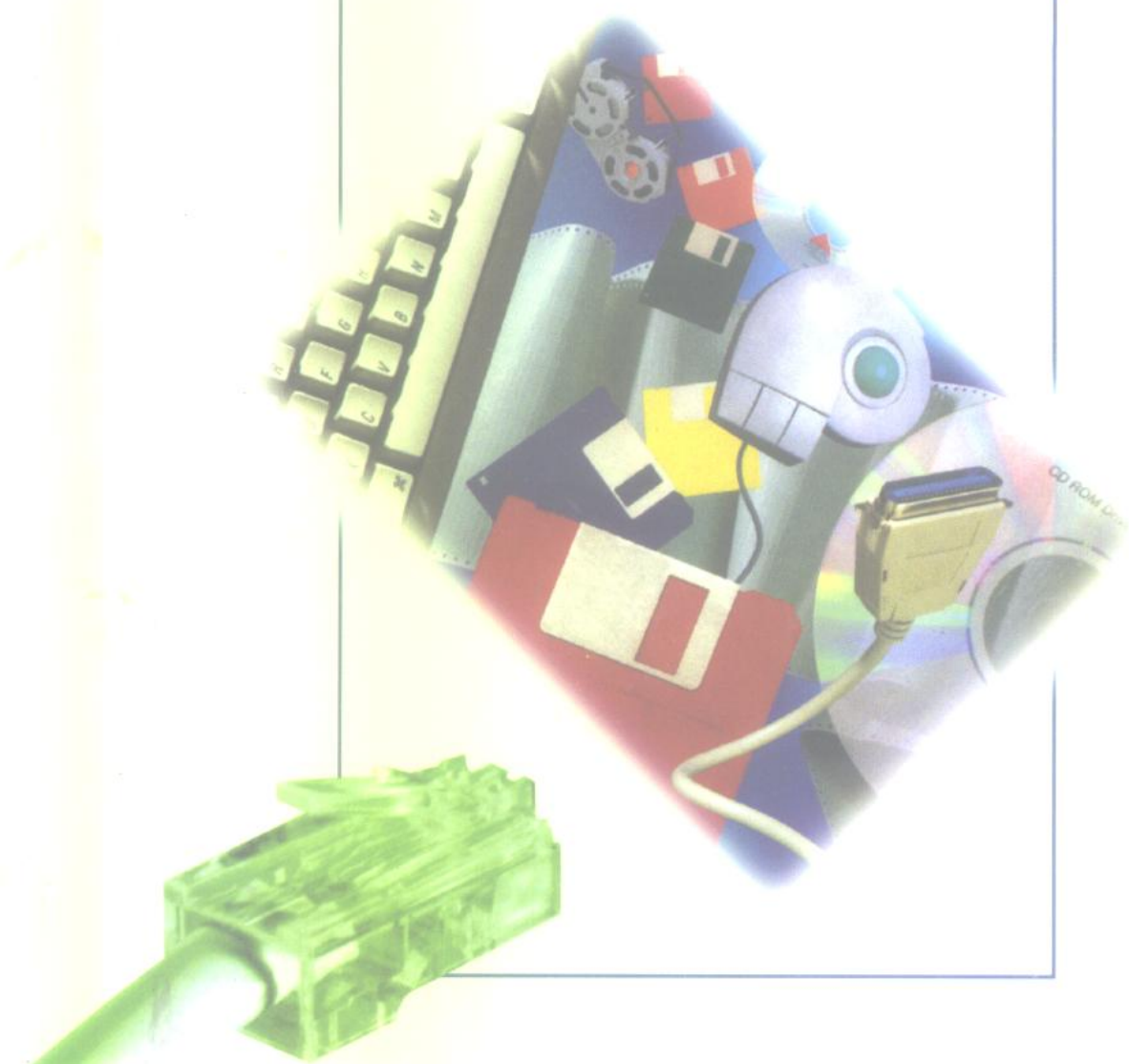


微机接口与应用

王正洪 周振环 主编



中国石化出版社

TP364

W43

462484

微机接口与应用

王正洪 周振环 主编

7

中国石化出版社

内 容 简 介

本书全面介绍了微机接口及其应用。全书共分六章,涉及过程通道、人-机接口、串行接口、总线技术、多媒体接口和智能接口等。内容上既有传统接口的介绍,又有一些比较新型的接口器件及技术;写法上既有原理分析与设计方法介绍,又结合实际给出应用实例。因此,新颖性和实用性是本书的特色。

全书各章都附有思考题,可以作为高等院校电气信息类、机电类各专业本科生的教材或教学参考书,也可以供从事微型机开发和应用的科技人员及广大电脑爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

微机接口与应用/王正洪,周振环主编. —北京:中国石化出版社. 2000
ISBN 7-80043-924-0

I. 微… II. ①王… ②周… III. 微型计算机-接口 IV. TP364.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 02745 号

JS159/16

中国石化出版社出版发行

北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271859

<http://press.sinopec.com.cn>

东远先行彩色图文中心排版

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 16.25 印张 416 千字印 1-2000

2000 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月第 1 次印刷

定价:23.00 元

前 言

随着大规模和超大规模集成电路技术的飞速发展,微型机的应用已渗透到工业过程控制、智能化仪器仪表、家用电器、办公自动化等有关科技领域。微机应用离不开接口,接口技术已日益成为直接影响微机系统功能和微机推广应用的关键技术。

迄今为止已有不少微机接口原理及其应用方面的书籍问世,但与已经出版的微机接口类书籍相比,本书的特点是新颖和实用。本书内容丰富,既有传统的接口介绍,又介绍了一些新型的接口器件及技术,例如红外触摸屏接口、多媒体接口、现场总线接口及智能接口等;本书注意面向应用,既有原理分析与设计方法介绍,又结合实际给出应用例子,因此不失为一本比较好的教材和参考书。

本书共分六章。

第一章概论,介绍了接口的基本概念,对接口的功能、分类、寻址和控制方式进行了讨论,介绍了输入输出数据传递方式,并分析了微机控制系统的组成。

第二章过程通道,是接口技术中的重点内容之一。本章从微机在测控系统中担负实时数据检测和实时控制的双重任务出发,以微机与生产过程之间进行信息传递和变换的连接通道为线索,介绍了测量放大技术及芯片、模拟多路开关、模拟量输入输出通道、开关量输入输出通道,并介绍了抗干扰设计方法,最后给出了一个输入输出的编程实例,内容比较深入和具体。这一章还介绍了专用数字信号处理器接口。

第三章人-机接口,涉及键盘接口、视频显示接口、LCD 接口、打印机接口、扫描仪接口和红外触摸屏接口。这一章较多地注意了目前比较新的接口技术及其应用、内容翔实,是同类书籍中不多见的。

第四章串行接口,涉及串行接口及通信技术,在介绍串行通信原理及芯片的基础上,给出了编程实例。

第五章总线技术,重点介绍了 ISA 总线、PCI 局部总线、STD 总线、IEEE - 488 接口总线和 SCSI 接口总线。最后就目前自动化领域中十分热门的现场总线,简要介绍了现场总线的概念和几种比较重要的总线类型。

第六章多媒体接口及智能接口,介绍了光盘接口技术、声音卡接口技术、视频压缩与解压接口技术,最后给出目前实用的微机多媒体应用编程接口。智能接口部分介绍了汉字识别、汉语语音识别与合成、图像处理与识别等,这部分内容属于人-机接口的前沿课题,本书在这方面的介绍比一般教科书进了一步,以便使读者有一个更为深入的了解。整章内容比较新颖,也是同类教科书中少见的。

本书由王正洪、周振环主编。各章执笔人员如下:第一章周振环,第二章王正洪、周振环、朱正伟,第三章朱正伟,第四章马正华,第五章王正洪,第六章王正洪、周正伟、马正华,周金海曾对第六章的编写给予帮助。全书经华东理工大学吴勤勤教授指导和审阅。

由于编者水平有限,错误和不足之处在所难免,望读者提出宝贵意见。

目 录

第一章 概论	1
1.1 接口的基本概念	1
1.1.1 接口的功能	1
1.1.2 接口的分类	2
1.1.3 接口的端口寻址	3
1.1.4 接口控制方式	4
1.2 输入/输出数据传递方式	9
1.2.1 输入/输出的定时和协调	9
1.2.2 并行和串行输入/输出方式	10
1.3 微机控制系统的组成	11
1.3.1 硬件组成	12
1.3.2 软件组成	13
1.3.3 微机控制系统和典型结构	13
复习思考题	15
第二章 过程通道	16
2.1 输入/输出过程通道概述	16
2.2 模拟信号放大技术	16
2.2.1 常用运算放大器	16
2.2.2 测量放大器	17
2.2.3 程控增益放大器	19
2.2.4 隔离放大器	22
2.3 模拟多路开关与采样保持器	23
2.3.1 模拟多路开关的原理与分类	23
2.3.2 模拟多路开关的芯片及其应用	25
2.3.3 采样保持器的作用原理	28
2.3.4 集成采样保持器芯片及其应用	30
2.4 D/A 转换器接口技术	32
2.4.1 D/A 转换器的主要技术指标	32
2.4.2 D/A 转换器集成芯片及选择要点	33
2.4.3 D/A 转换器与微机接口设计	35
2.5 A/D 转换器接口技术	38
2.5.1 A/D 转换器的主要技术指标	38
2.5.2 A/D 转换器集成芯片及选择要点	39

2.5.3 A/D 转换器与微机接口设计	41
2.6 模拟量输入通道	45
2.6.1 模拟量输入通道的基本组成	45
2.6.2 模拟量输入通道与基本技术要求	45
2.6.3 模拟量输入信号处理技术	47
2.6.4 数字信号处理	53
2.7 模拟量输出通道	63
2.7.1 模拟量输出通道的基本组成结构	64
2.7.2 模拟量输出保持器	64
2.8 开关量输入和输出通道	65
2.8.1 开关量输入通道	65
2.8.2 开关量输出通道	66
2.9 过程通道抗干扰设计	67
2.9.1 开关量输入/输出通道的抗干扰	67
2.9.2 模拟量输入/输出通道的抗干扰	69
2.9.3 传输长线的抗干扰	72
2.9.4 其它抗干扰方法简介	76
2.10 输入/输出通道编程实例	78
2.10.1 概述	78
2.10.2 主要技术指标	78
2.10.3 工作原理及控制字	78
2.10.4 使用与操作	79
2.10.5 编程实例	81
复习思考题	84
第三章 人 - 机接口	85
3.1 接口概述	85
3.2 键盘接口	85
3.2.1 键盘工作的基本原理	85
3.2.2 PC 扩展键盘接口	88
3.2.3 键盘中断与键盘输入/输出功能	94
3.2.4 键盘应用编程举例	99
3.3 视频显示接口	101
3.3.1 显示适配器	101
3.3.2 视频显示的工作原理	103
3.3.3 视频显示接口逻辑	109
3.3.4 CGA 卡编程举例	113
3.3.5 视频技术的发展和现状	116
3.4 LCD 接口	117
3.4.1 LCD 介绍	117

3.4.2	LCD 接口设计	120
3.4.3	LCD 驱动子程序	120
3.5	打印机接口	122
3.5.1	打印机接口电路的特点	122
3.5.2	打印数据传输编程	125
3.5.3	打印机输入/输出程序及应用	128
3.6	扫描仪基本原理及应用开发	130
3.6.1	概述	130
3.6.2	扫描仪的基本原理	131
3.6.3	扫描仪的应用开发	133
3.7	红外触摸屏原理与接口	140
3.7.1	概述	140
3.7.2	触摸屏的类型	140
3.7.3	触摸屏特点	141
3.7.4	触摸屏的用途	141
3.7.5	红外触摸屏工作原理	142
3.7.6	红外式触摸屏编程指南	143
	复习思考题	149
第四章	串行接口	150
4.1	串行接口和串行通信	150
4.1.1	串行接口	150
4.1.2	串行通信涉及的几个问题	150
4.2	串行接口的一般结构	158
4.2.1	异步串行 I/O 接口的典型结构	158
4.2.2	同步串行 I/O 接口的典型结构	161
4.3	串行接口 Intel8251 及应用	162
4.3.1	8251 的基本性能	162
4.3.2	8251 的结构和引脚	162
4.3.3	8251 的编程	166
4.3.4	8251 编程举例	168
4.3.5	8251 的使用实例	171
4.4	IBM PC 机异步串行通信接口	173
4.4.1	8250 的组成	174
4.4.2	8250 的编程	176
4.4.3	8250 的初始化示例	180
	复习思考题	181
第五章	总线技术	182
5.1	总线概述	182

5.1.1	总线的功能与分类	182
5.1.2	系统总线的发展演变	183
5.1.3	总线规范及其性能指标	185
5.1.4	总线使用中的几个问题	185
5.2	PC 系统总线	186
5.2.1	ISA 总线	186
5.2.2	EISA 总线	188
5.3	PCI 局部总线	189
5.3.1	PCI 局部总线及其系统结构	189
5.3.2	PCI 局部总线信号线	190
5.3.3	PCI 局部总线的主要特点	192
5.3.4	PCI 设备的配置空间	193
5.4	STD 总线	194
5.4.1	STD 总线的特点	194
5.4.2	STD 总线信号线	195
5.5	IEEE-488 接口总线	197
5.5.1	IEEE-488 接口总线概述	197
5.5.2	IEEE-488 接口总线信号	198
5.5.3	IEEE-488 接口总线命令	201
5.6	SCSI 接口总线	201
5.6.1	SCSI 系统结构	202
5.6.2	SCSI 总线信号	202
5.6.3	SCSI 总线操作	203
5.7	现场总线简介	203
5.7.1	现场总线概述	203
5.7.2	现场总线标准	205
	复习思考题	208
第六章	多媒体接口与智能接口	209
6.1	光盘接口技术	209
6.1.1	光盘的种类	209
6.1.2	CD-ROM 驱动器	217
6.1.3	CD-R 驱动器	222
6.2	声音卡接口技术	226
6.2.1	声音的基本概念及数字化	226
6.2.2	声音信息的压缩编码	228
6.2.3	音乐的合成——MIDI	230
6.2.4	声音卡	233
6.3	视频的压缩与解压接口技术	234
6.3.1	图形与图像的概念	234

6.3.2 数字 Video 信息的获取	236
6.3.3 静态图像压缩标准 JPEG	238
6.3.4 动态图像压缩标准 MPEG	238
6.4 多媒体应用编程接口介绍	239
6.4.1 MCI (多媒体控制接口)	239
6.4.2 DDE 和 OLE	241
6.4.3 DLL	242
6.5 智能接口	242
6.5.1 智能接口概述	242
6.5.2 汉字识别	243
6.5.3 汉语语音识别与合成	246
6.5.4 图像处理与识别	250
复习思考题	252

第一章 概 论

微型计算机的核心是中央处理器(简称 CPU),它与存储及输入/输出设备的相连都以接口来实现,前者称之为存储器接口,后者称之为输入/输出接口(简称 I/O 接口)。而习惯上把 CPU 和存储器合称为主机,接口则专指输入/输出接口。

本章将先叙述接口的功能、端口编址方式、I/O 控制方法等基本概念,再叙述输入/输出数据传递方式及微机控制系统的组成。

1.1 接口的基本概念

1.1.1 接口的功能

图 1-1 给出了一个典型的微型计算机系统框图,各种外部设备通过接口连接到主机的数据、地址、控制三种总线上,从而构成了一个完整的微型计算机系统。

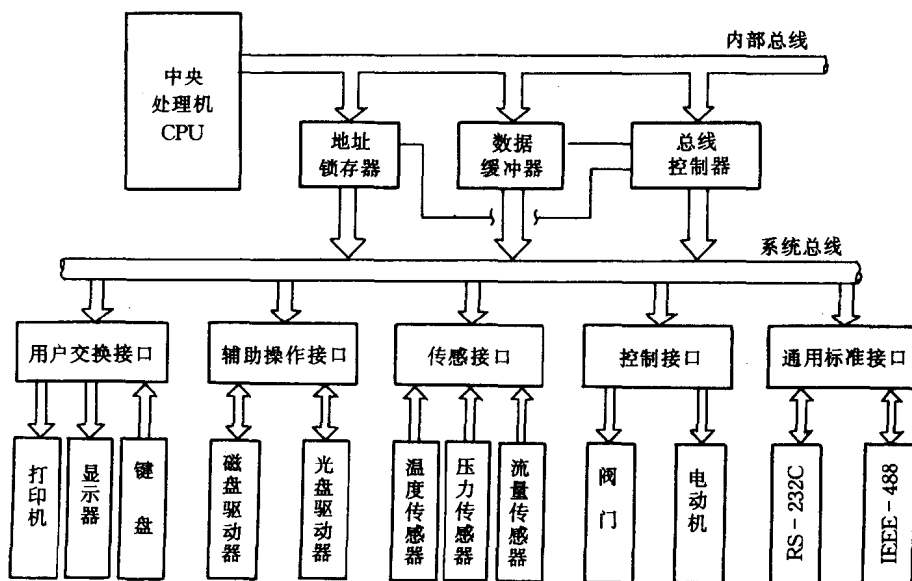


图 1-1 典型的微机系统

外部设备与主机之间之所以需要以接口来连接,是因为设备与主机在数据交换时存在着许多不相匹配之处:

1. 速度的不相匹配

外部设备的工作速度通常比微处理器慢,由于设备种类不同,其速度的差异甚大。如串行打印机每秒仅能传输 100 多个字符,而 CD-ROM 驱动器则每秒能传输 1.2 兆位数据。

2. 时序的不相匹配

通常,外部设备的信息处理都有自身的定时控制电路,以其自身的速率传输数据,无法与微处理器的时序取得同步。

3. 信息格式的不相匹配

在不同的外部设备上,存储和处理信息的格式并不相同。有并行或串行之分,也有二进制或 ASCII 编码或 BCD 编码之分。这些信息格式比微处理机内部的数据格式复杂得多。

4. 信息类型与电平的不相匹配

不同的外部设备其信号类型也不同,或是数字电压,或是连续电流,或是其它模拟量。而且,信号的电平幅值也不一。显然,这些信号的类型与电平和微处理器内部的信号很难相匹配。

接口的存在使有着诸多不相匹配的微处理器与外部设备间的数据传输成为可能,并使多种外部设备有序地运行,这是因为接口有着如下的功能:

- ① 设置地址译码和设备选择逻辑,以保证微处理器按照预定的路径访问选定的外部设备。
- ② 设置设备控制及监控逻辑,以保证接受微处理器输出的命令和参数,按指定的命令控制设备完成相应的操作,并将指定设备的工作状态返回给微处理器。
- ③ 设置数据的寄存、缓冲逻辑,以适应微处理器和外部设备两者速度之差异。它们通常由若干个寄存器或 RAM 芯片组成,若 RAM 容量足够大,则在某些接口上可实现批量数据的传输。
- ④ 设置信息格式相容性转换逻辑,以满足两者各自对数据格式的要求,如串行转换为并行,或并行转换为串行。
- ⑤ 设置电气性能的适配逻辑,以确保两者的电路按各自要求的信号类型和电平工作,如电平转换驱动器,或数/模、模/数转换器等。
- ⑥ 设置时序控制异步逻辑,以实现两者间异步传输的规程,满足双方各自对时序的要求。通常以“握手应答”的方式来确保微处理器与外部设备操作的同步。
- ⑦ 设置中断、DMA 控制逻辑,以保证中断、DMA 允许的情况下,产生中断、DMA 请求信号,并在接受到中断、DMA 应答之后,实施对设备的中断,并以 DMA 方式传输数据。

上述功能中的前三项是每个输入/输出接口所必须具备的,即通常所说的命令端口、状态端口和数据端口,这三个端口是实现数据输入/输出操作所必需的。后四项功能并非所有接口都具备,因设备功能不同而异。

早期的接口,其实就是在 CPU 和外部设备之间设置简单的逻辑电路。后来逐步发展成为独立的接口电路、接口芯片,甚至是设备控制器。它们的功能越来越强,而电路也越来越复杂。

基于现代化集成技术及计算机技术的发展,目前的接口几乎都是中、大规模集成芯片,并且是可编程的,还具有较好的通用性,即通过改变控制字可使芯片工作在不同方式,同一芯片能管理不同外设和管理多台外设,CPU 只需写入少量的命令,其余的事情均可由接口芯片独立完成。因此可实现实时、多任务、并行操作。

接口技术的发展趋势是大规模和超大规模芯片,并向智能化、技术化、系列化和一体化方向发展。另外,随着多媒体、超媒体技术的出现,相应的接口器件也正不断涌现。

1.1.2 接口的分类

输入/输出接口按与其相连接的外部设备的功能可分为用户交换接口、辅助操作接口、传感接口、控制接口和通用标准接口等五种基本类型。

1. 用户交换接口

属于用户交换接口的有打印机接口、键盘接口、显示器接口、扫描仪接口等。这种接口的主要功能是将用户指定的数据、信息传递给微处理器,或将来自于微处理器的数据、信息传至显示器、打印机输出。它主要用于用户和微处理器交换信息,所以通常也称其为人机接口。

2. 辅助操作接口

辅助操作接口用于磁带机、软硬盘驱动器、CD-ROM 驱动器等大容量外部存储器与微处理器的连接。辅助操作接口是微机系统在较大系统下正常工作所必需的。

3. 传感接口

传感接口用于采集外界物理量如温度、压力、流量、转速、振动、声音、扭力等。这些物理量都是非电量,一般需经过传感器、放大器、采样保持电路、A/D 转换等才能输入微机。微机系统用作数据采集和测控任务时,传感接口是微处理机与外界联系的重要接口之一。

4. 控制接口

由于微处理器的输出是数字量,若微机控制的是模拟量时,则微机输出的数字量须经控制接口实行 D/A 转换才能控制模拟量。与传感接口一样,它也是微机系统完成测控任务的重要接口。

5. 通用标准接口

通用标准接口指标准化而通用的接口,如 RS-232C、IEEE-488 等,这类接口能使微处理器方便地与外部设备相连,从而实现近程或远程的通信、控制等。

输入/输出接口若按其电路的复杂程度则可分为接口芯片和接口控制卡两大类。

1. 接口芯片

这些芯片通常是可编程的大规模集成电路。它们可以通过微处理机输出不同的命令和参数,灵活地控制互连的输入/输出电路或某些简单的外围设备进行相应的操作,如并行接口芯片 8255A、8155A、Z80-PIO;串行接口芯片 8250、8251、Z80-SIO;定时器/计数器 8253、8254、Z80-CTC;中断控制器 8259A;DMA 控制器 8237A、Z80-DMA;键盘/LED 专用控制器 8279;CRT 控制器 6845、8275;磁盘控制器 μ PD765、6843 等。另外在模拟接口中,还要用到 A/D 转换器 ADC0809 和 D/A 转换器 DAC0832 等;模拟多路开关 AD7501、CC4067B;采样保持器 AD582、LF398 等。

2. 接口控制卡

这些接口控制卡由若干个集成电路,按一定的逻辑构成,组成为一个部件。它或与 CPU 拼接在一个系统板上,或干脆制成一个插件插在系统的总线槽上。按照所连接的外部设备(一般都很复杂)控制的难易程度,该控制卡的核心器件或为一般的接口芯片或为微处理器。安装了微处理器的接口控制卡通常也称为智能接口,常用的有 A/D、D/A 转换卡、开关量输入输出卡、声音卡、视频卡、三维加速图形卡等。

1.1.3 接口的端口寻址

端口是指输入/输出接口中供 CPU 直接存取访问的那些寄存器或某些特定硬件电路。一个输入/输出总要包含若干个端口,除每个接口都具备一命令端口、状态端口和数据端口外,还会有一些特殊用途的端口:如方式控制端口、操作结果端口和地址索引端口等等。端口的多少及其相应的功能则取决于接口所关联的输入/输出设备。每个端口可设定为只读(一般为状态或结果信息)、读写(一般的数据或命令信息)、或只写(一般为那些读出无意义的信息,如方式控制、命令参数信息等)。这种属性是在设计接口功能时所确定的,用户不能改变。

既然端口是供微处理器访问的,那末每个端口也存在着编址的方式问题。通常,接口的端口编址有两种方式:端口统一编址和端口独立编址。

1.1.3.1 端口统一编址

这种编址方法是把每一个端口视为一个存储器单元,并赋予相应的存储器地址。微处理机访问端口,如同访问存储器(只是地址值不同),所有访问存储器的指令都可以用于端口。

由于端口地址被映象到存储空间,作为存储空间的一小部分,因而这种统一编址也被称为存储器映象编址。

端口和存储单元统一编址的优点是:无需专用的输入/输出指令,因而简化了指令系统;由于访问存储器的指令类型多、功能齐全,使访问端口的操作方便、灵活;通过访问存储器的指令还可直接对端口内容进行算术逻辑运算、移位等;端口的编址空间较大。

这种编址方法的不足之处是:占用了原本就有限的一部分存储空间,且因访问存储器的指令长度通常要比专用输入/输出指令长一二个字节,加长了指令执行时间。

1.1.3.2 端口独立编址

这种编址方法是把所有输入/输出接口看作一个独立于存储器空间的输入/输出空间。在这个空间内,每个端口都被分配一个地址与之相对应。

显然,要访问独立于存储器空间的端口,必须用专门的输入/输出指令。为加快输入/输出数据的传输速度,这类输入/输出指令均被设计为单字节或多字节(指令直接带端口地址)。

端口独立编址方法的优点是输入/输出指令可访问的端口数量大,一般为 256 ~ 1024 个;指令长度短,执行时间也短;由于输入/输出指令和访问存储器指令有明显区别,可使程序编制得清晰、易于理解。

这种编址方法的缺点是输入/输出指令类型少,仅能作数据传送而无算术或逻辑功能。

1.1.4 接口控制方式

接口的控制方式是微处理器和外部设备之间的数据传送的管理方式。微处理器对输入/输出设备的控制主要有三种基本的方式:程序查询、中断处理和 DMA 传输。

1.1.4.1 程序查询方式

程序查询的基本思想是由 CPU 主动通过输入/输出指令询问指定外部设备的当前状态。若设备已准备就绪,则立即与其进行数据交换,否则,CPU 处于循环查询状态。

在实际应用中,为防止设备因某种原因发生故障而无法就绪从而导致 CPU 处于无限循环查询之中,通常在查询流程中设计一个等待超时值(值的大小因设备而异)进行检测,称为超时检测代码段。如果在规定时间内设备一直未能就绪,则 CPU 从循环查询中跳出不再等待,并置超时错标志。程序查询方式的流程如图 1-2 所示。

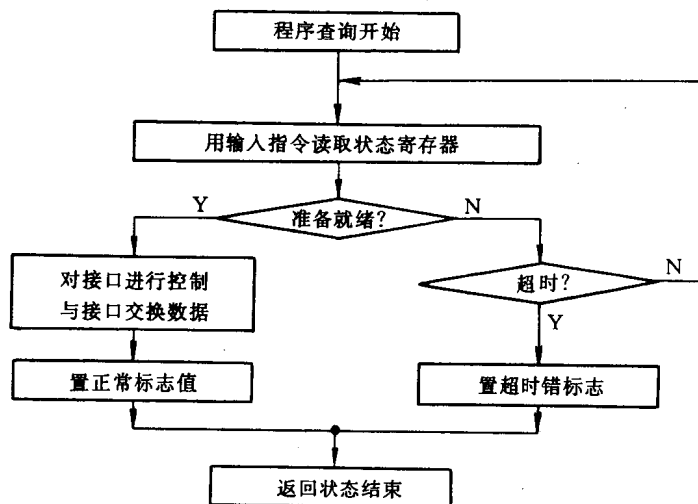


图 1-2 程序查询方式流程

为确保程序查询方式的正确执行,输入/输出接口应具备以下条件:

1. 设置端口地址符合逻辑

该逻辑的设置应能正确识别 CPU 本次输出的端口地址(所有接口都会收到)是否在对本端口“呼叫”。若与本端口地址相符合,则产生相应的控制信号使选中的端口(即某个寄存器)进入工作状态,否则不予理睬。

在实际的输入/输出接口设计时,该逻辑究竟放在接口一侧还是微处理器一侧,取决于接口的具体特性。一般而言,微处理器访问输入/输出接口芯片,往往通过一个总的地址符合逻辑产生不同的选中信号直连到芯片的片选端 CS;而对输入/输出接口控制卡访问时,则每块卡上都有地址符合逻辑。

2. 设置状态寄存器

该寄存器反映当前设备的各种状态信息,包括准备就绪、忙碌位、错误位等。只用于输出的设备,如打印机、绘图仪等,准备就绪位与忙碌位合二为一。若设备就绪或不忙碌,即可开始传输数据。既可输入又能输出的设备,如串行、并行接口等,准备就绪位和忙碌位的含义就不同了。前者表示数据已准备好,可用于 CPU 输入;后者表示设备处于空闲(不忙碌)状态,可用于 CPU 输出。

另外,错误位的长度及其含义更与设备的特性密切相关,有的只需一二位即可(如打印机),有的可能需要几个字节才能反映各种错误类型(如磁盘驱动器)。

总之,状态寄存器各位的含义完全取决于具体的设备。

3. 设置数据寄存器

该寄存器存放供输入/输出使用的数据、命令参数等。寄存器的长度通常为 8 位或 16 位。

4. 设置控制寄存器

该寄存器随设备种类不同而相差甚大。通常,存放的是 CPU 通过输出指令传递的控制命令,以控制设备完成相应的操作。

控制寄存器(也称命令寄存器)各位可包括启动、初始化、控制方式、数据选通、中断允许/禁止、DMA 允许/禁止和内部通道选择等等。由于该寄存器的含义随设备的具体特征而变,因此,寄存器的长度由单字节到多字节不等。

程序查询方式的优点是简单、经济,只需少量的硬件(如上述的几个端口寄存器)即可实现微处理器与输入/输出设备间的数据传送。然而,这种控制方式化费了较多的微处理器时间,使其效率下降,尤其当微处理器之高速与输入/输出的低速的悬殊愈来愈大时,情况更会严重。

1.1.4.2 中断处理方式

中断处理方式的基本思想是由输入/输出设备主动提出服务请求(当设备自身准备就绪或空闲时),一旦 CPU 响应此请求,便暂停正在执行的某个程序,转而执行为该请求服务的中断子程序。当该中断子程序完成指定服务后,又恢复执行被中断了的程序。

显然,这种控制方式使 CPU 省去主动查询设备状态及避免为等待设备就绪而浪费的大量时间,不仅克服了程序查询方式导致 CPU 使用效率过低的缺点,而且又能满足输入/输出设备的实时要求。

微型计算机配备着多个输入/输出设备,每一种设备提供的服务请求(即中断请求)都是异步实时性的。所以,为使各个中断请求与微处理器协调同步,系统除了要给每个输入/输出分配一个中断请求号和设置一段相应的中断服务程序外,还要配置一个硬件电路(中断控制器)专门管理多个输入/输出设备提出的中断请求。

微型计算机处理中断通常采用“向量中断”方法。所谓向量即指中断服务程序的入口地址。由于存在多个中断请求,相应就有多个中断服务程序,即多个中断向量。为此,系统在内

存特定区域安排一张中断向量表,专门存放所有的中断向量。换言之,一个中断请求与该表内的一个中断向量建立一一对应关系。如在 PC 系列机中,一个向量代表的中断服务程序入口地址为 4 个字节(表示段地址与位移地址之形式),故而,中断号与中断向量有如下关系:

$$\text{中断向量} = [\text{中断号} \times 4]$$

其中方括号的含义是内存单元的内容(中断向量表刚好放在内存绝对地址 0 开始的位置)。

为有效地管理多个中断,在设计系统时,事先应按一定的原则将所有中断请求以优先级排队,并为每个中断请求级赋给相应的中断号。于是,当多个中断源同时提出中断请求时,应由中断判优及屏蔽逻辑选中当前最高优先级的中断请求,并屏蔽掉其余同级或优先级较低的中断请求,随后送出被选中的那个中断请求对应的中断号。上述接受中断请求及判优屏蔽的功能是由中断控制器完成的。

一个完整的向量中断过程分成中断请求、中断判优及屏蔽、中断响应、中断处理和中断返回五个部分。中断处理的流程如图 1-3 所示。

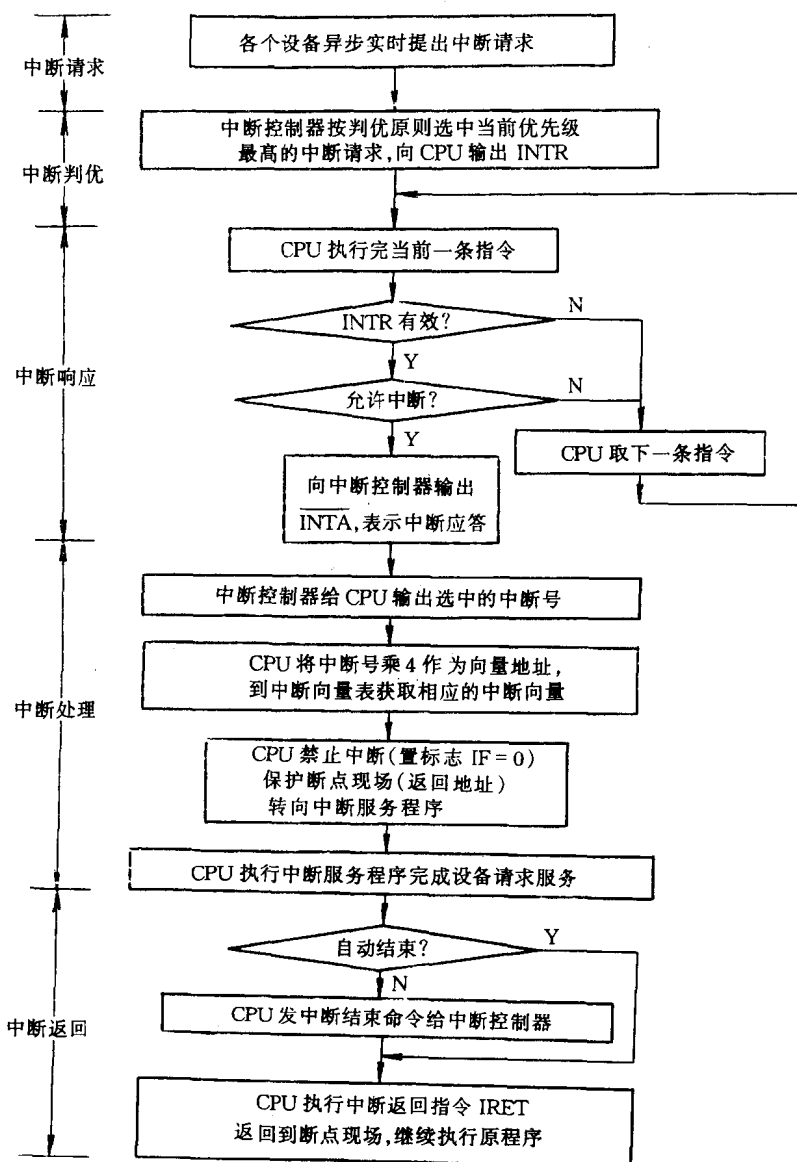


图 1-3 向量中断流程

在微型计算机中,通常按各个输入/输出设备实时处理所要求的轻重缓急程度确定中断请求优先级别的高低。由于中断处理实际上是执行一段中断服务程序,所以中断程序同样可被其它中断请求所中断,这便是多重中断。一般,中断控制器内部都有中断服务寄存器(ISR)随时记载当前服务的中断请求级别,当出现多重中断时,通常要禁止再发生同级的或较低级别的中断(即屏蔽),但仍允许较高级别的中断响应。

虽然中断全过程的前三个阶段是通过硬件实现的,仅使用几个机器周期,但是,中断过程的后两个阶段却要依靠程序执行。为保证每一个中断请求能较快地获得 CPU 响应,中断服务程序应尽可能短,以免干扰其它同级和低级中断设备的工作,甚至会影响系统时钟的准确性。

CPU 在执行中断服务程序之前,为保护好现场要先关闭中断,以允许高一级的中断产生,并保存所要使用到的寄存器,然后以尽可能快的速度处理完该中断;最后,在程序结束执行中断返回指令 IRET 之前,若是非自动结束中断方式,则 CPU 向中断控制器发出中断结束命令,清除中断服务寄存器(ISR)当前正在服务的中断级,否则,将永远屏蔽掉与该级同级的和较低级的中断请求。

中断处理除向量中断法外,还有中断查询法和维菊链式确认法。中断查询法是一种软件优先权策略,当中断请求响应后,微处理器转至一个固定的起始地址,去执行中断查询程序,依次检查各个外部设备的标志位,确认触发了中断申请的外部设备,再转至相应的服务子程序。为该设备服务完毕后再测试一个外部设备,显然,先被查询的设备优先权高。维菊链式确认法以硬件连接而使设备的优先权固定化,当中断请求被确认后,微处理器发出一个中断识别信号依设备连接次序逐个传递,直到到达发出中断请求的设备,在其识别信号被微处理器读取后执行中断处理程序。

与程序查询方式相比,尽管中断处理方式使 CPU 的效率有很大提高,但也存在不足。这就是:为传递一个字符也要执行一次中断服务程序。这不仅要启用一次中断控制器,而且,必须要完成保留现场和恢复现场的一套辅助性操作,但真正实现数据传递的指令可能需要少量几条。尤其当数据以成批方式与输入/输出设备交换时,要频繁地中断主程序,使大量的时间耗费在次要动作上,从而降低了系统的运行性能。

1.1.4.3 DMA 传输方式

DMA 是直接存储器存取的简称。这种方式可满足高速输入/输出设备与 RAM 进行批量数据传递的需要。其特点是通过一个专门的硬件装置直接控制输入/输出设备与 RAM 间的数据传输,而无需 CPU 介入。

由此可见,DMA 传输方式与程序查询和中断处理两种方式有着本质的不同,以硬件代替软件实现数据的传输。这一专门的硬件电路称为 DMA 控制器。

在实现 DMA 传输时,是由 DMA 控制器直接掌管总线,因此,存在着一个总线控制权转移的问题,即 DMA 传输前,CPU 要把总线控制权交给 DMA 控制器,而在结束 DMA 传输后,DMA 控制器应立即把总线控制权再交回给 CPU。一个完整的 DMA 传输过程必须经过四个步骤,如图 1-4 所示。

1. DMA 请求

CPU 对 DMA 控制器初始化,并向输入/输出接口发出操作命令,输入/输出接口提出 DMA 请求。

2. DMA 响应

DMA 控制器对 DMA 请求判优及屏蔽,向总线裁决逻辑提出总线请求。当 CPU 执行完

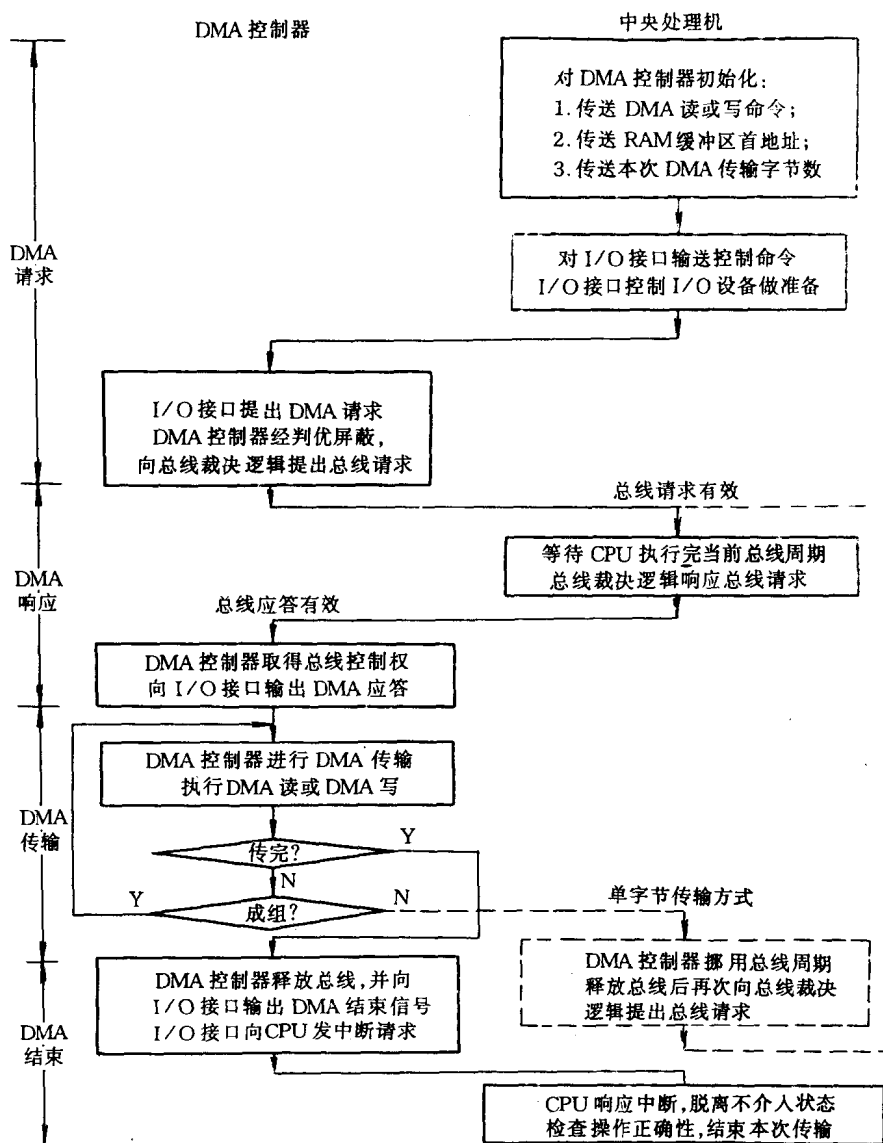


图 1-4 DMA 传输流程

当前周期即可释放总线控制权。此时,总线裁决逻辑输出总线应答,表示 DMA 已经响应,通过 DMA 控制器通知输入/输出接口开始 DMA 传输。

3. DMA 传输

DMA 控制器获得总线控制权后,CPU 即挂起或只执行内部操作,由 DMA 控制器输出读写命令,直接控制 RAM 与输入/输出接口进行 DMA 传输。每传输一个字节,DMA 控制器内部的地址寄存器加 1,字节计数器减 1,继续上述的 DMA 传输,直至字节计数器减到 0(本次 DMA 传输的字节数在 DMA 控制器初始化时已被预置)。

4. DMA 结束

完成规定的成批数据传递后,DMA 控制器即释放总线控制权,并向输入/输出接口发出结束信号。当输入/输出接口收到 DMA 结束信号后,一方面停止输入/输出设备的工作,另一方