

兰州交通大学面向二十一世纪系列教材

杜丽霞 封志宏 编著
李积英 何 涛

微机原理与接口技术

WEIJI YUANLI YU JIEKOU JISHU



兰州大学出版社
LANZHOU UNIVERSITY PRESS

WEIJI YUANLI YU JIEKOU JISHU

责任编辑/张 仁
封面设计/赵 会

ISBN 978-7-311-02912-8



9 787311 029128 >

定价：32.00元

兰州交通大学面向二十一世纪系列教材

杜丽霞 封志宏 编著
李积英 何 涛

微机原理与接口技术



兰州大学出版社
LANZHOU UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书以 IBM-PC 系列微机为背景,介绍了微机原理、汇编语言、接口技术三部分内容。微机原理部分介绍了 80x86 的内部结构及工作原理、半导体存储器及其系统、微型机总线结构等。汇编语言部分讲述了指令系统、编程技巧。接口技术部分讲述了中断系统、中断控制器、并行接口、串行接口、DMA 控制器、定时器等常用芯片的硬件电路设计方法和软件编程控制方法。

本书选材适当,结构安排合理,既注重内容的系统性,也注重了内容的实用性和先进性。

本书可作为非计算机专业本科、计算机专业高职的教材,也可供学习和从事微机系统设计和应用的科技人员作为自学教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术/杜丽霞等编著. —兰州:兰州大学出版社, 2007. 1

ISBN 978-7-311-02912-8

I. 微… II. 杜… III. ①微型计算机—理论②微型计算机—接口 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 017333 号

微机原理与接口技术

杜丽霞 封志宏 李积英 何 涛 编著

兰州大学出版社出版发行

兰州市天水南路 222 号 电话:8617156 邮编:730000

E-mail: press@onbook.com.cn

http://www.onbook.com.cn

兰州交通大学印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16

印张:18.5

2007 年 1 月第 1 版

2007 年 1 月第 1 次印刷

字数:447 千字

印数:1~2000 册

ISBN 978-7-311-02912-8

定价:32.00 元

前 言

“微机原理与接口技术”是我国高校电子工程、自动控制、通信工程等专业的一门技术基础课程,其任务是使学生从应用的角度了解计算机的基本原理,从理论和实践中掌握微型机的基本组成、工作原理和接口设计方法,建立微机工作的整体概念,同时掌握汇编语言程序设计。目的是使学生了解基本的微机应用系统,并具有在此基础上进行软件、硬件设计开发的基本能力。

本书的主要特点是既体现最新的技术,又注重基础知识和实用技能。随着计算机的发展,各种微处理器、芯片也在不断发展,这些发展都建立在 8086/8088 和本书讲解的各种接口芯片的基础上,他们的基本结构和原理没有变,只是在速度、功能和专用性能上有所增强。根据微型计算机发展的特点,本书在微处理器一章中,从最基本的 8086/8088 微处理器入手,在此基础上分析从 80286 到 Pentium 微处理器的内部结构、工作方式及工作原理的发展变化,并把他们进行横向比较,使学生从简单的知识入手,由浅入深地学习,把握微型计算机发展的过程,掌握最新技术。指令系统一章介绍了与之对应的从 8086/8088 到 Pentium 微处理器的指令。为了扩展知识面,本书还介绍了流水线作业、闪速内存、缓冲存储器、存储器寻址方式等新的关键技术。在各种芯片的介绍中,我们采用了大量的程序实例,以便学生加深对芯片的了解。

全书由 9 章组成。第一章是对微型计算机基础知识的介绍。第二章为 80x86CPU 的结构及工作方式。第三章、第四章主要讲述指令系统、汇编语言和汇编程序。第五章讲述半导体存储器及其系统。第六章介绍微机接口和总线基础知识。第七章讲了中断系统及 8259A 中断控制器芯片。第八章讲解常用接口芯片及其编程方法。第九章讲述了微机常用外部设备及其接口技术。各章后面都有一定数量的习题,供读者练习用。

本书第一章、第二章和第九章由杜丽霞编写,第三章的第三节、第四节和第四章由李积英编写,第五章和第八章由封志宏编写,第三章的第一节、第二节和第六章、第七章由何涛编写。全书由杜丽霞统稿。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者提出宝贵意见。

编 者

2007 年 5 月于兰州交通大学

目 录

第 1 章 微型计算机基础知识	(1)
1.1 微型计算机的发展及应用概述	(1)
1.1.1 微型计算机的发展	(1)
1.1.2 微型计算机的应用	(2)
1.1.3 中央处理器的组成	(3)
1.1.4 微型计算机的组成	(4)
1.1.5 微型计算机的工作过程	(5)
1.1.6 微型计算机系统的组成	(8)
1.2 进制及码元	(9)
1.2.1 进制转换及计算	(9)
1.2.2 进制转换的一般方法	(9)
1.2.3 二进制数据的表示范围	(10)
1.3 码制及其转换	(10)
1.3.1 BCD 码	(10)
1.3.2 ASCII 码	(11)
1.3.3 汉字内码	(11)
1.3.4 原码、反码和补码	(11)
习题一	(13)
第 2 章 80x86 微处理器	(14)
2.1 8086/88 微处理器	(14)
2.1.1 8086/88 微处理器的结构及执行程序的操作过程	(14)
2.1.2 8086/88 的内部寄存器	(16)
2.2 8086/88 的引脚信号与工作模式	(20)
2.2.1 8086/88 的引脚信号	(20)
2.2.2 8086/88 的工作模式	(22)
2.3 8086/88 的总线操作时序	(27)
2.3.1 指令周期与总线周期	(27)

2.3.2	总线读操作时序	(28)
2.3.3	总线写操作时序	(30)
2.4	8086/88 存储器与 I/O 组织	(32)
2.4.1	8086/88 存储器的组织	(32)
2.4.2	存储器的分段管理	(33)
2.4.3	8086 的 I/O 组织	(35)
2.5	从 80286 到 Pentium 系列微处理器的发展过程	(36)
2.5.1	Intel 80286 微处理器的基本结构	(36)
2.5.2	Intel 80386 微处理器的基本结构	(38)
2.5.3	Intel 80486 微处理器的基本结构	(42)
2.5.4	Intel Pentium 微处理器	(44)
习题二		(47)
第 3 章	8086/88 指令系统	(48)
3.1	8086/88CPU 的指令格式	(48)
3.1.1	指令构成	(48)
3.1.2	指令格式	(48)
3.2	8086/88CPU 指令的寻址方式	(50)
3.2.1	立即数寻址	(50)
3.2.2	寄存器寻址	(50)
3.2.3	存储器寻址	(51)
3.2.4	端口寻址	(54)
3.3	指令系统	(54)
3.3.1	数据传送指令	(55)
3.3.2	算术运算指令(Arithmetic)	(59)
3.3.3	逻辑运算与移位指令	(70)
3.3.4	串操作指令	(73)
3.3.5	控制转移指令	(77)
3.3.6	处理器控制指令	(83)
3.4	80x86 扩充与增加的指令	(84)
3.4.1	80286 扩充与增加的指令	(85)
3.4.2	80386 扩充与增加的指令	(89)

3.4.3 80486 扩充的指令	(94)
3.4.4 Pentium 扩充的指令	(94)
习题三	(95)
第4章 汇编语言程序设计	(98)
4.1 概述	(98)
4.2 汇编语言源程序的格式	(99)
4.2.1 名字项	(99)
4.2.2 操作项	(100)
4.2.3 操作数项	(107)
4.2.4 注释项	(111)
4.3 汇编语言程序设计方法	(111)
4.3.1 汇编语言程序设计的基本步骤	(112)
4.3.2 汇编语言程序设计的基本方法	(113)
4.4 DOS 与 BIOS 功能调用	(127)
4.4.1 DOS 功能调用	(127)
4.4.2 ROMBIOS 中断调用	(130)
4.5 汇编语言程序的编辑、汇编、连接与调试	(132)
4.5.1 编辑、汇编与连接	(132)
4.5.2 汇编语言程序调试	(134)
习题四	(138)
第5章 存储器系统	(140)
5.1 概述	(140)
5.1.1 存储器分类	(140)
5.1.2 半导体存储器的主要技术指标	(141)
5.1.3 微机系统中存储器的分级结构	(142)
5.1.4 存储器的系统结构	(143)
5.2 随机读写存储器 RAM	(144)
5.2.1 静态 RAM	(144)
5.2.2 动态 RAM	(146)
5.3 只读存储器 ROM	(148)
5.4 存储器与 CPU 的连接	(152)

5.4.1	连接中要考虑的问题	(152)
5.4.2	存储器地址分配及译码	(152)
5.4.3	存储器与 CPU 的连接	(153)
5.5	80x86 的存储系统	(156)
5.5.1	8086 存储系统	(156)
5.5.2	80x86 扩展存储器及其管理	(156)
习题五		(159)
第 6 章 输入/输出接口与总线		(160)
6.1	I/O 接口概述	(160)
6.1.1	I/O 接口的主要功能	(160)
6.1.2	I/O 接口的结构及分类	(161)
6.1.3	I/O 接口的编址方法	(162)
6.2	各种数据传送机制及接口	(164)
6.2.1	无条件传送方式及其接口	(164)
6.2.2	查询传送方式及接口	(165)
6.2.3	中断传送方式	(168)
6.2.4	DMA 传送方式	(170)
6.3	I/O 处理机方式	(171)
6.4	总线	(172)
6.4.1	总线的特点和规范	(172)
6.4.2	系统总线	(173)
6.5	通信总线	(180)
6.5.1	RS-232C 总线	(180)
6.5.2	IEEE-488 总线	(181)
6.5.3	SCSI 总线	(184)
习题六		(187)
第 7 章 中断系统		(189)
7.1	概述	(189)
7.1.1	中断的基本概念	(189)
7.1.2	中断源	(190)
7.1.3	中断过程	(190)

7.1.4	中断优先级	(192)
7.1.5	中断嵌套	(194)
7.2	8086/88 的中断系统	(195)
7.2.1	外部中断	(195)
7.2.2	内部中断	(197)
7.2.3	中断向量表	(198)
7.2.4	中断响应过程与时序	(199)
7.3	中断控制器 8259A	(201)
7.3.1	8259A 的结构及功能	(201)
7.3.2	8259A 的工作方式	(205)
7.3.3	8259A 的编程	(207)
7.3.4	8259A 的级联	(212)
7.3.5	8259A 的应用	(213)
7.4	中断接口技术	(215)
7.4.1	中断源的接口设计	(215)
7.4.2	中断服务程序的编制	(216)
7.4.3	中断服务程序的装载	(217)
习题七		(219)
第 8 章 微机常用接口电路		(220)
8.1	定时器 / 计数器 8253	(220)
8.1.1	概述	(220)
8.1.2	定时与计数	(221)
8.1.3	定时/计数器芯片 Intel8253	(221)
8.1.4	8253 的初始化编程及应用	(228)
8.2	可编程并行接口芯片 8255A	(231)
8.2.1	概述	(231)
8.2.2	8255A 的编程结构	(232)
8.2.3	8255A 的编程及应用	(237)
8.3	可编程串行接口芯片 8251A	(242)
8.3.1	串行接口与通信概述	(242)
8.3.2	可编程串行接口芯片 8251A	(245)

8.3.3	8251A 的编程及应用	(249)
8.3.4	通用串行接口标准	(254)
8.4	DMA 控制器 Intel8237	(255)
8.4.1	DMA 概述	(255)
8.4.2	Intel 8237 的性能概述	(256)
8.4.3	8237 的内部组成与结构	(257)
8.4.4	8237 的工作周期	(258)
8.4.5	8237 的外部结构	(259)
8.4.6	8237 的工作方式	(260)
8.4.7	8237 的 DMA 传输类型	(261)
8.4.8	8237 各个通道的优先级及传输速率	(262)
8.4.9	8237 的内部寄存器组	(262)
8.4.10	8237 的编程及应用	(266)
习题八		(272)
第 9 章 常用输入输出设备及其接口		(274)
9.1	CRT 显示器	(274)
9.2	打印机接口	(279)
9.2.1	串行接口总线	(279)
9.2.2	并行接口总线	(279)
9.2.3	打印机适配器	(281)
9.3	常用输入设备接口	(281)
9.3.1	键盘	(281)
9.3.2	鼠标	(283)
9.3.3	图形板和画笔	(285)
参考文献		(286)

第 1 章 微型计算机基础知识

1.1 微型计算机的发展及应用概述

自 1946 年世界上第一台电子计算机问世以来,计算机科学与技术得到了高速发展。电子计算机的产生和发展是 20 世纪最重要的科技成果之一。到今天为止,电子计算机的发展已经历了由电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机到大规模集成电路、超大规模集成电路计算机的四代更替。未来的计算机将是半导体技术、光学技术和电子仿生技术相结合的产物。由于超导器件、集成光学器件、电子仿生器件和纳米技术的迅速发展,将出现超导计算机、光学计算机、纳米计算机、神经计算机和人工智能计算机等,新一代计算机将着眼于机器的智能化,使之具有逻辑推理、分析、判断和决策的功能。目前,已经有了第五代“非冯·诺伊曼”计算机和第六代“神经”计算机的研制计划。

计算机按其性能、价格和体积可分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机。微型机诞生于 20 世纪 70 年代,一方面是由于当时军事、工业自动化技术的发展,需要体积小、功耗低、可靠性好的微型计算机;另一方面,由于大规模(LSI)和超大规模集成电路(VLSI)的迅速发展,可以在单片硅片上集成几千到几十万个晶体管,为微型机的产生打下了坚实的物质基础,引发了新的技术革命。微型计算机一经问世,就以不可阻挡的势头迅猛发展,成为当今计算机发展的一个主流方向。当前,微型计算机的应用已日益普及,深入到社会生活的各个领域,改变了人们传统的工作、学习和生活方式,成为信息时代的主要标志。

1.1.1 微型计算机的发展

所谓“微型计算机”是指:以大规模、超大规模为主要部件的微处理器作为核心,配以存储器、输入/输出接口电路及系统总线的计算机系统。

1971 年,美国 Intel 公司研制出了 4 位 4004 微处理器芯片。该芯片能同时处理 4 位二进制数,集成了 2300 个晶体管,每秒可进行 6 万次运算,成本约为 200 美元。它是世界上第一个微处理器芯片,以它为核心组成的 MCS-4 计算机,标志着世界上第一台微型计算机的诞生。

从那时起,短短 20 多年的时间,微型计算机的发展经历了五代。我们一般以字长(计算机能同时处理的二进制的位数)和典型的微处理器芯片作为各阶段的标志。

第一代(1971—1973)是 4 位和低档 8 位微机。代表产品是美国 Intel 公司 4004 微处理器及由它组成的 MCS 微型计算机。

第二代(1974—1978)是中高档 8 位微机,以 Intel8080/8085 和 Motorola 公司的 MC6800 及美国 Zilog 公司的 Z80 等为 CPU 的微型机为典型代表。

第三代(1979—1981)是 16 位微机,如以 8086、80286、Z8000 和 MC68000 为 CPU 的微型机。为与原 8 位机相衔接,方便 8 位机用户,Intel 公司还推出了 8088CPU,其指令系统完全与 8086 兼容,内部仍然为 16 位的功能结构,而外部数据总线是 8 位。IBM 公司以 8088CPU 组成了微型机系统 IBM PC 和 IBM PC/XT,其中 XT(Expanded Technology)的意思为扩展。它扩充了前者的内存,并增加了一个硬磁盘驱动器,在其他方面二者并没有什么区别。进一步,Intel 公司以 80286CPU 为基础,IBM 公司推出了 IBM PC/AT 计算机,其中 AT(Advanced Technology)的意思为增强。它进一步提高了 PC 机总体性能。IBM PC/XT/AT 统称为 IBM PC 系列微机。上面提到的 8088 微处理器芯片将是本书介绍的主要对象。

第四代(1982—1992)是 32 位微机,典型的 CPU 产品有 80386 和 MC68020。之后 Intel 公司又推出了 80486 微处理器。

第五代(1993 年以后)是 64 位微机。1993 年 3 月 Intel 公司推出了当前最先进的微处理器芯片——64 位的 Pentium,该芯片采用了新的体系结构,其性能大大高于 Intel 系列的其他微处理器,给微处理器体系结构和 PC 机的性能引入了全新的概念。

最近,美国 AMD 公司宣布已开发生产出主频速度为 1000MHz 的 CPU,它将把微型机的应用(如网络技术、多媒体技术)带进一个新的时代。

1.1.2 微型计算机的应用

微型计算机具有体积小、价格低、工作可靠、使用方便等特点,主要用于以下两个方向:

1. 数值计算、数据处理及信息管理

这一应用方向包括了工程计算、图形图像处理、计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助教育(CAI)、文字图表处理、数据库管理及家庭娱乐等。从事这类工作的微型计算机,要求有较快的速度、较高的运算精度、较大的内存容量和较完备的输入/输出设备。此外,还要求为用户提供友好的操作界面和方便快捷的维护手段,其典型代表是 PC 机。

PC(Personal Computer)机是面向个人单独使用的一类微机。当今微机的许多指标,如存储容量、运行速度等已经赶上或超过了原来的小型机,可以满足各种不同的应用场合。许多大的软件公司开发了强大友好的微机操作系统、各种各样的开发工具和支持应用软件。在操作系统方面,比较著名的有美国 Microsoft 公司开发的 Windows 图形界面操作系统、Novell 公司开发的 Netware 局部网络操作系统和 Apple 公司开发的 Macintosh;在支持应用软件方面,比较著名的有 Office 办公应用套件、Oracle 关系数据库管理系统、Visual Basic 开发工具、AutoCAD 计算机辅助设计软件、Photoshop 平面图像处理软件、3D Studio 三维动画处理软件、Authorware 多媒体制作工具和 Navigator 网络浏览器等。

现行的 PC 机大多配备多媒体功能,使得一机多能,操作起来声图并茂,令人赏心悦目,成为学习娱乐的有利工具。随着计算机网络应用的普及,有越来越多的 PC 机联网,以便共享网络资源。一些厂家还推出了网络 PC 机(Network PC)和网络计算机 NC(Network Computer)的想法和产品,其特点是面向网络应用,所以结构相对简单,价格也比较低廉,但要更多的依赖网上资源,仅限于网上使用。

2. 过程控制及智能化仪表

应用这一方向的主要是一些专用微机,如工业 PC 机、STD 总线工控机及 8/16 位微处

理器芯片或单片微控制芯片构成的各种目标系统。对控制类微机,重点要求其抗干扰能力强,并能适应恶劣的环境,确保能长时间稳定的工作;同时也要求其实时性好,即对各种随机事件的处理速度要快。

由于一般控制场合对运算精度的要求不是很高,所以直接担任前端测控任务的多是一些4位机、8位机和16位机,如果测控的同时兼作数据处理,对运算精度的要求则更高一些,以16位机为例,其整数运算精度可达65535分之一,已能满足多数要求。在控制类产品中,以Intel公司MCS-48、MCS-51系列为代表的8位单片机和以MCS-96系列为代表的16位单片机占据了很大的市场份额。

1.1.3 中央处理器的组成

中央处理器(CPU)是计算机中最重要的组成部分(它在微型计算机中也称为微处理器),它主要由运算器和控制器两大部分组成。

1. 运算器

运算器是计算机中加工和处理数据的功能部件,主要包括两个功能:一是对数据的加工处理,主要包括算术运算和逻辑运算,如加、减、乘、与、或、非运算等,这是运算器的重要功能,这些功能是通过运算器内部的算术逻辑单元(ALU)来完成的;二是暂时存放参与运算的数据和某些中间结果,通常是通过与ALU相连的寄存器组来实现的。例如,在ALU进行运算时,其数据一个来自数据寄存器I,另一个来自数据寄存器II,ALU对这两个输入的数据进行算术或逻辑运算,运算结果再存入数据寄存器I中。如图1.1.1所示。

寄存器组包括多种类型的寄存器,其中累加器是寄存器组中最繁忙的寄存器,在进行算术运算和逻辑运算时,它具有双重功能:运算前用来保存一个操作数,运算后用来保存算术或逻辑运算的结果。数据寄存器是通过数据总线向存储器或输入/输出设备送(称为写)或取(称为读)数据的暂存单元。

2. 控制器

控制器是计算机内“指挥”与控制整台计算机各个功能部件协同工作、自动执行计算机程序的功能部件,它要

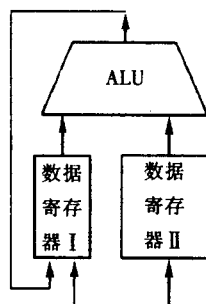


图 1.1.1 ALU 结构示意图

给出控制整台机器各功能部件正常运行所需要的全部信号。它由程序计数器(IP)、指令寄存器(IR)、指令译码器(ID)和时序信号产生(微控制存储器)部件组成。指令寄存器(IR)用来保存当前正在执行的一条指令。指令译码器(ID)是对指令的操作码进行译码,以便确定所要求的操作。在后面将要讲到的指令系统一章中,将会了解到一条指令可分为操作码和操作数两部分,操作码是告诉计算机该条指令执行什么样的操作,根据对操作码的译码发出相应的操作命令,而操作数是参与运算或进行传递的。为了保证程序能够连续执行下去,CPU必须具备一定的手段来确定下一条指令所在内存单元的地址。程序计数器正是起这个作用的,所以通常又称为指令指针计数器。在程序开始执行前,必须将程序所在内存单元的首地址送入程序计数器,每执行完一条指令,程序计数器自动加1,指向下一条指令所在单元的地址。若遇到转移指令,则指向目标程序第一条指令所在的单元地址。指令译码器

把指令的操作码翻译成机器可识别的命令信号。把经指令译码器所产生的命令信号送入时序信号产生部件,并将命令翻译成微程序(简称微码),再加上时序信息,就可生成控制整个计算机各部件工作的时序控制信号。如果时序信号产生部件不是微控制存储器,而是组合逻辑电路,我们称之为硬线逻辑。由硬线逻辑产生时序逻辑控制信号的计算机比由微控制存储器产生时序控制信号的计算机工作速度快。

1.1.4 微型计算机的组成

微型计算机由微处理器、存储器、输入/输出接口构成,它们之间由系统总线连接起来,如图 1.1.2 所示。

1. 微处理器

整个微机的核心是微处理器,它是采用大规模集成电路技术做成的芯片,芯片内集成了控制器、运算器和若干高速存储元件寄存器。微处理器负责对系统的各个部件进行统一协调和控制。

2. 存储器

计算机是一个数据处理机,它靠机内存储的程序和数据来控制执行,存储器(Memory)就是存放程序和数据部件。微机上的存储器分为主存和辅存两部分,当前它们主要由半导体存储器和磁盘、光盘存储器等分别构成。主存造价高、速度快但容量小,主要用于存放当前正在运行的程序和正待处理的数据。主存位于主机内的主板上,CPU 可以通过总线直接对其中的数据进行存取,因而也被称为“内存”。辅存造价低、容量大,信息可长时间保存,但速度慢,主要用来存放暂不运行的程序和暂不处理的数据。辅存被安装在主机箱内或主机箱外,CPU 通过 I/O 接口对它进行存取,因而也称“外存”。

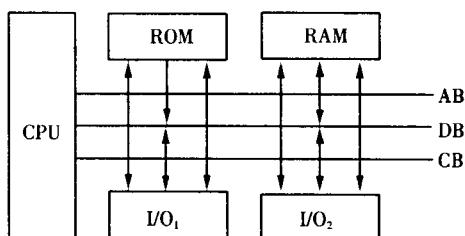


图 1.1.2 微型计算机的基本结构

3. I/O 设备和 I/O 接口

I/O 设备是指微机上配备的输入/输出设备,也称外部设备或外围设备(简称外设),其功能是为微机提供具体的输入输出手段。

微机上配备的标准的输入输出设备一般指键盘和显示器,两者又合称为控制台。此外,还可配备鼠标器、打印机、绘图仪、扫描仪等 I/O 设备。

由于各种外设的工作速度、驱动方式差别很大,无法与 CPU 直接匹配,所以不可能把它们简单连接到系统总线,而需要有一个接口电路来充当它们和 CPU 间的桥梁,通过该电路来完成信号的转换、数据的缓冲、与 CPU 联络等工作。在微机系统中,较复杂的 I/O 接口电路一般都做在一块独立的电路板上,这种电路板又被称为“卡”(Card),由卡的一侧引出连接外界的插座,另一侧则做成插入端,只要将此端插入总线槽(I/O 通道)就等于将此卡连到了系统总线上。

4. 系统总线

所谓“总线”,是指传递信息的一组公用导线。系统总线(System Bus)是指从处理器引出的若干信号线,CPU 通过它们与存储器和 I/O 设备进行信息交换。系统总线一般可分为三组: