

高职高专计算机系列教材



# 单片机原理与应用

## ——嵌入式系统开发基础

主 编 李群芳 副主编 万世明



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

高职高专计算机系列教材

# 单片机原理与应用

## ——嵌入式系统开发基础

主 编 李群芳 副主编 万世明

李群芳, 武汉工程大学职业技术学院计算机系主任, 副教授  
明志新, 湖北水利水电职业技术学院计算机系主任  
郝 梅, 武汉商业服务学院信息工程系主任, 副教授  
章启俊, 武汉商贸学院信息工程学院院长, 教授  
谭敬春, 武汉信息传播职业技术学院网络系  
戴远泉, 湖北轻工职业技术学院信息工程系副主任, 副教授

执行编委

武汉大学出版社

戴金文, 武汉大学出版社副编审

## 图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用:嵌入式系统开发基础/李群芳主编;万世明副主编. —武汉:武汉大学出版社,2006.8

(高职高专计算机系列教材)

ISBN 7-307-05025-0

I. 单… II. ①李… ②万… III. 单片微型计算机—高等学校:技术学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 036852 号

责任编辑:黄金文      责任校对:刘欣      版式设计:支笛

---

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:湖北省通山县九宫印务有限公司

开本:787×980 1/16      印张:18.875      字数:364千字

版次:2006年8月第1版      2006年8月第1次印刷

ISBN 7-307-05025-0/TP·200      定价:25.00元

---

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

## 内 容 简 介

全书以目前使用最广泛的 51 系列单片机为主介绍嵌入式系统开发技术。主要内容包括:单片机的内部结构、指令系统、内部各功能部件的工作原理、应用编程技术及外部扩展技术。本教材采用 C 语言为主要编程语言,同时介绍了汇编语言。

本书是在作者总结多年的科研和长期教学经验的基础上编写的,力图体现实用性和先进性,教材的编排由浅入深、条理清晰,并精心安排了大量的应用实例,每章有归纳小结和习题与思考题。本教材另有配套的实训教材《单片机原理与应用 - 嵌入式系统开发基础实训》,实验和课程设计项目集知识性、趣味性、实用性于一体,项目的安排由浅入深、有小到大,遵循循序渐进的认识规律,使学生带着兴趣学习和实践,初步掌握嵌入式系统开发技术。

本书可作为计算机类、通信类、机电类专业职业高等教育相应专业的专科生的教材,也可作为二级学院、自学考试等相应专业本、专科学生的教材或教学参考书,还可供相关工程技术人员参考。

# 高职高专计算机系列教材

## 编委会

主任：王化文，武汉科技大学中南分校信息工程学院院长，教授  
编委：(以姓氏笔画为序)

万世明，武汉工交职业学院计算系主任，副教授

王代萍，湖北大学知行学院计算机系主任，副教授

龙翔，湖北生物科技职业学院计算机系主任

张传学，湖北开放职业学院理工系主任

陈晴，武汉职业技术学院计算机技术与软件工程学院院长，副教授

何友鸣，中南财经政法大学武汉学院信息管理系教授

杨宏亮，武汉工程职业技术学院计算中心

李守明，中国地质大学(武汉)江城学院电信学院院长，教授

李晓燕，黄冈科技职业学院电子信息工程系主任，教授

李群芳，武汉工程大学职业技术学院计算机系主任，副教授

明志新，湖北水利水电职业学院计算机系主任

郝梅，武汉商业服务学院信息工程系主任，副教授

章启俊，武汉商贸学院信息工程学院院长，教授

谭琼香，武汉信息传播职业技术学院网络系

戴远泉，湖北轻工职业技术学院信息工程系副主任，副教授

执行编委：

黄金文，武汉大学出版社副编审

# 前 言

嵌入式系统是嵌入式计算机(Embedded Computer)嵌入到各种设备及应用产品内部的计算机系统,它体积小,结构紧凑,使设备及应用产品智能化。在数字化产品日益普及的今天,从手机、VCD到飞机的自动导航系统,军事、工业、商业、家电、通信、网络产品无一不充斥着嵌入式系统,可以说是它无处不在。

嵌入式系统一般由嵌入式微处理器、外围硬件设备、嵌入式操作系统以及用户的应用程序等部分组成,因此嵌入式系统开发技术、嵌入式芯片设计、嵌入式操作系统、嵌入式软件、嵌入式系统平台,是当今最热门的课题。

作为嵌入式系统控制核心的单片机(又称为微控制器)的出现是计算机发展史上的一个重要里程碑,它以体积小、功能全、性价比高等诸多优点而独具特色。51系列单片机是国内目前应用最广泛的单片机之一,经过二十年来的推广与发展,51系列单片机形成了一个规模庞大、功能齐全、资源丰富的产品群。随着嵌入式系统、片上系统等概念的提出和普遍接受及应用,51系列单片机的发展又进入了一个新的阶段。许多专用功能芯片的内核集成了51单片机,与51系列单片机兼容的微控制器以IP核的方式不断地出现在FPGA的片上系统中。随着基于51单片机的嵌入式实时操作系统的出现与推广,在很长一段时间中51系列单片机仍将占据嵌入式系统产品的中、低价位市场。

我们学习选择8位的51系列单片机,是因为它结构完整、功能强大、价格便宜、技术成熟、资料丰富、易学易懂,为以后学习高端的更复杂的嵌入式系统打下基础。

如果说C语言程序设计课程是软件设计的基础课,那么单片机以硬件构架完整、价格低廉、学生能动手,就成为工科学生硬件设计基础课,本教材以51系列单片机为背景,介绍嵌入式系统应用软件、硬件设计的基本技术。其主要特点有:

1. 在内容的编排上注意由浅入深,方便自学,以“必需”、“够用”、“适用”、“会用”为度,通过大量的典型例题,使学生重点掌握嵌入式系统的构成、基本工作原理、软件和硬件的开发方法,全书以表格、示意图和语言描述相结合,使基本理论的表述一目了然,方便掌握和记忆。

2. 本书以C语言作为重点掌握的开发语言,这是因为C语言的编程无需考虑具体的寄存器或存储器的分配等细节,由C51编译系统安排,从而加快开发者的编程速度,缩短开发周期。传统的教学都是用汇编语言,这是因为汇编语言的代码效率高,适时性强。在大规模集成电路高速发展的今天,存储器容量已不是大问题,缩短



开发周期成为提高竞争能力的要素之一,因此,用 C 语言编程是大势所趋,教学应与时俱进。工科学生大多学过 C 语言,用 C 语言对单片机编程,不仅学习了单片机,而且对一年级学的 C 语言进行了复习,温故而知新,又看到 C 语言对硬件的控制,可以达到一石二鸟的功效。

汇编语言面向机器,适时性强,通过汇编语言可以更深入理解单片机的工作原理,在某些时候,通过分析 C 语言的反汇编,发现 C 语言程序出现的问题,因此,开发者对汇编语言还必须了解。本书对指令系统和汇编语言程序设计进行了介绍,仅要求能看懂程序和编写简单的程序。书中部分例题采用汇编语言和 C 语言对照的编程方法,使习惯于汇编编程的读者尽快适应 C 语言编程。为了照顾没学过 C 语言的读者,本书对 C 语言的基本语法也作了介绍,学习过后,也能编出高质量的 C 语言程序。

3. 注意理论联系实际,使学生掌握以单片机为核心的嵌入式系统的开发技术。书中的例题或习题,都是采用学生自己在实验室或家中能动手做实验的元器件(当然最基本的要求要有一台电脑)。本书有配套的实训教材《单片机原理与应用-嵌入式系统开发基础实训》,其中包含习题解答、实验指导和课程设计,并提供一套价格低廉的在系统可编程(ISP)实验板作为一个实践平台供读者配套使用。该板兼实验、编程器、开发板功能于一体,使读者在家中也能做硬件实验,并可灵活开发。实验指导中介绍了单片机开发软件(仿真软件和系统编程软件)的使用方法。安排的实验可以与 ISP 实验板结合使用,也可和任意外购实验平台结合使用,还可以用面板自行搭建电路(此时需另购编程器,附录有集成电路引脚图)。总之,该实验指导具有普遍指导意义,可作为独立的实验教程。

4. 本书力图反映单片机领域的新技术、新器件。

随着非总线扩展芯片的增多,书中专门对串行总线作了详细论述,并介绍了一些新型的串行器件。如串行的 EPROM、串行 D/A、串行 A/D 等。书中还以一定的篇幅介绍 V/F(压/频转换)、F/V(频/压转换)、 $\mu$ P 监控器及看门狗等,以使读者能适应单片机技术的新发展。

为了使没有先学微机原理的读者顺利学习本课程,本书安排了计算机基础知识一章,因此该教材也可作为微机原理课程教材。

在教学中,可根据学时、对象安排教材的教学内容,其中 \* 为任选,可作为毕业设计或日后的应用设计的参考资料。

本书由李群芳、万世明主编,肖看、黄建、丁国荣、黄亮等参与编写其中某些章节和习题解答及实验开发等工作,李熠、冷岩松、张祎然、陶云彬做了实验验证工作,姚方、姚园等完成了书中部分例题和习题的文字录入及电路绘制等工作,在此,对他们的辛勤劳动表示感谢。

由于计算机的发展日新月异,作者水平有限,教材有不尽如人意之处,敬请读者批评指导。



注:有\*的章节可根据学时作为任选章节。

本书备有多媒体课件,可向采用本书作教材的老师提供。配套 ISP 实验板的咨询及对本教材的意见和建议请发至:

E-mail:call\_lqf@163.com

联系电话:027-87543581 李群芳

作 者

2006年7月



目 录

绪 论 .....	1
<b>第 0 章 计算机的基础知识 .....</b>	<b>9</b>
0.1 微型计算机的基本结构和工作原理 .....	9
0.1.1 微机的系统结构 .....	9
0.1.2 微机的基本工作原理 .....	10
0.1.3 微机的主要技术指标 .....	11
0.2 计算机中的数制与码制 .....	11
0.2.1 计算机中的数 .....	11
0.2.2 计算机中的有符号数的表示 .....	13
0.2.3 进位和溢出 .....	15
0.2.4 BCD 码(Binary Coded Decimal) .....	16
0.2.5 BCD 码的运算 .....	17
0.2.6 ASCII 码(American Standard Code for Information Interchange) .....	17
0.3 小结 .....	18
思考题与习题 .....	18
<b>第 1 章 8XX51 单片机结构 .....</b>	<b>20</b>
1.1 8XX51 单片机内部结构 .....	20
1.1.1 概述 .....	20
1.1.2 CPU .....	21
1.2 存储器 .....	22
1.2.1 程序存储器 .....	23
1.2.2 外部数据存储器 .....	24
1.2.3 内部数据存储器 .....	24
1.3 特殊功能寄存器 .....	26
1.4 时钟电路与复位电路 .....	29
1.4.1 时钟电路 .....	29
1.4.2 单片机的时序单位 .....	29



1.4.3 复位电路	30
1.5 引脚功能	31
1.6 小结	32
思考题与习题一	34
<b>第2章 51系列单片机的指令系统</b>	<b>36</b>
2.1 寻址方式	37
2.1.1 立即寻址	37
2.1.2 直接寻址	37
2.1.3 寄存器寻址	38
2.1.4 寄存器间接寻址	38
2.1.5 变址寻址	39
2.1.6 位寻址	39
2.1.7 相对寻址	40
2.2 数据传送与交换指令	40
2.2.1 传送类指令	40
2.2.2 交换指令	43
2.3 算术运算和逻辑运算指令	44
2.3.1 算术运算和逻辑运算指令对标志位的影响	45
2.3.2 以A为目的操作数的算术运算和逻辑运算指令	45
2.3.3 以dir为目的操作数逻辑运算指令	46
2.3.4 加1、减1指令	46
2.3.5 十进制调整指令	47
2.3.6 专对A的指令	48
2.3.7 乘、除法指令	48
2.3.8 指令综合应用举例	48
2.4 控制转移指令	50
2.4.1 调用程序和返回类指令	50
2.4.2 转移指令	51
2.4.3 空操作指令	55
2.4.4 指令应用举例	55
2.5 位操作指令	56
2.6 小结	58
思考题与习题二	58
<b>第3章 MCS-51单片机汇编语言程序设计</b>	<b>61</b>



3.1 概述	61
3.2 伪指令	62
3.3 顺序程序设计	64
3.4 分支程序设计	67
3.5 循环程序设计	68
3.6 位操作程序设计	70
3.7 子程序	72
3.8 小结	73
思考题与习题三	73
<b>第4章 单片机的C语言编程-C51</b>	<b>75</b>
4.1 C51 程序结构	76
4.2 C51 的数据类型	77
4.3 数据的存储类型和存储模式	78
4.3.1 数据的存储类型	78
4.3.2 存储器模式	79
4.3.3 变量说明举例	80
4.4 指针	80
4.4.1 指针和指针变量	80
4.4.2 指针变量的数据类型	81
4.4.3 指针变量的说明	81
4.4.4 指向数组的指针变量	82
4.5 C51 对 SFR、可寻址位、存储器和 I/O 口的定义	83
4.5.1 特殊功能寄存器 SFR 定义	83
4.5.2 对位变量的定义	84
4.5.3 C51 对存储器和外接 I/O 口的绝对地址访问	84
4.6 C51 的运算符	85
4.7 函数	87
4.7.1 函数的分类及定义	87
4.7.2 函数的定义	87
4.7.3 函数的调用	88
4.7.4 对被调函数的说明	88
4.8 C 语言编程实例	89
4.8.1 C 语言程序的反汇编程序(源代码)	89
4.8.2 顺序程序的设计	90
4.8.3 循环程序的设计	91



4.8.4 分支程序的设计 .....	94
4.9 小结 .....	96
思考题与习题四 .....	97
<b>第5章 并行输入/输出接口 P0 ~ P3 .....</b>	<b>99</b>
5.1 P0 ~ P3 并行接口的功能和内部结构 .....	100
5.1.1 并行接口功能 .....	100
5.1.2 并行接口的内部结构 .....	100
5.2 编程举例 .....	103
5.3 用并行口设计 LED 数码显示器和键盘电路 .....	107
5.3.1 用并行口设计 LED 显示电路 .....	107
5.3.2 用并行口设计键盘电路 .....	112
5.4 小结 .....	116
思考题与习题五 .....	116
<b>第6章 8XX51 单片机的中断系统 .....</b>	<b>118</b>
6.1 8XX51 中断系统结构 .....	119
6.1.1 中断源 .....	119
6.1.2 中断控制的有关寄存器 .....	119
6.2 中断响应过程 .....	122
6.2.1 中断处理过程 .....	122
6.2.2 中断请求的撤除 .....	123
6.3 中断程序的设计 .....	123
6.4 小结 .....	131
思考题与习题六 .....	131
<b>第7章 单片机的定时/计数器 .....</b>	<b>132</b>
7.1 定时/计数器 T0、T1 .....	132
7.2 定时/计数器的寄存器 .....	134
7.2.1 定时/计数器方式寄存器 TMOD(89H) .....	134
7.2.2 定时/计数器控制寄存器——TCON .....	135
7.3 定时/计数器的工作方式 .....	135
7.4 定时/计数器的应用程序设计 .....	136
7.4.1 定时/计数器的计数初值 C 的计算和装入 .....	136
7.4.2 定时/计数器的初始化编程 .....	137
7.4.3 应用编程举例 .....	138



7.4.4 门控位的应用 .....	144
7.5 小结 .....	145
思考题与习题七 .....	146
<b>第 8 章 单片机的串行接口 .....</b>	<b>148</b>
8.1 概述 .....	148
8.1.1 同步和异步方式 .....	149
8.1.2 通信方向 .....	150
8.1.3 串行通信接口的任务 .....	150
8.1.4 串行通信接口 .....	151
8.1.5 波特率和发送、接收时钟 .....	152
8.1.6 通信线的连接 .....	152
8.1.7 关于 RS-232 .....	153
8.1.8 单片机串行通信电路 .....	155
8.2 单片机串行口的结构与工作原理 .....	156
8.2.1 串行口结构 .....	156
8.2.2 工作原理 .....	157
8.2.3 波特率的设定 .....	158
8.3 串行口的控制寄存器 .....	158
8.3.1 串行口的控制寄存器 SCON .....	158
8.3.2 电源控制寄存器 PCON .....	159
8.4 串行口的工作方式 .....	160
8.5 串行口的应用编程 .....	161
8.5.1 查询方式 .....	162
8.5.2 中断方式 .....	162
8.5.3 串行通信的编程实例 .....	163
8.6 利用串行口方式 0 扩展 I/O 口 .....	169
8.7 单片机和 PC 机的串行通信 .....	170
8.8 小结 .....	175
思考题与习题八 .....	176
<b>第 9 章 单片机总线与存储器的扩展 .....</b>	<b>178</b>
9.1 单片机系统总线和系统扩展方法 .....	178
9.1.1 单片机系统总线信号 .....	178
9.1.2 系统扩展的方法 .....	179
9.1.3 地址译码器 .....	180



9.2 程序存储器的扩展 .....	183
9.2.1 EPROM 的扩展 .....	183
9.2.2 EEPROM 的扩展 .....	185
9.2.3 FLASH 存储器(闪速存储器) .....	186
9.3 数据存储器的扩展 .....	188
9.4 并行 I/O 接口的扩展 .....	192
9.4.1 通用锁存器、缓冲器的扩展 .....	192
9.4.2 可编程并行接口芯片的扩展 .....	194
9.5 存储器和 I/O 口综合扩展电路 .....	200
*9.6 扩展多功能接口芯片 8155 .....	201
9.7 小结 .....	206
思考题与习题九 .....	207
<b>第 10 章 单片机应用接口技术 .....</b>	<b>208</b>
10.1 并行 D/A 接口技术 .....	208
10.1.1 D/A 概述 .....	208
10.1.2 DAC0832 的扩展接口 .....	209
* 10.1.3 DAC1210 的扩展接口 .....	213
10.2 A/D 接口技术 .....	215
10.2.1 A/D 接口技术 .....	215
10.2.2 ADC0809 的扩展接口 .....	216
* 10.2.3 AD574 的扩展接口 .....	218
* 10.3 V/F (电压 - 频率变换) 接口 .....	222
* 10.4 F/V (频率 - 电压变换) 接口 .....	224
* 10.5 LCD 显示器扩展 .....	225
* 10.6 隔离与驱动接口 .....	228
思考题与习题十 .....	232
<b>* 第 11 章 串行接口技术 .....</b>	<b>233</b>
11.1 IIC 总线扩展技术 .....	233
11.1.1 IIC 总线简介 .....	233
11.1.2 IIC 总线的通信规程 .....	234
11.1.3 串行 IIC EEPROM AT24CXX .....	235
11.1.4 IIC 总线的编程实现 .....	240
11.1.5 串行 EEPROM 和 AT89C51 接口实例 .....	245
11.2 串行铁电 FRAM 的扩展 .....	246



11.3 SPI 总线扩展接口及应用 .....	247
11.3.1 SPI 的原理 .....	247
11.3.2 串行 D/A 转换器 TLC5615 的接口 .....	248
11.3.3 8 位串行 A/D 转换器 TLC549 的扩展 .....	251
11.4 小结 .....	254
思考题与习题十一 .....	254
<b>第 12 章 以 MCU 为核心的嵌入式系统的设计与调试 .....</b>	<b>255</b>
12.1 嵌入式系统开发与开发工具 .....	255
12.1.1 以 MCU 为核心的嵌入式系统的构成 .....	255
12.1.2 嵌入式应用系统的设计原则 .....	256
12.1.3 嵌入式系统的开发工具 .....	257
12.1.4 嵌入式系统的调试 .....	258
* 12.2 嵌入式系统的抗干扰技术 .....	259
12.2.1 软件抗干扰 .....	259
12.2.2 硬件抗干扰 .....	260
12.2.3 “看门狗”技术 .....	261
* 12.3 单片机应用系统举例——电子显示屏 .....	264
12.4 小结 .....	269
思考题与习题十二 .....	269
附录 A 51 系列单片机指令表 .....	270
附录 B C51 的库函数 .....	276
附录 C C51 的编译、连接定位控制命令 .....	280
参考文献 .....	284



# 绪 论

## 1. 嵌入式系统

长期以来计算机按照体系结构、运算速度、结构规模、适用领域,分为大型计算机、中型机、小型机和微型计算机,随着计算机技术的迅速发展,计算机技术和产品对其他行业的广泛渗透,人们以应用为中心、按计算机的嵌入式应用和非嵌入式应用进行新的分类,将其分为嵌入式计算机和通用计算机。

通用计算机具有计算机的标准形态,通过装配不同的应用软件,以类同面目出现,并应用在社会的各个方面,其典型产品如 PC 机;而嵌入式计算机则是以嵌入式系统的形式隐藏在各种装置、产品和系统中。

嵌入式系统是以应用为中心、以计算机技术为基础、软件硬件可裁剪、针对具体应用系统,对功能、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统。

嵌入式计算机在应用数量上远远超过了各种通用计算机,一台通用计算机的外部设备中就包含了 5~10 个嵌入式微处理器,键盘、鼠标、软驱、硬盘、显示卡、显示器、网卡、Modem、声卡、打印机、扫描仪、数码相机、USB 集线器等均是由嵌入式处理器控制的。在制造工业、过程控制、通讯、仪器、仪表、汽车、船舶、航空、航天、军事装备、家电产品等方面无不是嵌入式计算机的应用领域。

### (1) 嵌入式系统

嵌入式系统是将先进的计算机技术、半导体技术和电子技术和各个行业的具体应用相结合的产物,这决定了它必然是一个技术密集、资金密集、分散、不断创新的系统集成系统。

嵌入式系统的核心部件有以下三类:

#### 1) 嵌入式微处理器(Embedded Microprocessor Unit, EMPU)

功能同标准的 CPU,但在工作温度、电磁干扰、可靠性等方面做了各种增强。

#### 2) 嵌入式微控制器(Micro Controller Unit, MCU 又称单片机)

顾名思义,单片机就是将整个计算机系统集成到一块芯片中。它以某一种微处理器为核心,芯片内部集成 ROM/EPROM、RAM、总线、总线逻辑、定时/计数器、并行 I/O 口、串行口、看门狗、脉宽调制输出、A/D、D/A 等。和嵌入式微处理器相比,微控制器的最大特点是单片化,体积大大减小,从而使功耗和成本下降,可靠性提高。单





片机是目前嵌入式系统工业的主流,以单片机为核心的嵌入式系统约占市场份额的70%。

### 3) 嵌入式微 DSP 处理器(Embedded Digital Signal Processor, EDSP)

DSP 处理器对系统结构和指令进行了特殊设计,使其适合于执行 DSP 算法,编译效率较高,指令执行速度也较高。在数字滤波、FFT、谱分析等方面 DSP 算法正在大量进入嵌入式领域,DSP 的应用使通过单片机从普通指令实现数字信号处理功能过渡到采用专用的嵌入式 DSP 处理器阶段。

随着 EDA(电子设计自动化)的推广和 VLIS(超大规模集成电路)设计技术的日渐成熟,嵌入式片上系统 SOC(System On Chip)时代已经来临,各种通用的微处理器、微控制器内核作为标准库存储在器件库中,用户只需要用 VHDL 等语言定义整个应用系统,仿真通过后将设计图交给 IC 生产厂家生产,一个极为复杂系统集成在一个硅片上,这就是嵌入式片上系统。

#### (2) 嵌入式系统的特征

##### 1) 分散、创新、不可垄断性

从某种意义上来说,通用计算机行业的技术是垄断的。占整个计算机行业 90% 的 PC 产业,80% 采用 Intel 的 8x86 体系结构,芯片基本上出自 Intel、AMD 等几家公司。在几乎每台计算机必备的操作系统和文字处理器方面,Microsoft 的 Windows 及 Word 占 80~90%。嵌入式系统则不同,它是一个分散的工业,充满了竞争、机遇与创新,没有哪一个系列的处理器和操作系统能够垄断全部市场。即便在体系结构上存在着主流,但各不相同的应用领域决定了不可能由少数公司、少数产品垄断全部市场。

##### 2) 产品的稳定性

嵌入式处理器的发展具有稳定性。一个体系结构及其相关的外设、开发工具、库函数、嵌入式应用产品是一套复杂的知识系统,用户和半导体厂商都不会轻易地放弃某一种处理器。嵌入式系统产品一旦进入市场,就具有较长的生命周期,而且保持稳定。而通用计算机(如 PC 机)则更新很快,十几年时间,从 286 到 586,从奔腾 I 代到奔腾 IV 代,淘汰很快。嵌入式系统新产品虽层出不穷,但同一系列的产品,其内核不变和指令系统是兼容的,只是在片内配置不同种类和不同数量的功能部件以适用不同的需求,它强调软件可继承性和技术衔接性。其旧产品如单片 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机并存于市场上,各有自己的应用领域,嵌入式系统产品追求高的性价比,设计师们绝不会杀鸡用牛刀。尽管 8051 单片机已问世 20 多年,至今依然是方兴未艾。

##### 3) 嵌入式系统软件的特征

嵌入式系统软件所使用的语言可以是汇编语言,也可以是高级语言。软件要求固态化存储,一般都固化在存储器芯片或单片机本身中,而不是存储于磁盘等载体