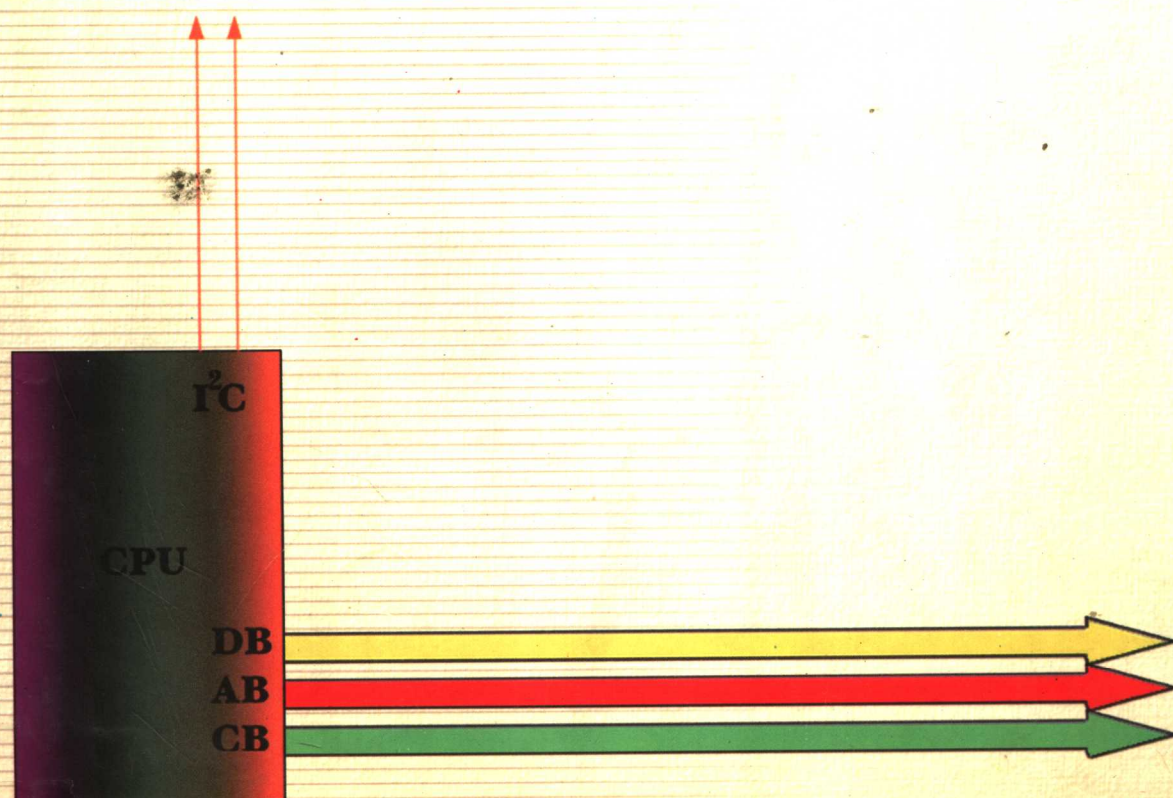


单片机原理与接口技术

张新颖 编著



黑龙江科学技术出版社

单片机原理与接口技术

张新颖 编著

黑龙江科学技术出版社
中国·哈尔滨

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与接口技术/张新颖编著. —哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2002.9

ISBN 7-5388-3837-6

I. 单... II. 张... III. ①单片微型计算机-基础理论②单片微型计算机-接口
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 071940 号

责任编辑 李月茹

封面设计 张洪冰

单片机原理与接口技术

DANPIANJIYUANLIYUJIEKOUJISHU

编 著 张新颖

出 版 黑龙江科学技术出版社

哈尔滨市南岗区建设街 41 号

电话 (0451)3642106 电传 3642143(发行部)

印 刷 哈尔滨市龙林印刷厂

发 行 黑龙江科学技术出版社

开 本 787×1092 1/16

印 张 20.5

字 数 430 000

版 次 2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

印 数 1-1 000 册

书 号 ISBN 7-5388-3837-6/TP·88

定 价 32.00 元

本书由

大连市人民政府资助出版

The published book is sponsored
by the Dalian Municipal Government

前 言

随着近代集成电路技术的飞速发展,计算机的核心器件——CPU 的功能也有了大幅度提高。其发展方向有两大分支:一个分支是向着高速度、高性能、大存储能量的方向发展,代表产品有 Intel 公司的奔腾(Pentium)系列,用它们可以构成 PC 机或网络服务器,用于桌面办公系统及大型计算机控制系统;另一个分支是向着小而全的方向发展,即把 CPU 及其常用外围器件都集成在一片集成电路上,构成单片微型计算机。

单片微型计算机(简称单片机)虽然只是一片芯片,但从功能上来说它也是一台完整的计算机。它集成度高,耗电少,体积小,运行可靠,运算速度快,在数据采集、过程控制、智能化仪器仪表等方面得到广泛应用。应用单片机,可使仪器设备的技术水平和自动化程度大大提高。

单片机的出现可以称得上是计算机发展史上的里程碑,而各种配合单片机使用的接口电路的发展,更使单片机如虎添翼,PC 机的普及又使单片机群控系统更容易被人们接受。

本书分为上、下两编。上编为单片机原理,分为十章介绍单片机的特点与系统的设计方法;下编为接口技术,分十一章介绍各种接口的特点与使用方法。

本书积作者多年从事单片机教学与科研的经验体会,采用了深入浅出、循序渐进地介绍方法,通俗性、连贯性和实用性极强。书中的绝大多数例子和习题都是取材于经过实际使用得到验证的实例。书中还增加了许多近年来发展的新知识和新内容,介绍了大量的实用子程序和实用电路,供读者参考选用。在新知识方面,介绍了数字滤波的概念与方法、扩充内存超过 64K 的方法,详细讲解了单片机与 PC 机进行串行通信的方法、单片机作为 PC 机内部扩展卡的设计方法,以及近期流行的 I²C 接口技术等。

本书适于作为高等院校单片机原理与接口技术课程的教材,也可以作为单片机测控系统开发人员的参考书。学习本书内容之前应掌握“数字电路”方面的知识。

由于作者水平有限,书中不尽如人意的地方在所难免,敬请读者批评指正。本人的 E-mail 地址是: xinying@china.com.cn。

本书出版过程中,得到了大连水产学院的大力协助,在此深表感谢。

作 者

2002 年 7 月

目 录

上编	单片机原理	1
第一章	概 述	1
§ 1.1	微型计算机、单板机和单片机	1
§ 1.2	单片计算机的特点与应用	2
§ 1.3	单片计算机的发展	2
第二章	MCS-51 系列单片机结构	5
§ 2.1	内部结构与引脚排列	5
§ 2.2	单片机的工作状态	8
§ 2.3	存储器结构	9
§ 2.4	时钟与时序	17
§ 2.5	复位电路	20
§ 2.6	单片机最小系统	21
第三章	MCS-51 系列单片机指令系统	26
§ 3.1	概述	26
§ 3.2	指令格式与寻址方式	27
§ 3.3	指令系统	29
第四章	汇编语言程序设计	43
§ 4.1	设计方法与方框图分析	43
§ 4.2	汇编与汇编程序	44
§ 4.3	常用的伪指令	45
§ 4.4	源程序的汇编	46
§ 4.5	汇编语言程序设计	47
§ 4.6	子程序	57
§ 4.7	查表方法	63
§ 4.8	数字滤波技术	72
第五章	MCS-51 定时器/计数器	82
§ 5.1	概述	82
§ 5.2	定时器/计数器的结构	82
§ 5.3	工作方式	84
§ 5.4	定时/计数器的应用	87
第六章	MCS-51 串行接口	93
§ 6.1	数据传输方式	93
§ 6.2	串行口结构	95
§ 6.3	工作方式	97
§ 6.4	应用举例	99
§ 6.5	多机通讯	103

第七章	MCS-51 中断系统	108
§ 7.1	概述	108
§ 7.2	中断系统结构	109
§ 7.3	中断响应与返回	112
§ 7.4	应用举例	113
§ 7.5	扩充外部中断源	115
第八章	存储器的扩充	119
§ 8.1	概述	118
§ 8.2	程序存储器的扩充	119
§ 8.3	数据存储器的扩充	127
§ 8.4	片外存储器的综合应用	131
第九章	MCS-51 系统设计方法	135
§ 9.1	单片机系统开发的方法	135
§ 9.2	单片机系统的开发与开发系统	137
§ 9.3	抗干扰措施	139
第十章	MCS-51 兼容单片机	143
§ 10.1	AT89C2051	143
§ 10.2	AT89C52	150
下编	接口技术	158
第十一章	计算机的输入与输出	158
§ 11.1	概述	158
§ 11.2	接口的作用和分类	158
§ 11.3	接口的地址	160
§ 11.4	输入输出的方式	161
第十二章	简单的数字量接口	163
§ 12.1	输入接口	163
§ 12.2	输出接口	166
§ 12.3	串行与并行的互换	169
第十三章	显示器接口技术	173
§ 13.1	LED 发光二极管	173
§ 13.2	LED 数码显示器	173
§ 13.3	LED 显示电路及控制程序	174
§ 13.4	专用的数码显示驱动器	180
§ 13.5	LED 点阵模块	185
§ 13.6	LCD 显示器及接口电路	189
第十四章	键盘接口技术	193
§ 14.1	按键的识别过程	193
§ 14.2	消抖动技术	194
§ 14.3	独立式键盘	195

§ 14.4	扫描式键盘	196
§ 14.5	数码拨盘式输入	199
第十五章	可编程接口	201
§ 15.1	8255	201
§ 15.2	8155	210
§ 15.3	8279	219
第十六章	模拟量接口	231
§ 16.1	数字/模拟转换 (D/A)	231
§ 16.2	模拟/数字转换 (A/D)	240
§ 16.3	电压/频率转换 (V/F)	251
第十七章	RS-232C 标准接口技术	258
§ 17.1	接口标准	258
§ 17.2	电平的转换	259
§ 17.3	使用 RS-232C 标准进行通讯	261
第十八章	微型打印机接口技术	271
§ 18.1	打印机接口标准	271
§ 18.2	打印机的连接	272
§ 18.3	MP-T 系列汉字微型打印机	273
第十九章	PC 机接口技术	277
§ 19.1	概述	277
§ 19.2	PC 机总线与扩展槽	277
§ 19.3	PC 机 I/O 扩展卡的地址	278
§ 19.4	PC 机 I/O 接口与单片机的连接	281
第二十章	其他接口	284
§ 20.1	隔离与驱动	284
§ 20.2	声音接口技术	287
第二十一章	I²C 总线接口技术	295
§ 21.1	I ² C 总线概述	295
§ 21.2	I ² C 总线 SRAM 器件	299
§ 21.3	I ² C 总线 E ² PROM 器件	302
§ 21.4	I ² C 总线时钟器件	306
§ 21.5	I ² C 总线 A/D、D/A 转换器	310
附录 1	基本 ASCII 码表	315
附录 2	MCS-51 指令代码表	316
附录 3	MCS-51 指令编码表	318

上编 单片机原理

第一章 概 述

§ 1.1 微型计算机、单板机和单片机

近年来,随着大规模集成电路技术的发展,微型计算机的发展更是迅猛,它的应用已深入到工农业、国防、科研、教学、管理及日常生活等各个领域。

微型计算机(Microcomputer)简称微机,与传统的电子计算机并无本质的差别,也是由运算器、控制器、存储器和输入/输出设备构成。其不同之处在于利用了超大规模集成电路技术,把计算机中的运算器和控制器集成在一块或几块芯片上,大大缩小了计算机的体积。把运算器和控制器集成封装后,则称为中央处理器(CPU, Central Processing Unit),又称为微处理器(Microprocessor)。

微型计算机的种类很多,按照组成形式可以分为三大类:

1. 微型计算机系统(Microcomputer System)

微型计算机系统是以微处理器为中心,配以容量相当大的存储器——RAM 和 ROM,以及 I/O 接口电路和必要的外部设备,形成了一个微型计算机系统,简称为微机系统。例如 IBM 公司生产的 PC 机等微机,就是一个包含主机、显示器、磁盘驱动器的基本微机系统。

2. 单板微型计算机(Single-Board Microcomputer)

如果将微处理器、一定容量的存储器——RAM 和 ROM,以及 I/O 接口电路安装在一块印刷电路板上,则成为单板微型计算机,简称单板机。例如 TP-801 就是一种曾经广泛使用的单板机。

3. 单片微型计算机(Single-Chip Microcomputer)

如果将微处理器、一定容量的存储器——RAM 和 ROM,以及 I/O 接口电路集成在一块集成电路芯片上,则成为单片微型计算机,简称单片机。Intel 公司的 8031, 8051, 8098 等就是一些常用的单片机。

单片机不仅在一块半导体芯片上集成了微型计算机的全部基本功能部件,并且为了增强其实时控制能力,绝大部分单片机的芯片上还集成有定时/计数器,某些单片机带有 A/D 及 D/A 转换器、脉冲宽度调制器等功能部件。如果需要,单片机也允许在片外扩充各种外部设备。

单片微型计算机是超大规模集成电路发展的产物,就其组成而言,一块单片机芯片就是一个计算机系统。由于单片微型计算机具有许多独特的优点,在控制领域中得到了广泛的应用,故此在国外常称之为微控制器(Microcontroller)。单片机是当今世界上销售量最大、应用面最广、价格最便宜的微型计算机产品。各种普通机电产品只要用上一片单片机,就会使产品得到升级换代的功效。

§ 1.2 单片计算机的特点与应用

单片机从其内部结构上来说,属于计算机范畴,但是它的设计方法主要是面向控制的需要,因此它在这两个方面均有其独特之处。单片机不但与一般的微机一样,是一个高效的数据处理机,而且还是一个功能很强的过程控制机。

运算不太复杂、数据量不大的应用系统,往往用一块单片机就可以满足测量与控制的需求,从而使硬件电路十分简单,造价非常低廉。例如在PC机系统中的键盘和打印机,都使用了单片机而成为独立的智能设备,以减轻主机的负担。另外,单片机还允许外加输入/输出设备,构成一个较为复杂而实用的系统,满足各种应用领域的需要。

与普通的微机系统和传统控制系统相比,单片机具有如下一些特点:

- ✧ 面向控制,集成度高,速度快,体积小,功耗低,能方便地嵌入各种智能化控制设备和仪器中,达到机、电、仪一体化;
- ✧ 系列齐全,功能扩展容易,使用方便灵活,成本低,能有针对性地完成从简单到复杂的各类控制任务;因而可获得最佳性能价格比;
- ✧ 性能可靠,抗干扰能力强,适应温度范围宽,即使在各种恶劣环境中,也能可靠地工作,这是其他机种所无法比拟的;
- ✧ 可以方便地实现多机和分布式控制,从而大大提高了整个控制系统的效率和可靠性。

由于单片机的诸多优点,使得它在工业自动化控制、智能化仪器仪表、家用电器、机器人、军事装置等方面有着广阔的应用领域,主要有以下几个方面:

1. 智能化产品

单片机与传统的机械产品相结合,构成新一代的机、电一体化产品,使机械产品结构简单,并实现智能控制。

2. 智能化仪表

单片机引入原有的测量、控制仪表后,能促进仪表向数字化、智能化、多功能方面发展,精度提高且便于携带和使用。

3. 智能化测控系统

在工作环境恶劣的条件下进行实时控制,要求检测与控制系统工作稳定可靠,抗干扰能力强。利用单片机可以构成各种工业检测控制系统,恒温室、生产线自动控制系统等。利用单片机的多机通讯功能,使多点数据遥测、实时遥控成为可能。

利用单片机,我们可以很容易的设计出适合某些特殊用途的新型智能产品,使计算机的优势得以充分发挥。

§ 1.3 单片计算机的发展

自从1975年单片机问世以来,世界上各大微机器件生产厂商纷纷推出各自系列的单片机产品。就字长而言,单片机有4位机、8位机、16位机和32位机。

1. 4 位单片机

单片机的开发和应用是从 4 位机开始的。4 位单片机的字长为 4 位，每次可运算或并行传送 4 位二进制数据。4 位单片机结构简单，价格低廉，功能灵活，既有相当的数据处理能力，又具有一定的控制能力。但是其应用已经基本被功能更强的 8 位单片机所替代。

2. 8 位单片机

在 1978 年以前生产的 8 位单片机，一般都没有串行接口，并且寻址空间的范围小于 8K 字节，从性能来看，属于低档 8 位单片机。代表产品是 Intel 公司的 MCS-48 系列 8 位单片机，其内部包含了 8 位 CPU，1 K 字节的 ROM，64 字节的 RAM，27 位 I/O 接口引脚端、1 个 8 位定时器/计数器和两个中断源。

1978 年以后，随着大规模集成电路工艺水平的提高，一些高性能的 8 位单片机相继问世，如 1978 年 Motorola 公司推出的 MC 6805 系列，1980 年 Intel 公司的 MCS-51 系列等 8 位单片机。这类单片机寻址能力达 64K~128K 字节，片内 ROM 容量达 4K~8K 字节，RAM 达 128~256 字节。片内除了带有并行 I/O 口外，还有串行 I/O 口，某些型号的产品甚至还有 A/D 转换功能。因此，这类单片机属于高性能 8 位单片机。

3. 16 位以上单片机

16 位单片机的代表性产品是 MSC-96 系列单片机，它是在 1983 年由 Intel 公司研制出的。它与 8 位机比较，主要有两个特点：第一，集成度高。它的内部除了含有 16 位 CPU，8 字节 ROM，252 字节 RAM，5 个 8 位的并行接口、4 个全双工串行口等之外，还有高速 I/O 部件、多路 A/D 转换、脉宽调制输出以及监视定时器。第二，运算速度快。MSC-96 具有丰富的指令系统、先进的寻址方式和带符号数运算等功能，使运算速度大大提高，它不但可以对字或字节操作，还可以进行带符号数和不带符号数的乘除运算。

在单片机的发展历程中，出现了通用和专用两大类型。通用型单片机适应性强，应用比较广泛。专用型是专门针对某种用途设计的芯片，如 TMS320 系列是由美国德州仪器公司（TEXAS Instruments）推出的单片数字信号处理器。其第三代代表产品 TMS320C30 是全 32 位 CMOS 芯片，它是功能齐全、运算能力强、精度高、速度快的单片处理器，在数字信号实时处理方面（如数字滤波、语言处理、图像处理等）有广泛的应用。TMS320C30 的指令宽度为 32 位，指令周期为 60ns，每秒钟可完成 3 300 次浮点指令操作。它的内部含有硬件乘法器，可在单周期内完成 32 位浮点数或 24 位整数的乘法运算。它的算术逻辑单元（ALU）可在单周期内完成 32 位整数、位逻辑及 40 位浮点数的运算。TMS320C30 的内部 RAM 为 1K×32 位，ROM 为 4K×32 位；32 位定时器 / 计数器具有两种信号方式及内部 / 外部时钟输入；串行口每帧可传送 8 位、16 位、24 位及 32 位数，其时钟也可选择由内部或外部提供，最大数据传送速率为 8Mb/s。TMS320C30 的外部数据、程序、I/O 接口的空间为 16MB。

经过多年的发展，单片机的种类和型号名目繁多，但是对一般的信号检测和过程控制而言，使用 8 位单片机就能满足需要，所以 8 位单片机是最常用的单片机。

8 位单片机功能强, 品种多, 外围配件齐全, 被广泛应用于各个领域, 目前是国内单片机应用的主流机种。估计在今后几年内, 8 位单片机仍会作为主角, 活跃在单片机的舞台上。故此, 本书以介绍 8 位单片机的应用方法为主要内容。

MCS-51 系列单片机是目前市场上性能价格比较高的 8 位机。由于该系列产品的品种多, 系列器件齐全, 且器件之间兼容性强, 应用资料丰富, 所以我国应用的单片机, 大多数是该系列的兼容产品。

MCS-51 系列单片机又分两种类型:

● 基本型 (8031/8051/8751)

应用 HMOS 工艺制造, 片内集成有 8 位 CPU; 片内有 4K 字节 ROM (8031 片内无 ROM) 和 128 字节 RAM 以及 21 个特殊功能寄存器; 片内还包括两个 16 位定时器/计数器; 1 个全双工串行 I/O 口 (UART); 32 条 I/O 线; 5 个中断源和两级中断优先级, 寻址能力达 128K 字节 (其中程序存储器 ROM 和数据存储器 RAM 各 64K 字节)。指令系统中设置了乘除运算指令、数据查找指令和位处理指令等。主时钟频率为 12MHz, 大部分指令的执行时间只需 $1\mu\text{s}$, 完成乘除指令也仅需 $4\mu\text{s}$ 。

● 强化型 (8032/8052/8752)

8052 是 Intel 公司 1982 年推出的产品, 与基本型 8051 不同的是片内 ROM 增加到 8K 字节, RAM 增加到 256 字节, 16 位的定时器 / 计数器增加到 3 个, 6 源中断结构, 异步串行接口 (UART) 的通信速率比基本型快 6 倍。

随着科技的发展, 又有一些公司开发了 MCS-51 单片机的兼容产品, 它们采用 MCS-51 的内核, 在构造和功能上往往又有一些精简或创新, 使单片机大家族日渐繁盛。

通过学习并掌握 MCS-51 系列单片机, 对于设计、调试、安装和维修带有单片机的智能电子产品有普遍的指导意义和参考价值。

思考题与习题

- 1-1 简述什么是 CPU? 什么是微处理器? 什么是单片机?
- 1-2 单片机的主要应用领域有哪些?
- 1-3 一般单片机都包括哪些部分?

第二章 MCS-51 系列单片机结构

本章以 MCS-51 系列单片机为例, 介绍单片机的内部结构框图和外部引脚特性, 从实用的角度给出了单片机最小系统的组成和 workflows。

§ 2.1 内部结构与引脚排列

MCS-51 系列单片机是在一片芯片上集成了 CPU、存储器等计算机基本部分的微型系统。该系列单片机包括有三个不同的型号, 它们的区别在于片内 ROM 的类型, 其中 8051 内部含有 4K 字节的 ROM, 8751 内部含有 4K 字节的 EPROM, 8031 中没有 ROM。

一、内部结构

MCS-51 系列单片机的内部结构见图 2.1-1。

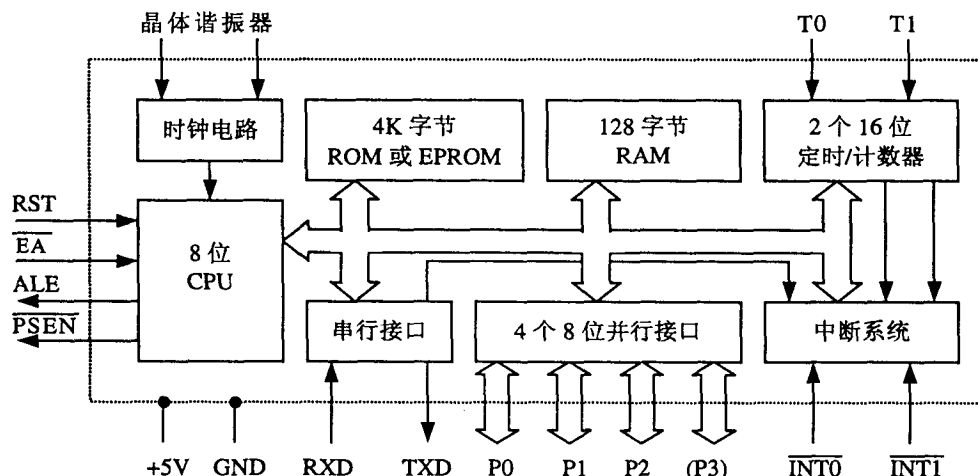


图 2.1-1 MCS-51 系列单片机内部结构

其内部主要包含了以下内容:

- ✧ 一个 8 位的 CPU 及指令系统, 并具有位寻址功能的布尔处理能力;
- ✧ 晶体振荡电路与时钟电路;
- ✧ 21 个特殊功能寄存器;
- ✧ 4K 字节只读存储器 (8031 中无程序存储器);
- ✧ 128 字节随机存储器;
- ✧ 两个 16 位定时/计数器;
- ✧ 一个全双工串行口;
- ✧ 32 条多用 I/O 口线, 分别称为 P0、P1、P2 和 P3;
- ✧ 中断控制结构, 可以处理 5 个中断源;
- ✧ 片外地址扩展控制电路, 可以扩展 64K ROM 及 64K RAM。

根据制造工艺的不同, MCS-51 系列单片机有 HMOS 和 CHMOS 两种芯片, 后者为低功耗型, 分别称为 80C31、80C51 和 87C51。此外 8052 为增强型的 MCS-51 系列单片机, 它除了兼容 8051 的全部功能之外, 还增强了其他功能。常用的 MCS-51 系列单片机的组成特点见表 2.1-1。

表 2.1-1 MCS-51 系列单片机的组成特点

类型	片内 ROM 的类型与容量			片内 RAM 的容量	程序与数据的寻址能力	I/O 接口数目	定时/计数器
	无	掩膜 ROM	EPROM				
基本型	8031	8051 4KB	8751 4KB	128B	2×64K	4×8	2×16 位
	80C31	80C51 4KB	87C51 4KB	128B	2×64K	4×8	2×16 位
强化型	8032	8052 8KB	8752 8KB	256B	2×64K	4×8	3×16 位
简化型	AT89C2051 2KB Flash PEROM			128B	2K	15	2×16 位

由表 2.1-1 可见, 8051 和 8751 本身就是一个小型的微机系统, 而 8031 则必须外加 ROM 才能构成微机系统。使用掩膜 ROM 的 8051 成本较低, 但是程序代码必须由单片机生产厂家写入, 仅适用于作大批量产品中的微控制器。8751 内含紫外线擦除的 EPROM, 可以由用户写入或修改程序, 但是价格较贵, 适用于产品样机的开发研制。8031 的价格最低, 虽然必须外接 ROM 才能工作, 但是也使 ROM 芯片的配置与更换比较方便灵活, 这是目前使用最广泛的一种形式。本书中所提到的“单片机”, 如果没有特别地指明型号, 就是指 MCS-51 系列单片机中的 8031。

AT89C2051 是一种新型的 8 位单片机, 由 Atmel 公司开发制造, 其内核与标准的 MCS-51 系列单片机相兼容, 采用 DIP20 (双列直插) 或 SOIC (表面贴装) 封装形式。它以 2K 字节闪速可编程可擦除的只读存储器 (PEROM) 作为片内程序存储器, 去掉了主要用于扩充片外存储器的 P0 和 P2 口, 增加了模拟电压的比较功能。AT89C2051 还有许多特性, 本书将在第十章详细介绍它的使用方法。

二、引脚功能

MCS-51 系列单片机采用 DIP40 封装形式, 引脚分布如图 2.1-2 所示。由于芯片引脚数目的限制, 有些引脚具有多种功能。各引脚功能分类说明如下。

1. 电源接线端

VCC: +5V; VSS (GND): 接地。

2. 晶振接线端

XTAL1、XTAL2: 可外接晶体谐振器, 在片内进行放大及振荡, 产生时钟脉冲 (CP) 供单片机内部使用; 还可与其他单片机系统连接, 实现多机同步工作。

3. I/O 接口

P0、P1、P2、P3: 它们是四个通用的、双向的 8 位 I/O 接口, 在程序控制下, 可以按字节输入输出, 也可以按位输入输出。

P0、P2 和 P3 还具有其他功能, 其中 P0、P2 在 CPU 对片外存储器读写操作时,

作为地址总线 and 数据总线使用，P3 口的各位分别具有第二功能。

✧ P0 (P0.0~P0.7): 在对片外存储器 (包括 ROM 和 RAM) 操作时, “分时” 作为地址线 and 数据线, 即先输出低八位地址 (A0~A7), 再作为数据 (D0~D7) 总线使用。由于 P0 口的这个特点, 必须在片外接一个 8 位的锁存器。当 P0 口把地址信息交给锁存器, 由锁存器接着输出低八位地址之后, P0 口将进行数据的输入或输出。

✧ P2 (P2.0~P2.7): 在对片外存储器 (包括 ROM 和 RAM) 操作时, 输出高八位地址 (A8~A15)。P2 口没有其他功能, 不需要外加锁存器。当在片外安装了存储器后, P0 和 P2 口就只能专用于地址总线 and 数据总线, 不能再作为通用的 I/O 接口。

✧ P3 (P3.0~P3.7): 八位 I/O 端口, 各位皆具有第二功能。

- ◆ P3.0: RXD, 串行输入;
- ◆ P3.1: TXD, 串行输出;
- ◆ P3.2: $\overline{\text{INT0}}$, 外部中断输入端 0;
- ◆ P3.3: $\overline{\text{INT1}}$, 外部中断输入端 1;
- ◆ P3.4: T0, 计数脉冲输入端 0;
- ◆ P3.5: T1, 计数脉冲输入端 1;
- ◆ P3.6: $\overline{\text{WR}}$, 片外数据存储器 “写控制” 信号输出端;
- ◆ P3.7: $\overline{\text{RD}}$, 片外数据存储器 “读控制” 信号输出端。

它们的作用将分别在后面几章详细介绍。

4. 控制总线

RST: 复位信号输入端, 如输入高电平时间超过两个机器周期, 可使单片机复位处于复位状态, 在一般工作时, 应输入低电平。

ALE: 地址锁存控制输出端, 当单片机访问片外存储器时, P0 口先输出低八位地址, 同时由 ALE 端输出脉冲, 控制外接的锁存器进行锁存。

$\overline{\text{PSEN}}$: 片外 ROM 选通输出端, 单片机对外部 ROM 操作 (如取指令) 时, 将在 $\overline{\text{PSEN}}$ 端输出低电平, 选通 ROM。

$\overline{\text{EA}}$: 8051/8751 片内虽有 4K 字节 ROM, 但是只有在此端输入高电平时, CPU 才在片内 ROM 中取指令, 输入低电平则在片外 ROM 中取指令, 对于 8031, 由于片内没有 ROM, 所以此端必须输入低电平。

三、外接 ROM/RAM 时的逻辑电路图

MCS-51 系列单片机的逻辑电路图如图 2.1-3 所示。地址总线由 P2 和 P0 共 16

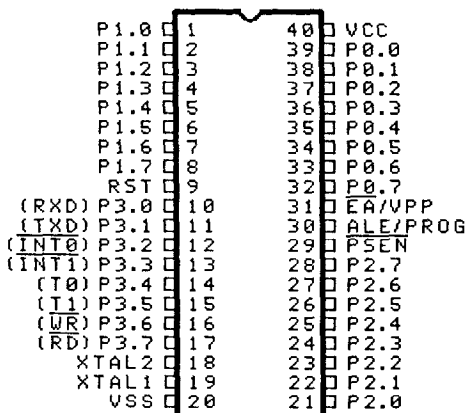


图 2.1-2 MCS-51 系列单片机引脚分布

条线组成（低八位必须锁存），可以寻址 64K。数据总线由 P0 口担任，宽度为八位。 $\overline{\text{PSEN}}$ 在取指令时有效，用于选通片外 ROM； $\overline{\text{WR}}$ 和 $\overline{\text{RD}}$ 在 CPU 对片外 RAM 读写时有效。由于读取指令和读写数据使用了不同的控制线，所以可以使 ROM 和 RAM 有相同的地址号码，都为 0000H~FFFFH，分别具有 64K 的地址范围。

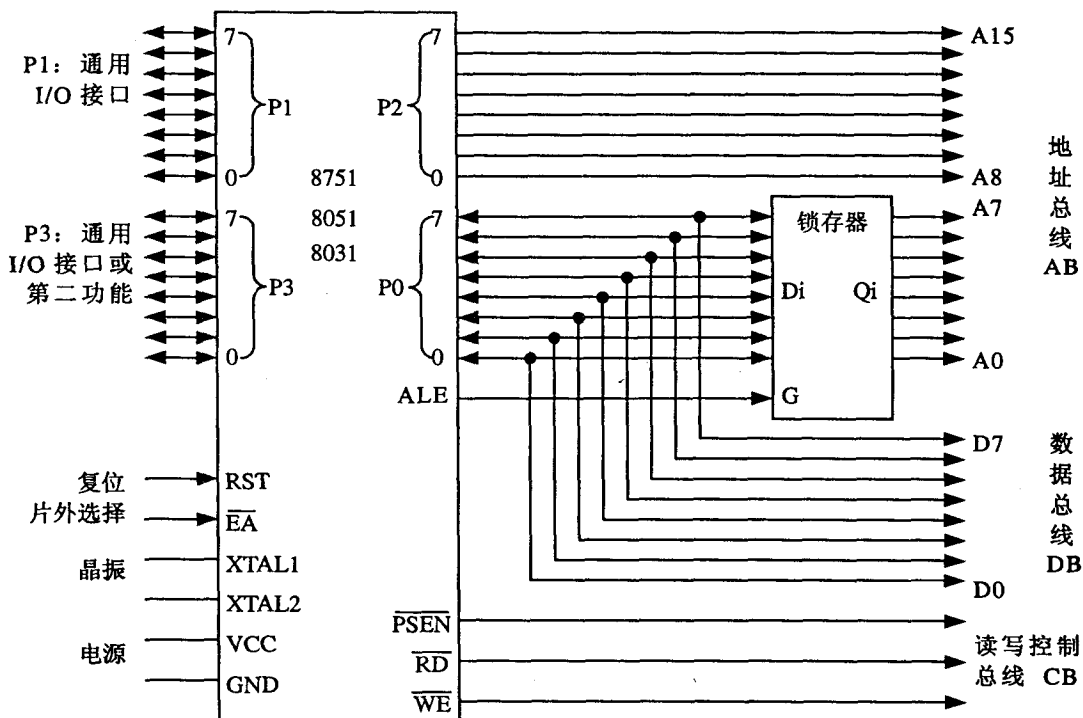


图 2.1-3 MCS-51 系列单片机逻辑电路图

§ 2.2 单片机的工作状态

MCS-51 系列单片机的工作状态共有 5 种，分别是：复位状态、连续运行状态、单步运行状态、EPROM 的写入与校验状态和待机状态，按照使用时的需求，可由外接电路或软件控制来选择当前状态。

1. 复位状态

一般来说，我们的主要目的是使单片机工作在“连续运行状态”，而连续运行状态通常是由“复位状态的结束”开始的。进入或结束复位状态要由外部电路进行控制。在单片机电源正常供电时，如果在 RST 端输入两个机器周期以上的高电平，单片机就会进入到复位状态。

在复位状态，单片机的工作全部都停止了，片内部分特殊功能寄存器的内容被初始化为特定值，其他存储器保持着原先的数据。

当 RST 端电压恢复为低电平时，单片机退出复位状态，一般立即进入连续运行状态。

2. 连续运行状态

在连续运行状态, 单片机中的 CPU 循环不断地进行“取指令”和“执行指令”操作。所谓“指令”是一些 CPU 可以识别、执行的二进制数字, 需要预先存放在程序存储器中, 供 CPU 取用。

单片机中有一个 16 位的“程序计数器 (PC)”, CPU 每次都以其内容作为地址, 到 ROM (程序存储器) 中去取指令, 每取出一个字节, PC 的内容会自动加一。这样, CPU 就会连续、顺序地执行 64K 地址范围内的所有指令。如果取出并执行了“转移指令”等修改 PC 内容的指令, PC 的内容将会改变为指令给定的值, CPU 将从新的地址开始进行取指, 形成程序的分支或循环。

3. 单步运行状态

调试程序时, 有时需要进行“单步运行”, 但是 MCS-51 系列单片机本身没有单步运行的功能, 需要在连续运行状态中, 利用适当的硬件和软件控制才能实现。

4. EPROM 的写入与校验状态

只有在使用片内含有 EPROM 的 8751 时, 才可以进行“EPROM 的写入与校验”的操作。进行这种操作, 通常要使用“单片机开发系统”, 方可把代表应用程序的二进制数字写入到单片机的 EPROM 中。

5. 待机状态

采用 CMOS 工艺制造的 MCS-51 系列单片机, 有一种低功耗工作方式, 通过设置 IDL 位为 1, 单片机即可进入待机状态。这时 CPU 停止工作, 单片机内部全部被“冻结”起来, 耗电很低。通过“复位”可以结束待机状态。

§ 2.3 存储器结构

计算机中存储器的编址方法有两种。程序存储器和数据存储器统一编址时, 称为冯·诺依曼结构; 程序存储器和数据存储器分别编址时, 称为哈佛结构。常见的 PC 机属于冯·诺依曼结构, 而 MCS-51 系列单片机则属于哈佛结构。

MCS-51 系列单片机的存储器空间主要分成三大部分: 程序存储器、片外数据存储器和片内数据存储器。

一、存储器地址空间

在 MCS-51 系列单片机内部, 具有一定数量的 ROM 和 RAM, 实际使用当中还允许在片外另行安装存储器芯片, 扩充存储器的容量。

单片机对外扩的存储器进行“读”、“写”操作时, 将由 P2 和 P0 口输出地址号码, 指定某个具体的存储单元, 再配合读写控制信号, 即可对该单元进行读写。由于 P2、P0 构成的地址线共有 16 条, 所以片外扩充存储器的地址以 16 位二进制数编址, 地址容量为 $2^{16}=64\text{K}$, 地址号码范围为 0000H~FFFFH。

有两类不同的指令使单片机对片外存储器进行读写操作, 它们分别在引线 $\overline{\text{PSEN}}$ 、 $\overline{\text{WR}}$ 或 $\overline{\text{RD}}$ 上发出两种不同的读写控制信号, 故片外存储器分成“片外 ROM”和“片外 RAM”两部分, 它们各有 64K 的地址空间, 地址号码都是 0000H~FFFFH。