

# 变送器

应用在工业现场、能输出标准信号的传感器称为变送器。这个术语有时与传感器通用。

在《自动控制原理》中，变送器是把传感器的输出信号转变为可被控制器识别的信号的转换器。至于有时候与传感器通用是因为现代的多数传感器的输出信号已经是通用的控制器可以接收的信号，此信号可以不经变送器的转换直接为控制器所识别。所以，传统意义上的“变送器”意义应该是：“把传感器的输出信号转换为可以被控制器或者测量仪表所接受标准信号的仪器”。在自控中：信号源-->传感器-->变送器-->运算器控制器-->执行机构-->控制输出。变送器种类很多，总体来说就是由变送器发出一种信号来给二次仪表使二次仪表显示测量数据。

将物理测量信号或普通电信号转换为标准电信号输出或能够以通讯协议方式输出的设备。一般分为：温度/湿度变送器，压力变送器，差压变送器，液位变送器，电流变送器，电量变送器，流量变送器，重量变送器等。

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。

优劣辨别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）。

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，4mA 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 4mA 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 4mA 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 Ω 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 Ω 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 Ω 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 Ω 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 Ω 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 Ω 乘 10K 档正反测量两线输出端口，总有一次 Ω 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 Ω 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 100ppm，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 250ppm，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。

#### 常见故障

1、安装时应使变送器的压力敏感件轴向垂直于重力方向，如果安装条件限制，则应安装固定后调整变送器零位到标准值。

2、残存的压力释放不出，因此传感器零位又下不来。排除此原因的最佳方法是将传感器卸下，直接察看零位是否正常，如果正常更换密封圈再试。

3、加压变送器输出不变化，再加压变送器输出突然变化，泄压变送器零位回不去。产生此现象的原因极有可能是压力传感器密封圈引起的。

4、是否符合供电要求；电源与变送器及负载设备之间有无接线错误。如果变送器接线端子上无电压或极性接反均可造成变送器无电压信号输出。

5、压力传感器及变送器的外壳一般需接地，信号电缆线不得与动力电缆混合铺设，传感器及变送器周围应避免有强电磁干扰。传感器及变送器在使用中应按行业规定进行周期检定。

6、用户在选择压力传感器及变送器时，应充分了解压力测量系统的工况，根据需要合理选择，使系统工作在最佳状态，并可降低工程造价。

7、通过隔离片和元件内的填充液传送到测量膜片两侧。测量膜片与两侧绝缘片上的电极各组成一个电容器。

8、压力变送器要求每周检查一次，每个月检验一次，主要是清除仪器内的灰尘，对电器元件认真检查，对输出的电流值要经常校对，压力变送器内部是弱电，一定要同外界强电隔开。编辑本段常见种类及特点变送器的种类很多，用在工控仪表上面的变送器主要有温度变送器，压力变送器，流量变送器，电流变送器，电压变送器等等。

变送器在仪器、仪表和工业自动化领域中起着举足轻重的作用。与传感器不同，变送器除了能将非电量转换成可测量的电量外，一般还具有一定的放大作用。

压力变送器：

压力变送器也称差变送器，主要由测压元件传感器、模块电路、显示表头、表壳和过程连接件等组成。它能将接收的气体、液体等压力信号转变成标准的电流电压信号，以供指示报警仪、记录仪、调节器等二次仪表进行测量、指示和过程调节。

压力变送器测量原理是：流程压力和参考压力分别作用于集成硅压力敏感元件的两端，其差压使硅片变形（位移很小，仅 $\mu\text{m}$ 级），以使硅片上用半导体技术制成的全动态惠斯登电桥在外部电流源驱动下输出正比于压力的 $\text{mV}$ 级电压信号。由于硅材料的强性极佳，所以输出信号的线性度及变差指标均很高。工作时，压力变送器将被测物理量转换成 $\text{mV}$ 级的电压信号，并送往放大倍数很高而又可以互相抵消温度漂移的差动式放大器。放大后的信号经电压电流转换变换成相应的电流信号，再经过非线性校正，最后产生与输入压力成线性对应关系的标准电流电压信号。

压力变送器根据测压范围可分成一般压力变送器（ $0.001\text{MPa}\sim 20\text{MPa}$ ）和微差压变送器（ $0\sim 30\text{kPa}$ ）两种。

一体化温度变送器：

一体化温度变送器一般由测温探头（热电偶或热电阻传感器）和两线制固体电子单元组成。采用固体模块形式将测温探头直接安装在接线盒内，从而形成一体化的变送器。一体化温度变送器一般分为热电阻和热电偶型两种类型。

热电阻温度变送器是由基准单元、 $\text{R/V}$ 转换单元、线性电路、反接保护、限流保护、 $\text{V/I}$ 转换单元等组成。测温热电阻信号转换放大后，再由线性电路对温度与电阻的非线性关系进行补偿，经 $\text{V/I}$ 转换电路后输出一个与被测温度成线性关系的 $4\sim 20\text{mA}$ 的恒流信号。

热电偶温度变送器一般由基准源、冷端补偿、放大单元、线性化处理、 $\text{V/I}$ 转换、断偶处理、反接保护、限流保护等电路单元组成。它是将热电偶产生的热电势经冷端补偿放大后，再帽由线性电路消除热电势与温度的非线性误差，最后放大转换为 $4\sim 20\text{mA}$ 电流输出信号。为防止热电偶测量中由于电偶断丝而使控温失效造成事故，变送器中还设有断电保护电路。当热电偶断丝或接触不良时，变送器会输出最大值（ $28\text{mA}$ ）以使仪表切断电源。

一体化温度变送器具有结构简单、节省引线、输出信号大、抗干扰能力强、线性好、显示仪表简单、固体模块抗震防潮、有反接保护和限流保护、工作可靠等优点。

一体化温度变送器的输出为统一的 $4\sim 20\text{mA}$ 信号；可与微机系统或其它常规仪表匹配使用。也可用户要求做成防爆型或防火型测量仪表。

液位变送器：

1、浮球式液位变送器

浮球式液位变送器由磁性浮球、测量导管、信号单元、电子单元、接线盒及安装件组成。

一般磁性浮球的比重小于 $0.5$ ，可漂于液面之上并沿测量导管上下移动。导管内装有测量元件，它可以在外磁作用下将被测液位信号转换成正比于液位变化的电阻信号，并将电子单元转换成 $4\sim 20\text{mA}$ 或其它标准信号输出。该变送器为模块电路，具有耐酸、防潮、防震、防腐等优点，电路内部含有恒流反馈电路和内保护电路，可使输出最大电流不超过 $28\text{mA}$ ，因而能够可靠地保护电源并使二次仪表不被损坏。

2、浮筒式液位变送器

浮筒式液位变送器是将磁性浮球改为浮筒，它是根据阿基米德浮力原理设计的。浮筒式液位变送器是利用微小的金属膜应变传感技术来测量液体的液位、界位或密度的。它在工作时可以通过现场按键来进行常规的设定操作

3、静压或液位变送器

该变送器利用液体静压力的测量原理工作。它一般选用硅压力测压传感器将测量到的压力转换成电信号，再经放大电路放大和补偿电路补偿，最后以 $4\sim 20\text{mA}$ 或 $0\sim 10\text{mA}$ 电流方式输出。

#### 电容式物位变送器：

电容式物位变送器适用于工业企业在生产过程中进行测量和控制生产过程，主要用作类导电与非导电介质的液体液位或粉粒状固体料位的远距离连续测量和指示。

电容式液位变送器由电容式传感器与电子模块电路组成，它以两线制 4~20mA 恒定电流输出为基型，经过转换，可以用三线或四线方式输出，输出信号形成为 1~5V、0~5V、0~10mA 等标准信号。电容传感器由绝缘电极和装有测量介质的圆柱形金属容器组成。当料位上升时，因非导电物料的介电常数明显小于空气的介电常数，所以电容量随着物料高度的变化而变化。变送器的模块电路由基准源、脉宽调制、转换、恒流放大、反馈和限流等单元组成。采用脉宽调制原理进行测量的优点是频率较低，对周围元射频干扰、稳定性好、线性好、无明显温度漂移等。

#### 超声波变送器：

超声波变送器分为一般超声波变送器（无表头）和一体化超声波变送器两类，一体化超声波变送器较为常用。

一体化超声波变更新器由表头（如 LCD 显示器）和探头两部分组成，变送器（图 14）这种直接输出 4~20mA 信号的变送器是将小型化的敏感元件（探头）和电子电路组装在一起，从而使体积更小、重量更轻、价格更便宜。超声波变送器可用于液位、物位的测量和开渠、明渠等流量测量，并可用于测量距离。

#### 铈电极酸度变送器：

铈电极酸度变送器是集 PH 检测、自动清洗、电信号转换为体的工业在线分析仪表，它是由铈电极与参考电极组成的 PH 值测量系统。在被测酸性溶液中，由于铈电极表面会生成三氧化二铈氧化层，这样在金属铈面与三氧化二铈之间会形成电位差。该电位差的大小取决于三所氧化二铈的浓度，该浓度与被测酸性溶液中氢离子的适度相对应。如果把铈、三氧化二铈和水溶液的适度都当作 1，其电极电位就可用能斯特公式计算出来。

铈电极酸度变送器中的固体模块电路由两大部分组成。为了现场作用的安全起见，电源部分采用交流 24V 为二次仪表供电。这一电源除为清洗电机提供驱动电源外，还应通过电流转换单元转换成相应的直流电压，以供变送电路使用。第二部分是测量变送器电路，它把来自传感器的基准信号和 PH 酸度信号经放大后送给斜率调整和定位调整电路，以使信号内阻降低并可调节。将放大后的 PH 信号与温度被偿信号进行迭加后再差进转换电路，最后输出与 PH 值相对应的 4~20mA 恒流电流信号给二次仪表以完成显示并控制 PH 值。

#### 酸、碱、盐浓度变送器：

酸、碱、盐浓度变送器通过测量溶液电导值来确定浓度。它可以在线连续检测工业过程中酸、碱、盐在水溶液中的浓度含量。这种变送器主要应用于锅炉给水处理、化工溶液的配制以及环保等工业生产过程。

酸、碱、盐浓度变送器的工作原理是：在一定的范围内，酸碱溶液的浓度与其电导率的大小成比例。因而，只要测出溶液电导率的大小变可得知酸碱浓度的高低。当被测溶液流入专用电导池时，如果忽略电极极化和分布电容，则可以等效为一个纯电阻。在有恒压交变电流流过时，其输出电流与电导率成线性关系，而电导率又与溶液中酸、碱浓度成比例关系。因此只要测出溶液电流，便可算出酸、碱、盐的浓度。

酸、碱、盐浓度变送器主要由电导池、电子模块、显示表头和壳体组成。电子模块电路则由激励电源、电导池、电导放大器、相敏整流器、解调器、温度补偿、过载保护和电流转换等单元组成。

#### 电导变送器：

它是通过测量溶液的电导值来间接测量离子浓度的流程仪表（一体化变送器），可在线连续检测工业过程中水溶液的电导率。

由于电解质溶液与金属导体一样的电的良好导体，因此电流流过电解质溶液时必有电阻作用，且符合欧姆定律。但液体的电阻温度特性与金属导体相反，具有负向温度特性。为区别于金属导体，电解质溶液的导电能力用电导（电阻的倒数）或电导率（电阻率的倒数）来表示。当两个互相绝缘的电极组成电导池时，若在其中间放置待测溶液，并通以恒压交变电流，就形成了电流回路。如果将电压大小和电极尺寸固定，则回路电流与电导率就存在一定的函数关系。这样，测了待测溶液中流过的电流，就能测出待测溶液的电导率。

电导变送器的结构和电路与酸、碱、盐浓度变送器相同。

智能变送器：

智能式变送器是由传感器和微处理器（微机）相结构而成的。它充分利用了微处理器的运算和存储能力，可对传感器的数据进行处理，包括对测量信号的调理（如滤波、放大、A/D 转换等）、数据显示、自动校正和自动补偿等。

微处理器是智能式变送器的核心。它不但可以对测量数据进行计算、存储和数据处理，还可以通过反馈回路对传感器进行调节，以使采集数据达到最佳。由于微处理器具有各种软件和硬件功能，因而它可以完成传统变送器难以完成的任务。所以智能式变送器降低了传感器的制造难度，并在很大程度上提高了传感器的性能。另外，智能式变送器还具有以下特点：

- 1、具有自动补偿能力，可通过软件对传感器的非线性、温漂、时漂等进行自动补偿；
- 2、可自诊断，通电后可对传感器进行自检，以检查传感器各部分是否正常，并作出判断；
- 3、数据处理方便准确，可根据内部程序自动处理数据，如进行统计处理、去除异常数值等；
- 4、具有双向通信功能。微处理器不但可以接收和处理传感器数据，还可将信息反馈至传感器，从而对测量过程进行调节和控制；
- 5、可进行信息存储和记忆，能存储传感器的特征数据、组态信息和补偿特性等；
- 6、具有数字量接口输出功能，可将输出的数字信号方便地和计算机或现场总线等连接。[1]

两线制变送器：

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，其中一根共 GND）相比，测量精度较低。

热电阻是把温度变化转换为电阻值变化的一次元件，通常要把电阻信号通过引线传递到计算机控制装置或者其它一次仪表上。工业用热电阻安装在生产现场，与控制室之间存在一定的距离，因此热电阻的引线对测量结果会有较大的影响。

线制的分类：

二线制：在热电阻的两端各连接一根导线来引出电阻信号的方式叫二线制：这种引线方法很简单，但由于连接导线必然存在引线电阻  $r$ ， $r$  大小与导线的材质和长度的因素有关，因此这种引线方式只适用于测量精度较低的情况；

三线制：在热电阻的根部的一端连接一根引线，另一端连接两根引线的方式称为三线制，这种方式通常与电桥配套使用，可以较好的消除引线电阻的影响，是工业过程控制中的最常用的；

四线制：在热电阻的根部两端各连接两根导线的方式称为四线制，其中两根引线为热电阻提供恒定电流  $I$ ，把  $R$  转换成电压信号  $U$ ，再通过另两根引线把  $U$  引至二次仪表。可见这种引线方式可完全消除引线的电阻影响，主要用于高精度的温度检测。

热电阻采用三线制接法。采用三线制是为了消除连接导线电阻引起的测量误差。这是因为测量热电阻的电路一般是不平衡电桥。热电阻作为电桥的一个桥臂电阻，其连接导线（从热电阻到中控室）也成为桥臂电阻的一部分，这一部分电阻是未知的

且随环境温度变化，造成测量误差。采用三线制，将导线一根接到电桥的电源端，其余两根分别接到热电阻所在的桥臂及与其相邻的桥臂上，这样消除了导线线路电阻带来的测量误

差。

两线制优点：

- 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；三线制与四线制必须用屏蔽线，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 250Ω（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，

不同种类的变送器(24张)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。

两线制电流变送器的输出为 4~20mA，通过 250Ω 的精密电阻转换成 1~5V 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 LM231 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。

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—5V 绝对不能远传，远传后线路压降大，精确度大打折扣，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。[2]

编辑本段发展趋势压力变送器的技术发展：

压力、差压变送器是过程变量变送器中最重要的一类，应用范围很广，除了可用于压力、差压测量之外，还可用于流量、液位、比重等其他参数测量。一条 5000t/d 的水泥生产线，在工艺流程各关键部位必须设置压力变送器，如在窑头、窑尾，各级预热器的顶部和底部，各次风管和冷却机各室等，以监控工艺正常运行。据统计，一条新型干法水泥生产线共需设置

压力变送器约为 80 台。

压力变送器按测量机理来分，最常用的有电容式、电感式、扩散硅、振弦式等。除了用于测窑头负压的 DR 型微差压变送器的精确度是 0.5% 以外，其余大多是 0.25%，它的特点是采用 4mA~20mA 传输的模拟仪表，就地显示表头为指针式，量程比在 6:1 左右，稳定性为 6 个月，这是第一代模拟式变送器。第二代产品是智能变送器，所谓智能的概念是：传感器和变送器是由微处理器驱动，并且具有通信与自我诊断的能力。智能压力变送器除了有高精度（0.1%~0.075%），大量程比（最大可到 100:1）和高稳定性（1~5 年）外，它一般带有 HART 协议或生产公司的协议，后期的产品还带有符合现场总线国际标准的 FF 或 PROFIBUS-PA 协议，它就地显示表改为数字式，还可用手操器或在控制系统远程组态，实现远方设定或远方修改变送器组态数据。

进入 21 世纪，第三代变送器——数字智能式变送器又逐步进入人们的视野。第三代变送器由于采用了先进的检测技术，消除了湿气、粉尘及其他现场恶劣环境对变送器测量的影响，精确度更高，据称它的精确度均优于 0.05%；量程分档更细，量程比扩大到 200?1；稳定性达到 5 年以上；通讯协议更全，新的变送器还通过了安全论证，能保证在工艺条件超过临界值时安全停机。由于第二代变送器已能满足水泥厂监控要求，且第三代变送器价格还较高，故笔者认为在水泥厂暂不宜推广。

智能温度变送器的技术发展：

温度也是过程变量变送器中很重要的一类，它是测量流量、密度及其他过程变量的基本要素之一。一条 5000t/d 的水泥生产线，在工艺流程及重要设备的关键部位必须设置温度变送器，据统计，一条新型干法水泥生产线共需设置压力变送器约为 80~100 台。

基于在温度测量的发展上已取得了巨大进步，它也促进了在过程控制工业领域中温度变送器精确度、可靠性和重复性的提高，同时也为过程控制质量的不断提高做出了贡献。

所谓智能温度变送器指的是将温度传感器技术和附加的电子部件结合在一起的一种温度变送器，它可以实现远方设定或远方修改组态数据。纵观当前的温度变送器市场及水泥行业的应用，主要有三大类不同的智能温度变送器产品。从应用和成本的角度来看，每一类智能温度变送器都有其优点和不足之处。

1、防风雨型温度变送器这类温度变送器通常装在对变送器性能有很高要求、苛刻的应用场合，如在窑尾、分解炉、五级预热器等。这类温度变送器被封装在密封的壳体内，而这种壳体通常由不锈钢制成，其特点是精确度高、可靠性高、安全性好、防风雨，它的主要缺点是价格较高。它通常都带有现场表头，可现场监视、调整和组态。

2、DIN 导轨安装、仪表盘安装型温度变送器这类温度变送器可以采用 DIN 导轨安装，通常在控制室内安装使用。它价格便宜，安装和维护简单，可以通过改变组态来匹配不同类型的温度传感器。由于同远程安装的传感器之间的连接导线较长导致测量精确度较低。在水泥厂磨系统可推荐使用这类温度变送器。

3、一体化温度变送器这类温度变送器可以直接安装在温度传感器的 DIN 连接头上，它的优点是安装费用低廉，体积小，兼容各种类型的温度传感器。由于这种温度变送器直接安装在温度传感器的接头上，所以电气连接和传感器接线都非常简单。水泥厂的窑系统除要求高的部位外，可采用一体化温度变送器，磨系统也可选用。

智能温度变送器所采用的通讯协议和压力变送器一样，处于支配地位是 HART 协议，另外还带有符合现场总线国际标准的 FF 或 PROFIBUS-PA 协议的产品。

过程变量变送器的技术发展：

当前过程变量变送器主要发展趋势是无线应用、更小的外形尺寸及多变量过程变送器的应用。由于有些水泥大集团局部辅助流程已采用了无线技术，无线变送器也将受到我国水泥行业的关注。将无线功能加到过程变量变送器是物有所值，考虑到有些水泥厂占有的物理空间

很大，有些工艺测量的位置难于安装，而有些工艺测量点环境十分恶劣，用传统的硬连线安装器件成本又过高，如果消除过程变量变送器和控制电路之间连接，改用无线通讯能够节约能源，减少配线和维护费用，故将无线功能加到过程变量变送器是物有所值。

在新型干法水泥生产线中，过程变量变送器作为监控的眼睛是非常重要的，它精确度、可靠性、稳定性、安全性的提高，为过程控制质量和最终产品质量的不断提高做出了贡献。

选型注意在诸类仪表中，变送器的应用最广泛、最普遍，变送器大体分为压力变送器和差压变送器。变送器常用来测量压力、差压、真空、液位、流量和密度等。变送器有两线制和四线制之分，两线制变送器尤多；有智能和非智能之分，智能变送器渐多；有气动和电动之分，电动变送器居多；另外，按应用场合有本安型和隔爆型之分；按应用工况变送器的主要种类如下：

低（微）压/低差压变送器；

中压/中差压变送器；

高压/高差压变送器；

绝压/真空/负压差压变送器；

高温/压力、差压变送器；

耐腐蚀/压力、差压变送器；

易结晶/压力、差压变送器。

变送器的选型通常根据安装条件、环境条件、仪表性能、经济性和应用介质等方面考虑。实际运用中分为直接测量和间接测量；其用途有过程测量、过程控制和装置连锁。常见的变送器有普通压力变送器、差压变送器、单法兰变送器、双法兰变送器、插入式法兰变送器等。压力变送器和差压变送器单从名词上讲测量的是压力和两个压力的差，但它们间接测量的参数是有很多的。如压力变送器，除测量压力外，它还可以测量设备内的液位。在常压容器测量液位时，需用一台压变即可。当测量受压容器液位时，可用两台压变，即测量下限一台，测量上限一台，它们的输出信号可进行减法运算，即可测出液位，一般选用差压变送器。在容器内液位与压力值不变的情况下它还可以用来测量介质的密度。压力变送器的测量范围可以做的很宽，从绝压 0 开始可以到 100MPa（一般情况）。

选型原则：

在压力/差压变送器的选用上主要依据：以被测介质的性质指标为准，以节约资金、便于安装和维护为参考。如被测介质为高黏度易结晶强腐蚀的场合，必须选用隔离型变送器。

在选型时要考虑它的介质对膜盒金属的腐蚀，一定要选好膜盒材质，否则使用后很短时间就会将外膜片腐蚀坏，法兰也会被腐蚀坏造成设备和人身事故，所以材质选择非常重要。变送器的膜盒材质有普通不锈钢、304 不锈钢、316L 不锈钢、钽膜盒材质等。

在选型时要考虑被测介质的温度，如果温度高一般为 200℃~400℃，要选用高温型，否则硅油会产生汽化膨胀，使测量不准。

在选型时要考虑设备工作压力等级，变送器的压力等级必须与应用场合相符合。从经济角度上讲，外膜盒及插入部分材质比较合适，但连接法兰可以选用碳钢、镀铬，这样会节约很多资金。

隔离型压力变送器选用最好是选用螺纹连接形式的，这样既节约资金安装又方便。

对于普通压力和差压变送器选型，也要考虑被测介质的腐蚀性问题，但使用的介质温度可以不考虑，因为普通型压变是引压到表内，长期工作温度为常温，但普通型使用的维护量要比隔离型大。首先是保温问题，在北方冬季零下，导压管会结冰，变送器无法工作甚至损坏，这就需要增加伴热和保温箱等。

从经济角度上来讲，选用变送器时，只要不是易结晶介质都可以采用普通型变送器，而且对于低压易结晶介质也可以加吹扫介质来间接测量（只要工艺允许用吹扫液或气），应用普通

型变送器就是要求维护人员多进行定时检查,包括各种导压管是否泄漏、吹扫介质是否正常、保温是否良好等,只要维护好,大量使用普通型变送器一次性投资会节约很多。

从选用变送器测量范围上来说,一般变送器都具有一定的量程可调范围,最好将使用的量程范围设在它量程的 1/4~3/4 段,这样精度会有保证,对于微差压变送器来说更是重要。实践中有些应用场合(液位测量)需要对变送器的测量范围迁移,根据现场安装位置计算出测量范围和迁移量,迁移有正迁移和负迁移之分。

差压变送器根据以下几点选型:

- 1、测量范围、需要的精度及测量功能;
- 2、测量仪表面对的环境,如石油化工的工业环境,有可燃(有毒)和爆炸危险气氛的存在,有较高的环境温度等;
- 3、被测介质的物理化学性质和状态,如强酸、强碱、粘稠、易凝固结晶和气化等工况;
- 4、操作条件的变化,如介质温度、压力、浓度的变化。有时还要考虑到从开车到参数达到正常生产时,气相和液相浓度和密度的变化;
- 5、被测对象容器的结构、形状、尺寸、容器内的设备附件及各种进出口料管口都要考虑,如塔、溶液槽、反应器、锅炉汽包、立罐、球罐等;
- 6、其他要求,如环保及卫生等要求;
- 7、工程仪表选型要有统一的考虑,要求尽可能地减少品种规格,减少备品备件,以利管理;
- 8、工艺专利商的具体要求。
- 9、实际的工艺情况:
  - 1) 考虑被测对象是属于哪一类设备。如槽、罐类,槽的容积较小,测量范围不会太大,罐的容积较大,测量范围可能较大;
  - 2) 要看介质的物化性质及洁净程度,首选常规的差压式变送器及浮筒式液位变送器,还要对接触介质部分的材质进行选择;
  - 3) 对有些悬浮物、泡沫等介质可用单法兰式差压变送器。有些易析出、易结晶的用插入式双法兰式差压变送器;
  - 4) 对高黏度的介质的液位及高压设备的液位,由于设备无法开孔,可选用放射液位计来测量; [4]
  - 5) 除了测量方法上和技术上问题外,还有仪表投资问题。

综上所述,变送器的选型,从技术上要可行,经济上要合理,管理上要方便。

选购原则 1.安装时应使变送器的压力敏感件轴向垂直于重力方向,如果安装条件限制,则应安装固定后调整变送器零位到标准值。

2.残存的压力释放不出,因此传感器零位又下不来。排除此原因的最佳方法是将传感器卸下,直接察看零位是否正常,如果正常更换密封圈再试。

3.加压变送器输出不变化,再加压变送器输出突然变化,泄压变送器零位回不去。产生此现象的原因极有可能是压力传感器密封圈引起的

4.是否符合供电要求;电源与变送器及负载设备之间有无接线错误。如果变送器接线端子上无电压或极性接反均可造成变送器无电压信号输出。

5.压力传感器及变送器的外壳一般需接地,信号电缆线不得与动力电缆混合铺设,传感器及变送器周围应避免有强电磁干扰。传感器及变送器在使用中应按行业规定进行周期检定。

6.用户在选择压力传感器及变送器时,应充分了解压力测量系统的工况,根据需要合理选择,使系统工作在最佳状态,并可降低工程造价。

7.通过隔离片和元件内的填充液传送到测量膜片两侧。测量膜片与两侧绝缘片上的电极各组成一个电容器。

8.压力变送器要求每周检查一次，每个月检验一次，主要是清除仪器内的灰尘，对电器元件认真检查，对输出的电流值要经常校对，压力变送器内部是弱电，一定要同外界强电隔开。