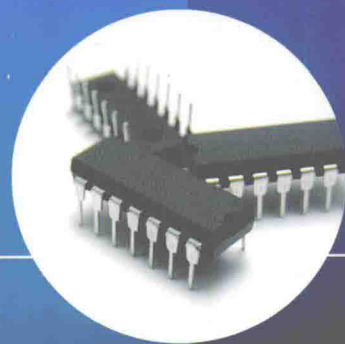


创新型人才培养“十二五”规划教材

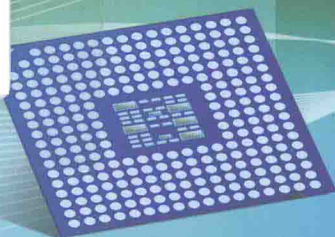


单片机原理、应用 与PROTEUS仿真

——汇编+C51编程及其多模块、混合编程

(本科版)

◆ 张靖武 周灵彬 刘兴来 主 编
◆ 李百明 王 义 王春花 副主编



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

单片机原理、应用与 PROTEUS 仿真

——汇编 + C51 编程及其多模块、混合编程

(本科版)

主 编 张靖武 周灵彬 刘兴来
副主编 李百明 王 义 王春花

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书采用 PROTEUS、Keil 双设计仿真平台；使用汇编、C51 双语言编程；在 PROTEUS、Keil 联合设计环境下讲述了 C51、汇编多模块、混合编程基础及实例；突出实践，有大量设计实例、实验及实践作品。全书将 PROTEUS EDA 及 Keil 作为教学内容及手段融于一体，是实施“理论、仿真、实践融合”、“教、学、做一体”新型教学模式的特色教材。

书中以 AT89C51/S51 为主体讲述了单片机原理与应用技术。内容包括硬件结构基础，汇编语言指令系统和程序设计，C51 程序设计基础，中断系统，定时器/计数器，人机交互通道接口技术，后向通道接口技术，前向通道接口技术，串行通信通道接口技术，实际应用，C51、汇编多模块、混合编程等。其内容也适用于以 8051 为内核的兼容单片机（如 STC89C51、P87C51...）。

本书内容精练、实用、新颖，可作为高等工科院校本科电子信息类、电气类、机电类、兵器类、自动化类、仪器类、汽车类、计算机应用类等相关专业“单片机原理与应用”课程的教材，也可作为电子工程师、相关专业大学生、单片机应用爱好者的参考书。

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 PROTEUS 仿真：汇编 + C51 编程及其多模块、混合编程：本科版/张靖武，周灵彬，刘兴来主编. —北京：电子工业出版社，2015. 8

创新型人才培养“十二五”规划教材

ISBN 978-7-121-26130-5

I. ①单… II. ①张… ②周… ③刘… III. ①单片微型计算机 - 系统仿真 - 应用软件 - 高等学校 - 教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 111449 号

策划编辑：柴 燕 (chaiy@phei.com.cn)

责任编辑：柴 燕

印 刷：三河市华成印务有限公司

装 订：三河市华成印务有限公司

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：19 字数：486.4 千字

版 次：2015 年 8 月第 1 版

印 次：2015 年 8 月第 1 次印刷

印 数：3 000 册 定价：45.00 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。

前 言

单片机就是“微控制器”，是嵌入式系统中重要的组成部分。将它嵌入到应用对象中，成为众多产品、设备的智能化核心。单片机在国民经济各领域中获得了广泛的应用。《单片机原理及应用》课程已成为高等工科院校本科许多专业的专业基础课程或专业核心课程。

本书主要特点是：

1. 紧跟现代信息技术发展，将先进的 PROTEUS EDA 及 Keil C51 既作为课程内容又作为教学手段深度融合于书中。

PROTEUS 是 Labcenter Electronics 公司研发的著名 EDA（电子设计自动化）软件。它是单片机（AT89C51/S51、PIC、MSP430…）应用系统先进的设计与仿真平台，是真正实现了在计算机上完成从原理图设计与电路设计、程序设计与仿真调试、系统硬软件联合实时仿真与功能验证，直至 PCB 设计的完整的 EDA。Keil 是 Keil elektronik gmbH 和 Keil software 研发的著名软件，是目前流行的 51 系列单片机应用系统的研发软件；支持 C51 和汇编语言。将 PROTEUS 及 Keil 深度融合于“单片机原理与应用”等相关课程中，可使课程内容、教学模式、教学方法等发生革命性变化。笔者经过 12 年的教学实践证明：本书是实现“理论教学、实验（训）教学、仿真教学相融合”及“教、学、做为一体”的教学改革中的成功范例。

2. 紧跟单片机智能产品研发现状，使用两种编程语言（汇编语言、C51 语言），并较详细地讲述了 C51、汇编多模块编程、混合编程。

在单片机智能产品研发中，除使用汇编语言外，越来越多的工程师在使用 C51 语言。为此，本书在内容、实例、实验等方面都采用两种语言同步编写。

C51 语言、汇编语言均有各自的优点、不足，均有各自丰富的成功模块。为综合发挥两种语言的优点，取长补短，为高效采用已有的成功模块，汇编语言、C51 多模块编程及它们之间的混合编程，已得到越来越广泛的应用，成为现代科技人员必备的技术与技能。因此，本书的第 12 章，较为详细地讲述了“C51、汇编多模块、混合编程”。

3. 突出实践，强化仿真，安排大量实例、实验。

“单片机原理与应用”课程是实践性很强的课程，且是教师难教、学生难学的课程。为此，必须突出实践，强化仿真。本书安排实例、实验近 40 个。每个实例、实验均按硬、软件计算机设计→仿真与仿真调试→实际制作的步骤进行。所有实例、实验、实际应用作品都经过教师和学生分别的实践验证。

本书以 AT89C51/S51 单片机为主体来讲述单片机原理及应用，其内容适用于以 8051 为内核的兼容单片机（如 STC89C51、P87C51…），并可作为学习其他类型单片机的基础。

本书各章所述内容中的实例、实验、编程语言间均有相对的独立性。这样，教师既可同时选用两种语言讲授，也可单独选用汇编语言讲授或单独选用 C51 语言讲授，还可根



据专业的课时要求挑选章节、实例、实验的数量，以满足课时数从 36 ~ 78 之间的不同要求。

本书可作为高等工科院校本科电子信息类、电气类、机电类、兵器类、自动化类、仪器类、汽车类、计算机应用类等相关专业“单片机原理与应用”课程的教材，也可作为电子工程师、相关专业大学生、单片机应用爱好者的参考书。

本书共 12 章。张靖武编写第 12 章，周灵彬编写第 1、3 章，刘兴来编写第 7、8、10 章，李百明编写第 4、5 章，王义编写第 6、11 章，王春花编写第 2、9 章。全书由张靖武、周灵彬、刘兴来策划，最后由张靖武统稿、定稿。李百明负责多媒体课件制作。

参加本书编写的还有疏晓宇、诸成成、朱嘉、屠俞炳、陈敏杰、李臻、陈伟鹏、吴世敏、黄文众、李守帅、干星雨，他们分别负责所有实例、实验的程序检查、仿真检验、实际制作等具体工作。

衷心感谢广州市风标电子科技有限公司（PROTEUS 中国总代理 [Http://www.windway.cn](http://www.windway.cn)）匡载华总经理的大力支持与帮助。

电子工业出版社柴燕同志在编辑出版此书的过程中做了大量且细致的工作，特此表示由衷的感谢。

由于编著者水平有限，书中难免有不妥甚至错误之处，恳请读者批评指正。

本书免费提供多媒体课件、PROTEUS 仿真设计及习题参考解答，可在华信教育资源网（www.hxedu.com）下载。

编著者

目 录

第1章 单片机及 AT89C51 单片机硬件结构	1
1.1 嵌入式系统、单片机、AT89C51/S51 单片机	1
1.1.1 嵌入式系统、单片机	1
1.1.2 单片机发展概况	2
1.1.3 AT89C51/S51、STC 单片机	3
1.2 单片机应用系统及其应用领域	3
1.2.1 单片机最小系统和单片机应用系统	3
1.2.2 单片机应用领域	4
1.3 单片机应用系统研发工具简介	6
1.3.1 单片机软件调试仿真器	6
1.3.2 单片机仿真器	6
1.3.3 编程器和 ISP 在系统编程	6
1.3.4 PROTEUS EDA (电子设计自动化)	7
1.4 AT89C51 内部结构和引脚功能	7
1.4.1 内部结构框图和主要部件	7
1.4.2 引脚功能	8
1.5 AT89C51 时钟电路与复位电路	10
1.5.1 时钟电路	10
1.5.2 复位电路	11
1.6 存储器结构	13
1.6.1 存储器组成	13
1.6.2 程序存储器 ROM	13
1.6.3 数据存储器 RAM	14
1.6.4 两种省电工作方式	18
1.7 I/O (输入/输出) 口结构、功能及负载能力	19
1.7.1 I/O 口结构	19
1.7.2 I/O 口功能	20
1.7.3 I/O 口的负载能力	22
1.8 PROTEUS 电路设计基础	23
1.8.1 PROTEUS ISIS 窗口	23
1.8.2 PROTEUS 可视化助手	25
1.8.3 PROTEUS 电路设计文件操作	26
1.8.4 PROTEUS 元件操作	26



1.8.5	PROTEUS 电气连线操作	28
1.8.6	PROTEUS 总线、标签操作	29
1.8.7	PROTEUS 终端操作	30
1.8.8	PROTEUS 对象属性设置 (Edit Properties)	31
1.8.9	PROTEUS ISIS 的文件操作与元件操作实例	32
实验 1: “AT89C51 最小系统” 的 PROTEUS 设计与制作		33
习题与思考 1		34
第 2 章 AT89C51 汇编语言及汇编语言程序设计		36
2.1	基本概念	36
2.1.1	指令、机器代码、程序、机器语言	36
2.1.2	汇编语言、汇编语言指令格式、常用符号	36
2.1.3	汇编和编程 (固化)	40
2.2	指令寻址方式	41
2.2.1	寻址、寻址方式、寻址存储器范围	41
2.2.2	直接寻址	41
2.2.3	立即寻址	42
2.2.4	寄存器寻址	42
2.2.5	寄存器间接寻址	42
2.2.6	变址寻址	43
2.2.7	相对寻址	43
2.2.8	位寻址 “bit”	44
2.3	汇编语言的指令系统	45
2.3.1	数据传送指令	45
2.3.2	算术运算类指令	49
2.3.3	逻辑运算指令	54
2.3.4	控制转移指令	57
2.3.5	位操作指令	61
2.4	汇编语言程序设计流程图及程序结构	62
2.4.1	程序设计流程图	62
2.4.2	程序结构	63
2.5	汇编语言程序设计举例	68
2.5.1	延时程序	68
2.5.2	查表程序	68
2.5.3	码制转换程序	70
2.5.4	数据排序程序	71
2.5.5	算术计算程序	72
2.6	PROTEUS 源程序设计、仿真和仿真调试基础	74
2.6.1	PROTEUS 汇编语言程序设计、汇编、仿真	74
2.6.2	PROTEUS 调试窗口、调试按钮和仿真调试	78
2.6.3	汇编语言程序设计实例的 PROTEUS 仿真求解	82





实验 2: “跑马灯”的 PROTEUS 设计、仿真与实际制作	83
习题与思考 2	84
第 3 章 C51 程序设计基础	88
3.1 初识 C51 程序设计	88
3.1.1 C51 语言特点	88
3.1.2 C51 程序基本结构	88
3.1.3 C51 的标识符与关键字	89
3.2 C51 数据的类型及其存储	90
3.2.1 C51 的数据类型	90
3.2.2 C51 的数据存储	91
3.2.3 数据的存储器类型——明确存储位置	92
3.2.4 C51 变量的存储模式 (编译模式)	93
3.2.5 数据类型的重新定义 - typedef	93
3.2.6 编译预处理命令	94
3.3 硬件资源访问	95
3.3.1 C51 对特殊功能寄存器的定义 sfr、sfr16	95
3.3.2 C51 对位变量的定义 bit、sbit	95
3.3.3 C51 对存储器和外设的绝对地址访问	97
3.4 C51 的运算符	98
3.4.1 运算符的优先级及结合规则	98
3.4.2 混合运算时的数据类型转换	100
3.5 C51 的数组与指针	100
3.5.1 C51 的数组	100
3.5.2 C51 的指针	101
3.6 C51 的函数	102
3.7 C 程序基本结构与流程控制	105
3.7.1 分支语句	106
3.7.2 循环语句	107
3.8 模块化程序设计	109
3.9 编程技巧	109
3.10 Keil C51 应用入门 (C51 汇编)	110
习题与思考 3	116
第 4 章 AT89C51 中断系统	117
4.1 中断系统	117
4.1.1 中断基本概念	117
4.1.2 中断系统结构	117
4.1.3 与中断有关的特殊寄存器	119
4.1.4 中断过程	121
4.1.5 有中断的单片机应用程序的编程要点	124
4.2 中断应用实例及其 PROTEUS 设计与仿真	124





4.2.1 外中断 (INT0) 实验装置	124
4.2.2 中断优先级实验装置	128
实验4: “扩展中断源装置”的 PROTEUS 设计、仿真与制作	132
习题与思考4	135
第5章 定时器/计数器	137
5.1 定时器/计数器基础	137
5.1.1 定时器/计数器概述	137
5.1.2 定时器/计数器的控制	138
5.1.3 定时器/计数器的工作方式	139
5.1.4 定时器/计数器的计数容量及初值	140
5.2 定时器/计数器应用	142
5.2.1 定时器/计数器应用的基本步骤	142
5.2.2 定时器/计数器应用举例	142
5.3 定时器/计数器应用实例及其 PROTEUS 设计、仿真	147
5.3.1 基于 AT89C51 的 60s 倒计时装置	147
5.3.2 基于 AT89C51 的按键发声装置	150
实验5: “简易跑表”的 PROTEUS 设计、仿真与制作	154
习题与思考5	157
第6章 AT89C51 的存储器扩展技术	158
6.1 用 SRAM 扩展单片机数据存储器 (RAM)	158
6.1.1 基础知识	158
6.1.2 电路设计和程序设计	160
6.1.3 PROTEUS 仿真、调试	162
实验6-1: “用 SRAM 扩展单片机存储器”的实际制作、运行、思考	162
6.2 用串行 E ² PROM 扩展单片机存储器 (I ² C)	163
6.2.1 基础知识	163
6.2.2 电路设计和程序设计	166
6.2.3 PROTEUS 仿真、调试	172
实验6-2: “用串行 E ² PROM 扩展单片机存储器”的实际制作、运行、思考	172
6.3 PROTEUS 高级图表仿真 (ASF) 简介及其应用	173
6.3.1 高级图表仿真 (ASF) 简介	173
6.3.2 高级图表仿真 (ASF) 实例	176
6.3.3 AT89C51 扩展外 RAM 的操作时序	178
6.3.4 AT89C51 扩展外串行 E ² PROM 存储器操作时序	179
第7章 AT89C51 人机交互通道接口技术	180
7.1 单片机与数码管动态显示的接口技术	180
7.1.1 基础知识	180
7.1.2 “数码管动态显示装置”电路设计和程序设计	181
7.1.3 “数码管动态显示装置”PROTEUS 仿真、调试	183
实验7-1: “数码管动态显示装置”的实际制作、运行、思考	184





7.2 单片机与 LCD 液晶显示器的接口技术	184
7.2.1 基础知识	184
7.2.2 “字符型液晶显示装置”电路设计和程序设计	188
7.2.3 “字符型液晶显示装置”PROTEUS 仿真、调试	191
实验 7-2: “字符型液晶显示装置”的实际制作、运行、思考	191
7.3 单片机与矩阵式键盘的接口技术	192
7.3.1 基础知识	192
7.3.2 “矩阵式键盘接口装置”电路设计和程序设计	194
7.3.3 “矩阵式键盘接口装置”仿真、调试	197
实验 7-3: “矩阵式键盘接口装置”实际制作、运行、思考	197
第 8 章 AT89C51 后向通道接口技术	198
8.1 “简易信号发生器”的接口技术	198
8.1.1 基础知识	198
8.1.2 “简易信号发生器”电路设计和程序设计	203
8.1.3 “简易信号发生器”PROTEUS 仿真、调试	206
实验 8-1: “简易信号发生器”实际制作、运行、思考	206
8.2 AT89C51 控制步进电动机的接口技术	207
8.2.1 基础知识	207
8.2.2 “控制步进电动机装置”电路设计和程序设计	209
8.2.3 “控制步进电动机装置”PROTEUS 仿真、调试	211
实验 8-2: “控制步进电动机装置”的实际制作、运行、思考	212
第 9 章 AT89C51 单片机前向通道接口技术	213
9.1 “简易数字电压表”的设计与制作	213
9.1.1 基础知识	213
9.1.2 电路设计和程序设计	215
9.1.3 PROTEUS 仿真、调试	217
实验 9-1: “简易数字电压表”的实际制作、运行、思考	218
9.2 “控制直流电动机装置”的设计与制作	219
9.2.1 基础知识	219
9.2.2 电路设计和程序设计	220
9.2.3 PROTEUS 仿真、调试	224
实验 9-2: “控制直流电动机装置”的实际制作、运行、思考	225
第 10 章 AT89C51 串行通信通道接口技术	226
10.1 “单片机间串行通信装置”的设计与制作	226
10.1.1 基础知识	226
10.1.2 电路设计与程序设计	229
10.1.3 PROTEUS 仿真、调试	233
实验 10-1: “单片机间串行通信装置”的实际制作、运行、思考	234
10.2 “AT89C51 与 PC 间通信装置”的设计与制作	235
10.2.1 基础知识	235



10.2.2	电路设计和程序设计	237
10.2.3	PROTEUS 仿真、调试	240
实验 10-2: “AT89C51 与 PC 间通信装置”的实际制作、运行、思考		241
第 11 章 AT89C51 单片机的实际应用		243
11.1	带存储功能的简易电子琴	243
11.1.1	功能与操作	243
11.1.2	技术要点	243
11.1.3	电路设计和程序设计	244
11.1.4	PROTEUS 仿真、调试	251
实验 11-1: “简易电子琴”的实际制作、运行、思考		252
11.2	单片机控制的 DS18B20 的数字温度计	252
11.2.1	功能与操作	253
11.2.2	技术要点	253
11.2.3	电路设计和程序设计	254
11.2.4	PROTEUS 仿真、调试	261
实验 11-2: “数字温度计”的实际制作、运行、思考		261
第 12 章 C51、汇编多模块、混合编程		263
12.1	多模块、混合编程基础	263
12.1.1	基本概念	263
12.1.2	PROTEUS 与 Keil 的联合仿真	264
12.1.3	多模块、混合编程接口	265
12.1.4	多模块、混合编程的原则方法及 Keil 格式汇编模块	267
12.2	C51 多模块编程实例	273
12.2.1	将被调 C51 模块作为“工程”中的模块	273
12.2.2	将被调 C51 模块作为模块包含文件	274
12.2.3	将被调 C51 文件构造为头 (.h) 文件	275
12.3	C51、汇编混合编程实例	276
12.3.1	在 C51 模块中使用编译控制命令嵌入汇编语言程序段	276
12.3.2	使用编译控制命令“SRC”	278
12.3.3	将汇编模块构造为 Keil 格式汇编模块	280
12.4	汇编、C51 混合编程实例	282
12.4.1	使用编译控制命令“SRC”	282
12.4.2	将汇编模块构造为 Keil 格式汇编模块	283
12.5	汇编多模块编程及带中断混合编程实例	284
12.5.1	汇编多模块编程实例	284
12.5.2	带中断混合编程实例	286
附录		288
参考文献		293

第 1 章 单片机及 AT89C51 单片机硬件结构

1.1 嵌入式系统、单片机、AT89C51/S51 单片机

1.1.1 嵌入式系统、单片机

1. 嵌入式系统

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、软件结合的智能系统。例如，嵌入式微控制器、嵌入式微处理器、SOC 等。其中“嵌入式微控制器”简称为“微控制器（Microcontroller Unit, MCU）”。

微控制器是面向应用对象、突出控制功能的芯片。在该芯片中集成了中央处理器（CPU）、存储器（ROM、RAM）、I/O 口、…等主要功能部件及连接它们的总线。国内早期称它为“单片机”，一直沿用至今。但应将“单片机”理解为“微控制器（MCU）”。

2. 单片机（微控制器）

单片机就是微控制器，它是嵌入式系统中重要且发展迅速的组成部分。单片机接上振荡元件（或振荡源）、复位电路和接口电路，载入软件后，可以构成单片机应用系统。将它嵌入到形形色色的应用系统中，就成为众多产品、设备的智能化核心。所以，生产企业称单片机为“微电脑”。单片机的种类很多、型号也很多。若依“位”来分类，有 4 位、8 位、16 位、32 位、64 位等单片机。目前仍应用很广的 8 位单片机型号就很多，例如，MCS-51、AT89C、AT89S、P87C、W7851、STC、GMS90、HT、PIC、AVR、68HC11、MB8900、…等系列。其中，2~7 种是采用 MCS-51 系列（基本型为 80C51）单片机内核的兼容机，且指令系统相同。图 1-1 列出了几种常用单片机照片。图 1-2 为 MCS-51 系列单片机中 80C51（也是 AT89C51 等兼容单片机）的内部结构原理示意框图。

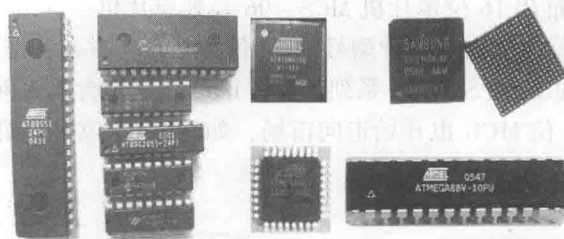


图 1-1 AT89C51/S51、PIC、AVR、ARM 等



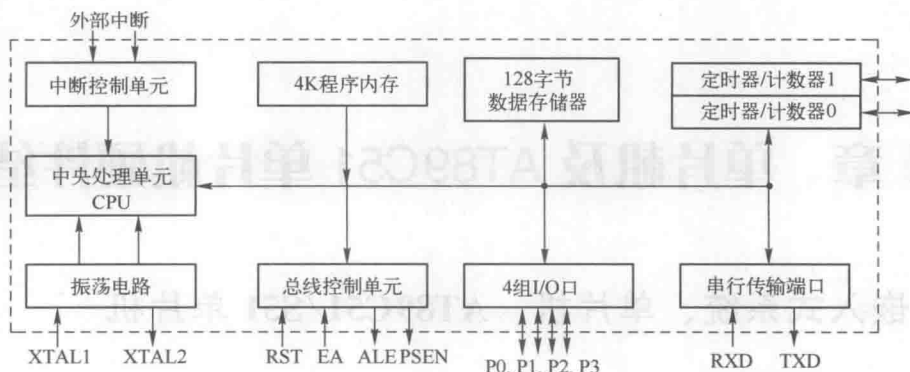


图 1-2 MCS-51 系列单片机中 80C51 的内部结构原理示意框图

3. 单片机特点

单片机除具体积小、灵活性强、可靠性高、用途广、价格低优点外，还具有许多特点。

(1) 突出控制功能

单片机结构、功能和指令系统都突出了控制功能。对对象控制灵活且实时。

(2) ROM 和 RAM 分开

ROM 用来固化调试好的程序、常数、数据表格等；RAM 只存放运行中的临时数据、变量、结果等。故系统运行可靠，即使掉电，也能确保程序、常数、数据表格等的安全。

(3) 单片机资源具有广泛的通用性

同一种单片机可用于不同的对象系统中，只要固化不同的应用程序即可。

(4) 易于扩展外部 ROM、RAM、定时器/计数器、中断源等资源

单片机的资源（ROM、RAM、定时器/计数器、中断源等）能满足一般应用系统的要求。若应用系统大，单片机本身的资源可能不够，就需扩展资源。单片机有便于扩展的结构及控制引脚。利用它们容易构成各种规模的单片机应用系统。

1.1.2 单片机发展概况

1. 单片机发展简要历程

1975 年美国得克萨斯仪器公司发明了世界上第一个 4 位单片机 TMS-1000。

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 等公司推出了各种型号的 32 位单片机，并获得了迅速发展，例如，ST 公司基于 ARM9 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 MCU。64 位 MCU 也开始走向市场，如东芝 64 位单片机 TX99/H4 系列。

2. 我国单片机发展简况

自 1986 年来，我国单片机已走过近 30 年。经历了从单片机独立发展到嵌入式系统全面发展的时期。其中，8 位单片机仍占据国内单片机市场的重要地位。以 MCS-51 为内



核的功能更强的兼容单片机不断推出，产量大、应用广。国内近几年获得广泛应用的 STC 系列单片机就是典型的实例。8 位单片机系列多、型号多。表 1-1 列出了几种以 MCS-51 为内核的兼容单片机的主要配置，它们也有相互兼容的封装，应用广泛。

表 1-1 几种常用 8 位单片机的主要配置

型 号	存 储 器					定时器/计数器个数	I/O 口引脚数	串口数	中断源	最高晶振频率
	ROM	OTP	EPROM	Flash	RAM					
Intel 80C51	4KB				128B	2	32	1	5	12MHz
AT89C51				4KB	128B	2	32	1	5	24MHz
AT89S51				4KB	128B	2	32	1	5	24MHz
AT89S53				12KB	256B	3	32	1	9	24MHz
P87C51		4KB			128B	2	32	1	5	33MHz
W78E51			4KB		128B	2	32	1	5	40MHz
STC89C51 RC				4KB	512B	3	35	2	8	80MHz

1.1.3 AT89C51/S51、STC 单片机

1. AT89 系列机

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 MCS-51 系列单片机内核相结合的低功耗高性能 8 位单片机系列，是应用广泛的 8 位主流机型之一。AT89 系列机包含 AT89C51/52/53/54/55/58、AT89S51/52/53/54/55/58 等。

AT89C51/S51 还与许多 MCS-51 兼容机（STC89C51/52、P87C51、W78E51 等）的引脚兼容，可直接代换。低档型 AT89C1051/2051 等的应用也较广泛。

2. AT89C51/S51 单片机

AT89C51 单片机是 AT89 系列机中的标准型，除有 MCS-51 的优点外，还有下列优点。

- (1) 片内 ROM 是 Flash 存储器（快闪擦写存储器），电擦写方便，且可重复擦写。
- (2) 静态逻辑设计，可进行低至 0Hz 频率的静态逻辑操作。

AT89S51 单片机是 AT89C51 的增强型，增加了 ISP 在系统编程、看门狗、双 DPTR 等功能。本书以 AT89C51 为主体来讲述，其内容也适用于与其兼容的其他系列单片机。

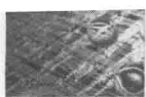
3. STC 系列单片机

STC 系列单片机是目前国内应用较多的以 8051 为内核的单片机，扩充了 ROM、RAM、中断源、定时器、A/D、D/A、PWM 等资源。本书所述实例、实验均可在 STC89C51/52 等单片机上直接运行。书中许多实际制作也是采用 STC 系列单片机。

1.2 单片机应用系统及其应用领域

1.2.1 单片机最小系统和单片机应用系统

以上讨论的单片机，实际上是一块芯片。使用单片机时要外接元器件、接口电路，还



要下载相应的应用软件（程序）。

1. 单片机最小系统

单片机最小系统是系统中单片机载入软件、接通电源后就能工作的最小电路配置。它与单片机类型有关。AT89C51/S51 单片机最小系统是 AT89C51/S51 接上时钟电路、复位电路、并将 EA 引脚接电源引脚的最小电路配置。

2. 单片机应用系统

单片机应用系统是满足嵌入式对象要求的包括全部电路和应用软件的系统。其全部电路是指在单片机最小系统基础上配置必要的扩展电路和面向应用对象的接口电路。其中接口电路可作如下分类。

(1) 人机交互通道接口电路

人机交互通道接口电路包括键盘、拨码盘、显示器、打印机等输入/输出接口电路。

(2) 后向通道接口电路

后向通道接口电路是应用系统面向控制对象的输出接口，通常有 D/A（数/模）转换器、开关量输出、功率驱动接口等。

(3) 前向通道接口电路

前向通道接口电路是应用系统面向检测对象的输入接口，通常由各种传感器（如温度传感器、压电传感器）、A/D（模/数）转换器等组成。

(4) 串行通信通道接口电路

串行通信接口电路是满足数据通信或构成多机网络系统的接口电路。

1.2.2 单片机应用领域

单片机广泛应用于工业、农业、国防、科技、教育、金融、家庭等领域。

1. 工业控制智能化

工业过程控制、过程监测、机电一体化控制、机器人等系统是多以单片机为核心的单机或多机网络系统。

2. 智能化仪器、仪表

目前，各种电工、电气、电子科技测量仪器和仪表普遍采用以单片机为核心的系统，使测量系统具有智能功能，如存储、数据处理、查找、判断、联网和语言功能等。

3. 智能化通信产品

现代通信设备基本采用嵌入式系统（含单片机）智能控制，如手机、电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信系统等。

4. 智能化家用电器

国内外家用电器已普遍采用单片机智能化控制系统，如洗衣机、电冰箱、空调器。



5. 智能化汽车电子系统

单片机已应用到汽车电子系统中。例如, BMW 745i 轿车就使用了 60 多个 8 位单片机。

总之, 单片机是电子产品智能化核心。图 1-3 ~ 图 1-8 列举了本书编著者为慈溪迈思特电子科技、宁波门业、绍兴海德数码等公司研发或合作研发的以单片机为核心的部分产品。



报警主机

红外线探测器

无线门磁

遥控器

图 1-3 HH-168 微电脑防盗报警器及控制板

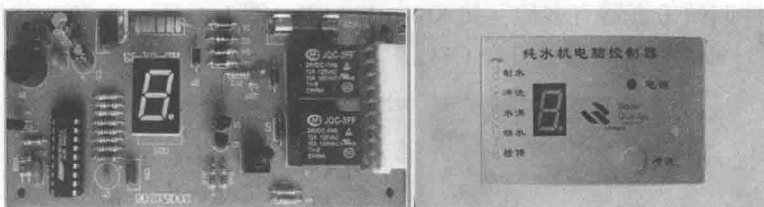


图 1-4 纯水机微电脑控制板及其操作面板

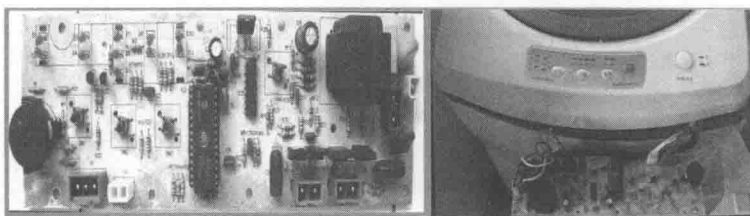


图 1-5 洗衣机控制板及嵌入总机运行的情况

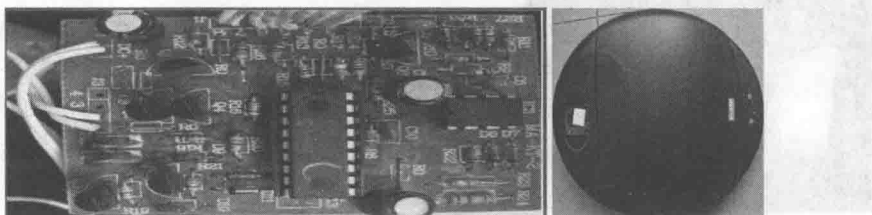


图 1-6 自动开盖垃圾筒控制板及其外形

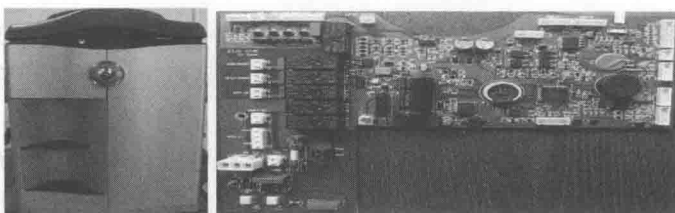


图 1-7 微电脑多功能饮料机及其控制板



图 1-8 LED 条幅型大屏幕及字符计算机输入系统

1.3 单片机应用系统研发工具简介

1.3.1 单片机软件调试仿真器

单片机软件调试仿真器有多种，如 Keil、WAVE。图 1-9 所示为 Keil 软件调试仿真器工作界面情况。Keil 支持汇编语言和 C51 语言。

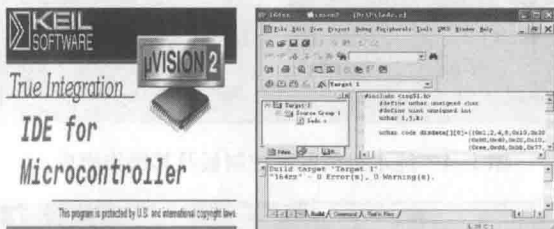


图 1-9 Keil 软件调试仿真器界面

1.3.2 单片机仿真器

单片机仿真器又称单片机硬件仿真器，图 1-10 所示的是万利 52P 型仿真器。使用时先要将其软件安装到计算机中，再将通信插口与计算机并行口相连，最后将对应单片机型号的仿真头与单片机开发应用板的单片机插座对插。使用该仿真器可对用户设计的单片机应用系统进行实时仿真，还可采用设置断点等方式进行调试。

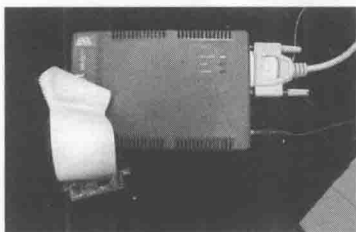


图 1-10 万利 52P 型单片机仿真器

1.3.3 编程器和 ISP 在系统编程

编程器完成将单片机应用系统目标代码编程（固化、烧入）到单片机 ROM 中的任务。图 1-11 左所示的是 WH-500 型编程器，使用时要通过串口与计算机相连。该编程器可对许多型号的单片机进行编程操作。

有 Flash ROM 存储器的单片机（如 AT89S51/52）可进行 ISP 在系统编程。即使单片机已装配在 PCB 上也能进行 ISP 编程。图 1-11 右所示的是 AT89S51 单片机的 ISP 在系统编程下载线照片。