

透气膜

保护汽车电子设备免受污物和密封失效的影响

汽车电气化正在稳步向前发展。无论采用传统内燃机还是电动动力系统，在汽车使用寿命期内为其敏感电子零部件提供保护是必不可少的。混合动力和电动汽车都面临新的技术挑战，只有采用高效压力均衡和防水透气组件，汽车制造商和供应商才有望应对这些挑战。

文 | Rainer Enggruber

汽车电子零部件易受恶劣环境条件影响。无论是安装在汽车底盘下还是发动机舱中，电子零部件（如电动机、控制单元、传感器、压缩机或泵中的电子零部件）都会受到极端温度波动的影响，因此必须为其提供保护，防止污物或液体侵入。满足最基础要求的防护等级为 IP6k9k，该等级可确保电子设备外壳免受灰尘颗粒物、短时浸没和蒸气的影响。

采用内燃机的汽车和采用混合动力电机或电动机的汽车中的电子零部件面临着一个共同挑战：其工作温度与较低的外部环境温度之间存在差异。部件在车辆运行过程中会升温，如果此时接触到温度较低的道路溅水或洗车水，它们的温度会迅速降低。这种情况会在电子部件外壳中形成极致的真空效应，致使空气通过密封圈进入部件中。经过一段时间后，

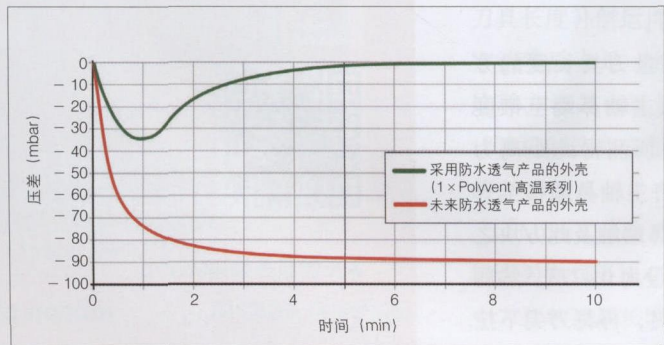


图1 有温度骤变引起的压差：在洗车场中，电力电子设备（4 L 多余容量）将在 5 min 内从 70°C 迅速冷却至 40°C

这种不良的压力均衡会在密封圈和密封组件中产生应力，而造成污物颗粒和液体侵入，对电子部件产生腐蚀作用并缩短其使用寿命。低粘度液体和清洁剂用于车辆时会加剧这种侵入危险。

电动和混合动力汽车所面临的特殊挑战

混合动力和电动汽车的电子部件会遭遇更加恶劣的环境条件影响。极高的工作温度和更大体积的电子部件外壳使得汽车制造商和供应商更加难以均衡温度和压力。动力系统的敏感电子零部件，例如电动机、高性能电子部件、充电器、启动 - 停车发电机等，必须要耐受极高的温差和压差。

其原因是，运行过程中产生的热量对这些敏感的高性能电子零部件造成的影响要超过它们对传统内燃机汽车电子零部件造成的影响。为防止这些高性能电子部件因极端温度波动而损坏，并使其在最佳温度范围内工作，通常会使用液体对它们进行冷却。但这种方法也有风险，它会在外壳中温度最低点形成凝露，腐蚀电子部件，致使其过早出现故障。另一方面，例如车辆行驶时接触低温溅射水或洗车水造成的温度突变也会损坏电子设备。

均衡逆变器 and 高压电池外壳中的压力

下面通过清洗车辆时交流逆变器外壳中的压力变化来演示这一现象。逆变器可将电池输出的直流电转换为交流电，以供电动机使用。计算的对象是尺寸为 40 cm × 20 cm × 20 cm 的

外壳（相当于 16 L 的容积）。在本例中，外壳内部空间的 1/4 是空的，这就是说，外壳内包含 4 L 可以自由流动的空气。车辆运行过程中，逆变器的温度可达到 70℃。洗车时，温度为 8 ~ 10℃ 的冷水会喷射到汽车底部，使逆变器在 5 min 内冷却至 40℃，如图 1 所示。

在未采用防水透气产品的外壳中，这种温差会造成约 90 mbar 的真空度。每当车辆驶过积有冷水的区域时，都会形成这样的真空，真空会对密封圈产生极大的应力，经过一段时间后，密封圈将发生泄漏。其后果是，清洁剂、油、化学品和水等物质进入逆变器外壳，对敏感的电子器件造成损坏。加装防水透气产品可以确保真空效应得到快速均衡，而且还能从中消除压力突变。采用防水透气产品外壳中的压力在短短 6 min 后便恢复为环境压力。

由于体积原因，混合动力或电动汽车的高压电池需采用更有效的解决方案来均衡压力。这种情况下的最佳方法是选用具有极高透气量的防水透气解决方案。由于电池只会与喷射水而非高压水接触，因此无需采用与发动机机罩内组件一样高的防护等级。

在本例中，电池外壳的尺寸为 100 cm × 50 cm × 30 cm，容积为 150 L，其中的自由空气体积为 50 L。在从奥地利因斯布鲁克（海拔 570 m）到布伦纳山口（海拔 1370 m）的 30 min 车程中，电动汽车向上爬升的标高差为 800 m。在未采用防水透气产品的电池上，这种情况会产生 90 mbar 的正压，即使在山口的休息站等待 15 min 后，压力仍未均衡，这样就会使密封圈产生永久应力。90 mbar 的正压相当于约 450 kg 的压力作用于面积为 0.5 m² 的表面，轻型外壳无法长时间承受这样的压力。尽管密封圈的设计可以应对高载荷，但这种极端应力最终会导致其失效，致使外壳无法密封。

比上山时在外壳中形成的正压更危险的是下山时形成的 90 mbar 真空度。为了均衡这种真空度，空气会穿过受影响的密封圈进入外壳，将污物颗粒和液体带入其中，从而在外壳内形成凝露，进而造成损害。在采用防水透气产品的外壳中，只会产生约 15 mbar 微不足道的真空度，因而不会对密封圈造成过重的负担，并且这种压差可以在 15 min 的停车休息时间内被完全均衡，如图 2 所示。

适用于混合动力和电动汽车空气和压力均衡的透气膜技术

实现压力均衡并确保电动机、动力电子装置和高压电池在使用寿命内保持可靠，就要采用安装透气膜的防水透气解决方案。透气膜技术允许密闭外壳的空气交换，而且还可阻止液体和污物颗粒的侵入。正如在前文高压电池示例中所看到的情况，对于某个特定应用而言，透气量和透水压是决定透气膜性能的

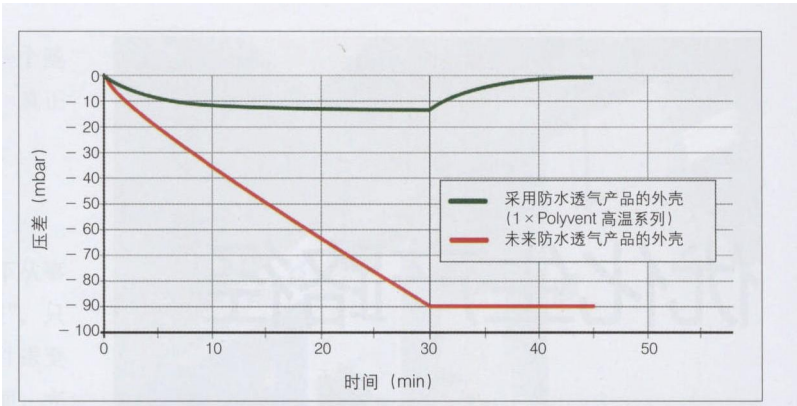


图 2 由电池海拔高度变化引起的压差（50 L 可用容积），从勃伦纳山口（高于海平面 1370 m）驾驶至因斯布鲁克（高于海平面 570 m）并在因斯布鲁克休息 15 min

两个基本参数。透气量是指给定时间和给定压差下穿过透气膜的空气量。借助透气量可确定均衡压差所需的时间。透水压是指透气膜发生泄漏前必须承受的最小静水压力。但是，透气量和透水压并非唯一的变量；耐温性和耐化学性也是透气膜组件的重要参数。透气膜供应商必须根据具体的防水透气应用，为透气膜选择最佳的性能组合。对于需要让大量空气快速进出、而防护等级又无需太高的大型电池外壳而言，采用透气膜可以获得较高的透气量。而安装在发动机机舱的电子部件外壳需要经常应对温度峰值，因此通常应采用耐温性高的透气膜。由于与具体应用相关的挑战各不相同，因此汽车制造商和供应商应与透气膜制造商紧密协作，以开发出技术性、经济性方面最合适的解决方案。

汽车透气产品在混合动力和电动汽车中的应用

对于电动和混合动力汽车而言，电子部件温度管理所面临的关键挑战来自高性能电子部件的液体冷却问题以及电子部件外壳的体积较大。液体冷却本身会在外壳内产生很高的温差，因此必须采用透气膜解决方案进行补偿，以均衡巨大的压差并降低形成凝露的风险。对于体积较大的电子零部件来说，即使极小的压差也会产生非常高的机械载荷，轻型外壳几乎无法承受这样的载荷。

在这些极端条件下，如今越来越多的全球汽车制造厂商在戈尔为混合动力和电动汽车寻求到了先进高效的汽车透气解决方案。戈尔汽车防水透气产品可有效保护汽车电子零部件免受污物和密封失效的影响，显著提高部件的可靠性，延长其使用寿命，更减少了设计、制造和保修中的成本投入。其防水透气膜的性能尤为独特，可以快速均衡压差和温差，防止污物和液体侵入电子零部件。戈尔（W. L. Gore & Associates）汽车防水透气解决方案通过降低对厚重外壳、密封和垫圈的需求，实现了对产品设计复杂性的简化以及制造成本的减少，性能更可靠，并使实现全球性平台的一体化变得更为简单。[MM]