六大氢能应用技术齐发

文 | 陈怡如

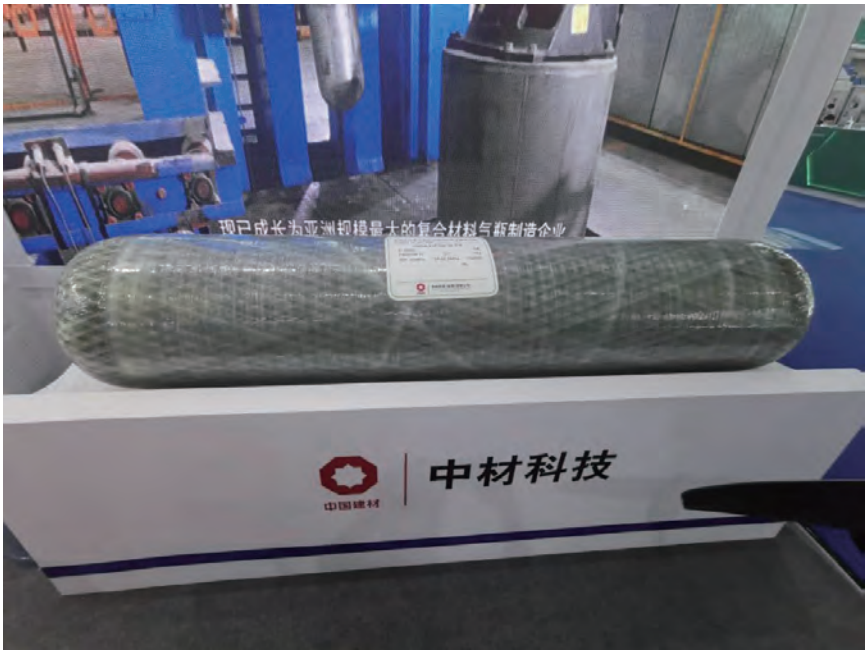
零碳排的氢能应用不仅是世界趋势，高效率的氢应用技术，更是中国在全球氢经济竞争下胜出的关键。我国已经投入研发多项跨领域的氢应用技术，包含储氢瓶、电解水产氢、氢气燃料电池系统、余氢再利用等，协助国内产业掌握氢能应用趋势，加速布局 2060 碳中和净零排放关键技术。

载具专用储氢瓶 采用碳纤复合材

氢为气态燃料，为应用于运输载具，须以高压储氢瓶盛载，才能安全的储存与输送。由于氢气分子极小，若以一般的钢瓶储存，氢气会钻入金属的结构中，长久使用后，金属瓶会产生裂断现象，也就是所谓的氢裂。

以碳纤维复合材料打造储氢瓶，由于碳纤维分子比氢气还要小，因而更加安全，重量也减少 60% 以上，更加轻量化。在碳纤维的缠绕技术上，我国完成基于机械手臂的自动化缠绕制程系统，相较于传统动辄上千万元的龙门型纤维缠绕专用机，能大幅降低建置成本，并具有小量多样的生产弹性。

过去储氢瓶的研发专利都掌握在国际大厂手中，目前我国专家研发的制程技术涵盖高温硬化至中低温硬化、干式缠绕或湿式缠绕等客制化材料技术，及配套材料制程设备，搭配轻量化结构设计与力学分析，可协助复材高压储氢气瓶产业国产化。



PEMC 金属板燃料电池电堆 轻薄省成本

燃料（通常是氢）转换为电能的装置，反应后产物主要是水，被誉为是最洁净的能源，也是达成 2060 净零排放的主要路径之一。

在燃料电池核心组件电堆中，双极板扮演重要角色，提供气体流道，防止电池气室中的氢气与氧气接触，并在阴阳两极之间建立电流通路。过去双极板大多采用碳板，厚度较厚，体积难以缩小；同时放在移动载具上时，也容易因为震动而裂开。

我国专家研发的金属双极板，体积更加轻薄，成本只有碳板的 50%，也更加耐震动、耐冲击，适合用在交通载具或利基产品上，如可携式及备援电力设备。其随时开关的特性，搭配独有的金属双极板流场结构设计、多层导电碳薄膜与电池模块化等专利技术，能有效提升电池功率密度与寿命，进而达到减碳效益。

近期我国专家连结捷克 UJV、CAS 以及国内 6 家厂商，成立跨国金属板电堆研发联盟，共同开发燃料电池，掌握关键自主技术。今年 9 月，研发团队也将延伸成立新创公司，提升产业技术能量。

定置型 SOFC 自给自足氢能发电

面对减碳压力，许多企业纷纷评估自建电力系统，也让固态氧化物燃料电池（Solid Oxide Fuel Cell；SOFC）备受关注。SOFC 是透过电化学反应，将碳氢燃料能量转换为电力输出，具有发电效率高（大于 55%）、低污染排放、低噪音等特点，SOFC 系统可适用天然气、沼气、工业副产氢及纯氢等多元料源，是极具潜力的氢能分布式电力技术。

SOFC 除了发电外，附带产出的热水，也能充分用于制程或洗涤，冬天亦能转成热风，作为厂内供暖设备，应用场域包含工厂、旅馆、大楼、温泉业、医疗院所等产业；而小型 SOFC 系统，则可作为家用供电、供暖的整合方案。

中国产业已具有燃料电池系统整合及零组件制造能力，我国专家与亚氢动力等公司合作，建立本土化 SOFC 系统整合技术，自制率达 75%，目前已打造一套绿能科技示范场域。同时也与中海油公司展开实场验证，后续将布局国际燃料电池分布式电力市场，带动国内相关产业发展。

再生能源电解产氢系统 自产绿氢关键技术

氢能洁净，用途多元，但氢的取得方式是一大关键，主要来源之一便是透过电解水产氢技术。以绿电来产氢，可作为钢铁、石化业者的洁净料源，不会有因天然气重组反应制造氢气，导致二氧化碳排放的问题。

现阶段电解水产氢的一大挑战在于成本，过去使用氟系质子交换膜，得用昂贵的铂铱触媒，我国专家自主研发碱性膜材，能以较便宜的镍系触媒替代，不仅降低产氢设备成本达 30%，产氢效率更高达 80%，成为便宜绿氢的最佳提供方案，可供应二氧化碳再利用反应所需的绿氢料源，协助难脱碳产业达到减碳效益。

国际能源署（IEA）预估，全球若要实现净零排放，2050 年氢能需占整体能源比例达 13%。全球对于电解水

产氢的目标是，在 2050 年每 1 立方公尺的氢气可以产出 5 度电，目前虽然还在实验室阶段，但 1 立方公尺的氢气已能产出 4.5 度电，距离目标不远，未来将和企业合作，把规模放大，逐步实现氢能新世界。

绿色甲醇生产技术 二氧化碳变身高值品

中国每年产生 102 亿吨二氧化碳，想要减碳，除了从源头减量，也能将二氧化碳捕获再利用与氢气反应，合成为重要的基础化学品甲醇。甲醇应用广泛，可转化为一氧化碳、醋酸、烯烃、芳香烃等化工产业的基础料源，2021 年全球甲醇用量约 1 亿吨，预估至 2050 年成长至 5 亿吨，中国每年也要进口高达 1000 万吨甲醇，市场商机庞大。

目前全球进行二氧化碳转化甲醇时，反应温度高达摄氏 250 至 280 度，我国专家研发高性能的二氧化碳触媒氢化技术，以独家专利的铜锌合金触媒配方，能将反应温度降到摄氏 220 度，不仅转化能耗较低，产出效率也较高。对比目前市面上每公斤煤炭每小时可产出 600 克甲醇，这项成果可产出 1000 至 1100 克甲醇，成果领先国际。

高效滤氢纯化模块 建立氢气循环经济

能源转型如何和现有产业结合？中国工业余氢产量庞大，针对大量余氢去化问题，工研院研发高效滤氢纯化模块，能将半导体、石化、钢铁、造纸等产业制程中的余氢，进行纯化回收，达到循环再利用的目的，同时也减少燃烧余氢所需添加天然气产生的数万吨碳排。

针对市面上的滤氢技术，使用只让氢原子穿透的钯金属作为膜材，藉此取得高纯度的氢气。但钯金属相当昂贵。我国专家研发低成本的陶瓷金属材料，取代部份钯金属，除了成本减少 50% 外，透过筛分隔与质传过滤双机制技术，体积也只有一般市售纯化器体的一半。

这项技术能将制程所产生约 70% 余氢，纯化至 99.9999% 以上的高纯度氢气，供产线再利用，减少制程所需氢气的购买成本，或是供给燃料电池发电。我国专家已和国内尾气设备处理厂合作，解决国内产业的碳排痛点，打造中国绿色供应链。MFC