证	299
8.2.1	以 FPGA 为核心的实现方案	299



8.2.2 以 MCU 为核心的实现方案	300
8.3 系统硬件设计	300
8.3.1 系统硬件电路原理图	301
8.3.2 人机交互界面	301
8.4 系统软件设计	303
8.4.1 乐曲的表示方法	303
8.4.2 编辑乐曲的软件实现方法	305
8.4.3 播放乐曲的软件实现方法	307
8.4.4 系统软件流程框图	308
8.5 系统源程序清单	309
8.5.1 用户应用程序	309
8.5.2 读 AT24C02 程序	321
8.5.3 写 AT24C02 程序	324
8.5.4 键盘扫描程序	326
8.5.5 实时操作系统 RTX51 Tiny 内核程序	328
8.6 系统设计总结	328
 第 9 章 基于 RTX51 的交通信号控制系统	
9.1 设计任务	329
9.2 方案设计与论证	329
9.2.1 十字交叉路口交通信号简介	329
9.2.2 以 CPLD 为核心的实现方案	331
9.2.3 以 MCU 为核心的实现方案	331
9.3 系统硬件设计	331
9.3.1 交通信号灯控制电路图	331
9.3.2 自适应倒计时器硬件电路图	333
9.4 系统软件设计	334
9.4.1 交通信号灯控制电路的软件设计	334
9.4.2 自适应倒计时器的软件设计	335
9.5 系统源程序清单	338
9.5.1 交通信号灯控制电路的微控制器源程序	338
9.5.2 自适应倒计时器的微控制器源程序	341
9.6 系统设计总结	349





第 10 章 电子系统抗干扰设计技术

10.1 概 述.....	350
10.1.1 电子系统的电磁兼容性.....	350
10.1.2 程序失控(跑飞)的概念.....	355
10.1.3 电子系统的可靠性与可靠性设计.....	356
10.2 电子系统硬件抗干扰设计技术.....	357
10.2.1 系统方案设计中的抗干扰设计原则.....	357
10.2.2 器件选择的抗干扰设计技术.....	358
10.2.3 PCB 的抗干扰设计技术	360
10.2.4 电子系统接地技术.....	365
10.2.5 硬件看门狗设计技术.....	369
10.3 电子系统软件抗干扰设计技术.....	374
10.3.1 指令冗余设计技术.....	375
10.3.2 软件陷阱设计技术.....	375
10.3.3 软件看门狗设计技术.....	381
10.3.4 基于 RTOS 的软件设计技术	387
参考文献.....	390



第 1 章

电子系统设计基础

1.1 电子系统设计流程

本章在论述电子系统概念的基础上,给出了电子系统的设计流程。然后,详细介绍了基于感光印刷电路板的 PCB 设计与制作方法,同时,结合笔者多年的使用经验,介绍了使用开发软件 Protel 99SE 进行电路原理图设计和 PCB 图设计时的一些疑维问题及其解决方法。关于微控制器 MCU 的软件开发环境,介绍了德国 Keil Software 公司的 Keil C51 μ Vision2 IDE 开发工具。关于 FPGA 的开发环境,简单介绍了美国 Altera 公司的 MAX+Plus II 开发软件。本章最后给出了常用简单数字电路的 VHDL 程序。

1.1.1 电子系统的概念

介绍电子系统的一般概念和现代电子系统的特征,给出了以 MCU 为核心的电子系统设计流程和以 PLD 为核心的电子系统设计流程。

1. 电子系统的一般概念

通常,人们把由电子元器件或部件组成的能够产生、传输和处理电信号及信息的客观实体称为电子系统。例如,通信系统、雷达系统、计算机系统、电子测量系统、自动控制系统等,这些应用系统在功能与结构上具有高度的综合性、层次性和复杂性。

2. 现代电子系统

与传统的由分立元件、集成电路构成的纯硬件电子系统相比,现代电子系统具有以下特征:具有嵌入式计算机智能化体系结构;是以计算机为核心的柔性硬件的基础,由软件实现其系统功能;硬件系统有微电子工艺及微电子系统集成技术的有力支持。

本书主要研究现代电子系统的设计方法与实例。

3. 电路、网络、电子系统的区别与联系

电路也称为电网络或网络,其实,与电路相比,网络的含义较为广泛,可引申至非电情况。当研究一般的抽象规律时多用网络一词,反之,当讨论一些指定的事物时则称之为电路。一般来



说,系统是比网络更复杂、规模更大的组合体。然而,实际中人们常常将一些简单的网络或电路称之为系统,这是因为采用了研究系统的观点与方法去观察与处理这类网络或电路的缘故。对于同一事物,作为系统研究时应注意其全局,而作为网络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,一般注意研究其各支路、回路的电流和电压,而从系统的观点来看,可以研究它是如何构成具有微分或积分功能运算器(系统)的。组成电子系统的主要部件包括了大量的、多种类型的电子元器件和电路。

电子系统的种类较多,从电信号(模拟信号和数字信号)的形式来看,可分为模拟系统、数字系统和模/数混合系统三大类;从构成电子系统的硬件来看,可分为以模拟器件为核心的电子系统、以标准数字集成电路为核心的电子系统、以微控制器(MCU)为核心的电子系统、以可编程逻辑器件(PLD)为核心的电子系统,等等。

1.1.2 以 MCU 为核心的电子系统设计流程

以微控制器(MCU, Microcontroller Unit, 又称单片机)为核心的电子系统,具有结构简单、修改方便、通用性强的突出优点,适合于系统比较复杂、时序状态比较多的应用场合,是当前最广泛、最典型的现代电子系统,其设计流程如下。

1. 确定任务,完成总体设计

确定系统功能指标,编写设计任务书;划分出系统实现的硬件与软件子系统,分别画出硬件结构方框图和软件结构框图。

2. 硬件、软件设计与调试

完成总体设计后,系统硬件设计调试与系统软件设计调试可以同时进行。按模块进行硬件和软件设计,力求标准化、模块化、可靠性高和抗干扰能力强;选择合适类型的微处理器或微控制器,特别要注意微处理器或微控制器的位宽是 8 位、16 位还是 32 位的,以便选择相应的外围接口器件。当然,还要有单片机开发系统和测试仪器,以便进行硬件和软件的调试,尤其是微控制器软件的设计与调试需要有一定的开发工具,有关的讨论在本章第 1.3 节中进行介绍。调试通过后,将软件的目标程序固化到系统的程序存储器中。

3. 系统总调、性能测试

将分别调试好的硬件和软件装配到系统样机中,进行整机总体联调。若有问题,则要进行全面检查,针对出现的问题,修改硬件、软件或总体设计方案。在排除硬件和软件故障后,可进行系统的性能指标测试。

1.1.3 以 PLD 为核心的电子系统设计流程

可编程逻辑器件(PLD, Programmable Logic Devices)主要包括 GAL、CPLD、FPGA 等。以 PLD 为核心的电子系统设计流程如图 1.1 所示。



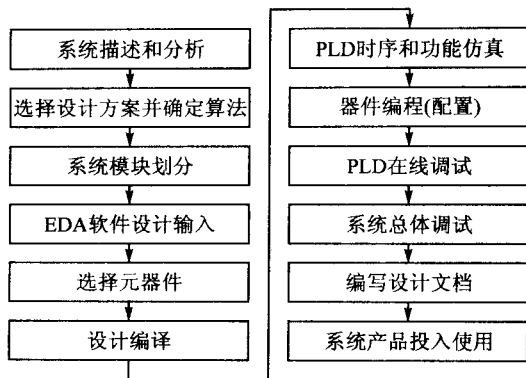


图 1.1 以 PLD 为核心的电子系统设计流程

1. 系统描述和分析

一般设计项目给出的是系统功能要求、重要技术指标要求,这些是电子系统设计的基本出发点。但仅凭项目所给出的要求还不能进行设计,设计人员必须对项目的各项要求进行分析,整理出系统和具体电路设计所需的更具体、更详细的功能要求和技术性能指标数据,这些数据才是进行电子系统设计的原始依据。同时,通过对设计项目的分析,设计人员还可以更深入地了解所要设计的系统的基本特性。

常用的描述方式有自然语言、逻辑流程图、时序图,或者是几种方式的结合。当系统较大或逻辑关系复杂时,系统描述和分析不是一件容易的工作,所以,对系统进行分析和描述必须仔细、全面,不能有理解上的偏差和疏漏。

2. 选择设计方案并确定算法

这一步要选择和比较每个总体设计方案,并确定算法。一个电子系统的运算往往有多种算法,设计者的任务不但要找出各种算法,还必须比较优劣,从中确定最合理的一种。算法是设计的基础,算法不同,则系统的结构也不同,算法的合理与否直接影响系统结构的合理性。确定算法是电子系统设计中最具创造性的一环,也是最难的一步。

3. 系统模块划分

当算法明确后,应根据算法,构造系统的框架(也称为系统框图),将系统划分为若干部分,每部分分别承担算法中不同的功能。如果某一部分的规模太大,则需要进一步划分。划分后的各个部分应逻辑功能清楚,规模大小合适,以便于进行电路级的设计。

4. EDA 软件设计输入

PLD 的设计软件很多,通常这些软件都可以采用原理图输入、HDL 文本描述(包括 AHDL、Verilog HDL 和 VHDL)、EDIF 网表输入及波形输入等几种方式进行设计输入。