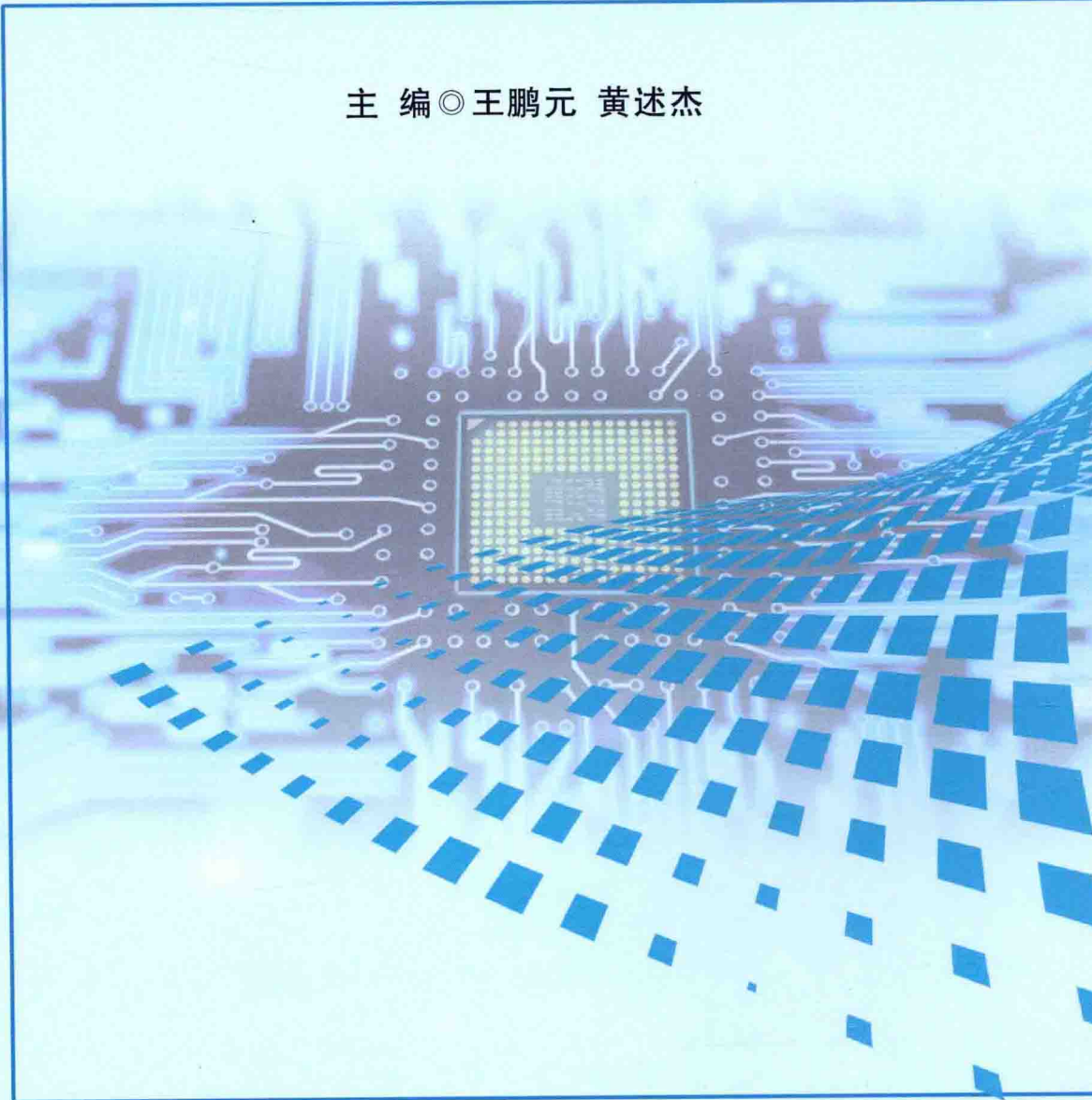


高职应用电子技术专业系列教材
国家骨干高职院校建设项目成果

微控制器应用

主 编◎王鹏元 黄述杰



西北工业大学出版社

【内容简介】
高职应用电子技术专业系列教材
国家骨干高职院校建设项目成果

微 控 制 器 应 用

主 编 王鹏元 黄述杰

常州大学图书馆
藏书章

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书以增强型8051内核单片机STC12C5A60S2为背景,介绍了单片机各部分的硬件结构及功能、汇编语言程序设计及调试方法;以功能强大的Keil uVision集成开发环境作为程序设计和调试环境,介绍了单片机应用系统中常用的元器件和常见的人机接口电路;以压力测控系统作为典型实例,介绍了单片机应用系统的设计方法和步骤。

本书深入浅出,层次分明,实例丰富,通俗易懂,突出实用,可操作性强,特别适合于作为高职院校计算机类、电子类、电气自动化及机械专业的教学用书,还可作为培训班的教材使用。同时,也可作为从事单片机应用领域的工程技术人员的参考书。

单片机应用系统

图书在版编目(CIP)数据

微控制器应用 / 王鹏元, 黄述杰主编. —西安 :西北工业大学出版社, 2015. 1

ISBN 978-7-5612-4292-6

I. ①微… II. ①王… ②黄… III. ①微控制器
IV. ①TP332.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第027758号

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路127号 邮编: 710072

电话: (029) 88493844 88491757

网址: www.nwpup.com

印刷者: 陕西宝石兰印务有限责任公司

开本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印张: 14.5

字数: 329千字

版次: 2015年4月第1版

2015年4月第1次印刷

定价: 29.00元

前 言

本书采用了增强型 8051 内核,片内集成:60KB Flash 程序存储器、1KB 数据 Flash(EEPROM)、1280B RAM、2 个 16 位定时/计数器、44 根 I/O 口线、2 个全双工异步串行口(UART)、1 个高速同步通信端口(SPI)、8 通道 10 位 ADC、2 通道 PWM/可编程计数器阵列/捕获/比较单元(PWM/PCA/CCU)、MAX810 专用复位电路和硬件看门狗等资源。STC12C5A60S2 指令系统完全兼容 8051 单片机,并具有在系统可编程(ISP)功能和在系统调试(ISD)功能,可以省去价格较高的专门编程器,开发环境的搭建非常容易。

STC12C5A60S2 的所有指令和标准的 8051 内核完全兼容,具有良好的兼容性和很强的数据处理能力,因此,对于原来讲解 8051 单片机的教师,可以充分发挥其以前讲解单片机原理及应用课程的经验;对于具有 8051 单片机知识的读者,不存在转型困难的问题。

本书介绍了 STC12C5A60S2 单片机的硬件结构、汇编语言程序设计,以功能强大的 Keil uVision 集成开发环境作为程序设计和调试环境介绍了程序的调试方法。以压力测控系统综合设计实例为背景,介绍单片机中的各部分的硬件功能和应用设计,以及相关的汇编语言程序设计与调试。每一章都给出了相应的习题,便于教学。

本书深入浅出,层次分明,实例丰富,通俗易懂,突出实用,可操作性强,特别适合于作为高职院校计算机类、电子类、电气自动化及机械专业的教学用书,还可作为高职高专以及培训班的教材使用。同时,也可作为从事单片机应用领域的工程技术人员的参考书。

本书由王鹏元、黄述杰主编。

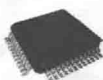
由于水平有限,书中定有不妥或错误之处,敬请读者批评指正。

编者

2014 年 10 月

目 录

第 0 章 概述	1
0.1 单片机简介	1
0.1.1 单片机及单片机应用系统简介	1
0.1.2 MCS-51 系列单片机	3
0.1.3 单片机的应用	5
0.2 单片机系统常用的元器件简介	6
0.2.1 电阻和排阻	6
0.2.2 电容	7
0.2.3 晶体振荡器	7
0.2.4 继电器	8
0.2.5 二极管	8
0.2.6 数码管	8
0.2.7 三极管	9
0.2.8 通信芯片 MAX232	9
0.2.9 时钟芯片 DS1302	9
0.3 单片机应用系统开发和学习环境的搭建	10
0.3.1 硬件环境	10
0.3.2 软件环境	11
习题	11
第 1 章 单片机基础知识	12
1.1 信号灯的控制	12
1.1.1 硬件环境	12
1.1.2 准备程序	13
1.2 单片机的基本结构	22
1.2.1 STC12C5A60S2 的内部组成	22
1.2.2 STC12C5A60S2 的引脚	24
1.2.3 内部数据存储器	26
1.2.4 程序 Flash 存储器	33
1.3 并行输入/输出口电路结构	33
1.3.1 STC12C5A60S2 单片机的 I/O 口	33



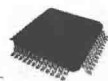
1.3.2	STC12C5A60S2 单片机 I/O 口的工作模式	36
1.3.3	STC12C5A60S2 单片机 I/O 口的结构	37
1.4	时钟电路与复位电路	39
1.4.1	时钟电路与时序	39
1.4.2	单片机的复位	41
1.5	单片机的工作过程	42
	习题	43
第 2 章	指令系统	44
2.1	概述	44
2.1.1	指令概述	44
2.1.2	寻址方式	45
2.2	指令系统	47
2.2.1	数据传送类指令	47
2.2.2	算术运算类指令	52
2.2.3	逻辑运算及移位类指令	56
2.2.4	控制转移类指令	57
2.2.5	位操作类指令	60
	习题	62
第 3 章	汇编语言程序设计和调试	65
3.1	汇编语言程序设计	65
3.1.1	编程语言	65
3.1.2	伪指令	66
3.1.3	汇编语言程序设计的一般步骤和基本框架	70
3.2	汇编语言程序调试	73
3.3	利用 ISP 工具将程序下载到单片机中验证程序	77
3.3.1	ISP 下载程序的运行过程	77
3.3.2	使用 ISP 工具下载程序的步骤	78
3.4	典型汇编语言程序设计举例	78
3.4.1	分支程序设计	79
3.4.2	查表程序设计	79
3.4.3	循环程序设计	80
3.4.4	定点数运算子程序设计	81
3.4.5	数据排序程序设计	83
3.4.6	代码转换程序设计	85
3.4.7	STC12C5A60S2 单片机双数据指针的使用	87
3.4.8	STC12C5A60S2 单片机数据 Flash(EEPROM)的使用	88
	习题	90
第 4 章	中断系统	93
4.1	中断概述	93



4.1.1 中断的概念	93
4.1.2 中断的特点	93
4.1.3 中断系统的功能	94
4.2 STC12C5A60S2 单片机的中断系统	95
4.2.1 中断源及中断系统构成	95
4.2.2 中断寄存器与中断优先级	97
4.2.3 单片机中断处理过程	102
4.3 中断系统的应用	103
4.3.1 中断程序编制举例	103
4.3.2 中断使用过程中需要注意的问题	106
习题	107
第 5 章 定时/计数器	108
5.1 定时/计数器结构与功能	108
5.2 定时/计数器的功能寄存器	110
5.2.1 TMOD:定时器工作方式控制寄存器	110
5.2.2 TCON:定时器控制寄存器	111
5.2.3 AUXR:辅助寄存器	111
5.3 定时/计数器的工作方式	112
5.3.1 方式 0 和方式 1	112
5.3.2 方式 2	114
5.3.3 方式 3	115
5.4 定时/计数器应用举例	116
习题	117
第 6 章 串行通信	118
6.1 串行通信的基础知识	118
6.2 STC12C5A60S2 单片机的串行接口	120
6.2.1 串行接口寄存器	120
6.2.2 串行接口的工作方式	123
6.2.3 波特率的设定	125
6.3 单片机串行通信接口的应用	126
6.3.1 标准串行通信接口	127
6.3.2 双机串行通信应用举例	128
6.3.3 多机串行通信应用举例	133
6.4 STC12C5A60S2 的 SPI 接口	136
6.4.1 SPI 接口结构	136
6.4.2 与 SPI 相关的特殊功能寄存器	137
6.4.3 SPI 接口的数据通信	139
6.4.4 SPI 接口的数据通信方式	140
6.4.5 SPI 接口的应用	142



习题	143
第7章 模/数转换器	144
7.1 ADC 的结构及相关寄存器	144
7.1.1 ADC 的结构	144
7.1.2 参考电压源	145
7.2 与 ADC 相关的特殊功能寄存器	145
7.2.1 P1 口模拟功能控制寄存器 P1ASF	145
7.2.2 ADC 控制寄存器 ADC_CONTR	145
7.2.3 A/D 转换结果存储格式控制及 A/D 转换结果寄存器	147
7.2.4 与 A/D 转换中断有关的寄存器	148
7.3 ADC 的应用	148
习题	150
第8章 人机交互模块	151
8.1 显示器及其接口电路	151
8.1.1 LED 数码管显示器	151
8.1.2 LCD 液晶屏显示器	159
8.2 键盘及其接口电路	165
8.2.1 拨码开关键盘	166
8.2.2 独立式键盘	167
8.2.3 矩阵式键盘	169
习题	175
第9章 单片机应用系统设计实例	176
9.1 单片机系统设计流程	176
9.1.1 确定技术指标	176
9.1.2 可行性分析	176
9.1.3 系统方案设计	176
9.2 单片机系统硬件设计	177
9.2.1 单片机选型	177
9.2.2 硬件资源分配	177
9.2.3 原理图及 PCB 设计	178
9.3 单片机系统软件设计	181
9.3.1 系统资源	181
9.3.2 程序结构	181
9.3.3 数学模型	181
9.3.4 程序流程	181
9.3.5 编制程序	182
9.4 单片机系统调试	182
9.4.1 硬件调试	182
9.4.2 软件调试	183



9.5 压力测控系统设计	184
9.6 需求分析	184
9.6.1 单片机选型	184
9.6.2 人机接口的设计选型	184
9.6.3 继电器控制	184
9.6.4 上位机监控软件的设计	185
9.7 系统硬件设计	185
9.7.1 CPU 基本单元电路	185
9.7.2 声光报警电路	186
9.7.3 RS232 通信接口电路	186
9.7.4 继电器控制电路图	187
9.7.5 键盘和显示控制电路	187
9.8 系统软件设计	189
习题	212
附录 A STC12C5A60S2 单片机指令表	213
附录 B ASCII 码表	217
附录 C 逻辑符号对照表	219
参考文献	221

第 0 章 概 述

本章主要介绍单片机的概念、单片机应用系统中常用的元器件、单片机的应用范围和开发学习环境。这些内容对于单片机初学者很重要。

0.1 单片机简介

0.1.1 单片机及单片机应用系统简介

0.1.1.1 微型计算机及微型计算机系统

微型计算机(Microcomputer)简称微机,是计算机的一个重要分支。通常按照计算机的体积、性能和应用范围等,将计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机等。微型计算机不但具有其他计算机快速、精确、程序控制等特点,而且具有体积小、质量轻、功耗低、价格便宜等优点。个人计算机简称 PC(Personal Computer)机,是微型计算机中应用最为广泛的一种,也是近年来计算机领域中发展最快的一个分支,由于 PC 机在性能和价格方面适合个人用户购买和使用,目前,它已经像普通家电一样深入到了家庭和社会生活的各个方面。

微型计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。

硬件系统是指构成微机系统的实体和装置,通常由运算器、控制器、存储器、输入接口电路和输入设备、输出接口电路和输出设备等组成。其中,运算器和控制器一般做在一个集成芯片上,统称中央处理单元(Central Processing Unit,简称 CPU),是微机的核心部件,配上存放程序和数据的存储器、输入输出(Input/Output,简称 I/O)接口电路及外部设备即构成微机的硬件系统。

软件系统是指微机系统所使用的各种程序的总体。软件的主体驻留在存储器中,人们通过它对整机进行控制并与微机系统进行信息交换,使微机按照人的意图完成预定的任务。

软件系统与硬件系统共同构成实用的微机系统,两者相辅相成、缺一不可。微型计算机系统组成示意图如图 0-1 所示。

下面简单介绍组成计算机的五个基本部件。

(1)运算器。运算器是计算机的运算部件,用于实现算术和逻辑运算。计算机的数据运算和处理都在这里进行。

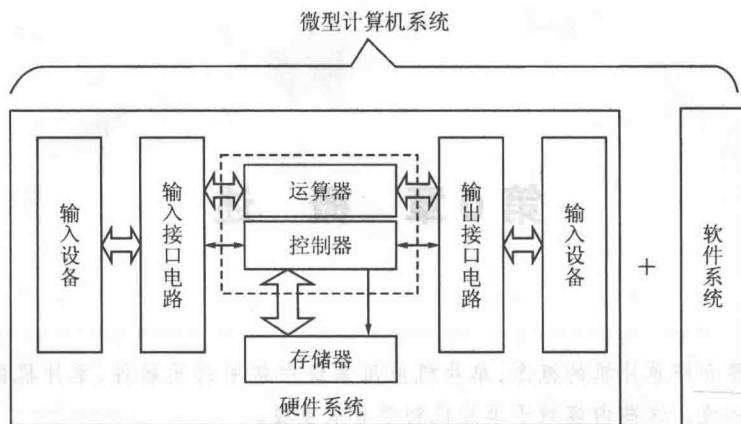


图 0-1 微型计算机系统组成示意图

(2)控制器。控制器是计算机的指挥控制部件,使计算机各部分能自动协调地工作。

运算器和控制器是计算机的核心部分,常把它们合在一起,称之为中央处理器,简称 CPU。

(3)存储器。存储器是计算机的记忆部件,用于存放程序和数据。存储器分为程序存储器和数据存储器。

(4)输入设备。输入设备用于将程序和数据输入到计算机中,如键盘。

(5)输出设备。输出设备用于把计算机数据计算或加工的结果,以用户需要的形式显示或保存,如显示器、打印机。

通常把外部存储器、输入设备和输出设备合在一起称之为计算机的外部设备,简称“外设”。

0.1.1.2 单片微型计算机

单片微型计算机是指集成在一个芯片上的微型计算机,又称为微控制器(MCU),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/计数器等部件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 0-2 所示。

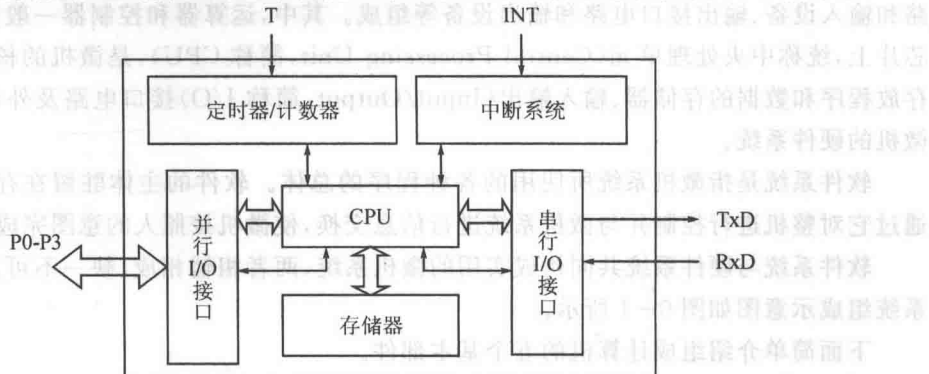


图 0-2 单片机内部结构示意图



单片机实质上是一个硬件的芯片,在实际应用中,通常很难直接和被控对象进行电气连接,必须外加各种扩展接口电路、外部设备、被控对象等硬件和软件,才能构成一个单片机应用系统。

0.1.1.3 单片机应用系统及组成

单片机应用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。本书所使用的实训电路板也是一个单片机的应用系统,它除了有单片机芯片以外,还有许多外围电路,再配以后续章节一系列的实训程序可以完成很多功能。因此,单片机应用系统由硬件和软件组成,硬件是应用系统的基础,软件是在硬件的基础上对其资源进行合理调配和使用,从而完成应用系统所要求的任务,二者相互依赖,缺一不可,单片机应用系统的组成如图 0-3 所示。

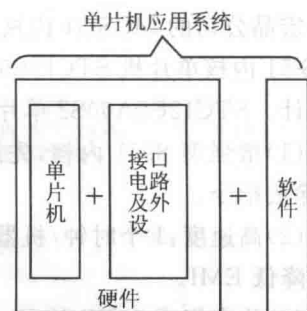


图 0-3 单片机应用系统的组成

由此可见,单片机应用系统的设计人员必须从硬件和软件两个角度来深入了解单片机,并能够将二者有机结合起来,才能形成具有特定功能的应用系统或整机产品。

自从 1974 年美国 Fairchild 公司研制出第一台单片机 F8 之后,迄今为止,单片机经历了由 4 位机到 8 位机再到 16 位和 32 位机的发展过程。单片机制造商很多,主要有 Ti、Freescale、Microchip、宏晶科技等公司。目前,单片机正朝着高性能、多品种方向发展,近年来 32 位单片机已进入了实用阶段。但是由于 8 位单片机从性能价格比上占有优势,而且 8 位增强型单片机在速度和功能上已经可以和现在的 16 位单片机相媲美,因此,在未来相当长的时期内 8 位单片机仍是单片机的主流机型。

0.1.2 MCS-51 系列单片机

单片机种类繁多,生产厂商都各自都有相应的系列产品,影响较大的几个公司及其部分典型产品见表 0-1。

表 0-1 影响较大的几个单片机生产厂商及其部分典型产品

公司名称	典型产品
宏晶科技有限公司	STC12 系列、STC15 系列
Microchip	PIC 系列
Ti	MSP430 系列
Freescale	9S12 系列
Atmel	AT89C51、AT89C2051
PHILIPS	P80XX、PXACXX

无论从世界范围或从国内范围来看,使用最为广泛的应属 MCS-51 单片机。常见的 MCS-51 内核单片机及其内部资源见表 0-2。



表 0-2 常用 MCS-51 单片机内部资源比较

型号	程序存储器	SRAM	定时器	EEPROM	UART	PWM	A/D	I/O 口
Intel 8051	4KB	无	2 个	无	1	无	无	32
AT89S52	8KB Flash	无	3 个	无	1	无	无	32
STC12C5A60S2	60KB Flash	1280B	2 个	1KB	2	2 路	8 路 10 位	最多 44

宏晶公司的 MCS-51 内核单片机应用最为广泛,基于这一事实,本书以宏晶科技公司的 MCS-51 内核单片机 STC12C5A60S2 为背景,介绍单片机的硬件结构、工作原理及应用系统的设计。STC12C5A60S2 单片机具有以下特点:

(1)增强型 8051 内核,先进的指令集结构,兼容普通 8051 单片机的指令集,有硬件乘法/除法指令。

(2)高速度:1 个时钟/机器周期,速度比普通 8051 单片机快 8~12 倍。可用低频晶振,大幅降低 EMI。

(3)片内集成 60KB 的 Flash 程序存储器,擦写次数 10 万次以上,并具有较强的加密性。

(4)片内集成 1280B 数据存储器(RAM)。

(5)芯片内 EEPROM 功能,擦写次数 10 万次以上。

(6)最多可以有 44 根通用 I/O 口线。

(7)8 通道 10 位高速 ADC,速度可达 25 万次/秒。

(8)2 通道 PWM/可编程计数器阵列/捕获/比较单元(PWM/PCA/CCU)。

(9)2 个 16 位定时器,兼容普通 8051 单片机的定时器 T0/T1,2 路 PCA 也可作为 2 个 16 位定时器使用。

(10)可编程时钟输出功能,T0 在 P3.4 输出时钟,T1 在 P3.5 输出时钟,BRT 在 P1.0 输出时钟。

(11)2 个全双工异步串行口(UART);1 个高速同步通信端口(SPI),支持主模式和从模式。

(12)7 路外部中断 I/O 口,除了传统的下降沿中断或低电平触发中断,还有支持上升沿中断的 PCA 模块。

(13)内部集成 MAX810 专用复位电路,内部集成硬件看门狗(WDT)。

(14)外部掉电检测电路,可在掉电时及时将数据保存进 EEPROM,正常工作时无须操作 EEPROM。

(15)工作频率:0~35MHz,相当于普通 8051 单片机的 0~420MHz。

(16)工作电压:3.3~5.5V(STC12C5A60S2 系列),2.2~3.6V(STC12LE5A60S2 系列)。

(17)低功耗设计:掉电模式的典型电流 $<0.1\mu\text{A}$,可由外部中断唤醒,支持下降沿/上升沿/低电平和远程唤醒;空闲模式的典型电流为 1.3mA,可由任意一个中断唤醒;正常工作模式的典型电流为 2~7mA。

(18)具有在系统可编程/在应用可编程功能(ISP/IAP),无需专用编程器,可远程升级用户程序。

(19)超强的抗干扰能力:具有 ESD 保护功能,可以抵抗 $2\times 10^4\text{V}$ 的静电干扰。

(20)工作温度范围:-40~85℃(工业级)/0~75℃(商业级)。

(21)多种封装形式:可选用的封装形式有 LQFP48、PLCC44、QFP44、PDIP48 和



PDIP40。

STC12C5A60S2 系列单片机的选型可以参照图 0-4 所示的命名规则进行。

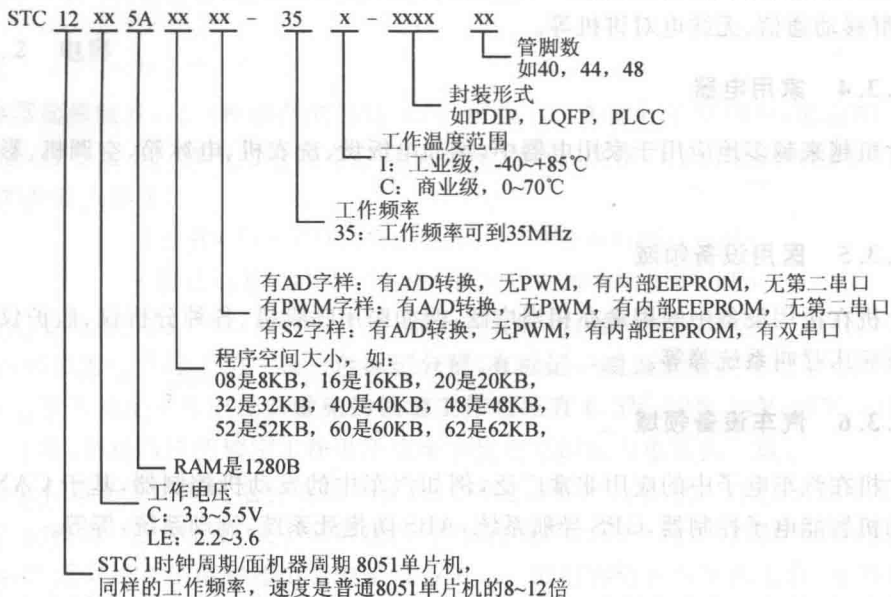


图 0-4 单片机命名规则

其他产品的命名规则, 请参考相关手册。

0.1.3 单片机的应用

单片机具有结构简单、控制功能强、可靠性高、体积小、价格低等优点, 在许多行业都得到了广泛的应用。单片机的应用已经渗透到各个领域, 例如航天航空、导弹的导航装置、地质石油、冶金采矿、各种仪表的控制、计算机的网络通信与数据传输、工业自动化过程的实时控制和数据处理、各种智能 IC 卡、民用豪华轿车的安全保障系统、录像机、摄像机、全自动洗衣机的控制以及程控玩具、电子宠物等等, 这些设备功能控制都离不开单片机。单片机应用大致可分如下几个范畴:

0.1.3.1 智能仪器仪表

结合不同类型的传感器, 可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量, 促使仪器仪表实现数字化、智能化、多功能化、微型化。仪器仪表的硬件结构更为简单, 易于仪器仪表产品的更新换代。例如, 精密数字温度计、智能电表等。

0.1.3.2 工业实时监控

用单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统。例如, 工厂流水线的智能化管理、电梯智能化控制、各种报警系统以及与计算机联网构成二级控制系统等。

0.1.3.3 计算机网络和通信领域

单片机具备良好通信接口, 可以很方便地与计算机进行数据通信, 为在计算机网络和通



信设备间的应用提供了良好的条件,现在的通信设备基本实现了单片机智能控制,如电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信及日常工作中随处可见的移动电话、集群移动通信、无线电对讲机等。

0.1.3.4 家用电器

单片机越来越多地应用于家用电器中,例如电饭煲、洗衣机、电冰箱、空调机、彩电、音响器材等。

0.1.3.5 医用设备领域

单片机在医用设备中的用途亦相当广泛,例如医用呼吸机、各种分析仪、监护仪、超声诊断设备及病床呼叫系统等等。

0.1.3.6 汽车设备领域

单片机在汽车电子中的应用非常广泛,例如汽车中的发动机控制器,基于 CAN 总线的汽车发动机智能电子控制器,GPS 导航系统,ABS 防抱死系统,制动系统,等等。

除此之外,单片机在办公设备、商业活动、机械制造、国防航空航天等领域也有着十分广泛的用途。

0.2 单片机系统常用的元器件简介

0.2.1 电阻和排阻

电阻器简称电阻,是构成电路的基本元器件之一,在电路中通常起分压分流的作用,对信号来说,交流与直流信号都可以通过电阻。其外观如图 0-5 所示。电阻的单位有欧姆(Ω)、千欧($k\Omega$)、兆欧($M\Omega$)。

电阻的阻值标法通常有色标法和数字法。色标法较为常见的是色环法。色环法就是用不同颜色的色环来表示电阻参数。常见的色环电阻有 4 色环和 5 色环电阻,5 色环电阻精度较高。

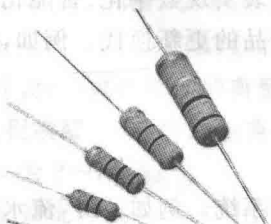


图 0-5 电阻器外观图



图 0-6 排阻的外观

排阻就是若干个参数完全相同的电阻,它们的一个引脚都连到一起,作为公共引脚,其余引脚正常引出。如果一个排阻是由 n 个电阻构成的,那么它就有 $n+1$ 只引脚,一般来说,最左边的那个是公共引脚,通常用一个白色的点标出来。排阻外观如图 0-6 所示。



使用排阻比用若干只固定电阻更方便。排阻阻值的数码表示方法为,第一和第二位直读,第三位是零的个数。例如:A 102J 为 $1\text{k}\Omega$ 的排阻。

0.2.2 电容

电容器简称电容,是一种储存电能的元件,记为 C 。在国际单位制里,电容的单位是法拉,简称法,符号是 F 。常用的电容单位还有毫法(mF)、微法(μF)、纳法(nF)和皮法(pF)等,它们的换算关系是

$$1 \text{ 法拉}(F) = 1\,000 \text{ 毫法}(\text{mF}) = 1\,000\,000 \text{ 微法}(\mu\text{F})$$

$$1 \text{ 微法}(\mu\text{F}) = 1\,000 \text{ 纳法}(\text{nF}) = 1\,000\,000 \text{ 皮法}(\text{pF})$$

电解电容是电容的一种,有极性之分,较长的管脚为正极,较短的管脚为负极,如果管脚无法区分,可以通过外壳上的一条白色标记分辨,有标记一端为负极。在电解电容的外壳上印有电容容量和额定工作电压。常见的额定工作电压有 6.3V 、 10V 、 16V 、 25V 、 50V 等。为保证工作正常,选择器件的额定工作电压应至少比电路的最大电压大一级。

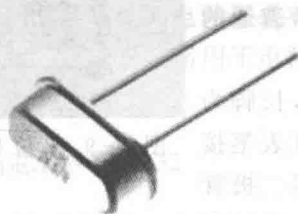
独石电容器是多层陶瓷电容器的别称。独石电容具有电容量大、体积小、可靠性高、电容量稳定、耐高温、绝缘性好、成本低等优点,因而得到广泛的应用。可替代云母电容器和纸介电容器,广泛应用在小型和超小型电子设备中。一般电容随着频率的上升,电容量呈现下降的规律,独石电容下降比较少,容量比较稳定。在其外壳上标有容量,通常为数码法,前两位表示有效数字,后一位为倍率,单位为 pF 。例如“104”为 10^5 pF 。

0.2.3 晶体振荡器

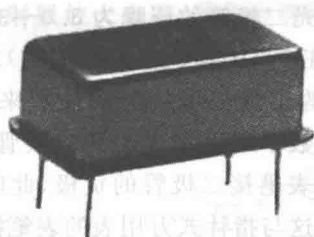
石英晶体振荡器简称晶振,是利用石英晶体的压电效应制成的一种谐振器件,其作用在于产生原始的时钟频率。

晶体振荡器分为无源晶振和有源晶振两种类型。无源晶振需要借助于时钟电路才能产生振荡信号,自身无法振荡起来;有源晶振是一个完整的谐振振荡器。

无源晶振和有源晶振的外观分别如图 0-7(a)和图 0-7(b)所示。



(a) 无源晶振的外观



(b) 有源晶振的外观

图 0-7 晶振的外观

石英晶体振荡器利用石英晶体的压电效应来起振。若在石英晶体的两个电极上加一电场,晶片就会产生机械变形。反之,若在晶片的两侧施加机械压力,则在晶片相应的方向上将产生电场,这种物理现象称为压电效应。注意,这种效应是可逆的。如果在晶片的两极上加交变电压,晶片就会产生机械振动,同时晶片的机械振动又会产生交变电场。在一般情况下,晶片机械振动的振幅和交变电场的振幅非常微小,但当外加交变电压的频率为某一特定值时,振幅明显加大,比其他频率下的振幅大得多,这种现象称为压电谐振,它与 LC 回路的



谐振现象十分相似。它的谐振频率与晶片的切割方式、几何形状、尺寸等有关。

0.2.4 继电器

继电器是一种电子控制器件,通常应用于自动控制电路中,实现用较小的电流去控制较大电流。继电器外形如图 0-8 所示。当输入量(电、磁、声、光、热,又称激励量)达到一定值时,继电器的输出量将发生跳跃式变化,在电路中起着自动调节、安全保护、转换电路等作用。

电磁式继电器一般由铁芯、线圈、衔铁、触点簧片等组成。只要在线圈两端加上一定的电压,线圈中就会流过一定的电流,从而产生电磁效应,衔铁就会在电磁力吸引的作用下克服返回弹簧的拉力吸向铁芯,从而带动衔铁的动触点与静触点(常开触点)吸合。在线圈断电后,电磁的吸力也随之消失,衔铁就会在弹簧的反作用力下返回原来的位置,使动触点与原来的静触点(常闭触点)释放。通过吸合、释放,达到电路导通、切断的目的。对于继电器的“常开、常闭”触点,可以这样来区分:继电器线圈未通电时处于断开状态的静触点,称为“常开触点”;处于接通状态的静触点称为“常闭触点”。

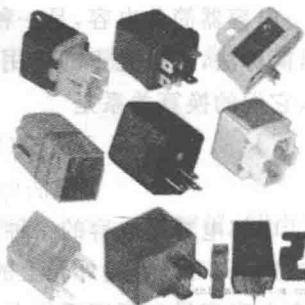


图 0-8 不同继电器外形

0.2.5 二极管

晶体二极管简称二极管,与 PN 结一样,二极管具有单向导电性。几乎在所有的电子电路中,都要用到二极管,二极管在电路中起着重要的作用。它是诞生最早的半导体器件之一,其应用也非常广泛。

不发光类型的硅二极管正向管压降为 0.7V,锗管正向管压降为 0.3V;发光二极管正向管压降随不同发光颜色而不同,主要有三种颜色,具体压降参考值为:红色发光二极管的压降为 2.0~2.2V,黄色发光二极管的压降为 1.8~2.0V,绿色发光二极管的压降为 3.0~3.2V。普通的发光二极管电流在 5~10mA 就可以亮。

发光二极管的正负极可从引脚长短来识别,长脚为正,短脚为负。用数字式万用表去测二极管时,红表笔接二极管的正极,黑表笔接二极管的负极,此时测得二极管的正向导通阻值,这与指针式万用表的表笔接法刚好相反。

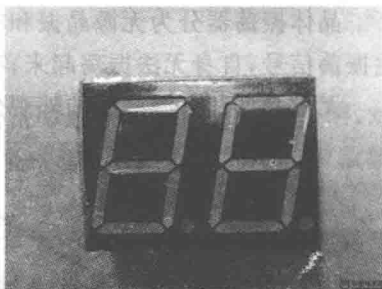


图 0-9 2 位 8 段数码管外观

0.2.6 数码管

数码管是一种半导体发光器件,其基本单元是发光二极管。分为七段数码管和八段数码管,八段数码管比七段数码管多一个发光二极管单元,即多一个小数点显示,如图 0-9 所示。按能显示多少个“8”,可分为 1 位、2 位、4 位等数码管;按发光二极管单元连接方式分为共阳极数码管和共阴极数码管,如图 0-10 所示。共阳数码管是指将所有发光二极管的阳极接到一起形成公共阳极(COM)的数码管。共阳数码管在应用时应将公共极 COM 接到 +5V,当某一字段发光二极管的阴极为低电平时,相应字段就点亮。当某一字段的阴极为高