

Technology
实用技术



新 能 源 技 术 丛 书

醇醚燃料与天然气

及煤基合成油技术与应用

钱伯章 编



科学出版社
www.sciencep.com

新能源技术丛书

08

醇醚燃料与天然气及 煤基合成油技术与应用

钱伯章 编



T0517
Q189

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是“新能源技术丛书”之一。本书详尽地介绍了世界和中国在甲醇和二甲醚醇醚燃料,天然气和煤基合成油领域的发展现状与前景,以及国内外在这一领域的最新科技成果。重点介绍:甲醇燃料发展现状与前景;甲醇产业与生产新技术;二甲醚发展现状、生产技术和国内外发展动向;天然气基合成油发展现状与生产技术;煤制油路线及经济性,煤炭气化技术及应用,煤炭间接液化和直接液化制油技术,煤制油发展现状和展望,煤炭气化制取化学品的现状与前景。

本书可用作从事能源以及甲醇和二甲醚醇醚燃料与天然气和煤基合成油领域的规划、科技、生产和信息人员的工作指南,也可供国家决策机构人员和相关人员参阅,并可作为教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

醇醚燃料与天然气及煤基合成油技术与应用/钱伯章编. —北京:科学出版社,2010

(新能源技术丛书)

ISBN 978-7-03-028127-2

I. 醇… II. 钱… III. ①醇醚-液体燃料②合成燃料-研究
IV. TQ517

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 119459 号

责任编辑:张莉莉 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: 17 3/4

印数: 1—4 000 字数: 340 000

定 价: 32.00 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了极大重视,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行业之一,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 1353.5 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》)和“十一五”规划中也明确提出,要加快发展风能、太阳能、生物质能等可再生新能源。

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100万~120万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会(CRE-IA)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、新动向。

前 言

煤基醇醚燃料与天然气和煤基合成油不是可持续发展能源,但是在能源变换期间,基于它仍处于发展或开发阶段,仍将其列入目前的新能源范畴加以阐述。

在醇醚燃料中,甲醇汽油可有效降低汽车污染排放,纯甲醇燃料汽车尾气没有汽油车尾气所含的苯和铅等剧毒物质,多数情况下甲醇加入量加大,调和后汽油辛烷值提高。截至2010年,我国甲醇汽油的推广工作将在更大范围内展开。但甲醇燃料在我国的全面推广仍离不开科技、法制、资源、市场、系统、管理6个基础支撑条件和1个心理柔性支撑条件。

在醇醚燃料中,二甲醚可作为燃油的补充,用作汽车燃料、民用燃气。用作汽车燃料,其尾气排放能够达到欧Ⅲ排放标准,替代柴油时十六烷值比柴油高10%。尽管二甲醚用作车用燃油性能良好,但由于目前我国还没有制定二甲醚作替代燃料的相关标准,因此尚不能全面推广使用。

2009年,我国甲醇行业的发展遭遇了前所未有的困难,我国甲醇生产能力从2008年2000万t增至2350万t,过剩约40%,装置开工率为48.2%;二甲醚生产能力也由2008年的620万t相应增至800余万吨,过剩近一半。国内醇醚燃料市场要扩大推广应用还有待磨合。

合成液体燃料是指天然气基合成油(GTL)、煤基合成油(CTL)和生物质基合成油(BTL)的总称。GTL方案正成为富产天然气国家天然气高效利用的途径脱颖而出。在未来10年内,预计GTL装置生产能力将增加到4500万~6750万t/a。油价如长期维持在较高水平,建设GTL装置具有更大的吸引力。

作为能源资源,全球煤炭储量为20000亿桶油当量,而全球石油储量约为13000亿桶石油。煤炭可为世界液体燃料供应的多样化带来发展机遇,同时利用煤炭生产燃料可延长世界石油储藏的寿命。因全球有大量煤炭可采储量,因此煤炭液化,即直接或间接煤制油成为一种可能的替代方案。

在我国召开的2010世界煤制油大会发布的统计信息显示,中国煤制油产业已经领跑世界,截至2010年4月中旬有6个项目已经投产或即将投产,发展速度远远超过世界其他国家和地区。美国有10多个项目正在规划中,南非也已有煤制油项目投产,印度、澳大利亚、日本等国家则正在考虑开发煤制油项目。不过,发展煤制油面临碳减排的挑战。

本书从全球视角出发,介绍了甲醇燃料市场前景、甲醇汽油性能评价、我国甲醇燃料试点推行现状、甲醇燃料应用技术进展、推广甲醇燃料需解决的问题,并介绍了国内外甲醇产业市场与生产新技术;二甲醚燃料性能评价、二甲醚国内外发展动向、二甲醚生产技术进展;GTL生产技术、GTL产品开发和应用进展、GTL项目建设动向及经

济分析;煤炭储量产量消费评论,煤制油路线和装置建设态势及经济性和碳减排前景,包括阐述了国内外煤炭气化技术、煤炭间接液化制油、煤炭直接液化制油和煤炭通过甲醇制汽油路线,并介绍了国内外煤基化学品发展现状与生产技术。

本书可用作从事能源以及甲醇和二甲醚醇醚燃料,与天然气和煤基合成油领域的规划、科技、生产和信息人员的工作指南,也可供国家决策机构人员和相关人员参阅,并可作为教学参考用书。

目 录

第 1 章 甲醇燃料发展现状与应用技术	1
1.1 醇醚燃料发展现状与前景	1
1.2 甲醇燃料市场前景	2
1.3 甲醇汽油使用性能的评价	3
1.4 我国甲醇燃料试点推行现状	5
1.5 甲醇燃料应用技术进展	8
1.6 大比例甲醇燃料的研试成果	13
1.7 推广甲醇燃料需解决的问题	15
第 2 章 甲醇产业与生产新技术	29
2.1 世界甲醇产能和市场	29
2.2 国内甲醇产业与国际水平的差距	30
2.2.1 产能状况	30
2.2.2 国内甲醇生产与国际水平比较	32
2.2.3 国内生产和进口状况	34
2.2.4 甲醇深陷产能过剩危机	37
2.3 CO ₂ 转化制甲醇新路线	40
2.3.1 三井化学公司示范装置	40
2.3.2 CO ₂ 转化为甲醇的催化工艺	41
2.3.3 波兰试验光合成将 CO ₂ 转化成甲醇	42
第 3 章 二甲醚发展现状与技术	45
3.1 二甲醚的物理特性和用途	45
3.1.1 二甲醚物理特性和燃烧性能	45
3.1.2 二甲醚替代汽油和柴油	46
3.1.3 二甲醚替代民用燃料	47
3.2 国外发展动向	49
3.3 国内发展动向	52
3.3.1 产能与装置建设动向	52
3.3.2 市场前景	59
3.4 发展导向	62
3.5 二甲醚生产技术进展	66

3.5.1	两步法	66
3.5.2	一步法	71
3.5.3	生物质生产二甲醚路线	76
3.5.4	煤制二甲醚路线	77
第4章	天然气基合成油发展现状与生产技术	79
4.1	发展概述	79
4.2	天然气基合成油发展现状与生产技术	81
4.2.1	发展天然气基合成油的优势	81
4.2.2	天然气基合成油技术	82
4.2.3	天然气基合成油产品开发和应用进展	98
4.2.4	天然气基合成油项目建设动向	102
4.2.5	天然气基合成油的经济性分析	106
4.2.6	我国发展前瞻	107
第5章	煤基合成油发展现状与生产技术	109
5.1	煤炭探明储量、生产量和消费量统计评论	109
5.1.1	探明储量	109
5.1.2	煤炭生产量	116
5.1.3	煤炭消费量	119
5.2	CTL路线及经济性	129
5.2.1	CTL路线	129
5.2.2	CTL的经济性	131
5.3	煤炭气化技术	132
5.3.1	煤炭气化发展现状	132
5.3.2	典型煤气化工艺	138
5.3.3	中国煤气化市场导向	168
5.3.4	别开生面的常规气化替代方案	173
5.4	煤炭间接液化制油	176
5.4.1	煤炭间接液化制油技术和产品应用进展	176
5.4.2	煤制油的经济技术评价	183
5.4.3	煤炭间接液化制油建设走势	188
5.4.4	煤发电、生产运输燃料和CO ₂ 捕集联合方案	200
5.4.5	地下煤气化制油	202
5.4.6	碳制油(XTL)将面临发展机遇	203
5.5	煤炭直接液化制油	206
5.5.1	煤炭直接液化制油技术	206
5.5.2	我国直接液化法煤制油装置建设走势	210

5.5.3 采用超临界水技术的直接煤制油工艺	213
5.6 煤炭通过甲醇制汽油路线	215
5.6.1 甲醇制汽油(MTG)路线的应用现状	215
5.6.2 甲醇制汽油技术介绍	217
5.6.3 甲醇制汽油方案的优点	221
5.7 煤制油组合碳捕集减排的前景	223
5.8 中国煤制油规划动向和建议	224
5.8.1 中国煤制油规划动向	224
5.8.2 分析和建议	227
第6章 煤基化学品发展现状与生产技术	235
6.1 煤化工的竞争性	235
6.2 煤化工技术将加快开发应用	238
6.3 着眼解决煤化工的环境问题	240
6.4 美国煤制化学品将加快步伐	242
6.4.1 美国发展前景	242
6.4.2 伊士曼化学公司	243
6.4.3 美国其他化工公司	245
6.4.4 世界其他公司	245
6.5 中国煤制化学品快速升温	246
6.5.1 项目建设与进展	247
6.5.2 技术开发	260
6.6 煤化工发展应探索碳减排新模式	265
6.7 综合分析	267
参考文献	273

第 1 章 甲醇燃料发展现状与 应用技术



1.1 醇醚燃料发展现状与前景

国家高度重视发展醇醚燃料及醇醚清洁汽车。2007年2月,国家发展和改革委员会下发了《关于发展替代能源的指导意见(征求意见稿)》;同年9月,国家发展和改革委员会下发了《我国醇醚燃料及从醇醚清洁汽车发展专题(征求意见稿)》,指出通过自主创新与引进国际经验和技术相结合,我国煤基醇醚燃料和醇醚清洁汽车工业具有良好的发展前景。

醇醚燃料中,乙醇燃料推广顺利,甲醇和二甲醚仍在起步。

在我国,汽车替代燃料已在加快试验和推广中,发展最快的当属乙醇汽油。在国家发展和改革委员会等八部委的推动下,从2004年4月起,黑龙江、吉林、辽宁、河南、安徽5省的全部和河北、山东、江苏、湖北的局部推广使用车用乙醇汽油。这是一种绿色可再生能源,在生产燃料的同时能消化大批陈化粮,可谓一举两得。但经过几年的试验也暴露出一些问题:一是粮食制造高纯乙醇成本过高(大约为4500元/t),维持运行需要国家给予财政补贴;二是国内陈化粮有限,已经不能满足生产需要,维持生产需要进口粮食替代。以上两点使乙醇汽油生产规模的扩大受到限制。

甲醇汽油是一种很有发展前景的替代燃料。从成本上看,大约每吨甲醇耗煤2t,生产成本在1000元/t左右,甲醇燃烧后尾气中常规排放的一氧化碳、碳氢化合物均比汽油、柴油低30%以上,同时由于甲醇不含苯、烯烃和硫,非常规排放物也比汽油燃料好。甲醇汽油从掺兑15%到100%使用甲醇均可,15%以下甚至都不必加助溶剂。但是在100%使用甲醇作为汽车燃料时,发动机则需要改造。我国从20世纪70年代开始进行甲醇燃料替代汽油试验,在山西、山东、云南、四川等地均进行过甲醇燃料替代试验。

甲醇燃料和乙醇燃料孰优孰劣,争论已有几年,现实情况是乙醇汽油正在从上而下地推开,甲醇虽然连年来产量猛增,但使用甲醇汽油缺少政策支持和统一标准,无法

大面积推行。乙醇汽油的问题是粮食有限和成本过高,甲醇则因毒性让人敬而远之。在此情况之下,二甲醚引起了更多人的关注。

目前二甲醚是公认的替代柴油的优质清洁燃料。当前二甲醚以两种方式作为燃料使用:一种是以其代替液化石油气,作为液化石油气汽车的代用品,这在山东久泰已经运行;另一种是二甲醚在加压下成为液态,与柴油混合(10%)代替柴油,西安交通大学已经取得了成功经验。此外,100%二甲醚代替柴油目前也取得了很大进展。与柴油相比,二甲醚替代后发动机的效率提高10%~15%,噪声降低10dB,排气清洁程度符合欧Ⅲ标准。1.6t甲醇制1t二甲醚,而1.2t二甲醚可以替代1t液化石油气,1.8t二甲醚替代1t柴油。二甲醚无毒,废气排放清洁,具有很强的竞争力,但是使用二甲醚的汽车发动机油路系统需要加压,要做一定的改动。国内一些大的汽车企业也对二甲醚汽车给予高度关注。我国的二甲醚发动机研发与世界同步。

推动车用醇醚燃料的规模化应用,满足交通运输业快速发展,当前应着力解决三大难点:首先,完善相关政策、标准。目前仅有国家指导性文件是不够的,还需要进一步深化,要出台操作层面上的产业政策,实现醇醚清洁汽车的产业化。其次,在国家新能源汽车鼓励政策中,应包括醇醚汽车,在消费税减征、免征方面,醇醚燃料应享有与乙醇燃料同样的政策。再次,还要制定加注系统的国家标准,国家能源局可先组织制定行业标准。地方政府要积极扶持,中石化、中石油要全力支持,解决加油站的加注系统问题。

2010年,国内醇醚市场将很难随中国经济的复苏出现明显改善,装置开工率将依然偏低,行业微利甚至亏损经营在所难免。如果被业内寄予厚望的《车用甲醇汽油(M15)》、《城市燃气用二甲醚》等国家标准及其配套标准不能如期出台,甲醇和二甲醚的产能过剩将更加严重,行业亏损面会进一步扩大。

1.2 甲醇燃料市场前景

我国甲醇的原料主要是煤,煤制甲醇生产工艺成熟,甲醇价格不足汽油的一半,因此一些专家认为煤制甲醇是汽油的最好替代燃料,发展甲醇燃料是解决我国原油不足的最佳途径。全甲醇灵活燃料轿车还有一项好处就是“灵活”,既可燃用甲醇,也可燃用汽油,或燃用任意比例的甲醇汽油混合燃料。另外,全甲醇发动机的运行成本低。甲醇的热值虽约是汽油的一半,但是由于甲醇的辛烷值高,抗爆性好,M100甲醇燃料运行成本比汽油机降低了30%以上。甲醇属清洁燃料,环境污染小也是全甲醇灵活燃料轿车的一大特色。除上述优势之外,该装置成本低,对普通汽油发动机改造,成本可控制在5000元/台以下;故障率低,维修方便。

对于甲醇汽车的市场前景,首先是推广和发展甲醇环保汽车符合我国国情。我国石油资源短缺,从能源安全保障和能源多元化角度出发,立足国内丰富的煤炭资源,以煤制甲醇作为代用燃料具有重要意义。为治理汽车尾气污染,国家和许多地方环保部

门均已出台较为严格的汽车尾气排放标准。近期国家有关政策表明,今后车用汽油将开征燃油税,而作为代用清洁燃料甲醇,则会受到政策扶持,在一定时期内不征收燃油税。其次,煤制甲醇生产潜力大,为甲醇汽车的推广奠定了雄厚的物质基础。

中国石油和化学工业协会调研表明,我国甲醇产能是否过剩,关键要看国家甲醇汽油相关标准及市场准入政策能否及时出台。据分析,到“十一五”末,国内甲醇产量预计达 1900 万~2300 万 t。而同期的市场需求包括甲醇汽油市场在内为 1800 万~2100 万 t,与目前已建、新建的甲醇产能基本平衡。但如果甲醇汽油相关标准颁布较晚,市场准入政策不能出台,甲醇汽油不能按预期上市,那么约 400 万 t 的甲醇潜在市场将会落空,甲醇产能就会过剩。如果甲醇汽油标准制定完毕,而且国家允许甲醇汽车上市,同时加油站等配套系统能够得到完善,那么到 2010 年我国 M85~M100(甲醇含量为 85%~100%)甲醇汽车将会达到 1 万辆左右,需要消耗燃料甲醇约 20 万 t。另外,M15(甲醇含量 15%)甲醇汽油每年将直接掺烧甲醇 300 万 t 左右。这样,甲醇总年需求量为 1800 万~2100 万 t,与产能基本持平。

已在国内争论了 20 年的甲醇燃料,可望时来运转。据相关人士预测,我国车用甲醇燃料年产量到 2010 年、2015 年和 2020 年,将可能分别达到 1000 万 t、3500 万 t 和 6000 万 t。

1.3 甲醇汽油使用性能的评价

评价认为,甲醇汽油可有效降低汽车污染排放。纯甲醇燃料(M100)汽车尾气完全没有汽油车尾气所含的苯和铅等剧毒物质;甲醇燃料尾气增加的非常规排放物主要为甲醇和甲醛,但通过使用催化净化器,可以使 M100 排放的甲醇、甲醛降低到接近和低于汽油的排放水平。

表 1.1 列出甲醇和汽油物化性质对比。评价可以认为:

(1) 甲醇辛烷值较高(MON90, RON112),抗爆性能好,在汽油中掺入甲醇可以提高汽油抗爆性。选用催化裂化汽油和催化重整汽油混合不同比例甲醇,测其辛烷值表明,多数情况下甲醇加入量大,调和后辛烷值提高。催化裂化汽油加入 5%的甲醇可提高 RON1.5~2.0,催化重整汽油加入 5%的甲醇可提高 RON1.0~1.5,但对汽油 MON 影响比较小。

(2) 甲醇热值仅为汽油的 45%,甲醇汽油的热值随甲醇加入量的增加逐渐减小,同时发动机的油耗随之增加,这些因素将直接影响甲醇汽油使用的经济性。

(3) 由于甲醇是极性很强的物质,与水完全互溶,相对于无铅汽油,甲醇汽油的吸水性显著增强。只有在水含量较低时,甲醇-汽油-水三元混合物才易形成均相体系,水含量增大易发生相分离。甲醇汽油相分离问题可通过加入增溶剂来改善。加入 1.0%增溶剂可使相分离温度下降约 10℃。添加 2%增溶剂可使甲醇体积分数 30%、水体积分数 1.0%~1.5%的甲醇汽油在 10℃的环境下不分层。

表 1.1 甲醇和汽油物理化学性质对比

项目	甲醇	汽油
分子式	CH ₃ OH	C ₄ ~C ₁₄ 碳氢化合物
相对分子质量	32.4	约 100
密度(g/cm ³)	0.793	0.693~0.790
冰点(°C)	-96	<-60
沸点(°C)	64.7	32~210
热值(kJ/kg)	20.083	44 350
水中溶解度(mg/L)	互溶	100~200
自燃温度(°C)	500	456
发火温度(°C)	470	240
气化潜热(°C)	1109	310
饱和蒸气压(kPa)	32	—
理论空燃比(kg/kg)	6.45	14.6~15.1
马达法辛烷值(MON)	90	70~84
研究法辛烷值(ROK)	112	84~96
(MON+ROK)/2	102	77~90

甲醇作为替代能源具有很多优点。

第一,因为甲醇的来源广泛,其中煤制甲醇更具重大意义,尤其对含硫量高、不易民用或工业用的煤,也不影响生产甲醇。从煤中制取甲醇,也可在多种可燃物质中提取混合醇,再将甲醇作为燃料代替汽油,等于汽车烧煤。

第二,甲醇汽油含氧量高,燃烧充分,能有效地降低和减少有害气体的排放,按照国家标准,碳氧化物下降 98.9%,碳氢化合物下降 88.11%,达到欧Ⅲ标准,部分指标达到欧Ⅳ标准,有利于环境保护,故有绿色环保燃料之称。

第三,因为甲醇汽油的燃烧特性,能有效地消除燃烧系统各部位的积炭,避免了因积炭的形成而引起动力下降、燃烧不充分等现象,且可降低各工况排气温度,有利于降低零部件热负荷,延长发动机部件的使用寿命。

第四,因为甲醇汽油中的甲醇是一种性能优良的溶剂,能有效地消除油箱及油路系统中杂质的沉淀和凝结,有良好的油路疏通作用,减少为清洁疏通油路而购买的如油路通、燃油精等添加剂的费用开支。

第五,因为使用甲醇汽油无论是电喷式和化油器式的任何一款汽油发动机,无需做任何改造即可正常使用。

第六,因为甲醇汽油辛烷值高,动力强,适用于高压比发动机,可提高发动机的效率。

甲醇作燃料发电将成为印度尼西亚和菲律宾一些小型岛屿未来的方案。现在,这两个国家一些偏远的岛屿常常依赖于柴油(或瓦斯油)发电,因为它们所处的位置不能

与国家的天然气分销网络相链接。而 LNG 再气化通常对于这些岛屿而言被认为是太昂贵的解决方案。甲醇现货价格现低于瓦斯油,不过,以甲醇为燃料的发电技术和技术诀窍仍然相对较新。在加勒比海,甲醇生产商特立尼达甲醇控股公司也计划在特立尼达-多巴哥 Point Lisas 建设甲醇发电验证电厂。该甲醇发电厂可产生 8.5MW 电力,可满足 MHTL 公司两套甲醇装置的电力需求。MHTL 公司在其 Point Lisas 生产地拥有 5 套甲醇装置,甲醇总生产能力为 400 万 t/a。该公司将与特立尼达-多巴哥大学合作,研究采用甲醇发电的可行性和热电联产的可行性,并确立燃料级甲醇的规格。

Lotus 工程公司于 2008 年 3 月初宣布推出甲醇三燃料零碳排汽车,该车型为 Exige(0~60mi¹⁾/h)在 3.88s 内可达到 96km/h,最高车速为 158mi/h(255 km/h)。采用汽油、生物乙醇和甲醇的任意混合物。采用发展中的技术将可使用醇类燃料如甲醇,甲醇是已获验证的内燃燃料,它可由排向大气的 CO₂ 进行合成。从排向大气的 CO₂ 生产的醇基燃料为可再生燃料,用于可持续的零碳排内燃相对较容易。Lotus 工程公司正在研究使用可持续发展的合成醇类作为潜在的未来燃料,该技术已由 Lotus 工程公司推出 4~5 年。甲醇可从 CO₂ 与氢气合成生产。最终,发展中的工艺可回收大气中 CO₂,以提供必要的碳。

1.4 我国甲醇燃料试点推行现状

我国甲醇燃料及甲醇汽车的研究始于 20 世纪 70 年代,目前甲醇燃料及甲醇汽车开发已走在世界前列。甲醇燃料是我国经历工程实践、系统检验时间最长的一种车用替代燃料。国内众多企业在甲醇燃料的调配、储存、输配、防腐、安全使用等方面做了大量工作,目前形成了多项实用技术,并在示范车上攻克了甲醇燃料技术难关。特别是通过使用单项或复合添加剂和完善添加技术方面,已解决了甲醇汽油遇水乳化分层、低温启动困难、高温气阻等难题。

甲醇用作车用清洁燃料近年引起人们的兴趣。在具有资源优势的山西、陕西等省,由地方政府组织的甲醇汽车示范运行区已取得较大进展。山西省多煤而油品紧缺,是国内最早试用甲醇燃料的大省。从 2004 年下半年开始,山西省政府决定在全省 11 个市正式推广使用甲醇汽油,以减轻汽车尾气对环境污染的压力。

山西省“清洁汽车工程”(煤制甲醇清洁燃料汽车项目)已由试验示范阶段转入产业化示范阶段。目前世界上以甲醇汽车燃烧甲醇的最高比例为 85%,大同汽车制造厂试制成功全甲醇(M100)清洁燃料燃烧装置。

作为山西省煤转化能源战略重要一环的甲醇替代汽油产业化进程正在积极推进,经过 20 年的努力,已经成功迈出三大步伐。“六五”期间,原国家科技委员会在山西开始组织 M15 甲醇汽油试验研究。期间山西共投入 475 辆中吨位载货汽车进行实验性

1) 1mi(英里)=1.6093km(千米)。

运营,建立4个M15加油站,累计运营里程8000余万千米。试验取得了较为理想的应用效果。1998年起转入示范运营阶段,实施由原国家经济贸易委员会批准的煤制甲醇——洁净燃料示范工程。期间山西投入甲醇汽车48辆,在榆次至太原之间进行长途客运运营,同时在大同、晋城、侯马、吕梁等地组织了100辆中巴车做城区示范运营。2001年进入产业化示范工程阶段。当年7月,山西成立燃料甲醇与甲醇汽车领导小组。2002年10月将太原、阳泉、临汾、晋城作为首批推广车用甲醇汽油的试点城市,并在全省分步推广。至2003年年底,中石化山西分公司所属石油公司已有100座加油站销售甲醇汽油。山西省于2004年下半年将产业化试点推广到全省各城市。在此基础上,山西省自2005年10月至2006年6月在条件较好的阳泉、临汾、晋城,对甲醇汽油进行试点封闭运作。

2003~2005年山西省承担了科技部甲醇燃料汽车示范工程项目和M85点燃式甲醇燃料轻型汽车研究开发项目。2006年承担了国家“863”计划安排的两个项目。从2008年起,山西省甲醇燃料进入产业化推进阶段。到2008年年底,该省累计销售甲醇汽油70万t,消耗甲醇18万t,加油站改造900多座,其中高比例加油站20多座,建调配中心12处,在用车改甲醇车7000余辆,其中轿车6832辆、公交车94辆,低比例掺烧5000万辆次。

为提倡使用环保燃料,山西省交通厅把使用高比例甲醇的汽车免收养路费的政策延续到2010年。2004年9月,山西省出台支持车用甲醇汽油产业化的试点政策:凡使用80%~100%高浓度甲醇的汽车,2006年底前免征养路费和客运附加费。这极大地推进了车用甲醇汽油产业化进程。而山西丰富的煤炭资源为生产煤制甲醇提供了便利条件,山西焦化集团、山西原平化学工业集团有限责任公司、山西金源化肥公司等企业都能批量生产甲醇,其成本比汽油大约低三分之一。至2010年,使用高比例甲醇的汽车在山西省仍然享受到免征养路费和客运附加费的优惠。

山西省于2008年提出,到2012年全省完成甲醇燃料产业化第一阶段目标:即现有出租车50%实现甲醇化;现有大型载货车的1/3甲醇化;现有城市公交、环保车及动力的1/4甲醇化;低比例掺烧,全省封闭运行。如果实现这一目标,每年可消耗甲醇350万~400万t,替代汽油、柴油200万~250万t;全省形成燃料甲醇和新能源汽车两大产业,初步建成全国甲醇燃料生产、甲醇汽车生产示范基地。

山西省出台地方标准,规范企业行为。在企业标准基础上,2007年山西省质量技术监督局颁布了车用甲醇汽油组分油、变性燃料甲醇等4个标准。还将颁布在用车甲醇化改造通用技术条件、输配系统管理规范、非常规排放等地方标准。

山西华顿实业有限公司(以下简称华顿公司)研制成功的“华顿高清洁甲醇汽油及其添加剂与配制技术”和“车用甲醇柴油、助溶剂与配制技术”两项成果,有效地解决了甲醇汽油产业化推广应用中的多项技术难题。在不改变发动机结构条件下,实现甲醇与汽油均匀掺混并能够长期稳定使用,必须选用相应的添加剂,以抑制甲醇所表现的极性与活性。华顿公司根据山西省地方标准和其企业标准,由助溶剂、腐蚀抑制剂、汽油清净剂和其他有关制剂配制成的添加剂,按一定比例与甲醇配制成变性燃料甲

醇,再由变性燃料甲醇和国家标准汽油经过严格科学工艺配制成甲醇与汽油的混合燃料——华顿高清洁甲醇汽柴油(MH15),通过有关部门的鉴定,列入2004年国家火炬计划项目。

陕西省政府曾经在2005年7月4日对该省甲醇汽油的发展做了总体部署,成立了陕西省甲醇汽油领导小组,该省甲醇汽油燃料的示范与推广应用进入了实施阶段,并先后在延安、宝鸡、榆林和西安四城市进行了为期两年的试点。试验结果表明,汽车使用93号M15甲醇汽油,其动力性、冷启动、腐蚀性、溶胀性、油耗与经济性、尾气排放、溶解性、抗相分离和气阻等都优于或相当于同类标号的普通汽油。

陕西省在全国率先颁布车用M25甲醇汽油地方标准,并实施M85高比例甲醇汽油燃料技术研究。车用M15、M25甲醇汽油及车用燃料甲醇地方标准在2004年由陕西省质量技术监督局颁布,这是继山西之后在全国第二个出台甲醇汽油标准的省份,但从掺烧比例看,M25高比例标准又是全国第一个。陕西省发展和改革委员会已安排实施产业化,在2005年下半年进行小规模试点。按照陕西省现行标准推行使用甲醇汽油燃料,每年可消耗50万~60万t甲醇,几乎等于陕西省目前甲醇的年产量。

从1980年起,四川省开始在汽油中加注低比例甲醇燃料,在这一领域技术领先。据测算,四川每年消耗汽柴油近400万t,如果全部添加15%的甲醇,每年可以节约汽油至少在40万t以上,也就是说每年可节约汽油费20亿元以上。

年产3万t车用甲醇清洁燃料的工厂于2003年10月在黑龙江哈尔滨市建成投产。该市还准备在此基础上再建一个年产30万t的车用甲醇清洁燃料的生产基地。

辽阳顺昌液化石油气有限公司与韩国耐斯构有限公司的合资项目年产5万t甲醇汽油项目于2006年7月在辽阳签约。该项目总投资200万美元,中韩双方各投资100万美元,于2006年年底建成投产。此前,耐斯构公司成功配制出高品质甲醇汽油样品。

山西佳新能源化工实业有限公司从1997年起就开始承担由原国家经济贸易委员会立项的国家甲醇燃料汽车试验示范项目。试验示范表明,该公司研发的全甲醇灵活燃料轿车既可用甲醇,也可用汽油,是目前国内出租车行业唯一达到欧Ⅲ排放标准的汽车技术,可用于城市出租车的改造。

由新疆协力新能源有限责任公司组建的新疆第一支甲醇汽油示范车队于2007年2月2日在昌吉市成立并正式运行。这标志着新疆清洁能源燃料的开发利用迈出新的一步。该车队使用的是公司自行研制的M15型93号甲醇汽油。经相关部门检测,该型号汽油与93号无铅汽油尾气排放相比,一氧化碳下降50%,碳氢化合物下降10.3%,发动机功能性略强于93号无铅汽油,在油品消耗上两种产品基本相当。

浙江省宣布于2009年第一季度在部分城市开始使用15%甲醇、85%汽油调和油(M15)。项目表明,浙江省选择杭州市和其他三个城市实施该中型试用项目。四个城市的部分汽车试用由该省两家燃料公司配制的甲醇-汽油调和油。如果这一试用计划取得成功,这一替代燃料将会在更多城市的汽车中推广使用。作为新一代高科技燃料,甲醇-汽油调和油已被应用于许多汽车作为动力,但需改变或改造汽车发动机。