



卓越工程师培养计划

■ 单片机 ■

<http://www.phei.com.cn>



杜树春 编著



51 单片机 开发快速上手



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY



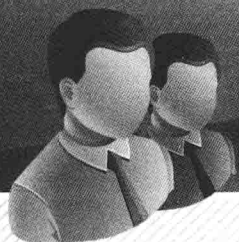
卓越工程师培养计划

■ 单片机 ■

<http://www.phei.com.cn>



杜树春 编著



51 单片机 开发快速上手

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

这是一本讲解如何开发 51 单片机的书, 本书所用支撑软件是 Proteus 单片机仿真软件和 Keil C51 单片机开发软件。本书共分 12 章, 内容包括 51 单片机基础知识、单片机仿真软件 Proteus 的使用、单片机开发软件 Keil C51 的使用、LED 显示器、内存的扩展、A/D 转换器、D/A 转换器、时钟芯片、模拟开关、单总线器件、传感器和数字电位器。

本书通俗易懂, 特别适用于 51 系列单片机的初学者使用, 书中 C51 高级语言的程序实例全部经过实际调试。对于有一定基础的读者, 书中的模块可以直接使用。由于用了 Proteus 软件, 本书尤其适合那些手头既没有电子元器件, 也没有相应的仪器设备, 还没有调试单片机电路经验的初出茅庐者使用。本书既适合从事 51 单片机开发的工程技术人员阅读, 也可作为高等学校相关专业 51 系列单片机课程的教学用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

51 单片机开发快速上手/杜树春编著. —北京: 电子工业出版社, 2015. 1

(卓越工程师培养计划)

ISBN 978 - 7 - 121 - 25066 - 8

I. ①5… II. ①杜… III. ①单片微型计算机 IV. ①TP368. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 286344 号

策划编辑: 张 剑 (zhang@phei.com.cn)

责任编辑: 徐 萍

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订: 北京市李史山胶印厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.75 字数: 429 千字

版 次: 2015 年 1 月第 1 版

印 次: 2015 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

单片机又称嵌入式处理器。按通常的说法，用于嵌入式应用的处理器可分为4类，即微控制器或单片机（MicroController Unit, MCU）、嵌入式微处理器（Embedded Microprocessor Unit, EMPU）、信号处理领域的DSP处理器（Digital Signal Processor, DSP）和高度集成的片上系统（System on Chip, SoC）。

单片机应用和教学最流行的是8051系列。8051是Intel公司1980年设计的8位MCU。20世纪80年代中期，Intel公司将8051单片机内核使用权以专利互换或出售形式转让给世界许多著名的IC制造厂商，如Philips、Atmel、Dallas、Infineon、ADI、Winbond和Silicon Labs公司等，这样8051就变成有众多制造厂商支持的、发展出上百个品种的大家族。到目前为止，其他任何一个单片机系列均未发展到如此的规模，它是近30年一直普遍流行的产品。8051是单片机教学的首选机型，因为它是目前应用最广泛、使用人数最多的单片机，已成为单片机领域的实际标准。51系列单片机作为最理想的学习用单片机的另一个理由是：其内部资源丰富，样片容易得到，学习资料也非常丰富，C语言编译器及片内Flash程序存储器的使用降低了单片机实验的门槛。

1. 本书特点

本书是一本介绍51单片机如何应用的入门读物，所应用的软件有两个，即单片机开发软件Keil C51集成开发环境和单片机仿真软件Proteus。

本书大部分篇幅是介绍51单片机和外围器件接口方法的，每一种实例选用一种接口芯片。介绍的顺序为：首先是该单片机接口芯片功能简介，其次是该芯片与单片机连接电路原理，该芯片的C51语言程序，程序设计和调试，最后是使用该芯片的注意事项。

本书中51系列单片机实例部分，对每种芯片都提供了C51语言程序。C51语言程序和汇编语言比较起来，有更大的优越性，有更多的人在使用。

为与Proteus软件中的电路图保持一致，本书电路中电阻、电容单位的不规范处不做更改，如10K不改为10k Ω ，10 μ F不改为10 μ F。

2. 本书内容

本书共分12章，各章内容说明如下：

第1章介绍51单片机的基础知识，包括51单片机的基本结构、51单片机的C51语言和51系列单片机的常用型号及功能等。

第2章介绍单片机仿真软件Proteus的使用方法，包括源代码级调试和Keil C与Proteus联合调试方法。

第3章介绍单片机开发软件Keil C51集成开发环境及Keil C51的使用方法。

从第4章到第12章全部是单片机和外围芯片连接的例子，每一章讨论一类芯片。

第4章介绍LED显示器，包括和单片机I/O线直接连接的LED、通过显示译码器和单片机连接的LED显示器、通过触发器/移位寄存器和单片机连接的显示器及通过专用显示器

驱动芯片和单片机连接的显示器。

第5章介绍内存的扩展，包括程序存储器的扩展、数据存储器的扩展及程序存储器和数据存储器的一同扩展。

第6章介绍A/D转换器，包括并行8位A/D转换器ADC0804、串行8位A/D转换器TLC549和串行12位A/D转换器MAX128。

第7章介绍D/A转换器，包括串行10位D/A转换器MAX504和串行10位D/A转换器TLC5615。

第8章介绍时钟芯片，包括不用时钟芯片的时钟日历电路和不带RAM的实时时钟芯片PCF8563。

第9章介绍模拟开关，包括模拟电子开关CD4067和串行控制的8通道单刀单掷开关MAX335。

第10章介绍单总线器件，包括信息按钮DS1990A和1024位1-Wire EEPROM DS2431。

第11章介绍传感器，包括两种数字传感器——温度传感器DS1621和温湿度传感器SHT11。

第12章介绍数字电位器——256抽头双数字电位器MAX5413。

本书有两个附录，即附录A和附录B。附录A是计算CRC8（8位循环冗余校验码）的C51语言程序；附录B是4字节十六进制数变浮点数C语言程序。

3. 电子资料包

电子资料包的内容仍是以书中章节为单位。在每一章（指第4章至第12章）下，都有一个章文件夹，每章下面的每节又有节文件夹，节文件夹内有多个文件。其中，扩展名为“DSN”的文件是Proteus仿真原理图文件，在Proteus软件已安装在计算机中的前提下，双击具有“DSN”扩展名的文件就可进入显示电路原理图界面，也就是Proteus的调试状态；扩展名为“C”的是C51语言程序；扩展名为“UV2”的是Keil C51工程文件；扩展名为“HEX”的是用Keil C51软件对上述C51语言程序编译生成的十六进制文件。在原理图的单片机上双击，在弹出的“编辑元件”对话框的“Program Files”文本框中输入“xxx.HEX”，单击“确定”按钮即可完成十六进制程序文件载入，之后就可以进行仿真和调试了。

4. 适用读者

本书适用于51系列单片机（包括C51高级语言）的初学者，书中C51高级语言的程序实例全部经过实际调试。对于有一定基础的人，书中的模块可以直接使用。本书既适用于工程技术人员参考和套用，也可作为各工科大、专院校和中等专业学校（包括中技和职高）的51系列单片机辅助或参考教材。

5. 致谢

本书在编写过程中，得到了电子工业出版社张剑的指导和帮助；同时，得到杜菲、程青平等人的协助。在此，向以上单位和个人表示衷心感谢。

由于作者水平有限且时间仓促，书中难免存在缺点和错误，恳请读者批评指正，可通过电子邮箱E-mail: dushuchun@263.net与作者联络。

编著者
2014年10月

目 录

第 1 章 51 单片机基础知识	1
1.1 51 单片机基本结构	1
1.2 51 单片机的 C51 语言	6
1.3 51 系列单片机常用型号	9
1.4 小结	12
第 2 章 单片机仿真软件 Proteus 的使用	13
2.1 进入 Proteus ISIS	13
2.2 工作界面	14
2.3 Proteus ISIS 原理图设计	20
2.4 Proteus ISIS 原理图设计中的注意事项	29
2.5 Proteus 软件的仿真调试方法	31
2.5.1 直接用扩展名为 HEX 的十六进制文件调试	31
2.5.2 源代码级调试	35
2.5.3 Keil C 与 Proteus 联合调试	42
2.6 Proteus VSM 仿真工具简介	45
第 3 章 单片机开发软件 Keil C51 的使用	50
3.1 Keil C51 简介	50
3.2 安装 Keil C51	51
3.3 建立工程	53
3.4 单片机选型	54
3.5 创建源程序	55
3.6 把新创建的源程序加入到工程文件中	58
3.7 工程的设置	59
3.8 编译	64
3.9 调试	65
3.10 调试窗口 (Debug Window)	66
第 4 章 LED 显示器	68
4.1 和单片机直接连接的 LED 显示器	69
4.1.1 2 位 LED 显示器	69
4.1.2 4 位 LED 显示器	70
4.2 通过显示译码器和单片机连接的 LED 显示器	74
4.2.1 74LS48 七段显示译码器的应用	75
4.2.2 CD4543 共阳极七段显示译码器的应用	77

4.3	通过触发器/移位寄存器芯片和单片机连接的显示器	80
4.3.1	单片机 AT89C51 通过触发器 74LS273 连接的显示器	80
4.3.2	单片机 AT89C51 通过移位寄存器 74LS164 连接的显示器	82
4.4	通过专用显示器驱动芯片和单片机连接的显示器	84
4.4.1	MAX7219/7221 新型高集成度七段共阴极 LED 驱动芯片简介	84
4.4.2	MAX7219/7221 与单片机的连接	86
4.4.3	显示 8 位 LED 的 C51 语言程序	88
4.4.4	显示 16 位 LED 的 C51 语言程序	90
4.4.5	程序设计与调试	94
4.5	小结	95
第 5 章	内存的扩展	96
5.1	关于存储器	96
5.2	程序存储器的扩展	99
5.2.1	2K-EPROM 芯片 2716	99
5.2.2	64K-EPROM 芯片 27512	101
5.3	数据存储器的扩展	104
5.3.1	2K-RAM 芯片 6116	104
5.3.2	32K-RAM 芯片 62256	106
5.4	程序存储器和数据存储器一同扩展	108
5.5	小结	111
第 6 章	A/D 转换器	112
6.1	通用并行输出 8 位单路 A/D 转换器 ADC0804	112
6.1.1	ADC0804 简介	112
6.1.2	ADC0804 与单片机 AT89C52 的连接	114
6.1.3	程序设计说明及调试	115
6.1.4	ADC0804 的 C51 语言程序	117
6.1.5	使用 ADC0804 的注意事项	118
6.2	通用串行输出 8 位 A/D 转换器 TLC549	118
6.2.1	TLC549 简介	118
6.2.2	TLC549 与单片机 AT89C52 的连接	120
6.2.3	程序设计说明及调试	120
6.2.4	TLC549 的 C51 语言程序	122
6.2.5	使用 TLC549 的注意事项	123
6.3	串行输出 8 通道 12 位 A/D 转换器 MAX128	124
6.3.1	MAX128 简介	124
6.3.2	MAX128 与单片机 AT89C52 的连接	128
6.3.3	程序设计说明及调试	128
6.3.4	MAX128 的 C51 语言程序 1	131

6.3.5	MAX128 的 C51 语言程序 2	135
6.3.6	使用 MAX128 的注意事项	140
6.4	小结	141
第 7 章	D/A 转换器	142
7.1	单路串行 10 位 D/A 转换器 MAX504	142
7.1.1	MAX504 简介	142
7.1.2	MAX504 和单片机 AT89C52 的连接	146
7.1.3	程序设计说明及调试	146
7.1.4	MAX504 的 C51 语言程序	147
7.1.5	使用 MAX504 的注意事项	149
7.2	通用串行输出 10 位 D/A 转换器 TLC5615	150
7.2.1	TLC5615 简介	150
7.2.2	TLC5615 和单片机 AT89C52 的连接	153
7.2.3	程序设计说明及调试	154
7.2.4	TLC5615 的 C51 语言程序 1	155
7.2.5	TLC5615 的 C51 语言程序 2	157
7.2.6	使用 TLC5615 的注意事项	158
7.3	小结	158
第 8 章	时钟芯片	160
8.1	不用时钟芯片构成的时钟	160
8.1.1	关于日历时钟的说明	160
8.1.2	不用时钟芯片构成时钟的单片机硬件电路	161
8.1.3	程序设计	161
8.1.4	仿真和调试	164
8.1.5	程序的测试	165
8.2	低功耗、多功能时钟日历芯片 PCF8563	166
8.2.1	PCF8563 简介	166
8.2.2	PCF8563 与单片机的连接	169
8.2.3	PCF8563 的 C51 语言程序	170
8.2.4	程序设计说明及调试	175
8.2.5	使用 PCF8563 的注意事项	176
8.3	小结	176
第 9 章	模拟开关	177
9.1	16 选 1 模拟电子开关 CD4067	177
9.1.1	单片机 AT89C52 和 CD4067 模拟电子开关的连接	177
9.1.2	程序设计	178
9.1.3	仿真和调试	179
9.2	串行控制的 8 通道单刀单掷开关 MAX335	180

9.2.1	MAX335 简介	180
9.2.2	MAX335 与单片机 AT89C52 的连接	183
9.2.3	程序设计说明及调试	184
9.2.4	MAX335 的 C51 语言程序	185
9.2.5	使用 MAX335 的注意事项	188
9.3	小结	188
第 10 章	单总线器件	189
10.1	序列号或信息按钮 (iButton) DS1990A	189
10.1.1	DS1990A 简介	189
10.1.2	DS1990A 与单片机 AT89C52 的连接	193
10.1.3	程序设计说明及调试	193
10.1.4	DS1990A 的 C51 语言程序	194
10.1.5	使用 DS1990A 的注意事项	197
10.2	1024 位 1-Wire EEPROM DS2431	197
10.2.1	DS2431 简介	197
10.2.2	DS2431 与单片机 AT89C52 的连接	203
10.2.3	程序设计说明及调试	203
10.2.4	DS2431 的 C51 语言程序 1	205
10.2.5	DS2431 的 C51 语言程序 2	208
10.2.6	使用 DS2431 的注意事项	211
第 11 章	传感器	212
11.1	2-Wire 式数字温度传感器 DS1621	212
11.1.1	DS1621 简介	212
11.1.2	DS1621 与单片机 AT89C52 的连接	215
11.1.3	程序设计说明及调试	216
11.1.4	DS1621 的 C51 语言程序 1	218
11.1.5	DS1621 的 C51 语言程序 2	221
11.1.6	使用 DS1621 的注意事项	226
11.2	2-Wire 式数字温湿度传感器 SHT11	226
11.2.1	SHT11 简介	226
11.2.2	SHT11 与单片机 AT89C52 的连接	230
11.2.3	程序设计说明及调试	231
11.2.4	SHT11 的 C51 语言程序 1	234
11.2.5	SHT11 的 C51 语言程序 2	242
11.2.6	使用 SHT11 的注意事项	243
11.3	小结	244
第 12 章	数字电位器	245
12.1	256 抽头低漂移双数字电位器 MAX5413	245

12.1.1	MAX5413 简介	245
12.1.2	MAX5413 和单片机 AT89C52 的连接	247
12.1.3	程序设计说明及调试	247
12.1.4	MAX5413 的 C51 语言程序	248
12.1.5	使用 MAX5413 的注意事项	250
12.2	小结	251
附录 A	计算 CRC8 循环冗余校验程序	252
附录 B	4 字节十六进制数变浮点数 C 语言程序	254
参考文献		256

第 1 章 51 单片机基础知识

什么是单片机？单片机就是把中央处理器（CPU）、随机存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、定时器/计数器和各种输入/输出接口（I/O 接口）电路等部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机。所以，单片机就是微型计算机（Single Chip Microcomputer）的简称。因为单片机在控制方面的重要应用，国际上又把单片机称为微控制器（Microcontroller）。

单片机应用广泛，可以说凡是与控制 and 计算有关的电子设备其核心部件都是单片机。

本章将简要介绍 51 单片机的基本结构和功能、51 单片机的 C51 语言及 51 系列单片机的常用型号和功能。



1.1 51 单片机基本结构

1. 51 单片机的基本组成

现以 8051 为例（Intel 产品）介绍 51 单片机。图 1-1 是 MCS-51 单片机组成及结构图。8051 单片机各部分功能如下。

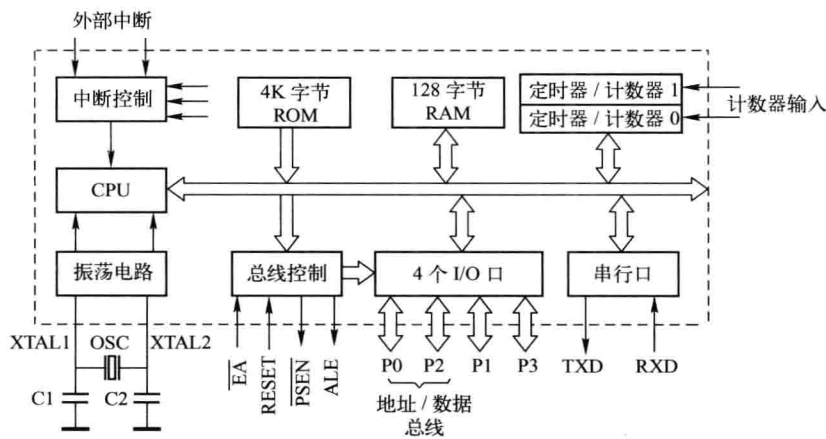


图 1-1 8051 单片机组成及结构

- (1) 1 个 8 位中央处理器（CPU），中央处理器是单片机的核心，完成运算和控制功能。
- (2) 1 个片内振荡器及时钟电路，时钟电路产生时钟信号，送给单片机内部各个电路，使它们有节奏地工作。时钟信号频率越高，单片机工作速度越快。
- (3) 128B RAM（数据存储器）。51 单片机芯片中共有 256B RAM 单元，其中，后 128B

RAM 单元被专用寄存器占用，通常称为特殊功能寄存器；供用户使用的只有前 128B RAM 单元，用于存放可读/写的数据。

(4) 4KB ROM（程序存储器），用以存放程序或原始数据。

(5) 两个 16 位定时器/计数器，用以实现定时或计数功能。

(6) 32 条可编程的 I/O 线，4 个 8 位并行 I/O 端口 P0、P1、P2 和 P3。

(7) 1 个全双工串行口，用以实现单片机和其他设备之间的串行数据通信。

(8) 5 个中断源，有两个外部中断源、两个定时器/计数器中断源和一个串行中断源。

2. 51 单片机的引脚与功能

图 1-2 是 8051 单片机的引脚图。8051 单片机的引脚功能如下。

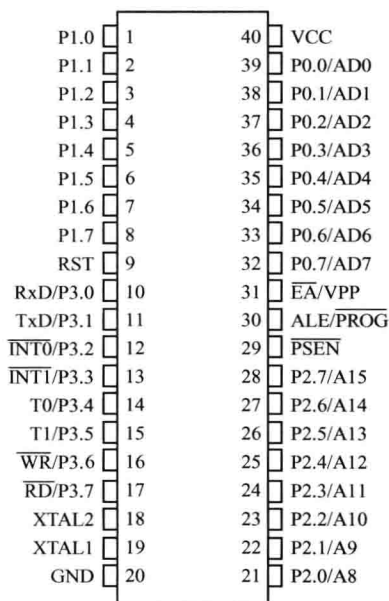


图 1-2 8051 的引脚图

(1) 电源线，+5V 供电；

VCC(40) —— +5V；

GND(20) —— 地。

(2) 晶体振荡器信号输入/输出：

XTAL2(18) —— 晶体振荡器信号输入；

XTAL1(19) —— 晶体振荡器信号输出。

(3) 输入/输出线：

P0.0 ~ P0.7 —— P0 口，I/O 口或低 8 位地址总线/数据总线；

P1.0 ~ P1.7 —— P1 口，I/O 口；

P2.0 ~ P2.7 —— P2 口，I/O 口或高 8 位地址总线；

P3.0 ~ P3.7 —— P3 口，I/O 口或第二功能，当 P3 口某些引脚作为第二功能使用时，不可再作为 I/O 口线使用。

(4) 控制信号线：

ALE/PROG(30) —— 地址锁存控制信号 (Address Latch Enable)，ALE 用于将地址总线的低 8 位锁存。该

信号频率为晶振频率的 1/6，可作为外部定时或时钟使用。

$\overline{\text{PSEN}}$ (29) —— 外部程序存储器读选通信号 (Program Store Enable)，该信号为低电平时，CPU 从外部程序存储器单元读取指令。

$\overline{\text{EA}}/\text{VPP}$ (31) —— 内外程序存储器选择控制 (External Access Enable)。当 $\overline{\text{EA}}$ 引脚加上低电平时，CPU 对程序存储器的操作仅限于单片机外部程序存储器；当 $\overline{\text{EA}}$ 引脚加上高电平时，CPU 对程序存储器的操作从单片机内部程序存储器开始，并可延伸到单片机的外部程序存储器。

RESET(9) —— 复位信号。RESET 持续 2 个机器周期以上的高电平，单片机复位。复位后程序计数器 PC = 0000H，即复位后将从程序存储器的 0000H 单元读取第一条指令码，通俗地说，复位后单片机从头开始执行程序。

(5) 部分引脚的第二功能（复用，同一个引脚被双重定义）：表 1-1 是 P3 口引脚的第二功能。

表 1-1 P3 口引脚的第二功能

P3 引 脚	兼用功能	P3 引 脚	兼用功能
P3.0	串行通信输入 (RXD)	P3.4	定时器0 输入 (T0)
P3.1	串行通信输出 (TXD)	P3.5	定时器1 输入 (T1)
P3.2	外部中断0 ($\overline{\text{INT0}}$)	P3.6	外部数据存储器写选通 $\overline{\text{WR}}$
P3.3	外部中断1 ($\overline{\text{INT1}}$)	P3.7	外部数据存储器读选通 $\overline{\text{RD}}$

3. 51 单片机的内部存储器

1) 51 单片机存储器的编址方法 在物理结构上, 51 单片机有 4 个独立的存储空间, 它们分别是片内程序存储器、片外程序存储器、片内数据存储器、片外数据存储器, 并且地址空间有部分重叠, 如图 1-3 所示。

在读/写逻辑上, 51 单片机具有 3 个逻辑空间, 分别是:

- (1) 片内外统一编址的 64KB ROM (0000H ~ FFFFH);
- (2) 片外 64KB RAM (0000H ~ FFFFH);
- (3) 片内 256B 的 RAM (00H ~ FFH)。

2) 片内 RAM 存储器 51 单片机片内 RAM 区功能分布如图 1-4 所示。

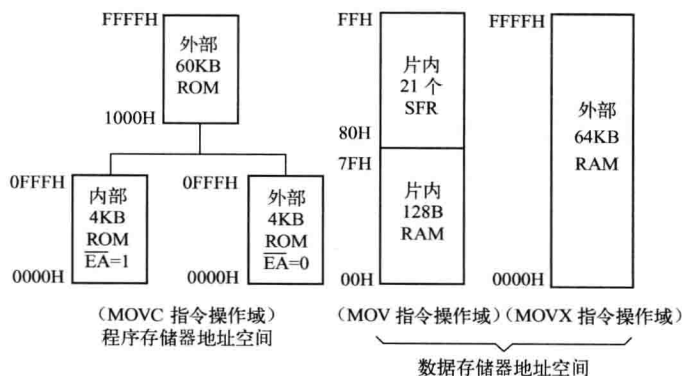


图 1-3 51 单片机存储区结构

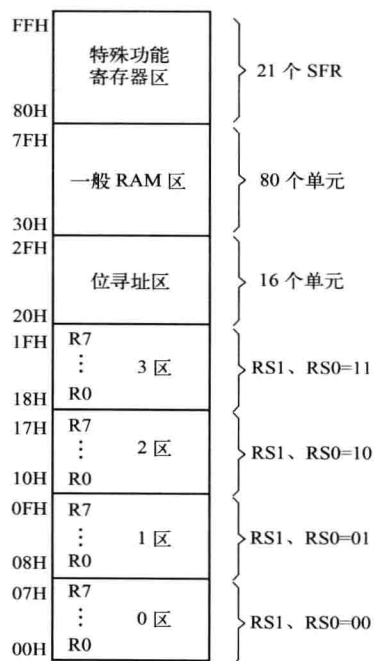


图 1-4 51 单片机片内 RAM 区功能分布

(1) 通用寄存器区: 从 00H ~ 1FH 的 32 字节为通用寄存器区, 每个区中都有 8 个寄存器 R0 ~ R7, 因为 4 个区的寄存器重名, 所以任意时刻只能有一个区的寄存器在工作。区的选择由 PSW 寄存器的第 4 位和第 3 位 (PSW.4, PSW.3) 决定, 如表 1-2 所示。

(2) 位寻址区: 从 20H ~ 2FH 为位寻址区, 在这 16 字节中, 每个二进制位都有一个地址, 可以单独置位或复位, 所以, 这 16 字节既可以按字节操作, 又可以按位操作, 字节地

址与位地址的对应关系如表 1-3 所示。

表 1-2 寄存器工作区选择

PSW. 4	PSW. 3	当前使用的工作区和寄存器
0	0	0 区 (00H~07H)
0	1	1 区 (08H~0FH)
1	0	2 区 (10H~17H)
1	1	3 区 (18H~1FH)

表 1-3 RAM 位寻址区地址表

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

(3) 特殊功能寄存器：51 单片机的特殊功能寄存器（Special Function Register）SFR 有 21 个，它们分布于 80H ~ FFH，如表 1-4 所示，其中空白处为未定义单元。

表 1-4 特殊功能寄存器地址分布

F8H								FFH
F0H	B							F7H
E8H								EFH
E0H	ACC							E7H
D8H								DFH
D0H	PSW							D7H
C8H								CFH
C0H								C7H
B8H	IP							BFH
B0H	P3							B7H
A8H	IE							AFH
A0H	P2							A7H
98H	SCON	SBUF						9FH
90H	P1							97H
88H	TCON	TMOD	TLO	TL1	TH0	TH1		8FH
80H	P0	SP	DPL	DPH			PCON	87H

从某种意义上讲,掌握了特殊功能寄存器的用法,也就掌握了单片机的软件设计,因为单片机的许多功能都是通过操作 SFR 来实现的。表 1-5 列出了各个特殊功能寄存器的功能说明。

表 1-5 51 单片机特殊功能寄存器功能说明

寄存器标识符	寄存器名称	寄存器字地址	寄存器内位地址
ACC	累加器	0x80H	0xE0H~0xE7H
B	B 寄存器	0xF0H	0xF0H~0xF7H
PSW	程序状态字	0xD0H	0xD0H~0xD7H
SP	堆栈指针	0x81H	
DPTR	数据指针 DPL、DPH	0x83H, 0x82H	
P0	P0 口	0x80H	0x80H~0x87H
P1	P1 口	0x81H	0x90H~0x91H
P2	P2 口	0xA0H	0xA0H~0xA7H
P3	P3 口	0xB0H	0xB0H~0xB7H
IP	中断优先级控制器	0xB8H	0xB8H~0xBFH
IE	中断允许控制器	0xA8H	0xA8~0xAFH
TOMD	定时计数器方式控制器	0x89H	
TCN	定时计数器控制器	0x88H	
TH0	定时计数器 0 高位	0x8CH	
TL0	定时计数器 0 低位	0x8AH	
TH1	定时计数器 1 高位	0x8DH	
TL1	定时计数器 1 低位	0x8BH	
SCON	串口控制器	0x98H	
SBUF	串行数据缓冲器	0x99H	
PCON	电源控制	0x97H	

4. 专用寄存器

1) **A (累加器)** 又叫 ACC, 是使用最频繁的寄存器。

2) **B (寄存器)** 作乘除法时离不了它。作乘除法时其使用格式是:

乘法 $(A) \times (B) \rightarrow (BA)$

除法 $(A) / (B) \rightarrow (A) \cdots (B)$

3) **堆栈指针 SP (8 位寄存器)** 原则上 51 单片机的堆栈区可以设在内部 RAM 00H ~ 7FH 的任何区域。考虑到 00H ~ 1FH 为工作寄存器区最好不设堆栈区, 20H ~ 2FH 为寻址区最好不设堆栈区, 一般多在片内 RAM 的 30H ~ 7FH 范围中选择适当的区域。

复位后 (SP) = 07H; 若不对 SP 赋值, 堆栈将从 08H 单元开始执行。SP 的内容可由硬件改变 (例如, 由中断改变 SP) 和软件设置。

4) **数据指针 DPTR** DPTR 由高 8 位 DPH 和低 8 位 DPL 组成, 可以作为一个 16 位寄存器使用和访问, 也可以分成两个独立的 8 位寄存器单独使用和访问。其主要作用是: ①作为间接寄存器, 存放 16 位地址, 访问 64KB 的外 RAM 区; ②作为基址寄存器, 存放 16 位基址, 加上变址后可访问 ROM, 用来读 ROM 中的常数、表格等。

5) 串行数据缓冲器 **SBUF** 它包括两个寄存器——发送缓冲器和接收缓冲器。这两个寄存器共用一个地址。其作用是：存放欲发送的数据或已接收的数据。

6) 定时器 **T0 (TH0 和 TL0)** 和 **T1 (TH1 和 TL1)** 16 位定时器/计数器 (TH × 高 8 位, TL × 低 8 位), 可作为 16 位定时器/计数器使用, 但必须高、低 8 位单独访问 (读/写)。

7) **P0 ~ P3** 4 个并行的输入/输出端口的寄存器, 其内容分别对应 4 个端口引脚的输入/输出值。

8) 程序状态字 **PSW** 其作用是存放运行程序中的状态信息, 格式为:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	—	P

☺ **CY**——进位标志, 也称借位标志。如果两数相加超过 255 或两数相减小于 0, 则 **CY** 置 1。

☺ **AC**——半进位标志, 或称辅助进位标志。如果低 4 位向高 4 位有进位或者借位, 其值置 1。

☺ **F0**——用户标志位, 软件可置 0 和 1, 可测定 **F0** 的状态决定程序的转移。

☺ **RS1**、**RS0**——工作寄存器选择位。

☺ **OV**——溢出标志, 加、减、乘、除等运算影响该位。当操作结果位 6 对位 7 有进位, 而位 7 对 **CY** 无进位, 或位 6 对位 7 无进位, 而位 7 对 **CY** 有进位时, **OV** = 1; 否则 **OV** = 0。

☺ **P**——累加器 **A** 的奇偶标志。



1.2 51 单片机的 C51 语言

汇编语言的机器代码生成效率很高但可读性却并不强, 复杂一点的程序就更难读懂, 而 **C** 语言在大多数情况下其机器代码生成效率和汇编语言相当, 但可读性和可移植性却远远超过汇编语言, 并且 **C** 语言还可以嵌入汇编来解决高时效性的代码编写问题。对于开发周期来说, 中大型的软件编写用 **C** 语言的开发周期通常要短于汇编语言很多。

C51 语言是针对 51 系列单片机使用而开发的一种高级语言, 它和普通的 **C** 语言大同小异。

1. 一个极简单的 **C51** 程序

下面通过一个简单的例子介绍 **C51** 语言的特点和书写格式。

```
//一个极简单的 C51 程序
#include <reg51.h>      /* C51 语言预编译程序, 包含 51 单片机寄存器定义的头文件 */
void main(void)         /* 主程序, 第 1 个 void 表示无返回值, 第 2 个 void 表示无参数传递 */
{                       /* 每个函数必须以花括号开始 */
    P1 = 0xfe;          /* 赋值语句 */
}                       /* 每个函数必须以花括号结束, 花括号必须成对出现 */
```

这个程序的作用是通过单片机向 P0 口所接的硬件输出一个数据,如可以点亮 P1.0 引脚上的发光二极管(LED)。

1) “文件包含”的处理 程序的第1行是一句注释,程序的第2行是一个“文件包含”处理,是指一个文件将另外一个文件的内容全部包含进来。由于单片机不认识“P1”,因此必须给“P1”定义。包含文件里就有“P1”的定义,只要程序开头有“#include <reg51.h>”一句,“P1”等各个寄存器的名字就为单片机所认识了。

2) main() 函数 main() 函数为主函数,每个 C 语言程序必须有且只能有一个主函数;函数后面一定要有一对大括号“{}”,程序就写在大括号里。

3) 语句结束标志 语句必须以分号“;”结尾。

4) 注释 C 语言程序中的注释是为了提高程序的可读性。在编译时,注释的内容不会被执行。注释有两种方式:一种采用“/*……*/”的格式;另一种采用“//”的格式。前者可以注释多行内容,后者只能注释一行内容。

2. C51 中基本的数据类型

C 语言程序中有各种变量,不能给变量赋任意大小的数,因为“变量”的大小是有限制的。变量在单片机的内存中是要占据空间的,变量不同所占据的空间也不一样。和其他高级语言一样,C51 语言对变量也是要求“先定义,后使用”。例如,定义变量 x 为无符号字符型(unsigned char),给 x 赋值就要在 0~255 内,其他类型也一样。单片机 C51 语言中常用的数据类型如表 1-6 所示。

表 1-6 单片机 C 语言中常用的数据类型

数据类型	关键字	所占位数	表示数的范围
无符号字符型	unsigned char	8	0~255
有符号字符型	char	8	-128~127
无符号整型	unsigned int	16	0~65 535
有符号整型	int	16	-32 768~32 767
无符号长整型	unsigned long	32	0~ $2^{32}-1$
有符号长整型	long	32	$-2^{31} \sim 2^{31}-1$
单精度实型	float	32	$3.4e-38 \sim 3.4e38$
双精度实型	double	64	$1.7e-308 \sim 1.7e308$
位类型	bit	1	0~1

3. C51 中常用的头文件

头文件就是放到 C51 语言开头的文件。

头文件通常有 reg51.h、reg52.h、math.h、ctype.h、stdio.h、stdlib.h、absacc.h、intrins.h。但常用的只有 reg51.h、reg52.h、math.h。

reg51.h 和 reg52.h 是定义 51 单片机(如 AT89C51、8031)或 52 单片机(如 AT89C52、8032)特殊功能寄存器和位寄存器的。

math.h 是定义常用数学运算的,如求绝对值、方根、正弦和余弦等。该头文件中包含各种数学运算函数,需要时可以直接调用它们。