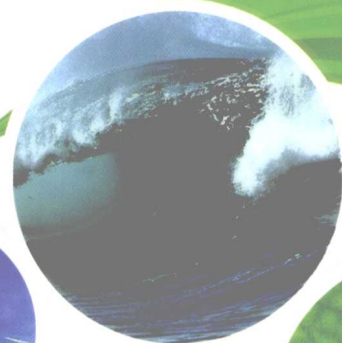
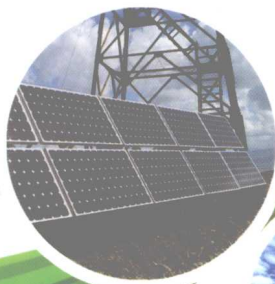




新 能 源 技 术 丛 书

新能源汽车与新型蓄能电池 及热电转换技术

钱伯章 编



科学出版社
www.sciencep.com

新能源技术丛书

新能源汽车与新型蓄能 电池及热电转换技术

钱伯章 编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是“新能源技术丛书”之一。本书详尽介绍了世界和中国在新能源汽车与新型蓄能电池、热电转换技术领域的发展现状与前景,介绍了国内外在这一领域的最新科技成果。重点介绍了国外新能源汽车发展现状和趋势,中国新能源汽车发展现状和趋势,新型蓄能电池尤其是锂离子电池的技术和开发动向,热电转换技术的研发、材料与应用进展。

本书可用作从事能源及新能源汽车与新型蓄能电池、热电转换技术领域的规划、科技、生产和信息管理人员的工作指南,也可供国家决策机构人员和相关技术人员参阅,并可作为教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

新能源汽车与新型蓄能电池及热电转换技术/钱伯章编. —北京:科学出版社, 2010

(新能源技术丛书)

ISBN 978-7-03-028128-9

I. ①新… II. ①钱… III. ①汽车-燃料-新技术应用②电力电子学-应用-汽车工程 IV. ①U473-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 119622 号

责任编辑:丁庆龙 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:郝恩誉

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 8 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2010 年 8 月第一次印刷 印张: 12 1/2

印数: 1—4 000 字数: 236 000

定 价: 27.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

丛书序

世界可再生能源的资源潜力巨大,但由于成本和技术因素的限制,其利用率还很低。水能、生物质能的应用技术相对成熟;风能、地热能、太阳能得益于政策的支持,近年来发展比较迅速;对海洋能(包括潮汐能、波浪能、温差能、盐差能等)的利用尚处于研发和验证阶段,距大规模商业化应用还有一段距离。

当今世界各国都在为获取充足的能源而拼搏,并对解决能源问题的决策给予极大重视,其中可再生能源的开发与利用尤其引人注目。新技术的发展,使得风能、生物质能以及太阳能等可再生能源得到快速开发和利用。随着化石能源的日趋枯竭,可再生能源终将成为其替代品。

在国际油价持续上涨的背景下,风能、太阳能、生物质能等新能源有望成为全球发展最迅速的产业之一,中国的新能源产业也正孕育着更多的投资机会。

我国新能源与可再生能源资源丰富,可开发利用的风能资源约 2.53 亿 kW;地热资源的远景储量为 1 353.5 亿 t 标准煤,探明储量为 31.6 亿 t 标准煤;太阳能、生物质能、海洋能等储量更是处于世界领先地位。在国际石油市场不断强势震荡,国内石油、煤炭、电力资源供应日趋紧张的形势下,开发利用绿色环保的可再生能源和其他新能源,已经成为中国能源发展的当务之急。中国国家能源领导小组描绘了可再生能源的诱人前景:到 2010 年,中国可再生能源在能源结构中的比例将提高到 10%;到 2020 年,将达到 16%左右。中国已出台《中华人民共和国可再生能源法》(简称《可再生能源法》),“十一五”规划中也明确提出,要加快发展风能、太阳能、生物质能等可再生能源。

以“为国家提供优质能源”为己任的中国石油天然气集团公司(简称中石油)、中国石油化工股份有限公司(简称中石化)、中国海洋石油总公司(简称中海油),除了进一步加快石油、天然气的开发速度外,也将目光投向了生物质能、太阳能发电、风能利用、地热、煤层气等新能源开发上。

中石油继在中国石油勘探与生产分公司成立新能源处之后,其可再生能源计划已经有多个项目进入实质阶段,有望于“十一五”期间首先在生物质能、太阳能发电、风能利用、地热开发等领域取得突破。虽然投资巨大与风险并存,但作为国内最大的石油、天然气生产商和供应商,中石油仍然积极探索开发利用可再生能源,目的是为我国经济和社会发展增加新的能源选择。2003 年,中石油与中粮集团有限公司(简称中粮集团)合资开发的吉林燃料乙醇项目成为“十五”重点建设工程,也是国家生物质能产业的试点示范工程。2006 年,中石油成立了新能源处和相应的研发机构,现已启动一批可再生能源项目。其中,在西藏那曲地区、辽河油田、新疆油田等地建设了一批光伏发电、风力发电、地热资源开发利用等示范项目,并取得良好效果。2006 年 11 月,中石

油与四川省政府签署了用红薯和麻风树开发生产乙醇燃料和生物柴油的合作协议。2006年12月,中石油与云南省政府签署框架协议,拟在以非粮能源作物为原料生产燃料乙醇、以膏桐等木本油料植物为原料制取生物柴油等方面进行合作。

中石化和中粮集团于2007年4月中旬签订合作协议,共同发展生物质能及生物化工,拟在五年内合作建设年产100万t~120万t燃料乙醇的生产装置,双方通过项目招标赢得了合资建设广西合浦20万t/a生物燃料乙醇项目;合作还将涉及生物化工领域,双方拟共同致力于生物化工制品的研究、开发、生产和应用并形成产品规模,以推动中国化工行业的进一步发展。

新能源基金会(NEF)和中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会(CREIA)于2008年3月底发布了中国2007年前10项可再生能源开发现状报告,指出2007年中国光伏电池量(不包括中国台湾)已超过美国,继日本和德国之后位居世界第三位。

2008年,中国在投资可再生能源方面仅次于美国而居世界第二位,中国和美国的投资分别为1760亿美元和2000亿美元。据HSBC(汇丰银行)估算,中国经济刺激计划投入绿色项目的资金达2210亿美元,为美国的两倍多,相当于中国2008年GDP的5%。

在《可再生能源法》及《可再生能源中长期发展规划》等推动下,中国可再生能源已步入快速发展阶段。截至2007年底,可再生能源占中国一次能源供应的8.5%,电力供应的16%;2008年,可再生能源利用量约为2.5亿t标准煤,约占一次能源消费总量的9%,距离2010年可再生能源在能源消费结构中的比重占10%的目标仅有一步之遥。到2020年,可再生能源占一次能源供应和占电力供应的比例将分别达到15%和21%。

加快发展包括可再生能源在内的新能源,是时代赋予我们的重大责任和发展机遇。

本丛书以“中国走向世界,并融入世界”为主线,以可再生能源和其他新能源的技术与应用新进展为出发点,全面介绍太阳能、风能、水力能、海洋能、地热能、核能、氢能、生物质能、醇醚燃料、天然气和煤基合成油、新能源汽车与新型蓄能电池以及热电转换技术等领域的技术发展、应用状况、研发成果、生产进展与前景展望。本丛书力求以最新的数据、最广的视角和最大的集成,使读者了解中国乃至世界在上述领域的新技术、新产能、新应用和新方向。

前 言

低排放的新能源汽车又称清洁能源汽车,含混合动力汽车、纯电动(EV,包括太阳能)汽车、燃料电池(FCEV)汽车等。新能源汽车具有燃料效率利用率高、低排放或零排放等特点。燃料电池(FCEV)汽车主要在本丛书《氢能和核能技术与应用》中叙述。

日本野村综合研究所以日本、美国、欧洲和中国为对象,2010年3月预测了截至2020年包括混合动力汽车(HEV)和电动汽车(EV)在内的环保车销量,预计在2020年前后,HEV市场将达到年1540万辆的市场规模,EV市场规模将从年75万辆增至155万辆左右。

作为全球增长最快的汽车市场,中国今后将很有可能成为全球电动及混合动力汽车的最大市场。近几年来,中国政府一直通过各种形式来推动电动汽车的发展。预计到2011年底,中国将有50万辆混合动力汽车或电动汽车上路。

BCC研究公司于2010年4月发布预测报告,认为大型和先进电池技术的全球市场价值估算2009年为82亿元,并将以6%的综合年增长率增长,将达到2014年近110亿美元。混合动力电动汽车和插电式电动汽车使用电池的销售额预计年增速最高,为15%,将从2009年13亿美元增长到2014年26亿元。

锂离子电池具有工作电压高、体积小、无污染、循环寿命长等优点。据先进汽车电池公司(Advanced Automotive Batteries)2009年6月的预测认为,至2011年,锂离子电池将占混合动力和纯电动车先进电池市场约21%。

热电转换新材料有望使没有被使用就浪费掉的能量得到更有效地利用,包括汽车排气热能,现已开始有商业化产品推出。

本书从全球视角出发,介绍了代用清洁燃料多样化趋势,国外新能源汽车(混合动力汽车和纯电动汽车)发展现状和趋势,中国新能源汽车发展现状和趋势,新型蓄能电池开发动向、锂离子电池市场和成本趋势、锂离子电池对锂的需求展望、国内外锂离子电池开发和生产动向、其他新型电池技术开发进展,热电转换技术研发与应用进展。

本书可用作从事能源以及新能源汽车与新型蓄能电池、热电转换技术领域的规划、科技、生产和信息管理人员的工作指南,也可供国家决策机构人员和相关技术人员参阅,并可作为教学参考用书。

目 录

第 1 章	代用清洁燃料多样化趋势	1
1.1	代用燃料发展趋势	1
1.2	代用燃料发展动向	5
第 2 章	新能源汽车发展现状和趋势	11
2.1	国外新能源汽车发展现状和趋势	12
2.1.1	发展现状和趋势	12
2.1.2	混合动力汽车发展进展	24
2.1.3	纯电动汽车发展进展	36
2.1.4	新能源汽车碳足迹	49
2.2	中国新能源汽车发展现状和趋势	52
2.2.1	发展现状和趋势	52
2.2.2	混合动力汽车发展进展	56
2.2.3	纯电动车发展进展	61
2.2.4	发展导向	67
2.2.5	研究发展成果选编	68
第 3 章	新型蓄能电池技术开发与应用	85
3.1	新型蓄能电池开发动向	85
3.1.1	新型蓄能电池开发动向	85
3.1.2	新能源汽车对新型蓄能电池的需求	90
3.2	锂离子电池	94
3.2.1	锂离子电池市场	94
3.2.2	结构与工作原理	96
3.2.3	基本性能	102
3.2.4	锂离子电池成本	103
3.2.5	锂离子电池加快拉动锂的需求	104
3.2.6	国外开发和生产动向	109
3.2.7	我国研发和生产进展	144
3.2.8	研究开发成果选编	158
3.3	其他新型电池技术开发进展	162
3.3.1	液流储能电池(VRB)	162

3.3.2	飞轮储能电池	166
3.3.3	新型空气电池	168
3.3.4	在纸片上贮存电力的超脱常规电池	171
3.3.5	生物电池	172
3.3.6	新型微生物电池和高性能“病毒”电池	173
3.3.7	海藻纤维素电池	174
3.3.8	其他电池	175
第4章	21 世纪的绿色能源——热电转换技术	177
4.1	概 述	177
4.2	研发与应用进展	179
4.2.1	热电材料科学初期的进展	179
4.2.2	热电转换材料	183
4.2.3	产业化进展	185
4.2.4	高效回收低温余热的热力电池	186

第 1 章 代用清洁燃料多样化趋势



1.1 代用燃料发展趋势

全球交通运输业能源消耗量的 98% 来自石油及其衍生品,而国际原油市场居高不下的油价迫使很多国家,包括欠发达国家、发展中国家和发达国家,开始寻求开发石油的替代能源。

目前世界汽车保有量约为 8 亿辆,预计到 2020 年全球汽车保有量将达到 12 亿辆。国际能源机构的统计数据表明,2001 年全球 57% 的石油消费在交通领域,预计到 2020 年交通用油将占全球石油总消耗的 62% 以上。为此,全球已达成共识,交通能源转型势在必行。另外,减少排气污染、净化环境已成为车用燃料发展的大方向。以欧盟为例,欧盟 15 国制定的“汽车-油料发展规划”要求,1995~2020 年,道路运输排放的 7 种主要污染物[CO、NO_x、挥发性有机物质(VOC)、苯、柴油颗粒物(PM)、CO₂、SO₂]要大大降低,除 CO₂ 外,其他各种污染物要由 1995 年平均相对值为 100 降低到 2010 年平均相对值为 25,2020 年平均相对值为 10。

我国汽车保有量现在已超过 3 000 万辆,主要集中在经济发达地区或中心城市,汽车废气排放已成为城市大气污染的主要来源;同时,我国的石油资源严重不足,在未来 30 年内,我国汽车还将大量增加,大气环境污染、能源短缺问题将更为严重。

除汽、柴油燃料的质量规范将进一步严格外,发展更清洁的代用燃料已势在必行。表 1.1 列出欧盟汽、柴油 2005 年规范和汽车排放量的变迁,到 2011 年要求所有汽、柴油燃料含硫量小于 10 μg/g。

表 1.1 欧盟 2000 年和 2005 年汽、柴油燃料规范和汽车排放量

燃料规范			汽车排放		
项 目	2000 年	2005 年	项 目	2000 年	2005 年
汽 油					
硫(μg/g)	150	50	CO	2.3	1
苯(%)	1	1	HC	0.2	0.1
芳烃(%)	42	35	NO _x	0.15	0.08

续表 1.1

燃料规范			汽车排放		
项 目	2000 年	2005 年	项 目	2000 年	2005 年
柴 油					
硫($\mu\text{g/g}$)	350	50	CO	0.64	0.5
十六烷值	51	51	HC+NO _x	0.56	0.3
多环芳烃(%)	11		NO _x	0.5	0.25
			PM	0.05	0.025

目前,石油替代产品主要包括四大类:气体燃料(天然气、液化气、氢气)、合成燃料(煤制油、天然气合成油)、醇醚类燃料(甲醇、二甲醚、乙醇)、生物质产品(生物质气化、生物柴油)。

在第17届世界石油大会上,欧盟提出了常规汽、柴油燃料与替代燃料排放温室气体CO₂的比较,见表1.2。甲醇和二甲醚是开发中的清洁燃料,甲醇相对分子质量为32,含氧量为50%,所要求的空燃比低,只有6.4(汽油为14.8),其空燃混合气的热值与汽油的热值很接近(2 656/2 786)。二甲醚相对分子质量为46,含氧量为35%,空燃比为9,其空燃混合气的热值比柴油的热值高(3 067/2 911)。甲醇的辛烷值高达110左右,抗爆性好,二甲醚的十六烷值为60(比一般柴油高很多),这都能提高其动力性,降低排放和能耗。甲醇和二甲醚燃料的性质和燃烧性能也决定了它们比汽、柴油燃料更加清洁,排放指标优于汽、柴油。各种汽车燃料的常规和非常规排放量比较见表1.3和表1.4。由表1.3可知,在无净化器情况下,二甲醚燃料的常规排放量基本可达欧Ⅲ标准,甲醇基本可达欧Ⅱ标准。而汽油中少量残留硫化物对尾气催化净化器有毒化作用,使催化剂寿命缩短。国际能源机构、美国甲醇研究院等对各种汽车燃料非常规排放(苯、二丁烯、甲醛等)的测试表明,二甲醚燃料的非常规排放量甚微(见表1.4),接近于氢;甲醇燃料排放中没有致癌度高的苯,总致癌度低。甲醇燃料的非常规排放物中会有微量未燃烧完全的甲醇存在,这是其他燃料所没有的,但其含量不会造成污染危害,甲醛的排放量低于柴油而高于汽油。由于甲醇燃料尾气排放物中NO_x含量已很低,净化器可暂不用三元催化剂,铂用量可大大减少。由此可见,使用甲醇燃料可大大改善汽车的尾气排放。即便使用甲醇掺烧汽油,也与已推行的乙醇汽油一样,能起到一定的改善排放指标的作用。二甲醚燃料替代柴油在清洁燃料方面所起到的作用就更加明显,甚至免去催化净化部,也能达到欧Ⅲ标准。

表 1.2 常规燃料与替代燃料发动机技术的 CO₂ 排放比较

能 源	来 源	发 动 机	CO ₂ [g/(kW·h)]	车 辆 效 率	CO ₂ (g/km)	CO ₂ 相对值 (g/km)
柴 油	石 油	柴油机	308	0.54	166	1.00
柴 油	石 油	Hy-DI	308	0.46	142	0.85
FT 柴油	天然气	柴油机	376	0.54	203	1.22
二甲醚	天然气	柴油机	318	0.54	172	1.03
生物柴油	植物油	柴油机	201(209)*	0.54	108	0.60
汽 油	石 油	SI	327	0.66	216	1.30

续表 1.2

能源	来源	发动机	CO ₂ [g/(kW·h)]	车辆效率	CO ₂ (g/km)	CO ₂ 相对值 (g/km)
汽油	石油	Hy-SI	327	0.53	173	1.04
ETBE	甜菜, 石油	SI	278(130) *	0.66	183	1.10
乙醇	生物质	SI	169(361) *	0.66	111	0.70
天然气	天然气	SI	224	0.66	148	0.89
LPG	石油和天然气	SI	276	0.66	182	1.10
压缩氢	电解, 核能	FC	130	0.4	52	0.31
压缩氢	天然气+电力	FC	388	0.4	155	0.93
液化氢	天然气+电力	FC	627	0.4	251	1.51
电力	多种	EPT	472	0.2	94	0.57

注: FT 柴油为费托法合成柴油, ETBE 为乙基叔丁基醚, SI 为点燃式发动机, FC 为燃料电池, Hy-DI 为柴油-电力混合车, Hy-SI 为汽油-电力混合车, EPT 为电力火车。(*) * 指来自生物质能源。混合动力汽车采用的是混合动力装置, 这种装置由电动机和汽油发动机组成, 当汽车在启动、加速或爬坡时, 汽油发动机与电动机便同时工作; 当汽车处在低速、滑行或急速状态时, 则由电池组驱动电动机, 而发动机则向电池组充电。这种汽车可节省汽油 20%~40%, 目前我国对该技术的掌握尚处于研究开发阶段。

表 1.3 各种汽车燃料常规排放量比较

(单位: g/km)

项目	氢	二甲醚	甲醇 M100	天然气	石油气	柴油	汽油 (无净化器)
欧洲标准	微	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	
CO	0	0.12	0.93	1.07	0.46	0.40	12.6
HC(烃)	0	0.04	0.06	0.14	0.61	0.14	10.46
NO _x	0.037	0.20	0.15	0.21	0.19	0.94	3.35

数据来源: 国际能源机构(IEA)等。

表 1.4 非常规排放量比较

(单位: g/km)

项目	氢	二甲醚	甲醇 M100	天然气	石油气	柴油	汽油 (有净化器)	汽油 (无净化器)
苯	0	0	0	0.6	<0.5	1.5	4.7	55
二丁烯	0	0	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	0.6	1.8
甲醛	0	0	5.8	<2.0	<2.0	12	2.5	4.3
甲醇	0	0	7.9	0	0	0	0	0

替代能源与常规能源的相对价格的估算比较见表 1.5。在欧盟 15 国, 汽、柴油税收为最后价格的 70% 以上, 汽油平均每升税收大于 0.7 欧元, 柴油大于 0.4 欧元。替代能源成本现尚比常规汽、柴油高出许多, 汽、柴油分销费用为 0.08 欧元, 而 30MPa 的压缩氢为 0.72 欧元。但一些替代燃料, 如液化石油气(LPG)、压缩天然气(CNG)、生物柴油等已走上市场, 享受减税优惠条件, 从而为其推广应用带来魅力。比较可见, 柴油、液化天然气、乙醇和生物柴油具有较低的 CO₂ 排放性和较好的经济性。

表 1.5 替代能源与常规能源的相对价格比较

能源	发动机	生产成本		分销成本	税前能源成本	
		最低	最高	平均	最低	最高
欧洲柴油	柴油	平均	0.16	0.08	平均	0.24

续表 1.5

能 源	发动机	生产成本		分销成本	税前能源成本	
		最 低	最 高	平 均	最 低	最 高
欧洲汽油	SI	平 均	0.19	0.08	平 均	0.27
FT 柴油	柴 油	0.28	0.42	0.10	0.38	0.52
LPG	SI	0.17	0.25	0.20	0.37	0.45
天然气	SI	0.10	0.18		0.25	0.50
生物柴油	柴 油	0.39	0.57	0.10	0.49	0.67
巴西乙醇	SI	0.36	0.49	0.15	0.51	0.64
法国乙醇	SI	0.65	0.85	0.15	0.80	1.00
二甲醚	柴 油	0.20	0.33	0.20	0.40	0.53
压缩氢	FC	0.26	0.36	0.72	0.98	1.08
压缩氢(电解制氢)	FC	0.84	1.12	0.72	1.56	1.84

注:以欧盟每升柴油当量(10kW·h)为基准。

据统计,2005 年全球道路运输能源消费中,常规汽、柴油能源为 16.7 亿 t/a,其中,汽油为 9.9 亿 t/a,占 60%;柴油为 6.8 亿 t/a,占 40%。替代能源(包括 LPG、CNG、乙醇、生物柴油、ETBE)为 2 850 万 t/a,约占运输燃料总量的约 2.5%。据欧盟规划,到 2020 年,欧盟替代燃料的普及替代率将达到 23%,见表 1.6。虽然生物燃料的成本现是常规燃料的 2~3 倍,氢气更高,但从发展前途看,替代燃料的生产成本会因技术的进步而有所降低,因环保要求的严格而将扩大应用,这是世界车用燃料发展的总趋势。欧盟将考虑把生物燃料、天然气和氢燃料电池作为首选的替代燃料。

表 1.6 欧盟替代燃料的普及替代率预测

项 目	2000 年	2005 年	2010 年	2020 年
汽油(百万 t/a)	132	142	144	150
柴油(百万 t/a)	140	155	170	175
基于石油的燃料(百万 t/a)	272	297	314	325
乙醇(百万 t/a)	0.2			
生物柴油(百万 t/a)	0.5			
生物燃料(%)		(2)	(6)	(8)
天然气(%)			(2)	(10)
氢气(%)				(5)
总替代率(%)	(0)	(2)	(8)	(23)

据 R. L. Polk 公司的统计数据,2006 年美国替代燃料汽车销量达 150 万辆,比制造商原预计的要高出 50%,从而使替代燃料汽车总销售量达到 1 050 万辆。汽车生产商现生产 60 种替代燃料车型,包括混合动力车、乙醇汽车和清洁柴油车,而 2000 年时仅生产 12 种替代燃料车型。目前,有超过 1 050 万辆替代燃料汽车行驶在美国各个州的公路上。

为解决长期的燃料供应问题,开发利用生物燃料是切实可行的解决方案。纯的和调和的生物燃料产品已开始大量进入市场。生物燃料包括生物乙醇、生物柴油、ETBE、生物甲醇和生物二甲醚。

预计到 2015 年,亚洲将使用 129 万 t/a 可再生燃料。印度是第一批使用可再生

燃料的国家之一,2003年印度在9个邦掺混乙醇,此后又扩展到其他地区。澳大利亚可再生燃料的目标是:2010年达到约26万t/a。中国、日本和其他国家也在实施之中。

到2015年,车用替代燃料预计将比现在用量增加2.5倍,约达4500万t/a。但即使增长很快,可再生燃料仍仅占燃料总量的2.4%,其他替代燃料(CNG、LPG、燃料电池等)也将增长,即使有较大增长,在今后10年内,它们在总运输燃料中所占的比例仍不会太大,但加快发展是趋势。

由于各种石油替代燃料的生产原料路线不同,在全生命周期中的能量效率、环境、经济性等方面会有很大不同。例如,煤的能量利用效率大大低于石油,在全生命周期内CO₂排放量会显著提高;生物发酵需要大量的蒸汽、电和水,生产过程中也要消耗大量化石类燃料等。因此,需要对各种石油替代产品进行全生命周期的3E评价,即全生命周期经济性分析(life cycle economic assessment)、全生命周期能量分析(life cycle energy assessment)及全生命周期环境分析(life cycle environment assessment),才能对石油替代产品给出公正和客观的评价。



1.2 代用燃料发展动向

石油和天然气的高价位使世界上许多公司对替代燃料产生了浓厚兴趣,这些公司包括液化空气、空气产品、巴斯夫、BP、嘉吉、陶氏化学、杜邦、埃克森美孚、Johnson Matthey(JM)、Novozymes(诺誉)和南方化学公司,它们都纷纷建立替代燃料部门,或从事燃料合成,或开发与储存和供应链相关的技术。

新的市场机遇包括生物燃料(主要是乙醇和生物柴油)、氢气及从生物质和煤炭为来源衍生的合成气制取的合成燃料。从作物,如谷物和含糖甘蔗生产的乙醇和生物柴油可用作汽车燃料,而氢气可用于燃料电池,甲醇生产商则看好便携式燃料电池市场,使用甲醇可就地产生氢气。

预计能源需求量将持续上升,但从长期看,石油生产量将下降,全球终将面临替代石油和其他化石燃料的新能源时代。美国环境研究集团称,生物燃料、风能发电和太阳能的生产正在以年率20%~30%的速度增长,而石油和天然气的年增速为2%。新能源投资每年约300亿美元。

国际油价持续走高,加快了我国启动替代能源的步伐,其中车用燃料的替代是研究和开发的重点。《中国替代能源研究报告》的研究重点是煤基燃料和生物质燃料在汽车方面的运用。在中国的石油消耗中,交通占到50%左右。车用燃料基本来自石油。2009年,我国原油对外依存度在52%左右,2020年,这一比例还会有所提高。随着国际油价上涨,进口石油的经济性和安全性都将受到挑战,另外,我国车用燃料需求增长强劲。据预测,2020年我国汽车保有量将从2005年的3500万辆增加到1亿辆。届时我国车用汽、柴油需求量将占全部汽、柴油需求总量的65%。我国应加大对替代

能源的开发和利用,推进包括煤基醇醚燃料、生物质液体燃料、煤制油、天然气等替代能源的多元化发展。在各种可用于车用燃料的替代能源中,《中国替代能源研究报告》提出的初步结论是:甲醇作为车用替代燃料在经济上可行,只要遵守操作规程,外界所担心的对人体健康的影响不会很大;二甲醚前途较好,原料应以煤为主,重点考虑年产200万t以上的大规模生产项目;包括乙醇汽油在内的生物质油应“不与民争粮,不与民争地”,扩大原料来源,并合理考虑运输半径;对于煤制油,将在2010年以后进入快速发展期,应防止盲目投资。以煤为基础,多元化发展,重点发展醇醚燃料将成为最近几年替代能源发展的主要内容。

四大类石油替代产品包括气体燃料(天然气、液化气、氢气)、合成燃料(煤制油、天然气合成油)、醇类燃料(甲醇、二甲醚)、生物质燃料(生物质气化、生物乙醇、生物柴油),目前已实现产业化推广的产品是压缩天然气、液化天然气和液化石油气。醇醚燃料中乙醇燃料推广顺利,甲醇和二甲醚尚在起步,生物质燃料已得到国家的高度重视。

天然气是地球上最清洁、最丰富的资源之一。据美国《油气杂志》2009年2月预测,到2020年世界天然气汽车(NGV)将达6500万辆,年增速为18%,将占世界汽车用量的9%,可减少石油消费700万桶/天。到2020年,NGV将占天然气市场4000亿 m^3/a (现在世界天然气需求量的16%)。

据NGV通信集团2007年10月下旬发布的报告,全球NGV车队数达到730万个。根据报告,阿根廷仍是领先的天然气汽车国,有车队164.5万个;巴基斯坦位居第二,有160万个;巴西位列第三,有142.5万个;意大利列第四,有44.3万个;伊朗列第五,有36万个;中国位居第七;第八为哥伦比亚;第九为美国;第十为乌克兰。

阿根廷天然气储藏量在拉丁美洲仅次于玻利维亚和委内瑞拉位居第三位,阿根廷加快发展压缩天然气(CNG)汽车,截至2004年CNG汽车已达80万辆,领先于世界各国。阿根廷第一座压缩天然气站始建于1984年,现在17个省已拥有压缩天然气站1100座,可供540万辆汽车中的大半加注天然气。另外,印度、韩国和泰国也在加快发展压缩天然气汽车。

据欧洲天然气汽车协会(NGVA)2009年4月20日作出的统计,欧洲天然气汽车年消费天然气约为 $47 \times 10^8 \text{Nm}^3$ (标准立方米),约占2008年欧洲天然气销售总量($5170 \times 10^8 \text{Nm}^3$)的0.9%。欧洲以天然气为燃料的汽车(轻、中和重负荷)总数为1039325辆,轻负荷轿车和商用汽车占76%(793857辆)。据NGVA测算,轿车约36.2%采用天然气为燃料($17 \times 10^8 \text{Nm}^3$)。意大利拥有最大的天然气汽车车队,占欧洲总数的一半(523100辆,占50.3%),其次是乌克兰(120000辆,占11.6%)、俄罗斯(103000辆,占9.9%)和亚美尼亚(101352辆,占9.75%)。

天然气占美国能源使用量的22%,但美国运输使用仅占2.2%。自第二次世界大战以来,美国的NGV技术已开始应用天然气为汽车燃料。

美国废物管理公司和林德北美公司于2009年11月10日宣布,二者组建的合资公司已开始在美国加州Livermore附近的Altamont埋地地区生产清洁的可再生车用燃料。该装置是世界最大的埋地气体(LFG)制液化天然气(LNG)装置。该装置由林

德公司建设和运作,并净化和液化埋地气体,而埋地气体由废物管理公司从埋地地区的有机废弃物经自然分解进行收集。该装置设计生产 1.3 万 gal/d LNG,足可供废物管理公司在加州 20 个社区 485 辆废物和 300 辆循环回收收集车作燃料使用。Altamont 埋地地区 LFG 制 LNG 装置通过另一种使用方法回收和利用有价值的清洁能源,减少对化石燃料的依赖。常规的 LNG 已在该公司废物收集卡车中用作清洁燃烧和经济实用的替代燃料。埋地气体制 LNG 是一种高度超低碳燃料,空气资源管理局对此业已认定,Altamont 埋地气体制 LNG 项目可使 CO₂ 排放每年减少 3 万 t。林德公司在设计、开发和操作净化系统方面拥有经验,LNG 装置使之可从废弃物中捕捉能源,生产清洁的可再生燃料,弥补化石原料的不足,并减少 CO₂ 排放。Altamont 埋地地区 LFG 制 LNG 装置也可满足加州 Governor Schwarzenegger 两项环境指令(生物能源行动计划和 S-3-05 行动指令)的要求,生物能源行动计划旨在推进生物质用作运输燃料和市场开发,S-3-05 行动指令旨在使加州到 2020 年温室气体排放减少 25%。

中国已经将发展新能源汽车列为重大战略,目前切实可行的天然气汽车是主体。截至 2009 年 10 月,我国天然气汽车已经从 10 年前发展初期的 1 000 辆左右上升到 40 万辆,年产值超过百亿元,充气站约有 1 000 个,年替代传统动力汽车 300 万辆以上。按照国家规划,2012 年天然气汽车将发展到 100 万辆,用气量达 160 亿 m³,替代 640 万 t 汽油和柴油,2020 年更将达到 300 万辆。

此外,天然气汽车现在主要为公交车,但未来也将向乘用车领域发展,而气电混合动力汽车也成为继油电混合动力汽车之后新能源汽车的一个发展热点。因此,国内最大的天然气发动机制造商上海柴油机股份有限公司将天然气业务列为其未来发展的重要方向。该公司现在天然气发动机产销量还不及总量的一成,但三年后将发展到两到三成。

发展和应用节能与新能源汽车,已成为政府和汽车行业的共识,也是促进汽车工业可持续发展的重要途径。截至 2009 年 6 月,全国已有超过 30 万辆代用燃料汽车运行,每年节约汽、柴油超过 300 万 t。

目前,杭州、北京、郑州等城市纷纷推出补贴优惠等政策,率先推行新能源出租车,取得了良好成效。其中奇瑞 A5 CNG 出租专用车被市场迅速接受,得到了较高的评价。据介绍,奇瑞 A5 CNG 技术先进,整车配备意大利进口燃气供给系统,采用多点顺序电控喷射技术,整车燃料经济性提高了 40% 以上。可以实现乙醇与汽油在任意比例掺混下的燃料供给方式,也可以燃用 CNG 气体燃料,并能够进行不同比例乙醇汽油燃料的识别,以及乙醇、汽油及天然气各种燃料之间的任意切换。另外,原厂全套系统还成就了整车良好的匹配,带来更实惠可靠的驾乘。

奇瑞 A5 CNG 1.6L 城市油耗 8.5L/100km,气耗 8m³/100km。以郑州为例,当 93# 油价为 6.2 元/L 时,气价为 3.32 元/m³,双燃料 100km 节省费用 26.14 元,按每天 300km,一年 365 天计算就可节省费用 28 623.3 元,两年就是 57 246.6 元,相当于目前 A5 CNG 的最低售价。加之其各种常用配件和易损配件的价格均大大低于市场

上的同级产品,再配合广泛的售后服务网络,为奇瑞 A5 CNG 出租专用车节约维修成本提供了有力保证。奇瑞 A5 CNG 出租专用车在降低了汽车配件价格、节约维修时间的同时,有效地提高了出租车的利润率。除了使用成本外,购车成本也是一笔不小的开支,在过去提到出租车人们就会联想到桑塔纳,而奇瑞 A5 CNG 出租专用车的价格就比桑塔纳便宜了近 3 万。同时,奇瑞 A5 CNG 出租专用车,特别是现在普遍使用的奇瑞 A5 CNG 双燃料出租车,在车辆的油耗和维修成本上更是交出了一份漂亮的答卷。

截至 2009 年 6 月,重庆市建成投入使用的天然气加气站达到 74 座(主城区 46 座,区县 28 座),全年 CNG 汽车售气量约 5 亿 m^3 ,CNG 汽车保有量 5.2 万辆(含改装销售外地),主城区 98% 的出租车(接近 8 000 辆)和 95% 的公交车(接近 8 000 辆)已经改成 CNG 汽车。

有数据显示,目前全国共有出租汽车 70 万辆左右,并且大都集中在城市,每辆车年运行公里数是私家车的 10 倍,如果全国 70 万辆出租汽车都烧汽油,每年所消耗的汽油量以及给城市造成的污染是惊人的。由此可见,出租车市场是汽车市场中的耗能大户,更成为生存环境的重点污染源,因此在出租车行业推广并普及新能源车型就显得尤为迫切。

据了解,与 CNG 相比,LNG 是更加清洁的燃料,停止车辆“油改气”,大力发展 LNG 汽车,可保证民用燃气和工业用气的需求。

从 2009 年 4 月 1 日开始,海南省停止车辆“油改气”改装,建立车用天然气供应应急机制,积极发展 LNG 汽车。2007 年,科技部将“海南 LNG 汽车推广与应用”作为节能与新能源汽车重大课题列入国家“十一五”“863 计划”。该课题提出,在海南建设全国第一个 LNG 汽车示范区,前期建设 LNG 加气站 4 座,发展各种 LNG 车辆 500 台,“十一五”末期,建设 LNG 加气站 8 座以上,初步形成全省 LNG 汽车加气站网络,发展各种 LNG 汽车 1 500 台以上。2008 年底,海口市汽公公司投入使用了第一批 42 辆 LNG 公交车。据悉,今后海南新增燃气公交车将以 LNG 公交车为主,原则上不再新增 CNG 公交车。

据介绍,深圳市将用 LNG 公交车替代 2 000 辆柴油公交车,此外还有推广 LNG 卡车的项目。深圳已建成第一个 LNG 接收终端,一期工程 2005 年投产,每年进口 LNG 300 万 t。供气范围包括深圳、东莞、广州和佛山以及中国香港部分用户。二期工程 2008 年投产,每年进口 LNG 500 万 t。深圳市 2009~2015 年现代产业体系总体规划也提出,要积极引进并扶持新能源汽车项目、LNG 和 CNG 汽车生产项目。

2009 年 11 月 5 日,中国石油集团在云南的第一个 CNG-LNG 合作项目签约,中国石油昆仑燃气有限公司与云南销售昆明分公司合作开发加油加气站项目,此举标志着中国石油“油气互动、以油促气、以气带油、油气并举”的工作在昆明启动。昆明昆仑燃气公司是昆明最大的人工煤气运营、天然气销售、液化石油气供应企业,自成立起一直积极拓展天然气这一清洁能源在昆明乃至云南全省的应用。云南省内没有天然气资源,也没有天然气管道供气,长期以来,家用燃气一直使用人工煤气,车辆只使用成品油。依据协议,合作双方将合作建设加油加气站和独立加气站以满足天然气汽车的

加气需要,使销售网络覆盖整个昆明地区。预计第一批4座加油加气站于2010年6月投入运营,将为近5000辆CNG汽车提供加气服务。2010年12月之前,将在呈贡新城、安宁市、宜良县、富民县各投运一座加油加气站,在逐步覆盖昆明市场的前提下为向云南全省推广积累经验。在中缅管线正式通气前,投运的加油加气站将从省外协调资源,保证气站的正常运行。

截至2009年11月9日,我国首套自主研发的、利用合成氨尾气生产LNG的设备,在息烽县投入运行。这标志着由贵阳市公交总公司自主研发的“变废为宝、双向减排、替代能源”项目已研发成功。为推进生态文明城市建设,近年来,贵阳市公交总公司大力实施“油改气”工程,目前已完成“油改气”车辆1000余辆,但现有LNG气源不能完全满足燃料供给。为解决这一问题,公司结合贵阳市磷煤化工产业发展迅速的实际,与中国航天火箭技术发射中心、中国科学院大连化学物理研究所加强技术合作,共同研发“利用合成氨尾气生产液化天然气”项目。在技术上取得突破后,2008年7月,贵阳市公交总公司与贵州开磷集团合作,在息烽县投资建设了联产车用液化天然气项目。该项目主要利用开磷集团生产合成氨过程中产生的工业废气作原材料,生产汽车清洁能源液化天然气。据介绍,目前,联产车用液化天然气项目已投产。相关测算显示,该项目达产后,每日可利用工业废气生产33t液化天然气。按此计算,该项目每年可利用开磷集团排放的1800万 m^3 合成氨尾气,生产的液化天然气可供600辆公交车使用,并减少车辆排放废气16000 m^3 ,节约燃料成本1200万元,可实现生态效益和经济效益的双赢。目前,贵阳市公交总公司已就该项目的关键技术申请国家专利。