



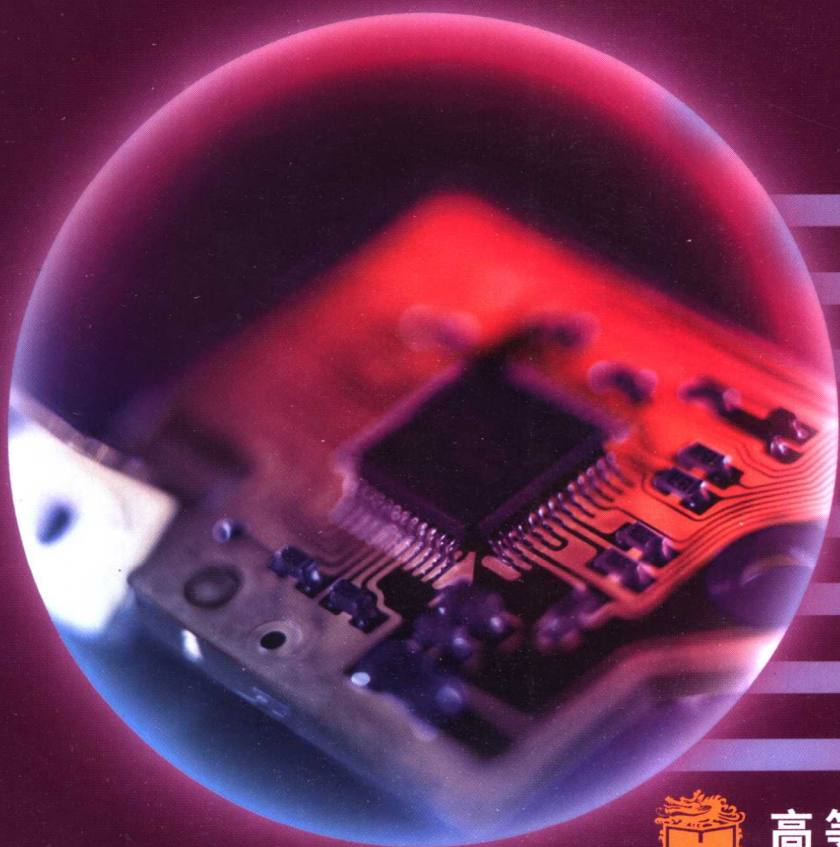
普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)

单片机实训

邹振春 主 编

王宗和 副主编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材
(高职高专教育)

单片机实训

邹振春 主 编
王宗和 副主编

高等教育出版社

内容摘要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育),是结合我国高等职业教育的现状和发展趋势,针对当前教学需要组织编写的。全书共分5部分,以单片机实验技能为核心,通过实验训练使学生系统地学习 MCS-51 系列单片机的基本结构及各部分的基本功能。书中包括单片机的基本结构、单片机开发系统、单片机的指令系统及程序设计、单片机的片内资源及单片机接口技术等内容。

本书可作为高职高专学校的计算机应用专业、自动化专业、电气技术专业、应用电子技术专业及仪器仪表专业的实践训练及教学用书,也可供从事单片机应用技术开发的有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机实训/邹振春主编. —北京:高等教育出版社, 2003.4

ISBN 7-04-012555-2

I. 单... II. 邹... III. 单片微型计算机-高等学校:技术学校-习题 IV. TP368.1-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 014085 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
邮政编码 100009
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 15.5
字 数 370 000

版 次 2003 年 5 月第 1 版
印 次 2003 年 5 月第 1 次印刷
定 价 19.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

本书共分5部分,第一部分介绍 MCS-51 系列单片机的基本组成和基本结构,第二部分介绍 MCS-51 单片机开发系统,第三部分介绍伪汇编指令及程序设计方法,介绍 MCS-51 系列单片机的指令系统及简单程序设计方法,第四部分介绍单片机的内部硬件资源及其应用,第五部分介绍单片机的外围功能扩展系统。书中各部分内容自成体系,按照基本工作原理、基本实验训练和综合训练的结构组成。各部分以实验技能为核心,通过实验训练使学生系统地学习 MCS-51 系列单片机的基本结构及各部分的基本功能,增强动手能力和实际应用能力。

全书按照教学时数为 60~80 学时编写,使用时可根据具体情况进行增删有关内容。本书可作为理论教学用书,也可作为实践训练用书。本书是作者多年从事单片机教学实践经验的总结,书中所有训练线路和程序均在实验机器上调试通过。

本书可作为高职高专学校的计算机应用专业、自动化专业、仪器仪表专业应用电子技术专业及电气技术专业的单片机实践训练及理论教学用书,也可供从事单片机应用技术开发的有关技术人员参考。

本书由邹振春任主编,王宗和任副主编。第一、二部分由王宗和副教授编写,第三部分由王艳华副教授编写,第四部分由高嵩副教授编写,第五部分由邹振春副教授编写,全书由邹振春副教授进行统稿。

全书由河北理工学院的陈志坤副教授任主审,陈志坤副教授认真地审阅了全部书稿并提出了宝贵的修改意见。

由于编者水平有限,书中错误难免,恳请读者批评指正。

编 者

2002 年 12 月

目 录

第 1 章 单片计算机概述	1	3.10 控制转移类指令	76
1.1 计算机的基本结构及工作过程	1	3.11 汇编语言程序设计	84
1.2 单片机及应用	3	3.12 指令系统实验	97
1.3 MCS-51 的内部结构	5	习题	110
1.4 MCS-51 引脚功能描述	8	第 4 章 MCS-51 单片机片内资源	114
1.5 存储器地址空间	9	4.1 并行 I/O 端口	114
1.6 振荡器、时钟电路和 CPU 时序	16	4.2 中断系统	118
1.7 MCS-51 系列单片机工作方式	18	4.3 定时/计数器	125
习题	20	4.4 串行口及应用	135
第 2 章 MCS-51 单片机开发系统	21	4.5 片内资源实验	146
2.1 DAIS-5903S 使用简介	21	习题	163
2.2 组合软件 M51 的使用	30	第 5 章 单片机接口技术	165
第 3 章 指令系统	43	5.1 存储器扩展	166
3.1 MCS-51 单片机指令系统概述	43	5.2 I/O 口扩展	171
3.2 汇编指令格式及汇编过程	44	5.3 定时/计数器扩展	182
3.3 伪指令	46	5.4 键盘及其接口	187
3.4 寻址方式	49	5.5 显示接口电路	199
3.5 MCS-51 单片机的助记符语言	52	5.6 A/D、D/A 转换器及其接口电路	205
3.6 数据传送类指令	54	5.7 MCS-51 单片机接口技术训练	213
3.7 逻辑操作类指令	61	习题	233
3.8 算术运算类指令	63	附录 1 MCS-51 单片机指令速查表	235
3.9 位操作指令	71	附录 2 ASCII 码表	240
		参考文献	241

第 1 章 单片计算机概述

1.1 计算机的基本结构及工作过程

计算机是微电子技术与计算数学相结合的产物。微电子学的基本元件及其集成电路构成了计算机的硬件基础；计算数学的计算方法与数据结构则成为计算机的软件基础。

当前计算机均采用冯·诺依曼原理，即存储程序 - 执行程序的过程。本节介绍按照冯·诺依曼原理的计算机结构、各部件的功能和工作过程；学习一些基本术语和基本概念，为进一步学习单片机原理打下基础。

1.1.1 计算机的基本结构

冯·诺依曼计算机由存储器、控制器、运算器、输入设备和输出设备等 5 部分组成，逻辑框图如图 1-1 所示。其中，实线表示数据通路，虚线表示控制信号通路。冯·诺依曼计算机结构以存储器为中心，工作时将程序和需处理的原始数据送入存储器，之后控制器连续执行存储器中的程序并将处理结果存入存储器，最后再将存储器中的结果送到输出设备输出，各部分的功能分述如下：

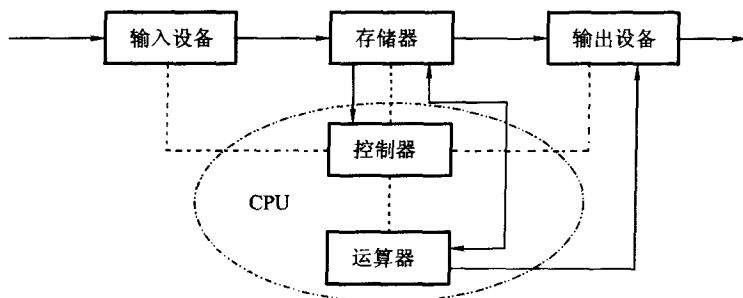


图 1-1 计算机的基本结构框图

1. 运算器(Arithmetic and logic unit)

运算器是在控制器的控制下,对二进制数进行算术运算、逻辑运算及信息传递的部件。运算器的功能包括算术的加、减、乘、除运算,逻辑与、或、非运算以及存取、传递数据等。它的基本部件有算术逻辑单元、累加器和寄存器等。

算术逻辑单元 ALU (Arithmetic and Logical Unit)是运算器的中心部件,它完成算术逻辑运算,结构如图 1-2 所示。

累加器通常存放参与运算的第一操作数,经 ALU 与第二操作数运算的结果也保存在累加器中。

寄存器(Register)用来暂存参与运算的原始数据、中间结果及运算结果,它的存取速度比主存要快得多,设置寄存器目的是提高存取速度,因此寄存器的数量较少。

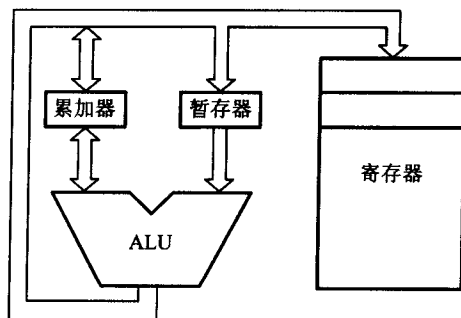


图 1-2 ALU 结构图

2. 控制器(Control Unit)

控制器好像是计算机的神经中枢,它指挥、协调各部件的工作。控制器决定每个部件在什么时间、做什么具体工作。

程序(指令)计数器 PC (Program Counter)是控制器的一个重要部件,PC 存放当前指令的起始地址(存储器地址);处理器每取出一条指令,PC 就自动加 1,指向下一条指令的起始地址,因此决定了程序指令的顺序执行。

随着集成电路的发展,现在已经将运算器、控制器集成在一个芯片内,称为 CPU。

3. 存储器(Memory)

存储器是用来存放程序(指令的有序排列)和数据的装置,它具有记忆能力,特点是一次写入可以多次读取。按使用性质可以将其分为:

① RAM 随机存储器,由半导体电路组成,内容可以随时写入、读出,掉电后内容丢失;

② ROM 只读存储器,由半导体电路组成,内容由厂家写入,使用时只可读出,不可写入,掉电后内容不丢失。

存储器容量是存储器的指标之一,常用容量单位有:

- 位(Bit) 一个二进制信息,是二进制信息的基本单位。一个位的值只能是 0 或 1。

- 字节(Byte) 8 Bit 为一个字节,是容量的基本单位,在存储器中通常以字节为编址单元。

- 字(Word) 一般以计算机数据线的宽度(位数)为一个字。它可能是 16 位、32 位或 64 位。

注意:存储器有单元地址和单元内容之分,它们都用二进制数表示。存储器的地址用来区分各个不同的存储单元,地址位数的多少表示存储器中单元数的多少,如果有 N 位地址,则它的存储单元数为 2^N ;存储器单元内容则表示存放在存储器中的信息(指令、数据)。

4. 输入/输出设备

I/O 设备是人与计算机交换信息的通路,常用设备有:

键盘(Keyboard)、显示器 CRT (Cathode Ray Tube)、打印机(Printer)、磁盘(Disk)等。

1.1.2 计算机的工作过程

在计算机通电正常工作后，就进入如下过程：

- ① PC 中的指令地址放到地址总线；
- ② 从存储器中按地址指示取出指令，由数据总线将其送到 CPU；
- ③ PC 中的地址递增指令字节数，即指向下一指令的首地址；
- ④ CPU 分析指令，完成指令功能；
- ⑤ 重新进行步骤①。

注意：计算机的工作是周而复始、无穷无尽的，因此在书写完某种工作程序时，需要使计算机进入等待状态或迫使 CPU 停机。

1.2 单片机及应用

把计算机的 5 个组成部分：运算器、存储器、控制器、输入接口电路及输出接口电路集成在一个芯片上形成的芯片级特殊计算机称为单片计算机(single chip microcomputer)，简称单片机。

单片机从功能和组成上都是为满足控制领域的要求而发展的，特别是新一代单片机都着重发展各种控制功能单元，如 A/D、PWM、PAC、WDT 等，已完全突破了微型计算机的传统功能。虽然各种控制系统仍以单片机为核心，但单片机已经完全融入应用系统中，是应用系统的一个组成部分，因此它也被称为微控制器(microcontroller)。由于在我国单片机的叫法仍具有普遍意义，易被大多数人接受，因此本教程仍称其为单片机。

单片机分为通用型单片机及专用型单片机两大类。通常所说的单片机即指通用型单片机。

通用型单片机是把可开发资源全部提供给应用者的微型控制器。专用型单片机则是为过程控制、参数监测、信号处理等方面的特殊需要而专门设计的单片机。

1.2.1 单片机的发展概况

1976 年 9 月 Intel 公司首先推出 MCS-48 系列单片机。它因为具有功能强、体积小、成本低、功耗小等特点，所以在工业控制、智能仪器仪表、节能技术改造、通信系统、信号处理及家用电器产品中得到了广泛应用，这为单片机的发展奠定了基础，此后，Intel 公司在 MCS-48 的基础上，又于 1980 年推出了 MCS-51 系列单片机简称 51 单片机。1983 年 Intel 公司又推出了高性能的 16 位单片机 MCS-96 系列。世界上一些著名的电子器件公司都开发了自己的产品，如 Motorola 公司推出 6801、6802，Zilog 公司推出 Z-8 系列，ATMEL 公司推出 89C51 系列等。各种系列的单片机由于其内部功能、单元组成及指令系统不尽相同，表现出各种不同的特点。

由于 Intel 公司的单片机问世早、产品系列齐全、兼容性强，因此得到了广泛的应用，目前我国主要使用的单片机为 MCS-51 系列产品。因此本教程仍以 MCS-51 为主进行讲授。MCS-51 是 Intel 公司生产的 8 位系列单片机，包括 51 和 52 两个子系列，51 子系列有 8031、

8051 和 8751, 52 子系列有 8032 和 8052。52 子系列与 51 系列的不同之处在于它多 1 个 16 位定时/计数器, 并且具有 256 B 的内部数据存储器。

MCS - 51 系列单片机的引脚图及逻辑符号图见图 1 - 3。

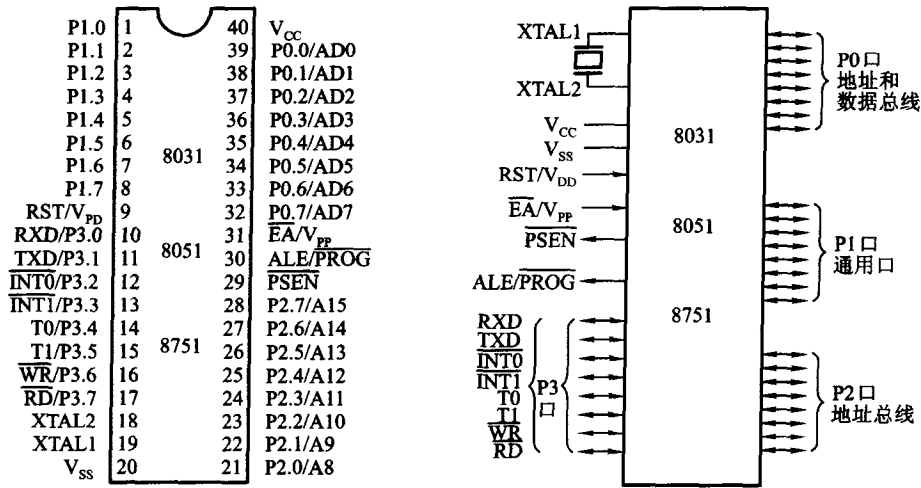


图 1 - 3 MCS - 51 系列单片机引脚图及逻辑符号图

在使用通用单片机时, 必须了解单片机存储器的状态。单片机存储器的状态决定于片内 ROM 的配置情况, 通常有 4 种:

1. 片内 ROM 状态 它就是单片机内带有的掩模 ROM, 用户无法自己将程序写入片内 ROM, 这种单片机用于某种大批量生产时使用, 程序由厂家在生产时输入的。属于此种状态的单片机有 8051、8052。
2. 片内 EPROM 状态 用户可以自己通过高压脉冲将程序写入片内 EPROM, 如 MCS - 51 系列的 8751。
3. 片内无 ROM 状态 使用这种单片机时, 必须在外部配置程序存储器 EPROM, 其容量可以根据需要灵活配置, 如 MCS - 51 系列的 8031、8032。
4. 片内 EEPROM 状态 用户可将自己编写的程序写入片内 EEPROM 中, 如 AT89C51, 由于价格便宜, 是目前使用最广泛的一种形式。

MCS - 51 单片机程序存储器配置见表 1 - 1。

表 1 - 1 MCS - 51 单片机程序存储器配置

单片机系列		存储器类型	掩模 ROM	EPROM
MCS - 51	51	8031	—	—
		8051	4 KB	—
		8751	—	4 KB
	52	8032	—	—
		8052	8 KB	—

注: 1 KB (KiloByte) = 2¹⁰ B B = 1 024 B

1.2.2 单片机的硬件特性

1. 单片机集成度高。单片机包括 CPU、4 KB 容量的 ROM (8031 无)、128 B 容量的 RAM、2 个 16 位定时/计数器、4 个 8 位并行口、全双工串行口。
2. 系统结构简单, 使用方便, 实现了模块化;
3. 单片机可靠性高, 可工作到 $10^6 \sim 10^7$ 小时无故障;
4. 处理功能强、速度快, 即使执行最长指令, 只需 $4 \mu\text{s}$ (晶振 12 MHz);
5. 可靠性较商用品高, 价格较军用品便宜, 属于工业品, 温度范围为 $-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ 。

1.2.3 单片机的应用

单片机在各个领域、各个方面得到了广泛的应用, 主要有:

1. 智能化仪器仪表 如逻辑分析仪、色谱仪、医疗器械等。单片机用于仪器仪表中, 使之具有数据存储、数据处理、自动测试、自动校准及自动诊断故障的能力, 扩大了仪器仪表功能, 提高了测量精度和测量的可靠性。
2. 实时工业控制 如过程控制、数控机械、工业机器人等。利用单片机进行生产过程的实时控制, 既可以提高自动化水平, 提高控制的准确度, 提高产品质量, 又可以降低成本, 减轻劳动强度。
3. 计算机智能终端 如计算机键盘、打印机等。单片机用于计算机智能终端, 使之能够脱离主机而独立工作, 尽量少占用主机时间, 从而让主机有更多时间进行其他工作, 提高主机的计算速度和处理能力。
4. 通信设备 如程控交换机。计算机技术和通信技术相结合的产物——计算机通信网, 不仅成为现代化通信的重要手段, 且其本身也表明了现代通信与计算机技术密不可分的关系。
5. 导航系统 如飞机自动巡航系统、导弹制导控制系统等。单片机用于飞机、导弹的制导, 能够对目标数据进行计算、分析, 并向地面指挥系统传送数据及接收指令, 使得跟踪目标更准确。
6. 家用电器 如全自动洗衣机、自动控温冰箱、智能电饭煲。单片机用于家用电器, 使其应用更简洁、方便, 产品更能满足用户的高层次需求。

1.3 MCS-51 的内部结构

MCS-51 系列单片机的内部基本结构见图 1-4 和图 1-5。

1.3.1 中央处理单元 CPU

51 系列单片机的 CPU 为 8 位。CPU 中的运算器进行算术运算和逻辑运算, 能对 BCD 数据进行处理, 还具有对 RAM 或 I/O 的某位进行测试、置位或复位的位操作功能; 控制器是 CPU

的控制中枢，单片机的所有工作包括取指令、分析指令、执行指令都是在控制器的协调下完成的。

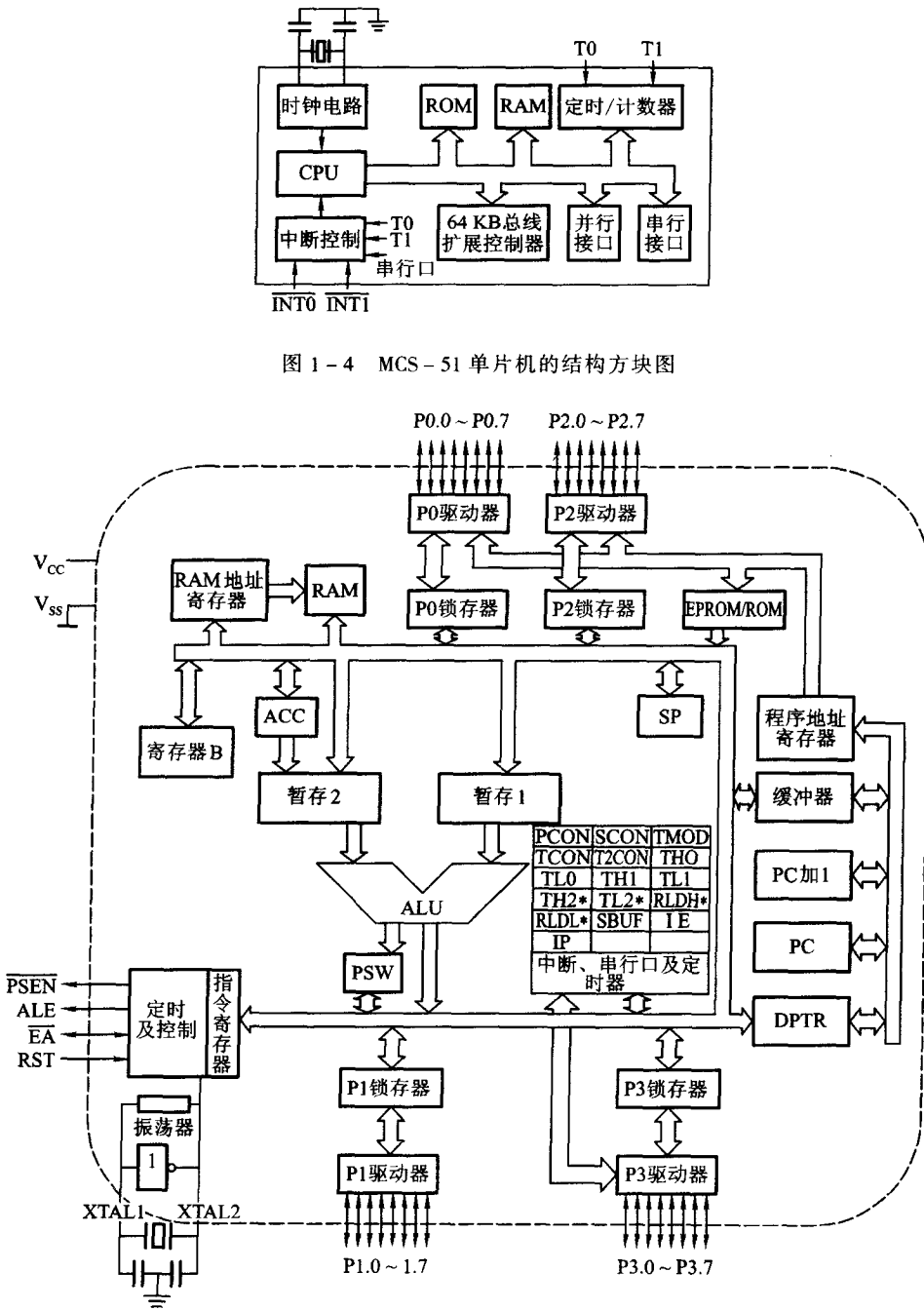


图 1-4 MCS-51 单片机的结构方块图

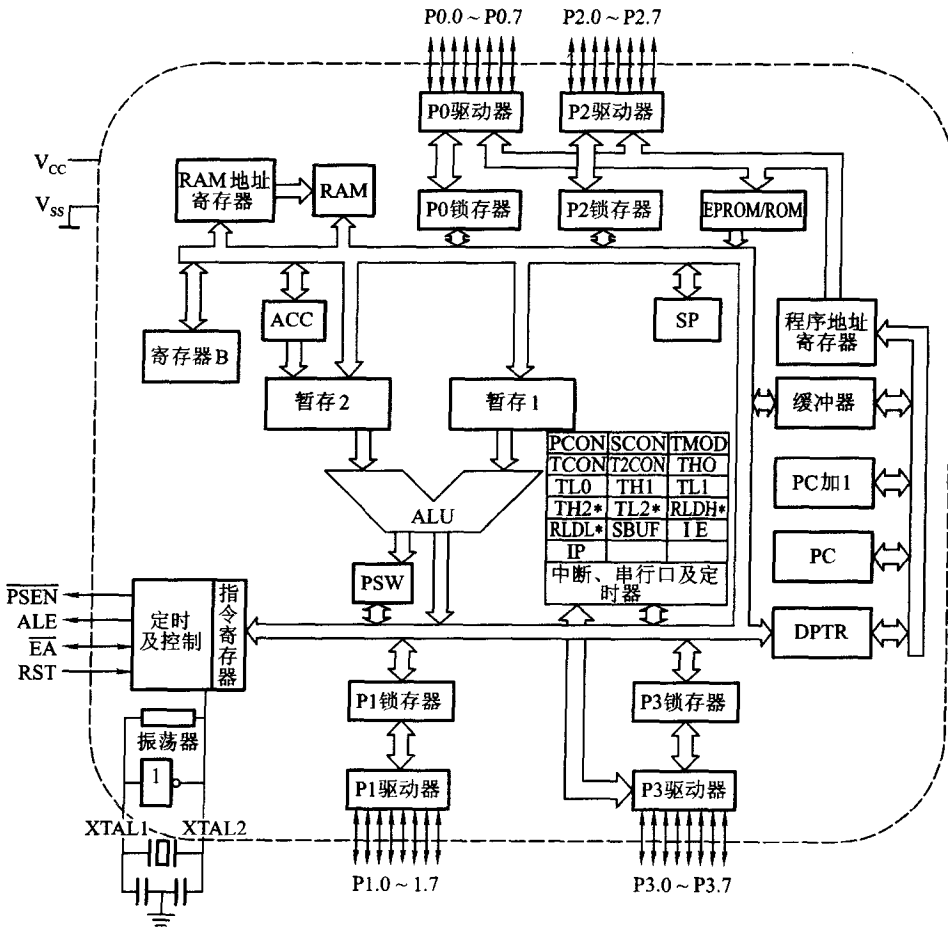


图 1-5 MCS-51 总体结构框图

1. 运算器

8 位算术/逻辑运算部件 ALU 是运算器的核心。暂存器 1、暂存器 2、累加器 ACC、寄存器 B、程序状态寄存器 PSW (Program Status Word) 及布尔处理机等通过内部总线挂在 ALU 周围, 组成了整个运算器的逻辑电路。其内部结构见图 1-5。

ALU 完成加、减、乘、除算术运算及布尔逻辑运算。累加器 ACC 是一个 8 位的寄存器, 是 CPU 中工作最繁忙的器件, 所有的算术运算和大部分的逻辑运算都是通过 ACC 来进行的, 在运算前 ACC 中暂存第一个操作数, 运算后保存运算结果。B 寄存器除用于乘除法的操作外, 对于其他指令只能作一个普通寄存器使用。PSW 存放运算结果的标志。

运算器主要完成: 算术运算(加、减、乘、除、加 1、减 1、BCD 码加法的十进制调整)、逻辑运算(与、或、异或、清零、求反)、移位操作(左、右移位)等。

2. 布尔处理机

它是 CPU 的重要组成部分, 拥有相应的布尔指令子集。硬件上有自己的处理单元(进位标志 CY)和自己的位寻址空间和 I/O 口, 是一个独立的位处理机。布尔处理机的大部分操作均围绕 CY 来完成。能够完成的工作主要有: 位的传送、清零、置位、求反、与、或等逻辑运算及判位转移操作等。

3. 控制器

控制器是 CPU 的控制中枢, 由定时控制逻辑、指令寄存器、译码器、地址指针 DPTR、堆栈指针 SP、程序计数器 PC、RAM 地址寄存器及 16 位的地址缓冲器等部分组成。其功能是控制、协调各种部件同步工作, 按照一定的时序完成指令的读取、指令译码和指令的执行等。

1.3.2 程序存储器

单片机中采用掩模式只读存储器 MROM、可改写只读存储器 EPROM 及电可读写只读存储器 EEPROM 作为程序存储器。程序存储器用于存储调试好的用户应用程序。单片机的程序存储器分为片内程序存储器(8031 无片内程序存储器)和片外程序存储器两种。

1.3.3 数据存储器

在单片机中, 用随机存储器(RAM)来存放程序在运行中的数据和工作变量, 称为数据存储器。在单片机内部设有 128 B (52 系列为 256 B)的数据存储器, 在运算中可加快单片机的运算速度。在单片机中把寄存器(工作寄存器, 栈区, 特殊功能寄存器等)也划入数据寄存器空间, 这种结构也有利于提高单片机的运行速度。在一些要求数据存储容量大的应用系统中, 还可扩充外部数据存储器, 以满足应用系统要求。

1.3.4 并行输入/输出(32 条)

为满足“面向控制”的需要, 单片机提供了功能强、数量大、使用灵活的并行 I/O 口。51 系列单片机的并行 I/O 口有 32 条, 分成 4 组, 每组 8 位口线, 这 4 组并行口分别称为 P0 口、

P1 口、P2 口和 P3 口。通过程序设定，口线可分组使用也可每条单独地设定为输入线或输出线。此外并行口还可以作为系统总线使用，扩展片外存储器和输入/输出接口芯片。

1.3.5 串行输入/输出口(2 条)

51 系列单片机增设了全双工串行 I/O 口 UART (通用异步收发器)，用于与某些终端设备进行串行通信，也可以与一些特殊功能的串行芯片相连进行系统扩展或实现多单片机系统。

1.3.6 定时/计数器

单片机定时/计数器为 16 位增量计数器，当计数满时溢出产生中断并将相应标志位置位。定时/计数器可用于精确定时和外部事件计数。

1.3.7 时钟电路

单片机的时钟电路由内部时钟振荡器和外接晶振电路两部分构成。单片机的整个工作是在时钟的作用下，以一定的时序一个节拍一个节拍地执行各种操作。

1.3.8 中断系统

51 系列单片机有 5 个中断源、2 个优先级，每个中断源均可设定为高优先级或低优先级。通过中断系统，可实现许多慢速设备与快速 CPU 同时工作。

1.4 MCS-51 引脚功能描述

掩模 MOS 工艺制造的 MCS-51 单片机采用 40 脚的双列直插(DIP)方式封装，CHMOS 工艺制造的单片机 80C31/80C51 除采用 DIP 封装外，还采用方形(QFP)方式封装。方形封装有 44 个引脚，标有 NC 的 4 个引脚不用。在 40 条引脚中有 2 条用于主电源，2 条引脚外接晶振或外时钟信号输入，4 条引脚做控制/辅助电源，32 条引脚用于 I/O 口线。下面分别叙述这 40 条引脚的功能，引脚分布见图 1-3。

1. 主电源引脚

V_{SS} (20 脚)：电源地。

V_{CC} (40 脚)：正常操作、对 EPROM 编程和校验时接 +5 V 电源。

2. 外接晶振引脚

XTAL1 (19 脚)：内部反向放大器的输入端，外接外部晶振的一个引脚。当采用外部振荡器时，此引脚应接地。

XTAL2 (18 脚)：内部反向放大器的输出端，外接外部晶振的一个引脚。当采用外部振荡

器时, 此引脚接收振荡器信号。

3. 控制/辅助电源引脚

RST/V_{PD}(9脚): 当振荡器运行时, 在此引脚上出现持续两个机器周期的高电平将使单片机复位。一般在此引脚与 V_{SS}引脚之间连接一个约 1 k Ω 的下拉电阻, 与 V_{CC}引脚之间连接一个 20 μ F 的电容器, 可保证可靠复位。

V_{CC}掉电期间, 此引脚可接上备用电源, 以保存内部 RAM 数据。

ALE/ $\overline{\text{PROG}}$ (30脚): 当访问外部存储器时, ALE 的输出用于锁存 P0 口输出的地址低字节的低 8 位, 即使不访问外部存储器, ALE 仍以不变的频率周期性地出现正脉冲信号, 该信号的频率为振荡器频率的六分之一, 因此可用作对外输出的时钟。只是当访问外部数据存储器时, 将跳过一个 ALE 脉冲。ALE 端可以带 8 个 TTL 负载。对于有 EPROM 的单片机, 在 EPROM 编程期间, 此脚用于输入编程脉冲 $\overline{\text{PROG}}$ 。

$\overline{\text{PSEN}}$ (29脚): 外部程序存储器的读选通信号。在由外部程序存储器取指令期间, 每个机器周期 $\overline{\text{PSEN}}$ 两次有效。但当访问外部数据存储器时, 这两次有效的 $\overline{\text{PSEN}}$ 信号不出现。 $\overline{\text{PSEN}}$ 可以带 8 个 TTL 负载。

$\overline{\text{EA}}/\text{V}_{\text{PP}}$ (31脚): 当 $\overline{\text{EA}}$ 端保持高电平时, 访问内部程序存储器, 但当 PC 值超过 0FFF (51 系列)或 1FFF (52 系列)时, 将自动转向执行外部程序存储器的程序。当 $\overline{\text{EA}}$ 端保持低电平时, 则只访问外部程序存储器, 而不管是否有内部程序存储器。

对于 EPROM 型单片机, 在 EPROM 编程期间, 此引脚用于施加规定的编程电压(V_{PP})。

4. 输入/输出引脚

P0 口: 它是一个 8 位漏极开路的准双向输入/输出口。在访问外部存储器时, 送出地址的低 8 位, 接收 8 位数据。在 EPROM 编程时, 接收指令字节。验证程序时, 输出指令字节。作输出口时 P0 口要求外接上拉电阻。可带 8 个 TTL 负载。

P2 口: 它是一个带内部上拉电阻的 8 位准双向输入/输出口, 访问外部存储器时, 送出高 8 位地址。在对 EPROM 编程和程序验证时, 接收高 8 位地址。P2 可带 4 个 TTL 负载。

P1 口: 它是一个带有内部上拉电阻的 8 位准双向输入/输出口。对 EPROM 编程和程序验证时, 它接收低 8 位地址。它能带动 4 个 TTL 负载。

P3 口: 它是一个带有内部上拉电阻的 8 位准双向输入/输出口。在 MCS-51 中, 这 8 个引脚还有第二功能, 它们为读、写、中断及定时器控制信号。

1.5 存储器地址空间

单片机采用哈佛结构, 即程序存储器和数据存储器分开, 互相独立编址, 程序存储器和数据存储器各有自己的寻址方式和控制方式。

图 1-6 为 51 系列单片机的存储器配置图。

1.5.1 MCS-51 的空间配置

1. 物理上的 4 个存储器区域

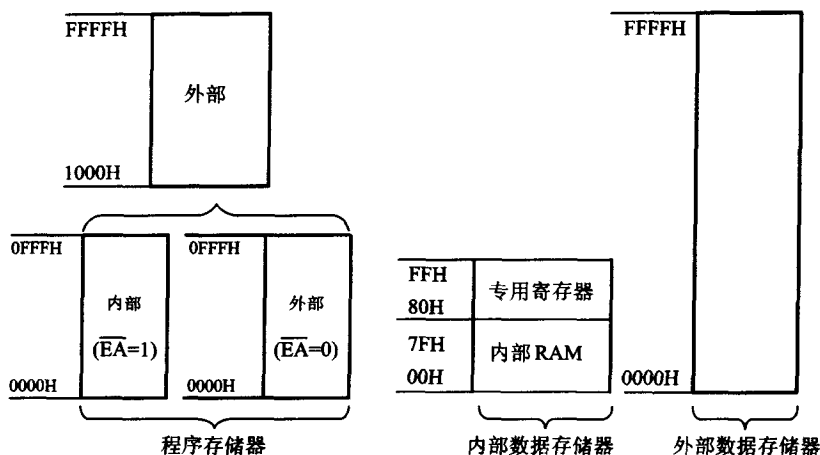


图 1-6 MCS-51 存储器的配置图

程序存储器包括：片内程序存储器(8031 无片内程序存储器)；片外程序存储器。数据存储器包括：片内数据存储器；片外数据存储器。

2. 逻辑上的 3 个存储器地址空间

这 3 个存储器空间包括：片内、片外程序存储器(统一编址)；片内随机存储器；片外随机存储器。

访问 3 个逻辑地址空间采用不同的指令：访问程序存储器使用 MOV_C 指令；访问片内数据存储器使用 MOV 指令；访问片外数据存储器使用 MOV_X 指令。

1.5.2 程序存储器

51 系列单片机的程序存储器用于存放程序、数据或固定的表格，地址总线宽度为 16 位，采用 16 位程序计数器 PC 给出地址码，因此其地址空间为 0000H ~ FFFFH，共 64 KB。当 $\overline{EA} = 1$ 时，寻址内部程序存储器；当 $\overline{EA} = 0$ 时，寻址外部程序存储器。

$\overline{EA} = 1$ 访问片内程序存储器，当 PC 值超过片内程序存储器容量时，自动转向外部程序存储器执行程序； $\overline{EA} = 0$ 时，无论 PC 值的大小均访问片外程序存储器。无片内程序存储器(8031)时，64 KB 程序存储器全部由外部存储器承担，有片内程序存储器时，由片内和片外程序存储器共同构成 64 KB 程序存储器。

程序存储器有 7 个存储单元具有特殊含义，用于特定的程序入口，它们是：

0000H：系统复位后，PC = 0000H，单片机从 0000H 单元开始执行程序，一般在该单元存放一条绝对跳转指令，转向用户设计的程序地址执行程序。

0003H：外部中断 0 的入口地址。

000BH：定时器 0 的溢出中断入口地址。

0013H：外部中断 1 的入口地址。

001BH：定时器 1 的溢出中断入口地址。

0023H: 串行口中断入口地址。

002BH: 定时器 2 溢出中断入口地址(仅 8032、8052 有)。

访问外部程序存储器的信息传送通路: 地址码由 P0、P2 口传送; 控制信号由 $\overline{\text{PSEN}}$ (读选通)接 EPROM 的 $\overline{\text{OE}}$; 数据信息由 P0 口接收。

1.5.3 内部数据存储器(内部 RAM)

51 系列单片机的内部数据存储器在空间上分为两个区: 00H ~ 7FH 单元组成的低 128 字节的内部数据 RAM 块及 80H ~ 0FFH 单元 128 字节组成的 SFR 块。

片内数据存储器空间分布见图 1-7。

00H ~ 1FH 共 32 个单元为工作寄存器, 分为 4 个区, 每个区 8 个单元, 由 PSW 中的 RS1、RS0 确定当前工作区, 见表 1-2。在某一时刻只能使用 4 个工作区中的一个。

20H ~ 2FH 为位寻址区, 如图 1-8 所示, 作为布尔处理机存储空间的一部分。

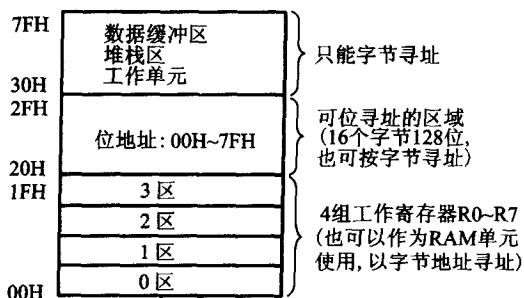


图 1-7 RAM 空间分配示意图

表 1-2 PSW3、PSW4 的含义

RS1	RS0	寄存器区	R0 ~ R7 所占单元的地址
0	0	0 组 (BANK0)	00H ~ 07H
0	1	1 组 (BANK1)	08H ~ 0FH
1	0	2 组 (BANK2)	10H ~ 17H
1	1	3 组 (BANK3)	18H ~ 1FH

	BYTE (MSB) (LSB)							
2FH	7F	7E	7D	7C	7B	7A	79	78
2EH	77	76	75	74	73	72	71	70
2DH	6F	6E	6D	6C	6B	6A	69	68
2CH	67	66	65	64	63	62	61	60
2BH	5F	5E	5D	5C	5B	5A	59	58
2AH	57	56	55	54	53	52	51	50
29H	4F	4E	4D	4C	4B	4A	49	48
28H	47	46	45	44	43	42	41	40
27H	3F	3E	3D	3C	3B	3A	39	38
26H	37	36	35	34	33	32	31	30
25H	2F	2E	2D	2C	2B	2A	29	28
24H	27	26	25	24	23	22	21	20
23H	1F	1E	1D	1C	1B	1A	19	18
22H	17	16	15	14	13	12	11	10
21H	0F	0E	0D	0C	0B	0A	09	08
20H	07	06	05	04	03	02	01	00
1FH	BANK3							
18H	BANK3							
17H	BANK2							
10H	BANK2							
0FH	BANK1							
08H	BANK1							
07H	BANK0							
00H	BANK0							

图 1-8 RAM 中位地址

1.5.4 特殊功能寄存器 SFR (Special Function Register)

特殊功能寄存器是单片机中各功能部件对应的存储器, 用来存放相应的控制命令、状态和

数据等。在 51 系列中，定义了 21 个专用寄存器，在 52 系列中定义了 26 个专用寄存器。

所有特殊功能寄存器的地址分配见表 1-3 所示。

表 1-3 特殊功能寄存器及地址分配

标 识 符	名 称	位 地 址	字 节 地 址
* ACC	累加器	E0H ~ E7H	0E0H
* B	B 寄存器	F0H ~ F7H	0F0H
* PSW	程序状态字	D0H ~ D7H	0D0H
SP	堆栈指针		81H
DPTR	数据指针		83H 和 82H
* P0	口 0	80H ~ 87H	80H
* P1	口 1	90H ~ 97H	90H
* P2	口 2	A0H ~ A7H	0A0H
* P3	口 3	B0H ~ B7H	0B0H
* IP	中断优先级寄存器	B8H ~ BDH	0B8H
* IE	中断允许寄存器	A8H ~ AFH	0A8H
TMOD	定时/计数器方式控制		89H
* TCON	定时/计数器控制	88H ~ 8FH	88H
+ * T2CON	定时/计数器 2 控制	C8H ~ CFH	0C8H
TH0	定时/计数器 0 (高位字节)		8CH
TL0	定时/计数器 0 (低位字节)		8AH
TH1	定时/计数器 1 (高位字节)		8DH
TL1	定时/计数器 1 (低位字节)		8BH
+ TH2	定时/计数器 2 (高位字节)		0CDH
+ TL2	定时/计数器 2 (低位字节)		0CCH
+ RLDH	定时/计数器 2 自动再装载 (高位)		0CBH
+ RL DL	定时/计数器 2 自动再装载 (低位)		0CAH
* SCON	串行通信控制	98H ~ 9FH	98H
SBUF	串行数据缓冲器		99H
PCON	电源控制		87H

注：标 * 号的寄存器可按字节和位寻址，标 + 号的寄存器是定时/计数器 2 相关的寄存器，仅仅在 52 子系列中存在。

1. 算术运算寄存器

(1) 累加器 ACC (Accumulator) (8 位)

累加器是一个最常用的专用寄存器，单片机的大多数单操作数指令的操作数均取自累加器，很多双操作数指令的一个操作数也取自累加器。运算结果大多存放在累加器中。累加器 A 的地址为 0E0H。