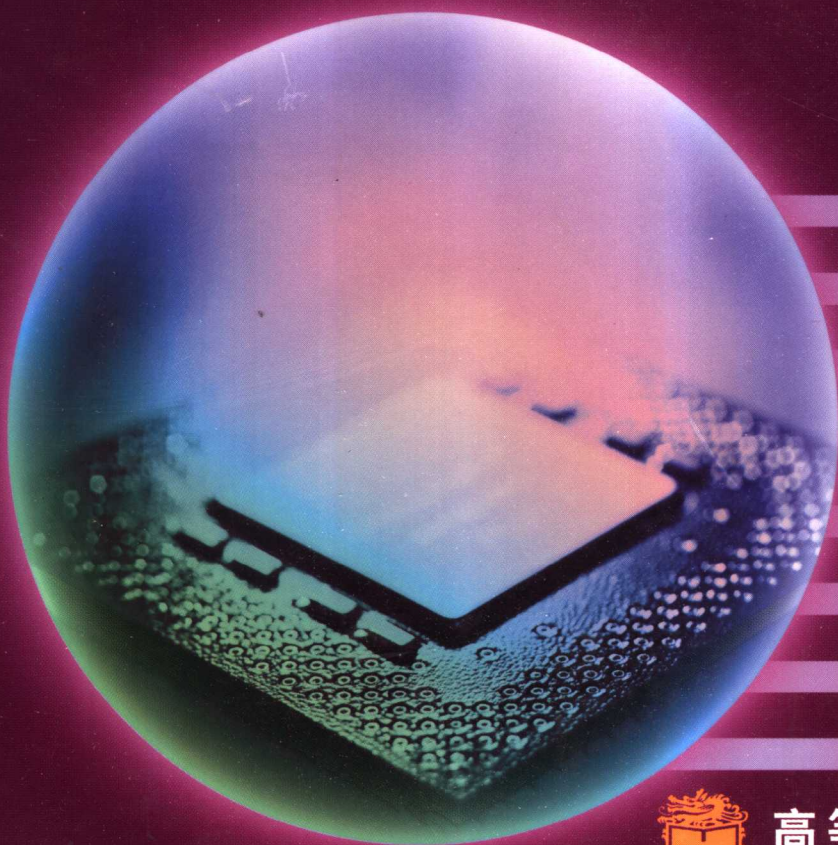




新世纪高职高专教改项目成果教材
XINSHIJI GAOZHIGAOZHUAN JIAOGAI XIANGMU CHENGGUO JIAOCAI

单片机技术实用教程

胡 锦 蔡谷明 梁先宇 编著



高等教育出版社

新世纪高职高专教改项目成果教材

单片机技术实用教程

胡 锦 蔡谷明 梁先宇 编著

高等教育出版社

内 容 提 要

本书以目前应用广泛的 89C51 单片机为主线,系统介绍了其内部结构、功能、指令系统、定时/计数器、中断系统、串行接口和并行接口,并根据高职高专教育的特点,融入了大量综合设计实例内容。为便于自学,各章配有学习指导、小结、思考题与习题。

本书适用于高职高专、成人教育及在职工程技术人员学习和参考,亦可作为电子设计竞赛单片机内容培训教材或自学用书。

图 书 在 版 编 目 (CIP) 数 据

单片机技术实用教程/胡锦,蔡谷明,梁先宇编著.

—北京:高等教育出版社,2003.6

ISBN 7-04-012554-4

I. 单… II. ①胡…②蔡…③梁… III. 单片微型计算机—高等学校:技术学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 026009 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

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 北京地质印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 12.75
字 数 300 000

版 次 2003 年 6 月第 1 版
印 次 2003 年 6 月第 1 次印刷
定 价 16.40 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

出版说明

为认真贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》，研究高职高专教育跨世纪发展战略和改革措施，整体推进高职高专教学改革，教育部决定组织实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》（教高〔2000〕3 号，以下简称《计划》）。《计划》的目标是：“经过五年的努力，初步形成适应社会主义现代化建设需要的具有中国特色的高职高专教育人才培养模式和教学内容体系。”《计划》的研究项目涉及高职高专教育的地位、作用、性质、培养目标、培养模式、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面，重点是人才培养模式的改革和教学内容体系的改革，先导是教育思想的改革和教育观念的转变。与此同时，为了贯彻落实《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》（教高〔2000〕2 号）的精神，教育部高等教育司决定从 2000 年起，在全国各省市的高等职业学校、高等专科学校、成人高等学校以及本科院校的职业技术学院（以下简称高职高专院校）中广泛开展专业教学改革试点工作，目标是：在全国高职高专院校中，遴选若干专业点，进行以提高人才培养质量为目的、人才培养模式改革与创新为主题的专业教学改革试点，经过几年的努力，力争在全国建成一批特色鲜明、在国内同类教育中具有带头作用的示范专业，推动高职高专教育的改革与发展。

教育部《计划》和专业试点等新世纪高职高专教改项目工作开展以来，各有关高职高专院校投入了大量的人力、物力和财力，在高职高专教育人才培养目标、人才培养模式以及专业设置、课程改革等方面做了大量的研究、探索和实践，取得了不少成果。为使这些教改项目成果能够得以固化并更好地推广，从而总体上提高高职高专教育人才培养的质量，我们组织了有关高职高专院校进行了多次研讨，并从中遴选出了一些较为成熟的成果，组织编写了一批“新世纪高职高专教改项目成果”教材。这些教材结合教改项目成果，反映了最新的教学改革方向，很值得广大高职高专院校借鉴。

新世纪高职高专教改项目成果教材适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2002 年 11 月 30 日

前 言

Intel 公司的 MCS-51 系列单片机因具有全双工串行通信接口、定时/计数器等独特的功能而被市场认可。ATMEL 公司的 89C×× 系列单片机继承了 MCS-51 单片机的内核, 管脚及指令完全兼容, 并与 Flash 存储器技术有机地结合在一起, 以其优良的性能比获得了十分广泛的应用。本书将以 89C51 为主线, 系统地介绍其功能、结构、指令、接口的应用及综合设计等。对 PIC 单片机也作了简要介绍。

本书根据作者多年的单片机教学和科研实践经验, 结合电子设计竞赛单片机方面内容的培训, 从初学者角度出发, 对单片机知识的介绍由浅入深, 由点到面。在介绍单片机功能结构时, 紧紧把握“如何与单片机接口, 如何编写程序”这二个令学生困惑的环节, 通过大量的系统组成和应用程序编写实例, 使学生在逐步掌握单片机系统知识的基础上, 培养学生分析问题、解决问题的能力, 提高学生的动手能力和创新能力。本教材语言简洁, 通俗易懂, 不仅适用于高职高专和成人教育, 亦适用于对计算机结构了解不深的工程技术人员。

本书是在教育部“高职高专教育电工课程教学内容体系改革、建设的研究与实践”(项目编号 III31-1) 课题组和高等教育出版社指导下编写完成的。胡锦涛同志编写第 1 章、第 2 章、第 3 章及附录, 蔡谷明同志编写第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章, 梁先宇同志编写第 8 章, 李中发同志编写第 9 章, 胡锦涛、蔡谷明负责全书的整理和统稿。参加本书编写工作的还有蔡洁、谭双安、谢沙天、周少华、鲁萍等同志。

湖南大学彭楚武教授担任本书主审, 并提出了许多宝贵的意见和建议。课题组院校对本书的编写给予了大力支持。本书在编写过程中参考了有关作者的文献, 在此一并表示诚挚的感谢。由于编者水平有限, 书中难免存在错漏或不妥之处, 敬请读者指正。

编著者

2003 年 1 月于岳麓山

目 录

第 1 章 单片机基础知识	1	3.1 寻址方式	21
1.1 概述	1	3.2 指令系统简介	22
1.1.1 微型计算机与单片机	1	3.3 数据传送类指令	23
1.1.2 89C51 系列单片机的结构特点	2	3.4 算术操作类指令	28
1.2 MCS-51 与 89C51	2	3.5 逻辑运算类指令	32
1.3 89C51 内部结构及功能部件	3	3.6 程序转移类指令	36
1.3.1 89C51 内部结构	3	3.7 位操作指令	40
1.3.2 主要功能部件	3	3.8 秒表设计	43
1.4 CPU 微处理器	4	本章小结	46
1.4.1 运算器	4	思考题与习题	47
1.4.2 控制器	6	第 4 章 定时/计数器及中断系统	48
1.5 程序存储器与数据存储器	6	4.1 定时/计数器	48
1.5.1 程序存储器	6	4.1.1 定时/计数器的功能结构	48
1.5.2 数据存储器	7	4.1.2 定时/计数器的方式寄存器 TMOD 和控制寄存器 TCON	49
1.5.3 专用寄存器 SFR	8	4.1.3 工作方式及工作编码	50
本章小结	9	4.1.4 定时/计数器的初始化	52
思考题与习题	9	4.2 中断系统	54
第 2 章 单片机基本系统	10	4.2.1 中断源与中断服务程序的入口 地址	54
2.1 单片机基本系统	10	4.2.2 中断结构与中断允许寄存器 IE 及 中断优先级控制器 IP	55
2.1.1 89C51 引脚	10	4.2.3 中断的响应与撤除	57
2.1.2 单片机基本系统	11	4.2.4 使用中断方式完成程序功能的 步骤	58
2.1.3 输入/输出引脚	12	4.3 定时/计数器与中断的应用	58
2.1.4 控制线	12	4.3.1 秒表程序再设计	58
2.1.5 低功耗操作方式与电源控制 寄存器 PCON	12	4.3.2 简易数字频率计的制作	62
2.2 单灯闪烁与顺序点亮硬件设计	14	本章小结	65
2.3 程序设计	15	思考题与习题	65
2.3.1 基本指令	15	第 5 章 串行口与通信	67
2.3.2 汇编语言源程序格式和伪指令	17	5.1 串行接口的功能与结构	67
2.3.3 程序设计	17	5.2 串行口收发控制器 SCON	69
2.4 源程序汇编	19	5.3 串行口通信波特率	70
2.5 编程器的使用(机器码固化)	20	5.4 串行口应用程序编写	71
本章小结	20		
思考题与习题	20		
第 3 章 指令系统	21		

5.4.1 串行口初始化	71	7.4.2 音视频信号矩阵切换	123
5.4.2 串行口工作方式 0 的应用程序 编写	72	7.5 视频字符显示	125
5.4.3 双机通信实验	72	7.5.1 D6145C	125
5.5 串行通信的电平转换接口电路 ..	74	7.5.2 D6145C 与 89C51 的接口与应用 ...	130
5.5.1 RS-232 电平转换接口电路	74	7.6 水温控制系统 (1997 年全国 大学生电子设计竞赛试题)	132
5.5.2 RS-422 电平转换接口电路	75	7.7 自动往返电动小汽车 (2001 年全国 大学生电子设计竞赛试题)	139
本章小结	76	7.8 AT89C8051 系列单片机介绍	149
思考题与习题	76	7.8.1 AT89C8051 与 AT89C2051	149
第 6 章 并行 I/O 接口与应用	77	7.8.2 AT89C52	150
6.1 并行 I/O 接口的结构和功能	77	本章小结	154
6.2 程序存储器与数据存储器的 扩展	80	思考题与习题	155
6.3 并行 I/O 口的扩展	82	第 8 章 PIC16C5x 系列单片机	156
6.3.1 INTEL 8155/8156	82	8.1 PIC16C5x 性能特点	156
6.3.2 8155/8156 与 89C51 的接口	86	8.2 PIC16C5x 结构及引脚	158
6.4 4 位 LED 显示芯片 MC14499 与 单片机的接口	88	8.3 指令系统	160
6.4.1 MC14499	88	本章小结	168
6.4.2 MC14499 与 89C51 的接口	90	思考题与习题	168
6.5 8 位 D/A 转换芯片 AD558 与 单片机的接口	91	第 9 章 单片机开发工具	169
6.6 12 位 A/D 转换芯片 ADS774 与 单片机的接口	93	9.1 概述	169
6.6.1 ADS774	93	9.2 开发系统简介	170
6.6.2 ADS774 与单片机的接口 (简易 数字电压表的制作)	98	9.2.1 组成与功能	170
本章小结	102	9.2.2 仿真系统硬件的安装	171
思考题与习题	102	9.3 集成调试软件的使用	172
第 7 章 综合性设计实例	103	附录 1 89Cxx 系列单片机按功能 排列的指令表	182
7.1 设计概要	103	附录 2 89Cxx 系列单片机按操作 码顺序排列的指令表	187
7.2 键盘扫描	106	附录 3 89Cxx 系列单片机专用寄 存器 SFR 一览表	191
7.3 电子时钟	111	附录 4 89Cxx 系列单片机加电或 复位后专用寄存器状态	192
7.3.1 DS12887	111	附录 5 89Cxx 系列单片机型号 介绍	193
7.3.2 电子时钟的设计	119	参考文献	195
7.4 音视频信号矩阵切换	121		
7.4.1 MT8816	122		

第 1 章 单片机基础知识

【学习指导】 本章介绍 89C51 内部结构、功能，包括 CPU 原理、程序存储器、数据存储器配置、专用寄存器 SFR 以及程序计数器 PC、堆栈指针 SP 的概念与作用。有些内容可以在学习后面有关章节时，回头深入体会。通过本章学习，要求掌握：

1. 89C51 的主要功能结构。
2. 89C51 片内程序存储器的容量与地址分布，CPU 访问时与引脚 EA 电平的关系。
3. 89C51 片内数据存储器 RAM 的容量与地址分布及三个功能区的划分。
4. 89C51 专用寄存器 SFR 的功能与地址分布。
5. 程序计数器 PC 及 SFR 中 A、B、PSW、SP、DPTR 的功能。

1.1 概述

1.1.1 微型计算机与单片机

一台计算机主要由这样几部分组成：CPU（进行运算、控制）、程序存储器、数据存储器、输入/输出设备（串行、并行输入/输出口等）。在个人计算机中，这些部分被分成若干块芯片，安装在一个称为主板的印制电路板上；而在单片机中，这些部分全部集成在一块电路芯片内，所以称之为单片机（单个芯片），也称为微控制器。购买一块计算机主板（含 CPU）需要几千元，而一块单片机仅需几元到几十元。当然，其工作速度、处理能力不可能和计算机相比，但由于其成本低、体积小，作为实时控制则具有很强的优越性。

1.1.2 89C51 系列单片机的结构特点

首先, 89C51 系列单片机在存储器结构上, 严格地将程序存储器 (ROM) 和数据存储器 (RAM) 在空间上分开, 并使用不同的寻址方式和地址指针。ROM 用来存放调试好的程序指令、常数及数据表格, RAM 则用来存放少量的随机数据。采用这种存储器结构主要考虑到单片机的控制特点, 即需要较大的程序存储空间和较小的随机数存储空间。由于集成度的限制, 在单片机内的存储器容量不会很大, 但允许用户在片外扩展存储器。因此, CPU 可以进行操作的存储器可分为内部程序存储器、外部程序存储器及内部数据存储器、外部数据存储器。

单片机芯片上集成了很多的元器件, 需要的引脚就很多, 但由于工艺和成品率等原因, 芯片上的引脚又不能太多。为了解决实际允许的引脚数和需要的引脚数之间的矛盾, 单片机的引出线一般都设计为多功能型。每条引线在某一时刻起什么作用, 由指令和机器状态决定。因此, 单片机对外并不存在专用的数据总线和地址总线, 而是采用分时复用技术来解决片外数据和地址的传送问题。

在单片机中, 有 21 个颇具特色的特殊功能寄存器 SFR。要理解单片机的工作原理, 必须对这些特殊功能寄存器的工作过程有清楚的了解。正是由于有了 SFR, 才使一个只有 40 个脚封装的单片机系统的功能获得很大的扩充, 并使 I/O 口在程序的控制下具有第二功能。利用 SFR 还可以完成对定时/计数器、串行口和中断的控制。

单片机的另一个特点是在其内部有一个全双工的串行接口, 在程序的控制下, 串行口能工作于四种方式。用户可根据需要将它设定为移位寄存器方式, 以扩充 I/O 接口和外接同步输入、输出设备; 或用作异步通信接口, 以实现双机或多机通信。因此, 单片机能很方便地组成分布式控制系统。

最后, 在单片机内部有一个能进行独立操作的位处理器, 它有自己的累加器以及可寻址的 RAM、特殊功能寄存器和 I/O 口, 并设有专门的按位操作的指令。利用这些功能, 可以方便地进行组合逻辑设计和用软件模拟组合逻辑的功能, 这一点在工业控制中十分有用。

以上介绍了单片机结构的主要特点, 这些特点的掌握对后面内容的学习十分重要。

1.2 MCS - 51 与 89C51

当前, 彩电、空调、洗衣机均采用单片机控制, 它们所使用的单片机都是专用型, 即不能互换或移作它用。通用型单片机品种很多, Intel 公司的 MCS - 51 和 ATMEL 公司的 89 系列单片机是目前市场上性价比较好的流行品种。它们的功能、指令、管脚基本相同, 主要差别在于 ROM 与 RAM, 如表 1.1 所示 (Flash 参见 7.8 节)。

8031、8032 片内无 ROM, 需要外扩程序存储器; 8051、8052 为片内掩膜 ROM, 供一次程序固化; 8751、8752 为光可擦片内 ROM, 由于擦写不方便, 厂家生产较少; ATMEL89C51、89C52 为 Flash 存储器, 擦写方便, 为市场流行品种。以下主要介绍 89C51 的结构功能及其应用。

表 1.1 MCS-51 与 89C51 存储器容量

单片机型号	片内程序存储器 ROM		片内数据存储器 RAM		专用寄存器 SFR	
	容量 (字节)	地址分布	容量 (字节)	地址分布	容量 (字节)	地址分布
8031	无	...	128	00H ~ 7FH	128	80H ~ FFH
8032	无	...	256	00H ~ FFH	128	80H ~ FFH
8051	掩膜 4KB	0000H ~ 0FFFH	128	00H ~ 7FH	128	80H ~ FFH
8052	掩膜 8KB	0000H ~ 1FFFH	256	00H ~ FFH	128	80H ~ FFH
8751	光可擦 4KB	0000H ~ 0FFFH	128	00H ~ 7FH	128	80H ~ FFH
8752	光可擦 8KB	0000H ~ 1FFFH	256	00H ~ FFH	128	80H ~ FFH
89C51	Flash4KB	0000H ~ 0FFFH	128	00H ~ 7FH	128	80H ~ FFH
89C52	Flash8KB	0000H ~ 1FFFH	256	00H ~ FFH	128	80H ~ FFH

1.3 89C51 内部结构及功能部件

1.3.1 89C51 内部结构

89C51 内部结构方框图如图 1.1 所示，它包括 CPU、存储器（ROM、RAM）、I/O 接口、定时/计数器、中断控制器等。这些部件集成在一块芯片内，片内各功能部件通过内部总线相互连接。

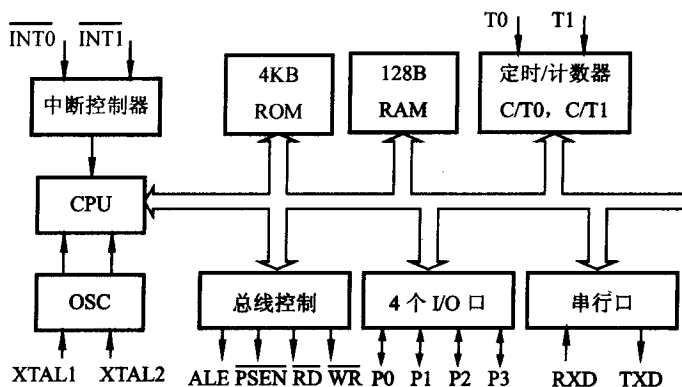


图 1.1 89C51 结构方框图

1.3.2 主要功能部件

89C51 的主要功能部件包括：

1. 8 位 CPU。
2. 片内振荡器：振荡频率 0 ~ 24MHz (MCS - 51 为 1.2 ~ 12MHz)。
3. 4KB 片内 Flash ROM，片内外程序存储器寻址范围 64KB。
4. 128B 片内 RAM，片外数据存储器寻址范围 64KB。
5. 21 个专用存储器。
6. 4 个 8 位并行 I/O 接口：P0，P1，P2，P3。
7. 1 个全双工串行接口。
8. 2 个 16 位定时/计数器 C/T0、C/T1。
9. 5 个中断源，可编为二个优先级。
10. 111 条指令，含乘、除法各 1 条。
11. 单总线结构。
12. 单一 +5V 电源。

1.4 CPU 微处理器

CPU 又称微处理器，由运算器和控制器二部分组成。

1.4.1 运算器

运算器由算术逻辑单元 ALU 及相关的专用寄存器组成。

算术逻辑单元 ALU 在控制信号作用下可进行各种算术操作和逻辑操作，如加、减、加 1、减 1、逻辑与、逻辑或、逻辑异或、循环移位、数据传送、程序转移等；在 B 寄存器配合下，可进行乘、除等操作。

专用寄存器组主要用于指示当前所执行指令的内存地址、存放操作数和指示指令执行后的状态等，是 CPU 不可缺少的部件。主要包括程序计数器 PC、累加器 A、程序状态寄存器 PSW、堆栈指针 SP、数据指针 DPTR 和专用寄存器 B。

1. 程序计数器 PC

程序计数器 PC 在物理上是独立的，是不属于专用寄存器 SFR 块的一个 16 位专用寄存器，其寻址范围为 0000H ~ FFFFH (64KB)，它是管理程序执行顺序的特殊功能寄存器。程序计数器具有以下三种功能：

(1) 复位功能：单片机有效复位时 PC 内容为 0000H。

(2) 计数功能：CPU 取指令时，总是以 PC 内的内容作地址，依此地址从 ROM 中取出指令的机器码，然后 PC 的内容自动加 1。

(3) 直接置位功能：程序有跳转时，将跳转的目标程序地址自动赋给 PC；程序在调用或产生中断时，原调用或中断的断口地址会自动压入堆栈，待调用返回或中断返回时，其堆栈保留的 PC 断口地址自动从堆栈弹入 PC 内。

2. 累加器

累加器 A 是一个最常用的专用寄存器，大部分操作指令的操作数取自累加器 A，其运算结果大多也存放于累加器 A 中。指令系统用 A 作累加器的助记符。

3. 程序状态寄存器 PSW

PSW 是一个 8 位寄存器，包含了程序状态信息。各位含义如下，其中 PSW.1 未用。

CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	—	P
----	----	----	-----	-----	----	---	---

(1) P (PSW.0) 奇偶标志：表征累加器 A 中值 1 的个数的奇偶性，1 的个数为奇数时值为 1，否则为 0。

(2) OV (PSW.2) 溢出标志：在带符号加减运算时，当运算结果超出 A 的带符号数（2 的补码）表示范围（-128 ~ +127）时，值为 1，否则为 0；乘法运算时，积超过 255 时，OV 为 1，否则为 0；除法运算时，除数为 0 时，OV 为 1，否则为 0。

(3) RS1、RS0 (PSW.4, PSW.3)：工作寄存器区选择控制位。

为 00 选择区 0；为 01 选择区 1；为 10 选择区 2；为 11 选择区 3；参见 1.4.2 节。复位后指向工作寄存器区 0。

(4) F0 (PSW.5) 标志：留给用户使用，可由程序置 1 或清 0，也可由程序测试 F0 以控制程序流向。

(5) AC (PSW.6) 辅助进位标志：当进行加法或减法操作而产生低 4 位向高 4 位进位或借位时，AC = 1，否则为 0；

(6) CY (PSW.7) 进位标志：当进行加法或减法操作而产生进位或借位时，CY = 1，否则为 0。在位操作中，被当作位累加器。

PSW 复位值为 00H。

4. 堆栈指针 SP

SP 是一个 8 位寄存器，能自动加 1 或减 1，专门用来存放堆栈的栈顶地址，故称为堆栈指针。

何谓堆栈？计算机中的堆栈类似于商业中的货栈，是一个按照“先进后出”或“后进先出”规律存取数据的 RAM 区域。这个区域可大可小，常称为堆栈区。89C51 的片内 RAM 有 128 字节，地址范围为 00H ~ 7FH，这个区域可用作堆栈区，即作堆栈来使用。堆栈有栈顶和栈底之分，栈底地址由 SP 复位值决定，SP 复位值为 07H，即栈底地址是 07H。栈顶地址由 SP 实时值决定，即由 SP 指示，是变化的。因此，当堆栈空无数据时，SP 实时值等于 SP 初始值，堆栈中存放的数据越多，SP 实时值越大，堆栈每压入一字节数据，SP 加 1；每弹出一字节数据，SP 减 1。由于片内 RAM 最高地址为 7FH，所以 SP 实时最大值不能超过 RAM 区的 7FH 单元。89C51 片内 RAM 只有 128 字节，为了留出一些空间来存放运算数据，不能划给堆栈太多空间，因此，程序开始时，往往重新赋 SP 初值，如 MOV SP, #60H 即将片内 RAM 区内 60H ~ 7FH 单元留给堆栈用。

堆栈有什么作用？当程序调用子程序或产生中断时，原程序断点地址 PC 值必须自动保留，以便于从子程序或中断返回时，PC 指针能自动获取断点 PC 值。堆栈具备自动压入和自动弹出断点 PC 值功能。当然，用压入或弹出指令，也可将现场数据临时存放在堆栈中。

5. 数据指针 DPTR

DPTR 是一个 16 位二进制寄存器，由高 8 位 DPH 和低 8 位 DPL 拼装而成。既可以作为 16 位寄存器使用，也可以作两个独立的 8 位寄存器使用。它可用来存放片内 ROM 区中数据地址和片外 RAM 区地址。

6. 寄存器 B

在乘除运算指令中，用到了寄存器 B。乘法指令的两个操作数分别取自 A 和 B，相乘结果高 8 位存于 B 中，低 8 位存于 A 中。其他指令，B 可当作一般寄存器存取数据。

1.4.2 控制器

控制器包括指令寄存器、指令译码电路、定时控制电路等部件。在振荡器的基准时钟作用下，从程序计数器 PC 所指示的程序存储器 ROM 地址内取出指令（机器码），送指令寄存器，再经指令译码电路产生各种相应的操作时序和控制信号。有关片外工作时序将在 6.2 节中予以介绍。

1.5 程序存储器与数据存储器

1.5.1 程序存储器

程序存储器是存放程序机器码的地方，程序存储器只能用专用编程器对它擦除（全 1）和重写，单片机正常运行时只能读取其机器码，不能擦除与改写。由于 89C51 的 PC 有 16 位，故寻址范围为 64KB，程序存储器的编址从 0000H 开始，最大可至 FFFFH。

程序存储器的编址规律：先片内，后片外，片内、片外连续，二者不可重叠。对片内有 ROM 的芯片（EA 为高电平，参见 2.1.5 节），复位后先执行片内的程序，当程序超过 4KB（51 子系列）或超过 8KB（52 子系列）时，将自动转去执行片外程序存储器中的程序。对片内无 ROM 的 8031 与 8032，EA 引脚接低电平，此时只访问片外程序存储器。如图 1.2 所示。

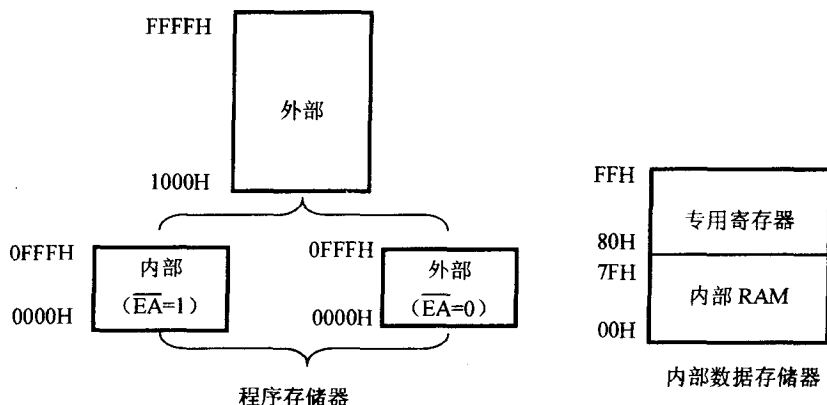


图 1.2 89C51 存储器配置

要注意的是，程序存储器有 7 个特殊单元，第一个为 0000H，由于单片机复位后 PC 的内容为 0000H，故系统复位后从 0000H 开始执行程序。另外 6 个单元 0003H、000BH、0013H、001BH、0023H、002BH 为中断服务程序入口地址（参见 4.2.1 节），所以主程序一般放在 30H 开始的单元内，0000H 放置一条跳转指令（LJMP MAIN）即可。

1.5.2 数据存储器

数据存储器是用来存取运算数据的地方，单片机断电时，其存放的数据随之失去。数据存储器在物理上和逻辑上分为二个地址空间，一个是片内 RAM，访问时用 MOV 指令；另一个是片外 RAM（外扩），访问时用 MOVX 指令。片内 RAM 的容量非常少，许多情况下，为了降低成本，减小外扩芯片数量，而不外扩片外 RAM。因此，熟悉和用好片内 RAM 非常重要。RAM 在物理上又分 3 个不同的块，如图 1.3 所示，00H ~ 7FH 单元组成低 128 字节的 RAM 块；80H ~ FFH 单元组成高 128 字节的 RAM 块（仅 52 子系列有）；80H ~ FFH 单元组成 128 字节的专用寄存器块（SFR）。

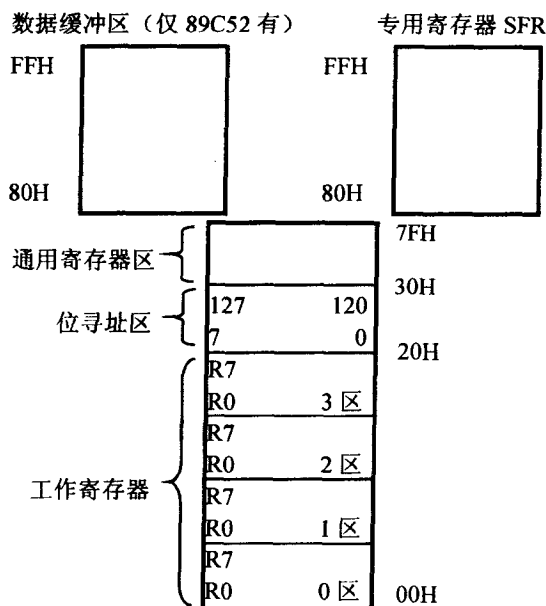


图 1.3 89C51 内部数据存储器

在 52 子系列中，高 128 字节的 RAM 块与 SFR 块的地址是重合的，因此，访问高 128 字节 RAM 块时，用寄存器间接寻址方式，访问 SFR 块时则只能用直接寻址方式（参见 3.1 节寻址方式）。访问低 128 字节 RAM 块时，两种方式都可采用。

低 128 字节 RAM 块又划为三个功能区。第一个功能区 00H ~ 1FH 共 32 字节，称为工作寄存器区，其中 00H ~ 07H、08H ~ 0FH、10H ~ 17H、18H ~ 1FH 分别称为工作寄存器 0 区、1 区、2 区、3 区，用专用寄存器 PSW（程序状态字）中的二位 PSW.4、PSW.3 来确定使用哪一个工作寄存器区。每个区含有 8 个 8 位的寄存器，分别取名为 R0 ~ R7。

第二个功能区 20H~2FH 共 16 字节，称为位寻址区。8 位/字节 × 16 字节 = 128 位，位地址分别为 00H~7FH，如图 1.4 所示。

RAM 地址		7FH							
位寻址区	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
工作寄存器区	1FH	3 区							
	18H								
	17H	2 区							
	10H								
	0FH	1 区							
	08H								
	07H	0 区							
	00H								

图 1.4 89C51 RAM 内工作寄存器区与位寻址区

第三个功能区 30H~7FH 为通用数据缓冲区。

1.5.3 专用寄存器 SFR

SFR 是特殊用途的寄存器集合，主要用于控制管理片内算术逻辑部件、并行 I/O 口、串行 I/O 口、定时/计数器、中断系统等功能模块的工作。用户在编程时可以置数设定，但不能任意移作它用。89C51 的 SFR 有 21 个，89C52 有 26 个，间断分布在片内 80H~FFH 地址范围内，访问时只能采用直接寻址方式（参见附录 3）。本章前面已介绍与运算器相关联的累加器 A、寄存器 B、程序状态字 PSW、堆栈指针 SP、数据指针 DPTR 等，对 89C51、余下的寄存器将在后面章节作介绍。

本章小结

1. 89C51 为 8 位 CPU，内部含有程序存储器、数据存储器及 21 个专用寄存器，还配置有 4 个 8 位 I/O 口、1 个全双工串行通信口、2 个 16 位定时/计数器和 5 个中断源。
2. 89C51 片内有 4KB 电可擦程序存储器，地址为 0000H ~ 0FFFH。
3. 89C51 片内有 128 字节的数据存储器，地址为 00H ~ 7FH。分为三个功能区：00H ~ 1FH 为 4 个工作寄存器区（每区 8 个字节，取名 R0 ~ R7），20H ~ 2FH 为位寻址区，30H ~ 7FH 为通用寄存器区。
4. 89C51 有 21 个专用寄存器，间断分布在 80H ~ FFH 地址区域内，主要用于控制管理算术逻辑部件、并行 I/O 口、串行 I/O 口、定时/计数器、中断系统等功能模块的工作。

思考题与习题

- 1.1 MCS-51 单片机有哪些种类？各有什么特点？
- 1.2 单片机的结构特点主要表现在哪些方面？
- 1.3 描述 89C51 内部结构和功能。
- 1.4 89C51 片内程序存储器容量为多少？寻址范围为多少？
- 1.5 89C51 片内 RAM 容量为多少？可分为哪几部分？各有什么特点？
- 1.6 89C51 中决定程序执行顺序的寄存器是哪一个？它是几位的寄存器？有什么功能？
- 1.7 描述 PSW 各位的含义。
- 1.8 什么是堆栈？89C51 的堆栈最大容量为多少？堆栈有什么功能？

第 2 章 单片机基本系统

【学习指导】 本章介绍 89C51 基本系统的构成与故障排除，并初步接触指令、源程序编写格式与编写方法，源程序的汇编与编程器的使用。通过本章学习，要求掌握：

1. 89C51 引脚功能。
2. 基本系统构成及故障排除。
3. 源程序编写格式并初步掌握源程序编写方法。
4. 源程序汇编。
5. 目标代码固化。

2.1 单片机基本系统

2.1.1 89C51 引脚

89C51 芯片采用高速 CMOS 制造工艺，通用型为 40 脚双列直插封装方式，其引脚如图 2.1 所示。管脚顺序从缺口处左上角到左下角依次为引脚（1）~（20），右下角到右上角依次为引脚（21）~（40）。只要将 +5V 电源接到 V_{CC} 、 V_{SS} 两端，将晶振接到 XTAL1、XTAL2 两端，将复位电路接入 RST 端，给 EA 端加入高电平控制电压，然后将机器码固化到 89C51 内就可以使用了。

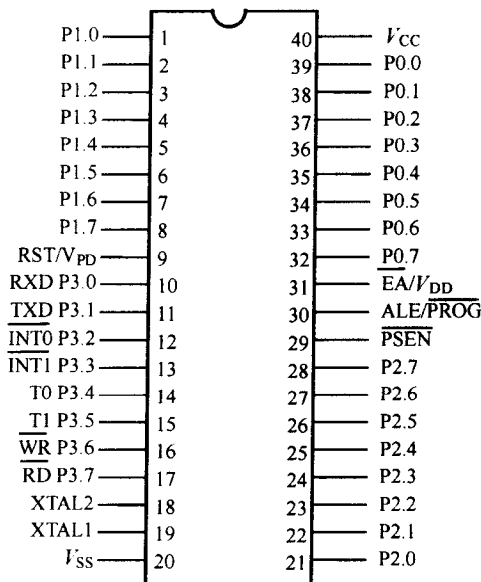


图 2.1 89C51 芯片引脚图