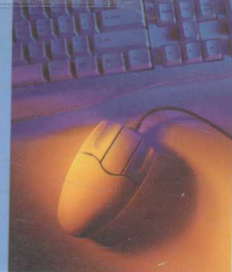




普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)



微机 原理及其应用

(第二版)

丁新民 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)

微机原理及其应用 (第2版)

丁新民 主编



高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材。本书以 16 位微机作为主讲机型,系统地介绍了微型计算机的组成原理、程序设计、接口技术,并介绍了单片微机和模拟接口技术的内容。

本书共分 8 章,主要内容包括计算机基础知识、8086 微处理器与汇编语言、80X86 微处理器结构、存储器结构、微机中断系统和 DMA 控制方式、微机接口及其应用、单片微处理机、A/D 和 D/A 转换器等。

本书适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用,不仅可以作为机械、电子等专业学生的教材,也可供有关工程技术人员和自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理及其应用 / 丁新民主编. —2 版. —北京:

高等教育出版社, 2004. 4

ISBN 7-04-014098-5

I. 微... II. 丁... III. 微型计算机-高等学校:
技术学校-教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 004994 号

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100011

总 机 010-82028899

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京奥隆印刷厂

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 [http:// www.hep.edu.cn](http://www.hep.edu.cn)

[http:// www.hep.com.cn](http://www.hep.com.cn)

开 本 787×1092 1/16

印 张 23.5

字 数 570 000

版 次 2001 年 7 月第 1 版

2004 年 4 月第 2 版

印 次 2004 年 4 月第 1 次印刷

定 价 27.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

第2版前言

《微机原理及其应用》在 2001 年出版之后,受到广大读者的热情关心和支持。本次修订中,针对高等职业教育的特点和要求,对本书各章的内部进行了较大的修改。在内容上,仍保持了全书的系统性、实用性、循序渐进、突出重点等特点。微机系统的硬件部分侧重各类接口器件的功能和应用;软件部分强调与硬件结合,强调编程方法和编程技巧。

与第 1 版相比,主要有如下特点:第一,围绕培养技术应用型人才的目标,理论方面按“必须、够用”的原则,对各章的内容作了调整;第二,对部分内容更新,力求较全面反映微机应用技术;第三,对许多重点知识内容的介绍更加深入,力求从技术应用角度来介绍微机应用技术;第四,对每章后面的思考与练习题作增减,有助于加深对各部分内容的理解。

本书共分 8 章,主要内容包括计算机基础知识、8086 微处理器与汇编语言、80X86 微处理器结构、存储器结构、微机中断系统和 DMA 控制方式、微机接口及其应用、单片微处理机、A/D 和 D/A 转换器。

本书第 1、2、3、8 章由丁新民编写;第 4 章由戚济民编写;第 5 章由贺海晖编写;第 6 章由汪审芳编写;第 7 章由朱锡均编写。

华东师范大学张汝杰教授审阅了本书的编写大纲和书稿,提出了许多指导性意见。另外,姚洪奎老师、刘中原老师、陈志毅老师、石林祥老师为本书的出版作了许多工作,在此,对他们表示深深的谢意。

由于作者的水平有限,书中的错误和不当之处,希望读者批评指正。

编者 于上海第二工业大学

2003 年 11 月

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

第 1 版前言

本书是为高等职业学校、高等专科学校机械、电子类专业编写的“微机原理”教材。全书共分 8 章，主要内容包括计算机基础知识、8086 微处理器与汇编语言、80X86 微处理器结构、存储器结构、微机中断系统和 DMA 控制方式、微机接口及其应用、单片微机、A/D 和 D/A 转换器。

随着计算机技术的迅速发展，对“微机原理”课程的要求越来越高。针对高职、高专以培养技术应用型人才为目标，理论以“必须、够用”的特点，本书在内容的选取和安排上，适当地减少了部件结构原理和时序控制方面的内容，注重对基本概念、最基本原理的深度介绍，加强微机各种接口和编程应用，同时还增加了单片微机和 A/D、D/A 转换器等方面的内容。在编写内容上，注意全书的系统性和实用性，循序渐进、突出重点；微机系统的硬件部分侧重各类接口器件的功能和应用；软件部分强调与硬件结合，强调编程方法和编程技巧。

本书重点阐述 8086 微型计算机系统及其接口技术，同时也介绍了 80486 和 Pentium 现代微机结构以及指令系统。另外，对计算机工程应用中，常见的 8 位和 16 位单片微机（MCS-51 和 MCS-98）、模拟接口涉及的 A/D 和 D/A 转换技术，也作了深入地介绍。

使用本教材的读者，可不必先修“计算机导论”、“数字逻辑电路”课程。对已修过上述课程的读者，可跳过第 1 章的内容，直接从第 2 章开始。

建议本教材的教学时数为 54~90 学时。

本书第 2 章的指令系统和汇编语言、第 8 章由申雪峰编写；第 4 章由戚济民编写；第 5 章的中断系统由贺海晖编写；第 6 章的接口芯片应用由汪审芳编写；第 7 章的 MCS-51 由朱锡钧编写；其他的章节由丁新民编写。

华东师范大学张汝杰教授审阅了本书的编写大纲和书稿，提出了许多指导性意见。另外，姚洪奎老师、杨东怀老师、杨威老师、石林祥老师为本书的出版作了许多工作，在此对他们表示深深的谢意。

由于作者的水平有限，书中难免会有不恰当的提法和不足，恳请读者批评指正。

丁新民 于上海第二工业大学

2000 年 8 月

策划编辑	冯 英
责任编辑	许海平
封面设计	王凌波
责任绘图	尹 莉
版式设计	张 岚
责任校对	王 雨
责任印制	陈伟光

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581698/58581879/58581877

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn 或 chenrong@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社法律事务部

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

目 录

第 1 章 计算机基础	1
1.1 计算机系统概述	1
1.1.1 计算机发展概述	1
1.1.2 冯·诺依曼型计算机	2
1.1.3 计算机系统	3
1.2 计算机中的数制和编码	7
1.2.1 进位计数制	7
1.2.2 数制之间的转换	8
1.2.3 补码和反码	10
1.2.4 字符的编码	11
1.3 基本数字逻辑电路	13
1.3.1 基本逻辑电路	13
1.3.2 逻辑代数	17
1.3.3 二进制运算基础	18
1.4 微型计算机概述	22
1.4.1 微机的几个概念	22
1.4.2 微机基本结构	23
1.4.3 主要性能指标	26
本章小结	27
习题与思考题	27
第 2 章 8086 微处理器与汇编语言	29
2.1 8086 系统结构	29
2.1.1 8086 内部结构	29
2.1.2 寄存器组	31
2.1.3 引脚及其功能	35
2.1.4 总线周期	39
2.1.5 存储器组织	40
2.1.6 输入/输出组织	42
2.1.7 最小与最大模式系统	43
2.2 寻址方式	47
2.2.1 指令的基本格式	47
2.2.2 寻址方式	48
2.3 指令系统	52

2.3.1	传送类指令	52
2.3.2	算术运算类指令	57
2.3.3	位操作类指令	60
2.3.4	串操作指令	62
2.3.5	循环和转移指令	64
2.3.6	子程序的调用和返回指令	67
2.3.7	输入输出指令	67
2.4	汇编语言	68
2.4.1	汇编语言语句的种类及其格式	68
2.4.2	汇编语言数据	69
2.4.3	符号定义语句	73
2.4.4	表达式与运算符	73
2.4.5	程序的段结构	77
2.4.6	过程定义伪指令	81
2.4.7	定位伪指令和当前位置计数器	81
2.4.8	标题伪指令	82
2.5	汇编语言程序设计	82
2.5.1	顺序程序设计	83
2.5.2	分支程序设计	84
2.5.3	循环程序设计	89
2.5.4	子程序设计	92
2.6	DOS 系统功能调用和 BIOS 功能调用	95
2.6.1	DOS 系统功能调用	95
2.6.2	BIOS 中断调用	99
2.7	宏指令、条件汇编及上机过程	103
2.7.1	宏指令	103
2.7.2	重复汇编和条件汇编	105
	本章小结	109
	习题与思考题	110
第 3 章	80X86 微处理器结构	113
3.1	80386 微处理器	113
3.1.1	CPU 结构	113
3.1.2	寄存器结构	115
3.1.3	80386 引脚功能	119
3.1.4	工作模式	120
3.2	80486 微处理器	122
3.2.1	性能概述	122

3.2.2 基本结构	123
3.2.3 寄存器组织	125
3.2.4 80486 部分引脚功能	127
3.3 Pentium 微处理器	129
3.3.1 Pentium 处理器简介	129
3.3.2 Pentium Pro 处理器	133
3.3.3 Pentium II、Pentium III 和 Pentium IV 处理器	136
3.4 指令系统简介	137
3.4.1 寻址方式	137
3.4.2 80X86 新增指令	138
3.4.3 Pentium 新增指令	141
本章小结	142
习题与思考题	143
第 4 章 存储器结构	144
4.1 存储器分类	144
4.1.1 按用途分类	144
4.1.2 按信息存取方式分类	145
4.1.3 主要性能及特点	146
4.2 存储器组织	147
4.2.1 存储单元基本工作原理	147
4.2.2 存储器基本结构	151
4.2.3 微机系统的主存储器	153
4.3 存储器容量扩展	154
4.4 CPU 与存储器的连接	155
4.4.1 存储总线	155
4.4.2 几种常用存储器芯片	157
4.4.3 CPU 与存储器的连接	161
4.5 80X86 与存储器的连接	164
4.5.1 8086 存储器	164
4.5.2 80386、80486 存储器	165
4.5.3 Pentium 与 Pentium Pro 存储器	166
4.5.4 RAM 存储器件的备份电源	167
4.5.5 SIMM 和 DIMM 内存部件	168
4.6 存储空间的分配和使用	168
本章小结	170
习题与思考题	171
第 5 章 微机中断系统和 DMA 控制方式	172

5.1 中断系统概述	172
5.1.1 中断的基本概念	172
5.1.2 中断源的分类	174
5.1.3 中断优先级与中断向量	175
5.2 8259A 可编程中断控制器及其应用	178
5.2.1 8259A 引脚和结构	178
5.2.2 8259A 单片连接和编程	186
5.2.3 8259A 级联与编程	188
5.3 DMA 控制方式和 8237A 可编程控制器	192
5.3.1 DMA 的基本操作	192
5.3.2 8237A 的编程结构	193
5.3.3 8237A 初始化编程	200
5.3.4 8237A 的应用	202
本章小结	205
习题与思考题	205
第 6 章 微机接口及其应用	207
6.1 微机 I/O 接口和总线	207
6.1.1 I/O 接口	207
6.1.2 微机 I/O 口地址与寻址方式	208
6.1.3 总线接口介绍	210
6.2 串行通信和可编程接口 8251A	217
6.2.1 串行通信的基本概念	217
6.2.2 可编程串行接口 8251A	221
6.3 并行接口芯片 8255A 及其应用	231
6.3.1 8255A 的结构和功能	231
6.3.2 8255A 控制字和工作方式	233
6.3.3 8255A 的应用	237
6.4 8253 可编程计数器/定时器及其应用	241
6.4.1 8253 内部结构	241
6.4.2 编程命令和工作方式	243
6.4.3 8253 应用举例	245
本章小结	247
习题与思考题	247
第 7 章 单片微处理器	249
7.1 单片机概述	249
7.1.1 单片机主要特点	249
7.1.2 单片机发展概况	250

7.1.3 单片机应用概述	251
7.2 MCS-51 系列单片机	253
7.2.1 内部结构概述	253
7.2.2 MCS-51 指令系统	261
7.2.3 8031 最小应用系统	265
7.3 8098 单片机结构、原理及其应用	266
7.3.1 基本结构和中央处理器	266
7.3.2 存储器结构	272
7.3.3 操作方式	275
7.3.4 指令系统	277
7.3.5 中断结构及应用	285
7.3.6 高速输入 HSI 及应用	292
7.3.7 高速输出 HSO 及应用	299
7.3.8 串行接口及其应用	306
7.3.9 A/D 转换和 PWM 输出	311
本章小结	319
习题与思考题	319
第 8 章 A/D 和 D/A 转换器	321
8.1 A/D 转换器	321
8.1.1 概述	321
8.1.2 模拟信号的取样、量化和编码	322
8.1.3 主要性能指标	324
8.1.4 A/D 转换原理	325
8.1.5 A/D 转换器的应用	326
8.2 实现 A/D 转换技术的几种方法	329
8.2.1 采用现有 A/D 转换器件开发	329
8.2.2 选用模拟接口插件卡	332
8.3 D/A 转换器	333
8.3.1 D/A 转换器的工作原理	334
8.3.2 D/A 转换器的性能和指标	334
8.3.3 D/A 转换器的应用	335
本章小结	337
习题与思考题	337
附录一 80X86 指令系统表	339
附录二 ASCII 码字符表	353
附录三 8098 单片机指令系统表	355
参考文献	358

第 1 章

计算机基础

电子计算机 (Electronic Computer) 是一种能自动、高速、精确的信息处理的现代化电子设备。电子计算机 (简称计算机) 具有算术运算和逻辑运算能力, 并能通过预先编好的存储程序来自动完成数据的加工处理, 这也是计算机与计算器的根本区别。计算机的应用带来了巨大的经济效益和社会效益, 已发展成为人类社会生活不可缺少的智能工具。正因如此, 计算机被誉为 20 世纪最重大的科学技术成就之一。

本章讲述计算机的基础知识, 包括计算机系统概述、计算机中的数制和编码、常用的数字逻辑电路器件和微型计算机系统, 使读者对计算机系统有一个基本认识, 为以后各章的学习建立总体概念。

1.1 计算机系统概述

1.1.1 计算机发展概述

1946 年世界上第一台电子数字计算机在美国宾夕法尼亚大学诞生, 这台计算机的名字称为 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), 中文的意思为“电子数值积分和计算机”。它采用了科学家冯·诺依曼 (John Von Neumann, 美籍匈牙利人) 的“存储程序”设计方案, 这种设计思想一直沿用至今。这是计算机科学技术发展史上的一个重要里程碑, 它奠定了现代计算机发展的科学基础, 开创了电子计算机时代。

随着科学技术的发展, 计算机先后经历了电子管、晶体管、集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路为主要器件的四个发展时代。预计在不久的将来, 将诞生以超导器件、电子仿真、集成光路等技术支撑的第五代计算机, 计算机总的发展趋势是朝着巨型化、微型化、网络化、智能化的方向发展。

下面概要地介绍各代计算机的主要特征:

第一代 (1946—1958 年) 的主要特征: 主机采用电子管器件, 主要用于科学计算, 软件采用机器语言和符号语言。第二代 (1958—1964 年) 的主要特征: 主机采用晶体管器件, 应用领域涉及科学计算和数据处理两个方面, 软件采用高级 (算法) 语言和操作系统。第三代 (1964—1971 年) 的主要特征: 主机采用集成电路, 应用领域更加广泛, 计算机设计思想已逐步形成

标准化、模块化和系列化。第四代（1971 年至今）的主要特征：主机采用中、大和超大规模集成电路，应用领域已涉及各行各业，在系统结构方面多机系统、分布式系统、计算机网络、微型计算机（简称微机）发展迅速，系统软件也朝着智能化方向发展。

1.1.2 冯·诺依曼型计算机

现代计算机经过了半个多世纪的发展，计算机系统结构发生了重大变化。但冯·诺依曼提出的“存储程序”思想，即程序和数据都被存放在内存中的工作方式，仍然被现代计算机所采用。因此，现在的计算机基本都可被称为冯·诺依曼型计算机。

冯·诺依曼型计算机的主要特点如下：

（1）采用二进制代码表示指令和数据

计算机内部的信息都是用二进制编码的。这样设计的主要原因是二进制的“0”和“1”两种状态易于物理实现，与逻辑代数的“真”（True）和“假”（False）相对应，并且运算规则简单。

输入计算机的各种信息，都是被转化为二进制的代码后，再进行运算的。比如键盘上的每一个字符键都对应一组二进制代码，每次按键操作都意味着向计算机输入了一组二进制代码。目前，键盘上普遍采用的代码是美国信息交换用标准代码（American Standard Code for Information Interchange），简称 ASCII 码。

（2）存储程序工作方法

将计算机要处理的数据和计算方法、步骤，事先按计算机的操作命令（即指令）编制成程序（即指挥计算机工作的指令的集合），存放在计算机内部的存储器中，在计算机运行时自动地、连续地从存储器中取出指令并执行，不需人工加以干预。

（3）计算机硬件系统的构成

计算机硬件系统包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五个部分。如图 1-1-1 所示为计算机硬件系统的基本组成框图。

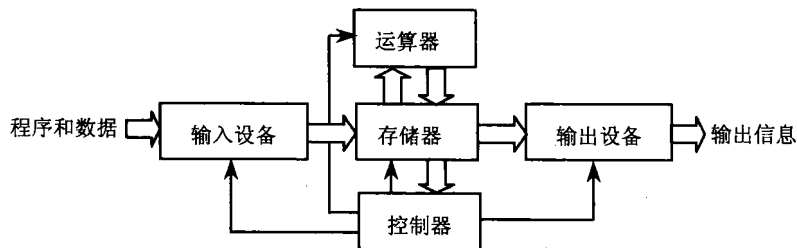


图 1-1-1 计算机硬件系统基本组成框图

为了使计算机按照人们的意图进行运算，必须事先把计算方法和操作步骤编制成可执行的程序，通过输入设备将程序转换成二进制形式的机器语言，并存放在计算机的存储器中。启动计算机后，计算机就从开始地址由存储器中取出指令送到控制器进行分析，控制器根据指令的操作要求发出一系列相应的执行命令。例如将存储器中某个存储单元的数据送运算器作为参加运算的操作数，运算之后的结果送回指定的存储单元中。程序执行过程中或者执行结束时，可

以通过输出设备将中间或最终结果输出。这样，计算机便可以在程序的控制下，按人们的意图自动操作了。

1.1.3 计算机系统

1. 计算机硬件系统

1) 运算器

运算器用于完成算术运算和逻辑运算，是对数据进行加工的部件。具体地讲，其主要功能是在进行加、减、乘、除算术等运算，另外还可以进行逻辑运算。运算器通常由算术逻辑部件（Arithmetic Logical Unit，简称 ALU）和一系列寄存器组成，如图 1-1-2 所示。ALU 是完成算术和逻辑运算的部件。寄存器既可提供参与运算的操作数，又可用于存放运算结果。

运算器一次运算二进制数的位数，称为字长。这是计算机重要指标之一。计算的位数越多说明计算的精度越高。但是位数越多，需要的电子器件也越多。因此，常见的计算机字长有 8 位、16 位、32 位和 64 位。

2) 存储器

存储器是用来存放程序 and 数据的。程序是计算机操作的依据，数据是操作的对象。程序和数据在存储器中都必须以二进制的形式表示，这些被统称为信息。这里介绍的存储器通常指主存储器，简称主存或内存。

为实现计算机自动运算，这些信息必须先通过输入设备送入存储器中。存储器由一系列存储单元组成，一个存储单元可以存放若干个二进制位（bit），8 个二进制位称为一个字节（Byte，简称为 B），两个字节称为一个字（Word，简称为 W），每个存储单元存放的内容可以是不同的。每个存储单元都有一个惟一的编号，按字节或字顺序编排，这个编号被称为存储单元地址，也是用二进制编码表示的。存储器所有存储单元的总和称为存储器的存储容量，存储器的最小存储单位是字节。存储容量的单位有 KB，代表 1024 个字节；MB 代表 1024 个 KB；GB 代表 1024 个 MB。存储容量越大，表示计算机存储的信息就越多。

如图 1-1-3 所示，主存通常由存储体、地址译码器、数据缓冲器和读/写控制电路构成。向存储单元存入信息或从存储单元取出信息，统称为访问存储器。若要访问指定的存储单元时，必须先将该存储单元的地址经地址寄存器译码，找到对应的存储单元，再由读/写控制电路确定访问方式，即取出（读）或存入（写）。数据缓冲器是双向操作的，读操作时向数据总线上输出数据；写操作时从数据总线上获取数据。

通常存储器分为内存和外存两部分。内存采用半导体材料，具有容量小、存取速度快和易挥发性（存储器记忆信息后是否容易丢失）等特征。内存由只读存储器 ROM（Read Only Memory）和随机存取存储器 RAM（Random Access Memory）两种类型构成。ROM 器件在停电后信息不会丢失，但仅能够执行读操作。而 RAM 器件不仅能读也能写，但是停电后信息将丢失。外存又称辅助存储器（或外存储器），其容量大，数据可永久保存，但存取速度慢。外存储器一般采用磁介质材料，常见的设备有磁盘（有硬盘和软盘两种）、磁带、光盘等。

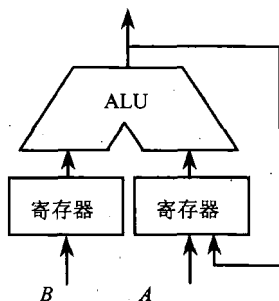


图 1-1-2 运算器示意

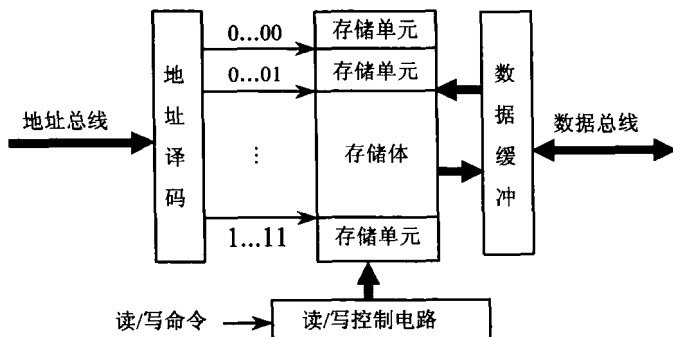


图 1-1-3 主存的结构框图

3) 控制器

控制器是计算机的核心部件，用来产生一系列控制信号以指挥计算机系统有条不紊地运行，完成对指令的解释和执行。控制器每次从存储器读取一条指令，经过分析译码，产生一系列的操作命令，控制各部件动作，从而实现指令的功能；然后再读取下一条指令，继续分析、执行，直到整个程序结束。

参照图 1-1-1 可知，计算机内部有两股信息流在流动。一股为控制流，这是流向计算机内的各部件的操作命令；另一股是数据流，它是从一个部件流向另一个部件时，由控制流在流动的过程中加工产生的。显然，控制器是控制流的发源地。控制流主要来源于以下三个方面（如图 1-1-4 所示）：

(1) 指令部件

指令部件至少应包括程序计数器 PC(Program Counter)、指令寄存器 IR (Instruction Register) 和指令译码器 ID (Instruction Decoder)。

程序是有序指令的集合，存放在存储器中的程序通常是按顺序执行的。PC 就是用来存放待执行指令的地址。每当一条指令取出执行时，PC 的内容就自动加“1”，使它始终指向下一条待执行指令的地址。

IR 用来存放当前正在执行的指令内容，它包括指令的操作码和地址码（操作数）两个部分。操作码指出指令进行的操作，地址码指出参加操作数据的地址。其中操作码送 ID、地址码送操作数地址形成电路，以便获取操作数的地址。ID 是指令的分析部件，用来产生相应的操作控制信号。

(2) 时序部件

计算机内部的定时、同步信号等都来自于时序部件，它通常由时钟和定时器构成。时序部件产生的各种控制信号使操作命令有序地发送，避免操作冲突或先后次序上的混乱。

(3) 控制信号产生逻辑

控制信号产生逻辑也被称为微操作控制部件，它根据指令译码器和时序部件的指示，发送一系列微操作控制信号，完成指令所规定的全部操作。

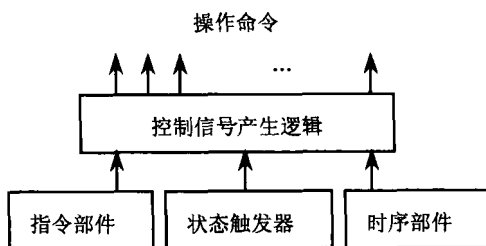


图 1-1-4 控制器结构示意图