

南方科技大学王海江：国家燃料电池技术规模化的生产需要解决一个“卡脖子”技术



2020年1月10-12日，中国电动汽车百人会第六届年度论坛在北京钓鱼台国宾馆正式召开。本次论坛以“把握形势聚焦转型引领创新”为主题，继续秉持“传递权威信息、广泛展开讨论、促进沟通合作”的目标，试图帮助业界人士梳理分析产业形势，探讨及回应产业关切的问题，寻找今后3-5年产业调整的方向及路径。

在分会场“构建可持续发展的氢能生态链”上，南方科技大学教授、加拿大工程院院士王海江表示，在整个可再生能源里面，它有很多细小的技术问题是需要我们来解决的。今天分享的内容是要聚焦到非常小的一个方面——质子交换膜燃料电池里面的一个核心材料气体扩散层方面的情况。

以下为王海江演讲实录：

尊敬的各位领导，各位专家，各位嘉宾，我是来自南方科技大学的教授王海江。刚才潘牧教授跟大家讲了整个可再生能源发展的一些情况，在整个可再生能源里面，它有很多细小的技术问题是需要我们来解决的。今天我的讲座要聚焦到非常小的一个方面，就是质子交换膜燃料电池里面的一个核心材料气体扩散层方面的情况。

要实现我们国家燃料电池技术规模化的生产，我们就需要解决燃料电池里面核心材料这样一个问题。气体扩散层就是燃料电池电堆里面的一个核心材料，目前我们国家还是主要依靠进口来解决气体扩散层这样一个材料问题。气体扩散层总体来说，也是我们燃料电池技术发展里面一个卡脖子技术。我们必须解决这样一个技术，南方科技大学氢能与燃料电池研究团队不辱使命，在过去两年多的发展里面，优化了燃料电池气体扩散层的结构，开发了气体扩散层的生产工艺，也实现了气体扩散层小批量生产。感谢电动汽车百人会给我这个机会，今天有机会向各位领导、各位专家就南方科技大学气体扩散层方面的研究情况给大家做一个汇报。

首先从燃料电池单电池的结构开始，燃料电池电堆是由很多单电池串联组成的。对燃料电池的单电池有一个七层的结构，中间是质子交换膜，质子交换膜的两侧是催化层，催化层的两侧是有两片气体扩散层，再加上双极板就构成了燃料电池单电池这样一个结构。可以看到一个燃料电池单电池需要两片气体扩散层，虽然目前市场上气体扩散层的价

格比质子交换膜要便宜一些，但是它的用量比较大，需要两片，所以它对燃料电池的价格有非常大的影响。这个图里面可以看到，美国能源部按照现有的燃料电池技术所做的一些计算。可以看到紫色的是气体扩散层在燃料电池电堆里面价格的分布，在小批量的时候，基本上价格占到21%，比质子交换膜还要贵一些。随着量的增加，气体扩散层的价格占比会减少一些，但即使到批量化的生产，它也占有一定的比例。当规模达到50万辆的时候，它还有6%的价格比例，所以气体扩散层对燃料电池的价格有非常大的影响。气体扩散层影响到燃料电池里面的传质、传热以及欧姆电阻，因为它对水管理有非常大的作用，它间接的影响到燃料电池里面的动力学。因为它影响燃料电池的性能，所以间接影响到燃料电池的成本。尤其是我们现在燃料电池技术发展是朝着高电流操作这样一个方向来发展，高电流操作的时候，传质就非常重要。这个图里面可以看到，好的气体扩散层和坏的气体扩散层对燃料电池的性能有非常大的影响。如果你不能提高操作电流，因为气体扩散层的问题很难进一步降低燃料电池的成本。

如何有一个好的气体扩散层的材料？首先要分析一下它在燃料电池里面所起的作用。首先第一个作用是传质的作用，它要把我们的气体均匀的扩散到催化剂上进行反应，同时要把这个产物这个水能够带出来，这是它的第一个作用。同时，燃料电池里面反应产生的热量也要通过气体扩散层带出去。另外所产生的电流也要通过气体扩散层导到外面的电路，传质、传热、导电是气体扩散层在燃料电池里面主要的功能。同时它需要有一定的机械强度来支撑我们膜电极，膜电极比如是CCM机械强度不够，需要有一个支撑，这个是气体扩散层四个功能。因为有这样一个功能的要求，所以我们对气体扩散层的材料选择也是有一定的要求。首先它必须是多孔的介质，需要良好的导热性，有良好的导电性，同时有一定的机械强度。另外因为它在燃料电池里面工作，所以它需要有良好的化学稳定性。正因为有这样一个要求，所以气体扩散层的选择并不是很多。早期的时候有些人用金属网或者金属泡沫来做气体扩散层，因为它的化学稳定性不高，所以后来基本上气体扩散层材料的选择只有两种，要么就是碳布，要么是碳纸，碳布的机械强度不是特别高，所以后来基本上所有的公司都是用碳纸作为气体扩散层。

现在材料基本上定下来了，材料的结构对我们气体扩散层的性能有非常大的影响。如何去解决气体扩散层结构的问题？我们团队首先在模拟计算这方面，多孔介质两相流动等等，我们用模拟方法来优化它的结构。我们用一些现有的气体扩散层，用CT扫描的方法，得到它的结构，再把这个结构放在计算机里面进行两相模拟，来优化这个气体扩散层的结构。有了这个模拟以后，我们还需要用试验来测量气体扩散层它的一些性能。气体扩散层最主要是气体要从它里面走，气体在多孔介质里面的扩散系数是决定在燃料电池里面性能一个关键的指标。我们这里面用了一个做扩散系数的测量，有两个腔体，一个腔体里面放上氮气，一个腔体里面放上氧气，中间有一个球阀，等球阀打开的时候，氧气就会通过我的样品走到另外一个腔体里面，模拟另外一个腔体里面氧气的浓度，就可以计算出来氧气在多孔介质里面的扩散系数。有了扩散系数的测量，我测量不同结构的样品，就能优化气体扩散层结构的性能。

另外一个研究就是我们气体扩散层里面水管理的研究，这里我们用了一个非常简单的方法，我们用一个类似于单电池的测试，但是这个单电池里面我们没有放一个正常的MEA，而是放了气体扩散层的样品和一个质子交换膜，阳极这一侧是水在里面流动，这个膜永远是完全润湿的。阴极这一侧按照不同的空气流量，在不同的空气流量下面来测量水从这里面走出来的速度，这样就得到水穿过气体扩散层的速度与空气流量之间的关系。得到右下角这样一个图，从这个图里可以看到燃料电池里面水平衡的情况。在红色的虚线上面，水流过气体扩散层的速度特别大，就造成了燃料电池里面膜容易干的这种现象。在虚线的下侧，水走的速度比较小，这样的情况造成水淹的情况，有了这样一个测量以后，我们就可以计算出来什么样的气体扩散层在燃料电池里面的水管理是最为有效的。

我们有了这样一些研究之后，就可以确定气体扩散层的结构，然后进一步来开发气体扩散层的工艺。气体扩散层生产，把南方科技大学的研究成果放到一个产业化公司里面来实施。在过去几年里面，我们通过南方科技大学的研究平台，创立了三个燃料电池产业化平台，其中一个就是通用氢能。气体扩散层的生产就是通过我们通用氢能公司来实现。在过去一年多的时间，通用氢能公司开发出来气体扩散层的生产线，目前产能一般情况下是10万平米，如果说三班倒的话，可以做到年产30万平米气体扩散层的生产能力。中间上面这个表是我们气体扩散层的一些性能指标，这个指标和国外商业化的气体扩散层基本是非常类似的。下面这个图是气体扩散层在燃料电池里面它的性能表现，可以看到我们的气体扩散层和国外的气体扩散层的性能基本上是一样的。这个曲线里面有一个特点，两个安培的时候，仍然没有看到有传质控制这样一种现象，所以它的好处，放在燃料电池电堆里面，如果操作点为1A/cm²的情况下，可以过载100%都没有问题。这个就是我们气体扩散层的特点，现在生产能力基本上就是每年10万-30万平米这样一个产能。如果有需要气体扩散层的公司，可以和我们联系，这个就是我今天向各位领导汇报的全部内容。谢谢大家！

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/151129.html>