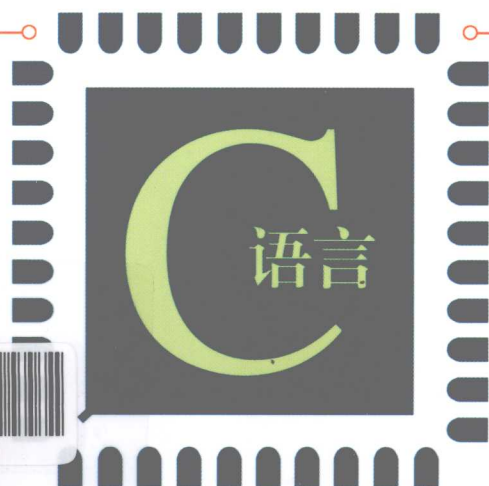


唐继贤 | 编著

51单片机 应用系统开发 实例精解



YZLI0890108358

上海科学技术出版社



图例(PI)目录附录

51 单片机应用系统开发实例精解 (C语言)

ISBN 958-7-2458-0994-2

51 单片机应用系统开发实例精解

(C 语言)

唐继贤 编著



YZLI0890108358

上海科学技术出版社

上海科学技术出版社
地址：上海钦州路
电话：(021) 62410000
邮编：200033
ISBN 958-7-2458-0994-2
定价：40.00 元

图书在版编目(CIP)数据

51 单片机应用系统开发实例精解(C语言)/唐继贤
编著. —上海:上海科学技术出版社,2012.1
ISBN 978—7—5478—0994—5

I. ①5... II. ①唐... III. ①单片微型计算机—
C语言—程序设计 IV. ①TP368.1②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 187849 号

(CIP)

第 1 版 第 1 次印刷



上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 17.5

字数 380 千字

2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978—7—5478—0994—5/TP·15

定价:49.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内容提要

本书全面介绍了用 C 语言编程 51 系列单片机的方法和实例。全书分为三大部分,前面两章介绍了 51 单片机的硬件结构和两种常用的 C 语言集成开发环境的使用方法。接下来的五章介绍了 51 单片机典型模块的开发实例,内容包括单片机的串口通信、定时/计数器、看门狗、中断、矩阵键盘输入、ADC、DAC、红外遥控接收、电动机控制、SD 存储卡的读写、LED 和 LCD 显示器等。每一个实例都给出了电路图及程序清单。

作者还设计了一块实验电路板,读者可以用它自己动手来做书中大部分的实验,因此特别适合电子技术类专业的大学生们作为动手实践的教材,弥补他们在就业时缺乏实践经验的不足。本书的实例涉及电子工程应用的许多方面,内容丰富、取材广泛,也是从事单片机应用系统开发的工程技术人员一本不可多得的应用参考书。

本书实例中的所有程序源代码都在随书附送的光盘中,以方便读者使用。

前言

从大学毕业开始工作就注定了要和单片机结下不解之缘,记得当时研究室承担了我国第一座核电站——秦山核电站区域 γ 监测仪的研制工作,需要使用单片机技术,那时叫微型计算机。可是当时还没有人懂得单片机,在学校里也没有学过,适逢1983年中国计算机技术服务公司在无锡举办微型机接口培训班,单位从新来的大学生中选派我去参加,使我从那时候开始有机会接触到了微型计算机技术。培训班主讲是我国著名的微型计算机教育专家周明德老师,他是清华大学自控系计算机专业毕业的留校教师,教授级高级工程师。那时候用的是Zilog公司的Z80单板机。周老师讲课条理清楚、逻辑性强、深入浅出,一个复杂的单板机系统被他剖析得清清楚楚。培训班仅一个月的时间就使我们掌握了微型计算机应用开发的基本技术。

此后,我在电子产品的研发中多次使用Z80单板机技术,解决了产品研发生产中的技术难题。1986年,在给中科院高能所北京正负电子对撞机工程研制生产的大功率高精度稳流电源产品的测试中,需要进行电源长期稳定性的测试和数据记录,于是我用Z80单板机开发了一台自动测试记录仪,短短一周时间就获得了几十万个测试数据,这要是由人工来做根本是不可能的。测试仪圆满完成了这项任务,产品稳定性达到了用户的要求。此后在和航天部一院合作研制的大功率高精度地面测控电源中也首次使用了单板机控制技术,使电源控制从此进入了微型机控制的年代。

进入21世纪,前几年我有机会在广东风华高新科技股份有限公司专门从事电子新产品的开发工作,广东省作为我国电子工业改革开放的前沿阵地,该公司又是我电子工业五百强之一,因此在这里从事这项工作比在北方具有更多新的有利条件。我在这里有机会接触到了电子技术方面的许多新东西,特别是在单片机的应用技术方面。2007年我在“EDN电子设计技术”上开辟了我的博客,陆续写了一些电子方面的文章,受到了网友的欢迎,也得到了EDN博客编辑的支持。有不少青年大学生给我留言或发电子邮件,希望和我交流学习,有一位大四的学生留言说:“看了唐工师傅的一些文章,觉得很好。我是一个大四的学生,现在在搞全国电子设计大赛,遇到了不少问题,翻了不少的书,觉得你可以出一些书。好像我没发现中国的工程师写过在自己实践基础上介绍电子制作的,都是理论一大堆(可能他们也不知怎么调试),所以我建议你写一些这方面的文章!”。我本来也只是把自己过去做过的一些东西整理出来放到博客上,但是还没有出书的打算。此时恰逢北京航空航天大学出版社的编辑看了我的博客以后来信和我约稿,希望我能把这些东西整理出版后贡献给更多的读者。2009年初我的《51单片机工程应用实例》一书出版,该书出版后受到了读者,特别是在校大学生的欢迎。有很多读者给我写信谈他们看过该书后的体会,读者金庭波在我的新浪博客上留言说:“唐工,我仔仔细细,认认真真地学你的书,写得真是太妙了!尤其对I2C总线和单总线,写得精彩得很!希望你下次的书更经典。你的书与别的书最大的不同点就是把硬件写清楚了,把时序写清楚了,并且时序与程序是配合的。这样就给人一个清晰的印象:单片机编程,首先要

懂硬件的结构,然后是硬件工作的时序,最后的程序是遵循结构和时序写出来的。市面上那些不讲硬件,只讲程序的书,是写不对单片机程序的。”基于读者的要求,这次编写了本书。

本书与流行的单片机编程书不同的特点:

① 软硬件结合,以硬件电路为基础,在讲清楚硬件电路原理的基础之上,再讲解软件编程的方法。现代电子技术包括单片机技术都是在微电子电路基础上发展而来的,如果对硬件芯片不了解,编程时就会有种似懂非懂的感觉,心里不踏实。对于一个应用电路系统来说,硬件电路准确无误,才能保证后面的程序调得通。一般来说传统单片机书籍多数比较重视软件编程的讲解,但是往往忽视了硬件电路的基础作用。很多读者的程序调不通,其实到后来才发现是硬件电路有误所致。我在实践中就多次有过这样的遭遇。对于那些偏重软件专业的学生来说这个问题更加突出。因此本书对硬件给予特别的关注。

② 注意介绍和单片机系统相关的电子技术知识。还是和电路有关,在一个单片机系统中的硬件除了和单片机有关的数字电路之外,还有其他许多电子技术方面的知识,例如模拟电路、高频振荡电路、滤波器,各种传感器、继电器、电机等执行机构。要想实现一个稍微复杂一点的应用系统,往往需要多方面的知识,因此作者也力图对应用系统所涉及的这些知识,给读者一个初步的交代,虽然不能做到深刻全面,但是至少能解决面临的问题。

③ DIY(Do it yourself),让读者自己动手来做。作为一个合格的应用系统工程技术人员,动手能力对他们来说是至关重要的,当代中国作为“世界工厂”,大量急需的是心灵手巧的工程师,而非理论家。现在应届毕业生求职难的一个重要原因就是他们的动手能力不能令用人单位满意,DIY可以弥补他们在校学习时的不足,增加他们毕业后就业的机会。为了方便读者动手实验,作者特地设计了一块实验电路板,并配备有全部的实验器材。这块电路板可以实现书中绝大部分的编程实例,详细说明见本书后面的附录。

本书的实例、内容丰富,取材广泛,除了单片机本身之外,涉及电子工程应用的许多方面,包括模拟电路、信号源、高频电路、滤波器设计、测试测量、传感器、无线电通信、广播信号接收、红外遥控、电机控制等,具有较高的实用价值和广阔的应用范围,有利于开拓读者的知识面,适合应用系统开发的各类工程技术人员借鉴。更是在校大学生学习单片机技术的最佳辅助教材。**本书实例中的所有程序源代码都在随书附送的光盘中,以方便读者使用。**

我要感谢为本书付出辛勤劳动的我的同事和朋友们,他们是杨晓平、郭铁城、杨扬、杨明、欧阳克勇、李守为、王书毅、杨崇仁、孙毓明、刘树祥、汉泽西、段石、韦聚英、陈海同、王杰。在他们的帮助和支持下,本书才得以顺利完成。

我还要感谢我的女儿唐华阳,是她帮我绘制了书中的主要图表。

最后我要感谢我的《51 单片机工程应用实例》一书的广大的读者,该书出版后他们热情的来信给了我很大的鼓励和支持,这里面除了肯定之外,也让我看到了自己的一些不足,哪怕是书中的一些笔误,因此再写时类似的问题就会减少。但是由于本人水平有限,书中仍然难免还有一些错误,欢迎各位专家和读者批评指正。作者的电子邮箱是:tang_jx@163.com,QQ:454082948。

唐继贤

目 录

CONTENTS

第一章 MCS-51 系列单片机的硬件结构 1

- 1.1 AT89C51 单片机 / 1
 - 1.1.1 AT89C51 单片机的封装和引脚 / 2
 - 1.1.2 AT89C51 单片机的内部结构 / 2
- 1.2 AT89C2051 单片机 / 2
- 1.3 AT89S51/52 单片机 / 3
 - 1.3.1 AT89S51/52 单片机的性能 / 4
 - 1.3.2 AT89S51/52 单片机的编程 / 4
- 1.4 STC51 单片机 / 5
 - 1.4.1 STC51 单片机的特点 / 6
 - 1.4.2 典型代表型号及性能简介 / 6
 - 1.4.3 STC51 单片机的编程 / 7

第二章 51 单片机的 C 语言程序设计 9

- 2.1 C51 程序设计 / 9
 - 2.1.1 数据类型和运算 / 9
 - 2.1.2 语句和程序结构 / 11
 - 2.1.3 函数 / 13
 - 2.1.4 构造数据类型 / 15
- 2.2 集成开发环境 uVision2 / 18
 - 2.2.1 窗口界面和功能 / 19
 - 2.2.2 创建项目 / 19
 - 2.2.3 调试程序 / 20
- 2.3 mikroC 集成开发环境 (IDE) / 26
 - 2.3.1 mikroC 集成开发环境的使用 / 27
 - 2.3.2 mikroC 软件模拟器的使用 / 32
 - 2.3.3 mikroC 的函数库 / 37
 - 2.3.4 mikroC 的特有工具 / 40

第三章 51 单片机内部资源的编程 45

- 3.1 AT89C51 单片机的中断 / 45
 - 3.1.1 中断的使用 / 46
 - 3.1.2 中断的响应 / 47

- 3.1.3 中断编程实例 / 47
- 3.2 定时/计数器的编程 / 49
 - 3.2.1 定时/计数器 T0 和 T1 的寄存器 / 49
 - 3.2.2 定时/计数器 T0 和 T1 的初始化 / 50
 - 3.2.3 定时器计数初值的计算 / 50
 - 3.2.4 定时/计数器 T0 和 T1 的编程实例 / 50

- 3.3 串口的编程 / 52
 - 3.3.1 串口的寄存器 / 52
 - 3.3.2 串口的初始化 / 53
 - 3.3.3 串口的编程实例 / 54
- 3.4 看门狗定时器的编程 / 56
 - 3.4.1 看门狗的原理 / 56
 - 3.4.2 看门狗的使用 / 56
 - 3.4.3 看门狗的编程 / 56
- 3.5 模拟比较器的编程 / 57
 - 3.5.1 模拟比较器的原理 / 57
 - 3.5.2 模拟比较器的编程实例 / 57

第四章 单片机扩展总线的编程 60

- 4.1 并行总线的扩展 / 60
 - 4.1.1 用锁存器扩展并行口 / 60
 - 4.1.2 用三态门扩展输入并行口 / 60
 - 4.1.3 用串行口扩展并行口 / 61
- 4.2 I2C 总线 / 62
 - 4.2.1 I2C 总线数据传输的原理 / 62
 - 4.2.2 I2C 总线多器件控制的工作原理 / 63
 - 4.2.3 51 单片机模拟 I2C 总线 / 64
 - 4.2.4 I2C 总线的编程实例 / 68
- 4.3 Dallas 公司的单总线 (1-Wire Bus) / 74
 - 4.3.1 硬件结构和连接 / 74
 - 4.3.2 单总线的工作原理 / 75
 - 4.3.3 单总线通信协议 / 76

- 4.3.4 单总线的初始化和读写函数 / 78
- 4.3.5 单总线编程实例 / 79
- 4.4 SPI 总线 / 80
 - 4.4.1 SPI 总线的接口信号 / 80
 - 4.4.2 SPI 总线的工作原理 / 81
 - 4.4.3 SPI 总线在 8051 单片机系统中的应用 / 81
- 4.5 USB 总线 / 83
 - 4.5.1 USB 系统的硬件 / 84
 - 4.5.2 USB 系统的软件设计 / 85
- 第五章 输入和显示电路 86**
 - 5.1 按钮开关输入 / 86
 - 5.1.1 一般按钮开关输入 / 86
 - 5.1.2 矩阵键盘输入 / 87
 - 5.2 LED 数码管显示器 / 90
 - 5.2.1 LED 数码管 / 90
 - 5.2.2 LED 数码管的静态显示 / 91
 - 5.2.3 LED 数码管的动态显示 / 91
 - 5.3 液晶显示器(LCD) / 93
 - 5.3.1 LCD1602 液晶显示器 / 93
 - 5.3.2 LCD1602 的引脚功能 / 94
 - 5.3.3 LCD1602 和单片机的连接 / 95
 - 5.3.4 LCD1602 的指令集 / 96
 - 5.3.5 LCD1602 的应用编程 / 97
- 第六章 数据采集和传感器 103**
 - 6.1 A/D 转换器 / 103
 - 6.1.1 TLC1549 的引脚和应用电路 / 103
 - 6.1.2 TLC1549 的工作原理和时序 / 104
 - 6.1.3 TLC1549 编程实例 / 105
 - 6.2 温度传感器 / 106
 - 6.2.1 TMP102 低功耗温度传感器的性能 / 106
 - 6.2.2 TMP102 内部寄存器和工作原理 / 107
 - 6.2.3 TMP102 在单片机系统中的应用 / 110
 - 6.2.4 TMP102 编程实例 / 111
 - 6.3 红外线传感器 / 112
 - 6.3.1 单片机系统红外线信号接收电路 / 112
 - 6.3.2 红外遥控信号编码 / 113
 - 6.3.3 红外遥控信号解码 / 114
- 第七章 输出和外部设备控制 121**
 - 7.1 D/A 转换器 / 121
 - 7.1.1 DAC7513 D/A 转换器 / 121
 - 7.1.2 DAC7513 在单片机中的应用 / 122
 - 7.1.3 DAC7513 的编程 / 122
 - 7.2 小型直流电动机的控制 / 124
 - 7.2.1 直流电动机控制的基本原理 / 124
 - 7.2.2 H 桥直流电动机控制电路的原理 / 125
 - 7.2.3 H-桥控制电路芯片 L293D / 126
 - 7.2.4 51 单片机中 PWM 的实现 / 127
 - 7.2.5 用 51 单片机和 L293D 构成的直流电动机控制电路 / 129
 - 7.3 SD 存储卡 / 132
 - 7.2.1 SD 存储卡的硬件结构和接口 / 134
 - 7.2.2 SD 存储卡在 51 单片机系统中的使用 / 135
 - 7.2.3 SD 存储卡的命令和应答 / 137
 - 7.2.4 SD 存储卡的 SPI 接口模式 / 139
 - 7.2.5 SD 存储卡的读写 / 143
 - 7.2.6 SD 存储卡编程实例 / 149
- 第八章 单片机和上位机通信 153**
 - 8.1 RS232C 串行接口 / 153
 - 8.1.1 RS232C 标准 / 153
 - 8.1.2 RS232C 接口与单片机的连接 / 154
 - 8.2 RS232C 接口上位机编程 / 154
 - 8.2.1 VB 中的串口控件 / 155
 - 8.2.2 RS232C 接口编程实例 / 160
 - 8.3 RS485 接口 / 164
 - 8.3.1 RS485 接口在 51 单片机系统中的使用 / 164
 - 8.3.2 RS485 接口编程 / 165
 - 8.4 上位机 USB 接口和单片机通信 / 165
 - 8.4.1 USB 转换芯片 CH341 / 166
 - 8.4.2 CH341T 的应用电路 / 168

- 8.4.3 CH341T 在单片机串口通信中的应用 / 168

第九章 直接数字合成(DDS)波形发生器 171

- 9.1 DDS 原理与特点 / 171
- 9.2 AD9835 的应用与编程 / 172
- 9.2.1 内部原理 / 172
- 9.2.2 引脚及功能 / 173
- 9.2.3 内部寄存器和编程 / 175
- 9.2.4 AD9835 的基本应用电路 / 179
- 9.3 用 AD9835 和 51 单片机制作的波形发生器 / 180
- 9.3.1 波形发生器的硬件电路 / 180
- 9.3.2 波形发生器的程序 / 182
- 9.4 调试方法 / 195
- 9.4.1 硬件电路的调试 / 195
- 9.4.2 软件调试 / 196
- 9.5 低通滤波器的设计 / 197
- 9.5.1 低通滤波器的特性 / 197
- 9.5.2 定 K 型归一化 LPF / 197
- 9.5.3 用归一化 LPF 设计低通滤波器 / 198

第十章 电容电感测量仪 200

- 10.1 电感量和电容量的测量原理 / 200
- 10.1.1 电感量和电容量测量的基本原理 / 200
- 10.1.2 电容电感测量仪测量原理 / 200
- 10.2 用单片机测量频率的方法 / 202
- 10.2.1 单片机可测频率的范围 / 202
- 10.2.2 测量仪 LC 振荡器的工作频率范围 / 202
- 10.2.3 用单片机测频率 / 202
- 10.3 电感电容测量仪的硬件电路 / 203
- 10.3.1 LC 振荡器的原理 / 203
- 10.3.2 LC 振荡器的调试 / 204
- 10.4 测量仪的编程 / 204
- 10.4.1 测量仪的工作过程 / 204
- 10.4.2 测量仪的程序流程 / 205

第十一章 调频(FM)收音机 211

- 11.1 FM 广播系统的基础知识 / 211
- 11.1.1 调频广播系统简介 / 211
- 11.1.2 调频广播收音机(FM 收音机)的原理 / 213
- 11.2 TEA5767HN 单片 FM 调谐器 / 213
- 11.2.1 TEA5767HN 的性能 / 214
- 11.2.2 TEA5768HN 的引脚和封装 / 214
- 11.2.3 TEA5767HN 的内部结构和功能 / 216
- 11.2.4 TEA5767HN 的总线接口和控制寄存器 / 217
- 11.2.5 TEA5767HN 的典型应用电路 / 222
- 11.3 FM 收音模块 / 224
- 11.4 用单片机和 FM 收音模块做的 FM 收音机 / 224
- 11.4.1 收音机硬件电路的说明 / 224
- 11.4.2 收音机的编程 / 225

第十二章 温度数据无线传输系统 236

- 12.1 DS18B20 数字温度传感器简介 / 236
- 12.2 nRF24L01 无线数据传输芯片 / 239
- 12.2.1 内部结构和引脚封装 / 240
- 12.2.2 工作模式和 ShockBurst™技术 / 241
- 12.2.3 SPI 接口和寄存器 / 242
- 12.3 实用硬件电路原理 / 248
- 12.3.1 应用电路 / 248
- 12.3.2 实用模块 / 248
- 12.3.3 nRF24L01 实用模块与 51 单片机的连接 / 249
- 12.4 nRF24L01 单片机编程 / 250
- 12.4.1 发送流程 / 250
- 12.4.2 接收流程 / 251
- 12.4.3 无线温度数据传输系统程序 / 251

附录 本书配套的实验板使用说明 / 262

参考文献 / 267

第一章 MCS-51系列单片机的硬件结构

MCS-51 系列单片机是美国 INTEL 公司于 1980 年在 MCS-48 单片机的基础上推出的系列单片机,与前者相比,它的结构更先进,功能更强大,在原来的基础上增加了更多的电路单元和指令。它有四个 8 位并行端口,一个全双工串口,两个 16 位定时计数器,五个中断源,两种省电工作模式。指令多达 111 条,有单独的乘除法指令,有两个独立的 64K 程序存储器和数据存储器空间等。MCS-51 单片机优异的性能使得它迅速得到了广泛的应用,成为 8 位单片机事实上的工业标准,通过专利互换或专利许可,世界上许多著名的半导体公司例如 PHILIPS、Dallas、ATMEL 等也大量生产与之兼容的产品,尽管近年来出现了很多其他类型的 8 位单片机,但是以 MCS-51 为核心的各类单片机仍然是市场的主流产品。

最初的 MCS-51 系列单片机主要包括 8031、8051 和 8751 三个品种,除了 8751 之外,其他内部都没有程序存储器,需要外接程序存储器,使用起来比较麻烦。后来 ATMEL 公司推出了一系列使用“闪存”作为内部程序存储器的产品,主要有 AT89C51/52 和 AT89C2051 两类产品。它们的主要特点是采用了可反复擦写的闪速存储器(Flash Memory)作为用户程序存储器,烧写在闪存中的用户程序可以多次擦除掉再写入,用户可以反复修改和调试自己的程序,给用户提供了更大的方便。它的出现立即受到了用户的欢迎,此后有很多公司也推出了类似的产品。

PHILIPS 51PLC 系列单片机也是基于 80C51 内核的单片机,它内嵌了掉电检测、模拟以及片内 RC 振荡器等功能,这使 51LPC 在高集成度、低成本、低功耗的应用设计中可以满足多方面的性能要求。

另外还有一种由宏晶科技推出的 STC51 系列单片机。该系列单片机是一种增强型的 8051 单片机。它采用 8051 内核,指令和 8051 兼容。但是性能和速度却有了很大的提升,机器周期只有一个时钟,内部具有 PWM、硬件看门狗、高速 SPI 通信端口和 10 位高速 AD 转换器等,它具有 ISP/IAP,在系统可编程/在应用可编程和无需编程器/仿真器。这些新的性能受到了用户的欢迎,近年来也赢得了不少用户。

1.1 AT89C51 单片机

AT89C51 是一种内含 4KB 闪速存储器、低电压、高性能的 8 位 CMOS 微控制器。它采用了 ATMEL 的高密度非易失存储器制造技术,与工业标准的 MCS-51 指令集和输出引脚完全兼容。由于将多功能 8 位 CPU 和闪速存储器组合在一个芯片中,使其具有方便易用、性价比高的显著特点,成为 C51 系列兼容单片机中最受欢迎的品种。它的简化版 AT89C2051 也因物美价廉、体积小、功能强而受到用户的特别青睐。因此本章以 ATMEL 公司的 AT89C51 为例,讲解 C51 系列单片机的硬件结构。

1.1.1 AT89C51 单片机的封装和引脚

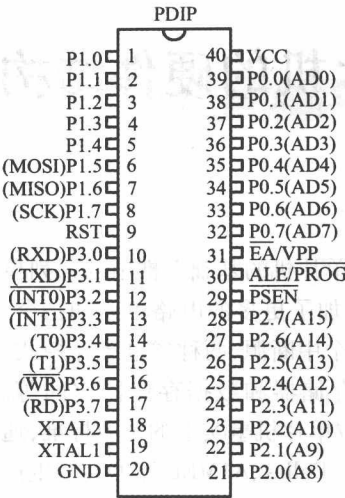


图 1-1 AT89C51 单片机的引脚图

AT89C51 具有 PDIP、TQFP 和 PLCC 三种封装,图 1-1 是 PDIP 封装的引脚图。

AT89C51 的引脚除了 VCC 和 VSS 之外,按其功能可分为以下三类:

1. 时钟电路引脚

XTAL1 和 XTAL2。

2. I/O 端口引脚

(1) P0 口:8 位漏极开路的双向 I/O 口。

(2) P1 口:带内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口。

(3) P2 口:带内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口。

(4) P3 口:带内部上拉电阻、引脚有复用功能的 8 位双向 I/O 口;第二功能见表 1-1。

3. 控制类引脚

(1) RST:复位信号引脚。

表 1-1 P3 引脚的第二功能

引脚	第二功能	引脚	第二功能
P3.0	RXD 串口数据输入	P3.4	T0 外部计数脉冲输入
P3.1	TXD 串口数据输出	P3.5	T1 外部计数脉冲输入
P3.2	INT0 外中断 0 输入	P3.6	WR 外部 RAM 写选通
P3.3	INT1 外中断 1 输入	P3.7	RD 外部 RAM 读选通

(2) EA/VPP:程序存储器选择/编程电压输入端。

EA=0 执行外部程序存储器的程序;EA=1 执行内部程序存储器的程序。由于 AT89C51 内部有 4KB 的闪存作为程序存储器,因此在实际使用时该引脚直接连到电源正端。编程闪存时接 12V 电源正端。

(3) ALE/PROG:片外存储器地址锁存允许/编程脉冲输入端。

(4) PSEN:外部程序存储器读选通。产生访问外部程序存储器的读选通信号。

1.1.2 AT89C51 单片机的内部结构

AT89C51 内部包括一个 8 位 CPU、片内振荡器和时钟电路、4KB 闪存组成的程序存储器、128 字节的数据存储器、四个 8 位并行 I/O 口、一个全双工串行口、两个 16 位定时/计数器、5 个中断源,提供两个中断优先级、21 个特殊功能寄存器、可寻址各 64K 的外部程序存储器和数据存储器、有位寻址功能及较强的布尔数据处理能力、有两种软件可选的低功耗运行方式(空闲和掉电方式)。它的内部框图如图 1-2 所示。

1.2 AT89C2051 单片机

AT89C2051 单片机是 AT89C51 的简化版,Flash 容量为 2K。它只有 20 引脚(引脚图如图 1-3

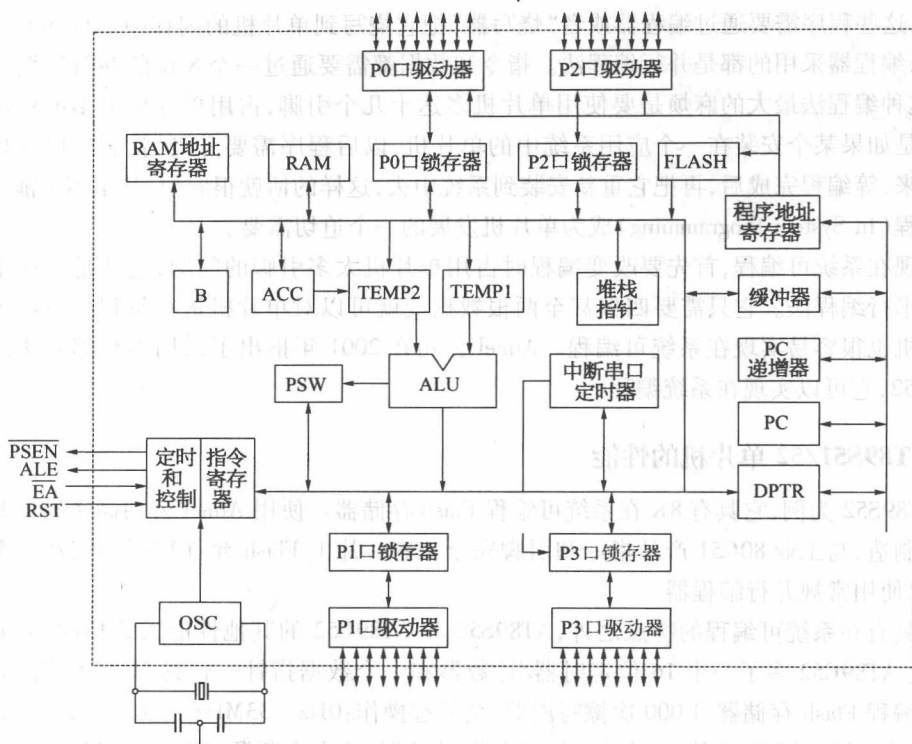


图 1-2 AT89C51 单片机的内部框图

所示)。AT89C51 具有的功能它基本上都有。它有 128 字节 RAM、两个 16 位定时计数器、一个全双工串口、五个两级中断源、片内振荡器和时钟电路等,与众不同的是它还有一个精确模拟比较器。从图中可以看出它只有 P1 和 P3 两个端口,P1 口为双向 I/O 口,P1.2 ~ P1.7 六条引脚内部有上拉电阻,P1.0 和 P1.1 分别为内部模拟比较器的正、负输入端,这两条引脚需外接上拉电阻。P1 口的各引脚有较强的驱动能力,可直接驱动 LED 发光二极管。P3.0 ~ P3.5 和 P3.7 七条引脚有内部上拉电阻,除了有和 AT89C51 类似的第二功能以外,也可当作普通 I/O 口使用。P3.6 没有外部引脚,它接受内部模拟比较器的输出,可由程序访问,但不能用作普通 I/O 口。

由于 AT89C2051 只有 2K Flash,因此在编程使用跳转指令时要注意不要超出 2K 地址范围。另外由于 AT89C2051 不可外扩数据和程序存储器,因此在编程时也不能使用 MOVX 片外数据寄存器访问指令。

AT89C2051 价格低廉、体积小、功能强大,因此在很多地方得到了广泛的应用,关于它的编程方法在第七章有详细的介绍。

1.3 AT89S51/52 单片机

使用闪存作为程序存储器的单片机,用户在个人电脑 PC(Personnel Computer)上编写好自己的

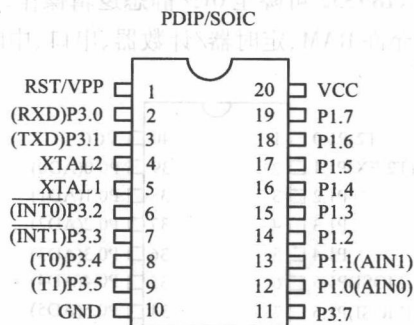


图 1-3 AT89C2051 引脚图

应用程序,这些程序需要通过编程器或者“烧写器”把它烧写到单片机的闪存中。早期的单片机程序的烧写,编程器采用的都是并行编程法。指令和数据都需要通过一个8位的并行数据口来写入单片机,这种编程法最大的麻烦是要使用单片机多达十几个引脚,占用单片机太多的资源。更重要的一点是如果某个安装在一个应用系统中的单片机,以后程序需要升级,就必须把它从应用系统中拿下来,等编程完成后,再把它重新安装到系统中去,这样的话就很麻烦,甚至不可能。所以在系统可编程(In System Programming)成为单片机发展的一个迫切需要。

要实现在系统可编程,首先要改变编程时占用单片机太多引脚的问题,这就是现在单片机广泛使用的串行编程法。它只需要四根甚至两根数据线就可以对单片机进行编程。使用串行编程法的单片机也很容易实现在系统可编程。Atmel 公司在 2001 年推出了采用串行编程法的单片机 AT89S51/52,它可以实现在系统编程。

1.3.1 AT89S51/52 单片机的性能

以 AT89S52 为例,它具有 8K 在系统可编程 Flash 存储器。使用 Atmel 公司高密度非易失性存储器技术制造,与工业 80C51 产品指令和引脚完全兼容。片上 Flash 允许程序存储器在系统可编程,也可以使用常规并行编程器。

除了具有在系统可编程的特点之外,AT89S52 和 AT89C52 的其他性能大致相同,同时也有一些改进,比 AT89C52 多了一个 16 位定时器/计数器和一个数据指针。它具有以下标准功能:8KB 在系统可编程 Flash 存储器,1 000 次擦写周期,全静态操作:0Hz ~ 33MHz 工作频率,三级加密程序存储器,32 位可编程 I/O 口线,三个 16 位定时器/计数器,八个中断源,全双工 UART 串行通道,低功耗空闲和掉电模式,掉电后中断可唤醒,看门狗定时器,双数据指针,掉电标识符。另外,AT89S52 可降至 0Hz 静态逻辑操作,支持两种软件可选择节电模式。空闲模式下,CPU 停止工作,允许 RAM、定时器/计数器、串口、中断继续工作;掉电保护方式下,RAM 内容被保存,振荡器被冻结,单片机一切工作停止,直到下一个中断或硬件复位为止。

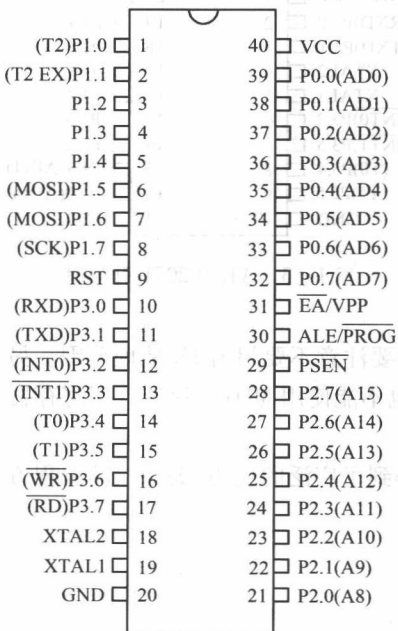


图 1-4 AT89S51/52 单片机引脚

1.3.2 AT89S51/52 单片机的编程

AT89S51/52 单片机采用串行编程法,它在编程时,除了两根电源线之外,只需要四根数据线就可以实现在系统编程,即图 1-4 中的 RST、SCK、MISO 和 MOSI 这四根线。后面三根线和 P1.7、P1.6、P1.5 复用。不编程时它们依然可以作为普通 I/O 线使用。RST 线在编程时,要将其连接的复位电路断开。用户在 PC 中编写好自己的程序之后,可以有两种途径把程序写入 AT89S51/52 单片机,一个是电脑的 RS232C 串口,另一个是并口。

1. 串口编程器

图 1-5 为串口编程器的电路原理图,从串口到单片机要使用一片 MAX232 做电平转化。图中的 S1 开关是编程和运行的切换开关,当编程时,复位引脚 RST 通过 S1 接 5V 电源正,进入编程模式;运行时 RST 接 RC 复位电路,运行程序。

串口编程可以使用一个名为“电子在线 ISP 编程器 V2.0”的软件。该软件可以在网上下载,使用起来很方便。

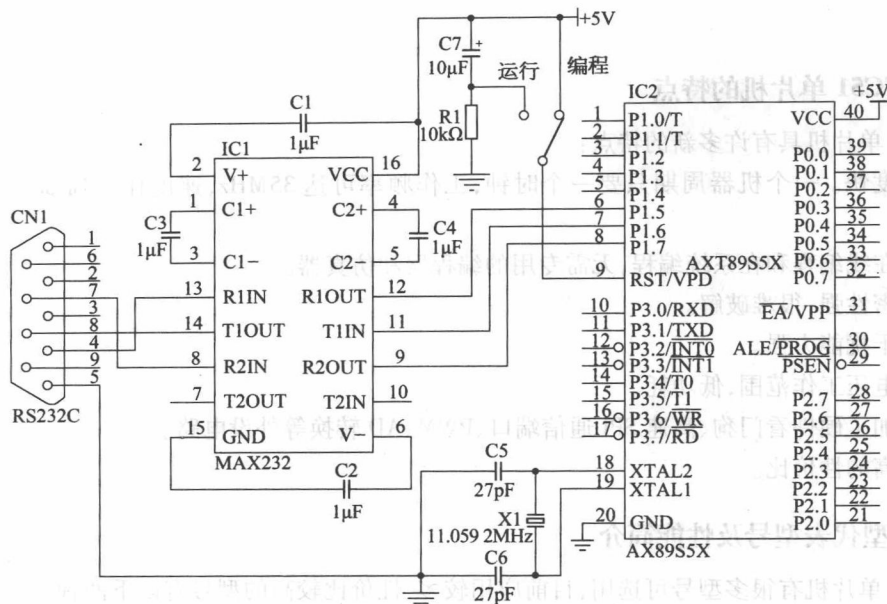


图 1-5 串口编程器电路原理图

2. 并口编程器

图 1-6 为并口编程器电路原理图，从并口到单片机使用一片 74HC373 做数据缓冲。可使用网上广为流传的软件进行并口编程。

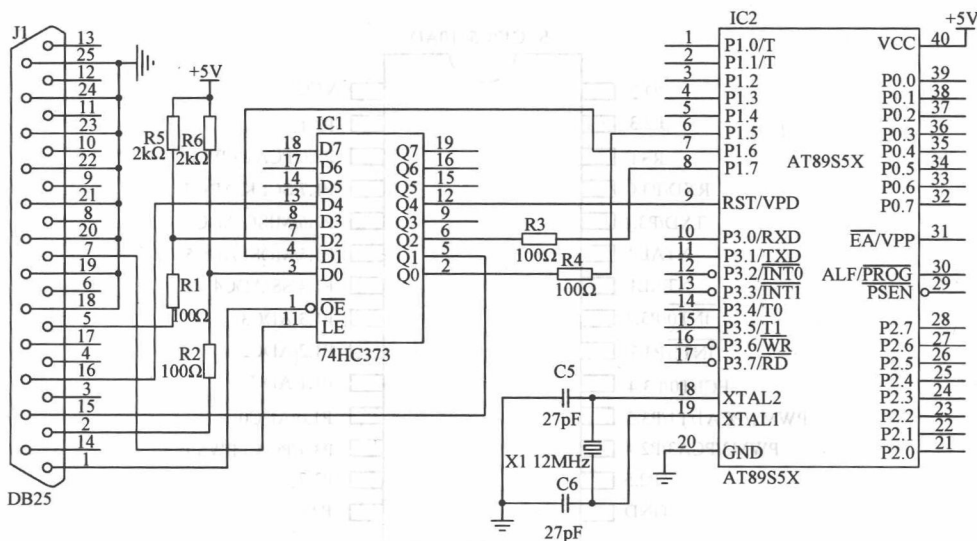


图 1-6 并口编程器电路原理图

1.4 STC51 单片机

STC51 系列单片机是由美国人设计，深圳宏晶科技在国内推广的新型 51 内核单片机。由于它采用了增强型的 8051 内核，因此其性能得到了很大的提升，同时又保留了 51 单片机编程简单和易

学的特点。

1.4.1 STC51 单片机的特点

STC51 单片机具有许多新的特点:

- ① 速度快。一个机器周期只要一个时钟,工作频率可达 35MHz,速度比普通 8051 快 8 ~ 12 倍。
- ② 可在线编程和在系统编程,无需专用的编程器和仿真器。
- ③ 加密性强,很难破解。
- ④ 抗干扰能力强。
- ⑤ 宽电压工作范围,低功耗。
- ⑥ 增加了硬件看门狗、高速 SPI 通信端口、PWM、AD 转换等外设电路。
- ⑦ 较高的性价比。

1.4.2 典型代表型号及性能简介

STC51 单片机有很多型号可选用,目前应用较多、性价比较高的型号有以下两种:

1. STC12C5410AD

STC12C5410AD 采用 28 引脚,窄体 DIP 封装,具有 4KB 片内 Flash 程序存储器,512 字节片内 RAM 数据存储器,1KB E²PROM,8 通道 10 位 ADC,4 通道捕获、比较单元,两个 16 位定时计数器,硬件看门狗(WDT),高速 SPI 通信端口,全双工异步串行口(UART),时钟为外部晶体和内部 RC 振荡器可选,ISP/IAP 在系统可编程和在应用可编程。图 1-7 是它的引脚图。

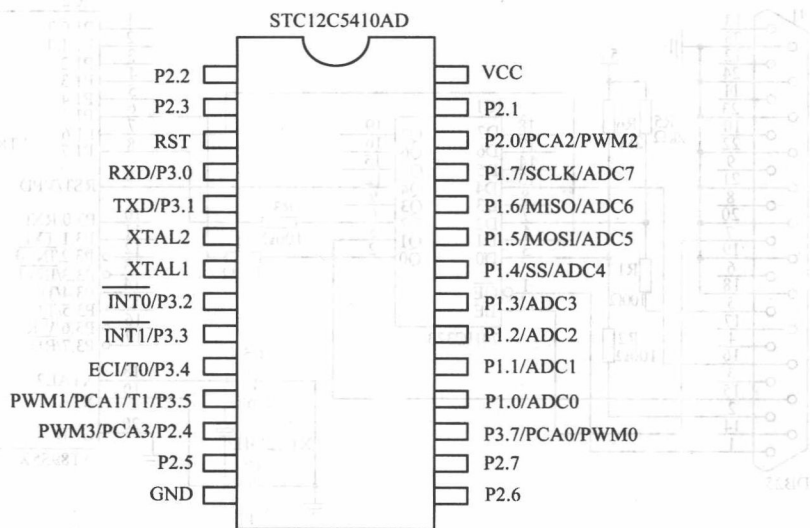


图 1-7 STC12C5410AD 引脚图

2. STC12C2052AD

STC12C2052AD 的引脚与 AT89C2051 兼容,图 1-8 是它的引脚图。STC12C2052AD 增加了很多新的功能:

- ① 8 通道 8 位 ADC。
- ② 两路 PWM/PCA(可编程计数器阵列)。

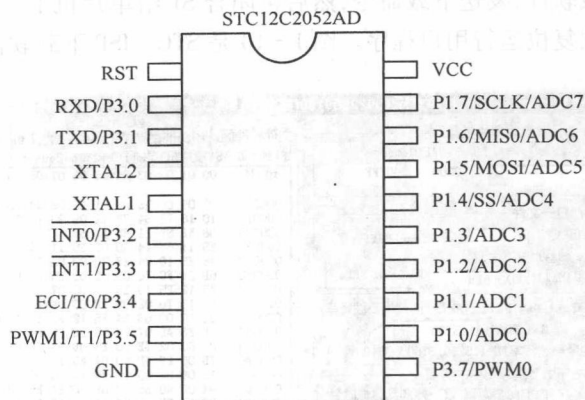


图 1-8 STC12C2052AD 引脚图

- ③ 看门狗(WDT)。
- ④ SPI 同步通信端口。
- ⑤ ISP/IAP 在系统可编程和在应用可编程。

1.4.3 STC51 单片机的编程

STC51 单片机编程很简单,它可以通过电脑的串口直接把用户程序下载到单片机内的 Flash 程序存储器中,无需专用的编程器。电脑和单片机之间的连接只要通过一个 232 接口电路(例如 MAX232)。连接电路图如图 1-9 所示。在电脑上用宏晶科技提供的 STC-ISP 软件就可以把用户程序下载到 STC 单片机内。

要特别注意的是 STC 单片机必须是在上电复位冷启动的情况下才可以运行 ISP 监控程序,即单片机必须在彻底没电的时候,给单片机上电复位才能实现 ISP。外部手动复位和看门狗复位,单片机都不会运行 ISP 程序。单片机在运行 ISP 程序后,检测有无合法的下载命令流,此时会延时几十到几百毫秒,如无合法下载命令流,则进入用户程序。图 1-9 中给单片机供电的开关 S1 不要闭

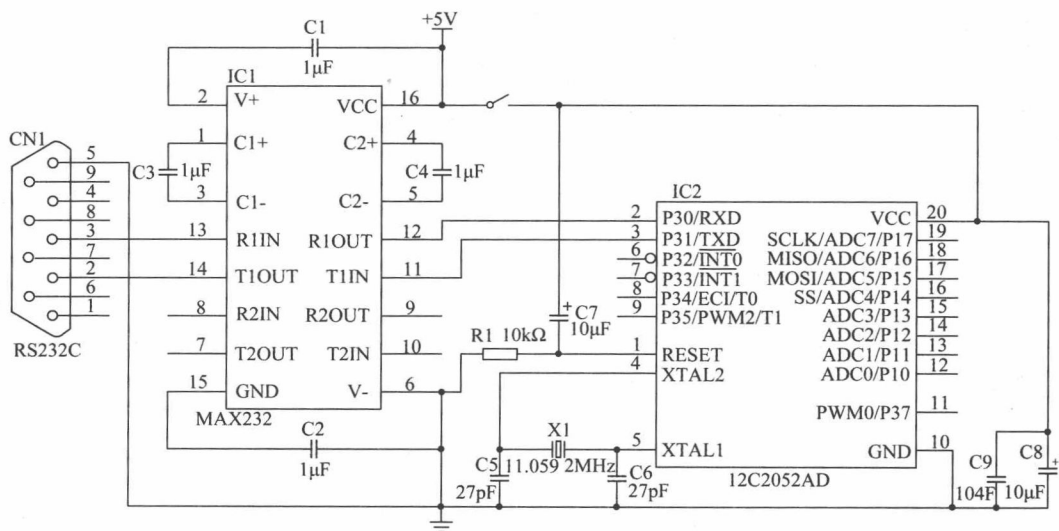


图 1-9 STC51 单片机编程电路

合,先运行电脑端的下载软件,发送下载命令,然后再闭合 S1 给单片机上电复位,实现在系统编程功能。下载完成后,再软复位运行用户程序。图 1-10 是 STC-ISP 下载软件的运行界面。

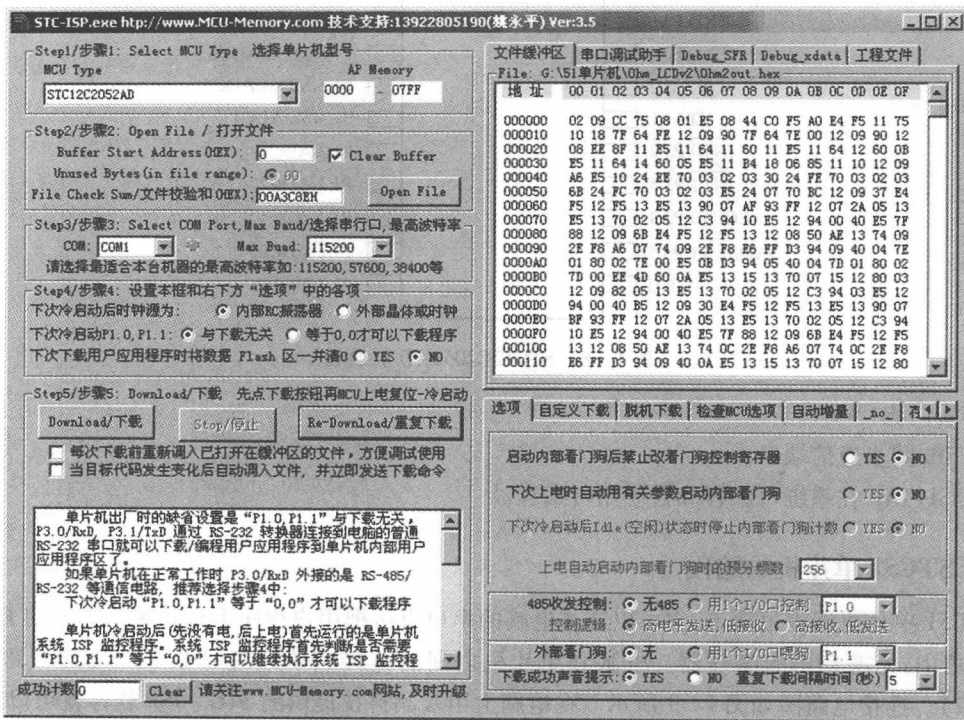


图 1-10 STC-ISP 下载软件