

未来最重要的能源载体——甲醇燃料电池

贾永斌

(山西兰花科技创业股份有限公司技术中心)

摘要: 甲醇燃料电池可将甲醇高效地转化为容易利用的电能, 整个过程基本无污染, 具有发电效率高、低噪音、电力质量高、占地小等优点, 尤其是其工作时间只取决于甲醇携带量而不受限于电池额定容量的优点将使其在一些没有电网的区域发挥特殊的作用。本文对甲醇燃料电池的发展历史及研究现状进行了详细的论述, 指出甲醇燃料电池在未来的能量市场上必将占据非常重要的位置。

关键词: 甲醇; 燃料电池; 清洁能源

燃料电池发电是在一定条件下使燃料(如 H_2 、 CH_4 等)和氧化剂(如空气中的 O_2)发生电化学反应, 将化学能直接转化为电能的过程。与常规电池不同, 只要有燃料和氧化剂供给, 就会有持续不断的电力输出。与常规火力发电相比, 它不受卡诺循环的限制, 具有理论发电效率高、污染物和温室气体排放量少、小型高效、低噪音、电力质量高、占地小等优点。在节能减排 and 环境保护日益得到重视的今天, 提高资源利用率、减少环境污染已成为当前产业发展的方向, 燃料电池发电技术作为一种清洁的能源技术已成为国际高新技术竞争的热点之一, 而甲醇燃料电池由于甲醇来源丰富、价格便宜、便于携带与储存, 因此受到更多的重视。整个甲醇电池结构简单、方便灵活, 工作时间只取决于燃料携带量而不受限于电池的额定容量, 可实现污染物低排放以至零排放。目前, 甲醇燃料电池主要有以下两类:

(1) 甲醇重整燃料电池

甲醇重整燃料电池是甲醇燃料电池中技术比较成熟的一种, 本质上属于质子交换膜燃料电池 (PEMFC), 只是比 PEMFC 增加了一个甲醇自热重整装置, 甲醇自热重整是指甲醇在不需外界供热情况下催化重整为 H_2 和 CO , 把 H_2 和 CO 进行分离后纯净的 H_2 作为氢源供给燃料电池使用。PEMFC 的燃料是 H_2 、氧化剂是 O_2 或空气。由于空气易得, 所以 PEMFC 的运行成本主要在于 H_2 。氢燃料的储存和分布需要一整套新的措施, 或需对现有体系进行彻底改造检修, 这对氢燃料进入市场是一个大的障碍, 而甲醇是一个清洁的液体燃料, 不需要任何耗能的加压或者液化程序, 储存和分布比氢要容易得多, 对现有条件稍加改造即可使用。可见, 甲醇重整燃料电池未来的市场推广应用要相对容易得多。

PEMFC 最早是在 20 世纪 60 年代由通用电气 (GE) 公司为美国宇航局开发的。与其它燃料电池相比, PEMFC 的优点是能量密度高, 不使用流动的、腐蚀性的电解质, 结构简单。1983 年, 加拿大国防部认识到 PEMFC 可能满足军队对能源的需求及其重要的商业前景, 于是资助巴拉德公司开始研究开发 PEMFC。进入 20 世纪 90 年代以后, PEMFC 快速发展, 戴姆勒-奔驰汽车公司在 1998 年已研制出了第四代 PEMFC 动力汽车, 丰田也在 1997 年推出了全燃料电池动力 (FCEV) 汽车。目前, PEMFC 面临的最大问题是膜的价格高、供应商少、催化剂成本高, 未来开发的关键是降低成本。

在国内, 中科院大连化物所对燃料电池进行了大量的研究工作。“九五”期间, 在科技部攻关和中国科学院重大项目“燃料电池技术”的资助下, 大连化物所在 PEMFC 方面得到了长足的进展, 并驱动了中国第一辆燃料电池中巴车。“十五”期间, 科技部启动了电动

汽车重大专项，大连化物所的车用燃料电池技术得到了全面提升，研制出的燃料电池电动汽车进入了演示阶段。在中国科学院知识创新工程重大项目“大功率质子交换膜燃料电池发动机及氢源技术”的支持下，大连化物所又完成了“75kw 甲醇重整燃料电池发电系统”的研制。“十一五”以来，大连化物所在燃料电池的耐久性和可靠性等方面进行了大量的工作。2008年，大连化物所开发的甲醇重整燃料电池汽车出现在北京奥运会上，运行66天，每辆汽车均实现4500公里无故障运行。

在可预见的未来，甲醇重整燃料电池将成为汽车发动机最好的替代品，其主要优势为：1、其运行更安静、更清洁；2、移动部件少、维修费用低；3、重量小、运行温度低、动力输出高。目前，大连化物所在电催化剂、膜电极组件、燃料电池电堆等关键技术方面均已具有自主知识产权技术，且性能参数达到国际先进水平，甲醇重整燃料电池的研究已处于工业化试验阶段。

甲醇重整燃料电池可应用于电动车电源、UPS电源、家庭电源、矿井动力电源等，具有广阔的市场前景。

(2) 直接甲醇燃料电池 (DMFC)

与甲醇重整燃料电池相比，在直接甲醇燃料电池 (DMFC) 中，甲醇无需重整，直接以甲醇作为燃料和空气进行反应，这是 DMFC 相对与甲醇重整燃料电池最大的优势。与普通电池相比，甲醇在理论上有更高的体积能量密度，这对于小的便携式电子设备尤其至关重要，使它们有可能更长时间地工作。随着在 DMFC 方面的研究不断取得进展，许多公司正在为一些便携式电子设备（如手机、笔记本电脑等）积极开发低动力的 DMFC，消费者不久即可享受到 DMFC 发电设备带来的好处，包括手机更长的通话时间、笔记本电脑更长的持续使用时间、更快的充电速度以及更轻的重量。

2003年，Yamaha 展示了第一个以 DMFC 为动力的两轮摩托车，输出功率为 500W，这种摩托车的高级版本 FC-me 在日本已经开始使用。2006年，Vectrix 开发的以 DMFC 为动力的单脚滑行车得到商业化，输出功率为 800W，最大时速超过 100km/h，行程约 250km，可与通常的单脚滑行车相比。虽然 DMFC 还不足为汽车提供动力，需要大量的努力以制备更大的 DMFCs，但正在取得的进步已让人印象深刻。

中科院大连化物所近年在 DMFC 关键材料与关键技术方面均取得了长足进展。该所自行研制的铂基系列电催化剂均具有良好的催化活性，其中 Pt/C、PtRu/C、PtRuIr/C 电催化剂无论在粒径分布还是在单电池性能方面均优于美国 E-TEK 公司和英国 Johnson Matthey 公司的同类催化剂。单电池的性能在 400mV 时电流密度可达 400mA/cm²，最高功率密度达到 190mW/cm²，接近国际先进水平。在电池系统方面，大连化物所成功地组装出了以石墨板为双极板的 15W 电池组、以不锈钢为双极板的 20W 电池组及以金属复合板为双极板的 100W 电池组。在该研究方面，大连化物所已申请 2 项美国发明专利，4 项中国发明专利。

DMFC 在很大程度上简化了甲醇燃料电池技术，在工作过程中仅仅排放水和二氧化碳，无其它污染物（如 NO_x、PM、SO₂ 等）释放，因此 DMFC 在很大范围内都得到应用，如便携式电子设备、小型摩托车、汽车或者在任何世界上还没有电网的区域作为发电机，是未来燃料电池发展的方向。在接下来的几年里，研究者们将在新型质子传导材料、催化剂性能和成本以及膜电极等方面对 DMFC 进行更深入的研究。DMFC 将远离传统的电池结构和设计思路，在总体的甲醇经济结构中，DMFC 将在甲醇发电方面扮演重要的角色。

尽管 DMFC 优势明显，但其发展却落后于其它类型的燃料电池，主要原因是 DMFC 的效率低。在短期内，从技术和效益方面考虑，使用甲醇重整燃料电池更合适。但从长远看，理想的燃料电池将是 DMFC。

目前，制约甲醇燃料电池走向大规模商业化的主要因素是高价格和寿命问题，但甲醇燃料电池的诸多优点，尤其是其工作时间只取决于甲醇携带量而不受限于电池额定容量的优点

必将使其在未来的能源市场上占据越来越重要的位置。