



国家示范性高等院校核心课程规划教材

机电一体化技术专业及专业群教材

JIDIAN YITIHUA JISHU
ZHUANYE JI ZHUANYE
QUN JIAOCAI

单片机 原理与应用

DANPIANJI YUANLI YU YINGYONG

主 编 朱琼玲

副主编 唐 波 向 武



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

机电一体化技术专业及专业群教材

单片机原理与应用

主 编 朱琼玲

副主编 唐 波 向 武

重庆大学出版社

内容提要

本教材主要以煤矿瓦斯报警器为载体,通过对煤矿瓦斯报警器各个部分的学习,使学生对单片机系统有一个整体的了解。将煤矿瓦斯报警器分解成了6个情境:单片机的硬件结构、单片机的基本指令和编程、单片机的定时器和中断系统、单片机的系统扩展、单片机的接口电路、单片机应用系统的设计与开发。

本教材是矿山机电专业的核心课程之一,可作为矿山机电设备维修维护从业人员及煤矿机电技术工人的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用/朱琼玲主编. —重庆:重庆大学出版社,2010.4

(机电一体化技术专业及专业群教材)

ISBN 978-7-5624-5308-6

I. ①单… II. ①朱… III. ①单片微型计算机—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第033486号

机电一体化技术专业及专业群教材

单片机原理与应用

主 编 朱琼玲

副主编 唐 波 向 武

责任编辑:谭 敏 谭筱然 版式设计:谭 敏

责任校对:吴文静 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:13 字数:324千

2010年4月第1版 2010年4月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-5308-6 定价:25.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换。

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

编写委员会

编委会主任 张亚杭

编委会副主任 李海燕

编委会委员

唐继红

黄福盛

吴再生

李天和

游普元

韩治华

陈光海

宁望辅

栗俊江

冯明伟

兰玲

庞成

序

本套系列教材,是重庆工程职业技术学院国家示范高职院校专业建设的系列成果之一。根据《教育部 财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划 加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号)和《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件精神,重庆工程职业技术学院以专业建设大力推进“校企合作、工学结合”的人才培养模式改革,在重构以能力为本位的课程体系的基础上,配套建设了重点建设专业和专业群的系列教材。

本套系列教材主要包括重庆工程职业技术学院五个重点建设专业及专业群的核心课程教材,涵盖了煤矿开采技术、工程测量技术、机电一体化技术、建筑工程技术和计算机网络技术专业及专业群的最新改革成果。系列教材的主要特色是:与行业企业密切合作,制定了突出专业职业能力培养的课程标准,课程教材反映了行业新规范、新方法和新工艺;教材的编写打破了传统的学科体系教材编写模式,以工作过程为导向系统设计课程的内容,融“教、学、做”为一体,体现了高职教育“工学结合”的特色,对高职院校专业课程改革进行了有益尝试。

我们希望这套系列教材的出版,能够推动高职院校的课程改革,为高职专业建设工作作出我们的贡献。

重庆工程职业技术学院示范建设教材编写委员会

2009年10月

前言

《单片机原理与应用》是一门重要的专业基础课,但是,学生普遍反映该课程难学,课堂教学效果一直不理想,原因主要有以下几个方面:一是软硬件介绍完全分割开,软硬件系统没有联系,使得学生在构建实际的单片机应用系统时缺乏系统化、整体性设计的思路;二是理论讲授过多,实验太少或者缺乏综合性、开发性实验,学生感觉枯燥,没有兴趣和成就感,创造性、主动性、协作精神及技术应用能力等都比较差;三是教学人员对单片机的教学指导思想不理解,重点把握不准。笔者经过近两年的反复探索发现,在《单片机原理与应用》课程教学中引入任务驱动教学法能够收到比较理想的效果。

在教学内容选取时,以职业能力培养为主线,立足煤矿自动化技术岗位。在重煤集团及周边地区煤矿企业中单片机技术应用情况进行了广泛的调研,与单片机内容相关的工作岗位很多,如:煤矿安全监测、皮带运输、煤矿高压开关和低压开关的智能保护、降压站和变电所综合自动化继电保护等智能监控岗位(群)。通过对这些岗位的分析,单片机技术应用在这些岗位中,涉及的深度和广度各异,而单片机在煤矿安全监测系统中的应用非常具有代表性,其地面中心站、井下分站、智能传感器均采用单片机技术。它涵盖了单片机技术应用岗位的典型工作任务,其智能传感器的多样化和分站式结构,特别适合于教学应用举例和内容的选取。并且,《单片机原理与应用》课程作为机电一体化技术专业的一门必修专业课程,机电一体化技术专业培养的是能够胜任工矿企业电气设备运行、维护与管理工作的中等技能型应用人才,而不是产品研发人员,在学习中应注重应用。

因此,确定将煤矿瓦斯报警器,作为《单片机原理与应用》课程教学的载体,将单片机的理论知识与煤矿安全监测系

统中的单片机应用技术结合起来,对《单片机原理与应用》课程进行了教学内容的选取,以瓦斯传感器为例,围绕熟悉瓦斯传感器的整体结构,掌握信息的处理与转换原理、信息的传递、参数超限报警、单片机对接收信息的处理等知识与技能,共开发出6个学习任务。该书特别适合于高职学生学习,也适合于工程类人员对单片机的入门学习。

本教材由重庆工程职业技术学院朱琼玲担任主编,负责全书的统稿工作并编写了情境三、情境五;重庆工程职业技术学院唐波担任副主编,编写了情境一、情境二;情境四由重庆市科能高级技工学校孔庆文老师编写。感谢重庆工程职业技术学院教务处处长詹善兵教授对我们的支持。特别要感谢的是重庆煤炭科学研究院新产品开发所的总工程师向武,他对本书提出了大量的宝贵意见和建议,在百忙之中抽出时间对情境六进行了设置,并亲自参加了对学生课程和毕业设计的指导。

由于编者水平有限,书中错误或不当之处在所难免,敬请读者批评指正。如有赐教,请发至邮箱 zqlclc@sina.com。

编 者
2010年1月

目 录

学习情境 1 单片机的硬件结构	1
任务一 单片机基本结构认识	1
任务巩固	16
任务二 单片机的时钟、时序、复位	16
任务巩固	20
实训 流水灯的制作	21
学习情境 2 单片机的软件知识(指令与编程)	24
任务一 MCS—51 单片机指令认识	24
任务巩固	47
任务二 MCS—51 单片机的汇编程序设计	49
任务巩固	75
实训 1 单片机开发系统及使用	76
实训 2 指令的应用	77
实训 3 信号灯的控制	81
学习情境 3 单片机的定时/计数器、中断系统和串行口	83
任务一 MCS—51 单片机的定时/计数器	83
任务巩固	95
任务二 MCS—51 单片机的中断系统	95
任务巩固	113
任务三 MCS—51 单片机的串行口	114
任务巩固	124
实训 1 定时器的应用——信号灯的控制	124
实训 2 外部中断的应用——工业顺序控制	126

学习情境 **I**

单片机的硬件结构

任务一 单片机基本结构认识

知识点及目标:单片机是一个集 CPU、RAM/ROM、I/O 接口为一体的微型计算机,在自动控制系统中依靠程序命令 I/O 口去控制外设,应掌握单片机的基本组成及引脚。

能力点及目标:初步了解单片机内部资源状况。



任务描述

单片机是一个集 CPU、RAM/ROM、I/O 接口为一体的微型计算机,在自动控制系统中依靠程序命令 I/O 口去控制外设,应掌握单片机的基本组成及引脚。

掌握单片机的工作条件及组成对单片机的应用是非常必要的。



任务分析

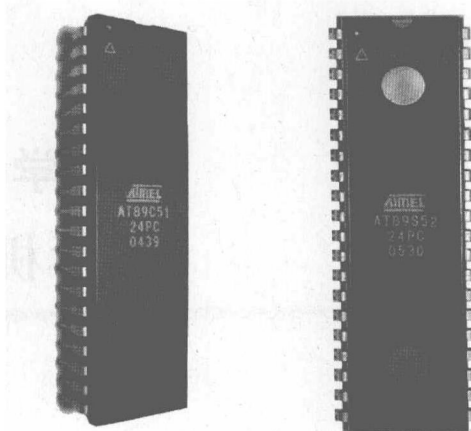
单片机是一个以 CPU 为核心,通过执行存放在存储器里的命令(程序),通过单片机 I/O 信号线来控制外设。我们必须了解其各部分的功能。



相关知识

教学要点:让学生对单片机的基本硬件系统有一个初步的认识,要求学生能够根据简单的现场需要组建单片机,并构成一个最小的应用系统。以流水灯的制作为例,模拟了瓦斯报警器信号指示灯的硬件组成。

要实现流水灯的制作,首先要了解单片机到底是一种什么器件,用来做什么?



双列直插式 AT89S51 单片机

一、概述

1. 微型计算机及微型计算机系统

微型计算机 (Microcomputer) 简称微机, 是计算机的一个重要分类。人们通常按照计算机的体积、性能和应用范围等条件, 将计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机等。微型计算机不但具有其他计算机快速、精确、程序控制等特点, 最突出的是它还具有体积小、重量轻、功耗低、价格便宜等优点。个人计算机简称 PC (Personal Computer) 机, 是微型计算机中应用最为广泛的一种, 也是近年来计算机领域中发展最快的一个分支。由于 PC 机在性能和价格方面适合个人使用和购买, 目前, 它已经深入到了家庭和社会生活的各个方面。

微型计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。硬件系统是指构成微机系统的实体和装置, 通常由运算器、控制器、存储器、输入接口电路和输入设备、输出接口电路和输出设备等组成。其中, 运算器和控制器一般做在一个集成芯片上, 统称中央处理单元 (Central Processing Unit), 简称 CPU, 是微机的核心部件。CPU 配上存放程序 and 数据的存储器、输入/输出 (Input/Output, 简称 I/O) 接口电路以及外部设备即构成微机的硬件系统。

软件系统是微机系统所使用的各种程序的总称。人们通过它对整机进行控制并与微机系统进行信息交换, 使微机按照人的意图完成预定的任务。

软件系统与硬件系统共同构成完整的微机系统, 两者相辅相成, 缺一不可。微型计算机系统组成示意图如图 1.1 所示。

下面将组成计算机的 5 个基本部件作一简单说明。

1) 运算器

运算器是计算机的运算部件, 用于实现算术和逻辑运算。计算机的数据运算和处理都在这里进行。

2) 控制器

控制器是计算机的指挥控制部件, 它控制计算机各部分自动、协调地工作。运算器和控制器是计算机的核心部分, 通常把它们合在一起称之为中央处理器, 简称 CPU。

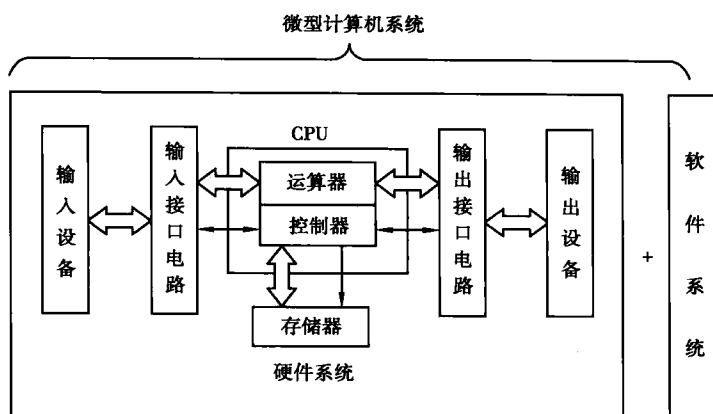


图 1.1 微机系统组成示意图

3) 存储器

存储器是计算机的记忆部件,用于存放程序和数据。存储器又分为内存储器和外存储器。实训中使用的 EPROM2764 便是存储器。

4) 输入设备

输入设备用于将程序和数据输入计算机中,如键盘等。

5) 输出设备

输出设备用于把计算机数据计算或加工的结果,以用户需要的形式显示或打印出来,如显示器、打印机等。

通常把外存储器、输入设备和输出设备合在一起称之为计算机的外部设备,简称“外设”。

2. 单片微型计算机

单片微型计算机是指集成在一个芯片上的微型计算机,也就是把组成微型计算机的各种功能部件,包括 CPU (Central Processing Unit)、随机存取存储器 RAM (Random Access Memory)、只读存储器 ROM (Read-only Memory)、基本输入/输出 (Input/Output) 接口电路、定时器/计数器等部件都制作在一块集成芯片上,构成一个完整的微型计算机,从而实现微型计算机的基本功能。单片机内部结构示意图如图 1.2 所示。

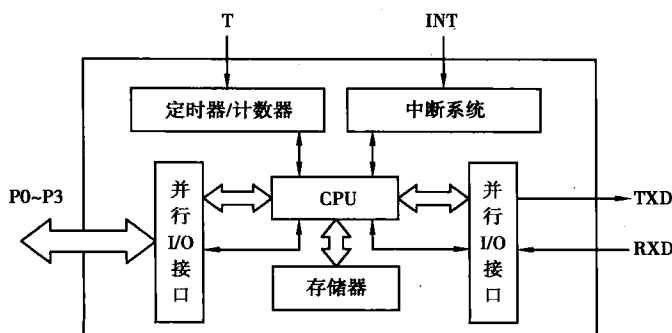
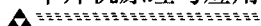


图 1.2 单片机内部结构示意图



单片机实质上就是一个芯片。在实际应用中,通常很难将单片机直接和被控对象进行电气连接,必须外加各种扩展接口电路、外部设备、被控对象等硬件和软件,才能构成一个单片机应用系统。

3. 单片机应用系统及组成

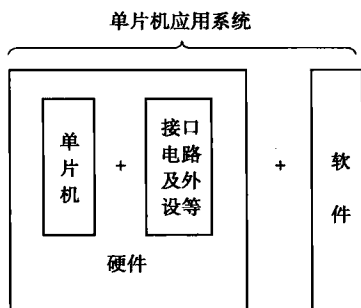


图 1.3 单片机应用系统的组成

单片机应用系统是以单片机为核心,配以输入、输出、显示、控制等外围电路和软件,能实现一种或多种功能的实用系统。本书的实训电路板也是一个单片机的应用系统,它除了有单片机芯片以外,还有许多的外围电路,如果再配以后续章节所讲的一系列的实训程序,便可以完成很多功能。所以说,单片机应用系统是由硬件和软件组成的,硬件是应用系统的基础,软件则在硬件的基础上对其资源进行合理调配和使用,从而完成应用系统所要求的任务,二者相互依赖,缺一不可。单片机应用系统的组成如图 1.3 所示。

由此可见,单片机应用系统的设计人员必须从硬件和软件两个角度来深入了解单片机,并能够将二者有机结合起来,才能形成具有特定功能的应用系统或整机产品。

自从 1974 年美国 Fairchild 公司研制出第一台单片机 F8 之后,迄今为止,单片机经历了由 4 位机到 8 位机再到 16 位机的发展过程。单片机制造商很多,主要有美国的 Intel、Motorola、Zilog 等公司。目前,单片机正向着高性能、多品种方向发展。近年来,32 位单片机已进入了实用阶段,但是由于 8 位单片机在性能价格比上占有优势,而且 8 位增强型单片机在速度和功能上向现在的 16 位单片机挑战,因此在未来相当长的时期内,8 位单片机仍是单片机的主流机型。

二、MCS—51 单片机系列

尽管各类单片机很多,但无论从世界范围或从全国范围来看,使用最为广泛的应属 MCS—51 单片机。基于这一事实,本书以应用最为广泛的 MCS—51 系列 8 位单片机(8031、8051、8751 等)为研究对象,介绍单片机的硬件结构、工作原理及应用系统的设计。

MCS—51 单片机系列共有十几种芯片,如表 1.1 所示。

表 1.1 MCS—51 系列单片机分类表

子系列	片内 ROM 形式			片内 ROM 容量	片内 RAM 容量	寻址范围	I/O 特性			中断源
	无	ROM	EPROM				计数口	并行口	串行口	
51 子系列	8031	8051	8751	4 KB	128 B	2 × 64 KB	2 × 16	4 × 8	1	5
	80C31	80C51	87C51	4 KB	128 B	2 × 64 KB		4 × 8	1	5
52 子系统	8032	8052	8752	8 KB	256 B	2 × 64 KB	3 × 16	4 × 8	1	6
	80C32	80C52	87C52	8 KB	256 B	2 × 64 KB	3 × 16	4 × 8	1	6

表 1.1 列出了 MCS—51 单片机系列的芯片型号,以及它们的技术性能指标,使我们对

MCS—51 单片机系列的基本情况有了一个概括的了解。下面就在这个表的基础上对 MCS—51 系列单片机作进一步说明。

1. 51 子系列和 52 子系列

MCS—51 系列又分为 51 和 52 两个子系列,并以芯片型号的最末位数字作为标志。其中,51 子系列是基本型,而 52 子系列则属增强型。52 子系列功能增强的具体方面,从表 1.1 所列内容中可以看出:

- (1) 片内 ROM 从 4 KB 增加到 8 KB。
- (2) 片内 RAM 从 128 B 增加到 256 B。
- (3) 定时/计数器从 2 个增加到 3 个。
- (4) 中断源从 5 个增加到 6 个。

在 52 子系列的内部 ROM 中,以掩膜方式集成有 8 KB BASIC 解释程序,这就是通常所说的 8052-BASIC。这意味着单片机已可以使用高级语言。该 BASIC 与基本 BASIC 相比,增加了一些控制语句,以满足单片机作为控制机的需要。

2. 单片机芯片半导体工艺

MCS—51 系列单片机采用两种半导体工艺生产。一种是 HMOS 工艺,即高速度、高密度、短沟道 MOS 工艺。另外一种是 CHMOS 工艺,即互补金属氧化物的 HMOS 工艺。表 1.1 中,芯片型号中带有字母“C”的,为 CHMOS 芯片,其余均为一般的 HMOS 芯片。

CHMOS 是 CMOS 和 HMOS 的结合,除保持了 HMOS 高速度和高密度的特点之外,还具有 CMOS 低功耗的特点。例如 8051 的功耗为 630 mW,而 80C51 的功耗只有 120 mW。在便携式、手提式或野外作业仪器设备上,低功耗是非常有意义的,因此,在这些产品中必须使用 CHMOS 的单片机芯片。

MCS—51 单片机的典型芯片是 8031、8051、8751。8051 内部有 4 KB ROM,8751 内部有 4 KB EPROM,8031 内部无 ROM;除此之外,三者的内部结构及引脚完全相同。因此,以 8051 为例,说明本系列单片机的内部组成及信号引脚。

3. 8051 单片机的基本组成

8051 单片机的基本组成如图 1.4 所示。下面介绍各部分的基本情况。

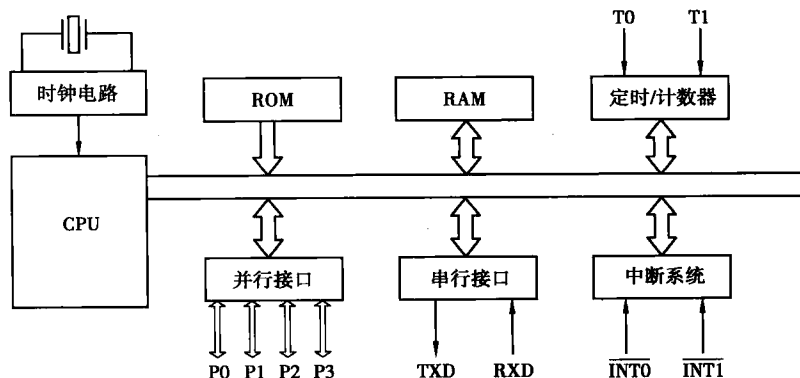


图 1.4 MCS—51 单片机的结构框图

1) 中央处理器(CPU)

中央处理器是单片机的核心,完成运算和控制功能。MCS—51 的 CPU 能处理 8 位二进制

数或代码。

2) 内部数据存储器(内部 RAM)

8051 芯片中共有 256 个 RAM 单元,但其中后 128 单元被专用寄存器占用,能作为寄存器供用户使用的只是前 128 单元,用于存放可读写的数。因此通常所说的内部数据存储器就是指前 128 单元,简称内部 RAM。

3) 内部程序存储器(内部 ROM)

8051 共有 4 KB 掩膜 ROM,用于存放程序、原始数据或表格,因此,称之为程序存储器,简称内部 ROM。

4) 定时/计数器

8051 共有两个 16 位的定时/计数器,以实现定时或计数功能,并以其定时或计数结果对计算机进行控制。

5) 并行 I/O 口

MCS—51 共有 4 个 8 位的 I/O 口(P0、P1、P2、P3),以实现数据的并行输入/输出。在下面的实训中我们来练习使用 P1 口,通过 P1 口连接 8 个发光二极管。

6) 串行口

MCS—51 单片机有一个全双工的串行口,以实现单片机和其他设备之间的串行数据传送。该串行口功能较强,既可作为全双工异步通信收发器使用,也可作为同步移位器使用。

7) 中断控制系统

MCS—51 单片机的中断功能较强,以满足控制应用的需要。8051 共有 5 个中断源,即外中断两个,定时/计数中断两个,串行中断一个。全部中断分为高级和低级共两个优先级别。

8) 时钟电路

MCS—51 芯片的内部有时钟电路,但石英晶体和微调电容需外接。时钟电路为单片机产生时钟脉冲序列。系统允许的晶振频率一般为 6 MHz 和 12 MHz。从上述内容可以看出,MCS—51 虽然是一个单片机芯片,但作为计算机应该具有的基本部件它都包括,因此,实际上它已是一个简单的微型计算机系统了。

三、MCS—51 的信号引脚

MCS—51 是标准的 40 引脚双列直插式集成电路芯片,引脚排列如图 1.5 所示。

1. 信号引脚介绍

P0.0 ~ P0.7: P0 口 8 位双向口线

P1.0 ~ P1.7: P1 口 8 位双向口线

P2.0 ~ P2.7: P2 口 8 位双向口线

P3.0 ~ P3.7: P3 口 8 位双向口线

ALE:地址锁存控制信号。在系统扩展时,ALE 用于控制将 P0 口输出的低 8 位地址锁存起来,以实现低位地址和数据的隔离。此外,由于 ALE 是以晶振 1/6 的固定频率输出的正脉冲,因此,可作为外部时钟或外部定时脉冲使用。

PSEN:外部程序存储器读选通信号。在读外部 ROM 时,有效(低电平),以实现外部 ROM 单元的读操作。

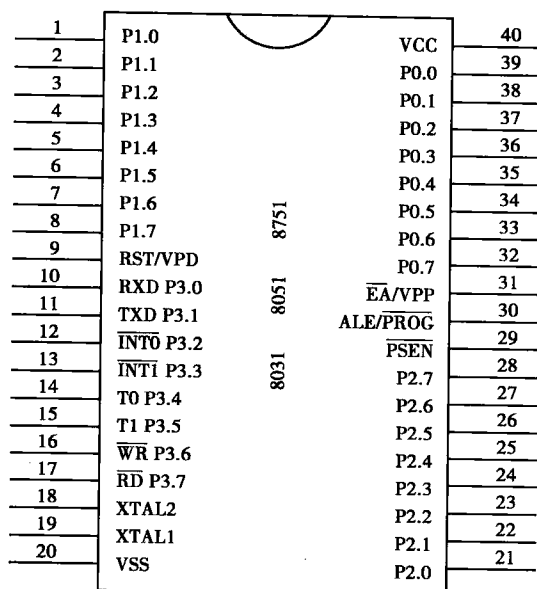


图 1.5 MCS—51 单片机芯片引脚排列图

EA:访问程序存储控制信号。当信号为低电平时,对 ROM 的读操作限定在外部程序存储器;当信号为高电平时,对 ROM 的读操作是从内部程序存储器开始,并可延至外部程序存储器。

RST:复位信号。当输入的复位信号延续两个机器周期以上的高电平时即为有效,用以完成单片机的复位初始化操作。

XTAL1 和 XTAL2:外接晶体引线端。当使用芯片内部时钟时,此二引线端用于外接石英晶体和微调电容;当使用外部时钟时,用于接外部时钟脉冲信号。

VSS:地线。

VCC: +5 V 电源。

以上是 MCS—51 单片机芯片 40 条引脚的定义及简单功能说明,读者可以通过后面的实训电路找到相应引脚,在电路中查看每个引脚的连接使用。

2. 信号引脚的第二功能

由于工艺及标准化等原因,芯片的引脚数目是有限制的。例如,MCS—51 系列把芯片引脚数目限定为 40 条,但单片机为实现其功能所需要的信号数目却远远超过此数,因此就出现了需要与可能的矛盾。如何解决这个矛盾?“兼职”是唯一可行的办法,即给一些信号引脚赋以双重功能。如果把前述的信号定义为引脚第一功能的话,则根据需要再定义的信号就是它的第二功能。下面介绍一些信号引脚的第二功能。

(1)P3 口线的第二功能。P3 的 8 条口线都定义有第二功能,详见表 1.2。

(2)EPROM 存储器程序固化所需要的信号。有内部 EPROM 的单片机芯片(例如 8751),为写入程序需提供专门的编程脉冲和编程电源,这些信号也是由信号引脚以第二功能的形式提供的,即:编程脉冲:30 脚(ALE/PROG)编程电压(25 V):31 脚(EN/VPP)。

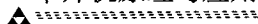


表 1.2 P3 口各引脚与第二功能表

引 脚	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	$\overline{\text{INT0}}$	外部中断 0 申请
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$	外部中断 1 申请
P3.4	T0	定时/计数器 0 的外部输入
P3.5	T1	定时/计数器 1 的外部输入
P3.6	$\overline{\text{WR}}$	外部 RAM 写选通
P3.7	$\overline{\text{RD}}$	外部 RAM 读选通

(3)备用电源引入。MCS—51 单片机的备用电源也是以第二功能的方式由 9 脚(RST/VPD)引入的。当电源发生故障,电压降低到下限值时,备用电源经此端向内部 RAM 提供电压,以保护内部 RAM 中的信息不丢失。

以上把 MCS—51 单片机的全部信号引脚分别以第一功能和第二功能的形式列出。对于各种型号的芯片,其引脚的第一功能信号是相同的,所不同的只在引脚的第二功能信号。

对于 9、30 和 31 三个引脚,由于第一功能信号与第二功能信号是单片机在不同工作方式下的信号,因此不会发生使用上的矛盾。但是 P3 口的情况却有所不同,它的第二功能信号都是单片机的重要控制信号。因此,在实际使用时,都是先按需要选用第二功能信号,剩下的才以第一功能的身份作数据位的输入/输出使用。

四、MCS—51 内部数据存储器

MCS—51 单片机的芯片内部有 RAM 和 ROM 两类存储器,即所谓的内部 RAM 和内部 ROM,首先分析内部 RAM。

1. 内部数据存储器低 128 单元

8051 的内部 RAM 共有 256 个单元,通常把这 256 个单元按其功能划分为两部分:低 128 单元(单元地址 00H ~ 7FH)和高 128 单元(单元地址 80H ~ FFH)。表 1.3 所示为低 128 单元的配置表。

表 1.3 片内 RAM 的配置表

30H ~ 7FH	数据缓冲区
20H ~ 2FH	位寻址区(00H ~ 7FH)
18H ~ 1FH	工作寄存器 3 区(R7 ~ R0)
10H ~ 17H	工作寄存器 2 区(R7 ~ R0)
08H ~ 0FH	工作寄存器 1 区(R7 ~ R0)
00H ~ 07H	工作寄存器 0 区(R7 ~ R0)