



北京市高等教育精品教材立项项目

光机电一体化高等教育教学丛书

单片微机系统

实用教程

主 编 蒋力培
副主编 曹建树 付小美

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



北京市高等教育精品教材立项项目
光机电一体化高等教育教学丛书

单片微机系统实用教程

主 编 蒋力培
副主编 曹建树 付小美

机 械 工 业 出 版 社

本教程是北京市高等教育精品教材立项项目。以掌握国内最为流行的 MCS-51 系列单片机系统工业应用技术为教学目标,以实例分析与动手训练为主线,系统地阐述了单片微机应用系统的结构、原理及应用技术。

本教程改变了传统教材文献资料式的编写形式,以培养学生的实际动手能力应用能力为教学突破口,在应用中不断发现问题、解决问题。在简要讲述单片机基本知识的基础上,通过一系列实例分析与动手实践及进一步扩展应用知识,使教学内容理论结合实际,深入浅出,通俗易懂,便于理解,培养学生具有一定的动手解决工程实践问题的能力。全书共 10 章,主要内容有单片微机内部结构与资源;单片微机工作原理;存储器的结构与地址分配;汇编语言程序设计;单片微机接口技术及应用实例等。每章末均附有本章小结和一定数量的习题。

本书可作为高等院校机电工程、自动化、仪表测控等相关专业的单片微机教材。鉴于本书的实用性和应用性突出,还可作为高职高专单片微机的教材,也可作为广大工程技术人员的自学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

单片微机系统实用教程/蒋力培主编. —北京:机械工业出版社, 2004.1

光机电一体化高等教育教学丛书

ISBN 7-111-13621-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 115148 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:何月秋

责任编辑:何月秋 版式设计:冉晓华 责任校对:张媛

封面设计:张静 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·23.25 印张·1 插页·461 千字

定价:35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

“光机电一体化高等教育教学丛书”

编委会名单

主 任	蒋力培					
副 主 任	宋天虎	吴祁耀	宋威廉	房晓明		
委 员	焦向东	刘 录	林小竹	韩占生	俞建荣	
	吴 波	刘 娜	戴 波	陈家庆	李卫清	
本书主编	蒋力培					
副 主 编	曹建树	付小美				
参 编	纪文刚	彭月祥	张硕生			
主 审	周树杰	焦向东				

序

“以德育为核心，以创新精神和实践能力为重点的素质教育”是我国当前教育改革和发展的主题，培养学生创新能力和强化实践教学，已经成为各高校在教学改革过程中重点研究的问题。根据自身的实际情况，结合当前科学技术发展和社会对人才的需求，作者进行了不断的探索，以实践教学基地为依托，进行了课程教学改革与实践，并把教学成果转化为实用教程。

单片微机原理与接口技术是机械电子工程、自动化控制等本科专业的核心技术基础课程。本书作者长期从事单片微型计算机控制系统的研究与教学工作，有丰富的科研和教学经验。在十几年的教学实践中发展了以实践动手能力培养为主线的教学方法，并将最新的前沿技术引入课堂，撰写了与之配套的教材《单片微机系统实用教程》。

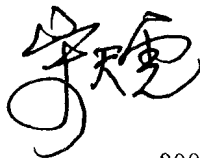
全书教学内容编排合理、实例讲解详尽、要点分析透彻，是一本具有改革特色和注重实践教学的新教材。其特点如下：

1. 与现有教材相比，本书针对单片微机新概念多、入门难的情况，加强了理论联系实践的训练力度，在程序设计、中断系统、接口技术等关键部分增加了应用实例的详细分析，力求讲深讲透，使读者在实例应用或动手的过程中逐步建立硬件与软件的联系。

2. 本书最后的工程实例分析用以引导读者如何根据工程实际的控制要求设计可行的单片微机控制系统。

我相信，本书的出版将为专业技术基础课程的教学改革提供一本极其富有借鉴意义的教材。

中国机械工程学会副理事长兼秘书长



2004年1月

前 言

光机电一体化技术和产业是以光电子技术为先导、以先进制造技术为基础,融合微电子、计算机、机械自动化和信息管理等有关技术形成的综合性高新技术,是当今信息业和制造业的最佳结合点和发展方向。光机电一体化技术的运用主要包括在设计中和在加工制造中的运用。光机电一体化技术在设计中的运用也就是光机电一体化设计,它要求设计者不仅要熟悉光学系统、机械结构、传感学、信息处理和控制等方面的知识,而且要熟悉计算机的硬件接口和软件设计方面的知识。光机电一体化技术在加工制造中的运用主要包括各种激光加工技术、先进制造技术、工业生产过程控制和精密检测技术。

鉴于北京市及全国各地开展光机电一体化人才培养与产学研基地建设的实际需要,我们组织编写了这套“光机电一体化高等教育教学丛书”,本套教材旨在为培养光机电一体化专门人才提供一套实用教程。

本丛书的特色是实用性与先进性。丛书编著者凭借在光机电一体化方面的科研实践经验与教学工作经验,力求从解决光机电工程实际问题的角度出发进行选材,改变以往强调学科完整大而全的方式,做到内容先进、实用、重点突出。在简要讲述光机电相关学科原理的基础上,突出与现代工程接轨,通过大量的应用实例将理论知识与应用技能有机地结合起来,讲深讲透,从而便于实际教学,强化学生的实践应用能力。

由于成书仓促,不足之处在所难免,恳请同行专家、读者批评指正。

“光机电一体化高等教育教学丛书”编委会

编 者 的 话

单片微型计算机即单片微机(以下简称单片机),是现代控制系统的核心器件之一,20多年来一直广泛应用在各种自动化、智能化、机电一体化以及光机电一体化仪器设备上,已成为当代机械电子工程、自动控制等相关专业知识结构中必不可少的一部分。

尽管大家知道掌握好单片机知识的意义很大,但许多人在学习过程中会感到困难重重,不易入门,实际应用更不易。这是由于在学习单片机时必须过机器语言学习关,其难点是必须将硬件与软件结合起来考虑。譬如每用一条指令就要联想到在单片机硬件电路中相应的工作情况,做到用软件控制或掌握硬件工作的全过程,显然这与以往学习电子电路或学习高级计算机语言的情况是完全不同的。

作者长期从事单片机控制系统的研究与教学工作,在十几年的教学实践中发展了以实践动手为主线的教学方法,撰写了与之配合的教程,在此基础上,编写了这本《单片微机系统实用教程》。本书的主要特点是针对单片机新概念多、入门难的情况,加强了理论联系实际训练力度,在程序设计、中断系统、接口技术等关键部分增加了应用实例的详细分析,力求讲透。这样就可能使读者在实例应用或动手的过程中逐步建立硬件与软件的联系,对各指令的应用做到心中有数,而不是死记硬背;对单片机系统的工作过程做到心中清楚,而不是模糊不清、一团雾水。本书最后的工程实例分析则用以引导读者解决如何将工程问题变为单片机的设计问题,即如何根据工程实际的控制要求设计可行的单片机控制系统。

全书共分10章,前两章力求通俗易懂,简明讲述单片机的基本特点与基本原理,包括单片机工作过程原理、存储器结构与地址分配、指令系统与寻址方式以及编程方法等。第3章到第8章,着重结合实例分析讲述单片机的主要应用知识,包括程序设计的基本技术、中断技术、接口技术、A/D与D/A转

换技术等。最后两章，主要讲述常用的单片机应用板及其在工程中的应用实例。

本书在教学中可根据不同专业、不同学时等情况选择性使用，如：机械电子工程专业可少讲或不讲串行接口等内容，自动化工程专业可少讲或不讲并行接口等内容。在少于 50 学时的情况下，可将最后两章内容安排为课程设计或自学与课堂讨论。

本书第 6 章的 6.5 节、6.6 节由纪文刚编写；第 7 章由彭月祥编写；第 8 章的 8.1.1 与 8.2.1 部分由张硕生编写，其余各章节由蒋力培、曹建树编写。全书由蒋力培任主编，曹建树、付小美任副主编。

本书由周树杰、焦向东任主审。本书在编写过程中还得到了北京石油化工学院机电系 97、98、99 级彭咏卿、罗建、张华辉、智莹瑜、黄爱峰、孔令超等许多学生的热情帮助与支持，在此表示真诚的谢意。

限于水平，书中肯定会有错误与不妥之处，诚恳地希望专家和读者批评、指正。

编者

目 录

序

前 言

编者的话

第1章 单片机概述 1

1.1 单片机的概念 1

1.1.1 单片机的主要特点 1

1.1.2 名词解释 3

1.1.3 微机各部分的连接关系 5

1.1.4 微型计算机系统 6

1.2 单片机实验开发系统 8

1.2.1 单片机实验开发系统的构成 8

1.2.2 单片机实验开发系统的功能 9

1.2.3 在线仿真过程 10

1.3 单片机的发展 (阅读资料) 17

1.3.1 单片机的发展概述 17

1.3.2 单片机的发展趋势 18

1.3.3 以单片机为核心的嵌入式系统的发展趋势 20

1.3.4 单片机应用的可靠性技术发展趋势 21

1.4 单片机系统的应用 22

1.5 典型单片机介绍 (阅读资料) 23

1.6 单片机的数制、码制与编码 26

1.6.1 数制 26

1.6.2 码制 28

1.6.3 二进制编码 31

本章小结 33

习题 34

第2章 MCS-51 单片机的基本

知识 35

2.1 MCS-51 单片机的内部资源 35

2.1.1 中央处理单元 CPU 37

2.1.2 MCS-51 单片机的引脚功能 43

2.2 存储器结构与地址分配 46

2.2.1 存储器基础知识 46

2.2.2 MCS-51 单片机存储器结构 47

2.2.3 片内 RAM 的 128 个字节地址分配 48

2.2.4 特殊功能寄存器 SFR 50

2.2.5 片外 RAM、ROM 结构与地址分配 50

2.3 MCS-51 单片机工作方式 52

2.3.1 MCS-51 单片机的工作方式介绍 52

2.3.2 连续执行方式图解说明 55

2.4 MCS-51 单片机指令系统 57

2.4.1 基础知识 58

2.4.2 数据传送指令及要点分析 65

2.4.3 算术运算类指令及要点分析 73

2.4.4 逻辑操作与移位指令及要点分析 79

2.4.5 控制转移指令及其偏移量的计算 82

2.4.6 位操作指令 87

2.4.7 对指令的进一步说明	89	分析	143
2.4.8 MCS-51 单片机指令的时 序	90	本章小结	145
本章小结	93	习题	145
习题	94	第 5 章 MCS-51 中断系统	147
第 3 章 汇编语言程序设计	96	5.1 基本知识	147
3.1 基本知识	96	5.1.1 中断的概念	147
3.2 分支程序设计实例分析	102	5.1.2 MCS-51 中断系统结构	149
3.2.1 先分支后赋值程序设计	103	5.1.3 MCS-51 中断系统的初始化 要求	152
3.2.2 先赋值后分支程序设计	106	5.2 MCS-51 中断系统应用 实例	155
3.3 循环程序设计实例分析	108	5.3 中断系统应用实例分析	158
3.3.1 实例 2 题意分析	108	5.3.1 中断应用程序结构分析	158
3.3.2 实例 2 程序设计方案	108	5.3.2 中断应用程序工作过程 分析	160
3.3.3 实例 2 的参考程序	109	5.3.3 中断应用程序设计要点	163
3.4 实例 2 参考程序分析	112	本章小结	166
3.4.1 内循环初始化程序段分析	112	习题	168
3.4.2 内循环体程序段分析	115	第 6 章 MCS-51 接口技术	169
3.4.3 内循环控制语句分析	120	6.1 MCS-51 内部并行 I/O 接 口及其应用	169
3.4.4 外循环控制语句分析	121	6.1.1 并行 I/O 接口的基本配置 及其特点	169
3.4.5 程序结束语句的分析	122	6.1.2 MCS-51 单片机并行 I/O 接口的应用	173
3.5 实例 2 参考程序整体分析	123	6.2 并行接口应用实例分析	176
本章小结	125	6.2.1 在实例 3 的工业顺序控制 实验中采用的并行接口的 功能	176
习题	126	6.2.2 写 P1 口语句分析	176
第 4 章 半导体存储器及其扩展	128	6.2.3 读入语句分析	177
4.1 概述	128	6.3 MCS-51 内部定时器/计 数器	177
4.1.1 半导体存储器的分类	128	6.3.1 概述	177
4.1.2 存储器的主要技术指标	134	6.3.2 MCS-51 单片机对内部定	
4.1.3 MCS-51 外部存储器的扩 展	134		
4.1.4 典型存储器芯片介绍	137		
4.2 片外存储器应用实例	140		
4.2.1 存储器扩展方法	140		
4.2.2 访问片外 ROM 的指令时序 分析	141		
4.2.3 访问片外 RAM 的指令时序			

时器/计数器的控制	178	7.2.3 多位数码管显示	249
6.3.3 工作模式说明	181	7.3 键盘及其接口	254
6.3.4 工作方式说明	182	7.3.1 键的状态输入及去抖动	254
6.3.5 MCS-51 对内部定时器/计 数器的初始化	184	7.3.2 按键开关	255
6.4 定时器/计数器应用实例 分析	186	7.3.3 独立按键接口	255
6.4.1 [实例 4] 脉冲频率测定 实验	186	7.3.4 行列式键盘接口	257
6.4.2 实例 4 参考程序结构分析	190	7.4 通用键盘显示板	260
6.4.3 参考程序中定时器/计数器 初始化分析	190	7.5 其他人机接口技术简介	263
6.5 可编程并行接口芯片 8255A-5 (阅读资料)	192	本章小结	263
6.5.1 内部结构与引脚功能接口 特点	193	习题	264
6.5.2 控制字的确定与初始化编 程	195	第 8 章 输入输出通道接口技术	265
6.5.3 工作方式与接口方法	197	8.1 前向输入通道接口技术	266
6.5.4 8031 单片机和 8255 的接口	204	8.1.1 概述	266
6.6 串行接口	206	8.1.2 A/D 转换接口技术	268
6.6.1 概述 (阅读资料)	207	8.1.3 A/D 转换器 ADC0809 应用 实例	277
6.6.2 MCS-51 的串行接口及其 通信功能	215	8.2 后向输出通道接口技术	280
6.6.3 MCS-51 串行接口的多机 通信 (阅读资料)	224	8.2.1 概述	280
6.7 其他常用接口	237	8.2.2 D/A 转换接口	281
本章小结	239	8.2.3 D/A 转换接口应用实例	290
习题	242	本章小结	293
第 7 章 人机交互通道配置及其 接口技术	245	习题	295
7.1 概述	245	第 9 章 单片机应用板	296
7.2 显示及显示接口	246	9.1 引言	296
7.2.1 发光二极管及其应用	246	9.2 单片机应用板 SCB-31-5 概况	297
7.2.2 LED 数码管及其应用	247	9.3 SCB-31-5 应用板电路分 析	301
		9.4 Intel 8155 芯片概况	303
		9.4.1 内部结构和引脚功能	304
		9.4.2 CPU 对 8155 I/O 接口的 控制	306
		9.4.3 8155 工作方式	308
		9.4.4 8155 内部定时器/计数器 的使用	309

9.4.5 8031 单片机和 8155 的接口	310	10.4 微机调速系统的设计	328
9.5 可编程 I/O 扩展芯片 8155 的键盘显示器接口应用技术	312	10.4.1 系统硬件的设计要点	328
本章小结	315	10.4.2 系统软件的设计要点	329
习题	315	10.4.3 系统软件的组成	330
第 10 章 单片机应用系统设计	317	10.4.4 主程序设计	330
10.1 概述	317	10.4.5 T1 中断子程序设计	332
10.1.1 单片机应用系统的性能要求	317	本章小结	334
10.1.2 单片机应用系统设计内容与步骤	318	习题	335
10.2 工程项目任务情况	324	附录	336
10.3 设计方案	326	附录 A 常用接口芯片引脚图	336
10.3.1 系统总体设计方案	326	附录 B ASCII (美国信息交换标准码) 字符表	339
10.3.2 微机控制系统设计要求	327	附录 C 关于补码的进一步说明	340
		附录 D MCS-51 系列单片机指令表	343
		附录 E 部分习题答案	347
		参考文献	358

第 1 章

单片机概述

单片机或单片微机是单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer) 的简称。在刚开始学习单片机时, 首先想知道的问题常常是“什么是单片机? 它有哪些特点? 它有哪些难点? 怎样才能学好它?”等等。本章就这些常识性问题进行了说明, 要求要牢牢记住以下一些基本概念: 微机结构简图画法、微机与微机系统的区别、二进制与十六进制数的转换、补码的定义与作用, 以及 BCD 码的定义与作用等等。

1.1 单片机的概念

通常所说的微型计算机是指由中央处理器 CPU、半导体存储器 RAM、ROM、I/O 接口电路 (例如: 串行接口、并行接口等) 等各种大型集成电路芯片 (LSI) 组装在一块或者由几块印制电路板组装而成的机器。这种机器就是微型电子计算机, 简称为微型计算机。其中, 用一块印制电路板组装成的微机称之为单板微机或单板机, 如 20 世纪 80 年代在我国流行一时的 TP-801 微机就是一种典型的单板机。用几块印制电路板组装成的微机则称之为多板微机或多板机, 如现在广泛使用的台式或笔记本式 PC 微机都是这种结构。这里顺便说一下, 因为微机是由电子电路组成的, 它的核心器件全是电子电路, 或者说是数字电子电路, 所以电子计算机有时候也叫数字计算机。

随着大型集成电路技术的不断进步, 20 世纪 80 年代开发出了能在一个芯片上集成 CPU、RAM、ROM、I/O 接口等电子电路的超微型计算机, 这种单个芯片式的微型计算机就被命名为单片微型计算机。具体地说, 单片机就是将中央处理器 CPU (Central Processing Unit)、随机存储器 RAM (Random Access Memory)、只读存储器 ROM (Read Only Memory)、中断系统、定时器/计数器、I/O 接口等半导体集成电路芯片集成在一块电路芯片上的微型计算机, 而且一些单片机中除了上述部分外, 还集成了其他部分, 如 A/D、D/A 数模转换接口电路等。

1.1.1 单片机的主要特点

单片机的主要特点就是实现了微机电路结构的超小型化。

图 1-1 所示是常用的 MCS-51 单片机系列中 8031 型单片机芯片的照片。由图中可

见,这种单片机芯片封装后的外形尺寸只有 5cm 长、1cm 宽,但就在这个比拇指还小的芯片中却集成了一个 8 位的 CPU 电路、128 字节 RAM,4 个 8 位 I/O 电路,一个串行全双工异步接口以及一个有五个中断源的中断系统等电子电路。其电子集成度达到每片 2 万个以上晶体管,从而使微机电路达到了高度的集成化,真可谓麻雀虽小五脏俱全,如图 1-2 所示。

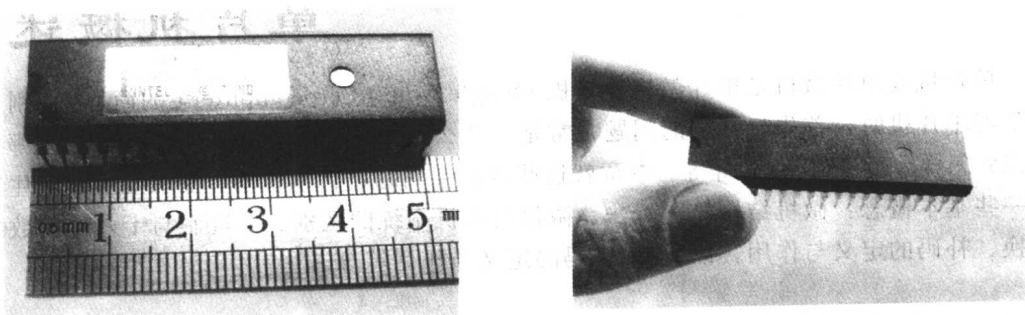


图 1-1 8031 型单片机芯片的照片

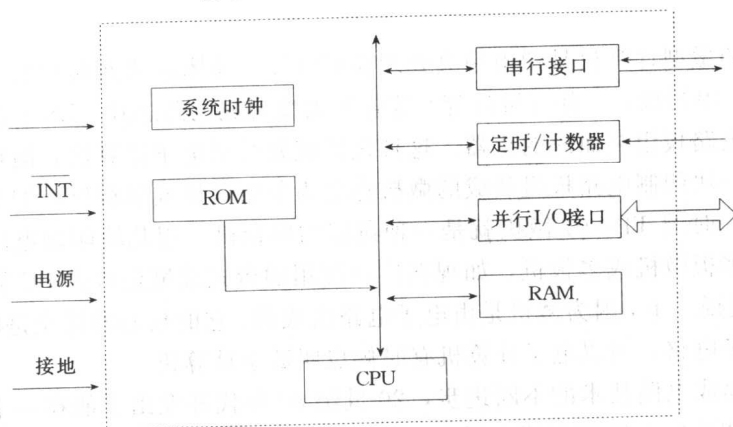


图 1-2 单片机典型结构图

应该说,这种超小型化的单片微机,有着体积小、价格低和 RAM、ROM、I/O 接口等资源齐全等显著优点,是特别适合作机电一体化设备、智能化仪器仪表以及现代家用电器器的控制核心,譬如电脑控制的洗衣机,电脑控制的录像机等等。正是由于单片机常常以嵌入的方式应用于被控系统,所以又被称为嵌入式的微控制器 (Embedded Microcontroller Unit),在单片机的电路和结构中有许多嵌入式应用的特点。

单片机还有以下特点:

- (1) 可靠性好 芯片本身是按工业环境要求设计的,抗干扰性好。

(2) 易扩展 片内具有计算机正常运行所必需的部件，芯片外有许多供扩展用的三总线及串、并行输入/输出引脚。

(3) 控制功能强 单片机具有较丰富的指令系统，其逻辑控制功能及运行速度均高于同一档次的微处理器。

1.1.2 名词解释

前面讲到的各种微机的电路组成是基本一样的，都是由中央处理器 CPU、半导体存储器 RAM、ROM、I/O 接口电路等电子集成电路组成的。为了便于理解与记忆这些名词，可以用图 1-3 的简易画法来说明微型计算机各部分电路的特点、功能与连接关系。

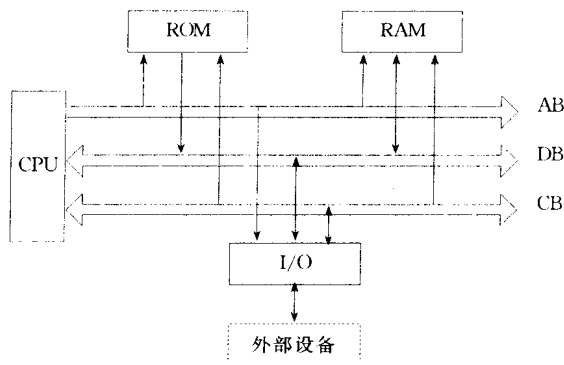


图 1-3 微型计算机组成示意图

1. 微机的核心部件 CPU

CPU 是 Central Processing Unit 的缩写，直译是中央处理单元。在单片机中 CPU 也常称为 MPU，这是 Microprocessor Unit 的缩写，直译是微处理单元。通常中央处理单元 CPU 集成在一块芯片上，是整个微机系统的核心，具有运算能力和控制能力。但是需要说明的是，单片机中的 CPU 只是单片机芯片中的一部分集成电路。

CPU 主要由运算器和控制器组成。其中运算器是执行算术运算和逻辑运算的部件，它的任务是对信息进行加工处理；控制器负责从存储器中取出指令，进行译码，发出控制信号，协调各部分正常工作。这里要记住的是，所有计算机 CPU 处理的信息都是数，什么数？二进制数。这些二进制数是通过数据总线 DB 由 ROM、RAM、I/O 接口电路送入 CPU 的。

2. 存储器 ROM 和 RAM

存储器是存放数据及程序的功能部件，是计算机中非常重要的组成部分。在微型计算机系统中，存储器按其所处的位置，可分为外部存储器和内部存储器两种形式。外部存储器简称外存，主要是各种大容量的磁盘存储器、光盘存储器等。这类存储器的存储

容量大,但存取速度较慢;内部存储器简称内存,主要是能与CPU直接进行数据交换的半导体存储器。这类存储器的存储容量较外存小,但存取速度快。按访问方式可分为ROM和RAM。

1) ROM是英文Read Only Memory的缩写,其直译是只读的存储器。微机中必须要有ROM。ROM里存放什么呢?是存不变的数,如固定的计算机程序和程序中用的常数。ROM的工作特点是在微机工作过程中只能读,不能写,也就是CPU只能从ROM中取出信息,而不能在ROM中随机存放信息。ROM中的内容一般只能在设计、开发时一次性写入。ROM的另一工作特点是在断电后仍能保持数据,这样才能保证计算机在断电后不会丢掉已有的程序。

2) RAM是英文Random Access Memory的缩写,其直译是随机访问的存储器,或随机存取存储器,也就是说这种存储器在微机运行时,不仅可以从中读出数据,还可以写入数据。这里所谓的“访问(Access)”是计算机常用的术语,是指微机的CPU对存储器进行读或写数据的操作过程。微机中也必须有RAM。RAM里放什么呢?是用来在计算机运行时存放各种临时的数据信息,这些数据在开机时可以随时写入、修改与取用,一旦关机后,RAM中的数据信息就会全部消失。

这里再强调一下,ROM、RAM中的二进制数信息都是为CPU服务的,是通过数据总线DB送入CPU的,所以ROM、RAM都必须通过数据总线DB、地址总线AB、控制总线CB三总线与CPU连成一体。

3. I/O 接口电路

I/O是英文Input & Output (Interface)的缩写,其直译是输入/输出接口,就是微机的对外输入与输出数据接口电路。这里所谓的“接口”(Interface)是计算机常用的术语,也往往直译为“界面”。I/O接口也是微机中必须要有的电路,是微机的CPU与外部电路或设备沟通时所必需的过渡电路,以实现外部设备与主机之间的连接(Connection)和信息交换。另外,外部设备与CPU之间的逻辑电平、速度、时序、驱动能力等都有很大的差别,必须通过I/O接口电路解决它们之间的匹配问题。

这里要记住的是,计算机CPU只能处理二进制数,因而CPU通过I/O接口所能接受的外部输入信息必须是二进制数;CPU向I/O接口输出给外部电路或设备的信息也只能是二进制数。当然,CPU也是通过数据总线DB与I/O接口电路交换二进制数的,所以I/O接口也必须通过DB、AB、CB三总线与CPU连成一体。

4. 总线 (Bus)

总线是微型计算机各种电路器件或芯片间的通道,是用来相互传送数字信息的公共通道,所以总线的英文词是Bus,这个词很形象,意思是总线在计算机中的作用就像是公共汽车,其上上下下的“乘客”则是各种电路器件间传送的信息。对于单片机而言,总

线则是单片机芯片中 CPU 与 ROM、RAM、I/O 接口等电路之间的内部连线，亦称内部总线。

各个器件共同享用这些总线，所有器件的数据线全部接到公用的线上，即数据总线 (Data Bus)，但仅这样还不行，如果有两个器件同时送出数据，那么，接收方接收到的究竟是哪个器件送出的数据呢？这种情况是不允许的，所以要通过控制线进行控制，使器件分时工作，任何时候只能有一个器件发送数据（可以有多个器件同时接收），这些控制线被称为控制总线 (Control Bus)。在单片机内部或者外部存储器及其他器件中有存储单元，这些存储单元要被分配地址，才能访问，分配地址当然也是以电信号的形式给出的，这些传送地址电信号的线被称为地址总线 (Address Bus)。

1.1.3 微机各部分的连接关系

如图 1-3 所示，在微机中，CPU 必须要通过地址总线 AB (Address Bus)、数据总线 DB (Data Bus)、控制总线 CB (Control Bus) 来连接 ROM、RAM、I/O 接口等电路才能正常工作。

要进一步注意图 1-3 中总线及各连接线的箭头画法：有的是单箭头线，表明电子信息在这个线上是单方向传输的；而有的是双箭头线，表明电子信息在这个线上是双方向传输的。具体来说：

1. 地址总线 AB 是单箭头线

地址总线在图 1-3 中的功能是用作传输 CPU 发出地址信息的电子通道，被地址信息选中的存储单元或接口单元在下一步就能与 CPU 进行信息交换等操作。这也就是说微机的核心 CPU 在每次数据操作时，必须先通过地址总线对其他单元进行查号。由于查号的地址信息只能从 CPU 出来送到各单元去，因而地址总线 AB 是单向的，在图中的箭头就应标成单向的。

2. 数据总线 DB 是双箭头线

数据总线在图 1-3 中的功能是用作传输数据信息的电子通道，只有通过数据总线，微机的核心 CPU 才能与其他单元交换数据。由于数据信息既可能从 CPU 送到各单元去，也可能从各单元出来送到 CPU 去，因而数据总线 DB 是双向的，在图中的箭头就应标成双向的。

这里会有一个问题：RAM、ROM、I/O 接口等各个器件与 CPU 的数据交换一定是双向的吗？

答案：不都是。其中，RAM、I/O 接口器件与 CPU 的数据交换是双向的，而 ROM 与 CPU 的数据交换是单向的。

从前面对 RAM、ROM、I/O 接口等各个器件的介绍可以知道：

ROM 是只读的存储器，在微机工作过程中，CPU 只可以从 ROM 单元中读取程序指