

# 模块化单片机实验系统的设计与实现

邹应全<sup>1</sup> 刘建成<sup>1</sup>

## 摘要

研制了一种模块化设计的 51 系列单片机实验系统,该单片机实验系统具有较强的扩展功能,且结构简单、使用方便,可以解决目前同类实验箱扩展功能不强、资源浪费和实验时需进行大量连线的不足.在实际教学中,该实验系统取得了良好效果,具有较高的应用价值.

## 关键词

模块化;单片机;实验系统;AT89S52

中图分类号 TP311

文献标志码 A

## 0 引言

### Introduction

单片机具有体积小、集成度高、运行可靠、应用灵活、价格低廉等特点,因此在数据采集、智能仪器仪表、工业控制、机器人和智能化设备等领域都得到了广泛的应用,而且发展速度非常迅猛,单片机技术也因此成为高校电子信息类专业非常重要的一门课程<sup>[1]</sup>.文献[2-5]研制了多种功能单片机实验箱.笔者在从事单片机教学和科研工作的实践中发现,目前学生在进行单片机、EDA(电子设计自动化)、嵌入式等实验课程中,其实验仪器的外设模块大体相同,存在由于大量的连线所带来的实验成功率低、扩展功能不强、资源浪费等缺点.

目前,单片机实验系统一般都是一体化设计,即所谓的“单板式”设计模式,这类单片机实验系统存在以下不足:

1) 由于采用了一体化设计结构,所有的电路和器件都在一块电路板上,主控模块和功能模块彼此完全独立,学生在实验过程中需进行大量连线,这样,硬件电路的可靠性大大降低,造成实验的成功率下降.

2) 传统的单片机实验系统很难做到具有扩展功能,不利于学生进行创新设计;箱子体积较大,不利于携带;各种模块不能与实验系统分离,不能用于电子竞技的单片机系统.

3) 单片机实验系统、EDA 实验系统、DSP(数字信号处理)实验系统和 ARM(Advanced RISC Machines)实验系统中很多功能模块的硬件电路是相同的,但不同实验系统上相同模块不能共享,存在资源浪费.

4) 实验过程中使用的软件大多是仪器厂家自己开发的实验平台,采用专用的仿真调试环境,这和实际需求是脱节的,不利于学生自我创新和以后的工程技术开发,这种实验系统的实验过程与实际的开发步骤存在较大的差距.

针对现有单片机实验系统存在的问题,笔者研制了一种模块化设计的单片机实验系统,该系统的设计思想是:“模块通用,接口标准,主板灵活.”该单片机实验系统主要为大学生的单片机实验课程教学、竞赛以及自主学习和创新提供硬件和软件平台<sup>[6]</sup>.实验系统采用的是非常流行、通用的 Keil 软件调试环境和硬件仿真相结合的形式,利用 Keil 软件强大的仿真和调试功能,可以与工程应用紧密结合.

收稿日期 2009-12-28

基金项目 南京信息工程大学科研基金(2008-0323)

## 作者简介

邹应全,男,博士,讲师,研究方向为嵌入式控制应用. zouyingquan0309@gmail.com

<sup>1</sup> 南京信息工程大学 电子与信息工程学院,南京,210044

# 1 系统设计

## System design

该单片机实验系统采用的技术方案如下:

1) 采用模块化设计. 系统由主板、2 个基本扩展功能板、电源、箱体、ISP 下载器和软件组成.

2) 主板和基本扩展功能板之间的通信通过标准接口完成<sup>[7]</sup>, 用户也可以自行设计特殊扩展功能板替代实验系统上原有的基本扩展功能板, 通过标准接口与主板通信, 组成系统.

3) 主板可以作为一个独立系统从箱体上取下, 作为单片机最小系统, 而且可以用计算机的 USB 口供电, 节省成本. 主板由单片机、电源输入输出、2 组标准接口(包括信号接口和电源接口)、RS232 通信模块、显示模块、4×4 矩阵键盘等组成.

4) 基本扩展功能模块用于实现扩展功能和综合性实验. 基本扩展板的设计符合定义的标准接口. 扩展板可作为通用扩展板用于 EDA 实验箱、DSP 实验箱、ARM 实验箱等<sup>[8]</sup>.

5) 电源模块采用成品开关电源或采用自行设计的线性电源, 输出有 5 V(1.5 A)、±12 V(0.5 A).

6) ISP 下载器采用 Atmel51 系列单片机标准下载器或其他类似下载器.

7) 软件可采用 Keil2.0 和 Atmel 的 ISP 下载软件.

单片机实验系统原理如图 1 所示. 系统工作过程为: 在计算机中采用 Keil 软件编程, 生成 \*.hex 文件, 应用 ISP 软件将 \*.hex 文件经 ISP 下载器下载到主板模块的 1D 单片机中; 下载电缆与计算机的并口和

主板的 10 针接口相连; 单片机最小系统主板通过自定义的标准接口与扩展功能模块一和扩展功能模块二相连. 在主板上可完成传统的单片机实验项目; 扩展功能模块可以完成综合性和设计性实验项目; 创新性实验项目可以根据用户的需要设计并增加扩展模块来实现.

# 2 硬件电路设计

## Hardware circuit design

### 2.1 主板

在图 1 的主板模块中, 描述了单片机实验系统的主板资源原理框图. 1A 为电源接口, 设计有 3 种接口方式: 1) 实验箱电源接口 ±12 V 和 +5 V; 2) 当主板作为单片机最小系统板使用时可以直接接计算机的 USB 电源, 节省外接电源成本; 3) USB 电源电流不够时, 主板可外接 +5 V 电源. 1B 为 ISP 下载接口. 显示部分 1C、1G、1H 分别是 8 个发光二极管、8 位共阴数码管和 1602 液晶模块接口, 通过拨码开关与单片机的 P0、P2 口连接. 1E 为 ±12 V 电源和 +5 V 电源的接口, 可为扩展功能模块一和扩展模块二提供电源. 1F 为信号接口, 与单片机 P0 口、P2 口、ALE、WR、RD、INT0、T0 相连. 信号线通过一个 26 针双排插座与扩展功能模块一和扩展功能模块二相连. 1D 为单片机, 选用 Atmel 公司的 AT89S52 单片机. 1I 为串口, 采用 MAX232 作为电平转换, 与 1D 单片机的 10、11 脚相连. 1J 为 4×4 矩阵键盘, 共 16 个按键采用矩阵扫描的方式与单片机相连, 与单片机的 21~28 脚相连.

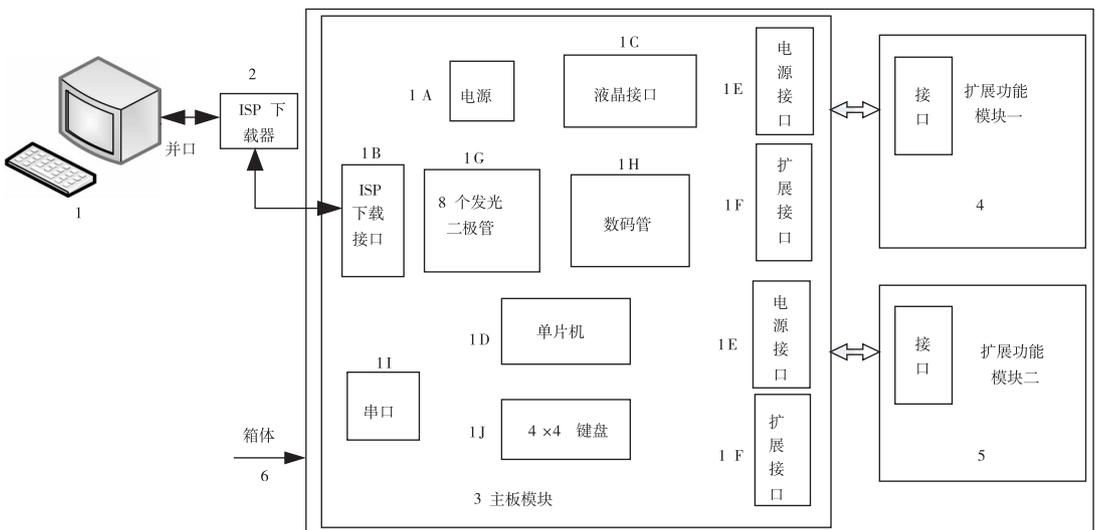


图 1 实验箱的原理

Fig. 1 System schematic of experiment box

主板为独立的单片机系统,主板上可以进行基本的实验,比如跑马灯、电子钟、液晶控制、串口和键盘扫描等。

## 2.2 扩展功能模块一

扩展功能模块一的电路原理如图 2 所示。模块一共有 7 个部分,2A 为扩展功能模块一与主板的的数据线接口部分,采用 26 针双排插座,其中 2 脚为 +5 V 电源,24 脚为地,4、25、26 脚为空脚,其余引脚为单片机的 I/O 口。2B 为 +5 V 电源接口,为部分芯片提供电源。2C 为并口扩展 8255 模块,74LS373 对单片机 AD0、AD1 锁存作为 8255 的片内寄存器地址选择信号,8255 的 A 口接 8 个按键,B 口接了 8 个发光二极管。实验时,首先将 K401 拨码开关置于通位置,然后编写程序,检测 8255 的 A 口是否有相应按键按下,如果有则点亮 B 口相应位的数码管。2D 为 DS12C887 实时时钟模块,与单片机的 A15 连接实现 12C887 的片选,A9、A10、T0 和 INTO 分别接按键,用于设置时钟参数。实验时,编写程序,读取 12C887 内

部时钟数据,将读取的时钟数据在主板的 LCD 上显示,也可以用按键设置时间参数。2E 为 18B20 测温模块,与单片机的 A12 相连,用于单片机对 18B20 的读写控制。在实验时,编写 18B20 初始化程序,读取 18B20 温度数据,然后在主板的数码管或液晶上显示。2F 为 SPI 总线 EEPROM93C46 模块,单片机的 A15 作为 93C46 的片选信号,T0 作为 93C46 的时钟信号,A14 和 A13 分别接 93C46 的 DI 和 DO。实验时,编写单片机程序,完成对 93C46 的写和读,该实验主要是应用 89S52 单片机模拟 SPI 总线,完成对存储器操作。2G 为 IIC 总线 EEPROM24C04 模块,单片机的 WR 和 RD 信号作为 24C04 的时钟和数据线。实验时,编写单片程序完成对 24C04 的读写操作,该实验主要是应用 89S52 单片机模拟 IIC 总线。

扩展功能模块一和主板模块结合能完成的实验有:18B20 测温实验;SPI 总线的 EEPROM 存取实验;IIC 总线 EEPROM 存取实验;5255A 扩展口实验;DS12C887 实时时钟实验。

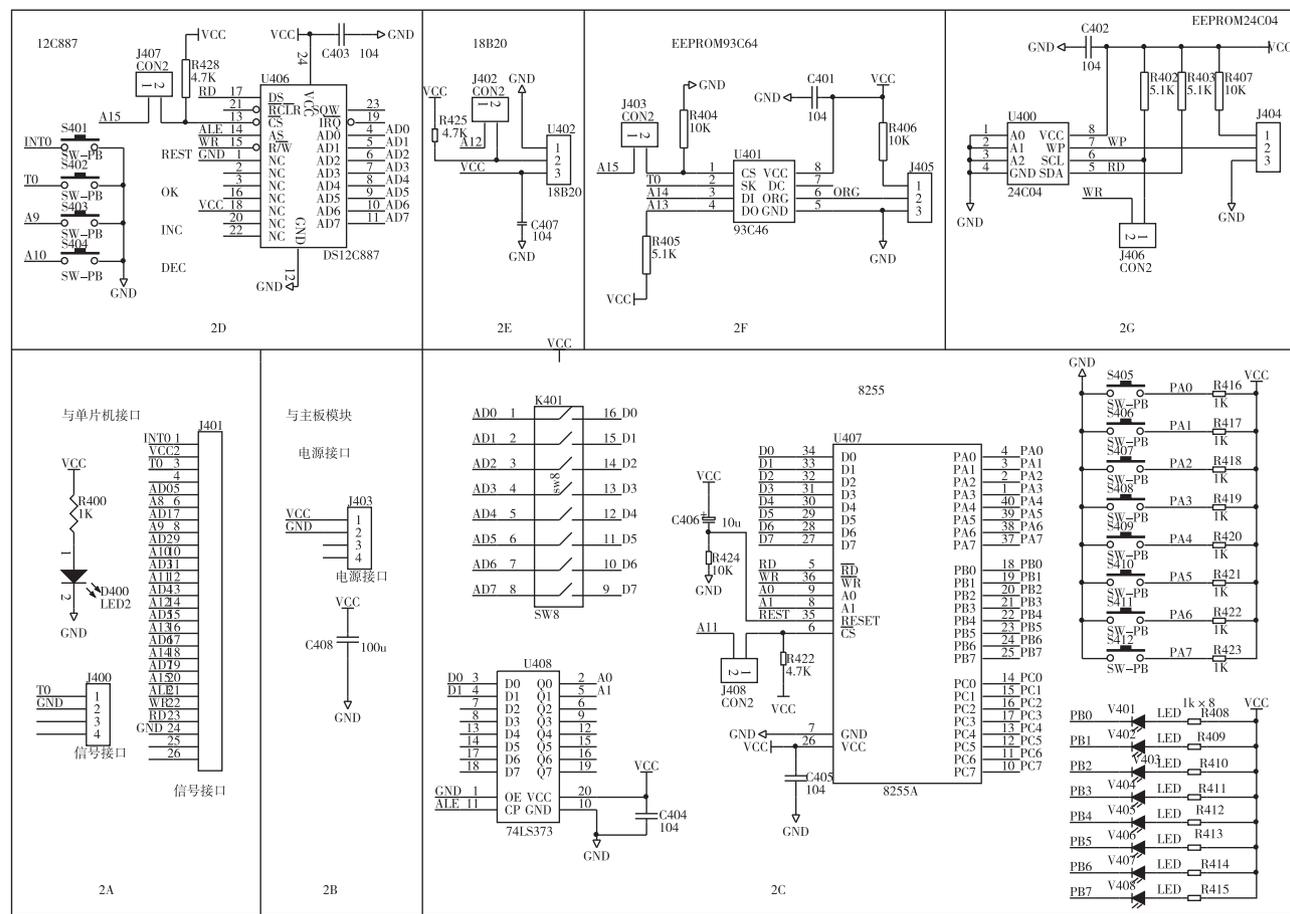


图 2 扩展功能模块一电路原理

Fig.2 Schematic of expansion board 1

### 2.3 扩展功能模块二

扩展功能模块二的电路原理如图 3 所示. 模块二共有 4 个部分, 3A 为扩展模块二与主板的数据线接口部分, 采用 26 针双排插座, 其中 25 脚为 +12 V 电源, 26 脚为 -12 V 电源接口, 24 脚为地, 其余引脚为单片机的 I/O 口. 3B 为 ±12 V 和 +5 V 电源接口, 为部分芯片提供电源. 3C 为 AD0809 模块, 其工作原理是单片机的 P2 口的低 3 位作为 AD0809 的模拟通道输入选择, 单片机的 ALE 信号经过 U502 实现 2 分频作为 AD0809 的时钟, 单片

机的 P2.3 和 WR、RD 经过 U504 逻辑组合后控制 AD0809 的 OE 和 ALE 信号. AD 实验时调节可调电阻 R500 改变输入 AD0809 输入端电压, 编程选择 AD0809 通道 0, 采样通道 0 的输入电压, 在主板的数码管上显示. 3D 为 DAC0832 模块, 其工作原理是 P2.7 作为 DAC0832 的片选, 实验时用单片机控制 DAC0832 输出方波、三角波和所需的直流电压等.

扩展功能模块二和主板模块结合能完成的实验有 AD 采样实验和 DA 变换实验.

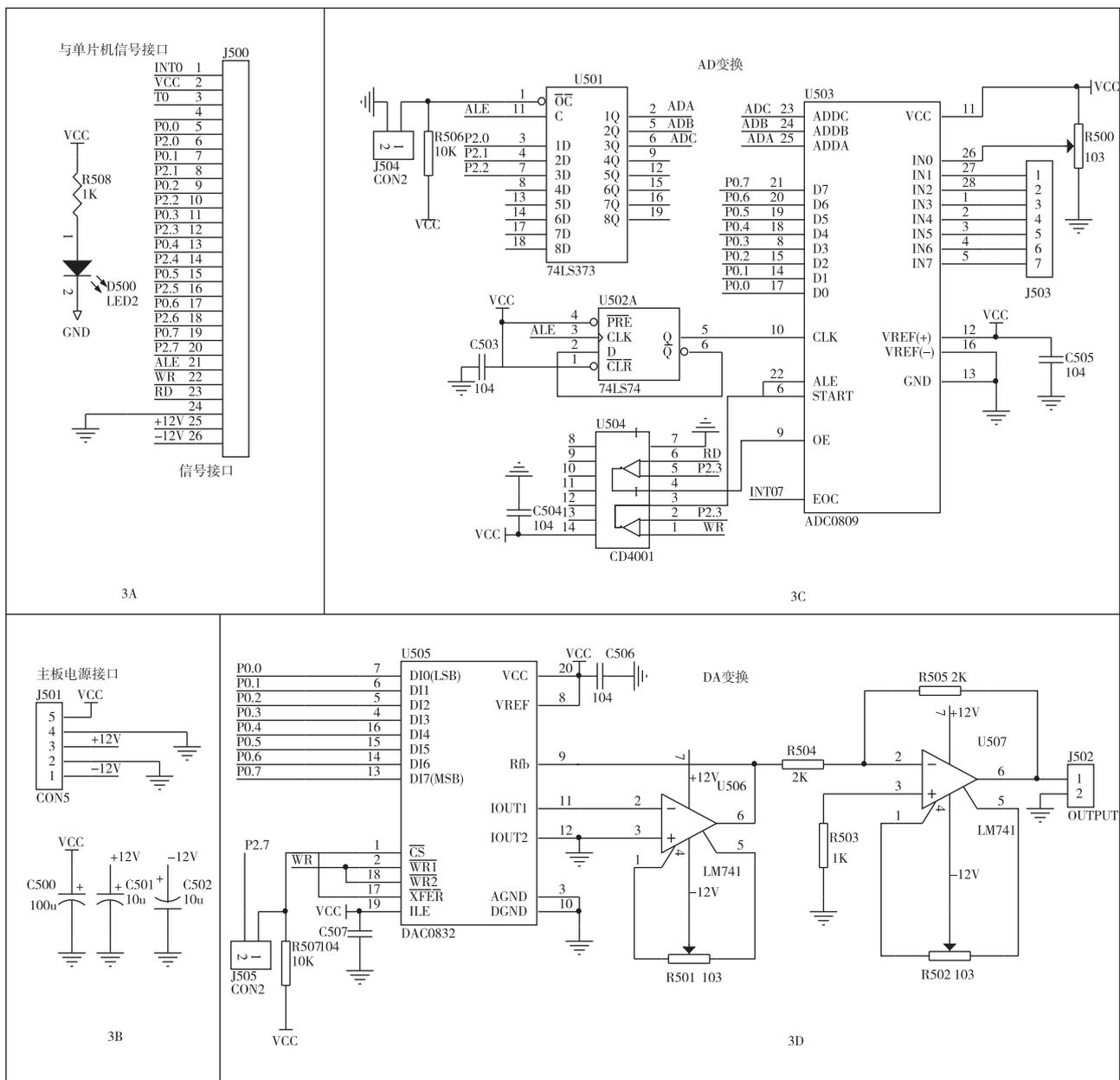


图 3 扩展功能模块二电路原理  
Fig. 3 Schematic of expansion board 2

### 3 总结

#### Summary

本文所述的单片机实验开发系统采用模块化设计,主板可以作为一个独立模块从箱体上取下.主板上所有资源已经和主芯片的 I/O 连接,并在主板上用文字符号标出了相应端口,实验时不需再进行连线,仅在编程时进行定义即可使用相应资源.扩展模块通过总线与主板相连,通过编程即可完成相关的实验项目,无需进行其他连线.系统的扩展模块还可以作为其他实验系统的扩展功能模块,在 EDA、DSP、ARM 等不同实验箱上有效地共享.因而本系统具有端口开放、电路简单、结构清晰、电气性能可靠,方便教学、使用简单、主板独立、模块通用、节省资源等优点.

经实践证明,采用该方案设计的单片机实验系统,具有较强的实用价值,已经实现批量生产.

#### 参考文献

#### References

- [ 1 ] 邹应全. 单片机原理与实验教程[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2007  
ZOU Yingquan. The principle and experiment of MCU[M]. Xi'an: Xi'an Electronic Science and Technology University Press, 2007
- [ 2 ] 宋蕴璞,徐鸣谦,裘文进,等. 单片机教学实验平台开发[J]. 机电一体化,2008(3):79-84

- SONG Yunpu, XU Mingqian, QIU Wenjin, et al. Development of SCC laboratory platform for teaching and learning[J]. Mechatronics, 2008(3):79-84
- [ 3 ] 石建国,王丽娟,罗朗,等. 在线调试与编程的单片机教学实验板设计[J]. 实验科学与技术,2008,6(3):74-75  
SHI Jianguo, WANG Lijuan, LUO Lang, et al. Design of a MCU demonstration and development board with IAP and ICE function[J]. Experiment Science & Technology, 2008, 6(3):74-75
- [ 4 ] 朱震华. 单片机综合实验箱的研制[J]. 实验科学与技术, 2007,5(1):124-125  
ZHU Zhenhua. Developing the general experiment box for single-chip microcomputer[J]. Experiment Science & Technology, 2007, 5(1):124-125
- [ 5 ] 张铮,苏旭武,张道德. 多功能单片机实验板的开发与应用[J]. 湖北工业大学学报,2005,20(1):21-23  
ZHANG Zheng, SU Xuwu, ZHANG Daode. Research on multifunction experimental circuit of chip microcomputer and its applications[J]. Journal of Hubei Polytechnic University, 2005, 20(1):21-23
- [ 6 ] 杨明欣,郑郁正,赵建,等. 结合电子设计竞赛进行单片机课程改革[J]. 实验科学与技术,2007,5(4):94-97  
YANG Mingxin, ZHENG Yuzheng, ZHAO Jian, et al. Integrating national undergraduate electronic design contest into the reform of the course of MCU[J]. Experiment Science & Technology, 2007, 5(4):94-97
- [ 7 ] 刘健. 多功能单片机通信实验板的开发与研制[J]. 仪器仪表用户,2007,14(1):85-87  
LIU Jian. The research and manufacture of multifunction single-chip microcomputer communication test board[J]. Electronic Instrumentation Customer, 2007, 14(1):85-87
- [ 8 ] 王剑萍,欧积泉. 便携式单片机 DIY 实验板研制[J]. 实验科学与技术,2007,5(6):151-153  
WANG Jianping, OU Jiquan. Research on portable DIY lab device with single chip microcomputer[J]. Experiment Science & Technology, 2007, 5(6):151-153

## Design and implementation of MCS-51 experiment system

ZOU Yingquan<sup>1</sup> LIU Jiancheng<sup>1</sup>

1 Nanjing University of Information Science & Technology, School of Electric & Information Engineering, Nanjing 210044

**Abstract** The modular design of MCS-51 experiment system in this paper could easily be expanded its functions and used with a relatively simple structure. This system also provides a method that can solve the problems existing in other experiment boxes, such as weak expansibility, resource waste, mass wiring and so on. Practical teaching indicates that the system is convenient and applicable.

**Key words** modular; MCS-51; experiment system; AT89S52