

全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

微控制器应用基础



中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

微控制器应用基础

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

简介

本书根据劳动保障部培训就业司颁发的《电子类专业教学计划与教学大纲》编写,供中等职业技术学校电子类专业使用。主要内容有:MCS—51 微控制器的内部结构、软件资源、简单开环控制应用、定时控制及其应用、判断选择功能及其应用、键盘检测控制应用、串行通信控制及其应用、系统扩展及应用、实验系统介绍,并附有 9 个实验课题。

本书也可作为家用电器维修专业教材和职业培训教材。

本书由霍国良、王振宁编写,霍国良主编;由金卫东审稿。

图书在版编目(CIP)数据

微控制器应用基础/霍国良编著. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2003

全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

ISBN 7-5045-4141-9

I. 微… II. 霍… III. 微控制器—专业学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 077483 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 10.25 印张 253 千字

2003 年 11 月第 1 版 2003 年 11 月第 1 次印刷

印数:5000 册

定价:15.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前 言

为了更好地适应中等职业技术学校的教学需求，劳动和社会保障部培训就业司于 2002 年组织全国有关学校的教学专家和行业专家，制定了电子类专业教学计划和家用电器维修专业教学计划以及相关课程的教学大纲。根据教学计划和教学大纲的要求，我们组织了相应教材的编写工作。这些教材具有模块化特点，部分专业基础课和技能训练课教材对于上述两个专业具有通用性。

在教材编写过程中，我们始终坚持了以下几个原则。

第一，以能力为本位，重视实践能力的培养，突出职业技术教育特色。根据企业的实际需要，确定学生应具备的能力结构与知识结构，在保证必要专业基础知识的同时，加强实践性教学内容，强调学生实际工作能力的培养。

第二，吸收和借鉴各地教学改革的成功经验，专业课教材的编写采用了理论知识与技能训练一体化的模式，使教材内容更加符合学生的认知规律，保证理论与实践的密切结合。

第三，更新教材内容，使之具有时代特征。根据科学技术发展对劳动者素质提出的新的要求，在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容，体现教材的先进性。

第四，贯彻国家关于职业资格证书与学业证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神，力求教材内容涵盖有关国家职业标准（中级）的知识、技能要求，确实保证毕业生达到中级技能人才的培养目标。

这次教材编写工作得到北京、上海、天津、江苏、浙江、福建、江西、山东、湖南、广东、四川、重庆、贵州等省、直辖市劳动和社会保障厅（局）以及有关学校的大力支持，我们表示诚挚的谢意。

劳动和社会保障部教材办公室

2003 年 6 月

目 录

绪言	(1)
第一章 MCS—51 微控制器的内部结构	(3)
§ 1—1 MCS—51 微控制器内部组成和信号引脚	(3)
§ 1—2 MCS—51 微控制器的内部存储器	(7)
§ 1—3 MCS—51 微控制器并行输入/输出口电路	(12)
§ 1—4 MCS—51 微控制器时序电路与复位电路	(12)
练习题	(14)
第二章 MCS—51 微控制器软件资源	(15)
§ 2—1 MCS—51 微控制器指令系统概述	(15)
§ 2—2 汇编语言程序概述	(18)
§ 2—3 汇编语言程序结构	(19)
§ 2—4 MCS—51 微控制器汇编语言程序的编辑和汇编	(21)
练习题	(23)
第三章 简单开环控制应用	(24)
§ 3—1 MCS—51 微控制器位操作类指令	(24)
§ 3—2 电机运行控制应用	(26)
§ 3—3 MCS—51 微控制器数据传送类指令	(30)
§ 3—4 电视机接收频段选择控制应用	(33)
练习题	(34)
第四章 定时控制及其应用	(36)
§ 4—1 定时程序及应用	(36)
§ 4—2 MCS—51 微控制器定时/计数器	(38)
§ 4—3 微波炉定时控制应用	(42)
§ 4—4 电视机接收频道控制应用	(44)
练习题	(46)
第五章 判断选择功能及其应用	(48)
§ 5—1 MCS—51 微控制器控制转移类指令	(48)

§ 5—2	MCS—51 微控制器中断系统	(52)
§ 5—3	录像机按键功能程序的选择应用	(62)
§ 5—4	录像机带头、带尾、结露检测控制应用	(63)
§ 5—5	录像机磁鼓电机伺服控制应用	(66)
§ 5—6	彩色电视机调谐电压控制应用	(67)
练习题		(69)
第六章 键盘检测控制应用		(70)
§ 6—1	MCS—51 微控制器算术运算类指令	(70)
§ 6—2	MCS—51 微控制器逻辑运算及移位类指令	(74)
§ 6—3	遥控器键盘检测控制应用	(79)
练习题		(83)
第七章 串行通信控制及其应用		(87)
§ 7—1	串行通信概述	(87)
§ 7—2	MCS—51 微控制器串行通信控制	(88)
§ 7—3	录像机数字显示控制应用	(92)
§ 7—4	I ² C 总线彩色电视机控制应用	(95)
练习题		(97)
第八章 系统扩展及应用		(99)
§ 8—1	系统扩展及结构	(99)
§ 8—2	扩展存储器芯片结构及系统连接	(100)
§ 8—3	扩展程序存储器	(102)
§ 8—4	扩展数据存储器	(105)
§ 8—5	程序、数据存储器综合扩展	(107)
§ 8—6	I/O 扩展概述	(109)
§ 8—7	8255A 可编程 I/O 扩展芯片	(112)
§ 8—8	微型打印机控制应用	(117)
§ 8—9	键盘控制应用	(119)
§ 8—10	显示器并行控制应用	(122)
§ 8—11	系统扩展在大屏幕彩电中的应用	(126)
§ 8—12	系统扩展在录像机中的应用	(127)
练习题		(128)
第九章 实验系统介绍		(130)
§ 9—1	实验系统概述	(130)
§ 9—2	仿真软件的使用	(130)

实验课题.....	(138)
实验一 传送类指令实验.....	(138)
实验二 控制转移类及位操作指令实验.....	(138)
实验三 定时子程序和多分支转移程序实验.....	(139)
实验四 定时/计数器程序查询实验	(140)
实验五 定时器程序中断实验.....	(140)
实验六 算术运算及逻辑运算指令实验.....	(141)
实验七 数据排序和数制转换实验.....	(142)
实验八 LED 数码显示器动态显示实验	(142)
实验九 彩灯控制实验.....	(143)
附录一 汇编错误信息.....	(144)
附录二 MCS—51 微控制器指令表	(147)

绪 言

一、微控制器的概念

1. 微控制器的名称和特点

微控制器又叫单片机。它是一块超大规模的集成电路，里面包含了微型计算机的主要组成成分。它是单片微型计算机，因此而得名。

在广泛的自动控制领域中，需要有类似微型计算机功能的支持，但常常又不可能把微型计算机安装到设备里面。因此，微控制器作为微型计算机面向控制领域的一个重要分支应运而生。微控制器以其稳定可靠、体积小、功耗低、价格低廉的特点广泛应用于多种需要计算机控制功能的现场控制领域和实时控制领域。

2. 微控制器的应用领域

微控制器在人们日常生活中的应用实例很多，例如，彩色电视机就应用了微控制器。选择电视机某一频道是通过控制调谐器中各调谐回路的谐振频率来实现的，而谐振频率的改变又是通过对变容二极管加上不同反向电压来控制的。使用微控制器就可以把某一频道对应的控制电压的参数储存起来，并且与某一按键建立起对应关系。当微控制器检测到按下某一按键时，就从存储单元中读出该按键对应的调谐器各回路的控制参数，并送到控制回路中执行控制，从而实现电视机的选台功能。在这里可以看到微控制器完成了存储功能——存储控制参数，判断功能——判断按下的是何键，选择功能——选择了对应按键的控制参数，控制功能——直接输出控制电压控制各调谐回路的谐振频率。一般情况下，凡是需要具有存储功能、判断选择功能、运算功能和控制功能的场合都可用微控制器来完成。

微控制器广泛应用于家用电器，例如彩电、全自动洗衣机、空调、微波炉、电子对讲门锁等；通信和信息产品，例如电话机、手机、传真机、计算机外部设备（键盘、打印机、磁盘驱动器等）、复印机、电子显示屏等；交通管理，例如红绿灯控制等；文化娱乐，例如舞台灯光控制、音乐喷泉、防盗报警、霓虹灯控制等；楼宇控制，例如中央空调（温度、湿度、排气）控制、消防安全控制、其他智能控制等；工业自动化，例如应用于过程控制、数据采集和测控技术，应用于以数控机床为典型的机电一体化的综合技术；仪器仪表，包括使仪器仪表实现数字化、智能化、多功能、柔性化（可以更改性能）等；军事装备，包括飞机、军舰、坦克、导弹、火箭、雷达等多种军事装备。

微控制器作为一个现代化技术的分支，应用越来越广泛。

3. 通用微控制器和专用微控制器

通用微控制器是一种基本型芯片，它的内部资源比较丰富，性能全面，适用性强，能满足各种应用需要。用户可以根据需要，设计出各种不同的控制系统。

对于大批量、大规模生产的产品，为了节约成本，针对产品的实际需要，往往需要设计出结构最简化，软硬件资源利用最优化，成本最佳化的专用微控制器。

专用微控制器芯片品种愈来愈多，型号繁杂，功能各不相同，但它们的工作原理和结构是建立在通用微控制器的基础上的。本书以用得最普遍的 Intel 公司产品 MCS—51 系列微控制器为对象，介绍具有代表性的通用微控制器。

4. 微控制器与微控制器系统

微控制器把微型计算机的主要组成部分集成在一个芯片上，“麻雀虽小，五脏俱全”。但是由于一个芯片上能容纳的电子单元数量有限，对于某些应用场合，微控制器内部存储器的容量就不能满足应用要求。比如存储器中存储容量偏小，这就需要在微控制器的外围再扩展存储器的容量。在微控制器芯片的基础上扩展其他电路或芯片，构成具有一定应用功能的系统就称为微控制器系统。

二、本课程的特点、教学要求和学习方法

1. 特点

本课程的内容多，符号多，很抽象。这些内容互相关联，它们既不是因果关系，又不是并列关系，不能用一条主线把它们贯穿起来，要讲清前面的内容，往往又必须简单介绍后面的内容，才能理解，这就显得比较杂乱。因此，学习本课程有较大难度，必须有顽强的毅力。

2. 教学要求

- (1) 基本掌握微控制器的硬件、软件资源；
- (2) 看懂基本的微控制器系统电路原理图；
- (3) 看懂简单的汇编程序；
- (4) 了解程序设计的一般方法；理解微控制器在一些电子产品、家电产品中的控制原理。

3. 学习方法

使用“理解作用—归类记忆—多看例子”的学习方法，可以达到比较好的学习效果。

第一章

MCS—51 微控制器的内部结构

§ 1—1 MCS—51 微控制器内部组成和信号引脚

本课程以 Intel 公司的 MCS—51 系列微控制器为对象进行介绍。

一、内部组成

MCS—51 微控制器内部的结构框图如图 1—1 所示。

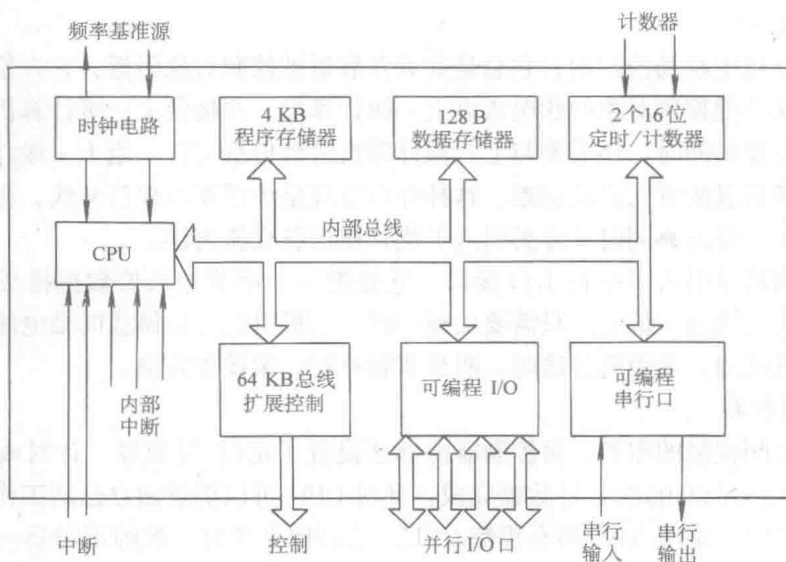


图 1—1 MCS—51 微控制器内部的结构框图

1. 中央处理器 (CPU)

微型计算机里把运算器和控制器两部分做成一块集成电路，称之为中央处理器（用符号 CPU 表示）。在微控制器中同样采用了这一概念，把运算器和控制器两部分电路合在一起作为一个主要组成部分，也称之为中央处理器（CPU），它是微控制器的核心，用来完成运算和控制操作。

2. 内部程序存储器

微控制器采用两类不同性质的存储器。一类是正常工作时只能把存储在它里面的信息读出来，不能写进去，这类存储器称为只读存储器（用符号 ROM 表示），显然预先装入计算机的程序在正常工作时，是不允许被改变的，只读存储器正好用来存放不允许改变的程序信息。

3. 内部数据存储器

微控制器往往也需要将外界输入的状态、数据存放起来，对这些状态或数据进行加工或

计算时产生的中间过程状态或中间数据也需要存储,加工或计算的结果则更需要存储起来。用来存储这些状态、数据的存储器就是数据存储器,它使用另一类可以随时存入或取出数据的存储器,称为随机存取存储器(用符号 RAM 表示)。

4. 并行 I/O 口

微控制器中的信息都是用二进制数的形式存放的,这种二进制数使用存储电路的状态来表示。例如,用三极管饱和导通状态表示 0,用三极管截止状态来表示 1。一个基本电路只能表示一位二进制数,即表示两种状态。要表达丰富的自然界信息,可以用多位二进制数表示,如 $2^8=256$,即用八位二进制数可表示 256 种状态。在存储器中就是用八个基本电路组合起来组成存储器的一个存储单元,称为字节单元。要表示更多复杂的信息,可以把几个字节单元再组合起来,组成 16 位二进制数、或 32 位二进制数,等等。

一个字节单元中八位二进制数通常是同时一起进行传送,或同时一起进行运算,即采用并行处理方式。微控制器与外界进行信息交流时,采用八位二进制数并行处理方式(即字节处理方式)的接口电路称为并行输入输出接口(即并行 I/O 接口)。

5. 串行 I/O 口

微控制器是用于现场控制的,它总是安装在靠近被控制对象附近。它在检测、控制对象的同时,往往又要把控制对象的状况告诉上一级计算机,并接受上一级计算机给它发来的指令。即在控制对象的同时,还需要与上一级计算机进行信息交流。当上一级计算机离它较远时,用并行处理信息的方式就较困难。这种并行处理至少需要八根信号线,再加一根公共地线,耗材很多,不经济,同时又容易引入干扰,使信息交流失误。

为此微控制器又引入了串行 I/O 接口。它是把一个字节的八位数据排成队,通过接口电路一位一位进行传送。该方式只需要二根引线,二根引线可以做成同轴电缆或双绞线,不仅提高了抗干扰能力,远距离传送时,明显节省材料,架设也方便。

6. 定时/计数器

为了满足时间控制的需要,微控制器内部还设置了定时/计数器。计时或计数(例如银行点钞机)的工作可以由定时/计数器完成,此时 CPU 可以仍然做自己的工作。到预定的时间或预定的次数时,定时/计数器会提醒 CPU。这好像上课时,教师不需要一直盯着手表看时间,尽管专心讲课,计时间的工作由学校的定时控制器负责,下课时间到时会自动发出信号告诉教师下课。

7. 中断控制系统

为了满足现场控制,微控制器内部还引入了中断控制系统。在 CPU 正常执行程序时,一旦出现特殊情况,中断系统可以把 CPU 执行的程序暂停下来,转而去执行特殊处理的程序。处理完之后,再回到原程序的暂停处继续往下执行。例如,由微控制器控制着包装称量生产流水线的传送带,正常时控制传送带按一定的速度传送。当称量到一件重量超标时,微控制器就会控制机械手把这一不合格品取走。

8. 内部总线

总线是连接各部分的公用通道。微控制器内部有三组总线,分别是数据总线(用符号 DB 表示)、地址总线(用符号 AB 表示)和控制总线(用符号 CB 表示)。

(1) 数据总线用来传送数据(信息) 由于一个字节存储单元有八位,并行处理时需要同时传送,因此数据总线就是八根组成一组的连接线。

(2) 地址总线用来传送地址数值 存储器中有许许多多存储字节单元, 要管理这些单元, 必须给它们分别编上代号。就像城市里有成千上万部电话机, 每部电话机都有不同的电话号码一样。电话机越多, 电话机的号码位数就越长。微控制器中存储单元越多, 它们的代号也就越长。MCS—51 系列微控制器能管理的存储单元数达 65 536 个, 用二进制数来表示时需 16 位二进制数, 即 $2^{16} = 65\,536$ 。显然每一个存储单元的代号就是一个 16 位二进制数。常常把 $2^{10} = 1\,024$ 个单元数, 用一个单位 KB 表示, 则 $2^{16} = 2^6 \times 2^{10} = 64\text{ KB}$ 。因此微控制器能管理的存储单元数, 常表示为 64 KB。微控制器里把存储单元的代号称为地址号, 这里沿用了城市街道每一户的牌号的概念。电话机号码是通过电话线一位一位向外传送的, 需要花费很长时间, 在微控制器里是不能容忍这样慢的速度的。为此在 MCS—51 系列微控制器里就用了 16 根连接线组成了地址总线, 用来同时传送 16 位地址数值。

(3) 控制总线 微控制器对各部分电路的工作, 是通过一些控制信号来协调管理的。传送这些控制信号的连接线组成了一组控制总线。

9. 时钟电路

微控制器有条不紊地执行着一条条指令, 来完成预定任务。指令的执行分几个步骤来完成, 每个步骤又是严格地在不同的时间段执行。这些时间段的产生是靠微控制器内部的时钟电路来完成的。

二、信号引脚

1. 信号引脚介绍

80C51 是 MCS—51 系列微控制器中的典型芯片, 它是标准的 40 引脚、双列直插式塑料封装的集成电路, 引脚排列如图 1—2 所示。

(1) 输入/输出口线

P0.0~P0.7 组成 P0 口的 8 根并行 I/O 口线;

P1.0~P1.7 组成 P1 口的 8 根并行 I/O 口线;

P2.0~P2.7 组成 P2 口的 8 根并行 I/O 口线;

P3.0~P3.7 组成 P3 口的 8 根并行 I/O 口线。

(2) XTAL1 和 XTAL2 —— 外接晶体引线端

微控制器内部有一个振荡器, 通过这两个引脚接入晶体, 就产生了频率稳定的时钟信号。微控制器也可以使用外部时钟信号, 这时, 外部时钟信号从 XTAL2 加入, 并要把 XTAL1 脚接地。

(3) V_{CC} —— +5 V 电源输入端

(4) V_{SS} —— 接地端

(5) RST/VPD —— 复位信号和备用电源输入端 微控制器开启时, 程序需从第一条指令开始执行, 内部一些存储单元需要设定在约定的初始状态, 这是靠外部引入一个复位信号来完成的。复位信号就是从该引脚引入的。另外, 当微控制器在执行程序中, 出现错误进入死循环时, 也需要外部加入复位信号, 把程序执行从死循环中解脱出来, 从头开始, 重新执行。

有时微控制器的工作电源会发生故障, 如果不及及时接上备用电源, 它内部 RAM 中的信

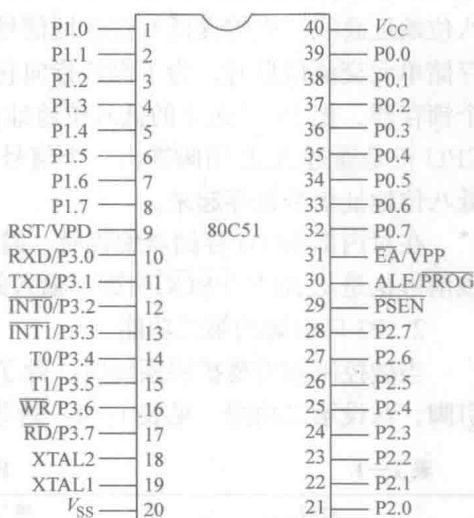


图 1—2 80C51 微控制器引脚排列

息就会丢失。微控制器的备用电源就是从第 9 脚 (RST/VPD) 引入的。

(6) $\overline{EA}/VPP$ ——访问程序存储器控制信号输出和编程电压输入端 51 系列微控制器中有些型号芯片内部无 ROM 存储器, 它的程序只能存放在外部 ROM 存储器中; 有些型号芯片内部虽有 ROM 存储器, 但只有 4 KB 单元, 有时程序较大不够存放, 则需将余下的程序存放在外部 ROM 存储器。CPU 究竟从内部 ROM 还是外部 ROM 取指令, 取决于引脚 $\overline{EA}$ 上输入的信号。当 $\overline{EA}$ 引脚输入 1 信号 (接成高电平) 时, CPU 到内部 ROM 取指令并可延续至外部 ROM; 当 $\overline{EA}$ 引脚输入 0 信号 (接成低电平) 时, CPU 就限定到外部 ROM 取指令。

微控制器内部 ROM 存储器录入程序时, 需要加上编程电压, 这一电压也从这里输入。

(7) $\overline{PSEN}$ ——读外部程序存储器的选通信号输出端 CPU 只有在一定的时间段里才能从外部 ROM 中取指令。此时 CPU 从 $\overline{PSEN}$ 引脚向外发出低电平信号, 打开外部 ROM 存储器, 使它的指令信息能够通过数据总线传入到微控制器内部来。

(8) $ALE/\overline{PROG}$ ——地址锁存控制信号输出端和编程脉冲输入端 微控制器除了在外要增加 ROM 存储器用来存放程序外, 往往还需要增加 RAM 存储器来存放数据。微控制器要与外部 ROM 或 RAM 某一存储单元进行信息交流时, 除了需要提供数据通道——数据总线以外, 还要提供地址通道——地址总线。地址总线用来传送地址信号, 指向确定的某存储单元。这样就需要 8 根数据总线、16 根地址总线, 总共占用 24 根引脚, 造成引脚数量的增加。微控制器制造厂商是这样来解决的: 复用 P0 口 8 根线, 使它既作数据总线, 又作低八位地址总线。先传送低八位地址信号, 过一段时间则作数据总线, 传送数据信息。在与某存储单元交流信息时, 为了保证指向它的地址信号不丢失, 为此在微控制器外部需要增加一个锁存器, 把 P0 口送出的低八位地址信号保存起来。如何控制 P0 口低八位地址的锁存呢? CPU 正是通过 ALE 引脚送出一个信号来控制外部锁存器, 将它的下降沿时刻对应的 P0 口低八位地址信号锁存起来。

在对内部 ROM 存储器编程时, 需要输入编程脉冲信号来控制对一个个存储单元编程。该信号也是从 $ALE/\overline{PROG}$ 引脚上输入的。

2. P3 口引脚的第二功能

当微控制器需要扩展系统时, 除了复用 P0 口外, 往往引脚还不够用, 为此又对 P3 口引脚, 增设第二功能。见表 1—1。这些功能在以后的章节中再展开叙述。

表 1—1

P3 口线的第二功能

口线	第二功能	信号名称
P3.0	RXD	串行数据接收
P3.1	TXD	串行数据发送
P3.2	$\overline{INT0}$	外部中断 0 申请
P3.3	$\overline{INT1}$	外部中断 1 申请
P3.4	T0	定时器/计数器 0 计数输入
P3.5	T1	定时器/计数器 1 计数输入
P3.6	$\overline{WR}$	外部 RAM 写选通
P3.7	$\overline{RD}$	外部 RAM 读选通

引脚 RST/VPD, $\overline{\text{EA}}/\text{VPP}$, $\text{ALE}/\overline{\text{PROG}}$ 以及 P3 口, 它们与 P0 口不同, 在通常情况下仅使用第一种功能, 在特殊情况下, 才使用第二种功能。即在一个工作状况或一个应用场合, 只会使用一种功能。

§ 1—2 MCS—51 微控制器的内部存储器

一、存储器地址的表示方法

前一节已提到, MCS—51 系列微控制器能管理 64 KB 个存储单元, 每个存储单元的地址编号需要 16 位二进制数。16 位二进制数书写起来非常麻烦也容易出错, 如果用十六进制数来表示就简单多了。因为 $2^{16} = 16^4$, 即 16 位二进制数可以用 4 位十六进制数代替, 每 1 位十六进制数代替了 4 位二进制数, 即 $16^1 = 2^4$, 它们之间以及和十进制数之间的对应关系见表 1—2。

表 1—2 二进制、十六进制与十进制对应关系

二进制	十六进制	十进制
0000B	0H	0D
0001B	1H	1D
0010B	2H	2D
0011B	3H	3D
0100B	4H	4D
0101B	5H	5D
0110B	6H	6D
0111B	7H	7D
1000B	8H	8D
1001B	9H	9D
1010B	AH	10D
1011B	BH	11D
1100B	CH	12D
1101B	DH	13D
1110B	EH	14D
1111B	FH	15D

数据后面跟 B 表示是二进制数, 跟 H 表示是十六进制数, 跟 D 表示是十进制数, 通常可省略 D。

用十六进制数给存储单元编地址号时, 第一个单元地址为 0000H, 64 KB 的最末的一个单元地址为 FFFFH, 因此 MCS—51 系列微控制器可寻找的地址范围是 0000H~FFFFH 共

64 KB 个。

二、内部程序存储器

MCS—51 系列微控制器的内部存储器包含内部程序存储器和内部数据存储器两大类。

通常 51 系列的芯片内部具有 4 KB 字节 ROM 型存储单元用于存放程序。不同的型号内部 ROM 存储器的结构不同。

8031 内部无 ROM 存储器，程序需全部放在微控制器外部扩展 ROM 中。

8051 内部 ROM 为掩膜型，用于大批量生产的成熟产品中，ROM 中的程序是在制造集成芯片时，同时固化在里面的。

8751 内部 ROM 为紫外线擦除可编程只读存储器 EPROM，用于产品试制过程中，程序需要修改的场合。修改时，要把集成电路表面的透明玻璃窗口对准紫外灯照射 10~20 min，内部 ROM 中所有存储基本电路都恢复成 1 状态，然后用编程器重新写入新的程序。

8951 内部 ROM 为电可擦除可编程只读存储器 E²PROM。由于用紫外线擦除很耗费时间，后来，又开发出在正常工作电压下能对 ROM 擦除并写入程序的只读存储器。8951 芯片就采用了具有这种特性的 ROM 存储器。

三、内部数据存储器

51 系列微控制器内部仅含有 256 个 RAM 存储单元，分为两大区：低 128 单元（单元地址为 00H~7FH）和高 128 单元（单元地址为 80H~FFH）。

1. 低 128 单元

低 128 单元又分为三个小区。

(1) 通用寄存器区 共 32 个单元，地址为 00H~1FH。它们分成 4 组，分别称为 0 组、1 组、2 组、3 组，每组有 8 个通用寄存器，分别命名为 R0~R7。

任何时刻，只能使用其中一组寄存器，正在使用的那组称为当前组。使用哪一组或更换当前组，可通过程序状态字（PSW）的专用寄存器来设定。

通用寄存器为 CPU 提供了数据就近存取的便利，有利于提高微控制器的处理速度。使用通用寄存器能提高程序编制的灵活性，通常在它们里面存放一些参数和起始状态。在介绍指令系统时将详细说明。

(2) 位寻址区 位寻址区共 16 个单元，地址为 20H~2FH。这些单元既可作为一般的 RAM 单元使用，进行字节操作，即对它里面的八位数据并行操作，又可以对这些单元中的每一位单独进行操作。每一位分别编定位地址，它们是 00H~7FH，见表 1—3。

表 1—3 内部 RAM 位寻址区的位地址

单元地址	MSB←	位地址						→LSB
2FH	7FH	7EH	7DH	7CH	7BH	7AH	79H	78H
2EH	77H	76H	75H	74H	73H	72H	71H	70H
2DH	6FH	6EH	6DH	6CH	6BH	6AH	69H	68H
2CH	67H	66H	65H	64H	63H	62H	61H	60H
2BH	5FH	5EH	5DH	5CH	5BH	5AH	59H	58H
2AH	57H	56H	55H	54H	53H	52H	51H	50H
29H	4FH	4EH	4DH	4CH	4BH	4AH	49H	48H
28H	47H	46H	45H	44H	43H	42H	41H	40H

续表

单元地址	MSB←位地址→LSB							
27H	3FH	3EH	3DH	3CH	3BH	3AH	39H	38H
26H	37H	36H	35H	34H	33H	32H	31H	30H
25H	2FH	2EH	2DH	2CH	2BH	2AH	29H	28H
24H	27H	26H	25H	24H	23H	22H	21H	20H
23H	1FH	1EH	1DH	1CH	1BH	1AH	19H	18H
22H	17H	16H	15H	14H	13H	12H	11H	10H
21H	0FH	0EH	0DH	0CH	0BH	0AH	09H	08H
20H	07H	06H	05H	04H	03H	02H	01H	00H

其中：MSB——最高有效位，LSB——最低有效位。

位寻址区是为位操作准备的，微控制器是用于面向控制的，控制的器件有指示灯、蜂鸣器、通过三极管控制的继电器、晶闸管触发电路等。显然这些对象是需要单独控制的，这就需要微控制器有位处理能力，即单独处理一位信息的能力，称为位操作。

(3) 用户使用区 用户使用区共 80 个单元，地址为 30H~7FH，对它们只能进行字节操作。常常在这里把连续的单元组合起来形成数据区，用来存放数组数据。又把其中一部分连续单元组合成特殊的数据区称为堆栈区，所谓特殊是指信息的存入和取出遵循着一个特殊的规则，在以后的堆栈操作中再作详述。

2. 高 128 单元

内部数据区的高 128 单元是为专用寄存器提供的，称为专用寄存器区，地址从 80H~FFH。这些专用寄存器是为配合 CPU 实现各种功能，用来存放相应功能的控制命令、状态或数据的。

(1) 专用寄存器一览表 51 系列微控制器有 22 个专用寄存器，其中可寻址的为 21 个，见表 1—4。

表 1—4

MCS—51 用寄存器一览表

寄存器符号	寄存器地址	寄存器名称
* ACC	0E0H	累加器
* B	0F0H	B 寄存器
* PSW	0D0H	程序状态字
SP	81H	堆栈指示器
DPL	82H	数据指针低 8 位
DPH	83H	数据指针高 8 位
* IE	0A8H	中断控制寄存器
* IP	0B8H	中断优先控制寄存器
* P0	80H	I/O 口 0
* P1	90H	I/O 口 1
* P2	0A0H	I/O 口 2

续表

寄存器符号	寄存器地址	寄存器名称
*P3	0B0H	I/O 口 3
PCON	87H	电源控制及波特率选择寄存器
*SCON	98H	串行口控制寄存器
SBUF	99H	串行数据缓冲寄存器
*TCON	88H	定时器控制寄存器
TMOD	89H	定时器选择寄存器
TL0	8AH	定时器 0 低 8 位
TL1	8BH	定时器 1 低 8 位
TH0	8CH	定时器 0 高 8 位
TH1	8DH	定时器 1 高 8 位

注：带 * 号的专用寄存器可以进行位操作。

21 个可寻址的专用寄存器不连续地分散在内部 RAM 高 128 位单元中，余下的许多空闲单元，用户不能使用。

一个不可寻址的专用寄存器是程序计数器（PC）。

(2) 专用寄存器简介 首先介绍 6 个，其余的将在以后章节中陆续说明。

1) 程序计数器（PC）。PC 是一个 16 位的计数器，其内容指示着将要执行的指令的地址，寻址范围达 64KB。一个 ROM 单元内的指令一经取出，PC 就自动加 1，并指向下一个 ROM 存储单元，保证程序顺序执行。执行到转移、调用、返回等指令时，CPU 又能改变其内容，使它指向目的指令的地址。

2) 累加器 A（或 ACC）。累加器为 8 位寄存器，是程序中用得最多的、最重要的寄存器。它配合 CPU 中的运算器进行算术运算和逻辑运算，用于存放要参与运算的数据，以及自动存放运算的累计结果。

累加器又是数据传送的中转站，由于微控制器结构功能的限制，一些存储单元之间的数据传送，不能直接进行，需要经累加器中转。

3) B 寄存器。B 寄存器是一个 8 位寄存器，用于同累加器 A 配合进行乘法、除法运算。乘法运算时，A 存放被乘数，B 存放乘数。运算结果：A 存放乘积的低 8 位，B 存放高 8 位。

除法运算时，A 存放被除数，B 存放除数。运算结果：A 存放商，B 存放余数。

4) 程序状态字（PSW）。程序状态字也是 8 位寄存器，它监视着指令的执行状态，指令执行中出现的一些状态，由硬件自动保存到 PSW 的相关位。

PSW 的各位定义如表 1—5。

表 1—5

PSW 程序状态字的位定义

位序	PSW.7	PSW.6	PSW.5	PSW.4	PSW.3	PSW.2	PSW.1	PSW.0
位符号	Cy	AC	F0	RS1	RS0	OV	/	P