

# 隔离多通道 LONWORKS 模拟量输出节点的设计

冯晓东, 汤同奎, 邵惠鹤

(上海交通大学 自动化系, 上海 200030)

**摘要:** 介绍了隔离多通道 LONWORKS 模拟量输出节点的设计。首先阐述了开发现场总线模拟量输出节点的必要性, 然后说明了现场总线节点设计方法, 最后详细介绍了模拟量输出节点的硬件设计及软件设计。

**关键词:** 现场总线; LONWORKS; 数模转换

**中图分类号:** TP302 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-3932(2000)05-0030-03

## 1 引言

现场总线技术是计算机技术、通讯技术和控制技术的综合与集成。现场总线目前还没有统一的国际标准, 因此我们除了研究某一种特定的现场总线技术之外, 还必须面对两个问题: ①多种现场总线并存的问题; ②现场总线设备与非现场总线设备并存的问题。对于前者, 必须设计出不同现场总线之间的网关设备; 对于后者, 则要设计出现场总线信号与传统模拟信号的转换节点。

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”, 我们对后一个问题进行了研究, 已经开发了隔离多通道 LONWORKS 数据采集节点<sup>[2]</sup>, 它可将各种标准模拟信号转换成 LONWORKS 现场总线数字信号。本文介绍了隔离多通道 LONWORKS 模拟量输出节点的设计, 该节点可以将 LONWORKS 现场总线数字信号转换成标准模拟信号, 它对 LONWORKS 现场总线应用于生产现场具有较大意义。

## 2 节点的设计方法

LONWORKS 现场总线的通信协议支持多种通信介质, 如双绞线、光纤、电力线、无线电等, 是一种功能全面的测控网络, 可广泛应用于智能建筑、过程监控、汽车电子等领域。LONWORKS 节点中的核心技术体现在 LONTALK 协议和 Neuron 芯片中。由 Echelon 提供 LONTALK 协议, Motorola 和 Toshiba 生产 Neuron 芯片, Echelon 和其它 OEM 厂商提供了许多现成的模块和组件, 为 LONWORKS 节点的开发创造了有利的条件。下面介绍节点硬件设计的一般方法。

LONWORKS 节点的硬件设计分为: ①基于 Neuron 芯片的设计。节点中用 Neuron 芯片作为应用系统的 CPU; ②基于其它 CPU 的设计, 应用系统中采用其它 CPU 完成节点的主要功能, Neuron 芯片仅实现 LONTALK 协议及其它系统的通信。对于基于 Neuron 芯片的设计又可细分为两种: ①基于控制模块的硬件设计。由于 Echelon 公司提供的控制模块中通常包括神经元芯片、Flash 程序存储器、收发器以及 RAM 等, 用户只需设计自己的应用电路, 采用这一种方法可缩短产品的开发周期; ②基于收发器的硬件设计。为了降低节点成本, 提高节点的市场竞争力, 采用基于收发器的方法设计较为合理。但除了考虑应用电路设计以外, 还必须考虑神经元芯片与 Flash 存储器及 RAM 的接口电路, 这增加了电路设计的难度, 而且对电路板设计加工及生产工艺提出较高要求。

我们设计模拟量输出节点时, 采用了基于控制模块的节点设计方法, 选用 TP/FT-10 控制模块, 该模块中已包括双绞线收发器、Neuron3150 芯片、Flash 程序存储器以及 RAM 等。基于控制模块的设计可减小设计难度, 缩短产品开发周期。

## 3 硬件设计(图 1)

硬件主要包括 TP/FT-10 控制模块、光电隔离电路、D/A 转换及电流发送电路以及隔离电源电路等。我们采用了 12 位串行数模转换器 MAX538 和电压/电流变换器 AD694, 同时采用了完善的隔离技术, 使该节点可满足大部分应用场合的要求。

下面介绍各部分电路的功能及设计,重点介绍 D/A 及电流发送电路的设计。

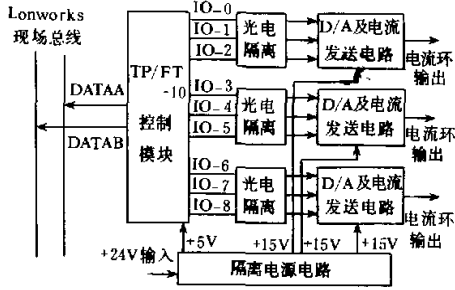


图1 硬件总体框图

### 3.1 TP/FT-10 控制模块

控制模块是整个节点的“心脏”，它带有现场总线网络接口，使节点具有网络通信功能；它与应用电路接口，并能执行用户下载的程序，完成节点本身的任务。TP/FT-10 控制模块支持无极性自由拓扑总线安装形式，如星型、总线型、环型等，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。该模块的外形尺寸仅为  $60.96 \times 40.64$  mm，体积小、安装简便、易于标准化和模块化，已成为 LONWORKS 现场总线控制模块的主流产品。该模块仅需单一 +5 V 电源供电，工作电流约为 50 mA。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。

### 3.2 隔离电路

隔离的好处是不言而喻的，因此我们在设计多通道模拟量隔离节点时，采用了完善的隔离技术。该节点的隔离电路包括光电隔离电路和电源隔离电路，要真正实现隔离，两者必须配合使用。光电隔离电路与隔离电源电路配合实现三个 D/A 及电流发送通道之间的隔离，以及它们与控制模块之间的隔离。光电隔离电路采用 TLP521-4，隔离电源电路采用四个隔离电源模块，输入为直流 +24 V 电源，输出为三路 +15 V 电源和一路 +5 V 电源，四路电源之间完全隔离。+5 V 电源供控制模块使用，三路 +15 V 电源分别供给三个通道的 D/A 及电流发送电路。

### 3.3 D/A 及电流发送电路

#### 3.3.1 MAX538 数模转换器

选择 D/A 转换器芯片时主要考虑芯片的性能、结构及应用特性。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，我们选用 MAX538 低功耗、电压输出型、12 位模数转换器，它带有三线制串行总线接口，与 MOTOROLA 公司的串行外围接口 SPI (Serial Peripheral Interface) 兼容，接口设计简单。芯片带有串行数据输出脚，可实现芯片的级连使用。MAX538 采用单一 +5 V 电源供电，输出电压范围为  $0 \sim 2.6$  V。上电时内部 DAC 寄存器自动复位成 0。参考电压确定了输出电压的范围，接口电平与 TTL 和 CMOS 兼容。我们采用控制模块的三个 IO 引脚经光电隔离后，分别与 DIN、SCK 及 CS 相连。

#### 3.3.2 AD694 电压电流变换器

AD694 是一种  $4 \sim 20$  mA 电压/电流转换器，该芯片主要包括四个部分，即输入缓冲放大器、V/I 转换电路、偏移电流发生器和参考电压源。它的主要特点是：输出信号范围可为  $4 \sim 20$  mA 或  $0 \sim 20$  mA，输入信号范围可为  $0 \sim 2$  V 或  $0 \sim 10$  V，工作电源范围宽 ( $4.5 \sim 36$  V)，输入端带有缓冲放大器，具有开路或超限报警功能，典型非线性度为 0.002%。通过改变 9 脚 (4 mA ON/OFF) 的电位，可以实现输出电流是否有 4 mA 偏移，当 9 脚电位高于 3.0 V 时，偏流发生器停止工作，AD694 的输出电流为  $0 \sim 16$  mA；当 9 脚与 5 脚 (COM) 相连时，AD694 的输出电流对应为  $4 \sim 20$  mA。AD694 内部 V/I 输出端带有保护电路，防止输出电流超过 38 mA，当 11 脚 (IOUT) 的电位高于  $V_s - 2$  V。10 脚 (ALARM) 端输出低电平报警信号。

#### 3.3.3 D/A 及电流发送电路说明

单个通道的 D/A 及电流发送电路如图 2 所示，该电路可将控制模块送来的串行数据转换成电流信号输出。图 2 中 MAX538 的 7 脚与 AD694 的 3 脚相连，将 D/A 转换得到的电压送给 AD694。AD694 的 7 脚与 8 脚相连后与 MAX538 的 6 脚相连，为 MAX538 提供 2 V 参考电压。AD694 的 1 脚与 2 脚相连，将输入缓冲放大器接成跟随器方式；4 脚与 5 脚相连，使得 AD694 的输入电压范围为  $0 \sim 2$  V。9 脚对 5 脚相连，实现 4 mA 偏流，从而当输入电压为  $0 \sim 2$  V 时，输出电流为  $4 \sim 20$  mA。AD694 的电流输出端与一个 NPN 三极管 TI 相

连,它的作用是将功耗移到片外,从而大大减小 AD694 的功耗,提高其性能,扩展其工作温度范围,减小自热误差(Self-heating error)。两只保护二

极管 D1、D2 用于防止驱动感性负载时产生超过电源电压的尖峰电压,以防损坏 AD694。电容 C5 用于提高输出电流的稳定性。

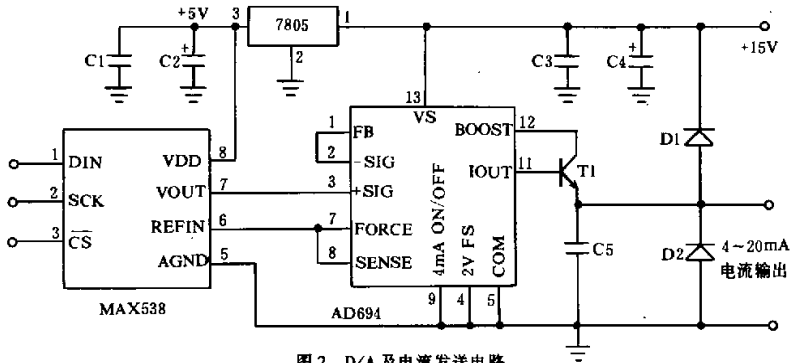


图 2 D/A 及电流发送电路

4 软件设计

节点软件采用 Neuron C 编程语言实现,Neuron C 是专门为 Neuron 芯片设计的编程语言,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<sup>[3]</sup>。在我们的节点设计中,并没有利用串口的 LONMARK 对象,而是用控制模块的通用 I/O 口来模拟串口,消除了串行总线扩展的局限性,增加了串口器件接口电路设计的灵活性,可扩大串行总

线的应用范围。MAX538 一次操作数据的时序如图 3 所示,当  $\overline{CS}$  为低电平时启动一次数据传送,每次传送 16 位数据(高位在前),高 4 位为填充位,其余 12 位为数据位,在  $\overline{CS}$  的上升沿 12 位数据被传送到 DAC 寄存器并更新 DAC 的输出。对 MAX538 传送数据必须严格遵守图 3 中的时序。尽管 MAX538 的最大串行时钟频率可达 14 MHz,但由于它的输出建立时间为 25  $\mu s$ ,因此其最高更新频率为 40 MHz。由于软件较为简单,这里就不再赘述。

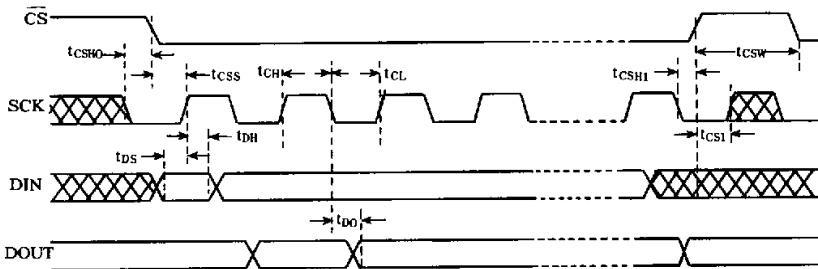


图 3 MAX538 操作时序图

5 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模拟量输出节点,它可将 LONWORKS 现场总线数字信号转换成 DDZ-III 型标准模拟信号 4~20 mA。借助符合 LONWORKS 现场总线规范的模拟量输入/输出节点,可将非 LONWORKS 现场总线的设备集成到现场总线中,构成基于现场总线的控制系统。这不

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] 汤同奎,邵惠鹤.基于现场总线的 CIPS 系统[J].信息与控制,1999,28(增刊):483-486.
- [2] 汤同奎,等.隔离多通道 LONWORKS 数据采集节点的设计[J].化工自动化及仪表,1999,26(2):37-40.
- [3] 郑德忠,等.基于 LONWORKS 现场总线的 PID 控制节点的开发[J].微计算机信息,1999,15(5):15-17.