

IP67 及氦气泄漏测试:密封性能究竟要达到何种程度?

防水防尘性能测试 (IP67防护等级)

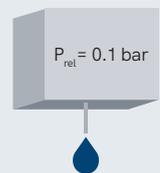
许多电气组件的外壳,如传感器外壳以及锂离子驱动电池组的电池盒,都规定为防尘防水等级IP67。第二个数字“7”表示防水等级。该测试规定,待测部件需在1米水深中浸泡30分钟,确保没有任何可能损坏内部电子元件的水进入外壳。

许多客户对这一规格对应的氦气泄漏率标准存在疑问。INFICON 通过实验来解答这一问题。



测试环境配置

创建了一个测试部件,该部件可配备不同尺寸的人工泄漏。人工泄漏由具有定义直径的玻璃毛细管制成,以模拟不同的泄漏路径尺寸。研究了直径范围为10 μm至100 μm的毛细管。测试部件被注满水并加压至100毫巴过压(约1.1巴绝对压力),相当于水深1米处的压力。随后观察人工泄漏的出口30分钟,并记录滴出的水量。



水质检测结果

水质检测结果汇总如下表:

| 泄漏路径直径 | 泄漏率 | 30分钟内滴落的水量 | 每次滴落的平均时间 |
|-------------------|--|------------------|-------------------------------|
| Ø10 μm x 10.5 mm | 0.0008 sccm (1·10 ⁻⁵ mbar·l/s) | 肉眼无法看到任何液滴。 | 不适用 |
| Ø20 μm x 10.5 mm | 0.012 sccm (2·10 ⁻⁴ mbar·l/s) | 一滴形成后在30分钟内不会滴落。 | 滴液可能在40至50分钟后滴落,具体时间取决于温度和湿度。 |
| Ø25 μm x 10.5 mm | 0.03 sccm (5·10 ⁻⁴ mbar·l/s) | 3滴 | 8:30 - 9:00 分 |
| Ø29 μm x 10.5 mm | 0.05 sccm (9·10 ⁻⁴ mbar·l/s) | 3 - 4 滴 | 7:30 - 8:30 分 |
| Ø40 μm x 10.5 mm | 0.2 sccm (3·10 ⁻³ mbar·l/s) | 20滴 | ~ 1分30秒 |
| Ø100 μm x 10.5 mm | 7.6 sccm (1·10 ⁻¹ mbar·l/s) | 524滴 | ~ 3 秒 |

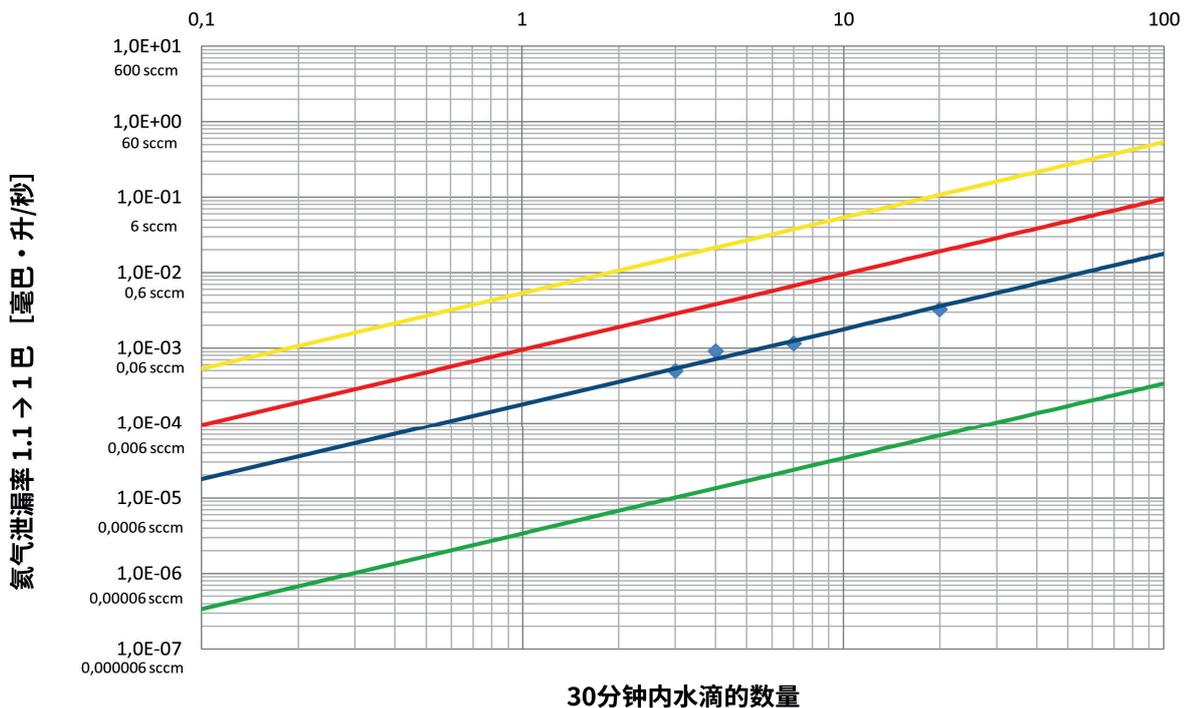
测试结果表明,水压试图将水推过泄漏路径时产生的力与使水附着在泄漏路径表面上的力处于平衡状态的泄漏路径,其直径刚好小于20微米。

泄漏率规格转换

以下图表描述了30分钟内通过潜在泄漏点的水量与对应气体泄漏率之间的相关性。氦气泄漏率与空气泄漏率的差异与氦气与空气的动态粘度比值相同。由于两者仅相差7%，因此在上述图表的分辨率范围内可视为相同。在两个图表中，黄色曲线显示了玻璃泄漏路径的测试结果的直接转换。其他曲线显示了通过材料特性转换后对应的其他材料的泄漏率。

不同材料的泄漏通道

@ 1.1 巴 → 1 巴 (15.95 → 14.5 磅力每平方英寸) (例如: 泄漏检测)



在100毫巴差压下的泄漏率

许多设计用于IP67的部件也只能承受非常有限的压力差(通常仅为100至200毫巴),而不会损坏部件本身或部件的密封件。上图显示了在100毫巴压力差下的泄漏率。根据您的部件能够承受的水量,您可以查阅允许的最大气体泄漏率以进行测试。如果您的部件结构由ABS或钢制外壳搭配聚合物密封件组成,且可容忍少量水滴(橙色/绿色线),则应将泄漏率测试值设定在 3×10^{-2} mbar·l/s (~1.8 sccm) 以下。如果您要求完全不允许水泄漏,应采用 $5 \cdot 10^{-3}$ mbar·l/s (~0.3 sccm) 的泄漏率。如果部件由铝制成并带有聚合物密封件,使得泄漏路径为一侧为铝表面、另一侧为聚合物表面,应采用两种材料之间的中间泄漏率水平,即在 $9 \cdot 10^{-4}$ mbar·l/s (~0.05 sccm) 范围内进行测试,如果可以容忍少量水滴。若需绝对确保水无法渗入外壳,请选择泄漏率为 $2 \cdot 10^{-4}$ mbar·l/s (0.01 sccm) 的中间范围。

结论

根据IP67标准进行的防水防尘密封性能测试需要采用高精度泄漏检测方法,能够检测低于1 sccm的泄漏率。示踪气体泄漏检测是此类应用的首选方法。不同的压力条件和材料会导致不同的泄漏率规格。请联系我们,告知您的具体测试需求,我们将竭诚为您提供专业支持,助您实现测试效率与可靠性的最大化!