

高等学校教材

微型计算机接口与通信

傅麒麟 徐 勇 刘南杰 编

电子工业出版社

微型计算机接口与通信

傅麒麟
徐 勇 编
刘南杰

电子工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了微型计算机中各种通信的特点,以及由此引出的各种不同的接口设计技术。全书分为八章,比较全面地反映了现代微型计算机的结构特点,总线理论和使用,存储器的组织和接口,并行与串行通信及其实现,与模拟环境接口,与人机交互设备接口以及与磁记录设备的接口。各章均附有习题。附录可供读者在阅读和做习题时查阅。书中所论各问题的详细情况可由书末所列的参考资料中查到。

书中对接口与通信的一般理论作了较完整的阐述,同时也重视了这些理论应用方法的介绍,使它们落实在工程设计上。内容安排上既考虑到当前国内的实际需要,又照顾了近年来的最新发展。

本书可以作为计算机本科各专业有关课程的教科书,也可供其他专业师生和广大工程技术人员参考。

微型计算机接口与通信

傅麒麟 徐 勇 刘秉志 编

责任编辑:吴明华

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市燕山联营印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 18.75 字数: 433千字

1991年2月第1版 1991年2月第1次印刷

印数: 5000册 定价: 4.90元

ISBN7-5053-1201-4/TP·192

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定，我部承担了全国高等学校、中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力，有关出版社的紧密配合，从1978年至1985年，已编审、出版了两轮教材，正在陆续供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要，贯彻“努力提高教材质量，逐步实现教材多样化，增加不同品种、不同层次、不同学术观点、不同风格、不同改革试验的教材”的精神，我部所属的七个高等学校教材编审委员会和两个中等专业学校教材编审委员会，在总结前两轮教材工作的基础上，结合教育形势的发展和教学改革的需要，制订了1986~1990年的“七五”（第三轮）教材编审出版规划。列入规划的教材、实验教材、教学参考书等近400种选题。这批教材的评选推荐和编写工作由各编委会直接组织进行。

这批教材的书稿，是从通过教学实践、师生反映较好的讲议中经院校推荐，由编审委员会（小组）评选择优产生出来的。广大编审者、各编审委员会和有关出版社为保证教材的出版和提高教材的质量，作出了不懈的努力。

限于水平和经验，这批教材的编审、出版工作还会有缺点和不足之处，希望使用教材的单位，广大教师和同学积极提出批评建议，共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

前 言

本教材系按电子工业部的工科电子类专业教材1986—1990年编审出版规划,由计算机与自动控制教材编审委员会计算机教材编审组征稿,推荐出版,责任编辑为陈兴业教授。

本教材由南京通信工程学院担任主编,华南理工大学陈兴业教授担任主审。

本课程的参考学时数为60学时。全书共分八章。第一章为概论,从微型计算机系统结构出发,提出各种接口与通信任务。第二章为总线,专门阐述各种总线协议、仲裁方法,介绍几种总线标准,使用总线时应注意的技术问题。第三章是存储器接口,除一般地介绍存储器连接方法外,还增加了高速缓存设计和存储器管理问题的内容,以适应现代微处理机发展的需要。第四章是并行接口,阐述了I/O接口的一般原则和方法,并介绍了大规模集成接口电路的使用方法。第五章为串行通信及其接口,在介绍一些数据通信最基本的概念后,从有关标准入手说明了接口设计和协议,并开始介绍智能接口芯片。最后三章是基本接口技术在各种条件下的具体应用。第六章是模拟环境的接口,第七章说明几种典型人机交互设备的接口方法,第八章则是磁记录设备接口方法的专篇。

本课程具有很强的实践性要求,除了要完成一定量的习题外,还应创造条件使学生能查阅各有关资料和技术手册,且必须根据条件安排适量的实验。教材中所列举的各种大规模集成芯片,因篇幅所限,有的过于简单,可根据情况增删。

本教材从1987年起曾在本院本科生中多次使用,并作过一次修订。参加第一稿编写的还有刘南杰、徐勇等同志,此次由傅麒麟对全稿重新作了修订。主审陈兴业教授对本院的修改版教材及最后送审稿提出了许多宝贵意见,张义华同志为本书绘制了大部分草图,周青同志为保障本书稿的及时完成做了大量的工作,一并在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编者

1990. 3

目 录

第一章 微机系统接口与通信概论	1
§1 微机系统中的微处理机	1
一 微处理机概述	1
二 微处理机的外观特征	2
三 为系统选用适当的微处理机	6
§2 微型计算机的典型结构	7
一 总线结构的微型计算机	7
二 几种微型计算机系统举例	8
三 多机系统与微机网络	11
§3 微机系统中的接口与通信	12
一 微处理机与内存的接口	12
二 微处理机与I/O设备的接口	15
三 存储器与I/O设备间的数据传输	18
§4 通信协议	20
一 总线协议	20
二 通信协议	21
习题	23
第二章 总线	24
§1 总线通信协议	24
一 同步总线	24
二 异步总线	28
三 半同步总线	30
四 几个总线协议的实例	32
§2 总线仲裁	34
一 仲裁机构的基本形式	34
二 8289仲裁器	38
三 几种实际仲裁机构	42
§3 总线标准	46
一 内总线标准概要	46
二 STD总线	48
三 MULTIBUS II总线标准	50
§4 总线接口技术	52
一 负载匹配	
二 降低噪声	
习题	
第三章 存储器接口	
§1 半导体存储器概述	

一 半导体存储器的分类	59
二 RAM的外部特性	62
三 ROM的外部特性	65
§2 存储器与总线的连接	66
一 存储器系统的组织	66
二 主存接口技术	68
三 动态RAM的刷新控制	72
四 高速缓冲存储器接口技术	76
五 存储器信息保护	82
§3 存储器管理器件	86
一 存储器管理概述	86
二 段式存储管理器件	87
三 页式存储管理	91
四 其它存储管理设备简介	93
习题	95
 第四章 并行接口	 96
§1 并行接口的基本原理	96
一 对并行接口电路的要求	96
二 并行接口电路的地址和数据	97
三 并行接口中的通信控制	100
四 弹性并行接口	102
§2 并行接口芯片	105
一 并行接口芯片8255A	105
二 Z-80 PIO	110
§3 DMA传输方式及其控制器	114
一 概述	114
二 8237A DMA控制器的结构	114
三 8237A控制器的使用	120
§4 IEEE-488并行总线标准	122
一 总线协议的描述	123
二 IEEE-488集成接口芯片	126
习题	129
 第五章 串行通信及其接口	 131
§1 数据通信概述	131
一 数据通信的基本实现	131
二 异步通信	133
三 同步通信	136
四 数据传输和差错控制	138
串行接口标准	141
RS232C标准	141
RS422A、RS423A和RS449标准	144
	145
	146

一 异步通信协议	149
二 面向字符的同步通信协议(BSC)	148
三 面向比特的同步通信协议(HDLC)	150
四 面向字节的同步通信协议(DDCMP)	153
§4 串行接口芯片	155
一 8251A及其使用	155
二 8273 通信控制器及其使用	160
习题	169
 第六章 模拟接口	 171
§1 数模变换	171
一 数模变换原理	171
二 数模变换用的集成电路	173
三 数模变换器应用举例	175
§2 模数变换原理及其实现	177
一 取样定理	177
二 量化与量化误差	180
三 几种模数变换技术	180
四 几种ADC电路介绍	184
五 A/D变换的应用	189
§3 数据采集系统	192
一 数据采集系统的组成	192
二 几个主要的技术问题	193
三 数据采集模块 DT5712	194
习题	196
 第七章 人机交互设备接口	 197
§1 键盘接口	197
一 键开关结构简介	197
二 编码键盘	197
三 非编码键盘	203
§2 显示接口	203
一 LED显示接口	204
二 CRT显示原理	207
三 图形及汉字显示原理	210
四 CRT控制器及其应用	211
§3 系统软件对人机接口的支持	219
一 MS-DOS简介	219
二 键盘输入和处理的支持软件	
三 显示支持软件的结构	
习题	
 第八章 磁记录设备接口	
§1 磁盘机接口	

一 软磁盘及其驱动机构	224
二 读写及控制电路简述	228
三 锁相环与数据分离	230
四 软磁盘控制器及其使用	234
五 硬盘及其接口介绍	240
§2 磁带机接口	242
一 数据流式磁带机的特点	242
二 数据流式磁带机的接口	244
§3 其它大容量存储器及其接口	248
一 磁泡存储器 (MBM) 基本原理	248
二 磁泡存储器及其接口	251
三 光盘存储器介绍	255
习题	258
 附录一 ASCII码表	 258
附录二 Z-80指令表	260
附录三 Intel 8086指令系统	270
附录四 RS-499连接器标准	286
附录五 ST506/412接口标准	289
附录六 SCSI接口信号标准	289
参考资料	290

第一章 微机系统接口与通信概论

计算机技术是当代最重要的科技成果之一,在各类计算机中又数微型计算机的发展更为迅速。七十年代初,微处理机刚出现,就以其价廉、灵活和使用方便的优点受到人们的青睐,并迅速渗入到几乎所有的应用领域,极大地推动了社会生产力的发展。现在,人们可以利用各种市售芯片,自行设计和组装不同用途、不同复杂程度的微型计算机系统。在系统的体系结构确定以后,合理地规定系统部件之间的通信,以及为此而设计相应的软硬件接口,就成为两项最重要的任务了。一般的微机系统中,微处理机处于核心地位。对微处理机的深刻了解,以及与之有关的接口和通信技术,成了组织一个微机系统的两大支柱。

众所周知,微处理机实质上就是一个中央处理机,其基本原理已为读者所熟悉。为此,在讨论接口与通信时,不再研究微处理机的一般原理,而将注意力集中到它的外部特性上,只考虑它与接口有关的各种硬件和软件的主要特征。书末附录中给出了几种常用微处理机的有关资料。

一个系统总是由多个部件组合而成的,各部件的工作方式不同,要求的信息形式也不相同。所以,在一个系统中就会产生多种通信要求。传输的信息形式可能是数字的,也可能是模拟的。传输方式可能是串行的,也可能是并行的。传输速度与处理机的处理速度相比较,又可能有高速、中速和慢速的差异。所以,必须研究每一类通信的特点,提出相应的接口设计的原则和方法,特别注意解决好通信控制的问题,只有这样才能保证系统可靠并高效地工作。

§ 1 微机系统中的微处理机

一 微处理机概述

自五十年代末出现集成电路以来,电子工业有了长足的进步。到六十年代后期,已经出现了1K位半导体存储器和可编程的袖珍计算器。如果把1971年生产的4004四位微处理机作为微处理机的萌芽,那么,真正现代意义下的微处理机,还应以1974年Intel公司的8080作为起点。这个微处理机采用了NMOS工艺,在二十平方毫米左右的硅片上。集成了约5000个晶体管。几乎与此同时,各种不同的微处理机纷纷出现,形成了一个百花齐放的局面。此后,各生产厂家在提高集成度,提高速度,完善功能及降低功耗等方面不断努力,推出了一批高性能的八位微处理机,如Z-80、Intel 8085及MC6809等。同时,各厂家还设计了各种不同的大规模集成接口芯片,完善了电路的配套功能,为微处理机的推广应用提供了强大的技术支援。超大规模集成电路(VLSI)工艺的成熟,促使16位微处理机在1978年Intel公司推出的8086就是一个先驱者,它采用HMOS工艺,在一个芯片上集成29000个晶体管。稍后出现的Z8000以及MC68000也属于此类。严格地说,只有这P进入了微电子时代。现在,32位微处理机已经投放市场,并很快推出了相应的个

系统及工程 工作站系统。其中如Intel80386、MC68020及WE32100等几种微处理机可以作代表，它们在一百多平方毫米的硅片上集成了几十万晶体管。微电子技术仍在以每两年集成度翻两番，价格下降一半的速度发展，可望在不久的日子里获得更高性能的微处理机。

在不到二十年的短暂时间内，微处理机的性能得到成百上千倍的提高，在使用的广泛程度上，更是其它计算机所望尘莫及的。微处理机之所以受到用户和厂家的重视，完全是由处理机自身的特点所决定的。首先是在解决了工艺技术的前提下，微处理机可以把价格降得很低。同时，它具有体积小、耗电省及可靠性高的显著优点。目前，微处理机一方面不断地挤占小型机乃至中型机的市场，另一方面则渗入到控制、事务处理、教育、医学等各种可能的应用领域。

到目前为止，已经出现的微处理机产品已经不下数百种。就其实质而言，它们都将一个中央处理机的功能集成到一片或几片大规模集成电路上，作为一个计算机系统的核心。图1.1是一个一般化的微处理机内部结构框图。其中包括了运算器、控制器和寄存器

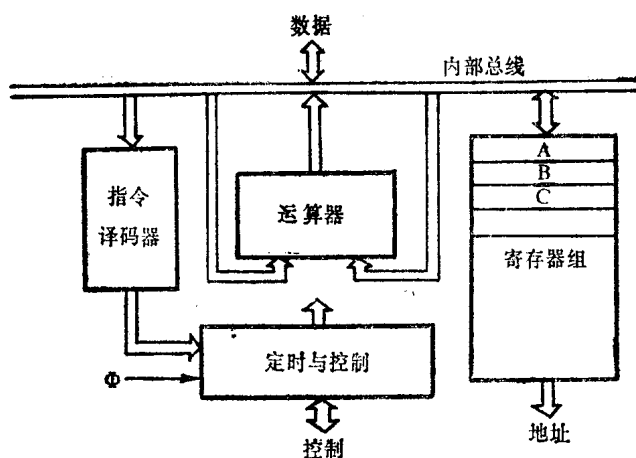


图 1.1 微处理机结构示意图

组；由指令译码器及控制器的结构，规定了各微处理机自己特有的指令系统。从这些基本特征上可以认定它就是一个中央处理机，与大中型计算机的中央处理机是相同的，差别仅在于两者的功能强弱不同。一般大中型机的中央处理机功能比较强，价格比较贵，为了提高它的利用率，通常使它在多用户、多任务情况下工作。这就要使用复杂的管理系统软件。而微处理机价格很低，通常用在个人计算机系统中，相应的管理软件也简单得多，运行管理软件占用的机器开销也小得多。由于微处理机性能上的限制，人们在计算机体系结构方面作了大量的研究，力图使微处理机能够完成更多的工作。计算机网络和多处理机系统就是这种研究的成果。现代的微处理机设计，几乎都为多处理机工作提供了方便。

二 微处理机的外观特征

微处理机不是一个完整的计算机，只是计算机的核心。它必须与存储器和外部设备相能组装成微型计算机。为了制定微处理机与外围各部件接口的原则和方法，必须先了解其外观特征有所了解。所谓的外观特征，主要指电路引脚的特性和它的指令系

统。前者包括引脚的名称和功能，总线工作方式以及定时关系，而后者则指指令的完备情况和寻址方式。下面将以几类不同微处理机的引脚功能为例，说明它们的一般接口要求。

1 通用八位微处理机的引脚特性

图1.2是Z-80微处理机和MC6809微处理机的引脚图。这是两种不同风格的微处理机。为了满足CPU与其它部件的通信需要，在引脚功能分配上又有许多相似之处。先让我们看

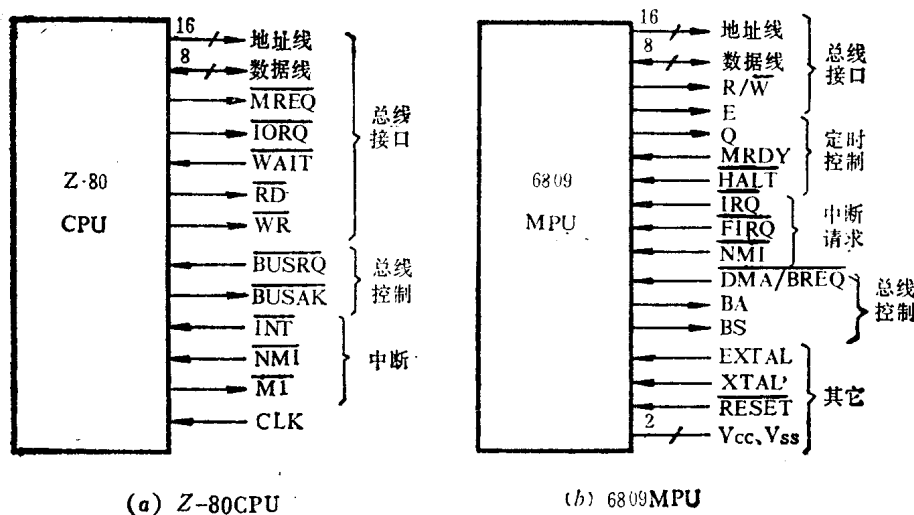


图 1.2 两种八位微处理机引脚图

一下Z-80 CPU的引脚功能。

在与总线接口的那一类引脚中，8位数据线是双向的，它提供了微处理机与其它部件间传输数据的通道。16位地址线由微处理机送出，用以指明存取数据的单元地址。Z-80 CPU对存储器和I/O设备是分别寻址的，就用MREQ和IORQ来区分存储器还是外设操作。RD和WR信号用以控制数据传送方向。前者有效时，控制数据送入微处理机；反之，则将数据写入存储器或外设。在适当的指令控制下，这些引脚就可以完成各种数据传输任务。

中断处理能力是衡量处理机功能强弱的一个重要方面。

Z-80 CPU提供了两种中断请求输入，即可屏蔽中断(INT)和不可屏蔽中断(NMI)。前者还可以有三种不同的中断处理方式，比较灵活。为了给系统提供DMA操作的功能，专门设置了总线控制信号，即BUSRQ和BUSAK。当处理机检测到BUSRQ引脚上输入的请求信号有效时，表明外设请求DMA操作。在处理机作好准备后，就让出总线控制权，并使BUSAK输出有效，通知外设可以使用总线，开始DMA传输。这时CPU停止工作，直到DMA传输结束，BUSRQ变成无效时才恢复工作。

MC6809 MPU是一个高档的8位微处理机。用对比的方法考察一下它的引脚，就会发现它与Z-80的许多相似处。数据线与地址线的情况两者基本相同，但在总线接口的控制信号上有较大的差别。MC6809采用存储器和I/O设备统一编址的方法，在存取数据时不需要区分是存储器还是I/O设备，在引脚上就省去了两个信号。R/W信号用由控制数据传输方向，虽然在做法上略有不同，但其实质仍然相同。

中断请求输入端一共有三个，即在NMI和IRQ之外还设置了一个

($\overline{\text{FIRQ}}$)。它还允许进行软件中断,使中断处理的能力更强。DMA 请求方式也与Z-80一样,但是MC6809的响应方式有些区别。它利用BA和BS两条状态线的四种组合,表示MPU的状态。当两个引脚输出均为“1”时,表示MPU已停止工作,且释放了总线控制权,允许开始DMA传输。

MC6809引脚中有一组定时信号。其中E和Q是从微处理器输出,提供系统同步工作的定时信号,它们的波形相同,只是Q比E超前1/4个时钟周期。由于E信号是用来控制存储器、外围接口芯片同步的,所以把它归入总线控制一类中。Q信号也是作为系统同步用的,只不过它主要用来决定一些控制信号的读取时间。这两个定时信号是Z-80中所没有的,对这两者之间的不同,及由此形成的工作方式上的差异,将在第二章中给出详细说明。

$\overline{\text{MRDY}}$ 和 $\overline{\text{HALT}}$ 两个时间控制信号,都可以暂停MPU的工作,以便于MPU能与慢速外围部件配合工作。前者允许延长E和Q的周期,但是不超过 $10\mu\text{s}$,所以一般只与慢速存储器的读写配合使用。而 $\overline{\text{HALT}}$ 信号除了使MPU停止工作以外,还使之释放对总线的控制权,且在时间上没有严格的限制,常用作程序单步执行时的控制端。与此类似,Z-80 CPU中设置了一个 $\overline{\text{WAIT}}$ 控制输入端,用以完成与上述两个控制端相同的功能。

从组织系统的需要出发,人们往往把微处理机的引脚划分为三个总线,即数据总线、地址总线和控制总线。对各种8位机而言,它们的数据总线和地址总线在数量上、功能上几乎没有什么差别,但它们的控制总线却可能有很大的差异,而这一点恰恰是影响系统总线工作方式的关键因素。要想用好微处理器,处理好系统中遇到的各种接口问题,保证系统工作时不发生总线冲突现象,要对控制总线中各信号的功能,它们互相之间的定时关系有个比较深入的了解。这个基本要求将体现在本教材后续各章中,请读者注意。

2 通用16位和32位微处理器

与8位机相比,16位微处理机的字长扩展为两个字节,就有16个引脚作为数据线。因为直接寻址范围的扩大,地址线所占用的引脚也应作相应的增添。图1.3是两种典型的16位微处理器主要引脚功能的示意图。

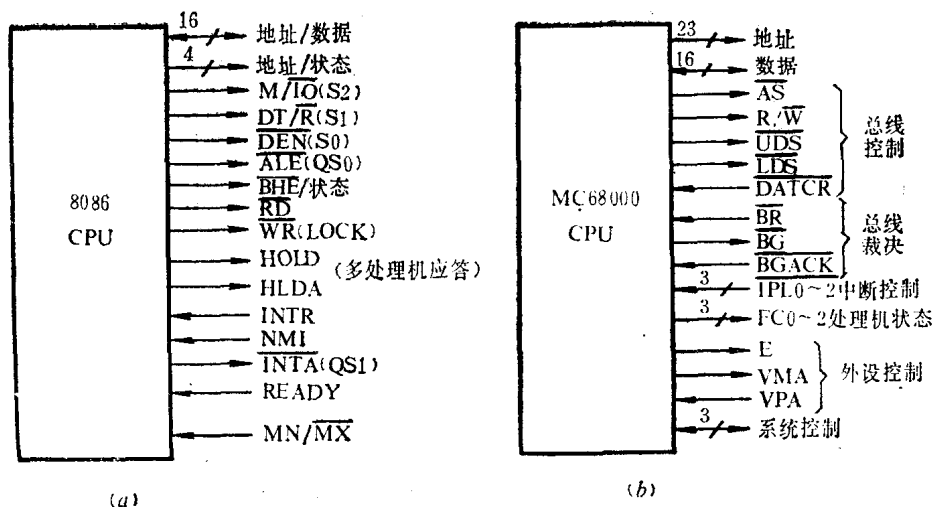


图 1.3 典型16位微处理器引脚图

Intel 8086是最早问世的一个16位微处理器。它在系统中使用时,最显著的一个特点就是引脚功能的复用。首先可以看到的是地址与数据、地址与状态引脚的复用。8086可直接寻址的范围是1MB,引脚中安排了20条地址线。其中低16位与数据线复用,高4位则与状态线复用。工作时,首先送出地址信息,同时使地址锁存信号ALE有效,控制有关锁存器接收地址信息。接着引脚上传输数据信息和状态信息,同时使数据有效 $\overline{DEN}$ 信号和数据方向 $DT/\overline{R}$ 控制信号输出,用来控制数据的流通。总线控制信号中, $M/\overline{IO}$ 用以控制对存储器还是I/O设备寻址。为了使16位微处理器也能够对单个字节进行读写,专门设置了一个允许存取高位字节的控制引脚 $\overline{BHE}$ 。利用这个控制端与最低位地址线 A_0 的组合,达到任意存取一个字节或一个整字的目的。其它一些与Z-80 CPU中相同的信号,这里不再重复。

另一个重要的引脚功能复用受到 $MN/\overline{MX}$ 端的控制。当该端为“1”时,CPU处于最小方式工作,这时处理机的各种信号与8位机8085基本相同,用以实现单处理器的小系统。如果控制端接地,处理器就在最大方式下工作,可以组织以多处理器为基础的大规模系统。图1.3(a)中各引脚后面括号内的标志就是该引脚在最大方式时的功能定义。 $\overline{S_0} \sim \overline{S_2}$ 三条状态线,经一个专用的8288总线控制器译码,形成各种总线控制信号。多处理器连接时专门设置了两条应答线,借以协调各处理器占用总线的时间,保证不发生冲突。 $\overline{LOCK}$ 信号由软件控制,确保处理器在执行指定指令中能够占用总线,不为其它处理器所打断。

图1.3(b)中所标出的是MC68000的主要引脚,它将外接引脚的数量设计为64个,所以没有必要再采用引脚功能复用的办法。地址线一共为23条,可以直接对8M字(16MB)存储空间进行寻址。并且通过高位字节数据和低位字节数据选择线(UDS与LDS)的控制,可以读写任意一个字节或字数据。总线控制中的 $\overline{DATCR}$ 信号用以表示数据读写结束,通知CPU结束当前的周期。这种异步总线控制方法将在第二章中详细讨论。

总线裁决控制 $\overline{BR}$ 和 $\overline{BG}$ 是一对总线请求和响应信号, $\overline{BGACK}$ 是占用总线的设备向CPU报告的信号。由于这三个信号的控制,使一个包括多个总线主控设备的系统正常运行,不致发生总线冲突。

中断控制线 $\overline{IPL0} \sim \overline{IPL2}$ 可以接受和区分七级中断请求。三个外设控制信号 $\overline{VMA}$ 和 $\overline{VPA}$,是为使16位的MC68000能够直接使用8位微处理器MC6800的各种外围电路,专门设置的兼容控制信号。

从上面对两个16位微处理器引脚的粗浅介绍中,可以看出它们与8位机的明显差异。通常16位机都考虑到多处理器工作的可能性,可以使用户以最方便的方式组成复杂系统。这种结构上的特点将直接影响通信方式,以及为此而作的接口设计。

在考虑用微处理器组成系统时,除了需要了解引脚的特点外,还特别要注意处理机的时钟频率,以及它对系统的保护能力。这方面特点表现得最充分的应该说是32位微处理器了。比如Intel 80386微处理器就工作在12.5MHz或16MHz,MC68020微处理器可在16.67MHz时钟下工作。对于如此高速工作的处理器,在与存储器接口时,就应考虑使用高速缓冲存储器。32位微处理器通常设置有系统状态和用户状态,有各种保护措施,支持多用户多任务工作。这些也都是设计接口时应当注意的。

三 为系统选用适当的微处理机

按照系统设计的方法,在确定了系统功能以后,就应确定系统的基本结构及各部分功能的分配。微处理机处于系统的核心地位,对它的正确选用不但可以对系统性能起到决定性的作用,而且直接影响到系统内外的通信组织,以及接口设计。比如,一个单片微型计算机中具有RAM、ROM、时钟发生器及串行接口等,显然它只要极少量的外围辅助电路就可工作。而一个以微处理机为核心的系统,要想达到同样的功能时,所需解决的接口问题将复杂得多。

1 按系统功能要求选择微处理机

原则上讲,给任一微处理机配上适当的外围电路,并编制出正确的软件后,它可以完成任何指定的任务。但是这样往往不能充分发挥该微处理机的特长,可能会在处理速度、开发周期及系统成本上付出很大的代价。从系统功能上讲,一般可以分成数据处理和控制两大类。数据处理要求处理机具有较强的数学运算和字符处理能力,它所处理的对象可能是不同长度的数字,或者是不同编码的字符。在有些控制要求的系统中,也要求相当的数据处理,这时也应选择数据处理能力强的微处理机。

我们不可能在这里逐个地介绍微处理机的特点。但是,将它们分成几类,介绍一些共同的特点是可能的,也是必要的。一般说,1位、4位微处理机字长短,指令中难以对多位的数字和字符进行处理,所以它们主要用作控制器。8位微处理机在指令系统中增加了不少算术运算的指令,且一个字节的数据长度也足以处理字符了,所以可以说,它在数据处理方面迈进了一步。通常,8位机可以用在需要一定数学运算的控制场合。虽然后期的MC6809、Z-80和8085等微处理机在数据处理能力方面有了很大的加强,但在随后出现的16位微处理机的冲击下,也很难作为数据处理类系统的选择对象。现代通用型微型计算机,用在一般科学计算、办公室事务处理等场合,所碰到的是大量的算术运算和字符处理。而这些工作恰好是16位和32位微处理机发挥所长的理想场所。相反地,如果将这类复杂的处理机用在控制场合,众多的数据线和控制线将使外围接口变得十分复杂。

单片机是目前用得十分广泛的一种微型机。它不但在一个芯片上集成了处理机、存储器和I/O口,而且也具有相当的数据处理能力,在许多小型控制系统中可以很好地发挥作用。此外,还有一些特殊用途的微处理机或单片机,比如仙童公司的F8,它具有较多的I/O口,可以用在需要多口输入输出的场合。信号处理机TMS32010或TMS32020等,具有快速乘除的能力,在信号分析、语音实时处理中显出独特的优点。比如它执行两个16位数的乘法只要一个周期,而时钟却高达20MHz。但是,8086完成同样的乘法却需要至少124个时钟周期,且时钟也只有5MHz或8MHz。

除了从以上一般概念和印象选择不同类的微处理机外,还应该对各种候选的处理机进行指令系统的比较,外围支持芯片的丰富程度的比较。比如,现代数据处理用的微处理机,都设有乘除法指令,具有浮点运算的支持能力,且一般具有各种外围接口芯片。

2 按响应时间选择恰当的处理速度

保证系统满足对响应时间的要求,这是选择微处理机时必须注意的又一个大问题。影响微处理机运行速度有三个主要的因素。

微处理机允许使用的时钟速率,这是一个由生产厂家给出的性能指标。显然,时

钟频率越高,单位时间内可执行的指令就越多。其次要考虑的是指令的执行速率,常用执行一条指令所需的时间来衡量。不同指令的执行时间是不同的,不同处理机之间的横向比较更加困难。有时可用执行相似功能的指令时间来比较。比如,在时钟速率为4MHz时,执行一条相同寻址方式的加法指令,MC6809需要0.5 μ s,而Z-80A CPU却要1.75 μ s。最后,寻址方式和指令系统的适合程度也是影响速度的一个因素。比如,一个乘法运算,在有的处理机中只要一条指令,而有的却需要一段程序来实现,所需的执行时间相差很大。

有时候系统对响应时间的要求是十分明确的,特别在控制系统中更是如此。比如,一个程控交换机中,处理机要不断扫描各电话用户的状态,并给提出使用要求的用户以各种适当的服务。这样,处理机对全部用户扫描(包括一些服务)一遍的时间就不能太长,比如说小于100ms。在选定处理机后,应编出一个执行基本相似功能的程序,称为加载。如果运行时间在规定时间的50%以下,那么,这个选择基本上是合适的。要是运行时间达到75%左右,就可能发生实际系统运行时间超载。当然,加载时运行时间在规定时间的20%以下时,说明微处理机功能大大富余,可改用功能稍弱的微处理机。

3 其它考虑因素

微处理机与外界联系的方法是否适合系统要求,是选择中需要注意的另一个问题。换句话说,就是处理机I/O能力的强弱。在一些对I/O反应速度要求比较高的场合,处理机应能提供有效的中断服务。要求处理机有足够强的堆栈操作能力,允许用户比较自由地使用堆栈。

处理机引脚的驱动能力也是需要注意的。如果一个处理机有较强的负载能力,利用它组织一个小系统时,几乎就可以不要另外添加驱动电路,否则,可能会使系统的复杂程度大大上升。

功耗问题对于便携式系统特别敏感,这除了与所选器件有关外,也与工作速度有关。通常工作速度越高,所耗功率越大。

工作环境主要是指工作温度、湿度及电磁干扰。比如,一般民用系统采用商用等级的芯片即可,但在恶劣环境下工作的系统,必须使用军用品级的芯片。

最后,成本核算在任何时候都是必须充分注意的。除了硬件成本的核算外,软件开发成本也必须考虑在内。

§ 2 微型计算机的典型结构

一 总线结构的微型计算机

以微处理机为核心的微型计算机形式繁多,有简单的单板计算机、较复杂的个人计算机、各种专用系统及超级微型机等。在这些系统中,除了一些结构非常简单的专用系统外,一般都采用总线结构,使系统构造比较方便,且具有更大的灵活性。根据总线组织方法的不同,可以把总线分为三类。图1.4是三种总线结构的示意图。(a)图所示的单总线结构中,系统存储器和各I/O口通过唯一的总线与微处理机相接(请注意,这里所谓唯一的总线当中已经包含了各种功能的引线,比如数据总线、地址总线和控制总线)。这种结构的特点,处理机对存储器的读写必须与对I/O口读写分

相对变窄。这种方式主要用在一些小型系统中，如单板机、一般的个人计算机。(b)图是个双总线结构示意图。微处理机对外的引线分成两组总线，即存储器总线和I/O总线。这种结构方式可以使存储器和I/O设备同时工作，进行互不干扰的数据传输，相当于展览了总线的带宽，提高了总线的数据传送速率。如图那样，如果两种通信都由微处理机直接管理，势必加重了CPU在管理方面的工作量。现在，通常采用专门的I/O管理芯片履行此项工作，以减轻CPU的负担。最后一种是(c)图所示的双重总线结构。这种组织方式中，微处理机通常通过局部总线访问局部存储器和局部I/O。这种工作方式与单总线是一样的。当某微处理机需要对全局存储器和全局I/O访问时，必须由总线控制逻辑统一安排才能进行。这时，该微处理机就是系统的主控设备。要是如图所示的DMA控制器成为系统的主控设备，全局I/O和存储器之间可以利用系统总线进行DMA操作。与此同时，微处理机可以在局部存储器和I/O范围内并行工作。

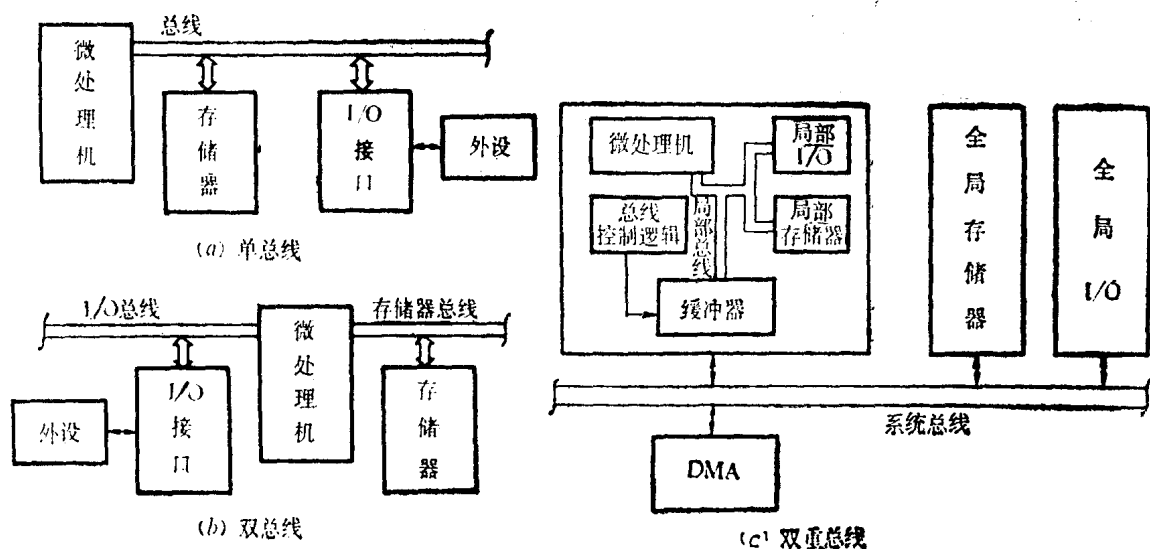


图 1.4 几种总线结构的微型计算机

上述各种总线组织形式只适用系统内部，即它们是用以连接系统内部各部件的总线。事实上，I/O口到各外部设备，一个微型机到另一个微型机之间的连接，也常用总线方式实现，并且形成了各种标准。这些总线称为外总线，它们大体上可以分成两种，即串行的和并行的。比如，总线型的局部网络就是一个串行总线的例子，而在测量仪表的连接中，广泛地使用并行总线。图1.5是一个用同轴电缆作总线的局部网络，各微型计算机通过接口电路连到电缆上。各微型机之间的通信是通过同一条电缆实现的，与内部总线一样，各通信对象只能分时使用总线。又因为总线只有一条电缆，所以传输的数据只能以串行方式在总线上出现。并行总线的情况与内总线相似，它除了有并行的数据信号线外，还有相当复杂的控制信号线。

二 几种微型计算机系统举例

1 终端

中型计

设计成多任务、多用户系统，它通过各种外设进行输入输出操作。