燃料电池的工作原理及其发展现状

姚思童，司秀丽，杨军，刘虹

(化学工程学)(沈阳市化工学校)

摘要：对燃料电池的发展现状、高温燃料电池产生并得以进一步发展的根本原因及高温燃料电池的工作原理进行了综述。

0引言

近年来，由于大气中CO_2含量的进一步增加，而使地球逐渐变暖，汽车尾气及一些工厂排放的硫的氧化物和氮的氧化物导致了酸雨的形成。这些不良现象都是环境污染造成的。因此，环境污染问题越来越受到世界各国的重视。为了解决环境污染这一根本问题，实现清洁能源的愿望，就要减少使用发动机和煤的燃烧，提高能源的转换和利用效率，研制出对环境没有污染的材料。

我们所需的这种材料经世界各国科学家的多年努力，已经展现在我们面前。它就是发电无噪音、无污染、能量转换效率高、被称为未来世界十大科技之首的燃料电池。这是一种正在深入开发研制的理想能源。

1燃料电池的发展及其现状

燃料电池是一种新型的无污染、高效率汽车动力和发电设备，它是随着各种电源的发展而产生的一种能量转换装置。1893年Grove首先发明了燃料电池，但是在20世纪60年代前燃料电池还曾经被认为是一种“高不可攀的新技术”。然而经过各国科学家的不断努力，终于在1965年8月由美国首先研制出第一个离子交换膜电池，并将其作为宇宙飞船的主要能源，用在航天事业上。从此，燃料电池作为一种化学能源，以其独特的优点、优越的性能，在国际上越来越受到各国科学家的重视，并得到了进一步的研究和发展。

燃料电池的工作效率和功率密度主要依赖于所选用的电解质和催化剂材料以及工作温度。

选取不同的电解质、催化剂和工作温度，便可构成不同类型的燃料电池。到目前为止，已有五种主要类型的燃料电池。

(1)固体高聚物电解质型(SPFC)燃料电池，运行温度80e；

(2)碱性型(ALFC)燃料电池，运行温度约为100e；

(3)磷酸型(PAFC)燃料电池，运行温度为200e；

(4)融熔碳酸盐型(MCFC)燃料电池，运行温度为650e；

(5)固体氧化物电解质型(SOFC)燃料电池，运行温度为1000e。

随着时代的发展，燃料电池也在不断地发展和更新。有人将磷酸盐型(PAFC)电池称为第一代燃料电池；将融熔碳酸盐型(MCFC)电池称为第二代燃料电池；将高温固体电解质型(SCFC)电池称为第三代燃料电池。目前，第一代兆瓦级磷酸盐型燃料电池技术上已基本成熟，并且已处于商业化生产阶段，一系列0.05~11MWPAFC电池已经通过或正在试运行。美、日在这方面始终处于世界领先地位。1977年美国首先建成兆瓦级电池发电站，为工业和民用提供电力。

日本电力公司在东京湾也兴建了一座1MW的大型燃料电池发电站，并于1991年运转。第二代融熔碳酸盐型燃料电池(MCFC)正处在研制阶段，正由10~20kW向兆瓦级发展。日本已在1989年完成25kW的MCFC电池组的试验，日本关西电力兆瓦公司和三菱电机公司共同研制成的MCFC燃料电池为100kW级，并开始进行运转试验。

第三代燃料电池SOFC正在积极的研制和开发中，虽然离实用化还有一段距离，但它是正在兴起的新型能源之一。1991年6月美国能源部和威斯汀豪斯公司投资1.4亿美元加速固态燃料电池的商业化，美国已有5kW的产品出售，并继续

对研制成的20~30kW电池进行工业规模放大试验。

日本新能源和产业技术开发机构设立燃料电池研究委员会，开始研究固体电解质型燃料电池的实用化，计划1993年春以前投入190万美元，其开发目标是使电池在21世纪初达到实用。目前，固体电解质型燃料电池(SOFC)的一个开发动向是把贮氢合金和燃料电池结合起来，开发汽车用燃料电池。美国的Bilings最近发明的莱塞型燃料电池，被加拿大的Balland公司装在公共汽车上进行试验。

西欧国家对燃料电池的高经济效益和低环境污染表示出浓厚的兴趣，我国对燃料电池的研究还仅仅处于起步的阶段。1989年底在美国召开了首届SOFC国际会议。1991年又在希腊召开了第二次SOFC国际会议。

2高温燃料电池的特点及工作原理

固体氧化物电解质型燃料电池(SOFC)又称高温燃料电池。自从1962年美国威斯汀豪斯公司设计出可实用的原型SOFC以来，已研制出加种类型的SOFC，其结构见表1。

表 1　各种 SOFC 的结构

电池结构 开发年代	圆筒型多电池 70 年代初	改进的圆筒型多电池 80 年代	平极型单电池 90 年人代	平极型多电池 90 年代
电解质	$(ZrO_2)_{0.92}(Y_2O_3)_{0.08}$	$(ZrO_2)_{0.9}(Y_2O_3)_{0.1}$	$(ZrO_2)_{0.9}(Y_2O_3)$ 0.1	$(ZrO_2)_{0.9}(Y_2O_3)$ 0.1
阴极	In_2O_3– S_nO_2	$La_{0.9}S_{r0.1}M_nO_3$		$L_{a0.9}S_{r0.1}M_nO_3$
阳极	Ni	Ni+ Z_rO_2		Ni+ Z_rO_3
联接材料	$CoCr_2O_4$(加入 2mol% Mn)	$L_a(Cr_{1-x}Mgx)O_3$	$LaCrO_3$	
单电池能力 电池堆输出功率	0.07W/cm^2 110W	3000W		
现状	日本建成电池堆，最大输出功率 1.2kW，正在试运转，长 2m	1987 年以后试运转 5000h 以上，总长 2m	在美、德两国试动转 10~ 30cm 方形	改进中

高
温烯料电
池(SOFC)是一种全
固态的能量转换装置。与各种燃料制
成的能源根本不同。燃料电池靠燃料(如H_2)与氧化剂(如O_2
)的电化学作用而直接将燃料的化学能转变为电能。SOFC具有以下独特的优点：

(1)不受热机效率的限制，能源转换效率高，其效率是内燃机效率的2~3倍，理论效率可达80%，实用燃料电池效率现已达到60%。而且燃料电池中发生的化学反应是宇宙中最简单的化学反应，参与反应的是氢(燃料)和氧(氧化剂)，生成物是水，所以完全没有污染。

(2)燃料电池它不同于常规电池，它是一种能量转换装置，而不是能量储存装置，不需要耗时的充电过程。并且燃料电池的电极只用作化学反应的场所和电流的通道，并不参与化学反应，因而没有电极损耗，工作可靠、寿命长。

(3)高温燃料电池中不用液体电解质，其固体电解质的使用避免了材料的腐蚀，解决了电解质的控制问题。

SOFC的上述特点，充分展示出其发展前景远大，在未来它将具有越来越强的竞争力和生命力。

燃料电池其作用原理是由WilliamGrove于1893年首先提出的，当时的燃料电池是用稀硫酸作为电解质，在室温下工作。高温燃料电池(SOFC)出现的较晚，它是继1899年能斯特(Nennst)固体氧化物电解质的发现后而产生的。SOFC主要包括以下几个组成部分：联接材料、阳极、阴极、固体电解质。如图1所示。

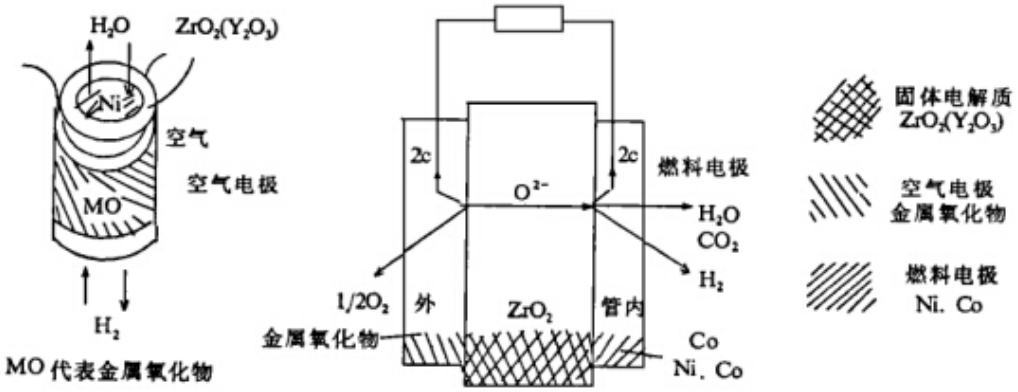

图 1　高温燃料电池示意图

图 1 是以二氧化锆(ZrO_2)为固体电解质的高温燃料电池的简易结构，其电池的工作原理如下

$$\text{阴极反应: } O_2 + 4e^- \rightleftharpoons 2O^=$$
$$\text{阳极反应: } 2H_2 \rightleftharpoons 4H^+ + 4e^-$$
$$\text{电池总反应: } 2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

燃料电池的两个电极(阳极和阴极)被固体电解质隔开(见图2)。

燃料部分如氢被运送到阳极，在阳极燃料被氧化，电子被释放到外环路。氧化剂部分如氧被送到阴极，在阴极氧化剂从外环路接受电子被还原。通过外环路的电子流支(电子从阳极到阴极)而产生直流电，电解质则在两个电极间起传导离子作用。

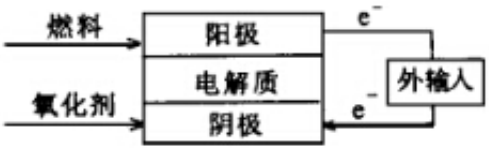

图 2　燃料电池作用原理图

总之，高温燃料电池以其独特的优点、简易的工作原理越来越引起人们的重视，SoFc作为新一代的燃料电池更加具有广阔的前景。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/96052.html