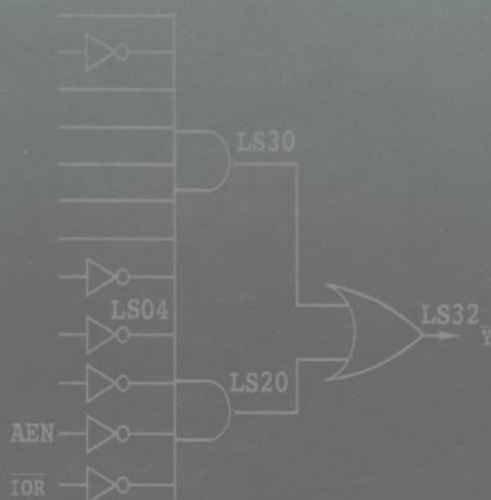


微机 接口技术

主 编 赵元黎 杨 雷 吕运朋
副主编 钱晓捷 赵红梅 刘 岩 王秀玲



黄 河 水 利 出 版 社

微机接口技术

主 编 赵元黎 杨 雷 吕运朋
副主编 钱晓捷 赵红梅 刘 岩 王秀玲

黄河水利出版社

内容简介

本书采用软件、硬件相结合的方法,在阐述了微型计算机接口技术基本原理的基础上,介绍了微型计算机常用的接口电路、芯片及实用的接口程序。

全书分八章。第一章综述了微型机接口技术的主要内容及设计方法;第二章详细介绍总线技术及流行的内总线、外总线标准;第三章介绍常用的几个配合 8086/8088CPU 使用的可编程接口芯片;第四章着重讨论常见的人—机接口;第五章讲述了模拟接口即 A/D、D/A 转换器原理及接口方法;第六章讨论开关量输入/输出的接口技术和控制程序;第七章论述微型机接口的抗干扰技术;第八章以典型应用为例综合讨论了微型机接口技术的应用,附录中简介了较流行的 I²C 串行总线。本书内容丰富,实用性强,可作为高等院校自动化、检测技术、微型机应用、光电子技术等专业的教材,也可供广大工程技术人员、其他专业的研究生阅读、参考。

JS302/29

微机接口技术

主 编 赵元黎 杨 雷 吕运朋

副主编 钱晓捷 赵红梅 刘 岩 王秀玲

责任编辑:胡庆泉

责任校对:何新华

责任印刷:常红昕

出版发行:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 12 层

邮编:450003

印 刷:郑州粮食学院印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

版 别:1998 年 8 月 第 1 版

印 次:1998 年 8 月 郑州第 1 次印刷

印 张:18.875

印 数:1—4000

字 数:436 千字

ISBN 7-80621-229-9/TP·1

定价: 32.00 元

前 言

当我们在工业生产过程中应用微型计算机实现生产过程自动化时,所要解决的问题是如何组成一个微型计算机系统、该系统如何与生产过程相连接、以及整个控制系统运行的可靠性等。这些属于接口技术,正是本书所论述的主要内容。

我们编写本书的宗旨是:系统阐述微型计算机的接口技术、设计方法和典型应用实例,形成完整的体系结构,使之具有系统性、典型性和实用性。本书是作者多年教学经验和科研工作的总结,我们试图做到理论、方法、经验紧密相结合,力求给读者更多的帮助。

本书的内容是按如下顺序安排的:

- 接口技术的基本概念及设计原则;
- 通过介绍微机总线、常用的可编程接口芯片、人机接口技术等内容,讨论如何组成微型机系统;
- 阐述模拟接口、开关量接口技术,解决微型机与被控过程对象的连接问题;
- 论述干扰的来源,讨论微型机系统软、硬件抗干扰技术,解决微型机控制系统的可靠运行问题;
- 以一实例贯通本书所论述的问题,给读者以启发。

本书中的接口电路及程序编写基本上以 8088CPU 为例,但对于其他 CPU 及其他总线也具有借鉴作用。本书参考学时为 72 学时,书中附录可作为资料供读者查阅。

本书第一章和第四章由赵元黎编写,第二章由吕运朋编写,第三章由钱晓捷编写,第五章由赵红梅编写,第六章由刘岩编写,第七章由王秀玲编写,第八章和附录由杨雷编写。全书由赵元黎、杨雷负责统稿。

在编写本书的过程中,我们得到了郑州大学自动化系及计算机科学系广大同志的大力支持,在此表示衷心感谢。

作者试图做到理论联系实际、软件硬件有机结合,使该书具有较强的系统性和实用性。但由于作者水平有限,错漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1998 年 3 月

目 录

第一章 概述.....	(1)
§ 1.1 微机接口	(1)
1.1.1 接口及接口的功能	(1)
1.1.2 接口的分类	(3)
1.1.3 I/O 接口的发展趋势	(5)
§ 1.2 CPU 的接口控制信号	(5)
1.2.1 CPU 与接口之间传送信息的方式	(5)
1.2.2 CPU 的控制信号	(6)
§ 1.3 I/O 接口地址译码	(8)
1.3.1 I/O 接口的寻址方式	(8)
1.3.2 I/O 地址译码方法	(8)
§ 1.4 I/O 接口设计原则	(11)
1.4.1 设计与分析接口电路的基本方法	(11)
1.4.2 接口设计的一般原则	(12)
1.4.3 标准接口芯片	(14)
1.4.4 接口软件设计	(16)
习题	(18)
第二章 常用微机系统接口总线	(19)
§ 2.1 微机接口总线概述	(19)
2.1.1 微机接口总线的作用与定义	(19)
2.1.2 总线的分类	(19)
2.1.3 微机系统采用总线的优点	(21)
2.1.4 常用总线简介	(21)
2.1.5 总线的选用	(24)
§ 2.2 IBM-PC 总线	(24)
2.2.1 IBM-PC 总线简介	(24)
2.2.2 IBM-PC 总线的信号	(25)
2.2.3 总线操作	(29)
2.2.4 PC 总线下 I/O 口扩展	(29)
§ 2.3 STD 总线	(31)
2.3.1 STD 总线的特点	(31)
2.3.2 STD 总线的引脚定义及信号说明	(32)
2.3.3 STD 总线的电气规范	(36)

2.3.4	STD 总线的机械规范	(37)
2.3.5	STD 总线 I/O 接口举例	(39)
§ 2.4	RS-232C 串行通信接口标准总线	(39)
2.4.1	串行异步通信接口标准的特点	(40)
2.4.2	串行通信的传输方式	(42)
2.4.3	串行接口 RS-232C 标准	(44)
2.4.4	异步串行通信接口电路及应用举例	(47)
2.4.5	调制解调器	(48)
2.4.6	无线通信	(51)
§ 2.5	RS-423/422/485 串行通信接口及其应用	(52)
2.5.1	平衡与不平衡接口电路	(52)
2.5.2	RS-422 和 RS-485 及其应用	(55)
2.5.3	RS-422/485 接口模板举例	(56)
2.5.4	RS-422A 在高速并行同步传送中的应用	(57)
2.5.5	RS-232C/422A 转换环节	(58)
§ 2.6	IEEE-488 并行接口(仪器)总线	(58)
2.6.1	IEEE-488 并行接口总线特点	(58)
2.6.2	IEEE-488 总线的引脚定义和功能	(60)
2.6.3	IEEE-488 总线的规范与接口功能	(61)
2.6.4	IEEE-488 总线的组成	(63)
§ 2.7	I ² C 总线简介	(63)
	习题	(64)
第三章	可编程接口芯片	(66)
§ 3.1	8259A 中断控制器	(66)
3.1.1	8259A 的内部结构	(66)
3.1.2	8259A 的引脚	(67)
3.1.3	8259A 的中断过程	(68)
3.1.4	8259A 的工作方式	(69)
3.1.5	8259A 的初始化命令字 ICW	(71)
3.1.6	8259A 的操作命令字 OCW	(73)
3.1.7	8259A 在 IBM PC/XT 上的应用	(75)
3.1.8	8259A 中断程序	(76)
§ 3.2	8253 定时/计数器	(79)
3.2.1	8253 的内部结构	(79)
3.2.2	8253 的引脚	(79)
3.2.3	8253 的工作方式	(80)
3.2.4	8253 的编程	(84)
3.2.5	8253 在 PC 机上的应用	(85)

3.2.6 利用 8253 对外部事件计数	(88)
§ 3.3 8255A 并行接口芯片	(88)
3.3.1 8255A 的内部结构	(88)
3.3.2 8255A 的控制字	(89)
3.3.3 8255A 的工作方式	(90)
3.3.4 用方式 0 与打印机接口	(96)
3.3.5 用方式 1 与打印机接口	(97)
§ 3.4 8250 串行通信接口芯片	(98)
3.4.1 8250 的内部结构	(99)
3.4.2 8250 的引脚	(100)
3.4.3 8250 的寄存器	(101)
3.4.4 8250 的初始化编程	(104)
§ 3.5 8237A DMA 控制器	(105)
3.5.1 8237A 的工作周期	(106)
3.5.2 8237A 的引脚	(106)
3.5.3 8237A 的工作模式	(108)
3.5.4 8237A 的寄存器组	(109)
3.5.5 8237A 的软件命令	(112)
3.5.6 8237A 的编程步骤	(113)
习题	(113)
第四章 人机接口	(115)
§ 4.1 开关的接口	(115)
4.1.1 开关的防抖动	(115)
4.1.2 开关的接口电路	(116)
4.1.3 检查开关程序设计	(118)
§ 4.2 键盘接口	(121)
4.2.1 微型机与非编码键盘的接口	(121)
4.2.2 编码键盘的接口	(124)
4.2.3 PC 机的键盘接口	(132)
§ 4.3 LED 显示器接口	(135)
4.3.1 LED 显示器	(135)
4.3.2 LED 显示器的七段码	(136)
4.3.3 LED 显示器接口	(136)
4.3.4 多位 LED 显示器接口电路和显示方法	(137)
§ 4.4 CRT 显示器接口	(139)
4.4.1 CRT 显示器原理	(140)
4.4.2 CRT 显示器控制器电路	(143)
4.4.3 CRT 控制器接口芯片	(144)

4.4.4	视频控制器(MC6845)	(145)
4.4.5	IBM PC 系列显示器接口	(150)
§ 4.5	打印机接口	(152)
4.5.1	针式打印机工作原理	(153)
4.5.2	PC 机打印机接口电路	(155)
4.5.3	打印数据传输编程	(159)
4.5.4	打印机 I/O 程序及应用	(163)
§ 4.6	交互式人机接口	(165)
4.6.1	鼠标器	(165)
4.6.2	光笔	(168)
4.6.3	操纵杆	(170)
§ 4.7	汉卡	(171)
4.7.1	汉字代码	(171)
4.7.2	汉字输入	(171)
4.7.3	汉字输出	(171)
习题		(172)
第五章	模拟接口	(174)
§ 5.1	概述	(174)
§ 5.2	从物理信号到电信号的转换	(175)
5.2.1	温度传感器	(176)
5.2.2	压电式和压阻式传感器	(176)
5.2.3	气敏传感器	(177)
5.2.4	光纤传感器	(177)
§ 5.3	多路开关和采样—保持器	(178)
5.3.1	多路开关	(178)
5.3.2	采样—保持器	(179)
§ 5.4	数/模转换器及其接口技术	(180)
5.4.1	D/A 转换器	(180)
5.4.2	D/A 转换器接口	(183)
§ 5.5	模/数转换器及其接口技术	(185)
5.5.1	A/D 转换器	(185)
5.5.2	A/D 转换器与微处理器的接口	(193)
习题		(199)
第六章	开关量输入/输出接口	(200)
§ 6.1	开关量输入	(200)
6.1.1	开关量输入	(200)
6.1.2	开关量输入信号调理	(200)
6.1.3	开关量输入示例	(202)

§ 6.2 开关量输出	(202)
6.2.1 开关量输出驱动电路	(203)
6.2.2 可控硅的控制方法	(205)
6.2.3 固态继电器 SSR 的使用方法	(207)
§ 6.3 开关量输入/输出应用举例	(213)
6.3.1 步进电动机控制接口技术	(213)
6.3.2 直流电动机控制接口技术	(220)
习题	(230)
第七章 过程计算机抗干扰技术	(231)
§ 7.1 干扰的来源和传播途径	(231)
7.1.1 干扰传播途径	(231)
7.1.2 串模干扰	(233)
7.1.3 共模干扰	(234)
7.1.4 长线传输干扰	(235)
§ 7.2 干扰的抑制	(236)
7.2.1 共模干扰的抑制	(236)
7.2.2 串模干扰的抑制	(238)
7.2.3 长线传输干扰的抑制	(239)
7.2.4 信号线的选择和敷设	(240)
§ 7.3 接地技术	(242)
7.3.1 地线系统的分析	(242)
7.3.2 输入系统的接地	(243)
7.3.3 主机系统的接地	(244)
§ 7.4 供电技术	(244)
7.4.1 供电系统的一般保护措施	(244)
7.4.2 电源异常的保护措施	(245)
§ 7.5 印刷电路板及电路的抗干扰设计	(245)
7.5.1 地线设计	(245)
7.5.2 电源线布置	(246)
7.5.3 去耦电容配置	(247)
7.5.4 印刷电路板的尺寸与器件布置	(247)
7.5.5 其他	(247)
§ 7.6 软件的抗干扰设计	(248)
7.6.1 干扰对微机测控系统造成的后果及对策	(248)
7.6.2 SMR 抗干扰程序设计	(249)
7.6.3 一种可靠的复位电路	(250)
习题	(251)
第八章 应用举例	(252)

§ 8.1 水泥生料配料控制	(252)
8.1.1 生产过程	(252)
8.1.2 控制系统的构成	(253)
8.1.3 控制计算机的选择	(254)
§ 8.2 A/D 转换模板设计	(254)
8.2.1 多路模拟开关	(254)
8.2.2 A/D 转换器	(255)
8.2.3 A/D 转换设计	(256)
8.2.4 模拟量信号采集中的光电隔离	(259)
§ 8.3 模拟量输出 DAC	(261)
§ 8.4 水泥生料配料控制系统	(264)
8.4.1 串级控制系统	(264)
8.4.2 流量调节的 PID 控制	(264)
8.4.3 软件功能	(270)
附录 I ² C 串行总线	(271)

第一章 概 述

§ 1.1 微机接口

微型计算机系统与任何其他计算机系统一样,包括硬件与软件两个部分。硬件部分由中央处理器(CPU)、存储器、外部设备(如键盘、CRT、打印机、软盘等)通过系统总线连接组成,加上时钟、电源等部分,就构成了一个基本的微型计算机系统(如图 1-1 所示)。从图中可以看出,各类外部设备和存储器,都是通过相应的接口电路连接到微机系统的总线上去的,因此用户可以根据自己的要求,选用不同类型的外部设备,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、不同规范的应用系统。可见,接口是微机系统非常重要的组成部分。

1.1.1 接口及接口的功能

所谓接口就是微处理器 CPU 与外界的联接部件(电路)。CPU 与存储器或输入、输出设备相连都需要一个接口来实现,前者称存储器接口,后者称 I/O 接口。但存储器通常是在 CPU 的同步控制下工作的,其接口电路及相应的控制比较简单、单一。而 I/O 设备种类繁多,其接口电路逻辑各异,控制较复杂,所以习惯上常把 CPU 与存储器合称为主机系统,而接口一般仅指 I/O 接口。

I/O 接口是 CPU 与外设进行信息交换的中转站。如源程序或原始数据要通过接口从输入设备送进来,运算结果要通过接口向输出设备传出去;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设备进行最佳耦合与匹配;以在 CPU 与外界之间实现高效、可靠的信息交换的一门技术。

外设与 CPU 相连需要 I/O 接口,是因为外设与 CPU 之间有许多不同的地方,用术语来说就是不匹配(或不兼容),主要表现在下列几方面:

(1) 信息格式不匹配。外设种类繁多,有机械式、机电式、电子式和其他形式。外设提供的信息也不尽相同,可能是数字量、开关量或模拟量,但 CPU 处理的信号是标准的数字量。

(2) 传输速度不匹配。不同的外设,信息的传输速度有很大差别,如电传打字机可以低到每秒传送 110 位,而磁盘驱动器则可高达每秒传 25 万位,甚至更高。

(3) 时序不匹配。不同的外设,提供信息或接收信息时的时序不尽相同,CPU 在处理信号的过程中,可能需要一些信号用于指示保存信息,并以某些方式来控制外设进行工作。外设也可能需要向 CPU 提供一些状态信息。

(4) 信息种类与幅度不匹配。不同的外设,提供的信号的幅度及动作要求的信号幅度差别很大,种类也不一样,有电压信号、电流信号等。

总之,微机与各种外设的信息交换是比较复杂的,它们之间存在一个如何连接的问题,也就是说,为了组成一台具有某些特定功能的微型机系统,必须有相应的接口电路。

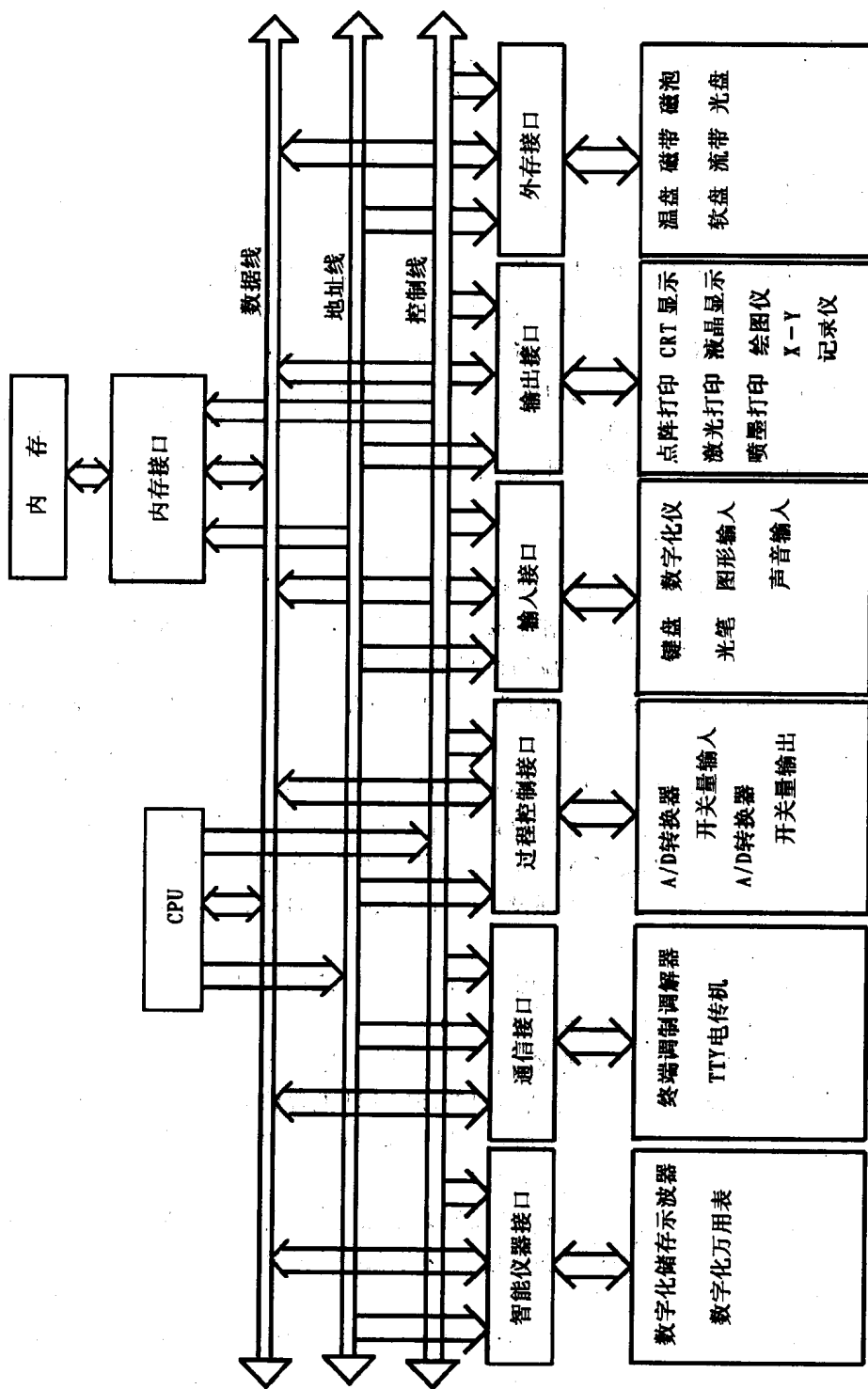


图 1-1 微机系统组成框图

一般来说,接口电路应具有如下功能:

1. 数据缓冲功能

接口中一般都设置数据寄存器或锁存器,以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。

2. 设备选择功能

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,这就要借助于接口的地址译码对外设进行寻址。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,只有被选定的设备才能与 CPU 进行数据交换或通信。

3. 信号转换功能

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

4. 接受、解释并执行微处理器的命令功能

CPU 对外设的各种命令都是以代码的形式发到接口电路,再由接口电路解读后,形成一系列控制信号去控制被控对象的。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,向 CPU 报告寄存器的工作情况。

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 进行刻不容缓的处理时,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、磁盘驱动器等)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,使接口向智能化方向发展。

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。但前四种功能和可编程能力是一般接口都需要的。

1.1.2 接口的分类

微机接口按功能一般分为四种基本类型:用户交换接口、辅助操作接口、传感接口和控制接口。

功能较简单的微机只有一两种接口类型,每一种接口仅有一至两个外设与之相连。如单板机就只有简单的键盘与 LED 显示器,功能较强的微机系统则具备全部四种接口类型,而且每种接口类型都有相当数量的外设。

1. 用户交换接口(User Interchange Interface)

用户交换接口又称用户通信接口,是指微机接收用户输入的信息或是向用户送出所需信息的接口。属于这类接口的有打印机接口、键盘接口、终端显示接口、光笔显示接口以及声音识别与控制接口等。用户交换接口主要存在表示方法与表示速度两大问题,表示方法通常由具体的外部设备来解决,而表示速度则往往受微处理器控制。比如用户键盘向 IBM PC 机送数,首先应将按键送的位置码(键盘代码或键盘扫描码)转为 ASCII 码,存入键盘缓冲区,然后由应用程序调用。表示速度:如微机用程序查询、等待或中断方式来识别并接收用户送来的信息。

2. 内务操作接口(Office Operation Interface)

内务操作接口也称辅助操作接口,是微机发挥最基本的处理与控制功能所必须的接口。包括各类总线驱动器(如 74LS244)、总线接收器(如 74LS245、8282、8286、8287)、数据锁存器(如 74LS373、74100)、三态缓冲器(如 74LS125、74LS126)、时钟电路(如 8284)、磁带系统接口、磁盘驱动系统接口(如 MB14301 软盘, DTC-114A, DTC-2511 硬盘)等。

总线驱动器、总线接收器增强了 CPU 带负载的能力。一般的 CPU 仅能带动 1~2 个 TTL 负载,如要求与两个以上 TTL 接通则必须加总线驱动器。总线接收器则用来减轻总线负载,并起滤波和阻抗匹配的作用。内务操作接口是微机正常工作所必不可少的。

3. 传感接口(Sensor Interface)

传感器接口是对被监视对象输入信息变化量的接口,如压力、温度、流速传感器和测速计等的接口。压力、温度、流速等物理量均是模拟信号,必须经过模/数(A/D)转换才能输入微机,这在微机控制和数据采集时是必须的,传感接口是微机与外界联系必不可少的接口。

4. 控制接口(Control Interface)

控制接口是微机对被监测对象和控制对象输出信息的接口。由于 CPU 输出的是数字量,而微机控制的对象大多是模拟量,则数字量必须经过数/模(D/A)转换。另外微机输出的功率一般很弱(毫瓦级),控制接口必须将功率放大才能驱动执行部件。执行部件可以是控制用的步进电机、控制阀门开闭的线圈、LED、灯泡等。与传感接口一样,它也是微机与外界联系的重要接口。

综上所述,打印机、终端、磁盘、传感器或控制器等需要与 CPU 沟通以便交换信息时,由于它们各具特点,因而必须用各式各样的输入输出接口来实现 CPU 的信号与外设信号之间的匹配或转换,并由该接口提供适当的时序、控制信号、数据缓冲、同步协调、传送设备的状态信号以及暂时保存数据等功能。由此可知,在设计与研制微机系统时,接口技术是非常重要的。

此外,若按 I/O 接口的硬件分类,则有:

1. I/O 接口芯片

这些芯片大多是可编程的大规模集成电路,它们可根据 CPU 输出不同的命令和参数,灵活地控制互连的 I/O 电路或某些简单的外围设备进行相应的操作,如定时/计数器、中断控制器、DMA 控制器、串并行接口芯片和用单片机构成的键盘控制器等,具体型号举例在本章后面给出。

2. I/O 接口控制卡

这些接口控制卡由若干个集成电路(大、中、小规模都可能有)按一定逻辑连接,组装为一个部件。它或直接与 CPU 拼接在一个系统板上,或单独制成一个插件板插在系统总线槽上。

根据连接的外部设备(一般都很复杂)所需控制的难易程度,该接口卡的核心器件可为一般的接口芯片或微处理器,凡安装有微处理器的接口卡通常称为智能接口卡。这种卡上必有一片 EPROM 芯片,芯片内固化了控制程序,如 IBM PC/XT 的硬盘驱动器接口卡。

在此说明一点,在 IBM 公司出版的 PC 系统系列技术资料中用 Adapter(译为适配器)一词来描述上述插件板,本书按国内习惯叫法并考虑与接口概念相统一,均改称接口卡,这样可能更贴切些。

1.1.3 I/O 接口的发展趋势

为了充分发挥 CPU 的功能,简化外界与 CPU 的联系,国内外许多公司和厂家不断推出种类繁多的软、硬件兼容的 I/O 接口芯片、各种总线接口卡及功能模块。可将其发展归为五个方面:

1. 种类繁多的 I/O 接口芯片

软、硬件兼容的 I/O 接口芯片,如并行接口芯片 8255、8155/8156,串行接口芯片 8250、8251,CRT 显示接口芯片 6845、8275 等。

2. 各种功能模块

为了节省用户的研制费用和时间,厂家推出多种功能模块,用户可用其中一些组装自己所需的微机应用系统。比如微处理器功能模块、可编程定时器/计数器模块、A/D 和 D/A 模块、数字量输入模块、键盘模块等。

3. 单片微型机

单片微型计算机(简称单片机)是在一块大规模集成电路芯片上集成了除电源、晶体以外的所有计算机必须的 CPU、ROM(或 EPROM)、RAM、I/O 接口(并行和串行)、定时/计数器、振荡器等。换言之,单片机只要配上晶体、电源,编制程序并写入就是一台完整的计算机。单片机近期发展很快,应用也很广。如 Inter 公司的 48 系列、51 系列、96 系列, Motorola 公司的 68 系列, National Semiconductor 公司的 COP 系列, Philip 公司的 80CX 系列, Microchip 公司的 PIC16C5X 系列等。

4. 专用微处理器

专用微处理器是具有专门功能的微机芯片,有的也称数字信号处理器(DSP)。如 TMS320 DSP,已有 TMS320-10、15、20、25、30、40 等,其工作速度相当快。又如 Transputer T9000,国外正用 3 万片该芯片来组成每秒 1 万亿次的巨型计算机。

5. 网络(通信)接口部件

随着微机的多机应用和联网,网络与通信接口有很快的发展。高速通信还采用光纤,因而又发展了光纤接口。比如 FO/T110(发)、FO/R100(收)等。

§ 1.2 CPU 的接口控制信号

1.2.1 CPU 与接口之间传送信息的方式

外部设备与微机之间信息传送实际上是 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。一般有三种方式,即查询方式、中断方式和 DMA 方式。

1. 查询方式

查询方式是主机在传送数据(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,则再查其状态,直到外设准备好了,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 要传送一个数据,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 不是太忙且传送速度不同的情况下,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是否准备好的状态。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他指令。外设作好传送准备后,主动向 CPU 请求中断,CPU 若响应这一请求,就暂停正在运行中的程序,转入用来进行数据传送的中断服务程序,完成中断服务程序(即完成数据传送)后,自动返回原来运行的程序。外设重新进入工作状态,CPU 又与外设并行工作。这样就提高了 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,硬件结构较为复杂。中断方式用于 CPU 的任务比较多、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. 直接存储器存取(DMA)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,不仅传送速度上不去,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。在小型计算机中,这种方式叫作数据通道传送方式。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,就使外设与 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主存交换信息的那部分操作与控制交给了 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。

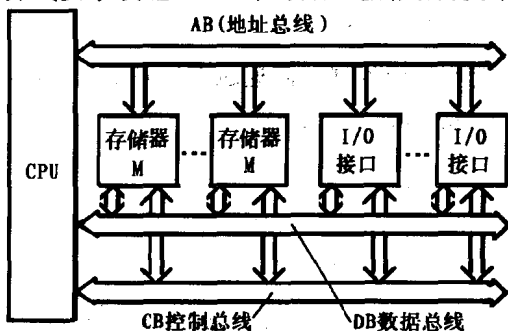


图 1-2 CPU 外部总线图

1.2.2 CPU 的控制信号

CPU 是通过总线与外设进行信息交换的。CPU 的外部总线有数据总线、地址总线和控制总线(见图 1-2)。

地址总线。用来传送存储器和外设的地址信息。16 位地址总线($A_{15} \sim A_0$)可直接寻址 $2^{16} = 65536(64K)$ 个存储单元地址。20 位地址总线($A_{19} \sim A_0$)可直接寻址 $2^{20} = 1M$ 个存储单

元地址。通常使用地址总线的低 8 位(或 16 位)来传送外设接口的地址信息,故可寻址 256 个(或 64K 个)外设端口地址。地址总线为单向总线。

数据总线。传送 CPU 与存储器之间、CPU 与外设之间的数据信息。数据总线为双向总线。

控制总线。传送各种控制信号。根据控制信号的作用可分为三种:系统控制线、CPU 控制线及总线控制线。

在接口技术中常用的控制信号有:

(1) 输入/输出请求(IORQ)。三态输出信号,该信号有效时,表示地址总线的低 8 位($A_7 \sim A_0$)或低 16 位($A_{15} \sim A_0$)上保持着用来进行 I/O 读或 I/O 写的有效 I/O 地址。

(2) 读信号(RD)。三态输出信号,该信号有效时,表示 CPU 可以从存储器或 I/O 设备读入数据。读信号与存储器请求或输入/输出请求信号配合,作为读 I/O 设备或读存储器的选择和控制信号。所寻址的 I/O 设备或存储器得到这个信号后,建立门脉冲,把数据送到数据总线。

(3) 写信号(WR)。三态输出信号,该信号有效时,表示 CPU 数据总线上保持了要写入存储器或 I/O 装置的有效数据。与读信号一样,也是常与输入/输出请求或存储器请求信号配合作为向外设或存储器写入的数据的选择和控制信号。

(4) 中断请求信号(INT)。输入、中断请求信号是由外设产生的,从 CPU 的 INT 引脚输入至 CPU,若允许中断,且没有总线请求时,在现行指令执行完后,CPU 才能响应中断。

以上四种信号是微型机控制接口中经常要用到的 CPU 控制信号,其中 INT 信号主要用于中断工作方式的电路中。对于不同型号的 CPU,上述信号的符号记法稍有差别,有效电平也不一样,如 Z80CPU 的中断请求信号为 $\overline{INT}$,低电平有效,8088/8086CPU 的中断请求信号为 INTR,高电平有效。

输入/输出请求(IORQ)、读信号(RD)和写信号(WR)三个信号与 I/O 接口地址选择信号配合起来,作为 CPU 与外设传送信息的控制信号,通常用门电路来实现。由于外设的响应装置信号不同,所以它们的使用方法也不同,很难一一介绍,这里,仅介绍两种简单的门电路实现方法,使读者通过下面的例子的学习能达到举一反三的目的。

- (1) IORQ 和 RD 有效 I/O 输入操作
- (2) IORQ 和 WR 有效 I/O 输出操作。

用逻辑电路表示如图 1-3 所示。

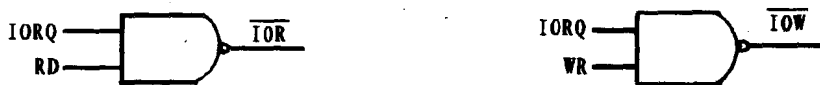


图 1-3 输入和输出的信号逻辑图

从图 1-3 可以看出, IORQ 和 RD、WR 信号经逻辑门组成的电路可以生成 $\overline{IOR}$ (输入)和 $\overline{IOW}$ (输出)信号。 $\overline{IOR}$ 和 $\overline{IOW}$ 再与地址译码信号配合起来即可产生 I/O 接口片选信号。