浅析用于天然气冷热电三联供系统的燃料电池

张涛

深圳市规划国土发展研究中心

摘要：介绍了天然气冷热电三联供系统的技术原理，并描述了作为天然气冷热电三联供系统动力设备——燃料电池的工作机理、优点、缺点、关键材料与部件和应用领域。

1天然气冷热电三联供系统

天然气冷热电三联供系统是指在动力设备通过不同形式的燃烧后，转换出三种能源产品：电力、热能（含蒸汽或者热水）以及冷水，并根据用户的不同用能特点，将其一体化的多联产、多供应的供能系统。就天然气冷热电三联供系统供能模式较传统的分散式系统供能模式而言，其理论能源综合利用效率可在80%以上。天然气冷热电三联供系统能源梯级利用原理见图1。

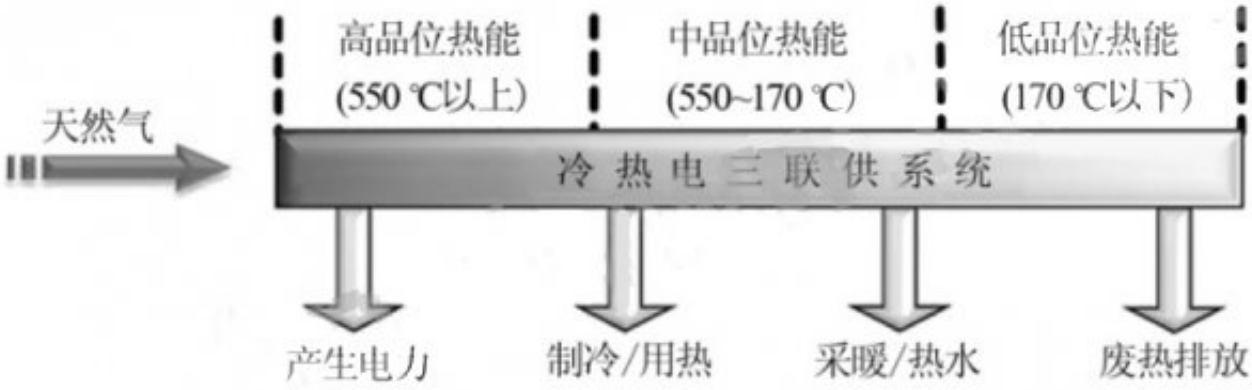

图1　天然气冷热电三联供系统能源梯级利用原理

天然气冷热电三联供系统由动力设备、余热回收设备和制冷设备三个子设备系统组成，其中动力设备占据着核心主导的地位，目前国内外市场上可选择的动力设备主要有：燃气轮机、内燃机、微燃机、斯特林发动机和燃料电池，其中燃料电池在天然气冷热电三联供系统的动力设备中，最具有清洁高效技术优势和市场发展潜力。

2燃料电池

2.1燃料电池的工作机理

燃料电池是一种电化学装备，工作机理与一般电池非常类似，其单体电池同样是由正负两个电极（负极：燃料电极,正极：氧化剂电极）以及电解质组成，燃料电池的工作原理见图2。

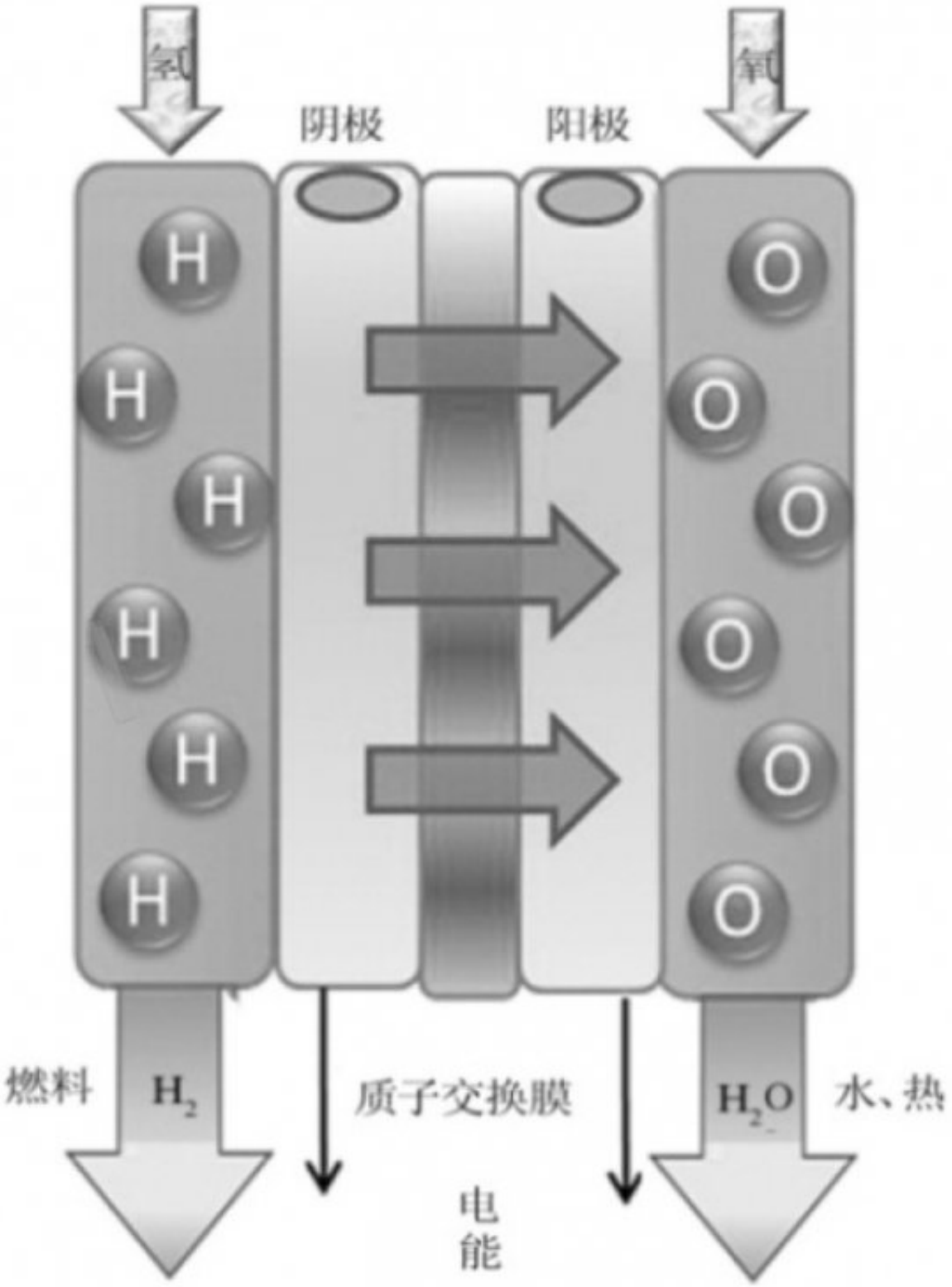

图 2　燃料电池工作原理

相比于一般电池将活性物质贮存在电池内部的方式有所不同，燃料电池的正、负极本身不包含活性物质，仅仅是个催化转换装置而已。燃料电池是真正把化学能转化为电能的能量转换设备，燃料和氧化剂由外部供给进行反应，只要反应物不断的进行持续输入，反应产物不断的进行持续排除，燃料电池就能够进行连续地稳定发电。

合理高效的回收燃料电池的热能，可以大大提高燃料利用的效率，并且生产出来的余热也非常清洁。高温燃料电池的余热温度较高，可以与其他发电装置组成复合式发电循环，以提高系统的整体发电效率和燃料利用效率，中低温燃料电池可以在回热系统中将废热直接回收生产热水或蒸汽，可以运用于采暖、制冷、除湿和生活生产热水等领域。

目前，燃料电池单独发电效率可达50%，如果通过热电联供利用热能，如与燃气轮机构成联合循环，则发电效率将可能达到70%~80%。燃料电池的环境兼容性同样也非常好，二氧化碳、氮氧化物与硫化物等排放量极低，燃料率利用也很高。另外，变负荷性能使得小型设备的效率得到了显著提高，这些优点使燃料电池在冷热电三联供系统中拥有了广阔的发展潜力和市场运营空间。

2.2燃料电池的分类

目前，全世界范围内许多科研机构根据燃料的电池的基本工作机理，已经研发出多种类型的燃料电池。

2.2.1按采用的电解质分类

按照所采用的电解质可分为：

（1）碱性燃料电池：一般以氢氧化钾为电解质。

（2）质子交换膜燃料电池：以全氟或部分氟化的磺酸质子交换膜为电解质。

（3）磷酸型燃料电池：以浓磷酸为电解质。

（4）熔融碳酸盐燃料电池：以熔融的锂—钾碳酸盐或锂—钠碳酸盐为电解质。

（5）固体氧化物燃料电池：以固体氧化物为氧离子导体，如以氧化钇稳定的氧化锆膜为电解质。

2.2.2按电池的工作温度分类

按电池的工作温度可分为：

（1）低温（工作温度低于100°C）燃料电池：包括碱性燃料电池和质子交换膜燃料电池。

（2）中温（工作温度在100~300°C）燃料电池：包括培根型碱性燃料电池和磷酸型燃料电池。

（3）高温（工作温度在600~1000°C摄氏度）燃料电池：包括熔融碳酸盐燃料电池和固体氧化物燃料电池。

3燃料电池的优缺点

3.1优点

（1）效率较高：燃料电池可通过反应，直接将化学能转为电能，单独发电时的效率可达50%，如果通过冷热电三联供系统利用热能，发电效率将可能达到70%~80%。

（2）环境友好、清洁环保：相比于传统的化学燃烧过程，可以减少氮氧化物和硫氧化物的排放，具有非常不错的环境友好性能。

（3）噪声低：燃料电池的反应过程非常安静，系统中配置的运动部件少，结构相对简单，工作平稳有序，噪声很低。

（4）运行稳定：碱性燃料电池和磷酸型燃料电池的成功运行，证明了燃料电池也可以具有较高的工作可靠性，可作为各种应急电源和不间断电源应用于各种建筑环境、生产环节和研发环境之中。

3.2缺点

（1）价格贵：目前燃料电池仍然属于新兴能源技术，建设成本明显高于别的传统发电机组（内燃机、燃气轮机）。

（2）对燃料的要求较高：某些燃料电池只能用氢气，某些燃料电池虽然能够用天然气，但必须脱硫，且需要配套高效率的过滤器。

（3）维护比较专业：燃料电池的维护与其他的发电机组有很大不同，目前这方面的专业维护人员比较缺乏，燃料电池发生故障之后，往往只能运回生产厂家进行修护和维修，暂时无法做到现场修理。

（4）规模化生产具有难度：市场上已有一些产品进入商业化市场，然而由于进入的时间较短，还未真正打开市场，大规模的批量生产还需要继续的努力。

4燃料电池的关键材料与部件

构成燃料电池的关键材料与部件主要有：电极、隔膜与集流板。

（1）电极：是燃料（如氢）氧化和氧化剂（如氧）还原的电化学反应发生的设备。电极厚度一般为0.2~0.5mm，通常分为两层：一层为扩散层或称为支撑层，它由导电多孔材料制备，起到支撑催化剂层、收集电流与传导气体和反应物的作用；另一层为催化剂层，它由电催化剂和防水剂等制备，厚度仅为几微米至数十微米。影响电极性能好坏的关键是电催化剂性能、电极材料选择和电极制备技术。

（2）隔膜：是分隔氧化剂和还原剂（如氢和氧），起离子传导的作用。为了减少欧姆电阻，隔膜的厚度一般仅为零点几毫米，至今，在电池内采用的隔膜分为两类：一类隔膜为绝缘材料制备的多孔膜，如石棉膜、碳化硅膜和偏铝酸锂膜等，电解质靠毛细力浸入膜的孔内，导电离子为氢氧根离子、氢离子和碳酸根离子；另一类隔膜为离子交换膜，如质子交换膜燃料电池中采用的全氟磺酸树脂膜，导电离子为氢离子。隔膜性能的决定因素为隔膜材料与其制造技术。

（3）集流板：也称为双极板，它起着收集电流、分隔氧化剂和还原剂的作用，并将反应物均匀分配到电极各处，再传送到电极催化剂层进行电化学反应。

5燃料电池的应用领域

近20多年来，燃料电池经历了碱性、磷酸、熔融碳酸盐和固体氧化物等几种类型的发展阶段，燃料电池的应用正以极快的速度在发展。燃料电池常应用于军事领域、发电领域，机动车领域、移动设备领域和居民家庭领域等。

在燃料电池发展的早期阶段，燃料电池发展主要集中在军事装备之中以及千瓦级以上的分散式发电；电动车领域成为燃料电池应用的新兴方向，已有多种采用燃料电池发电的车辆进入了市场化的阶段；通过小型化的纳米技术可以将燃料电池运用于一般消费型电子产品之中，在技术不断进步驱动下，小型化的燃料电池可以取代现有的锂电池或镍氢电池等高价格产品，作为用于手机、笔记本电脑、无线电电话、录像机、照相机等便携式电子产品的储能电源之一。

6结语

国内燃料电池的发展已经处于起步阶段，但与国际先进水平仍有较大的差距，本文意在初步介绍燃料电池，用以勉励该项新兴技术在我国的健康快速发展，以此带动燃料电池工业产业链水平的整体提升。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/168046.html