

可在线编程的多功能单片机实验板

朱松盛, 黄凤鸣, 高 玉, 陈家胜, 徐寅林

(南京师范大学 物理与科学技术学院, 江苏 南京 210097)

[摘要] 实验板以 SST89E564RD 单片机为核心, 兼顾学生单片机实验和毕业设计等不同用途, 集成了 I²C、SPI 等多种总线协议, 具有串口在线调试、编程和脱机运行等功能, 应用 Keil C51 uV2 集成开发环境. 它具有模块化硬件结构和简单的人机交互功能, 在测量、控制、实时时钟和数据存储等用途中, 可选取相应模块组成实际应用系统. 详细阐述了系统组成、硬件系统设计、监控程序和实验程序的开发.

[关键词] 单片机实验板, 在线编程, 在线调试, I²C, SPI

[中图分类号] TM930 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1672-1292(2006)02-0042-04

In-Circuit Programmable MCU Board with Multi-Function

ZHU Songsheng, HUANG Fengming, GAO Yu, CHEN Jiasheng, XU Yinlin

(School of Physical Science and Technology, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract: This experimental board which is based on SST89E564RD not only already integrates many bus protocols, such as I²C, SPI, and so on, but also supports in-circuit debug and program without any emulator through the UART. This board has modularizing design and the simple function of interaction between people and machine, and can be used to combine actual application system in measuring, controlling, real time clock and data storing by selecting corresponding modules. This paper explains the system architecture, hardware modules, monitoring program and developing program.

Key words: MCU experimental Board, I-circuit program, In-circuit debug, I²C, SPI

0 引言

MCS-51 系列单片机以其优越的性能、成熟的技术、高可靠性和高性价比, 成为国内单片机应用领域的主流. 单片机技术是大学本科电子及相关专业学生必修的专业基础课, 由于实验条件的限制, 多数学生实际应用能力较差, 为此设计了一种低成本的多功能单片机实验板. 它立足于教学大纲, 与教学内容紧密结合, 以提高学生动手能力为目标, 能满足教学中各种实验要求, 如: 键盘输入、显示输出、ADC、I²C、SPI、串口等. 它采用模块化结构, 学生可根据自己的需要, 灵活地将这些模块组成一个系统, 作为实验开发板使用. 增加必要的传感器和外围电路后, 又可构成实际测量控制系统, 在毕业设计或开放创新实验中使用.

1 实验板硬件系统设计

该实验板由 MCU、EEPROM、A/D 转换器、时钟芯片、键盘及 4 个 LED 七段数码管等电路组成, 通过串口和 PC 相连接, 即可实现相关的编程与调试功能. 原理框图如图 1 所示.

(1) MCU: 选用 SST89E564RD, 它与标准 MCS-51 指令系统及引脚相兼容, 内置 8 位通用中央处理器, 64 k + 8 k 字节可重擦写 flash 闪存, 内部寻址达 64 kB, 1 k 字节内部 RAM, 32 个 I/O 口线, 3 个 16 位定时/计数器, 一个 8 向量 4 级中断结构, 省电模式和中断唤醒功能, 一个全双工串行通讯口, 片内振荡器和时钟

收稿日期: 2005-11-21.

基金项目: 南京师范大学实验实践教学教改重点资助项目(1812200024).

作者简介: 朱松盛(1978-), 硕士研究生, 主要从事嵌入式计算机系统和网络化设备的学习与研究. E-mail: Zhu_songsheng@163.com

通讯联系人: 陈家胜(1948-), 教授, 主要从事测量仪器及嵌入式系统的教学与研究. E-mail: nj_ischen@263.net

电路. 选用 SST89E564RD 单片机主要是为了实现在线调试和脱机运行的功能, 而且不用再外扩程序存储器. 主要连接及下文提到的接口名称如图 2 所示.

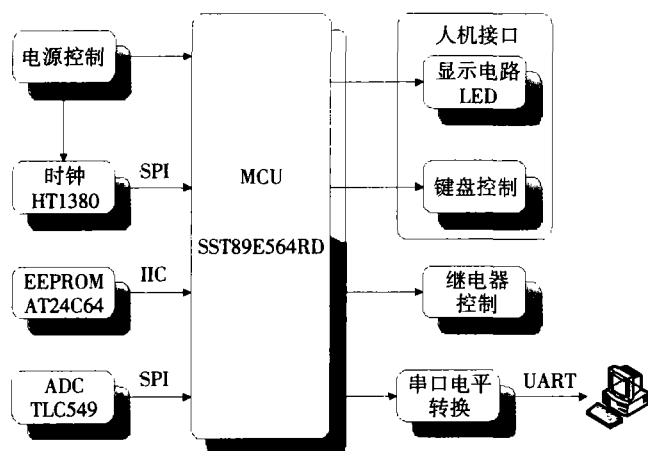


图 1 系统总体布局示意图

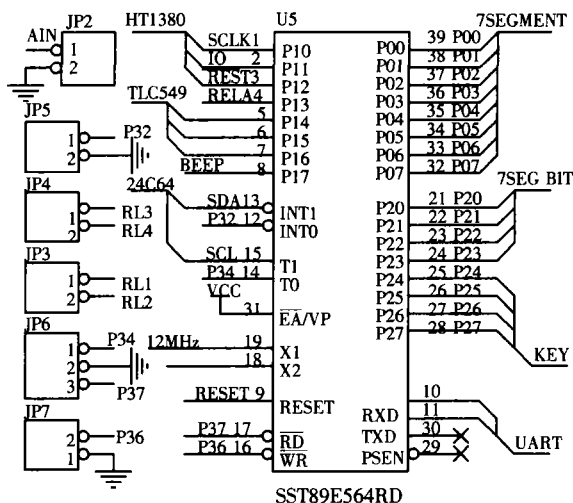


图 2 MCU 连接图

(2) EEPROM: 由于此芯片支持 I²C 协议, 使用较为方便, 因此我们选用了 AT24C64 的 EEPROM^[1], 作为外部存放数据的区域 (如测量结果, 定标数据等). 使用此芯片既引入了 I²C 协议, 又有了外部的存储空间可以使用, 而且还占用较少的 I/O 口.

(3) A/D 转换器: 选用美国德州仪器公司生产的 8 位串行 A/D 转换器芯片 TLC549, 以开关电容逐次逼近原理工作, 单电源 3 ~ 6V 供电范围, 适用于低功耗的袖珍仪器上的单路 A/D 采样, 最高转换速率为 40 000 次/s. 虽然此芯片的精度较低, 但是其控制口线少 (准 SPI), 时序简单, 其读写时序如图 3 所示, 转换速度快, 功耗低, 价格便宜, 因此实验使用较适宜, 而且控制信号和 TLC1540 (10 - bit A/D 转换器) 兼容, 必要时可以直接换 TLC1540. 电路连接通过 DATA OUT、I/O CLOCK、CS# 分别与 P14、P15、P16 相连, 参考电压接 5 V.

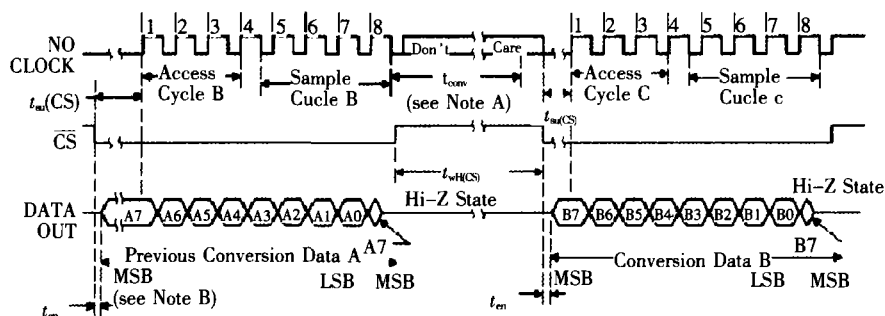


图 3 TLC549 读写时序 (SPI)

(4) 时钟芯片: HT1380^[2] 是一个带秒、分、时、日、日期、月、年的串行时钟保持芯片, HT1380 仅使用 3 根引线 RST#, SCLK、I/O 就可以传送 1 字节或 8 字节的字符组. 实验板上, SCLK、I/O、RST# 分别接到 MCU 的 P1.0、P1.1、P1.2. 另外, 我们还接了一个备用电池, 当系统断电时, 电池能使时钟芯片继续正常工作. 电池供电时, 要注意只向 HT1380 供电就可以, 要防止向整个系统供电, 因此加了一个二极管阻断向整个系统的供电电路.

(5) 复位及其它电路: 该实验板用一个按键来实现复位, 上电复位用的是普通的阻容复位电路; 实验板上还在 MCU 的 P1.7 口通过 PNP 管驱动一个蜂鸣器, 使实验结果更形象化; P1.3 控制的是继电器, 可以用来控制其他电路; JP2-JP6 为短路插, 每一插座的型号及信号定义如表 1 所示.

JP7 开路处于在线调试状态, 短路处于脱机运行状态; JP2 连接相应器

表 1 引出信号和跳线设置

插座号	信号定义
JP2	模拟信号输入 (AIN)
JP3	继电器
JP4	继电器
JP5	外中断 0 (INT0)
JP6	定时器/计数器 T0
JP7	在线/脱机运行

件,如可以接一个光传感器,就可以进行光传感器电路的调试;JP3、JP4 可以用来控制其他电路;JP6 为定时器/计数器 T0 输出,也可以作为 I/O 扩展使用;JP5 同样可以作为 I/O 扩展使用,但是它还有个特殊功能就是中断输入,由于 SST89E564RD 支持中断唤醒功能,可以利用此信号唤醒进入省电状态的 MCU。

基于以上电路,实验板构成了一个小型单片机应用系统,能完成单片机应用的常用功能,只需编写相应的程序即可完成一些基础实验。

2 实验板程序的开发

实验板有 3 种工作模式:(1)在微机上通过软件进行模拟仿真;(2)在目标机上进行实时在线仿真,使目标机在真实的工作环境中运行,可以随时观察运行结果和排除故障;(3)脱机运行,实现设计功能。调试软件可以使用 Keil μ Vision2 IDE,即 μ V2。此实验板具有在线编程功能,用 Keil μ Vision2 可以方便地通过串口将程序下载到目标机上,运行调试,观察试验结果。实验板还具有脱机运行的功能,JP7 接上短路块,即可每次上电时都自动运行 MCU 中的程序,构成有较高实用价值的应用系统。

为实现上述功能修改了 SST89E564RD flash 中的监控程序。现监控程序主要实现初始化串口、下载程序到 flash 中,以及根据串口传来的指令进行相应的调试操作的功能,如流程图所示(篇幅所限,流程图中省略了一些指令),图中的寄存器说明请参考 SST89E564RD 的手册。在使用中应注意以下几点:

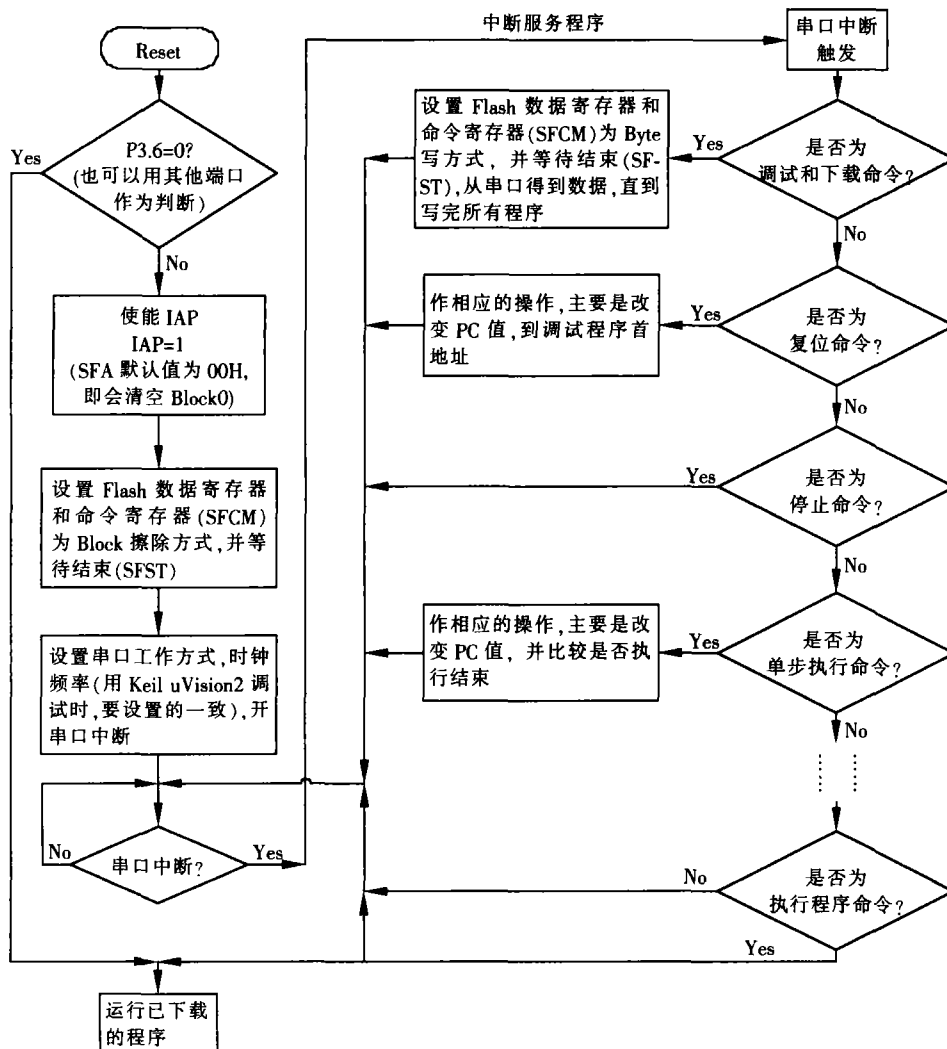


图4 监控程序流程图

(1) 使用串口调试前,必须保证串口正常工作,使得监控程序利用串口接收中断功能对目标机进行仿真调试。这就要用到 C51 的仿真器先对串口进行测试,成功后才能使用在线调试功能。

(2) SFCF 寄存器中的 IAP(参考 SST89E564RD 芯片手册)是写 flash 的关键,一定要置“1”才能对 flash 编程.从串口下载调试程序,其被下载程序的首地址需固定(可以通过 SFAH 和 SFAL 寄存器设置),以便下次直接运行($P3.6=0$,当然也可以用其他端口来控制),而不进入监控程序进行调试了.

3 实验板应用实例

在熟悉了各模块基本实验的前提下,可以综合设计单片机应用系统,现举应用实例^[3]如下.

(1) 结合 HT1380、按键、数码管和蜂鸣器,设计一个兼有实时时钟功能的定时控制系统.用按键设置时间以及报警时间,由 LED 显示实时时钟,定时时间到则通过蜂鸣器报警,并通过未使用的 P3.4、P3.7 或者控制继电器产生相应的控制动作.

(2) 外接温度传感器构成多点温度测量系统.传感器输出接至实验板 JP2 的 AIN 端,经过 A/D (TLC549)转换,检测温度信号,并根据按键输入的设定值范围,输出到 LED 上显示,超出设定的温度就通过蜂鸣器报警,并切换继电器工作.

4 结语

该实验板已经南京师范大学物科院工科电子类专业 200 多名学生使用.实践证明,该实验板简单易用,能使学生快速掌握单片机的硬件软件设计和调试方法,实验成功率明显上升,提高了学生动手能力和设计创新能力.在 2005 年全国大学生电子大赛中,使用该实验板作为电子系统设计和调试工具,获得了 1 个全国二等奖和 5 个江苏省二等奖的好成绩.

[参考文献](References)

- [1] 张蓬鹤. AT93C46/56/66 串行 EEPROM 及其在单片机中的应用程序[J]. 国外电子元件, 2003(12): 66-68.
ZHANG Penghe. Serial EEPROM AT93C46/56/66 and their application in MCU[J]. International Electronic Elements, 2003 (12): 66-68. (in Chinese)
- [2] 李学海,谢善学. 串行接口实时时钟芯片 HT1380 及其应用[J]. 国外电子元件, 1998(3): 4-8.
LI Xuehai, XIE Shanxue. Serial real-time clock HT1380 and its application[J]. International Electronic Elements, 1998(3): 4-8. (in Chinese)
- [3] 蔡美琴,张为民,沈新群,等. MCS-51 系列单片机系统及其应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 1992.
CAI Meiqing, ZHANG Weiming, SHEN Xinqun, et al. MCS-51Series MCU System and Application[M]. Beijing: Higher Educational Press, 1992. (in Chinese)

[责任编辑:严海琳]