

- 工学结合
- 理实一体
- 侧重技能
- 面向就业

工业和信息化部职业教育教学指导委员会“十二五”规划教材
高等职业教育自动化类专业规划教材

单片机原理、 应用与仿真

◎ 荆珂 张树江 主编

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



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

工业和信息化部职业教育教学指导委员会“十二五”规划教材
高等职业教育自动化类专业规划教材

单片机原理、应用与仿真

荆 珂 张树江 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

全书共分为10章,以AT89S51单片机为主体来讲述单片机原理,把先进的单片机系统设计与仿真平台Proteus引进教材中。以Proteus设计与仿真实例作为15个工作任务贯穿全书,包括简单流水灯控制、BCD码相加、延时控制彩灯闪烁、中断系统应用、中断优先控制、60s倒计时装置、按键显示、AT24C02扩展存储器、数字电压表设计、波形发生器、双机通信、步进电机控制、数字温度计设计、电子时钟设计和秒表设计。利用电路仿真图代替电路原理图,使人身临其境。程序经过实践验证,并提供Proteus设计文件和源程序,真正给读者带来学习单片机的乐趣。各章后有相应的实训题目、各类习题供训练之用。同时,本书还介绍了单片机应用产品中广泛运用的技术与器件,例如I²C总线、ISP在线系统编程、看门狗等技术;DS18B20、DS1302、液晶显示等器件。

本书适合作为高职院校电类专业学生教学用书,还可作为电子爱好者学习单片机的自学用书,也可以用做相关工程技术人员的参考用书。

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

单片机原理、应用与仿真/荆珂,张树江主编. —北京:电子工业出版社,2012.5

工业和信息化部职业教育指导委员会“十二五”规划教材

高等职业教育自动化类专业规划教材

ISBN 978-7-121-16952-6

I. ①单… II. ①荆… ②张… III. ①单片微型计算机—高等职业教育—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第088215号

策划编辑:王昭松

责任编辑:周宏敏 文字编辑:韩 蕾

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订:

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:17 字数:435千字

印 次:2012年5月第1次印刷

印 数:4000册 定价:32.00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zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。



随着计算机技术的飞速发展和普及,单片机以其体积小、功能强大、应用灵活和性能价格比高等优点,在工业控制、智能仪表、尖端武器、数据采集系统和各种家用电器等领域得到了广泛的应用。美国 Atmel 公司的 AT89S51 单片机在我国 8 位单片机市场占有很大的份额,应用非常广泛,但相关适用于高职学生的教材较少,教学手段也较为落后。本教材围绕高职院校培养高技能型人才、加强技术应用能力培养的目的,以知识目标、技能目标为主线,突出了针对性和应用性,强化了实践能力的培养。在内容的组织上,以应用为导向,完成任务为目的,介绍 AT89S51 单片机的基本知识,软、硬件结合,知识点和技能点结合,既实现了知识的全面性和连贯性,又做到了理论与实践内容的融会贯通。同时将先进的单片机系统设计与仿真平台 Proteus 作为主要教学手段,仿真大量的实用程序和应用实例,利用电路仿真图代替电路原理图,使人身临其境。书中程序经过实践验证,并提供 Proteus 设计文件和源程序,使得学习单片机容易上手,真正给读者带来学习单片机的乐趣。

全书以 AT89S51 系列单片机为对象,以 Proteus 软件和 Keil 软件为教学、设计开发平台,以实际应用中常见的单片机系统实例为任务,为学生动手参与创造了条件。全书共分为 10 章及 4 个附录:第 1 章为单片机概述与 AT89S51 单片机结构;第 2 章为单片机开发系统;第 3 章为 AT89S51 系列单片机的指令系统与程序设计;第 4 章为 AT89S51 中断系统与定时器/计数器;第 5 章为 AT89S51 人机交互通道的接口技术;第 6 章为 AT89S51 单片机的存储器及 I/O 口扩展技术;第 7 章为 AT89S51 单片机 I/O 通道接口技术;第 8 章为 AT89S51 单片机串行通信接口技术;第 9 章为单片机应用系统设计;第 10 章为单片机 C 语言应用设计。整个教学内容以 15 个工作任务贯穿全书,即:简单流水灯控制、BDC 码相加、延时控制彩灯闪烁、中断系统应用、中断优先控制、60s 倒计时装置、按键显示、AT24C02 扩展存储器、数字电压表设计、波形发生器、双机通信、步进电机控制、数字温度计设计、电子时钟设计、秒表设计,电路仿真图和程序真实可靠。各章后有相应的实训题目、各类习题供训练之用。同时注意介绍单片机应用产品中广泛运用的技术与器件,例如 I²C 总线、ISP 在线系统编程、看门狗等技术;DS18B20、DS1302、液晶显示等器件。

本书由辽宁石油化工大学职业技术学院荆珂教授、张树江教授担任主编,辽宁石油化工大学职业技术学院牟淑杰老师编写了第 1 章、第 2 章、第 3 章,荆珂老师编写了第 4 章、第 5 章及附录部分,辽宁石油化工大学职业技术学院李芳老师编写了第 6 章、第 7 章、第 8 章,张树江老师编写了第 9 章,辽宁石油化工大学职业技术学院阚哲老师编写了第 10 章。全书由荆珂、张树江统稿。同时,编者还参考和引用了参考文献中有关作者的部分资料,在此一并向他们表示衷心的感谢。

本书还有配套的教学课件、课后习题答案、Proteus 设计文件和源程序等，读者可在华信教育资源网下载（www.hxedu.com.cn）或发邮件到编辑邮箱（wangzs@phei.com.cn）索取。

由于编者水平有限，时间比较仓促，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请读者通过电子邮箱（jk288@163.com）进行联系，提出批评意见和建议。

编 者
2012 年 1 月



第1章 单片机概述与 AT89S51 单片机结构	1
1.1 单片机概述	1
1.1.1 嵌入式系统与单片机	1
1.1.2 单片机的发展概况	2
1.1.3 单片机的应用领域	3
1.2 AT89S51 单片机结构	4
1.2.1 AT89S51 单片机内部结构及引脚功能	4
1.2.2 AT89S51 单片机的存储器结构	7
1.2.3 AT89S51 单片机的并行端口结构	12
1.2.4 看门狗定时器	15
1.3 时钟电路及复位电路	15
1.3.1 时钟电路与时序	15
1.3.2 复位电路	17
1.4 AT89S51 单片机的工作方式	18
1.4.1 低功耗工作方式	18
1.4.2 ISP 编程工作方式	19
1.5 实训1 单片机复位、晶振、ALE 信号的观测	19
1.5.1 实训目的	19
1.5.2 实训内容	20
习题与思考1	20
第2章 单片机开发系统	23
2.1 Keil 软件使用	23
2.1.1 μ Vision3 概述	23
2.1.2 Keil 工程项目的建立	26
2.1.3 工程的详细设置	27
2.1.4 Keil 软件调试	30
2.2 Proteus 软件使用	36
2.2.1 Proteus 概述	37
2.2.2 Proteus 7 Professional 界面简介	40
2.2.3 Proteus 原理图绘制	44
2.2.4 Proteus 软件的调试	49

2.2.5	Proteus 与 Keil μ Vision3 的联调	52
2.3	单片机系统开发过程	53
2.4	任务1 简单流水灯控制	54
2.5	实训2 简单流水灯制作	56
2.5.1	实训目的	56
2.5.2	实训内容	56
	习题与思考2	56
第3章	AT89S51 系列单片机的指令系统与程序设计	57
3.1	指令概述	57
3.1.1	指令格式	57
3.1.2	常用符号	58
3.2	寻址方式	58
3.3	AT89S51 单片机的指令系统	61
3.3.1	数据传送类指令	61
3.3.2	算术运算类指令	64
3.3.3	逻辑运算及移位类指令	68
3.3.4	控制转移类指令	70
3.3.5	位操作指令	74
3.4	程序设计	75
3.4.1	伪指令	75
3.4.2	程序设计	77
3.4.3	程序结构	78
3.5	软件调试仿真器 Keil μ Vision 应用	82
3.5.1	设计延时子程序并用 Keil 进行仿真调试和延时测量	82
3.5.2	设计查表程序并仿真调试	84
3.6	任务2 BCD 码相加	86
3.7	任务3 延时控制彩灯闪烁	88
3.8	实训3 用 Keil 软件调试实用汇编程序	89
3.8.1	实训目的	89
3.8.2	实训内容	90
	习题与思考3	90
第4章	AT89S51 中断系统与定时器/计数器	95
4.1	中断系统	95
4.1.1	中断基本概念	95
4.1.2	中断系统结构	96
4.1.3	与中断控制有关的寄存器	98
4.1.4	中断响应过程	100
4.2	中断应用	103
4.2.1	中断应用步骤	103
4.2.2	中断应用举例	103

4.3 任务4 中断系统应用	104
4.4 任务5 中断优先控制	106
4.5 定时器/计数器	109
4.5.1 定时器/计数器概述	110
4.5.2 定时器/计数器的控制	110
4.5.3 定时器/计数器的工作方式	112
4.5.4 定时器/计数器的编程和应用	113
4.6 任务6 60s 倒计时装置	116
4.7 实训4 中断系统和定时器/计数器的综合应用	119
4.7.1 实训目的	119
4.7.2 实训内容	119
习题与思考4	119
第5章 AT89S51 人机交互通道的接口技术	122
5.1 单片机与LED 数码管的接口技术	122
5.1.1 LED 结构	122
5.1.2 LED 数码显示器应用	124
5.2 单片机与字符型LCD 显示器的接口技术	126
5.2.1 LCD 基础知识	127
5.2.2 接口电路设计	129
5.3 单片机与键盘的接口技术	131
5.3.1 键盘基础知识	132
5.3.2 键盘的接口及程序设计	135
5.4 任务7 按键显示	137
5.5 实训5 单片机与矩阵式键盘的接口技术	139
5.5.1 实训目的	139
5.5.2 实训内容	139
习题与思考5	139
第6章 AT89S51 单片机的存储器及I/O 口扩展技术	141
6.1 最小应用系统	141
6.2 存储器扩展	141
6.2.1 AT89S51 单片机的系统总线	142
6.2.2 典型的E ² PROM 接口电路	143
6.2.3 典型的扩展片外数据存储器接口电路	144
6.3 串行E ² PROM 扩展单片机存储器	145
6.3.1 I ² C 总线基础知识	146
6.3.2 芯片介绍	146
6.4 AT89S51 单片机扩展I/O 接口的设计	148
6.4.1 8255A 芯片的介绍	148
6.4.2 8255A 的应用	150
6.5 任务8 AT24C02 扩展存储器	151

6.6 实训6 用SRAM6264扩展单片机RAM技术	156
6.6.1 实训目的	156
6.6.2 实训内容	157
习题与思考6	157
第7章 AT89S51 单片机 I/O 通道接口技术	158
7.1 A/D 转换器及接口技术	158
7.1.1 A/D 转换器的概述	158
7.1.2 典型 A/D 转换器芯片 ADC0809	159
7.2 D/A 转换器及接口技术	164
7.2.1 D/A 转换器的主要技术指标	164
7.2.2 典型 D/A 转换器芯片 DAC0832	165
7.2.3 DAC0832 的应用	166
7.3 任务9 数字电压表设计	167
7.4 任务10 波形发生器	172
7.5 实训7 AT89S51 单片机与 ADC0809 (0808) 接口技术	175
7.5.1 实训目的	175
7.5.2 实训内容	175
习题与思考7	175
第8章 AT89S51 单片机串行通信接口技术	176
8.1 串行口的结构	176
8.1.1 串行口控制寄存器 SCON	176
8.1.2 电源控制寄存器 PCON	177
8.1.3 数据缓冲寄存器 SBUF	178
8.2 串行口的工作方式	178
8.3 波特率的设定	179
8.4 单片机的串行通信接口技术	180
8.4.1 标准串行通信接口	180
8.4.2 串口转换为并口输出	182
8.4.3 多机串行通信接口	183
8.5 任务11 双机通信	186
8.6 实训8 单片机之间的通信接口技术	190
8.6.1 实训目的	190
8.6.2 实训内容	190
习题与思考8	190
第9章 单片机应用系统设计	192
9.1 常用的控制部件	192
9.1.1 DS1302 芯片	192
9.1.2 DS18B20 芯片	194
9.1.3 步进电机的控制	197
9.2 单片机应用系统的设计过程	199

9.2.1 应用系统开发流程	199
9.2.2 应用系统可靠性设计	201
9.3 任务12 步进电机控制	202
9.4 任务13 数字温度计设计	204
9.5 任务14 电子时钟设计	213
9.6 实训9 数字温度计的制作	221
9.6.1 实训目的	221
9.6.2 实训内容	222
习题与思考9	222
第10章 单片机C语言应用设计	223
10.1 C语言与AT89S51单片机	223
10.2 C语言入门知识	224
10.2.1 “文件包含”处理	224
10.2.2 符号P1_0表示P1.0引脚	227
10.2.3 主函数main	227
10.2.4 C语言特点	228
10.2.5 C51函数的一般格式	228
10.3 C51的数据类型及其在51单片机的存储方式	229
10.3.1 C51的数据类型	229
10.3.2 C51数据在AT89S51中的存储方式	230
10.4 C51的数据存储类型与AT89S51的存储结构	231
10.5 AT89S51并行I/O接口C51定义	232
10.6 C51的构造数据类型	232
10.6.1 数组	232
10.6.2 指针	234
10.7 单片机内部资源的编程	237
10.7.1 中断编程	237
10.7.2 定时器/计数器编程	238
10.7.3 串行口使用C语言编程	239
10.8 任务15 秒表设计	242
10.9 实训10 秒表的制作	245
10.9.1 实训目的	245
10.9.2 实训内容	246
习题与思考10	246
附录A AT89S51的特殊功能	247
附录B Proteus常用元器件	252
附录C 美国标准信息交换代码(ASCII码)	255
附录D AT89S系列单片机指令表	256
参考文献	261

第1章 单片机概述与 AT89S51 单片机结构

【知识目标】

1. 了解单片机的组成和发展概况、特点以及应用领域，熟悉单片机主要机型。
2. 掌握 AT89S51 单片机内部结构及各个引脚的功能。
3. 掌握 AT89S51 单片机的存储器结构及配置情况。
4. 了解单片机并行 I/O 端口的结构特点，掌握并行 I/O 端口的使用。
5. 了解单片机时序的相关概念。

【技能目标】

1. 能够正确使用 AT89S51 单片机的各个引脚。
2. 能够合理使用 AT89S51 单片机的存储器。
3. 能够正确使用 AT89S51 单片机的并行 I/O 端口。
4. 了解单片机系统的时钟电路及复位电路。



1.1 单片机概述

1.1.1 嵌入式系统与单片机

现代计算机系统有两大分支：通用计算机系统和嵌入式计算机系统（简称嵌入式系统）。前者是人类的“智力平台”；后者是人类工具的“智力嵌入”。

嵌入式系统是嵌入到应用对象中的微型计算机系统，是硬件、软件结合的智力系统。硬件包括中央处理器、存储器、外设器件、I/O（输入/输出）端口和图形控制器等。软件部分包括系统软件和应用程序。

嵌入式微控制器（Micro Controller Unit, MCU）又称单片机，它将整个计算机系统集中到一块芯片中。嵌入式微控制器一般以某种微处理器内核为核心，根据某些典型的应用，在芯片内部集成了 ROM/EPROM、RAM、总线、总线逻辑、定时器/计数器、I/O 口、串行口、A/D 转换器、D/A 转换器、Flash RAM、E²PROM、PWM 控制器等各种必要的功能部件和外设。为适应不同的应用需求，对功能的设置和外设的配置进行必要的修改和裁剪定制。嵌入式微控制器使应用系统的体积大大减小，功耗和成本大幅下降，可靠性提高，这使得嵌入式微控制器成为嵌入式系统应用的主流。

单片机接上振荡元件、复位电路、接口电路,载入软件后,可以构成单片机应用系统。将它嵌入形形色色的应用系统中,它将成为众多产品、设备的智能化核心。单片机种类很多,型号也很多,例如,AT89C51、AT89S51、P87C51、W7851E、MCS-51、PIC、ARM7、ARM9等。AT89S51单片机内部结构原理示意框图如图1-1所示。

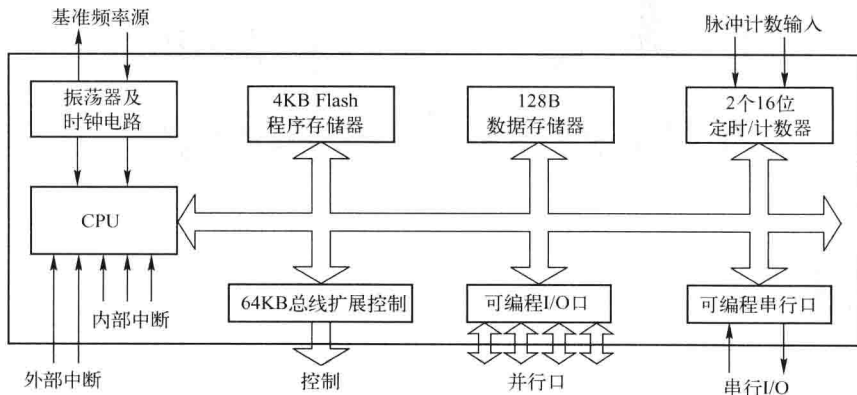


图 1-1 AT89S51 单片机内部结构原理示意框图

1.1.2 单片机的发展概况

1. 单片机发展简要历程

1976 年 Intel 公司推出 8 位单片机 MCS-48 系列单片机。

1980 年 Intel 公司推出 8 位单片机 MCS-51 系列单片机。

1982 年 Intel 公司推出 16 位单片机 MCS-96 系列单片机。

近年来,ARM 公司等推出了各种型号的 32 位单片机,并获得了迅速发展。例如,ST 公司推出了基于 ARM9 为内核的 32 位 STR91x 系列产品,该产品是包含以太网、CAN、USB 和 DSP 功能的 Flash 单片机。

三十多年来,单片机经历了 4 位、8 位、16 位、32 位机的各个阶段。64 位的单片机走向市场也指日可待。

8 位单片机系列多,型号多,并且在更多的市场找到了发挥的空间,因此占据国内单片机市场的主流地位。国内使用最多的 8 位单片机系列中有 MCS-51、AT89、P87C、W78E 系列机、PIC、HT 等。AT89 系列机、P87C 系列机、W78E 系列机均是 MCS-51 系列机的兼容机。表 1-1 列出了几种常用 8 位单片机的主要配置。

表 1-1 几种常用 8 位单片机的主要配置

公 司	型 号	片内存储器/B		(I/O) 引脚数	串 口 数	中 断 源	定时器/ 计数器	看 门 狗	工作 频率	引脚与 封装
		ROM EPROM Flash	RAM							
Intel	80C51	4K ROM	128	40	1	5	2	N	24	40
	87C51	4K EPROM	128	40	1	5	2	N	24	40
Atmel	AT89C51	4K Flash	128	40	1	5	2	N	24	40
	AT89S51	4K Flash	128	40	1	5	2	Y	33	40
	AT89S52	8K Flash	256	40	1	6	3	Y	33	40

续表

公 司	型 号	片内存储器/B		(I/O) 引脚数	串 口 数	中 断 源	定时器/ 计数器	看 门 狗	工作 频率	引脚与 封装
		ROM EPROM Flash	RAM							
Microchip	PIC12C671	1024 ROM	128	6	1		1	Y	10	8
Philips	P87LPC762	2K EPROM	128	18	2	12	2	Y	20	20
	P89C66X	16~64K Flash	2K	32	2	8	4	Y	33	44

单片机在目前的发展形势下，表现出以下几大趋势：

- 采用多核 CPU 提高处理能力。
- 采用新型存储器方便用户擦写程序及数据，加大存储容量，加强程序的保密措施。
- 单片机内部的集成度越来越高，和模拟电路结合越来越紧密，使其应用水平不断提高。如 NS（美国国家半导体公司）的单片机已把语言、图像部件也集成到单片机中。
- 通信和联网功能不断增强。
- 集成度不断提高，功耗越来越低，电源电压范围加宽。

2. AT89 系列单片机

AT89 系列机是 Atmel 公司将先进的 Flash 存储器（快闪擦写存储器）技术和 Intel 80C51 单片机的内核相结合的系列单片机，是与 MCS-51 系列机兼容的 Flash 系列单片机。它既继承了 MCS-51 原有的功能，又拥有一些独特的优点，是目前应用广泛的主流机型之一。AT89 系列有 AT89C 系列和 AT89S 系列，各系列中又有低档型、标准型和高档型之分。AT89C51、AT89S51 还与 80C51、87C51 的引脚兼容，可直接进行代换。

AT89C51 单片机是 AT89 系列机的标准型单片机，是低功耗高性能的 8 位单片机，使用最高晶振频率为 24MHz。

AT89S51 单片机的基本功能、基本优点、引脚等都与 AT89C51 相同，但增加了一些新功能。例如，增加了 ISP 在线系统编程、看门狗、双 DPTR 等功能，并将工作频率提高到 33MHz。AT89S51 在众多嵌入式控制应用系统中得到广泛应用。

AT89SXX 系列单片机实现了 ISP 下载功能，故而取代了 89CXX 系列的下载方式，也是因为这样，Atmel 公司已经停止生产 89CXX 系列的单片机，现在市面上的 89CXX 多是停产前的库存产品。

1.1.3 单片机的应用领域

单片机由于其体积小、功耗低、价格低廉，且具有逻辑判断、定时计数和程序控制等多种功能，广泛应用于仪器仪表、家用电器、医用设备、航空航天、专用设备的智能化管理及过程控制等领域，处处可以见到它的身影，单片机主要应用于以下方面。

（1）仪表、传感器智能化

这是单片机应用最多、最活跃的领域之一。各种测量仪器、仪表普遍以单片机为核心的系统替代传统的系统，使测量系统具有各种智能功能。如存储、数据处理、查找、判断、联网和语音功能等。

将单片机与传感器结合可以构成新一代的智能传感器,可实现诸如电压、频率、功率、温度、流量、速度等物理量的测量。

(2) 工业控制智能化

单片机广泛用于工业生产过程的自动控制、物理量的自动检测与处理、工业机器人、电机控制等领域。

(3) 家用电器智能化

国内外各种家用电器已普遍采用单片机控制电路,构成单片机智能化控制系统。如电冰箱、空调器、微波炉、电饭煲、洗衣机、电视机等的控制器都以单片机为核心。

(4) 通信产品智能化

现代通信设备基本上都实现了单片机智能控制。如程控交换机、手机、电话机、智能线路运行控制等。

(5) 汽车电子系统智能化

单片机已应用到汽车电子系统中。例如,汽车点火控制、变速控制、防滑刹车、排气控制、节能控制、汽车报警、冷气控制、测试设备等。



1.2 AT89S51 单片机结构

1.2.1 AT89S51 单片机内部结构及引脚功能

1. AT89S51 内部结构

AT89S51 单片机芯片内除了有 CPU、存储器、I/O 端口外,还包括定时器/计数器、中断系统、时钟电路等。AT89S51 单片机内部结构如图 1-2 所示。

由图 1-2 可知,AT89S51 单片机由以下部分组成。

- 一个以 ALU 为中心的 8 位微处理器 (CPU),完成运算和控制功能。
- 4KB Flash 片内程序存储器 (ROM),用来存储程序、原始数据、表格等。
- 片内低 128B 的数据存储器 (RAM),其地址范围为 00H ~ 7FH。
- 片内 26 个特殊功能寄存器 (SFR),离散分布于地址 80H ~ FFH 中。
- 4 个 8 位并行 I/O 接口 (P0 ~ P3)。
- 1 个全双工异步串行口。
- 2 个 16 位定时器/计数器。
- 5 个中断源,2 个中断优先级。
- 一个片内振荡器和时钟电路。
- 程序计数器 PC,是一个独立的 16 位专用寄存器,其内容为将要执行的指令地址。
- 看门狗 (WDT) 电路。

2. AT89S51 单片机的信号引脚

AT89S51 的引脚结构有双列直插封装 (PDIP 形式) 和方形封装 (PLCC、TQFP 形式),其引脚排列如图 1-3 所示。

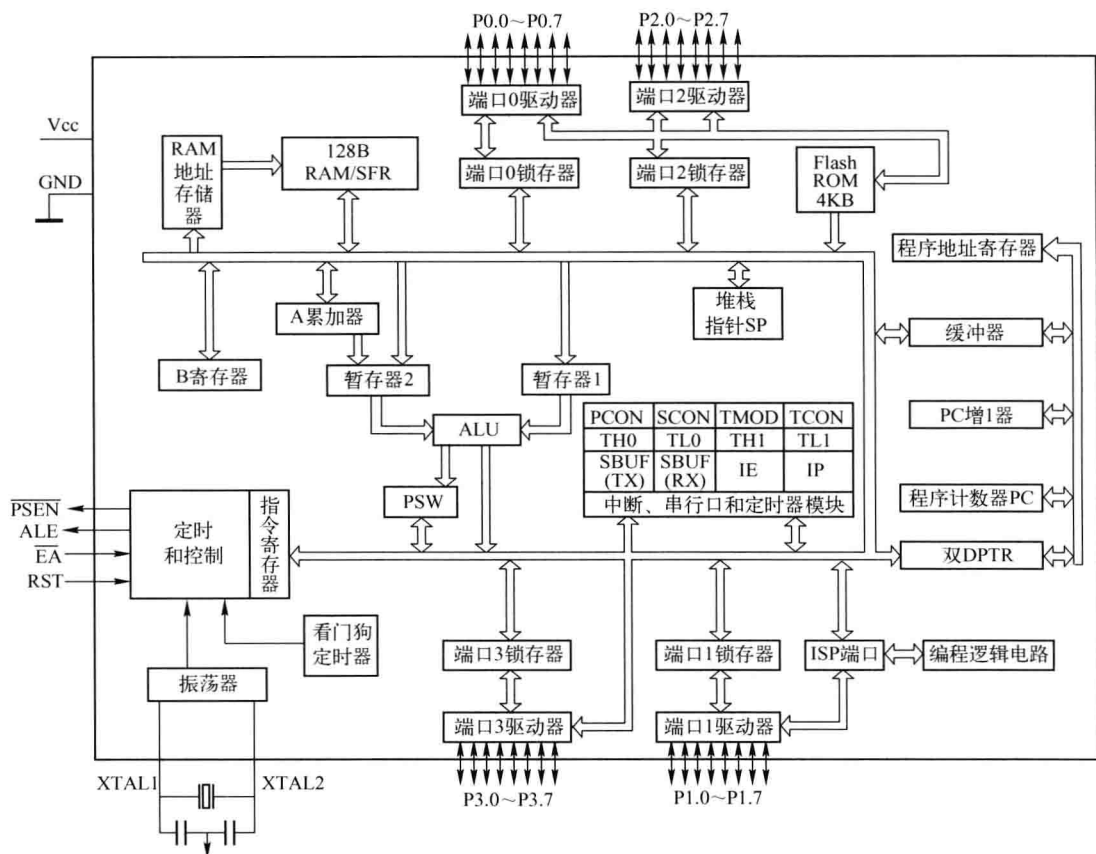


图 1-2 AT89S51 单片机内部结构图

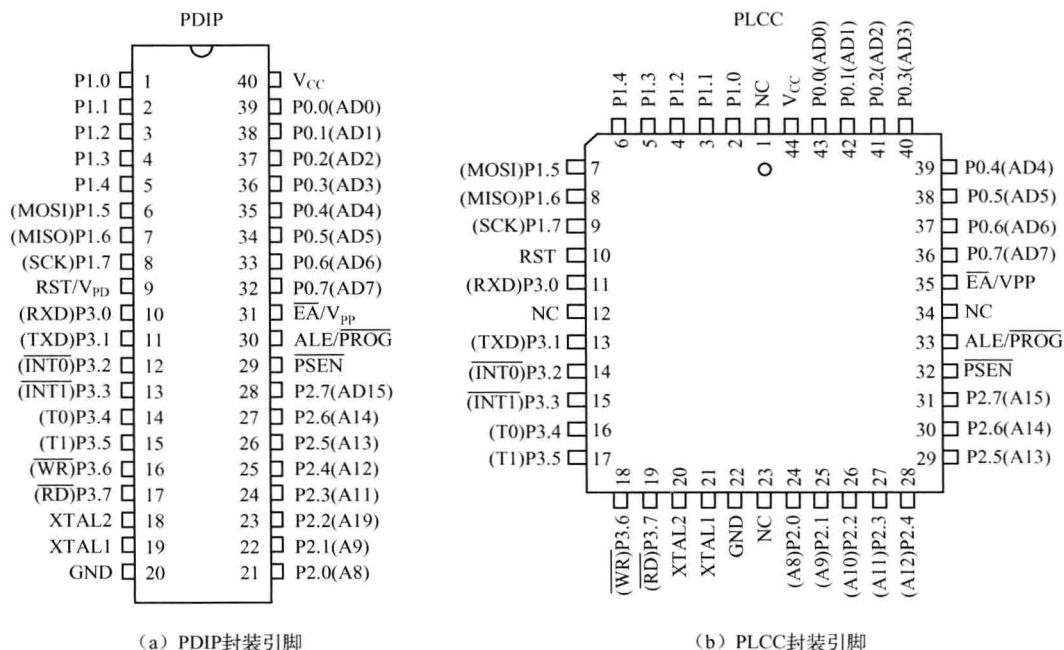
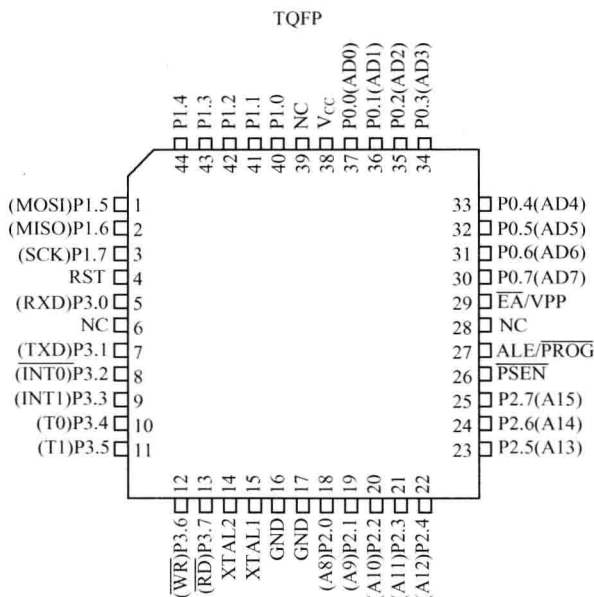


图 1-3 AT89S51 封装引脚图



(c) TQFP封装引脚

图 1-3 AT89S51 封装引脚图 (续)

这里仅介绍 PDIP40 封装, 其引脚按其功能可分为电源、时钟、控制和 I/O 接口 4 大部分。

(1) 电源引脚 V_{CC} 和 GND

① V_{CC} (40 脚): 接 +5 V 电源。

② GND (20 脚): 接地。

(2) 时钟电路引脚 XTAL1 和 XTAL2

① XTAL1 (19 脚): 接外部石英晶振和微调电容一端。在片内, 它是振荡器倒相放大器的输入。若使用外部时钟时, 该引脚必须接地。

② XTAL2 (18 脚): 接外部石英晶振和微调电容的另一端。在片内, 它是振荡器倒相放大器的输出。若使用外部时钟时, 该引脚作为外部时钟的输入端。

(3) 控制引脚 RST/V_{PD} 、 $\overline{PSEN}$ 、 $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ 和 $\overline{EA}/V_{PP}$

① RST/V_{PD} (9 脚): 复位信号输入端, 高电平有效。在此输入端保持 2 个机器周期的高电平后, 就可以完成复位操作。在单片机正常工作时, 此引脚应为低电平。 V_{CC} 掉电期间, 该引脚可接上备用电源 (V_{PD}) 以保持内部 RAM 的数据。

② $\overline{PSEN}$ (29 脚): 程序存储允许输出端, 是片外程序存储器的读选通信号, 低电平有效。CPU 从外部程序存储器读取指令时, $\overline{PSEN}$ 在每个机器周期中两次有效, 但在访问片外存储器或访问内部程序存储器读取指令时, $\overline{PSEN}$ 无效。此引脚接外部 ROM 的输出允许 ($\overline{OE}$) 端。

③ $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ (30 脚): 访问地址锁存控制信号/编程脉冲输入端。在扩展系统时, $\overline{ALE}$ 用于把 P0 口输出的低 8 位地址锁存起来, 以实现低 8 位地址和数据的隔离。P0 口作为

数据地址复用口线, 当访问单片机外部程序、数据存储器或外接 I/O 口时, ALE 输出脉冲的下降沿用于低 8 位地址的锁存信号; 即使不访问单片机外部程序、数据存储器或外接 I/O 口, ALE 端口仍然以晶振频率的 1/6 输出正脉冲信号, 因此可作为外部时钟或外部定时信号使用。但应注意, 此时不能访问单片机外部程序、数据存储器或外设 I/O 接口。ALE 端可以驱动 8 个 TTL 负载。在对 Flash 存储器编程期间, 该引脚用来输入一个编程脉冲 ($\overline{\text{PROG}}$)。

④ $\overline{\text{EA}}/\text{V}_{\text{pp}}$ (31 脚): 访问程序存储器控制信号/编程电源输入端。当该引脚 $\overline{\text{EA}}$ 信号为低电平时, 无论片内是否有程序存储器, 只访问片外程序存储器; 当该引脚为高电平时, 单片机访问片内的程序存储器。但对 AT89S51 来说, 当程序计数器 (PC) 值超出 4KB 地址时, 自动转到片外程序存储器 1000H 开始顺序读取指令。在 Flash 编程期间, 该引脚用于施加 +12V 的编程电压 (V_{pp})。

(4) I/O 接口引脚 (32 个, 分成 4 个 8 位并行口)

① P0.0 ~ P0.7 (P0 口): 通用 I/O 口引脚或低 8 位地址总线复用引脚。在 Flash 编程时, P0 口作为原码输入口, 当 Flash 进行校验时, P0 输出原码, 此时 P0 外部必须被拉高。

② P1.0 ~ P1.7 (P1 口): 通用 I/O 口引脚。在 Flash 编程和校验时, P1 口接收低 8 位地址。

③ P2.0 ~ P2.7 (P2 口): 通用 I/O 口引脚或高 8 位地址总线引脚。P2 口在 Flash 编程和校验时接收高 8 位地址信号和控制信号。

④ P3.0 ~ P3.7 (P3 口): 一般 I/O 口引脚或第二功能引脚。P3 口同时为闪烁编程和编程校验接收一些控制信号。

1.2.2 AT89S51 单片机的存储器结构

存储器功能用于存储程序和数据。存储器按其存取方式可以分成两大类, 一类是随机存取存储器 (RAM); 另一类是只读存储器 (ROM)。

1. 程序存储器 ROM

AT89S51 片内有 4KB 的 Flash ROM, 用于存放用户的目标程序和表格常数, 所以又简称“程序内存”。当程序内存不够用时, 可扩展片外 ROM, 最大扩展范围为 0000H ~ FFFFH (即 64KB), 其配置如图 1-4 (a) 所示。

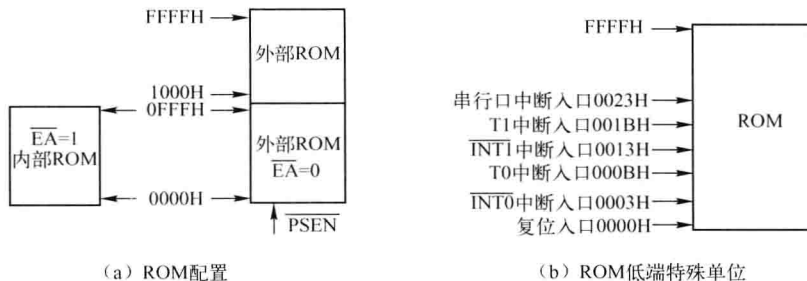


图 1-4 AT89S51 程序存储器配置

低 4KB 地址的程序可以存储在片内 Flash ROM 中, 也可以存储在片外 ROM 中。片内 ROM 与片外 ROM 低 4KB 的地址重叠, 执行选择由 $\overline{\text{EA}}$ 引脚来控制。当 $\overline{\text{EA}}$ 引脚信号为低电