



目录

第1节：
微差压传感器的应用

第2节：
精度

第3节：
总误差

系统制造商正在提供有史以来最优质、最可靠和最节能的汽车、飞机、汽轮机和燃气发动机以及相关部件。这在很大程度上是因为制造商对这些产品日益增长的严格测试和测量要求。差压传感器是要求高可靠性、可重复性和高精度的应用工艺中不可或缺的一部分。

差压传感器通常被用于试验台、风洞、泄漏检测系统和其他应用中。每种应用的工程师都在寻求对他们所在行业十分重要的传感器改进。

当今差压传感器的性能已经提高到可为严苛应用提供解决方案。本文说明了如何在关键压力应用中使用差压传感器，差压传感器的两个性能特性，以及这两个参数的重要意义。

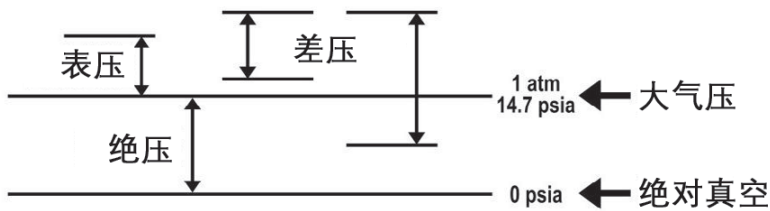


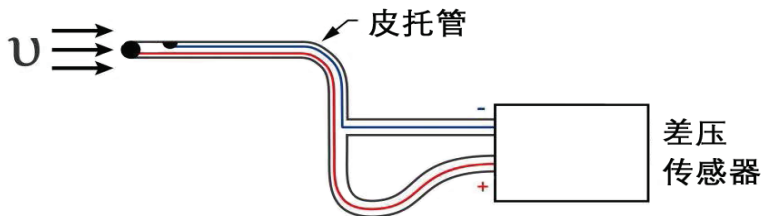
图1: 不同的压力测量类型

差压 (DP) 传感器测量两点间的压力差，通常使用参考压力（基准压力），而不是大气压力（见图1）。为此，传感器有两个端口，使得压力可以施加在感测元件的两侧。其中，一个端口用于试样（过程端口），另一个则用于参考（参考端口）。DP 传感器检测到的压力差异会生成一个高精度读数，该读数与测量的压差成正比。

1. 微压差传感器应用

差压传感器通常被用于试验台、风洞、泄漏检测系统和其他应用中。每种应用的工程师都在寻求对他们所在行业十分重要的传感器改进。例如，设计和使用试验台的工程师希望测量仪器具有非常高的精度，因为计算系统性能需要精确的空气流量测量。试验台可能会使用微压传感器来测量进入柴油发动机的燃气流量，从而确定性能，或者测量非公路车辆发动机的效率。

另一方面，风洞工程师对具有高精度和快速响应时间的传感器非常感兴趣。低速风洞应用需要测量不断变化的气流速度。因此，传感器可能会用于计算飞机的风速、测量空气如何流过汽车，或者帮助确定风力涡轮机叶片的最佳曲率和间距。这些应用依靠差压传感器与皮托管共同使用，来进行精确可靠的局部气流速度测量。



图：差压传感器用于计算风洞中的气流速度

$$v = \sqrt{\frac{2 * \Delta P}{\rho}}$$

v = 气流速度
 ΔP = 压差
 ρ = 空气密度

相反，基于差压降低测量的泄漏检测系统的工程师更重视过压保护，因为施加高压时很容易发生意外过载。这些泄漏检测系统使用差压传感器来计算泄漏速率（基于压力降低），从而确定小容积部件的密封完整性。

例如，可以对燃气发动机进行测试来确定其密封件是否气密、监测正在使用的高压过程管道来检测泄漏，或者单独密封机加工铸件的各个通道，并按照90 PSIG下3 sec/m的测试规范进行检查。施加的静态管路压力越高，可分辨的压差越小，则可检测的泄漏速率就越低。（见图3）

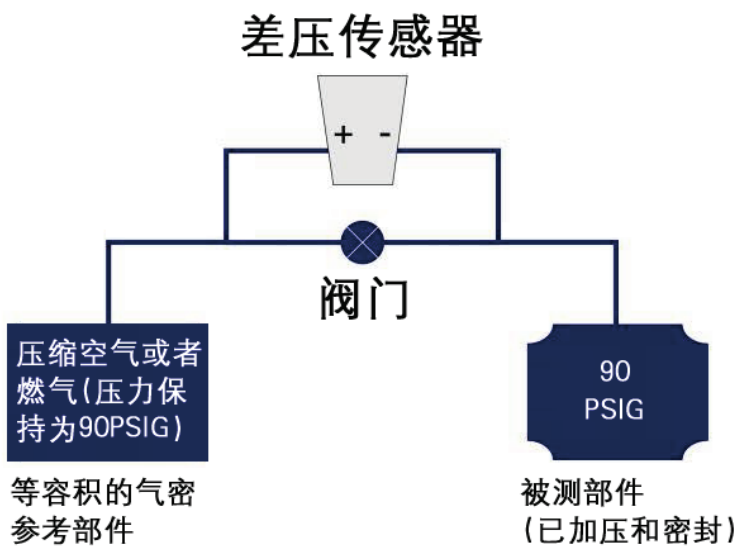


图3：使用差压传感器进行泄漏检测

$$Q_{Leak Rate} = \frac{V * \Delta P}{\Delta t * P_S}$$

ΔP = 差压压降
 P_S = 静态管路压力
 Δt = ΔP 的测量持续时间
 V = 部件容积

咨询热线：
400 666 1802

电子邮件：
China@setra.com.cn

网址：
www.setra.com.cn

2. 精度

输出读数极其精确，小于等于+0.07% FS RSS（满量程，方和根法），因为电容传感器降低了噪声影响并且使用了数字线性化处理。这些传感器使用频率信号输出替代了模拟信号，20–40 MHz的频率范围可减少进入电路的传导噪声。这些高频信号易于被精确测量，并且已经为通过数字信号处理进行调节做好“数字化准备”。

压力传感器的精度一般通过方和根（RSS）法量化：

$$\% \text{精度}_{\text{RSS}} = \sqrt{\text{非线性}^2 + \text{非线性}^2 + \text{滞后}^2}$$

当这三个误差值尽可能小时，可以获得更高的精度（更低的% FS）。精度计算的三个特性如图4-6所示。非重复性和滞后是感测元件设计的固有特性，在制造过程中难以补偿。通常这些值是传感器质量和稳定性的基本指标。在校准过程中可以补偿的特性是非线性。计算非线性的最佳拟合直线（BFSL或BSL）方法通过实际曲线拟合一条直线，以便最大限度降低实际曲线与直线之间的相对误差。这种情况下，曲线的终点与最佳拟合直线没有关联。

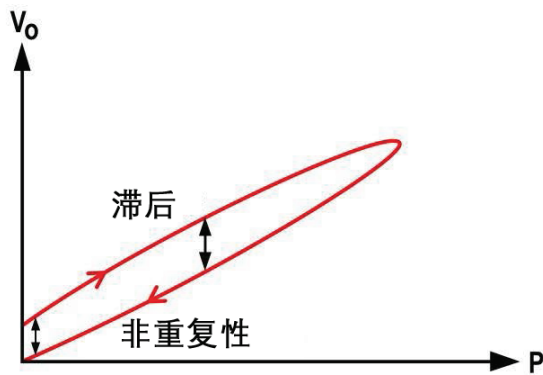


图4：非重复性和滞后对压力传感器输出的影响

计算非线性的最佳拟合直线（BFSL或BSL）方法通过实际曲线拟合一条直线，以便最大限度降低实际曲线与直线之间的相对误差。这种情况下，曲线的终点与最佳拟合直线没有关联。

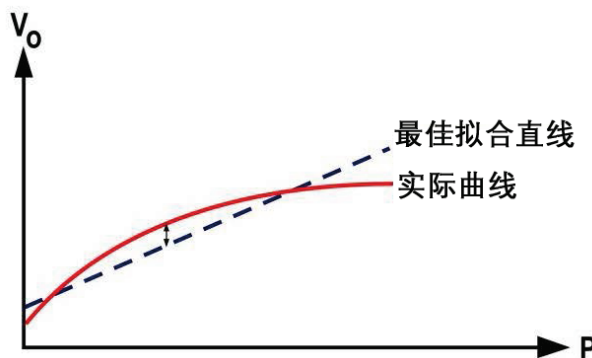


图5：如何使用最佳拟合直线法测量非线性

计算非线性的更精确和更严格的方法是终点法（图6），该方法测量在绘制连接终点P0（零差压）到PFS（满量程）的直线时的非线性。这种情况下，对零点偏移或者量程进行校准调整后，可以保持终点精度。测量非线性的不同方法会影响RSS传感器精度的报告方式。例如，采用终点法具有±0.03%非线性的传感器，使用最佳拟合直线法时非线性可能为±0.015%。BSFL方法的非线性数值更低，但是这并不会提高精

咨询热线：
400 666 1802

电子邮件：
China@setra.com.cn

网址：
www.setra.com.cn

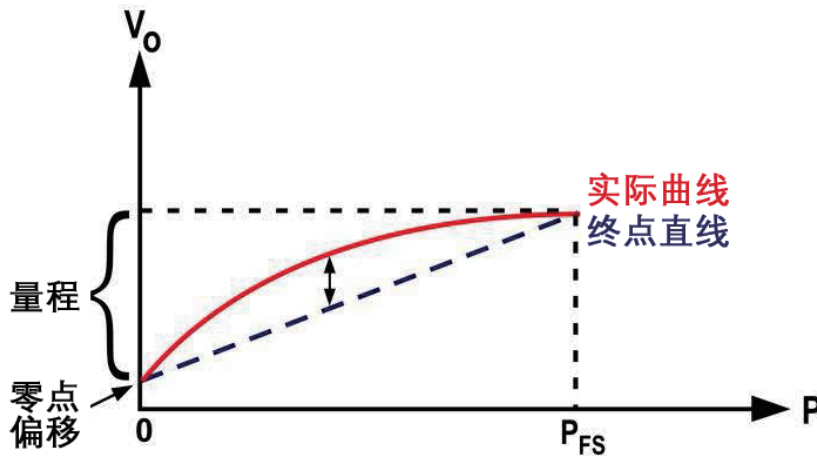


图6：如何使用更严格的终点法测量非线性

在制造过程中，传感器会进行全数字化处理来线性化输出信号。数字信号线性化相比模拟信号线性化更加精确，因而可实现监控过程状态的实时、精确、可靠的数据。此外，数字化处理可提供比模拟处理更高的抗电子噪声干扰性。

另一个显著的传感器改进是总误差。由于较新的传感器都经过热特性测量，它们被更好地热补偿，这可提高总误差带。总误差带通常包括零点和量程偏移的最大不确定性误差、零点和量程漂移、滞后、非线性和非重复性(见图8)。

总误差是真值最大正偏差与最大负偏差之间的差值。它通过检查传感器在压力测量限值和工作温度范围内的所有可能误差来确定。总误差值被用于确定传感器在其补偿温度范围内的最差性能。

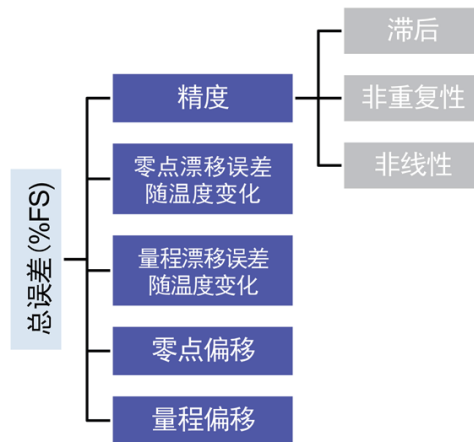


图7：总误差 (TEB)

传感器在其校准温度范围（如-20到+60°C）内被特性化。在该过程中，通过记录在自动制造过程中不同温度时的零点偏移和量程，收集制造过程的数据。采用非线性曲线拟合算法来特性化传感器的表现。通过该过程，补偿数据被永久性加载到各个传感器中，以便有效地补偿热环境影响。获得在宽温度补偿范围内小于+0.5%满量程的总误差结果。

咨询热线：
400 666 1802

电子邮件：
China@setra.com.cn

网址：
www.setra.com.cn

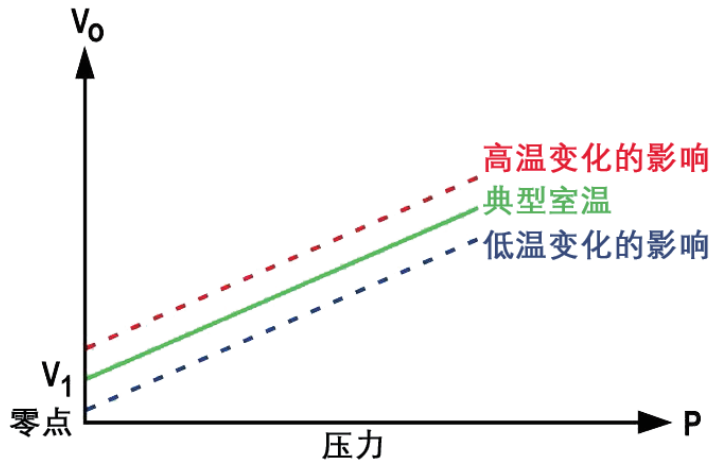


图8：温度对零点的影响

在所有环境影响因素中，温度对信号输出的影响最大。因此，不要忽视选择具有低热误差的压力传感器的重要性，这样可以实现工作温度范围内的最佳性能。

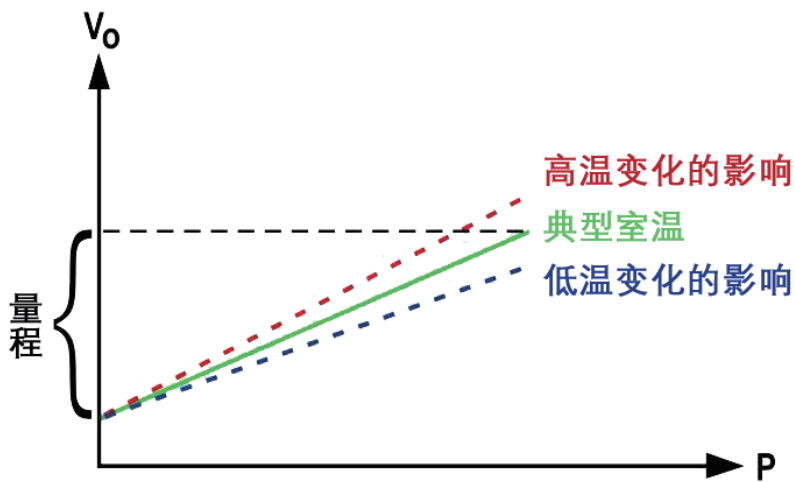


图9：温度对量程的影响示例

咨询热线：
400 666 1802

电子邮件：
China@setra.com.cn

网址：
www.setra.com.cn