



视频讲解, 素材文件支持

配套光盘

51单片机

应用开发典型范例

——基于Proteus仿真

刘波 编著

学习单片机的最终目的是将其应用于实际系统中!

功能模块众多: 本书讲解的功能模块涵盖单片机使用的各个应用场合, 在每个功能模块中, 详细讲解了其应用场合、工作原理、实现该功能的主要元器件, 并且给出了原理图和完整程序代码。

实例讲解翔实: 选用常见的实例作为讲解对象, 在每个实例中, 分析了常见设计思路的优劣, 介绍了主要元器件的使用方法及完整的硬件、软件设计, 读者只要稍作修改就可以应用于实际项目中。

设计得到仿真验证: 本书对绝大多数功能模块和实例都进行了Proteus仿真验证, 并且将仿真过程穿插于内容讲解中, 这样既提高了设计的正确性, 也为读者设计实际系统提供了验证设计思路的方法。

光盘内容丰富: 包含本书技术和案例的多媒体教学文件, 以及所有章节案例的源文件和素材文件, 便于读者学习。



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

51 单片机应用开发典型范例 ——基于 Proteus 仿真

刘 波 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书首先介绍了 51 系列单片机的硬件基础知识和相关开发软件的使用方法, 然后以模块化的思想, 从实际应用出发, 详细讲解了 51 系列单片机常用功能模块的应用, 主要包括 LED 灯显示、独立和矩阵键盘、数码管显示、LCD 液晶显示、TFT 彩屏显示、I²C 总线芯片、语音、实时时钟、步进电动机、直流伺服电动机、串口通信等。在讲解中, 穿插分享了作者多年学习使用单片机的心得, 最后给出了一系列典型的单片机应用实例, 包括万年历设计、交通灯设计、抢答器设计等。

本书以单片机模块为基础, 以系统开发和实用为指导思想, 模块众多, 实例丰富, 具有较强的实用性和参考性, 非常适合各类高校自动控制、电气工程、自动化、机械电子专业的学生使用, 同时可供从事单片机系统开发的广大技术人员参考阅读。

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 单片机应用开发典型范例: 基于 Proteus 仿真/刘波编著.—北京: 电子工业出版社, 2014.1
ISBN 978-7-121-21747-0

I. ①5… II. ①刘… III. ①单片微型计算机—系统仿真—应用软件 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 255054 号

策划编辑: 陈韦凯

责任编辑: 康 霞

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订: 北京京师印务有限公司

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: 27.25 字数: 698 千字

印 次: 2014 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3 500 册 定 价: 65.00 元 (含 DVD 光盘 1 张)



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。

前 言

学习单片机的最终目的是将其应用于实际系统设计中。

鉴于目前大多数单片机书籍都是介绍理论知识较多，而实际开发项目的讲解较少，本书以实用为宗旨，以单片机的功能模块为起点，以每个模块的硬件、软件设计为主线，通过大量实例的介绍来达到理论联系实际的目的，让读者能迅速开发出实际的应用系统。

本书共 23 章，各章内容分述如下。

第 1 章讲解 51 系列单片机的硬件基础知识，包括单片机各个 I/O 口的介绍、寄存器的讲解及汇编指令介绍。

第 2 章讲解 C51 编程和常用单片机开发软件的使用方法，重点讲解 Keil、Protel 99se、Proteus 的应用。

第 3 章讲解单片机实现 LED 灯显示，介绍了 LED 灯的工作原理、驱动方法，并且结合具体的实例介绍了 Keil 中程序调试的方法。

第 4 章讲解单片机实现数码管的显示，介绍了七段数码管的工作原理，单片机的驱动方法，并且利用定时器中断设计了简单秒钟。

第 5 章讲解单片机实现 LCD 液晶显示，介绍了自带中文字库的 12864 液晶的使用方法，并且设计了在 12864 液晶中显示汉字诗歌的实例。

第 6 章讲解单片机设计图标菜单，介绍了不带中文字库的 12864 液晶的使用方法，并且给出了液晶显示点阵数据的获取方法，详细讲解了菜单的软件设计原理。

第 7 章讲解单片机实现 TFT 彩屏的使用，重点介绍了 TFT 彩屏的图片显示方法。

第 8 章和第 9 章分别讲解独立键盘和矩阵键盘的使用。

第 10 章讲解基于 DS18B20 的温度采集系统的设计，重点讲解 DS18B20 的使用方法，给出了温度采集系统的硬件和软件设计。

第 11 章讲解单片机的串口通信，重点讲解了串口通信的原理、单片机串口通信的电平转换、单片机和 PC 通信的实现，以及单片机多机通信的实现。

第 12 章讲解单片机实现 E²PROM 的读/写，重点讲解 I²C 总线的使用方法和 AT24C02 的使用方法。

第 13 章讲解单片机实现继电器的控制，重点讲解继电器的工作原理、单片机驱动继电器的方法、驱动三极管的选择，最后设计了继电器控制直流电动机系统。

第 14 章讲解 A/D 转换，重点讲解 A/D 转换的原理，以及常用的 A/D 转换芯片 ADC0809 的使用，介绍了 ADC0809 查询方法和中断读取转换结果的方法。

第 15 章讲解 D/A 转换，重点讲解 D/A 转换原理，DAC0832 的使用，并且设计了基于 DAC0832 的简易波形发生器，给出了完善的硬件和软件设计。

第 16 章讲解步进电动机开环控制系统的设计，重点讲解了单片机如何控制步进电动机，包括脉冲的产生，脉冲的分配及驱动电路的设计。

第 17 章讲解单片机实现直流伺服电动机的控制，重点讲解了直流伺服电动机的重要种类——舵机的工作原理和控制方法。

第 18 章讲解万年历的设计，利用 DS1302 时钟芯片设计了参数可调节的万年历。

第 19 章讲解基于 NRF905 的无线温度采集系统设计，重点讲解了 NRF905 的使用方法、

无线温度采集系统的硬件和软件设计。

第 20 章讲解基于 ISD4004 的简易语音录放系统设计, 比较了常见语音录放设计思路的优劣, 介绍了 ISD4004 的使用方法, 给出了语音录音系统完整的硬件和软件设计过程。

第 21 章讲解基于数字电位器的数控电压源的设计, 重点讲解数字电位器 X9241 的使用方法。

第 22 章讲解交通灯的设计, 通过讲解交通灯设计中容易忽视的各种细节问题, 让读者理会实际设计系统时全面考虑问题的重要性。

第 23 章讲解抢答器的设计, 通过比较常见抢答器的设计方案优劣, 提醒读者设计产品时应该有质疑精神和创新精神。

和其他类似书籍相比, 本书具有以下几个特点。

(1) 功能模块众多: 本书讲解的功能模块涵盖单片机使用的各个应用场合, 在每个功能模块中, 详细讲解了其应用场合、工作原理、实现该功能的主要元器件, 并且给出了原理图和完整程序代码。

(2) 实例讲解翔实: 选用常见的实例作为讲解对象, 在每个实例中, 分析了常见设计思路的优劣, 介绍了主要元器件的使用方法及完整的硬件、软件设计, 读者只要稍作修改就可以应用于实际项目中。

(3) 设计得到仿真验证: 本书对绝大多数功能模块和实例都进行了 Proteus 仿真验证, 并且将仿真过程穿插于内容讲解中, 这样既提高了设计的正确性, 也为读者设计实际系统提供了验证设计思路的方法。

本书讲解深入浅出, 实例内容翔实, 绝大多数模块、实例都有 Proteus 仿真验证, 所有的模块和实例都有详细的硬件和软件设计。力求既能让单片机初学者快速入门, 又能让中高级开发人员的基础得到进一步提升, 非常适合各类高校自动控制、电气工程、自动化、机械电子专业的学生使用, 同时也可供从事单片机系统开发的广大技术人员参考阅读。

本书主要由刘波编写, 在编写过程中得到了父母、同事及朋友们的支持和鼓励, 在此表示衷心的感谢! 参与本书编写的还有张玉兰、李龙、魏勇、王华、李辉、刘峰、徐浩、李建国、马建军、唐爱华、苏小平、朱丽云、马淑娟、周毅等。

由于时间仓促, 加之作者水平有限, 虽多次修改, 但书中纰漏之处在所难免, 望读者批评指正, 在此一并表示感谢。

编 著 者

目 录

第 1 章 51 单片机开发基础	(1)
1.1 51 单片机的硬件基础	(1)
1.1.1 51 单片机概述	(1)
1.1.2 引脚说明	(2)
1.1.3 CPU	(4)
1.1.4 存储器结构	(6)
1.1.5 I/O 端口	(9)
1.1.6 定时器/计数器	(10)
1.1.7 串行口	(14)
1.1.8 中断系统	(15)
1.2 51 单片机指令系统	(18)
1.2.1 指令寻址方式	(19)
1.2.2 指令分类介绍	(21)
第 2 章 单片机开发相关软件使用	(26)
2.1 Keil C51 软件使用	(26)
2.1.1 Keil C51 开发系统基础知识	(26)
2.1.2 Keil 工作环境介绍	(31)
2.1.3 Keil C51 使用方法	(32)
2.2 Protel 软件使用	(38)
2.2.1 Protel 绘制电路图步骤	(38)
2.2.2 Protel 绘制电路原理图	(39)
2.2.3 PCB 图的绘制	(54)
2.3 Proteus 软件使用	(62)
2.3.1 Proteus 基本操作	(63)
2.3.2 Proteus 仿真	(67)
第 3 章 单片机实现 LED 灯显示	(69)
3.1 实例功能说明	(69)
3.2 设计思路分析	(69)
3.2.1 LED 灯工作原理	(69)
3.2.2 单片机如何驱动 LED 灯	(70)
3.2.3 单片机最小系统	(72)
3.3 硬件电路设计	(73)
3.3.1 主要元器件	(73)
3.3.2 电路原理图及说明	(73)
3.3.3 Proteus 仿真模型建立	(73)
3.4 程序设计	(75)

3.4.1 实例 3.1	(75)
3.4.2 实例 3.2	(76)
3.5 本章小结	(81)
第 4 章 单片机实现七段数码管显示	(82)
4.1 实例说明	(82)
4.2 设计思路分析	(82)
4.2.1 数码管显示原理	(82)
4.2.2 如何驱动七段数码管	(84)
4.3 硬件电路设计	(85)
4.3.1 主要器件	(85)
4.3.2 电路原理图及说明	(85)
4.3.3 Proteus 仿真模型建立	(87)
4.4 程序设计	(88)
4.4.1 数码管的静态显示	(88)
4.4.2 数码管的动态显示	(89)
4.5 本章小结	(94)
第 5 章 单片机实现 LCD 液晶显示	(95)
5.1 实例说明	(95)
5.2 设计思路分析	(95)
5.2.1 液晶显示模块	(95)
5.2.2 液晶显示工作原理	(97)
5.3 硬件电路设计	(102)
5.3.1 主要器件	(102)
5.3.2 电路原理图及说明	(103)
5.4 软件设计	(103)
5.4.1 液晶驱动控制器指令集	(103)
5.4.2 程序说明	(105)
5.5 本章小结	(108)
第 6 章 基于 LCD 液晶的图标菜单设计	(109)
6.1 实例说明	(109)
6.2 设计思路分析	(109)
6.2.1 基于 KS0108 控制器的 12864 液晶屏使用	(109)
6.2.2 图标菜单显示原理	(118)
6.3 硬件设计	(118)
6.3.1 主要器件	(118)
6.3.2 原理图及说明	(119)
6.3.3 图标菜单 Proteus 仿真模型建立	(119)
6.4 软件设计	(120)
6.4.1 程序流程	(120)
6.4.2 程序说明	(124)

6.5	本章小结	(134)
第7章	单片机实现 TFT 彩屏图片显示	(135)
7.1	实例说明	(135)
7.2	设计思路分析	(135)
7.2.1	彩屏知识简介	(135)
7.2.2	TFT 彩屏使用方法	(136)
7.3	硬件设计	(143)
7.3.1	主要器件	(143)
7.3.2	电路原理图及说明	(143)
7.4	软件设计	(144)
7.4.1	程序流程	(144)
7.4.2	程序说明	(145)
7.5	本章小结	(147)
第8章	单片机实现独立按键输入	(148)
8.1	实例说明	(148)
8.2	设计思路分析	(148)
8.3	硬件电路设计	(149)
8.3.1	主要器件	(150)
8.3.2	电路原理图及说明	(150)
8.3.3	Proteus 仿真模型建立	(150)
8.4	软件设计	(152)
8.4.1	软件流程	(152)
8.4.2	程序说明	(153)
8.5	本章小结	(156)
第9章	单片机实现矩阵键盘输入	(157)
9.1	实例说明	(157)
9.2	设计思路分析	(157)
9.3	硬件电路设计	(158)
9.3.1	主要器件	(158)
9.3.2	电路原理图及说明	(158)
9.3.3	Proteus 仿真模型建立	(158)
9.4	软件设计	(161)
9.4.1	程序流程	(161)
9.4.2	程序说明	(162)
9.5	本章小结	(168)
第10章	基于 DS18B20 的温度采集存储系统	(169)
10.1	实例说明	(169)
10.2	设计思路分析	(169)
10.2.1	系统的总体设计方案	(169)
10.2.2	DS18B20 温度传感器使用介绍	(170)

10.3	硬件设计	(176)
10.3.1	主要器件	(176)
10.3.2	电路原理图及说明	(176)
10.3.3	温度采集存储系统的 Proteus 仿真模型	(176)
10.4	软件设计	(179)
10.4.1	软件流程图	(179)
10.4.2	程序说明	(180)
10.5	本章小结	(187)
第 11 章	单片机实现串口数据传输	(188)
11.1	实例说明	(188)
11.2	设计思路分析	(188)
11.2.1	串行通信	(189)
11.2.2	接口电平转换	(191)
11.2.3	单片机串行通信编程步骤	(193)
11.3	单片机和 PC 串口通信	(194)
11.3.1	硬件电路设计	(194)
11.3.2	单片机和 PC 串口通信 Proteus 仿真模型建立	(194)
11.3.3	软件设计	(197)
11.4	单片机的多机通信	(199)
11.4.1	硬件电路设计	(200)
11.4.2	多机通信仿真模型建立	(201)
11.4.3	软件设计	(202)
11.5	本章小结	(207)
第 12 章	单片机实现 E²PROM 读/写	(209)
12.1	实例说明	(209)
12.2	设计思路分析	(209)
12.2.1	ROM 介绍	(210)
12.2.2	I ² C 总线介绍	(211)
12.2.3	AT24C02 介绍	(214)
12.3	硬件设计	(216)
12.3.1	主要器件	(216)
12.3.2	电路原理图及说明	(217)
12.3.3	单片机实现 E ² PROM 读/写的 Proteus 仿真模型	(217)
12.4	软件设计	(218)
12.4.1	程序流程	(219)
12.4.2	程序说明	(220)
12.5	本章小结	(226)
第 13 章	单片机实现继电器控制	(227)
13.1	实例说明	(227)
13.2	设计思路分析	(227)

13.2.1	继电器工作原理和选择	(227)
13.2.2	继电器的控制	(229)
13.3	硬件设计	(231)
13.3.1	主要元器件	(231)
13.3.2	硬件电路设计	(231)
13.3.3	继电器控制直流电动机仿真模型建立	(232)
13.4	软件设计	(233)
13.4.1	软件流程	(233)
13.4.2	程序说明	(234)
13.5	本章小结	(236)
第 14 章	基于 ADC0809 的模数转换	(237)
14.1	实例说明	(237)
14.2	设计思路分析	(237)
14.2.1	A/D 转换原理	(237)
14.2.2	如何选择 A/D 转换器	(243)
14.2.3	A/D 转换对电源电路的要求	(244)
14.3	硬件设计	(244)
14.3.1	主要器件	(244)
14.3.2	电路原理图及说明	(248)
14.3.3	ADC0809 的 Proteus 仿真模型	(248)
14.4	软件设计	(250)
14.4.1	ADC0809 的查询工作方式的实现	(251)
14.4.2	ADC0809 中断方式的实现	(254)
14.5	本章小结	(257)
第 15 章	基于 DAC0832 的简易波形发生器	(258)
15.1	实例说明	(258)
15.2	设计思路分析	(258)
15.2.1	数模转换原理	(258)
15.2.2	如何选择 DAC	(262)
15.2.3	D/A 转换对电源电路的要求	(262)
15.2.4	DAC0832 使用方法	(263)
15.3	硬件电路设计	(266)
15.3.1	主要器件	(266)
15.3.2	电路原理图及说明	(267)
15.3.3	DAC0832 的 Proteus 仿真模型	(268)
15.4	软件设计	(268)
15.4.1	程序流程	(268)
15.4.2	程序说明	(271)
15.5	本章小结	(277)

第 16 章 步进电动机开环控制系统	(278)
16.1 实例说明	(278)
16.2 设计思路分析	(278)
16.2.1 步进电动机工作原理	(278)
16.2.2 步进电动机的控制	(281)
16.2.3 脉冲分配与驱动芯片的选择	(282)
16.3 硬件电路设计	(287)
16.3.1 主要器件	(287)
16.3.2 电路原理图及说明	(287)
16.3.3 步进电动机控制系统的 Proteus 仿真模型	(287)
16.4 软件设计	(289)
16.4.1 程序流程	(289)
16.4.2 程序说明	(291)
16.5 本章小结	(295)
第 17 章 直流伺服电动机控制系统	(297)
17.1 实例说明	(297)
17.2 设计思路分析	(297)
17.2.1 直流伺服电动机	(297)
17.2.2 舵机的控制	(299)
17.2.3 舵机驱动芯片的选择	(299)
17.3 硬件电路设计	(299)
17.3.1 主要器件	(299)
17.3.2 电路原理图及说明	(299)
17.3.3 直流伺服电动机 Proteus 仿真原理图	(300)
17.4 软件设计	(301)
17.4.1 软件流程	(301)
17.4.2 程序说明	(302)
17.5 本章小结	(305)
第 18 章 万年历设计	(306)
18.1 实例说明	(306)
18.2 设计思路分析	(306)
18.2.1 万年历的总体设计方案	(307)
18.2.2 LCM1602 液晶显示模块使用方法	(307)
18.2.3 DS1302 使用方法	(311)
18.3 硬件设计	(316)
18.3.1 主要器件	(316)
18.3.2 电路原理图及说明	(317)
18.3.3 万年历的 Proteus 仿真模型	(317)
18.4 软件设计	(319)
18.4.1 程序流程	(319)

18.4.2	程序说明	(321)
18.5	本章小结	(332)
第 19 章	基于 NRF905 的无线温度采集系统	(333)
19.1	实例说明	(333)
19.2	设计思路分析	(333)
19.2.1	短距离无线通信用常解决方案	(334)
19.2.2	NRF905 使用方法	(335)
19.3	硬件电路设计	(344)
19.3.1	主要器件	(344)
19.3.2	电路原理图及说明	(344)
19.4	软件设计	(346)
19.4.1	软件流程	(346)
19.4.2	程序说明	(348)
19.5	本章小结	(357)
第 20 章	简易语音录放系统	(358)
20.1	实例说明	(358)
20.2	设计思路	(358)
20.2.1	简易语音录放系统总体设计方案	(359)
20.2.2	ISD4004 语音芯片功能	(360)
20.3	硬件设计	(363)
20.3.1	主要器件	(363)
20.3.2	电路原理图及说明	(364)
20.4	软件设计	(366)
20.4.1	程序流程	(366)
20.4.2	程序说明	(367)
20.5	本章小结	(373)
第 21 章	基于数字电位器的数控电压源设计	(374)
21.1	实例说明	(374)
21.2	设计思路分析	(374)
21.2.1	数字电位器的工作原理	(374)
21.2.2	数字电位器的选取和控制	(375)
21.2.3	X9241 应用方法介绍	(377)
21.3	硬件设计	(380)
21.3.1	主要器件	(380)
21.3.2	电路原理图及说明	(381)
21.4	软件设计	(383)
21.4.1	程序流程	(383)
21.4.2	程序说明	(384)
21.5	本章小结	(389)

第 22 章 交通灯设计	(390)
22.1 实例说明	(390)
22.2 设计思路分析	(390)
22.2.1 交通灯基本工作原理	(390)
22.2.2 单片机交通灯总体设计方案	(393)
22.3 硬件电路设计	(393)
22.3.1 主要器件	(394)
22.3.2 电路原理图及说明	(394)
22.3.3 交通灯 Proteus 仿真模型建立	(395)
22.4 软件设计	(398)
22.4.1 软件流程	(398)
22.4.2 程序说明	(399)
22.5 本章小结	(406)
第 23 章 抢答器设计	(408)
23.1 实例说明	(408)
23.2 设计思路分析	(408)
23.2.1 抢答器基本工作原理	(409)
23.2.2 抢答器总体设计方案	(409)
23.3 硬件电路设计	(412)
23.3.1 主要部件	(412)
23.3.2 电路原理图及说明	(412)
23.4 软件设计	(416)
23.4.1 软件流程	(417)
23.4.2 程序说明	(418)
23.5 本章小结	(423)

第 1 章 51 单片机开发基础

单片机又称微控制器（Micro Controller Uint, MCU），是一片集成了 CPU、存储器、各种输入/输出接口的芯片。该芯片具有体积小、价格低、开发应用方便的特点，在工业自动化、智能仪器仪表、消费电子产品等方面得到广泛的应用。

1.1 51 单片机的硬件基础

单片机的学习可以从了解单片机内部硬件结构，掌握单片机基本模块的硬件电路和软件编程，了解常见应用系统设计三个方面着手。本章讲解单片机的内部硬件结构，读者只要把这部分作为资料查阅，刚开始时看一两遍即可。考虑到很多读者都是单片机初学者，因此本章介绍单片机内部硬件结构时，尽量将语音通俗、形象化。

1.1.1 51 单片机概述

1. 51 单片机实物图

最常见的 AT89C51 单片机如图 1-1 所示，左侧小片的 AT89C2051 也是常见的单片机。

单片机就是一片普通而又有点特殊的芯片。普通是因为它和其他芯片一样有引脚，工作时需要通电（好像还没有发现不通电也能工作的芯片，呵呵），但是它又有一点特殊，通电后必须往芯片内输入程序才能工作，而且想要它实现什么功能，只要编写实现这些功能的程序，然后把这些程序输入该芯片内，我们的设想就实现了。

51 单片机的主要生产厂商如表 1-1 所示。

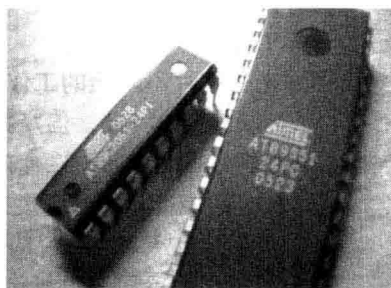


图 1-1 常见单片机实物图

表 1-1 51 单片机主要生产厂商

生 产 厂 商	产 品
Atmel	AT89C51,AT89C52,AT89C53,AT89C55,AT89LV52,AT89S51,AT89S52 等
STC	STC89C51RC,STC89C52RC,STC89LE51RC,STC12C5412AD 等
Intel	I87c54,i87C58,I87L54 等
Phillips	P80C54,P80C58,P87C54,P87C524 等
Winbond	W78C54,W78C58,W78E54,W78E58 等

有单片机基础的读者可能会问：以前书上说的 8031，8051 单片机到哪里去了？上面表格怎么没有，其实上述单片机大多数都是以 8051 单片机内核为基础，即 8051 单片机就是上述大多数单片机的核心部件，只是它们增加了一些储存器的外设而已。

2. 51 单片机命名规则

每款单片机都有一个独一无二的名字，这就是它的身份标识，生产厂家为便于用户选择元器件，通常有一套同样的命名规则。

以图 1-1 的 AT89S51 单片机为例，该款单片机上的标号为 AT89S51-24PC，标号上各部分意义解释如下：

(1) AT——公司前缀，表示该芯片为 Atmel 公司生产，绝大多数单片机生产厂商都会把自己公司的字母缩写放到芯片名字的最前端，单片机如此，其他模拟、数字芯片更是如此。这样一方面给自己公司做了无形的广告，另一方面方便读者选择自己公司生产的芯片。

(2) 8——表示该芯片内核为 8051。

(3) 9——表示内部含 Flash E²PROM 存储器。类似于 80C51 中的 0 表示内含掩膜存储器 (Mask ROM)，87C51 中的 7 表示内含紫外线可擦除存储器 (EPROM)。

(4) S——表示该芯片具有 ISP 在线编程功能。具有该功能的单片机，PC 上编写好的程序可以通过串口通信直接写入单片机内部，无须把单片机从设计好的电路板上拔下，放到专门的编程器上。类似于 80C51 中的 C 表示该芯片为 CMOS 产品。还有，表 1-1 中 AT89LV51 的 LV 表示该芯片为低电压产品，可以在 3.3V 电压下工作，而通常单片机的工作电压为 5V。

(5) 5——有资料显示该位是固定不变的。

(6) 1——表示该芯片内部程序存储器的空间大小。1 为 4KB，89C52 中的 2 为 8KB。

(7) 24——表示可支持最高为 24MHz 的系统时钟。

(8) P——表示该芯片的封装形式。P 为 DIP 封装，A 为 TQFP 封装，J 为 PLCC 封装。

(9) U——表示应用级。C 为商业级，I 为工业级（有铅）、U 为工业级（无铅）。不同应用级的芯片工作温度范围不同。

小贴士：芯片不同级的工作温度范围

C：表示商业用产品，温度范围为 0~+70℃。

I：表示工业用产品，温度范围为 -40~+85℃。

A：表示汽车用产品，温度范围为 -40~+125℃。

M：表示军用产品，温度范围为 -55~+150℃。

同一种芯片的不同应用级除了工作温度范围不同外，根据各自领域的应用特点，芯片设计生产时也会有所偏重。像汽车类电子芯片可能会对芯片体积，抗振性能有特殊的要求，而军用产品可能会对芯片的抗电磁干扰能力，工作时输出信号的精度有要求，并且不同级的芯片价格相差很大，一般是军用产品价格最高。

1.1.2 引脚说明

PDIP 封装的 51 单片机封装引脚图如图 1-2 所示，该封装类型的 51 单片机有 40 个引脚，这 40 个引脚可以分为三类：单片机最小系统所需引脚，编程控制引脚，I/O 引脚。下面详细介绍这三类引脚。

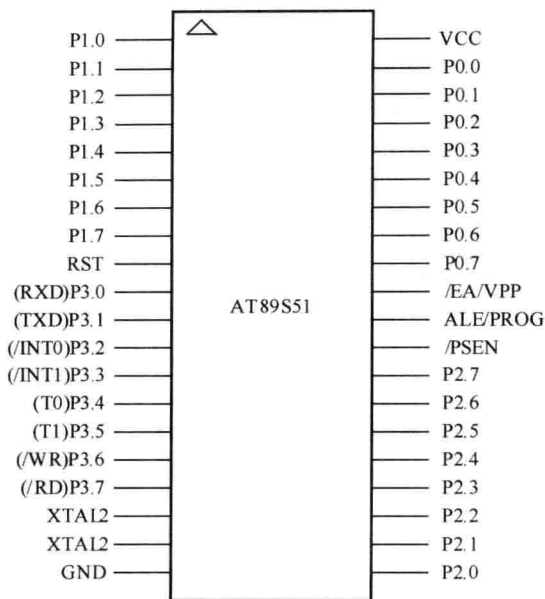


图 1-2 51 单片机 PDIP 封装引脚图

1. 单片机最小系统所需引脚

单片机最小系统所需引脚：VCC，GND，XTAL1，XTAL2，RST，EA/VPP。

所谓单片机最小系统，指的是在外接元器件最少的情况下，能让单片机正常工作的系统。比如，我们也可以给手机定义一个最小系统，能让手机正常工作必须包括电源，无线通信收发器，话筒，键盘，有这四部分就可以打电话和接电话了。下面详细讲解单片机最小系统所需引脚：

(1) VCC——单片机工作电源正极连接端。多数单片机工作电压为+5V，也有+3.3V 的工作电压，需要查看单片机使用手册确定。

(2) GND——单片机工作电源地连接端。

(3) XTAL1，XTAL2——外接时钟引脚。

XTAL1 为片内振荡电路的输入端，XTAL2 为片内振荡电路输出端。51 单片机的时钟有两种方式，一种是片内时钟振荡方式，需要在这两个引脚间外接石英晶体和振荡电容，电容一般取值为 10~30pF。另一种是外部时钟方式，该方式下将 XTAL1 接地，外部时钟信号从 XTAL2 输入。

(4) RST——单片机复位引脚。当输入连续两个机器周期以上高电平时有效，复位后程序计数器 PC=0000H。

(5) EA/VPP——访问程序存储器控制引脚。该引脚接高电平时，CPU 读取内部程序存储器 (ROM)；接低电平时，CPU 读取外部程序存储器 (ROM)。STC89C52 有内部 ROM，因此，在设计电路时该脚要接高电平，而 8031 单片机内部是没有 ROM 的，那么在应用 8031 单片机时，这个引脚是一直接低电平的。8751 烧写内部 EPROM 时，利用此脚输入 21V 的烧写电压。

2. 编程控制引脚

(1) /PSEN——程序存储器允许输出控制端。在读外部 ROM 时 PSEN 低电平有效，以实现外部 ROM 单元的读操作。由于现在单片机的 ROM 都比较大，几乎没有人去扩展外部 ROM，



因此该引脚使用较少。

(2) ALE/PROG ——地址锁存控制引脚。在系统扩展时, ALE 用于把 P0 口的输出低 8 位地址送锁存器锁存起来, 以实现低位地址和数据的隔离。ALE 有可能是高电平也有可能是低电平, 当 ALE 是高电平时, 允许地址锁存信号, 当访问外部存储器时, ALE 信号负跳变(即由正变负), 将 P0 口上低 8 位地址信号送入锁存器; 当 ALE 是低电平时, P0 口上的内容和锁存器输出一致。关于锁存器将在第 3 章介绍。

在没有访问外部存储器期间, ALE 以 1/6 振荡周期频率输出(即 6 分频), 当访问外部存储器以 1/12 振荡周期输出(12 分频)。从这里可以看到, 当系统没有进行扩展时 ALE 会以 1/6 振荡周期的固定频率输出, 因此可以作为外部时钟或者外部定时脉冲使用。

PORG 为编程脉冲的输入端, 我们已知道, 在 51 单片机内部有一个 4KB 或 8KB 的程序存储器(ROM), ROM 的作用就是存放用户需要执行的程序, 那么, 是怎样把编写好的程序存入 ROM 中? 实际上通过编程脉冲输入才能写进, 这个脉冲的输入端就是 PROG。

3. I/O 引脚

单片机具有 P0, P1, P2, P3 四组 I/O 引脚, 每组 8 个共 32 个引脚这些 I/O 引脚既可以作为信息输入也可以作为信息输出口, 这四组 I/O 引脚将在 1.1.5 节中详述。

1.1.3 CPU

51 单片机中有一个 8 位的 CPU, 该 CPU 包括运算器和控制器两大部分, 并且单片机的 CPU 还特别增加了面向控制的处理功能, 即不仅可处理字节数据, 还可以进行位变量的处理, 例如, 位处理、查表、状态检测、中断处理等。下面详细介绍 CPU 的运算器和控制器。

1. 运算器

运算器主要用来对操作数进行算术、逻辑运算和位操作。包括算术逻辑运算单元 ALU, 累加器 A, 寄存器 B, 位处理器, 程序状态字寄存器 PSW 及 BCD 码修正电路等。由于 BCD 码修正电路和实际应用关系不大, 下面就不讲解。

1) 算术逻辑单元 ALU

CPU 的运算器以 ALU 为中心, 单片机所要进行加、减、乘、除等基本算术运算, 以及逻辑与、或、异或、循环、求补和清零等逻辑运算都在 ALU 中执行。

ALU 中不存储运算结果, 根据不同运算类型, 运算结果会存储到累加器 ACC, B 寄存器等其他 CPU 的寄存器中。

2) 累加器 ACC

累加器 ACC 是一个 8 位的寄存器, 也是 CPU 中使用最频繁的一个寄存器。累加器 ACC 的作用有两个: 一是作为 ALU 单元的数据输入寄存器, 当运算结束后, 运算结果也存储到 ALU 中; 二是作为外部寄存器和 CPU 中数据传送的桥梁, 外部寄存器数据要通过累加器 ACC 才能传送到 CPU 的 ALU 中进行运算。