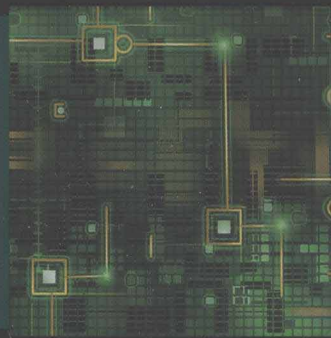


单片机原理 及应用系统设计

王思明 张金敏 苟军年 编著
张 鑫 杨乔礼



科学出版社

内 容 简 介

本书以 51 系列单片机为基础,结合教学与实际设计应用,全面系统地介绍了单片机原理、接口及应用系统设计技术。全书共 14 章,主要包括计算机基础知识、51 单片机基本原理、指令系统及单片机 C 语言、汇编语言和 C 语言编程、单片机片内资源系统及资源配置技术、单片机扩展及应用系统接口技术、单片机应用系统设计方法及设计实例。各章均配有习题,帮助读者深入学习。

本书可作为高等工科院校自动化、电气工程、电子科学与技术等相关专业本科生的教材,也可供从事单片机应用开发的广大工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用系统设计/王思明等编著. —北京:科学出版社,2012
ISBN 978-7-03-035635-2

I. ①单… II. ①王… III. ①单片微型计算机-理论-高等学校-教材
②单片微型计算机-系统设计-高等学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 227149 号

责任编辑:余 江 张丽花 / 责任校对:刘小梅
责任印制:闫 磊 / 封面设计:迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012年9月第一次印刷 印张:24 1/2

字数:581 000

定价:45.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

单片机在各个行业得到广泛应用。为适应单片机技术的迅速发展和教学改革的需要,基于国家特色专业、国家级实验教学示范中心和省级精品课程平台建设,编者在多年讲授本门课程和从事单片机系统开发研究的基础上,总结教学和科研工作的经验,吸收国内外先进技术及应用成果,参考国内外优秀论著和相关教材,经过精心设计和规划而编写本书。本书可作为普通高等学校相关专业的教材,也可作为相关专业的自学读本。

在本书的编写过程中注重原理与应用的有机结合,主要体现在以下几点:

- (1) 对单片机的基本原理进行凝练、精简,力求做到文字精练、通俗易懂、深入浅出;
- (2) 注重原理和应用相结合,软硬件不脱节,建立单片机系统及系统设计的整体概念;
- (3) 所选取内容注重实用性和典型性,提供典型实用的设计案例,以提高学生的学习效率;
- (4) 精选、更新、补充最新的实用技术内容,与 C51 语言编程紧密结合;
- (5) 把 Proteus 仿真与配套硬件开发系统结合起来,给出同一个设计的两种设计实例。

本书以主流机型 51 系列单片机为背景,系统介绍单片机及相关系统设计技术。

全书共 14 章。第 1~7 章为单片机的基础知识部分,主要讲述微型计算机基础、51 单片机芯片内部结构、汇编语言、Keil C 51、单片机程序设计、定时器、中断及串行口工作方式等内容。第 8~13 章为单片机系统扩展及配置部分,主要讲述单片机系统扩展技术、单片机总线扩展技术、并行接口技术、人-机接口技术、A/D 及 D/A 转换技术等。第 14 章主要讲述单片机的开发环境与设计开发方法、Proteus 仿真与实际应用系统设计技术,并列举实际应用项目,较详细地介绍单片机系统设计中应注意的关键问题。

参加本书编写的老师全部来自教学一线,具有丰富的教学经验和科研工作经历。其中,王思明教授编写第 1、2、3、14 章,张金敏副教授编写第 6、7、12 章,苟军年编写第 4、5、9 章,张鑫编写第 8、11 章,杨乔礼编写第 10、13 章。全书由王思明教授负责整理、统稿。

本书参考了国内外相关作者的论著、教材、先进技术及应用成果,在此谨致谢意。

感谢兰州交通大学教务处、国家级计算机实验教学示范中心、自动化与电气工程学院和自动化系全体教师对本书编写的支持与帮助。感谢控制科学与工程研究所的研究生为本书所做的文字录入、校对和绘图工作。本书的出版工作得到科学出版社的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者
2012 年 5 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 单片机概述	1
1.2 单片机的发展与应用	3
习题.....	4
第 2 章 51 单片机芯片的硬件结构	5
2.1 单片机的内部结构及引脚	5
2.2 单片机的存储器配置	9
2.3 程序存储器.....	10
2.4 数据存储器.....	11
2.5 51 单片机的时钟电路与时序	20
2.6 51 单片机的复位	22
2.7 单片机的并行 I/O 口	24
习题	27
第 3 章 51 单片机的指令系统	29
3.1 指令格式与寻址方式.....	29
3.2 51 单片机指令系统	35
习题	66
第 4 章 单片机的 Keil C51 开发语言	70
4.1 51 系列单片机的 Keil C51 开发语言	70
4.2 Keil C51 的数据结构.....	74
4.3 单片机汇编语言与 C 语言程序设计对照	84
4.4 C51 与汇编语言的混合编程.....	85
习题	89
第 5 章 51 单片机程序设计	90
5.1 汇编语言程序设计概述.....	90
5.2 51 单片机程序的基本结构形式	95
5.3 51 单片机程序设计举例	111
习题.....	137
第 6 章 单片机中断系统与定时器	139
6.1 中断系统概述	139
6.2 中断的概念与功能	139
6.3 51 单片机中断系统	142
6.4 51 单片机定时器/计数器	151
习题.....	168

第 7 章 单片机串行数据通信	170
7.1 计算机数据通信基础知识	170
7.2 51 单片机串行口及控制寄存器	176
7.3 51 单片机串行口工作方式及应用	179
7.4 单片机多机通信	190
习题.....	198
第 8 章 单片机外部存储器扩展	199
8.1 存储器扩展概述	199
8.2 存储器的扩展	203
8.3 程序存储器扩展	207
8.4 数据存储器扩展	212
8.5 51 系列单片机存储器系统的特点和使用	218
习题.....	220
第 9 章 单片机的总线扩展技术	221
9.1 SPI 串行扩展接口	221
9.2 I ² C 总线技术	223
9.3 1-wire 总线	227
习题.....	230
第 10 章 单片机 I/O 口扩展及应用	231
10.1 I/O 口扩展概述	231
10.2 单片机简单并行 I/O 口的扩展	237
10.3 可编程并行 I/O 接口芯片 8255A	242
10.4 时钟日历芯片及接口.....	253
习题.....	254
第 11 章 人-机接口技术	256
11.1 键盘及接口设计.....	256
11.2 拨动开关、拨码盘接口电路设计	265
11.3 LED 显示器及接口设计	268
11.4 LCD 显示器及接口设计	276
11.5 键盘显示器接口芯片 HD7279A	282
11.6 HD7279 键盘、显示接口电路设计	286
11.7 单片机打印接口技术.....	289
11.8 综合应用举例.....	291
习题.....	292
第 12 章 数模及模数转换器接口技术	293
12.1 数模及模数转换器的作用.....	293
12.2 单片机与 D/A 转换器接口	293
12.3 单片机与 A/D 转换器接口	303
习题.....	318

第 13 章 单片机的数据通信与总线技术	319
13.1 总线技术概述	319
13.2 RS-232-C 串行总线接口	323
13.3 RS-422A/485 接口标准	326
13.4 现场总线技术	328
13.5 以太网接口技术	339
习题	352
第 14 章 单片机应用系统设计与开发技术	353
14.1 单片机应用系统的设计步骤和方法	353
14.2 单片机应用系统开发环境	362
14.3 单片机应用系统调试	367
14.4 单片机应用系统设计举例	371
习题	378
附录 MCS-51 指令表	379
参考文献	384

第 1 章 绪 论

1.1 单片机概述

1.1.1 微处理器、微机和单片机的概念

微处理器(Microprocessor)是微型计算机的控制和运算器部分,是集成在同一块芯片上的具有运算和控制功能的中央处理器,称为 MPU,简称为 MP。微处理器不仅是构成微型计算机、微型计算机系统和微型计算机开发系统的核心部件,而且也是构成多微处理器系统和现代并行结构计算机的基础。

微型计算机(Microcomputer)是有完整的运算及控制功能的计算机,包括微处理器、存储器、输入/输出接口电路,以及输入/输出设备等。

单片机(Single Chip Microcomputer)是单片微型计算机的简称,是把中央处理器(CPU)、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、输入/输出接口、定时器/计数器、中断系统等主要功能部件集成在一块半导体芯片上的数字电子计算机。

单片机的形态只是一块芯片,但是它已具有微型计算机的组成结构和功能。单片机的结构特点决定单片机主要用于控制,在实际应用中常将它完全融入应用系统中,所以又称为微控制器(Microcontroller Unit)或嵌入式控制器(Embedded Controller)。单片机的外形图如图 1-1 所示。



图 1-1 单片机外形图

据统计,目前我国单片机的年产量已达 1 亿~3 亿片,且每年以大约 16% 的速度增长。单片机在民用和工业测控领域的应用最为广泛。彩电、冰箱、洗衣机、空调、录像机、VCD、遥控器、游戏机等方面处处可见单片机所发挥的巨大作用。所以,在我国乃至全世界,单片机的应用有广阔的发展空间。

1.1.2 单片机的一般结构及特点

单片机有两种基本结构形式。

一种是在通用微型计算机中广泛采用的将程序存储器和数据存储器合用一个存储空间的结构,称为普林斯顿(Princeton)结构或称冯·诺依曼结构。另一种是将程序存储器和数据存储器截然分开,并分别寻址的结构,称为哈佛(Harvard)结构。51 系列单片机采用的是哈佛结构。目前,单片机采用程序存储器和数据存储器截然分开的结构较多。

如图 1-2 所示,单片机的中央处理器(CPU)和通用微处理器基本相同,但单片机在结构和指令设置上有其独特之处,主要特点如下:

(1) 单片机的存储器 ROM 和 RAM 是严格区分的。ROM 称为程序存储器,只存放程序、固定常数及数据表格。RAM 称为数据存储器,用作工作区及存放用户数据。

(2) 采用面向控制的指令系统。为满足控制的需要,增设“面向控制”的处理功能,使单片机具有很强的位逻辑处理能力,如位处理、查表、多种跳转、乘除法运算、状态检测、中断处理等

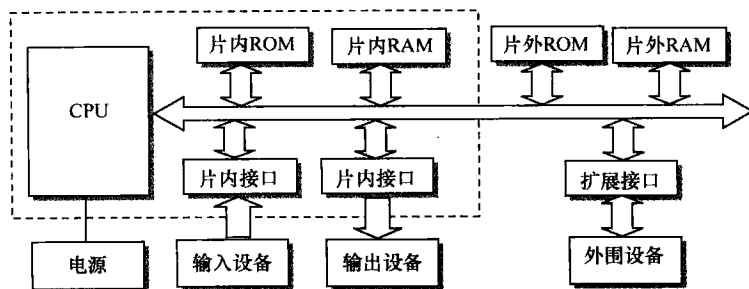


图 1-2 单片机系统结构框图

功能,从而增强了控制的实用性和灵活性。

(3) 单片机的 I/O 引脚通常是多功能的。由于单片机芯片上引脚数目有限,为解决实际引脚数和需要的信号线的矛盾而采用引脚功能复用的方法;引脚有何种功能,由指令设置或由机器状态区分。

(4) 单片机的外部扩展能力很强。在内部的各种功能部件不能满足应用需求时,均可在外部进行扩展(如扩展 ROM、RAM、I/O 接口、定时器/计数器、中断系统等),与许多通用的微机接口芯片兼容,从而给应用系统设计带来极大的方便。

1.1.3 单片机的分类

单片机按其用途可分为两大类:通用型单片机和专用型单片机。

通用型单片机内部资源比较丰富、性能全面、适应性强,能满足多种应用需求。它将可开发资源全部提供给使用者,使用者可以根据需要,通过进一步设计,组建成一个以通用型单片机芯片为核心,再配以其他外围电路的单片机应用系统。

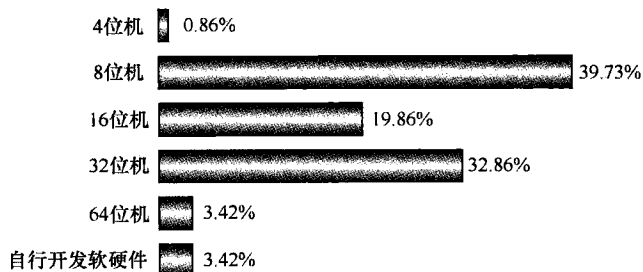


图 1-3 单片机选型市场调查

专用型单片机的硬件结构和指令系统按照某个特定的用途设计。但是,无论其在应用上如何专业,其原理和结构却仍然建立在通用单片机的基础之上。

单片机按其基本操作处理的位数可分为:1 位单片机、4 位单片机、8 位单片机、16 位单片机、32 位单片机、64 位单片机。相对来说,8 位单

片机目前仍为单片机应用系统设计中的主流系列,如图 1-3 所示。

尽管各类单片机很多,但国内外使用最为广泛的应属 51 系列单片机。MCS-51 单片机系列共有十几种芯片,如表 1-1 所示。

表 1-1 51 系列单片机分类表

子系统	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				计数器	并行口	串行口	
51 子系统	8031	8051	8751	4KB	128B	2×64KB	2×16	4×8	1	5
	80C31	80C51	87C51	4KB	128B	2×64KB	2×16	4×8	1	5
52 子系统	8032	8052	8752	8KB	256B	2×64KB	3×16	4×8	1	6
	80C32	80C52	87C52	8KB	256B	2×64KB	3×16	4×8	1	6

1.2 单片机的发展与应用

1.2.1 单片机的发展历史及趋势

单片机已经有近 40 年的历史,它的产生与发展和微处理器的产生与发展大体同步,经历五个阶段。

1) 第一阶段:4 位单片机阶段

1971 年,美国 Intel 公司首次推出 4 位 Intel 4004 单片机,紧接着美国德州仪器(TI)公司也推出 4 位单片机 TMS-1000。随后,各个计算机生产公司竞相推出 4 位单片机。例如,美国国家半导体公司(National Semiconductor)的 COP402 系列、美国罗克韦尔公司(Rockwell)的 PPS/1 系列、日本松下公司的 MN1400 系列、日本富士通公司的 MB88 系列等。

4 位单片机属于单片机发展的萌芽阶段,至今仍然有使用,主要应用于家用电器、电子玩具等领域。

2) 第二阶段:8 位单片机阶段

1976 年,Intel 公司首先推出 MCS-48 系列 8 位单片机。这个系列的单片机内集成 8 位 CPU、并行 I/O 口、8 位定时器/计数器,寻址范围不大于 4KB,且无串行口。由于功能欠缺,应用时间不长。其他公司的 8 位单片机系列也应运而生。8 位单片机是以 51 系列的 8051 为代表。直到今天,51 系列单片机仍然在许多场合使用。

3) 第三阶段:16 位单片机阶段

1983 年以后,集成电路的集成度可达十几万只管/片,16 位单片机逐渐问世。这一阶段的代表产品有 1983 年 Intel 公司推出的 MCS-96 系列、1987 年 Intel 公司推出的 80C96、美国国家半导体公司推出的 HPC16040 和 NEC 公司推出的 783××系列等。

4) 第四阶段:32 位单片机阶段

近年来,各个计算机生产厂家已研制并生产出更高性能的 32 位单片机。以 51 系列、AVR、PIC 等为代表,目前应用较广泛。

5) 第五阶段:64 位单片机阶段

由于控制领域对 64 位单片机需求并不十分迫切,所以 64 位单片机的应用并不很多。

单片机的发展虽然按先后顺序经历了 4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位五个阶段,但从实际使用情况看,并没有出现推陈出新、以新代旧的局面。4 位、8 位、16 位、32 位单片机仍各有应用领域。例如,4 位单片机在一些简单家用电器、高档玩具中仍有应用;8 位单片机在中小规模应用场合仍占主流地位;16 位、32 位单片机在比较复杂的控制系统中才有应用。

总之,单片机的发展趋势是低功耗 CMOS 化、微型化及主流与多品种共存。

1.2.2 单片机的应用领域

单片机具有体积小、可靠性高、功能强、灵活方便等许多优点,故可以广泛应用于各种领域,对各行各业的技术改造和产品更新换代起到重要的推动作用。单片机的应用范围很广,主要可用于以下几个方面。

1) 测试与控制系统

用单片机可以构成各种工业控制系统、自适应控制系统、数据采集系统等,如数控机床、水闸自动控制、电镀生产线自动控制、车辆检测系统、机器人轴处理器、电机控制、温度控制等。

2) 智能仪表

用单片机改造原有的测量和控制仪表,能促进仪表向数字化、智能化、多功能化、综合化、柔性化发展。如温度、压力、流量、浓度显示、控制仪表等。通过采用单片机软件编程技术,使长期以来测量仪表中的误差修正、线性化处理等难题迎刃而解。

3) 机电一体化产品

单片机与传统的机械产品结合,使传统机械产品结构简化、控制智能化,从而构成新一代的机电一体化产品。例如,在电传打字机的设计中采用了单片机,从而取代了近千个机械部件;在数控机床简易控制机中,采用单片机可提高可靠性及增强功能,降低控制机床成本。还有自动售货机、电子收款机、电子秤等。

4) 计算机外部设备与智能接口

在较大型的工业测控系统中,经常采用单片机进行前端数据采集、信号处理,而系统主机承担数据处理、人机界面、数据库、网络通信等工作。单片机与系统主机通过串行通信传递数据,这样就大大提高了系统的运行速度。如图形终端机、传真机、复印机、打印机、绘图仪、智能终端机等。

5) 家用电器

如微波炉、电视机、空调、洗衣机、录像机、音响设备等。

习 题

- 1-1 试述单片机与微型计算机的区别。
- 1-2 简单介绍单片机的发展历史和过程。
- 1-3 单片机主要应用于哪些领域?

第 2 章 51 单片机芯片的硬件结构

从严格意义上来讲,单片机属于微型计算机的一个分支,并遵循冯·诺依曼提出的计算机体系结构。与微型计算机相比,所不同的只是在一小块芯片上集成了一个微型计算机的各个组成部分。因此,在学习过程中,始终应用微型计算机的思路来学习单片机。

本书主要讲述的是 51 系列单片机。凡是属于 51 系列总体内容时,就按“51…”的形式来叙述;而遇到必须具体到一种芯片的内容时,则写出具体的芯片的型号。为方便起见,以 89C51 为例。

2.1 单片机的内部结构及引脚

2.1.1 单片机的内部结构

51 系列单片机按照工业标准设计制造,内核是基于多个内部寄存器结构的累加器,用于数据储存和外部设备管理。作为单片机的一个分类,51 系列单片机也包括运算器、控制器、存储器、输入/输出接口电路五个基本组成部分。图 2-1 所示为 89C51 的内部结构框图。

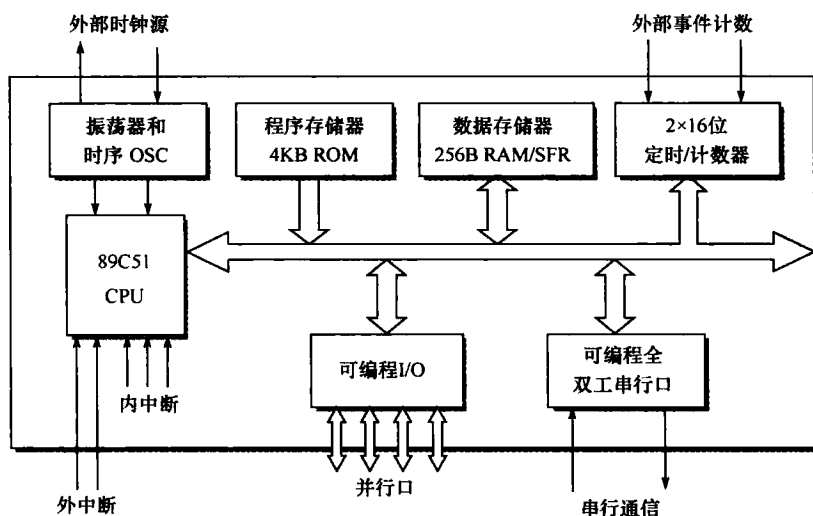


图 2-1 89C51 单片机的内部结构框图

图 2-1 中各部分功能如下所述。

1. 中央处理器

中央处理器简称 CPU,是单片机的核心,完成运算和控制功能。中央处理器包括运算器和控制器。

(1) 运算器。运算电路是单片机的运算部件,用于实现算术和逻辑运算。运算电路包括算术逻辑单元(ALU)、累加器(ACC)、程序状态字 PSW、B 寄存器等。其中,算术逻辑单元是运算电路的核心。

(2) 控制器。控制电路是单片机的指挥控制部件,用于发出控制信号,指挥单片机各部件协调工作。控制电路包括程序计数器(PC)、指令寄存器、指令译码器、定时与控制电路等。

2. 内部数据存储器(内部 RAM)

89C51 单片机芯片内部有用户使用的 RAM 共 256 字节,地址范围是 00H~FFH。其中,后 128 个单元(80H~FFH)被专用寄存器部分占用,供用户使用的只是前 128 个单元(00H~7FH),用于存放可读写的数。因此,通常所说的内部数据存储器是指前 128 个单元(00H~7FH),简称内部 RAM。

3. 定时器/计数器

89C51 单片机共有 2 个 16 位的定时器/计数器,以实现定时或计数功能,并以其定时或计数结果对单片机进行控制。

4. 并行 I/O 口

89C51 单片机共有 4 个 8 位的并行 I/O 口(P0, P1, P2, P3),以实现数据的并行输入/输出。

5. 串行口

89C51 单片机有一个全双工通用异步接收发送器(UART)的串行 I/O 口(P3.0 和 P3.1 口线的第二功能),用于实现单片机之间或单片机与 PC 之间的串行通信。

6. 中断控制系统

51 系列单片机的中断功能较强,以满足控制应用的需要。89C51 共有 5 个中断源(其中有 2 个外部中断源),每一个中断源都有各自的中断矢量地址、中断标志位、中断优先级和中断允许控制。

7. 时钟电路

51 系列单片机内部有一个振荡器,可通过引脚 XTAL1 和 XTAL2 外接晶体振荡器和微调电容,为单片机产生时钟脉冲序列。典型的晶振频率为 6~12MHz。

2.1.2 单片机的引脚及功能

单片机最常用的是 40 引脚双列直插式集成电路芯片。由于单片机是一种芯片,本身体积小,为增加其功能,许多管脚具有两个功能。引脚排列如图 2-2 所示。

为方便理解,将单片机的引脚按功能分为四部分,以下分别说明。

1. 主电源引脚 V_{CC} 和 GND

V_{CC} (40 脚)—接 +5V 电源。

GND(20 脚)—接数字电路地。

2. 外接晶体引脚 XTAL1 和 XTAL2

XTAL1(19 脚)—接外部晶体的一个引脚。在单片机内部,它是一个反向放大器的输入端,这个放大器构成了片内振荡器。当采用外接晶体振荡器时,XTAL1 作为输入端使用。

XTAL2(18 脚)—接外部晶体的另一个引脚。在单片机内部,它接到反向放大器的输出端。

3. 控制信号引脚

RST(9 脚)—复位输入,高电平有效,使单片机恢复到初始状态。上电时,考虑到振荡器有一定的起振时间,所以晶振工作后 2 个机器周期的高电平才可复位 CPU。

\overline{PSEN} (29 脚)—外部程序存储器读选通信号,输出,低电平有效。此引脚的输出作为外部

程序存储器(如 EPROM)的读选通信号。在访问片外数据存储器期间, \overline{PSEN} 信号将不出现。

ALE (30 脚) — 地址锁存信号, 输出, 高电平有效。当访问外部存储器时, ALE(允许地址锁存)的输出脉冲用于锁存 P0 端口 8 位复用的地址/数据总线上的 8 位地址(16 位地址线中的低 8 位)。ALE 信号通常连接到外部地址锁存器(如 74HC373)的使能引脚上。即使不访问外部存储器, ALE 信号端仍以不变的频率周期性出现正脉冲信号(振荡频率 f_{osc} 的 1/6)。因此, 它可用作对外输出的时钟, 或用于定时目的。在复位期间, ALE 被强制输出高电平。

\overline{EA} (31 脚) — 访问程序存储器控制信号。当选用 \overline{EA} 信号为低电平时, 对程序存储器 ROM 的读操作限定在外部程序存储器。如选用 80C31 单片机, 由于其内部没有程序存储器, 必须扩展外部程序存储器, 此时 \overline{EA} 信号应为低电平, 即常接地。

当选用内部具有程序存储器的单片机时, \overline{EA} 信号为高电平时, 对程序存储器(ROM)的读操作从内部 ROM 延伸到外部 ROM。此时, 应满足两个条件:

- (1) 所选用的单片机本身内部具有一定容量的程序存储器;
- (2) 如果内部与外部的程序存储器都使用, 此时内部 ROM 与外部 ROM 的地址应衔接。

对 89C51 来说, 其内部有 4KB 的 ROM, 地址范围为 0000H~0FFFH, 此时外部扩展的程序存储器地址应从 1000H 开始。

4. 输入/输出端口引脚 P0、P1、P2、P3(共 32 条口线)

P0 口(32 脚~39 脚) — 是一个复用端口。

第一功能: 通用的 8 位准双向 I/O 端口(作输入口时要有向锁存器写“1”), 口线 P0.0~P0.7; 进行数据并行输入/输出。

第二功能: P0 是复用的地址/数据总线 AD0~AD7。在 ALE 为高电平期间, 外部存储器的低 8 位地址 A0~A7 在总线上出现; 当 ALE 变成低电平时, 这个端口变成双向的 8 位数据总线 D0~D7。单片机具有外部扩展功能, P0 口的第二功能是主要功能。

P1 口(1 脚~8 脚) — 是一个通用的 8 位准双向 I/O 端口, 口线 P1.0~P1.7。

P2 口(21 脚~28 脚) — 是一个复用端口。

第一功能: 端口 P2 从理论上讲可以作为通用的 8 位准双向 I/O 端口使用, 口线 P2.0~P2.7。

第二功能: 实际应用时总是作为高位地址总线使用。当访问外部存储器或 I/O 口时, P2 口的 8 条引脚作为高位地址总线, 系统自动把高 8 位地址 A8~A15 送出。由于单片机系统扩展时需要 16 位地址线, 因此, P2 口的第二功能是主要功能。

在存储器访问期间, 诸如遇到“MOVX A, @DPTR”或“MOVX @DPTR, A”之类的指令时系统自动使用 P2 口发出高位地址。

P3 口(10 脚~17 脚) — 这也是一个复用端口。

第一功能: 使用时, 是普通通用的 8 位准双向 I/O 端口, 功能和操作方法与 P1 口相同; 口线 P3.0~P3.7。

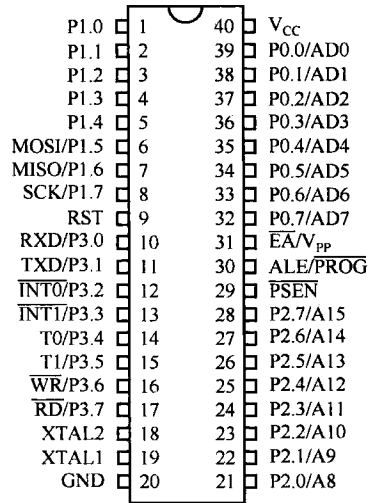


图 2-2 51 单片机引脚配置图

第二功能:使用时,各引脚的定义如表 2-1 所示。

表 2-1 P3 口第二功能表

引脚	第二功能
P3.0	RXD 串行口输入端
P3.1	TXD 串行口输出端
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ 外部中断 0 请求输入端,低电平有效
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ 外部中断 1 请求输入端,低电平有效
P3.4	T0 定时/计数器 0 计数脉冲输入端
P3.5	T1 定时/计数器 1 计数脉冲输入端
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ 外部数据存储器写选通信号输出端,低电平有效
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ 外部数据存储器读选通信号输出端,低电平有效

说明:

• 4 个 I/O 口 P0、P1、P2、P3 在使用时,即可以 8 位同时使用(组成一字节),也可以每一位单独做口线使用。

• 单片机的引脚面向用户,引脚表现出的是单片机的外特性或硬件特性,所以在硬件方面,只能使用引脚组建系统,使用者应熟悉各引脚的用途,以便正确接线。图 2-3 为 89C51 单片机的引脚排列图及输入/输出逻辑示意图。

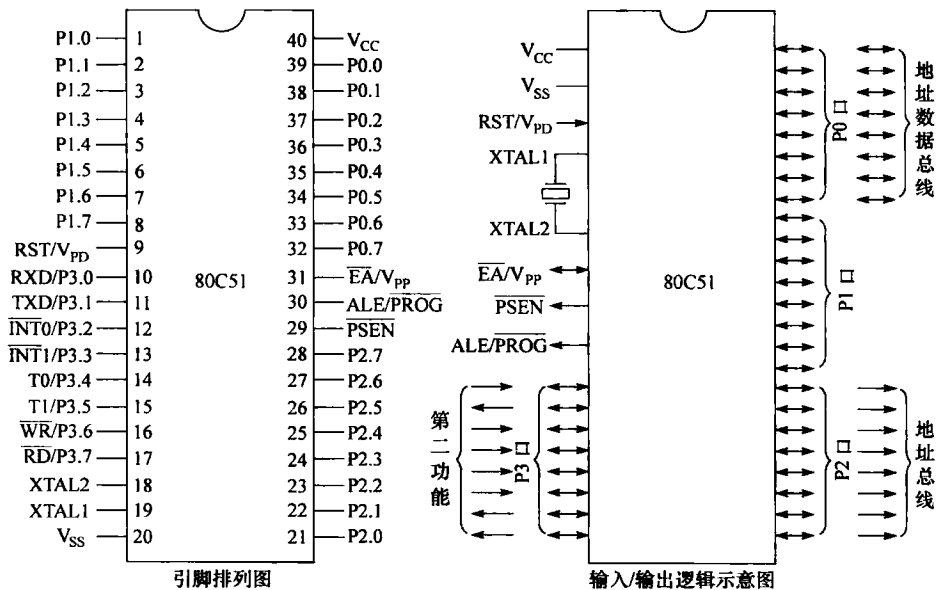


图 2-3 89C51 引脚排列图及输入/输出逻辑示意图

5. 其他引脚的第二功能

$\overline{\text{EA}}/\text{V}_{\text{PP}}$ (31 脚)— V_{PP} 是使用 89C51 内部程序存储器时所用的编程电压(+21V)。

$\text{ALE}/\overline{\text{PROG}}$ (30 脚)— $\overline{\text{PROG}}$ 是使用具有内部程序存储器的单片机时(如 89C51)所用的编程脉冲。

$\text{RST}/\text{V}_{\text{PD}}$ (9 脚)— V_{PD} 是单片机的备用电源。当电源发生故障,电压降低到下限值时,备用电源可以由此端向内部数据存储器 RAM 提供电压,以保护内部 RAM 中的信息不丢失。

6. 关于引脚的第一功能、第二功能的使用说明

一个信号引脚有第一功能又有第二功能,在使用时到底选用哪种功能?在系统运行时不会发生冲突或造成错误呢?不会。理由如下所述。

(1) 对于各种型号的芯片,其引脚的第一功能信号相同,所不同的只在引脚的第二功能信号上。

(2) 对于 9、30、31 号引脚,由于第一功能信号与第二功能信号是单片机在不同的工作方式下的信号,因此不会发生使用上的矛盾。

(3) P3 口的情况有所不同,它的第二功能信号都是单片机系统扩展时重要的控制信号。因此在实际使用时,单片机总是首先按需选用它的第二功能,剩下不用的才能作为口线使用。

2.2 单片机的存储器配置

2.2.1 存储器概述

存储器(Memory)是计算机系统记忆设备,用来存放程序和数据。计算机中的全部信息,包括输入的原始数据、计算机程序、中间运行结果和最终运行结果都保存在存储器中,它根据控制器指定的位置存入和取出信息。

存储器是单片机的一个重要组成部分,图 2-4 给出存储容量为 256 个单元的存储器结构示意图。其中每个存储单元对应一个地址,即 256 个单元共有 256 个地址,用两位十六进制数表示的地址范围 00H~FFH。51 单片机中存储器单元地址是 8 位或 16 位二进制数。存储器中每个存储单元可存放一个 8 位二进制信息,通常用两位十六进制数表示,可根据需要随时改变存储器的内容。存储器的存储单元地址和存储单元的内容是不同的两个概念,不能混淆。

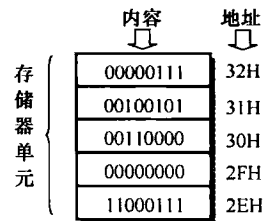


图 2-4 存储器结构示意图

单片机与一般微机的存储器配置方式不同,微机通常是普林斯顿结构(冯·诺依曼结构),只有一个地址空间,ROM 和 RAM 可以随意安排在这一地址范围内不同的空间。CPU 访问存储器时,一个地址对应唯一的存储器单元,可以是 ROM,也可以是 RAM,使用同类的访问指令。

单片机的存储器在物理结构上大多是哈佛型结构,分为程序存储器和数据存储器两个不同的空间,并采用不同的访问指令。

2.2.2 51 系列单片机存储器结构特点

(1) 按功能分类:哈佛结构,分为程序存储器(ROM)和数据存储器(RAM),分开编址,并有各自的寻址机构和寻址方式。

(2) 按物理空间分类:内部存储器和外部扩展存储器,具有 4 个相互独立的存储空间,即内部数据存储器、内部程序存储器、外部数据存储器、外部程序存储器。具体如下:

存 储 器	内部存储器	内部数据存储器:256B、地址 00H~FFH
		内部程序存储器:80C31 内部没有,其他型号内部有一定容量的程序存储器,如 89C51 内部有 4KB 的 ROM,地址 0000H~0FFFH
	外部存储器	外部数据存储器:最大可扩展 64KB、地址 0000H~FFFFH
		外部程序存储器:最大可扩展 64KB、地址 0000H~FFFFH

(3) 按逻辑使用分类:片内、片外统一编址的 64KB 程序存储器地址空间;256 字节的片内数据存储器地址空间;64KB 片外数据存储器地址空间。

由于采用不同的存储器访问指令,51 单片机的外部扩展程序存储器和数据存储器的地址范围可以相同,都是 0000H~FFFFH,共 64KB。

前面讲到,由于 51 系列单片机扩展的外部程序存储器和外部数据存储器地址范围都是 0000H~FFFFH,共 64KB。那么,使用时会不会出错?不会,这是因为:

① 程序存储器与数据存储器空间相互独立,并不重叠。

② 采用了不同的存储器访问指令,访问内部或外部程序存储器时指令用“MOVC”,访问外部数据存储器时指令用“MOVX”。

③ 控制信号不同,访问外部程序存储器时控制信号为 \overline{PSEN} ;访问外部数据存储器时控制信号为 \overline{RD} 和 \overline{WR} 。

2.3 程序存储器

2.3.1 程序存储器概述

在利用单片机处理问题之前,必须先将编好的程序、表格、常数汇编成机器代码后存入单片机的存储器,该存储器称为程序存储器。

如上所述,89C51 除片内 4KB 的 ROM 外,还可外扩 64KB 程序存储器,地址为 0000H~FFFFH(内部与外部统一 64KB)。它以程序计数器(PC)作地址指针,由于程序计数器为 16 位,使得程序存储器可用 16 位二进制地址,因此,可寻址的地址空间为 64KB。

程序存储器的操作完全由程序计数器控制。程序存储器的操作分为程序运行与查表操作两类。

1. 程序运行控制操作

程序的运行控制操作包括复位控制、中断控制和转移控制。

复位控制与中断控制有相应的硬件结构,其程序入口地址是固定的,如表 2-2 所示,用户不能更改。

表 2-2 51 系列单片机复位、中断入口地址

控制操作	入口地址
复位	0000H
外部中断 0	0003H
定时器/计数器 0 溢出中断	000BH
外部中断 1	0013H
定时器/计数器 1 溢出中断	001BH
串行中断 0	0023H

值得注意的是:单片机复位后程序计数器的内容为 0000H,故系统必须从 0000H 单元开始取指令以执行程序。0000H 单元是系统的起始地址,一般在 0000H~0002H 存放跳转指令,使程序被引导到跳转指令指定的程序存储空间去执行。

除 0000H 单元外,还有 5 个特殊单元:0003H、000BH、0013H、001BH、0023H,分别对应于 5 个中断源,是这 5 个中断源的中断服务程序的入口地址。

由于每个中断源子程序仅有 8 个单元,对超过 8 个字节的中断服务程序,存储空间显然不够用,所以用户应该在这些入口地址处存放一条跳转指令,使程序被引导到跳转指令指定的中断服务程序的存储空间去执行。

2. 查表操作

对于一些常用的数据,可以用表格形式、常数汇编成机器代码后存入单片机的 ROM。对

这些数据的“读”操作,就是 51 单片机指令系统中访问外部程序存储器的指令。指令仅有两条,其寻址方式采用变址寻址方式,分别如下:

```
MOVC A, @A+DPTR
MOVC A, @A+PC
```

2.3.2 内部程序存储器

内部程序存储器指单片机芯片内部的程序存储器。89C51 内部包含 4KB 容量的程序存储器,占用 0000H~0FFFH 的最低 4KB。为方便内、外 ROM 的同时使用,此时片外扩充的程序存储器地址编号应由 1000H 开始, \overline{EA} 为高电平时,用户在 0000H 至 0FFFH 范围内使用内部 ROM。超出 0FFFH 后,单片机 CPU 自动访问外部程序存储器。

2.3.3 外部程序存储器

外部程序存储器指单片机外部扩展的程序存储器。如果将 89C51 当做 80C31 使用,不利用片内 4KB 的 ROM,全部使用片外存储器,则地址编号仍可由 0000H 开始。地址范围 0000H~FFFFH,共 64KB。不过,此时应使 89C51 的第 31 脚(即 \overline{EA} 脚)保持低电平,可常接地。89C51 程序存储器示意图如图 2-5 所示。

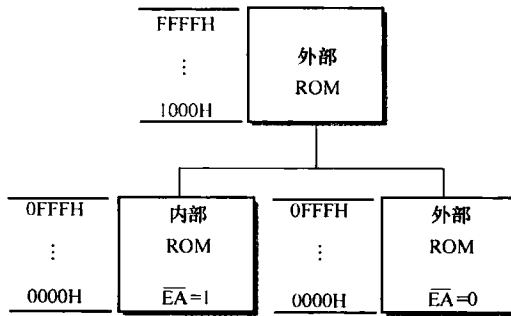


图 2-5 51 单片机程序存储器示意图

2.4 数据存储器

2.4.1 数据存储器概述

单片机的数据存储器由读写存储器 RAM 组成。用于存储实时输入的数据或中间计算结果。其空间分为片内和片外两部分:片内存储空间为 256B,地址 00H~FFH;片外数据存储器空间为 64KB,地址 0000H~FFFFH。如图 2-6 所示。

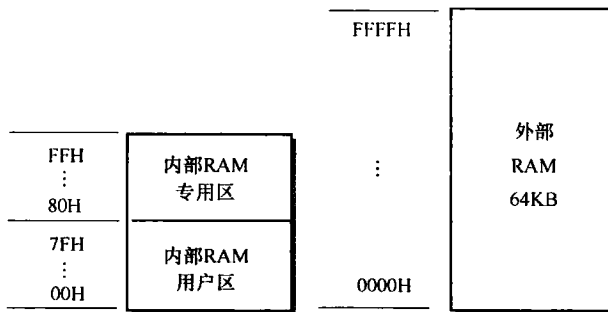


图 2-6 51 单片机数据存储器示意图