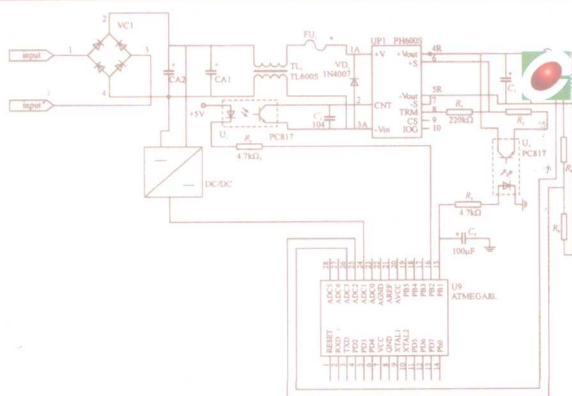
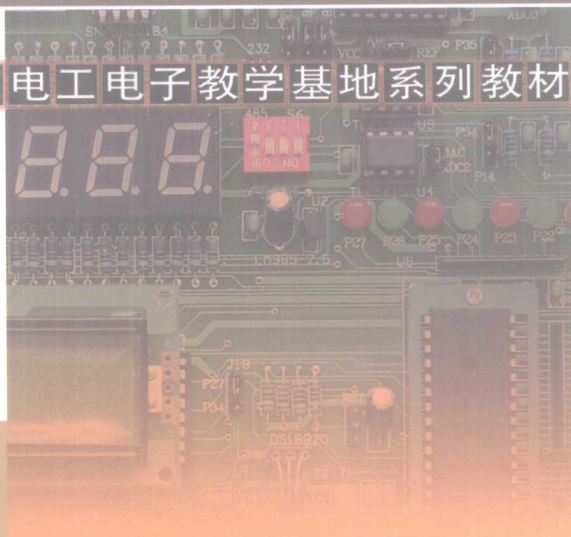




国家电工电子教学基地系列教材



单片机原理及接口技术 (第3版)

◎ 梅丽凤 王艳秋 汪毓铎 任国臣 编著



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

国家电工电子教学基地系列教材

单片机原理及接口技术

(第3版)

梅丽凤 王艳秋 编著
汪毓铎 任国臣

清华大学出版社
北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书以 89C51 单片机为样机,全面、详细地介绍了 89C51 系列单片机的硬件、软件及应用技术。全书·主要内容包括:第 1 章绪论,第 2 章 89C51 单片机的结构和原理,第 3 章 89C51 单片机的指令系统,第 4 章汇编语言程序设计,第 5 章定时器/计数器,第 6 章串行接口,第 7 章中断系统,第 8 章 89C51 单片机的系统扩展,第 9 章 89C51 单片机的接口技术,第 10 章 89C51 单片机应用举例,第 11 章 I²C 串行总线及单总线技术,第 12 章单片机应用系统的抗干扰技术设计。本书的特点:选材新颖、内容丰富、由浅入深、循序渐进、编排顺序合理,可读性好,实用性强。有丰富的例题及习题。

本书既可以作为高等院校、高等职业学校及成人高等学校的单片机原理课程的教材,也可供从事单片机应用的工程技术人员学习参考或作为培训教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及接口技术 / 梅丽凤等编著. — 3 版. — 北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2009. 2

(国家电工电子教学基地系列教材)

ISBN 978-7-81123-160-1

I. 单… II. 梅… III. ① 单片微型计算机-基础理论-教材 ② 单片微型计算机-接口-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 021730 号

责任编辑:韩 乐

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印 刷 者:北京交大印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印张:22.75 字数:510 千字

版 次:2009 年 4 月第 3 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-81123-160-1/TP·464

印 数:37 001—41 000 册 定价:33.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

国家电工电子教学基地系列教材

编审委员会成员名单

主 任 谈振辉

副主任 张思东 赵乐沅 孙雨耕

委 员 (以姓氏笔画为序)

王化深	卢先河	刘京南	朱定华	沈嗣昌
严国萍	杜普选	李金平	李哲英	张有根
张传生	张晓冬	陈后金	邹家驷	郑光信
屈 波	侯建军	贾怀义	徐国治	徐佩霞
廖桂生	薛 质	戴瑜兴		

总 序

当今信息科学技术日新月异,以通信技术为代表的电子信息类专业知识更新尤为迅猛。培养具有国际竞争能力的高水平的信息技术人才,促进我国信息产业发展和国家信息化水平的提高,都对电子信息类专业创新人才的培养、课程体系的改革、课程内容的更新提出了富有时代特色的要求。近年来,国家电工电子教学基地对电子信息类专业的技术基础课程群进行了改革与实践,探索了各课程的认识规律,确定了科学的教育思想,理顺了课程体系,更新了课程内容,融合了现代教学方法,取得了良好的效果。为总结和推广这些改革成果,在借鉴国内外同类有影响教材的基础上,决定出版一套以电子信息类专业的技术基础课程为基础的“国家电工电子教学基地系列教材”。

本系列教材具有以下特色:

- 在教育思想上,符合学生的认知规律,使教材不仅是教学内容的载体,也是思维方法和认知过程的载体。
- 在体系上,建立了较完整的课程体系,突出了各课程内在联系及课群内各课程的相互关系,体现微观与宏观、局部与整体的辩证统一。
- 在内容上,体现现代与经典、数字与模拟、软件与硬件的辩证关系,反映当今信息科学与技术的新概念和新理论,内容阐述深入浅出,详略得当。增加工程性习题、设计性习题和综合性习题,培养学生分析问题和解决问题的素质与能力。
- 在辅助工具上,注重计算机软件工具的运用,使学生从单纯的习题计算转移到基本概念、基本原理和基本方法的理解和应用,提高了学习效率和效果。

本系列教材包括:

《基础电路分析》、《现代电路分析》、《电路分析学习指导及习题精解》、《模拟集成电路基础》、《信号与系统》、《信号与系统学习指导及习题精解》、《模拟电子技术》、《模拟电子技术学习指导与习题精解》、《电子测量技术》、《微机原理与接口技术》、《电路基础实验》、《电子电路实验及仿真》、《数字实验一体化教程》、《数字信息处理综合设计实验》、《电路基本理论》、《现代电子

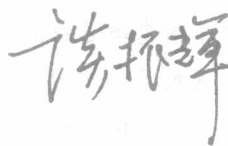
线路》(含上、下册)、《电工技术》、《单片机原理及接口技术》。

本系列教材的编写和出版得到了教育部高等教育司的指导、北京交通大学教务处及电子与信息工程学院的支持,在教育思想、课程体系、教学内容、教学方法等方面获得了国内同行们的帮助,在此表示衷心的感谢。

北京交通大学

“国家电工电子教学基地系列教材”

编审委员会主任

A handwritten signature in black ink, reading '陈振辉' (Chen Zhenhui), written in a cursive style.

2009 年 4 月

第3版 前言

《单片机原理及接口技术》自2004年出版和2006年修订以来,深得各大专院校同行的认可,并深受广大读者的厚爱,在此作者谨致诚挚的谢意。鉴于单片机技术及嵌入式系统技术发展迅速,根据读者的反馈意见和实际应用的需要,决定对本教材进行再次修订。

这次修订将以89C51单片机为样机。传统的单片机教材仍是以MCS-51系列单片机的8031/8051/8751为样机进行介绍,而如今在电子市场上几乎买不到8031/8051/8751单片机,由于89C51是属于51系列的单片机,具有80C51内核,在基本硬件组成和指令系统方面与8031/8051/8751单片机完全兼容,可以直接替代8031/8051/8751,并且89C51在开发、修改程序方面也远比8751方便,市面上89C51已取代了8031/8051/8751的市场地位。尽管世界上各大公司所生产的51系列单片机差别各异,但都保留有与MC-51系列单片机兼容的89C51型号,正是鉴于这种实际应用的需要,本次修订以89C51单片机为样机,详细介绍单片机的硬件结构、原理、指令系统、接口技术及最新应用技术;删去不常用的器件内容,对部分章节内容进行了调整,并配备了教学课件,以满足教学与自学的需要。

各章的习题解答及题库可参考本教材的配套教材《单片机原理及接口技术习题集与实验指导》。

本书的编写与再次修订由辽宁工业大学梅丽凤、王艳秋、任国臣和北京信息科技大学汪毓铎共同完成,其中第1、2、8章由王艳秋编写和修订,第3、4、11章由梅丽凤编写和修订,第5、6、7章由任国臣编写和修订,第9、10、12章由汪毓铎编写和修订。全书由梅丽凤策划和统稿。

本书的再次修订,得到了各高校同行专家与学者的热情帮助,他们对本书的修订提出了许多宝贵意见,在修订的过程中,参考了国内外大量的参考文献和教材,在此,谨向给予我们支持和帮助的单位、个人及作者表示最诚挚的谢意!

本书由辽宁工业大学出版基金资助出版。

由于编者学识、水平有限,本书一定有许多疏漏、不妥乃至错误之处,恳请读者给予批评指正。

编 者

2009年2月

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 单片机的特点及应用领域	(1)
1.1.1 单片机的特点	(1)
1.1.2 单片机的应用领域	(2)
1.2 常用单片机系列介绍	(3)
1.2.1 Intel 公司 MCS-51 系列单片机	(3)
1.2.2 51 系列单片机命名规则	(4)
1.2.3 AT89 系列单片机	(4)
思考题与习题	(6)
第2章 89C51 单片机的结构及原理	(7)
2.1 89C51 单片机的主要特性	(7)
2.2 89C51 单片机的内部总体结构	(7)
2.3 89C51 单片机的引脚功能	(9)
2.3.1 89C51 单片机引脚功能	(9)
2.3.2 三总线结构	(11)
2.4 89C51 单片机的主要组成部分	(12)
2.4.1 CPU	(12)
2.4.2 存储器	(12)
2.4.3 并行 I/O 口	(18)
2.5 时钟电路与 CPU 的时序	(20)
2.5.1 振荡器和时钟电路	(21)
2.5.2 CPU 的时序及有关概念	(21)
2.5.3 CPU 的取指令和执行指令时序	(22)
2.5.4 访问外部 ROM 的操作时序	(24)
2.5.5 访问外部 RAM 的操作时序	(24)
2.6 单片机的复位状态与复位电路	(25)
2.6.1 单片机的复位状态	(25)
2.6.2 单片机的复位电路	(26)

2.7 低功耗工作方式	(28)
2.7.1 低功耗工作方式	(28)
2.7.2 低功耗工作方式的进入与退出	(29)
思考题与习题	(30)
第3章 89C51 单片机的指令系统	(31)
3.1 指令系统简介	(31)
3.1.1 指令概述	(31)
3.1.2 指令格式	(31)
3.1.3 指令中常用符号说明	(32)
3.2 寻址方式	(33)
3.2.1 立即寻址	(33)
3.2.2 直接寻址	(33)
3.2.3 寄存器寻址	(33)
3.2.4 寄存器间接寻址	(34)
3.2.5 变址寻址	(34)
3.2.6 相对寻址	(35)
3.2.7 位寻址	(35)
3.3 数据传送类指令	(36)
3.3.1 内部 RAM 数据传送指令	(36)
3.3.2 访问外部 RAM 的数据传送指令	(38)
3.3.3 程序存储器向累加器 A 传送数据指令	(39)
3.3.4 数据交换指令	(40)
3.3.5 堆栈操作指令	(41)
3.4 算术运算类指令	(41)
3.4.1 加法指令	(41)
3.4.2 带进位加法指令	(42)
3.4.3 带借位减法指令	(43)
3.4.4 加 1 指令	(44)
3.4.5 减 1 指令	(44)
3.4.6 乘、除法指令	(44)
3.4.7 十进制调整指令	(45)
3.5 逻辑运算及移位类指令	(47)
3.5.1 逻辑与运算指令	(47)
3.5.2 逻辑或运算指令	(47)

3.5.3	逻辑异或运算指令	(48)
3.5.4	累加器清零、取反指令	(48)
3.5.5	循环移位指令	(49)
3.6	控制转移类指令	(50)
3.6.1	无条件转移指令	(50)
3.6.2	条件转移指令	(52)
3.6.3	子程序调用及返回指令	(55)
3.6.4	空操作指令	(58)
3.7	位操作类指令	(58)
3.7.1	位变量传送指令	(58)
3.7.2	位置位、清零指令	(59)
3.7.3	位逻辑运算指令	(59)
3.7.4	位控制转移指令	(60)
	思考题与习题	(61)
第4章	汇编语言程序设计	(65)
4.1	程序设计概述	(65)
4.1.1	程序设计语言简介	(65)
4.1.2	汇编语言程序设计步骤	(66)
4.2	汇编语言源程序的编辑和汇编	(66)
4.2.1	伪指令	(67)
4.2.2	源程序的编辑和汇编	(68)
4.3	汇编语言程序设计	(69)
4.3.1	顺序程序设计	(70)
4.3.2	分支程序设计	(71)
4.3.3	循环程序设计	(76)
4.3.4	子程序设计	(83)
4.3.5	运算类程序设计	(90)
	思考题与习题	(103)
第5章	定时/计数器	(106)
5.1	定时/计数器的结构和工作原理	(106)
5.1.1	定时/计数器的结构	(106)
5.1.2	定时/计数器的工作原理	(107)
5.2	定时/计数器的控制	(108)

5.2.1 工作模式寄存器 TMOD	(108)
5.2.2 控制寄存器 TCON	(108)
5.3 定时/计数器的工作模式	(109)
5.3.1 模式 0	(109)
5.3.2 模式 1	(110)
5.3.3 模式 2	(110)
5.3.4 模式 3	(111)
5.4 定时/计数器的应用	(112)
5.4.1 定时/计数器使用方法	(112)
5.4.2 定时/计数器模式 0 的应用	(113)
5.4.3 定时/计数器模式 1 的应用	(113)
5.4.4 定时/计数器模式 2 的应用	(114)
5.4.5 定时/计数器门控位 GATE 的应用	(114)
5.4.6 运行中读定时/计数器	(115)
思考题与习题	(116)

第 6 章 串行接口

6.1 串行通信的基础知识	(118)
6.1.1 串行通信的两种基本方式	(118)
6.1.2 串行通信的数据传送方式	(119)
6.1.3 串并转换和串行接口	(120)
6.2 89C51 单片机的串行接口	(120)
6.2.1 89C51 单片机串行口的结构	(120)
6.2.2 89C51 单片机串行口的控制	(121)
6.2.3 波特率设计	(123)
6.3 串行口工作模式	(125)
6.3.1 模式 0	(125)
6.3.2 模式 1	(125)
6.3.3 模式 2	(126)
6.3.4 模式 3	(127)
6.4 串行口应用举例	(127)
6.4.1 用串行口扩展 I/O 口	(127)
6.4.2 单片机双机通信技术	(130)
6.4.3 单片机多机通信技术	(137)
思考题与习题	(138)

第7章 中断系统	(139)
7.1 中断概述	(139)
7.1.1 中断的概念	(139)
7.1.2 中断技术的优点	(139)
7.1.3 中断系统的功能	(140)
7.2 89C51 单片机的中断系统	(141)
7.2.1 中断源	(141)
7.2.2 中断请求标志	(142)
7.2.3 中断允许控制寄存器 IE	(143)
7.2.4 中断优先级控制寄存器 IP	(144)
7.3 中断处理过程	(144)
7.3.1 中断响应	(145)
7.3.2 中断处理	(146)
7.3.3 中断返回	(146)
7.3.4 中断请求的撤除	(147)
7.3.5 中断响应时间	(148)
7.4 中断系统的应用	(149)
思考题与习题	(166)
第8章 89C51 单片机的系统扩展	(168)
8.1 程序存储器的扩展	(168)
8.1.1 程序存储器的分类	(168)
8.1.2 典型程序存储器芯片介绍	(169)
8.1.3 典型程序存储器的扩展方法	(175)
8.1.4 典型程序存储器扩展电路	(178)
8.2 数据存储器的扩展	(185)
8.2.1 典型数据存储器的扩展方法	(185)
8.2.2 典型数据存储器的扩展电路	(186)
8.3 89C51 单片机片选方法简介	(189)
8.3.1 线选法	(189)
8.3.2 译码法	(190)
8.4 Flash 存储器的扩展	(192)
8.4.1 Flash 存储器的分类	(193)
8.4.2 典型 Flash 存储器芯片简介	(193)
8.4.3 典型 Flash 存储器的扩展	(196)

8.5 并行 I/O 接口的扩展	(198)
8.5.1 I/O 接口电路的功能	(198)
8.5.2 简单并行 I/O 接口的扩展	(199)
8.5.3 可编程接口电路的扩展	(201)
思考题与习题	(211)
第9章 89C51 单片机的接口技术	(212)
9.1 人机通信接口技术	(212)
9.1.1 键盘接口技术	(212)
9.1.2 显示接口技术	(219)
9.1.3 键盘、显示器组合接口举例	(224)
9.2 A/D 转换器	(228)
9.2.1 A/D 转换器技术指标与选择原则	(228)
9.2.2 A/D 转换器 MAX197	(230)
9.2.3 A/D 转换器 ADC 0809	(235)
9.2.4 A/D 转换器 TLV2548	(239)
9.3 D/A 转换器	(247)
9.3.1 D/A 转换器技术指标	(247)
9.3.2 D/A 转换器 DAC 0832	(248)
9.3.3 D/A 转换器 MAX508	(254)
9.3.4 D/A 转换器 TLV5630	(256)
9.4 开关量输入/输出接口	(261)
9.4.1 开关量输入接口	(261)
9.4.2 开关量输出接口	(262)
思考题与习题	(266)
第10章 89C51 单片机应用举例	(267)
10.1 单片机应用系统的一般设计过程	(267)
10.1.1 硬件系统设计原则	(267)
10.1.2 应用软件设计特点	(267)
10.1.3 应用系统开发过程	(268)
10.2 应用系统结构及其设计内容	(269)
10.2.1 应用系统的结构特点	(269)
10.2.2 应用系统的典型通道接口	(270)
10.2.3 应用系统设计内容	(271)

10.3	交通信号灯模拟控制	(271)
10.3.1	交通信号灯模拟控制的硬件设计	(272)
10.3.2	交通信号灯模拟控制的软件设计	(272)
10.4	步进电动机控制	(273)
10.4.1	步进电动机控制原理	(274)
10.4.2	步进电动机接口技术与软件设计	(275)
10.5	电力系统负载电流的数据采集与远端再现	(280)
10.5.1	电力系统负载电流的数据采集	(280)
10.5.2	电力系统负载电流的远端再现	(282)
10.6	倒计时器的设计	(284)
10.6.1	实时日历时钟芯片 DS12C887 简介	(284)
10.6.2	倒计时器的硬件电路设计	(288)
10.6.3	倒计时器的软件设计	(288)
	思考题与习题	(290)
第 11 章	I²C 串行总线及单总线技术	(291)
11.1	I ² C 串行总线扩展技术	(291)
11.1.1	I ² C 串行总线概述	(291)
11.1.2	I ² C 总线的数据传送	(293)
11.1.3	I ² C 总线数据传送的模拟	(298)
11.1.4	I ² C 总线应用程序设计实例	(305)
11.2	单总线及其应用	(307)
11.3.1	单总线简介	(307)
11.2.2	DS18B20 构成的单总线测温系统	(308)
	思考题及习题	(317)
第 12 章	单片机应用系统的抗干扰技术设计	(319)
12.1	干扰源	(319)
12.1.1	串模干扰	(319)
12.1.2	共模干扰	(320)
12.1.3	电源干扰	(321)
12.2	硬件抗干扰设计	(321)
12.2.1	共串模干扰的抑制	(321)
12.2.2	共模干扰的抑制	(323)
12.2.3	输入/输出通道干扰的抑制	(324)

12.2.4 电源与电网干扰的抑制	(326)
12.2.5 地线系统干扰的抑制	(326)
12.3 软件抗干扰设计	(327)
12.3.1 程序执行过程中的软件抗干扰	(327)
12.3.2 系统的恢复	(331)
思考题与习题	(333)
附录 A ASCII 表	(334)
附录 B 89C51 单片机指令系统表	(336)
附录 C 常用芯片引脚图	(342)
参考文献	(346)

第1章 绪 论

单片机的出现是计算机发展史上的一个重要里程碑，开辟了嵌入式计算机领域。目前单片机已经成为工控领域、军事领域及日常生活中应用最广泛的计算机。

1.1 单片机的特点及应用领域

1.1.1 单片机的特点

微处理器（Micro Processing Unit, MPU）是一种大规模集成电路器件，包括计算机控制部件和运算部件，具有控制和运算功能，微处理器又称为中央处理器（Microprocessor, CPU）。

微型计算机（Microcomputer, MC）是由微处理器加上同样采用大规模集成电路制成的程序存储器（ROM、EPROM、Flash ROM）和数据存储器（RAM），以及与外围设备相连接的输入/输出（I/O）接口电路等构成，图 1-1 所示为微型计算机的组成。

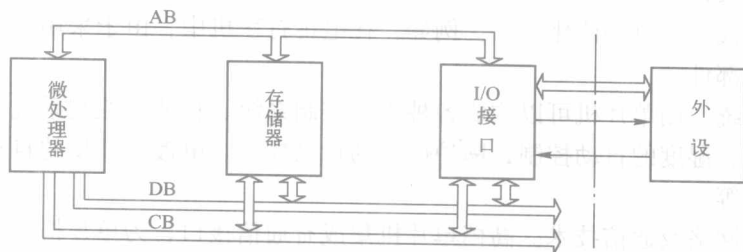


图 1-1 微型计算机组成框图

微型计算机系统是指由微型计算机与外围设备、电源和系统软件一起构成的系统。

单片微型计算机简称单片机。它是在一块芯片上集成了中央处理器（CPU）、一定容量的 RAM 和 ROM（或 EPROM、Flash ROM）、定时/计数器及 I/O 接口电路等部件，构成一个完整的微型计算机。

由于单片机的结构及其所采用的半导体工艺，使之具有显著的特点，其主要特点可以归纳如下。

(1) 优异的性能价格比。

(2) 集成度高、体积小、有很高的可靠性；单片机把各功能部件集成在一个芯片上，内部采用总线式结构，减少了各芯片之间的连线，大大提高了单片机的可靠性与抗干扰能力。另外，由于其体积小，对于强磁场环境易于采取屏蔽措施，适合在恶劣环境下工作。

(3) 控制功能强大。为了满足工业控制的要求，一般单片机的指令系统中均含有丰富的转移指令、I/O 口逻辑指令及位处理功能。单片机的逻辑控制功能及运行速度均高于同一档次的微机。

(4) 低功耗、低电压，便于生产便携式产品。

(5) 外部总线增加了 I²C 及 SPI 等串行总线方式，进一步缩小了体积，简化了结构。

(6) 单片机系统扩展和系统配置较典型、规范，容易构成各种规模的应用系统。

1.1.2 单片机的应用领域

单片机的自身特点决定了其应用非常广泛，单片机的主要应用领域如下。

(1) 智能化仪器仪表。用单片机改造原有的测量、控制仪表，使仪器仪表数字化、智能化、多功能化、微型化，并使长期以来测量仪表中的误差修正和线性化处理等难题迎刃而解。由单片机构成的智能仪表集测量、处理控制功能于一身，从而赋予测量仪表以崭新的面貌，是仪器产品更新换代的标志。

(2) 机电一体化产品。机电一体化是机械工业发展的方向。机电一体化产品是指集机械技术、微电子技术、计算机技术于一体，具有智能化特征的机电产品。单片机的出现促进了机电一体化的发展，它作为机电产品中的控制器，使传统的机械产品结构简单化、控制智能化，构成了新一代的机电一体化产品。例如，在电传打字机中，由于采用了单片机，从而取代了近千个机械部件。

(3) 测控系统。用单片机可以构成各种工业控制系统、自适应控制系统、数据采集系统等。例如，温度、湿度的自动控制，锅炉燃烧的自动控制、电镀生产线的自动控制、包装生产线的自动控制等。

(4) 计算机网络及通信技术。高档单片机集成有通信接口，为单片机在计算机网络与通信设备中的应用提供了良好的条件。例如，用 51 系列单片机控制的串行自动呼叫应答系统、列车无线通信系统、无线遥控系统等。

(5) 家用电器。由于单片机价格低廉、体积小、逻辑判断和控制功能强，且内部具有定时/计数器，所以广泛用于家电设备。例如，洗衣机、电冰箱、微波炉、高级智能玩具、电子门铃、家用防盗报警器等，配上单片机后，提高了自动化程度，增加了功能，备受人们的喜爱。总之，单片机将使人类的生活更加方便舒适、丰富多彩。