

高职机电与汽车类工学结合创新型系列规划教材

# 单片机仿真及 制作项目教程

## ——基于Proteus ISIS

- 主 编 周文军
- 副主编 谢祥强 付济林



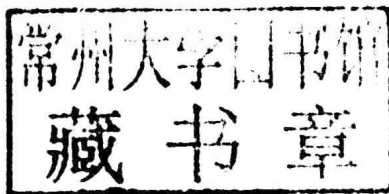
华南理工大学出版社  
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

高职机电与汽车类工学结合创新型系列规划教材

# 单片机仿真及制作项目教程

——基于 Proteus ISIS

主 编 周文军  
副主编 谢祥强 付济林



华南理工大学出版社  
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

## 图书在版编目(CIP)数据

单片机仿真及制作项目教程：基于 Proteus ISIS/周文军主编. —广州：华南理工大学出版社, 2015. 4

(高职机电与汽车类工学结合创新型系列规划教材)

ISBN 978 - 7 - 5623 - 4533 - 6

I. ①单… II. ①周… III. ①单片微型计算机 - 系统仿真 - 应用软件 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 021588 号

单片机仿真及制作项目教程——基于 Proteus ISIS

DANPIANJI FANGZHEN JI ZHIZUO XIANGMU JIAOCHENG——JIYU PROTEUS ISIS

周文军 主编

---

出版人：韩中伟

出版发行：华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

<http://www.scutpress.com.cn> E-mail:scutcl3@scut.edu.cn

营销部电话：020 - 87113487 87111048 (传真)

总策划：毛润政

执行策划：冯丽萍 王柳婵

责任编辑：王柳婵 朱彩翩

印刷者：广州市穗彩印务有限公司

开本：787mm×1092mm 1/16 印张：14.5 字数：362 千

版次：2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月第 1 次印刷

印数：1 ~ 2000 册

定价：30.00 元

---

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

“高职机电与汽车类工学结合创新型系列规划教材”

## 编写委员会

- 顾问：黄卫萍（广西农业职业技术学院）  
诸小丽（南宁职业技术学院）  
陈伟珍（广西水利电力职业技术学院）
- 总主编：梁建和（广西水利电力职业技术学院）
- 主任：甘善泽（南宁职业技术学院）
- 秘书长：诸小丽（南宁职业技术学院）
- 副主任：韦林（柳州职业技术学院）  
廖建辉（广西职业技术学院）  
陈炳森（广西水利电力职业技术学院）  
吴飞（广西交通职业技术学院）  
韦余苹（桂林理工大学高等职业技术学院）
- 委员：曹坚（广西工业职业技术学院）  
张海燕（广西电力职业技术学院）  
叶克力（广西机电职业技术学院）  
覃群（广西机电职业技术学院）  
覃惠芳（北海职业技术学院）  
孙峰（广西农业职业技术学院）  
陈国庆（广西电力职业技术学院）  
罗建（柳州铁道职业技术学院）  
谭克诚（柳州铁道职业技术学院）  
禰旭旻（南宁学院）  
邓开豪（广西工业职业技术学院）  
韦建军（广西现代职业技术学院）  
林灿东（百色职业技术学院）

在“十一五”期间，华南理工大学出版社组织广西的一些高校教师编写出版了高职高专机械与电子信息类教材30多种，不仅解决了各高职高专院校急需相关教材的燃眉之急，更是相关高职高专院校教学改革的催化剂和载体。经过不少于五年的使用实践，各院校对工学结合及行动引导教学有了更深刻的认识和体会，配合行动引导教学的实验实训条件有了质的发展，针对高职生源因材施教的把握更加切合实际。进入“十二五”以来，更强调课程内容与职业标准对接、教学过程与生产过程对接。因此，对原教材进行较大程度的修改和创新性补充势在必行，由此催生了华南理工大学出版社“高职机电与汽车类工学结合创新型系列规划教材”。

为了使本系列教材能够发挥应有的作用，华南理工大学出版社邀请具有丰富的职业教育教学管理经验和教学经验的专家、学者组成编委会，除进行小组讨论和个别的网上沟通以外，还专门组织召开了两次工作会议，对选题的科学性和普适性、系列教材的中心要求做了深入细致的研讨，对编审队伍的组成进行严格筛选。在此基础上，又组织有教材编审队伍主要成员参加的编委会扩大研讨会，学习贯彻编委会对系列教材的具体要求，对每种教材的编写大纲进行了具体而细致的研讨。通过这一系列的活动，总结了“十一五”期间的教材建设经验，在教材选题的系统性、教学过程的策略性等方面达成共识：以工作过程为导向，实施行动引导教学，把最近几年的教学改革成果融入本次教材建设中。首先，在选题时要注意系统性，弃片面顾全面，轻功利重功能，化矛盾达协调，变生硬构架为有机生成，力求使分立的科目组成合理的课程体系；其次，在教学策略上要注意动力性，有动力的学习才能形成有效率、有效果、有效用的学习，使学习变成一个主观能动的实现自我价值的过程，既符合综合职业能力的职业成长规律过程，更符合职业学习的规律，特别是符合高职院校学生的学习心理和学习习惯。行动引导教学，是以能力培养为本位，构建学生完成职业工作所需要的知识、能力与素质，具有鲜明的职业性特征，要求始终围绕培养对象的职业能力这一主题，力求将工作结构转化为课程结构，将工作内容转化为课程内容，以塑造全面发展的职业人才为目标，充分考虑学生的职业成长规律，不仅使学生能够适应当前职业的要求，而且也为学生动态职业生涯提供发展空间；更重要的是以职业工作为基础，培养能够解决岗位工作中综合的、复杂的实际问题的职业人才，促使学生完成学习生涯向职业生涯过渡。另外，还应该注意学生自学能力的培养。最近几年，无论是对实践专家成长规律的调研，还是对新近毕业生的追踪调查，都有一个相同的指向：学生的自学能力是学生终身受用的适应社会和持续发展的能力。因此，在设计学习训练项目时应该注意给学生一定的自主学习空间，让学生有自主选择学习内容、自主分配学习时间、自


主选择学习方法、自主申请参加考核的机会。

编委会经认真细致的研讨，对本系列教材提出了具体要求：

(1) 必须贯彻工学结合的指导思想，以工作过程为导向，按“做、学、教一体化”教学模式组织构架，基于行动引导教学方法根据项目载体、任务驱动的教学方式选择内容。

(2) 注意因材施教，照顾普通高职高专学生的入学基础和生源特点，重视技能训练与知识学习的融合，正确把握基本技能训练、基础知识学习和综合分析能力培养的程度，避免过度拔高；在文字组织上力求精炼明了和通俗易懂，避免繁琐抽象的公式推导和冗长的过程叙述。

(3) 以“感性引导理性，从实践导入理论，由形象过渡到抽象，先整体后细节”的认知规律为主线，以开发智力和调动学习积极性为目的，力争以添加教学课件和微课为手段，形成理实一体，文字、图片、视频相结合的立体教材。



今年六月，国务院在《关于加快发展现代职业教育的决定》中指出，我国职业教育事业快速发展，体系建设稳步推进，培养培训了大批中高级技能型人才，为提高劳动者素质、推动经济社会发展和促进就业作出了重要贡献。要促进经济提质增效升级，满足人民群众生产生活多样化的需求，必须把加快发展现代职业教育摆在更加突出的战略位置。由此，我国将加快推进现代职业教育体系建设，打通职业教育学生从中职、专科、本科到研究生的上升通道。正是在职业教育的发展喜人又逼人的形势下，华南理工大学出版社“高职高专机电与汽车类工学结合创新型系列规划教材”的第一批选题正式与大家见面了。这无疑给参与系列教材建设的院校解决了教学所需的工学结合教材的燃眉之急，并对教育教学改革起到积极的推动作用。然而，应该承认，我国的高职教育工学结合教材还处于建设期，存在问题不可避免，欢迎广大读者和同行不吝赐教，为我国的职业教育作出积极贡献。

梁建和

2014年8月于南宁

# 前言

单片机已经渗透到我们生活的各个领域，几乎很难找到哪个领域没有单片机的踪迹。导弹的导航装置、飞机上各种仪表的控制、计算机的网络通信与数据传输、工业自动化过程的实时控制和数据处理、广泛使用的各种智能 IC 卡、民用豪华轿车的安全保障系统、录像机、摄像机、全自动洗衣机的控制、程控玩具以及电子宠物等等，这些都离不开单片机。更不用说自动控制领域的机器人、智能仪表、医疗器械了。科技越发达，智能化的东西就越多，使用的单片机就越多。因此，单片机的学习、开发与应用将造就一批计算机应用与智能化控制的科学家、工程师。编者结合多年教学 and 实际项目中积累的经验，编写内容涵盖以下几个方面：

## (1) 内容全面，由浅入深。

本书涵盖了 51 单片机 C 语言程序设计所需掌握的各方面知识点。首先详细介绍了 51 单片机的集成开发环境和开发流程，然后结合实例对 51 单片机 C 语言程序设计的基础知识点进行介绍，接着对 51 单片机 C 语言的程序设计进行了详细的讲解，包括中断设计、定时计数器、串行接口设计等内容，最后设计了一个完整的综合应用实例。本书不仅介绍 51 单片机 C 语言，还对单片机的硬件资源，以及如何使用 51 单片机 C 语言来编程控制单片机的各种片上资源进行了详细介绍，让读者可以做到熟练应用。

## (2) 结合实例，加深理解。

关于单片机的每个知识点都是结合任务驱动来进行编写的，每个知识点均给出了其在程序设计中的编程示例，每个例子都可以进行仿真与实际制作，读者可以在学习独立知识点的同时，根据应用示例举一反三，快速掌握相应知识点在整个程序设计系统中的实际应用。

## (3) 仿真调试，强理解。

本书对 51 单片机 C 语言的典型开发环境 Keil uVision、STC\_ISP 在线下载和 Proteus 进行了详细介绍，在讲解过程中，结合完整的 51 单片机 C 语言程序实例，详细阐述了如何仿真调试各种单片机片上的资源，切合读者的需求，使读者能够强化对程序的理解。

## (4) 仿真、万能板与双面 PCB 板三法结合，切合所有读者需求。

本书采用三种方法来实现所有示例：Proteus 仿真、万能板实物制作与双面 PCB 板实物制作。读者可以根据自身情况选取其中较容易实现的一种方法，基本可以切合所有读者的需求。本书所有例子均可以通过作者自主开发的配套实验板进行测试，并在网盘里（网络下载地址：<http://pan.baidu.com/s/1kTHXun> 提取密码：rdq9）附有全部实例的电路板制作正反面高清照片以及演示运行时的录像。配套实验板提供“整板”和“散件套



件”两种形式，可与出版社联系，需单独购买。

参加本书编写的有：南宁职业技术学院周文军（任务1、5、7、9、12~15）、杜立婵（任务4）、叶远坚（任务11），广西农业职业技术学院牙彰震（任务2），百色职业学院岑曦（任务3），广西水利电力职业技术学院罗芬（任务6），广西电力职业技术学院谢祥强（任务8）以及广西现代职业技术学院付济林（任务10）。全书由周文军负责统稿。

由于编写时间仓促，书中难免存在不足之处，恳请读者批评指正。

编者

2014年10月



# 目 录

<b>模块一 认识单片机最小系统及开发环境</b> .....	1
<b>任务1 让一个LED灯闪烁起来</b> .....	1
【任务要求】 .....	1
【学习目标】 .....	1
【知识链接】 .....	1
一、单片机简介 .....	1
二、Keil uVision2 集成开发环境 .....	14
三、Proteus ISIS 仿真环境 .....	23
四、STC -ISP 实验板程序下载环境 .....	27
五、配套实验板 .....	31
【任务实施】 .....	32
【任务小结】 .....	37
【习题】 .....	37
<b>模块二 单片机P端口输出</b> .....	38
<b>任务2 LED流水灯</b> .....	38
【任务要求】 .....	38
【学习目标】 .....	38
【知识链接】 .....	38
一、二进制与十六进制 .....	38
二、LED驱动 .....	40
三、单片机P端口 .....	41
四、Keil C语言 .....	45
【任务实施】 .....	59
【任务小结】 .....	64
【习题】 .....	64



<b>任务3 通过继电器控制照明灯</b> .....	66
【任务要求】 .....	66
【学习目标】 .....	66
【知识链接】 .....	66
一、普通继电器.....	66
二、固态继电器.....	68
【任务实施】 .....	69
【任务小结】 .....	74
【习题】 .....	74
<b>任务4 让蜂鸣器产出报警声音</b> .....	75
【任务要求】 .....	75
【学习目标】 .....	75
【知识链接】 .....	75
一、声音的产生.....	75
二、蜂鸣器.....	76
【任务实施】 .....	77
【任务小结】 .....	82
【习题】 .....	82
<b>任务5 让七段数码管循环显示数字</b> .....	83
【任务要求】 .....	83
【学习目标】 .....	83
【知识链接】 .....	83
一、七段数码管.....	83
二、数组.....	86
【任务实施】 .....	89
【任务小结】 .....	93
【习题】 .....	94
<b>任务6 用4位七段数码管显示“2014”</b> .....	95
【任务要求】 .....	95
【学习目标】 .....	95
【知识链接】 .....	95
一、多位七段数码管.....	95
二、4位七段数码管 .....	95

三、扫描驱动存在的问题	97
四、集成译码器 74HC138	98
五、锁存器 74HC573	100
【任务实施】	101
【任务小结】	104
【习题】	104
<b>模块三 单片机 P 端口输入</b>	<b>105</b>
<b>任务 7 利用按键控制 LED 灯的亮和灭</b>	<b>105</b>
【任务要求】	105
【学习目标】	105
【知识链接】	105
一、按键的分类	105
二、独立式按键输入电路设计	108
三、按键抖动与去抖动	110
【任务实施】	111
【任务小结】	115
【习题】	115
<b>任务 8 用 1 位数码管显示 4 * 4 矩阵键盘按键值</b>	<b>116</b>
【任务要求】	116
【学习目标】	116
【知识链接】	116
一、矩阵键盘简介	116
二、矩阵键盘工作原理	116
三、制作 4 * 4 矩阵键盘	119
【任务实施】	120
【任务小结】	125
【习题】	125
<b>模块四 外部中断的应用</b>	<b>126</b>
<b>任务 9 用外部中断 INT0 控制 8 个 LED 单灯左移</b>	<b>126</b>



【任务要求】	126
【学习目标】	126
【知识链接】	126
一、中断及其功能	126
二、MCS-51 中断系统	127
三、中断开关寄存器 IE	128
四、定时器/计数器控制寄存器 TCON	129
五、中断子程序	129
【任务实施】	130
【任务小结】	133
【习题】	133
<b>任务 10 用两个外部中断控制数码管加减计数</b>	135
【任务要求】	135
【学习目标】	135
【知识链接】	135
一、中断优先级	135
二、中断嵌套	136
【任务实施】	137
【任务小结】	141
【习题】	141
<b>模块五 定时器/计数器中断的应用</b>	142
<b>任务 11 用定时器 T0 中断控制 LED 灯闪烁</b>	142
【任务要求】	142
【学习目标】	142
【知识链接】	142
一、定时器/计数器中断的概念	142
二、定时器/计数器工作方式寄存器 TMOD	143
三、定时器/计数器控制寄存器 TCON	146
【任务实施】	147
【任务小结】	149
【习题】	150

<b>模块六 单片机串口应用</b> .....	151
<b>任务 12 通过串口发送一串字符至电脑</b> .....	151
【任务要求】 .....	151
【学习目标】 .....	151
【知识链接】 .....	151
一、串行通信的基本概念 .....	151
二、AT89C51 的串行接口 .....	154
三、PC 机与单片机间的串行通信 .....	158
【任务实施】 .....	162
【任务小结】 .....	165
【习题】 .....	166
<b>任务 13 甲单片机板通过串口控制乙单片机板上的 LED 灯闪烁</b> .....	167
【任务要求】 .....	167
【学习目标】 .....	167
【知识链接】 .....	167
【任务实施】 .....	168
【任务小结】 .....	175
【习题】 .....	176
<b>模块七 单片机系统综合应用</b> .....	177
<b>任务 14 红外解码并用数码管显示解码值</b> .....	177
【任务要求】 .....	177
【学习目标】 .....	177
【知识链接】 .....	177
一、红外遥控简介 .....	177
二、红外信号传输过程 .....	178
三、红外传输协议 .....	179
【任务实施】 .....	182
【任务小结】 .....	194
【习题】 .....	194



<b>任务 15 用 DS18B20 测量温度并用数码管显示</b> .....	195
<b>【任务要求】</b> .....	195
<b>【学习目标】</b> .....	195
<b>【知识链接】</b> .....	195
一、数字温度传感器 DS18B20 简介 .....	195
二、DS18B20 的测温原理 .....	196
三、DS18B20 的内部结构及外部封装 .....	197
四、DS18B20 温度传感器的存储器 .....	198
五、DS18B20 的温度转换 .....	199
六、DS18B20 单总线通信协议 .....	200
七、DS18B20 的测温过程 .....	206
<b>【任务实施】</b> .....	209
<b>【任务小结】</b> .....	217
<b>【习题】</b> .....	217

# 模块一 认识单片机最小系统及开发环境

## 任务1 让一个 LED 灯闪烁起来

### 【任务要求】

制作一个单片机最小系统电路板，控制一个 LED 灯闪烁。要求能通过调节参数、改变程序来改变 LED 灯闪烁的频率。

### 【学习目标】

- (1) 熟悉单片机的基本概念；
- (2) 掌握单片机的硬件开发环境：51 单片机学习板；
- (3) 掌握单片机的软件开发环境：Keil uVision2 编译环境、Proteus ISIS 仿真环境和 STC - ISP 程序下载环境；
- (4) 掌握单片机系统开发的基本流程，能用万能板或双面 PCB 板制作一个最小系统电路；
- (5) 能将网盘中的程序下载到所制作的电路板中并调试。

### 【知识链接】

本项目将通过单片机驱动单个 LED 灯闪烁，带领读者进入单片机世界，对单片机和单片机系统进行初步的认识。在此，首先简要介绍单片机的基本概念，然后学习单片机和单片机开发所需要的软硬件环境，其中软件环境包括：Keil uVision2 编译环境、Proteus ISIS 仿真环境和 STC - ISP 实际程序下载环境；硬件环境为单片机学习开发板。

### 一、单片机简介

单片机是集成在一块芯片上的微型计算机系统。如图 1-1 所示是 STC89C52RC 单片机，目前所用的所有 51 系列单片机的外观和引脚都与这款单片机相似，均为 40 引脚，且引脚功能基本相同。尽管单片机的大部分功能集成在一块小芯片上，但它具有一个完整计算机所需要的大部分部件：中央处理器（CPU）、内存及内部和外部总线系统，同时集成诸如通信接口、定时器、实时时钟等外围设备，如图 1-2 所示。而现在最强大的单片机系统甚至可以将声音、图像、网络 and 复杂的输入输出系统集成



图 1-1 单片机实物图

在一块芯片上。

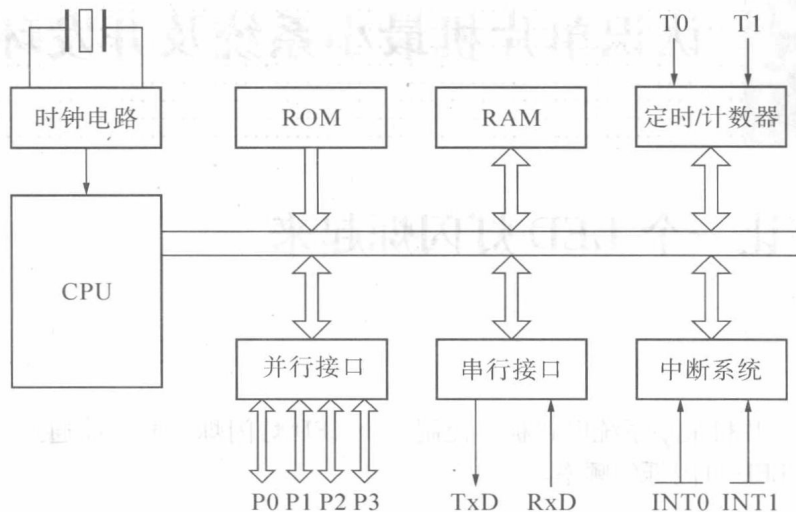


图 1-2 8051 系列单片机的基本结构

### (一) 单片机的发展历史及应用领域

单片机诞生于 20 世纪 70 年代末，经历了 SCM、MCU、SoC 三大阶段。第一阶段是 SCM 单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer, SCM) 阶段，主要是寻求单片形态嵌入式系统的最佳体系结构。第二阶段是 MCU 微控制器 (Micro Controller Unit, MCU) 阶段，主要的技术发展方向是在不断扩展满足嵌入式应用的同时，加强对象系统要求的各种外围电路与接口电路，凸显其对象的智能化控制能力。第三阶段是 SoC 片上系统 (System on Chip, SoC)，是目前单片机嵌入式系统的独立发展之路，向 SoC 阶段发展，就是寻求芯片在应用系统上的最大化应用，专用单片机的发展自然形成了 SoC 化趋势。因此，对单片机的理解可以从单片微型计算机、单片微控制器延伸到单片应用系统。

目前单片机渗透到我们生活的各个领域，几乎很难找到哪个领域没有单片机的踪迹，其主要应用如下：

(1) 智能仪器仪表上的应用：单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点，广泛应用于仪器仪表中，结合不同类型的传感器，可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制可使仪器仪表数字化、智能化、微型化，且功能比采用电子或数字电路更加强大。例如精密的测量设备：功率计、示波器、各种分析仪等。

(2) 工业控制中的应用：用单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统。例如工厂流水线的智能化管理、电梯智能化控制、各种报警系统、与计算机联网构成的二级控制系统等。

(3) 家用电器中的应用：现在的家用电器基本上都采用了单片机控制，从电饭煲、洗衣机、电冰箱、空调机、电视机、其他音响视频器材，再到电子称量设备等，五花八门，无所不在。

(4) 计算机网络和通信领域中的应用：现行的单片机普遍具备通信接口，可以很方便地与计算机进行数据通信，为其在计算机网络和通信设备中的应用提供了极好的接口条



件。现在的通信设备基本上都实现了单片机智能控制，从手机、电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信，再到日常工作中随处可见的移动电话、集群移动通信、无线电对讲机等。

(5) 医用设备领域中的应用：单片机在医用设备中的用途亦相当广泛，例如医用呼吸机、各种分析仪、监护仪、超声诊断设备及病床呼叫系统等。

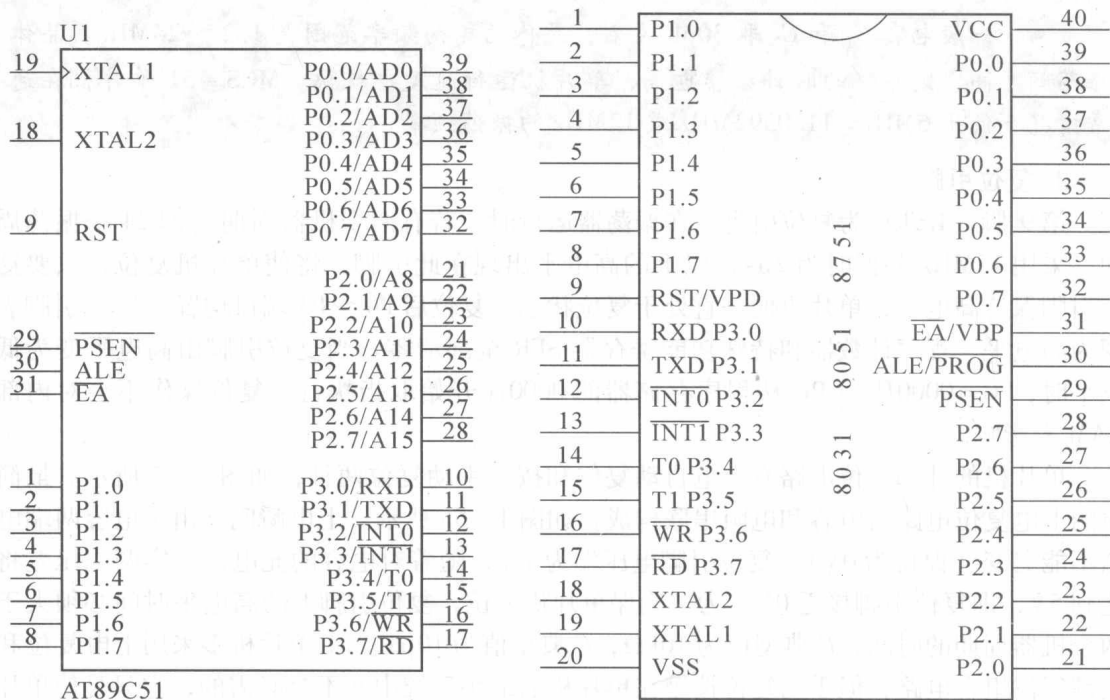
(6) 各种大型电器中的模块化应用：某些专用单片机设计用于实现特定功能，而在各种电路中进行模块化应用，而不要求使用人员了解其内部结构。如音乐集成单片机，看似简单的功能，微缩在纯电子芯片中，需要复杂的类似于计算机的原理（有别于磁带机的原理）。音乐信号以数字的形式存于存储器中（类似于 ROM），由微控制器读出，转化为模拟音乐电信号（类似于声卡），这种模块化应用极大地缩小了体积，简化了电路，降低了损坏、错误率，也便于更换。

(7) 汽车设备领域中的应用：单片机在汽车电子中的应用非常广泛，例如汽车中的发动机控制器，基于控制器局域网络（CAN）总线的汽车发动机智能电子控制器，GPS 导航系统，ABS 防抱死系统，制动系统等。

(8) 此外，单片机在工商、金融、科研、教育、国防航空航天等领域都有着十分广泛的用途。

## (二) 51 单片机引脚功能

如图 1-3a 所示为电路原理图中的单片机引脚所对应的功能图，引脚上的数字为引脚编号，框体里面的字母说明为功能表示。在原理图中一般将功能相似的引脚放在一块，而实物中的引脚则如图 1-3b 所示，是按逆时针方向依次编号的。



(a) 原理图中的单片机引脚

(b) 实物中的单片机引脚

图 1-3 单片机引脚