

高 等 学 校 教 材

单片微型计算机 控制系统设计

DANPIAN WEIXING JISUANJI
KONGZHI XITONG SHEJI

范立南 李雪飞 尹授远 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

单片微型计算机 控制系统设计

《单片机原理及接口技术》课程教材
《单片机应用系统设计》课程教材

主编：王 健 副主编：王 健

高等学校教材

单片微型计算机控制 系统设计

范立南 李雪飞 尹授远 编著

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片微型计算机控制系统设计/范立南,李雪飞,尹授远编著. —北京:人民邮电出版社,2004.3
高等学校教材

ISBN 7-115-12023-4

I. 单... II. ①范... ②李... ③尹... III. 单片微型计算机—计算机控制—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 000415 号

内 容 简 介

本书系统地介绍 8XC196 系列单片机的组成原理、指令系统、系统扩展与接口技术,以及单片微机控制系统的设计和应用技术,包括数字控制器、提高可靠性和抗干扰的措施,同时还给出了单片机控制系统的应用实例。本书内容兼顾实用性和系统性,深入浅出,以实际需要为准则,书中提供了大量实用电路和子程序,程序注释详细,便于读者学习运用。

本书可作为高等院校自动化、计算机、机电工程等专业单片机和控制技术的教材或参考书,也可作为从事单片机应用工作的工程技术人员的参考书。

高等学校教材

单片微型计算机控制系统设计

◆ 编 著 范立南 李雪飞 尹授远
责任编辑 向 伟

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67194042
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京市朝阳展望印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 22.25 2004 年 3 月第 1 版
印数: 1-5 000 册 2004 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-12023-4/TP • 3808

定价: 29.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

编者的话

随着微电子技术的日益进步,微型计算机向高性能的 64 位微机和适用于测控的单片机两个方向发展。单片机由于其功能强、体积小、价格低、稳定可靠等优点,目前在计算机外部设备、通讯、智能仪表、过程控制、家用电器等方面获得了广泛应用,具有强大的生命力和广阔的应用前景。为了满足广大工程技术人员工作的需要和高等院校有关专业授课的需要,我们在近几年从事单片机的教学和科研工作的基础上,编写了本书。

本书内容取材注意理论联系实际,以实际应用需要为准则。系统地介绍 8XC196 系列单片机的组成原理,系统扩展的接口技术,单片机控制系统的各种技术。全书共分 11 章。第 1 章介绍单片机的基本概况及最新发展趋势;第 2、3 章分别介绍 8XC196 系列单片机的系统结构和指令系统;第 4 章介绍 8XC196KB 单片机强大的功能部件;第 5 章全面介绍单片机系统扩展与接口技术;第 6 章介绍各种人机接口设备及相应程序设计方法;第 7 章介绍单片机应用系统过程通道,重点阐述 D/A、A/D 接口技术;第 8 章介绍数据处理方法,包括数字滤波、标度变换等;第 9 章介绍控制算法,包括数字 PID 设计法和直接数字设计法及它们的程序实现,对模糊控制也进行了详细地阐述;第 10 章是单片机应用系统的可靠性与抗干扰设计,主要有硬件系统与软件系统的抗干扰设计;第 11 章介绍单片机控制系统设计的一般步骤,并给出了具体的应用实例。

本书为高等院校的自动化、计算机、机电工程等有关专业作为单片机和控制技术的教材或参考书,也可作为从事单片机应用工作的工程技术人员参考书。

本书的第 1、2、3、4 章,第 5 章的第 1、3、4 节及第 11 章的第 3 节由尹授远编写,第 6、7、8、10 章,第 5 章的第 2 节及第 11 章的第 1、2 节由李雪飞编写,第 9 章由范立南编写。全书由范立南负责统编定稿。

本书是作者几年来教学实践的总结,也是从事单片机应用的科研成果的总结。同时,书中参考和引用了“参考文献”中的有关部分,在此,向其作者一并表示衷心的感谢。

限于作者水平,书中缺点错误在所难免,恳请读者批评指正。

2004 年 2 月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 单片机的概念	1
1.1.1 微型计算机的分类	1
1.1.2 单片机的组成	2
1.1.3 单片机的特点	2
1.2 单片机的发展概况	3
1.2.1 4位单片机	3
1.2.2 8位单片机	3
1.2.3 16位单片机	4
1.2.4 32位单片机	4
1.3 单片机的应用	4
第2章 8XC196KX系列单片机结构	7
2.1 8XC196KX系列单片机概述	7
2.2 8XC196KB单片机的功能结构及特点	9
2.2.1 硬件结构	9
2.2.2 软件结构	15
2.2.3 主要功能特点	16
2.3 中央处理单元(CPU)	17
2.3.1 CPU总线	17
2.3.2 寄存器算术逻辑单元(RALU)	17
2.3.3 寄存器(RAM)	18
2.3.4 窗口选择寄存器与窗口地址	22
2.3.5 控制单元(CR)	23
2.3.6 时钟发生器	23
2.3.7 复位	24
2.4 存储器及其接口功能	26
2.4.1 存储器空间	26
2.4.2 存储器控制与管理	26
2.4.3 芯片配置寄存器(CCR)	30
第3章 指令系统	33
3.1 基本概念	33
3.1.1 操作数类型	33
3.1.2 程序状态字寄存器(PSW)	34
3.2 寻址方式	35
3.2.1 约定说明	35
3.2.2 6种寻址方式	37

3.3 指令系统详述	38
3.3.1 数据传送指令	38
3.3.2 算术运算指令	43
3.3.3 逻辑运算指令	55
3.3.4 移位指令	59
3.3.5 调用与转移指令	61
3.3.6 特殊控制指令	66
3.3.7 进入空闲/掉电方式指令	68
第4章 8XC196KB 的功能部件	69
4.1 8XC196KB 中断系统	69
4.1.1 中断系统结构框图	69
4.1.2 中断系统功能	69
4.1.3 中断登记寄存器和中断屏蔽寄存器	74
4.1.4 中断时序和中断服务程序设计	76
4.2 高速输入通道	78
4.2.1 定时器	78
4.2.2 输入输出控制寄存器和状态寄存器	81
4.2.3 高速输入通道专用寄存器	83
4.2.4 高速输入部件的结构及工作原理	84
4.3 高速输出通道	86
4.3.1 有关的专用寄存器	86
4.3.2 HSO 部件的结构及其工作原理	87
4.4 输入输出接口和多功能接口	89
4.4.1 端口 0	89
4.4.2 端口 1	90
4.4.3 端口 2	91
4.4.4 端口 3 和端口 4	91
4.5 串行通信与并行通信	91
4.5.1 用于串行通信的专用寄存器	91
4.5.2 串行接口电路的工作方式	93
4.6 模数(A/D)转换器	95
4.6.1 模数(A/D)转换器逻辑框图	95
4.6.2 工作原理	95
4.6.3 模数转换器专用寄存器	96
4.7 数模转换器	97
4.7.1 专用寄存器	97
4.7.2 PWM 波发生器及其工作原理	98
4.8 总线交换协议	99
4.8.1 硬件支持	99

4.8.2 总线转让过程	100
4.8.3 总线的归还与禁止	100
4.9 特殊运行方式	101
4.9.1 空闲方式	101
4.9.2 掉电方式	101
4.9.3 测试方式与在线仿真方式	102
第5章 单片机扩展技术	103
5.1 存储器扩展	103
5.1.1 存储器概述	103
5.1.2 常用存储器芯片简介	106
5.1.3 存储器的地址译码方法	111
5.1.4 存储器与系统的连接	115
5.2 并行接口的扩展	120
5.2.1 8255A 芯片可编程并行 I/O 接口扩展	120
5.2.2 8155/8156 芯片可编程并行 I/O 接口扩展	125
5.2.3 用串行口扩展并行 I/O 接口	130
5.2.4 用 74 系列器件扩展并行 I/O 接口	132
5.3 串行接口的扩展	134
5.3.1 8251 芯片结构	134
5.3.2 8251 芯片的控制字和状态字	136
5.3.3 8251 芯片的工作模式	137
5.3.4 8251 芯片与单片机的接口方法	138
5.4 定时器/计数器的扩展	140
5.4.1 8253 芯片的结构和特性	140
5.4.2 8253 芯片的控制字	141
5.4.3 8253 芯片的工作模式	142
5.4.4 8XC196KB 单片机与 8253 芯片的接口方法	143
第6章 人机联系设备与接口	146
6.1 键盘及其接口技术	146
6.1.1 消除按键抖动的措施	146
6.1.2 矩阵式键盘工作原理	148
6.1.3 按键的识别方法	148
6.1.4 键盘工作方式	149
6.1.5 键盘接口及编程方法	150
6.1.6 双功能键的设计及重键处理技术	154
6.2 显示器接口设计	154
6.2.1 LED 段显示器结构与原理	155
6.2.2 LED 显示器的显示方式	157
6.2.3 LED 显示器接口及编程方法	158

6.3 单片机系统中键盘/显示器接口技术	160
6.3.1 用 80C196 串行口控制的键盘/显示器电路	160
6.3.2 用 8155 芯片构成的键盘/显示器接口电路	164
6.3.3 用 8279 芯片组成的键盘/显示器接口电路	169
6.4 打印机接口技术	181
6.4.1 TP μ P-40A 微型打印机与 8XC196 单片机的接口	181
6.4.2 PP40 与 8XC196 单片机的接口	185
第7章 输入输出通道配置技术	187
7.1 模拟量输入通道	187
7.1.1 信号处理装置	188
7.1.2 多路转换器	188
7.1.3 前置放大器	190
7.1.4 采样/保持电路	194
7.1.5 A/D 转换器的性能指标及接口逻辑设计要点	196
7.1.6 典型 A/D 转换器接口电路设计	198
7.2 模拟量输出通道	211
7.2.1 D/A 转换器的性能指标	211
7.2.2 典型 D/A 接口电路设计	212
7.3 数字量输入输出通道	223
7.3.1 数字量输入通道	223
7.3.2 数字量输出通道	224
第8章 数据处理方法	226
8.1 数字滤波	226
8.1.1 程序判断滤波	226
8.1.2 算术平均值滤波	228
8.1.3 加权平均值滤波	230
8.1.4 中值滤波	230
8.1.5 去极值平均滤波	232
8.1.6 滑动平均滤波	233
8.1.7 低通数字滤波	233
8.2 标度变换	233
8.2.1 线性参数标度变换	234
8.2.2 非线性参数标度变换	234
8.3 线性化处理	236
8.3.1 算法	236
8.3.2 插值法	237
8.4 越限报警处理	239
8.4.1 全软件报警程序	239
8.4.2 直接报警程序	242

第 9 章 控制算法	244
9.1 数字 PID 及其算法	245
9.1.1 PID 算法的数字化	245
9.1.2 PID 算法程序设计	247
9.1.3 PID 控制规律的脉冲传递函数	251
9.1.4 数字 PID 调节中的几个实际问题	252
9.1.5 PID 参数的整定	255
9.2 直接数字控制系统的脉冲传递函数	260
9.3 最小拍计算机控制系统的设计	261
9.3.1 最小拍控制系统数字控制器分析	261
9.3.2 最小拍控制系统数字控制器的设计	263
9.4 最小拍无纹波计算机控制系统的设计	267
9.4.1 单位阶跃输入最小拍无纹波系统的设计	268
9.4.2 单位速度输入最小拍无纹波系统的设计	268
9.4.3 最小拍无纹波系统设计举例	269
9.5 大林(Dahlin)算法	275
9.5.1 大林算法的 $D(z)$ 基本形式	275
9.5.2 振铃现象及其消除方法	277
9.5.3 大林算法的设计步骤	279
9.6 数字控制器 $D(z)$ 在单片机上的实现方法	280
9.6.1 直接程序设计法	281
9.6.2 串行程序设计法	282
9.6.3 并行程序设计法	283
9.6.4 数字控制器的设计	285
9.7 模糊控制技术	286
9.7.1 模糊控制的基本思想	287
9.7.2 模糊逻辑的基本概念	288
9.7.3 模糊控制系统的基本组成	289
9.7.4 模糊控制的特点	291
9.7.5 模糊控制算法的设计	292
9.7.6 模糊控制器的一般设计方法	299
第 10 章 计算机控制系统的可靠性与抗干扰技术	304
10.1 可靠性与抗干扰技术概述	304
10.1.1 干扰窜入计算机控制系统的主要途径	304
10.1.2 干扰的耦合方式	306
10.2 计算机控制系统的硬件抗干扰技术	307
10.2.1 过程通道干扰的抑制	307
10.2.2 反射波干扰的抑制	309
10.2.3 空间干扰的抑制	312

10.3 计算机控制系统的接地和电源保护技术·····	312
10.3.1 计算机控制系统的接地技术·····	312
10.3.2 计算机控制系统的电源保护技术·····	314
10.4 计算机控制系统的软件抗干扰技术·····	316
第11章 计算机控制系统的设计 ·····	320
11.1 计算机控制系统设计方法·····	320
11.2 单片机温度控制系统·····	325
11.2.1 系统组成及工作原理·····	325
11.2.2 温度控制的算法和程序·····	328
11.3 伺服电机控制系统设计·····	330
11.3.1 工艺介绍·····	330
11.3.2 硬件设计·····	331
11.3.3 软件设计·····	335
11.3.4 六坐标机器人的分布式控制系统·····	338
参考文献 ·····	343

第 1 章 绪 论

自 1975 年美国 Texas 仪器公司研制开发的第一台单片微型计算机问世以来, 单片机技术已发展成为计算机技术的一个独立分支。本章主要介绍单片机的发展概况以及单片机的特点和应用。

1.1 单片机的概念

大规模集成电路技术的发展, 推动了计算机技术向微型化方向的发展。利用超大规模集成电路技术把计算机的运算器和控制器 (即 CPU) 集成在一块芯片上的微处理器 (Microprocessor) 的出现促成了微型计算机 (Microcomputer) 的诞生。

自微型计算机出现 30 年来, 其技术应用发展日新月异, 应用范围已经渗透到各个领域。微型计算机的种类也随着应用领域的不同而有所不同。

1.1.1 微型计算机的分类

微型计算机的种类主要可以划分为微型计算机系统、单板微型计算机和单片微型计算机 3 大类。

1. 微型计算机系统

微型计算机系统 (Microcomputer System) 是以微处理器为中心, 配以一定容量的存储器——RAM 和 ROM, 以及 I/O 接口电路和必要的外部设备, 形成的一个微型计算机系统, 简称为微机系统。例如, IBMPC、286、386、486 及 586 等微机, 是一个包含主机、显示器、磁盘驱动器和打印机的基本微机系统。

2. 单板微型计算机

单板微型计算机 (Single Board Microcomputer) 是将微处理器、存储器——RAM 和 ROM, 以及 I/O 接口电路装制在一块印刷电路板上, 构成单板微型计算机, 简称为单板机。例如, TP-801 就是一种单板机。目前, 单板机正在被单片机取代。

3. 单片微型计算机

单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer) 是将微处理器、存储器——RAM 和 ROM, 以及 I/O 接口电路集成在一块芯片上, 构成单片微型计算机, 简称为单片机。例如 Intel 公司的 8031、8051 和 8096 等就是较为常用的单片机。

单片机是把微型计算机的基本功能部件集成在一块超大规模集成电路上构成的微型计算

机，具有应用面广、价格便宜的特点。嵌入单片机的产品便升级成为一种智能化的产品。

1.1.2 单片机的组成

基本的微型计算机由以下几部分组成：

- ① 中央处理器（CPU），包括运算器、控制器和内部寄存器组；
- ② 存储器，包括 ROM 和 RAM；
- ③ 输入输出（I/O）接口，用以连接外部输入输出设备。

随着计算机微型化的需要，人们把上述微型计算机的基本功能部件全部集成在一块半导体芯片上，使得一块集成电路芯片就是一个单片机。单片机除了具备一般微型计算机的功能外，为了提高实时控制能力，绝大部分单片机的芯片上还集成有定时器/计数器，某些单片机还带有 A/D 转换器等功能部件。一个基本的单片机的组成如图 1.1 所示。

单片机的设计主要是面向控制，因此，它的硬件结构、指令系统和 I/O 接口能力等方面均有其独特之处，其特点之一就是具有非常强的控制功能。所以，单片机不但是一个数据处理机，而且还是一个过程控制机。只要加上所需要的输入/输出设备，就可以构成一个实用的系统，满足各种应用领域的需要。

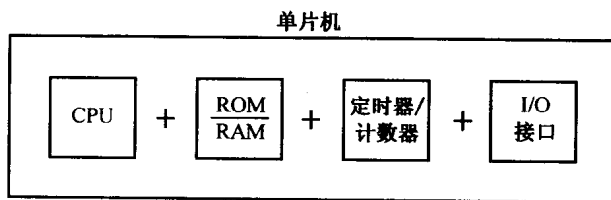


图 1.1 单片机基本组成

1.1.3 单片机的特点

单片机与一般的微型机（它们由微处理器、存储器和 I/O 接口电路等芯片组成，称之为多片微机）相比，具有以下特点。

（1）集成度高、体积小

在一块芯片上集成了构成一台微型计算机所需的 CPU、ROM、RAM、I/O 接口以及定时器/计数器等部件，能满足很多应用领域对硬件的功能要求，因而由单片机组成的应用系统结构简单，体积特别小。

（2）面向控制、功能强

单片机面向控制，它的实时控制功能特别强，CPU 可以直接对 I/O 接口进行各种操作，能针对性地完成从简单到复杂的各类控制任务。

（3）抗干扰能力强

单片机内 CPU 访问存储器、I/O 接口的信息传输线（即总线）大多数在芯片内部，因而不受外界的干扰，另外，由于单片机体积小，适应温度范围宽，在应用环境比较差的情况下，容易采取对系统进行电磁屏蔽等措施，在各种恶劣的环境下都能可靠地工作，所以单片机应用系统的可靠性比一般的微机系统高得多。

（4）使用方便

由于单片机内部功能强，系统扩展方便，因此应用系统的硬件设计非常简单，再加上国

内外提供了多种多样的单片机开发工具，它们具有很强的软硬件调试功能和辅助设计的手段，这样使单片机的应用极为方便，大大地缩短了系统研制的周期，还可方便地实现多机和分布式控制，使整个控制系统的效率和可靠性大为提高。

(5) 性能价格比高

由于单片机功能强、价格便宜，其应用系统的印板小，接插件少，安装调试简单等一系列原因，使单片机应用系统的性能价格比高于一般的微机系统。

(6) 容易产品化

单片机上述特性，缩短了单片机应用系统自样机至正式产品的过渡过程，使科研成果迅速转化为生产力。

1.2 单片机的发展概况

单片机自 1975 年诞生以来，经历了 20 多年的发展历史。就字长而言，单片机主要有 4 位、8 位、16 位和 32 位 4 种。

1.2.1 4 位单片机

单片机的开发和应用是从 4 位机开始的。4 位单片机的字长为 4 位，每次可并行运算或传送 4 位二进制数据，因此其内部结构简单，问世最早。自 1975 年以来，几乎所有的 4 位微型计算机就全是单片结构了。目前，4 位单片机以美国 National Semiconductor 公司的 COP402 系列和日本电气 NEC 公司的 μ PD75XX 系列为主。4 位单片机不仅结构简单、价格低廉，而且功能灵活，既有相当的数据处理能力，又具有一定的控制能力。

由于 4 位单片机具有较高的性能价格比，至今仍有广泛的市场，主要用于家用电器、民用电子装置和电子玩具等。目前，虽然 4 位单片机的产量仍很大，但在单片机生产中的比重却逐年下降。

1.2.2 8 位单片机

以美国 Intel 公司的 MCS-48 为代表的 8 位单片机，包含了 8 位 CPU、1KB 的 ROM、64Byte 的 RAM、27 根 I/O 接口引脚端、1 个 8 位定时器/计数器和两个中断源。如 Intel 公司的 MCS-48 系列、Motorola 公司的 6805 系列等。在 1978 年以前生产的 8 位单片机，由于受集成度（几千只管/片）的限制，一般都没有串行接口，并且寻址空间的范围小于 8KB，从性能上来看，属于低档 8 位单片机。

1978 年以后，随着大规模集成电路工艺水平的提高，一些高性能的 8 位单片机相继问世。如 1978 年 Motorola 公司的 MC6805 系列；1979 年 NEC 公司的 PD78XX 系列；1980 年 Intel 公司的 MCS-51 系列等 8 位单片机。这类单片机的寻址能力达 64~128KB，片内 ROM 容量达 4~8KB、RAM 达 128~256Byte，片内除了带有并行 I/O 接口外，还有串行 I/O 接口，甚至某些还有 A/D 转换功能，因此，这类单片机属于高性能 8 位单片机。它们将代表单片机发展的方向，在单片机应用领域中有着广阔的市场。

8 位单片机由于其功能强、品种多，被广泛应用于各个领域。随着价格的不断下降，估

计今后几年内 8 位单片机仍会活跃在单片机的舞台上。

1.2.3 16 位单片机

集成电路的集成度达到 10 万只管/片以上时, 16 位单片机随之问世。Mostek 公司的 68200 是第一个公布于世的 16 位单片机。

1983 年 Intel 公司研制出 16 位 MCS-96 系列单片机, 8096 是整个 MCS-96 系列的代表性的产品, 集成度为 12 万只管/片, 内含 16 位 CPU、8KB ROM、232Byte RAM、5 个 8 位并行 I/O 接口、4 个全双工串行口、4 个 16 位定时器/计数器、8 个通道的 10 位 A/D 转换器和 8 级中断处理系统。20 世纪 80 年代末 Intel 公司又推出了 MCS-96 系列的新成员 8098, 它的结构和功能与 8096 类同, 内部 CPU 寄存器为 16 位, 但外部数据总线为 8 位, 这样在保持内部 16 位高速运算的条件下, 可使用户系统更简单。由于 8098 单片机的价格较低廉, I/O 接口方便, 因此受到广大用户的青睐。

1.2.4 32 位单片机

8 位单片机和 16 位单片机是真正的单片微型计算机, 因为它们包含了一台计算机所应该具有的全部基本部件。从这个含义来讲, 目前问世的 32 位单片机已不是名副其实的单片机了, 因为它们一般都不把存储器部分集成在同一芯片上。Intel 公司把前者称为嵌入式微控制器 (Embedded Microcontroller), 把后者 (不包含存储器的) 称为嵌入式处理器 (Embedded Processor), 二者统称为单片机。例如 Intel 公司推出的 32 位单片机——80386EX 是一种全静态设计的、以 80386SX 为内核的、包含有 386SX 个人计算机绝大部分外设器件并增添了某些单片机的特征的 32 位嵌入式处理器。这种单片机的 CPU 结构和指令系统与动态型 80386SX 相同, 它可以在 DOS 和 Windows 的环境下开发软件, 使得为数众多的 PC 机用户毋须经过长期的培训学习就可加入到 80386EX 的开发行列中, 极大地缩短了开发周期。80386EX 强大的数据处理能力, 使得嵌入式应用系统可以采用多媒体技术、全静态设计和低电压工作芯片 (3V), 使它能用于复杂的便携式系统中。

1.3 单片机的应用

单片机应用范围不断地扩大。可以说, 在人们的日常生活、生产中处处都离不开单片机。单片机的应用, 打破了人们的传统设计思想, 原来很多用模拟电路、脉冲数字电路、逻辑部件来实现的功能, 现在可以无需增加硬设备, 而是通过软件完成。使用单片机可靠、经济, 现已广泛应用于国民经济的各个领域, 对各个行业的技术改造和产品的更新换代起到重要的推动作用。

1. 工业过程控制

由于单片机的 I/O 接口线多, 位操作指令丰富, 逻辑操作功能强, 所以, 特别适用于工业过程控制。它既可以作为主机使用, 也可以作为分布式控制系统的前端机。在作为主机使用的系统中, 单片机作为核心控制部件, 用来完成模拟量和开关量的采集、处理和控制计

算(包括逻辑运算),然后输出控制信号。特别是由于单片机有丰富的逻辑判断和位操作指令,所以广泛应用于开关量控制、顺序控制以及逻辑控制。如锅炉控制、加热炉控制、电机控制、机器人控制、交通信号灯控制、造纸纸浆浓度控制、纸张定量水分及厚薄控制、纺织机控制、汽车点火、变速、防滑刹车、排气、引擎等控制,数控机床,雷达、导弹控制,以及航天导航系统和鱼雷制导系统等。

2. 智能仪表

单片机广泛用于各种仪器仪表,使仪器仪表智能化,提高它们的测量速度和测量精度,加强控制功能,简化仪器仪表的硬件结构,便于使用、维修和改进。用单片机改造原有的测量、控制仪表,能促进仪表向数字化、智能化、多功能化、综合化和柔性化发展,如温度、压力、流量、浓度显示和控制仪表等。通过采用单片机软件编程技术,使长期以来测量仪表中存在的误差修正、线性化处理等难题迎刃而解。目前国内外均把单片机在仪表中的应用看作是仪器仪表产品更新换代的标志。单片机在仪器仪表中的应用非常广泛,例如,数字温度控制仪、智能流量计、红外线气体分析仪、氧化分析仪、激光测距仪、各种医疗器械、数字万能表、智能电度表、各种电子秤、皮带秤以及转速表等。不仅如此,在许多传感器中,也装有单片机,形成所谓智能传感器,用来对各种被测参数进行现场处理。

3. 机电一体化产品

单片机与传统的机械产品的结合,使传统机械产品结构简化,控制智能化,构成了新一代的机电一体化产品。机电一体化产品是指集机械技术、微电子技术、自动化技术和计算机技术于一体,具有智能化特征的机电产品,是机械工业发展的方向。单片机的出现促进了机电一体化,它作为机电产品中的控制器,能充分发挥体积小、可靠性高、功能强和安装方便等优点,大大强化了机器的功能,提高了机器的自动化、智能化程度。例如,在电传打字机的设计中由于采用了单片机,取代了近千个机械部件;在数控机床的简易控制机中,采用单片机增强了可靠性及功能,降低了控制机成本。

4. 计算机网络及通信技术

比较高档的单片机都具有通信接口,为单片机在计算机网络与通信设备中的应用创造了很好的条件。例如,Intel公司的8044,是由8051单片机及SDLC通信接口组合而成,用高性能的串行接口单元SIU代替传统的UART。由于SIU只有两根双绞线,采用半双工通信形式,因而最适合远距离通信。以8044为基础组成的BITBUS位总线是一种高性能、低价格的分布式控制系统,比Ethernet网、Ominet网更经济、更灵活、更可靠,传送距离可达1200m,传送速率为2.4Mbit/s,网络节点为28个;通过中继器,其传送距离可达13.2km,节点数增为250个。单片机在多机系统中,往往作为一个终端机,安装在系统的某些节点上,对现场信息进行实时测量和控制。

5. 家用电器

由于单片机价格低廉、体积小,逻辑判断、控制功能强,且内部具有定时/计数器,所

以广泛应用于家用电器。例如，洗衣机、电冰箱、微波炉、电饭煲、恒温箱、高级智能玩具、电子门铃，电子门锁、立体声音响和家用防盗报警器等。家用电器涉及到千家万户，生产规模大，配上单片机后使其身价百倍，深得用户的欢迎，前途十分广阔。