

# 一种基于 I<sup>2</sup>C 总线驱动的锅炉温度测量系统设计

杨日容, 林木峰, 陆泉森

(中山职业技术学院, 广东 中山 528400)

**摘要:** 提出了一种基于 I<sup>2</sup>C 总线驱动的锅炉温度测量系统, 介绍了系统的结构、硬件设计和软件开发。系统以单片机为核心, 选用了 I<sup>2</sup>C 总线器件 PCF8591 实现 A/D 转换, 及 I<sup>2</sup>C 总线接口的 E<sup>2</sup>PROM 芯片 AT24C01 存储温度值。系统的数据交换都是基于 I<sup>2</sup>C 总线的通信标准, 该设计方案结构简单、易于扩展, 提高了锅炉温度测量的精度和抗干扰能力, 具有实际应用价值。

**关键词:** I<sup>2</sup>C 总线; 单片机; 锅炉温度

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)19-0073-03

## A design of boiler's temperature measuring system based on I<sup>2</sup>C bus driver

Yang Rirong, Lin Mufeng, Lu Quansen

(Zhongshan Polytechnic, Zhongshan 528400, China)

**Abstract:** The paper introduces a design of boiler's temperature measuring system based on I<sup>2</sup>C bus driver, debates the structure of system, the design of hardware and software. The system selects I<sup>2</sup>C bus component PCF8591 to achieve A/D conversion, and I<sup>2</sup>C bus E<sup>2</sup>PROM chip AT24C01 to store the value of temperature. The data exchange of system are achieved based on communications standard, the system simple structure, and be expanded simply. Both the precision and anti-jamming of the system have be improved. The system has the practice value of application.

**Key words:** I<sup>2</sup>C bus; singlechip; boiler's temperature

单片机作为典型的嵌入式控制器, 具有集成度高、处理功能强、运行速度快、体积小、扩展灵活等优势, 在仪器仪表、家用电器、过程控制等领域被广泛应用。锅炉温度是工业过程中最常见的工艺参数之一, 其测量过程的抗干扰能力和测量值的精度是影响对锅炉温度控制效果的重要因素。为使系统更智能化, 一般选择单片机为系统控制核心。但是, 传统的单片机测量系统中实现 A/D 转换结果输出以及各器件之间的数据传递大多采用并行的通信方式, 这种数据交换方式占用了大量的 I/O 资源, 系统结构也因此变得复杂。同时大量的硬件连线也会带来很多干扰因素, 降低了锅炉温度值的测量精度。为了解决传统设计中存在的问题, 本文提出使用 Philips 公司推出的 I<sup>2</sup>C 总线 (Inter Integrated Circuit Bus) 标准来设计系统, 大大简化了系统硬件结构, 释放了单片机 I/O 资源, 也提高了系统的扩展性和抗干扰能力。

### 1 系统总体设计方案

基于 I<sup>2</sup>C 总线的锅炉温度测量系统结构如图 1 所

示, 系统主要由温度传感器及信号调节电路、A/D 转换器、微控制器、液晶显示、报警电路、存储器电路等组成。系统首先通过温度传感器获得锅炉温度值, 调节电路把传感器的输出信号转换为 0~5 V 的电压值, 标准电压值送入 A/D 转换器转换为数字信号, 并送入单片机数据处理, 单片机将接收到的锅炉温度值存储到非易失性的 E<sup>2</sup>PROM, 液晶显示器 1602 将显示锅炉的实时温度, 单片机还将当前锅炉温度与预先设定的温度范围进行比较。当温度高于设定温度最大值或小于温度极小值时, 系统将自动报警。

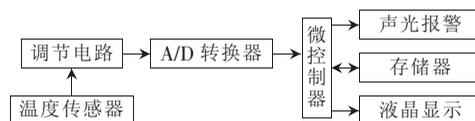


图 1 系统结构图

锅炉温度测量系统是基于 I<sup>2</sup>C 总线标准设计的, 主要通信部件之间只需要两条总线, 一条是双向串行数据线 SDA, 另一条是串行时钟线 SCL。AT89S51 不具备 I<sup>2</sup>C

《微型机与应用》2011 年第 30 卷第 19 期

# 技术与方法

## Technique and Method

总线接口,本设计使用了两个普通 I/O 口来模拟 I<sup>2</sup>C 标准中 SDA 和 SCL 的工作,图 2 是测量系统 I<sup>2</sup>C 总线串行通信线路图,系统的多个 I<sup>2</sup>C 器件全部通过 SDA 和 SCL 连接并进行数据交换,不同器件之间通过总线竞争获得数据交换的权利。

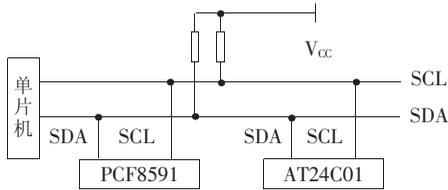


图 2 系统 I<sup>2</sup>C 总线串行通信线路图

## 2 硬件电路设计

微控制器模块使用 AT89S51 单片机,主要实现数据的采集、处理和显示等功能,单片机最小系统包括时钟电路和复位电路。设计使用单片机的 P1.0 产生 I<sup>2</sup>C 总线中的 SCL 时钟信号,P1.1 模拟 SDA 数据信号线,进行数据的双向传递。SCL 和 SDA 引脚内部漏极开路,设计时要外加约 5 Ω 的上拉电阻。系统的硬件电路如图 3 所示。

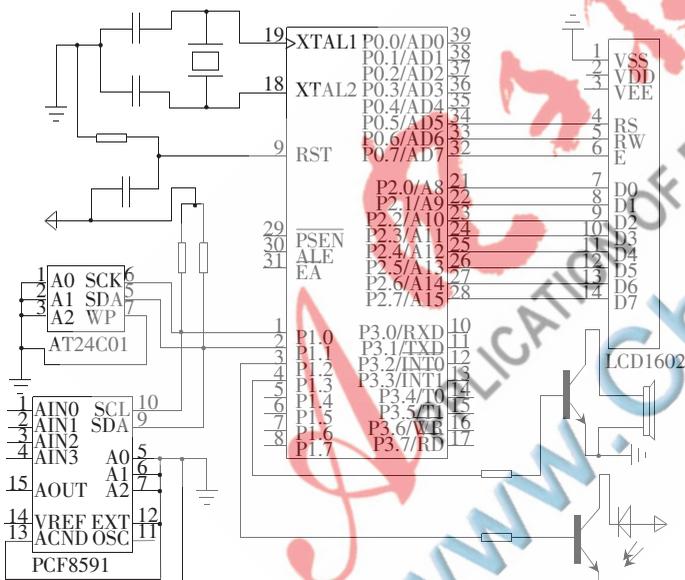


图 3 系统硬件电路

A/D 转换模块采用具有 I<sup>2</sup>C 接口的 8 bit CMOS 可编程转换器 PCF8591,该芯片同时集成了 A/D 转换和 D/A 转换功能,这里使用其逐次比较型 A/D 转换功能。与传统的 ADC0809 转换输出需要 8 根并口数据线相比,PCF8591 为系统节省了 6 根数据线。典型的 I<sup>2</sup>C 总线接口器件的总线地址由器件地址、引脚地址、方向位组成<sup>[1]</sup>。在锅炉温度测量系统中,为简化设计把 PCF8591 的 A0、A1、A2 三个地址引脚接地。根据其硬件设计,确定 PCF8591 的总线地址为 91H,根据系统所需功能,确定其控制寄存器的值为 00H,单片机从 PCF8591 中读取 A/D

转换值。通道输入的模拟电压  $U$  和转换结果  $D$  之间的关系为  $D=255U/5$ 。在使用 I<sup>2</sup>C 总线的系统中,主控器发出的第一个字节信息为器件地址信息,控制寄存器信息是主控器对 PCF8591 访问时发出的第二个字节信息。

存储器模块采用 ATMEL 公司推出低功耗 CMOS 串行带 I<sup>2</sup>C 接口的 E<sup>2</sup>PROM 芯片 AT24C01<sup>[2]</sup>,主要实现温度值的存储。单片机从 PCF8591 读取 A/D 转换结果后,把温度值存储到 E<sup>2</sup>PROM。此时,AT24C01 地址为 A0H,当系统需要从 E<sup>2</sup>PROM 读取温度值时,AT24C01 地址为 A1H。与一般存储器扩展相比,采用 AT24C01 为系统节省了 6 根数据线及大量的地址线,使得系统结构更简化,测量过程的干扰因素也大大减少。

系统工作时,AT89S51 发出地址信息,PCF8591 和 AT24C01 把自身的地址与接收到的地址信息进行比较,相同则为被访问器件,并准备数据的发送和接收。

温度传感器采用恒流源输出的 AD590,不需进行冷端补偿,可进行远距离传送,有较好的抗干扰能力。信号调节电路模块将 AD590 输出的电流信号转换为 0~5 V 的电压信号,为 A/D 转换做准备。

显示模块使用液晶显示屏 LCD1602,可以显示 16×2 个字符,1602 的三个功能控制引脚 RS、RW、E 由单片机的 P0.5、P0.6、P0.7 三个 I/O 控制,数据接口 D0~D7 则由 P2 口的 8 bit 来控制。与采用 LED 显示器相比,液晶显示器的硬件连线更少,电路焊接因此变得简单。

声光报警模块由 LED、蜂鸣器和电阻组成。光、声音报警分别由单片机的 P1.2 和 P1.3 控制,为提高驱动能力,发光二极管和蜂鸣器均由 NPN 三极管驱动。

## 3 系统软件设计实现

本系统的软件设计部分采用 C 语言编程实现,使用的软件是 KeilVision3,从功能上看,系统软件主要包括主程序、数据处理子程序、读 A/D 转换结果、温度比较及报警输出子程序、读写 E<sup>2</sup>PROM 子程序、显示子程序等,系统主程序流程图如图 4 所示。

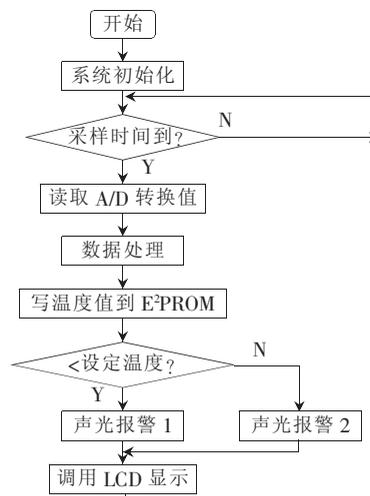


图 4 系统主程序流程图

## 技术与方法 Technique and Method

系统主程序主要完成系统的初始化,及各功能模块函数的调用、等待中断。采样时间选择 500 ms,使用单片机内部定时器 T0 实现,因此要对 T0 的工作方式、计时初值、中断允许、开始计时等进行初始化,T0 每 50 ms 中断一次,中断 10 次即开始一次温度采样。

数据处理子程序对采集到单片机内的锅炉温度值进行处理,包括四次均值滤波和标度变换部分。

PC 总线通信的编程是系统软件设计的关键,AT89S51 不具有 PC 接口,PC 总线信号将通过两个独立 I/O 进行软件模拟。这部分总线数据通信程序编写思路为:先由单片机发出起始信号,接着通过 SDA 发出 PC 器件的总线地址。与该地址相同的器件发出应答,应答正确后,再由单片机通过 SDA 向应答器件写数据或从应答器件中读取对应地址的数据,一次数据通信结束时由单片机发出结束信号。

起始信号程序如下:

```

Start( )
{ SDA=1;
  _NOP_( );
  SCL=1; //PC启动总线时,SCL维持高电平
  FOR(I=0;I++;I<5)
  _NOP_( );
  SDA=0; //PC启动总线时,SDA产生高电平到
  //低电平的跳变
  FOR(I=0;I++;I<4)
  _NOP_( );
  SCL=0; //准备发送或接收数据
  _NOP_( );
}
结束信号程序如下:
Stop( )
{CLR SDA;

```

```

_NOP_( );
_NOP_( );
SCL=1; //PC总线停止时,SCL维持高电平
FOR(I=0;I++;I<5)
_NOP_( );
SDA=1; //PC总线停止时,SDA产生低电平到
//高电平的跳变
FOR(I=0;I++;I<4)
_NOP_( );
}

```

编写读取 PCF8591 的 A/D 转换结果子程序时,流程为:启动起始信号,发器件地址,PCF8591 应答,正确则接着发送控制字节,PCF8591 应答,正确则传送 A/D 转换后的数字量,数据传送完则发出结束信号。

本文提出了一种基于日趋流行的 PC 总线的锅炉温度测量系统设计方法,经过实际测试,系统运行良好,开发周期缩短。与其他传统设计方法相比,该系统具有简化硬件设计、节省控制器 I/O 资源、扩展方便、便于实现等优势,提高了测量系统的抗干扰能力和测量精度,具有一定的实用价值。

参考文献

- [1] 周剑利,郭建波,崔涛.具有 PC 总线接口的 A/D 芯片 PCF8591 及其应用[J].微计算机信息,2005,21(7):150-151.
- [2] 徐玮,徐富君,沈建良.C51 单片机高效入门[M].北京:机械工业出版社,2008.

(收稿日期:2011-05-08)

作者简介:

杨日容,女,1979 年生,硕士研究生,讲师,主要研究方向:智能测控、工业自动化。