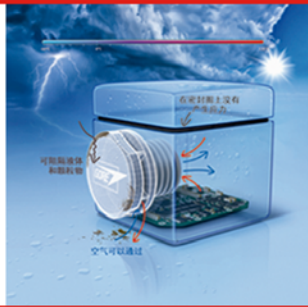




GORE® 防水防尘透气产品



# 通过防水透气产品提高传感器的可靠性

陈玉峰

W.L.Gore & Associates, Inc. USA

**摘要：**智能设备通常都配备传感器来实时收集数据，大多数都安装在苛刻的环境中，那样会降低传感器的性能，并且如果传感器安装在设备外壳上，则其必须能够经受此类环境挑战。了解如何选取适当的防水防尘透气解决方案，可以延长传感器和设备的使用寿命、降低总成本，提升品牌信誉。

**关键词：**传感器；可靠性；防水；防尘；透气；解决方案

**中图分类号：**TP212 **文献标识码：**A **文章编号：**1006-883X(2015)10-0027-03

## 一、前言

**据**估计，随着物联网的不断扩展，到2020年将有250~300亿个电子设备以无线连接方式，用于和其它联网设备或操作者交换数据并执行多重任务，例如，转动太阳能电池板以尽可能多地获取阳光，或者为商用和农用灌溉系统测量湿度和土壤水分；通过汽车和重型设备的主动辅助系统来提高车辆的安全性；控制生产流程以确保产品质量，甚至还能管理库存；创建智慧城市网络以提高交通流量、控制停车和行人区照明、评估能耗以及监测天气和空气质量等。

这些智能设备通常都配备传感器来实时收集数据——从工业湿度传感器和气体泄漏探测器到地震勘测设备内的加速度计，不一而足，而电子设备数据的可靠性则取决于收集数据的传感器的可靠性。

哪些因素会影响传感器的性能，甚至会导致传感

器失效？多数智能设备安装在会损害传感器性能的恶劣环境中，如恶劣的天气、潮湿的环境、密集粉尘和其它污染物、凝露、高压喷射水、冲击和振动等。如果传感器安装在设备外壳上，则其必须有能力和抵抗此类严苛的环境。如果传感器集成在电子设备内部，尽管可能不太会受到外部环境的影响，但其仍暴露在设备外壳内部的温度和压力变化中。例如，智能LED灯具内部的传感器相比较技术的发展而言，旧的要求变的更加的不可靠；先进的元器件对内部温度和湿度更加敏感；透镜导致的凝露现象对光传感器的影响更大，并且会引发更多的保修索赔；LED光源要求具备更长的系统整体寿命，因此需要采用对污物和凝露防护效果更佳的外壳。

为了保护敏感的电子元件，多数工程师在设计传感器外壳时会采用坚固耐用的壳体材料、耐久性好的

的密封件和强度高的螺栓来保证其密封性。此类外壳具有良好的气密性和防水性能，如果其必须通过防护等级 (IP) 或美国电器制造商协会 (NEMA) 标准时则更是如此。

然而，当传感器在实际安装使用时，仍可能会发生漏水和粉尘污染的情况。防水外壳未必能保证设备的持久防护和可靠性，这是因为随着时间推移压差会导致泄漏的发生，而这一点至今仍未解决。

## 二、了解泄漏的原因

设计师通常会忽视气体膨胀和收缩的自然现象。电子设备的内外温度会随其功率循环和天气变化而波动，内部空气随之膨胀和收缩，进而造成压强的变化。外壳试图通过吸入或排出空气来均衡内部气压，通常这种现象被称为呼吸作用。

理想气体状态方程描述了理想气体处于均衡态时温度、压强和体积之间的关系，即：

$$PV = nRT$$

其中， $P$ —理想气体的压强；

$V$ —理想气体的体积；

$n$ —气体物质的量；

$R$ —理想气体的气体常数；

$T$ —理想气体的热力学温度。

如果外壳完全气密，则其内部压强会以累积正压或负压的形式变化。正压累积会导致外壳膨胀，而负压累积则会产生真空。两种压力累积均会使密封件、连接件或垫圈受到应力，进而影响及损害这些部件的有效性。在膨胀收缩循环过程中的真空阶段，受损的密封圈将无法阻止水分和污物侵入外壳，最终会导致电子设备的腐蚀和故障。

外部温度常常会剧烈的变化，无论是在一整天的变化过程，还是在暴雨突然而至的情形下都是如此。以冬季停放于室外的车内传感器为例。车辆启动后，

发动机开始升温，其温度很快便可达到 100°C~120°C 的范围。从初始低温状态到最终高温状态的变化会使传感器外壳中的空气膨胀，从而使作用于密封件上的压力增加。

相反的极端情况如白天太阳能电池板传感器外壳中的空气温度极高，使用高压喷射水清洁电池板时会使其内部温度突然降低，造成的壳内压强会超过 2.0psi，即使非常坚固耐用的密封件也会逐渐失效。

## 三、对压差的防护

多年来出现了多种用于消除压差的方法，如在外壳上钻孔或采用迷宫式通道结构的孔，但是这种开放系统无法阻止包括灰尘、污垢、水在内的污染物甚至昆虫进入外壳并损害其中的电子设备。

许多工程师认为采用气密外壳是保护电子设备最安全的方式之一。但是，设备中只能采用非渗透材料作为密封件才能实现气密，也就是说不能使用塑料材料和部件。由于该类材料重量太大且价格高昂，因此对于多数应用而言，这种选择通常并不现实。此外，进入外壳中的导线上的橡胶套管会因环境因素、材料本身老化和压差而劣化，成为水分和污物的潜在入侵

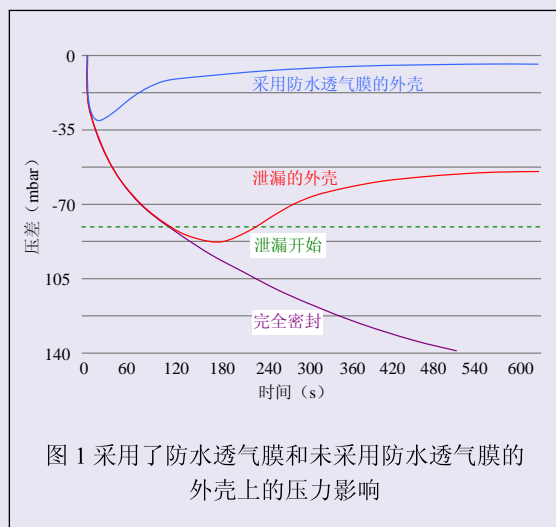


图 1 采用了防水透气膜和未采用防水透气膜的外壳上的压力影响

点，进而破坏气密密封的效果。

另一种选择就是使用灌封胶。但是，灌封材料会在印刷电路板上产生拉应力并使其翘曲。与气密密封一样，由于使用灌封胶会妨碍电子设备的维修和器件的更换，加之价格昂贵且重量大，同时还必须在生产过程中增加特殊设备，因此采用灌封胶并非总是可行。

其它选择包括采用更大、更坚固的密封件，强度更高的密封垫，或者采用更多的螺丝和螺母。此类解决方案可应对眼前的泄漏和污染问题，可是由于其无法解决根本的压差问题，因此只能是权宜之计且最终可能还会失效。如解决方案不能解决根本原因，则设备只能采用气密性更好但制造成本更高的部件。

#### 四、平衡气压的同时无损性能

由膨体聚四氟乙烯 (ePTFE) 制成的防水透气产品可在持续平衡气压的同时保持对外界环境的密封性能。ePTFE 是一种具有独特微孔结构和化学稳定性的天然防水透气膜。其独特的节点 - 纤维微观结构的孔径尺寸足够让包括水汽在内的气体分子轻易通过，但对于液体和粉尘来说，这些开孔又太小，因而无法通过。PTFE 还可承受紫外线，且能在范围较宽的环境温度中可靠工作，因此适合在安装传感器的严苛环境中使用。

图 1 是外壳在真空状态下采用不同防护方案的不同表现。压差在 -75 mbar 处的绿色虚线为预估点，表示该点真空度足以使密封外壳产生泄漏；紫色线表示在压差状态下能保持绝对密闭的气密金属外壳的情况；红线表示防护等级为 IP67 的典型金属或塑料外壳的情况，该外壳最初可以承受压强高达约 -70 mbar 的真空度，但当压强超过该值后，密封圈即受损且开始泄漏。此外，密封圈老化会导致其压缩形变随时间推移而逐渐增大，这会进一步降低密封圈承受压差的能力；浅蓝色线表示采用了防水透气产品的“可呼吸”

外壳的情况，该外壳可以迅速消散压差，防止外壳中的压强超过 -35 mbar，从而可尽量减小外壳密封圈的应力。

如图 1 所示，压差会使未采用防水透气产品的外壳失效；而采用防水透气产品的外壳可通过平衡压差使其避免达到使密封圈受损的水平。

独特结构的 ePTFE 可持续平衡压力，消除由压差导致的问题，从而提高电子设备的可靠性。由于所需螺栓更少且无需过度设计及制造外壳、垫片和 O 形圈，因此由 ePTFE 制成的防水透气产品降低了制造成本。由于密封件不会受到持续的应力作用，因此所需维护和维修也相应减少，从而提高了产品的长期可靠性并降低了总拥有成本。

#### 五、选择合适的防水透气产品

产品可靠性是任何产品取得成功的关键要素。选择合适的防水透气产品所要做的并不仅仅是从产品目录中选择一个产品。防水透气产品具有多种形式、材料组合以及尺寸，而所有这些产品又具有不同的透气量和耐久性。因此 ePTFE 膜的微观结构应根据具体的应用要求（如最大透气量、防护等级、极限温度、外壳所需达到的标准以及外壳的尺寸等）进行设计制造。设备的防护等级类型表示透气膜必须能够提供对水压和固体物质进行防护的量，而周围环境的恶劣程度也会影响防水透气膜在外壳上集成的方法和布置。

选中某个可能的防水透气解决方案后，为确保防水透气在应用中发挥可靠作用，首先要在极为恶劣的环境条件下，基于不同防水透气产品外壳中空气的热质传递情况来为外壳中的压力变化建模。现场性能测试包括设备透气量、透水压、环境实验室循环以及安装兼容性。完成此类测试后，再确定安装方式类型（焊接、背胶、螺纹或卡扣式）以及防水透气产品的尺寸和构造（如塑料、金属等）。

如果防水透气产品未经仔细的测试就且粗略地集成到原外壳上，则可能成为封装的最薄弱点，进而造成封装失效及内部电子设备发生故障。而选用合适的ePTFE防水透气产品则可在防止水和粉尘侵入的同时实现水气扩散，从而实现压力均衡并提高设备的性能。最终可以获得更长的产品寿命、更低的总成本以及更高的品牌诚信度。

### **Improving reliability of sensor by picking right venting solution**

Gary Y. Chan

(W. L. Gore & Associates, Inc. USA)

Abstract: Intelligent devices are usually equipped with sensors to gather data in real time. Most devices are installed in challenging environments that can compromise the performances of sensors. If the sensors are mounted on the device housings, they must be able to withstand these challenges. Learning how picking the right venting solution can prolong the lifetimes of sensors

and devices, lower total costs, and reinforce your brand integrity.

Keywords: sensor; reliability; waterproof; dustproof; breathability; solution

### **作者简介**

陈玉峰: W. L. Gore & Associates, Inc. 工业产品部, 应用工程师、技术项目经理, 专门从事挑战性环境中防水透气应用的新产品开发

通讯地址: 401 Airport Rd, P. O. Box 1550, Elkton, MD, USA, 邮政编码: 21922-1550s

电子邮箱: gchan@wlgore.com

上海办公室地址: 中国上海市南京西路1468号中欣大厦43楼, 邮编: 200040

GORE® 防水防尘透气产品

戈尔工业品贸易(上海)有限公司

[gore.com/ptvchina](http://gore.com/ptvchina)

