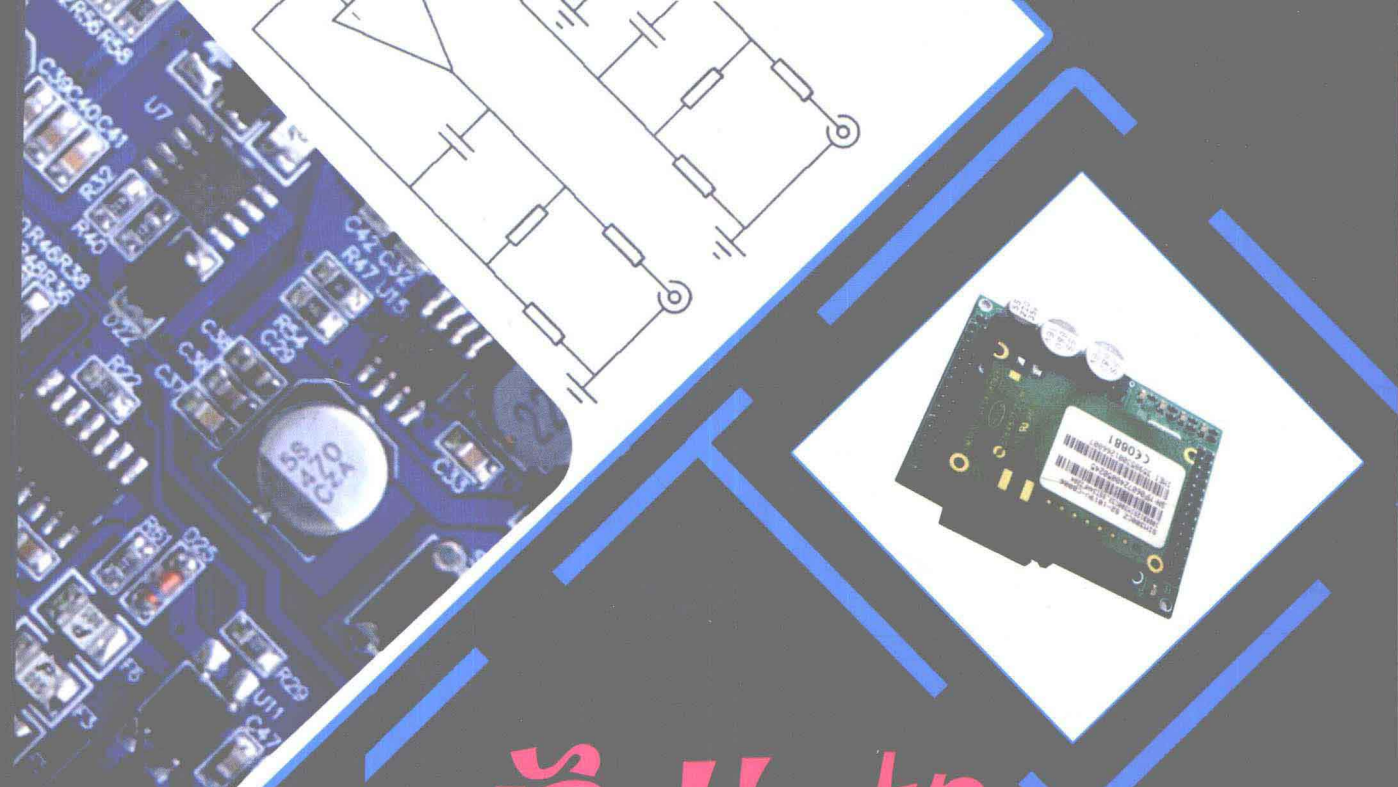




单片机 开发技术实例

张元良 王建军 等编著

教程



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

单片机开发技术实例教程

张元良 王建军 等编著



机械工业出版社

本书首先介绍了单片机的组成原理及开发流程,其次通过若干侧重点不同的实例,全面系统地阐述了单片机的原理、资源和设计使用方法,讲解单片机开发工具、编程环境的使用方法以及基本的调试方法和技巧,达到学习单片机并掌握其基本开发方法和流程的目的。之后借助一系列不同的工程实例,论述了单片机应用开发中常用外围接口电路的扩展设计方法、各类元器件的选择应用、传感器应用开发、输入和输出接口设计、通信接口设计、嵌入式软件开发技术、仿真调试技术等。本书还附有包含全部源程序的光盘,便于读者学习使用。

本书可作为单片机爱好者、单片机应用开发技术人员、智能仪表开发技术人员、高等院校高年级本科生及研究生的自学用书和设计参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机开发技术实例教程/张元良,王建军等编著. —北京:机械工业出版社,2010.8

ISBN 978-7-111-31446-2

I. ①单… II. ①张…②王… III. ①单片机微型计算机-系统开发-教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第147359号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:徐明煜;责任编辑:徐明煜 韩 静

版式设计:霍永明;责任校对:张 薇

封面设计:赵颖喆;责任印制:杨 曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2011年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·18.5印张·459千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-31446-2

ISBN 978-7-89451-634-3(光盘)

定价:49.00元(含1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

封面无防伪标均为盗版

读者服务部:(010)68993821

前 言

单片机爱好者、单片机应用开发技术人员、智能仪表开发技术人员、高等院校高年级本科生及研究生，迫切希望结合具体工程实例来学习并掌握单片机原理及应用开发技术，熟悉单片机开发流程，掌握开发软件的运用，因此非常需要一本从单片机理论过渡到单片机实践的实例教程。目前，单片机学习类的书籍一般分为基础知识类和应用类两种。但是读者普遍认为，如果只是一味地介绍单片机基础知识，会感觉枯燥、乏味，容易产生厌烦情绪；而如果只介绍应用，那些对单片机基础知识并不是很了解的读者又会感到吃力，难以快速而深刻地掌握相关知识。

鉴于此，本书从最简单的实例入手，结合单片机基础知识，简单明了地讲解单片机。书中既有基础知识，又有各种实用且精巧的实例，从基本到复杂，适合各种层次的读者。刚开始接触单片机的读者可以从本书中学习到单片机最基本的应用和知识，并对单片机产生兴趣，进而去系统地学习。而需要用单片机来做项目的读者，也可以从本书一些较复杂的实例中找到相关的资料，达到事半功倍的效果。特别是刚学完单片机原理课程的读者，迫切需要了解如何把理论知识应用到实践，如何设计单片机最小系统、如何画电路图、如何设计一个完整的应用程序、如何调试程序。为此，本书从最简单的实例开始，手把手地教读者运用 Protel 99SE 电路图设计软件设计电路原理图；运用常用的 Wave 和 Keil 单片机系统开发工具，引导读者逐步学会编制单片机应用程序；读者可以边学习，边实践，尽快具备工程开发的能力。

读者如果要做实验，本书还介绍了如何用 ISP 下载软件把设计好的程序下载到单片机中，而不必购买编程器。

对于那些暂时没有能力购买仿真设备和电子元器件的读者，可以用 Proteus 单片机仿真软件对设计好的程序和电路原理图进行综合仿真调试。

为了使读者能够轻松、形象而深刻地学习单片机的原理及应用开发技术，本书以实例为载体，实例与原理结合，硬件和软件结合，循序渐进，阐述了单片机应用开发技术。本书分 21 章：第 1 章简单介绍单片机及其应用系统组成原理和开发流程，使读者有一个整体认识；第 2~7 章从最简单的实例写起，例如，如何驱动一个 LED 实现闪烁，进而用几个侧重点不同的简单实例，将单片机自身各类资源的结构、工作原理和使用方法做详细阐述，使读者对单片机原理有更深刻的认识，同时学会使用 Wave、Keil、Proteus 及 Protel 99SE 等开发软件；第 8~21 章用一系列较复杂的不同工程实例，描述单片机外围电路和接口的设计方法、扩展方法、单片机应用开发中的各类知识、实际问题的分析解决方法，从而使读者融会贯通，逐渐将单片机应用开发知识系统化，具备系统工程的概念，树立单片机应用系统开发整体概念。

有的读者喜欢用汇编语言编程，有的读者喜欢用 C 语言编程。因此，本书前六个初级实例的程序均给出了汇编语言和 C 语言的实现程序。而复杂程序一般都用 C 语言编写，而后 14 个实例采用 C 语言编写。每个实例都有详细的电子元器件介绍、电路图及源程序

代码。

本书还附带光盘。光盘中含有书中所有的源程序，读者可以直接把源程序复制到 Wave 或 Keil 开发环境中进行软件仿真。

本书的实例都是作者近年来从事科研和教学工作中的研究成果。书中实例全部由作者重新实验验证。

本书可作为科研人员、工程技术人员、单片机应用开发技术人员及智能仪表设计开发人员的自学用书和设计参考用书，也可作为大学高年级本科生、研究生的“仪表设计”、“自动化与智能测试技术”等相关课程的教材，同时，也可作为本科生“单片机原理及应用”课程的参考书。

本书主要由张元良、王建军编写，参加编写工作的还有崔世界、冯旭、张野、高艳、朱江、董健、周笛、徐海洋、夏召辉、周志民、李松、闫广鹏、丁兴国、汪莹莹等。

限于作者的水平和经验，书中难免存在错误和不足之处，欢迎广大读者给予指正。

作 者

机械工业出版社相关图书

序号	书 名	书 号	定价	出版时间
1	单片机电路设计、分析与制作	978-1-111-30505-7	44	201008
2	C51 单片机高效入门(第2版)	978-7-111-30335-0	55	201005
3	新视野单片机教程:汇编+C语言	978-7-111-30445-6	36	201005
4	8 位单片机开发——技术、技巧与规范	978-7-111-24772-2	36	200809
5	单片微机控制应用技术	978-7-111-18567-3	40	200902
6	单片机开发基础与经典设计实例	978-7-111-23081-6	40	200803
7	单片机应用系统开发实例详解(含1CD)	978-7-111-22196-8	47	200801
8	C51 单片机典型模块设计与应用	978-7-111-23624-5	40	200804
9	单片机控制实训指导及综合应用实例	978-7-111-21188-4	28	200804
10	基于单片机的测试技术原理与应用	978-7-111-20762-7	26	200703

以上图书在全国书店均有销售,您也可在中国科技金书网([www. golden-book. com](http://www.golden-book.com)),电话:010-88379639/88379641)联系购书事宜。

图书内容垂询电话:010-88379768 010-68326336

E-mail: maryxu1975@163.com

地址:北京市西城区百万庄大街22号

机械工业出版社 电工电子分社

邮编:100037

目 录

前言

第 1 章 MCS-51 系列单片机及其应用系统组成	1
1.1 单片机概述	1
1.2 MCS-51 系列单片机组成结构	2
1.2.1 MCS-51 系列单片机的引脚	2
1.2.2 MCS-51 系列单片机的内部结构	4
1.3 MCS-51 系列单片机存储器配置	5
1.3.1 程序存储器	6
1.3.2 数据存储器	7
1.4 CPU 时序及时钟电路	11
1.4.1 时钟信号的产生	11
1.4.2 时序的定时单位	12
1.4.3 典型时序分析	13
1.5 复位及复位电路	14
1.5.1 复位的概念	14
1.5.2 复位信号及复位电路	14
1.6 节电工作方式	15
1.7 单片机应用系统的组成原理	16
1.7.1 单片机应用系统的硬件组成	16
1.7.2 单片机应用系统的软件组成	18
1.8 单片机应用系统研制开发流程	18
1.8.1 制定总体方案	19
1.8.2 工程设计与实现	20
1.8.3 系统的调试	22
第 2 章 实例 1：闪亮 LED	23
2.1 闪亮 LED 硬件设计	23
2.1.1 MCS-51 系列单片机 I/O 端口结构	23
2.1.2 硬件接口设计	25
2.2 Protel 99SE 软件	26
2.2.1 Protel 99SE 软件的安装	26
2.2.2 Protel 99SE 软件的使用	28
2.3 闪亮 LED 软件设计	32
2.3.1 闪亮 LED 的汇编语言程序	32
2.3.2 闪亮 LED 的 C 语言程序	34
2.4 Wave 开发工具	37
2.4.1 Wave 开发环境的安装	37
2.4.2 Wave 开发环境的使用	37

2.5 Keil 开发工具简介	43
2.6 ISP 技术简介	47
2.7 Proteus 单片机仿真软件简介	48
第 3 章 实例 2: 键控 LED	53
3.1 MCS-51 系列单片机中断系统结构	53
3.1.1 I/O 口输入输出方式	53
3.1.2 中断结构及控制	54
3.1.3 中断处理过程	56
3.2 键控 LED 硬件设计	57
3.3 键控 LED 软件设计	58
第 4 章 实例 3: 定时/计数器与 LED	62
4.1 定时/计数器的结构及工作原理	62
4.1.1 定时/计数器的主要特性	62
4.1.2 定时/计数器的内部结构	62
4.2 定时/计数器的控制寄存器	64
4.2.1 定时/计数器的方式寄存器 TMOD	64
4.2.2 定时/计数器的控制寄存器 TCON	65
4.3 定时/计数器的工作方式	66
4.4 程序设计	68
4.4.1 定时/计数器的编程思路	68
4.4.2 采用中断处理方式的程序	69
4.4.3 采用查询处理方式的程序	71
第 5 章 实例 4: 数码管循环显示	73
5.1 数码管工作原理及常用驱动方式	73
5.1.1 数码管工作原理	73
5.1.2 常用驱动方式	74
5.2 数码管循环显示硬件设计	74
5.3 数码管循环显示软件设计	75
第 6 章 实例 5: 多位数码管显示	78
6.1 串行通信基本知识	78
6.2 MCS-51 系列单片机的串行口介绍	79
6.2.1 串行口的功能与结构	79
6.2.2 串行口的控制寄存器	80
6.2.3 串行口的工作方式	81
6.3 波特率的选择	82
6.4 多位数码管显示 (串行口方式) 设计	83
6.4.1 硬件设计	83
6.4.2 软件设计	84
6.5 多位数码管显示 (普通 I/O 模拟串行方式) 设计	88
6.5.1 硬件设计	88
6.5.2 软件设计	89

第 7 章 实例 6: PC 控制多位数码管显示	94
7.1 硬件设计	94
7.1.1 RS-232 通信简介	94
7.1.2 总体电路设计	95
7.2 单片机软件设计	96
7.3 利用 MSComm 控件实现 PC 串行通信	100
7.3.1 MSComm 控件介绍	100
7.3.2 VB 软件实现	101
第 8 章 实例 7: 数字温度计	103
8.1 设计要求	103
8.2 硬件设计	103
8.2.1 DS18B20 温度芯片	103
8.2.2 一线式总线的概念	105
8.2.3 总体电路	105
8.3 软件设计	106
8.3.1 主函数软件流程图	106
8.3.2 C 语言程序代码	107
第 9 章 实例 8: 数字电子钟	111
9.1 设计要求	111
9.2 硬件设计	111
9.2.1 时钟芯片简介	111
9.2.2 DS1302 实时时钟芯片的性能特点	111
9.2.3 DS1302 的结构及工作原理	112
9.2.4 DS1302 与单片机的连接	113
9.2.5 总体电路	113
9.3 软件设计	115
9.3.1 主函数软件流程图	115
9.3.2 C 语言程序代码	115
第 10 章 实例 9: 仰卧起坐计数器	127
10.1 设计要求	127
10.2 硬件设计	127
10.2.1 红外传感器的应用	127
10.2.2 蜂鸣器的应用	128
10.2.3 总体电路设计	128
10.3 软件设计	129
10.3.1 程序流程图	129
10.3.2 C 语言程序代码	130
第 11 章 实例 10: 流水线零件计数器	136
11.1 设计要求	136
11.2 硬件设计	136
11.2.1 RS-485 通信简介	136
11.2.2 光电传感器的应用	137

11.2.3 总体电路设计	139
11.3 软件设计	140
11.3.1 程序流程图	140
11.3.2 C 语言程序代码	140
11.3.3 上位机 VB 程序的实现	143
第 12 章 实例 11: 可调基准信号源	145
12.1 硬件设计	145
12.1.1 D/A 转换器	145
12.1.2 TLC5615D/A 转换器接口设计	146
12.1.3 LM358 运算放大器	147
12.1.4 LCD1602 液晶显示器	148
12.1.5 硬件电路原理图	148
12.2 软件设计	149
12.2.1 软件总体设计方案	149
12.2.2 单片机驱动 TLC5615 程序设计	149
12.2.3 LCD1602 驱动程序设计	151
12.2.4 完整系统程序代码	158
第 13 章 实例 12: 函数发生器	162
13.1 硬件设计	162
13.1.1 硬件总体方案设计	162
13.1.2 4×4 矩阵键盘中断方式下与单片机接口电路设计	162
13.1.3 MAX517 与单片机的 I ² C 总线数据通信接口设计	163
13.1.4 JCM12864M 液晶显示模块与单片机硬件接口设计	166
13.1.5 单片机电路	167
13.2 软件设计	168
13.2.1 软件总体方案设计	168
13.2.2 4×4 矩阵键盘中断方式下的软件设计	169
13.2.3 MAX517 与单片机的 I ² C 总线数据通信软件设计	171
13.2.4 JCM12864M 与单片机串行通信软件设计	173
13.2.5 总体软件控制模块	174
13.2.6 完整系统程序代码	177
第 14 章 实例 13: 电子背力计	188
14.1 设计目标	188
14.2 硬件设计	188
14.2.1 拉力传感器介绍	188
14.2.2 AD623 高精度仪表放大器	189
14.2.3 TLC2543 12 位 A/D 转换器接口设计	189
14.2.4 Protel 电路原理图设计	191
14.3 软件设计	192
14.3.1 单片机驱动 TLC2543 程序设计	192
14.3.2 系统程序代码	193

第 15 章 实例 14: 射频无线温度遥控器	196
15.1 设计目标	196
15.2 硬件设计	196
15.2.1 射频无线通信简介	196
15.2.2 PT2262/2272 编/解码芯片	196
15.2.3 无线收发模块、EEPROM 与显示器	198
15.2.4 电路原理图	200
15.3 软件设计	202
15.3.1 软件流程图	202
15.3.2 发送程序代码	203
15.3.3 接收程序代码	212
第 16 章 实例 15: 小型直流电动机驱动	214
16.1 硬件设计	214
16.1.1 L298N 双 H 桥电动机驱动芯片	214
16.1.2 L298N 与单片机接口设计	215
16.1.3 电路原理图设计	216
16.2 软件设计	217
16.2.1 单片机产生脉宽调制信号	217
16.2.2 完整系统程序代码	218
第 17 章 实例 16: 步进电动机驱动	222
17.1 硬件设计	222
17.1.1 步进电动机	222
17.1.2 TA8435 步进电动机专用驱动芯片	224
17.1.3 TA8435 细分驱动原理	224
17.1.4 电路原理图设计	226
17.2 软件设计	227
17.2.1 程序流程图	227
17.2.2 完整系统程序代码	227
第 18 章 实例 17: 红外遥控风扇	231
18.1 设计要求	231
18.2 硬件设计	231
18.2.1 红外通信简介	231
18.2.2 TC9012 红外发射芯片	232
18.2.3 HS0038 红外接收头	235
18.2.4 电路原理图	236
18.3 软件设计	237
18.3.1 软件流程图	237
18.3.2 源程序代码	238
第 19 章 实例 18: 电动机转速测量	243
19.1 设计要求	243
19.2 硬件设计	243
19.2.1 光电编码器的原理及选型	243

19.2.2 光耦合器的原理及选型	245
19.2.3 字符型 LCD 选型	246
19.2.4 设计思想	246
19.2.5 电路原理图	246
19.3 软件设计	247
19.3.1 软件流程图	247
19.3.2 程序代码	248
第 20 章 实例 19：电动机电流电压检测	253
20.1 硬件设计	253
20.1.1 总体方案	253
20.1.2 电流互感器的原理与使用方法	253
20.1.3 电压互感器的原理与使用方法	255
20.1.4 电路原理图	255
20.2 软件设计	256
20.2.1 软件流程图	256
20.2.2 源程序代码	256
第 21 章 实例 20：电动机参数打印记录仪	264
21.1 硬件设计	264
21.1.1 总体方案	264
21.1.2 X5045 存储器介绍	264
21.1.3 微型打印机的工作原理	265
21.1.4 电路原理图	266
21.2 软件设计	267
21.2.1 软件流程图	267
21.2.2 源程序代码	267
附录	277
附录 A MCS-51 单片机汇编指令表	277
附录 B ASCII 码字符表（常规字符集）	281
参考文献	283

第1章 MCS-51 系列单片机及其 应用系统组成

本章为基础概述性章节，主要介绍 MCS-51 系列单片机的组成结构、资源情况及其应用系统组成原理和研制开发流程。

1.1 单片机概述

微控制器已经渗透到了我们生活的各个行业和领域。全球卫星定位系统（GPS）、飞机上各种仪表、汽车内部控制系统、计算机的数据传输、工业自动化过程的实时控制、各种智能 IC 卡、数码相机、MP3、全自动洗衣机等，内部都包含微控制器。人们对现代化、智能化的强烈需求，促使微控制器产品技术得到迅猛的发展，并且在未来一段时间内，这种势头将持续下去。

微控制器（MCU）诞生于 1976 年，是将计算机的基本部件微型化并集成到一块芯片上的微型计算机，通常包含微处理器、存储器（存放程序或数据的 ROM 和 RAM）、总线、定时/计数器、输入/输出接口（I/O 口）、中断控制、系统时钟和其他多种功能部件，具有一般计算机数字处理等基本功能，根据实际应用配置外围电路并编写软件程序。在我国，人们普遍把微控制器称作“单片机（Single Chip Microcomputer）”，尤其是指 4 位、8 位和 16 位的微控制器。

单片机通常由以下几部分组成：

（1）中央处理器（CPU）

中央处理器是单片机的核心组成部分，包括运算器、控制器、内部寄存器组和中断控制部件。不同单片机的中央处理器字长不同，运算速度和数据处理能力具有很大的差别。

（2）存储器

包括程序存储器和数据存储器。程序存储器用来存储用户开发好的程序代码，其中的内容掉电不会丢失。数据存储器用来存储程序运行所需要的数据。

（3）内部总线

内部总线是一组能为多个部件分时共享的信息传送线，是连接中央处理器、存储器和 I/O 设备的桥梁，各部件通过总线交换信息。单片机内部总线可以分为地址总线、数据总线和控制总线，分别用来传递地址信息、数据信息和控制命令。

（4）I/O 接口及外设

I/O 接口是单片机与外部器件通信的纽带。单片机为了突出控制功能，提供了众多的 I/O 接口和片内外设，如通用 I/O、A/D 转换器、D/A 转换器、串行通信接口、CAN 总线接口、电源时序、启动控制、EEPROM 读写、实时时钟、LCD 驱动等，功能强大，可以通过软件和硬件灵活配置，自由使用。

单片机具有集成度高、可靠性高、便于扩展、控制功能强、体积小、性价比高、应用广

泛、易于产品化等特点，在自动化装置、工业控制、航空航天、智能仪器仪表、通信设备、导航系统、家用电器、医疗器械等许多领域得到日益广泛的应用。单片机以微处理器技术及超大规模集成电路技术的发展为先导，以广泛的应用领域为拉动，经过 30 多年不断地研究发展，历经 4 位、8 位，到现在的 16 位及 32 位，甚至 64 位，产品越来越成熟，性能得到很大提高，应用范围变得更加广泛。

MCS-51 系列单片机是 Intel 公司 1980 年推出的 8 位单片机，也是最早推出的 8051 单片机。目前，Intel 公司主要把精力放在 CPU 的生产上。但是继 Intel 公司推出了 MCS-51 系列单片机之后，多家公司购买了 Intel 公司的 8051 内核。许多公司都以 MCS-51 单片机核心技术为基础，结合现代电子技术和半导体技术，推出各具特色的 MCS-51 兼容单片机，使得以 8051 为内核的单片机在世界上得到了广泛的应用。

1.2 MCS-51 系列单片机组成结构

MCS-51 系列单片机是目前世界上应用最为广泛的单片机系列。从最早的 8031、8051、8751 到后来的 89C51、89C2051，兼容 MCS-51 结构和指令，具有各种新特性的单片机层出不穷，几乎所有单片机厂家的产品中都可以找到兼容 MCS-51 的成员，熟悉了 MCS-51 系列的编程和应用就意味着拥有了一个庞大的单片机家族，可以适合绝大多数单片机应用场合。MCS-51 系列单片机及其兼容机的基本组成、基本性能和指令系统基本相同。下面以 AT89C51 单片机为例来介绍 MCS-51 系列单片机。

1.2.1 MCS-51 系列单片机的引脚

AT89C51 单片机的引脚如图 1-1 所示。

AT89C51 单片机基本特性如下：8 位的 CPU；片内有振荡器和时钟电路；片内有 128B RAM；片内有 4KB 程序存储器；可寻址片外 64KB 数据存储器；可寻址片外 64KB 程序存储器；片内 21 个特殊功能寄存器（SFR）；四个 8 位的并行 I/O 口（PIO）；一个全双工串行口（UART）；两个 16 位定时/计数器（TIMER/COUNTER）；可处理五个中断源，两级中断优先级；内置一个布尔处理器和一个布尔累加器（C）；MCS-51 指令集含 111 条指令。其引脚功能如下：

(1) 电源引脚 V_{CC} 和 V_{SS}

V_{CC} （40 脚）：电源端，为 +5V。

V_{SS} （20 脚）：接地端。

(2) 时钟电路引脚 XTAL1 和 XTAL2

XTAL1（19 脚）：接外部晶体振荡器和微调电容的一端；若采用外部时钟电路时，该引脚输入外部时钟脉冲。

XTAL2（18 脚）：接外部晶体振荡器和微调电容的另一端；在采用外部时钟时，该引脚

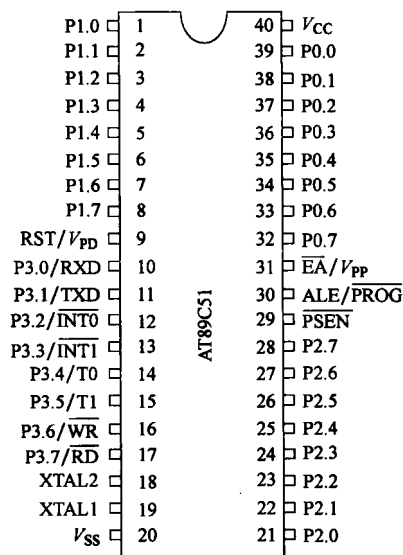


图 1-1 AT89C51 单片机引脚

必须悬空。

要检查 AT89C51 的振荡电路是否正常工作, 可用示波器查看 XTAL2 端是否有脉冲信号输出。

(3) 控制信号引脚 RST、ALE、 $\overline{\text{PSEN}}$ 和 $\overline{\text{EA}}$

$\text{RST}/\overline{\text{V}}_{\text{PD}}$ (9 脚): 复位信号与备用电源的输入端。RST 是复位信号输入端, 高电平有效。保持两个机器周期的高电平时, 就可以完成复位操作。RST 引脚的第二功能是 V_{PD} , 即备用电源的输入端。

ALE/PROG (30 脚): 地址锁存允许信号端。当 AT89C51 上电正常工作后, ALE 引脚不断向外输出正脉冲信号, 此频率为振荡器频率 f_{osc} 的 1/6。CPU 访问片外存储器时, ALE 输出信号作为锁存低 8 位地址的控制信号。不访问片外存储器时, ALE 端也以振荡频率的 1/6 固定输出正脉冲, 因而 ALE 信号可以用作对外输出时钟或定时信号。

如果想确定 AT89C51 的好坏, 可用示波器查看 ALE 端是否有脉冲信号输出, 如果有脉冲信号输出, 则 AT89C51 基本上是好的。

ALE 负载驱动能力为八个 LS 型 TTL (低功耗甚高速 TTL) 负载。

第二功能 $\overline{\text{PROG}}$ 在对片内带有 4KB EPROM 的 8751 编程写入 (固化程序) 时, 作为编程脉冲输入端。

$\overline{\text{PSEN}}$ (29 脚): 程序存储允许输出信号端。在访问片外程序存储器时, 此端定时输出负脉冲作为读片外存储器的选通信号。此引脚接 EPROM 的 OE 端。 $\overline{\text{PSEN}}$ 端有效, 即允许读出 EPROM/ROM 中的指令码。

$\overline{\text{PSEN}}$ 负载为八个 LS 型 TTL 负载。

要检查一个 AT89C51 小系统上电后 CPU 能否正常到 EPROM/ROM 中读取指令码, 也可用示波器看 $\overline{\text{PSEN}}$ 端有无脉冲输出。若有, 则说明工作基本正常。

$\overline{\text{EA}}/\text{V}_{\text{PP}}$ (31 脚): 外部程序存储器地址允许输入端/固化编程电压输入端。

当 EA 引脚接高电平时, CPU 只访问片内 EPROM/ROM 并执行内部程序存储器中的指令, 但当 PC (程序计数器) 的值超过 0FFFH (8751/AT89C51 单片机程序存储器为 4KB) 时, 将自动转去执行片外程序存储器的程序。

当输入信号 $\overline{\text{EA}}$ 引脚接低电平 (接地) 时, CPU 只访问外部 EPROM/ROM 并执行外部程序存储器中的指令, 而不管是否有片内程序存储器。

对于无片内 ROM 的 8031 或 8032, 需外扩 EPROM, 此时必须将 $\overline{\text{EA}}$ 引脚接地。若是拥有片内 ROM 的 AT89C51, 也可以外扩 EPROM, 但也要将 $\overline{\text{EA}}$ 接地。

第二功能 V_{PP} 是对 8751 片内 EPROM 固化编程时, 作为施加较高编程电压 (一般为 12 ~ 21V) 的输入端。

(4) 输入/输出端口 P0、P1、P2 和 P3

P0 口 (P0.0 ~ P0.7, 39 ~ 32 脚): P0 口是一个漏极开路的 8 位双向 I/O 端口。作为漏极开路的输出端口, 能驱动八个 LS 型 TTL 负载。在 CPU 访问片外存储器 (8031 片外 EPROM 或 RAM) 时, P0 口作为分时提供低 8 位地址和 8 位数据的复用总线。

P1 口 (P1.0 ~ P1.7, 1 ~ 8 脚): P1 口是一个带内部上拉电阻的 8 位准双向 I/O 端口。P1 口的每 1 位能驱动 (灌入或输出电流) 四个 LS 型 TTL 负载。

在 P1 口作为输入口使用时, 应先向 P1 口锁存器 (地址为 90H) 写入全 1, 此时 P1 口

引脚由内部上拉电阻拉成高电平。

P2 口 (P2.0 ~ P2.7, 21 ~ 28 脚): P2 口是一个带内部上拉电阻的 8 位准双向 I/O 端口。P2 口的每 1 位能驱动 (灌入或输出电流) 四个 LS 型 TTL 负载。在访问片外 EPROM/ROM 时, 它输出高 8 位地址。

P3 口 (P3.0 ~ P3.7, 10 ~ 17 脚): P3 口是一个带内部上拉电阻的 8 位准双向 I/O 端口。P3 口的每 1 位能驱动 (灌入或输出电流) 四个 LS 型 TTL 负载。P3 口与其他 I/O 端口有很大区别, 它除作为一般准双向 I/O 口外, 每个引脚还具有第二功能, 见表 1-1。

表 1-1 P3 口第二功能列表

引脚	第二功能	引脚	第二功能
P3.0	RXD: 串行口输入端	P3.4	T0: 定时/计数器 0 外部信号输入端
P3.1	TXD: 串行口输出端	P3.5	T1: 定时/计数器 1 外部信号输入端
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$: 外部中断 0 请求输入端	P3.6	$\overline{\text{WR}}$: 外部存储器写选通信号输出端
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$: 外部中断 1 请求输入端	P3.7	$\overline{\text{RD}}$: 外部存储器读选通信号输出端

1.2.2 MCS-51 系列单片机的内部结构

AT89C51 单片机的内部结构如图 1-2 所示。

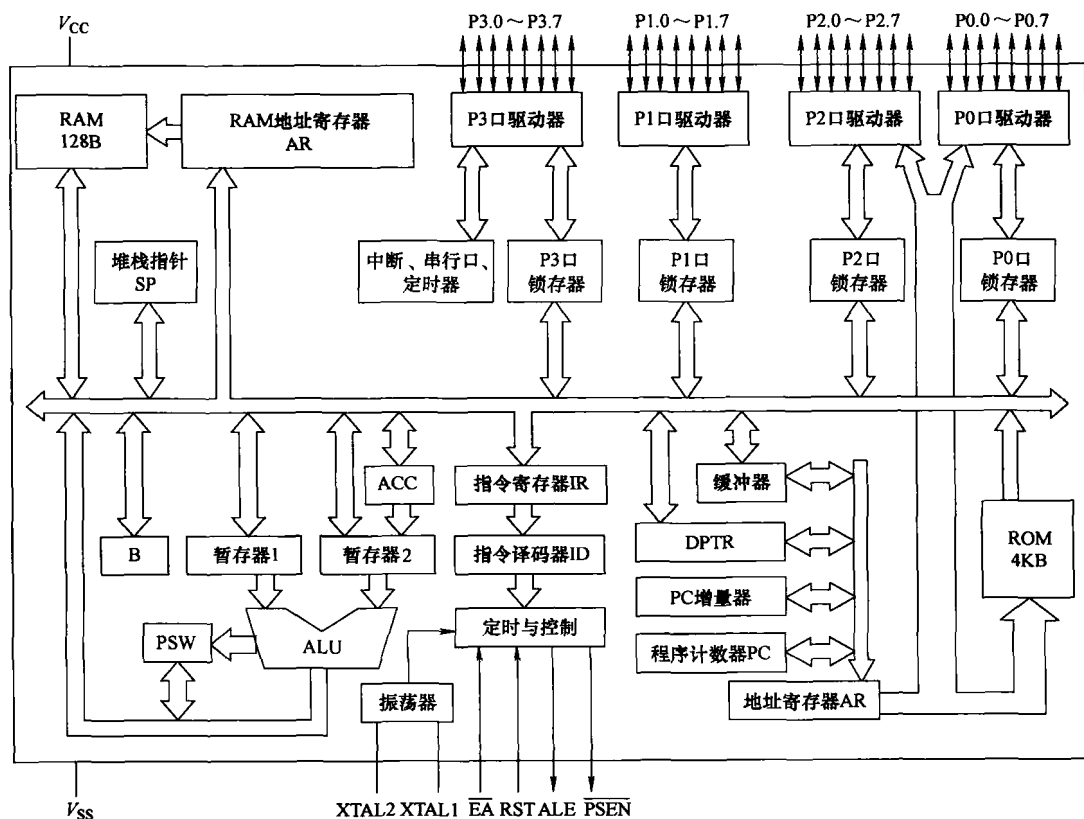


图 1-2 AT89C51 单片机内部结构

(1) CPU

CPU 即中央处理器的简称,是单片机的核心部件,它完成各种运算和控制操作。CPU 由运算器和控制器两部分电路组成。

1) 运算器电路。运算器电路包括 ALU (算术逻辑单元)、ACC (累加器)、B 寄存器、程序状态字寄存器 PSW、缓存器 1 和缓存器 2 等部件,运算器的功能是进行算术运算和逻辑运算。

2) 控制器电路。控制器电路包括程序计数器 PC、PC 加 1 寄存器、指令寄存器 IR、指令译码器 ID、数据指针 DPTR、堆栈指针 SP、缓冲器以及定时与控制电路等。控制电路完成指挥控制工作,协调单片机各部分正常工作。

(2) 定时/计数器

AT89C51 单片机片内有两个 16 位的定时/计数器,即定时器 0 和定时器 1。它们可以用于定时控制、延时以及对外部事件的计数和检测等。

(3) 存储器

AT89C51 单片机的存储器包括数据存储器 RAM 和程序存储器 FLASH,其主要特点是程序存储器和数据存储器的寻址空间是相互独立的,物理结构也不相同。

(4) 并行 I/O 口

AT89C51 单片机共有四个 8 位的 I/O 口 (P0、P1、P2 和 P3),每一条 I/O 线都能独立地用作输入或输出。P0 口为三态双向口,能带八个 TTL 门电路,P1、P2 和 P3 口为准双向口,负载能力为四个 TTL 门电路。

(5) 串行 I/O 口

AT89C51 单片机具有一个采用通用异步工作方式的全双工串行通信接口,可以同时发送和接收数据。

(6) 中断控制系统

AT89C51 单片机共有五个中断源,即外中断两个,定时/计数中断两个,串行中断一个。

(7) 时钟电路

AT89C51 单片机内部有时钟电路,但晶体振荡器和电容必须外接。时钟电路为单片机产生时钟脉冲序列,振荡器的频率典型取值为 12MHz。

(8) 总线

以上所有组成部分都是通过总线连接起来,从而构成一个完整的单片机。系统的地址信号、数据信号和控制信号都是通过总线传送的,总线结构减少了单片机的连线和引脚,提高了集成度和可靠性。

1.3 MCS-51 系列单片机存储器配置

AT89C51 的存储器配置方式属于哈佛结构,它把程序存储器和数据存储器分开,各有自己的寻址系统、控制信号和功能。程序存储器用于存放程序和表格常数;数据存储器用于存放程序运行数据和结果。

存储器的组织结构可以分为三个不同的存储空间,分别是: