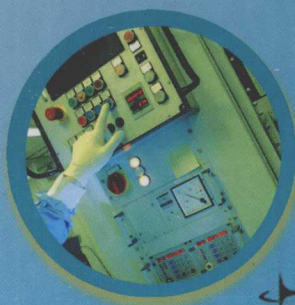
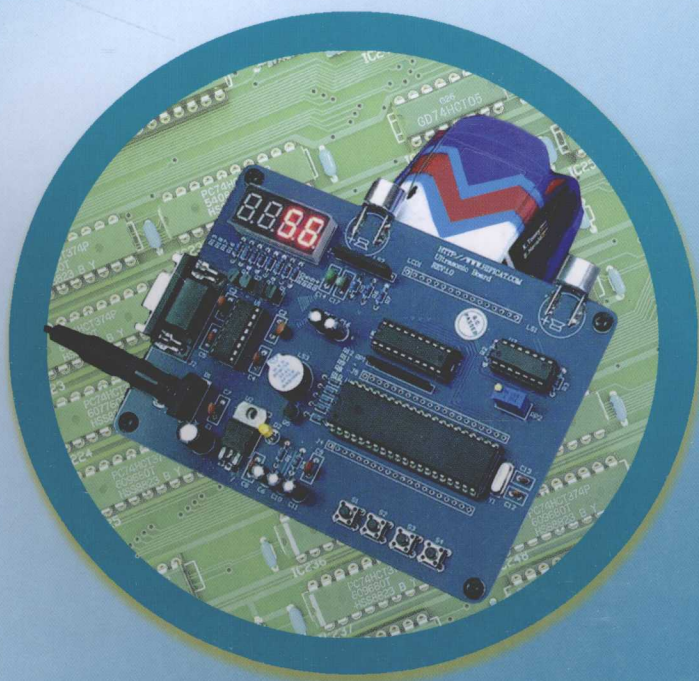


高等院校培养应用型人才电子技术类课程系列规划教材

# 单片机原理课程设计

主编 张一斌 余建坤



中南大学出版社  
www.csupress.com.cn

高等院校培养应用型人才电子技术类课程系列规划教材

# 单片机原理课程设计

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 主 编 | 张一斌 | 余建坤 |
| 副主编 | 曾 屹 | 陈日新 |
|     | 任 嘉 | 夏向阳 |

中南大学出版社

---

**图书在版编目(CIP)数据**

单片机原理课程设计/张一斌,余建坤主编. —长沙:  
中南大学出版社,2009  
(高等院校培养应用型人才电子技术类课程系列规划教材)  
ISBN 978-7-81105-842-0

I. 单... II. ①张... ②余... III. 单片微型计算机-课程  
设计-高等学校-教材 IV. TP368.1-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 169382 号

---

**单片机原理课程设计**

张一斌 余建坤 主编

---

☐责任编辑 邓立荣

☐责任印制 文桂武

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙市华中印刷厂

---

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 12.75 ☐字数 308 千字

☐版 次 2009 年 9 月第 1 版 ☐2009 年 9 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-81105-842-0

☐定 价 25.00 元

---

图书出现印装问题,请与经销商调换

# 高等院校培养应用型人才 电子技术类课程系列规划教材编委会

丛书主编: 吴新开

从书副主编: 张一斌、郭照南

编委会人员: (排名不分先后)

吴新开(湖南科技大学)

欧青立(湖南科技大学)

沈洪远(湖南科技大学)

姚 屏(湖南科技大学)

韦文祥(湖南科技大学)

曾 屹(中南大学)

张一斌(长沙理工大学)

王小华(长沙理工大学)

刘 晖(长沙理工大学)

夏向阳(长沙理工大学)

刘奇能(湘潭大学)

俞子荣(南昌航空大学)

周南润(南昌大学)

方安安(南昌大学)

郭瑞平(辽宁科技学院)

吴舒辞(中南林业科技大学)

朱俊杰(中南林业科技大学)

李 颖(中南林业科技大学)

任 嘉(中南林业科技大学)

曹才开(湖南工学院)

郭照南(湖南工程学院)

孙胜麟(湖南工程学院)

贺攀峰(湖南工程学院)

余晓霏(湖南工程学院)

刘安玲(长沙学院)

张 丹(长沙学院)

刘 辉(长沙学院)

张跃勤(长沙学院)

张海涛(长沙学院)

周继明(邵阳学院)

江世明(邵阳学院)

余建坤(邵阳学院)

罗邵萍(邵阳学院)

石炎生(湖南理工学院)

张国云(湖南理工学院)

刘 翔(湖南理工学院)

陈日新(湖南文理学院)

王南兰(湖南文理学院)

周志刚(湖南文理学院)

王 莉(湖南商学院)

何 静(湖南商学院)

蒋冬初(湖南城市学院)

雷 蕾(湖南城市学院)

祖国建(娄底职业技术学院)

刘理云(娄底职业技术学院)

张玲玲(郴州职业技术学院)

# 总序

随着我国科学技术不断地发展、完善,以及教育体系不断地更新,社会用人单位对高校人才培养模式提出了更高更新的要求。复合型、创新型、实用型人才日益受到用人单位的青睐。这种发展趋势必将会使高校的人才培养模式面临着新的挑战,这就意味着如何提高高等学校毕业生的实际工作能力尤为重要。诚然,除了努力加强实践教学之外,还应着力加强和推进理论教学及其教材的建设与更新,显然,它是提高高等学校教学质量的一个必不可少的重要环节。根据教育部、财政部《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》的文件精神,启动“万种新教材建设项目,加强新教材和立体化教材建设”工程,积极组织好教师编写新教材。

鉴于此,中南大学出版社特邀请湖南省及外省部分高等学校从事电工电子技术教学、实验和应用研究的教授、专家和教学第一线的骨干教师、高级实验师组成了教材编委会,编写了这套电工电子技术系列教材。

本系列教材的主要特点为:

1. 充分吸取了教学改革、课程设置与教材建设等方面的经验成果,在内容的选材上(如例题和习题)力求理论紧密联系实际、注重实用技术的讲解和实用技能的训练。同时也能较好地反

映出电子电气信息领域的最新研究成果,体现电子电气应用领域的新知识、新技术、新工艺与新方法。

2. 根据专业特点,对传统教材的内容进行了精选、整合、优化,以满足理论教学与实验教学的需求。同时,注意到与相关课程内容之间的衔接,从而保证了教学的系统性,有利于理论教学。

3. 编写与电子技术类课程设计相配套的指导性教材,有利于实践性教学。

4. 在本系列教材中,基本概念的阐述较清晰,层次分明,语言表述做到了通俗易懂,有利于学生自学。

目前,我国高等教育的模式还在日趋完善,教材体系尚未完全建立,教材编写还处于不断探索的阶段,仍需要我国高等学校的广大教师持之以恒、不懈努力、辛勤耕耘,编写出更多更好的能满足新形势下教学需要的实用教材。

我相信并殷切地期望本系列教材的出版,它不仅会受到广大教师的欢迎,满足教学的需要,而且还将会对我国高等学校的教材建设起到积极的促进作用。最后,预祝《高等院校培养应用型人才电子技术类课程系列规划教材》出版项目取得成功,为我国高等教育事业和信息产业的蓬勃发展与繁荣昌盛培土施肥。同时,也恳切地希望广大读者、同仁,对该系列教材的不足之处提出中肯的意见和有益的建议,以便再版时更正。



谨识

教育部中南地区高等学校电子电气基础课教学研究会理事长  
武汉大学电子信息学院 教授/博士生导师

# 前 言

单片机原理课程设计是培养学生单片机应用系统设计与开发能力的重要教学环节，应用性强。学生通过课程设计，综合应用单片机系统知识来完成一个应用系统开发的全过程，达到单片机实践动手能力的培养和提高。通过把单片机知识融会贯通，提高解决实际工程技术问题的能力。

本书介绍了 51 单片机系统、单片机仿真技术、单片机开发平台、单片机功能模块电路、单片机课程设计课题。内容翔实实用，叙述简洁清晰，突出对系统硬件与软件设计的指导，注重训练学生在单片机应用系统功能模块的设计与制作方面的实际动手能力，为学生从事单片机课程设计提供了有力的工具。本书由张一斌教授策划和统稿，参加编写的人员有：张一斌，余建坤，曾屹，陈日新，任嘉，夏向阳。

本书的编写参阅了许多教材和参考文献，编者在此谨向各位作者表示诚挚的感谢。

由于作者学识和水平所限，虽经努力，书中仍难免有疏漏和不妥，甚至错误之处，恳请读者指出，帮助改正。

**编 者**

2009 年 9 月

作者 E-mail: zhangyb8920@yahoo.com.cn

# 目 录

|                          |      |
|--------------------------|------|
| <b>第 1 章 单片机及其仿真技术</b>   | (1)  |
| 1.1 AT89S51 的结构和性能       | (1)  |
| 1.1.1 AT89S51 的内部结构      | (1)  |
| 1.1.2 AT89S51 的外部特性      | (11) |
| 1.2 单片机的指令系统             | (12) |
| 1.2.1 数据传送类指令            | (12) |
| 1.2.2 算术运算类指令            | (14) |
| 1.2.3 逻辑运算类指令            | (15) |
| 1.2.4 控制转移类指令            | (16) |
| 1.2.5 位操作类指令             | (17) |
| 1.3 单片机的汇编程序设计方法与技巧      | (18) |
| 1.3.1 概述                 | (18) |
| 1.3.2 实用程序的编写方法与技巧       | (20) |
| 1.4 单片机仿真技术              | (27) |
| 1.4.1 单片机仿真设计技术          | (27) |
| 1.4.2 ISIS 编辑界面基本操作      | (28) |
| 1.4.3 电路原理图设计            | (30) |
| 1.4.4 电路测试               | (35) |
| 1.4.5 ISIS 的单片机系统仿真      | (37) |
| 1.5 AT89S51 的在线编程 ISP    | (47) |
| 1.5.1 Flash 串行编程/下载接口电路  | (47) |
| 1.5.2 编程算法               | (47) |
| 1.5.3 数据查询               | (47) |
| 1.5.4 串行编程命令             | (48) |
| <b>第 2 章 单片机课程设计工具平台</b> | (50) |
| 2.1 Keil C51 概述          | (50) |
| 2.2 Keil C51 的开发流程       | (51) |
| 2.3 Keil C51 的安装及基本操作    | (52) |
| 2.3.1 Keil C51 的安装       | (52) |
| 2.3.2 菜单命令               | (54) |
| 2.4 Keil C51 项目的创建       | (60) |



|                    |                    |             |
|--------------------|--------------------|-------------|
| 2.5                | Keil C51 工程项目的编译   | (62)        |
| 2.6                | 编译优化代码             | (66)        |
| 2.7                | 调试运行               | (70)        |
| 2.8                | Keil C51 调试技巧      | (72)        |
| <b>第3章 单片机功能模块</b> |                    | <b>(77)</b> |
| 3.1                | LED 显示模块           | (77)        |
| 3.1.1              | MAX7219 简介         | (77)        |
| 3.1.2              | 硬件参考电路             | (80)        |
| 3.1.3              | 软件参考程序             | (81)        |
| 3.1.4              | HD7279 简介          | (83)        |
| 3.1.5              | 硬件参考电路             | (88)        |
| 3.1.6              | 软件参考程序             | (89)        |
| 3.2                | 液晶显示模块             | (97)        |
| 3.2.1              | OCMJ B 系列液晶显示模块简介  | (97)        |
| 3.2.2              | 硬件参考电路             | (102)       |
| 3.2.3              | 软件参考程序             | (102)       |
| 3.3                | 单片机 A/D 接口模块       | (105)       |
| 3.3.1              | MAX197 芯片简介        | (105)       |
| 3.3.2              | MAX197 硬件参考电路      | (108)       |
| 3.3.3              | MAX197 软件参考程序      | (108)       |
| 3.3.4              | TLC549 芯片简介        | (111)       |
| 3.3.5              | TLC549 硬件参考电路      | (113)       |
| 3.3.6              | TLC549 软件参考程序      | (113)       |
| 3.4                | 单片机 D/A 接口模块       | (116)       |
| 3.4.1              | MAX527 芯片简介        | (116)       |
| 3.4.2              | MAX527 硬件参考电路      | (118)       |
| 3.4.3              | 软件参考程序             | (120)       |
| 3.4.4              | MAX517 串行 D/A 芯片简介 | (121)       |
| 3.4.5              | 硬件参考电路             | (123)       |
| 3.4.6              | 软件参考程序             | (123)       |
| 3.5                | 无线传输模块             | (127)       |
| 3.5.1              | nRF401 简介          | (127)       |
| 3.5.2              | PTR2000 无线传输模块     | (128)       |
| 3.5.3              | 硬件参考电路             | (130)       |
| 3.5.4              | 软件参考程序             | (130)       |
| 3.6                | 实时日历时钟模块           | (137)       |
| 3.6.1              | DS12C887 简介        | (137)       |
| 3.6.2              | 硬件参考电路             | (142)       |

|                                            |              |
|--------------------------------------------|--------------|
| 3.6.3 软件参考程序 .....                         | (142)        |
| 3.7 I <sup>2</sup> C 接口的 EEPROM 控制模块 ..... | (145)        |
| 3.7.1 AT24C512 简介 .....                    | (145)        |
| 3.7.2 硬件参考电路 .....                         | (147)        |
| 3.7.3 软件参考程序 .....                         | (147)        |
| 3.8 温度采集模块 .....                           | (156)        |
| 3.8.1 DS18B20 简介 .....                     | (156)        |
| 3.8.2 一线总线协议与时序 .....                      | (157)        |
| 3.8.3 硬件参考电路 .....                         | (162)        |
| 3.8.4 软件参考程序 .....                         | (162)        |
| 3.9 步进电机控制模块 .....                         | (165)        |
| 3.9.1 步进电机简介 .....                         | (165)        |
| 3.9.2 步进电机的接线方式与驱动电路 .....                 | (167)        |
| 3.9.3 硬件参考电路 .....                         | (172)        |
| 3.9.4 软件参考程序 .....                         | (172)        |
| <b>第4章 单片机课程设计课题 .....</b>                 | <b>(176)</b> |
| 4.1 物理量检测 .....                            | (176)        |
| 4.1.1 数字式工频有效值多用表 .....                    | (176)        |
| 4.1.2 智能数字电压表 .....                        | (176)        |
| 4.1.3 水温控制系统 .....                         | (177)        |
| 4.1.4 多点温度检测系统 .....                       | (177)        |
| 4.1.5 数字式在线电导率测量仪 .....                    | (177)        |
| 4.1.6 温度、湿度远程测量监控仪 .....                   | (178)        |
| 4.1.7 基于 DS1624 的数字温度计 .....               | (178)        |
| 4.1.8 基于单片机的光电计数器 .....                    | (178)        |
| 4.1.9 简易数字频率计 .....                        | (179)        |
| 4.1.10 简易电阻、电容和电感测试仪 .....                 | (179)        |
| 4.1.11 具有实时语音播报的超声波测距仪 .....               | (179)        |
| 4.1.12 实用电子秤 .....                         | (180)        |
| 4.2 信号发生与语音合成 .....                        | (180)        |
| 4.2.1 正弦波形发生器 .....                        | (180)        |
| 4.2.2 程控多波形信号发生器 .....                     | (180)        |
| 4.2.3 基于 DDS 技术的数控信号发生器 .....              | (181)        |
| 4.3 数据传输及通信 .....                          | (181)        |
| 4.3.1 基于公用电话网的远程开关 .....                   | (181)        |
| 4.3.2 基于 51 单片机的无线鼠标 .....                 | (182)        |
| 4.4 控制类 .....                              | (182)        |
| 4.4.1 彩灯控制器 .....                          | (182)        |

|                   |                      |              |
|-------------------|----------------------|--------------|
| 4.4.2             | 交通灯控制系统 .....        | (182)        |
| 4.4.3             | 遥控防盗报警器 .....        | (183)        |
| 4.4.4             | 步进电机控制系统 .....       | (183)        |
| 4.4.5             | 简易汉字绘图仪 .....        | (183)        |
| 4.4.6             | 可编程微波炉控制器系统 .....    | (183)        |
| 4.4.7             | 定时闹钟 .....           | (184)        |
| 4.4.8             | 智力竞赛抢答器 .....        | (184)        |
| 4.4.9             | 点阵电子显示屏制作 .....      | (184)        |
| 4.4.10            | 电子密码锁 .....          | (185)        |
| 4.4.11            | 智能出租车计价器 .....       | (185)        |
| 4.4.12            | 数字稳压电源 .....         | (186)        |
| 4.4.13            | 数控直流电流源 .....        | (186)        |
| 4.5               | 数据采集 .....           | (186)        |
| 4.5.1             | 单相电子式预付费电度表 .....    | (186)        |
| 4.5.2             | 智能 IC 卡读卡器 .....     | (187)        |
| 4.5.3             | 基于单片机控制的数据采集系统 ..... | (187)        |
| 4.5.4             | 简易数字存储示波器 .....      | (187)        |
| 4.5.5             | 低频数字式相位测量仪 .....     | (188)        |
| 4.5.6             | 简易频谱分析仪 .....        | (188)        |
| <b>参考文献 .....</b> |                      | <b>(189)</b> |

# 第1章 单片机及其仿真技术

单片机是单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)的简称。它把组成微型计算机的各功能部件:中央处理器 CPU、随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM、I/O 接口电路、定时/计数器以及串行口等集成在一块芯片上,构成了一个完整的微型计算机。

单片机诞生于 1971 年,标志着计算机正式形成了通用计算机系统和嵌入式计算机系统两大分支。与巨大体积和高成本的通用计算机系统相比,单片机的微小体积和极低成本,使其可广泛地嵌入到如家电、机器人、仪器仪表、汽车电子系统、工业控制单元、办公自动化设备、金融电子系统、船舶、个人信息终端以及通信产品中,成为现代电子系统中最重要的智能化部件。

单片机品种繁多,家族成员不一。目前,美国 ATMEL 公司的 AT89S 系列单片机已经成为单片机应用的主流机种。它与 MCS-51 单片机以及该公司的 AT89C 系列单片机完全兼容。

本章将介绍 AT89S51 单片机及其应用系统。

## 1.1 AT89S51 的结构和性能

AT89S51 采用了 CMOS 技术,与 AT89C51 相比,其集成度高、速度快、功耗低。除具有 4KB flash 存储器、128BRAM、4 个可编程 I/O 口、1 个可编程串行口、2 个 16 位定时/计数器、6 个中断源、64KB 程序存储器和 64KB 数据存储器寻址能力等基本特性外,它还有如下功能:

- ISP 在线编程功能
- 最高时钟频率 33MHz
- 内部看门狗计数器
- 双数据指针 DPTR0、DPTR1
- 电源关闭标识
- 全新加密算法

### 1.1.1 AT89S51 的内部结构

图 1-1 是 AT89S51 单片机的基本组成框图。

#### 1. 中央处理单元 CPU

CPU 是 AT89S51 的核心,由运算器、控制器和程序计数器等组成,负责取指操作、指令的执行、数据的处理、内外控制信号的产生、布尔操作。由于处理的数据字节是 8 位,

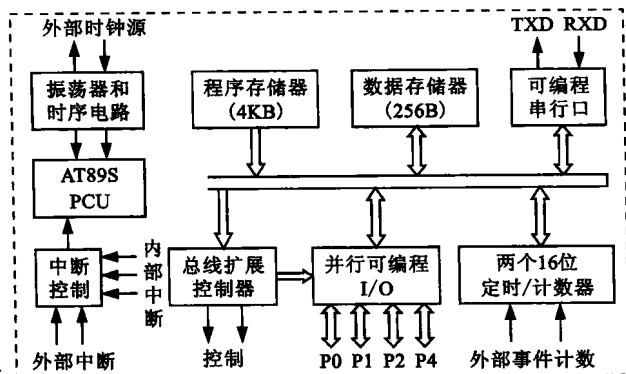


图 1-1 AT89S51 单片机的基本组成框图

所以 AT89S51 是 8 位单片机。

## 2. 程序存储器

AT89S51 的存储器采用程序存储器和数据存储器截然分开、相互独立、分别寻址的哈佛 (Harvard) 结构。

AT89S51 的程序存储器用于存储程序和表格常数，寻址能力为 64KB，对应的地址范围是 0000H ~ FFFFH。

AT89S51 片内有 4KBFlash 程序存储器，地址范围是 0000H ~ 0FFFH。当程序的长度超过该范围时，必须片外扩展程序存储器。

在应用时必须注意的是，AT89S51 程序存储器有 6 个地址被保留，作为特定的程序入口地址，如表 1-1 所示。由于这些地址的间隔最多只有 8 个单元，因此编制程序时一般应在这些单元安置一条绝对跳转指令 LJMP  $\times \times \times \times$ H。

表 1-1 特定的程序入口地址表

| 特定操作         | 入口地址  |
|--------------|-------|
| 复位           | 0000H |
| 外部中断 中断      | 0003H |
| 定时/计数器 T0 中断 | 000BH |
| 外部中断 中断      | 0013H |
| 定时/计数器 T1 中断 | 001BH |
| 串行口中断        | 0023H |

需要指出的是，AT89S51 总是从 0000H 开始执行程序。

## 3. 数据存储器

AT89S51 的数据存储器组织如图 1-2 所示，包括片内和片外两部分，两者彼此独立。片内数据存储器的地址范围是 00H ~ FFH，片外的是 0000H ~ FFFFH。虽然有地址重叠，

但由于访问方式不同，不会产生混淆。

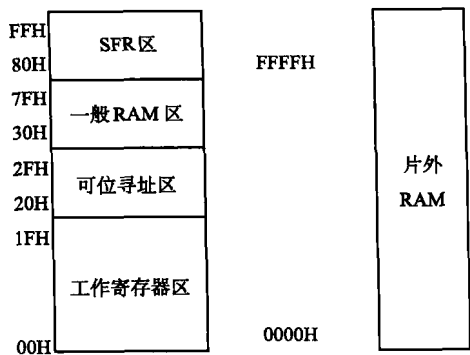


图 1-2 AT89S51 的数据存储器组织

1) 片内数据存储器

AT89S51 的片内数据存储器根据作用不同又分为工作寄存器区、可位寻址区、一般 RAM 区和特殊功能寄存器(SFR)区四个部分。

(1) 通用寄存器区

AT89S51 在内部 RAM 中开设了 1 个通用工作寄存器区，位于 00H ~ 1FH，形成 32 个通用寄存器，以适应多种中断或子程序嵌套的要求。它们又按连续 8 个一组分为 4 组，每组都用 R0 ~ R7 表示。AT89S51 根据 PSW 中的两个位 RS1 和 RS0 组合确定组的操作。应用时可以用位设置指令 (SETB、CLR) 选择需要的组，如表 1-2 所示。

表 1-2 工作寄存器组选择

| RS1 RS0 | 选择组 |
|---------|-----|
| 0 0     | 组 0 |
| 0 1     | 组 1 |
| 1 0     | 组 2 |
| 1 1     | 组 3 |

(2) 可位寻址区

20H ~ 2FH 共 16 个单元，除可进行字节操作外，还可以进行位操作。每个位对应一个位地址，共 128 个位地址。程序编制时可以用单元地址和位号表示位地址，编译器会自动转换为相应的位地址。如 SETB 20H.5 即是将片内 20H 单元的 D5 位置 1，该单元的其余位不会改变。

### (3)一般 RAM 区

30H ~ 7FH 为一般 RAM 区, 只能字节操作, 可以用于存储随机数据。另外, 应用时堆栈区一般也设置在这个区域。

### (4)特殊功能寄存器(SFR)区

AT89S51 有 26 个 8 位特殊功能寄存器(SFR), 位于片内数据存储器的 80H ~ FFH, 如表 1-3 所示。它们是单片机中各功能部件所对应的寄存器, 用于寄存相应功能部件的控制命令、状态或者数据。除累加器 A 外, 其余都是直接寻址(也可以间接寻址), 并非寄存器寻址。

需要特别指出的是, SFR 区虽然空间上有 128 个单元, 但是 AT89S51 只定义了 26 个 SFR, 其余被保留不能访问。

表 1-3 特殊功能寄存器(SFR)名称和地址

| 序号 | 标识符    | 名 称             | 字节地址 | 位地址       | 复位值              |
|----|--------|-----------------|------|-----------|------------------|
| 1  | P0     | P0 口锁存器         | 80H  | 87H ~ 80H | 11111111B        |
| 2  | P1     | P1 口锁存器         | 90H  | 97H ~ 90H | 11111111B        |
| 3  | P2     | P2 口锁存器         | A0H  | A7H ~ A0H | 11111111B        |
| 4  | P3     | P3 口锁存器         | B0H  | B7H ~ B0H | 11111111B        |
| 5  | SP     | 堆栈指针            | 81H  |           | 00000111B        |
| 6  | DPOL   | 数据指针 DPTR0 低字节  | 82H  |           | 00000000B        |
| 7  | DP0H   | 数据指针 DPTR0 高字节  | 83H  |           | 00000000B        |
| 8  | DP1L   | 数据指针 DPTR1 低字节  | 84H  |           | 00000000B        |
| 9  | DP1H   | 数据指针 DPTR1 高字节  | 85H  |           | 00000000B        |
| 10 | PCON   | 电源控制寄存器         | 87H  |           | 0 × × × 0000B    |
| 11 | TCON   | 定时/计数器控制寄存器     | 88H  | 8FH ~ 88H | 00000000B        |
| 12 | TMOD   | 定时/计数器方式控制寄存器   | 89H  |           | 00000000B        |
| 13 | TL0    | 定时/计数器 0 计数器低字节 | 8AH  |           | 00000000B        |
| 14 | TH0    | 定时/计数器 0 计数器高字节 | 8CH  |           | 00000000B        |
| 15 | TL1    | 定时/计数器 1 计数器低字节 | 8BH  |           | 00000000B        |
| 16 | TH1    | 定时/计数器 1 计数器高字节 | 8DH  |           | 00000000B        |
| 17 | AUXR   | 辅助寄存器           | 8EH  |           | × × × 00 × × 0B  |
| 18 | AUXR1  | 辅助寄存器 1         | A2H  |           | × × × × × × × 0B |
| 19 | SCON   | 串行口控制寄存器        | 98H  | 9FH ~ 90H | 00000000B        |
| 20 | SBUF   | 串行口数据寄存器        | 99H  |           | × × × × × × × B  |
| 21 | WDTRST | WDT 复位寄存器       | A6H  |           | × × × × × × × B  |
| 22 | IE     | 中断允许寄存器         | A8H  | AFH ~ A8H | 0 × 000000B      |

续表 1-3

| 序号 | 标识符    | 名 称        | 字节地址 | 位地址       | 复位值         |
|----|--------|------------|------|-----------|-------------|
| 23 | IP     | 中断优先级控制寄存器 | B8H  | BFH ~ B8H | × × 000000B |
| 24 | PSW    | 程序状态字      | D0H  | D7H ~ D0H | 00H         |
| 25 | A(ACC) | 累加器        | E0H  | E7H ~ E0H | 00H         |
| 26 | B      | B 寄存器      | F0H  | F7H ~ F0H | 00H         |

注：表中“×”表示位不定，“·”表示位不变。

下面按照这 26 个 SFR 服务的对象分 6 类加以介绍。

#### ①CPU 类

##### • 累加器 A

累加器 A 是 AT89S51 的重要寄存器，有时表示为 ACC，可对大部分指令操作存放结果。

乘法指令中，存放被乘数，执行后存放乘积的低八位；对于除法指令，存放被除数，执行后存放商的整数部分。

##### • B 寄存器

主要用于乘法和除法指令中，乘法指令中，存放乘数，执行后存放乘积的高八位；对于除法指令，存放除数，执行后存放商的余数，也可作一般寄存器使用。

##### • 程序状态字 PSW

AT89S51 的 PSW，实际上就是一个标志寄存器。分为状态位和控制位，有些指令的执行会影响 PSW 的状态位，而 PSW 的控制位则决定某些指令执行时相应的操作或结果。程序状态字 PSW 的位定义如下：

| D7 | D6 | D5 | D4  | D3  | D2 | D1 | D0 |
|----|----|----|-----|-----|----|----|----|
| Cy | AC | F0 | RS1 | RS0 | OV | ×  | P  |

Cy：进/借位标志。执行字节加/减法指令时在 D7 位向前有进/借位时为“1”，否则为“0”。

AC：半进/借位标志。执行字节加/减法指令时在 D3 位向 D4 位有进/借位时为“1”，否则为“0”。

F0：用户标志。供用户作为软开关使用。

RS1、RS0：工作寄存器选择位。由用户设置四种组合之一以选择工作寄存器组，见表 1-2。

OV：溢出标志。有符号数字节加法产生溢出时为“1”，否则为“0”。

×：无定义(后同)。

P：奇偶标志。累加器 A 中内容为奇数时为“1”，否则为“0”。

##### • 堆栈指针 SP

CPU 在进行子程序调用/返回、中断调用/返回、执行堆栈操作指令时按照堆栈指针 SP 的值进行进/出栈数据的操作。AT89S51 的堆栈是向上生成的，进栈操作时，SP 的值先加



1, 然后压入数据; 出栈操作时, 先弹出数据, 然后 SP 的值减 1。

### • 数据指针 DPTR

AT89S51 有 2 个 16 位的数据指针: DPTR0 和 DPTR1, 用作片外数据存储器的访问地址或程序存储器的查表。它们分别由 DPOH(DPTR0 高字节)、DPOL(DPTR0 低字节)和 DP1H(DPTR1 高字节)、DP1L(DPTR1 低字节)组成。但是在指令中只有 DPTR, 不存在 DPTR0 和 DPTR1, 然而在相关指令执行时, 却有 DPTR0 和 DPTR1 之分。这就是说, DPTR0 和 DPTR1 都用 DPTR 表示。究竟 DPTR 是代表 DPTR0 还是 DPTR1, 则需根据辅助寄存器 1 - AUXR1 决定。

### • 辅助寄存器 1 - AUXR1

AUXR1 是辅助寄存器 1, 位定义如下:

| D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0  |
|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | DPS |

DPS: 数据指针选择位。DPS = 1, DPTR 为 DPTR1; DPS = 0, DPTR 为 DPTR0。

因此, 在使用 DPTR 间接寻址前, 必须对 AUXR1 初始化。

### ② I/O 并行口类

P0 ~ P3 为 AT89S51 的四个并行口对应的数据锁存器。

### ③ 串行口类

与 AT89S51 串口相关的寄存器有:

### • 串行口控制寄存器 SCON

主要是串行口的方式控制。定义如下:

| D7  | D6  | D5  | D4  | D3  | D2  | D1 | D0 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| SM0 | SM1 | SM2 | REN | TB8 | RB8 | TI | RI |

SM0 SM1: 方式选择位。

当 SM0 SM1 = 00 时, 为方式 0, 串口表现为移位寄存器, 移位速度为  $\frac{f_{osc}}{12}$ ;

当 SM0 SM1 = 01 时, 为方式 1, 串口表现为 8 位 UART, 波特率可变;

当 SM0 SM1 = 10 时, 为方式 2, 串口表现为 9 位 UART, 波特率为  $\frac{f_{osc}}{64}$  或  $\frac{f_{osc}}{32}$ ;

当 SM0 SM1 = 11 时, 为方式 3, 串口表现为 9 位 UART, 波特率可变。

SM2: 方式 2、3 多机通信控制位。在方式 2、3 处于接收时, 若 SM2 = 1 且接收到第 9 位(RB8 中)为 0, 则不能置位接收中断标志 RI, 接收数据失效; 在方式 1 接收时, 若 SM2 = 1, 则只有接收到有效的停止位, 才能置位 RI; 在方式 0 时, SM2 应设置为 0。

REN: 串行口接收控制位。用指令置位或清 0。置位允许接收; 清 0 禁止接收。

TB8: 发送数据的第 9 位。在方式 2、3 中要发送的第 9 位数据在 TB8 位。用指令置位或清 0。它可作为通信数据的奇偶校验位。多机通信时, 该位用于判断是地址帧还是数据帧。

RB8: 在方式 2、3 中, 接收到的第 9 位数据存放在 RB8 位。它可以是约定的奇偶校验位; 多机通信时, 区别地址帧和数据帧。