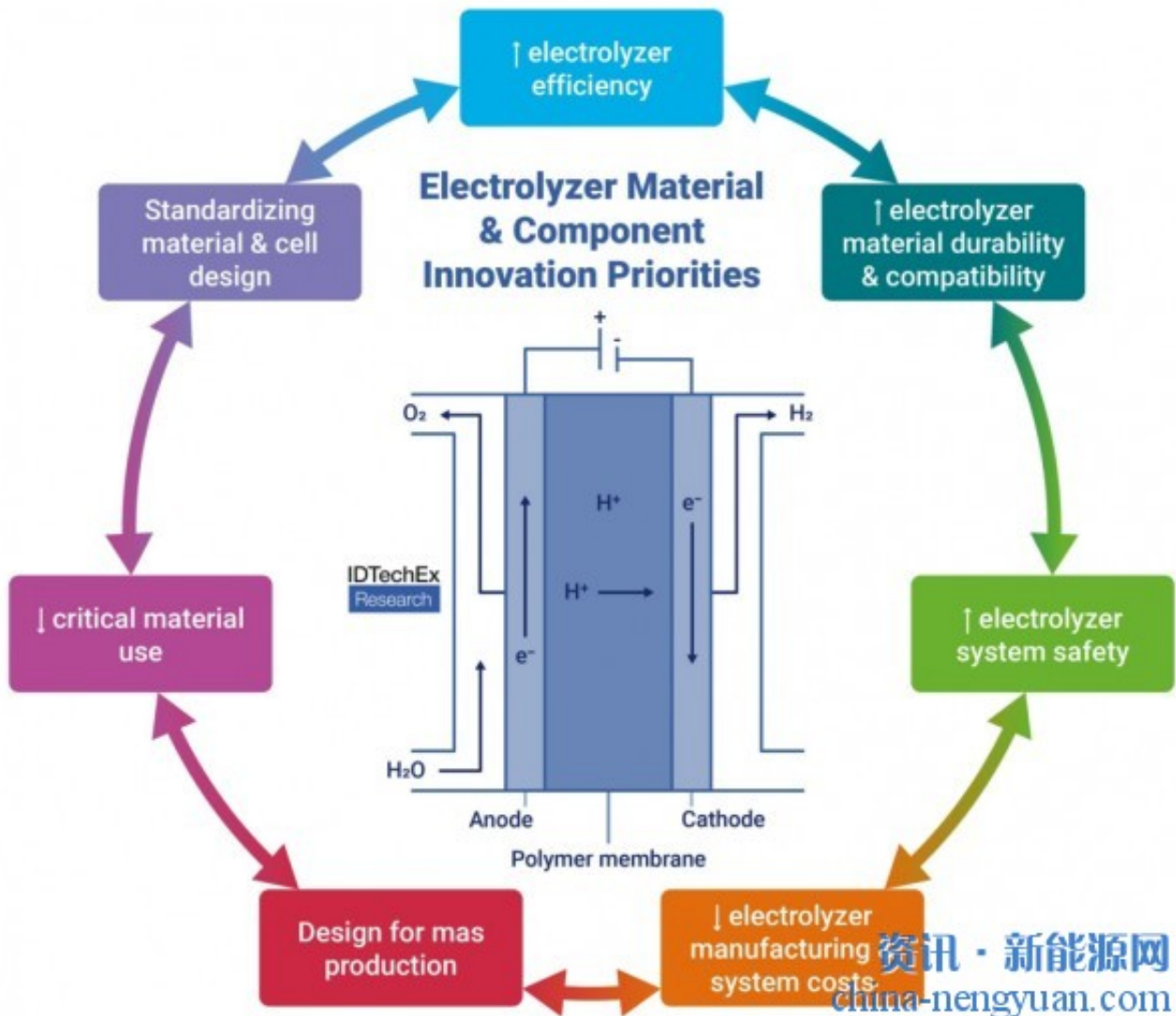


研报：四大类电解槽关键材料和组件创新的优先事项



绿色氢的生产仍然是许多政府和企业脱碳战略的重点。电解槽是利用可再生电力将水分子分解为氢和氧的设备，是实现绿色制氢的关键技术。许多人关注的是对大型绿色氢气工厂以及电解槽制造设施的需求。然而，在更广泛的市场中，材料和组件创新往往不那么受重视。

本文将根据IDTechEx的最新研报《2024-2034年绿色制氢材料：技术，参与者，预测》的相关见解，进一步阐明电解槽技术的一些关键材料和组件优先事项。

碱性水电解槽(AWE)：新电极设计，提高效率

碱性水电解槽(AWE)是一项成熟且高度商业化的技术，提供最低的系统资本成本和可预测的长期性能。AWE电堆使用液体碱性电解质(氢氧化钾, KOH)和多孔隔膜，并依赖于广泛可用的材料，如镍和不锈钢。

与主要竞争对手质子交换膜电解槽 (PEEL) 技术相比，AWE的一个关键挑战是其效率较低。因此，电解槽技术和材料开发商专注于生产用于电极的高性能催化涂层，以提高水转化为氢气和氧气的效率。高性能涂层在商业上存在，但许多涂层仍然依赖于在混合氧化物涂层中使用关键的铂族金属 (PGM)，如钌。



电极涂层的研究重点是发现和应用新的催化材料。有希望的策略包括将现有镍与其他过渡和非过渡金属元素耦合，例如在NiFeCoP中那样。此外，使用多孔电极，如镍网，可以与这种涂层特别好地结合，生产出为反应提供高表面积的高度纳米结构的催化剂。

将这些电极压得多孔隔膜上可以进一步提高效率，这是由于化学物质在反应位点之间必须行进的距离减小了。这被称为零间隙单元配置，并且已经在商业AWE电堆中广泛使用。De Nora是零间隙电池组件和先进电极涂层之一，正在与McPhy Energy和thyssenkrupp nucera等知名AWE供应商合作。IDT echEx预计，将这些材料和组件设计策略结合起来可能会进一步提高AWE的效率，但还需要全面的商业努力。

质子交换膜电解槽（PEEL）：减少对昂贵和关键材料的需求

质子交换膜电解槽（PEEL）因其高效、紧凑的设计以及对波动的可再生能源的适应性而获得了巨大的吸引力。虽然PEEL堆中的材料正在朝着标准化方向发展，但创新远未停滞，尤其是在阳极催化剂开发方面。

铂（Pt）和铱（Ir）分别催化电解槽中发生的电化学反应。所使用的最先进的材料是用于阴极的负载在炭黑（Pt/C）上的铂和用于阳极的铱黑（Ir）或氧化铱（IrOx）。在阳极使用铱尤其成问题，因为1–2.5g/kW的电流负载和对PEEL系统的高需求可能会给全球铱供应带来重大压力。



催化剂供应商，如Heraeus Precious Metals，正在通过在混合氧化物催化剂（IrRuOx）中将铱与钌偶合来解决铱问题。鉴于减少铱负载量的紧迫问题，这种材料在不久的将来可能会得到更高的商业吸收。学术和企业研发小组正在探索的另一种策略是使用负载型铱催化剂，类似于Pt/C方法。此外，大部分研究都集中在通过将铱与混合氧化物中的过渡金属偶合来消除铱，以利于其他铂族金属，如钌。不含铱和PGM的催化剂通常仍处于开发的早期阶段。IDTechEx预测，需要更多的研究工作来展示其竞争力，并为广泛的商业应用铺平道路。

PEM电解槽中的其他部件，如气体扩散层（GDL）和双极板，也使用贵金属涂层以及铱。这两种材料在未来都可能变成问题，因此许多公司正在探索新的制造和涂层方法，以降低对这些材料的要求。

阴离子交换膜电解槽（AEMEL）：改进膜和避免关键材料

阴离子交换膜电解槽（AEMEL）是一种相对年轻但不断发展的技术，旨在将碱性和PEM技术实现最佳结合。AEMEL试图将AWE的材料丰富性与PEEL的高效特性相结合。这项技术正在经历快速增长和创新，Enapter等公司就是例证，它们是商业兆瓦级AEMEL系统的先驱。



IDTechEx指出，许多研究AEMEL技术的研究小组仍在电极上使用铂和钌基催化剂。该行业和新商业参与者的一个关键重点应该是完全消除PGM的使用，并选择在AWE领域使用的高性能纳米结构催化剂。此外，该技术可以受益于气体扩散电极（GDE）的应用，其将气体扩散层与电极组合成单个组件。

另一个问题是阴离子交换膜（AEM）材料的广泛变化，因此其性能和耐久性各不相同。AEM可以受益于在质子交换膜（PEM）空间中看到的一些策略，例如聚合物链的交联和AEM可以涂覆到其上的支撑层（例如PTFE）的使用。材料的变化可能会持续下去，但AEMEL开发人员可以从AWE和PEMEL技术的当前发展中获得灵感，将其应用于自己的电堆设计。

固体氧化物电解槽（SOEC）：优化电解槽结构，实现高性能和低降解

固体氧化物电解槽（SOEC）在电解领域也是一种相对较新的技术，与AWE和PEEL相比，其市场份额较小。SOEC的工作温度（ $>600^{\circ}\text{C}$ ）远高于前面提到的低温技术（ $50-90^{\circ}\text{C}$ ），因此需要截然不同的材料和设计方法。

SOEC技术从固体氧化物燃料电池（SOFC）技术的材料发展中受益匪浅，因为大多数电堆都被设计为可逆运行，即同时作为电解槽（SOEC）或燃料电池（SOFC）。虽然该技术中已经建立了某些陶瓷组件，但在SOEC中开发新材料和电极电解质组件是一个很有前途的创新领域。



创新的优先事项包括使用电解质，以实现较低的操作温度，从而提供长期稳定性和成本效益。其中包括掺杂钕的二氧化铈（GDC），它已经在一些商业电堆中使用，Ceres Power等公司就是例证。另一个关键焦点是金属支撑电池（MSC）的使用，因为与在商业电堆中更常见的电极或电解质支撑电池相比，金属支撑电池具有几个固有优势。这些包括降低的材料成本以及更好地承受热循环和抵抗机械应力的能力。此外，许多努力都致力于改善电池材料与互连、接触层和密封剂的热兼容性和化学兼容性。

未来的SOEC电堆可能会采用更先进的材料。总的来说，SOEC电堆中使用的材料种类繁多，这不仅突出了技术的多样性，还显示了这些高温电解槽材料创新的潜力。

市场前景和战略见解

电解槽技术和材料开发商面临着许多挑战，其中许多是相互关联的。例如，减小质子或阴离子交换膜的厚度可以提高效率，但可能降低膜的耐久性。另一方面，通过先进的材料和制造技术提高耐用性会增加制造成本。因此，材料和部件创新没有单一的最佳方法。然而，这一优化过程为开发更复杂的电解槽材料打开了重要的商机。



电解槽组件市场正准备大幅扩张，IDTechEx的预测估计，到2034年，其市值将达到317亿美元。这一增长主要由快速发展的绿色氢气行业推动，电解槽在其中发挥着至关重要的作用。

（素材来自：IDTechEx 全球氢能网、新能源网综合）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/207394.html>