

高等院校“十二五”规划教材

单片机的C语言 应用程序设计

(第5版)

马忠梅 王美刚 孙娟 编著
李嘉斌 刘佳伟 李奇



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

高等院校“十二五”规划教材

单片机的 C 语言 应用程序设计 (第 5 版)

马忠梅 王美刚 孙 娟 编著
李嘉斌 刘佳伟 李 奇

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书针对 8051 单片机和程序设计语言——C 语言,讲解单片机的 C 语言应用程序设计。C51 编译器支持经典 8051 和 8051 派生产品,统称为 Cx51。内容既包括单片机基础和 Cx51 基础:数据与运算、流程控制语句、构造数据类型及函数与程序结构;又包括 Cx51 的应用部分:内部资源、扩展资源、输出控制、数据采集、人机交互及物联网传感器采集的 C 编程。本书还对软件工程推崇的模块化编程技术有所阐述,特别为实时控制的精确定时讲述了 C 语言与汇编语言的混合编程技术。书中配备了足够数量的习题,可供师生选用。

本书的特点是取材原文资料,总结实际教学和应用经验,实例较多,实用性强。书中 C 语言针对 8051 的特有结构描述,即使无编程基础的人,也可通过本书的学习很快掌握单片机的 C 编程。

本书可作为大专院校师生、培训班师生、全国大学生电子设计竞赛的教材,也可作为从事单片机应用的技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机的 C 语言应用程序设计/马忠梅等编著. -- 5
版.-- 北京:北京航空航天大学出版社,2013. 1
ISBN 978-7-5124-0158-7

I. ①单… II. ①马… III. ①单片微型计算机—
C 语言—程序设计 IV. ①TP368.1②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 004050 号

单片机的 C 语言应用程序设计(第 5 版)

马忠梅 王美刚 孙 娟 编著
李嘉斌 刘佳伟 李 奇
责任编辑 张军香 刘福军 朱红芳

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:22.75 字数:510 千字

2013 年 1 月第 5 版 2013 年 1 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-5124-0158-7 定价:39.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

北京航空航天大学出版社 1997 年出版的以 KEIL 公司 C51 编译器 DOS 版本为基础的《单片机的 C 语言应用程序设计》，是国内第一本单片机 C 语言教材，受到广大单片机用户的欢迎。1999 年出版的《单片机的 C 语言应用程序设计》(修订版)补充了单片机基础知识和各章习题，使其成为一些学校的单片机教材。第 3 版对修订版进行了 Windows 使用环境的升级。繁体版《单晶片 C 语言程式设计》已在中国台湾地区出版。第 4 版规范了程序的格式，增加了 Flash 存储器的扩展和 I²C 总线扩展存储器内容。第 5 版则增加了物联网数据采集一章和附录“预处理”，删除了附录“开发环境使用”和一些不常用的内容。

物联网被称为继计算机、互联网之后世界信息产业的第三次浪潮。物联网将任何物体与互联网相连接，进行信息交换和通信。射频识别技术 RFID(Radio Frequency Identification)和无线传感器网络是物联网的基础。无线传感器网络系统由传感器终端节点、协调器节点和 PC 机组成。带 8051 内核的 SOC 芯片 CC2530 作为传感器数据采集终端节点，大大方便了组建 ZigBee 无线传感器网络，采用宏函数编程可简化程序设计。

KEIL 公司 C51 编译器 DOS 版本曾通过美国 Franklin 公司在市场上销售多年，最早传入我国并得到广泛使用的是 Franklin C51 V3.2 版本。随着时间的推移，KEIL 公司的产品不断升级，V5.0 以上版本 C51 编译器就配有基于 Windows 的 μ Vision 集成开发环境和 dScope 软件模拟调试程序。现 C51 编译器有支持经典 8051 和 8051 派生产品的版本，统称为 Cx51。新版本 μ Vision 把模拟调试器 dScope 与集成开发环境无缝结合起来，界面更友好、使用更方便、支持的单片机品种更多。ARM 公司已收购了 KEIL 公司，推出中国版的 RealView MDK 开发工具，推广 Cortex-M 核微控制器。

单片机体积小，质量轻，具有很强的灵活性，而且价格不高，得到越来越广泛的应用。8051 在小到中型应用场合很常见，已成为单片机领域的实际标准。20 世纪 80 年代中期，Intel 公司将 8051 内核使用权以专利互换或出售的形式转给世界许多著名 IC 制造厂商，如 NXP、Atmel、Maxim、Infineon、ADI、TI、Winbond 和 Silicon Labs 公司等，使 8051 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。随着硬件的发展，8051 软件工具已有 C 级编译器及实时多任务操作系统 RTOS (Real Time Operating System)。在 RTOS 的支持下，单片机的程序设计更简单、更可靠，实时性更强。因而 8051 是单片机教学的首选机型。C 语言是一种编译型程序设计语言，它兼顾了多种高级语言的特点，并具备汇编语言的功能。用 C 语言来编写目标系统软件，会大大缩短开发周期，且明显地增强软件的可读性，便于改进和扩充，从而研制出规模更大、性能更完备的

前言

系统。用C语言进行8051单片机程序设计是单片机开发与应用的必然趋势。单片机的程序设计应该以C语言为主,汇编语言为辅。汇编语言掌握到只要可以读懂程序,在时间要求比较严格的模块中进行程序的优化即可。采用C语言也不必对单片机和硬件接口的结构有很深入的了解,编译器可以自动完成变量存储单元的分配,编程者就可以专注于应用软件部分的设计,大大加快了软件的开发速度。采用C语言可以很容易地进行单片机的程序移植工作,有利于产品中单片机的重新选型。

随着国内单片机开发工具研制水平的提高,现在的单片机仿真器普遍支持C语言程序的调试,为单片机编程使用C语言提供了便利的条件。C语言的模块化程序结构特点,可以使程序模块共享,不断丰富。C语言可读性的特点,更容易使大家借鉴前人的开发经验,提高自己的软件设计水平。采用C语言,可针对单片机常用的接口芯片编制通用的驱动函数,可针对常用的功能模块、算法等编制相应的函数,这些函数经过归纳整理可形成专家库函数,供广大的单片机爱好者使用、完善,这样可大大提高国内单片机软件的设计水平。国外嵌入式系统的程序设计也是采用C语言,我们可以借鉴其编程经验,进行技术交流,以达到和国际接轨的目的。过去长时间困扰人们的“高级语言产生代码太长,运行速度太慢,不适合单片机使用”的致命缺点已被大幅度地克服。目前,8051上的C语言的代码长度,在未加入人工优化的条件下,已经做到了最优汇编程序水平的1.2~1.5倍,可以说,比得上中等程序员的水平。只要有好的仿真器的帮助,用人工优化关键代码就是很简单的事了。如果谈到开发速度、软件质量、结构的严谨性和程序的坚固性等方面,则C语言的完美绝非汇编语言编程所能比拟的。

本书共13章。第1章为单片机基础知识。第2章从讨论8051的编程语言及其特点出发,对国际上现有的各种C51编译器的性能进行比较,通过一个KEIL Cx51的编程实例讲解C语言的结构。第3章列举逻辑和算术操作数等对嵌入式应用很重要的数据,介绍8051的各种类型的变量和各种类型的存储空间。单片机有多个存储空间——程序、数据、表格等,且寻址方式不同。第4章讲解分支和循环结构,它们是结构化编程方法的基础。其中,重点解释结构化编程的思想,如循环结构开头和结尾的不同检测方法。第5章为构造的数据类型,它们是函数的基础。此章包括结构、数组、指针和联合。实例包括内插比较到直接计算的查表使用。第6章阐述函数和程序结构,并有函数值的传进传出和变量的存储类型及作用域。第7章为使用多个文件开发程序进行混合编程,它是现代编程的关键。当几个编程者共同开发一个项目时,模块化程序设计不再是因高级语言速度慢而采用汇编编程的一种技术,而是便于管理的有组织编程的关键。第8章是针对8051系列内部资源中断、定时器/计数器、串行口的编程及使用,还有单片机的多机通信编程。这些是单片机最有特色的部分,是设计精巧系统的关键。第9章为8051扩展资源的编程,介绍并行接口芯片、串行总线芯片的扩展及应用编程。第10章为输出控制通道的D/A变换和步进电机控制的编程。第11章为数据采集通道的A/D转换及V/F变换的编程。第12章为人机界面LED/LCD、键盘与单片机的接口及编程。第13章针对物联网技术涉及的温湿度、加速度传感器和RFID等,给出数据采集程序。

书中许多内容取材于学生的例程开发和竞赛设计,孙娟、李嘉斌、刘佳伟、李奇、曾礼、徐旭昊、于佳维等参与了物联网开发设计实践。感谢 TI 公司大学计划部沈洁、黄争、潘亚涛,中科院计算所徐勇军、王鹏、陈彦明,奥尔斯公司李朱峰、徐唐基对我们的支持。

具有实际经验的设计者或系统开发者,会发现本书实例极具参考价值,由参考程序开发实用程序,将会使自己的程序更有效。对于已有其他语言的编程经验并熟悉单片机硬件的读者,通过此书的工作实例来学习一种语言会比使用其他教科书要快得多,且许多实例可直接在新的设计项目中采用。对于学习单片机应用课程的学生或面临设计项目的人员,本书提供了通常用于嵌入式系统的硬件及使用 8051 的实用程序,甚至一些 8051 系列应用的原理图也可以直接使用。

本书取材于原文资料,总结了实际教学和应用经验,编程实例丰富,内容覆盖面广。希望本书能对单片机的教学和应用推广起到一定的作用。由于程序和图表较多,难免有遗漏之处,恳请读者批评指正。

作者

2012年10月

目 录

第 1 章 单片机基础知识

1.1	8051 单片机的特点	1
1.2	8051 的内部结构	3
1.2.1	中央处理器	3
1.2.2	存储器组织	5
1.2.3	片内并行接口	8
1.2.4	8051 的内部资源	10
1.2.5	8051 的芯片引脚	11
1.2.6	单片机的工作方式	12
1.3	8051 的系统扩展	14
1.3.1	外部总线的扩展	14
1.3.2	外部程序存储器的扩展	16
1.3.3	外部数据存储器的扩展	18
1.4	8051 指令系统	22
1.4.1	寻址方式	22
1.4.2	指令说明	23
1.4.3	伪指令	30
1.4.4	指令系统表	31
1.5	实用程序设计	36
	习题一	38

第 2 章 C 与 8051

2.1	8051 的编程语言	41
2.2	Cx51 编译器	42
2.3	KEIL 8051 开发工具	43
2.4	KEIL Cx51 编程实例	48
2.5	Cx51 程序结构	53
	习题二	54

第3章 Cx51 数据与运算

3.1 数据与数据类型	55
3.2 常量与变量	56
3.3 Cx51 数据的存储类型与 8051 存储器结构	59
3.4 8051 特殊功能寄存器(SFR)及其 Cx51 定义	64
3.5 8051 并行接口及其 Cx51 定义	66
3.6 位变量(BIT)及其 Cx51 定义	68
3.7 Cx51 运算符、表达式及其规则	69
3.7.1 Cx51 算术运算符及其表达式	69
3.7.2 Cx51 关系运算符、表达式及优先级	71
3.7.3 Cx51 逻辑运算符、表达式及优先级	71
3.7.4 Cx51 位操作及其表达式	73
3.7.5 自增减运算符、复合运算符及其表达式	78
习题三	79

第4章 Cx51 流程控制语句

4.1 C 语言程序的基本结构及其流程图	80
4.1.1 顺序结构及其流程图	80
4.1.2 选择结构及其流程图	80
4.1.3 循环结构及其流程图	81
4.2 选择语句	83
4.2.1 选择语句 if	83
4.2.2 switch/case 语句	86
4.3 循环语句	87
4.3.1 while 语句	88
4.3.2 do while 语句	89
4.3.3 for 循环语句	90
习题四	93

第5章 Cx51 构造数据类型

5.1 数 组	94
5.1.1 一维数组	94
5.1.2 二维数组	97

5.1.3	字符数组	99
5.1.4	查 表	100
5.1.5	数组与存储空间	101
5.2	指 针	101
5.2.1	指针的基本概念	101
5.2.2	数组指针和指向数组的指针变量	105
5.2.3	指向多维数组的指针和指针变量	109
5.2.4	关于 KEIL Cx51 的指针类型	110
5.3	结 构	112
5.3.1	结构的定义和引用	112
5.3.2	结构数组	116
5.3.3	指向结构类型数据的指针	117
5.4	共用体	120
5.5	枚 举	121
	习题五	123
第 6 章 Cx51 函数		
6.1	函数的分类	125
6.2	函数的定义	126
6.3	函数的参数和函数值	128
6.4	函数的调用	129
6.4.1	函数调用的一般形式	129
6.4.2	函数调用的方式	129
6.4.3	对被调用函数的说明	130
6.4.4	函数的嵌套和递归调用	132
6.4.5	函数的递归调用	132
6.4.6	用函数指针变量调用函数	134
6.5	数组、指针作为函数的参数	135
6.5.1	用数组作为函数的参数	135
6.5.2	用指向函数的指针变量作为函数的参数	137
6.5.3	用指向结构的指针变量作为函数的参数	139
6.5.4	返回指针的函数	140
	习题六	142

第7章 模块化程序设计

7.1 基本概念	143
7.1.1 程序的组成	143
7.1.2 常用术语	143
7.1.3 文件命名常规	145
7.2 模块化程序开发	146
7.2.1 采用模块编程的优点	146
7.2.2 模块化程序开发过程	146
7.3 汇编和编译	147
7.3.1 使用汇编语言的模块化设计	147
7.3.2 使用C语言的模块化设计	151
7.4 覆盖和共享	152
7.4.1 覆盖	152
7.4.2 共享	152
7.5 库和链接器/定位器	154
7.5.1 库	154
7.5.2 链接器/定位器	154
7.6 混合编程	157
7.6.1 混合编程介绍	157
7.6.2 参数传递	158
7.6.3 混合编程实例	162
7.6.4 根据硬件环境的配置	165
7.7 程序优化	166
习题七	167

第8章 8051 内部资源的C编程

8.1 中 断	168
8.1.1 中断源	169
8.1.2 中断的控制	170
8.1.3 中断响应	171
8.1.4 寄存器组切换	173
8.1.5 中断编程	175
8.2 定时器/计数器	177

8.2.1	与 T/C 有关的特殊功能寄存器	178
8.2.2	定时器/计数器的工作方式	180
8.2.3	定时器/计数器的初始化	181
8.2.4	定时器/计数器的应用实例	182
8.3	串行口	188
8.3.1	与串行口有关的 SFR	189
8.3.2	串行口的工作方式	190
8.3.3	串行口初始化	191
8.3.4	串行口应用范例	192
8.4	点对点的串行异步通信	196
8.4.1	通信双方的硬件连接	196
8.4.2	通信双方的约定	196
8.4.3	点对点通信编程	197
8.5	多机通信	200
8.5.1	通信接口	200
8.5.2	通信协议	200
8.5.3	通信程序	201
	习题八	207

第 9 章 8051 扩展资源的 C 编程

9.1	可编程外围并行接口 8255	209
9.1.1	8255 的结构和引脚	209
9.1.2	8255 的命令字和工作方式	210
9.1.3	8255 与 8051 的接口	212
9.2	可编程接口芯片 8155	214
9.2.1	8155 的结构和引脚	214
9.2.2	8155 的命令字、状态字及工作方式	215
9.2.3	8155 与 8051 的接口	216
9.3	I ² C 总线扩展存储器	218
9.3.1	I ² C 总线简介	218
9.3.2	I ² C 总线的通信规约	219
9.3.3	串行 I ² C 总线 E ² PROM 24CXX	220
9.3.4	I ² C 总线的编程实现	224
	习题九	227

第 10 章 8051 输出控制的 C 编程

10.1	8 位 D/A 芯片 DAC0832	228
10.1.1	DAC0832 的结构和引脚	228
10.1.2	8051 与 DAC0832 的接口电路	229
10.2	12 位 D/A 芯片 AD7521	232
10.2.1	AD7521 的引脚	232
10.2.2	AD7521 与 8051 的接口	232
10.3	步进电机控制	234
10.3.1	步进电机及其工作方式	234
10.3.2	步进电机与单片机的接口	234
	习题十	239

第 11 章 8051 数据采集的 C 编程

11.1	8 位 A/D 芯片 ADC0809	240
11.1.1	ADC0809 的结构和引脚	240
11.1.2	ADC0809 与 8051 的接口	242
11.2	12 位 A/D 芯片 AD574	243
11.2.1	AD574 的结构和引脚	243
11.2.2	AD574 与 8051 的接口	245
11.3	V/F 变换芯片 AD650	247
11.4	频率量的测量	250
11.4.1	测量频率法	250
11.4.2	测量周期法	252
	习题十一	254

第 12 章 8051 人机交互的 C 编程

12.1	键盘和数码显示	255
12.1.1	行列式键盘与 8051 的接口	255
12.1.2	七段数码显示与 8051 的接口	257
12.2	可编程键盘/显示接口芯片 8279	260
12.2.1	8279 内部结构和引脚	260
12.2.2	8279 的命令字和状态字	262
12.2.3	8279 和 8051 的接口	265

12.3 字符型 LCD 显示模块	267
12.3.1 字符型 LCD 的结构和引脚	267
12.3.2 显示板控制器的指令系统	269
12.3.3 LCD 显示板与单片机的接口和编程	271
12.4 点阵型 LCD 显示模块	273
12.4.1 HD61830 的特点和引脚	273
12.4.2 HD61830 指令集	274
12.4.3 与内藏 HD61830 的液晶模块的接口和编程	277
习题十二	282
第 13 章 物联网数据采集	
13.1 物联网简介	283
13.1.1 物联网的概念	283
13.1.2 物联网的体系结构	283
13.1.3 物联网的关键技术	284
13.1.4 物联网的发展现状与应用	285
13.1.5 物联网数据采集平台	286
13.2 CC2530 基础	287
13.2.1 CC2530 的结构及特性	287
13.2.2 通用数字 I/O 接口	295
13.2.3 外部 I/O 中断	296
13.2.4 定时器操作	297
13.2.5 ADC 单次采样	310
13.2.6 USART 串口通信	313
13.3 温湿度采集	320
13.3.1 温湿度传感器 SHT10	320
13.3.2 TC77 温度传感器	326
13.4 加速度传感器采集	328
13.4.1 加速度传感器 MMA7360	328
13.4.2 加速度传感器 ADXL345	331
13.5 RFID 采集	335
13.6 反射式接近开关传感器	337
13.7 超声波测距	338
附录 预处理	342

第 1 章

单片机基础知识

1.1 8051 单片机的特点

单片机(microcontroller, 又称微控制器)是在一块硅片上集成了各种部件的微型计算机。这些部件包括中央处理器 CPU、数据存储器 RAM、程序存储器 ROM、定时器/计数器和多种 I/O 接口电路。

8051 单片机的基本结构如图 1-1 所示。

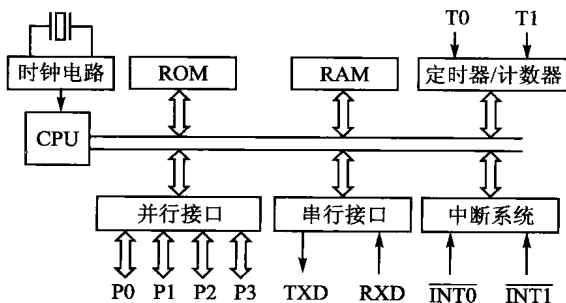


图 1-1 8051 单片机的基本结构

8051 是 MCS-51 系列单片机中的一个产品。MCS-51 系列单片机是 Intel 公司推出的通用型单片机。它的基本型产品是 8051、8031 和 8751。这 3 个产品片内程序存储器的制造工艺不同。8051 的片内程序存储器 ROM 为掩膜型的,在制造芯片时已将应用程序固化进去,使它具有了某种专用功能;8031 片内无 ROM,使用时需外接 ROM;8751 的片内 ROM 是 EPROM 型的,固化的应用程序可以方便地改写。

以上 3 个器件是 HMOS 工艺的。此外还有低功耗基本型的 CMOS 工艺器件 80C51、80C31 和 87C51 等,分别与上述器件兼容。CMOS 具有低功耗的特点,如 8051 功耗约为 630 mW,而 80C51 的功耗只有 120 mW。

除片内 ROM 类型不同外,8051、8031 和 8751 的其他性能完全相同。其结构特点如下:

- 8 位 CPU;
- 片内振荡器及时钟电路;
- 32 根 I/O 线;
- 外部存储器 ROM 和 RAM 寻址范围各 64 KB;
- 2 个 16 位的定时器/计数器;
- 5 个中断源, 2 个中断优先级;
- 全双工串行口;
- 布尔处理器。

MCS-51 系列单片机已有十多个产品。其性能如表 1-1 所列。

表 1-1 MCS-51 系列单片机性能表

ROM 形式			片内 ROM/ KB	片内 RAM/ B	寻址范围/ KB	I/O			中断源
片内 ROM	片内 EPROM	外接 EPROM				计数器	并行口	串行口	
8051	8751	8031	4	128	2×64	2×16	4×8	1	5
80C51	87C51	80C31	4	128	2×64	2×16	4×8	1	5
8052	8752	8032	8	256	2×64	3×16	4×8	1	6
80C252	87C252	80C232	8	256	2×64	3×16	4×8	1	7

表中列出了 4 组性能上略有差异的单片机。前两组属于同一规格,都可称为 51 系列;后两组为 52 系列,性能要高于 51 系列。除了存储器配置等差别外,8052 片内 ROM 中还掩膜了 BASIC 解释程序,因而可以直接使用 BASIC 程序。此外,87C51 和 87C252 还具有两级程序保密系统。

8051 单片机系列指的是 MCS-51 系列和其他公司的 8051 派生产品。这些派生产品是在基本型基础上增强了各种功能的产品,如高级语言型、Flash 型、EEPROM 型、A/D 型、DMA 型、多并行口型、专用接口型和双控制器串行通信型等。Atmel 公司的 AT89 系列单片机把 8051 内核与其 Flash 专利存储技术相结合,具有较高的性价比。NXP 公司具有丰富的外围部件,是 8051 系列单片机品种较多的生产厂家。MAXIM 公司和 Infineon 公司的单片机增加了数据指针和运算能力。ADI 公司和 TI 公司把 ADC、DAC 和 8051 内核结合起来,推出微转换器系列芯片。Cypress 公司把 8051 内核和 USB 接口结合起来,推出 USB 控制器芯片。Silicon Labs 公司的片上系统单片机 C8051F 系列改进了 8051 内核,具有 JTAG 接口,可实现在线下载和调试程序,是 8051 最具生命力的体现。目前这些增强型的 8051 系列产品都基于 CMOS 工艺,故又称为 80C51 系列。它们给 8 位单片机注入了新的活力,为它的开发应用开

拓了更广阔的前景。Oregon System 公司的 Core8051 IP 和 Synopsys 公司的 DW8051_core 是与 8051 指令兼容的 8 位单片机 IP 核。DW8051_core 采用 4 个时钟周期为 1 个指令周期的模式,在时钟周期相同的情况下,处理能力是标准 8051 的 3 倍。基于 IP 核和 FPGA 的 SoC (System on Chip, 片上系统)设计方法具有极大的灵活性,可以大大缩短项目的开发周期。

1.2 8051 的内部结构

图 1-2 所示为 8051 单片机片内结构的总框图,划分为 CPU、存储器、并行口、串行口、定时器/计数器和中断逻辑几部分。

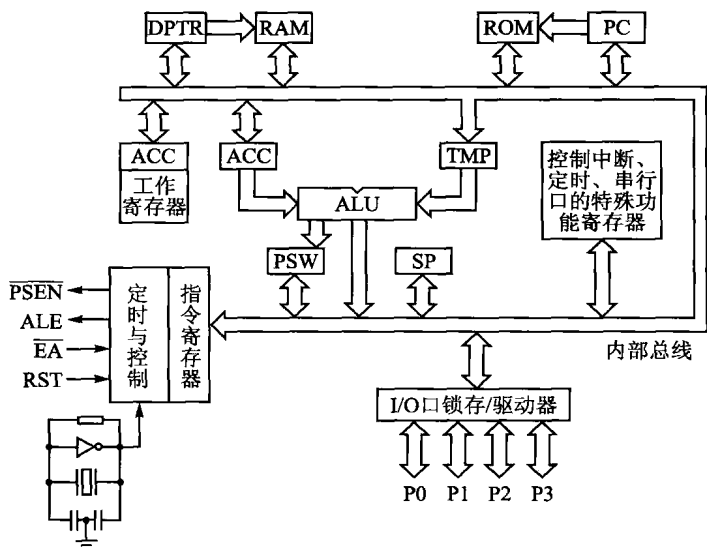


图 1-2 8051 单片机的内部结构框图

1.2.1 中央处理器

8051 的中央处理器 CPU 由运算器和控制逻辑构成,其中包括若干特殊功能寄存器(SFR)。

1. 以 ALU 为中心的运算器

算术逻辑单元 ALU 能对数据进行加、减、乘、除等算术运算和“与”、“或”、“异或”等逻辑运算及位操作运算。

ALU 只能进行运算,运算的操作数可以事先存放到累加器 ACC 或暂存器 TMP 中,运算结果可以送回 ACC、通用寄存器或存储单元中。累加器 ACC 也可以写为 A。B 寄存器在乘

第1章 单片机基础知识

法指令中用来存放乘数,在除法指令中用来存放除数,运算后 B 中为部分运算结果。

程序状态字 PSW 是 8 位寄存器,用来寄存本次运算的特征信息,用到其中的 7 位。PSW 的格式如图 1-3 所示。下面是其各位的含义。

- CY: 进位标志。有进位/借位时, $CY=1$; 否则 $CY=0$ 。
- AC: 半进位标志。当 D3 位向 D4 位产生进位/借位时, $AC=1$; 否则 $AC=0$ 。常用于十进制调整运算中。
- F0: 用户可设定的标志位,可置位/复位,也可供测试。
- RS1,RS0: 4 个通用寄存器组的选择位。该两位的 4 种组合状态用来选择 0~3 寄存器组,如表 1-2 所列。
- OV: 溢出标志。当带符号数运算结果超出 $-128 \sim +127$ 范围时, $OV=1$; 否则 $OV=0$ 。当无符号数乘法结果超过 255 时,或当无符号数除法的除数为 0 时, $OV=1$; 否则 $OV=0$ 。
- P: 奇偶校验标志。每条指令执行完,若 A 中 1 的个数为奇数时, $P=1$,即奇校验方式; 否则 $P=0$,即偶校验方式。

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

图 1-3 PSW 的格式

表 1-2 RS1、RS0 与工作寄存器组的关系

RS1	RS0	工作寄存器组	RS1	RS0	工作寄存器组
0	0	0 组(00H~07H)	1	0	2 组(10H~17H)
0	1	1 组(08H~0FH)	1	1	3 组(18H~1FH)

2. 控制器、时钟电路和基本时序周期

控制逻辑主要包括定时和控制逻辑、指令寄存器、译码器及地址指针 DPTR 和程序计数器 PC 等。

单片机是程序控制式计算机。它的运行过程是在程序控制下逐条执行程序指令的过程,即从程序存储器中取出指令送到指令寄存器 IR,然后指令译码器 ID 进行译码;译码产生一系列符合定时要求的微操作信号,用以控制单片机各部分动作。

8051 的控制器在单片机内部协调各功能部件之间的数据传送、数据运算等操作,并对单片机发出若干控制信息。这些控制信息有的使用专门的控制线,如 \overline{PSEN} 、 \overline{ALE} 、 \overline{EA} 及 RST ; 也有一些是与 P3 口的某些端子合用,如 \overline{WR} 和 \overline{RD} 就是 P3.6 和 P3.7。它们的具体功能在介绍 8051 引脚时一起叙述。