

线性化器在低温测量中的应用

Application of Linearization in Cryogenic Measurement

胡良兵 (合肥工业大学电气与自动化工程学院, 安徽 合肥 230009)

金毅彬 庄明 (中科院等离子体物理研究所低温与超导研究室, 安徽 合肥 230031)

摘要

介绍在低温测量监控中, DCS系统如何利用线性化器对温度信号直接采集和监控的方法, 给出了该方法的原理结构图, 并给出了在DCS中的组态模块。实验证明该方法硬件连接比较简单, 精度较高, 反映灵敏, 值得在深低温测量中推广使用。

关键词: 线性化器, 低温测量, DCS, 组态

Abstract

The paper introduces how to use linearization to directly sample and monitor the signal of temperature by DCS in the cryogenic measurement monitoring. The principle structure drawing of this method is provided, then lead to configuration module in DCS. The experiment had proven that the method hardware connection was quite simple, precision highly, reflected sensitively. The model is worth promoting use in the deep cryogenic measurement.

Keywords: linearization, cryogenic measurement, DCS, configuration

1 DCS 温度测量

温度的测量与监控是科学实验和工业生产中最普遍、最具典型意义的工业控制项目, 大多数情况下, 由于设备的要求不同, 利用传统的机电式仪表进行测试使用设备多, 精度低, 灵敏度及实时性差, 测试过程比较繁琐, 且测试结果也不直观。此外, 目前解决温度测量的一些方法大都通过温度传感器(热敏电阻、热铂电阻、碳电阻、热电偶, 数字式温度传感器)把温度转变为可以识别的电信号(频率、电压), 再经过数据采集、模数转换等环节后经过单片机控制形成测温系统。这种方法由于各种电器元件在运行中存在的误差, 生产现场复杂多变, 测量环境温度的变化以及测量系统位于生产流程中的各种长引线等, 都会影响测量精度的实现。总结起来高精度测量误差主要有以下几个方面: ①温度传感器的精度; ②数据采集设备的稳定性; ③系统的干扰和噪声。目前绝大部分研究者都集中在采用各种补偿方法进行降低误差, 提高精度。

基于DCS系统的温度测量, 特别是对于深低温的测量, 目前绝大多数, 都是采用软测量方式, 即现场的温度传感器测得的信号传给采集设备, 再通过工业标准的客户端软件进行数据拟合编程, 最后由数据库服务器传给控制系统。这种方法需要专业的软件人员编程, 同时一旦数据库出现故障, 控制系统就无法监测现场的温度变化。此外, 采集设备在不同的温区还要进行不同的调整, 给操作人员和软件维护人员带来不便。因此我们提出了一种利用线性化器进行低温测量的新方法。

2 方法原理

本方法温度传感器采用的是碳电阻温度计, 它具有负电阻的特性, 即温度值越低电阻值越高。采用四线制, 两根线与10 μ A的恒流源连接, 另外两根线与线性化器的输入端连接, 线性化器的输出端连到控制卡件的模拟量输入点。线性化器的主要作用就是将采集到的毫伏信号转化为控制器卡件所接收的4~20mA的工业标准信号。我们采用的是M.SYSTEM公司的M3LU型线性化器。整个测温硬件系统连接框图如图1所示。

该线性化器有自带的软件, 可以将所需的数据表写入卡件。首先对于具体的某支温度计的全量程感应电阻R与温度T的对应表, 一般是3~300K, 进行简单的数据线性化处理获得输入线性化器的输入数据表。

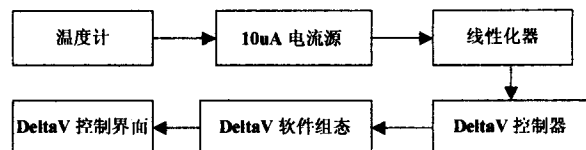


图1 测温系统框图

$$RX0.01=U(mV) \quad (1)$$

由式(1)获的输入线性化器的毫伏电压。

$$U\% = \frac{U-U_{min}}{U_{max}-U_{min}} \times 100\% \quad (2)$$

式中 U_{max} —输入最大毫伏电压值, U_{min} —输入最小毫伏电压值。

$$T\% = \frac{T-T_{min}}{T_{max}-T_{min}} \times 100\% \quad (3)$$

式中 T_{max} —全量程温度的最大值, T_{min} —全量程温度的最小值

$$I = 16 \times \frac{(T-T_{min})}{(T_{max}-T_{min})} + 4 \text{ (mA)} \quad (4)$$

由式(2)、式(3)计算获得输入线性化器的U%~T%的对应表。在线性化器的内部由式(4)转换成输入DCS控制器卡件的4~20mA的标准电流信号。根据碳电阻温度计的物理特性, 在应用过程中我们将温度数据T换成LnT, 使得高温区的数值变小, 然后在DCS组态模块里转换成T, 这样做所得误差更小, 测量精度更高。

3 DCS 组态

图2显示的是温度计在DeltaV系统中的组态图, AI2模块表示模拟量输入, CALC模块是将AI2的输出LnT转换成T,

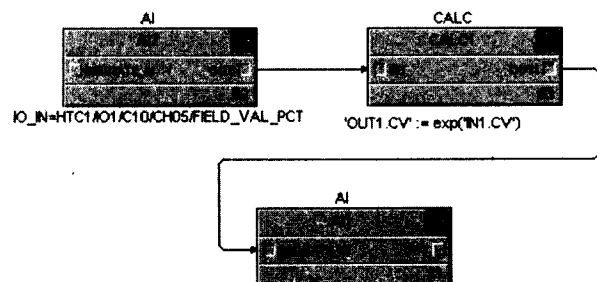


图2 温度计DCS组态图

(下转第15页)

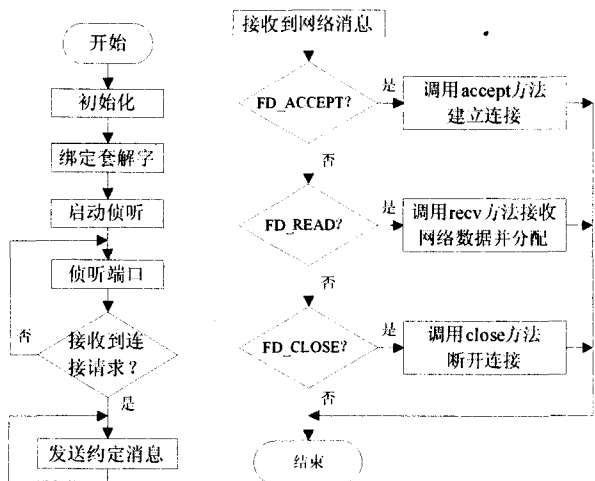


图2 服务器端程序框图

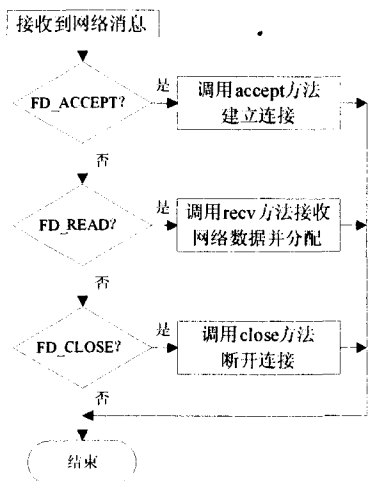


图3 消息处理框图

```
return 0;
Case FD_CLOSE:
    Close(socket);
    return 0;
default:
    return 0;
}
```

此外,在连接起建立并开始仿真后,服务器端要启动定时器 Timer 并在定时器响应处理函数中调用 Send 方法向客户机发送状态数据。

在仿真程序结束或停止仿真时,服务器端要调用 Close 方法向客户机发送断开请求以断开连接。

3 客户端通信程序的设计与实现

基于客户机的功能,即进行相对比较简单的设定模型计算、钢带状态动态显示等,以及 Visual Basic 所具有的方便可视化特性,故其应用程序采用 VB 实现。VB 6.0 中的 Winsock 控件也同样方便了网络通信过程的设计与实现。

在客户端的套接字中,需要对服务器的 IP 地址以及侦听端口进行设定。其设定以及 TCP 连接的建立可在 Form Load 模块中实现,其实现代码如下所示:

```
Private Sub Form_Load()
```

(上接第 11 页)

CALC 模块的输出接入 AI1,最后可以通过 AI1 的输出读出现场测量的温度值。

4 实验数据分析

在超导托卡马克核聚变实验装置 EAST 低温控制系统中,对于温度的测量绝大多数都是通过 OPC 客户端软件将数据传给控制系统,但是由于数据量较大,程序复杂,经常出现数据库运行故障,导致监控系统看不见温度变化,于是提出了采用线性化器将控制器卡件与现场温度传感器直接连接,进行直接数据采集的方法。

通过超导托卡马克核聚变实验装置 EAST (Experimental Advanced Superconductive Tokamak) 降温试验运行,对于两种方法所采集的数据进行了对比,在图 3 中 Ti5103 代表的是通过 OPC 客户端软件所采的值,Ti5103L 代表的是通过线性化器直接采集的温度值。图示在降温试验过程中某温度计一天所测的温度数据曲线,温度范围大概在 14~17K,可以看出在同一时刻 Ti5103 的值比 Ti5103L 的值略大,不过温度值相差略为零点

```
.....
Winsock.RemoteHost="192.168.0.177" ' 远程服务器 IP 地址
Winsock.RemotePort=4000 ' 侦听端口的名字
Winsock.Connect ' 建立连接
```

```
.....
End Sub
```

在建立起连接之后和仿真程序开始之前,客户机端要将计算得到的各个设定数据发送至服务器端。这一过程可在“发送设定数据并启动仿真”按钮响应函数中实现,程序代码如下所示:

```
Public Sub SetAndStart_Click()
```

```
Dim S As String
```

```
S=MakeSetData
```

```
' 依据与服务器端预先协议的数据格式对预发送数据进行设定
```

```
Winsock.SendData S ' 发送设定数据
```

```
End Sub
```

当客户端接收到网络数据时会发生 Data Arrival 事件,因此,需要 Data Arrival 事件响应函数中调用 GetData 方法即可获取数据,其实现代码如下:

```
Private Sub Winsock_DataArrival(ByVal bytesTotal As Long)
```

```
Dim StrData As String
```

```
Dim Str[100] As String
```

```
Winsock.GetData StrData ' 获取数据
```

```
DataAllocation(StrData,Str)
```

```
' 调用数据分配子函数,依据预先协议的通信格式将通信数据中的各个状态值对应赋值与字符串数组中的对应元素。
```

```
End Sub
```

此外,从客户端断开连接只需调用 Winsock.Close 方法即可实现。

4 结束语

本文所介绍的网络通信过程的设计在某热连轧计算机仿真系统中运行良好,验证了所设计的网络通信程序的正确性,同时也保证了整个仿真系统的实时性。

参考文献

[1]熊桂喜,王小虎.计算机网络[M].3版.北京:清华大学出版社,1998

[2]丁展,等.Visual C++网络通信编程实用案例精选[M].北京:人民邮电出版社,2004

[3]张念鲁.VB 网络编程及应用[M].北京:高等教育出版社,2002

[收稿日期:2006.5.18]

几 K,满足实验要求。另外,我们在实验过程中发现有些温度计通过线性化器采集,在高温区误差较大。于是,将整个温度量程从 3~300K 变为 3~80K,因为对于碳电阻温度计主要是针对低温区测量,所以改变量程适合我们温度测量的要求。

5 结束语

通过温度计的实际运行数据分析,经过线性化器采集的温度与经过 OPC 采集的数据在低温区范围相差很小;另外也可以防止数据采集软件出现故障时看不到温度变化。这种方法硬件连接比较简单,无需采集设备和软件编程,而且精度较高,温度变化反映灵敏,特别值得在深低温测量中推广使用。

参考文献

[1]爱默生过程控制有限公司.Delta-V 6.3 用户手册[M],2004

[2]翁维勤,孙洪程.过程控制系统及工程[M].2版.北京:化学工业出版社,2002

[3]陈灼民,等.低温温度计标定装置的研制[J].低温与超导,2001,29(3):18-22

[收稿日期:2006.5.19]