

全国高等教育自学考试教材（机电一体化工程专业）

# 机床数控系统 课程设计指导书

杨俊 主编

中国科学技术出版社

全国高等教育自学考试教材

# 机床数控系统课程设计指导书

杨俊 主编

中国科学技术出版社

(京)新登字175号

### 内 容 提 要

本书是按照高等教育自学考试机电一体化工程专业本科段机床数控系统课程自学考试大纲而编写的课程设计指导书。全书共分五章,第一章介绍课程设计的目的和要求。第二、三、四章分别讨论微机控制系统的分析与设计、驱动系统设计和精密设计,并附有必要的设计资料以供参考。第五章选编了数控机床等三个设计示例,从机电一体化产品的视野考虑,各有侧重地提供一整套理论联系实际的方法和途径。

本书可作为工科大学机械专业参考书,也可供从事机电一体化产品工程的技术人员使用。

## 全国高等教育自学考试教材 机床数控系统课程设计指导书

杨 俊 主编

\*

中国科学技术出版社出版(北京海淀区魏公村白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市京东印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 12.5 字数: 296千字

1991年9月第1版 1991年9月第1次印刷

印数: 1—27000册 定价: 8.50元

ISBN 7-5046-0612-X/TH·19

## 出版前言

高等教育自学考试教材建设是高等教育自学考试工作的一项基本建设。经国家教育委员会同意，我们拟有计划、有步骤地组织编写一些高等教育自学考试教材，以满足社会自学和适应考试的需要。《机床数控系统课程设计指导书》是为高等教育自学考试机电一体化工程专业组编的一套教材中的一种。这本教材根据专业考试计划，从造就和选拔人才的需要出发，按照全国颁布的《机床数控系统课程设计指导书自学考试大纲》的要求，结合自学考试的特点，组织高等院校一些专家学者集体编写而成的。

机电一体化工程专业《机床数控系统课程设计指导书》自学考试教材，是供个人自学、社会助学和国家考试使用的。无疑也适用于其他相同专业方面的学习需要。现经审定同意予以出版发行。我们相信，随着高教自学考试教材的陆续出版，必将对我国高等教育事业的发展，保证自学考试的质量起到积极的促进作用。

编写高等教育自学考试教材是一种新的尝试，希望得到社会各方面的关怀和支持，使它在使用中不断提高和日臻完善。

全国高等教育自学考试指导委员会

1991年9月



## 前 言

本书是根据高等教育自学考试机电一体化工程专业本科段机床数控系统课程自学考试大纲而编写的课程设计指导书。

从工程实际和机电一体化产品设计的需要出发,本书编写的内容主要包括三部分。第一部分介绍本课程设计的特点、目的、任务、内容和方法,课程设计的指导原则、进行方式及总结。第二部分系统介绍微机控制系统的分析设计、驱动设计和机械设计的设计原理和方法,并附有必要的设计资料。这一部分注意到同教材《机床数控系统》的分工和衔接,教材已讲过的,一般不再重复;教材虽已讲到但在实际课程设计中仍感不足的,则加以衔接和补充;教材未涉及的有关课程设计必须用的资料,则全面进行补充。第三部分为课程设计示例。这一部分有多种处理方法,如选择一个数控机床设计例题,全面系统地加以讨论,并附以设计所必须的资料图表,并可有选择地调整设计参数或要求,编出一套课程设计系列题目。另一种处理办法,将课程设计题目的面扩大一些,数控机床是机电一体化的典型产品之一,经济型数控机床的研制是当前改造传统、落后的机床的方向。故选择“钻床数控改装设计”和“铣床数控改装设计”两示例。考虑到目前机电一体化产品的研制正在迅速发展,众多的自动化、智能化和多功能的机电一体化产品不断涌现,故又选编了另外一个示例,即“零件尺寸测量装置设计示例”,以利于进一步扩大机电一体化产品设计的视野,加强理论联系实际训练。

参加本书编写的有:杨俊(第一章)、陈光达(第二章)、李永存(第三章)、姜永大(第四章)、周安琪(第五章第一节和第二节)和宋伯群(第五章第三节)。

本书由西安电子科技大学杨俊任主编,姜永大、周安琪任副主编。

本书由西安交通大学林其骏教授主审,参加审稿的还有关中民、王光铨、乔桂芳、王会燃等老师,并提出宝贵意见,对此表示衷心地感谢。第五章第二节采用了无锡轻工业学院提供的部分素材,特此感谢。

限于编者水平,谬误欠妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

1991年4月

# 目 录

<b>第一章 课程设计的目的和要求</b> .....	( 1 )
第一节 课程设计的目的和内容.....	( 1 )
第二节 课程设计要求.....	( 3 )
<b>第二章 微机控制系统的设计</b> .....	( 5 )
第一节 微机控制系统硬件组成及控制对象介绍.....	( 5 )
第二节 XY工作台单片机控制系统设计.....	( 6 )
第三节 XY工作台单板机控制系统设计.....	( 27 )
第四节 I/O接口典型芯片介绍.....	( 33 )
附录一 Z80指令系统.....	( 41 )
附录二 MCS-51指令表.....	( 44 )
附录三 单片机控制XY工作台线路图 .....	( 48 )
<b>第三章 步进电动机</b> .....	( 49 )
第一节 步进电机的运行特性.....	( 49 )
第二节 部分国产反应式步进电机运行特性曲线.....	( 60 )
第三节 步进电机的开环控制.....	( 68 )
第四节 设计举例.....	( 83 )
<b>第四章 传动装置的分析与设计</b> .....	( 90 )
第一节 概述.....	( 90 )
第二节 数控机床的齿轮传动.....	( 91 )
第三节 螺旋传动 .....	( 111 )
第四节 齿形带传动 .....	( 123 )
第五节 导轨 .....	( 129 )
第六节 常用机械离合器的计算 .....	( 138 )
<b>第五章 机床数控系统课程设计举例</b> .....	( 143 )
第一节 钻床数控改装设计举例 .....	( 143 )
第二节 铣床数控改装设计举例 .....	( 159 )
第三节 零件尺寸测量装置设计示例 .....	( 174 )

# 第一章 课程设计的目的和要求

## 第一节 课程设计的目的和内容

机电一体化产品(或工程)课程设计的目的在于培养学员对机电一体化产品的设计能力。鉴于机电一体化产品设计正处在发展阶段,有必要在全面阐述课程设计的目的和要求之前,对机电一体化技术和产品有系统的了解。

### 一、机电一体化概述

新技术革命以微电子技术为先导,以电子计算机的发展及其普遍应用为标志,给整个国民经济、社会生活和工厂企业带来了深刻的变化。计算机和微电子技术的迅速发展,促进了电子技术与机械技术的有机结合,不仅使各种机械设备和产品以崭新的面貌出现,而且产生了一些单纯靠机械或电子技术都难以达到优良功能的新产品。

现代工业大量采用“复合化技术”。复合是指一些相同或不同领域的技术,有机地组合(融合)形成一种具有新功能的技术。机电一体化也是一种复合化技术,其效果表现为以下两种形式。

#### (一)机械产品的电子化

原有的机械产品由于采用了电子技术,使产品在质量、功能、效率和节能方面向更高水平发展,或使产品产生新的功能。

1.在原有的机械产品上采用电子控制设备,实现高性能和多功能。例如,微计算机控制的数控机床、电子式自动变速器、全自动洗衣机和工业机器人等。

2.原来起控制作用的机构被电子装置所取代。例如电子缝纫机中用微处理器代替了原来的凸轮机构,打印机、自动照相机、发动机组的电子控制,代替了原来的机电式机构等。

3.原来执行信号处理功能的机械被电子装置所取代。例如石英电子钟表代替了机械式钟表,全电子电话交换机代替了机电式电话交换机,电子计算器代替了手摇机械式计算机。此外还有微计算机控制的电子计费器、电报传真机、磁带录相机和办公室自动化机器等。

4.机械的主功能被全部取代。例如,1950年的电火花加工机床,1968年的线切割机,1970年的二氧化碳激光手术器和1974年的计算机控制线切割机等均能代替原有的机械加工功能。

(二)机械技术与电子技术有机结合开辟了两者单独都达不到的新的应用领域

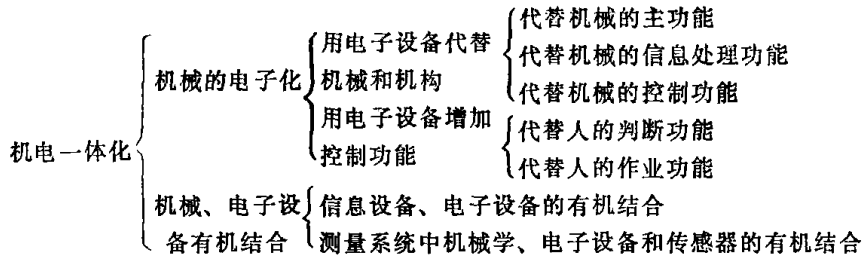
1.信息设备和电子装置有机结合。例如传真机、打印机、复印机、绘图机和磁盘存储器等。

2.检测系统中电子装置与机构有机结合。例如自动探伤机、形状识别装置、CT扫描诊断装置和生物化学自动分析仪等。

机电一体化中有关机、电技术复合情况，如表1-1所示。

表1-1

机电一体化



机电一体化系统还在不断吸收其它学科领域的知识技术，某一具体的机电一体化系统其主要组合技术有所不同，以仿生或测试、机械和电子技术为主的称为机电仪一体化，以信息传输、控制、转换、存储和显示为主的机电产品称为机信（信号）一体化。

## 二、课程设计的目的和方法

目前，国内外专家认为，构成机电一体化系统的因素很多，但归纳起来主要有五大要素。正如人体具有内脏、五官、骨骼、手足和头脑一样，机电一体化系统一般由动力、传感器、机械主体、执行机构和计算机等五大要素组成。五大要素的性能越好，配合越协调，其总体功能就发挥得越充分，它们的相互关系如图1-1所示。

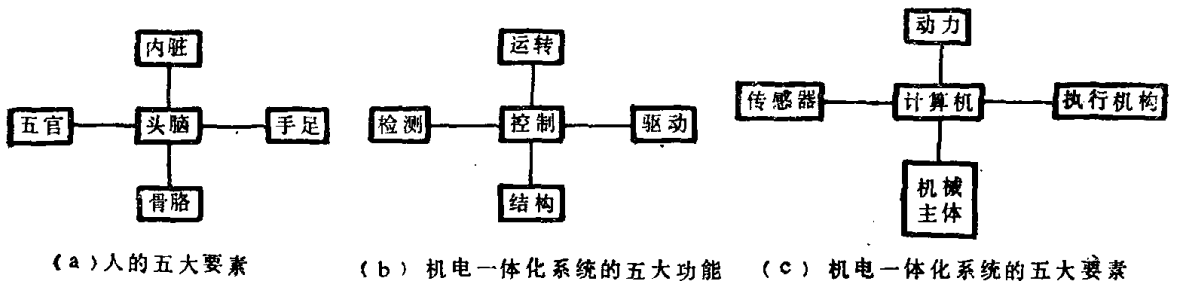


图 1-1 人与机电一体化系统的对比

机电一体化产品作为一个系统，核心问题是控制。按其控制系统，有单一输入、输出的简单系统，也可能包括多参量的系统，采用古典控制理论和传递函数的数学模型已无法达成有效的控制。采用现代控制理论和计算机的技术手段，有可能从硬件和软件两个方面进行系统分析，用状态方程的数学模型对系统进行动态描述，利用计算机的信息处理功能和控制功能达到最优控制。

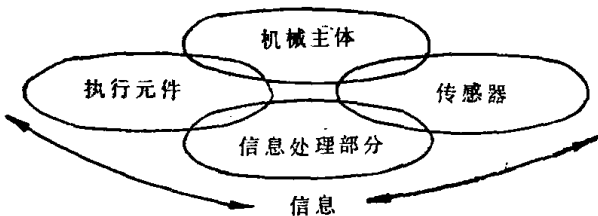


图 1-2 机电一体化的技术支柱

如图 1-2 所示，机电一体化系统的硬件一般由机械主体部分、传感器、信息处理部分和执行元件等构成。

数控机床一般都涉及上述内容，是机电一体化的典型产品之一。

自1952年美国开发数控铣床以来，日本在1957年开发了数控车床，1958年开发了带刀具自动更换装置的自动送料装置，1959年开发了数控坐标镗床。



数控机床的早期产品中数控装置是专用的，但近年来数控装置中的逻辑电路已被计算机取代（1972年被微计算机取代），从而实现了控制多样化和多功能化，这些控制功能包括输入输出控制功能、运算处理功能和其它控制功能（如自动校正）等。

从复合化技术的观点看，增强控制功能，使数控机床操作自动化，不是最终目的，也很难说是好的机电一体化产品。控制功能应达到最佳控制和自适应控制，为此应增加诊断功能，通过传感器反馈，实现加工智能化，并保证系统的可靠性。

数控机床是高级机械产品，由于采用了电子控制设备，实现了高性能和多功能，属于上述机器的电子化第一类情况。

其它如工业机器人、电火花加工机、三坐标测量机、自动检测仪、心电图自动分析仪、电子秤、自动售票机、邮件自动处理机、自动绘图机以及门类繁多的家用自动化智能化装置等。它们的设计内容和设计方法大同小异，基本上可归纳为以下几个方面。

1. 采用微计算机（包括单片机）进行数据采集、处理和控制在。主要考虑计算机的选择或单片机构成电路的选用，接口电路，软件编制。

2. 选用驱动控制电路，对执行机构进行控制。主要考虑电机的选择及驱动力矩的计算，控制电机电路的设计。

3. 精密执行机构的设计。主要考虑数控机床工作台传动装置的设计问题：要弄清机构或机械执行的主要功能（如传递运动、动力、位置控制、微调、精密定位或高速运转等），进行力（力矩）、负载功率、惯性（转动惯量）、加（减）速控制和误差计算。

提出装配图和零件加工图。

提出对电机驱动和计算机控制要求。

4. 采用传感器进行反馈控制或作为测量敏感器件。

5. 学会使用手册及图表资料。

并非每一个机电一体化产品都包括上述全部内容，但作为课程设计，则尽可能多涉及一些。

## 第二节 课程设计的要求

课程设计是机床数控系统课程的重要实践环节之一。通过课程设计可以初步树立正确的设计思想，了解有关的工业政策，学会运用手册、标准、规范等资料；并培养分析问题和解决实际问题的能力。学员应能系统地运用本课程和先修课程的知识，在教师的指导下独立完成规定的设计任务。

课程设计的内容，可以是简单的数控装置的设计，也可以是改造老设备，还可以是简单机器人和数控测试仪器。不论是哪一类题目，都应实现以下几部分内容的训练。如精密执行机构（或装置）的设计，应画出机械装配图1~2张（A1图）。计算机I/O接口、驱动电路等电气原理设计图1~2张。

说明书内容应包括：课题来源现实意义，总体方案的确定，系统框图的分析，电气执行元件的选用说明，机械传动设计计算以及机械和电气其它部分（如传感器反馈、测量

等)的说明。由于要求学员对所进行的设计能系统明确的表达,说明书一般不少于20页。

按全国高等教育自学考试指导委员会规定,本课程设计需在机床数控系统课程考试合格后安排,也可以与课程实验同时进行。课程设计题目一般由主考学校确定,同时安排指导教师,定期答疑和检查设计作业。课程设计应集中三周时间在指定的院校进行。

课程设计必须经过答辩,合格者取得学分,并记入考试成绩中。

## 第二章 微机控制系统的设计

### 第一节 微机控制系统硬件组成及控制对象介绍

#### 一、微机控制系统基本硬件组成

任何一个微机控制系统都由硬件和软件两部分组成，有了硬件才有软件运行的基础，而只有配置了软件的硬件才是可工作的控制系统。

构成微机控制系统的基本硬件由以下四部分组成。

1. 中央处理单元，即CPU。
2. 总线，包括数据总线（DB）、地址总线（AB）和控制总线（CB）。
3. 存储器，包括可编程存储器EPROM和随机读写存储器RAM。
4. 输入、输出接口电路。

其中CPU是整个系统的核心，是控制其它各部分协调工作的“大脑”。存储器则是系统软件（监控程序）及系统运行中各种数据的存储库。I/O接口电路是系统与外界进行信息交换的桥梁。总线则是联接CPU、存储器和I/O接口电路的纽带，是各部进行通信的线路。

微机控制系统的硬件设计，主要就是上述四部分的具体设计。

#### 二、XY工作台介绍

下面，以XY工作台为控制对象，分别介绍用单片机、单板机作为控制器的控制系统的具体设计步骤和方法。为此，先介绍XY工作台的基本工作原理及控制要求。

##### （一）XY工作台基本工作原理

能分别沿X、Y向运动的工作台称XY工作台。图2-1为XY工作台示意图。

由图可见，XY工作台主要由以下几部分组成。

1. X、Y工作平台。
2. 传动机构：图2-1(b)为X向齿轮减速和丝杠传动的传动方式示意图（Y向与X向相同）。
3. 驱动机构：X、Y向两个电机。

XY工作台的工作原理比较简单，即：通过控制X、Y向步进电机驱动传动机构，从而带动X、Y工作平台沿X、Y向运动。

有关XY工作台的典型结构见第五章第一节。

##### （二）XY工作台控制要求

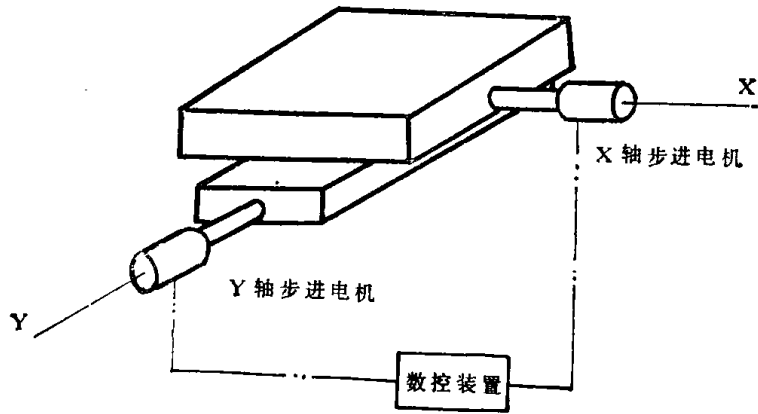
下面对本章讨论的XY工作台的控制要求作如下规定：

1. 用步进电机作驱动机构。步进电机选用4相4拍，其脉冲当量为0.01mm/step。
2. 能用键盘输入命令，控制工作台沿X、Y向自由运动，运动范围为X：0~100mm，Y：0~100mm。

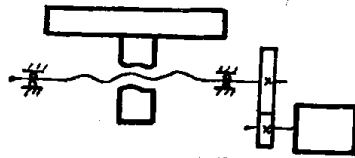
3.能实时显示工作台的当前运动位置。

4.当工作台超越边界时,能以指示灯报警,并停止运动。

有关传动机构设计、步进电机的选取等,请参考第五章实例部分。



(a) XY平台示意图



(b) X向传动简图

图 2-1 XY工作台示意图

### (三) XY工作台系统总体框图

XY工作台系统总体组成见图2-2。

- 1.控制器:包括CPU、存储器及输入、输出设备。
- 2.接口电路:主要是步进电机接口电路。
- 3.驱动装置:选用步进电机。
- 4.传动机构:XY工作台的传动机构。
- 5.XY工作平台。

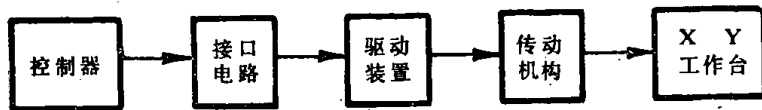


图 2-2 XY工作台系统的组成

## 第二节 XY工作台单片机控制系统设计

### 一、总体设计

#### (一) 总体组成

根据第一节要求,设计如图2-3所示的控制系统。

主控器：单片机。

存储器：EPROM、RAM。

I/O 接口：键盘、显示及步进电机。

系统总体确定后，进行各部分具体设计。

## (二) 软、硬件任务合理分配

涉及软、硬件任务分配的有：控

制步进电机的脉冲发生与脉冲分配；数码显示的字符发生；键盘扫描管理。上述三个都可以用专用硬件芯片实现，也可以用软件编程实现。用硬件实现，编程时较简单，但同时增加了硬件成本及故障源。用软件实现，可节省芯片，降低成本，但增加了编程难度。在决定用何种方法实现时，应统筹兼顾，同时还应根据设计者的软、硬件方面的实际经验及能力。此处决定如下：控制步进电机用的脉冲发生器用硬件，采用国产YB104环形分配器实现。字符发生及键盘扫描均由软件实现。

## 二、主控器

### (一) 主控芯片选择

近年来国外一些主要的半导体制造厂家相继生产了各种 8 位的单片微型计算机——单片机。主要有Intel公司的MCS-48系列、MCS-51系列；Mostek的3870；Motorola公司的6801和6805；General Instrument公司的PIC1650；日本东芝公司的TICS-84系列及NEC公司的UPD8711系列。目前在国内用得较广，开发工具较齐的是MCS-51系列。这里选用MCS-51系列中的8031。

### (二) MCS-51系列单片机介绍

下面介绍与硬件设计及软件编程关系较为密切的有关MCS-51系列单片机的一些特性。MCS-51的详细内容参考有关教材。

#### 1. MCS-51系列单片机的基本特性

单片机是集CPU、I/O端口及部分RAM于一体的功能很强的控制器。现用得较广泛的是MCS-51系列。该系列包含三个产品：8031、8051和8751。三者的引脚完全兼容，仅在结构上有一些差异，主要是：8031是无ROM的8051，而8751则是用EPROM代替ROM的8051。通常所说的MCS-51单片机是该系列的简称。用得较多的是该系列中的8031。

MCS-51单片机的基本特性如下（以8051为例）：

- (1) 具有 8 位的中央处理器 (CPU)；
- (2) 芯片内有时钟发生电路；
- (3) 具有 4K ROM；
- (4) 具有 128 字节 RAM；
- (5) 具有 21 个特殊功能的寄存器；
- (6) 具有 4 个 I/O 端口、32 根 I/O 线；
- (7) 可寻址 64K 外部数据存储器；

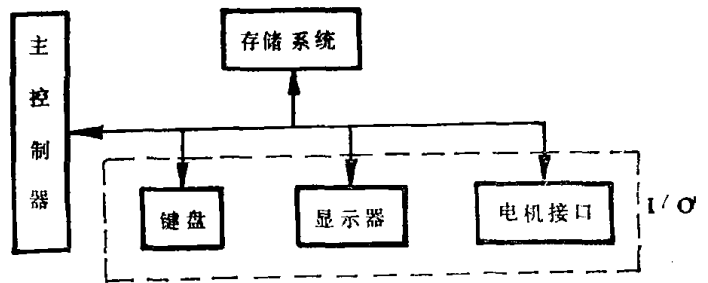


图 2-3 XY 控制系统框图

- (8) 可寻址64K字节外部程序存储器;
- (9) 具有两个16位定时/计数器;
- (10) 可有5个中断源, 配备2个优先级;
- (11) 具有一个全双功能串行接口;
- (12) 具有位寻址能力, 适于逻辑运算。

从上述特性可以发现, 一块8051芯片, 功能几乎相当于由一块Z80CPU、一块2732 EPROM、一块RAM、一块Z80CTC, 两块Z80PIO和一块Z80SIO所组成的微型计算机系统。

## 2. 管脚功能及应用特性简介

MCS-51单片机的引脚如图2-4所示。

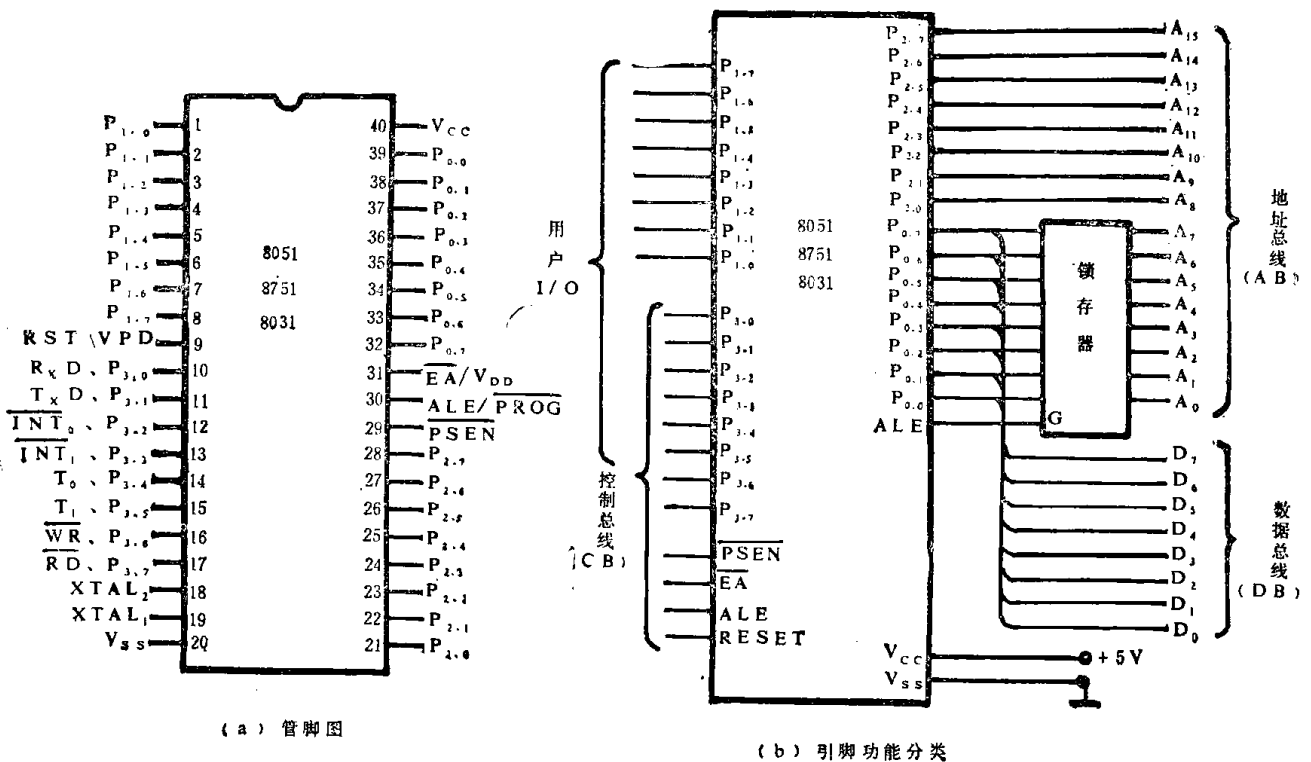


图 2-4 MCS-51单片机引脚及总线结构

### (1) 引脚功能分类

按引脚功能可分三类, 即:

- ① I/O口线:  $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 共4个8位口。
- ② 控制线:  $\overline{PSEN}$  (片外取指令控制)、 $ALE$  (地址锁存控制)、 $\overline{EA}$  (片外存储器选择)、 $RESET$  (复位控制)。
- ③ 电源及时钟:  $V_{CC}$ 、 $V_{SS}$ 、 $XTAL_1$ 、 $XTAL_2$ 。

### (2) 应用特性

- ① I/O口线不能都用作用户I/O线, 除8051、8751外, 真正可完全为用户使用的I/O口线只有 $P_1$ 口, 以及部分作为第一功能使用的 $P_3$ 口。
- ② I/O口的驱动能力为:  $P_0$ 口可驱动8个TTL门电路,  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 口则只能驱动4个。



## TTL门.

③P<sub>3</sub>口是双重功能口，其双重功能已表示于图2-4中。

④时钟频率：外接时钟频率可在1.2M~12MHz间选择。

### 3. 三总线结构

MCS-51单片机的三总线结构如下。

#### (1) 地址总线AB

地址总线宽度为16位，故其外部存储器直接寻址范围达64K字节。16位地址总线由P<sub>2</sub>口经地址锁存器提供低8位A<sub>0</sub>~A<sub>7</sub>，高8位A<sub>8</sub>~A<sub>15</sub>由P<sub>2</sub>口直接提供。

#### (2) 数据总线DB

数据总线宽度为8位，由P<sub>0</sub>口直接提供。

#### (3) 控制总线

由P<sub>3</sub>口的第二功能状态和4根独立的控制线RESET、 $\overline{EA}$ 、ALE、 $\overline{PSE}$ A组成。

### 4. 存储器结构

单片机的存储器包括程序存储器（EPROM或ROM）和数据存储器（RAM），可直接寻址的存储器结构如图2-5所示。

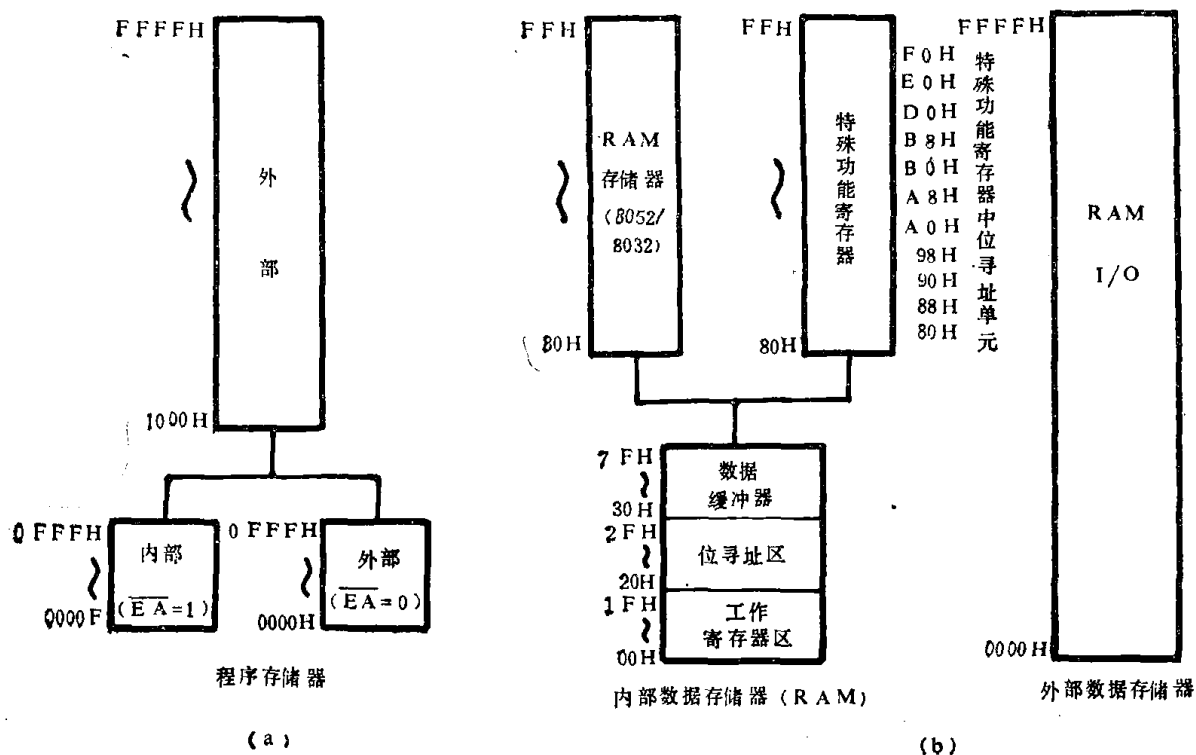


图 2-5 MCS-51存储器结构

其中外部程序存储器和外部数据存储器都需扩展电路。

### 5. 时序

由于单片机中程序存储器和数据存储器严格分开，因此，程序存储器的操作时序中分为两种情况：不执行MOVX指令和执行MOVX指令。两种情况的操作时序如图2-6所示。

了解单片机的时序，对于存储系统的扩展、芯片的选择都极为重要，在后面的具体设

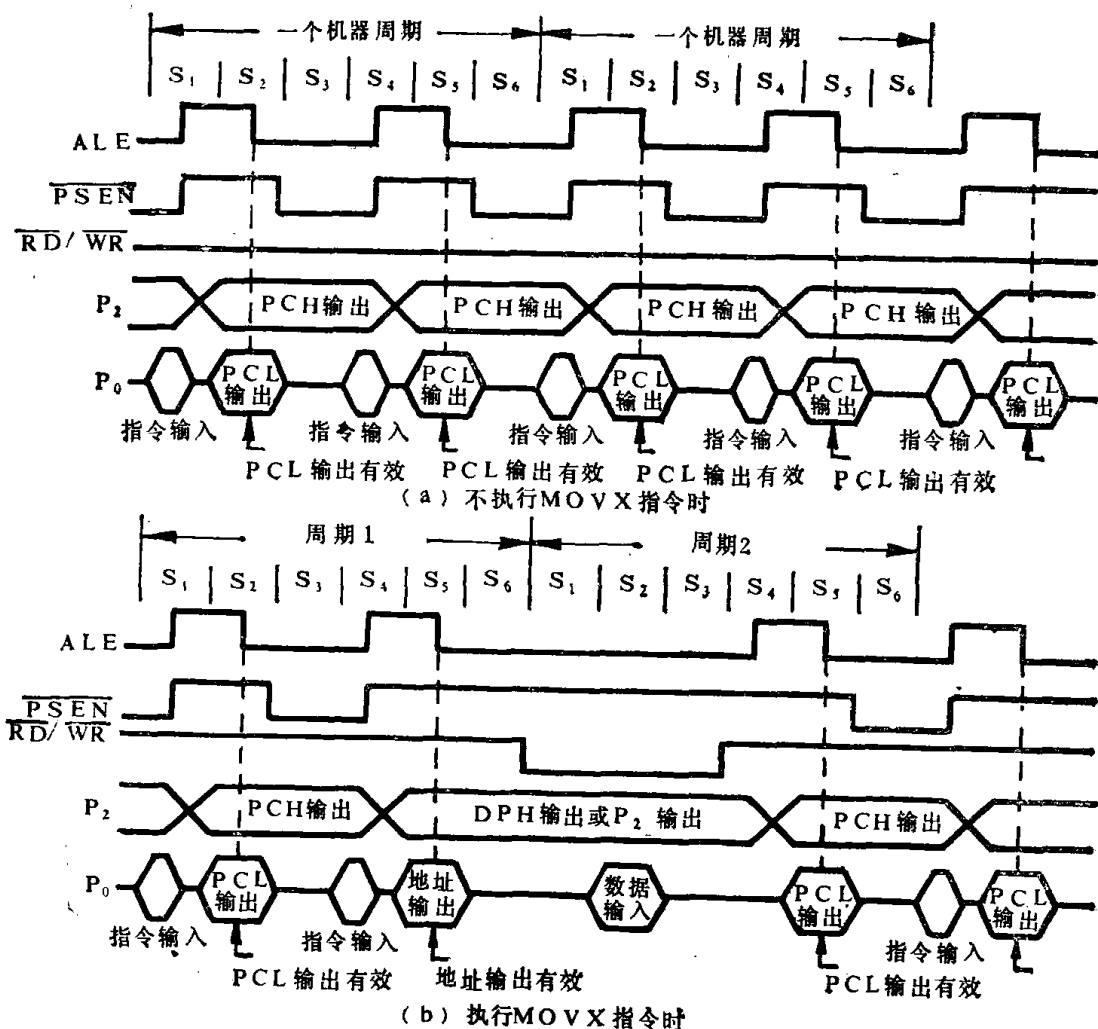


图 2-6 外部程序存储器的操作时序

计中会看到这一点。在此对时序图2-6暂不作更详细的分析。

### 6. 中断功能

MCS-51单片机提供5个中断请求源。两个由  $\overline{INT_0}$ 、 $\overline{INT_1}$  输入的外部中断请求，两个为片内的定时器/计数器溢出中断请求  $T_0$ 、 $T_1$ ，一个为片内的串行口中断请求  $T_xD$  或  $R_xD$ 。这些中断源的引脚如图2-4所示，为  $P_3$  口的第二功能。对于每个中断请求源，都可编程为高级优先级中断或低级优先级中断，实现二级中断嵌套。当CPU执行关中断指令（或复位）后，将屏蔽所有的中断请求，当CPU执行开中断指令后才有可能接受中断申请，每一个中断源可由软件编程为允许或禁止中断。

8031各中断源的优先级及入口地址如表2-1所示，入口地址不因优先级的改变而变化。

表 2-1 中断源、优先级及入口地址

中 断 源	优 先 级	入 口 地 址	中 断 源	优 先 级	入 口 地 址
外部中断 $\overline{INT_0}$	0	0003H	定时器/计数器 $T_1$	3	001BH
定时器/计数器 $T_0$	1	000BH	串行中断	4	0023H
外部中断 $\overline{INT_1}$	2	0013H			

表中0级为最高，4级最低。

### 7. MCS-51单片机常用系统扩展芯片

在MCS-51单片机应用系统中，常用的系统扩展芯片主要有程序存储器、数据存储器、I/O口以及其它功能芯片，如定时器/计数器、中断控制器等，现分述如下。

#### (1) 程序存储器 (EPROM)

主要是紫外线擦抹的可编程只读存储器EPROM。通常采用标准芯片如2716 (2K×8)、2732 (4K×8)、2764 (8K×8)、27128 (16K×8)、27256 (32K×8)和27512 (64K×8)。

#### (2) 数据存储器 (RAM)

①静态RAM。无需刷新，但功耗大、成本高。目前常用的静态RAM是6116 (2K×8)和6264 (8K×8)。

②动态RAM。功耗小、成本低，但需刷新。主要动态RAM有2164A (64K×1)和41464 (64K×4)。

一般控制系统多采用静态RAM。

#### (3) I/O口扩展集成芯片

I/O口扩展芯片可分三种类型。

①专用I/O口扩展芯片。这类芯片专用于扩展I/O口用。主要有8255 (3×8并行口)。

②I/O扩展复合芯片。这类芯片中除了能扩展I/O口外，还能扩展其它外围功能电路，主要有8155 (2×8+6并行I/O口、256×8静态RAM、一个14位定时器/计数器)。

③TTL电路芯片。这是一类广泛用作MCS-51单片机I/O口扩展芯片，主要有74LS373、273、374、244等。

#### (4) 其它各种功能芯片

MCS-51还可扩展下列具有各种专用功能的外围芯片。

8259: 可编程中断控制器 (8个中断源)。

8279: 可编程键盘/显示控制器。

8253: 可编程通用定时器。

8251: 可编程通信控制器。

MCS-51单片机的指令表见附录二。

### 三、存储系统扩展设计

#### (一) 芯片选择

##### 1. EPROM选择

MCS-51单片机应用系统中，使用最多的EPROM是典型系列芯片2716、2732、2764、27128及27256，各芯片的管脚及其兼容性能如图2-7所示。表2-2为各芯片的工作方式选择。各种型号的EPROM有不同的应用参数，主要有最大读出速度、工作温度及容量。表2-3列出了不同型号EPROM的主要参数。

在容量确定时，选择EPROM的型号，主要考虑因素是读取速度，这是决定系统能否正确工作的前提。根据CPU与EPROM时序匹配要求，应满足这样一个关系：即8031所能