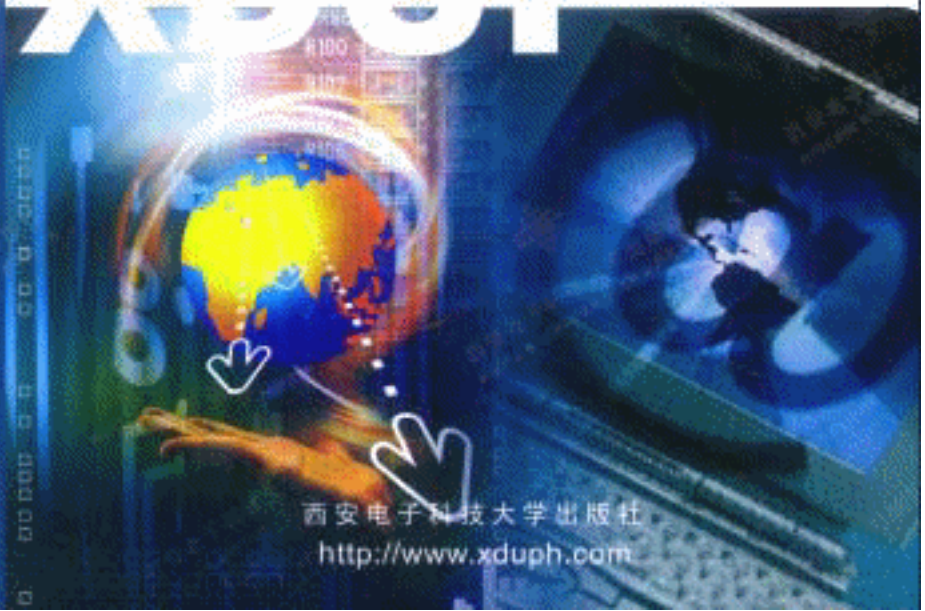
面向21世纪

高等学校信息工程类专业系列教材

电子信息系统设计

The Design of Electronic Information System

欧伟明 周春临 瞿逢春 编著



西安电子科技大学出版社
http://www.xduph.com

面向 21 世纪高等学校信息工程类系列教材

电子信息系统设计

欧伟明　周春临　瞿遂春　编著

西安电子科技大学出版社

2005

内 容 简 介

本书主要论述基于单片机与 FPGA 相结合的电子信息系统的设计方法和设计实例。内容主要包括电子系统设计概述，电子系统设计基础，低频数字式相位测量仪的设计，数字式移相信号发生器的设计，模拟移相网络的设计，城市交通信号控制系统的设计，数字频率合成器的设计以及毕业设计指导。书中的设计实例不仅给出了完整的设计过程及系统硬件电路原理图，而且给出了完整的系统软件设计源程序代码，突出了实用性、先进性和完整性。

本书可作为高等学校电气信息类(包括自动化类、电气类、电子类)专业“数字系统设计”课程的教材，也可作为电子系统设计人员的参考书，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

电子信息系统设计/欧伟明主编. —西安：西安电子科技大学出版社，2005.9

(面向 21 世纪高等学校信息工程类系列教材)

ISBN 7-5606-1564-3

Ⅰ. 电… Ⅱ. 欧… Ⅲ. 电子系统：信息系统-系统设计-高等学校-教材 Ⅳ. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 084957 号

策　　划　马乐惠

责任编辑　阎　彬　马乐惠

出版发行　西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电　　话　(029)88242885　88201467　　邮　编　710071

http://www.xduph.com　E-mail：xdupfxb@pub.xaonline.com

经　　销　新华书店

印刷单位　西安文化彩印厂

版　　次　2005 年 9 月第 1 版　2005 年 9 月第 1 次印刷

开　　本　787 毫米×1092 毫米　1/16　印张　12.375

字　　数　286 千字

印　　数　1～4000 册

定　　价　14.00 元

ISBN 7-5606-1564-3/TN·0312

XDUP 1855001-1

＊＊＊如有印装问题可调换＊＊＊

本社图书封面为激光防伪覆膜，谨防盗版。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

前　言

随着半导体技术和计算机技术的发展，SOC(System On Chip，单芯片系统)成为未来电路设计的一个趋势。由于 FPGA 芯片密度的不断增加和新一代 EDA 开发工具的使用，利用 FPGA 器件实现 SOC 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、开发手段和方法等因素的影响，在未来一段较长的时间内，人们将更多地采用单片机与 FPGA 相结合的方法设计电子系统，以发挥单片机的灵活性和 FPGA 的高速性。因此，研究基于单片机与 FPGA 相结合的应用电子系统就显得十分重要。本书主要论述基于单片机与 FPGA 相结合的应用电子系统的设计方法和设计实例。

在由单片机与 FPGA 相结合的电子系统实现方案中，单片机主要负责键盘、显示、计算、通信、控制和系统的协调，而 FPGA 主要负责高速、高精度和高稳定性等技术指标的实现，也就是说，由单片机负责系统功能上的设计，FPGA 负责系统技术指标上的实现。

本书从实用的角度，首先介绍了电子系统的一般设计方法与流程，然后系统地介绍了每一个电子系统的综合设计实例。全书突出了实用性、先进性和完整性的撰写指导思想。

本书中的每一个电子系统设计实例都是一个完整的典型应用系统，通过这些设计实例，作者试图达到两个主要目的。其一是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，首先要进行电子工程问题的解决方案的论证，然后是对所选定的解决方案的具体实现，而一个电子系统的设计一般包括系统的硬件设计和系统的软件设计两个方面。其二是给电子系统设计人员一些实用的典型硬件电路和实用的程序，因此对于书中的每一个设计实例，不仅给出了完整的系统硬件电路原理图，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)，而且对程序源代码也有较全面的注释。很显然，作者的这种安排对读者看懂所给出的程序会很有帮助。

本书共分8章。第1章为电子系统设计概述，第2章为电子系统设计基础，第3章为低频数字式相位测量仪的设计，第4章为数字式移相信号发生器的设计，第5章为模拟移相网络的设计，第6章为城市交通信号控制系统的设计，第7章为数字频率合成器的设计，第8章为毕业设计指导。

本书由欧伟明主编并执笔撰写了第1～6章，周春临撰写了第7章，瞿遂春撰写了第8章。全书由欧伟明统稿和定稿。

本书由株洲工学院副院长张昌凡教授主审。在本书的撰写过程中，株洲工学院电气工程系的肖强晖博士、王湘中博士、龙永红博士、贺素良教授、朱晓青教授、朱永祥老师给予了大力的支持，在此一并表示衷心的感谢！

欧伟明

2005年6月

于株洲工学院

目　　录

第 1 章　电子系统设计概述 …… 1
1.1　电子系统概述 …… 1
1.1.1　电子系统的构成 …… 1
1.1.2　电子产品的研制开发过程 …… 1
1.1.3　电子系统设计的基本原则 …… 2
1.1.4　电子系统的设计方法 …… 3
1.2　电子系统设计流程 …… 4
1.2.1　以模拟器件为核心的电子系统设计流程 …… 4
1.2.2　以标准数字集成电路为核心的电子系统设计流程 …… 6
1.2.3　以 MCU 为核心的电子系统设计流程 …… 8
1.2.4　以 PLD 为核心的电子系统设计流程 …… 8
1.2.5　以 SOC 为核心的电子系统设计流程 …… 10

第 2 章　电子系统设计基础 …… 13
2.1　EWB 简介 …… 13
2.1.1　EWB 5.12 界面及基本操作方法 …… 13
2.1.2　电子电路的创建 …… 18
2.1.3　虚拟仪器仪表及使用操作 …… 19
2.1.4　电路仿真示范 …… 26
2.2　Protel 99 SE 疑难问题及其解决方法 …… 27
2.2.1　系统字体设置问题 …… 27
2.2.2　Protel 99 SE 汉化问题 …… 28
2.2.3　复制问题 …… 28
2.2.4　创建零件库问题 …… 29
2.2.5　创建零件封装库问题 …… 32
2.2.6　板层设置问题 …… 32
2.2.7　网络表装入错误问题 …… 34
2.3　Wave 单片机仿真系统简介 …… 34
2.3.1　概述 …… 34
2.3.2　软件安装 …… 37
2.3.3　开发环境 …… 38
2.3.4　快速入门 …… 43
2.4　EDA 设计软件简介 …… 48
2.4.1　基于 MAX+plus Ⅱ 的设计方法 …… 48
2.4.2　基于 Quartus Ⅱ 的设计方法 …… 49
2.4.3　基于 ISE 的设计方法 …… 51

第 3 章　低频数字式相位测量仪的设计 …… 54
3.1　设计任务 …… 54
3.2　设计方案论证 …… 54
3.2.1　方案 1——以 MCU 为核心的实现方案 …… 55
3.2.2　方案 2——MCU 与 CPLD/FPGA 相结合的实现方案 …… 59
3.3　系统硬件设计 …… 61
3.3.1　输入电路的设计 …… 61
3.3.2　MCU 电路的设计 …… 62
3.3.3　FPGA 电路的设计 …… 63
3.3.4　显示模块的设计 …… 64
3.3.5　相位测量仪整体电路 …… 65
3.4　系统软件设计 …… 67
3.4.1　FPGA 的 VHDL 程序设计及源程序 …… 67
3.4.2　MCU 的汇编语言程序设计及源程序 …… 71
3.5　系统设计总结 …… 85
3.5.1　整形电路对系统的影响 …… 85
3.5.2　改进原设计方案 …… 86

第 4 章　数字式移相信号发生器的设计 …… 88
4.1　设计任务 …… 88
4.2　设计方案论证 …… 88
4.2.1　方案 1——以 MCU 为核心的实现方案 …… 88
4.2.2　方案 2——MCU 与 FPGA 相结合的实现方案 …… 89
4.3　系统硬件设计 …… 90
4.3.1　DDS 设计技术 …… 90
4.3.2　MCU 电路 …… 93
4.3.3　FPGA 电路 …… 96
4.3.4　波形查找表电路 …… 98
4.3.5　D/A 转换电路 …… 103
4.3.6　低通滤波器电路 …… 104
4.3.7　稳幅输出电路 …… 104
4.3.8　系统总体硬件电路图 …… 104
4.4　系统软件设计 …… 106
4.4.1　FPGA 之 VHDL 程序设计及源程序 …… 106
4.4.2　MCU 之汇编语言程序设计及源程序 …… 113
4.5　系统设计总结 …… 129

第 5 章　模拟移相网络的设计 …… 130
5.1　设计任务 …… 130
5.2　设计方案论证 …… 130
5.2.1　电路各部分介绍 …… 130
5.2.2　电路工作原理 …… 131

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

5.3 电路的设计 …… 132
5.3.1 元器件参数的选择 …… 132
5.3.2 电路调试方法(操作使用方法) …… 133
5.3.3 几点结论 …… 134

第 6 章 城市交通信号控制系统的设计 …… 135
6.1 设计任务 …… 135
6.2 设计方案论证 …… 135
6.2.1 十字路口交通信号简介 …… 135
6.2.2 不同设计方案的简单介绍 …… 136
6.3 以标准数字集成电路为核心的实现方案 …… 137
6.3.1 十字路口交通信号控制系统电路的设计 …… 137
6.3.2 倒计时时间数字显示电路的设计要点 …… 140
6.4 基于双 MCU 的交通信号控制系统 …… 141
6.4.1 系统硬件电路设计 …… 141
6.4.2 系统软件设计及单片机源程序 …… 143
6.5 基于 CPLD 的交通信号控制系统 …… 145
6.5.1 系统硬件电路设计 …… 145
6.5.2 系统软件设计及 VHDL 源程序 …… 147

第 7 章 数字频率合成器的设计 …… 153
7.1 设计任务 …… 153
7.2 设计方案论证 …… 153
7.2.1 MCU 和锁相环路相结合的实现方案 …… 153
7.2.2 MCU 和 DDS 芯片相结合的实现方案 …… 154
7.3 系统硬件设计 …… 154
7.3.1 单片机与 AD9835 接口电路设计 …… 154
7.3.2 单片机及按键电路设计 …… 160
7.3.3 显示电路设计 …… 162
7.3.4 系统总体电路图 …… 163
7.4 系统软件设计 …… 163
7.4.1 概述 …… 163
7.4.2 程序主模块 …… 164
7.4.3 显示模块 …… 168
7.4.4 看门狗模块 …… 171
7.4.5 dds 模块 …… 173
7.5 系统设计总结 …… 176

第 8 章 毕业设计指导 …… 177
8.1 毕业设计的目的与要求 …… 177
8.2 毕业设计的选题 …… 177
8.3 毕业设计的指导 …… 179

8.4 毕业设计的管理 …… 179
8.5 毕业设计成绩评定 …… 180
8.5.1 毕业设计成绩评定原则及方法 …… 180
8.5.2 评分标准 …… 181
8.6 毕业设计答辩 …… 182
8.6.1 毕业答辩程序 …… 182
8.6.2 答辩委员会及答辩小组的组成 …… 183
8.6.3 答辩要求 …… 183
8.7 毕业设计报告要求 …… 184
8.7.1 毕业设计报告资料的组成及装订 …… 184
8.7.2 毕业设计报告撰写的内容与要求 …… 184
8.7.3 毕业设计报告的写作细则 …… 186
参考文献 …… 188

第 1 章　电子系统设计概述

1.1　电子系统概述

1.1.1　电子系统的构成

电子系统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客观实体。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。

一个复杂的电子系统可以分成若干个子系统，其中每一个子系统又可分解为由若干部件组成的系统。例如，微型计算机系统就是由微处理器、存储器、键盘及显示器等部件组成的。而组成子系统的每个部件又可分解为由许多元件组成的电路。电子系统结构的层次如图 1.1 所示。

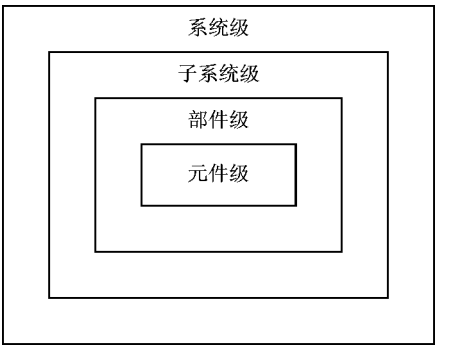


图 1.1　电子系统结构的层次

1.1.2　电子产品的研制开发过程

电子产品的研制过程一般如图 1.2 所示。下面对其中的部分环节做一些具体说明。

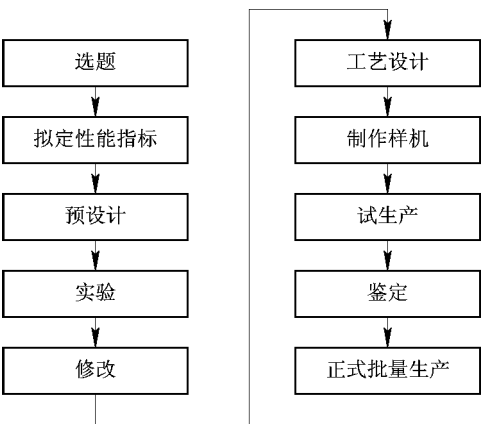


图 1.2　电子产品的研制过程

1. 选题

选题是否合适关系到研制工作的难易和产品的经济效益，它是产品研制成败的关键。读者在遇到选题问题时，应注重其技术含量及市场前景。

2. 拟定性能指标

拟定性能指标是电子产品研制中遇到的第二个问题。提出一套完整的、合适的性能指标，并不是一件容易的事。设计刚开始时提出的性能指标，某些方面可能不够准确或不切实际，某些要求可能提得太武断或安全系数太大等。这些问题可能要到预设计阶段、甚至试生产或使用阶段才能发现。因此，产品的性能指标一般要在研制过程中反复修改，才能最后确定。

3. 预设计

预设计包括定出总体方案，落实各环节的具体电路，计算出它们的参数值，画出总体电路图、软件设计流程框图等。

4. 工艺设计

工艺设计包括设计电路板的布线，编写各部件(例如插件板、面板等)之间的接线表，画出各插头、插座的接线图和机箱加工图等。

5. 试生产

样机制作完成以后，可根据具体情况试生产若干台，并交使用单位试用。若发现问题，应及时改进，做出合格的定型产品，再进行鉴定。在确信有令人满意的经济效益前提下，才能投入批量生产。

1.1.3 电子系统设计的基本原则

进行电子系统设计时，应当遵循的基本原则如下。

1. 满足系统功能和性能指标要求

好的设计必须能完全满足系统所要求的功能特性和技术指标。这是电子系统设计必须满足的基本条件。

2. 电路简单

在满足功能和性能要求的情况下，简单的电路对系统来说不仅是经济的，同时也是可靠的，所以电路应尽量简单。值得注意的是，采用系统集成技术是简化系统电路的最好方法。

3. 电磁兼容性好

电磁兼容性是现代电子电路应具备的基本特性，所以一个电子系统应当具有良好的电磁兼容性。实际设计时，设计的结果必须满足给定的电磁兼容条件，以确保系统正常工作。

4. 可靠性高

电子系统的可靠性要求与系统的实际环境等因素有关。任何一种工业系统的可靠性都是以概率统计为基础的，因此，电子系统的可靠性只能是一种定性估计，所得到的结果也只能是具有统计意义的数值。实际上，电子系统可靠性的计算方法和计算结果与设计人员

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

的实际经验有相当大的关系，设计人员应当注意积累经验，以提高可靠性设计的水平。

5. 系统集成度高

最大限度地提高集成度，是电子系统设计应当遵循的一个重要原则。高集成度的电子系统，必然具有电磁兼容性好、可靠性高、制造工艺简单、质量容易控制以及性能价格比高等一系列优点。

6. 调试简单方便

这要求电子系统设计者在设计电路时，必须考虑调试的问题。如果一个电子系统不易调试或调试点过多，则这个系统的质量是难以保证的。

7. 生产工艺简单

生产工艺是电子系统设计者应当考虑的一个重要问题，无论是批量产品还是样品，生产工艺对于电路的制作与调试都是相当重要的一个环节。

8. 操作简便

操作简便是现代电子系统的重要特征，难以操作的系统是没有生命力的。

9. 性能价格比高

性能价格比是进行电子系统设计时必须考虑的一个问题。

1.1.4 电子系统的设计方法

根据电子系统功能和结构上的层次性，通常有如下三种设计方法。

1. 自顶向下的设计方法

自顶向下的设计方法如图 1.3 所示。所谓自顶向下的设计方法，就是设计者根据原始设计指标或用户需求，从整体上规划整个系统的功能和性能，然后对系统进行划分，将系统分解为规模较小、功能较简单且相对独立的子系统，并确立它们之间的相互关系。这种划分过程可以不断进行下去，直到划分得到的单元可以映射到物理实现。这种物理实现可以是具体的部件、电路和元件，也可以是 VLSI 的芯片版图。

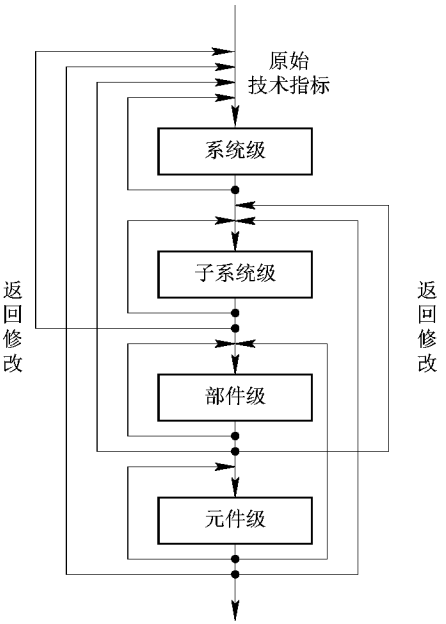


图 1.3 自顶向下的设计方法

2. 自底向上的设计方法

所谓自底向上的设计方法，就是设计者根据要实现的系统的各个功能的要求，首先从现有的可用元件中选出最适合的，设计成一个个的部件，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的、成熟的部件与子系统，从而可以实现

设计重用，减少设计的重复劳动，提高设计生产率。其缺点是设计过程中设计人员的思想受限于现成可用的元件，故不容易实现系统化的、清晰易懂的以及可靠性高、可维护性好的设计。

3. 以自顶向下方法为主导，并结合自底向上的方法

随着 SOC(System On Chip，单芯片系统)的出现，为了实现设计重用以及对系统进行模块化测试，通常采用自顶向下方法为主导，并结合自底向上的方法。这种方法既能保证实现系统化的、清晰易懂的、可靠性高的、可维护性好的设计，又能充分利用 IP(知识产权)核，减少设计的重复劳动，提高设计生产率，因而普遍被采用。

1.2 电子系统设计流程

电子系统的种类较多，从总体上可分为模拟系统、数字系统和模/数混合系统三大类。在数字系统中，又可分为以标准数字集成电路(如 TTL、CMOS 器件)为核心的电子系统，以及以 MCU、PLD、SOC 为核心的电子系统。其中，以 SOC 为核心的电子系统发展最为迅猛，今后几年将会有许多这方面的产品上市。

1.2.1 以模拟器件为核心的电子系统设计流程

以模拟器件为核心的电子系统设计流程如图 1.4 所示。由于模拟电路种类较多，设计的步骤将有所差异，因此，图中所列各环节往往需要交叉进行，甚至出现多次反复。

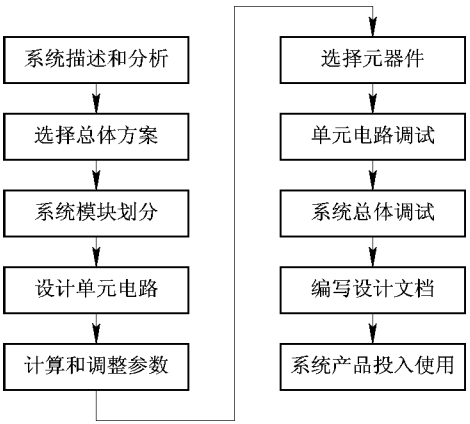


图 1.4 以模拟器件为核心的电子系统设计流程图

1. 系统描述和分析

一般设计题目给出的是系统功能要求和重要技术指标要求，这些是电子系统设计的基本出发点。但仅凭题目所给出的要求还不能进行设计，设计人员必须对题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，通过对设计题目的分析，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。

2. 选择总体方案

总体方案的拟定主要针对设计的任务、要求和条件，根据所掌握的知识和资料，从全局出发，明确总体功能和各部分功能，并画出一个能表示各单元功能和总体工作原理的框图。通常符合要求的总体方案不止一个，设计者应仔细分析每个方案的可行性和优缺点，并从设计的合理性以及技术的先进性、系统的可靠性和经济性等方面反复比较，选出最佳方案。

3. 系统模块划分

当总体方案明确后，应根据总体方案将系统划分为若干个部分，并确定各部分的接口参数。如果某一部分的规模仍较大，则需进一步划分。划分后的各个部分的规模大小应合适，便于进行电路级的设计。

4. 设计单元电路

设计单元电路前必须明确对各单元电路的要求，详细拟定出单元电路的性能指标，主要包括电源电压、工作频率、灵敏度、输入/输出阻抗、输出功率、失真度、波形显示方式等。根据功能和性能指标，查找有关资料，看有无现成电路或相近电路。若没有，则需设计。不论是采用现成的单元电路，还是采用自行设计的单元电路，都应注意各单元电路之间的配合问题，注意局部电路对系统的影响，要考虑是否易于实现，是否易于检测，以及性能价格比等问题。因此，设计人员平时要注意电路资料的积累。在设计过程中，尽量少用或不用电平转换接口电路，并尽量使各单元电路采用统一的供电电源，以免造成总体电路复杂，并导致可靠性、经济性均差等缺点。

另外，具体设计时，可在符合设计要求的电路基础上，进行适当改进或进行创造性设计。

5. 计算和调整参数

在电路设计过程中，必须对某些参数进行计算后才能挑选元器件。只有深刻地理解电路工作原理，正确地运用计算公式和计算图表，才能获得满意的计算结果。在设计计算时，常会出现理论上满足要求的参数值不惟一的问题，设计者应根据价格、体积和货源等具体情况进行选择。计算电路参数时应注意下列问题：

（1）各元器件的工作电流、电压和功耗等应符合要求，并留有适当裕量。

（2）对于元器件的极限参数必须留有足够裕量，一般应大于额定值的 1.5 倍。

（3）对于环境温度、交流电网电压等工作条件应按最不利的情况考虑。

（4）电阻、电容的参数应选计算值附近的标称值。

（5）在保证电路达到功能指标要求的前提下，应尽量减少元器件的品种、价格、体积、数量等。

6. 选择元器件

根据所设计电路的元器件参数要求，选择电阻、电位器、电容、电感等元器件以及集成电路。所选集成电路不仅应在功能、特性和工作条件等方面满足设计方案的要求，而且应考虑到封装形式。

7. 单元电路调试

在调试单元电路时，应明确本部分的调试要求，按调试要求测试性能指标和观察波

形。调试顺序按信号的流向进行。这样，可以把前面调试过的输出信号作为后一级的输入信号，为最后的系统总体调试创造条件。通过单元电路的静态和动态调试，掌握必要的数据、波形、现象，然后对电路进行分析、判断，排除故障，最终完成调试要求。对于比较复杂的电路调试，最好是先制定一份“实验设计”，把要调试的内容、方法和步骤在“实验设计”中写清楚。

8. 系统总体调试

系统总体调试应观察各单元电路连接后各级之间的信号关系。主要观察动态效果，检查电路性能和参数，分析测量的数据和波形是否符合设计要求，对发现的故障和问题及时采取处理措施。

系统总体调试时，应先调基本指标，后调影响质量的指标，先调独立环节，后调有影响的环节，直到满足系统的各项技术指标为止。

9. 编写设计文档

实际上，从设计的第一步开始就要编写设计文档。设计文档的组织应当符合系统化、层次化和结构化的要求；设计文档的文句应当条理分明、简洁、明白；设计文档所用的单位、符号以及设计文档的图纸均应符合国家标准。设计文档的具体内容与设计步骤是相对应的，即：① 系统设计任务和分析；② 方案选择与可行性论证；③ 单元电路的设计、参数计算和元器件选择；④ 参考资料目录。

总结报告是在组装与调试之后开始撰写的，是整个设计工作的总结，其内容应包括：

(1) 设计工作的进程记录。

(2) 原始设计修改部分的说明。

(3) 实际电路图、实物布置图、实用程序清单等。

(4) 功能与指标测试结果(含使用的测试仪器型号与规格)。

(5) 系统的操作使用说明。

(6) 存在问题及改进意见等。

10. 系统产品投入使用

经过上述步骤，一件作品或产品就完成了，可以投入使用，但系统的性能还需要在实际应用中检验。如果系统存在问题，则在时间和经费允许的条件下，应按上述步骤重新设计和调试。

1.2.2 以标准数字集成电路为核心的电子系统设计流程

以标准数字集成电路为核心的电子系统设计流程如图 1.5 所示。

1. 系统描述和分析

这一步与模拟系统设计是一致的。只是数字系统是以逻辑关系进行描述的。常用的描述方式有自然语言、逻辑流程图、时序图，或者是这几种方式的结合。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。所以分析系统的任务必须仔细、全面，不能有理解上的偏差和疏漏。

2. 选择总体方案并确定逻辑算法

这一步要选择和比较每个总体方案，并确定逻辑算法。一个数字系统的逻辑运算往往

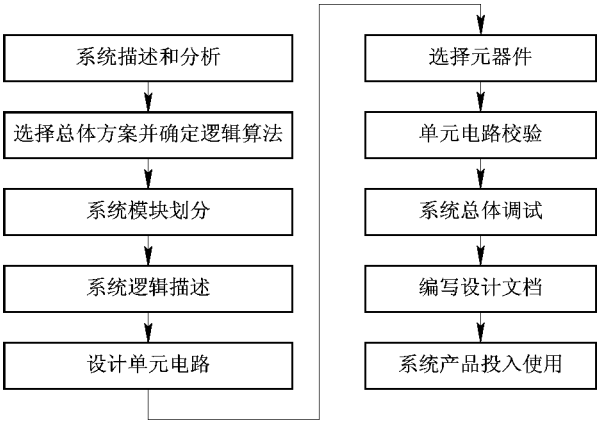


图 1.5　以标准数字集成电路为核心的电子系统设计流程图

有多种算法，设计者的任务不仅要找出各种算法，还必须比较优劣，取长补短，从中确定最合理的一种。数字系统的算法是逻辑设计的基础，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。确定算法是数字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硬件框架(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逻辑操作功能。同模拟系统一样，如果某一部分的规模太大，则需要进一步划分。其要求是：划分后的各个部分的逻辑功能清楚，规模大小合适，便于进行电路级的设计。

4. 系统逻辑描述

当系统中每个子系统(指最低层子系统)和模块的逻辑功能及结构确定后，则需采用比较规范的形式来描述系统的逻辑功能。对系统的逻辑描述可先采用较粗略的逻辑流程图，再将逻辑流程图逐步细化为详细逻辑流程图，最后将详细逻辑流程图表示成与硬件有对应关系的形式，为下一步的电路设计提供依据。

5. 设计单元电路和选择元器件

对于以标准数字集成电路为核心的电子系统而言，设计单元电路就是按照逻辑和算法要求，选择合适的器件和连接关系，以实现系统各单元电路的功能。器件选择可以查阅标准数字集成电路手册及相关资料。

6. 单元电路校验

当单元电路设计完成后必须验证其正确性，即需要进行单元电路的时序和功能校验。目前，数字电路设计的 EDA 软件很多，如 Pspice、EWB、Multisim 等都具有验证(也称为仿真、电路模拟)的功能，包括时序和功能校验。当验证结果正确后，再进行实际电路的安装与测试。由于 EDA 软件的验证结果十分接近实际结果，因此，运用 EDA 软件可以极大地提高电路设计的效率。

7. 系统总体调试

将单元电路组合在一起，进行系统级调试。调试时，主要观察时序和功能是否满足设

计要求，其他方面和模拟系统调试相似。

编写设计文档与系统产品投入使用这两方面的内容与模拟系统的相似，这里不再赘述。

1.2.3 以 MCU 为核心的电子系统设计流程

以微控制器(MCU，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，其设计流程如下。

1. 确定任务，完成整体设计

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

2. 硬件、软件设计与调试

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 位或者 32 位，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。调试通过后，将软件目标程序固化到程序存储器中。

3. 系统总调、性能测试

将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，则还需回到上一步重新检查和设计。在排除硬件和软件故障后，可进行系统的性能指标测试。

1.2.4 以 PLD 为核心的电子系统设计流程

以 PLD(可编程逻辑器件)为核心的电子系统设计流程如图 1.6 所示。从图中可见，其设计流程与以标准数字集成电路为核心的电子系统设计流程相似，下面仅就不同部分进行阐述。

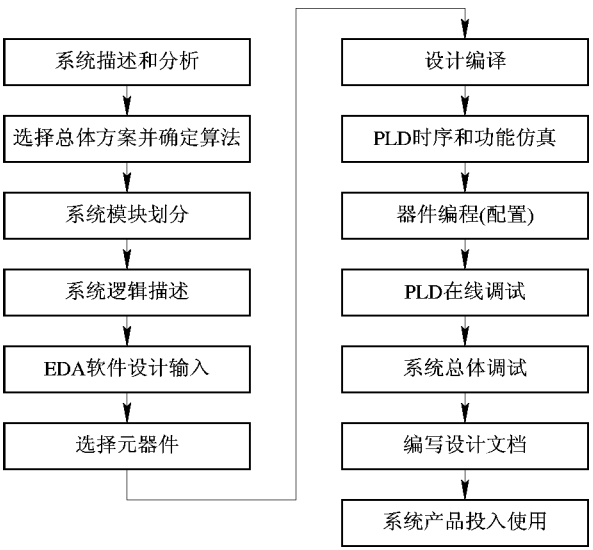


图 1.6 以 PLD 为核心的电子系统设计流程图

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com