



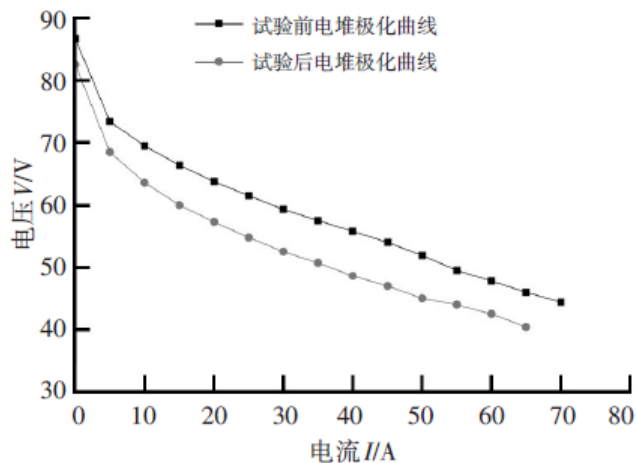
PEM 氢燃料电池电堆低温特性试验方法

新能源汽车以其节能、环保、高效的概念成为未来汽车发展的一大方向。在大众的视野中，纯电动汽车还是一个新兴的事物，而日本、美国、欧洲的许多汽车厂家已经开始氢燃料电池汽车的发展规划。在我国，未来纯电动和插电混合动力汽车补贴将大幅退坡，但燃料电池汽车的补贴额度保持不变且高于电动车。这样的政策激励催生了燃料电池汽车的快速崛起。



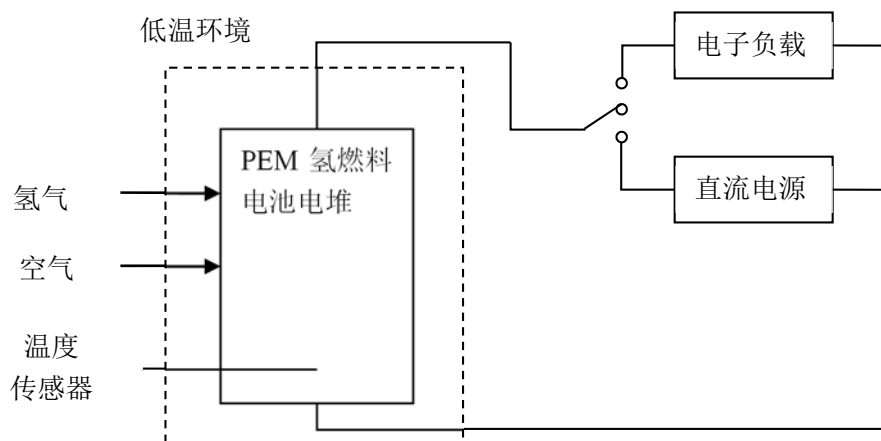
图一、燃料电池电堆（又称燃料电池发动机）

氢燃料电池是一种利用直接将储存在氢气和氧气中的化学能高效、无污染地转化为电能的发电装置。质子交换膜（PEM）燃料电池是继碱性燃料电池、磷酸燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池和固体氧化物燃料电池后开发的第五代燃料电池，以其低温运行、启动快、比功率高、体积小等优势成为全球燃料电池汽车领域的首选技术。这也要求 PEM 燃料电池能够经受住汽车使用中的各种环境及工况的严苛考验。燃料电池发电过程中会产生水，水在低温环境下容易发生冻结，导致电池无法启动或运行很短时间就被迫停机，反复启动会破坏燃料电池的内部结构。以 6kW 电堆低温启动试验为例，经过 9 次低温启动后，由于反复的冰冻及解冻，质子交换膜上产生了裂纹和穿孔，电堆性能发生了明显的衰退。我国地域辽阔，0℃ 以下低温启动是燃料电池汽车无法回避的一个重要运行工况，所以对 PEM 燃料电池电堆的启动方法及辅助启动手段需要进行科学准确的测试，以减小实际使用中的寿命衰退。



图二、电堆极化曲线图

国标 GB/T 31035-2014 质子交换膜燃料电池电堆低温特性试验方法，规定了其低温（0℃以下）条件下的存储、启动、工作性能的试验方法。在低温启动试验中，主要试验设备包括直流电源、直流电子负载、温湿度传感器及燃料和氧化剂的测量设备。艾德克斯宽广的直流电源及直流负载产品线可以为 PEM 燃料电池测试试验提供高效高性能的测试设备。



图三、燃料电池电堆低温启动实验装置

控制直流电源的启动电流，以 $0\text{mA}/\text{cm}^2$ - $1000\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度启动燃料电池电堆，控制氢气与空气的输入，记录燃料电池电堆温度到达零度的启动时间与功耗。电堆启动后，逐渐加大电堆的输出功率，由电子负载进行拉载，测试由输出功率为 0 到怠速状态、怠速状态到额定功率的时间与功耗。额定功率运行 10 分钟后，进行关机操作。反复进行低温启动试验至少成功启动两次。对比试验前及试验后的燃料电池电堆的气体泄漏率、启动时间及能耗、关机时间



及能耗、吹扫时间及能耗、外部能量消耗量等参数，获得 PEM 燃料电池的低温启动特性。

艾德克斯 IT8900 系列高性能大功率直流电子负载，支持 150V/600V/1200V 三种电压范围，功率可扩展至 600 kW,特别适用于燃料电池客车及乘用车电堆的测试。具备超高的电压和电流分辨率，最高可达 1mV 和 1 mA，同时电压/电流测量速度最高可达 50Hz，利用上位机软件可进行复杂加载设置及长时间数据存储。

艾德克斯 IT6500 系列宽范围可编程大功率直流电源可以为不同功率规格的电堆提供从 800W 到 30kW,以及高达 1000V、1200A 的宽广输出范围，CC&CV 优先权功能实现快速无过冲的曲线变化，具有高精速、高可靠性的设置功能和安全特性。IT6500C 系列直流电源可搭载功率耗散器，实现高达 90 kW 的一体化负载功能，简化国标中双向控制开关的接线及控制要求。

与蓄电池相比，氢燃料电池测试中包括对燃料及氧化剂输入的控制与输出功率的联动，以及复杂的输出极化曲线的测试，使用艾德克斯直流电源及直流电子负载，可形成高速高性能可编程测试方案，能够简化工程师的工作，并具有完善的保护功能及高可靠性。