

高等学校电子系统设计系列教材
全国大学生电子设计竞赛系列教材

高等教育出版社

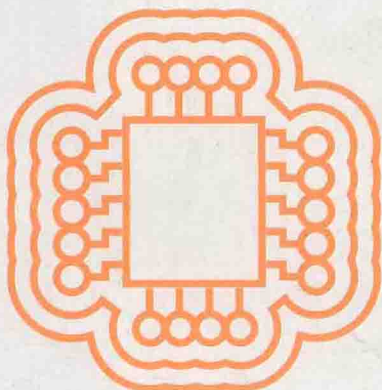
电子系统设计 与 实战

C8051F 单片机
+FPGA 控制版

薛小铃 编著



2

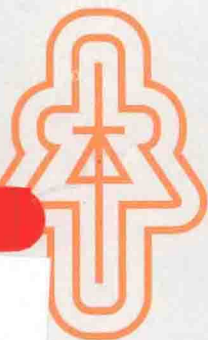
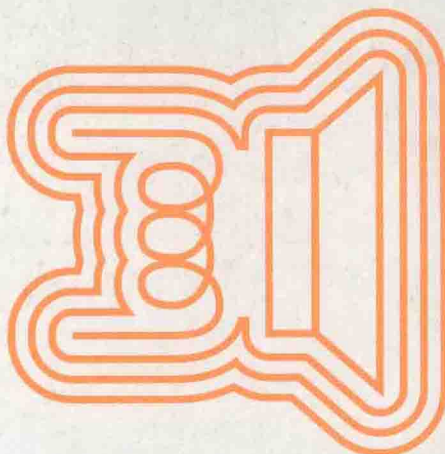
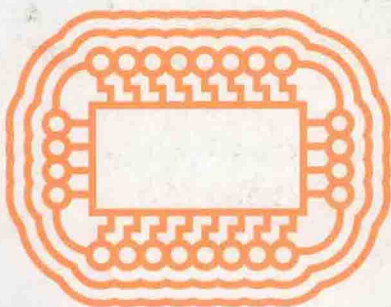


9

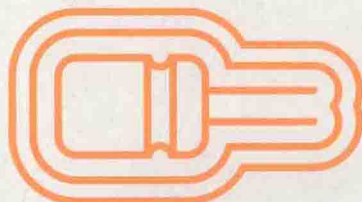
1



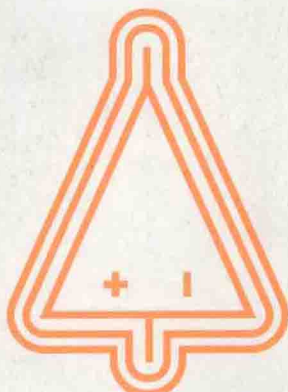
7



5



6



4



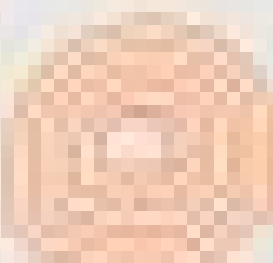
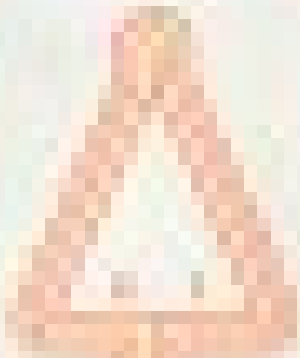
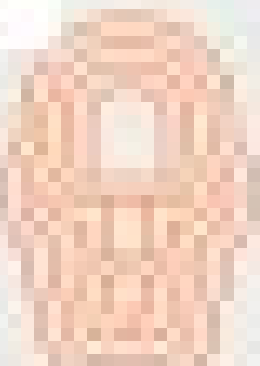
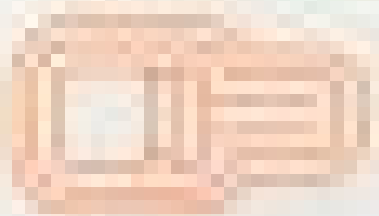
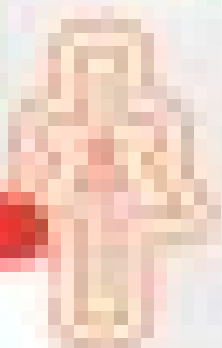
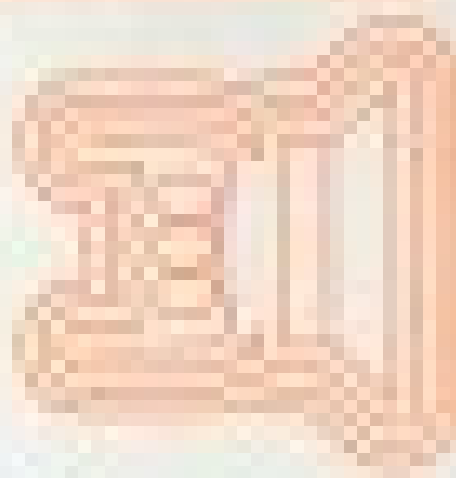
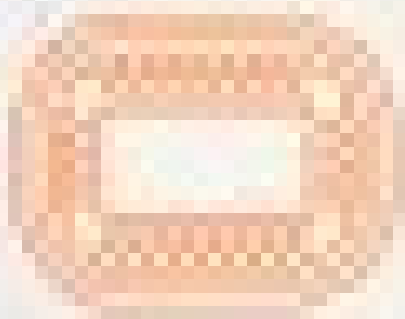
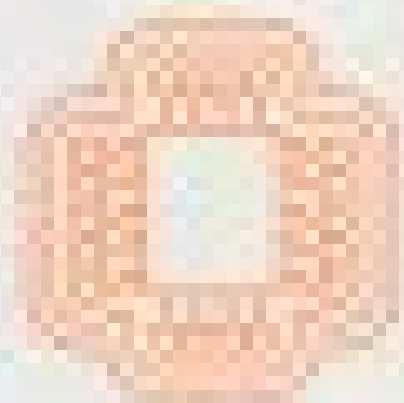
第1章 绪论

1.1 电子系统设计的意义

电子系统设计 设计与 实战

电子系统设计
设计与实战

作者：张三



Dianzi Xitong Sheji yu Shizhan.
—C8051F Danpianji+FPGA Kongzhi Ban

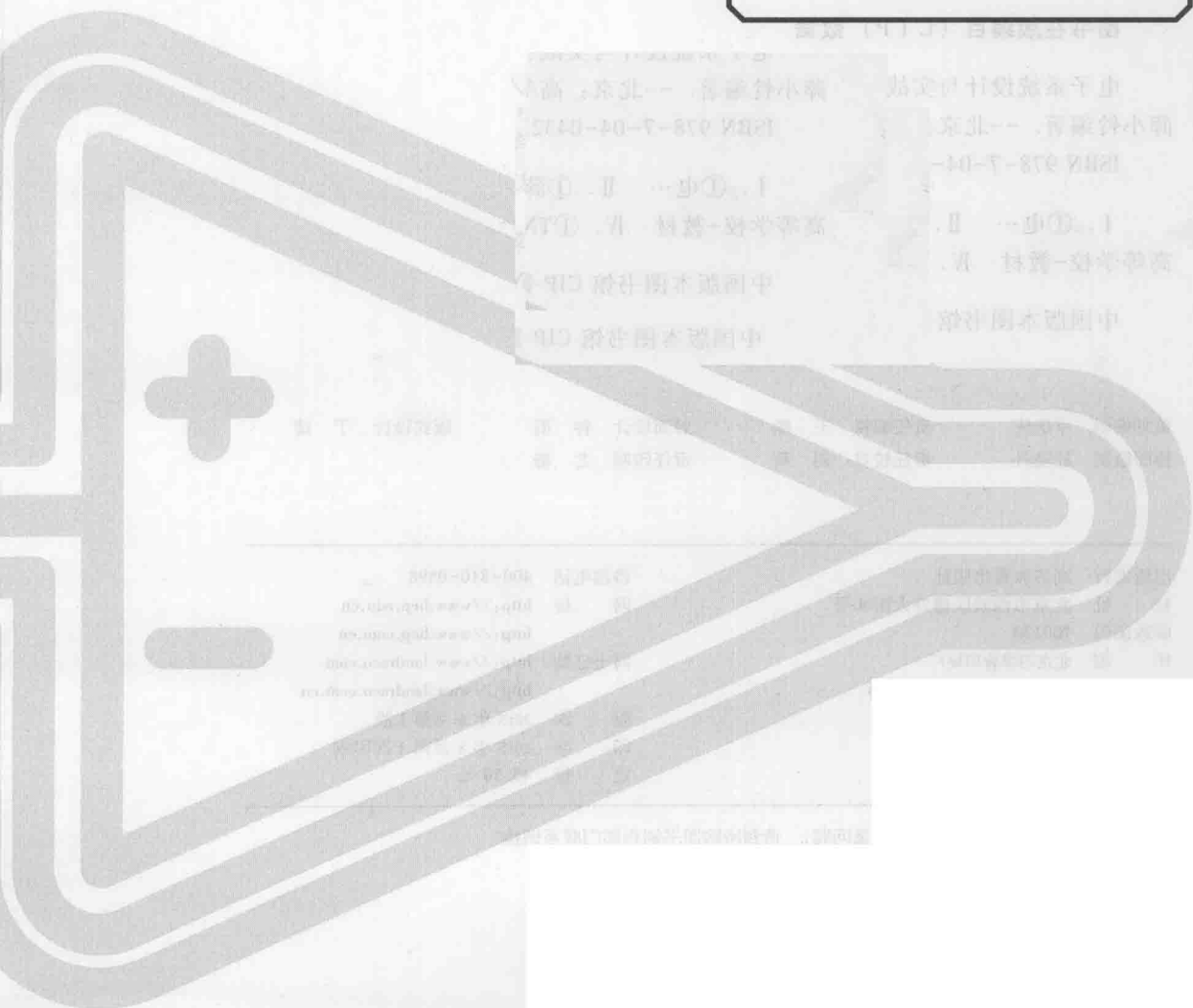
高等学校电子系统设计系列教材
全国大学生电子设计竞赛系列教材

高等教育出版社·北京

电子系统 设计与 实战

C8051F 单片机
+ FPGA 控制版

薛小铃 编著



内容简介

本书是作者多年项目实践、指导大学生电子设计竞赛、创新实验室实践和课程建设的经验总结。书中内容取材于作者多年积累的手记和项目笔记,突出了数模混合、单片机和 FPGA 综合的电子系统设计经验与技巧,书中所有模块电路、程序和开发实例都经过了实物的调试和验证。全书内容由导读、模拟系统设计、单片机应用系统设计、现代数字(FPGA)系统设计和综合系统设计五部分组成,各部分后面安排有相应的设计训练题。全书主要包含:运放基础,程控放大器和波形变换电路设计,模拟滤波器快速设计,高速数据转换模块设计;高级 8051 单片机 C8051F020 快速入门,键盘、显示和存储模块设计,C8051F020 单片机应用系统设计实例;FPGA 快速入门,FPGA 系统设计基础,现代数字(FPGA)系统设计实例;简易数字频率计,正弦信号发生器,红外光通信装置。

本书可作为电子类、电气类、自动化类等专业的电子系统设计课程和实践教学、电子设计竞赛训练、学生课外科技创新、毕业设计等的教材或参考书,也可以作为电子工程师从事电子系统设计的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

电子系统设计与实战: C8051F 单片机+FPGA 控制版/
薛小铃编著. --北京: 高等教育出版社, 2015.8

ISBN 978-7-04-043239-8

I. ①电… II. ①薛… III. ①电子系统-系统设计-
高等学校-教材 IV. ①TN02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 148605 号

策划编辑 平庆庆	责任编辑 王楠	封面设计 钟雨	版式设计 于婕
插图绘制 杜晓丹	责任校对 刘莉	责任印制 尤静	

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印刷 北京四季青印刷厂
开本 787mm × 1092mm 1/16
印张 26.5
字数 650 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版次 2015 年 8 月第 1 版
印次 2015 年 8 月第 1 次印刷
定价 43.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 43239-00

前 言

2001年，我生平第一次接到横向课题，在产品功能的初步实现方面还算比较顺利，但在可靠性设计方面却遭遇了前所未有的挑战，那时网络资源还比较匮乏，我只好不断地从书本和期刊杂志中寻找解决方法的蛛丝马迹并不断地进行实验验证。由于资料零散，所以我随身携带记事本以备随时用于记录、电路分析、公式推算和实验验证。从那时起我养成了随身携带记事本记录优秀电路与方案、设计经验与技巧的习惯，还会在研发工作中根据需要对某些电路和方案进行实验验证并写下自己的应用体会。2005年，开始指导学生参加全国大学生电子设计竞赛，感到身心疲惫，主要是因为每一届指导都要重复同样的工作，即使引入上一届带下一届的“传帮带”方式，但依然需要付出大量的时间和精力。于是萌生了“项目笔记”这个想法，不但减少了重复劳作之苦，还利于技术的总结和改进。回想起来，正是这些手记和项目笔记，见证了自己这些年的艰辛与不懈的追求，也慢慢铺平了自己电子系统的设计之路。

现如今，新技术铺天盖地，新器件层出不穷，主控器件琳琅满目，优秀仿真与调试软件多得让人目不暇接。一方面，好东西诱惑力太强，让人爱不释手；另一方面，苦于精力有限，只能“望洋兴叹”。而信息技术的高速发展为电子工程师的研发提供了极大的便利，可以方便地从网络获取各种设计参考，但是海量的网络资料需要通过大量的甄选和实验才能探索出真理！鉴于现状，我精心挑选了这些年积累的手记和项目笔记中的部分经验、技巧和实例，经过组织和再次整理，展现了电子系统设计、开发和调试过程，期望带给广大读者一股“小清新”，吾愿足矣！

书中包含导读和主体两大部分内容，主体又分为四个部分：共13章，包括近50个典型模块设计实例和12个综合应用开发实例（包括4个全国大学生电子设计竞赛赛题实例详解）。

导读部分通过电子系统构成和设计特点分析，说明了本书电子系统的架构和设计思路，意在强调电子系统的学习和设计方法。

第一部分是模拟系统设计，从第1章至第4章，介绍了运放、程控放大器、波形变换电路、模拟滤波器、高速数据转换器等常用模拟器件或模块的使用基础、器件选型、电路设计、调试结果分析、应用方法和注意事项，可使读者较快地掌握包括信号调理电路、高速A/D转换器和高速D/A转换器在内的模拟系统设计方法和技巧。

第二部分是单片机应用系统设计，从第5章至第7章，首先以8051单片机为基础，说明了高级8051（SoC）单片机C8051F020硬软件设计的快速入门方法；然后通过矩阵键盘、字符和彩色液晶以及存储等模块的硬软件设计，进一步说明了C8051F020单片机常用外设的原理、应用方法和技巧；最后结合第一部分的信号调理电路，列举了4个基于C8051F020单片机的工程实例，强化C8051F020单片机应用的同时，自然地过渡到了单片机和模拟系统综合设计过程。分层次推进的学习方式，可使读者轻松高效地掌握设计、制作、调试一个单片机综合应

用开发系统的方法和技巧。

第三部分是现代数字 (FPGA) 系统设计, 从第 8 章至第 10 章, 首先从 FPGA 内部资源、电气特性、工程设计流程、开发软件和硬件描述语言等方面, 说明了 FPGA 系统硬软件设计的快速入门方法; 然后通过列举实例说明了 FPGA 系统中常用组合逻辑电路、时序逻辑电路、存储电路和时钟电路的设计方法、技巧以及注意事项; 最后通过 5 个工程实例, 说明了 FPGA 逻辑和算法设计的一般过程及方法、FPGA 和高速模拟器件的混合设计方法及注意事项, 探讨了 FPGA 和单片机的数据通信方式。通过工程实例, 层层揭开 FPGA 设计的神秘面纱, 可使读者轻松学会 FPGA 系统设计的一般方法和技巧。

第四部分是综合系统设计, 从第 11 章至第 13 章, 以前三部分的内容为基础, 通过 3 个全国大学生电子设计竞赛赛题实例, 展现了包括模拟系统、单片机系统和 FPGA 系统在内的电子系统设计与开发全貌。以方案论证→总体设计→原理分析→硬件设计→程序设计→调试分析→总结改进为主线, 并着重描述了设计过程出现的问题和解决方法, 使读者理解并掌握电子系统的设计精髓, 切实提高设计水平。

本书是根据作者多年的教学和项目实践、带队参加全国大学生电子设计竞赛与省大学生电子设计竞赛实践、创新实验室实践等经验编写的, 具有良好的实践性和指导性, 适合作为电子系统设计课程和实践教学、电子设计竞赛赛前训练、学生课外科技创新、毕业设计等的教材或参考书, 也适合作为电子工程师从事电子系统设计的参考资料。总体来看, 本书具有以下特色:

(1) 简洁明了的入门引导, 恰到好处的原理分析与提示, 深入浅出的硬软件设计过程, 细致详实的调试过程与总结, 是本书编写的总体思路。

(2) 实例丰富, 且所有实例均源自作者的教学和项目经历, 并均经过实物调试验证。难能可贵的是, 书中使用的单片机、FPGA 和高速模拟三合一电子系统开发板以及信号调理模块是经过多年使用并不断改良的产物, 书中附录展现了这些实物照片。因此, 书中实例借鉴意义大。

(3) 各部分内容均取材于作者多年的手记和项目笔记, 展现了更多的技术细节和经验技巧。系统和模块总体设计突出实现方法, 原理分析突出设计重点和难点解析, 硬件电路设计突出参数的选取原则和计算方法, 程序设计突出设计思路、流程和算法并给出关键程序, 系统和模块调试侧重说明调试过程中可能出现的问题和解决办法。

(4) 强调工程应用的方法和手段, 遵循“删繁就简”的原则: 利用现代 EDA 工具进行电路的设计和仿真, 避免了复杂的数学公式推导过程; C8051F 单片机和 FPGA 学习则在引导基本硬软件入门后, 不再纠缠于全面知识的简单灌输, 而是通过实例展现部分常用资源应用与设计的方法和技巧, 不但起到“抛砖引玉”的作用, 而且很大程度上提高了学习效率。这其实也是在这个新技术铺天盖地的时代下切入新技术工程应用的正确方法。

(5) 各部分内容循序渐进, 衔接自然, 又相互独立, 方便教学过程中根据实际情况进行取舍。

(6) 为了满足不同层次人员的需要和选用, 与本书同步出版了《电子系统设计与实战——STM32+FPGA 控制版》一书, 替换 C8051F 单片机而使用 STM32 芯片作为微控制器, 其他风格和内容保持不变, 增加了读者的选择余地。

西安交通大学的王建校教授和浙江大学的阮秉涛副教授审阅了本书大纲，并提出了许多宝贵的意见；成都工程学院的杨明欣教授审阅了本书全稿，提出了详细的修改意见；国家自然科学基金（51277091）为本书的实物制作提供了资金资助；方财华、廖传发、骆秋梅、周明、易江瑜、韩朋朋、查兰洪等对书稿的完善付出了艰辛的劳动。在此一并致以诚挚的谢意！

由于时间和作者水平的限制，书中难免有疏漏及不妥之处，恳请读者批评指正。欢迎大家登录博客（<http://xxl1925.blog.163.com/edit/>）并留言，和作者一起探讨、交流。

薛小铃

2015. 1. 27

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

导 读 1

第一部分 模拟系统设计

第 1 章 运放基础 7	2.4 几种常见信号波形变换 38
1.1 理想运放的模型与求解方法 7	实例 38
1.2 主要运放参数与常用运放 8	2.4.1 波形叠加放大电路 38
1.3 基本放大电路 14	2.4.2 极性变换电路 39
1.4 运放外部调零电路 17	2.4.3 低速和高速电压比较电路 41
1.5 运放构成的衰减器 19	第 3 章 模拟滤波器快速设计 45
1.6 基于运放的放大电路设计要点 20	3.1 模拟滤波器基础 45
第 2 章 程控放大器和波形变换电路设计 24	3.2 滤波器设计软件使用简介 50
2.1 程控放大器的实现方法 24	3.3 模拟滤波器快速设计实例 61
2.2 模拟开关和运放组成的程控放大器设计 31	第 4 章 高速数据转换模块设计 71
2.3 基于 AD603 的程控放大器设计技巧 34	4.1 A/D 转换器 (ADC) 与 D/A 转换器 (DAC) 基础 71
	4.2 高速 ADC 模块设计 76
	4.3 高速 DAC 模块设计 79
	模拟设计训练 84

第二部分 单片机应用系统设计

第 5 章 高级 8051 单片机 C8051F020 快速入门 87	5.3.1 开发环境的搭建 92
5.1 C8051F020 与传统 8051 单片机对比 87	5.3.2 C8051F 单片机和 8051 单片机的主要编程差异 93
5.2 C8051F020 单片机最小系统电路设计 89	5.3.3 基础外设原理和程序举例 94
5.3 C8051F020 单片机程序设计基础 92	第 6 章 键盘、显示和存储模块设计 108
	6.1 矩阵键盘模块设计 108
	6.2 1602 字符型液晶显示模块及

9.2.5 边沿脉冲发生器	253	10.2.4 DDS 模块测试与仿真	292
9.3 存储电路设计	254	10.3 基于 FPGA 的高速数据 采集系统设计	297
9.3.1 先进先出存储器 (FIFO)	255	10.3.1 任务要求	297
9.3.2 只读存储器 (ROM)	260	10.3.2 高速 ADC 模数关系与工作 时序	297
9.3.3 随机存储器 (RAM)	264	10.3.3 系统设计与仿真	299
9.4 时钟电路设计	269	10.4 FPGA 与单片机的 SPI 通信 模块设计	301
9.4.1 锁相环倍频	269	10.4.1 FPGA 与单片机通信的几种 常用方式	301
9.4.2 计数分频	274	10.4.2 SPI 通信模块的设计 与仿真	302
第 10 章 现代数字 (FPGA) 系统设计		10.5 基于 FPGA 的曼彻斯特 编码器设计	309
实例	277	10.5.1 任务要求	309
10.1 基于 FPGA 的等精度测频 模块设计	277	10.5.2 曼彻斯特编码原理	309
10.1.1 任务要求	277	10.5.3 设计与仿真	310
10.1.2 等精度测频原理	277	10.5.4 模块接口与注意事项	315
10.1.3 设计与仿真	279	FPGA 系统设计训练	317
10.1.4 模块接口与注意事项	286		
10.2 基于 FPGA 的 DDS 模块 设计	287		
10.2.1 任务要求	287		
10.2.2 DDS 工作原理与模块结构	287		
10.2.3 DDS 模块设计	291		

第四部分 综合系统设计

第 11 章 简易数字频率计 (1997 国赛 B 题)	321	11.4.2 FPGA 测量模块硬件电路 设计	325
11.1 功能要求	321	11.4.3 C8051 单片机控制模块硬件 设计	326
11.2 方案论证与系统总体设计	322	11.5 系统程序设计	326
11.2.1 方案论证	322	11.5.1 FPGA 程序设计	326
11.2.2 系统总体设计	324	11.5.2 C8051F020 单片机程序 设计	335
11.3 主要原理与理论分析	324	11.6 系统调试与误差分析	339
11.3.1 直接测频法和直接测周法 原理	324	11.7 方案总结与改进	342
11.3.2 等精度测频法原理	324	第 12 章 正弦信号发生器 (2005 国赛 A 题)	344
11.3.3 脉宽测量与占空比测量 原理	324	12.1 功能要求	344
11.4 系统硬件电路设计	325	12.2 方案论证与系统总体	
11.4.1 整形电路设计	325		

设计	345	13.1 功能要求	377
12.2.1 方案论证	345	13.2 方案论证与系统总体设计	378
12.2.2 系统总体设计	346	13.2.1 方案论证	378
12.3 主要原理与理论分析	347	13.2.2 系统总体设计	379
12.3.1 奈奎斯特定理	347	13.3 主要原理与理论分析	380
12.3.2 DDS 技术	347	13.3.1 模拟信道与数字信道	380
12.3.3 正弦信号	351	13.3.2 红外信号传输方式	380
12.3.4 调制信号	351	13.3.3 红外光发射的距离与功率的关系	382
12.4 系统硬件电路设计	355	13.3.4 红外信道编码	382
12.4.1 FPGA 最小系统及 DAC 输出电路设计	355	13.4 系统硬件电路设计	383
12.4.2 MCU 最小系统及外围扩展电路设计	356	13.4.1 红外发射端电路设计	383
12.4.3 无源低通滤波及放大电路设计	356	13.4.2 红外接收端电路设计	387
12.5 系统程序设计	357	13.4.3 中继转发模块电路设计	389
12.5.1 FPGA 部分	357	13.5 系统程序设计	389
12.5.2 MCU 部分	367	13.5.1 红外发射端程序设计	390
12.6 系统调试与误差分析	372	13.5.2 红外接收端程序设计	396
12.7 方案总结与改进	375	13.6 系统调试与误差分析	400
第 13 章 红外光通信装置 (2013 国赛 F 题)	377	13.7 总结与方案改进	402

附录 电子系统设计开发板与部分信号调理模块实物照片	405
参考文献	410

导 读

1. 电子系统的组成与特点

由若干电子元件或模块搭接而成,能实现实际应用功能的系统称为电子系统。小到电子玩具,大到外空探测器,都包含电子系统。电子系统在人类生活中扮演着重要角色,它可以代替人类完成智能测量和智能控制等活动。电子系统种类繁多,其中以测量系统应用最为广泛,也最具典型。

图1是以MCU/FPGA/ARM/DSP为核心的电子测量系统的典型组成示意图。从该示意图可知,该电子系统主要由模拟系统、数字系统和主控系统组成。其中主控系统为系统核心,负责协调控制系统各部分有序工作;模拟系统主要负责模拟信号和数字信号之间的转换、采集和处理等,电源模块为整个系统供电;数字系统主要负责数字信号的输入输出、显示、通信以及存储等。

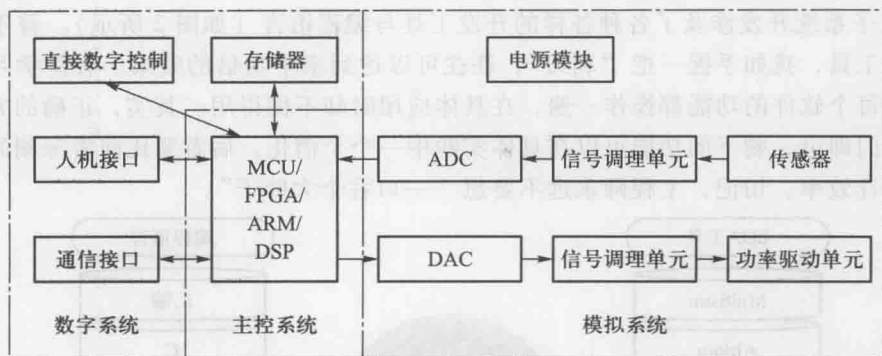


图1 电子测量系统的典型组成示意图

由图1可以看出,电子系统具有如下特点:

(1) 综合性极强。可以是独立的模拟系统,可以是独立的数字系统,也可以是数模混合系统;所涉及的内容几乎囊括了电子专业的基础课和专业课(电路、模电、数电、高频、单片机、FPGA、信号与系统、数字信号处理等课程),知识点多,是各门理论和实践课的综合运用,是电子系统设计类课程的核心,对学习者的专业知识要求较高。目前,国内高校一般根据各自的强项或特色选择合适的模块。因此,对于工程师来说,对如此庞大的系统,应该遵循“拿过来就用”的原则,而不是什么都去研究的清清楚楚。一块好的开发板和好的学习资料可以大大加快学习、掌握电子系统设计的速度。

(2) 实践,这是最突出、最显著的特点。没有实践将永远无法领会系统设计要点。如果一直纠结于电子系统中电子元器件和电路的基本原理、基本理论,与实际的工程设计相脱节,那么就无法直接从事电子工程设计工作。动手不够,面对实际工程设计任务时,常常感到无从下手,即使开始了设计工作,也因不清楚工程设计的要领而经常走弯路,导致设计效率低下。

(3) 强调的是“系统”。系统的设计实践，既包含硬件设计，也包含软件设计。软件设计对系统的智能化和性能起到了非常关键的作用，强大健壮的程序可以让同样的系统卖出更高的价格并占领市场。也有一种现象需要引起警惕，很多人选择软件，不是因为喜欢软件设计，而是因为硬件设计太难。而事实上，一个硬件系统也离不开软件，需要通过程序设计来验证硬件设计效果，这个工作也通常是硬件工程师要完成的工作。在这场“硬件和软件的博弈”中，你会是最后的赢家吗？

(4) 系统大脑核心选择面广，有单片机（MCU）、FPGA、ARM 和 DSP 等，应该说它们各有优点，价格和性能也不一样，学习和开发难度也不一样。实际应用应根据系统具体要求选择，而“大刀砍小树”或者“小刀砍大树”都不可取。另外，适合自己的才是最好的。没有一个工程师可以将所有的处理器都应用地游刃有余。比如某测量仪器，需要使用 FPGA 进行设计，对于一个不懂或不熟悉 FPGA 的 SoPC 技术工程师来说，是选择 SoPC 技术还是选择“FPGA（进行逻辑和算法设计）+微控制器（进行控制和数据处理设计）”模式开发，答案不言而喻。很多人学习控制核心的时候喜欢把所有内核及其涉及的外设都练习一遍，但等到实际使用时却发现还是无法灵活应用。事实上，对一个控制核心，如果没有花费较多的时间并结合工程实践，则往往不能深刻领会，从而导致无法灵活应用。因此，最初应该更关注其内核和某些常用外设的学习，等到工程实践再来领会使用，既保证了学习效率，也有利于工程能力的提高。

(5) 电子系统开发涉及了各种各样的开发工具与编程语言（如图 2 所示）。善于应用现代仿真和开发工具，犹如手握一把“利刃”，往往可以达到事半功倍的效果。有些学习者在开发之前喜欢把每个软件的功能都操作一遍，在具体应用时却不懂得用。其实，正确的方法应该是知道如何入门即可，剩下的功能可以在具体实践中一个个消化。后者要比前者深刻的多，还能提高学习设计效率。切记，工程师永远不要想“一口吞个大胖子”。

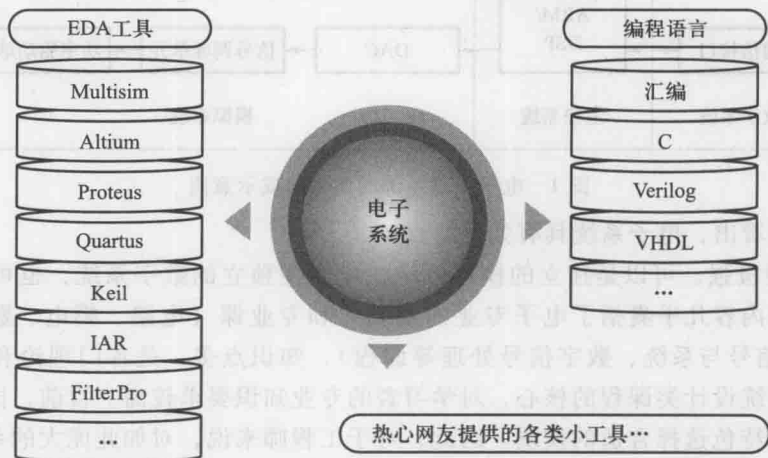


图 2 各种各样的开发工具与编程语言

2. 本书电子系统的架构和设计思路

本书的电子系统主要由电源模块、C8051F 单片机应用系统、FPGA 系统、高速 ADC/DAC/比较器模块以及信号调理模块等组成，其主要组成框图如图 3 所示。

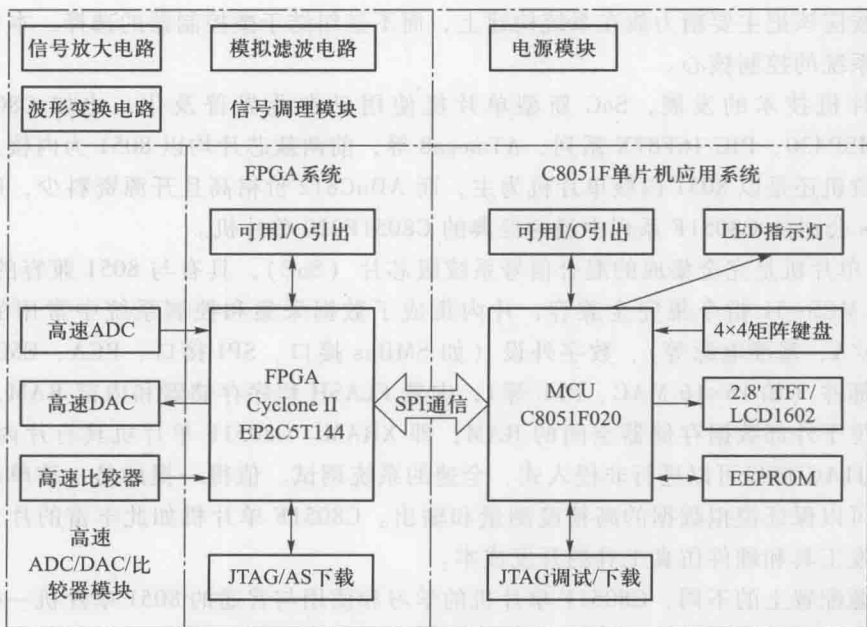


图3 本书电子系统的主要组成框图

整个系统采用“单片机+FPGA”为核心控制，加上独立功能模块的系统架构。电源模块包括系统供电、电源滤波、模拟数字共地处理等部分，不仅为各系统或模块供电，良好的电源滤波共地处理技术更为系统高性能、高可靠性工作提供强有力的保证。整个系统人机通信，数据处理、显示、存储，低速模拟信号处理等功能由 C8051F 单片机应用系统提供，利用 C8051F 单片机强大的控制能力和丰富的内外设资源，可以完成很多功能复杂的系统设计。FPGA 系统主要完成复杂逻辑和算法设计、高速信号采集和处理，以及与微控制器通信的功能，利用 FPGA 灵活多变的特点，可以完美构建复杂高速的数字系统设计。高速 ADC/DAC/比较器模块主要负责完成高速信号的调理、采集、输出等功能，优良的高速模拟系统设计，保证了整个系统对高速信号也可以游刃有余。信号调理模块主要包括信号固定放大、程控放大、信号滤波、波形变换等部分，“模拟无处不在”，“模拟设计也是一门艺术”，这部分展现模拟设计的主要问题、方法和技巧，犹如“庖丁解牛”，让模拟设计不再令人畏惧。在图 3 的基础上添加合适的器件、电路或模块就可以构建更为复杂的系统，比如添加红外收发头和音频功放就可以构成红外光通信装置这样复杂的系统。

书中，用通俗形象的语言描述晦涩难懂的技术原理，用言简意赅的文字描述开发工具的使用；案例不是简单的堆砌，而是全部来自项目实践和手记，但又遵循循序渐进、由浅入深的原则精心挑选。遵从知识导入到原理分析，再到详细的设计过程，电子系统设计那种犹如“空中楼阁，可望而不可即”的迷离将荡然无存。

3. 控制器件选型

(1) 微控制器选型

可能很多人学习完电子技术、单片机和 FPGA（甚至 FPGA 还未学习）后就开始电子系统

设计,这时候应该把主要精力放在系统构建上,而不是纠结于微控制器的选择,本书选用单片机作为整个系统的控制核心。

随着单片机技术的发展,SoC 新型单片机使用已在业界普及化,比如 C8051F 系列、ADuC812、MSP430、PIC 16F87X 系列、ATmega8 等,前两款芯片均以 8051 为内核。考虑到目前国内的 8 位机还是以 8051 内核单片机为主,而 ADuC812 价格高且开源资料少,所以微控制器选用 Silabs 公司的 C8051F 系列中最为经典的 C8051F020 单片机。

C8051F 单片机是完全集成的混合信号系统级芯片 (SoC),具有与 8051 兼容的高速 CIP-51 内核,与 MCS-51 指令集完全兼容,片内集成了数据采集和控制系统中常用的模拟外设(如 A/D、D/A、基准电源等)、数字外设(如 SMBus 接口、SPI 接口、PCA、EMIF 接口等)及其他功能部件(如 16×16 MAC、PLL 等);内置 FLASH 程序存储器和内部 RAM,大部分器件内部还有位于外部数据存储器空间的 RAM,即 XRAM。C8051F 单片机具有片内调试电路,通过 4 脚的 JTAG 接口可以进行非侵入式、全速的系统调试。值得一提的是,该单片机的模拟性能优异,可以保证模拟数据的高精度测量和输出。C8051F 单片机如此丰富的片上资源,大大降低了开发工具和硬件仿真工具的开发成本。

除了资源配置上的不同,C8051F 单片机的学习和使用与普通的 8051 单片机一样,这对于已经学过 8051 单片机的学习者来说,入门门槛很低且很容易领会掌握。

(2) FPGA 选型

由于本书电子系统中定位 FPGA 主要完成数字系统的逻辑和算法设计,所以 FPGA 选择 Altera 公司的 CycloneII EP2C5T144。EP2C5T144 拥有大约 5 000 个逻辑资源 (LE) 和 70 个独立的 I/O 端口(除去时钟、电源、地、JTAG 的 I/O 端口)等,这样的资源在大多数电子应用系统中是够用的。

事实上,现在很多公司还在使用资源更少的 CPLD 芯片,这是因为有些项目不需要使用资源那么多的 FPGA 芯片,而 CPLD 不需要配置芯片,性价比更高。

鉴于现在官方的数据手册内容都非常细致详实,因此本书不会再去罗列 C8051F020 单片机和 EP2C5T144 FPGA 芯片各数据手册的内容,而是对具体应用内容进行归纳总结。建议读者朋友从相应网站下载数据手册,配合本书内容学习。

第一部分

模拟系统设计