



普通高等教育“十二五”规划教材

# 微机原理及应用技术

毛志忠 编著



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

# 微机原理及应用技术

毛志忠 编著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书首先给出微型计算机的体系结构,着重介绍中央处理器、存储器、输入/输出设备及总线等部件的组成、特点、功能和工作原理;接着介绍两种典型的微处理器,即 8086 微处理器和 MCS-51 微处理器,同时分别对其存储器管理、程序设计方法(8086 系统为汇编语言、MCS-51 系统为 C 语言)、输入/输出接口(包括并行接口、串行接口及定时计数接口)及中断模式进行介绍;然后以实际应用为目标介绍输入/输出通道设计技术,包括数字量输入/输出(并行和串行)通道、模拟量输入/输出通道及人机交互通道技术;最后给出一个可编程逻辑控制器(PLC)系统的综合设计实例。

本书可作为高等院校微机原理及应用课程的教材,也可作为自动化装置设计者的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

微机原理及应用技术/毛志忠编著. —北京:科学出版社,2015.6

(普通高等教育“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-03-044747-0

I. ①微… II. ①毛… III. ①微型计算机 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 124354 号

责任编辑:张海娜 纪四穗 / 责任校对:桂伟利

责任印制:张 倩 / 封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏志印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2015 年 6 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2015 年 6 月第一次印刷 印张:37 1/2

字数:742 000

定价:128.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 前 言

微型计算机在控制领域得到了广泛的应用。目前,一个控制系统中的每一个自动化装置几乎都是一个微型计算机系统(如常用的可编程逻辑控制器、数字化检测仪表、智能执行器等)。将微型计算机嵌入各类自动化装置需要掌握计算机的应用技术(包括程序设计、接口技术以及相关的信号调理技术等)。本书是为需要掌握各类自动化装置设计的本科生而编写的,也可作为研究生或科研工作者的参考书。

为了探讨知识和培养综合理解能力,第1章在介绍学习微型计算机原理所需的基础知识的基础上,简要叙述微型计算机的体系结构、组成部件及工作原理、计算机解题思路等。目的是让读者对计算机的工作流程有一个基本的概念。第2章以Intel的8086微处理器为对象,详细描述8086微处理器的引脚及功能、存储器组织与管理、通用外围接口部件及接口技术,并基于汇编语言给出程序设计的方法。第3章以89C51单片机为对象,详细描述单片机的各种内部资源、存储器组织结构、内部集成的接口部件;基于C51语言给出了各种接口的程序设计实例。根据工业控制领域微型计算机系统应用的特点,第4章通过数字量输入/输出、模拟量输入/输出、串行通信和人机接口等输入/输出通道的设计方法,介绍控制领域常用的信号调理技术,给出大量的实用电路和应用程序。最后在第5章给出一个微型计算机在工控领域的设计实例。

本书强调实际应用与理论分析相结合,各个章节不仅提供了大量的硬件电路设计实例和程序设计应用实例,还对设计方法进行了详细的说明,以帮助读者进一步掌握各个章节出现的概念。通过学习两种微处理器的操作、程序设计以及接口技术,读者将具有基于Intel 80x86系列微处理器和51系列单片机在自动化装置中的应用能力。读者学习完本书内容后将能够:

- (1) 根据微处理器的总线设计相应的存储器和输入/输出接口电路;
- (2) 使用汇编语言和C语言设计接口的控制软件;
- (3) 设计控制领域常用传感器信号和远传信号的调理电路;
- (4) 设计控制系统中的多种自动化装置。

本书的创作团队由多名拥有丰富微机原理教学和应用经验的教师组成。通过总结多年的教学经验,参考国内外经典的教材,并基于作者近年来的科研成果,编成此书。本书编写人员有毛志忠、袁平、陈春华、石亚和、杨琳、冯琳、肖冬等,由毛志忠教授对全书进行统稿。

本书在编写过程中参考并选取了有关文献的内容,这些文献均已列入参考文献中,在此对文献的作者表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限,书中难免会有不足之处,恳请广大读者批评指正。

作 者

2014年12月于东北大学

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 微型计算机基础</b> .....	1
1.1 计算机概述 .....	1
1.1.1 计算机发展史 .....	1
1.1.2 微型计算机结构 .....	4
1.2 预备知识 .....	9
1.2.1 数据的机内表示 .....	10
1.2.2 二进制数的运算 .....	20
1.2.3 常用数字电路 .....	22
1.3 中央处理器 .....	39
1.3.1 指令系统与寻址技术 .....	39
1.3.2 CPU 结构和功能 .....	52
1.3.3 指令周期 .....	57
1.3.4 参数与型号 .....	60
1.4 存储器 .....	62
1.4.1 微型机存储器结构 .....	62
1.4.2 存储器的组织 .....	64
1.4.3 存储器与 CPU 的连接 .....	72
1.4.4 地址译码 .....	73
1.4.5 容量扩展与数据存储 .....	79
1.5 输入/输出 .....	85
1.5.1 I/O 接口基础 .....	85
1.5.2 I/O 方式 .....	92
1.5.3 I/O 设备 .....	104
1.6 程序设计 .....	104
1.6.1 简单计算实例 .....	104
1.6.2 程序设计基本步骤 .....	107
1.6.3 程序设计语言 .....	109
1.6.4 堆栈 .....	111
1.7 计算机与控制 .....	113
1.7.1 计算机控制发展历程 .....	113

1.7.2	控制计算机	115
1.7.3	控制计算机主机类型	116
1.7.4	控制设备中常用 CPU	117
<b>第 2 章</b>	<b>8086 微处理器及系统</b>	<b>119</b>
2.1	8086 微处理器	119
2.1.1	功能与引脚	119
2.1.2	总线时序	129
2.1.3	地址锁存与总线驱动	131
2.1.4	时钟、就绪、等待发生器	133
2.1.5	工作模式	140
2.2	8086 的存储器管理	144
2.2.1	存储器组织	144
2.2.2	存储器寻址	146
2.2.3	CPU 与存储器接口	149
2.3	8086 程序设计	156
2.3.1	8086 的寻址方式	156
2.3.2	8086 指令系统	159
2.3.3	汇编语言程序设计	179
2.4	程序直接控制 I/O	205
2.4.1	8086 接口基础	205
2.4.2	可编程外围设备接口 82C55	217
2.4.3	可编程定时/计数器 8254	227
2.4.4	串行通信接口 8251A	235
2.5	中断 I/O	248
2.5.1	8086 中断与简单扩展	249
2.5.2	可编程中断控制器 8259A	263
2.5.3	中断程序设计实例	275
2.6	直接存储器存取	282
2.6.1	8086 与 DMA	282
2.6.2	DMA 控制器 8237	285
2.6.3	DMA 应用实例	295
2.7	80x86 接口	301
<b>第 3 章</b>	<b>89C51 单片机及系统</b>	<b>302</b>
3.1	89C51 的结构和原理	302
3.1.1	内部结构及特点	302
3.1.2	引脚及功能	305

3.1.3 时钟、时序与复位 .....	307
3.1.4 程序设计资源 .....	313
3.1.5 空闲和掉电方式 .....	317
3.1.6 工作模式 .....	319
3.2 存储器与 I/O .....	326
3.2.1 存储器与 I/O 组织 .....	326
3.2.2 程序存储器扩展 .....	330
3.2.3 数据存储器与 I/O 扩展 .....	331
3.3 MCS-51 指令系统 .....	335
3.3.1 指令系统的寻址方式 .....	336
3.3.2 指令系统的使用要点 .....	337
3.3.3 指令系统的分类总结 .....	339
3.4 高级语言程序设计 .....	343
3.4.1 C51 语言概述 .....	343
3.4.2 C51 语言基础 .....	345
3.4.3 C51 语言的变量定义 .....	351
3.4.4 C51 语言的函数 .....	362
3.4.5 C51 语言与汇编语言的混合编程 .....	367
3.4.6 C51 语言访问硬件资源 .....	373
3.5 89C51 集成 I/O 资源 .....	378
3.5.1 中断控制器 .....	378
3.5.2 定时器/计数器 .....	390
3.5.3 串行通信口 .....	404
<b>第 4 章 I/O 通道设计 .....</b>	<b>418</b>
4.1 数字量 I/O 通道技术 .....	419
4.1.1 电平变换 .....	419
4.1.2 信号隔离 .....	420
4.1.3 信号驱动 .....	426
4.1.4 数字量通道设计实例 .....	434
4.2 模拟量 I/O 通道技术 .....	440
4.2.1 模拟量输出通道 .....	440
4.2.2 模拟量输入通道 .....	453
4.2.3 A/D 与 D/A 的选择 .....	480
4.2.4 高精度测量 .....	482
4.2.5 模拟通道设计实例 .....	488
4.3 人机交互通道技术 .....	491



---

4.3.1 键盘设计 .....	491
4.3.2 显示技术 .....	504
4.3.3 专用键盘显示电路 .....	516
4.4 串行通信通道技术 .....	523
4.4.1 设备间的异步通道设计 .....	523
4.4.2 设备中器件间的同步通信 .....	541
<b>第5章 综合设计实例</b> .....	<b>553</b>
5.1 设计目标 .....	553
5.1.1 PLC的硬件结构 .....	553
5.1.2 设计目标 .....	555
5.2 简单PLC系统设计 .....	555
5.2.1 CPU模块设计 .....	555
5.2.2 存储卡设计 .....	566
5.2.3 I/O模块设计 .....	570
5.2.4 电源设计 .....	579
<b>参考文献</b> .....	<b>581</b>
<b>附录 8086 指令码</b> .....	<b>582</b>

# 第 1 章 微型计算机基础

本章内容主要涉及学习微型计算机原理必须掌握的基础知识,包括微型计算机的体系结构、中央处理器、存储器、输入/输出以及程序设计的相关概念等。

## 1.1 计算机概述

### 1.1.1 计算机发展史

从广义上讲,计算机是一种能够进行计算或辅助计算的工具。在这种广义的概念下,计算机分类如图 1-1-1 所示。

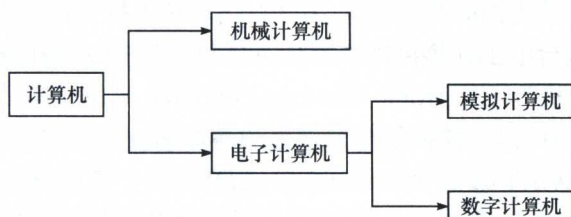


图 1-1-1 计算机分类

现在,当谈到计算机的时候,除加以特殊说明,都是指数字计算机。数字计算机是一种自动化的电子设备,它按照人们事先编写的程序对输入的原始数据进行加工处理,以获得预期的输出信息。

随着技术的发展、应用领域的扩大,电子计算机不仅能作为计算工具进行数值计算,而且能进行信息处理。有统计资料表明,当今 80% 以上的计算机将主要用于信息处理。由于计算机在它出现的初期阶段主要进行数值计算,所以延续下来了“计算机”这个名称。现在,更多的人把计算机称为“电脑”,主要是指计算机可以作为人脑功能的扩展和延伸。

计算机已经成为一门重要的学科和工具。随着计算机的快速发展,它对人类生活产生了革命性的影响,社会进入了计算机的时代。

#### 1. 第一台电子计算机

1946 年 2 月 14 日,是现代计算机行业的一个重要纪念日。无论计算机时代,还是信息革命,以及所谓的“第三次浪潮”“后工业时代”等,都以这一天作为起始的

坐标原点。因为在这一天,一台名叫电子数字积分计算机(Electronic Numerical Integrator and Computer, ENIAC)的机器正式启动运行。

ENIAC 采用十进制运算,电路结构十分复杂。它使用 18000 多个电子管,运行时耗电量达 150kW,体积庞大,质量达 30t,占地面积约 140m<sup>2</sup>。ENIAC 虽然需用手工搬动开关和拔、插电缆来编制程序,但比任何机械计算机快得多。ENIAC 每秒可进行 5000 多次加法运算,一天的工作量大约相当于一个人用手摇计算机操作 40 年。

ENIAC 于 1955 年正式退役,陈列于美国国立博物馆。ENIAC 的出现标志着计算工具进入一个崭新的时代,是人类文明发展史中的一个里程碑。仅半个多世纪,计算机已经使人类社会从制造业社会发展到信息化社会。

## 2. 体系结构的确立

在 ENIAC 中,没有存储器,用布线接板进行控制。而搭接布线接板花费的时间抵消了高速计算节省的时间。因此,在 ENIAC 尚未投入运行前,冯·诺依曼就已经开始准备对这台电子计算机进行脱胎换骨的改造,并将新机器命名为“电子离散变量自动计算机”(Electronic Discrete Variable Automatic Computer, EDVAC)。1945 年 6 月,冯·诺依曼与戈德斯坦等联名发表了《EDVAC 报告书的第一份草案》(*First Draft of a Report on the EDVAC*)。这份草案奠定了现代计算机体系结构坚实的根基,直到今天,仍然被认为是现代计算机科学发展里程碑式的文献。

与 ENIAC 相比,EDVAC 的改进首先在于冯·诺依曼巧妙地想出“存储程序控制”的办法,程序被当作数据存进了机器内部,以便计算机能自动地一条接一条地依次执行指令,再也不用去接通线路。其次,他明确提出这种机器必须采用二进制数制,以充分发挥电子器件的工作特点,使结构紧凑而且更通用化。

1951 年 EDVAC 面世。程序存储在机器内部后,效率比 ENIAC 提高了数百倍,只用了 3563 个电子管和 1 万个晶体二极管,以水银延迟线来储存程序和数据,消耗电力和占地面积只有 ENIAC 的 1/3。

现在的计算机大多是按照这一思路设计的,人们把按照这一思路设计的机器统称“冯·诺依曼型计算机”。

## 3. 计算机的发展

从 1946 年的 ENIAC 开始,计算机的发展经历了电子管—晶体管—集成电路三个阶段,早期计算机的更新换代主要集中体现在组成计算机的基本元器件上。表 1-1-1 列出了硬件技术对计算机更新换代的影响。第三代计算机之后,人们尚没有达成定义新一代计算机的一致意见。

表 1-1-1 硬件技术对计算机更新换代的影响

代	时间	硬件技术	速度/(10 <sup>4</sup> 次/s)
一代	1946~1957年	电子管	4
二代	1958~1964年	晶体管	20
三代	1965~1971年	中、小规模集成电路	100
四代	1972~1977年	大规模集成电路	1000
	1978年~现在	超大规模集成电路	10000

集成电路技术的发展一直是促进计算机性能提升的动力。1971年,美国 Intel 公司研制成功世界上第一个 4 位的微处理器芯片 4004,它集成了 2300 个晶体管。随后,微处理器经历了 4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位几个阶段的发展,芯片的集成度和运算速度都有很大的提高。与此同时,半导体存储器的研制也在进行。1970 年,第一个存储芯片面世,该芯片大约只有一个磁芯这么大,却能保存 256 位二进制信息。1974 年后,随着半导体存储器价格的迅速下降、位密度的不断提高,存储芯片的容量经历了 1KB、4KB、16KB、64KB、256KB、1MB、4MB、16MB 和 64MB 等几个阶段,每个新的阶段都比过去提高 4 倍的容量,而价格和访问时间都有所下降。

现在,世界已经进入了计算机时代,计算机的发展趋势正向着“两极”分化。一极是向巨型化、超高速、并行处理、智能化方向发展,它是一个国家科技水平、经济实力、军事实力的象征,在解决天气预报、地震分析、航空气动、流体力学、卫星遥感、激光武器、海洋工程等方面的问题上,巨型机能够大显身手。另一极是向微型化、网络化、人工智能化、高性能、多用途方向发展,由于它们体积小、成本低而占领了整个国民经济和社会生活的各个领域。

#### 4. 微型计算机

微型计算机是由大规模集成电路组成的、体积较小的电子计算机。它是以微处理器为基础,配以存储器、输入/输出(Input/Output, I/O)接口电路以及相应的辅助电路而构成的。特点是体积小、灵活性大、价格便宜、使用方便。微型计算机甚至可以集成在一个芯片上。目前,由于超大规模集成电路的应用,小型机、微型机乃至大中型机的性能指标界限已不再明显。某些高档微型机的速度已经达到甚至超过了十年前一般大中型计算机的运行速度。

微型计算机分为网络计算机(如服务器、工作站、交换机、路由器等)、个人计算机(如笔记本、掌上电脑、平板电脑等)、控制计算机等。自 1981 年美国 IBM 公司推出第一代微型计算机 IBM-PC 以来,微型计算机以其执行结果精确、处理速度快、性价比高、轻便小巧等特点迅速进入社会各个领域。

微型计算机从局部到全局存在三个层次:微处理器、微型计算机、微型计算机

系统。单纯的微处理器和单纯的微型计算机都不能独立工作,只有微型计算机系统才是完整的信息处理系统,才具有实用意义。在微型计算机硬件系统的基础上,配置必要的外部设备和软件,构成的实体称为微型计算机系统。

一个完整的微型计算机系统包括硬件系统和软件系统两大部分。硬件系统由运算器、控制器、存储器(含内存、外存和缓存)、各种 I/O 设备组成,采用“指令驱动”方式工作。软件系统可分为系统软件和应用软件。系统软件是指管理、监控和维护计算机资源(包括硬件和软件)的软件。操作系统是系统软件的核心,应用软件是为某种应用目的而编制的计算机程序。

### 1.1.2 微型计算机结构

#### 1. 机器组成

##### 1) 存储程序

将编写好的程序和原始数据事先存入存储器中,然后再启动计算机自动执行程序,这就是存储程序的基本含义。存储程序概念可以简要地概括为以下几点。

(1) 计算机(指硬件)由运算器、存储器、控制器、输入设备和输出设备 5 大基本部件组成。

(2) 指令和数据以同等地位存放在存储器内,并可按地址访问。

(3) 指令和数据均用二进制码来表示。

(4) 指令由操作码和地址码组成,操作码用来表示操作的性质,地址码用来表示操作数所在存储器中的位置。

(5) 指令在存储器内按顺序存放。通常,指令是顺序执行的。在特定条件下,可根据运算结果或设定的条件改变执行顺序。

(6) 计算机以运算器为中心,I/O 设备与存储器的数据传送通过运算器实现。

“存储程序控制”的计算机结构是由冯·诺依曼提出和实现的。虽然计算机的发展速度惊人,但绝大多数计算机仍是建立在存储程序概念的基础上的。所谓的冯·诺依曼型计算机,就是指符合“存储程序控制”的计算机。

##### 2) 计算机硬件组成

冯·诺依曼型计算机最基本的组成如图 1-1-2 所示。图中实线为数据线,虚线为控制线和反馈线。

##### (1) 输入设备。

输入设备的任务是把人们编好的程序和原始数据送到计算机中,并且将它们转换成计算机内部能识别和接受的信息。常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪等。控制系统中反馈环节使用的模数(A/D)转换装置也是一种输入设备。

##### (2) 输出设备。

输出设备的任务是将计算机的处理结果以人或其他设备所能接受的形式送出

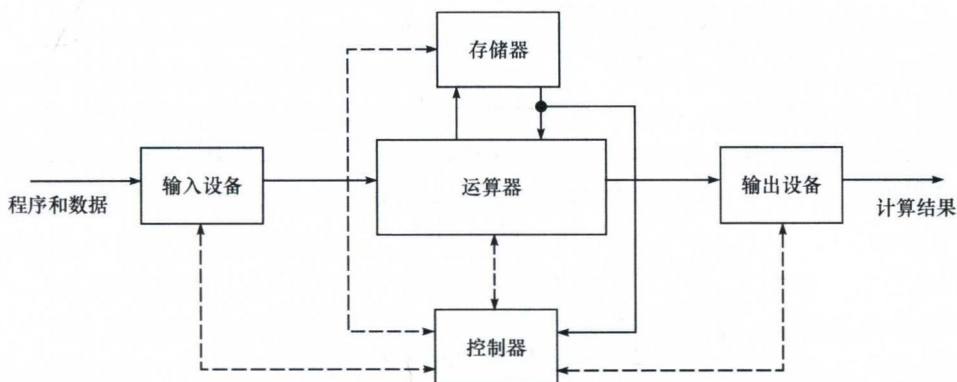


图 1-1-2 计算机的组成

计算机。最常用的输出设备是显示器和打印机。控制系统中控制输出环节数模(D/A)转换装置也是一种输出设备。

### (3) 存储器。

存储器是用来存放程序和数据的部件，它是一个记忆装置。存储器也是计算机能够实现“存储程序控制”的基础。

### (4) 运算器。

运算器是对信息进行处理和运算的部件。经常进行的运算是算术运算和逻辑运算，所以运算器又称算术逻辑运算单元(Arithmetic and Logical Unit, ALU)。运算器的核心是加法器。运算器中还有若干个通用寄存器或累加寄存器，用来暂时存放操作数和运算结果。寄存器的存取速度比存储器快得多。

### (5) 控制器。

控制器是整个计算机的指挥中心。控制器按照人们预先确定的操作步骤，控制整个计算机的各个部件有条不紊地自动工作。

### (6) 总线。

将前述的各大基本部件，按某种方式连接起来就构成了计算机的硬件系统。微型计算机的各大部件之间是用总线(Bus)连接起来的。

现代计算机已经转化为以存储器为中心的计算机结构，如图 1-1-3 所示。图中实线为控制线，虚线为反馈线，双线为数据线。

由于运算器和控制器在逻辑关系及电路结构上联系紧密，当大规模集成电路制作工艺出现后，这两大部件往往被集成制作在同一芯片上。通常将运算器和控制器合称中央处理器(Central Processing Unit, CPU)，或称为微处理器；把输入设备和输出设备简称 I/O 设备。

因此，现代计算机可以认为由三大部分构成：CPU、I/O 设备和存储器。存储

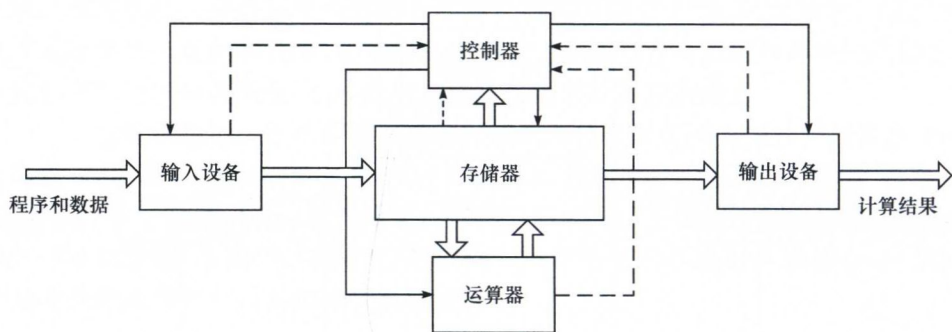


图 1-1-3 以存储器为中心的计算机结构

器又分为主存储器(Main Memory, MM, 简称主存)和辅助存储器(简称辅存),主存储器和辅助存储器的区别见 1.4 节。如图 1-1-4 所示,CPU 和主存储器合起来又可称为主机,I/O 设备称为外围设备或外部设备(简称外设)。

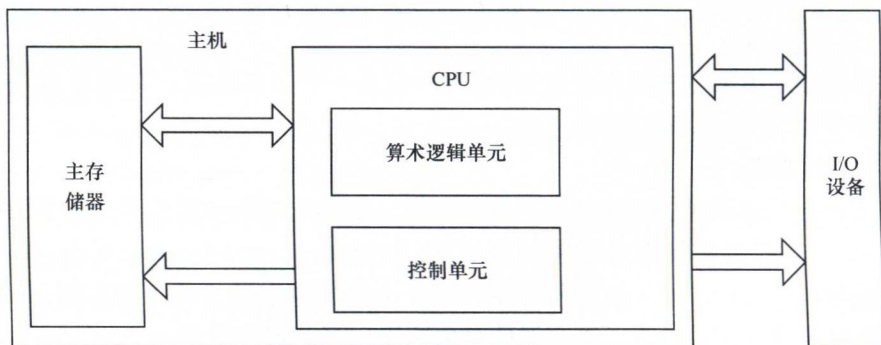


图 1-1-4 现代计算机组成

## 2. 总线

所谓总线是一组能为多个部件服务的公共信息传送线路,它能分时地在两个部件间传送信息。计算机中采用总线结构,既可以大大减少信息传送线的数量,又可以提高计算机扩充内存及外部设备的灵活性。由于微型计算机的设计目标是以较小的硬件代价组成具有较强功能的系统,而总线结构正好能满足这一要求,所以总线结构是微型计算机的典型结构。

### 1) 总线的组成

总线通常是由一组导线组成的传输线束,总线中信号线的条数称为总线宽度或位数,所谓总线也并不是指只有一类信号线,总线可以细分为数据总线、地址总线和控制总线,通过三类总线的配合工作,实现部件之间的信息传递。

### (1) 数据总线。

数据总线(Data Bus, DB)用来传输各功能部件之间的数据信息,是双向传输总线。数据总线由双方向传输的多根信号线组成,CPU可以沿这些信号线从主存或外设读入数据,也可以沿这些线向主存或外设送出数据。数据总线宽度与机器字长及存储字长有关,一般为8位、16位或32位,是关系到计算机系统性能的一个重要参数。例如,若数据总线宽度为8位,而指令字长为16位,那么,CPU取一条指令,必须访问主存两次。

### (2) 地址总线。

地址总线(Address Bus, AB)由单方向的多根信号线组成。传输的信号用来指出数据总线上的数据所来自(或送到)的主存单元(或外设)的地址,故称为地址总线。例如,欲从存储器读出一个数据,则CPU要将此数据所在存储单元的地址送到地址总线上。又如,欲将某数据经I/O设备输出,则CPU除了需将数据送到数据总线,同时还需将该输出设备的地址(通常都经I/O接口)送到地址总线上。由于地址总线上的代码是CPU用来指明欲访问的存储单元或I/O设备的地址,所以它是单向传输的。地址总线宽度与CPU可访问的最大存储单元个数有关。如地址线为10根,则表示CPU最多可以访问 $2^{10}$ 个存储单元(由于地址总线上的每个信号线只有“0”“1”两种状态)。

### (3) 控制总线。

控制总线(Control Bus, CB)是用来发出各控制信号的传输线。对于任何一条控制线,它的传输是单向的。例如,命令存储器读/写或命令I/O设备读/写的控制信号都是由CPU发出的。但对于控制总线总体,又可认为是双向的。例如,I/O设备也可以向CPU发出请求信号,当某设备准备就绪时,便向CPU发中断请求;当某部件(如DMA接口)需获得总线使用权时,就向CPU发出总线请求信号等。此外,控制总线还起到监视各部件状态的作用。如查询该设备是处于“忙”还是“闲”,是否出错等。总体而言,控制信号既有出,又有人。

## 2) 总线工作原理

总线结构提高了CPU的工作效率,而且外设连接灵活,易于扩充。但由于所有部件都挂在同一组总线上,总线只能分时地为各个部件工作,也就是同一时刻只允许一对设备(或部件)之间传送信息。这就要求连接到总线上的逻辑部件必须高速运行,以便在某些设备需要使用总线时能迅速获得总线控制权,而当不再使用总线时,能迅速放弃总线控制权。

总线作为计算机各个部件间数据传输的公共通道,每个部件都有可能输出,来驱动总线。为避免多个部件向总线输出造成逻辑的混乱和数字电路的损坏,各个部件对总线的输出驱动电路必须具有三态功能,即部件的输出既可以是一般二值逻辑值,又可以是高阻抗状态(简称高阻态)。处于高阻抗状态时,其输出相当于断



开状态,没有任何逻辑输出功能。总线驱动电路通常由若干三态门电路组成。三态门电路(见 1.2.3 小节)的输出逻辑状态通过一个输入引脚 G 控制。当 G 为低电平输入时,电路呈现正常的“0”或“1”的输出;当 G 为高电平输入时,电路给出高阻态输出。当所有器件都以高阻态形式连接在总线上时,称为总线处于空闲状态。

假设总线上有 A、B 两个部件,并且 A 部件具有总线控制权。在总线处于空闲状态下,当 A 部件要向 B 部件发送数据时,A 部件驱动总线,在地址总线上发出 B 部件的地址,在数据总线上发出数据,在控制总线上发出写命令信息。总线上的 B 部件判断收到的地址是否与自己的地址相符。如果相符,则根据命令信息,接收数据。A 部件完成通信后,将输出变为高阻态,让出总线使用权,让总线恢复到空闲状态。这一过程通常称为一个总线写周期。

如果 A 部件要从 B 部件接收数据,那么 A 部件在地址总线上发出地址信息,在控制总线上发出读命令信息。B 部件发现收到与自己相符的地址后,根据读命令信息,将数据放到数据总线上,让 A 部件读走数据。完成通信后,A、B 部件分别将输出变为高阻态,总线恢复到空闲状态,这一过程通常称为一个总线读周期。

### 3) 单总线结构

最简单的总线结构是单总线结构,如图 1-1-5 所示。将 CPU、主存和 I/O 设备(通过 I/O 接口)都挂到一组总线上,便形成单总线结构计算机。CPU 与主存、CPU 与外设之间可以直接进行信息交换,主存与外设、外设与外设之间也可以直接进行信息交换,而无须经过 CPU 的干预。

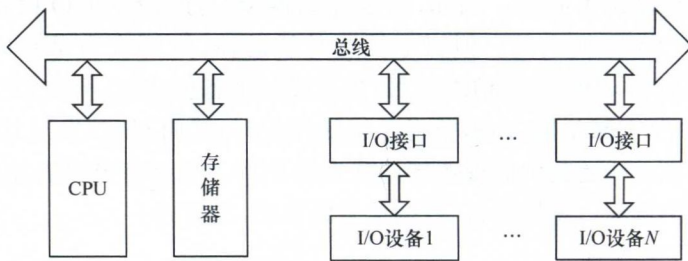


图 1-1-5 单总线结构

单总线结构中,指令、数据共用数据总线,二者的存储地址分别在主存的不同位置。从存储器设计的角度来说,这种结构又称冯·诺依曼结构,或普林斯顿结构。使用冯·诺依曼结构的 CPU 很多,例如,Intel 公司的 80x86 系列 CPU,ARM 公司的 ARM7,MIPS 公司的 MIPS 等都采用此种结构。冯·诺依曼结构不能同时取指令和操作数。又由于存储器和 I/O 存取速度远低于 CPU 运算速度,从而使计算机运算速度受到很大限制。所以,CPU 与存储器间的信息交换成了影响高速计算机性能的“瓶颈”。