

# 乙醇汽油的发展与应用研究

孙元宝,邱贞慧,刘智恒

(空军勤务学院 航空油料物资系,江苏 徐州 221000)

**摘要:** 汽油是一种宝贵的能源产品,在国民经济中发挥着巨大作用。随着一次性能源的不断减少和环境保护呼声的不断提高,开发新能源汽油产品,全面减少碳的周期排放已经成为当前世界各国能源领域研究的重点。本文就新能源乙醇汽油的研究、应用与发展情况进行了研究,对各国应用情况进行了对比,分析了乙醇汽油的现状与发展,并指明了其发展与应用前景。

**关键词:** 乙醇汽油;发展;应用

中图分类号:TE626.21

文献标识码:A

文章编号:1008-021X(2016)07-0061-03

DOI:10.19319/j.cnki.issn.1008-021x.2016.07.021

## Development and Application Research of Ethanol Gasoline

Sun Yuanbao, Qiu Zhenhui, Liu Zhiheng

(Department of Avial Oil and Material, Air force Logistics College, Xuzhou 221000, China)

**Abstract:** Gasoline is a kind of precious energy product, which plays an important role in national economy. With the primary energy using up and the appeal for environmental protection bumping up, it has been a hotspot in the energy research field all over the world that exploit new energy gasoline product and reduce the cycle emission of carbon. In this article, the research and application of the new energy ethanol gasoline product and the contrast over the countries is discussed, the present situation and development in the application also be showed clearly.

**Key words:** ethanol gasoline; development; application

能源与环境问题是21世纪人类面临的重大挑战。能源问题的核心是石油问题,以石油为基础的现代交通燃料体系支撑着人类不断发展的物质文明。石油等化石燃料资源日益减少并面临枯竭,供应日益紧张,获取成本越来越高,但消费需求越来越大,同时燃烧后排放的废气也给全球环境带来了不小的挑战。因此,寻求一种可再生、低碳、清洁能源和实现能源的多元化发展成为大势所趋。液体生物燃料是最重要、最具发展潜力的生物燃料形式,因其来源丰富,可再生及产品多样性,与化石能源相比具有实现可持续发展的独特优势,已经成为解决石油资源紧缺与碳排放问题的重要途径之一。对新能源汽油产品而言,目前研究与应用比较成熟的只有乙醇汽油。美国、巴西、日本以及欧洲各国均将发展以乙醇汽油为主的液体生物燃料作为其可再生能源的发展战略。

### 1 乙醇汽油的发展

燃料乙醇作为化石燃料的替代品的先行者,其发展历程与国际原油市场的供应息息相关。早在第一次世界大战期间,由于汽油缺乏,乙醇就作为燃料与汽油混合。此后,由于国际原油市场产量提高,原油价格只有两三美元一桶,导致了乙醇不再作为发动机燃料使用。同时,石化工业副产品乙烯的价格低廉,至20世纪70年代初,西方国家使用化学合成法生产的乙醇占总产量的80%,发酵法生产乙醇严重萎缩。

但是,受世界主要产区政局不稳、新兴经济体增长需求旺盛等因素影响,国际原油价格波动较大,从上世纪70年代第一次石油危机的爆发至今,国际原油价格几度起落,2008年7月,原油市场价格曾达到每桶147美元的历史最高位。另外,化石燃料大量使用带来繁荣的同时也造成了严重

的环境污染、温室效应等全球性环境问题,而世界人口不断增加,经济不断发展,日益增加的能耗和有限的不可再生能源日益减少不可避免的产生矛盾。面临着能源安全、环境危机、资源危机三大问题的世界各国再次将目光转向生物燃料乙醇为代表的可再生燃料,用乙醇部分或者全部替代汽油作为车用燃料的模式得到多国政府的支持和鼓励,发酵法生产乙醇也在此进入大发展阶段<sup>[1]</sup>。

目前,燃料乙醇仍以玉米、甘蔗、薯类等为主要原料通过发酵工艺生产,以纤维素为原料的第2代燃料乙醇技术受到世界各国广泛重视,虽然已经建立多套工业示范装置,但仍存在诸多技术和成本问题,要实现大规模商业应用尚需时日。2011年,全球燃料乙醇产量约为6700万t,其中美国 and 巴西两国产量占世界总产量的87%,中国位列第三<sup>[2]</sup>。并且经过多年的试点和推广使用,我国乙醇汽油在生产、混配、储运及销售等方面已拥有较成熟的技术。2010年,我国燃料乙醇产能达180万t/a,产量达157万t,乙醇汽油销售量占我国汽油表观消费量的22%。其中,中石油已经建立5777座乙醇汽油加油站,其控股的吉林燃料乙醇有限公司产能达到60万t/a,拥有我国最先进的生产技术和设备,燃料乙醇生产规模达到亚洲最大。截至2010年底,中石油累计销售乙醇汽油4208万t,占全国乙醇汽油消费量的55%。

### 2 车用乙醇汽油特性与标准

车用乙醇汽油就是在普通汽油中添加一定量的变性燃料乙醇,经过均匀混的一种含有乙醇的汽油燃料。燃料乙醇的加入量是根据汽车发动机对燃油指标的要求确定的。比如巴西车用乙醇汽油中规定的乙醇体积含量为22%以上,可

收稿日期:2016-03-02

作者简介:孙元宝(1976—),空军勤务学院航空油料物资系教员,主要从事油料应用与特种材料开发的相关研究工作。

至85% 美国规定为5.5%~10% ,我国的国家标准中规定为8.0%~12.0%<sup>[3]</sup>。

### 2.1 主要特性

(1) 蒸汽压:乙醇在40℃时的蒸汽压为18kPa,远低于汽油的蒸汽压,但将乙醇添加剂加到汽油中后,乙醇汽油的蒸汽压将提高。在加入5.7%乙醇时达到最大值。其后随着乙醇加入量增多蒸气压会有所下降,即使乙醇加入量增加到15%时,乙醇汽油蒸气压仍比不加乙醇的汽油高3kPa。

(2) 水溶性:国家标准《车用乙醇汽油》(GB18351-2001)中规定,乙醇汽油中水分含量不超过0.20%(质量分数)。车用乙醇汽油允许的水含量,与温度和乙醇含量有关。对于E10乙醇汽油,若含水0.27%,则温度降到-20℃就会发生相分离。

(3) 腐蚀性:车用乙醇汽油具有轻微的腐蚀性,这是由于变性乙醇中存在微量乙酸引起的。但试验表明车用乙醇汽油

除去对紫铜腐蚀明显外,对其他金属的腐蚀不明显。通常在车用乙醇汽油中加入适量的腐蚀抑制剂,以有效抑制微量有机酸对黄铜和紫铜的腐蚀,并改进对其他金属的耐腐蚀性。

(4) 溶解性:车用乙醇汽油具有一定的溶解能力,可以使某些种类的橡胶、树脂和塑料产生软化、溶胀的现象。试验证实氯丁橡胶、顺丁橡胶、丁腈橡胶、硅橡胶、氟橡胶、尼龙、聚四氟乙烯以及缩醛树脂的耐油性和抗乙醇汽油的溶胀性较好,氟化丁腈橡胶、氯化聚醚、丁基橡胶、聚氨酯橡胶和聚氨酯等抗乙醇汽油的溶胀性较差<sup>[4]</sup>。

### 2.2 燃料乙醇标准

目前,已制定燃料乙醇标准的国家和地区主要有美国、巴西、德国、欧盟、中国、印度、泰国、日本等。自1930年巴西开始使用燃料以来,有关国家先后颁布了相关的产品标准。

#### 2.2.1 巴西燃料乙醇标准

表1 巴西燃料乙醇标准

项目	Resolução ANP N°7 2011(无水燃料乙醇)	Resolução ANP N°7 2011(含水燃料乙醇)	项目	Resolução ANP N°7 2011(无水燃料乙醇)	Resolução ANP N°7 2011(含水燃料乙醇)
乙醇含量/%	≥99.6	95.1~96.0	氯化物含量/(μg/g)	≤1	≤1
总酸度/(mg/L)	≤30	≤30	硫酸盐/(μg/g)	≤4	≤4
电导率/(μg/m)	≤350	≤350	铁含量/(μg/g)	≤5	≤5
密度(20℃)/(kg/m <sup>3</sup> )	≤791.5	807.6~811.0	铜含量/(μg/g)	0.07	-
pH值	-	6~8	钠含量/(μg/g)	≤2	≤2
蒸发残留物/ (mg/100mL)	≤5	≤5	颜色	无色或黄色	无色或黄色
烃(体积分数)%	≤3.0	≤3.0	外观	清澈无悬浮物或沉淀	清澈无悬浮物或沉淀
水分含量(体积 分数)%	0.4	4.9			

巴西是世界上最早进行燃料乙醇研究和应用的国家,自1930年以来就发展燃料乙醇,1970年石油危机后,燃料乙醇更是得到迅猛发展。巴西国家石油局(The National Petroleum Agency,ANP)制定了巴西燃料标准,与2002年1月15日发布执行,随后进行了几次修订,目前使用2011年2月修订版标准Resolução ANP N°7(无水乙醇)和Resolução ANP N°7(含水乙醇)标准,具体指标如表1。

#### 2.2.2 美国燃料乙醇标准

表2 美国ASTM D4806和ASTM D5798标准指标对比

项目	D4806 指标	D5798 指标
乙醇含量(体积分数)%	≥92.1	70~79(含其他高级醇)
甲醇含量(体积分数)%	≤0.5	≤0.5
水分(体积分数)%	≤1.0	≤1.0
实际胶质/(mg/100mL)	≤5.0	≤5.0
无机氯/(mg/L)	≤40	≤2(总氯化物)
铜含量/(μg/g)	≤0.1	≤0.07
乙酸含量/%	≤0.007	≤0.005
硫含量/(μg/g)	≤30	≤30
变性剂含量/%	≥1.96 ≤4.76	— —

美国是全球燃料乙醇用量最大的国家之一。自20世纪70年代以来,美国就开始将乙醇作为燃料在汽油中添加使用。美国材料试验协会(ASTM)颁布了两项燃料乙醇的标准,分别是“ASTM D4806-2004用于发动机燃料调和所用的变性燃料乙醇标准”和“ASTM D5798-2004车用燃料乙醇(Ed75-Ed85标准)”。ASTM D4806标准针对的是用于汽油混合的变性燃料乙醇,而ASTM D5768标准适用于特定交通工具的汽油替代燃料乙醇,其所用乙醇应满足ASTM D4806标准。目前美国尚无乙醇汽油的国家标准。两个燃料乙醇标准主要规格如表2。

表3 美国加利福尼亚州变性燃料乙醇和燃料乙醇变性剂指标

项目	加州变性燃料乙醇指标	加州燃料乙醇变性剂指标
硫含量/(μg/g)	≤10	-
苯(体积分数)%	≤0.06	≤1.1
烯烃(体积分数)%	≤0.5	≤10
芳烃(体积分数)%	≤1.7	≤35

与普通车用汽油一样,美国加利福尼亚州还制定了当地的变性燃料乙醇标准。标准除对硫含量有更加严格的小于10μg/g的要求外,对变性燃料乙醇及用于变性的变性剂汽

油也有严格要求,并增加了对其他组分含量(苯、烯烃、芳烃)的限制。具体指标如表 3。

2.2.3 欧洲燃料乙醇标准

2008 年德国率先推出了“乙醇作为汽油调和组分的要求和测试方法”的乙醇燃料标准 DIN 15376-2008,后来由欧洲标准化协会(CEN)的技术委员会 TC19 中的乙醇工作组在德国标准的基础上起草了欧洲标准 EN 15376-2008。该标准的技术指标与美国的 ASTM D4806 指标相当。该标准于 2011 年修定,主要规格如表 4。

表 4 欧盟 EN 15376(2011-04)生物乙醇标准

项目	EN15376-2011 指标
乙醇和高级醇含量(质量分数) /%	≥98.70
高饱和单醇含量(C3~C5)(质量分数) /%	≤2.0
甲醇含量(质量分数) /%	≤1.0
水分(质量分数) /%	≤0.3
无机氯/(mg/L)	≤20.0
铜含量/(μg/g)	≤0.1
磷含量/(mg/L)	≤0.15
乙酸含量/(g/L)	≤0.007
非挥发性物质的含量/(mg/100mL)	≤10
硫含量/(μg/g)	≤10
外观	清澈透明

2.2.4 国内燃料乙醇标准

我国对燃料乙醇的研发始于 21 世纪初。2001 年参照美国 ASTM 标准制定了《变性燃料乙醇》国家标准(GB18350-2001)。此外,中国石油和中国石化还有各自的企业标准,即《车用乙醇汽油调和组分》中国石油企业标准(Q/SY48-2002)和《车用乙醇汽油调和组分》中国石化企业标准(Q/SHR010-2005)。

表 5 GB18350-2001 变性燃料乙醇国家标准的技术要求

项目	GB18350-2001 指标
乙醇(体积分数) /%	≥92.1
甲醇(体积分数) /%	≤0.5
实际胶质/(mg/L)	≤5.0
水分(体积分数) /%	≤0.8
无机氯(以 Cl <sup>-</sup> 计)/(mg/L)	≤32
酸度(以乙酸计)/(mg/L)	≤56
铜含量/(mg/L)	≤0.08
pH 值	6.5~9.0
外观	清澈透明,无肉眼可见悬浮物和沉淀

3 我国车用乙醇汽油与普通汽油标准体系差异

我国现行的车用乙醇汽油(E10)和车用汽油标准分别是 GB18351-2013 和 GB17930-2013。GB18351-2013 主要技术指标见表 6。

总体来说,乙醇汽油与普通汽油标准存在差异有以下几个方面:

(1) 乙醇汽油对水分含量有严格限制,规定了水分含量

不大于 0.8% 限制乙醇中水分含量的主要目的,是防止乙醇与汽油分层,进而影响燃料乙醇的使用效果,导致汽车运转故障。

(2) 从标准上看,两者的锰含量不同。其原因是在国家标准 GB 17930-2013 中,规定了在普通汽油中不得人为加入含锰的添加剂。含锰添加剂,主要是指甲基环戊二烯羰基锰(MMT)。作为近年来四乙基铅的替代者,颇具争议的汽油添加剂,MMT 具有良好的抗爆性能。但其争议点是 MMT 是否对汽车的燃烧系统和排放系统产生影响。目前,世界主要普通汽油标准都已经禁止加入 MMT 作为抗爆剂,但是作为乙醇汽油,其抗爆性能较差,且世界上并没有在乙醇汽油中禁止加入 MMT 作为抗爆添加剂的先例,因此在我国乙醇汽油和普通汽油的国家标准中,出现了差异。

表 6 GB18351-2013 车用乙醇汽油主要技术指标

项目	90 号	93 号	97 号
抗爆性	90	93	97
研究法辛烷值	≤85	≤88	报告
抗爆指数			
铅含量/(g/L)		≤0.005	
10% 蒸发温度/°C		≤70	
50% 蒸发温度/°C		≤120	
90% 蒸发温度/°C		≤190	
11 月 11 日至 4 月 30 日蒸汽压/kPa	42~85		
5 月 1 日至 10 月 31 日蒸汽压/kPa	40~68		
硫含量 /%		≤0.5	
烯烃含量(体积分数) /%		≤0.008	
锰含量/(g/L)		≤0.010	

4 小结

2014 年,美国石油对外依存度大幅下降,除了页岩油的开采之外,燃料乙醇对于美国在能源独立过程中起的作用也是非常关键。2014 年,美国燃料乙醇的产量取代了用于炼制汽油所需的原油约 5.12 亿桶<sup>[6]</sup>。从生物周期碳排放来看,乙醇汽油与石化燃料相比,具有很高的碳经济性,对环境保护所起的作用也是非常显著的。与其他生物燃料相比,乙醇汽油具有与现有石油产品相融性好、腐蚀性小、对动力装置基本无影响的特点。但乙醇汽油在当前石油价格长期处于低位时竞争力有所下降,需要政府及相关部门及时参与,从调整配比,降低赋税等手段出发,促进乙醇汽油产业的健康发展。

参考文献

[1] Beurskens L W M, Mozaffarian M, Lescot D, et al. Biofuels barometer [J]. Policy Studies 2013, 12: 2011.

[2] Innovation A I. Ethanol industry outlook [J]. Report Renewable Fuels Association 2012.

[3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. GB18351-2013 车用乙醇汽油(E10) [S]. 北京: 中国标准出版社 2013.

[4] 胡徐腾. 液体生物燃料: 从化石到生物质 [M]. 北京: 化学工业出版社 2013: 470-471.

(下转第 65 页)

历史统计数据的归纳总结然后以此预测未来用地规模。随着我国城市化进程的加快,土地利用变化受诸多驱动因素的影响和制约,是一个动态的、非线性的复合系统,传统方法越来越显示其局限性。自从 Helen Couclelis<sup>[14]</sup> 开创了以元胞自动机( cellular automata ,CA) 研究城市扩展以来,已有众多学者进入这一领域进行研究,建立了多种 CA 城市模型,典型代表有 SLEUTH 模型、ANN - CA 模型、概率统计 - CA 模型、社会经济 - CA 模型、非栅格 CA 模型、GeoCA - Urban 模型等,各种模型之间的结构、转换规则和参数定义方法有所不同。目前城市 CA 研究中还存在许多问题,如转换规则定义、元胞空间划分、时间对应关系、CA 模型与 GIS 及其他空间模型的集成,影响着 CA 的实用性。

### 3 问题与展望

以往对城市建设用地扩张的研究主要集中在长三角、珠三角等经济发达地区,如长三角的上海<sup>[15]</sup>、南京<sup>[16]</sup>、无锡<sup>[17]</sup>、常熟<sup>[18]</sup>等;珠三角的深圳<sup>[19]</sup>、东莞<sup>[20]</sup>等。这些研究主要以下的不足:其一,研究主要集中在平原以及经济发达的沿海地区,针对山地城市的研究范围和深度均有不足;其二,研究多是对建设用地水平方向的扩张进行城市形态的研究,对城市建设用地在竖直方向上的扩展特征研究较少;其三,在未来用地的预测研究中,多是对预测结果进行简单的统计分析,而得出一组城市用地未来发展的面积数据,或者利用土地利用图研究城市扩展过程中土地利用类型的转化,缺少针对城市扩张演变过程的模拟,缺少对城市扩张过程驱动因素和形成机制的定量分析。

#### 参考文献

[1]李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553 - 558.

[2]刘纪远, 张增祥. 中国近期土地利用变化的空间格局分析[J]. 中国科学, 2002, 32(12): 1031 - 1040.

[3]Murakami A, Zain A M, Takeuchi K, et al. Trends in urbanization and patterns of land use in the Asian mega cities Jakarta, Bangkok, and Metro Manila [J]. Landscape and Urban Planning 2005, 70(3): 251 - 259.

[4]Jensen J R, Toll D L. Detecting residential land - use development at the urban fringe [J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1982(48): 629 - 643.

[5]吝 涛, 李新虎, 张国钦, 等. 厦门岛城市空间扩张特征及其影响因素分析[J]. 地理学报, 2010, 65(6): 715 - 726.

[6]吴启焰, 陈 浩. 云南城市经济影响区空间组织演变规律

[J]. 地理学报, 2007, 62(12): 1244 - 1252.

[7]武 进. 中国城市形态: 结构、特征及演变[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1990: 13 - 14.

[8]杨荣南, 张雪莲. 城市空间扩展的动力机制与模式研究[J]. 地域研究与开发, 1997, 16(2): 1 - 4.

[9]郭永昌, 张 敏, 秦树辉. 包头市城市地域空间扩展的动力机制研究[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(5): 15 - 20.

[10]郭 鹏, 薛惠锋, 赵 宁, 等. 基于复杂适应系统理论与 CA 模型的城市增长仿真[J]. 地理与地理信息科学, 2005, 20(6): 69 - 72.

[11]刘盛和, 吴传钧, 沈洪泉. 基于 GIS 的北京城市土地利用扩展模式[J]. 地理学报, 2000, 55(4): 407 - 416.

[12]赵和生. 城市规划与城市发展[M]. 南京: 东南大学出版社, 1999.

[13]董 雯, 张小雷, 王 斌, 等. 乌鲁木齐城市用地扩展及其空间分异特征[J]. 中国科学: D 辑, 2007, 36(A02): 148 - 156.

[14]Couclelis H. From cellular automata to urban models: new principles for model development and implementation [J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 1997, 24(2): 165 - 174.

[15]张心怡, 刘 敏, 孟 飞. 基于 RS 和 GIS 的上海城建设用地扩展研究[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(1): 29 - 33.

[16]姚士谋, 顾朝林, Kamwing Cheng. 南京大都市空间演化与地域结构发展策略[J]. 地理学与国土研究, 2001(3): 7 - 11.

[17]薛东前, 王传胜. 无锡城市用地扩展的时空特征与趋势分析[J]. 资源科学, 2003, 25(1): 9 - 14.

[18]马荣华, 陈 雯, 陈小卉, 等. 常熟市城镇用地扩展分析[J]. 地理学报, 2004, 59(3): 418 - 426.

[19]史培军, 陈 晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报, 2000, 55(2): 151 - 160.

[20]黎 夏, 叶嘉安. 利用遥感监视和分析珠江三角洲的城市扩张过程—以东莞市为例[J]. 地理研究, 1997, 16(4): 56 - 62.

(本文文献格式: 邓 睿, 卿珊珊. 基于 RS 与 GIS 的城市建设用地扩张研究进展[J]. 山东化工, 2016, 45(7): 64 - 65.)

刊 2015(34): 58.

(本文文献格式: 孙元宝, 邱贞慧, 刘智恒. 乙醇汽油的发展与应用研究[J]. 山东化工, 2016, 45(7): 61 - 63, 65.)

(上接第 63 页)

[5]Ferrara A M, Wares R, Rowe M M. The performance of alternate fuels in general aviation aircraft[R]. National Inst For Petroleum And Energy Research Bartlesville Ok, 1988.

[6]季衍及. 燃料乙醇助推美车能源独立[J]. 中国经济周

欢迎订阅 欢迎投稿