

利用最佳湿化提高燃料电池的效率和寿命



“维萨拉湿度传感器在我们的研究中很有帮助。了解反应气体的湿度对于低温和高温燃料电池都很重要。”

Mikko Kotisaari,
VTT 燃料电池研究科学家

制氢是一个不断增长的巨大产业。氢经济被认为是未来低碳经济的重要组成部分，它最终可能将替代矿物燃料成为我们的主要能源来源并缓解全球变暖趋势。氢的一个主要优势是适用于多种不同的燃料电池应用场合。

使用燃料电池技术的应用可以分为三大类：便携式发电（用于移动设备和便携式辅助电源）、固定发电（分布式发电、备用电源和并网电站）以及运输领域（汽车、公共交通和重型机械）。市场增长的一个重要驱动因素是汽车行业，目前在进行密集加紧研究，旨在推动燃料电池技术在汽车市场的应用。

工作原理

燃料电池直接将化学能转换为电能，不经过任何燃烧过程。燃料电池的工作原理基于氧化还原反应。在氢和氧发生反应时释放能量。这个直接过程具有高效的优势（效率超过 50%），如果产生的热能也被回收，效率可达到 85%。从发电角度来看，它超过了任何燃烧过程的效率。其他优势还包括工作场所零排放、静音工作等。

每种燃料电池技术都有自身的优势和不足。当今市场上的三大技术是按质子载体介质来区分的：聚合物电解质膜（PEM）、固体氧化物（SO）和熔融碳酸盐（MC）。从应用角度看，其中 PEM 技术是最通用的，因为它的工作温度低（ $<100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），这使得它同时适用于小型和大型燃料电池。固体氧化物燃料电池涉及高温，最适合较大应用，如分布式发电。但是 PEM

燃料电池是纯氢电池，SOFC 燃料电池则可以使用天然气或其他碳氢化合物，在重整过程中从这些物质中提取氢。SOFC 燃料电池的工作温度高，这样更易于将重整阶段整合到燃料电池装置。

图 1 中描述了 PEM 燃料电池的工作原理。氢燃料在阳极被分解为质子（氢离子）和电子时，通过外部电路将电子运输到阴极，从而产生电流。通过阴极的湿膜运输正电荷载体（氢原子核），在阴极氢原子核与氧反应生成水。此反应会产生电流和热量。

提高燃料电池的效率

燃料电池的效率受限于各种损耗：催化反应和催化剂状况引起的活性损耗，在质子运输期间运输介质中发生的欧姆损耗，到反应表面的质量传递速度受限制导致的浓度损耗，以及当燃料在膜中扩散而不发生反应时导致的内部电流。引起损耗的原因与电池中水和温度的管理有关。如果没有很好地控制温度和水分，催化剂和质子运输介质的老化会增加损耗，降低效率，最终导致电池解体。

较小的 PEM 电池通常不需要湿化，但在携带较高电流的较大电池中，聚合物膜可能需要进行反应物湿化以防止它在负载下脱水。质子交换容量与聚合物水分成正比，干聚合物将限制反应速度并导致电池损耗。

与干聚合物有关的另一个考虑因素是其使用寿命，这是设计燃料电池时要关注的主要问题之一。另一方面，如果未及时将生成的水从电池的阴极一侧除去，水淹将导致电池性能不佳。燃料

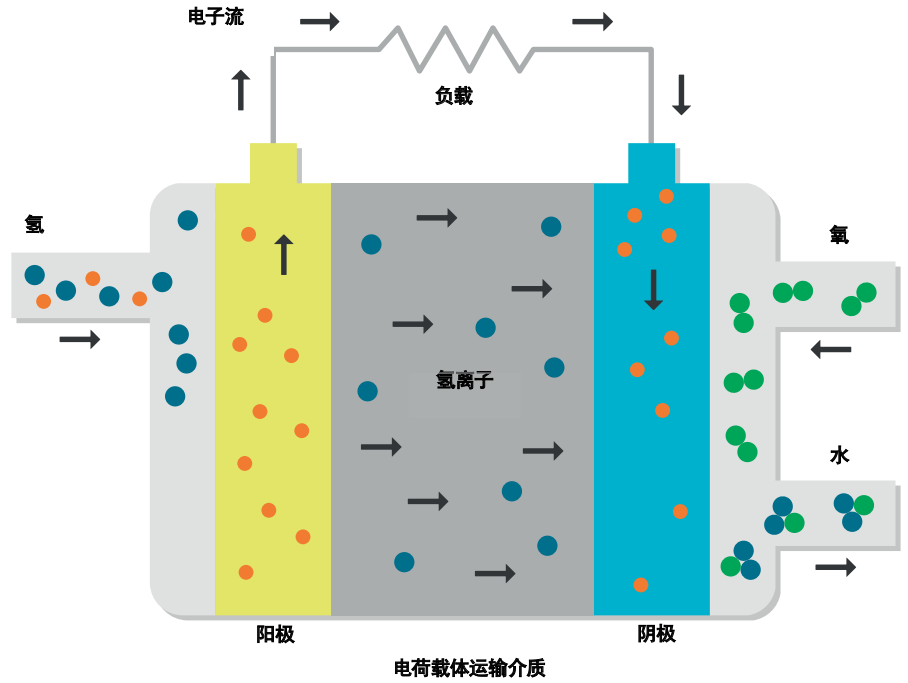


图 7: PEM 燃料电池的工作原理。在催化剂作用下氢燃料在阳极发生反应，形成电子和氢原子核。这些核通过电荷载体介质被运输到阴极，在阴极与氧反应生成水。电子流过外部电路，产生电流。

流中的湿度测量可帮助控制湿化过程、估计水的质量平衡并维持正常的膜水分。

为了提高反应效率，大量的反应气体可能引导到催化表面。来自阳极出口的潮湿未反应燃料可再循环回到阳极入口，以湿化燃料流。这种再循环可能导致污染物积聚，这对于 PEM 燃料电池尤为有害。

除了控制燃料流湿度之外，阳极和阴极流的湿度测量可用于杂质测量 -

当总压以及氢和水的分压已知时，可以估计循环回路中杂质的分压。

加热探头技术帮助解决高温环境下的测量难题

燃料电池应用中的湿度测量是在高温环境下执行的，相对湿度通常超过 80%。在接近冷凝的环境中执行湿度测量相当困难，因为冷凝可能使相对湿度传感器浸湿。传感器干燥和恢复可能需要很长时间，在此期间无法进行测量，也无法控制燃料流水分。

维萨拉加热探头技术可以很好解决这个难题，因为通过将传感器元件加热到高于环境温度，可以将相对湿度降低到冷凝点以下。使用位于湿度传感器附近的附加温度传感器，还可以测量实际过程温度。根据这两个值，就可以计算高湿过程的实际相对湿度，并同时防止出现冷凝问题。

VTT 是芬兰主要研究机构之一，它一直从事低温 (PEM) 和高温 (SOFC) 燃料电池研究。VTT 在进行燃料电

池相关研究中一直使用维萨拉的 HMT310F、HMT337 和 HMP7 湿度仪表以及 GMP343 CO₂ 变送器。

“维萨拉湿度传感器在我们的研究中很有帮助。了解反应气体的湿度对于低温和高温燃料电池都很重要”，VTT 燃料电池研究科学家 Mikko Kotisaari 说。

有关详情，请访问：
www.vaisala.com/fuelcell。



维萨拉 HUMICAP® 湿度和温度变送器 HMT337



维萨拉 HUMICAP® 湿度和温度探头 HMP7

VAISALA

www.vaisala.cn

请联系我们，网址为：
www.vaisala.cn/zh/lp/contact-form



扫描代码获取更多信息

参考编号 B211405ZH-C-R ©Vaisala 2019
本资料受版权保护，维萨拉及其合作伙伴保留所有版权。保留所有权利。所有徽标和/或产品名称均为维萨拉或其单独合作伙伴的商标。未经维萨拉事先书面同意，严禁以任何形式复制、转让、分发或存储本手册中的信息。所有规格（包括技术规格）如有变更，恕不另行通知。