

Physicochemical Properties and Economic Performance Evaluation of Cellulose Ethanol Gasoline

Yunlong Ge, Xiuhua Zhao, Mingfang Wu, Yanjie Liu, Yongbin Meng, Wengang Li, Xiaoli Sun, Yuangang Zu*

Key Laboratory of Forest Plant Ecology of Ministry of Education, Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang
Email: *zygorl@yahoo.com.cn

Received: Mar. 22nd, 2016; accepted: Apr. 5th, 2016; published: Apr. 12th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The preparation method of cellulose ethanol gasoline was introduced in this paper, which was examined by Quality Supervision and Inspection Institute of Heilongjiang province according to GB18351-2010 "ethanol gasoline for motor vehicles (E10)" of national standard. The detection result indicated that cellulose ethanol gasoline was totally up to GB18351-2010 "ethanol gasoline for motor vehicles (E10)" of the national standard. Moreover, economic performance of cellulose ethanol gasoline was inspected through the vehicle road contrast test with 93# gasoline. The results showed that cellulose ethanol gasoline was better than 93# gasoline.

Keywords

Cellulose Ethanol, Cellulose Ethanol Gasoline, Physicochemical Property, Economic Performance

纤维素基乙醇汽油的理化性质 与经济动力性评价

葛云龙, 赵修华, 吴铭芳, 刘艳杰, 孟永斌, 李文罡, 孙晓莉, 祖元刚*

*通讯作者。

文章引用: 葛云龙, 赵修华, 吴铭芳, 刘艳杰, 孟永斌, 李文罡, 孙晓莉, 祖元刚. 纤维素基乙醇汽油的理化性质与经济动力性评价[J]. 可持续能源, 2016, 6(2): 31-37. <http://dx.doi.org/10.12677/se.2016.62004>

东北林业大学森林植物生态学教育部重点实验室, 黑龙江 哈尔滨
Email: *zygorl@yahoo.com.cn

收稿日期: 2016年3月22日; 录用日期: 2016年4月5日; 发布日期: 2016年4月12日

摘 要

本文介绍了纤维素基乙醇汽油的理化性质, 并委托黑龙江省质量监督检测研究院参照GB18351-2010《车用乙醇汽油(E10)》国家标准进行资质检测, 经测定纤维素基乙醇汽油完全符合GB18351-2010《车用乙醇汽油(E10)》国家标准; 同时对纤维素基乙醇汽油与市售93#乙醇汽油进行了整车道路对比试验来考察纤维素基乙醇汽油经济动力性, 结果表明纤维素基乙醇汽油优越市售93#乙醇汽油。

关键词

纤维素基乙醇, 纤维素基乙醇汽油, 理化性质, 经济动力性

1. 引言

石油是支撑交通等国民经济基础产业的重要战略资源, 但目前全球的石油储量仅供开采 40 年左右, 趋于枯竭, 急需新一代液体燃料替代[1]。在石油危机的背景下, 为减少对进口原油的依赖, 各国政府均制定了“乙醇发展计划”, 开始大力推广车用乙醇汽油[2]。

目前国内外燃料乙醇的生产主要以玉米等粮食淀粉为原料, 存在生产成本低、原料供应有限等问题, 同时中国地少人多的现状也决定了以粮食为原料的乙醇大规模生产必将导致“与人畜争粮, 与粮食争地”的不利局面, 我国的粮食安全将受到严重威胁[3] [4]。同玉米等粮食资源相比, 林木纤维原料是丰富而且廉价的可再生资源。

林业生产过程中产生的植物固形物为林木纤维素类物质, 通常含有 38%~50%的纤维素、20%~35%的半纤维素和 15%~25%的木质素, 纤维素是葡萄糖高聚物, 作为一种化石燃料的替代能源, 由于其具有“CO₂ 零排放”效应、低硫、资源广泛和可再生性等特点, 如果将这些取之不尽的可再生资源得到充分有效的利用, 必然具有重大的社会和经济意义[5] [6]。因此以纤维素类物质为原料生产乙醇汽油必将是一个非常具有潜力的发展方向, 它既节约有限石化资源, 又可降低环境污染, 是一项集环境效益、社会效益和经济效益于一体的新型可持续环保产业, 其重要意义是毋庸置疑的[7]。林木纤维素物质转化新型能源和高附加值化工产品是国内外关注研究热点, 包括液态烷烃, 2,5-二甲基咪喃, 生物乙醇等, 其转化的关键步骤是纤维素物质清洁水解成葡萄糖, 然而纤维素是由 β -1,4-糖苷键组成的长链分子, 分子内及分子间由于氢键的存在形成高度的结晶结构, 这种超稳态结构不同于直链淀粉的螺旋结构, 使得纤维素水解异常困难[8]。浓酸水解是低温下, 纤维素在浓酸作用下首先水解成低聚态的葡萄糖, 然后再在稀酸溶液中进行二次水解进一步生成单糖 - 葡萄糖, 其原理是结晶纤维素较低温度下完全溶解于 72%的硫酸中, 导致纤维素的均相水解, 典型的工艺是用 60%~90%的浓硫酸来进行酸解。浓酸水解反应具有条件温和, 能耗低, 速率快, 水解率高等优点, 但酸回收是困扰浓酸水解技术应用的关键所在[9]。如何以经济的方法把酸和水溶性纤维素分离, 不但便于水溶性纤维素在后续工艺过程中的处理, 同时为酸循环回收使用创造条件, 既节约了成本又未造成环境污染, 具有重大经济和社会意义[10]。

我国的林木纤维原料资源非常丰富, 因此, 利用纤维原料生产乙醇具有巨大的潜力, 同时可以减轻林业废弃物对环境造成的压力, 从而实现经济和社会的可持续发展[11]。研究开发纤维原料的转化技术,

将其中的纤维素水解成可发酵性糖，进一步发酵生产乙醇，对开发新能源，保护环境具有非常重要的现实意义。因此，将林木纤维素通过酸解制备成葡萄糖进而通过发酵制备成乙醇汽油，它在资源方面具有可再生、分布广、储量大的优势，在产品方面具有热值高、灰分少、成本低的优势，因而在替代石油能源中发挥十分重要的作用[12]。

本文主要介绍了纤维素基乙醇汽油的理化性质检测，及其纤维素基乙醇汽油与市售 93#乙醇汽油进行了整车道路对比试验来考察纤维素基乙醇汽油经济动力性。

2. 材料与方法

将木粉 160℃碱煮 2 小时提取林木纤维素，再将林木纤维素为原料进行水解、糖化、发酵、精馏、脱水，得到纤维素基乙醇，最后将得到的纤维素基乙醇按照 10%的加入量加入到大庆喇化加油站的 93#无醇汽油中射流混合，制得纤维素基乙醇汽油。

2.1. 材料

纤维素基乙醇：由生物资源生态利用国家地方联合工程实验室，通过林木纤维素进行水解、发酵、精馏得到的纤维素基乙醇。

汽油：为大庆喇化加油站 93#无醇汽油、哈尔滨中国石油加油站市售的 93#乙醇汽油。

纤维素基乙醇汽油：为生物资源生态利用国家地方联合工程实验室制得。

2.2. 纤维素基乙醇汽油理化性质检测

委托黑龙江省质量监督检测研究院参照 GB18351-2010《车用乙醇汽油(E10)》国家标准进行资质检测。

2.3. 纤维素基乙醇汽油经济动力性检测

2.3.1. 试验方法

委托黑龙江省汽车产品质量监督检验站进行纤维素基乙醇汽油整车道路试验，以哈尔滨中国石油加油站市售 93#乙醇汽油作为对照，进行在用车等速油耗、加速性能的道路对比试验及排放污染物的常规检验，试验车辆为上海大众的 poto 轿车，车辆荷载乘员为 4 人，车辆牌号为黑 AB8768，行驶里程 155,708 km。

在试验车辆上安装汽车拖拉机综合测试仪做等速油耗试验，分段行驶速度为 60 km/h、90 km/h 每个速度行驶距离 500 m，折返两次测量油耗，求平均值。燃油分别为对照油和样品油进行等速油耗测试。发动机性能台架对比试验日期为 2012 年 07 月 02 日至 2012 年 07 月 06 日。

2.3.2. 试验日期及气象条件

试验日期：2012 年 6 月 30 日至 2012 年 7 月 1 日。

试验地点：哈尔滨市松北区世贸大道进行，天气状况见表 1。

2.3.3. 试验项目和依据

汽车等速行驶燃料消耗量试验；汽车加速性能试验。

GB/T 12534-1990 《汽车道路试验方法通则》

GB/T 12545.2-2001 《商用车辆燃料消耗量试验方法》

GB/T 12545.1-2008 《乘商用车辆燃料消耗量试验方法》

GB/T 12543-2009 《汽车加速性能试验方法》

GB3847-2005 《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排放限值及测量方法》

2.3.4. 试验用仪器

试验用仪器见表 2。

3. 结果与分析

3.1. 纤维素基乙醇汽油理化性质检测结果

检测结果从表 3 可知, 纤维素基乙醇汽油符合 GB18351-2010《车用乙醇汽油(E10)》国家标准。

3.2. 纤维素基乙醇汽油经济动力性检测结果

3.2.1. 等速油耗试验结果

试验结果见表 4; 等速油耗试验曲线见图 1。

3.2.2. 加速试验结果

试验结果 0~90 km/h 全油门起步加速试验结果见表 5。

试验结果 400 m 距离全油门加速通过试验见表 6。

3.2.3. 排放污染物检验结果

自由加速烟度的检验结果见表 7。

3.3. 测试结论

试验结果表明, 纤维素基乙醇汽油等速耗油量与市售 93#乙醇汽油相当, 最多相差 3.4%; 纤维素基乙醇汽油动力性能优于市售 93#乙醇汽油; 纤维素基乙醇汽油在 HC 化合物排放上优于市售 93#乙醇汽油, 无 CO 排放, NO 排放在高怠速工况下高于市售 93#乙醇汽油, 但在国家规定的排放范围之内, 完全符合环保部发布的《轻型汽车污染物排放标准(中国第五阶段)》。

4. 讨论

通过纤维素基乙醇汽油理化性质结果可以看出, 制得的纤维素基乙醇汽油完全符合 GB18351-2010《车用乙醇汽油(E10)》国家标准, 同时通过对纤维素基乙醇汽油与市售 93#乙醇汽油等速油耗对比试验、加速对比试验、排放污染物对比试验结果表明, 纤维素基乙醇汽油在经济性、动力性、污染物排放量上都优越于市售 93#乙醇汽油。因此以林木纤维素为原料, 通过水解、糖化、发酵、精馏、脱水, 得到纤

Table 1. Weather of road test

表 1. 道路试验天气状况

日期	天气	平均气温(°C)	最大风速(m/s)	风向
2012.06.30	晴	26	2.0	西北
2012.07.01	阴转晴	25	1.5	西南

Table 2. Instruments in trial

表 2. 试验用仪器

序号	名称	规格型号	厂家
1	汽车拖拉机综合测试仪	CTM-2002A/B	淄博科创电子有限公司
2	综合气象仪	DEM6 型	长春气象仪器厂

Table 3. Test report of cellulose ethanol gasoline
表 3. 纤维素基乙醇汽油检验报告

序号	检验项目	单位	质量指标			技术要求	检验结果
			90	93	97		
1	抗爆性						
	研究法辛烷值(RON)	-	不小于 90	不小于 93	不小于 97	GB/T 5478	94
	抗爆指数(RON+MON)/2	-	不小于 85	不小于 88	不小于报告	GB/T 503、 GB/T 5478	89
2	铅含量	g/L		不大于 0.005		GB/T 8020	<0.002
	10%蒸发温度	℃		不高于 70			51
	50%蒸发温度	℃		不高于 120			68
	90%蒸发温度	℃		不高于 190		GB/T 6536	181
3	馏程						
	终馏点	℃		不高于 205			199
	残留量	℃		不大于 2			1
4	蒸气压	Kpa		不大于 88		GB/T 8017	46
5	溶剂洗胶质含量	mg/100 ml		不大于 5		GB/T 8019	3
6	诱导期	min		不小于 480		GB/T 8018	875
7	硫含量(质量分数)	%		不大于 0.015		SH/T 0689	0.012
8	博士试验	-		通过		SH/T 0174	通过
9	铜片腐蚀(50℃, 3 h)	级		不大于 1		GB/T 5096	1
10	水溶性酸或碱	-		无		GB/T 259	无
11	机械杂质	-		无		目测	无
12	水分(质量分数)	%		不大于 0.20		SH/T 0246	0.18
13	乙醇含量(体积分数)	%		10.0±2.0		SH/T 0663	9.7
14	其他有机含氧化合物(质量分数)	%		不大于 0.5		SH/T 0663	0.2
15	苯含量(体积分数)	%		不大于 1.0		SH/T 0693	0.5
16	芳烃含量(体积分数)	%		不大于 40		GB/T11132	17
17	烯烃含量(体积分数)	%		不大于 30		GB/T 11132	23
18	锰含量	g/L		不大于 0.016		SH/T 0711	<0.002
19	铁含量	g/L		不大于 0.010		SH/T 0712	<0.002

Table 4. Fuel consumption test results at constant speed cellulose ethanol gasoline
表 4. 等速油耗试验结果

燃油消耗量(L/100 km)	油样	车速(km/h)	
		60	90
	93#乙醇汽油	5.68	6.26
	纤维素基乙醇汽油	5.78	6.47

Table 5. The results of full throttle accelerating test between 0 - 90 km/h
表 5. 0~90 km/h 全油门起步加速试验结果

项目	第 1 组		第 2 组		第 3 组		算术平均值 $\mu(S)$	标准偏差 SD(S)	变化系数 $k\%$
	往	返	往	返	往	返			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆			
93#乙醇汽油	16.15	15.83	15.28	15.36	16.36	16.55	15.92	0.52	0.03
纤维素基乙醇汽油	15.05	15.84	16.16	15.58	15.45	16.41	15.75	0.49	0.03

Table 6. The results of full throttle accelerating through 400 m from resting state
表 6. 车辆 400 m 距离由静止状态全油门加速通过的试验结果

项目	第 1 组		第 2 组		第 3 组		算术平均值 $\mu(S)$	标准偏差 SD(S)	变化系数 $k\%$
	往	返	往	返	往	返			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆			
93#乙醇汽油	24.20	23.28	24.85	24.59	25.16	24.96	24.51	0.68	0.03
纤维素基乙醇汽油	22.37	22.05	22.76	22.30	22.73	21.86	22.35	0.36	0.02

Table 7. The emissions of engine in idling process
表 7. 发动机怠速工况下排放对比试验结果

发动机怠速(r/min)	项目	HC (ppm)	CO (%)	NO (ppm)
800	93#乙醇汽油	81	0	0
	纤维素基乙醇汽油	60	0	0
2500	93#乙醇汽油	47	0	10
	纤维素基乙醇汽油	43	0	28.50

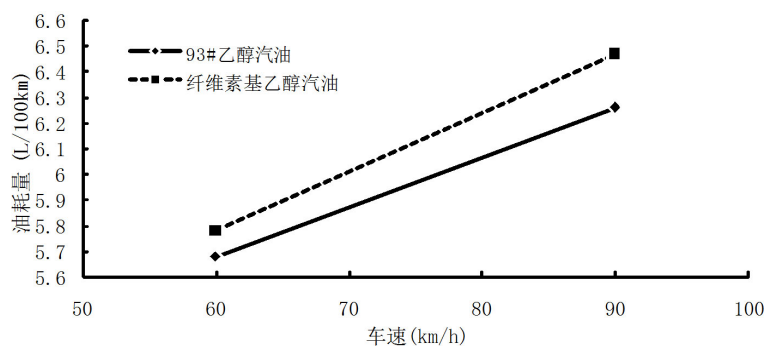


Figure 1. Fuel consumption test curve at constant speed
图 1. 等速油耗试验曲线

纤维素乙醇，有望成为车用汽油的一种新型添加剂，获得一种具有高效优质的车用纤维素乙醇汽油。为节约化石能源，保护环境提供有利基础；为废弃林木生物质的低值资源化利用提供一种新的潜在模式。

基金项目

林业公益性行业科研专项(201304601)。

参考文献 (References)

- [1] 黄晶. 浅析中国燃料乙醇的生产状况[J]. 能源与环境, 2008(4): 26-27.
- [2] 胡建良. 乙醇汽油的生产与应用[J]. 中外能源, 2006, 11(5): 90-94.
- [3] 张敏华, 吕惠生. 我国非粮燃料乙醇生产技术进展[J]. 酿酒科技, 2008(9): 91-95.
- [4] 黄诗铿. 我国粮食供求态势与燃料乙醇原料选择[J]. 中国食物与营养, 2006(4): 36-38.
- [5] 孙智谋, 侯霖, 张俊波, 等. 非粮乙醇产业化现状及展望[J]. 酿酒科技, 2009(5): 94-98.
- [6] 黄冶玲. 燃料乙醇产业的全球发展概况[J]. 化工管理, 2002(3): 34-35.

-
- [7] 张晓阳. 国际燃料乙醇工业发展概况[J]. 玉米科技, 2003(S2): 88-91.
- [8] 夏东琴. 纤维素酶高效糖化纤维素的催化反应动力学及其工艺研究[D]: [硕士学位论文]. 常州: 常州大学, 2013: 25-32.
- [9] 何北海, 林鹿, 孙润仓, 等. 木质纤维素化学水解产生可发酵糖研究[J]. 化学进展, 2007, 19(7): 1141-1145.
- [10] 郑文. 纤维素乙醇的技术开发与前景[J]. 精细化工原料及中间体, 2008(5): 10-14.
- [11] 张晓阳. 论国内发展燃料乙醇的优势及前景[J]. 中国能源, 2006, 11(1): 106-120.
- [12] 于建宁. 车用乙醇燃料的发展与对策分析[J]. 石油科技论坛, 2003(10): 56-63.