

基于MSP430单片机的智能在线电导率分析仪的研制

任涛

(南京电力自动化设备总厂,江苏南京210003)

摘要:介绍了基于高性能、超低功耗的16位单片机MSP430F149设计的在线电导率分析仪的测量原理、设计要求与方案选择,给出了系统的硬件结构和软件设计的思路。该设计符合电厂化水取样的要求,可节省外部资源的开销,并极大地提高了整个电路的可靠性。

关键词:MSP430F149单片机;电导率分析仪;CAN总线
中图分类号:TP216 **文献标识码:**B

文章编号:1009-0665(2007)02-0027-03

电导率分析仪是用来测量电厂锅炉蒸汽中含盐量及其他工业流程中溶液电导率的仪表。由于在锅炉燃烧中,很重要的一个问题是给水品质及蒸汽中的含盐量,若给水盐分含量过高,它就会随饱和蒸汽进入过热器,这样会使锅炉及过热器内壁结垢,从而降低传热效率,使内壁过热而造成破裂,甚至爆炸,造成事故。因此,测量出给水和蒸汽中盐分的多少,对保证设备和操作的安全十分重要^[1~3]。

MSP430F149单片机由于其丰富的外围设备、超强的处理能力、超低功耗等优点,因此在许多领域内得到了大量的应用,特别是它的超低功耗性能是其他单片机所不具备的。此外,MSP430F系列单片机具有很强的处理能力,最高可达2MI/s,因此适合对处理速度要求较高的场合。由于MSP430F系列单片机较高的性价比,因而在本项目中得以采用。

1 智能在线电导率分析仪的测量原理、设计要求与方案选择

1.1 测量原理

电解质溶液与金属导体一样,是电的良导体,所以当电流通过电解质溶液时,必然呈现出电阻的作用,但是在溶液中常引用电导和电导率这一概念,这是因为对于金属而言,电阻的温度系数是正的,而液体的温度系数是负的,为了运算方便和一致,在液体中就引入了电导和电导率。

此时溶液的电导为:

$$M = \frac{1}{R} = \frac{1}{\rho} \frac{A}{L} = S \frac{A}{L} \quad (1)$$

式中: R 为溶液电阻, Ω ; ρ 为电阻率, $\Omega \cdot \text{cm}$; L 为导体长度, cm ; A 为导体横截面面积, cm^2 ; M 为电导, $1 \cdot \Omega^{-1}$; S 为电导率, $1 \cdot (\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$ 。

这里的导体是由两电极间的液体所构成,其长度、横截面面积均指两极板间的电解质溶液具有的长度和横截面面积。式(1)中,当 $L=1 \text{ cm}$, $A=1 \text{ cm}^2$

时 $M=S$,所以电导率的物理意义是:1 cm^3 溶液所具有的电导。如果充以1个当量浓度的溶液时,溶液的电导率叫做当量电导率。由式(1)可得:

$$S = L / (R A) \quad (2)$$

式中: L/A 与电极的几何尺寸和距离有关,对于给定的电极是常量,即电极常数 K 。故可得:

$$R = K / S \quad (3)$$

式(3)是测量的主要理论依据^[1]。

1.2 设计要求

测量准确,精度较高,满足电厂化水测量的要求;显示直观,操作方便,人机对话界面友好;测量性能稳定、可靠,能够在恶劣的工况下工作。

1.3 方案选择

电导的测量可以采用分压法和电桥法,电桥法又分为平衡电桥法和不平衡电桥法。电桥电路的温度补偿效果不好,较少采用。对于交流激励来说,采用分压法测量比较合适。

2 电导率传感器

电导率传感器在电导率分析仪中起着非常重要的作用,主要由电极和流通池组成。通常电极的材料为铂、金、不锈钢、镍等。电极的结构有多种,而在电厂化学水取样中多采用筒状电极,如图1所示。

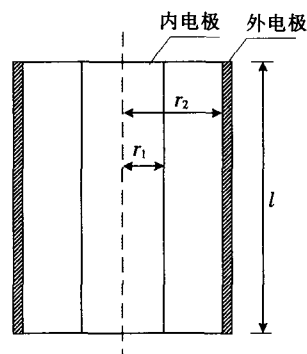


图1 筒状电极结构

采用图1所示的筒状电极的电导率传感器溶液电阻为:

$$R = \ln \frac{r_2}{r_1} / (2g\rho l) \quad (4)$$

式中： g 为等效系数。

3 智能在线电导率分析仪的结构与功能

智能在线电导率分析仪的结构如图2所示。这个系统以16位多点控制单元(MCU)为基础,用硬件、软件实现测量系统的功能。图2中激励信号电路为自制电路,采用交流正弦波驱动电路来驱动电导率传感器,与现有产品中所采用的桥式电路相比较,不仅在线性度、准确度和测量范围上都有显著提高,而且交流驱动方式与现有产品中的直流驱动方式相比,克服了电导率传感器的极化现象,从根本上保证了测量的精度。通过4~20 mA模拟信号、RS485或区域网络控制器(CAN)通信方式把采样数据送往上位机。

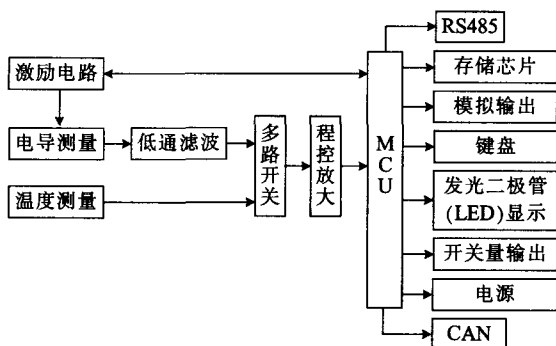


图2 智能在线电导率分析仪结构

智能在线电导率分析仪的功能为:(1)能对本质情况进行实时在线检测,检测参数为电导率和温度值;(2)可以存储一定量历史记录,记录电导率历史运行数据,判断报警状态和报警数据;(3)提供工业现场具体最新测量值,和上位机及时通信;(4)可自诊断,如有故障,可及时通知上位机。

4 智能在线电导率分析仪的硬件

4.1 主测量单元

模拟板是本装置最重要的部分,包括激励电路、相敏检波电路、放大电路、模拟切换电路。

(1) 激励电路。电极的激励电源是由微处理器下产生的波形精度幅度稳定的正负等电荷脉冲波,有效消除极化效应和电容效应产生的影响。根据多方面比较和对一些成型产品的激励信号分析,认为1000 Hz的标准正弦电路最为合适,但考虑到成本和收益,决定采用专用电路来产生1000 Hz的方波作为激励源。

(2) 信号转换电路。信号转换电路采用交流电桥模式。

(3) 相敏检波电路。本电路为开关式全波相敏

检波电路,是国内仪表厂家经常使用电路,具体电路图见图3。

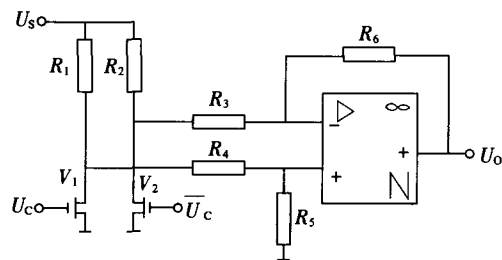


图3 相敏检波电路

(4) 测温电路。采用热敏电阻进行温度补偿,采用分压测量原理。由于电导池中待测溶液的电阻随温度升高而降低,温度系数为负值。热敏电阻一般选半导体热敏电阻,其温度系数也为负值。一般选择与电导池电阻温度系数相近的热敏电阻。

4.2 主控单元

主控单元主要包括MCU、电可擦写可编程只读存储器(EEPROM),信号输出单元。单片机部分由MSP430F149、AT24C02构成,其中AT24C02中存储系统参数以及温度补偿数据表。

4.3 通信处理模块

仪表使用异步串行通信接口,包括1路RS485,1路CAN,还有2路4~20 mA模拟量输出。RS485和CAN每1路输出均采用高速光耦进行电气隔离,同时提供2路4~20 mA直流模拟信号,满足主控室和精处理控制室同时需要的特殊情况。CAN总线通信接口中,采用PHILIP公司的SJA1000和82C250芯片,其中SJA1000是CAN通信控制器,82C250是CAN总线收发器。CAN总线部分硬件电路见图4。

SJA1000的AD0~AD7和MSP430F149的P4口相连接。为了提高抗干扰能力,本仪表采用了通过高速光耦6N137和CAN总线收发器82C250相连接的方式。

4.4 电源单元与端子输出单元

电源单元与端子输出单元主要包括专用电源模块、稳压块、端子。

4.5 键控单元

基于亮度和抗干扰性方面的考虑,采用双排四位的LED显示单元。键控单元主要由模式、左移、增减、输入4个键构成。

5 软件设计

主程序如图5所示。

由于C语言在智能仪表上的诸多优势以及国内智能仪表发展状况,第一代产品软件由C语言编写。和国内外同类产品比较,该电导率分析仪的报警信号采集量更全面,有激励丢失报警、电导超限报

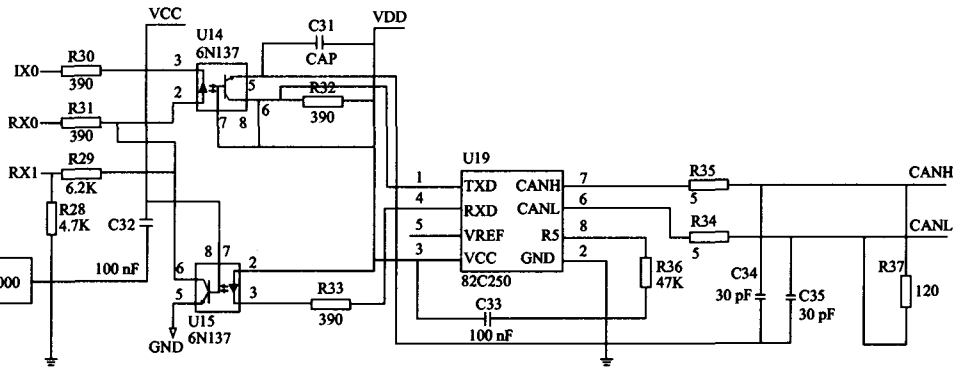


图4 CAN总线部分硬件电路

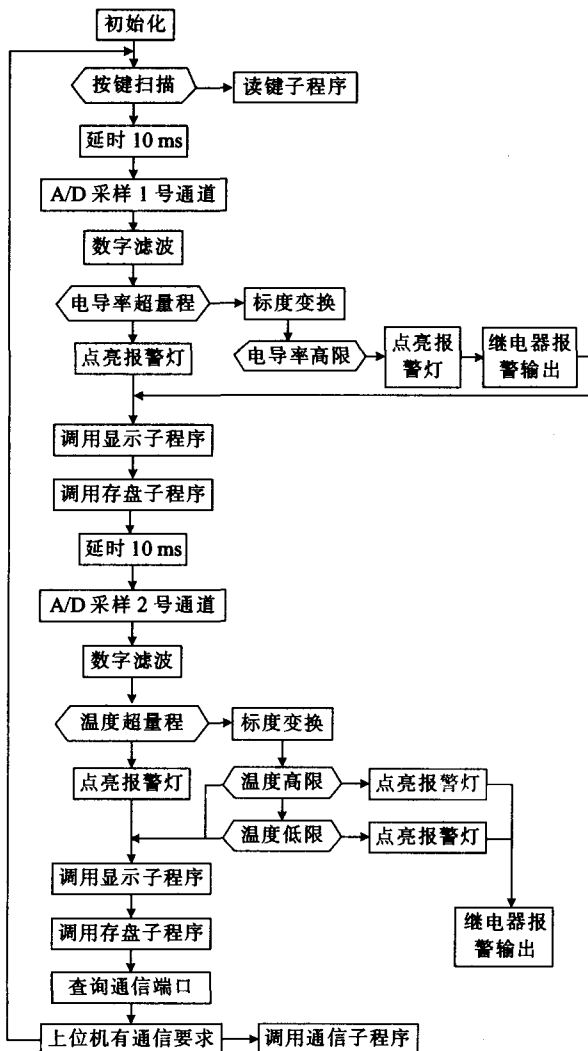


图5 基于MSP430单片机的智能在线电导率分析仪程序框图

警、温度超限报警、环路延迟(RTD)断线报警、被测信号断线报警,有更强的自检功能。所有报警信号均由4~20 mA模拟量上传给上位机。其中电导报警和激励信号丢失还可通过继电器开关量输出。在参数设定方面:电导率标定、电极系数选择、电导高限报警点、电导低限报警点、温度高限报警点、4~20mA对应电导上下限、本机地址码,可选用波特率为4200~115200 b/s,所有参数均可由上位机远程设定。

6 结束语

在智能在线电导率分析仪中,除了对测量原理和设计方案进行了深入的研究和论证外,还对具体实现的硬件系统进行了反复的比较和筛选,尤其在模拟电路部分,对每个点都进行了数字仿真,目的是为了保证系统的稳定性和可靠性。本仪表采用了时下最为流行的16位单片机MSP430F149,该MCU拥有丰富的片内外设资源,可节省外部资源开销,并极大地提高了整个电路的可靠性。实践证明在电厂恶劣工况下本仪表性能良好,具有很好的市场前景。

参考文献:

- [1] 戴广华. 电厂化学仪表[M]. 北京:中国电力出版社,2000.
- [2] 于洋. 在线分析仪器[M]. 北京:电子工业出版社,2005.
- [3] 秦龙. MSP430单片机C语言应用程序设计[M]. 北京:电子工业出版社,2006.

作者简介:

任涛(1977-),男,江苏南京人,工程师,长期从事电厂化学水处理设备的研制与生产。

Development of the On-line Conductivity Analyzers Based on Microcontrollers MSP430F149

REN Tao

(Nanjing Electric Power Automation Equipment General Factory, Nanjing 210003, China)

Abstract: This paper introduced the measure principle and key technique of on-line conductivity analyzers. The system is based on the high quality and ultra-low power 16-bit microcontroller MSP430F149. The hardware and software design is given. The design is a satisfaction to the requirement of the power plant chemistry sampling. It can save exterior resource cost, and improves the reliability of the whole system.

Key words: MSP430F149 single chip machine; conductivity analyzer; CAN bus