



高等学校“十二五”重点规划教材
机械工程系列丛书

微机原理与接口技术

主编 王 岚 徐 贺 展 勇



HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

高等学校“十二五”重点规划教材
机 械 工 程 系 列 丛 书

微机原理与接口技术

主 编 王 岚 徐 贺 展 勇
主 审 张立勋

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书以 IBM-PC 微型计算机及兼容机为主要对象,系统深入地介绍了微机原理和接口技术。主要内容包括 8086 系列微处理器、存储器组织、I/O 端口地址译码技术、总线技术、中断技术、计数与定时技术、并行接口、串行接口、模拟量输入输出接口等。选用了在计算机应用中具有典型代表的实例,并给出了 C 语言和汇编语言接口程序。每章后面附有课后习题,便于学生检测自己的学习情况。本书在编写上坚持理论联系实际的原则,注重系统性、先进性和实用性。

本书是机械设计制造及其自动化专业教材,也可作为相关专业的教材和广大工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术/王岚,徐贺,展勇主编. —

哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2013.1

ISBN 978-7-5661-0542-4

I. ①微… II. ①王… ②徐… ③展… III. ①微型计算机-理论-高等学校-教材②微型计算机-接口技术-高等学校-教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 025453 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号

邮政编码 150001

发行电话 0451-82519328

传 真 0451-82519699

经 销 新华书店

印 刷 肇东市一兴印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 14.75

字 数 356 千字

版 次 2013 年 2 月第 1 版

印 次 2013 年 2 月第 1 次印刷

定 价 30.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

随着微型计算机技术的迅速发展,微机系统的功能有了很大提高,计算机应用已渗透到各行各业,并日益广泛和深入。掌握微型计算机工作原理和接口技术,成为相关专业大学生和科技人员必不可少的基本技能。

本书是作者在多年从事教学实践和计算机软硬件开发经验基础上,为机械设计制造及其自动化专业本科生“微机原理与接口技术”课程教学编写的。

全书分为7章。第1章计算机接口技术概述,介绍计算机系统的概念、接口的定义、功能、组成和分类;第2章80X86微处理器与系统构成原理,详细介绍8086微处理器的编程结构、工作模式、外部引脚、工作时序,介绍8086系统的存储器管理和I/O编址方式,介绍80X86系列微处理的功能特点;第3章计算机接口基本知识,介绍计算机接口的概念、接口控制语言、CPU与外设之间传送信息方式,介绍I/O端口地址译码电路的分析与设计,介绍微机系统中的总线技术;第4章中断与定时,讲解8086的中断系统工作原理,中断控制器8259A与计数器/定时器;第5章并行通信接口,讲解并行通信接口概念、由缓冲器和锁存器组成的简单并行接口和可编程并行接口芯片8255A;第6章串行通信接口,讲解串行通信接口概念、串行通信接口标准和可编程串行接口芯片8251A;第7章模拟量I/O接口技术,介绍模拟量输入输出接口工作原理、典型接口电路芯片。每章后面附有课后习题,便于学生检测自己的学习情况。

本书第3章、第4章、第6章由王岚编写,第7章由徐贺编写,第1章、第2章、第5章由展勇编写。王岚负责本书大纲拟订和统稿工作。本书由哈尔滨工程大学张立勋教授担任主审。在本书编写过程中,得到了郭健、尹正乾、周洁等同志的大力支持和帮助,也参考或引用了一些专家学者的论著,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免出现错误和疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2012年11月

目 录

第1章 计算机接口技术概述	1
1.1 计算机系统概述	1
1.2 计算机接口技术概述	8
1.3 接口开发技术	10
习题	11
第2章 80X86 微处理器与系统构成原理	12
2.1 微处理器简介	12
2.2 8086/8088CPU 编程结构	13
2.3 8086/8088CPU 的工作模式及外部引脚	19
2.4 8086/8088CPU 典型操作的工作时序	27
2.5 8086/8088CPU 的存储器组织与 I/O 组织	33
2.6 80X86 系列 CPU	38
习题	45
第3章 计算机接口基本知识	46
3.1 计算机接口基本概念	46
3.2 接口控制语言	46
3.3 CPU 与外设之间传送信息方式	50
3.4 I/O 端口地址译码方法	58
3.5 总线技术	67
习题	89
第4章 中断与定时	90
4.1 中断与定时概述	90
4.2 8086/8088 中断系统	97
4.3 中断控制器 8259A	100
4.4 计数器/定时器	116
习题	128
第5章 并行通信接口	129
5.1 并行通信接口简介	129
5.2 简单并行接口	129
5.3 可编程并行接口芯片 8255A	136
习题	155

第 6 章 串行通信接口	157
6.1 串行通信的基本概念	157
6.2 串行通信接口标准	161
6.3 可编程串行接口芯片 8251A	167
6.4 PC 机串行口原理及应用	175
习题	184
第 7 章 模拟量 I/O 接口技术	185
7.1 模拟量 I/O 接口技术概述	185
7.2 D/A 转换接口	189
7.3 A/D 转换接口	204
习题	223
附录 8086/8088 汇编语言指令表	224
参考文献	228

第1章 计算机接口技术概述

1.1 计算机系统概述

1.1.1 计算机组成

计算机是一种能够按照事先编好的程序自动地、高速地、准确地进行大量运算和对信息进行处理电子设备。计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成,如图1-1所示。其中,硬件系统指组成计算机的各种物理设备的总称,包括CPU、存储器、输入/输出设备等;软件系统则是各种计算机软件(程序)的总称。计算机的硬件系统和软件系统是一个有机的整体,计算机任何功能的实现都要求软硬件的良好配合。因此,计算机的整体性能由二者共同决定。

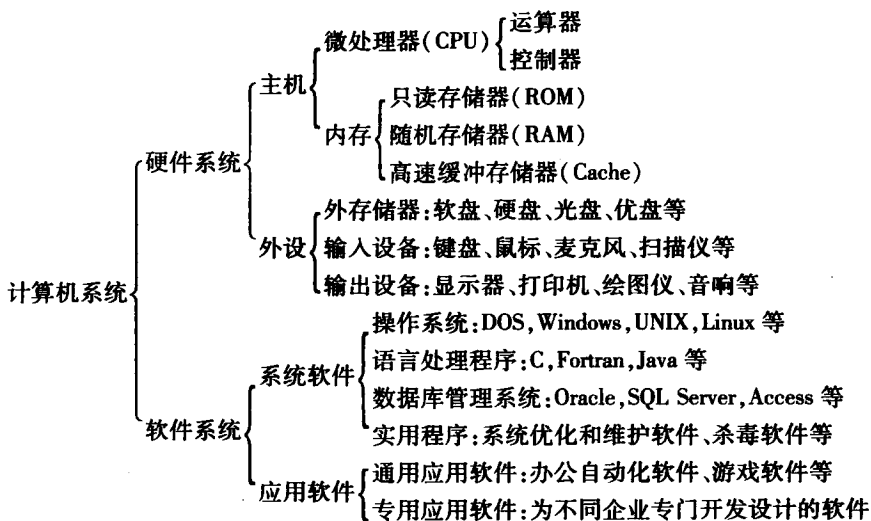


图 1-1 计算机系统的组成

1. 计算机硬件

计算机的结构如图1-2所示,它的硬件主要由运算器、控制器和存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。通常人们将运算器和控制器称为中央处理器(Central Processing Unit, CPU),将中央处理器和内存储器合称为主机,将输入设备、输出设备和外存储器称为

外部设备(简称外设)。各部分的功能和特点如下。

(1) 中央处理器(CPU)

中央处理器是一块集成了运算器和控制器功能的电子芯片,主要包括运算器、控制器和内部寄存器阵列,这些部件通过 CPU 内部总线构成一个整体。其中,运算器的核心是算术逻辑部件(Arithmetic Logic Unit, ALU),它的主要功能是完成算术运算和逻辑运算;控制器(Control Unit, CU)是计算机系统的神经中枢和指挥中心,用于控制、指挥计算机系统的各部件协调工作。控制器的功能是从存储器中取出指令,对指令进行分析,然后根据该指令的功能向有关部件发出控制信号,以完成该指令所规定的任务。

CPU 犹如人类的大脑,是构成计算机的核心部件,它的运行速度直接决定了计算机的性能。

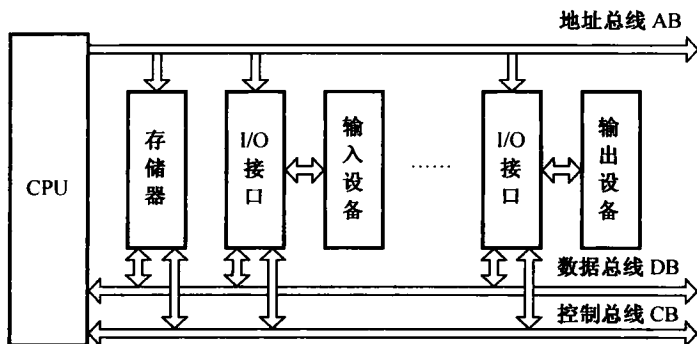


图 1-2 计算机硬件结构

(2) 存储器

存储器(Memory)是具有记忆能力的电子装置或机电设备,用于存放指令和数据。根据功能的不同,可将存储器分为内存储器和外存储器两大类:内存储器(简称内存),又称为主存储器(Main Memory),用于存放要使用的程序和数据。内存的特点是工作速度快,但容量较小、价格较高。外存储器(简称外存或辅存)是内存的补充和后援,用于存放当前不用的程序和数据,所以又被称为辅助存储器(Auxiliary Memory)。常用的外存储器有软/硬磁盘、光盘和磁带等。外存储器的特点是容量大,信息可长期保存,价格低,这些优点弥补了内存存储器容量小、断电丢失数据的缺陷,但是外存储器的数据读/写速度较慢。

数据以二进制代码的形式保存在存储器中,使用时,可以从存储器中取出数据并且不影响原有数据,此操作称为读出操作;也可以将数据保存到存储器中而替换原有数据,此操作称为写入操作。在读写速度方面,外存的速度远低于内存,所以为了提高计算机的工作效率,CPU 只能执行、处理内存中的指令和数据。因此,在处理外存中的数据之前,必须首先将其读入到内存。

根据信息保存方式的不同,内存可分为随机存储器(Random Access Memory, RAM)和只读存储器(Read Only Memory, ROM),详细分类如图 1-3 所示。其中,随机存储器中的数据可以根据需要随意地写入或读出,但一旦断电,将丢失所有的数据,所以用于存放即将执行的程序和数据;只读存储器中的数据一旦写入,只能读出,一般不能改变(写入),断电也不会丢失,所以用于存放不需要经常改变或固定不变的程序或数据。

存储器内部是以字节(Byte, B)为单位组织的,即一个字节为一个存储单元。每个存储

单元都有自己的编号(无符号二进制整数),称之为地址。为了互不混淆,每个存储单元的地址在系统内必须是唯一的。随着集成芯片技术的发展,存储器的容量越来越大,为了描述方便出现了一些较大的容量单位,常用到的包括 KB, MB, GB 等,其换算关系为:

$$1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ B} = 1\,024 \text{ B}, 1 \text{ MB} = 2^{10} \text{ KB} = 1\,024 \text{ KB}, 1 \text{ GB} = 2^{10} \text{ MB} = 1\,024 \text{ MB}$$

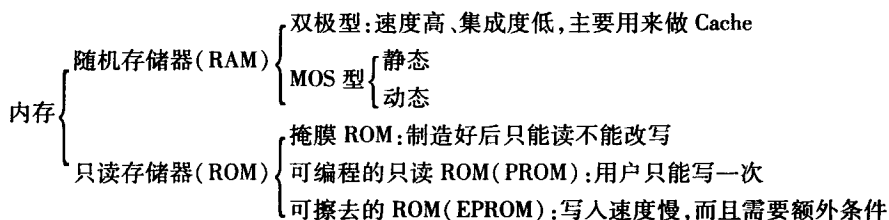


图 1-3 内存的种类

(3) 输入/输出设备

输入/输出设备简称 I/O 设备,其中,输入设备负责将要处理的数据、文字、图形和程序等各种形式的信息转换为计算机能接受的信息形式,并存入到计算机内;输出设备负责将计算机的处理结果以用户能够接受的形式输出,如屏幕显示、文字打印、图形图表和语言音响等。

I/O 设备的种类很多,常用的输入设备包括键盘、鼠标、读卡器和扫描仪等;常用的输出设备包括显示器、打印机、投影仪、绘图仪和音响设备等。虽然输入/输出设备的种类繁多,但都通过输入/输出接口与系统相连。输入/输出接口是 I/O 设备与 CPU 之间的缓冲装置,承担电气性能的匹配和信息格式的转换等功能。

(4) 总线

计算机的各部件间需要通信,所以需要通信的通道。为了减少通道的数量,人们提出了总线的概念。总线是一组不同部件间通信的公共信号线,根据功能的不同,可将其分为数据总线 DB(Data Bus)、地址总线 AB(Address Bus)和控制总线 CB(Control Bus)。它们的功能及特点为:

①数据总线 DB 是双向三态总线,用于在 CPU 与存储器或 I/O 设备间传送数据信息。数据总线的宽度是计算机的一个重要指标,数据总线宽度越高,一次传送的二进制位数就越多。通常数据总线宽度与 CPU 的字长一致,例如,8086 的字长是 16 位,它的数据总线宽度也是 16 位。要注意的是,数据的含义是广义的,它可以是真正的数据,也可以是指令或状态信息,有时甚至是控制信息,因此,在实际工作中,数据总线上传送的并不一定仅仅是真正意义上的数据。

②地址总线 AB 专门用来传送地址信息,由于地址信息只能从 CPU 传向存储器或 I/O 设备,所以地址总线是单向总线,这点与数据总线不同。地址总线的宽度决定了 CPU 可直接寻址内存空间的大小,例如,当地址总线为 16 位时,其最大可寻址存储空间为 $2^{16} = 64 \text{ KB}$;当地址总线为 20 位时,其最大可寻址存储空间为 $2^{20} = 1 \text{ MB}$ 。一般来说,若地址总线为 n 位,则最大可寻址存储空间为 2^n 个字节。

③控制总线 CB 用来传送控制信号,且是最复杂的一类总线。控制信号中,有的是 CPU 给存储器或 I/O 设备的控制信号,如读/写信号和片选信号等;也有的是存储器或 I/O 设备给 CPU 的请求信号或状态信号,如中断申请信号、总线请求信号和设备就绪信号等。因此,控制总线的传送方向要视具体控制信号而定。

2. 计算机软件

硬件是计算机能够工作的物质基础,在硬件已经确定的情况下,计算机能否充分发挥自身的性能完全取决于软件系统。计算机软件指操作、管理和维护计算机所需的各种应用程序及其相关的数据、技术资料,它的作用是便于用户使用计算机,充分、有效地发挥计算机的功能。计算机软件种类繁多,通常根据功能的不同,可将它分为系统软件和应用软件两大类。

(1) 系统软件

系统软件负责管理、控制和维护计算机的软硬件资源,并为用户提供一个友好的操作界面。常见的系统软件包括操作系统、语言处理程序、数据库管理系统和实用程序等。

① 操作系统

操作系统(Operation System, OS)是管理计算机软硬件资源、控制程序运行、改善人机界面和为应用软件提供支持的一组程序,是最重要、最基本的系统软件。引入操作系统有两个目的,一是把硬件裸机扩展为一台容易使用的虚拟机,为应用程序提供运行环境,为用户提供简单方便的操作界面;二是作为计算机的资源管理器,提高计算机资源(硬件、软件和数据资源)的利用率。

根据应用对象和设计思想的不同,操作系统也可分为很多种,如实时操作系统、网络操作系统和分布式操作系统等。对于微型计算机来说,常用的操作系统包括 DOS、Windows 3. x/95/98/Me/2000/XP/Vista/7, Windows NT, OS/2, Linux, NetWare, Mac OS 和 Unix 系统等。

② 语言处理程序

用户利用计算机解决具体问题时,需要将指令和数据以计算机能够识别的形式输送到计算机中,具体的方法就是采用编程语言来编写计算机程序。语言处理程序提供了程序编写的功能,使计算机能够理解用户的意图。常用的编程语言有机器语言、汇编语言、高级语言和面向对象的编程语言等。

a. 机器语言

机器语言是唯一一种计算机能够直接识别的编程语言,它的每条指令都是由若干位二进制数表示的指令代码。例如,对于 8086 来说,实现加法操作的机器语言为 0000 0010 0000 0001。机器语言的特点是它直接操作计算机硬件完成相应功能,所以机器语言程序执行速度快、效率高。但是由于机器语言指令都是由二进制代码表示的,所以程序的可读性极差,非常难于理解、记忆,出现错误后调试的难度也很大。

要注意的是,计算机只能识别机器语言,其他语言程序必须转换成机器语言后才能被计算机接受、执行。此外,机器语言的指令代码和指令集随 CPU 型号的不同而不同,所以机器语言程序的移植性较差。因此,目前已经没有人直接使用机器语言来编写大型计算机程序。

b. 汇编语言

为了解决机器语言难于记忆和阅读的问题,人们用一些有意义的缩写字母和符号(称为助记符)来表示机器语言中的指令和数据,如用 ADD 表示二进制指令 0000 0010 0000 0001,由此得到了汇编语言。从本质上来说,汇编语言仅仅是将机器语言符号化,所以与机器语言一样,不同 CPU 的汇编语言也是不同的。

一条汇编指令相当于若干条机器指令,所以汇编语言程序要比机器语言程序简洁。同

时,由于保留了机器语言直接操作硬件的特点,所以汇编语言程序的执行速度也很快。目前,汇编语言主要用于实时控制等对响应速度有极高要求的场合。

c. 高级语言

为了提高编程效率和程序通用性,20世纪50年代后出现了高级语言。高级语言采用命令关键字及表达式等,按照一定的语法规则编写程序。由于高级语言的语法规则接近于人类自然语言和数学表达式,所以高级语言程序易读、易记、易维护,且通用性强,极大提高了程序设计的效率。

常用的高级语言有 Basic, C/C++, Fortran, Pascal 和 Cobol 等,以及近年出现的面向对象的编程语言,如 C#和 Java 等。计算机无法直接执行高级语言程序,必须通过编译或解释工具将其转化为机器指令。为了简化高级语言程序开发过程,出现了很多集成开发工具,如 Visual C++6.0, Visual Foxpro 和 JavaBuilder 等,它们不仅提供了编译工具,还具有强大的程序调试和项目管理等功能。

③数据库管理系统

数据库管理系统(Database Management System)是一种操纵和管理数据库的大型软件,用于建立、使用和维护数据库,常用的数据库管理系统有 Dbase, FoxBase, FoxPro, Access, Oracle, SQL Server 和 DB2 等。

④实用程序

用于调试、检测、诊断、维护计算机软和硬件的程序,如连接程序 Link, 编辑程序 Editor, 诊断测试程序 Qaplan, Pcbench, Winbench 和 Wintest 等。

(2)应用软件

应用软件是在系统软件的支持下,为解决各种实际问题而开发的程序及相关文档。应用软件可分为应用软件包和用户程序。目前,由于软件技术的发展和实际应用的需要,形成了许多标准化、模块化的大型软件,称之为应用软件包。应用软件包通常由专业软件人员精心设计而成,它的功能强大,通用性较强。常用的应用软件包有文字处理软件 Word 和 WPS;电子表格软件 Excel;图像处理软件 Photoshop 和 CorelDraw;媒体播放软件 RealPlayer 和 Windows Media Player 等。用户程序是针对特定问题而设计应用软件,如本书介绍的各种接口芯片的驱动程序都属于用户程序。用户程序的特点是规模较小,通用性较差。

1.1.2 计算机的特点和分类

计算机自诞生至今,在短短不到一百年的时间里发展成为现代社会不可缺少的信息处理工具,是因为它具有以下特点。

1. 运算速度快

计算机的运算速度很快,现代巨型计算机的运算速度已达到每秒千万亿次,微型计算机的运算速度也可达到每秒亿次以上,使大量复杂的科学计算问题得以解决,如卫星轨道计算和24小时天气预报等问题。

2. 运算精度高

一般来说,当代计算机有几十位的有效数字,可以达到很高的运算精度。因为数据在

计算机内部表示为二进制数,运算精度主要由二进制数的位数决定,所以可以通过增加位数的方式来提高精度,位数越多精度就越高。

3. 具有记忆能力

计算机的存储器类似于人的大脑,可以可靠地“记忆”(存储)数据和程序而不丢失。随着存储器技术的发展,计算机可存储的信息量越来越大。

4. 具有逻辑判断能力

计算机除了具有强大的数值计算功能以外,还具有逻辑判断能力,可根据上一步的执行结果,运用逻辑判断方法自动确定下一步的操作。计算机的逻辑判断能力使其可以完成非数值运算,从而完成过程控制、信息检索和图像识别等各种各样的工作。

5. 运行过程自动化

计算机能够按照预先编制好的程序自动运行,无需人工干预。

6. 可靠性高

由于采用了大规模和超大规模集成电路,极大减少了部件的数量,所以计算机具有非常高的可靠性。

7. 通用性好

通用性是计算机能够广泛应用的基础。任何复杂的信息处理任务都可以分解为一系列由算术运算和逻辑判断组成的操作集合,将实现这些操作的机器指令按照一定的顺序组合起来就可以完成特定的任务,这种程序控制的工作方式使计算机具有极大的通用性。

由于计算机具有上述特点,现已广泛应用于科学计算、数据处理、过程控制和计算机辅助工程等各个领域。

根据角度的不同,计算机有多种分类方法,常用的分类方法主要有以下五种。

(1)根据组成器件的种类和发展历史,计算机可以分为电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机和大规模、超大规模集成电路计算机。

(2)根据用途和使用范围,计算机可分为通用计算机和专用计算机。其中,通用计算机广泛地应用于科学与工程计算、信息处理和企事业单位的事务处理等方面,具有适用范围广、一机多能等特点;而专用计算机用于特定场合(或解决特定问题),在某个方面具有特殊性能。与通用计算机相比,专用计算机在特定的环境或特定的用途上会更有效、速度更快,如应用于军事上的火炮控制系统,飞机自动驾驶、导弹自动导航等上的计算机系统。

(3)根据工作原理,计算机可分为数字计算机、模拟计算机和混合计算机三类。其中,数字计算机的组成部件全部为数字逻辑电路,具有精度高、通用性强等特点;模拟计算机是用模拟量表示运算量的计算机,它的优点是运算速度快,但是计算精度低,通用性差。混合计算机是数字和模拟计算机的混合体,继承了它们的优点,目前处于研制阶段。

(4)根据一次可处理数据的最大字长,计算机可分为8位机、16位机、32位机和64位机。

(5)根据规模和性能,计算机可分为超级计算机、大型计算机、高档工作站和个人计算机等。其中,超级计算机的运算速度可达每秒千万亿次,主要用于大范围天气预报、卫星照

片处理和原子核物理仿真等尖端科学技术方面;大型计算机具有运算速度快、存储容量大、支持多用户使用等特点,主要用于大型计算中心和在计算机网络中作为主机、服务器等;高档工作站是20世纪80年代出现的一种新型计算机系统,它实际上是一种高性能的微型计算机,它在运算速度、存储器容量等方面均优于个人计算机,多用于解决一些专门问题,如图形、图像的处理等;个人计算机具有价格低、体积小、功耗少、使用方便等优点,是应用范围最广泛、最普及的计算机系统。

1.1.3 计算机体系结构

经过半个多世纪的发展,计算机的应用已经深入到人们的学习、工作、生活等各个领域。虽然计算机在制造材料、运算速度和性能指标等方面均发生了巨大的变化,但如果深入到计算机结构层面来看,它并没有发生变化。一直以来,通用计算机的结构主要有两种,分别是冯·诺依曼结构和哈佛结构。

1. 冯·诺依曼结构

冯·诺依曼结构,也称为普林斯顿结构,是由美籍匈牙利数学家冯·诺依曼于1946年提出的一种通用计算机结构设计方案。冯·诺依曼结构的设计思想可以概括为:

①计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成,如图1-4所示;

②计算机的指令和数据都表示为二进制数;

③程序和数据都存放在存储器中,由程序控制计算机按照先后顺序执行指令,自动完成规定的任务。其中,指令是能被计算机识别并执行的二进制代码,它控制计算机完成某一种操作。而程序指能完成一定功能的指令序列,是指令的有序集合。

冯·诺依曼结构的特点是将指令和数据都存储在同一个存储器中,简化了系统结构。人们把按照上述思想设计制造的计算机称为冯·诺依曼体系结构计算机。目前使用冯·诺依曼结构的CPU和微控制器有很多,流行的各种个人计算机大多采用此结构。除了上面提到的8086,Intel公司的80X86系列CPU、安谋公司的ARM7、MIPS公司的MIPS处理器也都采用冯·诺依曼结构。

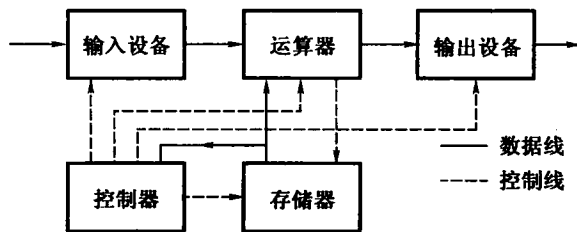


图 1-4 冯·诺依曼结构的组成

2. 哈佛结构

哈佛结构由哈佛大学的物理学家 A. Howard 于1930年提出,它的最大特点是计算机具有独立的数据存储器和程序存储器,每个存储器单独编址,独立访问。哈佛结构的组成如图1-5所示,它的工作过程是CPU首先到程序存储器中读取程序内容,解码后得到数据地址,再到相应的数据存储器和读取数据,然后进行下一步的操作。程序指令和数据分开存储,可以使指令和数据有不同的宽度,

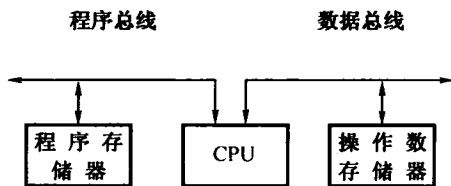


图 1-5 哈佛结构的组成

如 Microchip 公司的 PIC16 芯片的指令宽度是 14 位,而数据宽度是 8 位。基于哈佛结构的 CPU 通常具有较高的执行效率。原因在于程序和数据分开存储,所以执行指令时可以预先读取下一条指令。

第一台采用哈佛结构的计算机 Harvard Mark I 诞生于 1944 年,世界上第一台通用计算机 ENIAC 也采用哈佛结构。目前采用哈佛结构的 CPU 和微控制器有很多,多数用于嵌入式系统,除了上文提到的 Microchip 公司的 PIC 系列芯片,还有摩托罗拉公司的 MC68 系列、Zilog 公司的 Z8 系列、ATMEL 公司的 AVR 系列和安谋公司的 ARM9,ARM10 和 ARM11 等。

1.2 计算机接口技术概述

1.2.1 接口的定义及功能

1. 接口的定义

接口是两个部件或两个系统之间的交接部分,具体指二者间的逻辑电路。计算机中涉及的接口包括 CPU 与 I/O 设备之间的接口、CPU 与存储器之间的接口以及计算机系统之间的接口等,其中 CPU 与 I/O 设备之间的接口被称为 I/O 接口。I/O 设备与 CPU 需要通过 I/O 接口进行连接,原因如下。

①速度不匹配:I/O 设备的工作速度要比 CPU 慢许多,并且不同种类的 I/O 设备在速度方面差异也很大,例如,硬盘的传输速度就要比打印机快很多。

②时序不匹配:通常 I/O 设备都有自己的定时控制电路,以自己的速度传输数据,无法与 CPU 的时序统一。

③信息格式不匹配:不同 I/O 设备存储和处理信息的格式不同,例如,传输格式可以分为串行和并行两种;存储格式可以分为二进制、ASCII 编码和 BCD 编码等。

④信号类型不匹配:不同 I/O 设备采用的信号类型不同,有些是数字信号,而有些是模拟信号。

2. 接口的功能

简单地说,接口的基本功能是在系统总线和 I/O 设备之间传输信息。为了能够准确无误地传输信息,通用接口应具备以下功能。

①寻址功能:接口要对送来的片选信号进行识别,从而判断接口是否被访问,如果受到访问,还要决定是接口中的哪个寄存器受到访问。

②输入/输出功能:接口要根据送来的读/写信号决定当前操作是输入还是输出操作,并且根据操作类型完成接收或发送数据的工作。

③数据转换功能:在输出数据时,接口要把 CPU 输出的并行数据转换成所连 I/O 设备可接收的格式;在输入数据时,把从 I/O 设备输入的信息转换成并行数据送往 CPU。

④联络功能:数据传输过程中,接口能够向 CPU 或 I/O 设备发出联络信号,指出接口的工作状态。例如,当接口把数据送到 I/O 设备以后,即向 CPU 发出空闲信号,表示已经完成

数据传输任务,可以进行下一次传输。

⑤中断功能:作为中断控制器的接口应该具有发送中断请求信号和接收中断响应信号,以及中断类型号的功能。此外,如果总线控制逻辑中设有中断优先级管理电路,那么接口还应具有中断优先权管理功能。

⑥复位功能:接口应能接收复位信号,从而重新启动接口及其所连接的 I/O 设备。

⑦编程功能:为了设定接口的工作方式和控制接口的工作过程,当前的大多数通用接口都具有编程功能。

⑧错误检测功能:通信过程易受到干扰而出现通信错误,并且干扰也有可能导致接口中某些部件不能正常工作,所以在接口设计中,常常要考虑错误的检测问题,当前多数可编程接口具有错误检测功能。

1.2.2 接口的组成

由于 I/O 设备种类繁多,特点各异,导致接口组成也不尽相同。虽然如此,不同种类的 I/O 接口却具有一些共性,都由一组端口和译码电路组成,它的基本结构如图 1-6 所示。

一般,接口中都包含一组寄存器,称它们为 I/O 端口,简称为端口(Port)。端口用来暂存信息,根据所存储信息种类的不同,端口分为数据端口、控制端口和状态端口。它们的功能如下。

①数据端口:用于存放来自 CPU 和存储器的数据或 I/O 设备送 CPU 和存储器数据。

②状态端口:用来存放 I/O 设备或接口本身当前工作状态。

③控制端口:用来存放 CPU 发出的控制 I/O 设备或接口执行具体操作的指令。

正如每个存储单元都有一个地址,每个端口也有一个地址与之对应,该地址称为端口地址。译码电路负责对 CPU 发出的地址信息进行译码,从而选中相应的端口。CPU 对 I/O 设备的读/写操作实际上就是对 I/O 接口中特定端口的读/写操作。数据端口一般是双向的,数据是输入还是输出取决于 CPU 发出的读/写控制信号。由于状态端口是只读的,控制端口是只写的,所以有时为了节省地址空间,可将这两个端口共用一个端口地址,再用读/写信号来确定是状态端口还是控制端口。

应该指出,输入/输出操作所用到的地址总是对端口而言,而不是对接口而言的。接口和端口是两个不同的概念,若干个端口加上相应的控制电路才构成接口。

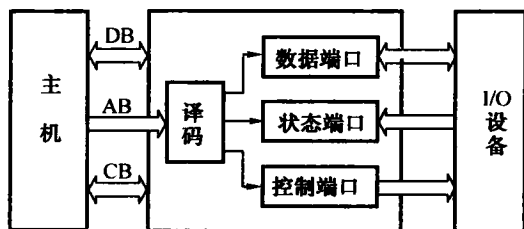


图 1-6 I/O 接口的基本结构

1.2.3 接口分类

根据组成接口的元件特点及其功能,可将接口分为固定式接口、半固定式接口、可编程接口和智能型接口四类。

1. 固定式接口

固定式接口指用 SSI 或 MSI 的 IC 逻辑芯片组成的接口电路,接口电路一经做成,其工作方式和功能就固定不变,是一种不可编程的接口电路,一般用于接口任务比较简单的场合。

2. 半固定式接口

半固定式接口是指采用 GAL 或 PAL 器件构成的接口电路。设计者仅根据接口电路设计要求,编写各种“与”“或”逻辑表达式,通过专门的编程软件和编程器,烧入到 GAL 或 PAL 器件中,就可以实现比较复杂的接口功能。由于采用这种器件的接口电路,其功能和工作方式可以通过改写内部的逻辑表达式加以改变,而逻辑表达式一旦烧入芯片,其功能和工作方式又能固定下来,因此,把它叫做半固定式结构。由于采用 GAL 器件设计的接口电路体积小、功能强,并且可以加密,应用日益广泛。

3. 可编程接口

随着接口功能的增强和集成度的提高,出现了大规模集成接口芯片。采用这种芯片构成的接口电路,其工作方式和功能可以通过编程方法加以改变,使用灵活,适应面广,而且种类繁多,能满足不同 I/O 设备的需要。

4. 智能型接口

若采用专门设计的 I/O 处理器(如 I8089)或通用单片机,就可以构成智能接口。由于这些芯片本身带有微处理器,因此,I/O 设备的全部管理功能都可由智能接口来完成,这样就使 CPU 从繁重的 I/O 设备管理工作中解脱出来,从而大大提高了系统的效率和数据吞吐量。

1.3 接口开发技术

接口的功能包括执行微处理器的命令,返回外设状态,选择设备,信号格式转换,数据缓冲等。上述功能的实现不仅需要硬件电路的支持,还需要相应的软件程序。因此,一个运行正确的接口,应由硬件和软件两部分组成。接口技术是指对接口硬件电路和控制软件设计技术的统称。

设计接口电路的基本方法是以硬件为基础,硬件和软件相结合,其中硬件电路一端连接 I/O 设备,另一端连接 CPU,将二者够成一个整体;控制软件即指设备的驱动程序。

一般来说,I/O 接口设计必须遵循以下原则:

- ①要为 I/O 接口合理分配端口地址和中断请求号等,避免与系统中其他设备产生冲突;
- ②要考虑 I/O 接口的功耗,避免系统总线出现过载的情况;
- ③I/O 接口电路卡的物理尺寸要符合标准;
- ④与系统数据总线相连的 I/O 接口引脚必须具有三态能力。

接口控制软件的组成包括以下几个。

- ①初始化程序段:设定接口的工作方式和初始状态。
- ②数据传送方式处理程序段:针对数据的传送方式,编写处理程序。例如,采用查询数

据传送方式,需要检测外设状态和接口状态的程序段;对于中断数据传送方式,有中断向量修改和中断处理的程序段;对于 DMA 数据传送方式,需要处理 DMA 传送操作有关的程序段。

③数据传送主程序段:通过数据接口,完成数据传送任务的程序段。

习 题

1. 计算机由哪几部分组成? 简述它们的功能。
2. 简述总线的种类及其特点。
3. 主要的计算机组成结构有哪两种,各自的特点是什么?
4. 简述计算机系统的组成及其软、硬件的层次结构。
5. 简述接口的定义和功能。
6. 接口开发技术包括哪两个方面的内容?