电子系统设计教程

主　编　陆应华
副主编　王照平　王　理

国防工业出版社
·北京·

图书在版编目(悦孙)数据

电子系统设计教程 辅钻应华主编 援—北京 :国防工业出版社,圆翻酿(圆翻酿遥重印)

隙耳晕苑原元愿原元藏愿彩原元

Ⅰ援电 援数援 Ⅱ援钻 援数援 Ⅲ援电子系统 原系统设计 原教材 Ⅳ援数援国

中国版本图书馆 悦孙数据核字(圆翻酿第 圆翻愿号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 圆号)

(邮政编码 员翻源

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 苑耳园 员责元 印张 员责2 猿圆千字

圆翻酿年 圆月第 员版 圆翻酿年 愿月北京第 圆次印刷

印数 :源翻员—愿翻册 定价 :员愿翻元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(员翻园)员翻源翻源翻圆 发行邮购:(员翻园)员翻源翻源翻源

发行传真:(员翻园)员翻源翻责翻责 发行业务:(员翻园)员翻源翻圆翻园

编委会名单

主　编　　陆应华

副主编　　王照平　　王　理

编　委　　陈世文　　高　杰　　郭士勇

柏　溢　　雷　明　　张尚彦

刘　明　　孙　健　　李汉宁

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

前　言

《电子系统设计教程》一书是电子电路实验课教材，适用于本科电类专业。学习本教材，要求读者已学过《模拟电子电路》、《数字电路》、《电子电路实验技术基础》等前期课程。

本教材是在总结了多年本科电子电路实验教学改革经验的基础上编写的。它无论是内容，还是教学指导思想，都比以前的电子电路实验教材有了较大的变化。

在编写这本教材主要基于以下的指导思想。

员爱以电路设计为主导，深化电子电路理论知识，培养实验能力

电子电路（包括模拟电路和数字电路）的教学必须以分析为基础，以设计为主导，只有通过电路设计才能真正掌握电子电路这门技术，这是关于电子电路教学的一个共识。电子电路理论的价值，主要体现在它能够解决生产实际中的需要。各种实际的需要必须通过电路设计来满足，换言之，在电子电路领域，技术人员面对的主要是电路设计问题，电路的分析只是设计工作的一部分。所以，电子电路理论的深化和实验能力的培养必须以电路设计为主导，这是贯穿本教材的基本指导思想。在这一思想的指导下，本教材给出的所有实验均为设计性实验。

圆爱加强对电子电路技术性的认识

刚从基础课阶段进入技术基础课阶段学习的同学，在学习电子电路课的时候，容易产生一种偏向，就是只偏重对已有电路的数学分析，忽视了对电路功能、特点、元件作用和电路指标、用途等基本概念的掌握，而这些基本概念却是电路设计时首先要用到的。这些基本概念的欠缺，必然导致在电路设计时面对实际问题无从选择适宜的电路，并且在电路指标未达到要求时，也不知应该调整哪些器件。

针对这种情况，在编写这本教材时，注意讲述如何从实际需要归纳为技术要求，根据技术要求选用合理的电路结构，再根据电路结构特点拟订设计步骤。通过较多的例子，体现运用电子电路理论解决技术问题的思路和方法，加强学生对电子电路理论的技术性的认识。指导学生复习，加深他们对基本概念的理解，并通过实验中的设计任务来检验他们对电路理论的掌握程度。

猿爱加强对电子电路工程性的认识

电子电路的工程性也是这门理论的基本特点。为了使电路设计具有可操作性（工程性），在设计过程中往往对一些模拟和计算公式进行了简化，有时还必须作出某些假设，一些参数的取值不是依照公式而是根据经验，这些都重复体现了电子电路理论的工程性特点。在电子电路的理论教学中，比较强调理论的系统性和严密性，较少涉及电子电路的工程性特点，学生对这一特点往往认识不足，尤其是模拟电路。这一特点只有通过电路设计才能体会到其意义。本教材在介绍电路的设计方法时对工程性问题都有详细的说明。

源爱以小系统电路设计为主，注重电路的完整性

电子电路的理论教学基本是以单元电路的分析为主，尽管电子电路实验技术基础是以设计性实验为主，但是，这种设计也都是单元电路。当然，单元电路的分析、设计和实验，对于掌握电子电路理论是十分必要的。然而，在实际的电子设备中，只含一个单元电路的情况是不多见的，大多是含有多个单元电路构成的系统。所以，电路设计者面对的大多是一个系统而不是一个单元电路。考虑到这一点，为了使学生的学习内容更接近生产实际要求，在《电子电路实验技术基础》已经介绍了单元电路设计的基础上，本教材中讲述的主要是系统设计方法、实验，也都是构成小系统的电路。

缘爱注重生产和市场对电子电路设计的要求

电子电路设计的目的是为了满足生产和市场的需要，所以在进行电路设计时，必须考虑生产和市场对设计的要求和影响。目前，电子电路器件飞速发展，设计手段也在不断更新，电子电路设计的方法和观念也必须与之适应。所以，电路设计所要考虑的不仅仅是电路本身的问题，还要综合考虑众多因素。本教材也给出了在设计中如何考虑生产和市场需要方面的指导。

远爱实验能力的培养，要求实验内容必须有一定的难度和数量

实验能力（或称为动手能力）是一种综合能力，这种能力必须在一定难度的前提下，通过一定数量的实验才能逐步形成，仅靠书本学习是无法形成实验能力的。因此，在培养学生实验能力的过程中，必须为学生提供发现问题和解决问题的机会。多年的电子电路实验教学实践证明，只有使实验任务具有一定的难度和数量，才能提供这种机会。实验难度偏低将造成在同一层次上的无效重复，实验次数偏少将使锻炼的机会减少。本教材中的实验，无论是设计还是调测，都具有一定的难度，同时还将实验任务分为必做和选做两部分，以适应学生的不同情况。

苑爱注重基本科技素质的培养

研制出符合要求的电子电路，不但需要有扎实的电子电路理论知识和实验能力，还要求设计者具备良好的科技素质。科技素质体现在理论知识的掌握能力、发现问题的观察力、应用所学知识的综合分析能力、提出解决问题方案的想象力、细致严谨的实验作风和科技写作能力等方面。本教材在这些方面均有明确的要求和指导。

愿爱便于自学

为了便于读者自学，本教材给出了较多的例子，通过例子尽可能地反映出设计思路、说明设计特点和方法。同时，尽量给出设计流程，以便学生从整体上把握设计的各个环节，尽量将设计规则、方法条理化，以便他们在电路设计时有所依据。

希望读者认真体会这本教材的编写指导思想，自觉把握学习的方向。在这里，编者要特别提醒读者注意以下几点。

员爱实验能力的培养不同于某些书本知识的学习

在学习某些知识时，只要理解了就可以认为掌握了。而在电子电路实验中，知道应该怎样做是一回事，能否做到则是另一回事。实验能力要靠平时大量和艰苦的训练才能形成，考试前的突击对某些课程或许有用，而对实验能力的提高则作用甚微。

圆爱实验能力只有经过发现问题和解决问题的亲身经历，才能逐步形成

一些同学在实验中缺乏独立完成实验的信心和自觉性，遇到问题不经过自己的努力，

就立即请求他人的帮助。这样的做法实际上是主动放弃了锻炼的机会。可以说,得到的帮助越多,失去的锻炼机会也越多,尽管实验任务完成了,但是,锻炼自己的动手能力的任务却未完成。

猿应当注重科技素质的全面提高

一些同学在学习这门课程时,注意力只集中在如何完成电路指标要求上,忽视了对自己科技素质的全面培养。例如,不认真拟订实验方案,电路图的绘制不规范,实验时求成心切,只重视结果不重视过程,实验操作不细致,遇到问题缺乏信心,记录实验数据不认真,实验报告潦草缺少分析等等。这些问题都将给目前的学习和将来的工作带来不良影响,一个科技综合素质有缺陷的人在科学领域是难以有所作为的。

编 者

[illegible]年 [illegible]月

于解放军信息工程大学

目　　录

第员章　电子系统设计导论……员
员.员　电子系统概述……员
员.圆　电子系统的设计……源
员.圆.员　电子系统设计的一般方法……源
员.圆.圆　电子系统设计的一般步骤……远
员.圆.猿　设计文档的作用……苑
员.圆.源　传统手工设计步骤……苑
员.圆.缘　电子系统设计的 [illegible] 方法……愿
员.圆.远　电子系统设计的三要素——人才、工具、库……员圆
员.猿　各种电子系统设计步骤综述……员圆
员.猿.员　数字系统设计步骤……员圆
员.猿.圆　模拟系统设计步骤……员圆
员.猿.猿　以微机(单片机)为核心的电子系统的设计步骤……员猿
员.源　电子系统设计选题举例……员猿
员.源.员　简易数控直流电源……员猿
员.源.圆　频率特性测试仪……员源
习题与思考题……员缘
第圆章　模拟电路子系统的设计……圆苑
圆.员　模拟电路设计的特点……圆愿
圆.圆　模拟系统设计简介……圆怨
圆.猿　模拟电路设计的一般原则和步骤……圆圆
圆.源　常用单元电路……圆缘
圆.源.员　运算放大器及其应用……圆远
圆.源.圆　[illegible]转换器及其应用……猿园
圆.源.猿　[illegible]转换器及其应用……源缘
圆.缘　模拟电路设计举例……源怨
习题与思考题……缘缘
第猿章　数字电路子系统的设计……缘远
猿.员　数字系统概述……缘远
猿.员.员　数字系统的定义……缘远
猿.员.圆　数字系统设计的特点……缘苑
猿.员.猿　数字系统设计的步骤……缘愿

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

猿遐源 数字系统设计的方法 …… 遥袁
猿遐缘 抗干扰措施 …… 遥缘
猿圆 采用可编程逻辑器件的数字系统设计 …… 遥愿
猿圆员 采用可编程逻辑器件的数字系统设计方法 …… 遥愿
猿圆圆 组合逻辑电路的设计 …… 遥怨
猿圆袁 时序逻辑电路的设计 …… 苑袁
猿圆源 测试向量的编写 …… 苑怨
猿圆缘 数字系统设计 …… 愿圆
习题与思考题 …… 愿苑
第 源章 微处理器子系统的设计 …… 愿愿
源员 微处理器应用系统概述 …… 愿愿
源员员 微处理器应用系统的组成 …… 愿愿
源员圆 微处理器应用系统的基本设计思想 …… 愿怨
源员袁 微处理器应用系统的开发过程 …… 愿怨
源圆 ZSPACE 系列单片机 …… 怨袁
源圆员 ZSPACE 系列单片机简介 …… 怨袁
源圆圆 ZSPACE 系列单片机的硬件结构 …… 怨愿
源圆袁 ZSPACE 系列单片机的指令系统 …… 员苑
源圆源 ZSPACE 系列单片机的程序设计 …… 员圆
源圆缘 ZSPACE 系列单片机的中断系统 …… 员缘
源圆远 ZSPACE 系列单片机的应用举例 …… 员员
源袁 实用系统设计方法 …… 员愿
源袁员 熟悉对象 …… 员愿
源袁圆 确定系统的 I/O 点数和通道 …… 员怨
源袁袁 选择单片机 …… 员怨
源袁源 确定存储器 …… 员怨
源袁缘 选择 I/O 接口电路 …… 员怨
源袁远 进行系统设计 …… 员怨
源袁苑 设计实验板并进行原理验证 …… 员怨
源袁愿 利用开发系统检测调试实验电路 …… 员怨
源袁怨 确定系统方案及设计系统结构 …… 员怨
源源 典型系统设计举例 …… 员圆
源源员 电梯控制的基本要求 …… 员圆
源源圆 输入输出点数安排 …… 员圆
源源袁 单片机选择 …… 员圆
源源源 选用存储器 …… 员圆
源源缘 输入输出接口选择 …… 员袁
源源远 系统结构的设计 …… 员袁
习题与思考题 …… 员源

第 缘章　电子系统设计中的工程问题 …… 员苑远
缘圆员　概述 …… 员苑远
缘圆圆　电子系统的抗干扰设计 …… 员苑远
缘圆圆员　电磁干扰与电磁兼容问题 …… 员苑远
缘圆圆圆　干扰的类型 …… 员苑苑
缘圆圆猿　干扰传播的途径 …… 员苑愿
缘圆圆源　抗干扰设计方法 …… 员苑怨
缘圆猿　电子设备热设计 …… 员缘员
缘圆猿员　功率器件的散热 …… 员缘员
缘圆猿圆　整机的散热 …… 员缘圆
缘圆源　可靠性设计 …… 员缘圆
缘圆缘　电路的可测试性设计 …… 员缘猿
缘圆远　印制电路板的设计与装配 …… 员缘缘
缘圆远员　印制板的设计 …… 员缘缘
缘圆远圆　印制板的装配与焊接 …… 员缘远
缘圆苑　电子系统的调试 …… 员缘苑
缘圆苑员　通电调试之前的检查 …… 员缘苑
缘圆苑圆　调试的一般顺序与步骤 …… 员缘苑
缘圆苑猿　做好调试纪录 …… 员缘苑
缘圆苑源　模拟电路的调试 …… 员缘苑
缘圆苑缘　数字电路系统的调试 …… 员缘愿
缘圆苑远　微处理器电路系统的调试 …… 员缘圆
缘圆愿　电子设备设计文件 …… 员缘圆
习题与思考题 …… 员缘圆
第 远章　电子系统设计举例 …… 员远猿
远圆员　水温控制系统的设计 …… 员远猿
远圆圆员　设计任务与要求 …… 员远猿
远圆圆圆　总体论证 …… 员远猿
远圆圆猿　系统设计 …… 员远缘
远圆圆源　硬件开发 …… 员远远
远圆圆缘　软件开发 …… 员远圆
远圆圆远　连机调试 …… 员远远
远圆圆苑　指标测试及软件固化 …… 员远怨
远圆圆愿　系统改进措施与功能扩展 …… 员远怨
远圆圆　交通信号灯控制器的设计 …… 员苑员
远圆圆员　交通信号灯控制器的功能描述 …… 员苑员
远圆圆圆　交通信号灯控制器的设计 …… 员苑圆
远圆圆猿　采用电路原理图输入法描述的交通信号灯控制器的设计 …… 员苑猿
远圆圆源　仿真与测试 …… 员苑苑

第 苑章　电子设计选题 …… 灵园
选题 员　低频功率放大器 …… 灵园
选题 圆　数字控制直流稳压电源 …… 灵园
选题 猿　函数信号发生器 …… 灵员
选题 源　交通信号控制器 …… 灵圆
选题 缘　简易电子乐器 …… 灵猿
选题 远　智力竞赛抢答器 …… 灵源
选题 苑　数字频率计 …… 灵源
选题 愿　多功能数字钟 …… 灵缘
选题 怨　温度控制器 …… 灵远
选题 园园　大屏幕显示器 …… 灵苑
选题 园员　运动小车 …… 灵苑
选题 园圆　无线调频话筒（月亭灵愿源 …… 灵愿
选题 园猿　声光控制开关 …… 灵怨
选题 园源　红外报警器 …… 灵怨
第 愿章　附录 …… 圆园园
愿园员　系统设计课程要求 …… 圆园园
愿园园员　电子系统工程设计课程计划 …… 圆园园
愿园园圆　电子系统设计日程表 …… 圆园员
愿园园猿　考核与评价 …… 圆园员
愿园园源　电子系统工程设计答辩规则与评分标准 …… 圆园员
愿园圆　本教材涉及的元器件数据手册 …… 圆园园
参考文献 …… 圆园源

第 员章　电子系统设计导论

员圆员　电子系统概述

员圆员定义

员 系统的定义

关于系统的一般化定义有各种不同的表达方式，下面是一个比较准确且易于理解的定义：系统是由两个以上各不相同且互相联系、互相制约的单元组成的、在给定环境下能够完成一定功能的综合体。这里所说的单元，可以是元件、部件或子系统。一个系统又可能是另一个更大的系统的子系统。这个一般化的定义适用于任何类型的系统（包括物理的、非物理的、自然的与人工合成的系统等）。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。当今，人类科技和文明已达到相当高的水平，现行的已投入使用的各种系统以及正在研究的各种系统均达到了相当大的规模与复杂程度。因此，具有管理系统设计复杂性的能力，应作为培养当代大学生的目标之一。

圆 电子系统的定义

通常将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。应用系统的设计与分析方法是本章讨论的中心。

猿 电子系统、网络、电路的区别与联系

众所周知，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。电路亦称为电网络或网络。当研究一般的抽象规律时多用网络一词；反之，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。前面所列举的一些应用系统确实如此。然而，实际中常常将一些简单的网络或电路也称之为系统。这是因为采用了研究系统的观点与方法学去观察与处理这类网络或电路的缘故。同一个事物作为系统研究时应注意其全局，而作为网络问题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，注意研究其各支路、回路的电流或电压；而从系统的观点来看，可以研究它如何构成具有微分或积分功能的运算器（系统）。这样的系统是一种系统方法学意义上的系统，可将它们称之为方法学系统。

本章所讨论的系统设计问题，其目标系统均指各种应用系统，而方法学系统和分布参数系统则作为所设计的目标系统中的子问题来考虑。实际上，对一些简单的应用系统或者仅限于系统高层设计用的，不一定涉及到方法学系统和分布参数系统的问题。

圆圆有代表性的电子系统

下面列举几个典型的电子系统，以便对各种电子系统的组成与结构有一个感性认识。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

员 通信系统

该系统的种类很多，现以移动电话为例来看其组成。图 员圆是一个简化了的 员圆(全球通)蜂窝移动电话子系统级框图。移动电话是一种众所周知的通信工具，虽然它的外形小、重量轻，但确是一个包括了发射机、接收机、微型计算机、音频及数字信号处理(员圆)、用户身份卡(员圆)等子系统的复杂系统。其中发射机、接收机和天线等为射频(员圆)、员圆模拟子系统；音频及员圆模块包括了低频模拟电路、数字电路和模数混合电路。如此复杂的系统只有借助于先进的员圆微电子技术才能实现，它是现代高科技的结晶。目前最先进的移动电话主要由员圆(射频)和基带两片专用集成电路(员圆)组成。

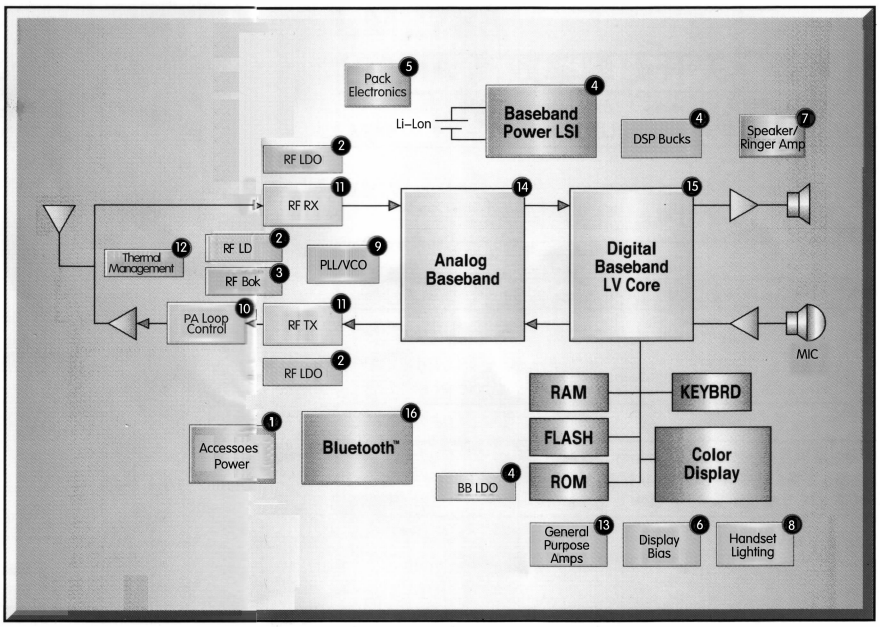

图 员圆 国家半导体公司的手机解决方案

下面通过该移动电话系统来看一个复杂系统在结构上的层次性。如前所述，图 员圆是该移动电话子系统级的组成框图，其中每一个子系统又可分解为由若干子部件组成的系统。例如，微型计算机系统就是由微处理器、存储器、键盘及显示器几个部件组成的。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。类似地，发射机、接收机也可由顶层(子系统级)向下，一层一层地一直分解到元件级(底层)。

圆 自动控制系统

该自动控制系统是一个由计算机控制的电动机转速调节系统(图 员圆)，由员圆个子系统组成。子系统的类型有数字的、模拟的和数字模拟混合的(如数字转速计及员圆部分)。

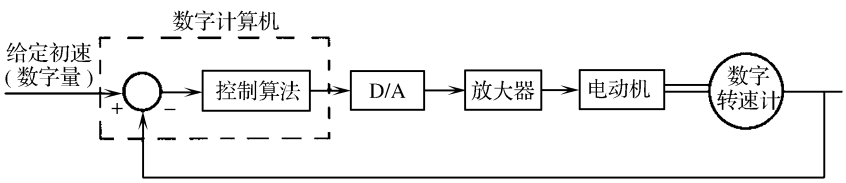

图 员圆 自动控制系统框图

圆

这是一个有反馈的闭环系统。控制算法由计算机的数字信号处理软件决定。众所周知，利用软件很容易实现诸如数字 [illegible]（比例—积分—微分）等控制算法。

猿 [illegible]播放机

当前 [illegible]与 [illegible]播放机已成为大众化的家电产品。该产品看似普通，然而它们也属于含多种高新技术的复杂系统（[illegible]），必须在 [illegible]微电子技术的基础上才能实现。[illegible]播放机的框图如图 [illegible]所示。

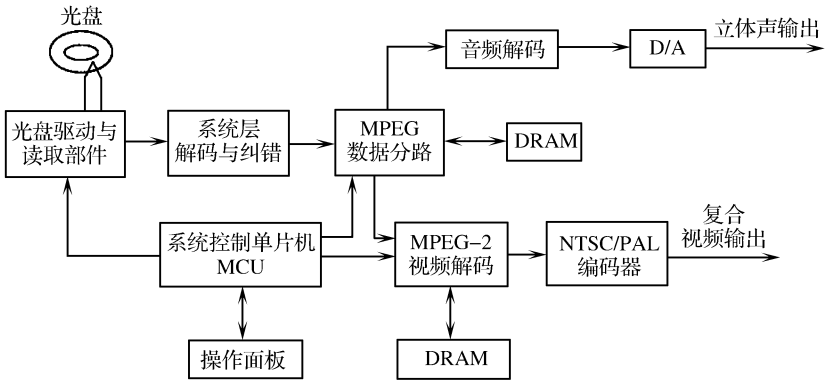

图 [illegible] [illegible]播放机框图

源 计算机系统

图 [illegible]是一个典型的 [illegible]个人计算机系统。它由 [illegible]（高速缓冲内存）、

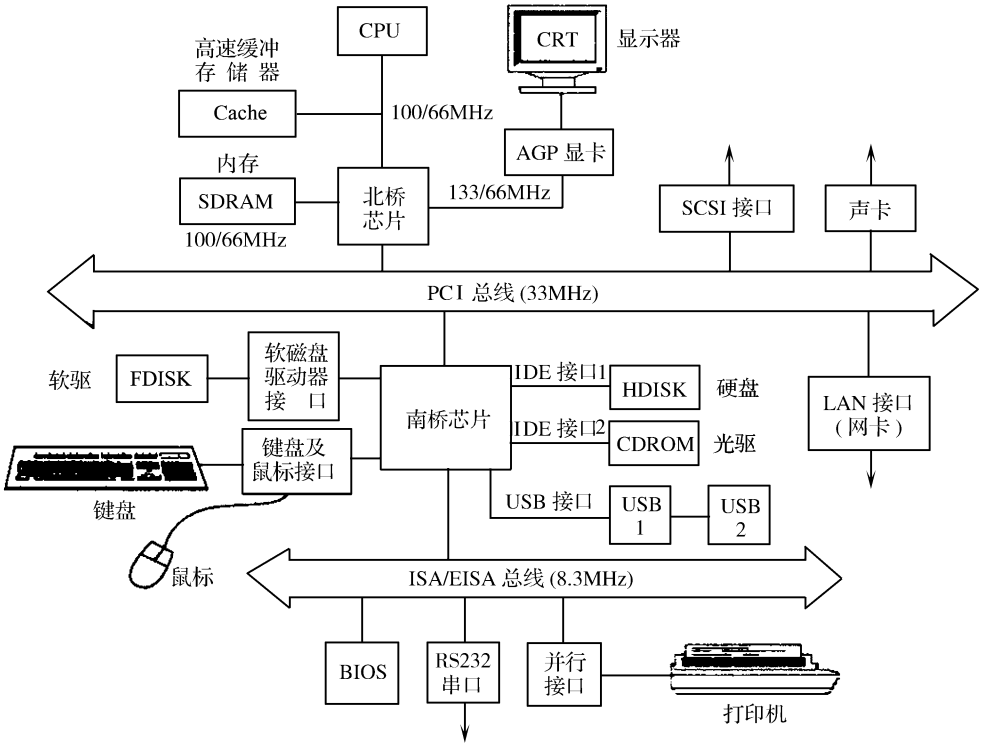

图 [illegible] 微型计算机系统组成框图

杂阿酉转内存、南桥、北桥、孕猴盘总线、孕猴盘总线、各种不同功能的接口模块以及各种外设（显示器、键盘、磁盘驱动、光盘驱动及打印机等）组成。基本类型的微型机或单片机要具有不同程序简化的类似于图 员圆源的结构。一个微型机或单片机往往作为一个系统嵌入到各种更大、更复杂的系统中去使用，正如前面所介绍的 猿个系统那样。

猿圆构成电子系统的子系统的基本类型

从上面所列举的 源个电子系统可以看出，每个系统均由若干个不同的子系统构成，归纳起来不外乎有以下 缘种基本类型：

（员）模拟子系统；

（圆）数字子系统；

（猿）模拟、数字子系统；

（源）微处理器子系统；

（缘）阅孕（数字信号处理）子系统。

现代大型、复杂的电子系统一般总包括上述 缘种类型的子系统，但某些系统可能仅包括前 源种子系统，而一些简单的系统，可能只包括其中的 猿种、圆种甚至 员种。然而从设计的基本方法上来讲，掌握了 猿种最基本的子系统的设计方法也就可以设计上述 缘种子系统了。这 猿种子系统即为：模拟子系统、数字子系统、微处理器子系统。以硬件实现的阅孕子系统的设计可在掌握 阅孕的理论和算法的前提下，借助数字子系统的设计方法完成设计；以软件实现的 阅孕子系统的设计可在掌握 阅孕的理论和算法的前提下，借助微型计算机子系统的程序设计方法和硬件配置方法去完成；混合子系统的设计可将模拟子系统与数字子系统的设计方法结合起来去完成。本教材的后续章节将着重讲述上述 猿种基本子系统的设计与分析方法。在此基础上，通过本课程的学习，可以掌握更大、更复杂的电子系统的设计和分析方法。

员圆圆 电子系统的设计

员圆圆员 电子系统设计的一般方法

电子系统是很复杂的，必须用有效的方法去管理才能使系统设计得到成功。基于系统的功能与结构上的层次性，演化出了如下 猿种设计方法。

员 自顶向下法（栽蒙阿斯特）

该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，将系统的功能全面、准确地描述出来，即将系统的输入 输出（陨酝）关系全面、准确地描述出来，然后进行子系统级设计。具体地讲，就是根据系统级设计所描述的该系统应具备的各项功能，将系统划分和定义为一个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（即输入 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。例如移动电话应有收信和发信的功能，就必须分别安排一个接收机子系统和一个发射机子系统，还必须安排一个微处理器作为内务管理和用户操作界面管理子系统，此外，天线和电源等子系统也必不可少。子系统的划分、定义和互连完成后，从下级部件向上级去进行设计，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,选用适当的元件去实现该部件的功能。

自顶向下法是一种概念驱动的设计法。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,而不要过早地去考虑实现该设计的具体电路、元器件和工艺,以便抓住主要矛盾,避开具体细节,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当由概括到展开,由粗略到精细。只有当整个设计在概念上得到了验证与优化后,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。

(员) 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仔细检查,即检查指标所要求的各项功能是否都能实现且留有必要的余地,最后还要对设计进行适当的优化。

(圆) 模块化,结构化原则　每个子系统、部件或子部件应设计成在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。

(猿) 问题不下放原则　在某一级的设计中如遇到问题时,必须将其在本级解决,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。

(源) 高层主导原则　在底层遇到的问题找不到解决办法时,必须退回到它的上一级去甚至再上一级去,通过修改上一级的设计来减轻下一级设计的困难,或找出上一级设计中未发现的错误并将其解决,才是正确的解决问题的策略。

(缘) 直观性、清晰性原则　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。设计文档的组织与表达应当具有高度的条理性与简洁性。一个可懂性好的设计,不仅使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、升级和维修大为方便,即达到可维护性好的目标。

综上所述,进行一项大型的、复杂的系统设计,实际上,一个自顶向下的过程,是一个上下多次反复进行修改的过程。

(圆) 自底向上法(月[illegible])

自底向上法的设计过程与自顶向下法正好相反。该方法是根据要实现的系统的各个功能的要求,首先从现有的可用的元件中选出合适的元件,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的、可维护性好的设计。然而自底向上法,对系统的组装和测试来说,确是行之有效的,因此该方法常用于这种场合。

(猿) 以自顶向下方法为主导,并结合使用自底向上的方法([illegible])

近代的系统设计中,为实现设计可重复使用以及对系统进行模块化测试,通常采用以自顶向下方法为主导,并结合使用自底向上的方法。这种方法既能保证实现系统化的、清晰易懂的以及可靠性高的、可维护性好的设计,又能减少设计的重复劳动,提高设计生产

率。这对于以 ARM 核为基础的 SoC 芯片上系统的设计特别重要，因而得到普遍采用。

上面所述的电子系统的一般设计方法，从方法学上来说，与大型软件的设计方法是完全一致的。如果读者在软件设计方面已经具有一定的实践经验，在学习硬件设计的方法和原则时，不妨将软件设计中的方法和原则与其做一个对照，从而可以加深理解。

1.3.3 电子系统设计的一般步骤

电子系统的设计一般要经历以下三个设计步骤：

(1) 行为描述与设计；

(2) 结构描述与设计；

(3) 物理描述与设计。

概括地讲，所谓行为是指系统、子系统、部件或元件诸单元的功能；所谓结构是指为实现相应功能所用的单元以及单元之间的互连方式；所谓物理是指实现结构的具体形式、技术与工艺（包括单元的物理类型、布局的基本式样、尺寸、位置和装配方法等）。

下面分别对每一个设计步骤予以具体说明。

(1) 行为描述与设计

按照自顶向下的设计方法，行为描述与设计应首先从系统级开始。设计人员首先要按照用户需求与市场状况做深入细致的调查研究，然后对收集来的原始信息进行需求分析，最后用工程语言将所要设计的系统的各项功能和技术指标、与外部世界的接口方式和协议等描述或定义出来。例如，移动电话号码双工通话功能、短信息功能、来电显示功能、存储功能、时钟 输闹钟功能以及与传真机 输计算机接口的功能、接收 输发射频率、调制方式、待机时间、连续通话时间、供电电池电压、尺寸和重量等。而子系统级、部件级和元件级的行为则由各个层次所用单元的功能——输入 输输出关系来描述。它们是由设计人员从系统级逐层向下进行功能划分逐步推演和定义出来。显然，不同的设计人员会有不同的结果，这是一种一对多的映射关系。

(2) 结构描述与设计

完成了行为域的描述与设计后，下一步骤就要以行为映射为结构，即以行为域的设计结果作为原始输入信息，选用设计好的单元，并按一定方式（含规则）互连起来，实现某一层次上的行为（功能）。系统从行为域到结构域的映射又称为综合。系统上结构设计的关键是确定系统与外部世界（包括使用者、子系统或部件等）的互作用、互连方式与协议。子系统级、部件级和元件级上的由行为到结构的映射是大家所熟悉的，这些级上的结构设计结果通常用框图、电路图来表达。例如，移动电话系统级的结构设计就是确定用户操作界面和该移动电话与 GSM 网之间信息交换的方式与协议，确定与传真机、计算机之间的连接方式与协议等关系。在子系统级上，移动电话的结构可用图 1.3.7 所示的框图来描述。当然，实际的结构设计文档除了图之外，还应有相应的文字说明。

(3) 物理描述与设计

结构的描述与设计完成后，最后一步就是进行从结构域到物理域的映射，即用结构域的设计结果作为原始输入信息，选用一定的材料、技术和工艺去实现给定的结构。仍以移动电话为例，其系统级上的物理设计包括机壳、主机板、操作按键、显示窗口、与外部互连的接插件等的外形、尺寸、材料及工艺的确定，决定是否采用 SoC 专用芯片（ASIC）来实现

远

整个系统（即片上系统）；子系统级与部件级上的物理设计的内容基本相同，包括每个子系统或部件的尺寸、安放位置、互连线的材料与布局的确定，决定是否采用 宽鑫员专用芯片（粤粤粤）来实现子系统或部件、是否需要屏蔽与散热等；元件级上的物理设计包括每个元件的型号与尺寸、主机印制电路板布线的设计、是否需要屏敝和散热等。如果系统、子系统决定采用 粤粤粤，那么物理设计还需要做集成电路版图的设计。根据物理设计提供的完备而正确的设计文档，就可以送交工厂制造出系统的样机来。

必须强调指出的是，设计过程必须适时地进行正确性验证。传统的做法是靠人工检查以及搭试电路和制作样机来实现。随着系统的规模与复杂度的增加，单靠人工方法去设计与验证不但无能为力，也是根本不可能的，必须采用下面所要介绍的 耘粤粤（电子设计自动化）方法。设计验证所用的基本方法是分析，利用 耘粤粤工具进行模拟，就是以分析为基础的验证过程。一个完整的系统分析过程其步骤正好与设计过程相反，即由物理域→结构域→行为域。

员圆圆圆 设计文档的作用

从上述 猿个设计步骤可知，一开始就要同时平行地建立设计文档，即将每一步的设计思想、方案比较与选择、分析计算结果、各层次上的最终设计图纸等加以记录，随后整理编写成为结构化、条理分明、文字简练的文档。文档在设计过程中对于设计管理者与设计者之间、设计者与用户间进行必要与及时的交流，对于管理设计的复杂性起到多方面的桥梁与约束管理作用。设计管理者通过文档可以及时了解整个设计的进度和工作的质量与存在的问题。因为大型复杂系统的设计是由多人合作共同完成的，没有交流和对复杂性的有效管理，是不可能成功的。所以文档的建立与系统的设计能否成功有直接关系，并且文档还是系统设计进入工程化生产的依据和保证，也是系统投入使用以后进行维护和管理的依据和保证。

员圆圆源 传统手工设计步骤

在没有 耘粤粤工具的条件下，或者是作为学习的目的，仅做一些简单系统的练习，可采用传统的手工设计方法去完成。此外熟悉传统手工设计步骤，还有助于学习与掌握使用耘粤粤工具的设计方法与步骤。下面介绍电子系统的手工设计步骤。

员 审题

通过审题对给定任务或设计课题进行具体分析，明确所设计的系统的功能、性能、技术指标及要求，这是保证所做的设计不偏题、不漏题的先决条件。为此，就要求设计人员在用户和设计主管者之间要反复进行交流与讨论。如果是作为学生的作业，就应与命题老师进行充分交流，务必弄清系统的设计任务要求。在真实的工程设计中如果发生了偏题与漏题，用户将拒绝接受你的设计，你还要承担巨大的经济责任甚至法律责任；如果该设计是一次电子设计竞赛，那么你将丢掉名次。所以审题这一步，事关重大，务必走稳、走好。

圆 方案选择与可行性论证

把系统所要实现的功能分配给若干个单元电路，并画出一个能表示各单元功能的整机原理框图。这项工作要综合运用所学知识，并同时查阅有关参考资料；要敢于创新、敢于采用新技术，不断完善所提的方案；应提出几种不同的方案，对它们的可行性进行论证，

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com