

高等工程专科学校教材

MCS-51系列

单片机 原理及 接口技术

邹振春 主 编
董国增 副主编



115
高等工程专科学校教材

MCS - 51 系列单片机 原理及接口技术

主 编 邹振春

副主编 董国增

参 编 马秋菊 刘文杰 邓立新

主 审 孔小利



机械工业出版社

本书共分九章，系统地介绍了 MCS-51 系列单片机的基本结构及基本工作原理。书中用较大篇幅介绍了 MCS-51 单片机的指令系统、汇编语言程序设计方法及常用子程序设计、常用的系统接口技术。在书的最后一章简单介绍了 8098 单片机的基本工作原理及其指令系统。

本书可作为计算机专业、自动化专业及电气技术专业的教学用书，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

MCS-51 系列单片机原理及接口技术/邹振春主编.
—北京:机械工业出版社,2000.10(重印)
高等工程专科学校教材
ISBN 7-111-07107-7

I .M... II .邹... III .单片微型计算机-接口-高等
学校-教材 IV .TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 65730 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王世刚 商红云 版式设计:霍永明 责任校对:罗凤书

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 7 月第 1 版第 4 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·15 印张·367 千字

11001-14000 册

定价:21.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书共分九章，第一、二、三、四、五、六章介绍 MCS-51 单片机的基本结构、工作原理及其指令系统。第七章详细介绍 MCS-51 单片机汇编语言程序设计方法。第八章为单片机接口技术由存储器扩展，I/O 口扩展、C/T 扩展、A/D 及 D/A 接口技术以及键盘显示接口等部分组成。第九章介绍了 8098 单片机的基本原理及指令系统。在每一章的后边附有习题可供练习使用。

全书按照教学时数为 80 学时编写，使用时可根据具体情况进行增删有关内容。本书可作为计算机专业、自动化专业及电气技术专业的“单片机原理及应用”课程的教学用书，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、董国增任副主编。第一、二、三、四、五章由董国增编写，第六章由邓立新编写，第七章由马秋菊编写，第八章由邹振春编写，第九章由刘文杰、董国增合写，全书由邹振春进行统稿。

全书由孔小利副教授任主审，他认真地审阅了全部书稿并提出了宝贵的修改意见。在本书的编写过程中得到范黎光老师的大力支持，在此一并致谢。

由于作者水平有限，书中错误难免，恳请读者批评指正。

编 者
1999 年 3 月

目 录

前言	
第一章 单片计算机概述	1
习题	4
第二章 MCS-51 单片机的硬件结构	5
第一节 MCS-51 的内部结构	5
第二节 MCS-51 的主要性能特点	7
第三节 MCS-51 引脚功能描述	7
第四节 存储器配置	10
第五节 振荡器、时钟电路和 CPU 时序	16
第六节 I/O 端口	18
习题	23
第三章 指令系统	24
第一节 寻址方式	24
第二节 MCS-51 单片机的助记符语言	26
第三节 MCS-51 指令格式、分类及 一般说明	27
第四节 数据传送类指令	29
第五节 逻辑操作类指令	38
第六节 算术运算类指令	41
第七节 位操作指令	48
第八节 控制转移类指令	54
习题	63
第四章 中断	65
第一节 MCS-51 的中断系统及其管理	65
第二节 单片机响应中断的条件及 响应过程	68
第三节 关于外部中断	69
第四节 中断程序的编制举例	70
习题	73
第五章 定时/计数器	74
第一节 定时/计数器的结构及工作原理	74
第二节 定时/计数器方式和控制寄存器	75
第三节 定时/计数器的工作方式	76
第四节 定时/计数器的编程举例	78
第五节 运行中读定时/计数器值	81
第六节 定时/计数器 2	81
习题	84
第六章 MCS-51 单片机的串行口及 应用	85
第一节 串行通信的一般概念	85
第二节 MCS-51 单片机的串行通信接口	86
第三节 多机通信	91
第四节 应用举例	93
习题	95
第七章 汇编语言程序设计	96
第一节 汇编指令格式及汇编过程	96
第二节 伪指令	98
第三节 汇编语言源程序的人工汇编	100
第四节 基本结构的程序设计	102
第五节 常用子程序设计	115
第六节 数字滤波及量纲变换	152
习题	159
第八章 单片机接口技术	161
第一节 系统扩展概述	161
第二节 存储器扩展	162
第三节 I/O 口扩展	166
第四节 8253 及其与单片机接口	176
第五节 键盘及其接口	180
第六节 显示接口电路	190
第七节 A/D、D/A 转换器及其接口 电路	196
习题	203
第九章 MCS-96 系列之 8098 单片机 原理简介	204
第一节 概述	204
第二节 高速输入输出部件和定时器	208
第三节 A/D 转换器和脉宽调制器 PWM	212
第四节 串行口	213
第五节 I/O 口及其控制、状态寄存器	215
第六节 8098 指令系统	216
附录 A MCS-51 单片机指令速查表	227
附录 B ASCII 码表	230
附录 C 8098 单片机指令速查表	231
参考文献	235

第一章 单片计算机概述

当代的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。

从 1946 年世界上第一台电子计算机问世到现在，计算机的发展随着电子技术的发展经历了四代，即电子管、晶体管、集成电路及超大规模集成电路。然而其结构都是冯·诺依曼结构，即计算机的组成为五部分：运算器、控制器、存储器、输入部分及输出部分。现在，大部分微机的运算器和控制器集成在一片大规模集成电路上，叫做微处理器，也称为中央处理单元 CPU (Central Processing Unit)，如 286、386 机等，也有的机器把存储器和 CPU 做在了一起。

计算机的发展随着微电子技术的发展而发展，并且由于芯片的集成度的提高而使机器微型化，出现了微型计算机 (Microcomputer)、单板机 (Single Board Computer)、单片机 (Single Chip Computer) 等机型。单片机，顾名思义，即一个芯片的计算机，在这一个芯片上包括了计算机的五个组成部分：运算器、存储器、控制器、输入部分及输出部分。

单片机具有功能强、体积小、成本低、功耗小等特点，使它在工业控制、智能仪器、节能技术改造、通信系统、信号处理及家用电器产品中都得到了广泛应用。另外，单片机在很大程度上改变了传统的设计方法，以往采用模拟电路、数字电路实现的电路系统，大部分功能单元都可以通过对单片机硬件功能的扩展及专用程序的开发，来实现系统提出的要求，这意味着许多电路设计问题将转化为程序设计问题。

一、单片机的特点

单片机在一块大规模集成电路芯片上集成了一台具有一定规模的微型计算机，它在硬件结构、指令设置上均有其独到之处，主要特点有：

(1) 单片机内集成有存储器，由于受体积限制，容量不大，但可根据需要扩展。

(2) 单片机内的程序存储器 ROM 和数据存储器 RAM 在空间上分开，采用不同的寻址方式，使用两个不同的地址指针 PC 及 DPTR。另外，用户根据需要可以扩展程序存储器及数据存储器，这时 CPU 可以进行操作的存储器就分成四个区域：内部程序存储器、外部程序存储器、内部数据存储器、外部数据存储器。

(3) 单片机的输入、输出接口在程序控制下都可有第二功能。

(4) 单片机的内部有一个全双工的串行接口，可同时发送和接收，有两个物理上独立的接收、发送缓冲器 SBUF，有四种工作方式。

(5) 单片机内部有专门的位处理机 (布尔处理机)，具有较强的位处理功能。

二、单片机的主要品质系列

单片机分为通用型单片机及专用型单片机两大类。我们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 (Microprocessor)。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设计的单片机。

从 1976 年 9 月 Intel 公司推出 MCS-48 系列单片机以来，单片机的发展非常迅速，世界上一些著名的器件公司如 Motorola 公司、Zilog 公司等也竞相推出新产品。Intel 公司在 MCS-48 的基础上，又于 1980 年推出了 MCS-51 系列单片机，此后，1983 年 Intel 公司又推出了高性能的 16 位单片机 MCS-96 系列。各种系列的单片机由于其内部功能、单元组成及指令系统的不尽相同，表现出各自不同的特点。如有些单片机在片内固化了 BASIC 解释程序，可以理解这种高级语言，如 MCS-51 系列中的 8052。

由于 Intel 公司的单片机问世早、产品系列齐全、兼容性强，得到了广泛的应用，目前我国主要使用 MCS-51 系列的产品，尤以 8031 为多。这是因为 8031 无片内 ROM、应用灵活、价格便宜。MCS-51 是 Intel 公司的 8 位系列单片机，包括 51 和 52 两个子系列。51 子系列有 8031、8051、8751；52 子系列有 8032、8052。52 子系列的不同在于它多具有定时/计数器 2 及具有 256B 的内部数据存储器。单片机的引脚图及逻辑符号图见图 1-1。

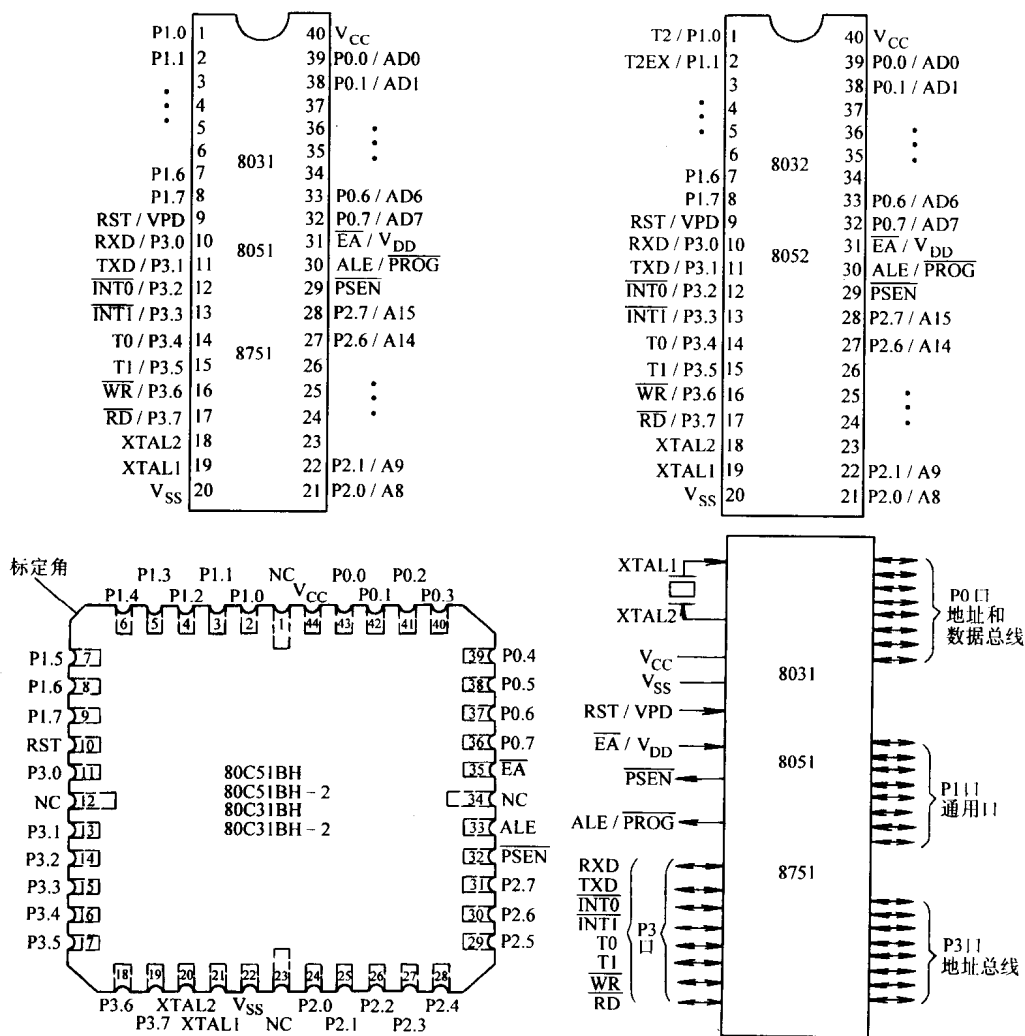


图 1-1 引脚图及逻辑符号图

另外，我们在使用通用单片机时，必须了解单片机的供应状态。单片机的供应状态决定于片内 ROM 的配置状态，通常有三种：

(1) 片内 ROM 状态，也就是单片机内带有的是掩模 ROM，用户无法自己将程序写入片内 ROM，所以这种单片机只是在用于某种大批量生产时使用（由厂家在生产时烧制而成，一般来说用户无法使用其程序，而与 8031 等同使用）。如 MCS-51 系列的 8051、8052。

(2) 片内 EPROM 状态，用户可以自己通过高压脉冲将用户程序写入片内 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。由于价格便宜，是目前使用最广泛的一种形式，如 MCS-51 系列的 8031、8032。

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	4KB	/
		8751	/	4KB
	52	8032	/	/
		8052	8KB	/

注：1KB (KiloByte) = 2^{10} = 1024B

三、单片机的硬件特性

(1) 集成度高：单片机包括——CPU、4KB ROM (8031 无)、128B RAM、 2×16 位定时/计数器、 4×8 位并行口、全双工串行口。

下面介绍一下什么叫全双工？它根据串行通信时的数据流向定义，有三种方式（见图 1-2）：

- ① 只向一端发送或从另一端接收，称为单工通信；
- ② 可以双向传送，但在某一时刻只能作一个方向的传送，称为半双工通信；
- ③ 可以在同一时刻双向传送数据，称为全双工通信。

(2) 系统结构简单，使用方便，模块化。

(3) 单片机可靠性高，可工作到 $10^6 \sim 7h$ 无故障。

(4) 处理功能强、速度快，即使执行最长指令，只需 $4\mu s$ （晶振 12MHz）。

(5) 可靠性较商用品高，价格较军用品便宜，属于工业品，运行温度范围为 $-40 \sim +85^\circ C$ 。

四、单片机的应用

单片机在各个领域、各个方面得到了广泛地应用，主要有：

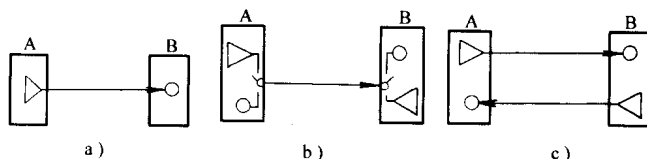


图 1-2 串行通信示意图

a) 单工通信 b) 半双工通信 c) 全双工通信

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它工作，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，且其本身也表明了近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。

习 题

1. 什么叫做单片机？
2. 单片机的特点是什么？
3. MCS-51 系列单片机包括哪些型号？

第二章 MCS-51 单片机的硬件结构

本章介绍了单片机的内部结构、性能特点、引脚功能、存储器配置、MCS-51 的 CPU 时序和 I/O 端口。学习完本章内容后，应对 MCS-51 单片机的硬件结构及各部分的工作原理有整体的了解。

第一节 MCS-51 的内部结构

我国目前广泛使用的 MCS-51 系列单片机，性能价格比较好，有三个版本：8051、8751、8031 都是 51 子系列。

8051：8 位 CPU 128B RAM、4KB ROM、21 个特殊功能寄存器、4 个 8 位并行口、1 个全双工串行口、2 个 16 位定时/计数器。

8751：仅改造 8051 的掩模式的 4KB ROM 为 4KB 的 EPROM。

8031：较 8051 不包含 ROM，严格说来 8031 不是完整的单片机。

MCS-51 单片机的基本结构见图 2-1 和图 2-2。

顾名思义，所谓单片微型计算机，其特征就是将计算机的所有部件集成到一个硅片上。它包括只读存储器、随机存取存储器、中央处理单元、并行输入输出、串行输入输出、定时/计数器、时钟电路、中断系统。

1. 中央处理单元 CPU (8 位)

CPU 包含有运算器和控制器，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、置位或复位的功能，即位操作功能。

(1) 运算器：图 2-2 中以 8 位的算术/逻辑运算部件 ALU (Archecher Logic Unit) 为核心，与通过内部总线挂在其周围的暂存器 1、暂存器 2、累加器 ACC、寄存器 B、程序状态寄存器 PSW (Program Status Word) 及布尔处理机组成了整个运算器的逻辑电路。

ALU 用来完成加减乘除算术运算及布尔数的逻辑运算，累加器 A 是一个 8 位的寄存器，是 CPU 中工作最繁忙的寄存器，所有的算术运算和大部分的逻辑运算都是通过 A 来完成的，在运算前 A 中暂存一个操作数，运算后保存结果。B 寄存器除用于乘除法操作外，对于其它指令只能作一个寄存器使用。PSW 用来存放运算结果的一些特征。

运算器主要完成：算术运算（加减乘除、加 1、减 1、BCD 加法的十进制调整）、逻辑运算（与、或、异或、清 0、求反）、移位操作（左、右移位）。

(2) 布尔处理机：是 CPU 中的重要组成部分，拥有相应的布尔指令子集。硬件有自己

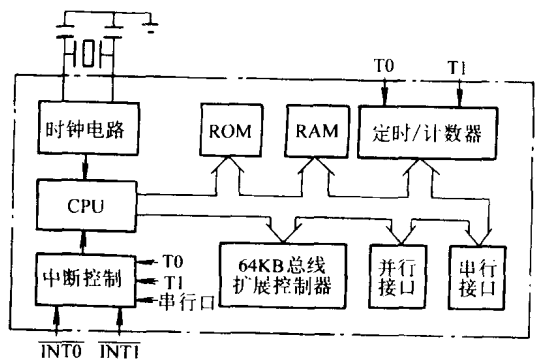


图 2-1 MCS-51 单片机的结构方块图

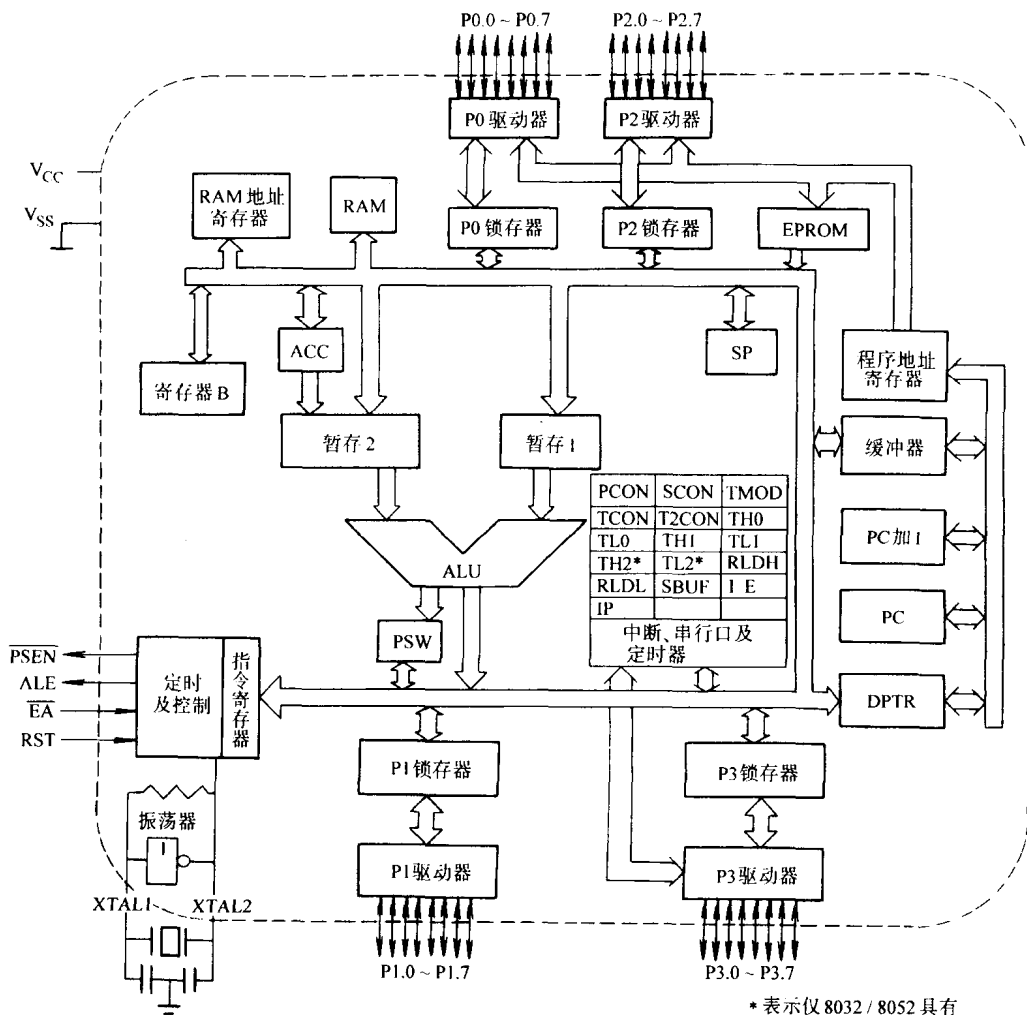


图 2-2 MCS-51 总体结构框图

的处理单元（进位位 CY）和自己的位寻址空间和 I/O 口，是一个独立的位处理机。大部分的操作均围绕 CY 来完成。能够完成位的传送、清 0、置位、求反、与、或及判位转移操作。

(3) 控制器：控制器是 CPU 的控制中枢，包括定时控制逻辑、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。

2. 只读存储器

用于永久性地存储应用程序。在目前单片机中大量采用的是掩模式只读存储器 MROM 和改写只读存储器 EPROM，随着电子技术的发展，已开始采用电可读写只读存储器 EEPROM。

3. 随机存取存储器

用于在程序运行时存储工作变量和数据。

4. 并行输入/输出口（32 条）

每根总线可灵活地选作输入或输出，并且可以作为系统总线使用，以扩展片外存储器和输入/输出接口芯片。

5. 串行输入/输出口 (2 条)

用于多处理机通信, 或全双工 UART (通用异步收发器) 通信, 也可以与一些特殊功能的芯片相连, 进行输入/输出扩展。

6. 定时/计数器

单片机定时/计数器为增量计数器, 当计数满时溢出中断将标志位置位。定时/计数器的作用在于:

- (1) 进行精确定时, 实行实时控制;
- (2) 用于事件计数。这样作减少了软件开销。

7. 时钟电路为内部振荡器外接晶振电路。

8. 中断系统

中断系统有 5 个中断源、2 个优先级, 可以实现多个软件功能的并行运行。

第二节 MCS-51 的主要性能特点

计算机有两种基本结构: 哈佛结构, 即程序存储器和数据存储器分开, 互相独立; 普林斯顿结构, 即程序存储器和数据存储器合二为一, 地址空间统一编址。

单片机为哈佛结构。有如下性能特点:

- (1) 内部程序存储器: 4KB。
- (2) 内部数据存储器: 128B。
- (3) 外部程序存储器: 可扩展到 64KB。
- (4) 外部数据存储器: 可扩展到 64KB。
- (5) 输入/输出口线: 32 根 (4 个端口, 每个端口 8 根)。
- (6) 定时/计数器: 2 个 16 位可编程的定时/计数器。
- (7) 串行口: 全双工, 二根。
- (8) 寄存器区: 在内部数据存储器的 128B 中划出一部分作为寄存器区, 分为四个区, 每个区 8 个通用寄存器。
- (9) 中断源: 5 个中断源, 2 个优先级别。
- (10) 堆栈: 最深 128B。
- (11) 布尔处理机: 即位处理机, 对某些单元的某位作单独处理。
- (12) 指令系统 (系统时钟为 12MHz 时): 大部分指令执行时间为 $1\mu\text{s}$; 少部分指令执行时间为 $2\mu\text{s}$; 只有乘、除指令的执行时间为 $4\mu\text{s}$ 。

第三节 MCS-51 引脚功能描述

掩模 MOS 制造工艺的 MCS-51 单片机都采用 40 脚的双列直插式封装 (DIP) 方式, CHMOS 制造工艺的单片机 80C31/80C51 除采用 DIP 封装外, 还采用方形的封装方式。方形封装的有 44 个引脚, 标有 NC 的 4 个引脚不连线。在 40 条引脚中有 2 条专用于主电源, 2 条外接晶振, 4 条控制或与其它电源复用的引脚, 32 条 I/O 引脚。下面分别叙述这 40 条引脚的功能。

1. 主电源引脚

V_{SS} (20脚): 接地。

V_{CC} (40脚): 正常操作、对 EPROM 编程和验证时接 +5V 电源。

2. 外接晶振引脚

XTAL1 (19脚): 接外部晶振的一个引脚。当采用外部振荡器时, 对 HMOS 单片机, 此引脚应接地; 对 CHMOS 单片机, 此引脚作为带动端。

XTAL2 (18脚): 接外部晶振的一个引脚。当采用外部振荡器时, 对 HMOS 单片机, 此引脚接收振荡器的信号; 对 CHMOS 单片机, 此引脚应悬浮。

3. 控制或与其它电源复用引脚

RST/VPD (9脚): 当振荡器运行时, 在此引脚上出现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 8.2k Ω 的下拉电阻, 与 V_{CC} 引脚之间连接一个 20 μ F 的电容器, 以保证可靠复位。

复位以后, P0 ~ P3 口输出高电平, SP 指针重新赋值为 07H, 其它特殊功能寄存器和程序计数器 PC 被清 0。复位后各内部寄存器初态如表 2-1 所示:

表 2-1 MCS-51 复位后内部寄存器初态

特殊功能寄存器	初始状态	特殊功能寄存器	初始状态
ACC	00H	TCON	00H
B	00H	TH0	00H
PSW	00H	TL0	00H
SP	07H	TH1	00H
DPL	00H	TL1	00H
DPH	00H	SCON	00H
P0 ~ P3	0FFH	SBUF	不定
IP	* * * 00000B	PCON	0 * * * * * B
IE	0 * * 00000B	TMOD	00H

只要 RESET 保持高电平, 8031 就会循环复位。RESET 由高电平变为低电平后, 8031 从 0 地址开始执行程序。8031 初始复位不影响内部 RAM 的状态, 包括工作寄存器 R0 ~ R7。

常见的复位电路有:

(1) 上电复位电路: 如图 2-3a 所示。在通电瞬间, 由于 C_r 通过 R_r 充电, 在 RESET 端出现正脉冲, 8031 加电后自动复位。 C_r 、 R_r 随 CPU 时钟频率而变化, 可由实验调整。当采用 6MHz 晶体振荡器时, C_r 为 22 μ F, R_r 为 1k Ω ,

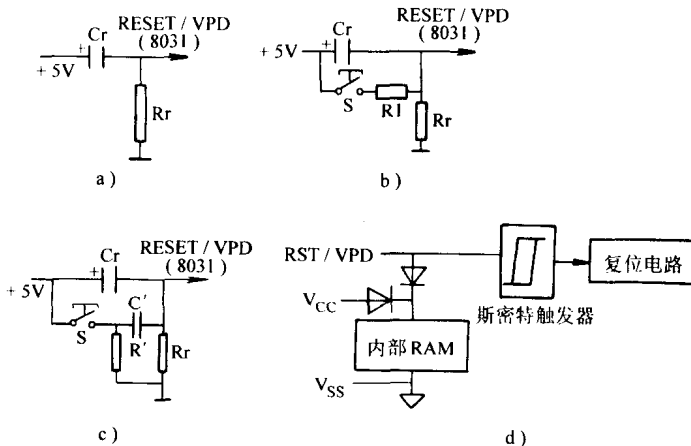


图 2-3 8031 的各种复位电路

- a) 上电复位电路 b) 电平方式开关复位电路
- c) 脉冲方式开关复位电路 d) 单片机复位结构

就能可靠复位。

(2) 电平方式开关复位电路和脉冲方式开关复位电路如图 2-3b、c 所示。复位电路中的电阻、电容参数和 CPU 采用的时钟频率有关，由实验调整。在实际的 8031 应用系统中，外部扩展的 I/O 口电路也需初始复位，如果和 8031 的复位端相连也将影响复位电路中的 RC 参数。也可以采用独立的外围接口上电自动复位电路。

V_{CC} 断电期间，此引脚可接上备用电源，以保持内部 RAM 的数据。当 V_{CC} 降低到低于规定的水平，而 VPD 在其规定的电压范围 (5 ± 0.5) V 内，VPD 就向内部 RAM 提供备用电源。在用户系统中，可以利用这一特点。一旦发现主电源有故障（断电）或人为迫使电源断电，就可通过 $\overline{INT0}$ 或 $\overline{INT1}$ 向 CPU 发出中断请求。在主电源电压降低到低于下限工作电压之前，中断服务程序把一些必须保护的信息转储到 RAM 中，并把备用电源接至 RST/VPD 引脚。主电源恢复时，VPD 仍要维持一段时间，在完成复位操作后 VPD 才能撤去。备用电源的一种可能方案的电路连接方法见图 2-4 所示。假设主电源发生故障断电（或人为迫使断电）时，断电检测电路能很快发现故障，由 $\overline{INT0}$ 端发出中断请求，中断服务程序把需要保护的数据送入 RAM，然后向 P1.0 写一个 0，此端接至一个定时电路 555 (CC7555) 的触发端 \overline{TR} 。图中 555 实际上构成一个单稳态触发器，它的输出脉冲宽度取决于 R、C 和 V_{CC} 存在与否，输出脉冲幅度决定于备用电源电压。若 V_{CC} 依然存在，单稳态触发器被触发后，备用电源暂时接向 RST/VPD 端，但由于单片机内部结构（见图 2-3）此电源并不能向内部 RAM 供电，而 V_{CC} 通过 R 向 C 充电，使 555 阈值端 TH 的电平不断上升，直至回复到原始稳定状态，即单稳态输出低电平。这相当于误警告，使系统由复位开始操作。若向 P1.0 写 0 时， V_{CC} 已不存在，RC 电路失去充电电源，555 阈值端的电平维持为低，单稳电路始终停留在暂稳状态，即 555 输出一个常值电压——备用电源电压，此电压将向内部数据存储器供电，以保护数据存储器内的数据。当 V_{CC} 恢复时，单稳电路继续正常的暂稳过程，直至回到原始稳定状态。暂稳过程的长短取决于 RC 的大小，在这一段时间内，备用电源仍接至 RST 端，以保证系统复位。

$\overline{ALE}/\overline{PROG}$ (30 脚)：当访问外部数据存储器时， \overline{ALE} 的输出用于锁存地址低字节，即使不访问外部存储器， \overline{ALE} 仍以不变的频率周期性地出现正脉冲信号，为振荡器频率的 1/6，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 \overline{ALE} 脉冲。 \overline{ALE} 端可以带动 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{PSEN} (29 脚)：此输出是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，每个机器周期两次 \overline{PSEN} 有效。但当访问外部数据存储器时，这两次有效的 \overline{PSEN} 信号不出现。 \overline{PSEN} 可以带动 8 个 TTL 负载。

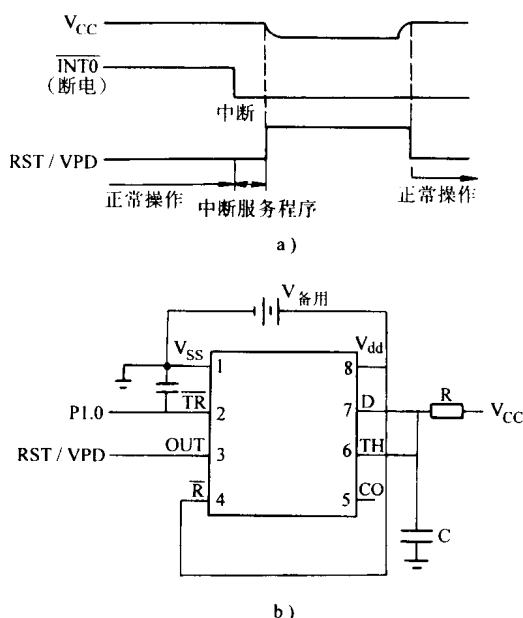


图 2-4 断电时序及断电保护电路
a) 断电时序 b) 断电保护电路

\overline{EA}/V_{PP} (31脚): 当 \overline{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{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 21V 的编程电源电压 (V_{PP})。

4. 输入/输出引脚

P0: 是一个 8 位漏极开路的双向输入/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 要求外接上拉电阻。可以带动 8 个 TTL 负载。

P2: 是一个带内部上拉电阻的 8 位双向输入输出口, 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 可带动 4 个 TTL 负载。

P1: 是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口。对 EPROM 编程和程序验证时, 接收低 8 位地址。能带动 4 个 TTL 负载。

P3: 是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口。在 MCS-51 中, 这 8 个引脚还用于专门功能。其中, P3.0 (RXD) 为串行输入口, P3.1 (TXD) 为串行输出口, P3.2 ($\overline{INT0}$) 为外部中断 0 输入, P3.3 ($\overline{INT1}$) 为外部中断 1 输入, P3.4 (T0) 为定时器 0 的外部输入, P3.5 (T1) 为定时器 1 的外部输入, P3.6 (\overline{WR}) 为外部数据存储器的写选通信号, P3.7 (\overline{RD}) 为外部数据存储器的读选通信号。

第四节 存储器配置

一、MCS-51 的存储器空间配置

(1) 物理上, 分为四个存储空间: 片内程序存储器 (8031 无)、片外程序存储器、片内数据存储器、片外数据存储器。

(2) 逻辑上, 分为三个空间: 片内、片外统一程序存储器, 片内随机存储器, 片外随机存储器。

地址编址: 程序存储器和数据存储器分别编址; 程序存储器 (片内、外) 统一编址, 使用 MOV_C 指令; 数据存储器 (片内) 统一编址, 使用 MOV 指令; 数据存储器 (片外) 统一编址, 使用 MOV_X 指令; 以字节编址。

(3) 功能上, 把存储器分为五种类型: 程序存储器, 使用 MOV_C 指令; 内部数据存储器, 使用 MOV 指令; 外部数据存储器, 使用 MOV_X 指令; 特殊功能寄存器, 使用 MOV 指令; 位地址空间, 使用 MOV、SETB、CLR 等指令。

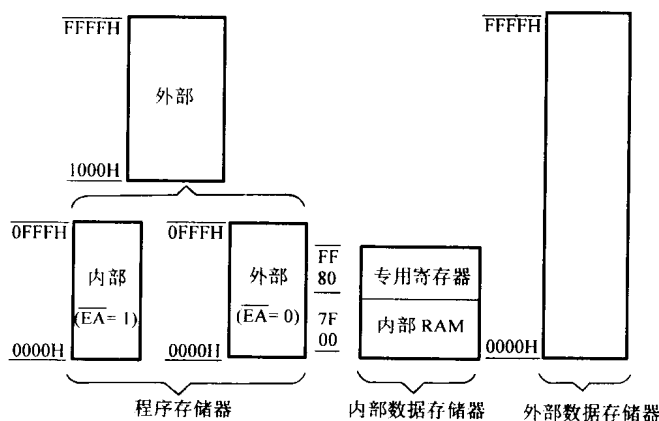


图 2-5 MCS-51 存储器的配置图

二、程序存储器

容量：可扩展到 64KB。

寻址范围：0000H ~ FFFFH，共 64KB。 $\overline{EA} = 1$ ，寻址内部程序存储器； $\overline{EA} = 0$ ，寻址外部程序存储器。

地址码长度：16 位。

寻址方式：基址 + 变址寻址，如：

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

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

作用：存放程序及程序运行时所需的常数。

特征：

(1) 若无片内程序存储器（如 8031），64KB 全部由外部程序存储器承担， $\overline{EA} = 0$ ；若有片内程序存储器，其余 60KB 由外部程序存储器承担， $\overline{EA} = 1$ ，访问内部程序存储器。发掘外部程序存储器的 4KB，使 $\overline{EA} = 0$ ，在 4KB 外部程序存储器中存入调试程序。

(2) 有七个单元具有特殊含义，它们是：①0000H：系统复位后，PC = 0000H，由 0000H 单元存放一条绝对跳转指令，用户设计的程序由跳转后的地址存放；②0003H：外部中断 0 的入口地址；③000BH：定时器 0 的溢出中断入口地址；④0013H：外部中断 1 的入口地址；⑤001BH：定时器 1 的溢出中断入口地址；⑥0023H：串行口中断入口地址；⑦002BH：定时器 2 溢出中断入口地址（8032、8052 有）。

(3) 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{PSEN} （读选通）接 EPROM 的 \overline{OE} ；数据信息由 P0 口接收。

三、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 块以及 80H ~ 0FFH 单元 128 字节的 SFR 块。

寻址范围：00H ~ 7FH。

作用：作数据缓冲器用。

特征：

(1) 00H ~ 1FH 共 32 个单元作工作寄存器用，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 2-2。

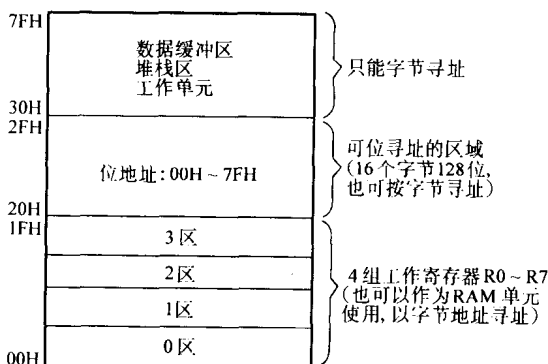


图 2-6 RAM 空间分配示意图

(2) 20H ~ 2FH 为位寻址区，作为布尔处理器存储空间的一部分。

(3) 可在内部数据存储器中开辟一个堆栈区，堆栈深度小于 128 个字节。

四、专用寄存器——特殊功能寄存器 SFR (Special Function Register)

寻址空间：80H ~ 0FFH。

注意：在 MCS-51 中，只有 22 个专用寄存器，其中 6 个是双字节寄存器。PC 为程序计数器，在物理上独立，用于安放下一条将要执行的指令的地址（程序存储器地址），是一个 16 位专用寄存器，寻址范围为 0KB ~ 64KB (65536)，不属于内部数据存储器的 SPR 块。其

余 21 个（3 个只属于 8032/8052）寄存器都属于内部数据存储器的 SFR 块，共占用了 26 个字节。其中 SBUF 有两个寄存器。

所有特殊功能寄存器的地址分配如表 2-3 所示。

表 2-2 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

表 2-3 特殊功能寄存器

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	P0	80H ~ 87H	80H
* P1	P1	90H ~ 97H	90H
* P2	P2	A0H ~ A7H	0A0H
* P3	P3	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)		0CC8H
+ RLDH	定时/计数器 2 自动再装载 (高位)		0CBH
+ RLDL	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。