

## MSP430F449 单片机在炉况监测仪表中的应用

## Application of MSP430F449 Singlechip in the Blast Furnace Monitoring Instrument

杨宇慧<sup>1</sup> 蒋大明<sup>1</sup> 欧阳劲松<sup>2</sup>

(1. 北京交通大学 电子信息工程学院, 北京市 100044

2. 机械工业仪器仪表综合技术经济研究所, 北京市 100055)

Yang Yuhui<sup>1</sup> Jiang Daming<sup>1</sup> Ouyang Jinsong<sup>2</sup>

(1. School of Electronics and Information Engineering in Beijing Jiaotong University, Beijing 100044

2. Instrumentation Technology &amp; Economy Institute, Beijing 100055)

**【摘要】** 针对复杂的高炉炼铁工艺过程, 以高炉透气性指数为数学模型, 本文简要介绍了高炉炉况监测仪表的硬件及软件设计。该仪表采用 TI 公司的 MSP430F449 单片机为主芯片, 实现了显示、报警及与上位机通信等功能。

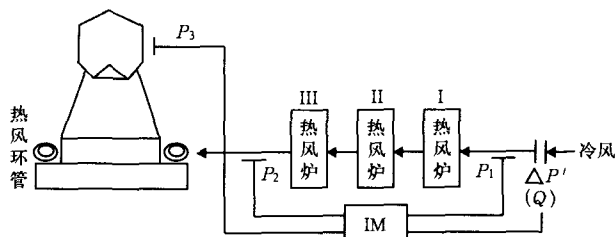
**【关键词】** 高炉透气性指数 MSP430F449 RS-485

**Abstract:** Against complex process of the blast furnace, with the blast furnace ventilation index for mathematical model, the paper mainly introduced hardware and software design of the blast furnace monitoring instrument. The instrument used TI's MSP430F449 singlechip, mainly completed the function of display, alarm, communication with PC.

**Key words:** The Blast Furnace Ventilation MSP430F449 RS-485

## 引言

众所周知, 高炉炼铁过程是一个复杂的、连续的、高温的、大规模的生产过程, 炉内三态共存, 物理、化学反应异常复杂, 常常发生悬料、崩料等炉况失常现象, 从而造成不可挽回的损失。随着科学技术与生产效率的不断提高, 现代化钢铁生产对高炉炉况的监测提出了愈来愈高的要求。因此, 高效而即时地监测炉况成了首要的任务。目前常用的方法有利用软件或者大型的现场总线监测与控制系统来实现炉况监测, 成本相对偏高, 不适合于普通中小型高炉生产。本文描述了采用智能仪表来实现高炉炉况监测的方法。图 1 为高炉生产工艺示意图。



$P_1$ ——冷风压力       $P_2$ ——热风压力  
 $P_3$ ——炉顶压力       $Q$ ——冷风流量  
 $\Delta P'$ ——为孔板节流件输出的差压信号  
 IM——炉况监测仪表

图 1 高炉生产工艺示意图

收稿日期: 2007-04-05

作者简介: 杨宇慧 (1982-), 女, 北京交通大学电子信息工程学院硕士研究生, 现在机械工业仪器仪表综合技术经济研究所从事其研究课题, 研究方向: 智能控制。

## 1 高炉炉况监测仪的工作原理

该监测仪的控制参数是高炉透气性指数。高炉透气性指数是一个能够综合反映炉况失常的参数, 通常定义为通过高炉的风量与全压差 (热风压力与炉顶压力) 之比, 用符号  $T_z$  表示, 数学表达式为:

$$T_z = \frac{Q_{\text{风量}}}{P_{\text{热风}} - P_{\text{炉顶}}} = \frac{Q_{\text{风量}}}{\Delta P_{\text{全压差}}}$$

这是通过在线测量热风压力、炉顶压力、冷风流量三个参数计算而得到的。这些在线信号的测量采用 1151 差压及压力变送器, 所得到的信号为 4~20mA 的电流信号, 精度为 0.2 级, 带负载能力为 0~750Ω。其中, 冷风流量是通过孔板节流装置输出的差压信号。冷风设计压力  $P_0$  为 117.71kPa, 当冷风压力  $P_1$  与之不一致时, 需对冷风流量信号进行修正。

## 2 高炉炉况监测仪的功能

本监测仪可以实现以下功能:

- (1) 实现冷风压力、热风压力、炉顶压力、冷风流量及透气性指数的巡回显示与定点显示;
- (2) 具有全压差、冷风流量、透气性指数三路 4~20mA 的模拟量输出;
- (3) 具有报警功能;
- (4) 具有与上位机通信功能。

## 3 高炉炉况监测仪的硬件设计

根据仪表功能的需要, 高炉炉况监测仪的硬件结构由主芯片、模拟输入通道、模拟输出通道、显示电路、功能键、通信电路以及电源电路等部分组成, 如

图 2 所示。

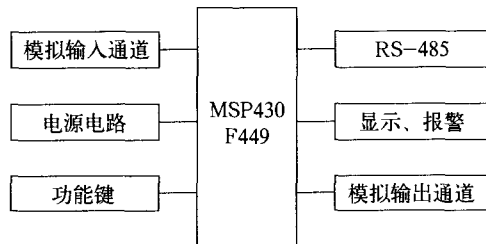


图 2 高炉炉况监测仪的硬件结构

仪表采用 TI 公司的 16 位的 MSP430F449 作为主芯片。该单片机是 MSP430FLASH 系列中功能很强的器件之一，它采用了 16 位精简指令集 (RISC) 结构，处理能力强大，片内资源非常丰富，包含时钟模块、3 个具有捕获 / 比较寄存器的定时器、模拟比较器、两个串行端口、硬件乘法器、60KBFLASH 存储模块、6 个 I/O 端口、160 段液晶驱动模块以及 12 位高精度模数转换模块 ADC12 等。它们经由数据总线、地址总线和控制总线与 CPU 相连，可以通过所有内存操作指令对它们进行控制。同时，它还具有丰富的片内外设，可实现外部的多种功能的扩展。

### 3.1 模拟输入通道

根据需要，高炉炉况监测仪表具有四路模拟输入信号，分别为热风压力、冷风压力、炉顶压力以及冷风流量。输入信号经过电流 / 电压转换，转换为 0~3V 的电压信号，经过模数转换模块 ADC12 将模拟量变为数字量，送入 MSP430F449，进行数据的处理和控制在。

### 3.2 模拟输出通道

高炉炉况监测仪表的模拟输出通道主要是完成数字量到模拟量的转换，即利用 8 位电流输出型 D/A 转换器 DAC0832 将从 MSP430F449 输出的数字信号转换为 4~20mA 的电流模拟信号，然后将其送入记录仪。其中，DAC0832 采用单极性电压输出方式，此时其输出电压为 0~+5V。

### 3.3 通信部分

MSP430 系列单片机的串行通信模块有两种实现方式：一是直接的硬件通用串行同步 / 异步模块；二是通过定时器模块的支持实现的串行通信功能。前者是通过硬件实现的，通常叫做 USART 模块，用户对它的使用是通过对一些寄存器设置之后，由硬件自动实现数据的移进和移出，完成串行通信的功能，同时还能实现两种通信协议，即 UART 异步通信协议和 SPI 同步通信协议。后者是在定时器的作用下，通过用户软件控制，人工地一位一位地将数据由端口送出或接收，因此常被称作软件串行口。

MSP430F449 有两个 USART 模块，故该仪表采用硬件异步串行通信，实现 RS485 通信。

由于上位机的通信接口为 RS232，为了实现 RS485 串行通信，设计中采用专用的接口芯片 MAX485 来完成 RS485 与 TTL 电平之间的转换。电

路图如图 3 所示。

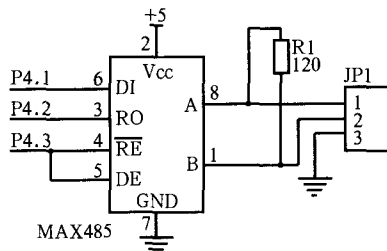


图 3 RS485 接口部分电路

### 3.4 其他硬件部分

仪表的显示部分主要完成冷风压力、热风压力、炉顶压力、冷风流量及透气性指数的巡回显示与定点显示。由于 MSP430F449 具有段式液晶驱动模块，可以驱动 160 段 LCD 液晶显示，故采用段式 LCD 液晶显示。因需显示 8 位数字，故采用两片 LCD，驱动方式为 4MUX 驱动方式。

报警方式采用光报警，即当各项参数超过其安全值时，LCD 就会显示错误值，具体通过软件来实现。

电源采用多电源方式。即电源电路将 220V 的单相交流电压转换为幅值稳定的 3V、5V 以及 ±12V 的直流电压，供仪表使用。

### 4 高炉炉况监测仪的软件结构

高炉炉况监测仪的软件采用结构化程序设计方法，其基本模块有：主程序、A/D 转换及滤波子程序、各种运算子程序、报警子程序、显示子程序、输出子程序、键选子程序、RS485 通信子程序等。

其中，参数的巡回显示和定点显示是通过软件来实现的。具体过程为：将所要显示的数据送入液晶显示缓存器后，Timer-A 开始定时，LCD 显示该数据。在按下键选键后，计数器清零，Timer-A 重新定时，显示该数据。定时时间到后，则将下一个数据送入液晶显示缓存器，重复上述过程。

### 5 结束语

近年来，各种高科技技术迅猛发展，智能化已经成为工业控制和自动化领域的各种新技术、新方法、新产品的发展趋势和显著标志。因此，将智能仪表用在现代化钢铁生产中已经是今后发展的动向。而高炉炉况监测仪正是以高炉透气性指数为数学模型，采用 MSP430 单片机实现了对高炉炉况的实时监测和预警的监测仪表。该仪表性能可靠、稳定性高，可以及时准确地反映高炉炉况，在实际生产现场中将会有广阔的前景。

### 参考文献

- [1] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术与系统设计实例[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002. 11
- [2] 曹秀成, 涂植英. 高炉检测与诊断专家系统. 工业仪表与自动化装置[J]. 1994, (5)
- [3] 田建艳. 智能判测仪[J]. 钢铁工业自动化技术应用实践, 北京: 电子工业出版社, 1995