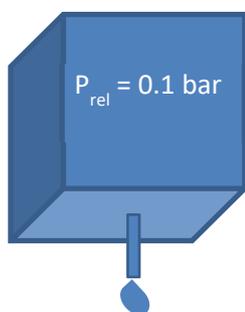


# IP67 防护等级的泄漏测试

许多电气元件的外壳，例如传感器外壳以及锂离子驱动电池的外壳，都要求达到防护等级 IP67。第二位数字“7”表示防止进水。根据测试规定，受测部件需在 1 米深的水中浸泡 30 分钟，并确保没有水进入外壳，因而不会损坏其中的电子元件。

该防护等级对应的氦气漏率规格问题困扰着许多客户。INFICON 设计了一项实验，旨在解答这一问题。



## 测试设计

我们设计了一个测试部件，该部件可以装配不同大小的漏孔。漏孔采用标准不同直径的玻璃毛细管制成，以代表不同的泄漏的大小。测试采用了直径为 10  $\mu\text{m}$  - 40  $\mu\text{m}$  的毛细管。将测试部件中注满水，并加压至 100 mbar 过压 ( $\sim 1.1$  bar 绝对压力)，相当于 1 米深的水压。然后持续观察漏孔出口 30 分钟，并跟踪滴出来的水量。

## 水测试结果

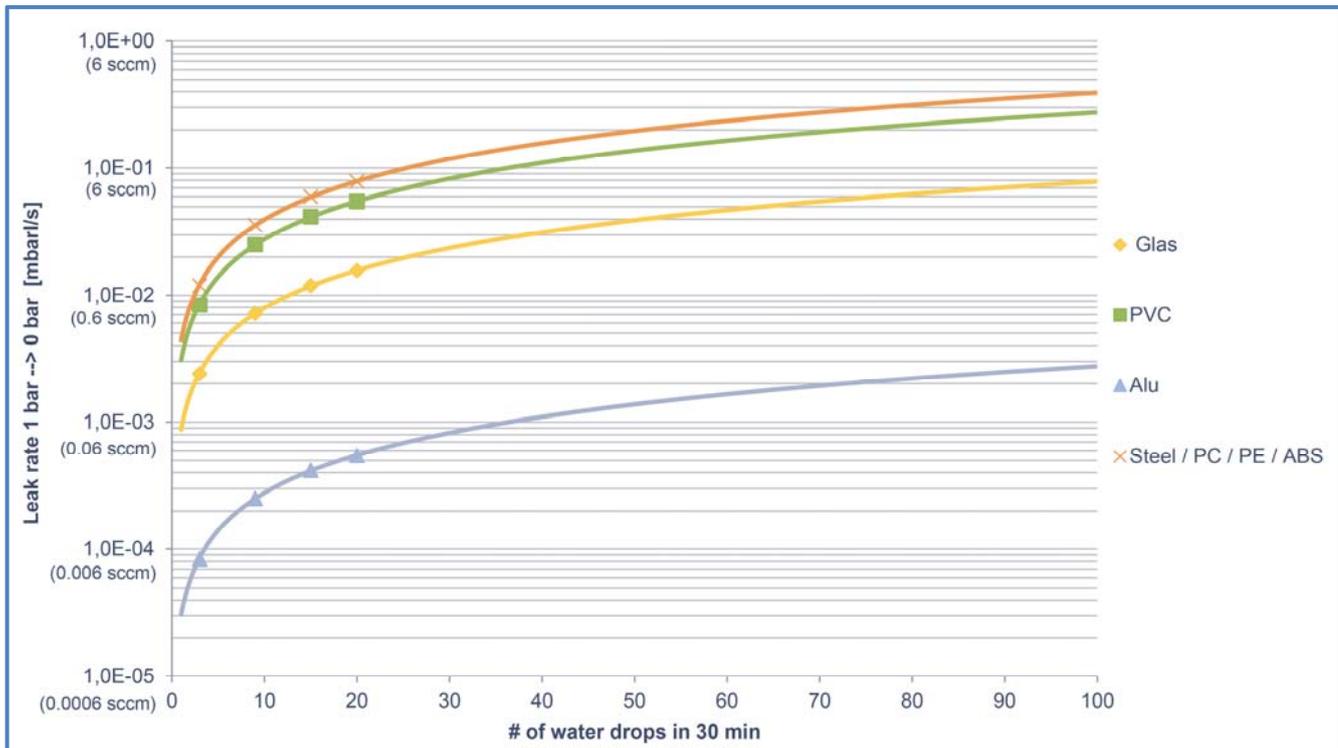
水测试结果概要如下表所示：

漏孔大小	泄漏率	30 分钟内水滴数	每一滴的平均时间
$\text{Ø}10 \mu\text{m} \times 10.5 \text{ mm}$	0.0007 sccm ( $1 \cdot 10^{-5}$ mbar·l/s)	很小的滴形成，但不会滴落	无
$\text{Ø}20 \mu\text{m} \times 10.5 \text{ mm}$	0.001 sccm ( $2 \cdot 10^{-5}$ mbar·l/s)	形成一滴，但在 30 分钟内不会滴落	根据温度和湿度，40-50 分钟后可能会滴落
$\text{Ø}25 \mu\text{m} \times 10.5 \text{ mm}$	0.03 sccm ( $5 \cdot 10^{-4}$ mbar·l/s)	3 滴	8:30 – 9:00 分钟
$\text{Ø}29 \mu\text{m} \times 10.5 \text{ mm}$	0.05 sccm ( $9 \cdot 10^{-4}$ mbar·l/s)	3 – 4 滴	7:30 – 8:30 分钟
$\text{Ø}40 \mu\text{m} \times 10.5 \text{ mm}$	0.2 sccm ( $3 \cdot 10^{-3}$ mbar·l/s)	20 滴	$\sim 1:30$ 分钟
$\text{Ø}100 \mu\text{m} \times 10.5 \text{ mm}$	7.6 sccm ( $1 \cdot 10^{-1}$ mbar·l/s)	560 滴 s	$\sim 3$ 秒

试验测试证明，水压推动水通过漏孔所产生的力和使水粘附在漏孔表面的力处于平衡状态的泄漏路径直径略小于 20  $\mu\text{m}$ 。

## 转换至泄漏规范

下图描述了 30 分钟内通过潜在漏孔的水量与相应的气体泄漏率之间的关系。氦气的泄漏率和空气的泄漏率与氦气的动态粘度和空气的动态粘度之比的系数相同。由于这些差异只有 7%，对于上述图形的分辨率，可以认为它们是相同的。在这两张图中，黄线显示了由玻璃制成的漏孔的测试结果的直接转换。其他行显示由其他材质属性转换的相应泄漏率。



#### 100mbar 压差下的泄漏率

许多需要满足 IP67 设计的零件也只能承受非常有限的压差（通常只有 100 到 200 毫巴），而不会损坏零件本身或零件的密封。上图显示了压差为 100 mbar 时的泄漏率。根据您的部件可以承受的水量，您可以读取要测试的允许最大气体泄漏率。如果您的零件几何结构是由 ABS 或带有聚合物密封的钢壳制成的，如果您能承受几滴水（橙色/绿色线），则应测试零件的泄漏率是低于  $2 \times 10^{-3} \text{ mbar} \cdot \text{l/s}$  ( $\sim 0.1 \text{ sccm}$ )。如果你想完全不漏水，你应该选择  $1 \times 10^{-3} \text{ mbar} \cdot \text{l/s}$  ( $0.06 \text{ sccm}$ ) 的漏率。

如果您的零件是由带有聚合物密封的铝制成的，因此泄漏路径是一侧的铝表面和另一侧的聚合物表面，请使用中间在两种材料之间泄漏率，如果您能承受几滴水，则在  $1 \times 10^{-4} \text{ mbar} \cdot \text{l/s}$  范围内进行测试。如果要绝对确保没有水渗入壳体，请选择  $10^{-5} \text{ mbar} \cdot \text{l/s}$  范围内的泄漏率。

#### 结论

根据 IP67 防护等级进行的泄漏测试需要敏感的泄漏测试方法，该测试方法需要可以测试远低于 1 sccm 的泄漏率。示踪气体泄漏测试是这些应用的首选方法。不同的压力条件和不同的材料形成不同的泄漏率规格。请与我们联系您的具体测试需求，我们将乐于帮助您达到最高的测试效率并确保测试的可靠性！