

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

微型计算机接口技术 原理及应用

WEIXING JISUANJI JIEKOUJISHU YUANLI JI YINGYONG

刘乐善 叶永坚 编著
叶济忠

华中理工大学出版社

微型计算机 接口技术原理及应用

刘乐善 叶济忠 叶永坚 编著

JS84/27

华中理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机接口技术原理及应用/刘乐善 叶济忠 叶永坚 编著
武汉:华中理工大学出版社, 1999年3月
ISBN 7-5609-1065-3

I. 微…

I. ①刘… ②叶… ③叶…

Ⅲ. 微型计算机-接口技术-教材

IV. TP36

微型计算机接口技术原理及应用

刘乐善 叶济忠 叶永坚 编著

责任编辑 唐元瑜 王有登

*

华中理工大学出版社出版发行

(武昌喻家山 邮编:430074)

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学出版社沔阳印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:22 字数:530 000

1996年3月第1版 2000年2月第10次印刷

印数:78 001—81 000

ISBN 7-5609-1065-3/TP·132

定价:24.80元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书以 IBM-PC 系列及兼容机为主要对象,全面系统地阐述了微型计算机接口技术的原理及应用。其主要内容包括 I/O 端口地址译码技术、总线技术、中断技术、DMA 技术、定时/计数技术、并行接口、串行接口、人-机接口、多媒体设备接口、模拟接口、磁盘机接口等。该书内容全面,既有常用典型外设接口,也有新型外设接口;既考虑了接口技术的共性,也考虑了各类接口的特点;特别是在理论性、实用性和内容的组织与安排等方面颇具特色。

本书既可作为高等院校工科有关专业本科生、研究生教材或专业技术培训教材,也是广大从事微型计算机应用与开发的科技人员难得的自学参考书。

前 言

随着微型计算机应用的日益广泛和深入,接口技术有了迅速的发展,并已成为直接影响微机系统功能和推广应用的关键。从硬件的角度来看,微机的开发与应用,在很大程度上就是微机接口电路的开发与应用,因而,微机接口技术成为涉及本专业的大学生和科技人员必不可少的基本技能。本书就是为了满足读者学习微机接口技术的要求而编写的。

本教材与我们编写并由华中理工大学出版社于1993年出版的《微机接口技术及应用》一书相比,在理论性、实用性和内容更新等方面,都有明显的提高。

本书以IBM-PC系列及兼容机为主要对象,阐述微型计算机接口技术的原理及其应用。全书共分十一章,前六章集中分析了接口的共性技术,如I/O端口地址译码技术、总线技术、中断技术、DMA技术以及定时/计数技术;后五章分别详细地讲解了各种典型接口的工作原理和具体的接口电路以及相应的程序。如并行接口、串行接口、人-机接口、多媒体设备接口、模拟接口、磁盘机接口等。其内容全面,既有常用典型外设接口,也有新型外设接口;既考虑了接口技术的共性,也考虑了各类接口的特点。全书结构清晰、层次分明。

书中引入了不少新设备(如多媒体设备)接口,新接口标准(VXI和RS-485等)和实现接口功能的新器件(GAL、MAX485/491),以及新技术(超高速数据采集系统的在板存储技术),并把编者多项科研成果溶入教材之中,使教材及时反映接口技术的新水平。从接口技术的角度来看,本书还能较好地适应微机的当前应用和进一步发展的要求。

教材注重理论联系实际,从应用的角度出发,在讲清基本原理的基础上,强调接口电路分析和设计能力的训练。书中引入的大量应用实例,有利于读者从中学习如何分析和设计接口电路的基本方法和技巧,因而教材具有较大的实用性和参考价值。

教材遵循人的认识规律,对概念、术语的引入,从实际出发,由浅入深,概念明确,条理性好,并每章后面附有习题,便于自学。

本教材适应面宽,既可作为高等院校工科有关专业本科生、研究生计算机接口技术课程教材或专业培训教材,也可供从事计算机应用与开发的科研及工程技术人员自学参考。

微机接口技术课是一门实践性很强的课程,除了课堂理论学习之外,还需要强有力的实践性环节与之配合,否则,学习效果会受到很大影响。长期以来,由于种种原因,微机接口实验这一问题未能得到很好解决,使得不少教学单位只能停留在课堂讲授上,而不能开出实验课;或者不得不用单板机甚至单片机来替代,致使在原理上讲的是PC系列微机接口,而实验时做的却是单片机接口,理论与实践环节脱节,这对微机接口技术课程的教学工作带来很大影响。为了克服这一不足,我们经过多年的探索和教学反复实践,不断改进,研制了一种微机接口技术实验教学系统——“多功能接口实验与开发平台”。平台集实验与开发功能为一体,与PC系列微机配套使用,十分方便。这一实验系统和本教材的内容紧密配合,相互补充,教材中举出的接口实例,可以通过实验平台进行实际操作和实验,真正做到课堂原理讲授和实践环节一脉相承。这不仅对提高学习效率和学习效果十分明显,而且对培养学生理论联系实际,增强分析与解决实际问题的能力十分有利。

本书由刘乐善主编,并编写了第一、二、三、五、六、七、九、十章;第四和十一章由叶济忠编

写;第八章由叶永坚编写。

本书是湖北省武汉市微机学会组织编写的,参加编写大纲讨论的有武汉大学、华中理工大学、华中师范大学、武汉交通科技大学、国家科委管理学院及武汉市尚吉电子研究所等单位。空军雷达学院王长胤教授、武汉大学姚永翘教授、尚吉电子研究所文军所长和铁道部第四设计院王宁工程师对书稿进行了认真的阅读,并提出了宝贵意见。刘学清、叶文、刘静文和王群同志承担了全部书稿的录入和整理工作,并绘制了插图。祝文浪、贾连兴、刘黎明、徐奇文等同志对本书的出版都作了大量工作,编写过程中还得到了尚吉研究所的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

本书和武汉大学出版社出版的《计算机系统导论》、《微型计算机原理》是系列配套教材,可同时使用,也可单独使用。

由于编者水平有限,对书中错误和不足之处,望读者及专家赐正。

编 者

1995年10月于华中理工大学

目 录

第一章 微型计算机接口技术概论	(1)
1.1 接口及接口与总线的连接	(1)
一、接 口	(1)
二、接口与总线的连接	(1)
1.2 接口功能	(1)
1.3 接口技术的发展简述	(3)
1.4 CPU 与接口之间传送信息的方式	(4)
1.5 分析与设计接口电路的基本方法	(5)
1.6 接口技术在微机应用中的作用	(6)
习 题	(6)
第二章 I/O 端口地址译码技术	(7)
2.1 I/O 端口的寻址方式	(7)
一、I/O 端口	(7)
二、端口地址编址方式	(7)
三、独立编址方式的端口访问	(8)
2.2 I/O 端口地址分配	(9)
一、I/O 接口硬件分类	(9)
二、I/O 端口地址分配	(9)
三、I/O 地址空间的选用	(10)
2.3 I/O 端口地址译码	(10)
一、I/O 地址译码电路	(10)
二、I/O 地址译码方法	(11)
三、I/O 端口地址译码电路的几种形式	(11)
四、I/O 端口地址译码电路的时序	(14)
2.4 GAL 器件及在 I/O 地址译码中的应用	(15)
一、GAL 器件的特点	(15)
二、GAL 器件的开发过程及工具	(15)
三、采用 GAL 的 I/O 地址译码电路设计	(17)
习 题	(23)
第三章 定时与计数技术	(24)
3.1 概 述	(24)
一、定时系统	(24)
二、定时方法	(24)
3.2 8253-5/8254-2 定时/计数器	(25)

一、外部特性与内部逻辑	(25)
二、读写操作及编程命令	(27)
三、工作方式及特点	(28)
3.3 8253-5/8254-2 的应用举例	(33)
一、8253/8254 在 PC 系列机中作系统定时器使用——日时钟	(33)
二、8253/8254 在发声系统中的应用	(36)
三、8253/8254 在数据采集系统中的应用	(37)
3.4 实时钟电路 MC146818 及其应用	(38)
一、MC146818 的外部特性及工作原理	(39)
二、实时钟的定时信息在 CMOS-RAM 中的地址分配	(41)
三、实时钟的状态寄存器	(41)
四、实时钟信息的读写操作	(42)
五、BIOS 实时钟的 I/O 功能调用	(44)
习 题	(45)

第四章 总线技术

4.1 总线的一般概念	(46)
一、总线的分类	(46)
二、总线的操作过程	(47)
三、总线的数据传输方式	(48)
4.2 IBM-PC 系列系统总线	(50)
一、PC 总线	(51)
二、ISA 总线	(52)
三、EISA 总线	(53)
四、PC-104 总线	(55)
4.3 STD 总线	(56)
4.4 MULTIBUS 总线	(59)
4.5 VME 总线	(60)
4.6 IEEE-488 总线和 VXI 卡式仪器总线	(63)
一、IEEE-488 总线	(63)
二、VXI 总线	(64)
4.7 系统总线的发展和局部总线的应用	(69)
习 题	(70)

第五章 中断技术

5.1 中断的基本概念	(72)
一、中 断	(72)
二、中断过程	(72)
三、中断源、中断识别及其优先级	(73)
四、多重中断(中断嵌套)	(73)
五、中断处理的隐操作及堆栈的使用	(73)
六、中断向量	(75)

5.2	8086/80286 的中断系统	(80)
	一、硬中断	(80)
	二、软中断	(83)
5.3	8259A 可编程中断控制器	(86)
	一、8259A 的外部特性和内部结构	(86)
	二、中断响应周期	(89)
	三、8259A 的中断操作功能及其命令	(90)
5.4	8259A 在微机系统中的应用	(101)
	一、8259A 的编程	(101)
	二、8259A 初始化编程举例	(102)
	习 题	(106)
第六章	DMA 技术	(107)
6.1	DMA 系统	(107)
	一、DMA 系统组成	(107)
	二、DMA 控制器在系统中的地位	(107)
	三、DMA 传送过程	(108)
6.2	DMA 控制器	(109)
	一、8237A-5 的外部特性	(109)
	二、8237A-5 内部寄存器及编程命令	(110)
	三、DMA 控制器的工作时序	(117)
6.3	DMA 控制器在系统中的使用	(119)
	一、DMA 控制器有效地址的生成	(119)
	二、PC 系列的 DMA 系统	(122)
	三、DMA 控制器 8237A-5 的初始化编程	(123)
6.4	DMA 控制器的应用举例	(125)
	一、DMA 控制器与 I/O 设备的连接	(125)
	二、DMA 控制器的编程	(125)
	习 题	(127)
第七章	并行接口	(129)
7.1	并行接口的特点	(129)
7.2	可编程并行接口 8255A	(129)
	一、8255A 的外部特性和内部结构	(129)
	二、8255A 的编程命令	(132)
	三、8255A 的工作方式	(134)
7.3	8255A 的 0 方式及其应用	(135)
	一、0 方式的特点	(135)
	二、应用举例 1——并行打印机接口设计	(135)
	三、应用举例 2——步进电机控制接口设计	(138)
7.4	8255A 的 1 方式及其应用	(143)
	一、1 方式的特点	(143)

二、1 方式下输入/输出信号线的分配及其时序关系	(143)
三、1 方式的状态字	(147)
四、1 方式的接口方法	(147)
五、应用举例 1——双机并行通信接口设计	(148)
六、应用举例 2——主从结构并行传送接口设计	(150)
7.5 8255A 的 2 方式及其应用	(152)
一、2 方式的特点	(152)
二、2 方式下引脚定义及时序	(152)
三、2 方式的状态字	(153)
四、应用举例 1——中断方式的双向并行接口设计	(154)
五、应用举例 2——16 位双向并行接口设计	(156)
7.6 非可编程并行接口	(162)
一、简单的并行输入/输出接口	(162)
二、带有应答信号的输入/输出接口	(164)
7.7 硬件连接并行接口实例——PC/XT、AT 的打印机适配器	(165)
一、打印机适配器电路分析	(165)
二、适配器命令字和状态字	(166)
三、PC/XT 机与 TP86 单板机并行接口	(167)
习 题	(169)

第八章 人-机输入/输出及多媒体设备接口

8.1 键盘及其接口	(171)
一、非编码键盘	(171)
二、使用专用接口芯片 8279 的编码键盘	(173)
三、PC 机的键盘接口	(177)
8.2 其他常用人-机输入接口	(179)
一、触摸屏	(179)
二、鼠标	(179)
三、光笔	(181)
四、操纵杆	(182)
五、扫描仪	(183)
六、数字化仪	(184)
8.3 LED(发光二极管)显示器及其接口	(184)
8.4 液晶显示器(LCD)及其接口	(186)
一、液晶显示器的原理和结构	(186)
二、LCD 的驱动方式和驱动原理	(187)
三、LCD 显示器的接口	(189)
8.5 CRT 显示器及其接口	(193)
一、概述	(193)
二、单色显示适配器(MDA)	(194)
三、彩色图形适配器(CGA)	(196)
四、EGA、VGA 图形显示适配器	(197)
8.6 多媒体设备及其接口	(198)

一、多媒体计算机概述	(198)
二、声频卡	(199)
三、视频卡	(200)
四、乐器数字接口 MIDI	(200)
五、光盘机	(201)
习 题	(204)
第九章 串行通信接口	(205)
9.1 串行通信的基本概念	(205)
一、串行通信的特点	(205)
二、数据传送的方向	(205)
三、信号的调制与解调	(206)
四、信号的检错与纠错	(207)
五、传输速率与传输距离	(207)
9.2 串行通信协议	(208)
一、起止式异步协议	(208)
二、面向字符的同步协议	(209)
三、面向比特的同步协议	(210)
9.3 串行接口标准	(212)
一、EIA-RS-232C 接口标准	(212)
二、RS-422、RS-423 接口标准	(219)
三、RS-485 接口标准	(220)
四、几种标准的比较	(222)
9.4 串行通信接口	(224)
一、串行通信接口的基本任务	(224)
二、串行接口电路的组成	(224)
9.5 用 8251A 组成的串行接口	(225)
一、8251A 的内部逻辑与外部信号	(225)
二、8251A 的控制字与状态字	(228)
三、8251A 应用举例	(232)
9.6 IBM-PC/XT 异步通信适配器的分析与使用	(234)
一、异步通信适配器的组成	(234)
二、INS8250 的外部特性	(235)
三、8250 内部寄存器及其编程方法	(237)
四、查询方式异步串行通信编程	(242)
五、中断方式异步串行通信编程	(247)
9.7 BIOS 串行通信口功能调用	(251)
一、INT 14H 的功能模块	(252)
二、INT 14H 中断处理流程	(254)
习 题	(254)
第十章 A/D、D/A 转换器接口	(256)
10.1 D/A 转换器接口	(256)

一、D/A 转换器及其连接特性	(256)
二、D/A 转换器与微处理器的接口方法	(257)
三、D/A 转换器接口电路设计	(258)
四、D/A 转换器的应用举例	(262)
10.2 A/D 转换器接口	(264)
一、A/D 转换器及其连接特性	(264)
二、A/D 转换器与微处理器的接口方法	(266)
三、A/D 转换器接口电路设计	(267)
四、采用中断方式的 A/D、D/A 转换器接口设计	(271)
10.3 微型计算机系统的 A/D、D/A 通道	(277)
一、模拟通道的电路组成	(277)
二、模拟通道的结构形式	(278)
三、A/D、D/A 通道设计	(281)
10.4 高速微型机数据采集系统	(283)
一、采用 DMA 方式的 A/D 转换器接口电路设计	(284)
二、初始化编程	(285)
10.5 超高速数据采集系统	(286)
一、超高速视频闪烁 A/D 转换器	(286)
二、一个 30M 采样频率的数据采集系统的设计	(290)
习 题	(292)

第十一章 磁盘机接口	(294)
11.1 软磁盘机概述	(294)
一、软磁盘机的基本结构	(294)
二、软磁盘机的种类	(295)
三、软磁盘机的记录方式	(295)
四、软磁盘机的信号接口	(295)
五、磁盘的格式化	(297)
11.2 软磁盘机 BIOS 驱动程序	(299)
一、软磁盘 BIOS 的调用	(299)
二、BIOS 的结构与功能	(300)
11.3 软盘控制器(FDC)专用集成电路	(302)
一、DP8473 的结构与各部分的功能	(302)
二、DP8473 的工作过程	(305)
三、命令序列和结果状态序列	(306)
四、结果状态寄存器 ST ₀ ~ST ₃ 各状态的意义	(309)
11.4 IBM-PC 软盘控制器	(310)
11.5 软盘控制器的应用	(311)
11.6 硬磁盘机概述	(312)
一、温盘机的工作原理和基本结构	(312)
二、温盘机的种类	(313)
三、温盘的磁道格式	(313)
11.7 温盘机信号接口	(314)

一、ST506/412 接口	(314)
二、ESDI 接口	(316)
三、SMD 接口	(319)
四、SCSI 接口	(321)
五、IPI 接口	(324)
六、IDE 接口	(324)
11.8 硬盘 BIOS 驱动程序	(325)
11.9 温盘控制器(WDC)专用集成电路	(328)
11.10 WD1002 温盘控制器	(332)
一、温盘控制器设计的一般问题	(332)
二、WD1002 温盘控制器电路	(333)
习 题	(337)
参考文献	(338)

第一章 微型计算机接口技术概述

1.1 接口及接口与总线的连接

一、接口

所谓接口(interface)就是微处理器 CPU 与外界的连接部件(电路),它是 CPU 与外界进行信息交换的中转站。比如源程序或原始数据要通过接口从输入设备送进去,运算结果要通过接口向输出设备送出来;控制命令通过接口发出去,现场状态通过接口取进来,这些来往信息都要通过接口进行变换与中转。微机接口技术是采用硬件与软件相结合的方法,研究微处理器如何与外部世界进行最佳耦合与匹配,以在 CPU 与外部世界之间实现高效、可靠的信息交换的一门技术。这里所说的“外部世界”,是指除 CPU 本身以外的所有设备或电路,包括存储器、I/O 设备、控制设备、测量设备、通信设备、多媒体设备、A/D、D/A 转换器等。

二、接口与总线的连接

从图 1.1 可以看出,各类外部设备和存储器,都是通过各自的接口电路连到微机系统的总线上去的,因此用户可以根据自己的要求,选用不同类型的外设,设置相应的接口电路,把它们挂到系统总线上,构成不同用途、不同规模的应用系统。

值得指出的是,在具体连接时,接口电路还不能直接挂到系统总线上,需要在接口电路与系统总线之间加总线缓冲器和总线驱动器,这是由于总线上的信息停留的时间很短(几个总线周期)和总线带负载能力有限的缘故。因此,对于数据总线,一般须外加具有三态和驱动能力的双向缓冲器(如 74LS245);对于控制和地址总线,一般须外加具有三态的驱动器(如 74LS244)。

1.2 接口功能

CPU 与外设之间的接口,从解决 CPU 与外设的连接时存在的矛盾的观点来看,一般有如下功能:

1. 数据缓冲功能

为了解决主机高速与外设低速的矛盾,避免因速度不一致而丢失数据,接口中一般都设置数据寄存器或锁存器,称之为“数据口”。为了联络,接口电路还要提供寄存器“空”、“满”或“准备好”、“忙”、“闲”等状态信号,以便向 CPU 报告接口或外设的工作情况,称之为“状态口”。

2. 接收和执行 CPU 命令的功能

CPU 对被连 I/O 设备的控制命令一般均以代码的形式发到接口的命令寄存器,称之为“命令口”,再由接口电路对命令代码进行识别和分析,并分解成若干个控制信号,再传到 I/O 设备,使其产生相应的具体操作。

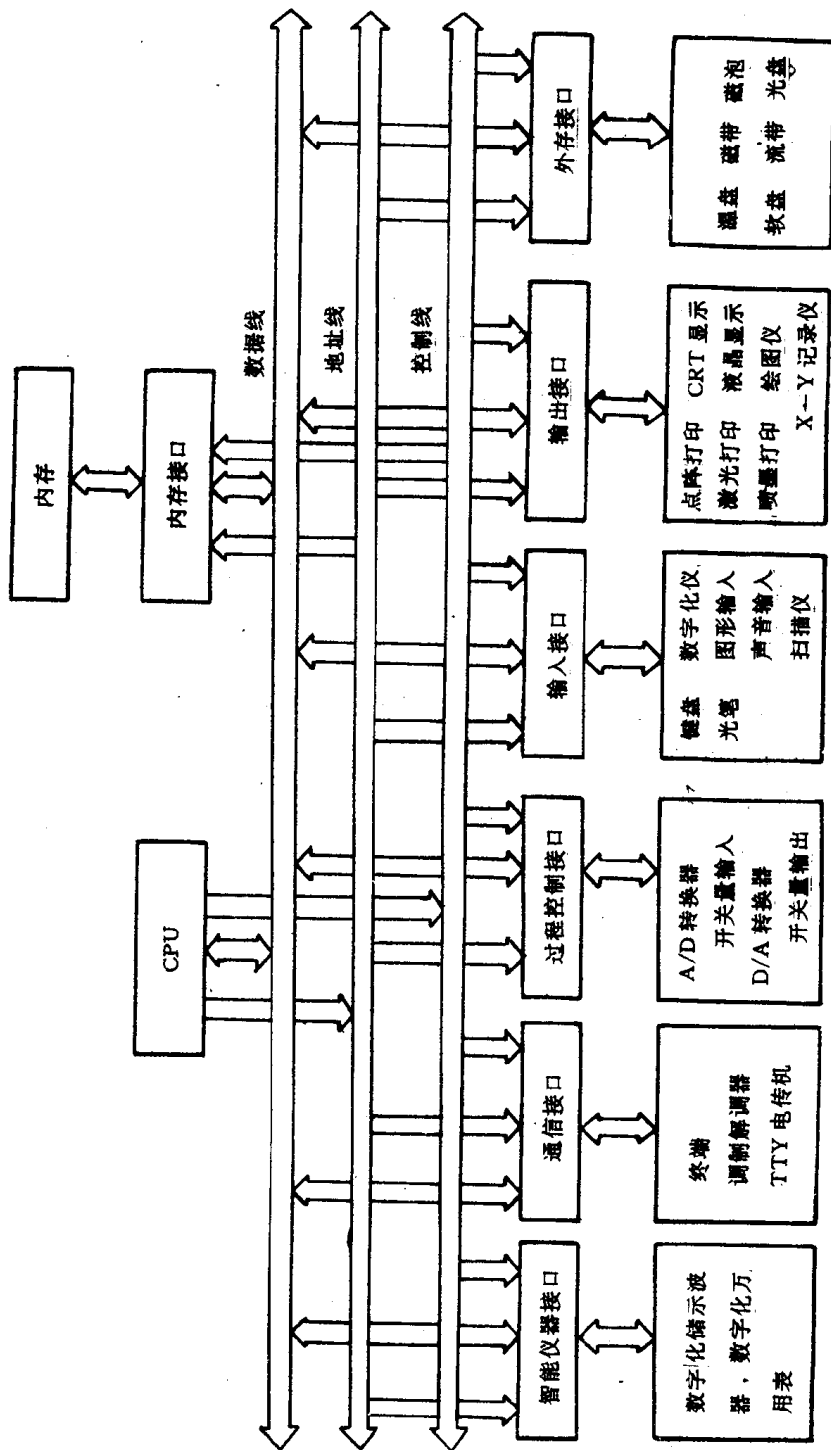


图 1.1 微机系统各类接口框图

3. 信号转换功能

由于外设所需的控制信号和它所能提供的状态信号往往同微机的总线信号不兼容,尤其是连接不同公司生产的芯片时,信号变换就不可避免。因此,信号转换(包括 CPU 的信号与外设的信号的逻辑关系上,时序配合上以及电平匹配上的转换),就成为接口设计中的一个重要任务。

4. 设备选择功能

微机系统中一般带有多种外设,同一种外设中也可能有多台,而 CPU 在同一时间里只能与一台外设交换信息,这就要借助于接口中的地址译码电路对外设进行寻址。高位地址用于芯片选择,低位地址进行芯片内部寄存器或锁存器的选择,以选定需要与自己交换信息的设备,只有被选中的设备才能与 CPU 进行数据交换或通信。

5. 中断管理功能

当外设需要及时得到 CPU 的服务,特别是在出现故障需要 CPU 进行刻不容缓地处理时,就要求在接口中设置中断控制器,为 CPU 处理有关中断事务(提出中断请求,进行中断优先级排队,提供中断向量等),这样既增加了微机系统对外界的响应速度,又使 CPU 与外设并行工作,提高了 CPU 的效率。

6. 数据宽度变换的功能

CPU 所处理的是并行数据(8 位、16 位或 32 位),而有的外设(如串行通信设备、磁盘驱动器)只能处理串行数据,在这种情况下,接口就应具有数据“并→串”和“串→并”的变换能力。为此,在接口中设置移位寄存器。

7. 可编程功能

现在的接口芯片基本上都是可编程的,这样在不改动硬件的情况下,只修改驱动程序就可以改变接口的工作方式,大大增加了接口的灵活性和可扩充性。

上述功能并非是每种接口都要求具备,对不同配置和不同用途的微机系统,其接口功能不同,接口电路的复杂程度大不一样。但前四种功能是一般接口都需要的。

1.3 接口技术的发展简述

早期的计算机系统中并没有设置独立的接口部件,对外设的控制与管理全由 CPU 直接承担,这在当时外设品种少、操作简单的情况下是可行的。然而,由于微机技术的发展,其应用越来越广泛,外设门类品种大大增加,且性能各异,操作复杂,因此,不设置接口已不行了。首先,如果仍由 CPU 直接管理外设,会使主机完全陷入与外设打交道的沉重负担之中。因为 CPU 要向外设发控制信号,包括设备的选定,设备启动,信息的转换,数据的装配与拆卸,地址的改变以及检测和判断信息是否结束等,这些操作都由主机按程序进行,而且每交换一次信息就需要按上述过程循环一次,直到所交换的信息完成之后,主机才能做下一步的工作,效率非常之低。其次,由于外设种类繁多,且每种外设提供的信息格式、电平高低、逻辑关系各不相同,因此,主机对每一种外设就要配置一套相应的控制和逻辑电路,使得主机对外设的控制电路非常复杂,而且是固定的联接,不易扩充和改变,这种结构极大地阻碍了计算机的发展。

为了解决以上矛盾,人们开始在 CPU 与外设之间设置了简单的接口电路,后来又逐步发展成为独立的接口和设备控制器,把对外设的控制任务交给接口去完成,这样大大地减轻了主机的负担,简化了 CPU 对外设的控制和管理。同时,有了接口之后,研制 CPU 时无须考虑外

设的结构特性如何,反之,研制外设时也不需考虑它是同哪种 CPU 联接。这样,处理器与外设按各自的规律更新,形成微机本身和外设产品的标准化和系列化,促进了微机系统的发展。

由于各种高性能接口标准的推出和使用、超大规模接口集成芯片的出现,以及接口控制软件的固化技术的应用,使得微机接口向智能化、标准化、多功能化方向发展。

1.4 CPU 与接口之间传送信息的方式

外部设备与微机之间的信息传送实际上是 CPU 与接口之间的信息传送。传送的方式不同,CPU 对外设的控制方式也不同,从而使接口电路的结构及功能也不同,所以接口电路设计者对 CPU 与外设之间采用什么方式传送信息颇为关心。传送方式一般有三种,即查询方式、中断方式和 DMA 方式。

1. 查询方式

查询方式是指主机在传送数据(包括读入和写出)之前,要检查外设是否“准备好”,若没有准备好,则继续查其状态,直至外设准备好了,即确认外部设备已具备传送条件之后,才能进行数据传送。显然,在这种方式下,CPU 每传送一个数据,需花费很多时间来等待外设进行数据传送的准备,且 CPU 与外设不能同时工作,各种外设也不能同时工作,因此,信息传送的效率非常之低。但实现这种方式的接口电路简单,硬件开销小,在 CPU 不太忙且传送速度不高的情况下,可以采用。

2. 中断方式

采用中断方式传送信息时,无需反复测试外部设备的状态。在外部设备没有作好数据传送准备时,CPU 可以运行与传送数据无关的其它指令。外设作好传送准备后,主动向 CPU 请求中断,CPU 响应这一请求,则暂停正在运行的程序,转入用来进行数据传送的中断服务子程序,运行完中断服务子程序(即完成数据传送)后,自动返回原来运行的程序。这样,虽然外部设备工作速度比较低,但 CPU 在外设工作时,仍然可以运行与外设传送无关的其它程序,使外设与 CPU 并行工作,提高了 CPU 的效率。为了实现中断传送,要求在 CPU 与外设之间设置中断控制器。中断方式用于 CPU 的任务比较忙,传送速度不太高的系统中,尤其适合实时控制及紧急事件的处理。

3. DMA(存储器直接存取)方式

虽然中断传送方式可以在一定程度上实现 CPU 与外设并行工作,但是在外设与内存之间,或在外设与外设之间进行数据传送时,还是要经过 CPU 中转(即经过 CPU 的累加器读进和送出),这对高速外设(如磁盘)在进行大批量数据传送时,会造成中断次数过于频繁,这样,不仅传送速度上不去,而且耗费大量 CPU 的时间。为此,采用直接存储器存取方式,使 CPU 不参加数据的传送工作,由 DMA 控制器来实现内存与外设,或外设与外设之间的直接快速传送,从而也减轻了 CPU 的负担。这种方式使计算机的硬件结构发生了变化,信息传送从以 CPU 为中心变为以内存为中心。若采用高速存储器,则可使外设与 CPU 分时访问内存得以实现。

DMA 方式实际上是把输入输出过程中外设与内存交换信息的那部分操作及控制交给了 DMA 控制器,简化了 CPU 对输入输出的控制。这对高速度大批量数据传送特别有用。但这种方式要求设置 DMA 控制器,电路结构复杂,硬件开销大。