

# 燃料电池技术-原理、现状与趋势

上海交通大学燃料电池研究所

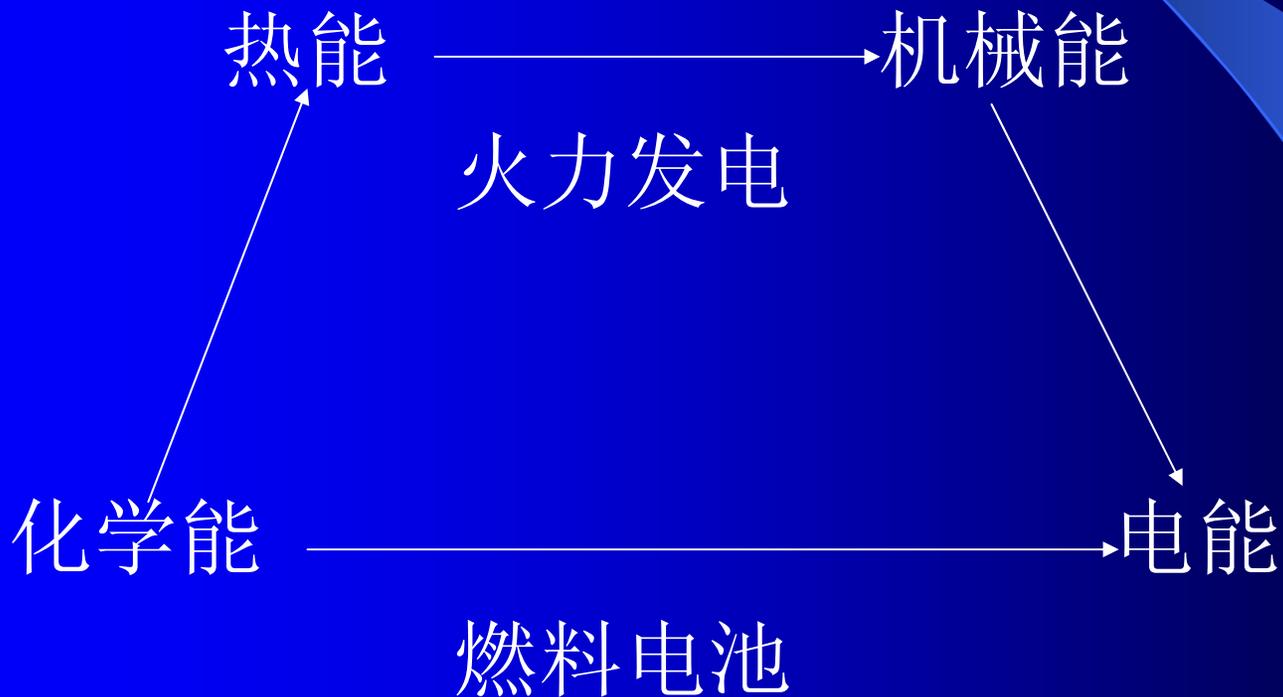
朱新坚

2006年10月13日

中国-澳门

# 燃料电池 (Fuel Cell)

燃料电池发电与火力发电的主要区别



# 燃料电池的主要优点

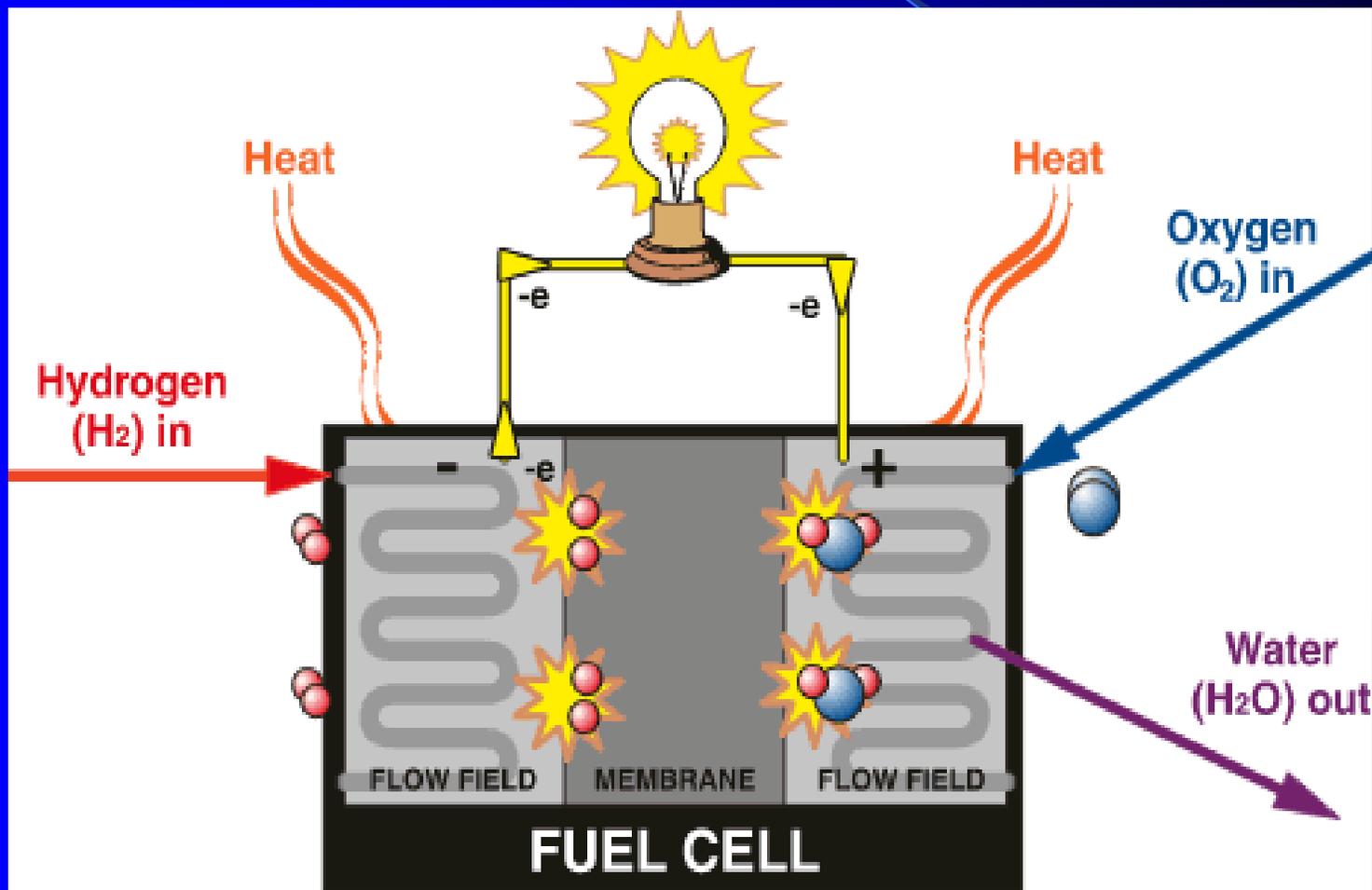
- 能量转换效率高——  
转换过程简单
- 污染大大减少——  
不直接燃烧

# 燃料电池与电池的区别

电池（Battery）——是能量储存装置

燃料电池（Fuel Cell）——是能量转换装置

# 质子交换膜燃料电池(PEMFC)



# PEMFC的工作原理

阳极反应为：



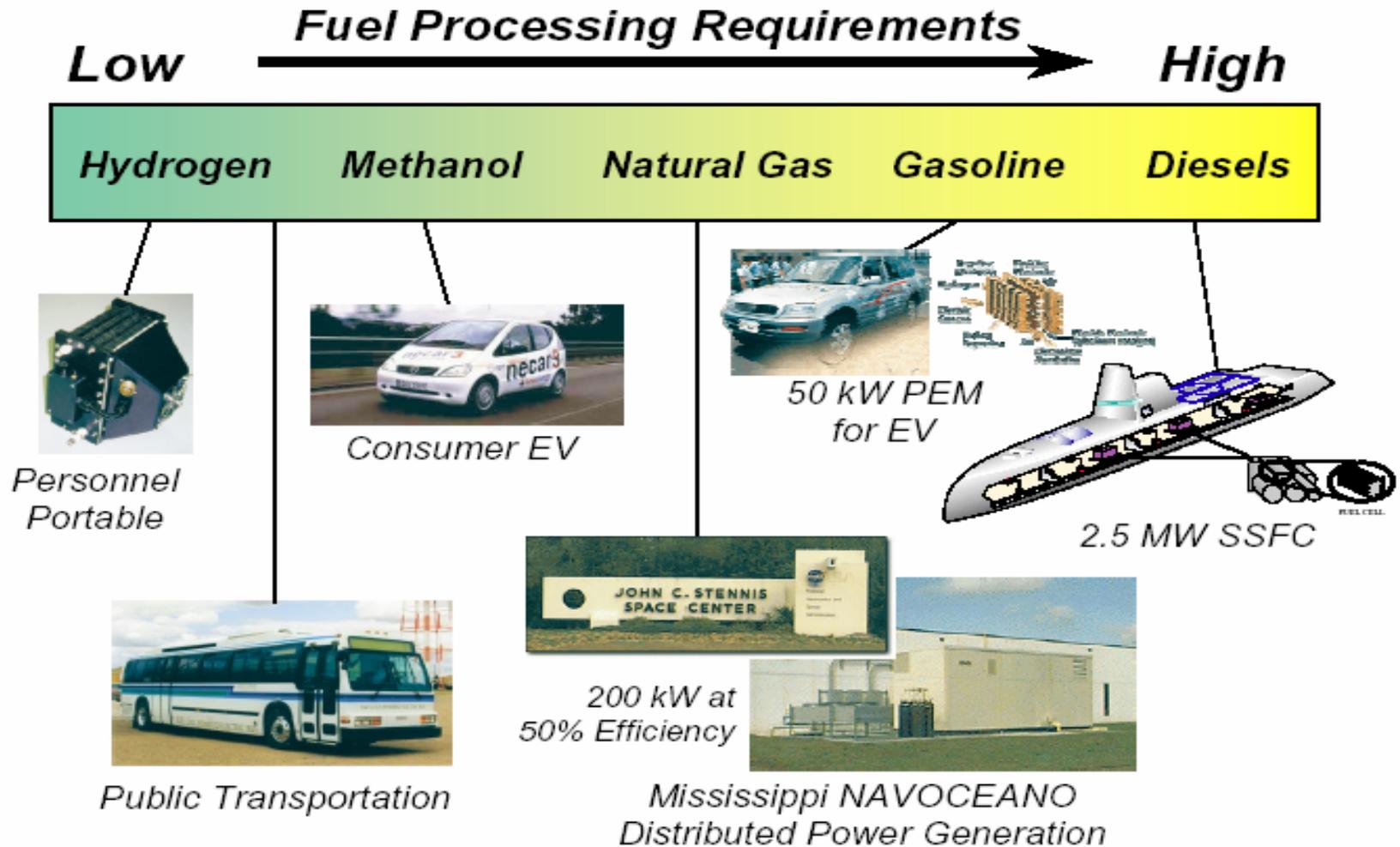
阴极反应为：



总反应为：

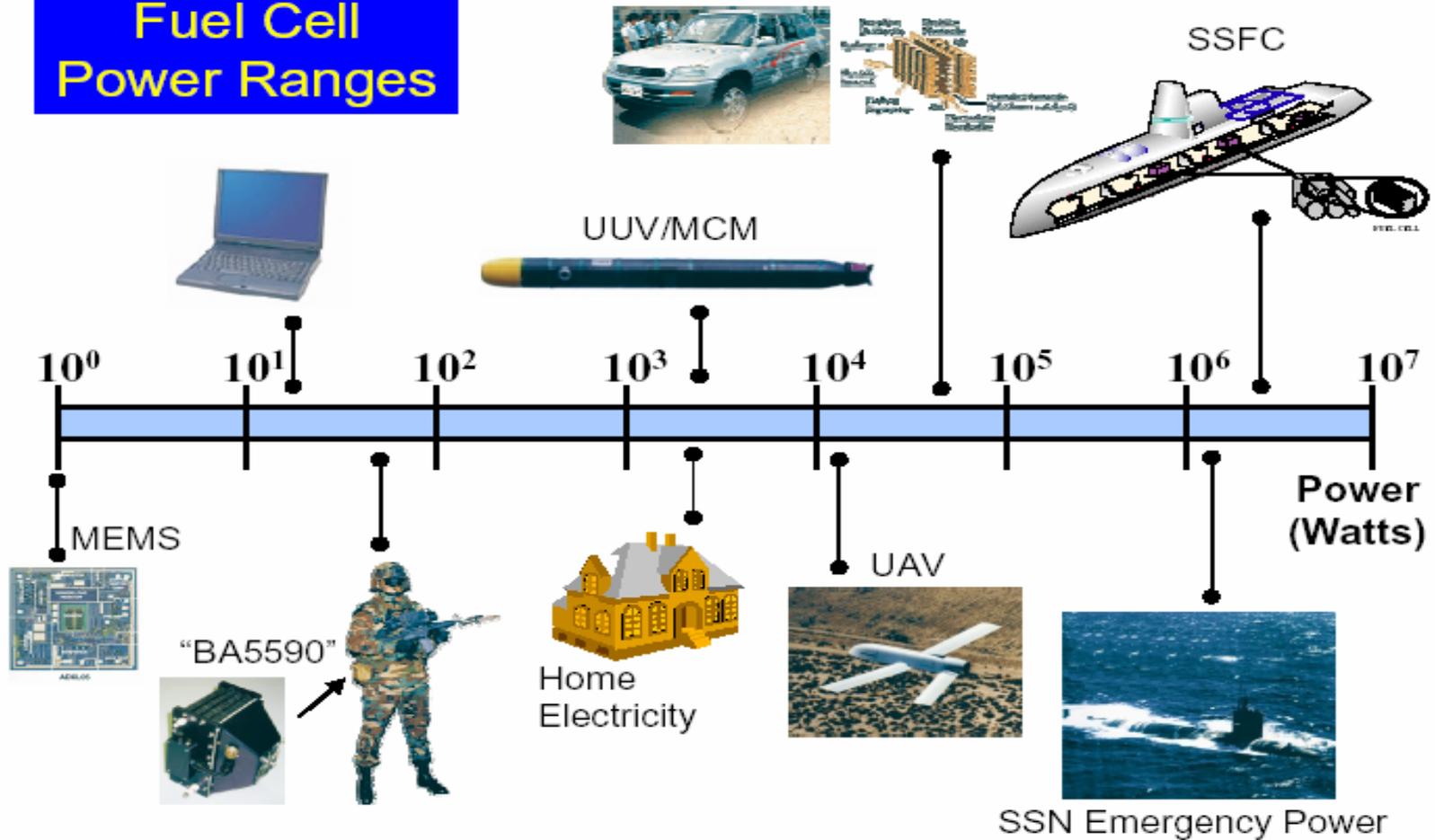


# PEMFC可用的燃料



# PEMFC的用途

## Fuel Cell Power Ranges



# PEMFC 的特点

- 工作温度低——80 °C
- 可在室温下快速启动
- 可使用氢气、天然气/甲醇重整气等做燃料，空气做氧化剂
- 运行安静、污染排放低
- 功率密度高、机动性好

# PEMFC 的用途

质子交换膜燃料电池——

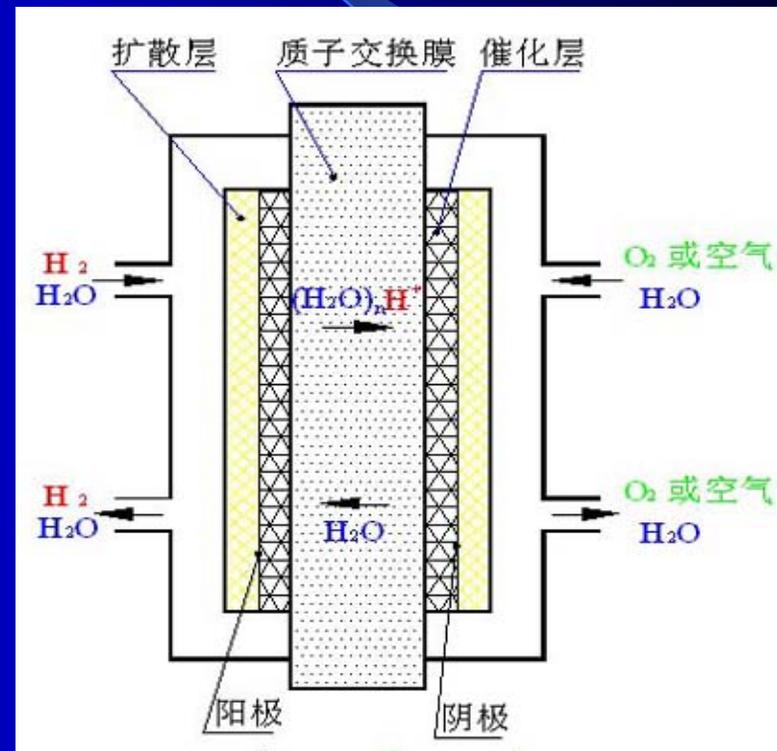
在固定电站、电动车、军用特种电源、可移动电源等方面都有广阔的应用前景，尤其是电动车的最佳驱动电源。它已成功地用于载人的公共汽车和奔驰轿车上。

# PEMFC 的主要部件

如右图示一个单电池  
包括：

- (1) 质子交换膜
- (2) 电催化剂
- (3) 碳纤维纸
- (4) 双极板

四大部件



# 国际研究的主要燃料电池类型

- 质子交换膜燃料电池（PEMFC）
- 直接甲醇燃料电池（DMFC）
- 固体氧化物燃料电池（SOFC）
- 熔融碳酸盐燃料电池（MCFC）

# 质子交换膜燃料电池

- 低温燃料电池
- 主要用于移动、便携或固定式动力源
- 各大汽车公司均有投入（戴克、通用、福特、丰田、本田）
- 技术上已取得很大进展

# 福特公司研制的PEMFC零排放轿车



# 巴拉德250 kW PEMFC电站



# 直接甲醇燃料电池

- 低温燃料电池
- 主要用于小型、微型移动/便携式电源
- 美国洛斯-阿拉莫斯国家实验室、日本 NEC、日立、东芝、韩国三星等公司均有投入
- 技术上还有一些关键问题须解决

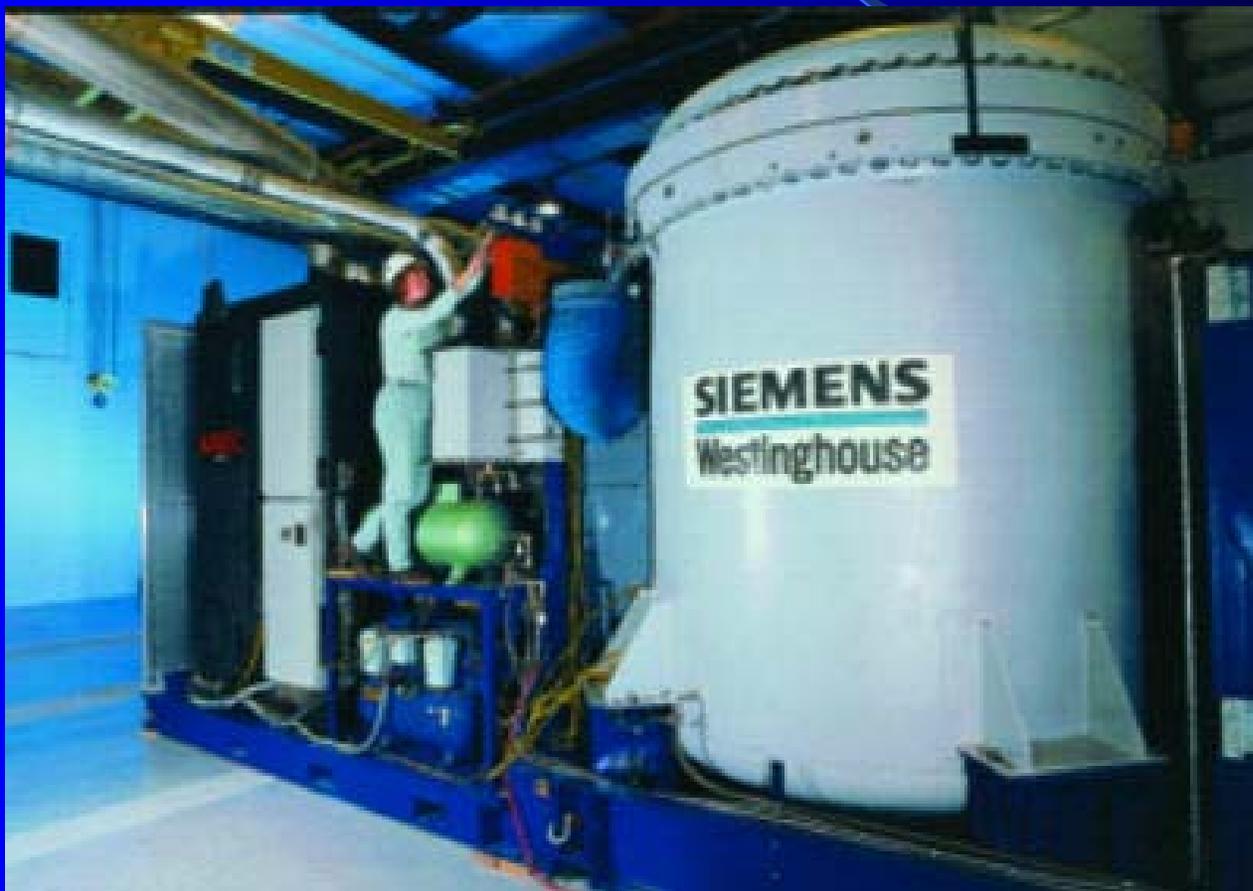
# NEC的微型直接甲醇燃料电池



# 固体氧化物燃料电池

- 高温燃料电池
- 主要用于集中或分散型电站/移动式电源
- 管式SOFC, Siemens-Westinghouse, 平板式SOFC, 瑞士 (Sulzer)、加拿大环球热电 (Globe Thermoelectrics)、日本三菱重工
- 管式处于示范阶段、板式还须研究

# 西门子SOFC/燃气轮机复合发电系统



# 熔融碳酸盐燃料电池

- 高温燃料电池
- 主要用于集中或分散型电站
- 美国FCE、日本IHI、意大利Ansaldo
- FCE已实现产业化，寿命还须延长

# FCE250 kW MCFC发电模块



# 燃料电池技术存在的问题

- 与传统的发电方式相比，燃料电池市场价格依然昂贵
- 燃料电池的工作寿命及可靠性仍有待于进一步提高
- 燃料电池技术不够普及、缺乏完善的燃料供应体系

# 燃料电池技术目前的研发内容

- 研究新材料——如新的离子交换膜、新型电催化剂、新型双极板
- 优化电池与系统结构——包括工艺、结构、系统优化
- 建设示范模型——如零排放的燃料电池车、分散型燃料电池电站，普及燃料电池技术，建立适合于燃料电池的燃料供应体系

# 中国燃料电池的研发

- 从资源高效、清洁利用环境保护角度
- 中国政府重视清洁能源的研发
- 发改委、科技部统筹规划燃料电池研发
- 支持燃料电池研发的重要国家计划——自然科学基金、973，863、攻关计划等

# 主要类型和研发单位

类型	研发单位	技术现状
PEMFC	DICP, ShenLi , Fuyuan Corp. etc	5--100 kW
SOFC	SIC, DICP, Unives	10--800 W
MCFC	SJTU	1 kW
DMFC	DICP, etc	10--300 W



# PEMFC的研发现状

1. Dalian Institute of Chemical Physics  
Chinese Academy of Sciences (DICP)  
大连化学物理研究所

2. Shanghai ShenLi High Tec Co., Ltd  
上海神力科技有限公司

45kW and 110 kW PEMFC engines for car & bus  
45kW, 110 kW 轿车和大巴用PEMFC发动机

# 大化所研发的PEMFC系列

direct methanol fuel cell engine



2000

30kW-FCE



2002

75kW-FCE



2003.8

90kW-FCE



100kW-FCE

2003.10



100kW-FCE

质子交换膜燃料电池发动机

Proton exchange membrane (PEM) fuel cell engine

# 上海神力科技公司研发的 第三代轿车用PEMFC发动机



# 863电动汽车重大专项—城市大巴 (PEMFC发动机由神力公司 和大化所分别提供)



# 863电动汽车重大专项—燃料电池轿车 PEMFC发动机--神力公司和大化所提供



# 固体氧化物燃料电池的研发现状

## **SOFC RESEARCH ACTIVITIES in SICCAS**

*Shanghai Institute of Ceramics , The  
Chinese Academy of Sciences*

中科院上海硅酸盐研究所SOFC研发现状

# 863计划—5千瓦级中温SOFC测试系统



# 由80个单电池组成的 800W电池组在运行中



# 运行后的800W SOFC 电池组



# 熔融碳酸盐燃料电池的研发现状

**MCFC RESEARCH ACTIVITIES**

**in FCI SJTU**

*Fuel Cell Institute of Shanghai*

*Jiao Tong University*

上海交通大学燃料电池研究所

MCFC的研发现状

# 863计划--50kW级MCFC测试系统



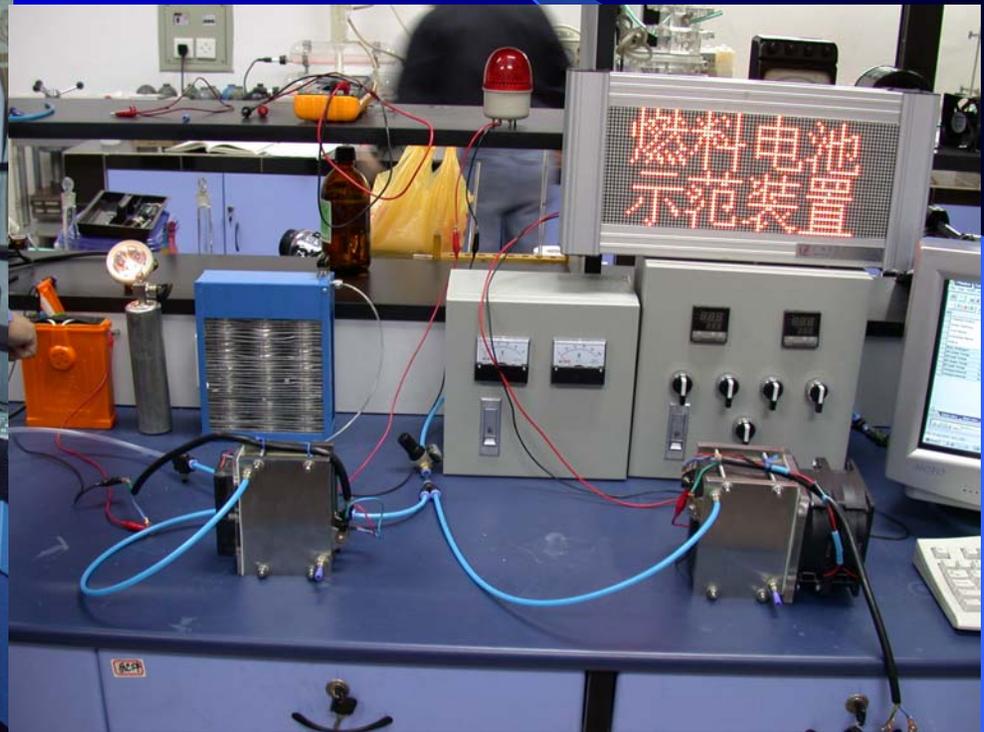
# 863计划—配套的天然气重整装置



# 863计划—由大化所研制的可为PDA供电的直接甲醇燃料电池



# 863计划—中山大学研制的直接甲醇 燃料电池



# 中国燃料电池的研发趋势

- The Chinese Government will increase the R&D funding of Fuel Cells
- 政府将不断加大燃料电池研发的投入
- Encourage more universities、institutes and industries to join the R&D of Fuel cells
- 鼓励更多的大学、研究所和企业参与燃料电池研发

# “十一五”燃料电池的研发重点

## 一、PEMFC（质子交换膜燃料电池）

- Key materials R&D to improve the performance of PEMFC（关键材料研发，改进PEMFC性能）
- High performance PEMFC module for FCEV(高性能电动汽车用PEMFC发动机)
- Used for Distributive power station –CHP（用于分布式冷热电三联供的PEMFC系统）

# “十一五”燃料电池的研发重点

## 二、SOFC（固体氧化物）

- Enhance key material & basis research（加强基础和关键材料研究）
- planar ITSOFC/NG Reformer（研发带天然气重整器的平板型中温SOFC系统）
- Begin R&D of tube SOFC/ LTSOFC（研发带天然气重整器的管型和低温SOFC）

# “十一五”燃料电池的研发重点

## 三、MCFC（熔融碳酸盐燃料电池）

- Enhance key material & basis research  
（加强基础和关键材料研究）
- Construct >50kW pilot plant/NG as fuel  
（研发天然气为燃料的50kW以上的MCFC电站）

# “十一五”燃料电池的研发重点

## 四、DMFC（直接甲醇燃料电池）

- Enhance key material & basis research (membrane,catalyst)
- 加强基础和关键材料研究，特别是膜和催化剂
- Mini/small DMFC system integration
- 微/小型直接甲醇燃料电池系统的集成

# “十一五”燃料电池的研发重点

Codes and Standards（标准与规范）

(1) Codes and Standards for FCEV

电动汽车燃料电池标准与规范

(2) Codes and Standards for Mobile &  
Stationary Power

固定和移动式电源燃料电池标准与规范

# 政府持续支持与 国际合作的重要性

Fuel cells—long term project

燃料电池—需政府持续支持

International Cooperation is important

国际合作非常重要

(1) Codes and Standards (标准与规范)

(2) Fuel cells (PEMFC, MCFC, SOFC, DMFC)

Cost reduction, long lifetime,

high credibility, etc.

各类燃料电池低成本、长寿命、高可靠性的研究

# PEMFC的应用示例



# PAFC的应用示例



# PEMFC的应用示例



# PEMFC的应用示例



# PEMFC的应用示例



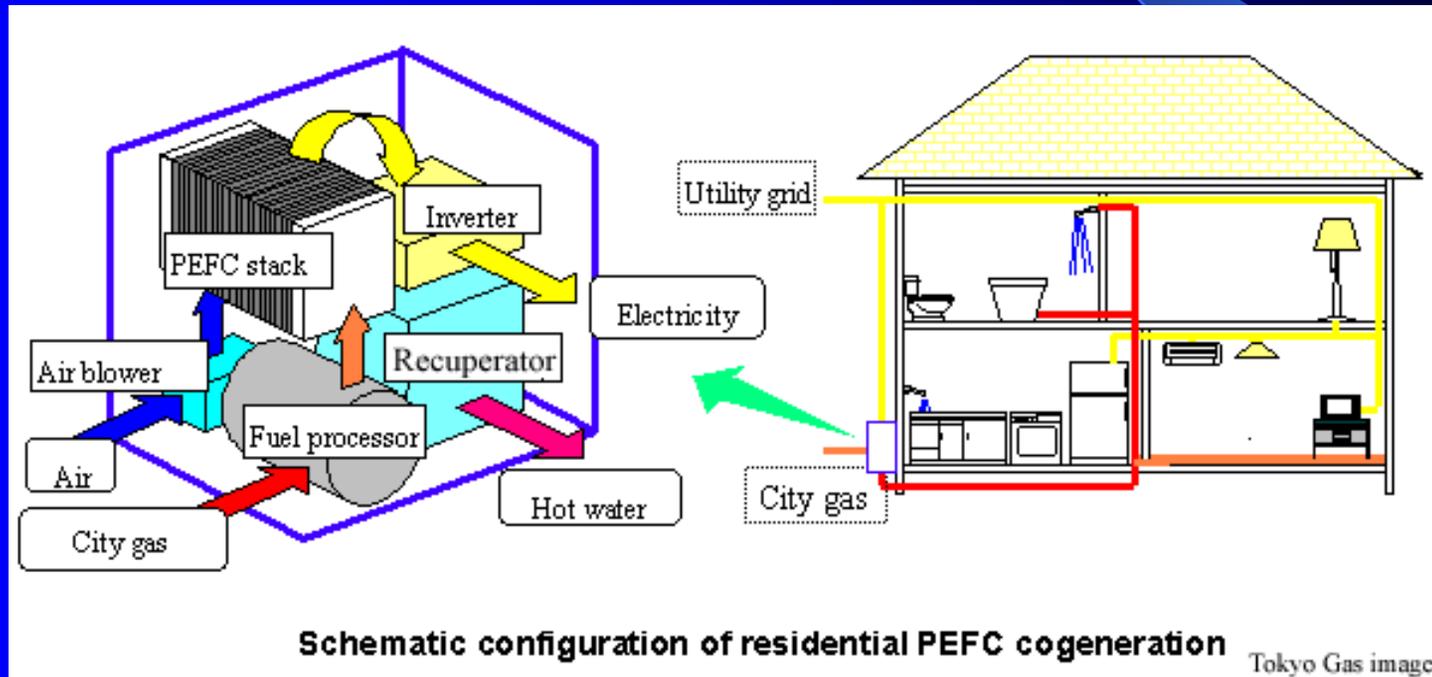
# PEMFC的应用示例



# PEMFC的应用示例



# PV+RFC的家用配置图



# 展望与结语

- (1) 高效、洁净的燃料电池必将在未来的高效、清洁发电技术中占有一席之地
- (2) 资金、技术、观念、基础设施上还有许多需要克服的困难

谢谢诸位!

2006年10月13日