

图 4 检测流程图

否与用户设置的真值表相同。这样,通过设置真值表可检测不同方案的配线,实现了系统的通用性。

本系统还具有其它功能,包括检测结果显示、打印以及检测结果存储和事后检索功能(作为生产管理的一个方面)。要检测结果显示及打印功能中,显示电缆代号(类型)、配线日期、配线人员、配线错误提示,并有

备注栏。这些信息作为该电缆的管理信息被保存在系统中(生产信息存档)并可事后检索查阅。

3 结论

本文介绍的电缆导通系统是针对某厂产品中大量使用的一种多针插头的配线检测而设计开发的。它解决了传统人工检测存在的工作量大、精度低等问题,系统效率高,精度好,操作方便,对提高产品质量有很大作用,并且可以进行质量信息存储和查阅,对实际生产中控制产品质量有很大的帮助。

参考文献

1 薛钧义,姚燕南.微机控制系统及其应用.西安:西安交通大学出版社,1994

收稿日期 2001-12-15。

第一作者高强,男,1970年生,在读博士研究生,研究领域为机械故障诊断、信号处理。

基于 LonWorks 技术的热电阻温度测量智能节点的设计

The Design of Intelligent Node of RTD Temperature Measurement Based on LonWorks Technology

李正军 蒋攀峰

(山东大学控制科学与工程学院 济南 250061)

摘要 推出了基于 LonWorks 技术的用于 4 路热电阻温度测量的智能节点 FBLon-4RTD。具体介绍了该智能节点的特点、硬件构成、测量电路工作原理以及采用 Neuron c 语言进行测量与通信程序设计的方法。

关键词 智能节点 温度测量 LonWorks 技术 数据传输

Abstract The intelligent node FBLon-4RTD used for four channels of RTD temperature measurement is stated. The design is based on LonWorks technology. The features, hardware structure, operational principle of the measuring circuit and the design method of measuring and communication programs by using Neuron C language are presented concretely.

Key words Intelligent node Temperature measurement LonWorks technology Data transmission

1 概述

随着信息技术的飞速发展,自动化领域发生了深刻的变革,逐渐形成了自动化系统的开放系统互连通信网络,用以组成全分布式网络集成自动化系统,而现场总线正是这场深刻变革中的重要技术。现场总线就是用于现场仪表与控制系统和控制室之间的一种全分散、全数字化、智能、双向、互联、多变量、多点、

多站的串行通信网络,它改变了传统模拟测控系统一对一物理连接的体系结构,实现了一对总线(如双绞线)上传输多个节点的多种信号,如运行参数值、设备状态、故障信息等。本文所介绍的智能节点基于美国 Echelon 公司的 LonWorks 现场总线技术。LonWorks 技术在数据采集与监控系统(SCADA)、工业控制、楼宇自控、智能交通等领域得到了十分广泛的应用,全世界共拥有 5 000 多家 OEM 厂商。下面以我们设计

的 4 路热电阻温度测量 FBLon-4RTD 智能节点为例,介绍其设计方法。该智能节点具有如下特点:

- ① 采用 ADAM 模块结构,能同时测量 4 路热电阻信号,如 Pt10、Pt100、Cu50、Cu100 等;
- ② 通过跳线器选择二线制、三线制、四线制恒流源输入方式;
- ③ 通过组态软件配置测量信息,如热电阻型号选择、测量范围、上下限报警点等;
- ④ 智能节点上的 TMPN3150 神经元芯片(neuron chip)根据配置的信息实现自动测量;
- ⑤ 采用 24 位 $\Delta-\Sigma$ 模数转换器 ADS1216 进行热电阻信号的测量,精度高,内置恒流源和 PGA,可直接输入传感器信号;
- ⑥ 具有低通滤波、过压保护及断线识别功能;

⑦ 神经元芯片与模拟信号测量之间采用光电隔离,抗干扰能力强;

⑧ 可安装于测量现场,通过 LON 总线的 78kbps 双绞线收发器将测量信息传送到监控计算机,方便地构成智能分布系统(SDS)。

2 硬件构成

该智能节点以日本 TOSHIBA 公司生产的 Neuron 芯片 TMPN3150B1AF 为核心,配以美国 Echelon 公司生产的 78kbps 双绞线收发器 FTT-10A, Dallas 公司的低电压监测器 DS1233, MAXIM 公司的 MAX355 高性能模拟开关、BB 公司的高精度 24 位 $\Delta-\Sigma$ 模数转换器 ADS1216、光电隔离器 PS2501、DC-DC 电源模块等组成,其硬件构成框图如图 1 所示。

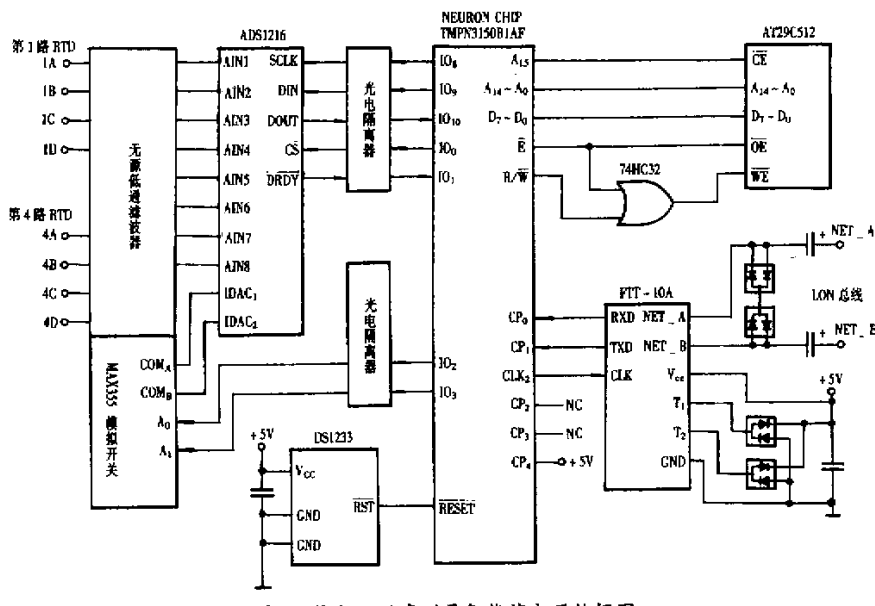


图 1 热电阻温度测量智能节点硬件框图

LonWorks 技术的核心是神经元芯片,该芯片内置 3 个微处理器:MAC 处理器、网络处理器、应用处理器。它们共同完成 ISO/OSI 互连参考模型的七层网络协议。在图 1 中,通过 MAC 处理器的 CP₀、CP₁、CLK₂ 与 FTT-10A 双绞线收发器互连组成 LON 总线,网络处理器处理网络变量、地址、认证、后台诊断、软件定时器、网络管理和路由等进程;应用处理器与一般处理器相同,通过其三总线扩展一片 AT29C512 EEPROM,用以存放 LON 网络操作系统并下载用户程序。Neuron 芯片可以方便地使用 SPI 接口与外部器件如 A/D 转换器、显示驱动器等接口,SPI 接口由 Neuron 芯片固件所支持的 Neurowire I/O 对象来实现。IO₈ 是时钟信号,IO₉ 是串行数据输出信号,IO₁₀

是串行数据输入信号,而片选信号可以在 IO₀~IO₇ 之间任意选择定义。Neuron 芯片利用 SPI 接口选择 ADS1216 某一路热电阻通道、启动 A/D 转换器并读取 A/D 转换结果。为了抗干扰,神经元芯片的输入输出与测量电路之间采用了光电隔离措施。

3 测量电路工作原理

测量电路如图 2 所示。

图 2 中,ADS1216 为 BB 公司最新生产的高精度、宽动态范围的、具有 24 位分辨率的 $\Delta-\Sigma$ 模/数转换器,可在 2.7~5.25V 范围内工作,具有 8 路单端或 4 路差动模入通道,可直接与传感器和低电压信号相接,内部缓冲器可选择很高的输入阻抗,具有可熔断电流源,

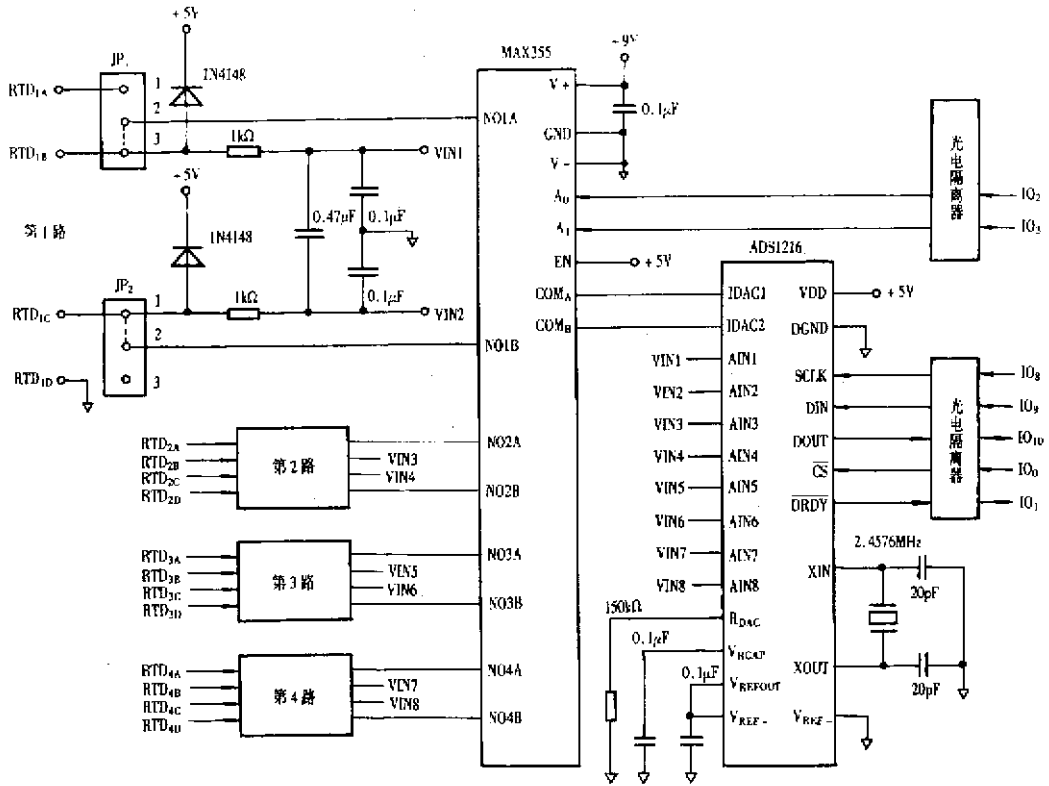


图 2 测量电路图

允许检测传感器的开路或短路。内部具有可编程增益放大器 PGA(增益可选择 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 及 128), 可选用内部参考电压(2.5V 或 1.25V), 也可选用外部差分输入参考电压。

片内两个电流 DAC 通过外部引脚 R_{DAC} 对地接一电阻设定恒流源, 输出电流 $IDAC1, IDAC2 = V_{REF} / (8 \cdot R_{DAC} \cdot 2^{RANGE} - 1) D$ 其中 V_{REF} 为参考电压, R_{DAC} 为外接电阻, RANGE 为量程设定值, 大小由模拟控制寄存器 ACR 设定, D 为 8 位 DAC 数字量。当 $V_{REF} = 2.5V, R_{DAC} = 150k\Omega$ 时, 满刻度输出电流为 0.5mA, 1mA 和 2mA。

另外, ADS1216 还有 8 位可编程 I/O 数字口。ADS1216 通过 SPI 总线与神经元芯片 TMPN3150 接口, 且工作在从模式, 即 SCLK 信号由神经元芯片产生并且输入到 ADS1216。ADS1216 的恒流源输出 IDAC1、IDAC2 分别接到 MAX355 模拟开关的 COMA、COMB 端, 通过神经元芯片的 IO₂、IO₃ 分别选择第 1 路至第 4 路热电阻信号与恒流源接通。

JP₁、JP₂ 为热电阻输入接线方式选择跳线器。例如: 当 IO₂、IO₃ 为 00 时, MAX355 的 NO1A、NO1B 与 COMA、COMB 分别对应接通。此时, JP₁ 的 1、2 断开, 2、3 短路, JP₂ 全部断开, 则为二线制接线, 热电阻信号从 RTD_{1B}、RTD_{1C} 接入, 但 RTD_{1C} 和 RTD_{1D} 要短接。若 JP₁ 状态同上, JP₂ 的 1、2 短路, 2、3 断开, 则

为三线制接线, 热电阻信号从 RTD_{1B}、RTD_{1C}、RTD_{1D} 接入。若 JP₂ 的 1、2 短路, 2、3 断开, JP₂ 全部断开, 则为四线制接线, 热电阻信号分别从 RTD_{1A}、RTD_{1B}、RTD_{1C}、RTD_{1D} 接入。

从热电阻上取得的差动信号 VIN1、VIN2 送至 ADS1216 的 AIN1、AIN2 模入通道, 神经元芯片 TMPN3150 将其 IO 口接至 ADS1216 的 SPI 串行接口, 用以启动模数转换并读取转换结果。ADS1216 的 DRDY 为数据准备好信号, 其偏移校准和增益校准由操作命令字完成; V_{REFOUT} 为内部参考电压输出, V_{REF+} 、 V_{REF-} 为差动参考电压输入, 本例中使用内部参考电压, R_{RCAP} 外接一 0.1 μ F 电容对内部参考电压进行滤波。神经元芯片在读取该路热电阻传感器对应的数字量后, 在内部进行线性化处理, 并按配置的量程转换成工程量(温度值)传送至监控计算机。其余三路工作原理与第 1 路相同。

4 测量程序设计

LonWorks 技术使用专用的硬件编程语言 Neuron C 来编写程序。Neuron C 以 ANSI C 为基础并对 ANSI C 进行了扩展, 它支持任务调度机制, 这种任务调度机制是事件驱动的: 当给定的条件(称为事件)为真时, 与此条件相关联的一组代码(称为任务)被执行。例如, Neuron 芯片 TMPN3150B1AF 的复位(reset)就是一个

事件,而复位后所有要执行的操作就是与复位事件关联的任务。

ADS1216 片内提供了 16 个可直接读写的寄存器用于配置其工作状态,可直接配置数据格式、PGA、通道选择等。ADS1216 还提供了 128 个字节的 RAM 通过指令直接读写。ADS1216 复位后寄存器配置顺序如图 3 所示,配置数据含义见表 1。

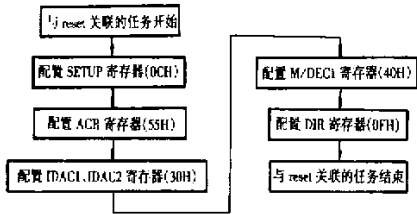


图 3 ADS1216 寄存器配置顺序框图

表 1

寄存器名称	配置数据	配置数据含义
SETUP	0CH	采用内部 2.5V 参考电压,数据传输首先传送 MSB
ACR	55H	PGA = 32, RANGE = 2
IDAC1, IDAC2	30H	由 RANGE、V _{REF} 、R _{DAC} 和此配置数据设定恒流源为 200μA
M/DECI	40H	A/D 转换结果为单极性,范围为 000000H~FFFFFFH
DIR	0FH	数字口 D ₀ ~D ₃ 为输入, D ₄ ~D ₇ 为输出
MUX	01H	选择差分输入通道 AIN1~AIN2
	23H	选择差分输入通道 AIN3~AIN4
	45H	选择差分输入通道 AIN5~AIN6
	67H	选择差分输入通道 AIN7~AIN8

在寄存器配置结束后,可以通过配置多路选择寄存器 MUX 选择差分输入通道,启动 A/D 转换。对 8 位数字 I/O 口的操作通过对寄存器 DIO 的读写来实现。另外,ADS1216 的 DRDY 信号变为有效后表明数据转换结束,结果保存在 24 位的数据输出寄存器 DOR 内,可以通过专用的指令利用 SPI 接口读出 A/D 转换结果。

5 通信程序设计

我们自行设计了插在 PC 上的 Lon 智能网卡,它

```
#include addrdefs.h
#include msg_addr.h
#define MSG_CONFIGDATA 0xF0
#define MSG_REQUEST 0xF0
msg_tag bind_inf(nonbind) TAG_OUT; //定义消息标签,不需要绑定
eeprom unsigned int RTD_type;
unsigned int temperatur[4]; //由 A/D 转换数据所得出的温度测量结果
when(msg_arrives)
```

与 FBLon-4RTD 热电阻温度测量智能节点和其它节点一起组成 LonWorks 测控网络。上位机软件通过网卡将热电阻型号、测量范围、上下限报警点等配置信息以及回送数据请求信息传送到热电阻温度测量智能节点。当节点接收到配置信息,则将配置信息保存到 eeprom 变量中,掉电复位后配置信息不丢失;若收到的是回送数据请求信息,则将测量数据通过网卡传送到上位机进行处理。传输的数据格式如下:

字节 1	字节 2	字节 3	字节 4	字节 5	字节 N
数据长度	命令标志	组号	节点号	测量数据 1 校验和

其中命令标志为 0xF0 表示上位机向节点传送的是配置信息,命令标志为 0xF1 表示上位机向节点传送的是回送数据请求。

LonWorks 节点之间的数据传输主要通过网络变量来实现,定义网络变量后,只要在网络安装时用 LonBuilder 或者 LonMaker 进行网络变量的绑定就可以实现数据的传输,应用程序不必考虑发送和接收的问题。网络变量通过提供给节点明确的网络接口而极大的提高了节点产品的互操作性。

但是使用网络变量必须使用 Echelon 公司的 LonBuilder 或者 LonMaker 进行网络变量的绑定。而 1 台 LonBuilder 仿真器需要几万美元, LonMaker 软件价格也较高,且只能安装在 1 台机器上使用。因此,无形之中提高了开发和应用成本。基于以上的原因,决定采用显式消息进行数据传输。在使用显式消息进行节点之间的数据传输时,采用了广播发送的方式,这样,其它节点如 PC 等都同时收到某一节点发来的数据,当接收到的节点号与本机预先设定的节点号一致时才进行数据的处理。这种通信方式与主从式通信方式相比可大大减少网络上的数据通信量,提高了网络的数据流量,大大提高了通信的传输效率。这样一来可以不用 LonMaker 和 LNS DDE Server,一方面降低了系统成本,另一方面更换模块时不需要使用 LonMaker 进行网络变量的绑定,便于用户维修更换。所以,这种方式更加适合我国国情,但缺点是将 LonWorks 网络变成了一个封闭的系统。

FBLon-4RTD 热电阻温度测量智能节点上的神经元芯片利用显式消息与上位机进行通信的程序清单如下:

```

{
switch( msg_in.data[ 1 ])          //判断命令标志
{
case MSG_CONFIGDATA :
RTD_type = msg_in.data[ 4 ];      //断电复位后上位机所配置的热电阻型号不丢失
break ;
case MSG_REQUEST :
msg_out.tag = TAG_OUT ;          //设置消息标签
msg_out.code = 0 ;              //设置消息代码
memcpy( msg_out.data ,temperature ,sizeof( temperature )) ; //设置要传送到上位机的数据
msg_out.dest_addr.bcast.type = BROADCAST ; //采用显式寻址的广播方式
msg_out.dest_addr.bcast.domain = 0 ; //设置域索引 ,只有一个域所以设为 0
msg_out.dest_addr.bcast.backlog = 0 ; //信道预计将产生应答以及响应的数量
msg_out.dest_addr.bcast.rpt_timer = 1 ; //设置非应答重发定时器
msg_out.dest_addr.bcast.retry = 1 ; //设置重发次数
msg_out.dest_addr.bcast.tx_timer = 1 ; //设置发送定时器索引
msg_out.dest_addr.bcast.subnet = 0 ; //设置子网 ID( 0 表示对整个域广播 )
msg_send( );                    //发送显式消息
break ;
}
}

```

6 结束语

本文所介绍的 FBLon-4RTD 四路热电阻温度测量智能节点与我们设计的其它智能测控节点及组态软件和监控软件相配合,可方便地构成智能分布式系统。该系列智能节点已在电力系统、工业测控、楼宇自动化等领域得到了广泛的应用。

参考文献

- 1 Echelon documents. Neuron C Programmer's Guide. 1995
- 2 Echelon documents. LonWorks FTT-10A Free Topology Transceiver User's Guide. 2000
- 3 Toshiba documents. Neuron Chip Data Book

收稿日期 2002-02-25。

第一作者李正军,男,1962年生,1984年毕业于山东大学,副教授,硕士研究生导师,主要研究领域:计算机控制、现场总线控制系统(FCS)等,发表论文40余篇。

集散型控制系统控制律的系统化建模方法

The Systematically Modeling Method of Control Rule of Distributed Control System

褚建新 顾伟

(上海海运学院,上海 200135)

摘要 介绍了集散型控制系统(DCS)及其过程控制级的基本构成。并指出,为提高DCS运行的可靠性,其控制律设计的优劣是关键之一。文中运用系统化建模方法,对DCS控制律进行完整性设计,并将这一方法应用于某电厂输煤控制工程实例,取得了良好的应用效果。

关键词 集散型控制系统 系统建模 完整性设计

Abstract Distributed control system(DCS) and its basic composition in control level are introduced. To enhance the reliability of operation the design quality of the control rule is one of the critical factors. By using systematically modeling integration the control rule of DCS is designed. This method has been used in coal handling control project in power plant as an example with good result.

Key words Distributed control system Systematically modeling Integration design