



高等学校电子与通信类专业“十一五”规划教材

单片机原理及应用系统设计

主 编 胡亚琦



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校电子与通信类专业“十一五”规划教材

单片机原理及应用系统设计

主 编 胡亚琦
副主编 刘远聪 刘艳慧 翟广宇

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书是作者根据多年在单片机教学、教材编写、项目开发及培训等方面的经验编写而成的。本书针对目前广泛应用的 MCS-51 系列 AT89S52 单片机和最流行的程序设计语言——C 语言,以单片机原理讲解为基础,以应用设计为重点,深入浅出、系统全面地介绍了单片机原理及应用系统设计。

本书共八章,内容包括:单片机概述及基本结构、AT89S52 单片机的硬件结构、AT89S52 单片机指令系统、单片机程序设计语言、C51 程序设计语言、单片机系统功能的扩展技术、单片机应用系统设计实例及单片机应用实验。本书具有系统性强、浅显易懂、容易上手、即学即用等特点。

本书可作为高等院校电子信息工程、通信、电气工程、自动化、自动控制等电类本科专业教材,也可作为相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用系统设计/胡亚琦主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2010.9

高等学校电子与通信类专业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2436-5

I. ①单… II. ①胡… III. ①单片微型计算机—理论—高等学校—教材

②单片微型计算机—系统设计—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 148003 号

策 划 杨丕勇

责任编辑 任倍萱 杨丕勇

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 20.875

字 数 493 千字

印 数 1~3000 册

定 价 30.00 元

ISBN 978-7-5606-2436-5/TP·1215

XDUP 2728001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

单片机以其功能强、体积小、可靠性高、价格低廉等特点，在工业控制、数据采集、智能化仪表、机电一体化、家用电器等领域得到了广泛的应用，极大地提高了这些领域的技术水平和自动化程度。因此，单片机的开发应用已成为高科技和工程领域的一项重大课题。各高等院校电子与通信类相关专业都将单片机课程列为其教学计划的重要组成部分。

目前，虽然有关单片机技术的教材比较多，但随着单片机应用技术日新月异的发展，有的教材内容显得有些陈旧，所介绍的单片机也已经被淘汰，学生很难再对其进行开发实践，有的教材实践性不强，只有原理讲解而缺少实际应用方面的内容或这方面内容不系统，学生学完这门课后达不到进行应用系统设计的程度。基于以上原因，作者根据多年在单片机教学、项目开发及培训等方面的经验编写了本书。本书针对目前广泛应用的 MCS-51 系列中的 AT89S52 单片机和最流行的程序设计语言——C 语言，使用 Keil C51 集成开发环境，以单片机原理讲解为基础，以应用设计为重点，系统全面地介绍了单片机原理及应用系统设计。同时，还对单片机仿真软件 Proteus 进行了介绍，使学生通过对本书的学习，实现从单片机原理→单片机应用系统设计→软件仿真→硬件实现这样一个过程，为进一步开发设计打下坚实的基础。

本书理论联系实际，易教易学。书中除列举大量典型事例来阐释基本理论知识外，还单独设立了应用系统设计实例，既有利于学生理解和掌握理论知识，又提高了学生动手解决实际问题的能力。

本书第一(1.2、1.3)、二、三章由兰州交通大学胡亚琦编写，第四、五章由西北师范大学刘远聪编写，第六章由西安工程大学张龙编写，第七章由西北师范大学刘艳慧编写，第一(1.1)、八章由兰州工业高等专科学校翟广宇编写，由胡亚琦负责全书的组织编排及统稿工作。在本书编写过程中，得到了杭州电子工业大学教授尚群立博士、西北师范大学厉树忠教授的大力帮助，并提出了许多宝贵意见。在此，向他们一并表示衷心的感谢。

本书可作为高等院校电子信息工程、通信、电气工程、自动化、自动控制等电类本科专业的教材，也可作为相关工程设计人员的参考用书。

由于编者水平所限，书中难免存在疏漏和不妥，恳请广大读者批评指正。

编 者

2010 年 4 月于兰州交通大学

目 录

第一章 单片机概述及基本结构	1
1.1 单片机概述	1
1.1.1 单片机的定义	1
1.1.2 单片机的发展	1
1.1.3 单片机的分类	3
1.1.4 单片机的特点	4
1.1.5 单片机的应用领域	4
1.2 51 系列单片机的基本结构	5
1.2.1 内部结构的主要组成部分	5
1.2.2 单片机的引脚功能	8
1.2.3 控制器、时钟电路和基本时序周期.....	9
1.2.4 复位状态及复位电路	11
1.2.5 省电方式	13
1.3 AT89 系列单片机型号的编码说明及封装形式	15
习题一	17
第二章 AT89S52 单片机的硬件结构	19
2.1 AT89S52 存储器结构	19
2.1.1 程序存储器	19
2.1.2 片内 Flash 存储器操作	21
2.1.3 数据存储器	27
2.1.4 特殊功能寄存器 SFR	29
2.2 并行 I/O 接口	34
2.2.1 P0 口	34
2.2.2 P1 口	36
2.2.3 P2 口	37
2.2.4 P3 口	38
2.3 AT89S52 的定时/计数器 T0、T1 和 T2	39
2.3.1 定时/计数器的基本原理	39
2.3.2 定时/计数器 T0/T1 的控制与状态寄存器	40
2.3.3 T0/T1 的四种工作模式	41
2.3.4 定时/计数器 T2 的控制与状态寄存器	44
2.3.5 T2 的工作模式	46
2.4 AT89S52 的中断系统	49
2.4.1 中断的基本概念	49
2.4.2 中断源	50
2.4.3 AT89S52 的中断标志与控制	53
2.4.4 中断响应的条件、过程与时间	56

2.5	AT89S52 的串行通信	57
2.5.1	串行通信概述	57
2.5.2	RS232C 标准总线及通信设计	60
2.5.3	AT89S52 串行通信接口	62
	习题二	67
第三章	AT89S52 单片机指令系统	70
3.1	单片机指令系统概述	70
3.1.1	指令、指令系统的概念	70
3.1.2	单片机指令系统及其指令格式	70
3.2	寻址方式	71
3.2.1	立即寻址	71
3.2.2	寄存器寻址	71
3.2.3	寄存器间接寻址	72
3.2.4	直接寻址	72
3.2.5	基址寄存器加变址寄存器间接寻址	73
3.2.6	相对寻址	73
3.2.7	位寻址	73
3.3	数据传送类指令	74
3.3.1	访问片内数据存储器的一般数据传送指令	74
3.3.2	片内特殊传送指令	76
3.3.3	片外数据存储器数据传送指令	77
3.3.4	访问程序存储器的数据传送指令	77
3.4	算术运算类指令	78
3.4.1	加、减法指令	78
3.4.2	十进制调整指令	80
3.4.3	乘、除法指令	81
3.5	逻辑运算及移位指令	81
3.6	控制转移类指令	83
3.6.1	无条件转移指令	83
3.6.2	条件转移指令	85
3.7	子程序调用和返回指令	87
3.7.1	子程序调用指令	88
3.7.2	返回指令	88
3.7.3	空操作指令	89
3.8	位操作类指令	89
3.9	汇编程序格式与伪指令	91
	习题三	93
第四章	单片机程序设计语言	96
4.1	汇编语言程序设计	96
4.1.1	汇编语言程序设计步骤	96
4.1.2	汇编语言程序结构	97
4.1.3	汇编语言程序设计方法	99
4.1.4	汇编语言编程规范	105

4.2 C51 语言程序设计	107
习题四	109
第五章 C51 程序设计语言	110
5.1 C51 基本语法规则	110
5.1.1 C51 数据类型	110
5.1.2 常量与变量	111
5.1.3 运算符与表达式	114
5.1.4 程序控制语句	116
5.1.5 函数	121
5.1.6 指针	124
5.1.7 构造数据类型	127
5.1.8 C51 位操作及其表达式	131
5.1.9 自增减运算符、复合运算符及其表达式	134
5.2 C51 程序设计技巧	135
5.2.1 存取 AT89S52 单片机特殊功能寄存器	135
5.2.2 位的控制	136
5.2.3 中断子程序的设计	137
5.2.4 内存应对式 I/O	138
5.2.5 C51 程序设计举例	139
5.3 汇编语言与 C 语言的混合编程	140
5.3.1 C51 和 A51 接口所涉及的几个主要问题	142
5.3.2 C51 程序中嵌入汇编	144
5.3.3 C51 与汇编函数的相互调用	145
5.4 C51 与汇编语言的对照	148
5.4.1 实例描述	148
5.4.2 硬件电路	148
5.4.3 程序设计	149
5.4.4 汇编语言编写的代码	150
5.4.5 C 语言编写的代码	151
5.4.6 实例小结	151
5.5 C51 程序设计小结	152
习题五	153
第六章 单片机系统功能的扩展技术	154
6.1 系统扩展概述	154
6.2 总线扩展及地址分配	154
6.2.1 总线扩展	155
6.2.2 地址分配	158
6.3 外部存储器及其访问	161
6.3.1 外部程序存储器及其访问	161
6.3.2 外部数据存储器及其访问	164
6.4 外部程序存储器扩展	165
6.4.1 常用 EPROM 芯片	166
6.4.2 典型 EPROM 扩展电路实现	167

6.5	外部数据存储器的扩展	168
6.5.1	RAM(SRAM)的扩展	168
6.5.2	并行 E ² PROM 的扩展	170
6.6	并行 I/O 接口的扩展	172
6.6.1	简单 I/O 接口的扩展	172
6.6.2	可编程 8155 的并行 I/O 扩展	173
6.6.3	8255A 可编程并行 I/O 接口扩展	184
6.7	A/D 和 D/A 转换接口的扩展	190
6.7.1	8 位并行 A/D 转换器 ADC0809 的扩展	191
6.7.2	12 位并行 A/D 转换器 AD574 的扩展	194
6.7.3	8 位并行 D/A 转换器 DAC0832 的扩展	196
6.8	串行总线扩展技术	199
6.8.1	SPI 和 I ² C 串行总线接口	200
6.8.2	键盘/显示器串行扩展技术	205
6.8.3	E ² PROM 串行扩展技术	209
6.8.4	D/A 和 A/D 转换器串行扩展技术	212
6.8.5	串行总线单片机最小系统实验板	218
	习题六	221
第七章	单片机应用系统设计实例	222
7.1	汇编源程序的建立与编译	222
7.1.1	Proteus 中的源程序设计与编译	222
7.1.2	Keil μ Vision 中的源程序设计与编译	224
7.2	Proteus 与单片机电路的交互式仿真与调试	231
7.2.1	加载目标代码	231
7.2.2	单片机系统的 Proteus 交互仿真	232
7.2.3	调试菜单与调试窗口	232
7.2.4	观察窗口	234
7.3	I/O 口应用	236
7.3.1	Proteus 电路设计	237
7.3.2	Proteus 调试与仿真	237
7.3.3	总结与提示	238
7.4	4 \times 4 矩阵式键盘识别技术	238
7.4.1	Proteus 电路设计	239
7.4.2	源程序设计	239
7.4.3	Proteus 调试与仿真	243
7.4.4	总结与提示	243
7.5	动态扫描显示	243
7.5.1	Proteus 电路设计	243
7.5.2	源程序设计	244
7.5.3	Proteus 调试与仿真	246
7.5.4	总结与提示	246
7.6	8 \times 8 点阵 LED 显示	246
7.6.1	Proteus 电路设计	246

7.6.2	Proteus 设计与仿真	248
7.6.3	总结与提示	249
7.7	I/O 口的扩展	249
7.7.1	Proteus 电路设计	249
7.7.2	源程序设计	250
7.7.3	Proteus 调试与仿真	252
7.7.4	总结与提示	252
7.8	定时/计数器实验	252
7.8.1	Proteus 电路设计	253
7.8.2	Proteus 设计与仿真	254
7.8.3	总结与提示	255
7.9	外部数据存储器扩展	255
7.9.1	Proteus 电路设计	255
7.9.2	Proteus 调试与仿真	256
7.9.3	总结与提示	256
7.10	外部中断实验	256
7.10.1	Proteus 电路设计	258
7.10.2	Proteus 调试与仿真	259
7.10.3	总结与提示	259
7.11	单片机与 PC 机间的串行通信	259
7.11.1	Proteus 电路设计	260
7.11.2	Proteus 调试与仿真	262
7.11.3	总结与提示	263
7.12	单片机与步进电机的接口技术	263
7.12.1	Proteus 电路设计	264
7.12.2	Proteus 调试与仿真	265
7.12.3	总结与提示	265
7.13	单片机与直流电动机的接口技术	266
7.13.1	Proteus 电路设计	266
7.13.2	Proteus 调试与仿真	267
7.13.3	总结与提示	268
7.14	基于 DAC0832 数/模转换器的数控电源	268
7.14.1	Proteus 电路设计	269
7.14.2	Proteus 调试与仿真	270
7.14.3	总结与提示	270
7.15	基于 ADC0808 模/数转换器的数字电压表	271
7.15.1	Proteus 电路设计	271
7.15.2	源程序设计	272
7.15.3	Proteus 调试与仿真	276
7.15.4	总结与提示	277
第八章	单片机应用实验	278
实验 1	闪烁灯	278
实验 2	模拟开关灯	280

实验 3 多路开关状态指示	282
实验 4 广告灯设计	286
实验 5 广告灯(利用取表方式)	289
实验 6 报警器	291
实验 7 I/O 并行口直接驱动 LED 显示	294
实验 8 按键识别方法之一	297
实验 9 00~99 计数器	300
实验 10 动态数码显示技术	303
附录 A 指令系统中常用符号说明	307
附录 B 影响标志位设置的指令	309
附录 C AT89S52 指令表	310
附录 D 片内 RAM 中 20H~2FH 共 128 位地址表	314
附录 E 特殊功能寄存器地址表	315
附录 F Keil C51 软件使用	317
附录 G AT89S52 单片机下载器软件使用	323
参考文献	324

第一章 单片机概述及基本结构

1.1 单片机概述

1.1.1 单片机的定义

单片机是单片微型计算机(Single Chip Microcomputer, SCM)的简称,是将中央处理器(Central Processing Unit, CPU)、存储器(Memory)、定时/计数器、I/O(Input/Output)接口等通过片内总线连接起来并集成在一块集成电路芯片上的微型计算机,其内部结构如图1-1所示。

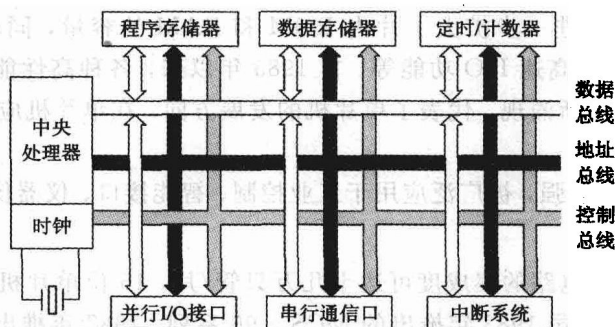


图 1-1 单片机内部结构

单片机虽然只是个芯片,但其结构与指令功能都是按照工业控制要求设计的,符合微型计算机系统的含义,因此称为“单片微型计算机”。国外曾一度将其称为微控制单元(Micro Controller Unit, MCU),国内习惯称之为单片机。

1.1.2 单片机的发展

目前,计算机硬件技术正向巨型化、微型化和单片化三个方向发展。自1975年美国德克萨斯仪器公司(Texas Instruments)第一块单片机芯片TMS-1000问世以来,在短短的20年间,单片机技术已经发展成为计算机技术中一个非常有活力的分支。它有自己的技术特征、规范、发展道路和应用环境。按单片机的生产技术和应用对象,单片机先后经历了4位机、8位机、16位机及32位机几个有代表性的发展阶段。

1. 4位单片机

自1975年美国德克萨斯仪器公司首次推出4位单片机TMS-1000后,其他计算机生产公司也竞相推出4位单片机。例如,美国国家半导体公司(National Semiconductor)的

COP402 系列, 日本电气公司(NEC)的 μ PD75 $\times\times$ 系列, 美国洛克威尔公司(RockWell) PPS/1 系列, 日本松下公司的 MN1400 系列, 富士通公司的 MB88 系列等。

·4 位单片机主要用于家用电器、电子玩具等。

2. 8 位单片机

1976 年 9 月, 美国 Intel 公司首先推出了 MCS - 48 系列 8 位单片机以后, 单片机发展进入了一个新的阶段, 8 位单片机纷纷应运而生。例如, 莫斯特克(Mostek)和仙童(Fairchild)公司共同合作生产的 3870(F8)系列, 摩托罗拉(Motorola)公司生产的 6081 系列等。

由于受集成度(几千只管/片)的限制, 在 1978 年以前各个厂家生产的 8 位单片机一般没有串行接口, 并且寻址空间的范围小(小于 8 KB), 从性能上看属于低档 8 位机单片机。

随着集成电路工艺水平的提高, 在 1978 年到 1983 年期间集成度提高到几万只管/片, 因而一些高性能的 8 位单片机相继问世。例如, 1978 年摩托罗拉公司生产的 MC6801 系列。这类单片机的寻址能力达 64 KB, 片内 ROM 容量达 4~8 KB, 片内除带有并行 I/O 口外, 还有串行 I/O 口, 甚至某些还有 A/D 转换器功能。因此, 把这类单片机称为高档 8 位单片机。

在高档 8 位单片机的基础上, 单片机功能得到进一步提高, 近年来推出了超 8 位单片机。如 Intel 公司的 8X252、UPI - 45283C152, Zilog 公司的 Super8, Motorola 公司的 MC68HC 等。他们不但进一步扩大了片内 ROM 和 RAM 的容量, 同时还增加了通信功能, DMA 传输功能以及高速 I/O 功能等。自 1985 年以来, 各种高性能、大储存容量、多功能的超 8 位单片机不断涌现, 代表了单片机的发展方向, 在单片机应用领域发挥着越来越大的作用。

8 位单片机由于功能强, 被广泛应用于工业控制、智能接口、仪器仪表等各个领域。

3. 16 位单片机

1983 年以后, 集成电路的集成度可达十几万只管/片, 16 位单片机逐渐问世。这一阶段的代表产品有 Intel 公司 1983 年推出的 MCS - 96 系列, 1987 年推出的 80C96; 美国国家半导体公司推出的 HPC16040 和 NEC 公司推出的 783 $\times\times$ 系列等。

16 位单片机将单片机的功能又推向了一个新的阶段。如 MCS - 96 系列的集成度为 12 万只管/片, 片内含 16 位 CPU、8 KB ROM、232 字节 RAM、5 个 8 位并行 I/O 口、4 个全双工串行口、4 个 16 位定时器/计数器、8 级中断处理系统。MCS - 96 系列还具有多种 I/O 功能, 如高速输入/输出(HSIO)、脉宽调制(PWM)输出、特殊用途的监视定时器(Watchdog)等等。

16 位单片机可用于高速复杂的控制系统。

4. 32 位单片机

近年来, 各个计算机生产厂家已进入更高性能的 32 位单片机研制和生产阶段。由于控制领域对 32 位单片机需求并不十分迫切, 所以 32 位单片机的应用并不是很多。

需要提及的是, 单片机的发展虽然按先后顺序经历了 4 位、8 位、16 位的阶段, 但是从实际使用看, 并没有出现推陈出新、以新代旧的局面。4 位、8 位、16 位单片机仍各有应用领域, 如 4 位单片机在一些简单家用电器、高档玩具中仍有应用, 8 位机在中、小规模应用场合仍占主流地位, 16 位单片机在比较复杂的控制系统中才有应用。

1.1.3 单片机的分类

随着集成电路的飞速发展,目前单片机的种类很多,但仍以 Intel 公司生产的 MCS - 51 系列单片机最具代表性。MCS - 51 由于结构比较典型、总线完善、SFR 集中管理,并具有丰富的位操作系统和面向控制功能的指令系统等特点,为单片机的发展奠定了良好的基础。MCS - 51 系列的典型芯片是 80C51(即 CHMOS 型的 8051)。为此,各厂商纷纷以 80C51 为技术内核,制造了许多类型的 8 位单片机。这些与 80C51 兼容的单片机统称为“80C51 系列”。近年来,80C51 系列又得到了进一步发展,出现了一些功能更强的新产品。这些新型单片机的改进,主要在于改善了控制功能、加大了存储器容量。如内部集成了高速 I/O 口、ADC、PWM、WDT 等,以及低电压、低功耗、电磁兼容、串行扩展总线、控制网络总线性能等。

1. Intel 公司的 MCS - 51 系列单片机

Intel 公司的 MCS - 51 系列单片机有 8031、8051、8751、80C51 和 80C31 等型号,其中前三种为 CMOS 芯片,其余为 CHMOS 芯片。它们除存储器的配置不同外,其他内部结构基本相同。

8051 内部设有 4 KB 的掩膜 ROM 程序存储器;8031 没有片内程序存储器,使用时用户需要扩展相应的存储器;8751 是将片内的 ROM 换成 EPROM。

目前,MCS - 51 系列单片机在实际应用中使用较少,但是它们开创了 51 系列单片机的新纪元,为单片机的发展作出了不朽的贡献。

2. ATMEL 公司的 51 系列单片机

ATMEL 公司生产了许多基于 51 系列的单片机,其在整个 51 系列单片机市场中所占的份额较大。该公司生产的系列单片机功能较强,提供了丰富的外围接口和专用的控制器。例如,AT89S51 系列单片机具有在线系统可编程功能,给单片机开发者带来了极大的便利;AT89X51SND1C 系列单片机将现阶段所有的外围接口都集成在片内,且内置了 MP3 解码器,当前许多厂家都采用该系列芯片外加 Flash 存储器来构成 MP3 播放器。

3. Philips 公司的 51 系列单片机

荷兰 Philips 公司是一家综合性电子产品公司。著名的 I²C 总线结构就是该公司提出并推广的。该公司在单片机领域也占据了半壁江山,当前已有越来越多的用户采用了其单片机产品。该公司生产的单片机型号、功能较全,并以低功能的特点而著称。

4. 华邦公司 51 系列单片机

台湾 Winbond(华邦)公司生产的 W77 和 W78 系列单片机的引脚和指令系统与 80C51 单片机完全兼容,但每个指令周期只需 4 个时钟周期,工作频率最高可达 40 MHz,提高了单片机系统的运行速度,同时还增加了看门狗定时器(WDT)及两组全双工的 UART 串行通信口等。许多计算机主板上都采用了该公司生产的单片机,这是由于它有较高的性价比,且功能强、型号多,故可以满足不同应用场合的需求。

5. Freescale 公司的 51 系列单片机

Freescale 公司也是世界上单片机生产规模最大的厂商之一。该公司生产有 M6805、M68HC11、M68HC12 等 8 位单片机。该公司生产的单片机在同样速度下所使用的时钟频

率比 Intel 类单片机要低得多,因此 Freescale 公司的单片机具有高频低噪声、抗干扰能力强等特点,适用于许多工业控制领域及环境较差的场合。

6. 其他公司生产的 8 位单片机

美国 Microchip(微芯)公司生产的单片机以 PIC16C 系列和 PIC17C 系列 8 位单片机为主。该公司生产的单片机采用精简指令集系统(RISC)结构,分别仅有 33、35 及 58 条指令,具有运行速度快、工作电压低、功耗低、价格低以及直接驱动负载能力强等特点。该公司生产的 PIC 系列单片机在世界市场上所占有的份额逐年增大,发展十分迅速,前景被人们看好。

Micon 公司生产的 MDT20××系列单片机与 PIC 系列单片机的引脚完善兼容,属于工业级 OTP(一级性编程)单片机。Haier 集团的电冰箱控制器、TCL 公司的通信产品均采用这种单片机。

本书以目前流行的 AT89S52 单片机为基础,全面介绍了单片机的基本结构及应用系统的设计。AT89S52 单片机是 ATMEL 公司将其优势的 Flash 技术与 Intel 公司的 80C51 核心技术相结合,并增加了看门狗(WDT)、SPI、ISP 等技术的新产品,其具有性能价格比高,应用方便、可靠等优点。

1.1.4 单片机的特点

与通用微机相比较,单片机在结果、指令设置上均有其独特之处,其主要特点如下:

(1) 单片机的 ROM 和 RAM 存储器是严格区分的。ROM 称为程序存储器,用于存放程序、固定常数及数据表格。RAM 则为数据存储器,用于存放用户数据。这样的结构主要是考虑到单片机在控制系统中有较大的程序存储空间,可把开发成功的程序固化在 ROM 中,而把少量的随机数据存放在 RAM 中。

(2) 采用面向控制的指令系统。为满足控制的需要,单片机有更强的逻辑控制能力及微处理能力。

(3) 单片机的 I/O 引脚通常是多功能的。由于单片机芯片主引脚数目有限,为了解决实际引脚数和需要的信号线的矛盾,采用引脚功能复用的方法。引脚的功能可由指令来设置或由机器状态来区分。

(4) 单片机的外部扩展能力强。在内部的各种功能部分不能满足应用需求时,均可进行外部扩展(如扩展 ROM、RAM、I/O 接口、定时器/计数器、中断系统等),可与许多通用的微机接口芯片兼容,给应用系统设计带来极大的方便和灵活性。

1.1.5 单片机的应用领域

51 系列单片机以其高性能、高速度、体积小、价格低廉、可重复擦写和方便功能扩展等优点,在市场上得到广泛的应用。其主要应用在以下几个领域。

1. 家电产品及玩具

由于 51 系列单片机价格低、体积小、控制功能强、功能扩展方便等优点,使其广泛应用于电视、冰箱、洗衣机、玩具、家用防盗报警器等方面。

2. 机电一体化设备

机电一体化设备是指将机器技术、微电子技术和计算机技术结合在一起，从而产生具有智能化特征的产品，它是现代机械及电子工业的主要发展方向。单片机作为机电一体化产品的控制器，简化了原机械产品的结构，并扩展了其功能。

3. 智能测量设备

以前的测量仪表体积大、功能单一，限制了测量仪表的发展。采用单片机改造各种测量控制仪表，可以使其体积减小、功能扩展，从而产生新一代的智能化仪表，如各种数字万用表、示波器等。

4. 自动控制系统

采用单片机可以设计各种数据采集系统、自适应控制系统等。例如温度的自动控制，电压电流的数据采集等。

5. 计算机控制及通信技术

51 系列单片机都集成有串行通信接口，可以通过该接口和计算机的串行接口进行通信。

1.2 51 系列单片机的基本结构

1.2.1 内部结构的主要组成部分

51 系列单片机主要由中央处理器(CPU)、片内存储器(ROM 和 RAM)，定时/计数器、中断系统和并行 I/O 接口、串行 I/O 接口等功能部件组成，其 AT89S52 单片机的功能框图如图 1-2 所示。

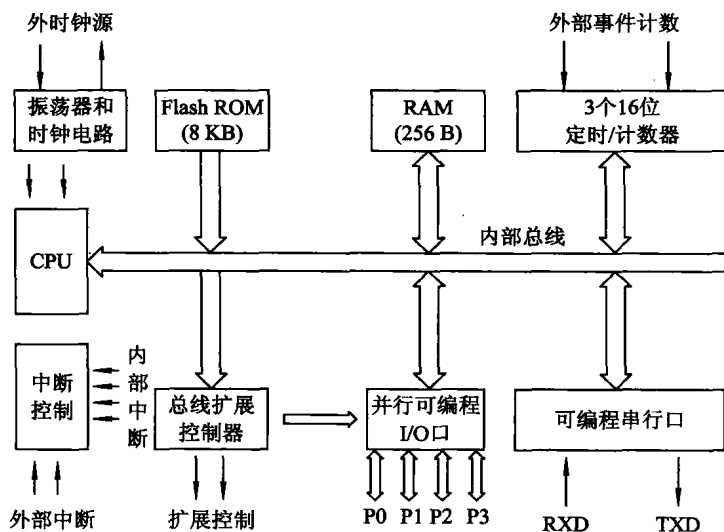


图 1-2 AT89S52 的功能框图

AT89S52 单片机采用了 3 个定时/计数器片内数据存储器(RAM)，其空间为 256 B，片内 Flash 程序存储器(ROM)的空间达 8 KB；工作频率有 12 时钟与 6 时钟两种模式可供选择。其内部结构如图 1 - 3 所示。

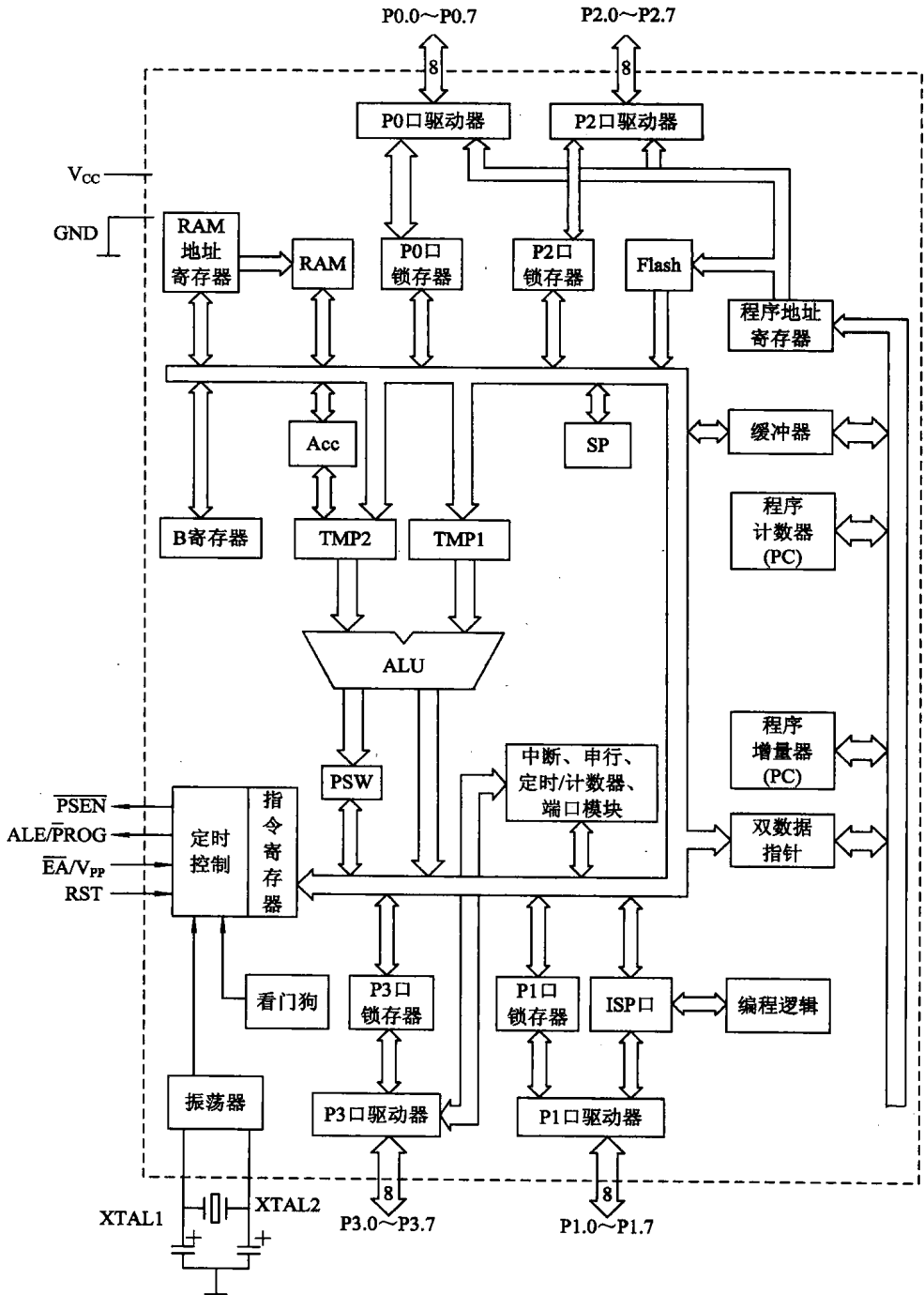


图 1 - 3 MCS - 51 系列 AT89S52 单片机的内部结构图

各部分功能概述如下：

1. 中央处理器

中央处理器(CPU)相当于人的大脑,是单片机的核心部件,由运算器和控制器组成,主要用来产生各种控制信号,以控制存储器与 I/O 端口的数据传送并进行数据的算术运算、逻辑运算和位操作处理等。

CPU 由运算器及控制器等组成。运算器包括算术逻辑运算单元 ALU、位处理器、累加器 Acc、寄存器 B、暂存器以及程序状态寄存器 PSW 等。该模块主要用于进行算术逻辑运算、位变量处理和数据传送等操作。控制器包括程序计数器 PC、指令寄存器、指令译码器以及定时控制与条件转移逻辑电路等部分。该模块可以控制指令的读取和识别,并根据指令的性质直接协调、控制单片机的各组成部分进行有序工作。

2. 片内存储器

单片机的片内存储器包括程序存储器(ROM)和数据存储器(RAM),它们是相互独立且有着严格分工的。ROM 只存放程序指令、常数及数据表格;RAM 为随机存储器,只存放用户数据。

AT89S52 芯片内有 256 个 RAM 单元用来存放可读/写的数据。其中,后 128 个 RAM 单元被专用寄存器占用,能作为寄存器供用户使用的只有前 128 个 RAM 单元。因此,通常所说的内部数据存储器就是前 128 个 RAM 单元,简称“内部 RAM”。

3. 定时与中断系统

AT89S52 内部集成了 3 个 16 位定时/计数器,用于实现定时或计数功能;同时,以其定时或计数的结果(查询或中断方式)来实现控制功能。

AT89S52 单片机具有中断功能,以满足控制应用的需要。AT89S52 共有 8 个中断源,6 个中断矢量,两级中断优先级,可通过软件来屏蔽或响应各对应的中断请求。

4. I/O 口

AT89S52 单片机有 4 个 8 位并行 I/O 端口(P0、P1、P2 和 P3),以实现数据的并行输入和输出;同时还配置了全双工增强型串行口 UART,以实现单片机之间或单片机与外部设备之间的数据传送。

5. 时钟电路

时钟电路用于产生单片机工作所需的时钟脉冲序列,协调和控制单片机有序的工作。在 AT89S52 单片机内部有一个振荡器电路和一个时钟发生器,在引脚 XTAL1 和 XTAL2 之间外接石英晶体振荡器(简称“石英晶振”)和微调电容后构成内部时钟方式。若在引脚 XTAL1 直接外接外部脉冲信号,而 XTAL2 悬空不用,则构成了外部时钟方式。

大部分情况下,单片机采用内部时钟方式。石英振荡的频率越高,单片机的运行速度也就越快。

不难看出,AT89S52 内部各功能部件都是通过内部单一总线进行连接的。所谓“麻雀虽小,五脏俱全”,作为计算机应该具有的基本部件,AT89S52 也都包括。因此,它实际上是一个简单的微型计算机系统。