



燃料电池技术

[日] 电气学会·燃料电池发电
21世纪系统技术调查专门委员会 编著

谢晓峰 范星河 译

燃料电池の技術



化学工业出版社

燃料电池技术

[日]电气学会·燃料电池发电
21世纪系统技术调查专门委员会 编著
谢晓峰 范星河 译

化学工业出版社

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

燃料电池技术/[日]电气学会·燃料电池发电 21 世纪系统技术调查专门委员会编著, 谢晓峰, 范星河译.
—北京: 化学工业出版社, 2004. 2
书名原文: 燃料电池の技術
ISBN 7-5025-5145-X

I. 燃… II. ①电…②谢…③范… III. 燃料电池-基本知识 IV. TM911. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 005411 号

Original Japanese edition

Nenryou Denchi no Gijutsu

Edited by Denki Gakkai · Nenryou Denchi Haitsuden Jisedai System Gijutsu Chousa Senmon Linkai

ISBN 4 274-03577-8

Copyright ©2002 by Denki Gakkai

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese language edition published by Chemical Industry Press.

Copyright ©2004

All rights reserved.

本书中文简体字版由 Ohmsha, Ltd. 出版公司授权化学工业出版社出版发行, 未经许可不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2003-3636

燃 料 电 池 技 术

[日]电气学会·燃料电池发电 21世纪系统技术调查专门委员会 编著
谢晓峰 范星河 译

责任编辑: 郑叶琳

文字编辑: 郑宇印

责任校对: 顾淑云 于志岩

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720 毫米×1000 毫米 1/16 印张 17½ 字数 292 千字

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5145-X/TQ·1913

定 价: 40.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

自 1980 年起日本就开始了燃料电池的研究开发工作，随着国家对燃料电池研究项目资金和人力投入的不断加强，燃料电池的研究和开发工作正在迅速地发展。回首日本燃料电池发展的历程，我们可以用一个小孩的成长过程来比喻燃料电池的开发及实用化进程。燃料电池家族中的大哥当数磷酸型燃料电池 (PAFC)，继人们熟悉的碱性燃料电池 (AFC) 之后，在美国技术的基础上，在国家的扶植下它已发展成为了具有“中等体魄”（数百千瓦级）的“社会一员”。目前，由于磷酸型燃料电池显示出的“稳重”性格（性能、功能），已肩负着燃料电池领域领导地位的重任。近几年来虽然没有重大的革新，但它正融入社会发展之中。燃料电池家族中的二哥是熔融碳酸盐燃料电池 (MCFC)，目前它正处于成为“社会一员”前的国家试验的最后阶段。它体积大、“性格豪爽”，将来在社会上要受到“就职部门”对其发展空间的限制。到目前为止，它已接受了“大量教育资助”，但将要面临毕业后如何返还这些资助的苦恼。燃料电池中的老三是固体氧化物燃料电池 (SOFC)，其体积小、“力气”大、比较坚实。目前正在完成对它的“义务教育”，有人预测它将来可能成为“总理”或者“大将”。但对社会的适用性如何现在还不明朗。需要指出的是，在成长过程中其“瘦弱”的体质会带来什么样的“品质”还难下定论。燃料电池家族中的小弟弟是固体高分子型燃料电池 (PEFC)，现在正成为世界能源环境关注的闪光点。其魅力是“个头小、机灵、敏捷且具有包容力”。尽管它刚刚成为“小学高年级学生”，目前还不够成熟，但可以预料它必将改变我们周围的生活环境。

到目前为止，在与燃料电池有关的国际会议中参加者的发言题目基本上是类似的，例如国际会议中燃料电池的研究会、Glove 研讨会、国际燃料电池会议 (IFCC) 等。可以看到 20 世纪 70 年代主要是基础理论和各种电池的宣传工作；20 世纪 80 年代则集中在磷酸型燃料电池研发方面；20 世纪 90 年代前期，有关磷酸型燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池和固体氧化物燃料电池的论文在数量上基本持平；20 世纪 90 年代后期磷酸型燃料电池研发方面的论文减少，而固体高分子型燃料电池的论文明显增加起来。1993 年，在第 3 次 Glove 研讨会上，日本第一位从事磷酸型燃料电池研究、原富士电机公司的穴原良司，鉴于他在磷酸型燃料电池开发研究中作出的大量的贡献，获得了 Glove 纪念奖，成

为第一个拿到该奖日本人。

纵观燃料电池开发的历史，经过先驱们的努力，作为燃料电池家族中的大哥——磷酸型燃料电池，在实用化开发过程中取得了许多具有潜在应用价值的技术。这些技术内容包括电池材料、结构、系统、运行等。正因为这些技术的支撑，加上我们正期待着的质子交换膜型燃料电池所取得的显著进展，所以燃料电池迅速得到了人们的青睐。为了更广泛地普及推广燃料电池，使得它在社会发展中能够得到公众的认可和支持，很好地理解燃料电池技术内容是非常必要的。数年来，已出版了许多通俗易懂的相关书籍，介绍了燃料电池的原理、特征、系统和应用。燃料电池是将原料中的化学能有效地直接转换为电力的“化学能发电”或者“分子能发电”的发电装置，具有功率高、清洁、体积小等诸多特征，它是对环境非常友好的发电装置，是 21 世纪重要的技术之一。今后，可望在向多方位推广应用的同时，应加速开展面向家庭应用的能源系统和汽车动力系统的燃料电池的普及工作。

我们对燃料电池寄予很大的希望。2001 年日本向固体高分子型燃料电池研究开发提供的资金是 100 亿日元，远远超过 20 世纪 90 年代前半期对熔融碳酸盐燃料电池的开发预算资金 50 亿日元。21 世纪中期以后将步入氢能时代，燃料电池的燃料源局限于纯氢，到大规模实用尚需一段发展路程；然而燃料电池作为无公害装置的代表，它的位置将是永恒的。

本书重点介绍了对地球环境友好的 21 世纪发电系统中最有发展前途的燃料电池、各种燃料电池的系统技术和其存在的问题。我们委员会在 3 年调查研究结果基础上，对收集的资料进行整理编辑成这本书。书中提出了一些新的观点，详细地阐述了燃料电池运行时不可缺少的、与电力系统等电力网联结相关的技术现状、存在问题和今后展望。

社团法人 电气学会
燃料电池发电 21 世纪系统技术调查专门委员会

委员长 堀内 长之

2002 年 7 月

堀内 长之委员长致中国读者的信

中国读者朋友：

21世纪人类面临的主要考验和问题是全球化的能源、环境和经济，这些课题挑战的关键之一是燃料电池。我们期待着21世纪中叶实现氢能时代，燃料电池技术则成为能源变换的核心技术。

电气学会·燃料电池发电21世纪系统技术调查专门委员会把握如今燃料电池的进展，瞄准今后的发展动向，编写了这本燃料电池技术专辑。

本书就现在世界各国积极开发的磷酸型燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池、固体氧化物燃料电池和固体高分子型燃料电池这4类燃料电池以及燃料电池发电系统与外围设备相连作为重点，进行了广泛、详细而细致的叙述。

如今在日本的燃料电池研究开发中，办公室用100kW级分散型电源、家庭用数千瓦级的热电联供并网发电装置以及家庭用车和公共汽车等驱动用电源是主流话题。中国准备大范围、多用途地推广燃料电池，这对以后燃料电池技术的应用是非常有益的。我期待着你们的发展。

社团法人 电气学会
燃料电池发电21世纪系统技术调查专门委员会
委员长 堀内 长之
2003年6月

译者的话

为了全面地了解正在飞速发展的燃料电池技术，并且能充分地阐明其要领，力求使读者从基础的角度纵观燃料电池的全貌，把握其基本原理和特征，同时又能全面介绍当今燃料电池技术发展，基于以上考虑，我们选译了此书。

本书由多年来致力于日本燃料电池研究、教育和工业化开发与应用的日本电气学会——燃料电池发电 21 世纪系统技术调查专门委员会编写。

该书内容丰富、逻辑严密、观点正确、叙述简捷，既在基础理论方面作了较深入的论述，又总结了许多实践方面的经验；既突出了世界各国积极开发的磷酸型燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池、固体氧化物燃料电池和固体高分子型燃料电池这 4 类燃料电池，以及燃料电池发电系统与周围设备相连系统等燃料电池的重点，又反映了近年来燃料电池的最新科技成果和未来发展动态。

本书由清华大学核能与新能源设计研究院谢晓峰博士、北京大学化学与分子工程学院范星河博士共同翻译。日本筑波大学机能工学系石川本雄教授、日本东京电机大学工学部电气工学科西川尚南教授为本书的翻译出版提供了很大的帮助和技术指导，清华大学张朝宗研究员对第 7 章进行了细心的校对。本书的翻译还得到了日本友人南六雄、清水弘之、原口典，加拿大 Western Ontario 大学 Jin Jiang 教授、Zhihao Zhang 博士、清华大学核能与新能源设计研究院毛宗强研究员、王兆海、张迪的热情支持与鼓励，在此成书之际，特表示衷心感谢。同时，本书的出版得到了国家高技术研究发展计划（863 计划）的资助，化学工业出版社对本书的出版也给予了大力的支持和帮助，在此表示感谢。

由于译者的水平和能力所限，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

译者

2003 年 8 月 20 日

于北京清华大学

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 燃料电池基础	1
1.2 多种多样的燃料电池	9
1.3 燃料电池的回顾	20
1.4 燃料电池的辅助装置	32
1.5 从能源现状看燃料电池的未来	39
参考文献	48
第 2 章 固体高分子型燃料电池	50
2.1 原理与特征	50
2.2 电池的组成	52
2.3 电池性能	61
2.4 开发动向与适用领域	71
2.5 面向实用化的课题与展望	86
参考文献	88
第 3 章 磷酸型燃料电池	91
3.1 原理与特征	92
3.2 电池的组成	94
3.3 电堆事故诊断与寿命预测技术	98
3.4 发电系统的普及事例及未来技术	110
3.5 技术开发的现状与未来	121
参考文献	129
第 4 章 熔融碳酸盐燃料电池	132
4.1 原理和特征	132
4.2 电池的组成和材料	134
4.3 电池性能	139
4.4 发电系统的组成	144
4.5 技术开发状况	154

4.6 面向实用化的技术课题和未来展望	165
参考文献	169
第5章 固体氧化物燃料电池	172
5.1 原理和特征	172
5.2 电池的组成	174
5.3 电池材料	184
5.4 发电特性	187
5.5 发电系统组成	190
5.6 开发状况	204
5.7 实用化的课题	209
5.8 展望未来	211
参考文献	212
第6章 使用液体燃料的直接型燃料电池	215
6.1 使用液体燃料的直接型燃料电池	215
6.2 用于宇宙航天的碱性燃料电池	219
参考文献	227
第7章 与电力网联结	229
7.1 电力网系统联结运转	229
7.2 逆变器的结构和特征	233
7.3 用于燃料电池的逆变器技术	244
7.4 与电力网系统联结的必要技术条件和课题	254
参考文献	267

第1章 概 述

燃料电池实用化的进程起始于 1940 年。从作为阿波罗宇宙飞船的电源到现在产业用和民用电源，燃料电池实用化应用技术的开发正在迅速发展，如今已发展成为固定式的燃料电池和专用的汽车用燃料电池。燃料电池的特点是能量变换效率高，对环境的负面影响几乎为零；由于体积较小，因此可以在任何时候任何地方方便地使用；同时，由于能使用多种燃料发电，还可以代替火力发电。日本从 1981 年起以国家项目——“宇宙技术带到地球上”为依托开始了燃料电池的研发工作。从那时起，国立研究所、民间研究所、大学、电力公司、煤气公司，重型机械工业、家电行业、汽车产业、化学工业等行业都开始积极地研究燃料电池。

就像本章的题目所表达的那样，在这里我们将用多种多样的视角来观察燃料电池的本质，以燃料电池内部化学反应为中心的燃料电池基础，阐述各种燃料电池的基本构成、特征、对燃料的要求和适用范围。

然后本书还将重点介绍在 21 世纪中期有望适用于汽车、公共汽车用的燃料电池车、家庭住宅、办公楼等应用的燃料电池供应系统，代替二次电池用作手机的电源等。

1.1 燃料电池基础

1.1.1 燃料电池的历史

1826 年欧姆定律发表后，大约在距今 160 年前的 1839 年，英国格罗夫发表了世界上第一篇有关燃料电池的研究报告。其后，迅速发展起来的、有热交换装置的交流发电机使用了燃料电池。1950 年后期，美国通用电气公司开始了燃料电池的研发工作，1965 年研制出了输出功率为 1kW 的燃料电池，装备在双子星座上，引起了广大工程技术人员的注意。

在宇宙站，白天用太阳能发电产生电能，生成氢气和氧气；夜间时，通

过燃料电池由氢气和氧气制造水和电。这种发电装置完全没有废弃物排出，不但发电效率高，而且重量轻，被广泛应用于宇宙中。

1981年，日本通产省工业技术院以“月亮计划”为基础，开始研发燃料电池。随后，国立研究所、民间研究所、大学、电力工业界、气体工业界、重工业、家电行业、汽车行业和化学行业等纷纷介入并积极地参与了其研究工作。在地球环境问题引起社会关注的今天，我们期待着燃料电池在21世纪早期能实用化，为降低全球污染作出贡献。

1.1.2 有关电解的法拉第法则

英国格罗夫在世界上首次成功地进行了如图1-1所示燃料电池的实验。他研制的单电池是在稀硫酸溶液中放入两个铂箔作电极，一边供给氧气，另一边供给氢气。直流电通过水进行电解水，产生氢气和氧气。这个燃料电池是电解水的逆反应，消耗掉的是氢气和氧气，产生水的同时得到电能。

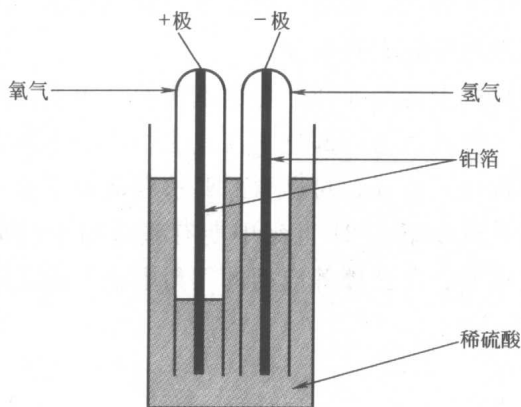


图 1-1 格罗夫燃料电池

(格罗夫将4组燃料电池直接相连，用于电解水)

像格罗夫燃料电池那样，让氢气和氧气反应得到电的燃料电池称之为氢-氧燃料电池。氢气进入的电极称为燃料极（氢极，阳极），氧气进入的电极称为空气极（氧极，阴极）。

氢-氧燃料电池中的电化学反应如图1-2所示。

燃料极：



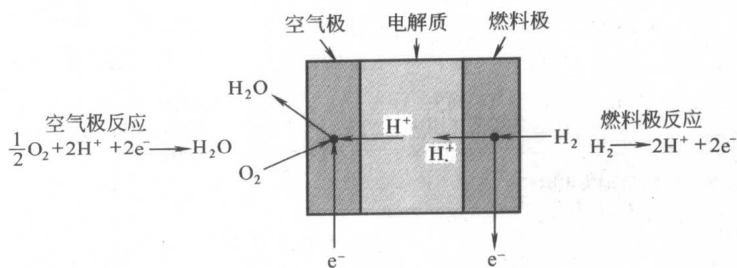
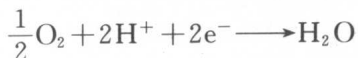
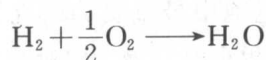


图 1-2 氢-氧燃料电池中的电化学反应

空气极：



整个电池的反应如下：



因此，氧气进入的电极一侧为正极，氢气进入的电极一侧为负极，将两侧外部连接起来可以得到电流。

根据如下的公式，可以计算出电流 I [A] 和所需氢气的流量 Q [mol/s]。

$$I = nFQ \text{ 与电解相关的法拉第法则}$$

式中 n ——反应中给予的电子数（上述的氢气反应中， $n=2$ ）；

F ——法拉第常数 = 96500c/mol。

1.1.3 燃料电池的等效电路

在燃料电池的燃料极和空气极之间接上外部电阻，可以得到电流。这个等效电路如图 1-3 所示。外部的电阻 R [Ω] 越高，电流 I [A] 就越小；燃料极的反应和空气极的反应变得困难，燃料气体的消耗 Q [mol/s] 也变小。

外部增加负载后，产生电池电压 $R \cdot I$ [V]，它是燃料电池的理论电位 E [V] 减去空气极电压降 $R_c \cdot I$ [V]、燃料极电压降 $R_a \cdot I$ [V] 和与阻抗损失有关的电压降 $R_{ohm} \cdot I$ [V] 之后的值。

$$R \cdot I = E - R_c \cdot I - R_a \cdot I - R_{ohm} \cdot I \text{ (燃料电池电压与电压降关系式)}$$

其中， R_c 和 R_a 是与电极反应有关的等效电阻，一般随电流变化而变化； R_{ohm} 是通过电解质的离子或通过导电体的电流等遵从欧姆法则的电阻。

尽力减少燃料电池内部的电压降——空气极电压降 $R_c \cdot I$ [V] 和燃料极

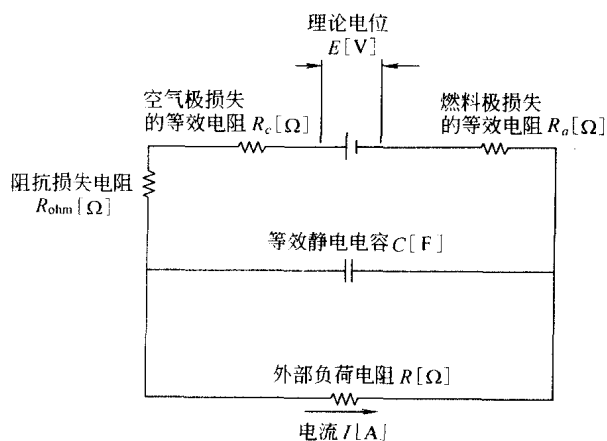


图 1-3 燃料电池的等效电路

电压降 $R_a \cdot I [V]$ ，是燃料电池中最重要的研究课题。由此可见，确保尽可能大的电极面积和在电极面积小时，增大实际反应面积也是燃料电池的研究课题之一。

另一方面，理论电位 $E [V]$ 与燃料电池好坏无关，它服从热力学的法则。理想的燃料电池输出功率是 $E \cdot I [W]$ ，它不等于在理想状态时供给的燃料完全反应的能量变化。化学能不可能完全转变成电能，它遵从热力学法则。对燃料电池的反应而言，化学能完全转变成电能称为理论效率，又称为理论输出功率。

图 1-4 为可转换为电的能量。

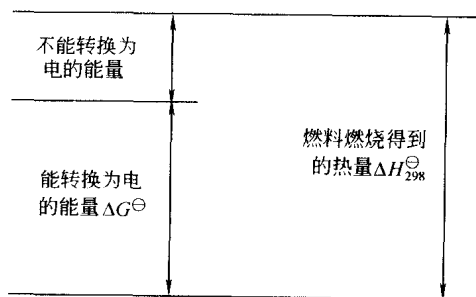


图 1-4 可转换为电的能量

1.1.4 燃料电池的理论效率和理论电位

燃料电池的理论效率 ϵ_{th} 可用下面的公式表示。

$$\epsilon_{\text{th}} = \frac{\Delta G}{\Delta H_{298}^{\ominus}}$$

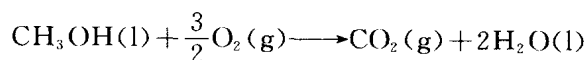
式中 ΔG ——燃料电池反应的标准生成吉布斯能变化, kJ/mol;

ΔH_{298}^{\ominus} ——298K 下燃料电池反应的标准生成焓的变化, kJ/mol。

燃料电池在标准状态下的理论电位 E^{\ominus} [V] 可以用以下的公式表示:

$$E^{\ominus} = \frac{-\Delta G^{\ominus}}{n \cdot F} \quad \text{燃料电池的理论电位表达式}$$

各种物质的标准生成焓和标准生成吉布斯能可以从热力学物性手册中查到, 这样, 通过 ΔG^{\ominus} 、 ΔH_{298}^{\ominus} 可以计算出燃料电池的理论效率 ϵ_{th} 和燃料电池的理论电位 E^{\ominus} 。例如用甲醇 (CH_3OH) 取代氢气做燃料的燃料电池, 整个燃料电池发生如下的化学反应, 该反应的 ΔG^{\ominus} 、 ΔH_{298}^{\ominus} 、 ϵ_{th} 、 E^{\ominus} 可以计算如下:



式中 (l), (g) ——分别为液态和气态。

[反应物]	$[\Delta H_{298}^{\ominus}]$	$[\Delta G^{\ominus}]$
$-\text{CH}_3\text{OH}$	239.1	166.7
$-\frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g})$	0	0
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393.51	-394.36
$2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-285.83×2	-237.16×2
	-726.07	-702.02

$$\text{标准状态下的理论效率 } \epsilon_{\text{th}} = -\frac{\Delta G^{\ominus}}{\Delta H_{298}^{\ominus}} = 0.970$$

表 1-1 为燃料电池反应、标准状态下的理论电位及理论效率。

表 1-1 各种燃料的反应式、理论电位、理论效率 (25°C)

燃 料	反 应	$-\Delta H^{\ominus}$ /(kJ/mol)	$-\Delta G^{\ominus}$ /(kJ/mol)	理论电 位/V	理论效 率/%
氢气	$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	286	237	1.23	83
甲烷	$\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	890	817	1.06	92
一氧化碳	$\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$	283	257	1.33	91

续表

燃料	反应	$-\Delta H^\ominus$ /(kJ/mol)	$-\Delta G^\ominus$ /(kJ/mol)	理论电 位/V	理论效 率/%
碳	$C(s) + O_2(g) = CO_2(g)$	394	394	1.02	100
甲醇	$CH_3OH(l) + \frac{3}{2}O_2(g) = CO_2(g) + 2H_2O(l)$	727	703	1.21	97
肼	$N_2H_4(l) + O_2(g) = N_2(g) + 2H_2O(l)$	622	623	1.61	100
氨	$NH_3(g) + \frac{4}{3}O_2(g) = \frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2O(l)$	383	339	1.17	89
甲醛	$C_2H_4O(g) + 3O_2(g) = 2CO_2(g) + 3H_2O(l)$	1460	1390	1.20	95

1.1.5 燃料电池的理论效率与温度、压力的关系

下面叙述当温度和压力不是标准状态下时，燃料电池理论效率的计算方法。

前面讲到理论效率 ϵ_{th} 式中的分母 ΔH_{298}^\ominus 是燃料在标准状态下的数值， ΔG 随工作温度和压力而变化。标准吉布斯能的变化与温度及压力的相互关系可用下面的公式来表示：

$$\Delta G = \Delta G^\ominus + RT \cdot \ln \left(\frac{p_{H_2O}}{p_{H_2} \cdot p_{O_2}^{\frac{1}{2}}} \right)$$

式中 R ——气体常数， $J/(K \cdot mol)$ ；

T ——温度， K ；

p_{H_2} ——燃料极侧 H_2 分压力， atm ；

p_{H_2O} ——燃料极侧 H_2O 分压力， atm ；

p_{O_2} ——空气极侧 O_2 分压力， atm 。（ $1atm = 1.01 \times 10^5 Pa$ ）

在这个公式中，第1项标准吉布斯能与压力没有关系，只随温度的变化而变化，第2项随燃料电池工作时压力、气体组成以及温度的变化而变化。

ΔG^\ominus 可以由以下公式计算：

$$\begin{aligned} \Delta G^\ominus = & -234,476 + 18.385T \cdot \ln T - 78.195T - 7.005 \times 10^{-3} T^2 \\ & - 5.3675 \times 10^5 T^{-1} + 4.883 \times 10^{-7} T^3 + 3.383 \times 10^7 T^{-2} \end{aligned}$$

（ H_2-O_2 燃料电池标准的 ΔG^\ominus 变化：生成的水是气体时，HHV 基准）

$$\Delta G^{\ominus} = -293013 - 28.645T \cdot \ln T + 354.425T - 2.325 \times 10^{-3} T^2 - 4.028 \times 10^5 T^{-1} + 3.383 \times 10^7 T^{-2}$$

(H_2-O_2 燃料电池标准的 ΔG^{\ominus} 变化: 生成的水是液体时, LHV 基准)

图 1-5 是不考虑压力影响条件时氢-氧燃料电池的理论效率。图中的 PEFC、PAFC、MCFC 和 SOFC 分别代表了不同种类的燃料电池, PEFC: 固体高分子型燃料电池; PAFC: 磷酸型燃料电池; MCFC: 熔融碳酸盐燃料电池; SOFC: 固体氧化物燃料电池。图中列出了各类燃料电池的工作温度范围, 另外也列出了卡诺循环 (Carnot cycle) 的理论效率。热机的理论效率随温度上升而增加, 燃料电池的理论效率随温度上升而下降。

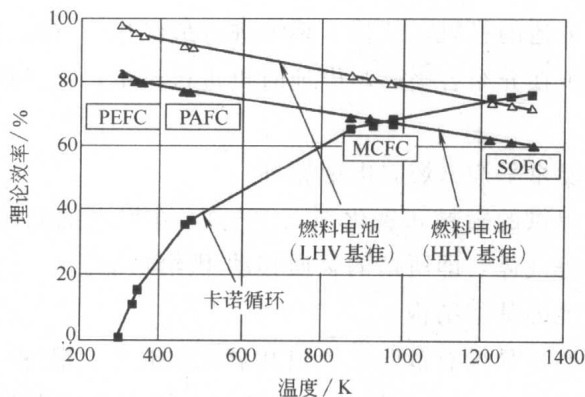


图 1-5 氢-氧燃料电池与卡诺循环理论效率

1.1.6 降低燃料电池的内部电压

图 1-5 是理论上的效率, 在实际的燃料电池中还发生着各种各样的电压损失, 实际的效率要比理论效率低得多。在燃料电池内部, 因存在空气极反应时的电压损失、燃料极反应时的电压损失和阻抗损失等, 真正从燃料电池中输出的电池电压如图 1-6 所示, 它是理论电压减去阻抗损失、燃料极反应的电压损失和空气极反应的电压损失之后的值。如果以燃料电池的电解质为基准电极, 可以分别计算出空气极上发生的压降损失和燃料极上发生的压降损失。

1.1.7 燃料电池的基本功能

燃料电池必须同时要满足以下功能, 而且为了达到高性能、长寿命、低

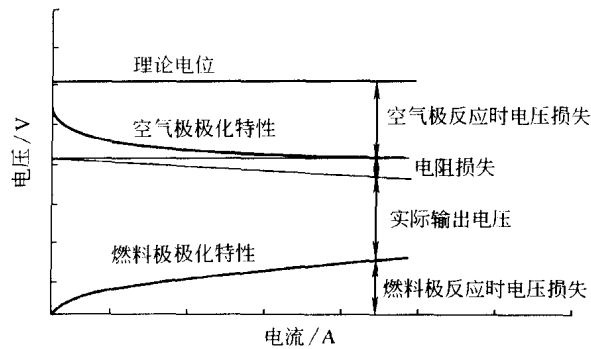


图 1-6 燃料电池中实际输出的电池电压

成本，还必须对电池的材料、结构、系统进行最优化。有关具体的燃料电池技术在以下各章中在介绍各类燃料电池时再进行讨论，这里仅给出燃料电池的一般共性功能。

(1) 物质、能量平衡（燃料电池原理）

从电池外部提供的燃料和氧化剂（空气），在发电的同时连续地排出生成水和二氧化碳等气体，即所谓的物质移动-供给功能。

(2) 燃料电池的基本结构

为了防止易燃、易爆有危险的燃料和氧化剂混合、泄漏，应有分离、密封功能。为了分离燃料和氧化剂（多支管，电堆中供给燃料和氧化剂的结构）两种物料，需要有隔离机能。平板型、圆筒型电池和电堆的结构具有这种功能。

(3) 电联结

各电池在低损失时应有联结已发生电力的输出功能（双极联结介绍中有串、并联联结、双极联结、隔板）和燃料电池的直流电转变成交流电的功能。

(4) 热平衡

为了保持燃料电池一定的温度，需要具有温度控制和冷却功能以及利用联合发电的排热功能。

(5) 适用的燃料

在燃料电池的电极反应上，具有将供给的燃料（天然气等）变换成富氢气燃料的改质功能。

(6) 最优化