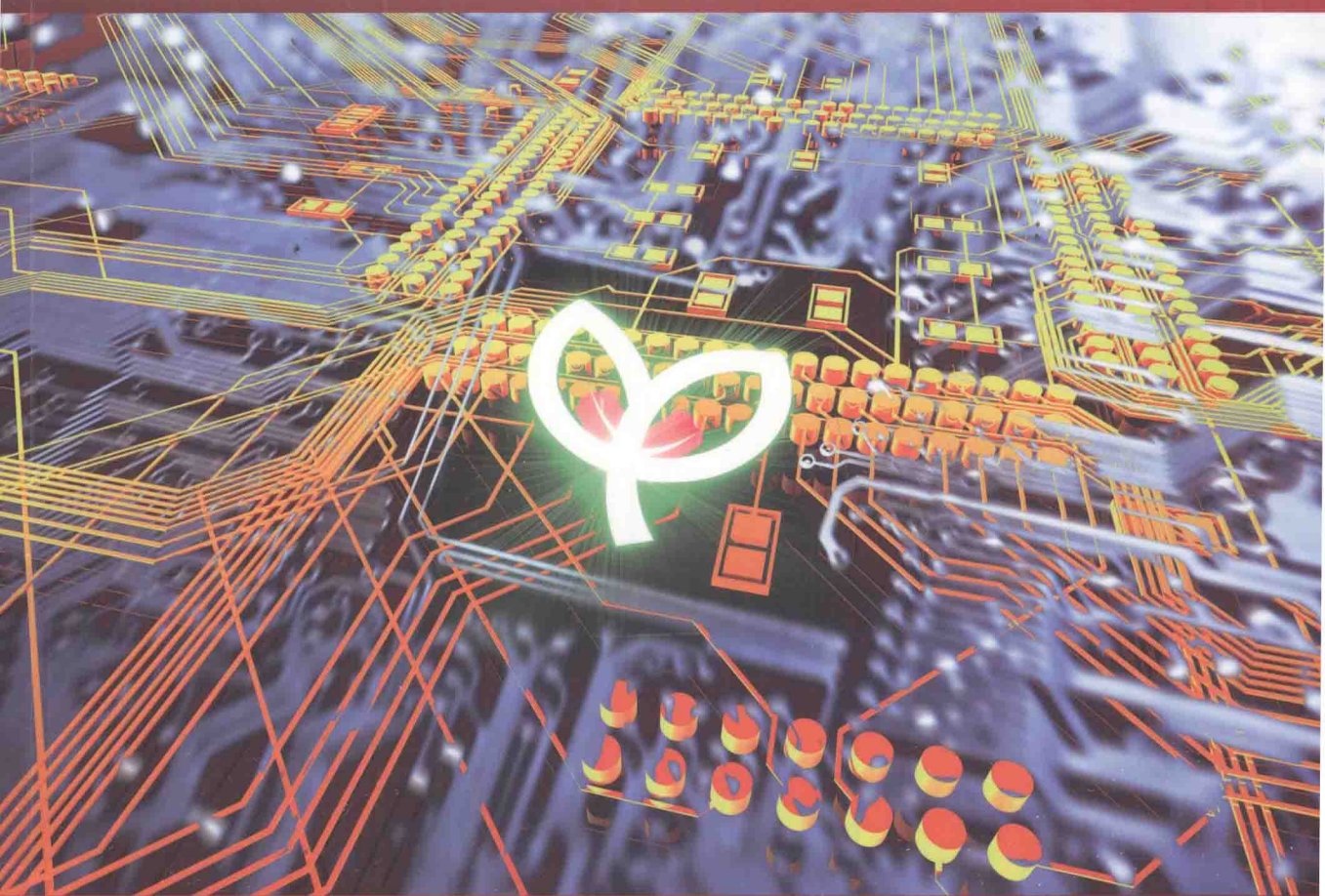


51单片机

常用模块设计查询手册

(第2版)

程国钢 文坤 王祥仲 尹辉 编著



清华大学出版社

51 单片机常用模块设计 查询手册(第2版)

程国钢 文 坤 王祥仲 尹 辉 编著



清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要介绍了 51 单片机系统中常用模块的具体运用, 这些模块包括: 内部模块、常用算法和函数模块、扩展外围模块、I/O 引脚模块、用户输入通道模块、LED 显示模块、液晶显示模块、语音和打印输入模块、驱动和执行机构、A/D 模块、D/A 模块、时钟传感器模块、温度传感器模块、常用其他传感器模块、有线通信模块、无线通信模块、小容量存储模块, 以及 51 单片机的大容量存储模块。

本书适合具有初步单片机基础的单片机工程师使用, 也可供高等院校电子类专业的学生和单片机爱好者参考阅读。

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 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

51 单片机常用模块设计查询手册/程国钢 等编著. —2 版. —北京: 清华大学出版社, 2016

ISBN 978-7-302-40232-9

I. ①5… II. ①程… III. ①单片微型计算机—系统设计—手册 IV. ①TP368.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 101254 号

责任编辑: 王 定

封面设计: 牛艳敏

版式设计: 思创景点

责任校对: 曹 阳

责任印制: 沈 露

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦A座

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 北京嘉实印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm

印 张: 48.25 字 数: 1204千字

版 次: 2010年1月第1版 2016年2月第2版 印 次: 2016年2月第1次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 98.00元

产品编号: 047608-01

51 单片机具有体积小、功能强、价格低的特点,在工业控制、数据采集、智能仪表、机电一体化、家用电器等领域有着广泛的应用,其应用可以大大提高生产、生活的自动化水平。51 单片机的应用系统是一个用于实现某种目的、以 51 单片机为核心的软件和硬件综合体;在应用系统中,除了 51 单片机之外通常还会涉及一些其他的模块和器件,本书介绍了这些包括 51 单片机内部模块在内的常用模块和器件的典型应用方法。

本书内容简介

全书分为 18 章,以下是各章内容的概述。

第 1 章 51 单片机的内部模块

本章介绍了 51 单片机应用系统的构成和设计流程,并且介绍了 51 单片机的并行 I/O、定时计数器、串行通信模块等内部模块的基础和高级使用方法。

第 2 章 51 单片机的常用算法和函数模块

在 51 单片机的应用系统中,有很多功能模块是会被反复使用的,如果每个应用系统都单独为这些功能模块编写相应的代码,一方面会大大增加开发的工作量,另一方面从某种意义上来说也降低了系统的可靠性,此时如果将这些功能模块做成库函数,则可以高效便捷地完成相应的设计。本章介绍了 C51 语言提供的函数和一些常用的用户自定义函数。

第 3 章 扩展 51 单片机外围模块的方法

本章介绍了在 51 单片机应用系统中扩展外围模块的方法,包括使用地址—数据总线扩展、使用串行通信模块扩展、使用 I2C 总线扩展、使用 SPI 总线扩展和使用 1-wire 总线扩展。

第 4 章 51 单片机的 I/O 引脚模块

在实际使用系统中可能出现 51 单片机的 I/O 引脚不够的情况,本章介绍了如何使用译码器、锁存器、三态门等扩展 51 单片机的 I/O 引脚的方法。在本章的最后提供了一个电子抽奖系统的应用实例。

第 5 章 51 单片机的用户输入通道模块

在 51 单片机应用系统中,常常需要用户通过输入对系统进行控制或者给系统提供一些参数,此时需要使用一些器件使得用户完成相应的操作,这些器件被称为 51 单片机的用户输入通道,包括按键、拨码开关、键盘等。本章详细介绍如何在 51 单片机的应用系统使用用户输入通道。在本

章的最后提供了一个带计时功能计算器的应用实例。

第 6 章 51 单片机的 LED 显示模块

LED 显示模块是 51 单片机应用系统中最常用的两种显示模块之一,包括发光二极管、单位数码管、多位数码管等。本章详细介绍了它们的使用方法。在本章的最后提供了一个简易频率计的应用实例。

第 7 章 51 单片机的液晶显示模块

液晶显示模块是 51 单片机应用系统中最常用的两种显示模块之一,本章介绍了数字字符液晶 1602、汉字图形液晶 12864、点阵液晶显示模块等的使用方法。在本章的最后提供了一个俄罗斯方块游戏的应用实例。

第 8 章 51 单片机的语音和打印输出模块

51 单片机应用系统除了使用显示模块来和用户进行数据交互之外,还可以使用语音和文字信息来提供应用系统需要输出的信息。本章详细介绍了包括蜂鸣器、录放音芯片 ISD2560、文本语音芯片 SYN6188 等的使用方法。在本章的最后提供了一个简易电子琴的应用实例。

第 9 章 51 单片机的驱动和执行机构

在 51 单片机的应用系统中,常常需要驱动物体进行物理位移或者驱动物体进行开启和闭合操作,完成这些动作的模块被称为 51 单片机的驱动和执行结构。本章介绍了包括三极管、达林顿管、光电隔离器、继电器等的使用方法。在本章的最后提供了一个天车控制系统的应用实例。

第 10 章 51 单片机的 A/D 模块

在 51 单片机的应用系统中,某些信号是以模拟电压的形式给出的,此时需要使用外扩的 A/D(模拟/数字变换)模块将这些连续的模拟电压信号转换为数字信号才能被 51 单片机所识别。本章介绍了 A/D 模块的工作原理和常见的 A/D 模块的使用方法,包括 MAX197、TLC2543、ADS1100 等。在本章的最后提供了一个太阳能电池监控系统的应用实例。

第 11 章 51 单片机的 D/A 模块

在 51 单片机的应用系统中,常常需要通过单片机控制一些模拟量如模拟电压、模拟电流驱动一些外部设备,此时需要将 51 单片机内部的数字信息转化为模拟信号,需要使用被称为 D/A 芯片或者 DAC(Digital Analog Converter)的数字—模拟转换模块。本章介绍了 D/A 模块的工作原理和常见的 D/A 模块的使用方法,包括 DAC0832、TLC5615 等,还介绍了信号发生器模块 MAX038 的使用方法。在本章的最后提供了一个简易波形发生器的应用实例。

第 12 章 51 单片机的时钟传感器模块

时钟传感器是指能给 51 单片机的应用系统提供当前时间和日期信息的模块,其具有不占用单片机内部资源(需要占用引脚)、软件相对简单、时间精度较高和掉电不会丢失数据的优点。本章介绍了包括 DS12C887、PCF8563 等在内的时钟传感器的使用方法。在本章的最后提供了一个简易数字时钟的应用实例。

第 13 章 51 单片机的温度传感器模块

在 51 单片机的应用系统中,可能需要测量当前系统所处环境的温度,此时可以扩展相应温度传感器来获取相应的信息,这些温度传感器通常可以自主地将温度数据转换为对应的数字量,然后通过相应的数据接口发送给 51 单片机。本章将介绍在 51 单片机应用系统中获取温度的方法以及包括 DS18B20、TC77 等在内的温度传感器的使用方法。在本章的最后提供了一个多点温度采集系统的应用实例。

第 14 章 51 单片机的常用其他传感器模块

除了温度和时间之外,51 单片机的应用系统中常常还会涉及其他一些物理量的测量,包括温度、压力、当前位置等;在实际应用中同样可以使用对应的传感器来对这些物理量进行测量。本章介绍 51 单片机的这些传感器的使用方法,包括湿度传感器 SHT75、压力传感器 MPX4115、数字罗盘传感器 HMR3000 等。在本章的最后提供了一个手持倾角仪的应用实例。

第 15 章 51 单片机的有线通信模块

51 单片机应用系统常常需要和其他系统进行数据交换,如 PC、ARM 嵌入式应用系统等,此时需要一个数据通道来提供对应的数据流操作,这个数据通道可以按照物理载体的不同分为有线和无线两种。常见的有线数据通道芯片包括 RS-232 总线芯片、RS-485 总线芯片、CAN 总线芯片、USB 桥接口芯片等,通过对这些芯片的使用可以组成一个有 51 单片机应用系统参与的有线网络。在本章的最后提供了一个远程仓库湿度监测系统的应用实例。

第 16 章 51 单片机的无线通信模块

当 51 单片机的应用系统不方便使用电缆等有线物理通道和其他系统进行数据交换时,可以使用无线电波进行通信,这种通道被称为无线数据通道。常见的无线数据通道模块包括红外收发芯片和基于 433MHz 无线数据通信模块 PTR8000,通过对这些芯片和模块的使用可以组成一个有 51 单片机应用系统参与的无线网络。

第 17 章 51 单片机的小容量存储模块

本章介绍了在 51 单片机应用系统中常用的小容量存储模块的使用方法,包括单口和双口 RAM、E²PROM、加密 IC 卡和非接触射频卡等。

第 18 章 51 单片机的大容量存储模块

本章介绍了在 51 单片机应用系统中常用的大容量存储模块的使用方法,包括 Nand Flash 芯片 K9F5608、U 盘扩展芯片 CH376、SD 卡。

本书特点

本书涵盖了 51 单片机从内部资源到用户输入通道、A/D 信号采集、温度/湿度传感芯片、有线/无线通信模块、数字罗盘和 GPS 模块等常用的外围器件/模块,对于相应的器件或者模块的介绍,都按照原理讲解、应用电路分析、操作步骤分析和应用实例循序渐进的方式,并且在最后点评了其使用要点。

本书提供了大量的实际应用电路和代码，并且给出了相当多器件/模块的 51 单片机驱动库函数，读者可以修改这些电路和代码或者直接应用于自己的实际工程项目中。

感谢

本书由程国钢、文坤、王祥仲、尹辉主持编写，此外，许小荣、陈作聪、张泽、刘荣、张璐、王统、王东、周艳丽、刘波、苏静、贾东永、王松年、祁招娣、王龙、陈可汤、蔡娜等也参与了本书的编写和修改，在此，向他们致以诚挚的谢意！

作者受学识水平所限，而且本书程序和图表较多，加上时间仓促，书中疏漏甚至谬误之处难免，希望读者批评、指正。

编 者

2015 年 12 月

目录

C A T A L O G U E

第 1 章	51 单片机的内部模块	1
1.1	51 单片机及其应用系统概述	1
1.1.1	51 单片机应用系统的构成和 设计流程	2
1.1.2	“最小” 51 单片机应用系统	4
1.2	51 单片机内部模块的基础 应用	5
1.2.1	内部模块基础	5
1.2.2	并行 I/O 模块	6
1.2.3	定时计数器模块	7
1.2.4	中断系统和外部中断模块	13
1.2.5	串行通信模块	18
1.3	51 单片机内部模块的高级 应用	24
1.3.1	使用定时计数器扩展外部 中断	24
1.3.2	使用 I/O 端口模拟串行通信 端口	25
1.3.3	串行通信模块的波特率 自适应	29
1.3.4	使用软件扩展多级中断应用	32
1.3.5	定时计数器的可控 PWM 输出	36
第 2 章	51 单片机的常用算法和函数 模块	39
2.1	51 单片机的库函数基础	39
2.1.1	函数库和头文件分类	39
2.1.2	自定义库	40
2.1.3	库函数的使用	41
2.2	51 单片机常用函数模块	41

2.2.1	内部函数_crol_()	41
2.2.2	内部函数_nop_()	42
2.2.3	输入/输出函数_putchar()	44
2.2.4	输入/输出函数_printf()	45
2.2.5	随机数生成函数 rand()和 srand()	48
2.3	51 单片机的常用算法模块	52
2.3.1	统计字节中 1 的个数	52
2.3.2	软件延时/定时	53
2.3.3	排序算法	53
第 3 章	扩展 51 单片机外围模块的 方法	55
3.1	地址—数据总线扩展	55
3.2	串行通信模块扩展	58
3.3	I ² C 总线扩展	58
3.3.1	I ² C 总线基础	58
3.3.2	I ² C 总线接口扩展的驱动库 函数	61
3.4	SPI 总线扩展	67
3.4.1	SPI 总线基础	67
3.4.2	SPI 总线接口扩展的驱动库 函数	69
3.5	1-wire 总线扩展	70
3.5.1	1-wire 总线扩展原理	70
3.5.2	1-wire 总线扩展的驱动库 函数	72
第 4 章	51 单片机的 I/O 引脚模块	75
4.1	译码器模块	75
4.1.1	译码器模块的应用场合	75
4.1.2	译码器模块的应用基础	76

4.1.3	译码器模块的应用实例—— 简易流水灯	78
4.2	锁存器模块	79
4.2.1	锁存器模块的应用场合	80
4.2.2	锁存器模块的应用基础	80
4.2.3	锁存器模块的应用实例—— 秒表	82
4.3	三态门模块	84
4.3.1	三态门模块的应用场合	84
4.3.2	三态门模块的应用基础	84
4.3.3	三态门模块的应用实例—— 地址输入	86
4.4	串行输入并行输出模块	88
4.4.1	串行输入并行输出模块的应用 场合	88
4.4.2	串行输入并行输出模块的应用 基础	88
4.4.3	串行输入并行输出模块的应用 实例——秒计时	90
4.5	并行输入串行输出模块	93
4.5.1	并行输入串行输出模块的应用 场合	93
4.5.2	并行输入串行输出模块的应用 基础	93
4.5.3	并行输入串行输出模块的应用 实例——读取拨码开关状态	95
4.6	可编程 I/O 扩展芯片 Intel8255	96
4.6.1	可编程 I/O 扩展芯片 Intel8255 的 应用场合	96
4.6.2	可编程 I/O 扩展芯片 Intel8255 的应用基础	97
4.6.3	可编程 I/O 扩展芯片 Intel8255 的应用实例——扩展 输入/输出	100
4.7	I/O 引脚模块的应用实例—— 电子抽奖系统	102

4.7.1	电子抽奖系统的需求分析	103
4.7.2	电子抽奖系统的电路设计	103
4.7.3	电子抽奖系统的应用代码	105

第5章 51 单片机的用户输入通道

模块	111
5.1 独立按键	111
5.1.1 独立按键的应用场合	111
5.1.2 独立按键的应用基础	112
5.1.3 独立按键的应用实例—— 加减计数	113
5.2 拨码开关	116
5.2.1 拨码开关的应用场合	116
5.2.2 拨码开关的应用基础	117
5.2.3 拨码开关的应用实例—— 开关状态显示	118
5.3 行列扫描键盘	120
5.3.1 行列扫描键盘的应用场合	121
5.3.2 行列扫描键盘的应用基础	121
5.3.3 行列扫描键盘的应用实例	123
5.4 PS/2 键盘	126
5.4.1 PS/2 键盘的应用场合	126
5.4.2 PS/2 键盘的应用基础	126
5.4.3 PS/2 键盘的应用实例—— 扫描码输出	130
5.5 用户输入模块的应用实例—— 带计时功能的计算器	137
5.5.1 计算器的需求分析	138
5.5.2 计算器的电路设计	139
5.5.3 计算器的应用代码	140

第6章 51 单片机的 LED 显示模块

6.1 发光二极管	151
6.1.1 发光二极管的应用场合	151
6.1.2 发光二极管的应用基础	152
6.1.3 发光二极管的应用实例—— 流水灯	153
6.2 单位数码管	155

6.2.1	单位数码管的应用场合	155	7.1.3	数字字符液晶 1602 的应用 实例——字符串显示	208
6.2.2	单位数码管的应用基础	155	7.2	汉字图形液晶 12864	208
6.2.3	单位数码管的应用实例—— “流水数字”显示	159	7.2.1	汉字图形液晶 12864 的应用 场合	208
6.3	多位数码管	161	7.2.2	汉字图形液晶 12864 的应用 基础	209
6.3.1	多位数码管的应用场合	161	7.2.3	汉字图形液晶 12864 的应用 实例——混合显示	215
6.3.2	多位数码管的应用基础	161	7.3	点阵显示模块	221
6.3.3	多位数码管的应用实例—— 移动数字效果显示	165	7.3.1	点阵显示模块的应用场合	221
6.4	数码管驱动芯片 MAX7219	167	7.3.2	点阵显示模块的应用基础	221
6.4.1	数码管驱动芯片 MAX7219 的 应用场合	167	7.3.3	点阵显示模块的应用实例—— “流水字符”显示	224
6.4.2	数码管驱动芯片 MAX7219 的 应用基础	168	7.4	带字库的汉字图形液晶 12864	227
6.4.3	数码管驱动芯片 MAX7219 的 应用实例——当前日期显示	175	7.4.1	带字库的汉字图形液晶 12864 的 应用场合	227
6.5	数码管和键盘驱动芯片 CH452	176	7.4.2	带字库的汉字图形液晶 12864 的 应用基础	228
6.5.1	数码管和键盘驱动芯片 CH452 的应用场合	176	7.4.3	带字库的汉字图形液晶 12864 的 应用实例——显示串口接收数据 和图形	238
6.5.2	数码管和键盘驱动芯片 CH452 的应用基础	176	7.5	液晶显示模块的应用实例—— 俄罗斯方块	242
6.5.3	数码管和键盘驱动芯片 CH452 的应用实例——串口数据显示和 按键状态返回	190	7.5.1	俄罗斯方块的需求分析	242
6.6	LED 显示模块的应用实例—— 简易频率计	193	7.5.2	俄罗斯方块的电路设计	244
6.6.1	简易频率计的需求分析	193	7.5.3	俄罗斯方块的应用代码	245
6.6.2	简易频率计的电路设计	195	第 8 章	51 单片机的语音和打印输出 模块	259
6.6.3	简易频率计的应用代码	196	8.1	蜂鸣器	259
第 7 章	51 单片机的液晶显示模块	201	8.1.1	蜂鸣器的应用场合	259
7.1	数字字符液晶 1602	201	8.1.2	蜂鸣器的应用基础	260
7.1.1	数字字符液晶 1602 的应用 场合	201	8.1.3	蜂鸣器的应用实例——按键 提示音	262
7.1.2	数字字符液晶 1602 的应用 基础	202	8.2	录放音芯片	264

8.2.1 录放音芯片的应用场合	264	9.4 直流电动机	306
8.2.2 录放音芯片的应用基础	264	9.4.1 直流电动机的应用场合	306
8.2.3 录放音芯片的应用实例—— 录放操作	268	9.4.2 直流电动机的应用基础	306
8.3 文本语言芯片	271	9.4.3 直流电动机的应用实例——串口 控制直流电动机转动	309
8.3.1 文本语音芯片的应用场合	271	9.5 步进电动机	312
8.3.2 文本语音芯片的应用基础	271	9.5.1 步进电动机的应用场合	312
8.3.3 文本语音芯片的应用实例—— 来电提示音	279	9.5.2 步进电动机的应用基础	312
8.4 打印机模块	281	9.5.3 步进电动机的应用实例——串口 控制步进电动机转动	317
8.4.1 打印机模块的应用场合	281	9.6 步进电动机驱动模块	321
8.4.2 打印机模块的应用基础	281	9.6.1 步进电动机驱动模块的应用 场合	321
8.4.3 打印机模块的应用实例—— 温度打印输出	285	9.6.2 步进电动机驱动模块的应用 基础	321
8.5 语音和打印输出的应用实例—— 简易电子琴	288	9.6.3 步进电动机驱动模块的应用 实例——按键控制步进电动机 转动	323
8.5.1 简易电子琴的需求分析	288	9.7 继电器	326
8.5.2 简易电子琴的电路设计	290	9.7.1 继电器的应用场合	327
8.5.3 简易电子琴的应用代码	291	9.7.2 继电器的应用基础	327
第9章 51单片机的驱动和执行 机构	297	9.7.3 继电器的应用实例——继电器 控制	329
9.1 三极管	297	9.8 驱动和执行机构的应用实例—— 天车控制系统	332
9.1.1 三极管的应用场合	297	9.8.1 天车控制系统的需求分析	332
9.1.2 三极管的应用基础	298	9.8.2 天车控制系统的电路设计	333
9.1.3 三极管的应用实例——大功率 灯泡闪烁	299	9.8.3 天车控制系统的应用代码	335
9.2 达林顿管	300	第10章 51单片机的A/D模块	339
9.2.1 达林顿管的应用场合	300	10.1 A/D模块基础	339
9.2.2 达林顿管的应用基础	300	10.1.1 A/D变换的过程	340
9.2.3 达林顿管的应用实例——发光 二极管流水点亮	302	10.1.2 A/D变换的应用电路 构成	342
9.3 光电隔离器	302	10.1.3 A/D变换的保持电路	343
9.3.1 光电隔离器的应用场合	303	10.1.4 A/D芯片的分类	343
9.3.2 光电隔离器的应用基础	304		
9.3.3 光电隔离器的应用实例	306		

10.1.5	A/D 芯片的选择	343	11.1.2	D/A 芯片的分类	409
10.1.6	A/D 芯片对电源的需求	345	11.1.3	D/A 芯片的选择	409
10.2	8 位并行 8 通道 A/D 芯片	345	11.1.4	D/A 芯片对电源的需求	410
10.2.1	ADC0809 的应用基础	345	11.2	8 位并行 D/A 芯片	411
10.2.2	ADC0809 的应用实例—— 串口输出 ADC0809 多通道 模拟信号采集	353	11.2.1	DAC0832 的应用基础	411
10.3	12 位并行 8 通道 A/D 芯片	356	11.2.2	DAC0832 的应用实例—— 模拟波形输出	416
10.3.1	MAX197 的应用基础	356	11.3	8 位串行 D/A 芯片	420
10.3.2	MAX197 的应用实例—— 串口输出 MAX197 多通道 模拟信号采集	360	11.3.1	MAX517 的应用基础	420
10.4	12 位串行多通道 A/D 芯片	363	11.3.2	MAX517 的应用实例—— 输出正弦波	422
10.4.1	TLC2543 的应用基础	364	11.4	10 位串行 D/A 芯片	424
10.4.2	TLC2543 的应用实例—— 串口输出 TLC2543 多通道 模拟信号采集	369	11.4.1	TLC5615 的应用基础	424
10.5	I ² C 接口高精度 A/D 芯片	371	11.4.2	TLC5615 的应用实例—— 输出锯齿波	427
10.5.1	ADS1100 的应用基础	371	11.5	12 位并行 D/A 芯片	428
10.5.2	ADS1100 的应用实例	380	11.5.1	MAX527 的应用基础	428
10.6	16 位串行接口多通道 A/D 芯片	380	11.5.2	MAX527 的应用实例	433
10.6.1	AD977A 的应用基础	380	11.6	16 位串行 D/A 芯片	433
10.6.2	AD977A 的应用实例	388	11.6.1	MAX541 的应用基础	433
10.7	A/D 模块的应用实例——太阳能 电池监控模块	388	11.6.2	MAX541 的应用实例	436
10.7.1	太阳能电池监控模块的 需求分析	388	11.7	串行 A/D 和 D/A 芯片	436
10.7.2	太阳能电池监控模块的 电路设计	389	11.7.1	PCF8591 的应用基础	437
10.7.3	太阳能电池监控模块的 应用代码	393	11.7.2	PCF8591 的应用实例—— AD 模拟量采集和 DA 模拟量 输出	440
第 11 章	51 单片机的 D/A 模块	407	11.8	信号发生器芯片 MAX038	441
11.1	D/A 模块基础	407	11.8.1	MAX038 的应用基础	441
11.1.1	D/A 转换的过程	407	11.8.2	MAX038 的应用实例	444
			11.9	D/A 模块的应用实例——简易 波形发生器	444
			11.9.1	简易波形发生器的需求 分析	444
			11.9.2	简易波形发生器的电路 设计	445

11.9.3 简易波形发生器的应用 代码	446	13.3.2 DS1621 的应用实例—— DS1621 温度数据采集	498
第 12 章 51 单片机的时钟传感器		13.4 SPI 总线接口温度模块	500
模块	451	13.4.1 TC77 的应用基础	500
12.1 51 单片机应用系统中的时钟 信息获取	451	13.4.2 TC77 的应用实例	504
12.2 内部定时计数器	452	13.5 温度传感器模块的应用实例—— 多点温度采集系统	504
12.3 并行总线接口时钟模块	453	13.5.1 多点温度采集系统的需求 分析	505
12.3.1 DS12C887 的应用基础	453	13.5.2 多点温度采集系统的电路 设计	506
12.3.2 DS12C887 的应用实例—— 路灯自动开关控制	461	13.5.3 多点温度采集系统的应用 代码	507
12.4 I ² C 总线接口时钟模块	463	第 14 章 51 单片机的常用其他传感器	
12.4.1 PCF8563 的应用基础	464	模块	515
12.4.2 PCF8563 的应用实例	472	14.1 温度传感器	515
12.5 SPI 总线接口时钟模块	474	14.1.1 SHT75 的应用基础	515
12.5.1 DS1302 的应用基础	474	14.1.2 SHT75 的应用实例—— SHT75 湿度和温度数据 采集	523
12.5.2 DS1302 的应用实例——时钟 信息读取	479	14.2 压力传感器	525
12.6 时钟传感器模块的应用实例—— 简单数字时钟	481	14.2.1 MPX4115 的应用基础	525
12.6.1 简单数字时钟的需求 分析	481	14.2.2 MPX4115 的应用实例	527
12.6.2 简单数字时钟的电路 设计	482	14.3 定位传感器	527
12.6.3 简单数字时钟的应用 代码	483	14.3.1 数字罗盘基础	527
第 13 章 51 单片机的温度传感器		14.3.2 GPS 模块基础	528
模块	485	14.3.3 NMEA-1083 规范	528
13.1 51 单片机应用系统中的温度 信息获取	485	14.4 数字罗盘传感器	532
13.2 1-wire 总线接口温度模块	486	14.4.1 HMR3000 的应用基础	532
13.2.1 DS18B20 的应用基础	487	14.4.2 HMR3000 的应用实例—— 航向、俯仰、横滚数据 采集	535
13.2.2 DS18B20 的应用实例—— DS18B20 温度数据采集	492	14.5 GPS 传感器	537
13.3 I ² C 总线接口温度模块	494	14.5.1 GARMIN 25LP 的应用 基础	537
13.3.1 DS1621 的应用基础	494		

14.5.2	GARMIN 25LP 的应用实例——GPS 地理信息采集	541	15.7.1	SSC P300 的应用基础	593
14.6	倾角传感器	545	15.7.2	SSC P300 的应用实例——SSC P300 数据发送和接收	597
14.6.1	TS1120 的应用基础	546	15.8	USB 通信桥芯片	600
14.6.2	TS1120 的应用实例	548	15.8.1	CP2102 的应用基础	600
14.7	超声距离传感器	548	15.8.2	CP2102 的应用实例	605
14.7.1	HC-SR04 的应用基础	549	15.9	51 单片机应用系统的通信模型和通信协议设计	605
14.7.2	HC-SR04 的应用实例——距离测量	551	15.9.1	51 单片机应用系统的通信模型	606
14.8	传感器模块的应用实例——手持倾角仪	554	15.9.2	51 单片机应用系统的通信协议设计	606
14.8.1	手持倾角仪的需求分析	554	15.10	有线通信模块的应用实例——远程仓库温度监测系统	607
14.8.2	手持倾角仪的电路设计	554	15.10.1	远程仓库湿度监测系统的 需求分析	607
14.8.3	手持倾角仪的应用代码	556	15.10.2	远程仓库湿度监测系统的 电路设计	608
第 15 章	51 单片机的有线通信模块	567	15.10.3	远程仓库湿度监测系统的 应用代码	609
15.1	51 单片机的有线通信模块设计概述	567	第 16 章	51 单片机的无线通信模块	613
15.2	RS-232 协议芯片	568	16.1	51 单片机的无线通信模块设计概述	613
15.2.1	MAX232 的应用基础	568	16.2	红外芯片	613
15.2.2	MAX232 的应用实例	571	16.2.1	红外芯片的应用基础	614
15.3	RS-485 协议芯片	572	16.2.2	红外芯片的应用实例——红外按键信息解析	621
15.3.1	MAX485 的应用基础	572	16.3	433MHz 无线通信模块	623
15.3.2	MAX485 的应用实例——51 单片机和 PC 进行远程数据交换	574	16.3.1	无线通信模块的应用基础	623
15.4	RS-422 协议芯片	576	16.3.2	无线通信模块的应用实例——PTR8000 串口通信桥	633
15.4.1	MAX491 的应用基础	576	第 17 章	51 单片机的小容量存储模块	637
15.4.2	MAX491 的应用实例	579	17.1	外部单口 RAM 芯片	637
15.5	高速光电隔离芯片	579			
15.5.1	6N137 的应用基础	580			
15.5.2	6N137 的应用实例	582			
15.6	CAN 总线芯片	583			
15.6.1	SJA1000 的应用基础	583			
15.6.2	SJA1000 的应用实例——串口 CAN 总线桥	588			
15.7	电力线总线芯片	592			

17.1.1	6264 的应用基础	638
17.1.2	6264 的应用实例——外部 大容量 RAM 的使用	641
17.2	外部双口 RAM 芯片	643
17.2.1	IDT7132 的应用基础	643
17.2.2	IDT7132 的应用实例—— 使用双口 RAM 进行双机 通信	647
17.3	外部 ROM 芯片	649
17.3.1	2716 的应用基础	649
17.3.2	2716 的应用实例	651
17.4	FIFO 芯片	651
17.4.1	CY7C419 的应用基础	651
17.4.2	CY7C419 的应用实例—— 使用 FIFO 存放临时 数据	654
17.5	I ² C 总线接口的 E ² PROM 芯片	657
17.5.1	AT24 系列芯片的应用 基础	658
17.5.2	AT24 系列芯片的应用实例—— 使用 AT24C04 存放用户 数据	665
17.6	SPI 总线接口的 E ² PROM 芯片	668
17.6.1	93 系列芯片的应用基础	668
17.6.2	93 系列芯片的应用实例—— 使用 93C46 存放用户 数据	674

17.7	接触式加密智能卡	677
17.7.1	接触式智能卡基础	677
17.7.2	SLE4442 接触式加密卡的 应用基础	679
17.7.3	SLE4442 的应用实例—— SLE4442 卡的读写	690
17.8	非接触式智能卡	693
17.8.1	非接触式智能卡基础	693
17.8.2	非接触式智能卡读写模块的 应用基础	697
17.8.3	非接触式智能卡读写模块的 应用实例	709

第 18 章 51 单片机的大容量存储

	模块	711
18.1	Flash 芯片	711
18.1.1	Flash 芯片的应用基础	711
18.1.2	Flash 的应用实例—— K9F5608 芯片的应用	717
18.2	U 盘读写芯片	717
18.2.1	CH376 的应用基础	717
18.2.2	CH376 的应用实例—— U 盘读写	741
18.3	SD 卡	745
18.3.1	SD 卡的应用基础	745
18.3.2	SD 卡的应用实例	756

51 单片机的内部模块

51 单片机是对所有兼容 Intel 8031 指令系统的 8 位单片机的统称，由其作为核心所构成的 51 单片机应用系统是一个用于实现某种目的硬件和软件的综合体，常常应用于各种军事、工业和民用系统，如自行火炮瞄准、矿山气体浓度采集、宾馆门禁、汽车总线等。本章将简要介绍 51 单片机内部模块的构成和基础使用方法以及一些高级应用技巧，包括以下内容：

- ◎ 使用 51 单片机作为核心控制系统的高级玩具汽车。
- ◎ 51 单片机应用系统的组成和设计流程。
- ◎ “最小” 51 单片机应用系统。
- ◎ 并行和串行 I/O 模块、定时计数器模块、外部中断模块的基础使用方法。
- ◎ 并行和串行 I/O 模块、定时计数器模块、外部中断模块的高级使用技巧。

1.1 51 单片机及其应用系统概述

图 1.1 所示是一张高级玩具汽车的“底盘”照片，其使用了 51 单片机作为核心控制模块，可以实现对玩具汽车的速度、方向、防撞的控制。

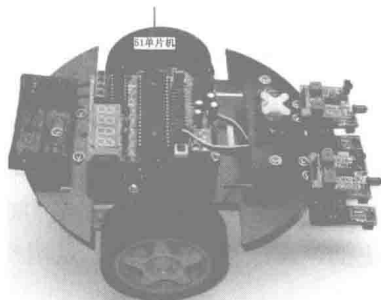


图 1.1 使用 51 单片机作为核心控制系统的高级玩具汽车“底盘”

1.1.1 51 单片机应用系统的构成和设计流程

一个完整 51 单片机应用系统的结构如图 1.2 所示。它由 51 单片机内核、51 单片机的内部资源、51 单片机扩展的外部资源以及 51 单片机上运行的用户软件组成。

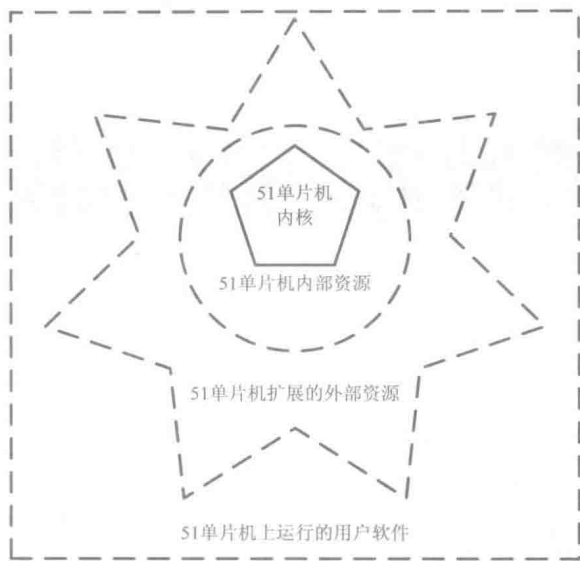


图 1.2 51 单片机应用系统组成结构

- ◎ 51 单片机内核：这是 51 单片机的核心部分，包括时钟产生模块、ALU 运算模块、通用寄存器等。
- ◎ 51 单片机的内部资源：51 单片机内部自带了一些诸如定时/计数器、外部中断、串行通信模块的资源，可以完成部分核心功能。
- ◎ 51 单片机扩展的外部资源：由于 51 单片机的通用性较强，所以其集成的内部资源有限，当应用系统需要完成一些特殊功能时，如测量温度、湿度等，则需要外扩一些外部资源(器件)，这些外部资源(器材)和 51 单片机内核、51 单片机的内部资源一起构成了 51 单片机应用系统的硬件资源，是 51 单片机应用系统的基础。
- ◎ 51 单片机上运行的用户软件：设计者根据应用系统的具体功能所编写的应用代码，是 51 单片机应用系统的“大脑”，这些应用代码可以用 C 语言编写，也可以用汇编语言编写，在最终执行的时候都要被编译器转换为机器语言。

51 单片机应用系统的开发是一个循序渐进的过程，在其中可能还会出现反复。其流程如图 1.3 所示。

(1) 需求分析：这是 51 单片机应用系统开发流程中最重要的一环，是 51 单片机应用系统的设计基础，设计者需要和用户仔细交流，完整地记录下该应用系统需要完成的所有工作，从中抽象出系统的需求并且和用户反复回溯后确认。这一步的难度在于如何规范用户的需求，因为用户的需求有可能是随时变更的，设计者既要尽量满足用户的所有需求，又要学会对用户的“非合理需求”做到断然拒绝。