

面向21世纪

高等学校信息工程专业系列教材

电子信息系统设计

The Design of Electronic Information System

欧伟明 周春临 瞿遂春 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。

序

第三次全国教育工作会议以来,我国高等教育得到空前规模的发展。经过高校布局和结构的调整,各个学校的新专业均有所增加,招生规模也迅速扩大。为了适应社会对“大专业、宽口径”人才的需求,各学校对专业进行了调整和合并,拓宽专业面,相应的教学计划、大纲也都有了较大的变化。特别是进入 21 世纪以来,信息产业发展迅速,技术更新加快。面对这样的发展形势,原有的计算机、信息工程两个专业的传统教材已很难适应高等教育的需要,作为教学改革的重要组成部分,教材的更新和建设迫在眉睫。为此,西安电子科技大学出版社聘请南京邮电学院、西安邮电学院、重庆邮电学院、吉林大学、杭州电子工业学院、桂林电子工业学院、北京信息工程学院、深圳大学、解放军电子工程学院等 10 余所国内电子信息类专业知名院校长期在教学科研第一线工作的专家教授,组成了高等学校计算机、信息工程类专业系列教材编审专家委员会,并且面向全国进行系列教材编写招标。该委员会依据教育部有关文件及规定对这两大类专业教学计划和课程大纲,对目前本科教育的发展变化和相应系列教材应具有的特色和定位以及如何适应各类院校的教学需求等进行了反复研究、充分讨论,并对投标教材进行了认真评审,筛选并确定了高等学校计算机、信息工程类专业系列教材的作者及审稿人。这套教材预计在 2004 年春季全部出齐。

审定并组织出版这套教材的基本指导思想是力求精品、力求创新、好中选优、以质取胜。教材内容要反映 21 世纪信息科学技术的发展,体现专业课内容更新快的要求;编写上要具有一定的弹性和可调性,以适合多数学校使用;体系上要有所创新,突出工程技术型人才培养的特点,面向国民经济对工程技术人才的需求,强调培养学生较系统地掌握本学科专业必需的基础知识和基本理论,有较强的本专业的基本技能、方法和相关知识,培养学生具有从事实际工程的研发能力。在作者的遴选上,强调作者应在教学、科研第一线长期工作,有较高的学术水平和丰富的教材编写经验;教材在体系和篇幅上符合各学校的教学计划要求。

相信这套精心策划、精心编审、精心出版的系列教材会成为精品教材,得到各院校的认可,对于新世纪高等学校教学改革和教材建设起到积极的推动作用。

系列教材编委会
2002 年 8 月

高等学校计算机、信息工程类专业

系列教材编审专家委员会

主任：杨震（南京邮电学院副院长、教授）

副主任：张德民（重庆邮电学院通信与信息工程学院院长、教授）

韩俊刚（西安邮电学院计算机系主任、教授）

李荣才（西安电子科技大学出版社总编辑、教授）

计算机组

组长：韩俊刚（兼）

成员：（按姓氏笔画排列）

王小民（深圳大学信息工程学院计算机系主任、副教授）

王小华（杭州电子工业学院计算机分院副院长、副教授）

孙力娟（南京邮电学院计算机系副主任、副教授）

李秉智（重庆邮电学院计算机学院院长、教授）

孟庆昌（北京信息工程学院教授）

周娅（桂林电子工业学院计算机系副主任、副教授）

张长海（吉林大学计算机科学与技术学院副院长、教授）

信息工程组

组长：张德民（兼）

成员：（按姓氏笔画排列）

方强（西安邮电学院电信系主任、教授）

王晖（深圳大学信息工程学院电子工程系主任、副教授）

胡建萍（杭州电子工业学院电子信息分院副院长、副教授）

徐祎（解放军电子工程学院电子技术教研室主任、副教授）

唐宁（桂林电子工业学院通信与信息工程系副主任、副教授）

章坚武（杭州电子工业学院通信工程分院副院长、教授）

康健（吉林大学通信工程学院副院长、教授）

蒋国平（南京邮电学院电子工程系副主任、副教授）

总策划：梁家新

策划：马乐惠 云立实 马武装 马晓娟

电子教案：马武装

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

欢迎选购西安电子科技大学出版社培训类图书

——计算机提高普及类——		Office办公实用教程 (XP版)	20.00
五笔字型快手教程	10.00	Office 2000中文版快学通	40.00
五笔字型双解学查练词典 (86/98版)	15.00	——计算机网络类——	
新版五笔字型速查手册 (修订版)	6.80	新手上网快手教程	17.00
指法训练与五笔字型	17.00	中文版Windows 98上网指南	17.00
两小时学会五笔——Y _s 速成学习法	25.00	网络安全实践	22.00
中英文输入及排版技术实用教程	22.00	Windows Sever 2003网络使用教程	30.00
电脑应用零点起步	20.00	精通Windows Sever 2003	
电脑应用快手教程	18.00	中文版实用培训教程	33.00
电脑组装DIY培训必备教程	22.00	新编Internet应用标准教程	22.00
电脑组装DIY快手教程	18.00	Internet技术及其应用教程	15.00
组装与维修电脑实践教程	25.00	Flash MX 2004网页动画精选70例	40.00
计算机组装维护实用教程	20.00	FlashMXActionScript与实例高手教程	34.00
电脑组装与维护高手教程	24.00	FlashMX2004网络动画精彩实例创作通	32.00
电脑常见故障急救手册	28.00	FlashMX网页动画设计基础与进阶教程	18.00
电脑故障排除快手教程	20.00	Flash 设计高手实训教程	22.00
新手学电脑一册通	22.00	中文版Flash MX网页动画制作教程	20.00
新编电脑应用综合培训教程	19.00	中文版Flash MX动画玩家快手教程	20.00
新编计算机应用培训教程	28.00	Dreamweaver MX&Flash MX&Fireworks	
新编计算机实用技术教程	28.00	MX网页设计培训教程	29.00
公务员电脑培训经典教程	20.00	Dreamweaver MX 2004 网页设计基础	
新世纪微机操作培训教程	25.00	与进阶培训教程	24.00
微机操作实用教程 (Windows98版)	25.00	中文FrontPage 2000快学通	30.00
电脑应用三合一快捷教程	18.00	经典网页制作DIY—FrontPage2002	16.00
电脑应用快手教程	18.00	动态网页设计教程	26.00
微机应用环境实用教程	26.00	精彩网页制作三剑客实战 (含光盘)	36.00
计算机应用新教程	24.00	网页制作三剑客教程	30.00
计算机应用与五笔快速入门	16.00	个性化网页设计与鉴赏	22.00
计算机应用基础简明实用教程	29.00	个人网站组建实用教程	22.00
计算机基础培训教程 (XP版)	22.00	局域网组建实用案例一本通	19.00
计算机文化基础实用教程	25.00	局域网实践DIY	20.00
21世纪电脑应用培训教程	24.00	最新实用局域网技术——组网与维护	19.00
电脑打字与桌面办公培训新教程	20.00	小型局域网组网教程:	
电脑办公全面培训教程	20.00	Windows系列操作系统下组网DIY	20.00
电脑安全高手秘笈 666 招	26.00	计算机网络实用培训教程	20.00
高级文秘电脑操作宝典	26.00	计算机网络组建与系统集成全攻略	25.00
21世纪小学信息技术教程 Windows98版	12.00	计算机网络管理与维护全攻略	23.00
21世纪中学信息技术教程 Windows98	19.00	计算机网络设备全攻略	20.00
中小学教师信息技术培训教程 (初级)	16.00	计算机网络实验操作教程	31.00
办公自动化技术及应用教程	22.00	最新实用网络技术教程	20.00
深入用友 ERP8.51/8.52		——操作系统类——	
——财务软件实训教	32.00	中文版 Windows 2000/XP	
中文版Office XP应用技巧实例教程	33.00	注册表从入门到精通	25.00
中文版Office 2003快学通	39.00	Windows9X/XP/ME 注册表实例详解	22.00
全面掌握Microsoft Office 2003	31.00	Windows 9X/ ME /2000/XP/.NET	
最新实用网络技术教程	20.00	注册表修改实例精粹	27.00
全面破解计算机硬件	32.00	注册表玩家快手教程	18.00
反黑客技巧全接触	26.00	中文版 Windows XP 实用教程	24.00
电脑办公软件实训教程	26.00	全新演译 Windows XP 注册表	
全面掌握Microsoft office 2003	31.00	——高手秘笈	28.00
中文版Office 2003快学通	39.00	Windows.net Sever 组网与维护实用教程	18.00
中文版Office XP应用技巧实例教程	33.00	中文视窗 98 简明图解教程	22.00

Windows NT 实用教程	24.00	3DS MAX 7 中文版室外效果图设计经典 (含光盘)	35.00
中文版 Windows XP 实用教程	24.00	3DS MAX 7 中文版室内效果图设计经典 (含光盘)	39.00
中文版 Windows 2000 Professional 培训教程	25.00	3D Studio R7 MAX 建筑效果图实例教程 (含光盘)	45.00
最新 UNIX 与网络培训教程 (第二版)	31.00	新编 3DS MAX4.0/5.0/6.0 入门与提高	35.00
Linux 实用简明教程	25.00	中文版 Corcl DRAW10 从入门到精通	22.00
图形处理类		中文版 Corcl DRAW10 平面创意培训教程	22.00
多媒体CAI课件制作实例教程	21.00	Corcl DRAW11图形设计精彩实例创作通 (含光盘)	30.00
多媒体课件制作实例教程	19.00	Corcl DRAW实用教程 (10.0版)	25.00
Authorware6多媒体设计基础与进阶教程	20.00	Autodesk VIZ 4 建筑效果图设计实用教程	22.00
Authorware 7.0多媒体设计教程	28.00	计算机艺术图像处理实践	
Authorware 7.0多媒体设计精彩实例创作通 (含光盘)	30.00	——Adobe Photoshopcs (含光盘)	33.00
Authorware & Flash课件制作经典实例教程	26.00	方正奥思课件制作实例 (含光盘)	22.00
Power Point& Authorware课件制作经典 实例教程 (含光盘)	27.00	数据库及计算机语言类	
中文版Photoshop6.0从入门到精通 (含光盘)	32.00	Visual Basic 实用教程	18.00
中文版Photoshop7.0从入门到精通 (含光盘)	33.00	Visual Basic管理信息系统开发案例	21.00
中文版Photoshop7.0图像特效处理实例教程	30.00	Visual Basic.NET编程基础与实例教程	22.00
中文版Photoshop7图像处理快手教程	22.00	Visual FoxPro实用教程	20.00
中文版Photoshop7数码图像暗房宝典	32.00	Visual FoxPro管理信息系统开发案例	29.00
Photoshop 7图像处理精彩实例创作通	32.00	Visual FoxPro 8.0快速上手培训教程	21.00
Photoshop 7——完全解析与实例教程 (含光盘)	30.00	看实例学编程——Visual Basic 程序设计	26.00
Photoshop经典演绎100例 (含光盘)	38.00	JAVA实用教程	22.00
Photoshop CS中文版图像艺术设计经典 (含光盘)	35.00	Visual C++程序设计攻略教程	
Photoshop CS设计高手实训教程	26.00	——完全实例·从入门到精通	38.00
Photoshop CS中文版基础与实用案例 (含光盘)	40.00	Visual C++.NET深入编程与实例剖析	26.00
中文版Photoshop CS 数码照片处理 经典实例 (含光盘)	29.00	深入剖析加密解密	28.00
中文版Photoshop 6 CoreDRAW 10 平面美术教程	20.00	反黑客技巧全接触	26.00
3DS MAX4.0室外效果图精彩实例创作	28.00	全面破解计算机硬件	32.00
3DS MAX4.0室内效果图精彩实例创作通	35.00	计算机辅助技术类	
3DS MAX5.0室内外效果图精彩实例创作通	33.00	Pro/ENGINEER 工程建模实例与技巧	18.00
3DS MAX5.0艺术创作实例教程		精通 Pro/ENGINEER WILDFIRE (野火版) 模具设计经典实例教程 (含光盘)	25.00
——静态篇 (含光盘)	33.00	Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版通用 模块设计工程实践及范例	27.00
——动态篇 (含光盘)	38.00	Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 从入门到精通 (第二版)	29.00
3DS MAX 6基础与进阶培训教程	34.00	Auto CAD 实用教程 (修订版)	28.00
中文版 3DSMAX6 建筑设计实例教程	39.00	Auto CAD学与练 (第三版)	28.00
中文版 3DS MAX 6 室内设计实例教程	37.00	Auto CAD2002简明三维绘图教程	18.00
3DS MAX 6 效果图制作入门教程	38.00	中文版Auto CAD 2002从入门到精通	20.00
3DS MAX 效果图制作实例引导教程	27.00	AutoCAD2002辅助设计精彩实例创作通	24.00
		中文版AutoCAD2004建筑设计实例教程	29.00
		Atuo CAD 2004基础与进阶教程	30.00
		Protel 99从入门到精通	31.00

欢迎来函索取本社最新书目和教材介绍, 欢迎投稿!

从邮局或银行汇款邮购者, 汇款单上务必写清收书人姓名、地址、邮编、电话。款到后我社将挂号发书, 加收5元包装邮费 (一次购书30元以上者可免收邮费)。

通信地址: 西安市太白南路2号 西安电子科技大学出版社发行部 邮 编: 710071

电 话: (029) 88201467 传 真: (029) 88213675

主 页: <http://www.xduph.com> E-mail: xdupfb@pub.xaonline.com

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

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。

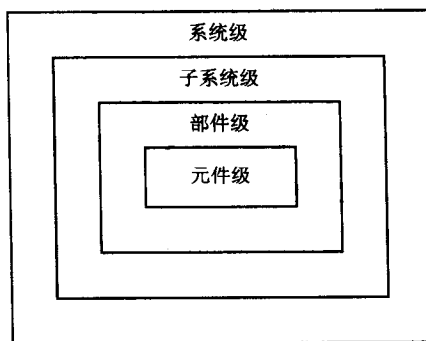


图 1.1 电子系统结构的层次

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。

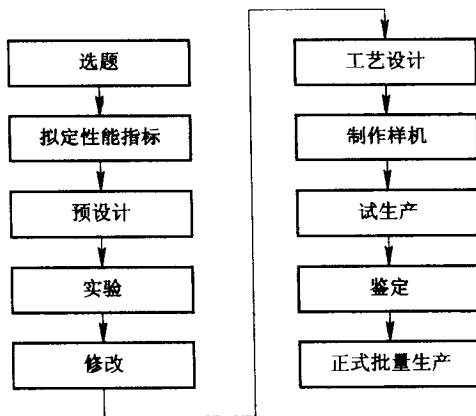


图 1.2 电子产品的研制过程

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

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。

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

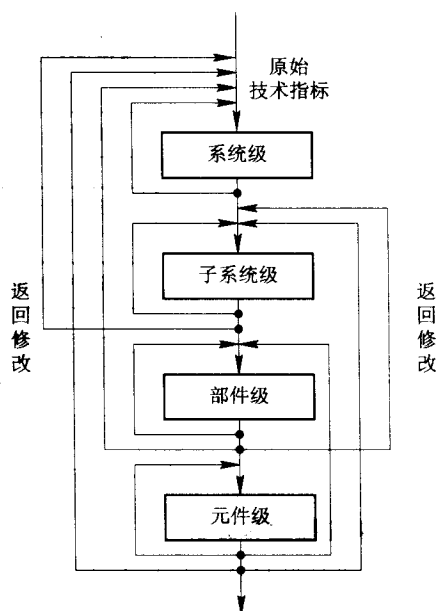


图 1.3 自顶向下的设计方法

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。

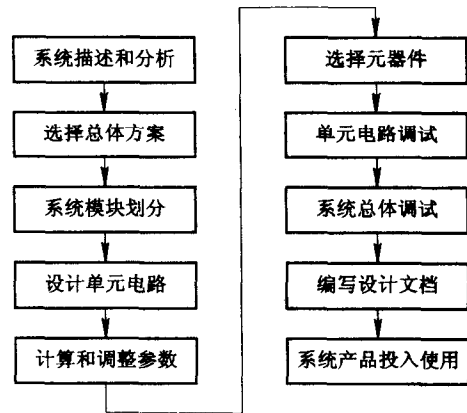


图 1.4 以模拟器件为核心的电子系统设计流程图

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。