

高等学校**应用型特色**规划教材

单片机原理、实验 和接口教程 (第2版)

周思跃 编著



- ❊ 面向应用型人才的培养
理论知识与实训内容紧密结合
- ❊ 案例导向型的内容设置
案例导入+典型工作过程实训+课后习题
- ❊ 立体化的教材体系
免费提供电子教案、习题答案和相关资料

清华大学出版社



高等学校应用型特色规划教材

单片机原理、实验和接口教程

(第2版)

周思跃 编 著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书共分 3 篇, 总计 12 章。第 1 篇共有 7 章的内容, 主要包含 51 系列单片机的结构原理、汇编语言程序设计等知识; 第 2 篇共有 4 章的内容, 主要包含 51 系列单片机的扩展应用方式、常用接口芯片与单片机的连接和应用、单片机应用系统的设计等知识; 第 3 篇尽管只有一章, 却包含了 C51 语言程序设计的基础内容, 且列举了较多的编程实例, 这些以 C51 语言编制的实例大多数来自以往汇编语言程序的实例, 这样会使读者有机会比较不同语言编制的程序, 进入单片机学习的新境界。

本书可以作为各类高等学校单片机课程的基础教材, 也可以作为单片机爱好者的自学教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理、实验和接口教程/周思跃编著. —2 版. —北京: 清华大学出版社, 2017
(高等学校应用型特色规划教材)

ISBN 978-7-302-45815-9

I. ①单… II. ①周… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 287705 号

责任编辑: 陈立静 杨作梅

装帧设计: 王红强

责任校对: 宋延清

责任印制: 杨 艳

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 刷 者: 北京富博印刷有限公司

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 22.5 字 数: 547 千字

版 次: 2009 年 10 月第 1 版 2017 年 1 月第 2 版 印 次: 2017 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1~2500

定 价: 48.00 元

产品编号: 070313-01

前 言

伴随着国民经济的高速发展，人们对高等教育本质的理解不断深入，相关课程更加注重对工程实践场景的构建；同时，近几年对机械电子工程专业学生工程技能水平的要求也在不断提升；这就需要有知识性更系统、实践性更突出的微机原理与应用类教材。

针对以上情况，我们组织一线教师，总结和分析了本书第 1 版的优点和不足，提出了第 2 版教材的修订计划。本次再版，充分考虑了各使用院校教师和学生的反馈意见与建议，并结合我们课程团队在课程建设、教学实践中的新想法和新思路，对原教材内容做了更新、补充与完善。

本书以专业基础知识为背景，以实践教学过程为载体，着眼于学生对理论知识的应用能力和对基本工程问题的解决能力，培养学生良好的工程素养。

此次修订中，在秉承原书风格的基础上，对以下几个方面做了修改，特此说明：

- 在第 11 章中，更改和增加了有关单片机应用系统设计的实例。删除了原来例 11-5 的内容，增加了两个新的实例作为例 11-5 和例 11-6，使实例与机械电子工程专业的结合更加紧密。
- 在第 12 章中，加入了“多模块及其 C51 语言与汇编语言混合编程”一节的内容。其目的是为了提高学生编制 C51 语言程序的能力。
- 此次修订过程中，还对原书中的十八个实验做了比较大的修订，将实验的内容编写得更接近于实验指导书，使学生更容易自己对实验进行操作、演练。

在本书的修订过程中，沈林勇、周涛、刘建平、施群、王梅等教师提出了宝贵的意见，在此表示衷心的感谢。

希望此次修订能继续得到同行和学生的认可和支持。但由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，欢迎读者对此教材提供宝贵的意见。

编 者

2016.12

第 1 版前言

本书作者从事单片机原理与应用课程教学多年,对象是机械电子工程专业和机械工程专业与自动化专业的学生,深感本课程对学生的重要性和艰难性。每学期总有数名学生对感困难,而放弃该课程的考试,这始终成为作者多年来的遗憾。这也多次使作者心存编写此书的愿望,希望写出一本学生喜欢看的专业书,一本教师容易讲的专业书。

本书在编写的文字上力求通俗、口语化,每一张电路图都有详细的解释,每一条程序中的指令都有注释。

本书在每章的开头,通常会采用设问的方式来引导学生,使他们了解该章的主题,并增加自学的兴趣。在每章后面都安排了小结,便于学生和教师对该章内容进行梳理。

本书在每章中都插入了实验,全书共有十八个实验,使得教师可以在实验室讲解单片机原理与应用课程,一边讲课,一边做实验,克服以往课堂教学与实验教学分离的缺点。

本书在每章中都安排了一些习题,习题的设计大多数与例题类似,便于学生对该章知识点的复习巩固。

以下内容作为本书的导读。

本书在结构上分为 3 篇。

第 1 篇是基础篇,共有 7 章(第 1~7 章),内容涉及 51 系列单片机的核心知识,是本书的重点。本篇内容可作为单片机原理课程的教材。

第 1 章内容把计算机与单片机之间的关系理清,把单片机中最基础的问题搞懂,自然是学生学习单片机的起点。

第 2 章的内容是把单片机内部最主要的部件(CPU、存储器和接口)聚在一起,使学生理解单片机的实质。考虑到学习的顺序,2.4 节的内容可以暂时搁置一下。

第 3 章的内容是 51 系列单片机的指令系统,是单片机的软件设计基础。

第 4 章的内容是汇编语言的程序设计,使学生一方面可以把指令的知识加以应用,另一方面,可以学会汇编语言编程的知识。第 4 章的内容学完后,建议把第 2 章留下的内容(2.4 节 I/O 接口)学习完,然后再学习第 5 章。

第 5 章的内容是中断系统,是本书的难点之一,需花心血,反复琢磨。

第 6 章的内容是定时器/计数器(CTC),学习 CTC 的知识可结合中断技术,进一步理解中断系统的知识。

第 7 章的内容是串行接口,这也是本书的难点之一,但这是计算机通信的基础。

第 2 篇是扩展、接口和应用篇,共有 4 章(第 8~11 章),内容涉及 51 单片机的扩展应用模式、常用的接口和单片机应用系统的设计。本篇内容可以作为单片机接口和应用课程的教材。

第 8 章的内容是存储器在单片机外面的扩展和连接,并行接口的扩展和连接。这是 51 系列单片机扩展技术的基础。



第9章的内容是显示器/键盘电路和接口的原理及其应用,显示器/键盘电路是单片机应用系统中最常见的配置。

第10章的内容是模拟接口 D/A 转换器和 A/D 转换器的原理,以及与单片机的连接和应用。

第11章的内容是单片机应用系统设计的一般方法,主要包含单片机应用系统的硬件结构和软件结构。

第3篇是C51篇,只有1章(第12章)。主要是将学生引领进单片机学习的另一种境界,为进一步学习高级的嵌入式系统做准备。其内容包括C51语言程序设计的一般方法,并用C51语言设计接口控制程序。

为方便教学,本书配套的电子教案可免费提供给采用本书作为教材的大专院校使用。如有需要,可发电子邮件至 haoyinghua@cip.com.cn。

在本书编写过程中,沈林勇副研究员提出了一些建设性的意见,在此表示真诚的感谢。

借建设上海高等学校教育高地之东风,历时一年,绘制每一张图,打入每一个字,终于完成了此书的编撰。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,欢迎广大师生批评指正。

编 者

2009年10月

目 录

基 础 篇

第 1 章 单片机基础知识.....3

1.1 引言.....3

1.1.1 计算机.....3

1.1.2 微型机.....6

1.1.3 单片机与嵌入式计算机.....7

1.2 常用的数制和码制.....7

1.2.1 常用的数制及其转换.....7

1.2.2 常用的码制.....11

实验一：认识补码.....17

1.3 单片机内部结构概论.....18

1.3.1 中央处理器 CPU 概论.....19

1.3.2 存储器概论.....23

1.3.3 输入/输出接口概论.....26

1.4 单片机产品概述.....27

1.4.1 单片机产品的类型.....27

1.4.2 单片机产品的应用.....28

本章小结.....28

思考与练习.....29

第 2 章 MCS-51 系列单片机系统的 基本组织.....30

2.1 总体结构.....30

2.1.1 内部结构.....30

2.1.2 外部引脚.....31

2.2 CPU 的特性.....32

2.3 存储器的组织.....33

2.3.1 程序存储器.....33

2.3.2 数据存储器.....35

2.3.3 特殊功能寄存器.....37

2.3.4 外部数据存储器器和 I/O 接口.....39

2.4 I/O 接口.....39

2.4.1 P1 口.....40

2.4.2 P3 口.....41

2.4.3 P2 口.....42

2.4.4 P0 口.....42

实验二：认识 P0~P3 口.....43

2.5 时钟和时钟电路.....46

2.5.1 内部方式.....46

2.5.2 外部方式.....46

2.6 启动和复位电路.....46

2.6.1 上电启动电路.....47

2.6.2 人工按钮复位电路.....47

本章小结.....48

思考与练习.....48

第 3 章 MCS-51 系列的指令系统.....50

3.1 指令格式和寻址方式.....50

3.1.1 立即寻址方式.....51

3.1.2 直接寻址方式.....52

3.1.3 寄存器寻址方式.....52

3.1.4 寄存器间接寻址方式.....53

3.1.5 变址寻址方式.....53

3.1.6 相对寻址方式.....54

3.1.7 位寻址方式.....55

3.1.8 学习寻址方式的意义.....55

3.2 数据传送类指令.....56

3.2.1 内部数据传送指令.....56

3.2.2 内外数据传送指令.....61

3.2.3 查表指令.....62

实验三：寻址方式和堆栈的认识.....63

3.3 数据处理类指令.....66

3.3.1 算术运算指令.....67

3.3.2 逻辑运算指令.....72

3.3.3 移位指令.....74

3.4 位操作类指令.....77

3.4.1 位变量传送指令.....77

3.4.2 位变量设置指令	78
3.4.3 位变量逻辑运算指令	78
3.5 程序转移类指令	80
3.5.1 无条件转移指令	80
3.5.2 有条件转移指令	82
3.5.3 调用和返回子程序的指令	85
实验四: 转移类指令和位操作类指令的认识	88
3.6 CPU 执行指令的时序	89
本章小结	91
思考与练习	92

第4章 MCS-51 系列汇编语言程序

设计

4.1 伪指令	96
4.1.1 起始指令	97
4.1.2 结束指令	97
4.1.3 数据定义类指令	97
4.2 汇编语言的语句格式	101
实验五: 认识汇编语言程序的格式	101
4.3 汇编语言程序设计的方法	102
4.3.1 顺序结构程序的设计	103
4.3.2 分支结构程序的设计	103
4.3.3 循环结构程序的设计	105
4.3.4 子程序设计	107
4.3.5 经典程序设计举例	113
实验六: 查表程序设计	123
实验七: 排序程序设计	124
本章小结	125
思考与练习	126

第5章 MCS-51 单片机系列的中断

系统

5.1 中断的概念	129
5.1.1 什么是中断	129
5.1.2 中断源	130
5.1.3 中断的优先级	130
5.1.4 控制中断的特殊功能寄存器	131

5.2 中断处理过程	134
5.2.1 中断申请	134
5.2.2 中断响应条件	134
5.2.3 中断处理过程	135
5.2.4 中断请求信号的撤消	136
5.3 中断程序的编制	136
5.3.1 中断初始化程序的编制	136
5.3.2 中断服务子程序的编写	137
实验八: 认识中断系统和中断服务子程序编写	138
本章小结	140
思考与练习	141

第6章 MCS-51 单片机的

定时器/计数器

6.1 定时器/计数器的结构和工作原理	142
6.1.1 定时器/计数器 T0 和 T1	142
6.1.2 定时器/计数器 T2	146
6.1.3 定时器/计数器的使用极限	150
6.2 控制定时器/计数器的特殊功能寄存器	151
6.3 定时器/计数器的应用及其编程	153
6.3.1 初始化编程	153
6.3.2 定时器/计数器应用编程	154
实验九: 定时器/计数器应用	160
本章小结	162
思考与练习	163

第7章 MCS-51 单片机的串行接口

7.1 串行通信的概念	167
7.2 单片机串行接口的结构原理	170
7.3 单片机串口的工作方式和相关的特殊功能寄存器	172
7.3.1 串行口控制寄存器 SCON (Serial Control)	172
7.3.2 串行口工作方式 0	174
7.3.3 串行口工作方式 1	176
7.3.4 串行口工作方式 2、3	177
7.3.5 串行口数据传送的波特率	178

7.4 串行口应用举例.....	179
实验十：串行口双机通信.....	186

本章小结	189
思考与练习	190

扩展、接口和应用篇

第 8 章 MCS-51 单片机的扩展技术.....193

8.1 单片机扩展原理.....	193
8.2 程序存储器的扩展.....	194
8.2.1 EPROM 存储器芯片	195
8.2.2 程序存储器芯片与系统的 连接举例.....	196
8.3 数据存储器的扩展.....	200
8.3.1 常用静态随机存储器(SRAM) 芯片	201
8.3.2 数据存储器扩展应用举例.....	202
8.3.3 CPU 如何访问外部存储器.....	206
实验十一：数据存储器的扩展 和测试.....	208
8.4 并行接口的扩展.....	209
8.4.1 基本并行接口及其扩展.....	210
实验十二：基本并行口及其扩展.....	214
8.4.2 8255A 并行口及其扩展.....	216
实验十三：8255A 并行口及其 扩展.....	226
8.5 综合接口芯片 8155.....	228
本章小结	232
思考与练习	233

第 9 章 键盘/显示器的接口技术235

9.1 LED 数码显示器的结构原理和接口 技术.....	235
9.1.1 LED 数码显示器的结构 原理.....	235
9.1.2 LED 数码显示器的显示码.....	236
9.1.3 LED 显示器的显示方式及其 显示程序.....	237
9.2 键盘结构的原理与接口技术.....	242
9.2.1 键盘电路的结构原理.....	242
9.2.2 键抖动问题.....	244

9.2.3 键盘接口电路举例	245
----------------------	-----

9.3 8279 显示器/键盘接口电路的原理 和应用	248
9.3.1 8279 的内部结构	248
9.3.2 8279 的接口工作方式	249
9.3.3 8279 的控制命令字、状态字 和数据格式	250
9.3.4 8279 芯片的外部引脚	253
9.3.5 8279 的应用举例	254
实验十四：8279 显示器/键盘接口 和编程	261
本章小结	261
思考与练习	262

第 10 章 D/A 和 A/D 转换器的接口 技术 263

10.1 D/A 转换器和接口技术	264
10.1.1 D/A 转换器的原理	264
10.1.2 D/A 转换器的性能指标	266
10.1.3 DAC0832 的结构原理和接口 技术	267
10.1.4 DAC0832 的应用和编程.....	270
实验十五：D/A 转换器应用举例	273
10.2 A/D 转换器和接口技术	274
10.2.1 A/D 转换器的原理	274
10.2.2 A/D 转换器的主要性能 指标	275
10.2.3 ADC0809 的结构原理和接口 技术	276
10.2.4 A/D 转换器的应用举例	278
实验十六：A/D 转换器的应用 和编程	281
本章小结	283
思考与练习	283

第 11 章 单片机应用系统的研制	285
11.1 单片机应用系统设计概述	285
11.2 单片机应用系统的硬件设计	286
11.3 单片机应用系统的软件设计	290
11.4 单片机应用系统设计举例	291

实验十七: 单片机应用系统设计

举例 311

本章小结 312

思考与练习 312

C51 篇

第 12 章 C51 程序设计初步	315
12.1 C51 概论	315
12.1.1 C51 语言与 C 语言	315
12.1.2 C51 语言与 51 系列汇编语言	316
12.2 C51 的数据类型	316
12.2.1 数据类型	316
12.2.2 存储器类型	317
12.2.3 访问特殊功能寄存器	319
12.2.4 位变量的定义	320
12.2.5 C51 指针	320
12.2.6 绝对地址访问	321
12.2.7 存储器模式	322
12.3 C51 位变量逻辑运算符	322
12.4 C51 程序设计	323
12.4.1 基本并行接口的输入/输出程序的设计	323
12.4.2 8255A 并行接口的输入/输出程序的设计	324

12.4.3 51 串行口发送/接收程序的设计 325

12.4.4 D/A 转换控制程序的设计 ... 328

12.4.5 A/D 转换控制程序的设计 ... 329

12.4.6 步进电机控制单片机应用系统的设计 331

12.4.7 直流电机控制单片机应用系统的设计 334

12.5 C51 的函数库 339

12.6 多模块及其 C51 语言与汇编语言混合编程 340

本章小结 342

实验十八: C51 语言程序设计(逻辑函数的运算)..... 342

思考与练习 343

附录 51 系列单片机的指令表 345

参考文献 350

基 础 篇

基础是最重要、最核心的东西，也是引伸出后续内容的根基和阶梯。

本篇主要讲解单片机的结构原理和汇编语言程序设计，其中包括单片机中 CPU 的工作过程、存储器的组织结构、输入/输出的结构原理和应用、定时器/计数器的结构原理和应用、中断系统的结构原理和应用，以及串行口的结构原理和应用。

只要掌握本篇的内容，就算跨入了单片机世界的大门。

第 1 章 单片机基础知识

如今电脑、计算机、单片机，都已成为人们非常熟悉的词语了。然而，单片机与计算机究竟是什么关系？单片机究竟为何物？单片机与嵌入式系统又是什么关系呢？另外，电脑最为神奇的作用是处理各种各样的信息，那么，它是如何来表达这些信息的呢？这些问题是学习本书内容的基础，也正是本章要回答的问题。

本章要点：

- 单片机的由来和特点。
- 补码的特点和应用。
- 单片机的内部基本结构。
- CPU 执行指令的过程。
- 存储器的作用和分类。
- 输入输出接口的作用。

学习目标：

- 了解单片机的特点。
- 掌握补码表示数据的方法及其运算。
- 掌握 CPU 执行指令的步骤。
- 掌握存储器存取数据的过程。

1.1 引言

要回答“单片机究竟为何物，以及单片机与计算机究竟是什么关系”这两个问题，显然要追溯计算机的历史和发展进程。

1.1.1 计算机

计算机(俗称电脑)诞生于 20 世纪 40 年代，它的功能从最初的计算，不断向控制、信息处理和通信等各个领域延伸。随着电子技术的发展，计算机经历了电子管时代、晶体管时代、大规模集成电路和超大规模集成电路时代，计算机家族也从小型机、大型机，发展到巨型机和微型机。

那么，最初的计算机内部结构是什么样的呢？据文献记载，计算机内部结构的蓝图是由世界著名计算机科学家冯·诺依曼绘制的，如图 1-1 所示。

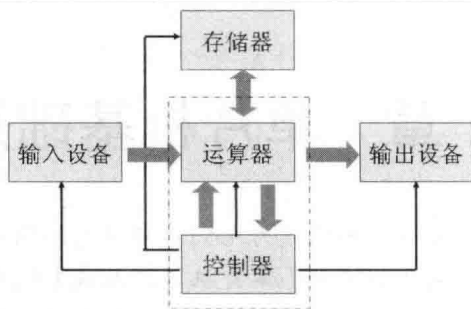


图 1-1 冯·诺依曼的计算机硬件结构

在冯·诺依曼的蓝图中,计算机的硬件结构由五大部件组成。这五大部件是当代计算机硬件的雏形。学习硬件可以从这里出发。以下将对这五大部件的功能进行简要说明。

(1) 运算器。运算器是计算机的中心,其功能就是进行数据运算,“计算机”的名称也正是因此而来。由于运算器处在计算机的中心位置,早期计算机的一些数据传送需经过运算器。

(2) 控制器。控制器是执行指令的部件,它向系统中的其他部件发出控制信号,协调各部件工作。计算机通过它来实现本身运行过程的自动化。

(3) 存储器。存储器是存放程序和数据的部件,正是因为事先将程序储存在存储器中,控制器才能自动地完成计算机交给的任务。

(4) 输入设备。输入设备是输入信息的部件,输入的信息有原始的程序、数据,以及计算机操作命令等,常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪等。

(5) 输出设备。输出设备是输出信息的部件,输出的信息有计算结果、绘制的图形表格,以及计算机操作提示信息等,常用的输出设备有显示器、打印机等。

也许人们现在已经很难将手头电脑的结构与冯·诺依曼的电脑结构联系起来了。在现在的电脑中,已看不到独立的运算器和控制器的身影了,那么,它们到哪里去了呢?

在回答这个问题之前,我们先看看冯·诺依曼的计算机是如何工作的,这种计算机有什么特点,它与后来的计算机有什么关系。

首先仔细观察一下图 1-1。图中的 5 个方框代表了计算机的五大部件,而其中的连接线有两类,即较粗的有向线段和较细的有向线段,它们分别代表数据线和控制线。控制线的信号均来自控制器,每一部件也均有一组数据线与相关部件相连。为了使计算机按照人们的意图进行计算(早期计算机的任务就是计算),必须事先把计算方法和操作步骤用指令编制成计算机可执行的程序,通过输入设备,将一条一条的指令以二进制数的形式存放在存储器中。计算机启动后,就从存储器中依次取出指令,送控制器分析,控制器根据指令的操作要求,向系统各部件发出一系列相应的操作信号,使系统各部件完成相应的工作。例如要求运算器完成加法工作等。程序执行过程中或执行结束时,可以通过输出设备将中间结果或最终结果显示出来。

根据冯·诺依曼计算机的工作原理,可以总结出以下特点。

1. 采用存储程序的工作方法

将计算机要处理的数据和计算方法、步骤,事先用计算机操作命令(指令)编制成程序,

存放在计算机的存储器中。计算机运行时，自动地、连续地从存储器中取出指令并执行，不需要人工干预。

2. 采用二进制代码表示指令和数据

计算机内部的信息全部采用二进制编码，使用这样的设计，主要原因是二进制的0和1两种状态用电路容易实现，运算器电路比较简单。另外，二进制信息对应的数字电子信号的抗干扰能力强。

令人感到惊奇的是，目前的计算机(电脑)仍然具有以上两个特性，只是我们通常没有感知到罢了。比如，在计算机中执行一个程序时，只要对准这个程序的图标点击两下就行。其实，当用户点击了这个程序后，计算机操作系统就将该程序的二进制信息从硬盘装载到存储器，然后执行。再比如，我们需要向计算机输入数据时，一般都是直接输入十进制的数据而不是二进制数据，但其实这也是计算机中的系统软件在暗地里将十进制数转换成二进制数而已。

由计算机的结构原理引出了两个名词，即硬件和软件，这是计算机区别于过去其他机器的重要特征。于是，对于计算机结构，完整的描述是：计算机是由硬件和软件组成的，其硬件主要包括控制器、运算器、存储器、输入设备和输出设备；其软件可分为系统软件、程序设计语言和应用软件；系统软件包括操作系统、编辑程序、诊断程序、调试程序、数据库管理程序、装配连接程序等；程序设计语言包括机器语言、汇编语言、高级语言和应用语言；应用软件包括通用软件、实用软件、用户程序等。

计算机的系统结构如图1-2所示。

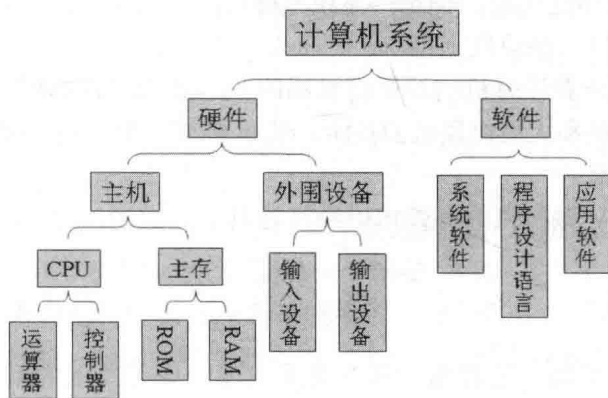


图 1-2 计算机的系统结构

随着电子技术的发展，特别是大规模集成电路的发展，计算机硬件的结构发生了一个重要的变化，那就是将原来计算机中的控制器和运算器组合在一起，集成在一块半导体芯片上，并给它起了一个响亮的名字——中央处理器(Central Processing Unit, CPU)。这就是为什么在现在的计算机中看不到独立控制器和运算器的原因了。

控制器和运算器隐身，使计算机系统的可靠性得到了很大的提高。以往在控制器与运算器之间存在大量的连线，这些连线是导致计算机故障常发的因素，而随着两者在 CPU 中的集成，这些故障也就随之消失了。

1.1.2 微型机

计算机出现后,一方面朝着巨型机的方向发展,不仅体积庞大,而且技术上也追求高精尖,以满足高端要求,另一方面,又走大众化的道路,来满足普通民众的需求,使得计算机体积微型化,也就是我们平时看到最多的一种计算机——微型机。

那么,微型机与传统的计算机在结构上有什么不同呢?答案是基本相同。先让我们来看一下早期的微型机的结构,如图 1-3 所示。

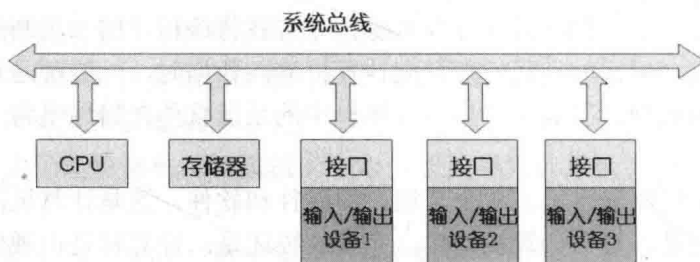


图 1-3 早期微型机的结构

图 1-3 中,表示的是一种单 CPU、单总线的微型机结构。这种结构的微型机中,CPU、存储器、接口各自连接在系统唯一的总线上,输入/输出设备分别通过接口与系统相连。

在这种结构的电脑中,CPU 通过系统总线到存储器中读取指令或数据,CPU 也是通过总线与输入/输出设备传送信息。但是,系统不能在同一时刻在三个部件之间传送信息,否则,不同的信息将在同一条总线上撞车。

微型机的发展是随着计算机的发展而发展的,这里的“计算机”,是指小型机和大型机,微型机借鉴小型机和大型机发展的技术,从单 CPU、单总线结构,朝着多 CPU(多核)、多总线结构的方向发展。

对于初学者来说,微型机的有关术语经常容易引起混淆,这里需要先澄清一下,以利于今后的学习。

1. 微处理器

微处理器是将控制器、运算器、寄存器集成在一块芯片上的系统,称为 MPU(Micro Processor Unit)。

2. 微型计算机

以 CPU 为中心,配上存储器、接口,用系统总线将三者连接起来的系统,称为 MC(Micro Computer)。

3. 微型计算机系统

以 MC 为中心,配上输入/输出设备、系统软件组成的系统,称为 MCS(Micro Computer System),俗称电脑、“计算机”或“微机”。

1.1.3 单片机与嵌入式计算机

在微型计算机系统跟着大型机、巨型机朝着通用性(多功能)方向奋进的同时,制造商又开辟了新的发展路径。1976年,Intel公司推出了世界上第一片单片机芯片8048。

知识链接

什么是单片机呢?说得简洁点,就是将CPU、存储器、接口等部件集成在一块芯片上的系统,又称为SCM(Single Chip Microcomputer)。单片机的出现,不能不说是一种富有深远意义的创新。

单片机从诞生那天起,就与微型计算机系统分道扬镳。微型计算机系统走的是通用化的发展道路,也就是不断地增加自身的功能;而单片机走的是专用化的发展道路,即朝着控制器的方向发展,使计算机成为人类社会进入全面智能化时代的有力工具。

Intel公司经过不断完善单片机产品,在1980年推出了被业界公认的经典产品MCS-51系列单片机。这款产品经历了三十多年,仍然是单片机领域内的主流产品。1984年,Intel公司又研制出了高性能的MCS-96系列单片机。

20世纪80年代和90年代是单片机迅速发展和应用的年代,各种单片机围绕着应用对象,不断地在内部添加外围接口电路,如A/D转换器、D/A转换器、PWM、日历时钟、电源监测、程序运行监测电路等。突出地显示出单片机对其应用对象的智能化控制能力。因此,单片机的称呼也逐渐从SCM变成微控制器MCU(Micro Controller Unit)。

随着单片机技术的发展,嵌入式计算机的概念被提了出来。那么,单片机与嵌入式计算机又有什么区别呢?答案是没有区别。仅仅是同样的东西被冠以不同的名称而已。嵌入式计算机就是“嵌入到对象体系中的专用计算机系统”。由此可见,单片机是根据计算机的特殊结构来命名的,而嵌入式计算机是根据计算机形态来命名的。现在有一个趋势,就是将单片机统一在嵌入式计算机名下。

由于单片机或嵌入式计算机的应用领域被不断地拓展,应用系统的外围电路也不断地被集成进嵌入式计算机中,芯片最大化的趋势十分明显,由此,片上系统SoC(System on Chip)的概念也应运而生,也就是将嵌入式应用系统中的电路元器件尽可能地集成在一块或几块芯片中。这样做的好处是,应用系统电路板非常简洁,可减少体积和功耗,提高可靠性。

1.2 常用的数制和码制

前面曾经提到过,计算机中的指令和数据均是用二进制数来表示的。本节我们就来学习二进制数的相关知识。

1.2.1 常用的数制及其转换

计算机中常用的数制有二进制、十六进制和十进制。实际上,CPU能直接识别处理的