

LonWorks 现场总线多通道 A/D 转换控制节点的设计

The Design of LonWorks Fieldbus Multiple Channel A/D Conversion Control Node

冯晓东 刘长龄 邵惠鹤

(上海交通大学自动化研究所,上海 200030)

摘 要 介绍了 LonWorks 多通道 A/D 转换控制节点现场总线的开发方法。较详细地论述了利用 MAX127 开发 A/D 转换控制模块和利用 Neuron C 采集转换结果的驱动程序。

关键词 节点设计 控制节点 A/D 转换 现场总线 LonWorks 技术

Abstract The developing method of LonWorks multiple channel A/D conversion control node fieldbus is presented. The A/D conversion module developed by using MAX127 and the drive program of collecting the results of conversion by using Neuron C are described in detail.

Key words Design of node Control node A/D conversion Fieldbus LonWorks technology

0 引言

随着现场总线技术的推广与应用,控制信号的模拟量传输正逐步为数字量传输所取代,各种非现场总线设备也必将逐步为现场总线产品所取代。但是实际生产现场依然有大量的数据是模拟量,例如产品成分、液位、温度等,必须通过 A/D 转换才能够将这些数据采集到控制系统中。因此,现场总线的智能控制节点必须具备采集模拟量信号的能力。

LonWorks 现场总线是由美国 Echelon 公司 1990 年 12 月推出的一种现场总线标准,它具有支持多种通信介质、便于开发、网络通信协议鲁棒性好、一个测控网络中支持节点数多(最多可达 32 385 个)等特点。目前在智能建筑、过程监控、汽车电子等领域都有成功应用。Echelon 公司于 1997 年宣布可以将 LonTalk 通信协议固化到任何一种微处理器中,为 LonWorks 技术开拓了广阔的应用前景。

1 硬件设计

控制节点的硬件总体框图如图 1 所示,主要包括

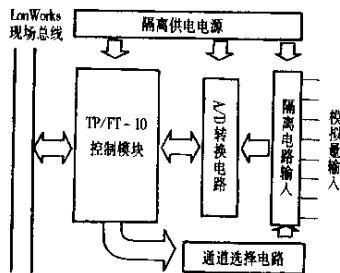


图 1 硬件总体框图

TP/FT-10 控制模块、隔离输入电路、通道选择电路、A/D 转换及隔离电源电路等。设计中采用了 8 通道 12 位串行 A/D 转换器 MAX127,同时采取了完善的隔离技术,使该节点可满足大部分应用场合的要求。

1.1 TP/FT-10 控制模块

LonWorks 智能控制节点的开发方式主要有两种:基于 Neuron 芯片的开发和基于控制模块的开发。其中,基于 Neuron 芯片的开发比较灵活,可以由开发者自行配置程序存储空间和 RAM 的容量,甚至可以拓展一部分 I/O 口,但是开发周期比较长,还有可能造成和其他厂商设备的互换性和互操作性问题,而基于模块的开发则只要购买 Echelon 公司或者其他公司的控制模块,用户只要根据模块提供的 11 个 I/O 口开发外部电路。这种开发方式比较规范,不存在设备的互换性和互操作性问题,但是成本较高。

控制模块是整个节点的心脏。设计中采用了 Echelon 公司生产的 TP/FT-10 控制模块,它带有现场总线网络接口,使节点具有网络通信功能;它还具有 11 个可由用户自行配置的 I/O 口($IO_0 \sim IO_{10}$),并能执行用户下载的程序,完成节点的任务。TP/FT-10 控制模块支持无极性自由拓扑总线安装形式,是目前 LonWorks 节点设计中应用最普遍的控制模块。自由拓扑结构可减少系统安装时间,降低安装成本。该模块仅需单一电源供电 +5V,工作电流约为 50mA。当无电源供给时,模块上的收发器输出端呈高阻态,因此,当电源电压下降时也不会影响网络上其它节点之间的通信。

1.2 隔离输入电路和通道选择电路

选用 AQW214MOS 继电器来隔离外部电路并结合

74LS138 来进行通道切换。具体电路如图 2 所示。

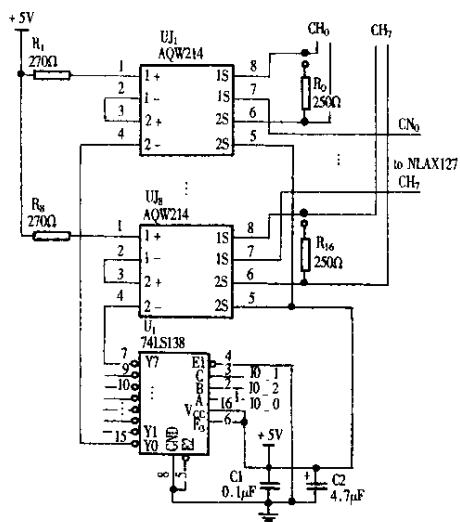


图 2 输入隔离电路和通道切换电路

AQW214 是一种动作可靠,使用方便的 MOS 继电器。它的连续工作电流为 50mA,最高可以隔离 1500V 的电压峰值,离散线性失真为 2.5mW/℃,可以稳定工作于 -40 ~ +50℃,在 25℃ 时的导通电阻为 25Ω。选用 AQW214 可以有效地隔离外部的冲击电压,保护内部电路。

AQW214 和 74LS138 结合使用实现了通道的选通。以 1# 通道为例,当 74LS138 的输出管脚为低电平时, UJ₁ 的内部发光二极管导通, 1# 通道导通,外部的输入电流可以流经 AQW214 进入内部电路。而其他通道,由于 74LS138 的相应管脚为高电压,通道处于截至状态,外部电流无法通过,从而可以有效地保护内部不处于工作状态的通道。由图 2 可以看出,控制模块的输入管脚 IO₀ ~ IO₂ 和通道之间的选通关系由下式决定:

$$CH_{NO} = (IO_0 IO_1 IO_2)_{BIN}$$

例如,当 IO₀, IO₁, IO₂ 三个管脚分别为 0, 1, 1 时,则选中的通道号为

$$CH_{NO} = (110)_{BIN} = 6$$

输入电路还可以实现电压输入方式和电流输入方式之间的转换。如图 2 所示,只要把输入信号之间的 250Ω 的电阻接上,就可以实现输入量程在 0 ~ 250mA 和 0 ~ 10V 之间的切换。

1.3 A/D 转换电路

选择 A/D 转换器芯片时在性能上必须满足精度、线性度、温度系数等方面的要求,结构和应用特性上应满足接口方便、外围电路简单、性能价格比合理等要求。为了满足大多数应用场合,选用了 MAX127 低

功耗、8 通道、12 位模/数转换器。它带有 I²C 串行总线接口,可以通过 SDA 和 SCL 管脚和多个设备通信,同时还可以节省控制模块的 I/O 口。它具有可由软件设定的可变量程范围(±10V, ±5V, 0 ~ 10V, 0 ~ 5V),便于使用。它只需要单一供电(5V),可以测量超出电源上限和低于地电压的输入信号。每一个通道具有 ±16.5V 的输入超压保护功能,在任何选中通道上的超限电压不会影响 A/D 转换的精确性。芯片还具有备用和休眠两种可由软件设定的省电状态。其它特点包括 5MHz 的采样带宽,8kbps 的输出速率,具有可选的内部 4.096V 和外部的参考电压等。芯片具有 7 位的地址,前 4 位已经在出厂时设定为 0101,其余 3 位取决于 A₁, A₂ 和 A₃ 的管脚状态。因此最多可以有 8 个 MAX127 同时挂接到 I²C 总线上。MAX127 内部结构如图 3 所示。

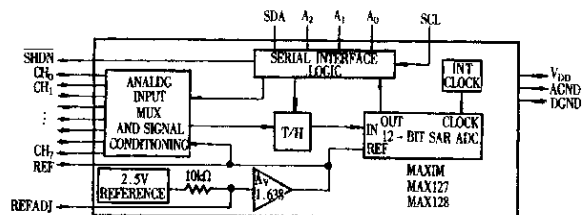
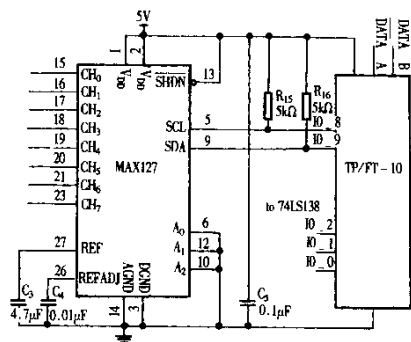


图 3 MAX127 内部结构示意图

输入模拟量信号在串口逻辑电路的控制下,经过芯片内部的模拟量输入复用器并调理以后,进入采样/保持器。12 位 A/D 转换电路在内部时钟的驱动下,读取采样/保持器中的电压并且进行转换,然后将转换结果通过串口逻辑控制电路输出。

A/D 转换电路的控制模块接口电路如图 4 所示。



端 REFADJ 通过 $0.01\mu\text{F}$ 的电容器接到地线上 ,A/D 转换时芯片使用内部的 4.096V 精密参考电压。芯片的串行时钟输入管脚 SCL 接到 TP/FT-10 的 IO_8 上 ,由控制模块发出时钟信号 ,驱动数据的读取和写入。串行数据管脚 SDA 接到 TP/FT-10 的 IO_9 上 ,可以将转换结果串行的输入控制模块 ,同时也可以从控制模块接受命令字。

2 软件设计

测量仪表的各种数据要输入到 LonWorks 现场总线中 ,必须先转换成相应的网络变量。

本控制节点软件采用专门为 Neuron 芯片设计的 Neuron C 编程语言实现。它以 ANSI C 为基础 ,包括对 ANSI C 的扩展 ,可直接支持 Neuron 芯片的软件固化。Neuron C 定义了多种 I/O 对象类型 ,如直接、计数器/计时器、串行和并行。在编程中 ,使用了串行 I/O 对象中的 I²C 输入输出对象。

要正确的和 MAX127 进行通信 ,主控制器(TP/FT-10 控制模块)的命令时序必须符合 I²C 总线的要求。MAX127 的 I²C 串行口总线时序如图 5 所示。

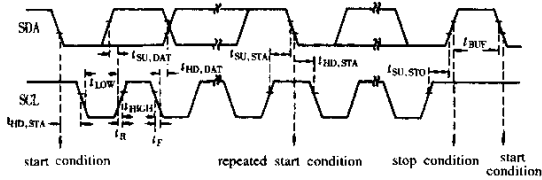


图 5 MAX127 串行口工作时序

由图 5 可见 ,所有的数据传输周期都必须在启动条件(start condition)和停止条件(stop condition)之间进行。它们分别以 SCL 为高电平时 ,SDA 的下跳沿和上跳沿表示。可以看出 ,I²C 主要有 2 个周期 :写周期和

读周期。在写周期 ,主控制器首先发出 7 位地址和 1 个写位($R/\overline{W}=1$) ,挂在总线上的芯片接收到这个地址字 和自己的地址相比较。如果符合 ,就向主控制器发出一个确认 ,开始接受随后写入的命令字。在读周期 ,主控制器不需要等到数据转换结束就可以从设备中读出数据。主控制器首先发出 7 位地址和 1 个读位($R/\overline{W}=0$) ,如果和芯片的地址相符合 ,则在接收到芯片发出的一个确认以后 ,开始按照 $D_{11} \sim D_4$ (最高有效位在前)的顺序接收数据 ,第 1 个字节结束以后 ,MAX127 释放总线 ,主控制器发出一个确认 ;收到确认以后 MAX127 发出第 2 个字节($D_3 \sim D_0$,后面以 4 个 0 填充)。

根据 I²C 总线的工作时序 ,本控制节点的 Neuron C 驱动程序框图如图 6 所示。

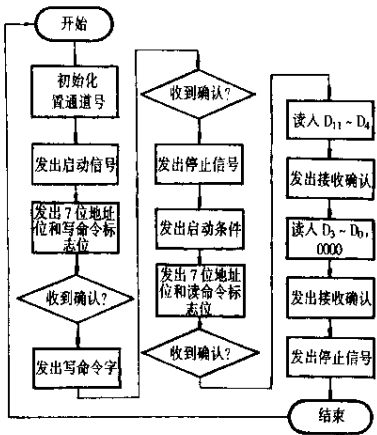


图 6 MAX127 驱动程序框图

由图 6 可见 ,整个程序虽然结构简单 ,但是步骤较多。虽然实际上也可以通过模拟串行口来控制数据的传输 ,但是为了简化编程 ,我们采用了 Neuron C 中串行输入/输出对象中的 I²C 对象。程序如下 :

```
#include netdbg.h
#include control.h
#include stdlib.h
#include byte.h
.....
#define MAX_ADDR_W 0x50
#define MAX_ADDR_R 0x51
.....
IO_0 output bit LS138_A ;
IO_1 output bit LS138_B ;
IO_2 output bit LS138_C ;
.....
IO_8 i2c Max_127

//包含 tst_bi( )函数

//设备地址 0101000 和写标志位 0
//设备地址 0101000 和写标志位 1

//定义控制模块 0 输出管脚
//定义控制模块 1 输出管脚
//定义控制模块 2 输出管脚

//定义 I2O 对象 Max_127
```

```
unsigned int adbuff[ 2 ];           //定义输入缓冲区
unsigned int ad_cnt ;               //定义操作字节数
unsigned int ad_cntrl ;             //定义控制字
boolean int Retn_Val ;              //定义返回标志
unsigned Chnl_No ;                  //定义通道号
...
whet( ... )
{
    .....
    //读 A/D 转换结果。
    //写周期
    Chnl_No = 0x00 ;                //通道 0 选通 ;
    LS138_A = tst_bi( Chnl_No ,1 ) ; //通道号的第 1 位对应于 LS138 的 A 端
    LS138_B = tst_bi( Chnl_No ,2 ) ; //通道号的第 2 位对应于 LS138 的 B 端
    LS138_C = tst_bi( Chnl_No ,3 ) ; //通道号的第 3 位对应于 LS138 的 C 端
    ad_cntrl = 0x85 ;               //二进制 10000101 控制字开始 芯片地址为 0101000 ;
                                     //输入范围 0 - 10V 芯片处于 STDBYPD 状态
    Retn_Val = io_out( Max_127 ,&ad_cntrl ,MAX_ADDR_W ,1 ) ; //写入一个控制字
    .....
    //读周期
    //读取 2 字节转换结果
    Retn_Val = io_ir( Max_127 ,adbuff ,MAX_ADDR_R ,2 ) ;
    .....
}
```

3 结束语

本文结合国家“九五”重点科技攻关项目“现场总线网络控制系统的集成”,设计了基于 LonWorks 现场总线的隔离多通道 A/D 转换控制节点,它可将测量仪表输出的模拟量转化成现场总线的网络变量。借助这种控制节点,可将非 LonWorks 现场总线的设备集成到现场总线中,构成基于现场总线在控制系统。其不但可以节约设备投资,而且给现场总线控制系统的集成带来极大的灵活性,对 LonWorks 现场总线的推广应用具有重要意义。

参考文献

1 冯晓东,汤同奎,等.隔离多通道 LonWorks 模拟量输出节点的设计.化工自动化及仪表,2000,5:30~32
2 汤同奎,等.隔离多通道 LonWorks 数据采集节点的设计.化工自动化及仪表,1999,2(2):37~40
3 郑德忠,等.基于 LonWorks 现场总线的 PID 控制节点的开发.微机计算机信息,1999,15(5):15~17
4 汤同奎.LonWorks 现场总线应用研究[博士研究生论文].上海:上海交通大学,2000
5 Echelon Corp.Neuron chip data book.February,1995

收稿日期 2002-03-17。

欢迎订阅《自动化仪表》

《自动化仪表》系中文核心期刊、中国科技论文统计源期刊和全国优秀科技期刊,进入“中国期刊方阵”,是“双百期刊”之一。她主要报道中国自动化仪表行业的科研成果、先进技术,介绍新产品、新工艺,交流仪器仪表使用维修经验,传播自动化仪表基础知识,反映国外自动化仪表发展动态,具体介绍工业生产过程,诸如温度、流量、压力、差压、物位、机械量等参数的测量、显示及控制技术与产品,设有综述、研究与开发、产品与应用、计算机及其应用、控制系统、可靠性与质量、元器件与材料、经验交流、技术讲座等栏目。报道内容着重实用性、指导性、知识性,适合冶金、化工、炼油、电力、机械、轻纺等各行各业从事测量与控制工作的技术人员、技术工人、管理人员和大专院校师生阅读。

《自动化仪表》系月刊,大 16 开本,早已自 2000 年第 1 期由原 48 页变更为 56 页,增页后定价不涨,不收发行服务费,全国各地邮局均可收订。本刊邮发代号为 4-304,定价:4.50 元,半年价:27.00 元,全年价:54.00 元。