



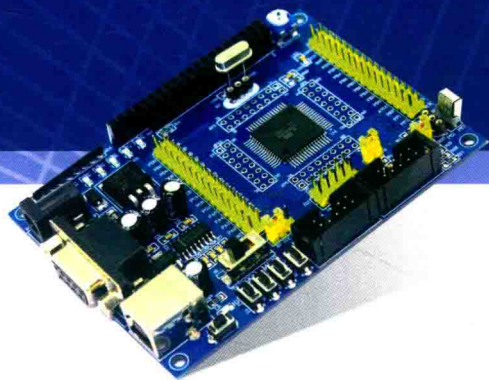
普通高等教育“十三五”规划教材



MICRO PROCESSOR

单片机及安全监控

◎ 余修武 李向阳 叶勇军 陈海文 编著



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>

普通高等教育“十三五”规划教材

单片机及安全监控

余修武 李向阳 叶勇军 陈海文 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共9章,第1、2章分别介绍单片机基础知识和结构原理;第3~5章介绍单片机系统软件,包括系统指令、汇编语言程序设计、中断系统及定时/计数器;第6~8章介绍单片机监控外围系统,包括监控系统扩展、串行通信、接口;第9章介绍单片机安全监控系统设计。每章均有本章基本要求、本章小结、习题及技能设计模块。习题和技能设计是作者在多年科研与教学中提炼出来的,旨在培养读者解决实际复杂工程问题的能力。

本书全面系统地介绍了单片机的结构原理和监控技术,精选了大量的系统应用实例,具有实际参考价值。本书内容简练,深入浅出,具有一定的深度和广度,可作为高等院校自动化、安全、计算机、测控、机电等相关专业的本科生或研究生教材,也可供从事单片机设计开发和应用等相关领域的研究人员及工程技术人员参考。

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

单片机及安全监控/余修武等编著. —北京:电子工业出版社,2017.9

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-121-32769-8

I. ①单… II. ①余… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第235792号

责任编辑:杨秋奎(yangqk@phei.com.cn)

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:17.75 字数:489千字

版 次:2017年9月第1版

印 次:2017年9月第1次印刷

定 价:58.00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)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:(010)88254694。

前 言

随着科学技术的进步和工业生产的发展,现代化装备系统的功能越来越完善、结构越来越复杂,其可靠性及安全问题也日益突出,灾难性事故时有发生。在可靠安全监控等方面,对现代化装备系统的自动化和智能化程度的要求越来越高。安全监控(也称为安全测控)是指监测与控制两种功能的结合,监测设备采集被监测设备或场所的某些特征数据,处理器(如单片机)对监测数据进行分析比较,由控制设备改变被控设备的运行状态,达到自动维持安全和稳定的目的。

单片机是单片微型计算机的简称,是面向对象的用于实时监控领域的微控制器。单片机几乎把计算机系统的各功能模块都集成在同一块芯片上,完成了整个系统的功能。单片机年用量达上百亿片,是计算机通用微处理器年用量的几十倍。由于单片机具有体积小、运行可靠、功耗和成本低等特点,因此在智能传感器与监控、电力自动化、机器人、数控车床、工业控制、智能仪表仪器、航空航天、信息通信、交通、家电、汽车等诸多领域均获得了广泛的应用。单片机嵌入式系统的开发与应用,是计算机技术发展史上又一个里程碑。

对于工科相关专业的大学生、研究生和科研技术人员来说,学习和掌握单片机监控技术是非常必要的。工科相关专业要像开设计算机基础一样开设单片机监控课程,有了通用计算机的基础,再学单片机就较为容易,学时数也可适当减少。单片机和通用计算机是微型机发展的两大分支,其基本结构、工作理论、监控技术都非常类似。这样既可以把计算机技术运用到本专业或相关领域,又使计算机与单片机课程互通互补、相互衔接,能够使读者加深理解,达到事半功倍的学习效果。

本书以 80C51 系列单片机为对象,结合了其在人类的生活、交通、工业生产等领域的安全监控应用与设计,既符合教学特点的典型性和实验设备成熟性,又不失内容的先进性与实用性。本书共安排了 9 个技能设计和 5 个安全监控系统设计实例,希望读者从感性认识和实践入手,理论结合实践,逐步锻炼解决实际复杂工程问题的能力。

本书共 9 章,第 1、2 章分别介绍单片机基础知识和结构原理;第 3~5 章介绍单片机系统软件,包括系统指令、汇编语言程序设计、中断系统及定时/计数器;第 6~8 章介绍单片机监控外围系统,包括监控系统扩展、串行通信、接口;第 9 章介绍单片机安全监控系统设计。本书全面系统地介绍了单片机的结构原理和监控技术,精选了大量的系统应用实例,具有实际参考价值。本书内容简练,深入浅出,具有一定的深度和广度。每章配有本章基本要求、本章小结、习题和技能设计,以利于读者“学”“做”结合。书后附录中给出部分习题答案,供读者参考。

本书主要由余修武编著,李向阳、叶勇军、陈海文参与了部分章节的编著,余员琴、江珊也参与了编写工作,范飞生、张枫、周利兴、张可、胡沐芳、刘琴、余齐豪等也做了部分工作。在开展本书内容的研究过程中,得到了湖南省普通高等学校教学改革研究项目(No.2016-351)、

南华大学研究生教育教学改革课题(No.2016JG025)、湖南省教育厅自然科学研究重点项目(No.15A161)、金属矿山安全与健康国家重点实验室开放基金项目(No.2016-JSKSSYS-04)、湖南省铀尾矿库退役治理技术工程研究中心(No.2016TP2006)、南华大学安全科学与工程重点学科(No.NH XK03)的联合资助。本书由南华大学资助出版。在此,对所有曾在本书内容研究、撰写和出版过程中给予帮助支持的人和单位,我们表示由衷的感谢。尤其感谢本书所引用参考资料的所有原作者们,由于编写过程中参考文献较多,难以一一列出,在此向原作者致敬。

鉴于作者学识水平及掌握的资料所限,书中不足之处,恳请各位专家和广大读者批评指正!

作者

2017年8月

目 录

第1章 单片机概述	1
1.1 计算机中的数据信息	1
1.1.1 计算机中数据的类型	1
1.1.2 数制及其转换	1
1.1.3 数在计算机内的表示	2
1.1.4 字符在计算机内的表示	4
1.2 单片机基础	5
1.2.1 单片机及其监控系统	5
1.2.2 单片机的分类	5
1.2.3 单片机的应用特点	6
1.2.4 单片机的发展过程及趋势	6
1.2.5 单片机监控应用	7
1.3 MCS-51 与 80C51 系列单片机	7
1.3.1 MCS-51 系列单片机	7
1.3.2 80C51 系列单片机	8
本章小结	9
习题 1	9
技能设计 1 单片机开发软件 KEIL μ VISION 3 的使用简介	10
第2章 单片机结构原理	21
2.1 80C51 基本架构与监控模式	21
2.1.1 80C51 基本架构	21
2.1.2 80C51 监控模式	21
2.2 80C51 系列配置与封装	22
2.2.1 80C51 资源配置	22
2.2.2 80C51 封装与引脚	23
2.3 80C51 内部结构	24
2.3.1 80C51 芯片内部逻辑结构	24
2.3.2 80C51 时钟和时序	26
2.3.3 80C51 复位	29
2.4 80C51 I/O 接口	29
2.4.1 P0 口、P2 口的结构	30
2.4.2 P1 口、P3 口的结构	32
2.4.3 并行接口的负载能力	33

2.5	80C51 存储器	34
2.5.1	80C51 程序存储器	34
2.5.2	80C51 数据存储器	35
2.5.3	80C51 特殊功能寄存器	36
本章小结		37
习题 2		38
技能设计 2 基本 I/O 口输出与输入		39
第 3 章 单片机指令系统		43
3.1	80C51 指令系统概述	43
3.2	指令格式及常用符号	43
3.2.1	机器指令编码格式	43
3.2.2	符号指令格式	45
3.2.3	符号指令及其注解中常用符号含义	45
3.3	80C51 寻址方式及指令执行过程	45
3.3.1	80C51 寻址方式	45
3.3.2	80C51 指令执行过程	49
3.4	单片机监控系统指令类型	50
3.4.1	数据传送类指令 (29 条)	50
3.4.2	算术运算类指令 (24 条)	54
3.4.3	逻辑运算与移位类指令 (24 条)	58
3.4.4	控制转移类指令 (17 条)	60
3.4.5	位操作类指令 (17 条)	64
本章小结		66
习题 3		66
技能设计 3 80C51 驱动蜂鸣器发声		68
第 4 章 单片机汇编语言程序设计		71
4.1	程序编制步骤、方法和技巧	71
4.1.1	程序编制步骤	71
4.1.2	程序编制方法和技巧	72
4.1.3	汇编语言语句格式	72
4.2	源程序编制和伪指令	73
4.2.1	源程序编制和汇编	73
4.2.2	伪指令	74
4.3	基本程序结构	76
4.3.1	顺序程序	76
4.3.2	分支程序	77
4.3.3	循环程序	80
4.3.4	子程序及参数传递	82
4.4	80C51 单片机汇编语言程序设计举例	84
4.4.1	算术运算程序	84

4.4.2 码型转换程序	88
4.4.3 查表程序	90
4.4.4 定时程序	92
本章小结	92
习题 4	93
技能设计 4 八位数码管动态循环显示	94
第 5 章 单片机中断系统及定时/计数器	97
5.1 80C51 单片机中断系统	97
5.1.1 单片机中断技术	97
5.1.2 单片机中断系统结构	98
5.1.3 单片机中断源	99
5.1.4 单片机中断控制	99
5.1.5 单片机中断过程	102
5.1.6 应用实例	107
5.2 80C51 单片机定时/计数器	108
5.2.1 定时/计数器的概念	108
5.2.2 定时/计数器的结构和工作原理	109
5.2.3 定时/计数器的控制	110
5.2.4 定时/计数器的工作方式	111
5.2.5 定时/计数器外部中断源的扩展	117
5.2.6 应用实例	117
5.3 80C51 单片机中断与定时/计数器的综合应用	118
5.3.1 实现时钟计时显示的基本方法	118
5.3.2 程序流程	119
5.3.3 程序清单	119
本章小结	121
习题 5	122
技能设计 5 数码管显示 00~59 秒表	124
第 6 章 单片机监控系统扩展	128
6.1 单片机最小系统	128
6.1.1 8051/8751 的最小系统	128
6.1.2 8031 最小系统	129
6.2 存储器扩展	130
6.2.1 存储器扩展概述	130
6.2.2 程序存储器扩展	134
6.2.3 数据存储器扩展	137
6.2.4 ROM 和 RAM 综合扩展	141
6.3 I/O 接口扩展	141
6.3.1 I/O 接口功能	142

6.3.2	I/O 端口编址	142
6.3.3	I/O 数据传送方式	142
6.3.4	I/O 接口电路芯片	143
6.3.5	简单 I/O 口扩展	143
6.4	8255A 可编程并行接口芯片	144
6.4.1	8255A 芯片介绍	144
6.4.2	8255A 工作方式	145
6.4.3	8255A 控制字	147
6.4.4	8255A 与 80C51 单片机接口	147
6.5	8155 可编程并行接口芯片	148
6.5.1	8155 芯片介绍	149
6.5.2	8155 与 80C51 单片机接口	152
6.6	8279 接口芯片	152
6.6.1	8279 的内部逻辑结构	153
6.6.2	8279 的引脚定义	154
6.6.3	8279 的操作命令	155
6.6.4	8279 的状态字	157
6.7	键盘及接口	158
6.7.1	键盘的输入特点	158
6.7.2	键盘的工作原理	159
6.7.3	键盘的工作方式	161
6.8	LED 显示器及其接口	162
6.8.1	LED 显示器的结构与原理	162
6.8.2	LED 数码管显示器的译码方式	162
6.8.3	LED 数码管的显示方式	163
6.8.4	LED 显示器与单片机的接口	164
6.9	键盘/显示器接口设计实例	165
6.9.1	利用并行接口芯片 8155 构成键盘和显示接口电路	166
6.9.2	利用专用接口芯片 8279 构成键盘和显示接口电路	167
6.9.3	利用单片机串行口构成键盘和显示接口电路	169
	本章小结	169
	习题 6	170
	技能设计 6 可编程接口芯片 8255A 的应用	171
第 7 章	单片机监控串行通信	174
7.1	串行通信基础	174
7.1.1	串行通信的基本原理	175
7.1.2	串行通信的接口标准	179
7.2	80C51 单片机串行接口	184
7.2.1	串行接口的结构	184
7.2.2	串行接口的控制寄存器	185

7.2.3 串行接口的工作方式	186
7.3 单片机串行接口监控应用	191
7.3.1 单片机与单片机通信	192
7.3.2 单片机与计算机通信	195
本章小结	196
习题 7	196
技能设计 7 单片机间监控串行通信	198
第 8 章 单片机监控接口	201
8.1 D/A 转换器及其与单片机接口	201
8.1.1 D/A 转换器	201
8.1.2 DAC0832 芯片及其与单片机接口应用	203
8.2 A/D 转换器及其与单片机接口	208
8.2.1 A/D 转换器	208
8.2.2 ADC0809 芯片及其与单片机接口应用	209
8.3 监控开关量接口	212
8.3.1 开关量输入接口	212
8.3.2 开关量输出接口	213
本章小结	215
习题 8	215
技能设计 8 利用 ADC0809 芯片制作数字电压表	217
第 9 章 单片机安全监控系统设计	221
9.1 单片机安全监控系统设计与开发	221
9.1.1 安全监控系统设计要求	221
9.1.2 安全监控系统设计步骤	221
9.1.3 安全监控系统开发	222
9.1.4 安全监控系统的开发方式	223
9.2 单片机安全监控系统可靠性技术	225
9.2.1 滤波技术	225
9.2.2 接地技术	226
9.2.3 屏蔽技术	229
9.2.4 隔离技术	229
9.2.5 反电势干扰及其抑制技术	230
9.3 单片机安全监控系统设计实例	230
9.3.1 家电领域的监控系统	231
9.3.2 水塔的水位监控系统	238
9.3.3 作息时间监控钟	241
9.3.4 交通信号灯模拟监控系统	243
9.3.5 工业顺序监控系统	245
本章小结	247
习题 9	247

技能设计 9 课程设计(综合)——电脑监控钟的设计与制作	247
附录	261
附录 A 80C51 系列单片机指令	261
附录 B 80C51 系列单片机常用资料	265
附录 C ASCII 码(美国标准信息交换码)表	267
附录 D 二进制逻辑单元图形符号对照	268
附录 E 常用芯片引脚图	269
附录 F 部分习题答案	270
参考文献	273

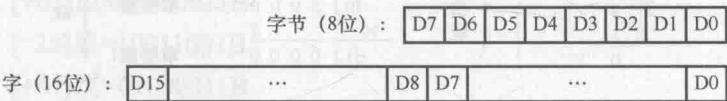
第1章 单片机概述

本章基本要求：熟悉计算机中的数制和编码，了解 80C51 系单片机的概念、特点、发展及应用领域，理解典型单片机系列的基本情况。

1.1 计算机中的数据信息

1.1.1 计算机中数据的类型

计算机中所有的数据都是用二进制表示的，有的数据是用 8 位二进制表示，有的用 16 位二进制表示，有的用 32 位二进制表示。这就跟数据类型有关，在计算机中，数据类型有字节、字、双字等。针对不同类型数据，二进制表示位数也不同，下面是两种常用数据类型格式——字节（8 位）、字（16 位）。



1.1.2 数制及其转换

1.1.2.1 数制

数制是指计数的规则。在日常生活中人们最熟悉的是十进制，此外还有二进制、十六进制等。为了区分不同的进位进制，一般在数字后面加上数制字符，例如，2 代表二进制、10 代表十进制、16 代表十六进制；也可以用字母来表示数制，B 代表二进制、D 代表十进制、H 代表十六进制。

二进制计数法的特点是：以 2 为底，逢 2 进位；需要 2 个数字符号 0,1。

十进制计数法的特点是：以 10 为底，逢 10 进位；需要 10 个数字符号 0,1,2,...,9。

十六进制计数法的特点是：以 16 为底，逢 16 进位；需要 16 个数字符号 0,1,2,...,9,A,B,C,D,E,F。

部分自然数的三种进制表示如表 1-1 所示。

表 1-1 部分自然数的三种进制表示

十进制	二进制	十六进制	十进制	二进制	十六进制
0	0	0	7	111	7
1	1	1	8	1000	8
2	10	2	9	1001	9
3	11	3	10	1010	A
4	100	4	11	1011	B
5	101	5	12	1100	C
6	110	6	13	1101	D

(续表)

十进制	二进制	十六进制	十进制	二进制	十六进制
14	1110	E	19	10011	13
15	1111	F	20	10100	14
16	10000	10	32	100000	20
17	10001	11	100	1100100	64
18	10010	12	1000	1111101000	3E8

1.1.2.2 数制之间的转换

(1) 十进制转换成二进制

十进制→二进制：整数部分除 2 取余；小数部分乘 2 取整。

例 1.1 $(58)_{10}$ 和 $(0.8125)_{10}$ 转换成二进制。

		0.8125	
		×	2
		[1.]	6250 取整数1
		×	2
		[1.]	2500 取整数1
		×	2
		[0.]	5000 取整数0
		×	2
		[1.]	0000 取整数1

2	58	余数	
2	29	0	
2	14	1	
2	7	0	
2	3	1	
2	1	1	
	0	1	

余数倒联

$$(58)_{10} = (111010)_2$$

$$(0.8125)_{10} = (0.1101)_2$$

(2) 二进制与十六进制之间的转换

二进制→十六进制：以小数点为基准向左或向右，每 4 位为一组（若不足 4 位则补 0）用 1 个十六进制数字表示。

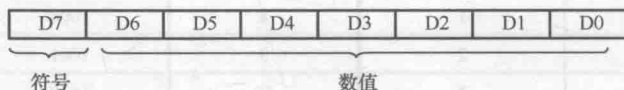
十六进制→二进制：把每个十六进制数字用 4 位二进制数表示。

例 1.2 将 $(111010.1101)_2$ 转换成十六进制。

$$(111010.1101)_2 = \frac{0011\ 1010}{3\ B} \cdot \frac{1101}{D} = (3B.D)_{16}$$

1.1.3 数在计算机内的表示

计算机中的数通常有两种：无符号数和有符号数。无符号数由于不带符号，表示时比较简单，直接用它对应的二进制形式表示。假设机器字长为 8 位，则一个数据可用 8 位（二进制）来表示，例如，123 表示成 01111011B。有符号数带有正负号，通常在计算机中表示有符号数时，在数的前面一位作为符号位。正数表示为 0，负数表示为 1，其余的位用以表示数的大小。这种连同符号位一起作为一个数，称为机器数，它的数值称为机器数的真值。假设机器字长为 8 位，有符号数格式如下：

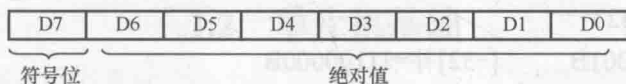


1.1.3.1 原码、反码和补码

机器数在计算机中有三种表示法：原码、反码和补码。

原码表示时，最高位为符号位，正数用 0 表示，负数用 1 表示，其余的位用于表示数的绝

对值。假设机器字长为 8 位，某个数原码格式如下：



对于一个 n 位的二进制，它的原码表示范围为 $-(2^{n-1}-1) \sim +(2^{n-1}-1)$ 。例如，如果用 8 位二进制表示原码，则数的范围为 $-127 \sim +127$ 。

例 1.3 求+67、-25 的原码（机器字长 8 位）。

因为 $|+67|=67=1000011\text{B}$

$|-25|=25=11001\text{B}$

所以 $[+67]_{\text{原}}=01000011\text{B}$

$[-25]_{\text{原}}=10011001\text{B}$

反码表示时，最高位为符号位，正数用 0 表示，负数用 1 表示。正数的反码与原码相同；而负数的反码可在原码的基础之上，符号位不变，其余位取反得到。

对于一个 n 位的二进制，它的反码表示范围为 $-(2^{n-1}-1) \sim +(2^{n-1}-1)$ 。对于 0，假设机器字长为 8 位，-0 的反码为 11111111B，+0 的反码为 00000000B。

例 1.4 求+67、-25 的反码（机器字长 8 位）。

因为 $[+67]_{\text{原}}=01000011\text{B}$

$[-25]_{\text{原}}=10011001\text{B}$

所以 $[+67]_{\text{反}}=01000011\text{B}$

$[-25]_{\text{反}}=11100110\text{B}$

补码表示时，最高位为符号位，正数用 0 表示，负数用 1 表示。正数的补码与原码相同；而负数的补码可在原码的基础之上，符号位不变，其余位取反，末位加 1 得到。对于一个负数 X ， X 的补码也可用 $2^n - |X|$ 得到，其中 n 为计算机字长。

例 1.5 求+67、-25 的补码（机器字长 8 位）。

因为 $[+67]_{\text{原}}=01000011\text{B}$

$[-25]_{\text{原}}=10011001\text{B}$

所以 $[+67]_{\text{补}}=01000011\text{B}$

$[-25]_{\text{补}}=11100111\text{B}$

1.1.3.2 补码的加减运算

补码的加法运算规则：

$[X+Y]_{\text{补}}=[X]_{\text{补}}+[Y]_{\text{补}}$

$[X-Y]_{\text{补}}=[X]_{\text{补}}+[-Y]_{\text{补}}$

对于 $[-Y]_{\text{补}}$ ，也可以由 $[Y]_{\text{补}}$ 求出。即把 $[Y]_{\text{补}}$ 的符号与数值位一起取反，末位加 1，结果就等于 $[-Y]_{\text{补}}$ 。

例 1.6 假设计算机字长为 8 位，完成下列补码运算。

(1) $25+32$

$[25]_{\text{补}}=00011001\text{B}$ $[32]_{\text{补}}=00100000\text{B}$

$[25]_{\text{补}}=00011001$

$+ \quad [32]_{\text{补}}=00100000$

00111001

所以 $[25+32]补=[25]补+[32]补=00111001B=[57]补$

(2) $25+(-32)$

$[25]补=0011001B$ $[-32]补=11100000B$

$[25]补=00011001$

$+ \quad [-32]补=11100000$

11111001

所以 $[25+(-32)]补=[25]补+[-32]补=11111001B=[-7]补$

1.1.3.3 十进制数的表示

十进制是人们在生活中最习惯的数制。人们通过键盘向计算机输入数据时,常用十进制输入;显示器向人们显示的数据也多为十进制形式。但计算机能直接识别与处理的是二进制,所以就必须对十进制进行编码。十进制编码又称为 BCD 码。常用的 BCD 码如表 1-2 所示。

表 1-2 常用的 BCD 码

十进制数	BCD 码	十进制数	BCD 码
0	0000B	5	0101B
1	0001B	6	0110B
2	0010B	7	0111B
3	0011B	8	1000B
4	0100B	9	1001B

其中 BCD 码又分压缩 BCD 码和非压缩 BCD 码。压缩 BCD 码又称为 8421BCD 码,它是用四位二进制编码来表示一位十进制符号。非压缩 BCD 码是用八位二进制数来表示一位十进制符号,其中低四位二进制编码与压缩 BCD 码相同,高四位任取。

例如,十进制数 124 的压缩 BCD 码为 0001 0010 0100。十进制数 4.56 的压缩 BCD 码为 0100.0101 0110。十进制数 124 的非压缩 BCD 码为 0000 0001 0000 0010 0000 0100。

1.1.4 字符在计算机内的表示

在计算机中除了数值之外,还有一类非常重要的数据,那就是字符,如英文的大小写字母(A,B,C,⋯,a,b,c,⋯)、数字符号(0,1,2,⋯,9)及其他常用符号(如?、=、%、+等)。在计算机中,这些符号都是用二进制编码的形式表示。

现在的计算机中字符数据的编码通常采用的是美国信息交换标准代码 ASCII 码(American Standard Code for Information Interchange)。基本 ASCII 码标准定义了 128 个字符,用七位二进制来编码。ASCII 码常用于计算机与外部设备的数据传输。如通过键盘的字符输入,通过打印机或显示器的字符输出。常用字符的 ASCII 码如表 1-3 所示。

表 1-3 常用字符的 ASCII 码

字 符	ASCII 码	字 符	ASCII 码	字 符	ASCII 码	字 符	ASCII 码
0	30H	A	41H	a	61H	SP (空格)	20H
1	31H	B	42H	b	62H	CR (回车)	0DH
2	32H	C	43H	c	63H	LF (换行)	0AH
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	BEL (响铃)	07H
9	39H	Z	49H	z	7AH	BS (退格)	08H

1.2 单片机基础

1.2.1 单片机及其监控系统

单片机是指集成在一个芯片上的微型计算机，也就是把组成微型计算机的各种功能部件，包括 CPU（Central Processing Unit）、随机存取存储器 RAM（Random Access Memory）、只读存储器 ROM（Read-only Memory）、基本输入/输出（Input/Output）接口电路、定时器/计数器等部件都制作在一块集成芯片上，构成一个完整的微型计算机，从而实现微型计算机的基本功能。单片机内部结构示意图如图 1-1 所示。

单片机实质上是一个集成电路芯片。在实际应用中，通常将单片机芯片外加各种扩展接口电路、外部设备、被控对象等硬件和软件，构成一个单片机应用系统。

单片机监控系统是以单片机为核心，配以输入/输出、显示、控制等外围电路和软件，能实现一种或多种功能的实用系统。单片机监控系统由硬件和软件两部分组成，硬件是监控系统的基础，软件则是对硬件资源进行的调配和使用，从而完成监控系统所要求的控制任务，二者缺一不可。单片机监控系统的组成如图 1-2 所示。

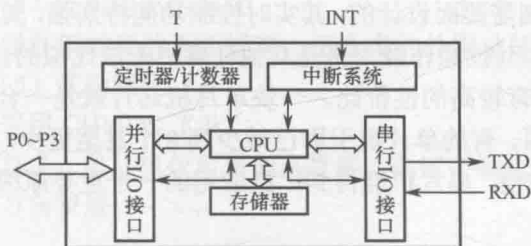


图 1-1 单片机内部结构示意图

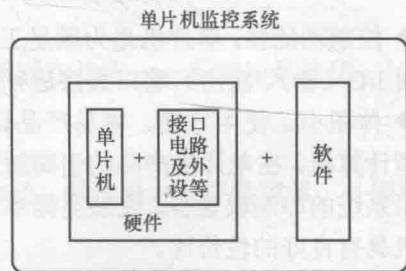


图 1-2 单片机监控系统组成

单片机监控系统开发人员必须从硬件和软件两个角度来深入了解和掌握单片机技术，并将二者有机结合起来，才能够实现或完成具有特定功能的单片机监控系统或整机产品。

1.2.2 单片机的分类

目前单片机品种很多，至少有 50 多个系列、300 多个品种。

1.2.2.1 按字长分类

◆ 4 位单片机：控制功能较弱，CPU 一次只能处理 4 位二进制。典型产品有 NEC 公司的 UPD75XX 系列、NS 公司的 COP400 系列、夏普公司的 SMXX 系列等。

◆ 8 位单片机：控制功能较强，品种最为齐全。典型产品有：Intel 公司的 MCS-48 系列、MCS-51 系列，Microchip 公司的 PIC16CXX 系列、PIC17CXX 系列及 PIC1400 系列，Motorola 公司的 M68HC05 系列和 M68HC11 系列，Zilog 公司的 Z8 系列等。

◆ 16 位单片机：16 位单片机是在 1983 年以后发展起来的。运算速度快，有的单片机的寻址能力达 1MB，片内含有 A/D 和 D/A 转换电路，支持高级语言。典型产品有 Intel 公司的 MCS-96/98 系列、Motorola 公司的 M68HC16 系列、NS 公司的 783XX 系列等。

◆ 32 位单片机：字长为 32 位，是单片机的顶级产品，具有极高的运算速度。典型产品

有 Intel 公司的 MCS-80960 系列、Motorola 公司的 M68300 系列、Hitachi 公司的 Super H (简称 SH) 系列等。

1.2.2.2 按控制要求分类

◆ 通用型：通用型单片机是一种基本芯片，它内部资源比较丰富，性能全面且适用性强，能满足多种应用需求。用户根据需要，可以设计一个以通用单片机芯片为核心再配以其他外围电路的测控系统。

◆ 专用型：专门针对某些产品的特定用途而制作的单片机。例如，电度表和 IC 卡读写器上的单片机等。专用型单片机针对性强且数量巨大，对系统结构的最简化、可靠性最佳化和成本的最低化等方面都作了全面的考虑，具有十分明显的综合优势。

1.2.2.3 按制造工艺分类

◆ HMOS 工艺：高密度短沟道 MOS 工艺，具有高速度、高密度的特点。

◆ CHMOS (或 HCMOS) 工艺：互补的金属氧化物的 HMOS 工艺，是 CMOS 与 HMOS 的结合。CHMOS 工艺既保持了 HMOS 高密度和高速度的特点，还具有 CMOS 低功耗的特点。

1.2.3 单片机的应用特点

◆ 控制功能强。单片机是为满足工业控制需要而设计的，其实时控制功能特别强，其 CPU 可以对 I/O (输入/输出) 端口直接进行操作，其位操作能力更是其他计算机无法比拟的。

◆ 体积小、使用方便、容易产品化、具有较高的性价比。一块单片机芯片就是一台完整的微型计算机。在单片机产品的引脚封装方面，有的单片机引脚已减少到 8 个甚至更少，从而使应用系统的印制板更少，安装更简单、更方便。单片机能得到广泛应用的一个重要原因就是单片机具有良好的性价比。

◆ 可靠性高。由于 CPU、存储器及 I/O 接口集成在同一芯片内，各部件间连接紧凑，数据在传送时不易受干扰和环境条件的影响，所以单片机的可靠性非常高。

1.2.4 单片机的发展过程及趋势

1.2.4.1 单片机发展过程

单片机技术发展十分迅速，产品种类琳琅满目。纵观整个单片机技术发展过程，可以分为四个阶段。

◆ 第一阶段 (1976—1978 年)：低性能单片机的探索阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表，采用了单片结构，即在一块芯片内含有 8 位 CPU、定时/计数器、并行 I/O 口、RAM 和 ROM 等，主要应用于工业领域。

◆ 第二阶段 (1978—1982 年)：高性能单片机阶段。这一类单片机带有串行 I/O 口、8 位数据线、16 位地址线 (可寻址的范围达到 64K 字节)、控制总线、较丰富的指令系统等。这类单片机的应用范围较广。

◆ 第三阶段 (1982—1990 年)：16 位单片机阶段。16 位单片机的 CPU 为 16 位，片内 RAM 和 ROM 容量也进一步增大，实时处理能力更强，体现了微控制器的特征。例如，Intel 公司的 MCS-96 主振频率为 12MHz，片内 RAM 为 232 字节，ROM 为 8K 字节，中断处理能力为 8 级，片内带有 10 位 A/D 转换器和高速输入/输出部件等。