

前言

随着技术的不断进步，当今的压力传感器变得比以往更加精确、可靠和坚固。即使在高温、高湿、振动的极端环境内，它们也能长期工作。工业压力传感器在工业领域内应用非常广泛，涵盖从暖通空调/制冷压缩机、制冷和调速泵到液压、石油和水务。例如，它们可用于测量：

- 碳氟化合物制冷剂的压力，用于在工业制冷应用中优化制冷剂流量
- 制冷系统中的冷热水压力
- 重型工程装载机和叉车的液压压力
- 整座大型车厂的车间气压，为气动工具提供气源
- 机车的刹车系统压力
- 压缩机或泵机的抽排压力
- 消防车的水压

传感器可以用于任何设有管道或腔室的地方。它的作用是感测压力并将其转换为一个比例电气输出信号，然后发送给监测或控制系统。这些传感器监测系统的性能和效率，帮助优化其运行。因此，为新应用挑选和安装合适的传感器是一个非常重要的决策。选择错误就会导致一系列系统问题。

目录

前言	1
第I部分 5大影响因素	
压力	2
介质	2
温度	2
环境	3
精度	3
第II部分 3大设计因素	
结构/机械设计坚固性	5
电路设计坚固性	7
供应商的供应链和设计控制	8

第I部分

压力传感器选型的5大影响因素

压力

首个也是最重要的因素是压力。为确保正确的传感器选型，必须先明确一些问题：压力测量范围多大、最高压力多少、系统过压概率有多少。

在明确上述与您的应用紧密相关的问题后，建议您继续查阅压力传感器的规格参数表并针对下列问题找到相应参数值：耐受压力（不会降低传感器性能指标的最大作用压力）破裂压力（会破坏传感器膜片或外壳并引起泄漏的压力）。根据厂家的技术参数表可以在网上很容易地找到这些问题的解答，但正规厂家一般都会有应用工程师与您深入探讨应用要求。

介质

传感器的任何接液表面都必须与介质兼容，如机油、制动液、制冷剂、液压油、海水、废水、自来水、氧气、压缩空气和氮气等。还要特别注意一些侵蚀性介质，如氨水、离子水、盐水、氢气、酸和航空煤油。另外，还要确保膜片、接头和焊缝都与介质兼容。这些信息一般在产品参数表中都有说明，但知名厂家都会安排技术支持人员帮助您解答可能遇到的其他问题。

温度

温度因素包括环境温度和过程介质温度。传感器能否在大部分环境和过程介质温度下工作，这是一定要清楚的。当应用涉及到高温，导致一些安装似乎很棘手甚至不可能时，建议用户咨询传感器厂家寻求解决方案。比如，您的应用涉及到300°F的蒸汽，但您只能找到最高工作温度不超过150°F的传感器。

这时可以在蒸汽管线和传感器之间跨接管道（甚至短至12英寸，具体取决于环境）来予以解决，这样高温就可以散发到大气中去了。

环境

传感器的工作环境需要周密的调查，其中不仅包括温度和湿度，而且包括侵入防护。有时设计规格书没有说明应用所需的侵入防护，因此用户就要对重要部件（比如工业压力传感器）进行特殊的测试。用户最好是联系传感器厂家来一起探讨侵入防护要求。

其他因素包括传感器可能会碰到的冲击和振动，尤其是在机车或消防车这类更严酷的应用中。如果空间狭小，应选择尺寸较小的产品。进一步要考虑的安装因素是位置和朝向。在这方面传感器厂家有着丰富的经验，可能碰到过类似要求，能提供些有益的建议。

精度

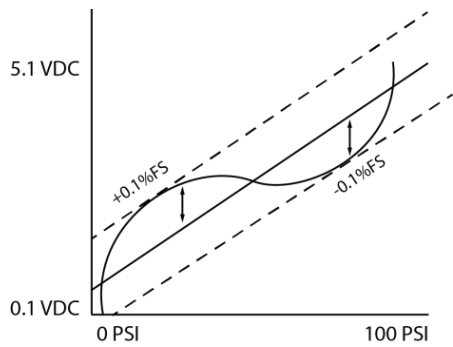
传感器的精度是线性度（曲线与直线的拟合度，见第4页图1）、迟滞（连续作用相同的先增后减的压力时传感器保持输出不变的能力¹，见第4页图2）以及重复性（在连续作用相同压力时传感器产生相同输出的能力²，见第4页图3）共同作用的结果。在每个型号的技术规格表中都能找到精度。最常见的精度等级为满量程输出的 $\pm 0.25\%$ 。如需更高的精度，市面上还可提供 $\pm 0.10\%$ 的型号。

^{1,2} 《传感器杂志》（1998年11月1日）。压力传感器技术基础。

精度 (续)

图1: 线性度曲线图

(最佳拟合直线法)



(端点法)

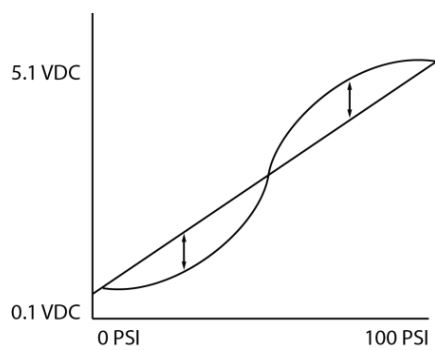


图2: 迟滞曲线图

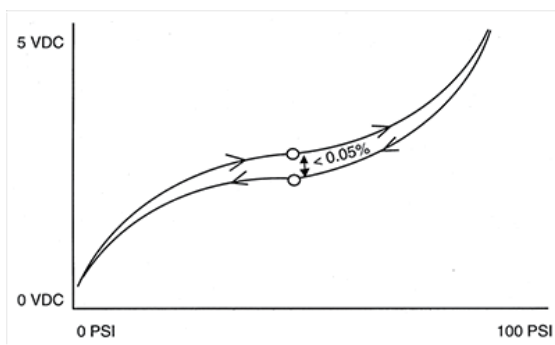
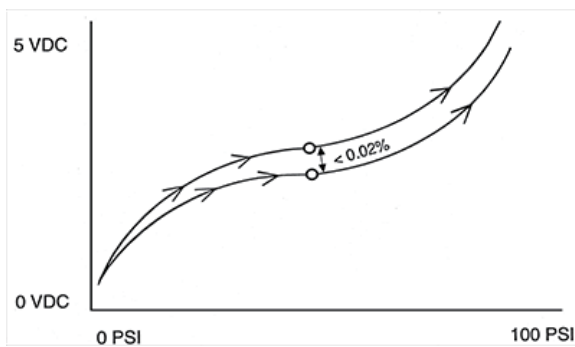


图3: 重复性曲线图



第II部分

影响传感器选型的3大设计因素

结构/机械设计坚固性

在探讨新传感器安装和压力、介质、温度及环境的关系后，现在是看一下传感器结构的时候了。首先，应首选具有整体焊接结构的产品，这有助于实现坚固设计。其次，还要注意连接器在传感器外壳上的焊接牢固度。再者，确保厂家能提供种类齐全的压力接头，包括标准1/4"和1/8" NPT和定制的过程接头。

市售工业标准电气连接器种类也很多。由于传感器一般不带与之配套的电气连接器，务必确保另购的电气连接器能够与现场连接器相匹配。根据传感器相邻设备的噪声等级，所选电气连接器还要能够保证传感器信号完整性。

一些传感器为避免连接器针脚生锈需要防潮处理，而一些更坚固的传感器设计则能适应潮湿环境。要隔离表压传感器（以大气压为基准的传感器）时，可以将产品从潮湿的环境中移走，放置到附近的密封接线盒中，再通过线管与大气相连通。在接线盒中放置干燥剂可以进一步防止传感器受潮。

如果担心在恶劣环境中传感器保护不力，则所选产品的外壳防护等级 (IP) 要能满足安装需求。传感器防护等级类别很多。例如，IP65型完全防尘防喷水，IP67型防尘、防短时间浸水，而IP69K型号则适用于高压、高温场合。若存在液体渗入风险，则必须使用密封电缆。

对于工业制冷等户外应用，还必须满足OEM提出的额外要求以提供连续、精确的测量结果。在一个冰冻/解冻循环后，传感器必须能够恢复正常工作状态并提供精确的测量结果。

此外，产品还应通过EMC认证，能够耐受诸如大型发电机产生的电磁干扰，避免出现感应电压并产生错误输出。而且，传感器结构还应具有较高的耐振动冲击性能。尽量避免使用环氧树脂、内部弹性体和O形圈来密封传感器，否则它们会与某些过程介质（如制冷剂）产生不良反应。同样还要避免使用压接或螺纹密封外壳以避免出现渗水问题。最后，产品焊点要越少越好。在某些环境（例如极端的振动）中焊点可能会出现接触不良的问题。由于很难保证焊接质量一致性，并且在投入应用前往往很难找到不良焊点，所以要避免手动焊接。

型号配置越多越好，必要时可订购除压力外还有多种输出选项的型号，例如温度、psi或bar压力范围、复合压、表压或密封表压类型。

传感器规格参数表上还有一些信息可能对应用很重要。例如是否符合CE和RoHS标准以及是否通过UL认证。参数表还会列出疲劳寿命，一般约为10⁸次循环。还要了解传感器的长期稳定性 – 在相对较长时间内保持性能特性的能力，例如优于±0.1% FS/年。

充油传感器添加了具有不同热力系数的材料，可能会降低稳定性，宜尽量避免使用。随着油温的波动，传感特性会因膜片而发生变化。当温度升高时油液膨胀，向膜片施加压力，导致不准确的压力读数。更严重的是，一旦膜片破裂，介质就会被油液污染。高压传感器不得使用陶瓷技术，尽管它们具有极好的线性度，但陶瓷易碎且其破裂压力低于其他类型的传感器。

电路设计坚固性

当前，溅射薄膜应变计技术被视为是工业应用领域的最新科技。这类传感器使用成熟的惠斯通电桥原理（见图4）。这种设计的原理是将分子层溅射到17-4 PH不锈钢膜片上，蚀刻出具有出色电阻特征和均匀性的电路。溅射薄膜技术将应变计沉积在传感膜片背面，直接接触介质，使之具有结构简单、高度精确、外形紧凑的特点。

该方法几乎消除了漂移，同时提高了灵敏度。这种技术将紧凑的设计和良好的温度稳定性有机结合在一起。由于电路是蚀刻而成的，不含易分解易脱落的胶水或环氧树脂，因此测量精度更好。

在运行过程中，应变计与弹性圆形膜片合二为一，接线至惠斯通电桥来测量压力变化。膜片在受到系统压力而发生位移时将产生与压力成比例的表面应力作用在应变计上，由此产生一个线性比例模拟电气输出信号，一般是通过两根导线输出4-20 mA。

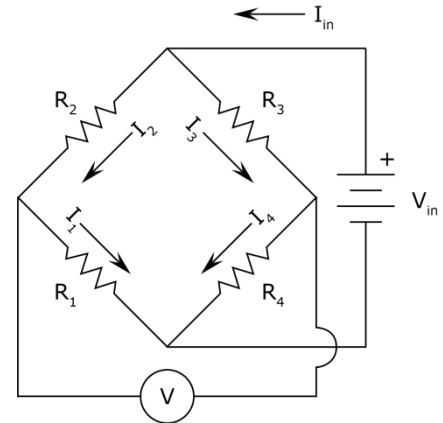
这种电路设计还具有其他特性。例如线性温度补偿。因为极端温度波动会对传感器输出信号产生不利影响，所以温度是个很重要的影响因素。为避免这类问题，带温度补偿能力的传感器通过对输出信号进行电子调节来抵消介质中的已知温度误差。产品规格参数表会详细说明补偿温度范围。

该设计还缩短了从膜片到中间电路板和从电路板到连接器的电路连接。连接更短意味着可能会引起故障的振动更小。

模块化传感器设计的额外好处是缩短设计周期，满足客户的个性化要求。由于传感器是模块化的，其各种组件—外壳、电路板、膜片、端子、压力端口、过程连接、接头等—都能够很快地从库存中获得，实现快速装配和发货。

最后，在确定OEM压力传感器之前，应选择一家会对每个传感器进行校准并在整个工作范围内进行稳定性和线性度测试的供应商。

图4
惠斯通电桥原理图



供应商的供应链和设计控制

市场上从事工业OEM压力传感器的设计与制造的供应商参差不齐。最好是与以自主生产组件为主、对印刷电路板组件供货有决定权、自身供应链控制力强的供应商合作。此外，还建议选择一家拥有并掌握传感器核心设计组件知识产权的公司。拥有自主知识产权的供应商能够更加灵活地定制产品，满足个性化应用的需求。

大多数情况下，可以从供应商的样本或网站上选择传感器。但是如果如果没有明确把握，例如涉及到极端温度、压力或环境，明智的做法是先联系供应商对系统进行评估。尽管用户或许会认为应用过于特殊，棘手甚至根本无法实现，但压力传感器厂家肯定以前多次碰到过，从而能够向您推荐可行的方案。这样的供应商既能帮助客户分析以前的问题、现场细节及过去的故障，又能提供热线服务、技术文档、疑难解答及指导，确保传感器长期正常运行。

关于作者：

Melanie Cavalieri是Setra Systems, Inc.公司工业产品部门的产品规划师。她负责工业、制冷和医疗市场的新产品开发和营销工作。

在担任Setra市场开发职务之前，Melanie曾在Setra位于马萨诸塞州Boxborough的质量和制造部门以及位于弗吉尼亚州Radford的科尔摩根电机公司工作。她还在位于俄亥俄州Dayton的Kodak Versamark和位于俄亥俄州Blue Ash的Ethicon Endo-Surgery从事过研发工作。

Melanie拥有普渡大学机械工程学士学位。



Setra Systems是一家面向暖通空调和工业市场从事压力传感器、湿度变送器、电流开关、电流传感器和校准设备设计和制造的全球领先公司。