

## 变送器八问八答

什么是变送器的二线制和四线制信号传输方式？

二线制传输方式中，供电电源、负载电阻、变送器是串联的，即二根导线同时传送变送器所需的电源和输出电流信号，目前大多数变送器均为二线制变送器；四线制方式中，供电电源、负载电阻是分别与变送器相连的，即供电电源和变送器输出信号分别用二根导线传输。

一. 什么是两线制电流变送器？

什么是两线制？两线制有什么优点？

两线制是指现场变送器与控制室仪表联系仅用两根导线，这两根线既是电源线，又是信号线。两线制与三线制（一根正电源线，两根信号线，其中一根共 GND）和四线制（两根正负电源线，两根信号线，其中一根 GND）相比，两线制的优点是：

- 1、不易受寄生热电偶和沿电线电阻压降和温漂的影响，可用非常便宜的更细的导线；可节省大量电缆线和安装费用；
- 2、在电流源输出电阻足够大时，经磁场耦合感应到导线环路内的电压，不会产生显著影响，因为干扰源引起的电流极小，一般利用双绞线就能降低干扰；两线制与三线制必须用屏蔽线，屏蔽线的屏蔽层要妥善接地。
- 3、电容性干扰会导致接收器电阻有关误差，对于 4~20mA 两线制环路，接收器电阻通常为 250 Ω（取样  $U_{out}=1\sim 5V$ ）这个电阻小到不足以产生显著误差，因此，可以允许的电线长度比电压遥测系统更长更远；
- 4、各个单台示读装置或记录装置可以在电线长度不等的不同通道间进行换接，不因电线长度的不等而造成精度的差异，实现分散采集，分散式采集的好处就是：分散采集，集中控制...
- 5、将 4mA 用于零电平，使判断开路与短路或传感器损坏（0mA 状态）十分方便。
- 6、在两线输出口非常容易增设一两只防雷防浪涌器件，有利于安全防雷防爆。

三线制和四线制变送器均不具上述优点即将被两线制变送器所取代，从国外的行业动态及变送器芯片供求量即可略知一斑，电流变送器在使用时要安装在现场设备的动力线上，而以单片机为核心的监测系统则位于较远离设备现场的监控室里，两者一般相距几十到几百米甚至更远。设备现场的环境较为恶劣，强电信号会产生各种电磁干扰，雷电感应会产生强浪涌脉冲，在这种情况下，单片机应用系统中遇到的一个棘手问题就是如何在恶劣环境下远距离可靠地传送微小信号。

两线制变送器件的出现使这个问题得到了较好地解决。我们以 DH4-20 变送模块为核心设计了小型、价廉的穿孔型两线制电流变送器。它具有低失调电压（ $<30\ \mu V$ ）、低电压漂移（ $<0.7\ \mu V/C^\circ$ ）、超低非线性度（ $<0.01\%$ ）的特点。它把现场设备动力线的电流隔离转换成 4~20 mA 的按线性比例变化的标准电流信号输出，然后通过一对双绞线送到监测系统的输入接口上，双绞线同时也将位于监测系统的 24V 工作电源送到电流变送器中。测量信号和电源在双绞线上同时传送，既省去了昂贵的传输电缆，而且信号是以电流的形式传输，抗干扰能力得到极大的加强。两线制电流变送器原理如（图 1）所示。

二. 电流变送器的 4-20mA 输出如何转换？

两线制电流变送器的输出为 4~20 mA，通过 250 Ω 的精密电阻转换成 1~5 V 或 2-10V 的模拟电压信号。转换成数字信号有多种方法，如果系统是在环境较为恶劣的工业现场长期使用，因此需考虑硬件系统工作的安全性和可靠性。

系统的输入模块采用压频转换器件 LM 2 31 将模拟电压信号转换成频率信号, 用光电耦合器件 TL117 进行模拟量与数字量的隔离。

同时模拟信号处理电路与数字信号处理电路分别使用两组独立的电源, 模拟地与数字地相互分开, 这样可提高系统工作的安全性。利用压频转换器件 LM231 也有一定的抗高频干扰的作用。

### 三. 电流输出型与电压输出型有哪些优劣比较?

在单片机控制的许多应用场合, 都要使用变送器来将单片机不能直接测量的信号转换成单片机可以处理的电模拟信号, 如电流变送器、压力变送器、温度变送器、流量变送器等。

早期的变送器大多为电压输出型, 即将测量信号转换为 0-5V 电压输出, 这是运放直接输出, 信号功率 $<0.05W$ , 通过模拟/数字转换电路转换数字信号供单片机读取、控制。但在信号需要远距离传输或使用环境中电网干扰较大的场合, 电压输出型传感器的使用受到了极大限制, 暴露了抗干扰能力较差, 线路损耗破坏了精度等等缺点, 而两线制电流输出型变送器以其具有极高的抗干扰能力得到了广泛应用。

电压输出型变送器抗干扰能力极差, 线路损耗的破坏, 谈不上精度有多高, 有时输出的直流电压上还叠加有交流成分, 使单片机产生误判断, 控制出现错误, 严重时还会损坏设备, 输出 0 - 5 V 绝对不能远传, 远传后线路压降大, 精确度大打折扣。现在很多的 ADC, PLC, DCS 的输入信号端口都作成两线制电流输出型变送器 4-20mA 的, 证明了电压输出型变送器被淘汰的必然趋势。

### 四. 4~20mA 电流输出型到接口一般有哪些处理方法?

电流输出型变送器的输出范围常用的有 0~20mA 及 4~20mA 两种, 电流变送器输出最小电流及最大电流时, 分别代表电流变送器所标定的最小及最大额定输出值。

下面以测量范围为以 0~1 0 0 A 的电流变送器为例进行叙述。对于输出 0~20mA 的变送器 0mA 电流对应输入 0 A 值, 输出 4~20mA 的变送器 4mA 电流对应输入 0 A 值, 两类传感器的 20mA 电流都对应 1 0 0 A 值。

对于输出 0~20mA 的变送器, 在电路设计上我们只需选择合适的降压电阻, 在 A/D 转换器输入接口直接将电阻上的 0 - 5 V 或 0 - 1 0 V 电压转换为数字信号即可, 电路调试及数据处理都比较简单。但劣势是无法判别变送器的损坏, 无法辨别变送器输出开路 and 短路。

对于输出 4~20mA 的变送器, 电路调试及数据处理上都比较烦琐。但这种变送器能够在变送器线路不通时, 短路时或损坏时通过能否检测到正常范围内的电流(正常时最小值也有 4mA), 来判断电路是否出现故障, 变送器是否损坏, 因此得到更为广泛普遍的使用。

由于 4~20mA 变送器输出 4mA 时, 在取样电阻上的电压不等于 0, 直接经模拟数字转换电路转换后的数字量也不为 0, 单片机无法直接利用, 通过公式计算过于复杂。因此一般的处理方法是通过对硬件电路将 4mA 在取样电阻上产生的电压降消除, 再进行 A/D 转换。这类硬件电路首推 RCV420, 是一种精密的 I/V 转换电路,

还有应用 LM258 自搭的 I/V 转换电路, 这个电路由两线制电流变送器产生的 4~20mA 电流与 24V 以及取样电阻形成电流回路, 从而在取样电阻上产生一个 1-5V 压降, 并将此电压值输入到放大器 LM258 的 3 脚。电阻分压电路用来在集成电路 LM258 的 2 脚产生一个固定的电压值, 用于抵消在取样电阻上 4mA 电流产生的压降。所以当两线制电流变送器为最小值 4mA 时, LM258 的 3 脚与 2 脚电压差基本为 0V。LM258 与其相连接的电阻构成可调整电压放大电路, 将两线制电流变送器电流在取样电阻上的电压值进行放大并通过 LM258 的 1 脚输出至模拟/数字转换电路, 供单片机 CPU 读入, 通过数据处理方法将两线制电流变送器的 4-20mA 电流在 LCD/LED 屏幕上以 0-100A 值的形式显示出来。(图 2)

## 五. 什么是两线制电流变送器的 6 大全面保护功能:

- (1)、输入过载保护;
- (2)、输出过流限制保护;
- (3)、输出电流长时间短路保护;
- (4)、两线制端口瞬态感应雷与浪涌电流 TVS 抑制保护;
- (5)、工作电源过压极限保护 $\leq 35V$ ;
- (6)、工作电源反接保护。

## 六. 怎样辨别真假优劣的电流电压变送器?

生产资料市场化以后, 加剧激烈的竞争, 真假优劣难辨, 又因变送器是边缘学科, 很多工程设计人员对此较陌生, 有些厂家产品工业级别和民用商用级别指标混淆 (工业级的价格是民用商用级的 2-3 倍) 有些厂家产品用几角钱的 LM324 和 LM431 就可以做出一只变送器, 不信的话您打开看看, 你几百元买来的是不是用的 LM324 和 LM431, 这样的变送器送您, 您敢不敢用呵!

笔者试以常用的 0.5 级精度的电流电压变送器为例, 从以下方法着手来辨别真假优劣。

(1) 基准要稳, 4 mA 是对应的输入零位基准, 基准不稳, 谈何精度线性度, 冷开机 3 分钟内 4 mA 的零位漂移变化不超过 4.000mA 的 0.5% 以内; (即 3.98-4.02mA), 负载 250  $\Omega$  上的压降为 0.995-1.005V, 国外 IC 芯片多用昂贵的能隙基准, 温漂系数每度变化 10ppm;

(2) 内电路总计消耗电流 $< 4mA$ , 加整定后等于 4.000mA, 而且有源整流滤波放大恒流电路不因原边输入变化而消耗电流也随之变化, 国外 IC 芯片采用恒流供电;

(3) 当工作电压 24.000V 时, 满量程 20.000mA 时, 满量程 20.000mA 的读数不会因负载 0-700  $\Omega$  变化而变化; 变化不超过 20.000mA 的 0.5% 以内;

(4) 当满量程 20.000mA 时, 负载 250  $\Omega$  时, 满量程 20.000mA 的读数不会因工作电压 15.000V-30.000V 变化而变化; 变化不超过 20.000mA 的 0.5% 以内;

(5) 当原边过载时, 输出电流不超过 25.000mA+10% 以内, 否则 PLC/DCS 内供变送器用的 24V 工作电源和 A/D 输入箝位电路因功耗过大而损坏, 另外变送器内的射随输出亦因功耗过大而损坏, 无 A/D 输入箝位电路的更遭殃;

(6) 当工作电压 24V 接反时不得损坏变送器, 必须有极性保护;

(7) 当两线之间因感应雷及感应浪涌电压超过 24V 时要箝位, 不得损坏变送器; 一般在两线之间并联 1-2 只 TVS 瞬态保护二极管 1.5KE 可抑制每 20 秒间隔一次的 20 毫秒脉宽的正反脉冲的冲击, 瞬态承受冲击功率 1.5KW-3KW;

(8) 产品标示的线性度 0.5% 是绝对误差还是相对误差, 可以按以下方法来辨别方可一目了然: 符合下述指标是真的线性度 0.5%。

原边输入为零时输出 4 mA 正负 0.5% (3.98-4.02mA), 负载 250  $\Omega$  上的压降为 0.995-1.005V

原边输入 10% 时输出 5.6mA 正负 0.5% (5.572-5.628mA) 负载 250 欧姆上的压降为 1.393-1.407V

原边输入 25% 时输出 8mA 正负 0.5% (7.96-8.04mA) 负载 250  $\Omega$  上的压降为 1.990-2.010V

原边输入 50% 时输出 12mA 正负 0.5% (11.94-12.06mA) 负载 250  $\Omega$  上的压降为 2.985-3.015V

原边输入 75% 时输出 16mA 正负 0.5% (15.92-16.08mA) 负载 250  $\Omega$  上的压降为 3.980-4.020V

原边输入 100% 时输出 20mA 正负 0.5% (19.90-20.10mA) 负载 250  $\Omega$  上的压降为 4.975-5.025V

(9) 原边输入过载时必须限流: 原边输入过载大于 125% 时输出过流限制 25mA+10% (25.00-27.50mA) 负载 250  $\Omega$  上的压降为 6.250-6.875V;

(10) 感应浪涌电压超过 24V 时有无箝位的辨别: 在两线输出端口并一个交流 50V 指针式表头, 用交流 50V 接两根线去瞬间碰一下两线输出端口, 看有无箝位, 箝位多少伏可一目了然啦;

(11) 有无极性保护的辨别: 用指针式万用表  $\Omega$  乘 10K 档正反测量两线输出端口, 总有一次  $\Omega$  阻值无限大, 就有极性保护;

(12) 有无极输出电流长时间短路保护: 原边输入 100% 时或过载大于 125%-200% 时, 将负载 250  $\Omega$  短路, 测量短路保护限制是否在 25mA+10%;

(13) 工业级别和民用商用级别的辨别: 工业级别工作温度范围是 -25 度到 +70 度, 温漂系数是每度变化 100 ppm,

即温度每度变化 1 度, 精度变化为万分之一; 民用商用级别工作温度范围是 0 度 (或-10 度) 到 +70 度 (或+50 度), 温漂系数是每度变化 250 ppm, 即温度每度变化 1 度, 精度变化为万分之二点五; 电流电压变送器的温漂系数可以用恒温箱或高低温箱来试验验证较繁琐。

上述 13 种方法同样可用与其它变送器真假优劣的辨别。

七. 能举例说明某品牌工业级别的 0.5 级精度的电流变送器技术参数有哪些吗?

1. 精度: 优于 0.5% ;
2. 非线性失真: 优于 0.5%;
3. 额定工作电压: +24V±20% , 极限工作电压: ≤35V ;
4. 电源功耗: 静态 4mA, 动态时相等与环路电流, 内部限制 25mA+10%;
5. 额定输入: 5A . . . . . 1KA (38 个规格) ;
6. 穿孔穿芯圆孔直径: 8、9、12、20、25、30 mm;
7. 输出形式: 两线制 DC4~20mA;
8. 输出电流温漂系数: ≤50ppm/°C;
9. 响应时间: ≤ 100mS;
10. 输入/输出绝缘隔离强度: >AC3000V、1min、1mA;
11. 输出负载电阻:  $R_L = V + 10V / 0.02$  (Ω) ;  
注: (1) 标准 V+24V 时负载阻抗为 700 Ω ;  
(2)  $R_L = 250 \Omega$  转换 1 ~ 5 V 的电阻 + 两根传输线路总铜阻。
12. 输入过载保护: 30 倍 1min;
13. 输出过流限制保护: 内部限制 25mA+10% ;  
注: (1) 国际标准输出过流限制保护: 内部限制 25mA+10% ;  
(2) 可按客户要求定制: 内部限制 22mA+10%, 24mA+10% 。
14. 两线端口瞬态感应雷与浪涌电流 TVS 抑制保护能力: TVS 抑制冲击电流 35A/20ms/1.5KW;
15. 两线端口设置有 +24V 电源反接保护;
16. 输出电流设置有长时间短路保护限制; 内部限制 25mA+10% ;
17. 工作环境: -40°C—80°C, 10%—90%RH;
18. 贮存温度: -50°C—85°C;
19. 执行标准: GB/T13850—1998;
20. 系列型号, 规格, 接线示意图, 产品外形, 产品照片, 安全注意事项。

八. 能举例说明某品牌工业级别的 0.5 级精度的电流变送器主要特点有哪些吗?

1. 专为电力自动化 50 / 60 Hz 交流电流测量而设计的真有效值两线制变送器;
2. 采用单匝穿孔穿芯式结构, 将电流互感器和电流变送器两部分组合为一体化设计;
3. 具有 6 大全面保护功能:
  - (1)、输入过载保护;
  - (2)、输出过流限制保护;
  - (3)、输出电流长时间短路保护;
  - (4)、两线制端口瞬态感应雷与浪涌电流 TVS 抑制保护;
  - (5)、工作电源过压极限保护 ≤35V;
  - (6)、工作电源反接保护。
4. 两线制输出接线是当前模拟量串口中最先进的输出方式, 具有 6 大优点:
  - (1)、不易受寄生热电偶和沿电线电阻压降和温漂的影响, 可用非常便宜的更细的双绞线导线;
  - (2)、在电流源输出电阻足够大时, 经磁场耦合感应到导线环路内的电压, 不会产生显著影响, 因为干扰源引起的

电流极小，一般情况利用双绞线就能降低干扰；

(3)、电容性干扰会导致接收器电阻有关误差，对于 4-20mA 两线制环路，接收器电阻通常为  $250\ \Omega$ （取样  $U_{out}=1\sim 5V$ ）这个电阻小到不足以产生显著误差，因此，可以允许的电线长度比电压遥测系统更长更远；

(4)、各个单台示读装置或记录装置可以在电线长度不等的不同通道间进行换接，不因电线长度的不等造成精度的差异；

(5)、将 4mA 用于零电平，使判断输送线开路或传感器损坏（0mA 状态）十分方便。

(6)、在两线输出口容易增设防浪涌，防雷器件，有利于安全防雷防爆。

5. 原副边高度绝缘隔离；

6. 高可靠性，高稳定性，高性价比；

7. 特别适用发电机、电动机、低压配电柜、空调、风机、路灯等负载电流的智能监控系统。

8. 超低功耗，单只静态时 0.096W，满量程功耗为 0.48W，输出电流内部限制功耗为 0.6W。

方舟电子网址：[www.888sx.com](http://www.888sx.com)

邮箱地址：[17003404@163.com](mailto:17003404@163.com)

联系人：李竟

QQ：565088099

联系电话：13880648615