

文章编号:1671-251X(2013)08-0035-04 DOI:
汤朝明. 矿用传感器频率信号传输研究[J]. 工矿自动化, 2013, 39(8): 35-38.

矿用传感器频率信号传输研究

汤朝明

(中煤科工集团重庆研究院, 重庆 400039)

摘要:针对矿用模拟量传感器采用的频率信号传输制式受外界干扰大而容易造成安全监控系统误报警、误断电的问题,分析了频率信号的传输特性和干扰特性,提出了采用差分传输、正弦波传输、电流传输、总线传输、降低传输频率等抗干扰措施,并指出多主方式的 CAN 总线是矿用传感器信号传输制式的发展趋势。

关键词:矿用传感器; 抗干扰; 频率传输; 电流传输; 总线传输

中图分类号:TD67 文献标志码:A 网络出版时间:

网络出版地址:

Research of frequency signal transmission of mine-used sensor

TANG Chao-ming

(Chongqing Research Institute of CCTEG, Chongqing 400039, China)

Abstract: In view of problem that monitoring and control system has error alarm and error power off due to frequency signal transmission mode of mine-used analog sensor is interfered by outer interference, the paper analyzed transmission performance and interference performance of frequency signal, proposed anti-interference measures such as differential transmission, sine-wave transmission, current transmission, bus transmission and reducing transmission frequency, and indicated CAN bus with multi-host would be development trend of signal transmission mode of mine-used sensor.

Key words: mine-used sensor; anti-interference; frequency transmission; current transmission; bus transmission

0 引言

频率量的输出和采集在有单片机的设备中容易实现且成本低廉,因此,煤矿安全监控系统中的传感器和数据采集分站大量使用 200~1 000 Hz 的频率信号作为传输制式,而很少使用工业传感器的 4~20 mA 标准信号或者其他传输制式。煤矿井下电磁环境异常复杂,采煤机、输送机、磁力启动器、继电器等电气设备在正常和异常运行状态下都会产生各种电磁干扰^[1],频率信号的传输受外界的干扰较大,容易造成安全监控系统信号中断、冒大值等现象^[2-3]。因此,提高矿用传感器频率信号传输的稳定

性、可靠性是目前亟需解决的问题。

1 频率信号输出制式分析

要解决矿用模拟量传感器输出信号抗干扰问题,首先就要分析干扰产生的机理。图 1 为矿用传感器输出等效电路,图 2 为数据采集分站输入等效电路。

图 1 和图 2 这 2 个电路结构简单,利用常用单片机 89C52 就能很方便输出信号及检测信号,输出精度和检测精度可达到 0.01%。利用单片机内部定时器 2 产生定时,由 P1.0 引脚输出 800 Hz 信号^[4]。设 f_{cpu} 为 CPU 的频率,一般选择 $f_{\text{cpu}} =$

收稿日期:2013-05-22。

基金项目:“十二·五”国家重大专项(2011ZS05041)。

作者简介:汤朝明(1971—),男,重庆人,高级工程师,主要从事煤矿安全监测系统和无线通信技术等方面的研究工作, E-mail: cqctcm@126.com。

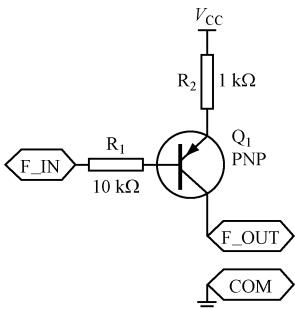


图 1 矿用传感器输出等效电路

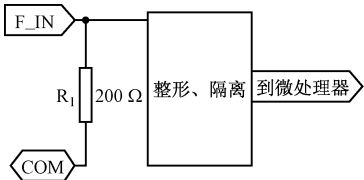


图 2 数据采集分站输入等效电路

24 MHz; f 为实际需要输出的频率; 时间常数 $T_{2init} = f_{cpu} / (4f)$ 。初始化程序如下:

```
Void Setf(int T2init)
{
    C_T2=0;
    T2MODE=2;
    CP_RL2=1;
    TR2=1;
    RCAP2H=(65 536-T2init)/256; //得到定时器的高位
    RCAP2L=(65 536-T2init)/255; //得到定时器的低位
    BGEN=1;
}
```

初始化后就能在 P1.0 引脚上得到稳定的、占空比为 50% 的频率输出信号, 无需其他任何操作, 需要改变频率时, 改变 RCAP2 即可。

因为单片机的定时器数值不能是小数, 所以不能整除时会带来处理误差, 见表 1。由表 1 可知, 单片机的定时处理最大误差为 $\frac{4\,615.38-4\,615}{4\,618} \times 100\% = 0.008\%$, 同时还与单片机晶振精度有关, 而选择 24 MHz 的晶振, 精度为 $(0.001/24) \times 100\% = 0.004\%$, 所以理论上定时误差与硬件误差累加后小于 0.02%, 完全满足传感器的输出精度要求。

常用数据采集分站的接收端采用上述相同的频率捕获技术接收传感信号, 精度也能达到 0.02%。

通过以上分析得出, 传感器的输出到数据采集分站的采集, 至少能做到 0.02% 的采样精度。但在实际使用中有时还是不能达到这样的采样精度。主要原因是传输波形畸变和干扰, 波形的畸变主要是频率信号的上升沿和下降沿可能变宽, 宽度是随着

表 1 单片机定时处理误差计算结果

f_{cpu}/MHz	f/Hz	T_{2init}/Hz	误差/%
24	2 000	3 000	0
24	1 600	3 750	0
24	1 300	4 615.38	0.000 8
24	1 000	6 000	0
24	800	7 500	0
24	400	15 000	0
24	200	30 000	0
24	100	60 000	0

线路的状况改变而随机改变的, 信号的干扰主要有 2 路传感器输出互干扰和外界电磁场干扰。

2 频率信号干扰分析

频率信号传输过程中的主要干扰有长线阻抗干扰、长线耦合干扰、电磁干扰。前 2 种干扰主要引起信号畸变和相互信号耦合叠加, 通过软件很难处理掉。后一种是随机干扰信号, 干扰不是连续的, 这种干扰可通过滤波技术进行处理。煤矿常用电缆的仿真电路如图 3、图 4 所示。图 3 中 $R=12.8\,\Omega$, $C=0.06\,\mu\text{F}$, $L=0.8\,\text{mH}$; 图 4 中 $R=6.4\,\Omega$, $L=0.4\,\text{mH}$, $C=0.06\,\mu\text{F}$ 。

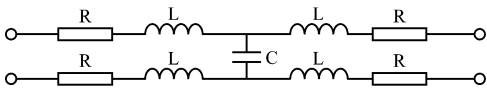


图 3 常用的 2 芯矿用电缆仿真电路

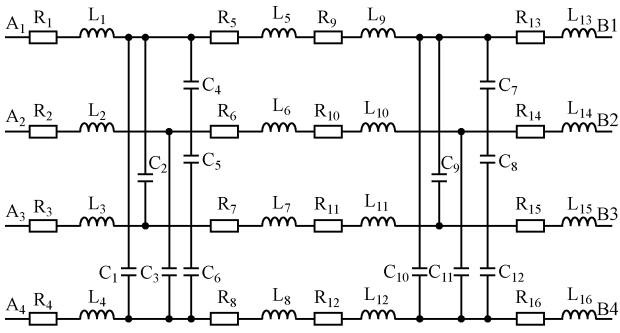


图 4 常用的 4 芯矿用电缆仿真电路

在实际应用中, 一般是每个传感器接 3 根线, 分别是电源正、电源负和信号输出。在一根 4 芯线上带 2 个传感器时, 通常是电源正负线共用, 即在 4 芯线上分别是电源正、电源负、信号 1、信号 2, 对应图 4 中的仿真电缆端的 A1—A4, 数据采集分站端的 B1—B4。图 5—图 7 为采用 2 km 仿真电缆接 2 个传感器得到的数据采集分站端的 B3 和 B4 波形, 从中可看出, 波形被相互干扰。

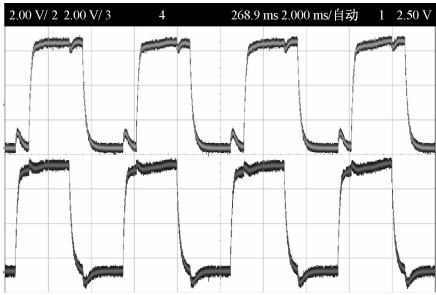


图5 200 Hz 信号源对 200 Hz 信号源的影响

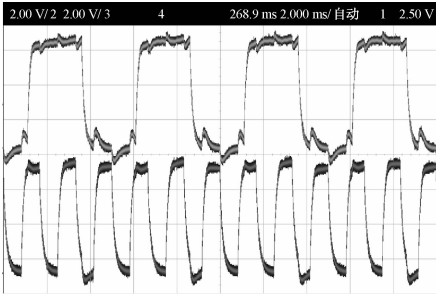


图6 600 Hz 信号源对 200 Hz 信号源的影响

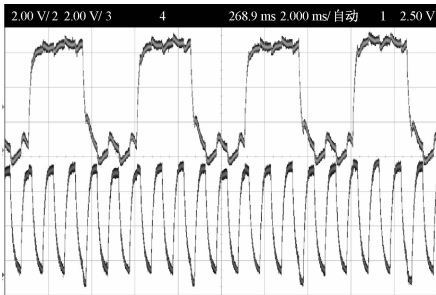


图7 1 000 Hz 信号源对 200 Hz 信号源的影响

从图5—图7可看出,2路频率方波信号相互耦合,在低电平时已经超过了1.2 V的直流电压,此时极易引起后面的数据采集分站电路误判为二倍频,从而引起数据错误。引起信号耦合的主要地点是方波的上升沿和下降沿,因为阶跃信号处的高频率分量,频率越高越容易耦合干扰。

3 解决措施

3.1 采用差分传输方式

采用差分方式传输。因为差分能很好地解决共模干扰及长距离数据传输问题,传输距离可达到10 km。图8为差分信号2 km传输原理。

3.2 采用正弦波传输方式

信号的耦合干扰源主要在频率的上升沿和下降沿,采用正弦波传输方式,发现波形干扰就很小。图9为200 Hz和1 000 Hz正弦波2 km传输波形。

3.3 降低传输频率

降低传输频率能有效降低信号的耦合,实现信

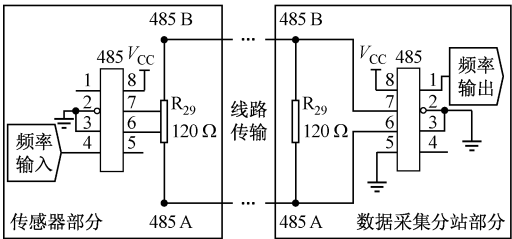


图8 差分信号 2 km 传输原理

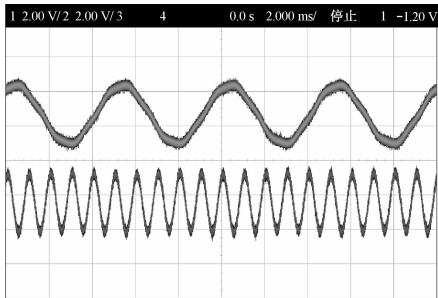


图9 200 Hz 和 1 000 Hz 正弦波 2 km 传输波形

号的长距离传输。实现的方法很简单,就是修改传感器和数据采集分站的软件。图10为5 Hz和15 Hz信号的2 km传输波形,从中可看出,降低传输频率后,信号传输质量得到很大提高。

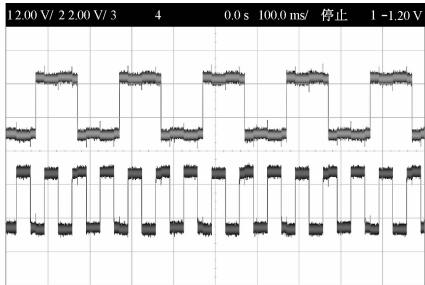


图10 5 Hz 和 15 Hz 信号的 2 km 传输波形

3.4 采用电流传输方式

DC4~20 mA信号是国际电工委员会(IEC)过程控制系统用模拟信号标准。该信号制式在工业领域已经大量使用,主要原因是现场与采集控制器之间的距离较远,当连接电线的电阻较大时,如果采用电压源传输信号,由于电线电阻与接收仪表输入电阻的分压,将产生较大的误差,而采用恒流源传输信号,只要传送回路不出现分支,回路中的电流就不会随电线长短而改变,从而保证了传输精度。

两线制矿用传感器内部由传感头、前置放大电路和电压/电流变换电路组成,传感器由4~20 mA恒流源提供直流电能,其自身耗电必须小于4 mA,从目前电子电路设计技术的发展和低功耗电子器件来看是可行的^[5]。电流传输方式没有在煤矿得到推广主要还是因为它比频率信号传输方式成本要高,

技术难度要大,而且原来的瓦斯传感器功耗较大,不易实现两线制。

3.5 采用数字传输方式

采用 RS485、CAN 等标准的通信总线可实现较低成本的信号传输^[6],并且数字传输方式避免了数据采集和处理的干扰问题。CAN 总线的无主从方式更适合传感器这种小数据量、高实时性的传输。也可以采用 FF、Profibus、DeviceNet、LonWorks 等现场总线技术,但现场总线技术成本较高、开发难度大,直接用在煤矿这种需要大量廉价传感器的场所还需要克服很多困难。

4 结语

分析了频率信号传输方式干扰产生机理,提出了最适合矿用模拟量频率信号传输的方式及处理办法。由于电路更改周期长、成本高,相比之下,通过修改软件降低传输频率、加强数据采集分站的滤波处理等方法来解决频率信号传输中的干扰问题,是行之有效的方法。再进一步,可以考虑以数字通信

技术为基础的信号传输方式,如安全监控系统分站与传感器采用 RS485 总线式传输方式。从目前的技术及成本上来看,采用多主方式的 CAN 总线作为通信是一个不错的选择,也是未来矿用传感器的发展方向。

参考文献:

[1] 孙继平.《煤矿用信息传输装置通用技术要求》主要内容的确 定[J]. 煤矿自动化,1998,23(2):3-6.

[2] 周胜海,王林. 传感器信号远距离传输技术[J]. 信阳师范学院学报:自然科学版,2004,17(4):115-118.

[3] 张立斌,蒋泽,王启峰. 矿用传感器的伪数据滤除方法[J]. 工矿自动化,2011,37(8):1-4.

[4] 张小军,张涌,黄国强,等. ATMEL89C52T2 的特殊用法[J]. 陕西煤炭,2002(4):41-42.

[5] 董敏诗. 煤矿用模拟量传感器两线制设计[J]. 矿业安全与环保,2009,36(1):71-72.

[6] 王书宁,权志家. KJ95N 监测监控系统传输方式的应用及改进[J]. 矿业安全与环保,2010,37(增刊 1):95-97.