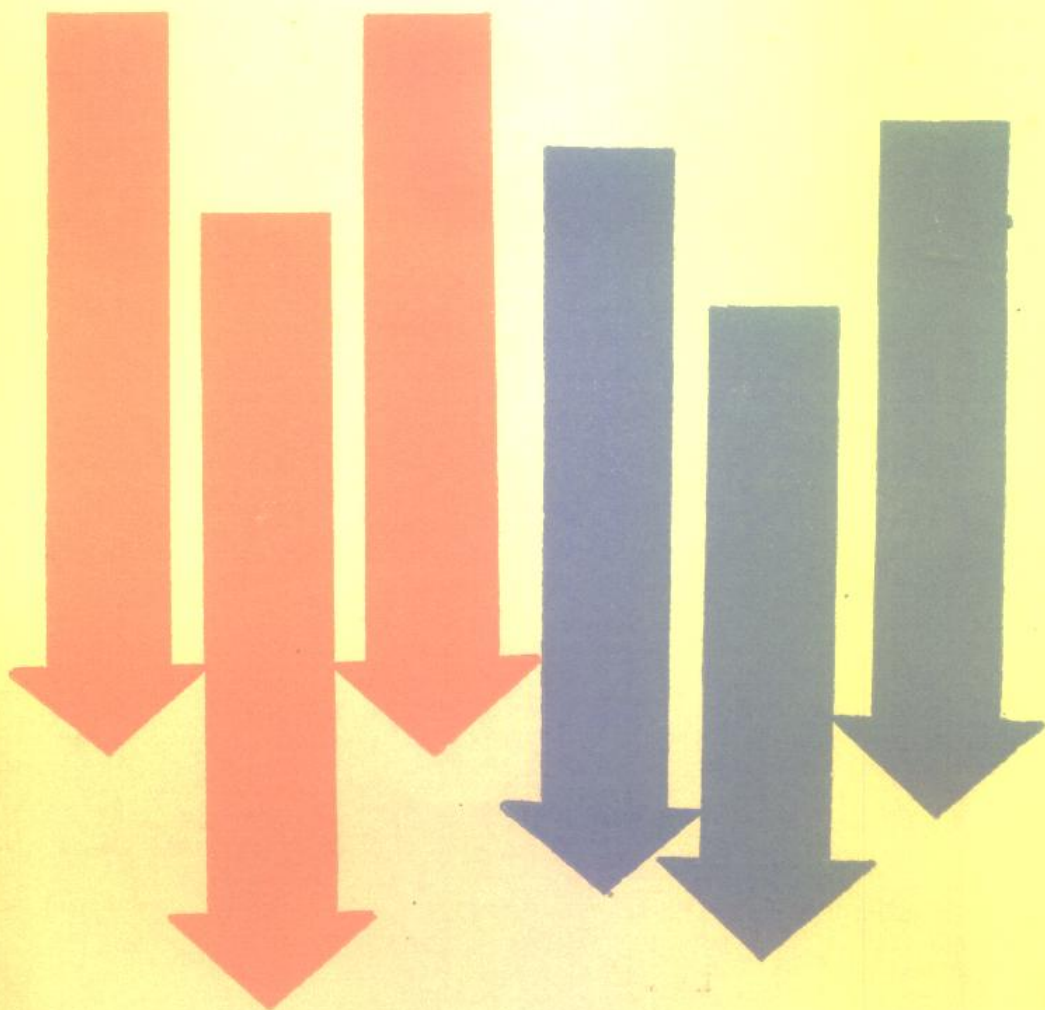




DUANYA SHEBEI DE JISUANJI
KONGZHI

华中理工大学出版社



王运赣 田亚梅 阮绍骏 编著

锻压设备的计算机控制

锻压设备的计算机控制

王运赣 田亚梅 阮绍骏 编著

华中理工大学出版社

内 容 简 介

本书专门论述了有关锻压设备的计算机控制问题, 共计八章。它包括计算机控制的基本原理, 液压机、操作机、曲柄压力机、锤、螺旋压力机、棒料剪切机和加热炉等通用锻压设备的控制方法与电路, 以及锻压生产系统及全车间自动控制的一些问题。

本书取材于国内外研究的最新成果, 可作为高等院校锻压专业本科生和研究生的教材, 也可供从事锻压设备及其自动控制的设计人员参考。

锻压设备的计算机控制

王运赣 田亚梅 阮绍骏 编 著

责任编辑 叶翠华

华中理工大学出版社出版发行

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毫米 1/32 字数: 242,000

1988年12月第1版

1988年12月第1次印刷

印数: 1-1 500

ISBN 7-5609-0213-8/TG·5

定价: 1.88元

前 言

用计算机控制锻压设备是使其现代化的一条重要途径，因此国内外对此都极为关注。然而至今为止，尚未见到一本专门论述锻压设备计算机控制的书籍，从事锻压设备研究和制造的人员深感不便。

本书概括了国内外有关锻压设备计算机控制的最新成果。为了使全书有较好的系统性，以帮助对计算机不太熟悉的人员阅读，书的第二章介绍了计算机控制的基本原理，其余几章则重点阐述锻压设备的计算机控制方法与电路。但是受篇幅的限制，所论及的范围只包括液压机、操作机、曲柄压力机、锤、螺旋压力机、棒料剪切机和加热炉等通用锻压设备，以及锻压生产系统与全车间自动控制的一些问题，而未能对各种专用锻压设备的控制作详细的介绍。不过可以肯定，只要读者掌握了本书的基本原理与方法，要解决专用控制问题也就没有什么困难了。

由于通常所说计算机控制是计算机数控(CNC)的简称，它是在普通数控(NC)基础上发展起来的，二者有密切的联系，所以书中以较大的篇幅叙述计算机数控，同时也提及一些普通数控。

本书第一、三、四、五、七、八章由王运赣编写，第二章由田亚梅编写，第六章由田亚梅和阮绍骏编写，全书由黄树槐教授主审。书中有关国内部分的资料绝大多数取自华中理工大学的科研成果，它是黄树槐、肖景容、郭芷荣和陈锦江教授，陈衬煌、赖寿宏、邓星钟、王紫薇、骆际焕、金涤尘、王峒、李昇浩、段春玲、吕言、王建坤、梁书云、郝麦海等同志，以及协作研究所、工厂的有关同志和编者多年辛勤工作的总结。因此，应该说本书是上述同志集体劳动的结晶，编者只不过做了一些文字整理工作。

编者

一九八六年十二月于华中工学院

目 录

前 言	(1)
第一章 绪 论	(1)
§ 1-1 锻压设备计算机控制的发展概况	(1)
§ 1-2 锻压设备计算机控制的特点	(1)
§ 1-3 锻压设备计算机控制的分类	(2)
§ 1-4 锻压设备计算机控制的应用前景与发展趋势	(2)
第二章 计算机控制基本原理	(4)
§ 2-1 微型计算机控制系统及其硬件	(4)
§ 2-2 微型计算机控制系统中常用的传感器	(23)
§ 2-3 模拟量与数字量之间的转换	(29)
§ 2-4 微型计算机软件	(35)
§ 2-5 可编程序控制器简介	(38)
第三章 大型自由锻造车间的液压机和操作机的控制	(47)
§ 3-1 现代大型自由锻造车间的主要设备及控制要求	(47)
§ 3-2 锻造液压机和操作机控制的发展	(49)
§ 3-3 直接传动式锻造液压机的控制	(50)
§ 3-4 水泵-蓄势器传动式锻造液压机的控制	(61)
§ 3-5 锻造操作机的控制	(64)
§ 3-6 液压机和操作机的多级、多微处理机分布式控制系统	(76)
第四章 液压折弯机和挤压机的控制	(80)
§ 4-1 液压折弯机的工作原理与控制要求	(80)
§ 4-2 液压折弯机的CNC控制	(84)
§ 4-3 大型龙门式折弯机及其控制	(91)
§ 4-4 液压挤压机的控制	(92)
第五章 曲柄压力机的控制	(96)
§ 5-1 热模锻压力机的控制	(96)
§ 5-2 板料冲压多工位自动机的控制	(106)
§ 5-3 冲模回转头压力机的控制	(109)
第六章 螺旋压力机及锤的控制	(113)
§ 6-1 螺旋压力机的微型计算机控制	(113)
§ 6-2 锤的微型计算机控制	(124)
第七章 下料和加热设备的控制	(131)
§ 7-1 影响棒料剪切精度的主要因素	(131)
§ 7-2 棒料剪切的体积控制法	(132)
§ 7-3 锻造加热炉的控制	(137)
第八章 锻压生产系统和全车间的控制	(139)
§ 8-1 专用锻压生产线的控制	(139)

§ 8-2 柔性生产系统及其控制	(148)
§ 8-3 锻压车间的CNC控制	(159)
参考文献	(166)

第一章 绪 论

§ 1-1 锻压设备计算机控制的发展概况

随着电子计算机技术的迅速发展,机械行业的自动化水平在近二十年来有了显著的提高,毫无例外,锻压设备的控制也发生了很大的变化。

五十年代,锻压设备几乎全部采用简单的继电器控制。六十年代初在美国、英国和日本开始出现普通数控锻压设备,六十年代末,许多国家着手研制计算机控制。到了七十年代,在国际博览会上各种计算机控制的锻压设备已屡见不鲜。据不完全统计,1963年美国拥有500~600台计算机控制锻压机械,1973年则激增至1869台,相当于五年前的三倍多。进入八十年代之后,不仅计算机控制锻压设备的拥有量有更大的增长,而且种类也更加齐全,控制技术日趋成熟,水平愈来愈高。

在各种计算机控制的锻压设备中,最瞩目的有计算机控制锻造液压机和冲模回转头压力机。由于在这两种设备上进行自动控制的意义比较明显,控制系统比较典型,因此许多国家都从此起步,而且这两种设备也成为研制较多,应用较广泛的计算机控制机械。其后,热模锻压力机、挤压液压机、板料折弯机、棒料剪切机、锻造操作机、螺旋压力机和加热炉等的计算机控制系统相继问世,此项新技术几乎在每种锻压设备上都得到了普遍应用。

从技术水平的发展来看,最初是为单台锻压设备研制由分立元件构成的专门数控装置,现在则是以集成电路组成的微型计算机为基础,开发一些通用的控制系统,使其不但能控制多种设备,而且能方便地予以扩展,以至控制整条生产线。同时,将其与上级中央计算机相连,构成包括计算机辅助设计和辅助生产管理在内的完整控制系统。

目前,国外主要的锻压设备制造公司都设有相当规模的数控技术开发部,专门设计和试制新型的控制系统。其它一些公司则向专业化电气公司订购先进的控制装置,以便和自行研制的新型锻压设备相配套。

我国数控锻压设备的研究工作起步较早,六十年代中期即有一些高等院校、研究所和工厂合作研制普通数控锻造液压机和冲模回转头压力机。然而由于十年政治动乱和基础电子工业薄弱等原因,这一技术一直未能很好地应用于生产。七十年代末期之后,伴随计算机技术的发展和普及,我国开始自行研制计算机控制锻压设备,同时又由国外引进和生产了少量现代控制系统,从而促使我国的锻压设备面貌有所更新。但应该指出的是,尽管我国一些科技人员已基本掌握了计算机控制技术,却难以提供成熟、通用的锻压设备计算机控制系统产品。改变这一现状正是锻压设备研制工作者的刻不容缓的任务,也是本书出版的主要目的。

§ 1-2 锻压设备计算机控制的特点

锻压设备的计算机控制除有一般数控的共性问题之外,还有其特性,这主要表现在:

(1) 锻压生产的环境条件恶劣,如振动、高温、灰尘等较严重,许多通用检测及执行元

件不能适应,可靠性差,寿命短,必须从元件到系统采取相应的措施。

(2) 可靠性要求高。锻压一般是在高压、高速度、高温下进行的生产工艺,控制系统一旦失灵则可能造成重大人身、机床事故和经济损失,所以要求系统十分可靠,必须采用完善的保险措施(如冗余技术)。

(3) 所需检测和控制参数种类复杂,它们包括位移、速度、力、力矩、压力、流量、温度、形状等,其中不少为模拟量,这给检测、执行及控制均带来了一定的困难。

(4) 工艺本身复杂,常常不易稳定,在生产过程中可能出现种种异常情况,且事先难以完全预料(如温度对锻件成形的影响,板材性质对冲压件质量的影响,润滑对脱模的影响等),所以在控制硬件和软件方面要有相应的措施,例如应设置多种过程参数的检测,能及时、方便地实现自动-手动转换,在自动生产过程中可随时插入必要的人工干预。

(5) 要求的驱动功率大,响应速度快。如锻压设备所用的液压系统大多属高压、大流量,并要求在极短的时间内进行动作变换,以保证工件精度和生产率,避免因温度下降而造成废品。

(6) 控制精度相对冷加工控制系统的要求较低,如位置精度一般低于 0.01mm ,但系统必须坚固耐用。

由以上分析可见,必须研制适合于锻压特点的计算机控制系统,而不能简单套用现有冷加工设备的控制。

§1-3 锻压设备计算机控制的分类

计算机控制有多种分类方法,按计算机在控制系统中的作用可分为以下几类:

(1) 锻压过程的计算机监测 计算机通过传感器和接口电路采集、显示和记录锻压过程参数,它只能为操作人员的决策、控制提供依据,而不能自动控制生产过程。

(2) 锻压过程的计算机直接控制 计算机除有上述第一类系统的作用之外,还可通过接口电路和执行器件控制过程参数,使生产过程能按事先编制的程序和输入的数据自动进行,从而得到符合要求的工件。它又可分为开环控制系统与闭环控制系统两大类。前者比较简单,但精度较低;后者具有反馈环节,以便检查和校正控制的效果,因此性能较好,然而成本也较高。

(3) 锻压过程的计算机优化控制 计算机除有上述两类系统的作用之外,还能按照预先选定的目标函数(例如生产率最高、材料最省或功率消耗最少等),对过程参数进行优化,使系统在最佳状态下运行。

(4) 锻压生产的计算机控制一体化 它包括锻压生产的管理、工艺过程和模具的计算机辅助设计(CAD)、模具的计算机辅助制造(CAM),以及过程的直接控制等。

显然,后面的类型比前面的类型有较高的控制水平,但目前实际生产中大量应用的还是第一、二类,第三、四类只有少数的实例。

§1-4 锻压设备计算机控制的应用前景与发展趋势

目前,在国外新生产的各种锻压设备上几乎都配置了计算机控制设备。我国计划在第七

个五年计划期间普及各种机床的计算机控制,使其品种和数量基本能满足国内市场的需要。展望前景,计算机控制的应用可归纳为下述两个方面:

(1) 现有设备的改造 我国拥有众多数量的锻压设备,特别是有一些大型和重型设备,如能力为千吨至万吨(即万牛至十万牛)级的锻造液压机、挤压液压机、热模锻压力机,以及千吨(即万牛)级的螺旋压力机和各种大型加热炉。虽然这些设备大多是老产品,但在一个相当长的时期内,其基本机械部分仍可继续使用,必须着重解决的问题是用先进的计算机技术改造控制系统,使工人的劳动条件有较明显的改善,产品质量和经济效益有较大的提高。

(2) 新产品的现代化 要使我国生产的锻压设备赶上世界先进水平,并打入国际市场,使其具有一定的竞争能力,除了首先应提高机械部分的加工质量外,配备计算机控制系统也是一个关键。

为了完成以上两方面的任务,锻压设备的计算机控制有如下发展趋向:

(1) 为适应不同控制水平的需要,将控制系统的产品分为经济型、标准型和高功能型三大类。

其中经济型能进行顺序控制,以及有关过程数据的显示。标准型较之经济型有更完善的功能,能控制2~3个坐标轴的模拟运动量,可满足大多数锻压设备的控制要求。高功能型不仅能控制单台锻压设备,而且能控制由多台、多种设备构成的生产系统。

(2) 组织专业化定型生产。计算机控制是一种技术密集型工业的产物,在其发展初期,由各锻压设备制造厂分散研制是很自然的。可是随着对系统的先进性、可靠性和经济性要求的提高,组织电子设备厂的专业化生产,使锻压设备制造厂能方便地订购到经济、实用的控制系统,并和本身生产的机械相配套,以便构成高水平的设备,显然是一种有效的方式。

(3) 努力使系统具有高可靠性、易维护性和可扩展性。

可以说,可靠性是锻压设备控制系统的首要要求。可靠性不高,不仅其它先进性能无法得到充分发挥,而且可能造成恶性事故,严重危及工人与设备安全。

由于锻压车间的工作条件较差,现有操作人员的电子技术水平不够高,因此在先进的控制系统中都应配备完善的自诊断功能,系统的构成方式也趋向由集中改为分散,使操作者能迅速发现故障的原因及部位,并尽可能用更换单个小型插件板的方式来进行现场维修,以使设备能在短时间内恢复正常运行。

考虑到生产的发展,有可能对控制系统提出一些新的要求。为了不使整个原有系统报废,在系统设计时应留有扩展的余地。

第二章 计算机控制基本原理

§ 2-1 微型计算机控制系统及其硬件

一、典型的微型计算机控制系统

任何一个控制系统都由输入、控制及输出三个部分组成。其中控制部分近年来随着计算机技术的发展有了飞速的变化，从过去由分立元件组成的各种调节器发展为以微型计算机为主的计算机控制子系统。同时，随着控制部分的发展，相应的输入及输出部分也有了新的发展。

下面以一个典型的微型计算机控制系统（图2-1）为例来说明控制系统的组成及其相互间的联系。从此图可以看出，系统具有三种类型的输入量。第一种是从不同模拟量传感器通过多路转换器送入模/数转换器ADC的模拟信号，此信号经转换器后变成数字量，并通过通道A送至微型计算机。第二种是从数字量传感器来的八位数字信号，直接通过通道B送至计算机。最后一种是开关量信号，诸如从微动开关来的通、断信号，图中这样的开关信号多达八个，且从C通道送至计算机。

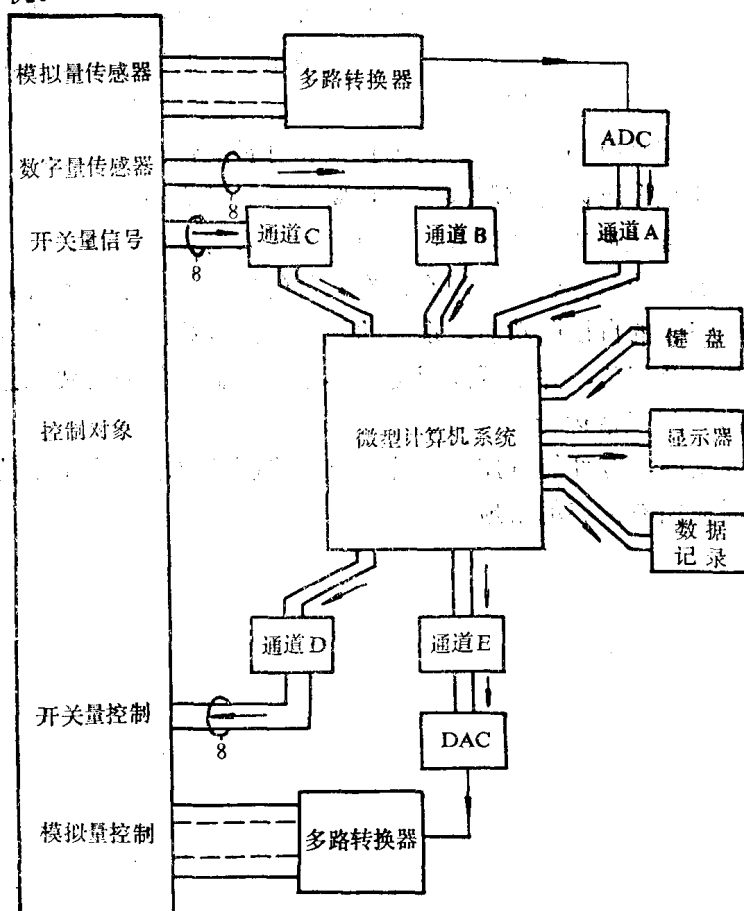


图2-1 微型计算机控制系统

送给计算机的这些输入信号，在相应程序控制下，按次序或按时间的要求被读入计算机。计算机对获取的大量信息进行处理，并按控制要求将输出结果送至显示器或其他记录装置，或发出相应的控制命令。

微型计算机上设有键盘，操作者可通过此键盘输入、修改、编辑程序，或设定各种参数。显示装置可以是CRT屏幕显示器，也可以是简单的数码管或发光二极管。记录装置可采用盒式磁带机或软磁盘驱动器，也可采用多笔X-Y记录仪。

作为控制信号的输出量分为两大类。一类为模拟信号。计算机的输出数据从E通道通过数/模转换器DAC及多路转换器转换为此类模拟量，并送执行机构，如电液伺服阀等。另一类为开关信号，它从D通道输出，用来接通或断开各种继电器，以控制加热器、阀和电机等。

任何一个过程控制系统都离不开这些类型的输入量或输出量，只是数量的多少不同而已。下面将分别对微型计算机的组成，用于检测的传感器及模拟量与数字量之间的转换等硬件电路作进一步的介绍。

二、微处理器

计算机通常由中央处理单元（Central Processing Unit，简称CPU）、存贮器以及不同的输入/输出装置（简称I/O）组成，如图2-2所示。它们之间通过总线相连接。

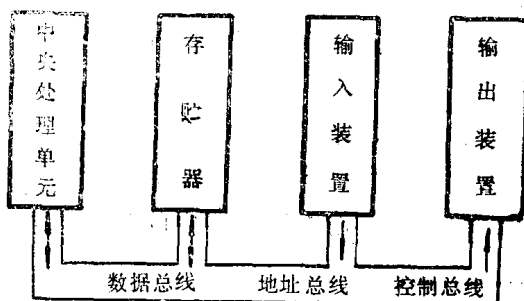


图2-2 计算机结构示意图

随着大规模集成电路技术的飞速发展，七十年代初诞生了新型的电子计算机——微型计算机（Microcomputer），它的中央处理单元被集成在一个芯片上，称为微处理器（Microprocessor），其中包含运算器及控制器两大部分，是组成微型计算机系统的“心脏”。不同的微处理器组成不同的微型计算机系统，典型的微处理器有Z80、M6800、Intel8080等。

一般微处理器封装在标准的40线双列直插式管壳中，它通过总线与存储器及I/O设备相连。所谓总线是将多个功能部件连接起来，并传送信息的公共通道。微处理器的40条引脚包括三种类型的总线。

（1）地址总线 它是微处理器输出地址用的总线，由于地址是单方向传送的，所以是单向总线。它将地址输送到存储器或能与微处理器通讯的I/O端口，用来确定存储器中所存信息的地址及I/O部件的地址。一般地址总线是16位的，因此可允许访问 2^{16} 即65536个存储单元。地址总线与数据总线结合使用，用来确定在数据总线上所传送数据的来源或去向。

（2）数据总线 通过它实现微处理器、存储器及I/O部件三者之间的数据交换。微处理器可通过数据总线发送数据，也可接收数据，所以数据总线是双向的，对8位机而言，它是一条8位宽的双向总线。

（3）控制总线 通过它传送控制信号，使各功能部件与CPU之间协调动作，这些控制信号有读、写信号，中断请求，复位及其它应答信号等。

三、存储器

存储器是存放计算机工作所需要的程序 and 数据的记忆装置。

以前的计算机主要用磁芯作内存贮器。七十年代以来，由于大规模集成电路的发展，半导体存储器的集成度大大提高，体积减小，存取速度加快，因此在微型计算机中几乎全部采用半导体存储器。

存储器按其工作方式可分为两大类，一为读写存储器，又称随机存储器 (Random Access Memory)，简称RAM；二为只读存储器 (Read Only Memory)，简称ROM。当电源断电时，RAM中的信息会丢失，而ROM中的信息却能保存。

半导体存储器是集成在很小的硅片上，具有16、18、22或更多条引脚的双列直插式组件。按结构分，存储器可以是TTL型，也可以是MOS型。TTL存储器存取速度快，但集成度较低，存储容量受到限制。MOS存储器的集成度高，在同样大小的芯片上可存储更多信息，但存取速度较前者慢。

现将各类存储器简介如下：

(1) ROM 只读存储器中的信息是由器件制造厂在制造时编制的，只能从中读出数据，不能在CPU控制下写入数据，所以ROM中的信息是不能改变的。它一般用于存放数据转换表，如键盘的数字、字母及其它字符转换成屏幕显示的图形表，表示热电偶的电压-温度关系的数据表等。

图2-3为一简单的ROM示意图。为读取其中某存储单元的数据，先将该单元的地址由地址总线送地址译码器，则被确定的存储单元的数据由存储矩阵送至输出锁存器，然后由控制总线送出一读存储器的使能信号，使输出锁存器中的数据送数据总线。

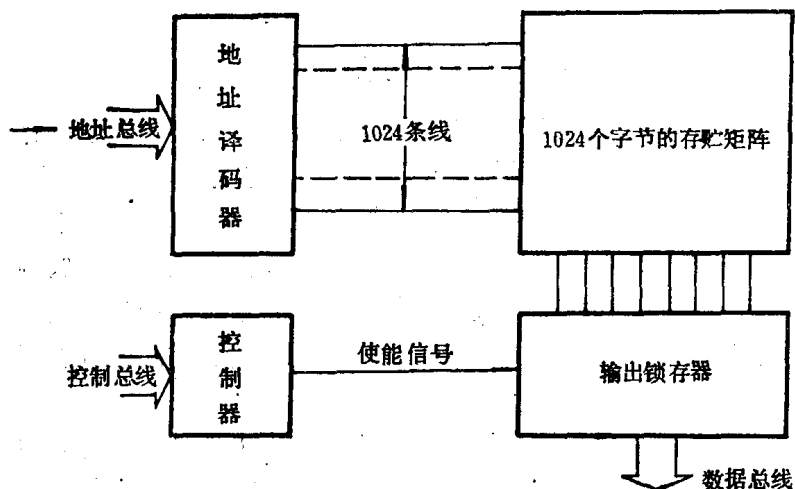


图2-3 ROM示意图

(2) PROM (可编程只读存储器) PROM是一种可由用户自己编写程序的ROM，而一旦编写后存放的信息就不能改变了。PROM的每一个存放单元都有一个带熔丝的三极管或二极管 (如图2-4所示)。熔丝闭合 (未断开) 表示“0”状态，断开表示“1”状态。用户编程时，对那些存“1”的单元寻址，并以相当大的电流通过三极管或二极管，使与其串联的熔丝熔断。由于熔丝断后不能恢复，所以用户只能编写一次程序。

(3) EPROM (可擦写的PROM) 可按程序需要对EPROM写入信息，并可将其长久

保持下去；程序需修改时，用紫外线照射几十分钟，就能将原程序抹去，从而可再进行写

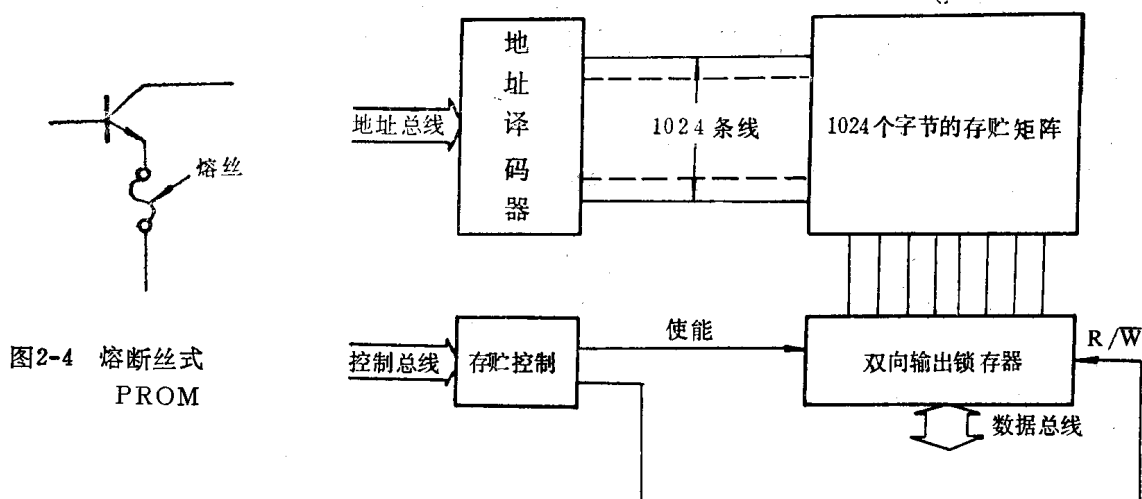


图2-5 RAM示意图

入。由于写入的过程较长，所以它仍作为只读存储器使用，一般用来存放微型计算机的监控程序或专用控制程序。

(4) RAM RAM 可分为双极型和MOS型两大类。数据可以写入此存储器，也可以从此存储器读出。CPU对所需单元的存取是立即进行的，所以称RAM为随机存储器。RAM存储器示意图如图2-5所示。与ROM不同的是，应该允许将数据写入存储器或从存储器中读出数据，因此输出锁存器必须是双向的。

双极型RAM的特点是其存取速度快，但采用的晶体管较多，所以存储容量小、成本高。MOS型RAM可分为静态和动态两种。静态RAM靠触发器存储信息。动态RAM靠电容存储信息，由于写数据时的电压不高（大约3~5V，为标准的TTL电平），电容总存在泄漏，所以要保持信息不变，即维持存储的电荷不减少，需不断对电容充电，即不断“刷新”（再生）。典型的动态RAM要求每2ms刷新一遍。

动态RAM集成度比静态的高，功耗比静态的小，但需刷新电路。静态RAM易于用电池作备用电源，因为它不需要刷新。

四、输入/输出

输入和输出设备是计算机系统的重要组成部分。程序、原始数据和各种现场采集的信息要通过输入装置输入到计算机，计算结果或控制信号要通过各种输出装置输出，藉以实现各种控制动作。

(一) CPU对外部设备(I/O装置)的寻址

CPU对外设的寻址方式分为两类：

1. 存储器对应输入/输出方式(Memory Mapped I/O)

在这种方式中，把一个外设作为存储器的一个单元来对待，故每一个外设占有存储器的一个地址。从外设输入一个数据，作为一次存储器的读操作，而向外设输出一个数据则作为一次对存储器的写操作。用于存储器的一切指令均可用于对外设的操作上。

某些CPU(如M6800)采用这种寻址方式。

2. 端口 (I/O Ports) 寻址方式

在这种方式中, CPU有专门的I/O指令, 并用通道地址来区分不同的外设, 一般用一个字节(八位二进制数)作为端口地址, 故可寻址256个端口。Intel 8080和Z80 CPU采用此类寻址方式。

(二) CPU与外设之间数据传送的方式

CPU与外设之间的数据输入/输出有以下四种方式。

1. 无条件传送方式

在输入信号或输出设备已准备好的情况下, CPU不需询问状态, 只按程序的需要读入或输出信息。如在控制系统中, 对于拨码开关的数据读入或发出各种阀的动作命令都可用此方式。输入时用IN命令, 输出时给出OUT命令。这种传送方式的优点是程序简单、节省硬件, 但必须保证外设已准备好的情况下方能使用。这样的系统如图2-6和图2-7所示。

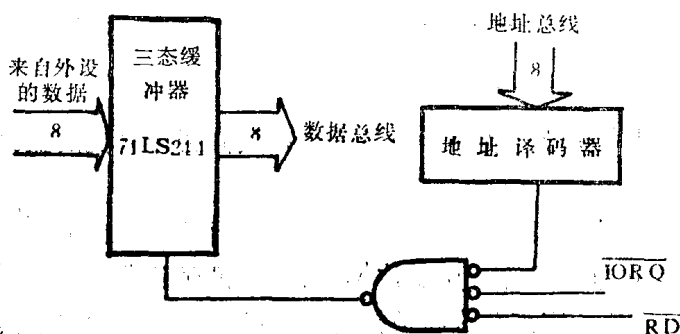


图2-6 无条件传送的输入方式

在OUT命令下, 指定的端口地址与IORQ及WD进行“与”运算, 由此提供一个触发脉冲, 使输出数据送锁存器寄存, 并由它将信息送至外设输出。

2. 查询传送方式

它是在微型计算机的程序控制下进行信息传输的, 系统示意图见图2-8。

CPU顺序询问各外设的状态, 对输入而言询问外设的数据是否已准备好, 对输出而言询问外设是否有

空。只有在外设已为通讯作好准备时才执行信息交换, 若外设未准备好, 程序可作循环操作或反复进行询问, 这种方式, 传送速度慢, 且询问过程占用CPU的大量时间, 使计算机利用率低。

3. 中断传送方式

为了提高CPU的效率, 可采用中断传送方式(图2-9)。当外设具有输入或输出条件时, 向CPU发出中断申请信号, CPU在执行每一条指令的最后一个机器周期的最后一个T状态时, 对中断线采样, 如发现有中断请求, 就暂停原执行的程序, 转而执行中断服务程

其中74LS244(图2-6)为八输入端的三态缓冲器。当CPU执行IN命令时, 指定的端口地址经地址总线的低八位($A_0 \sim A_7$)送地址译码器, CPU进入输入周期, 选中的地址信号和IORQ及RD信号进行“与”运算后选通三态缓冲器, 于是来自外设的数据经数据总线送至CPU。

在输出时(图2-7), CPU的输出信息经数据总线加到74LS273——八D触发器的D端。同输入时类似,

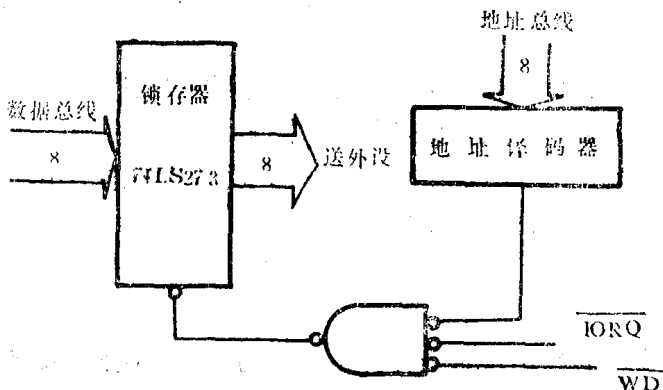


图2-7 无条件传送的输出方式

序。中断服务程序中可安排输入或输出操作。待上述操作完成后返回继续执行原来的程序。这样就可以大大提高CPU的效率。有了中断方式后，CPU与外设（甚至多个外设）可以同步工作。

实现中断时需注意以下几点：

(1) CPU内部有一中断允许触发器，只有当其为“1”时，才允许中断；若为“0”则禁止中断。当CPU复位时中断触发器置“0”，即关中断，所以必须用指令来开中断。当CPU响应中断后，就自动关中断，所以在中断服务程序完后，要用指令开中断。

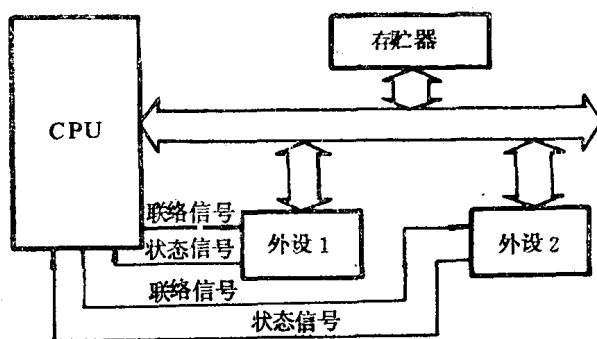


图2-8 查询方式示意图

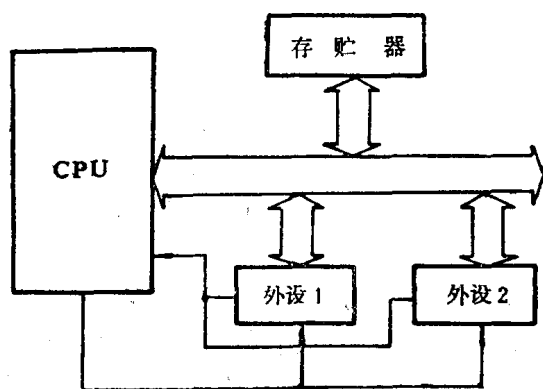


图2-9 中断方式示意图

(2) CPU在现行指令结束后才响应中断。

(3) CPU响应中断后，程序计数器的内容被送至特定的内存保留，通常称这些内存为堆栈。

(4) 中断服务程序的入口地址送程序计数器。

(5) 通常在系统中有多中断源，当有中断时，CPU要判别是哪些中断源申请中断，同时还要比较它们的优先权，CPU先响应优先权级别高的中断。

(6) 在中断服务程序中要有开中断指令，在末尾要安排一条返回指令，以便将堆栈内保存的程序计数器地址弹出，并送回程序计数器，恢复主程序运行。

4. 直接存贮访问传送方式 (DMA)

以上几种传送方式都是在CPU控制下进行的。从通道来的数据先送CPU，然后由CPU再送存贮单元，也就是外设与存贮器之间的信息交换都要经过CPU中转，这种中转过程限制了传输速度的提高，所以希望通过硬件在外设与内存间直接进行数据交换 (DMA) 而不通过CPU。通常系统的地址和数据总线以及一些控制信号线都是由CPU管理的，而在DMA方式下，CPU把这些总线让出来 (即CPU连到这些总线上的线处于第三态——高阻状态)，由DMA控制器接管。

DMA控制器要控制数据的交换，必须能发出地址信号、修改地址指针、控制传送的字节数、判断DMA传送是否结束，以及发出DMA结束信号给CPU，使CPU能恢复对总线的控制权，继续正常的操作。

DMA方式的主要优点是速度快，其数据的传送速率只受存贮器访问时间的限制，因此对于高速I/O设备，需传送大量数据时可用此方式。

(三) 外围接口适配器 (PIA)

与计算机连接的外围设备是多种多样的，有机械式、电动式、电子式，有数字量、模拟量，电平也不一致，输入/输出信息的速度也有差别，有以秒级计算，也有以微秒级计算的，因此计算机必须通过接口适配电路才能与各种外设相连。此类接口电路也叫外围接口适配器。为了适应各种外设的需要，接口电路有以下两类：

1. 可编程的并行输入/输出接口 (PIO)，或称可编程的并行接口 (PPI)

通常这样的接口芯片具有两个或两个以上的带锁存器或缓冲器的数据端口，每个端口有与CPU或外设交换信息的控制信号和状态信号。

可用程序选择PIO的数据口，选择端口的传送方向（作输入或输出），决定其用作双向传送或位控。位控时，CPU可将端口的每一位定义为输入或输出，还可选择端口与CPU交换信息的方式——程序或中断方式等。故PIO片中要有能实现这些选择的控制寄存器，CPU可用输出指令来对这些控制寄存器进行编程。对于不同的并行接口芯片，由于硬件线路的差别，有数量不等的控制寄存器，以及不同的编程方法。后面将对并行接口芯片作较详细的介绍。

2. 串行I/O接口 (SIO)

用串行接口时，从总线来的并行数据（即数据的各位同时传送到寄存器中）必须以串行方式（即数据一位一位顺序传送）通过一条传输线传送到外设。由于串行通讯只要一条传输线，所以当数据位数多和长距离传送时，可节省传送线，并大大降低成本。

微型计算机进行长距离通讯时，通常是利用电话线传送的，为了保证数字信号经过传送线不会发生畸变，要用调制器把数字信号转换为模拟信号，再用解调器检测此模拟信号，并把它转换成数字量。最常用的调制方法是，把数字信号的“1”和“0”调制成两种不同频率的模拟信号。

在串行传送时，每一个数据的前端和尾部都有起始和停止标志。当发现一个起始位就开始一个新的数据接收过程。为了检测长距离传送中可能发生的错误，通常增加一个奇偶校验位。在发送数据时检查每个要传送的字符中“1”的个数，自动在奇偶校验位上添“1”或“0”，使得“1”的总数（包括奇、偶校验位）为偶数（如采用偶校验）。接受数据时，按约定对每个数进行同样的检查。

为了完成以上串行传输的功能，专门设计了硬件电路，如通用非同步接收/发送器UART。

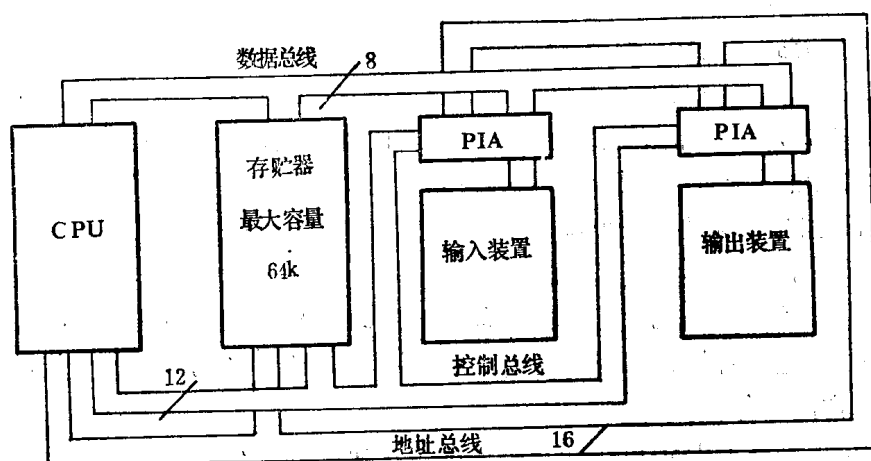


图2-10 扩展的微型计算机系统示意图

它既能将并行信号变成串行输出,又能接受串行信息,将其转换成并行信息且送至计算机存贮。在发送信息时,由CPU来的并行数据先送缓冲器,然后送移位寄存器移位输出。在输入信息时,串行数据先进入移位寄存器,然后并行输入给缓冲器,再由数据总线输至CPU。

UART可通过初始化编程,以产生正确的传送方式,并与各种不同的外设相适应,如与电传打字机、录音机、宽行打印机、软盘驱动器及其他外设等匹配。

带有外围接口的微型计算机系统如图2-10所示。

五、外部设备简介

计算机的外部设备可以分成三类,第一类是输入、显示和打印信息的设备;第二类是存贮信息的装置,通常叫外存贮器;第三类是在线控制或系统监控的数据接口,其中包括模/数或数/模转换器等。外部设备通常简称为“外设”。

作为主机的输入/输出装置,最早采用的是电传打字机,它通过UART接口接入系统,有时也采用穿孔纸带阅读机和纸带穿孔机。现在的微型计算机系统很少采用此类外设,用得较多的是显示终端,它具有一个键盘及带电视屏幕的显示器,也是通过UART与计算机相连的。目前还广泛使用行打印机作为硬拷贝输出。打印机与计算机的连接可以通过并行接口,也可通过串行接口。

外存贮器可以是磁带机或一般用的录音机,数据按一定的标准记录在磁带上,如用2400 Hz的8个周期代表“1”,1200 Hz的4个周期代表“0”。用磁带存贮信息的缺点是速度慢、波特率(每秒传送的字符数)低,因为接收器必须要有足够的时间区分是2400 Hz还是1200 Hz。

软磁盘是能大量存贮信息的一种外设,它是一种在柔性塑料片基的表面涂有磁性材料的圆形盘片,又称软盘。磁盘按不同半径被划分成若干个同心圆,每个圆称为一个磁道,一个磁道上又分成若干个扇区,每一个扇区可以记录128个数据字节。用磁盘存取数据时,磁盘作快速旋转,计算机控制磁头沿径向移动使其定位于指定的磁道上,以便对扇区上的数据进行随机的存取。磁盘的存贮密度及存取速度高于磁带,通常5"的软盘可存贮10k字节以上,此外还有8"软盘。目前,高密度、小尺寸的软盘应用日益广泛。

六、常用的集成电路及器件

(一) 并行接口芯片Z80-PIO

1. 主要功能

此PIO是一个可编程的、具有两个8位双向I/O端口的器件,每个端口有以下几种工作方式:

- (1) 输出方式,又称方式0。此时端口全部作输出用。
- (2) 输入方式,又称方式1。此时端口全部作输入用。
- (3) 双向方式,又称方式2(只有端口A可选用此方式)。此时端口A既可作输入又可作输出用。
- (4) 位控方式,又称方式3。此时端口的每一位可单独设定为输入或输出。

所有这些方式都配有实现中断所必须的各种信息,有实现链形优先权中断的逻辑,能自动提供中断向量,而不需要外加逻辑。

Z80-PIO有一个突出的特点:外部设备与CPU之间的全部数据传送都可在中断方式下