

西部大开发研究系列丛书

ECONOMIC ANALYSIS OF U.S. BIOFUEL MARKET

美国生物燃料市场 经济分析研究

◎ 张自斌 Michael E. Wetzstein 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

西部大开发研究系列丛书

ECONOMIC ANALYSIS OF U.S. BIOFUEL MARKET

美国生物燃料市场 经济分析研究

◎ 张自斌 Michael E. Wetzstein 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

作者简介

张自斌：浙江大学经济学院讲师，浙江大学中国西部发展研究院专职研究人员。2009 年获美国佐治亚大学（The University of Georgia）农业经济学博士学位。主要研究领域为：能源经济学、应用计量经济学。

Michael E. Wetzstein：美国佐治亚大学（The University of Georgia）农业与应用经济学系教授，浙江大学经济学院客座教授。1978 年获美国加州大学戴维斯分校（University of California, Davis）农业经济学博士学位。主要研究领域为：应用微观经济学、资源与环境经济学。

内 容 简 介

本书以美国生物燃料市场为研究对象,在综述相关的生物燃料市场经济分析文献的基础上,系统阐述了美国生物燃料市场的产业政策和市场竞争结构,通过时间序列模型,实证检验了美国发展生物燃料产业对世界农产品价格、汽油价格波动性以及环境保护等方面的影响。

本书集学术研究与政策研究于一体,对美国生物燃料市场发展过程中引起关注的许多重要问题进行了系统的研究和实证检验。本书的研究结果对制定中国的生物燃料产业政策具有一定的借鉴和指导意义。

本书适用于高等院校、科研院所从事生物燃料市场研究的专家学者,也可供政府能源管理部门相关人员阅读参考。

前言

20 世纪 70 年代末,美国决定建立和发展以乙醇燃料为主的本国生物燃料产业,其主要目的是为了逐步减少对国外石油的依赖、保护环境和促进农村经济发展。由于美国乙醇燃料主要是从玉米中提炼而来,成本较高,难以与价格低廉的汽油相竞争,因此,为了促进生物燃料产业的建立和发展,联邦政府和州政府对生物燃料提炼的几乎每一个阶段都给予了不同程度的政策支持。然而,由于这些政策之间缺乏协调性和针对性,导致很难实现原来设定的各种政策目标。通过对生物燃料市场的各种政策进行经济分析,有助于我们评估各种政策措施的成本收益,为未来制定协调一致的政策措施、实现帕雷托效率改进奠定坚实的基础。

本书在系统梳理和评述相关研究文献的基础上,通过建立时间序列模型,实证研究美国生物燃料市场与国际石油市场、汽油市场以及农产品市场之间的相互作用和联系。主要的研究目标包括:评估美国当前在生物燃料和车用燃油方面的政策;分析美国生物燃料市场竞争结构;探讨围绕粮食与燃料安全问题的争论等方面内容。

本书共分为 7 章:第 1 章介绍美国建立和发展生物燃料市场的背景;第 2 章综述美国生物燃料市场的经济学分析文献;第 3 章分析美国乙醇市场的竞争关系;第 4 章研究随时间而变化的包括乙醇和汽油在内的有效率的燃油组合;第 5 章研究波动性车用燃油市场条件下乙醇、玉米和大豆之间的价格关系;第 6 章研究生物燃料生产对国际农产品价格的影响;第 7 章总结本书的结论与政策含义。

作者认为,在目前的政策下,美国以玉米乙醇为主的第一代生物燃料生产在一定程度上是可持续的,而以纤维素乙醇为主的第二代生物燃料生产却是不可持续的。虽然生物燃料的市场份额目前正在逐渐增加,但是生物燃料在减少美国石油依赖方面的作用仍然十分有限,因为美国乙醇燃料目前仍然是汽油的互补品而不是替代品。另一方面,美国玉米乙醇在与主要来自巴西的、价格低廉的甘蔗乙醇相竞争时,缺乏竞争优势,一旦取消乙醇进口关税,美国的乙醇将可能萎缩到中西部这样的地区性市场。

利用乙醇燃料多元化美国燃油供应来源,可以降低燃油价格的波动性,同时可以改善环境质量,在这两方面实现双赢。但是,扩大以玉米乙醇为主的第一代生物燃料生产,却有可能对国际农产品市场造成一定的冲击。我们的研究结果指出,虽然扩大生物燃料生产并没有直接影响到国际农产品的长期均衡价格,但是生物燃料却会在短期内对国际农产品的价格造成一定的影响。这可能是发展第一代生物燃料所要承担的一个外部性成本。

希望本书的研究对中国发展生物燃料产业有一定的借鉴意义。中国中西部地区也是粮食的主产区,在这些地区是否适合大规模发展以粮食为原料的生物燃料产业是值得我们深入研究的问题。考虑到中国在人口以及土地调整利用等方面存在的约束,发展以粮食为原料的生物燃料产业可能不具有可持续性。因此,寻求能够不与粮食相竞争的生物燃料项目就显得尤其重要。

感谢西部大开发重大战略问题研究基金和“211 工程”三期重点学科建设《西部大开发与区域发展理论创新》提供的研究出版资助,同时也要感谢浙江大学出版社责任编辑认真细致的工作,使本书能够顺利出版。

作 者

2010 年 6 月

目 录

1 导 论	1
1.1 美国建立和发展生物燃料市场的背景介绍 / 2	
1.2 研究问题陈述 / 7	
1.3 研究目的和研究方法 / 9	
1.4 本书的结构安排 / 10	
2 美国生物燃料市场的经济学分析:过去和未来	12
2.1 前言 / 14	
2.2 政府发展生物燃料的动机和政策 / 16	
2.3 生物燃料的经济可行性 / 20	
2.4 政府鼓励和管制政策的成本收益分析 / 27	
2.5 生物燃料的未来 / 31	
2.6 未来的研究方向 / 34	
3 美国乙醇工业在替代燃料市场上具有竞争力吗?	49
3.1 前言 / 51	
3.2 美国乙醇燃料市场 / 53	

3.3 文献回顾 / 55

3.4 限价行为分析 / 56

3.5 乙醇市场的 SVAR 模型 / 57

3.6 数据 / 59

3.7 SVAR 结果 / 61

3.8 政策含义和结论 / 64

**4 减缓美国汽油价格波动并内部化外部性成本:一个双赢的
燃料组合 67**

4.1 前言 / 69

4.2 燃油组合前沿 / 70

4.3 数据 / 72

4.4 研究结果 / 74

4.5 结论 / 79

**5 波动性车用燃油市场条件下乙醇、玉米和大豆之间的价格关系
..... 81**

5.1 前言 / 83

5.2 数据 / 85

5.3 协整估计 / 88

5.4 VECM 估计结果 / 90

5.5 MGARCH 估计结果 / 96

5.6 结论 / 97

**6 粮食与燃料:价格告诉了我们什么?
..... 106**

6.1 前言 / 108

6.2 数据 / 110

6.3 协整估计 / 113

6.4 VECM 估计结果 / 115

6.5 政策含义 / 118

7 结论与政策含义 126

7.1 总结和研究结论 / 127

7.2 本研究的主要贡献 / 129

7.3 政策含义 / 130

7.4 进一步的研究建议 / 131

附录:单位换算 133

1

导 论

本章首先介绍美国建立和发展生物燃料市场的相关背景,引出目前在美国生物燃料市场中需要关注的主要研究问题,进而阐述本书研究的主要目的和研究方法,最后给出本书的结构安排。

1.1 美国建立和发展生物燃料市场的背景介绍

1.1.1 美国乙醇燃料工业建立和发展的历史考察

在美国目前主要的生物燃料是提炼自玉米原料的乙醇燃料,而乙醇作为汽车燃料使用有着较长的历史。1896年, Henry Ford 设计制造的第一辆汽车就是以 100% 的乙醇作为燃料的。1908年, Henry Ford 开始制造生产后来非常畅销的 T 型车,这种 T 型车可以使用乙醇、汽油或者乙醇与汽油的混合燃料。在 20 世纪 20 年代,汽油开始成为汽车的主要燃料。为了提高辛烷值,以减少汽缸发生震爆,标准石油公司从那个时候开始向汽油中添加一定比例的乙醇。在 1941—1945 第二次世界大战期间,由于战争对燃料的巨额需求,乙醇燃料的产量有了大幅度的增加。随着战争的结束,在 1945—1978 年期间,由于来自战争方面的需求大幅度减少,并且石油价格十分低廉,所以乙醇已经不再作为主要的燃料而使用。从 40 年代末期至 70 年代末期这一时期内,美国几乎不存在着乙醇燃料的商用市场(EIA,2005)。

70 年代末期,有两个方面的因素促使美国政府的决策者下定决心建立本国的乙醇燃料工业。一方面,由于停止销售有铅汽油,需要开发乙醇燃料以替代铅在汽油中的作用。1973 年初,美国环境保护局通过法规规定:从 1975 年起,逐步淘汰有铅汽油的使用,到 1986 年,在美国将全面禁止销售使用有铅汽油。作为铅的替代品,乙醇就变得极具吸引力。另一方面,1970 年代发生的两次石油危机,使美国政府的决策者意识到,要想减少对国际市场上的石油依赖,以确保本国的能源安全,就需要利用本国的资源生产能够替代石油的燃料。因此,为了促进乙醇燃料工业的建立,在 1978 年,国会通过能源税收法案规定,对添加到汽油中的、提炼自生物物质的乙醇可以减免每加仑 40 美分的燃油销售

税。于是,从 1979 年开始,向汽油中添加乙醇这一商用市场正式开始出现了。

目前,乙醇燃料在美国车用燃料市场上主要是与汽油混合使用,主要有两种混合比例的燃料。一种混合比例燃料是以 10% 体积的乙醇与 90% 体积的汽油相混合而成,一般称为乙醇汽油或 E10 汽油。在汽油中添加少量的乙醇,有助于提高汽油的含氧量,从而有利于改善空气质量。汽车发动机不需要改装,就可以直接使用 E10 汽油。近几年,由于石油价格上涨,目前美国市场销售的近 70% 的汽油都是 E10 汽油(Renewable Fuels Association, 2009)。另一种混合比例燃料是以 85% 体积的乙醇与 15% 体积的汽油相混合而成,一般称为 E85 燃料。使用 E85 燃料,可以大幅度地降低汽油的消费量,从而达到替代石油的目的。但是,普通汽车的发动机不能直接使用 E85 燃料,需要对汽车的发动机进行专门的改进,才可以燃烧使用 E85 燃料。目前,市场上存在着一种柔性燃料汽车,这种柔性燃料汽车既可以使用 E85 燃料,又可以使用普通的汽油。据统计,美国目前有 600 多万辆柔性汽车在道路上行驶,但是,由于美国全国目前仅有约 1400 家加油站提供 E85 燃料,造成大部分柔性燃料汽车并没有使用 E85 燃料(Renewable Fuels Association, 2008)。

1.1.2 美国促进生物燃料工业发展的主要政策措施

从 1978 年能源税收法案以后,乙醇的补贴(税收免除)标准在每加仑 40 美分到 60 美分的范围内变动(表 1.1)。根据使用的乙醇数量,燃油市场上的燃油混合者可以获得相应的乙醇补贴,而不论该燃油混合者使用产自何地的乙醇燃料。为了避免用美国纳税人的税款补贴国外生产的乙醇(主要是来自巴西),在 1980 年通过的乙醇进口关税条款中规定,对产自国外的乙醇征收每加仑 54 美分的进口关税以抵消这种效应。

这种补贴与关税组合的政策,是以经典的新兴产业理论为依据的。该理论认为,一个新兴产业(美国乙醇生产者)要经历动态的学习过程,而这种学习过程对该生产者来说是需要承担的一种外部性成本。利用补贴和关税组合的政策,对新兴产业进行保护的主要目的,是为了最大化本国的福利水平(Melitz, 2005)。这种补贴和关税相组合的政策,使国外生产的乙醇在美国市场上缺乏竞争力,市场份额很小。比如,在 2006 年,来自巴西的乙醇消费量仅

占美国汽油消费量的约 0.34%(EIA,2008a),而美国本国生产的乙醇这一比例为 3.66%(EIA,2008b)。

表 1.1 美国乙醇补贴历史数据

年度	补贴额/税收减免额(美分/加仑)
1978—1982	40
1983	50
1984—1987	60
1988—2000	54
2001—2002	53
2003—2004	52
2005—2008	51
2009—	45

数据来源:1978—2008 年数据来自 Lohr 等(2008),2009 年数据来自 USDA(2008)。

不断推广使用乙醇燃料并逐步取代石油,这是美国能源政策一直努力要达到的目标之一。由此我们也就不难理解,为了促进乙醇燃料工业的发展,联邦政府出台了包括税收优惠和进口关税等在内的许多有利于美国本国乙醇工业发展的政策措施。但是,由于美国乙醇主要是从玉米原料中提炼而来,生产成本较高,长期以来,乙醇很难与低价的汽油相竞争。比如,在 1984 年,由于在税收改革法案中把乙醇的税收减免标准提高到每加仑 60 美分,美国当年的乙醇工厂数目达到 163 家这样一个历史高峰(EIA,2005)。但是,在经历了 1984 年的历史高峰以后,美国的乙醇工业随后就陷入了低谷。尽管有政府的高额补贴,许多乙醇工厂还是破产倒闭。到 1985 年年底,在 163 家乙醇工厂中,仅有 74 家还在生产运作。许多工厂破产倒闭的一个原因是,低廉的石油和汽油价格导致乙醇的价格过低,即使算上每加仑 60 美分的税收减免,也不足以抵消其生产成本。

然而,自 21 世纪以来,美国乙醇燃料工业发展迅猛,乙醇产量有了大幅度的提高(图 1.1)。总结来说,除了税收补贴和关税政策以外,乙醇燃料工业近年来能够快速发展,主要得益于以下三个相互联系的政策因素:

第一个因素是 1990 年通过的清洁空气法修正案。在该修正案中规定,要建立含氧燃料(汽油)项目和配方汽油项目。这两个项目都为乙醇燃料创造了

新的需求。为了降低一氧化碳浓度,含氧燃料项目要求在美国特定地区的冬季,必须使用含氧量不低于 2.7% 的燃料。同时,配方汽油项目强制规定一些城市必须在夏季使用含氧量为 2% 的燃料。除了这两个项目规定的地区外,许多其他地区自愿采用配方汽油,以达到提高空气质量的目的。含氧燃料和配方汽油中使用的增氧剂主要来自两种化学物质:乙醇和甲基叔丁基醚(MTBE)。MTBE 是一种化合物,是由甲醇和异丁烯之间的化学反应产物。

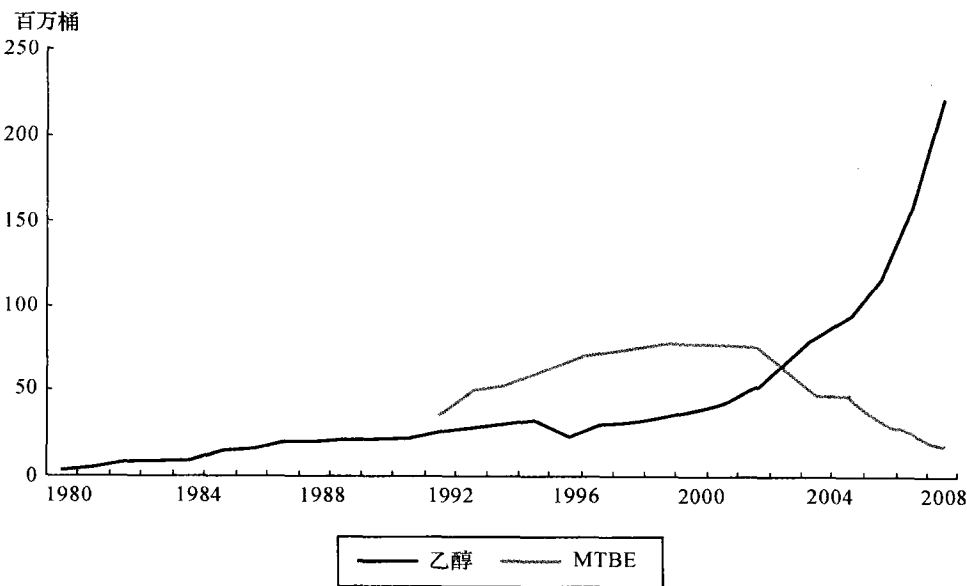


图 1.1 美国乙醇和 MTBE 的产量(1980—2008)

(数据来源:美国能源信息署,EIA-819 增氧剂月度报告。)

第二个因素是一些州开始禁止把 MTBE 作为增氧剂使用。最近有证据表明,以前普遍使用的增氧剂 MTBE 会污染地下水,导致许多州立法禁止把 MTBE 添加到汽油中使用(表 1.2)。3 个 MTBE 消费大州,加州、纽约州和康涅狄格州立法规定,从 2004 年 1 月起,在汽油增氧剂中全面禁止使用 MTBE。随后,其他州也纷纷跟进,通过相应的法律禁用 MTBE。截至 2006 年 2 月,19 个州已采取行动,禁止或限制使用 MTBE(Yacobucci,2006)。在禁用 MTBE 之前,燃油混合者为了满足 1990 年清洁空气法修正案中两个燃油项目的规定,可以自由地选择添加乙醇或者 MTBE。乙醇和 MTBE 的相对价格决定了燃油混合者使用哪种添加剂。因为即使有政府补贴,乙醇也很难与 MTBE 进

行价格竞争,所以,在被禁用之前,MTBE 一直是增氧剂的主要来源。但是,MTBE 被禁用以后,MTBE 的产量大幅度地下降(图 1.1),而乙醇成为增氧剂的主要选择,其产量也快速增加并在 2003 年超过了 MTBE 的产量。

表 1.2 美国各州 MTBE 禁用计划

州	禁 用 计 划
加州	从 2004 年 1 月 1 日开始禁用 MTBE
科罗拉多州	从 2002 年 4 月 30 日开始禁用 MTBE
康涅狄格州	从 2004 年 1 月 1 日开始禁用 MTBE
伊利诺伊州	从 2004 年 7 月开始禁用 MTBE
印第安那州	从 2004 年 7 月 23 日开始,MTBE 最多只能以 0.5%的体积比例混合到汽油中
依阿华州	2004 年以前已经把 MTBE 的使用控制在 0.5%的最高体积范围内
堪萨斯州	从 2004 年 7 月 1 日开始,MTBE 最多只能以 0.5%的体积比例混合到汽油中
肯塔基州	从 2006 年 1 月 1 日开始禁用 MTBE;从 2004 年 1 月 1 日起,鼓励利用乙醇替代 MTBE
密歇根州	从 2003 年 6 月 1 日开始禁用 MTBE
明尼苏达州	从 2005 年 7 月 1 日开始禁用 MTBE
密苏里州	从 2005 年 7 月 1 日开始,MTBE 最多只能以 0.5%的体积比例混合到汽油中
内布拉斯加州	从 2000 年 7 月 13 日开始,MTBE 最多只能以 1%的体积比例混合到汽油中
纽约州	从 2004 年 1 月 1 日开始禁用 MTBE
俄亥俄州	从 2005 年 7 月 1 日开始禁用 MTBE
南达科他州	2004 年以前已经把 MTBE 的使用控制在 0.5%的最高体积范围内
华盛顿州	从 2003 年 12 月 31 日开始禁用 MTBE

数据来源:美国能源信息署。

第三个因素是 2005 年能源法案和 2007 年能源法案。在 2005 年的能源法案中,虽然取消了 1990 年清洁空气法修正案中关于含氧量的要求,但是为了扩大国内可再生燃料(主要是乙醇和生物柴油)的供应,第一次设置了可再生燃料标准这样一个新的目标。具体说来,可再生燃料标准规定,2006 年全美要使用不少于 40 亿加仑的可再生燃料,并且逐年提高该标准,到 2012 年要达到 75 亿加仑这一硬性指标。在 2007 年的能源法案中又进一步规定,2008 年要使用不少于 90 亿加仑的可再生燃料,并在此基础上逐年增加,到 2022 年要达到 360 亿加仑这一硬性指标。这两年的能源法案极大地刺激了建造和扩建乙醇工厂的投资热情。根据可再生燃料协会(Renewable Fuels Association,

2009)的报告,在 2007 年和 2008 年仅两年的时间内,美国就新建了 60 家乙醇提炼工厂,乙醇产能也从 2007 年年初的 5493.40 百万加仑/年大幅增加到 2009 年初的 10569.40 百万加仑/年(表 1.3)。截至 2010 年 4 月,已经有 201 家乙醇提炼工厂在运行,年总产能也达到了 12829.4 百万加仑/年的历史高峰(Renewable Fuels Association, 2010)。由于美国乙醇主要是从玉米中提炼,而美国中西部地区是玉米的主产地,所以这些乙醇工厂大部分位于中西部地区。

表 1.3 美国乙醇提炼工厂总数及年产能

截止时间	运行乙醇工厂数(个)	年产能(百万加仑/年)
2000 年 1 月	54	1748.70
2001 年 1 月	56	1921.90
2002 年 1 月	61	2347.30
2003 年 1 月	68	2706.80
2004 年 1 月	72	3100.80
2005 年 1 月	81	3643.70
2006 年 1 月	95	4336.40
2007 年 1 月	110	5493.40
2008 年 1 月	139	7888.40
2009 年 1 月	170	10569.40

数据来源:美国可再生燃料协会(Renewable Fuels Association)。

1.2 研究问题陈述

为了展望美国生物燃料(主要是乙醇燃料)这一动态变化的市场的未来,我们需要了解美国乙醇燃料的市场结构以及该市场与其他市场之间的相互关系。美国乙醇燃料市场与国外乙醇燃料市场、石油市场、汽油市场以及农产品市场如何发生相互作用,将决定乙醇燃料在未来车用燃油市场中的相对地位。虽然有税收补贴和其他政策鼓励使用乙醇燃料,但是直到 21 世纪初,美国乙醇燃料工业仍然局限在美国中西部这一地区性市场,这一地区是乙醇生产原

料玉米的主产地。在州政府禁用 MTBE 之前,在汽油增氧剂市场上,乙醇被其近似替代品 MTBE 完全压制住。根据 EIA(1999)的一个报告,1997 年,在含氧汽油和配方汽油控制地区,只有 14.29% 体积的增氧剂是来自于乙醇,而 80.67% 体积的增氧剂是由 MTBE 所提供的,剩下的约 5.04% 体积的增氧剂是由乙基叔丁基醚(ETBE)和叔戊甲基醚(TAME)所提供的。仅在发现 MTBE 会污染地下水,许多州立法禁用 MTBE 以后,乙醇的需求才逐渐扩大到全美国(Blue Ribbon Panel, 1999)。

MTBE 生产者实行限价竞争行为是解释乙醇为何没能进入燃油添加剂市场的一个可能的假设。通过采取限价的策略,MTBE 厂商可以将价格定在仅仅高于其边际成本附近,以阻止乙醇生产者潜在的进入威胁。由于美国的乙醇生产主要是从玉米中提炼而来的,如果该提炼技术导致较高的生产成本,那么能够替代乙醇的 MTBE 的生产者,就可以通过将 MTBE 的价格维持在让乙醇生产者进入市场无利可图的水平上,从而或明或暗地限制乙醇生产者的进入。美国乙醇工业未来的健康发展依赖于乙醇市场上限价竞争程度的大小,深入分析美国乙醇工业的相对竞争力,有助于帮助我们理解乙醇工业在长期内是否具有可持续性。

当考虑到国外生产的乙醇可能进入美国市场时,对美国乙醇工业竞争力的分析就显得尤其重要。但是,从燃料组合的角度考虑,国外乙醇的进入能够多元化车用燃油的选择,并且如果使用国外乙醇能够降低燃油价格的波动性的话,那么这种进入就可能是有益的。自 21 世纪之交以来,汽油价格剧烈波动并屡创新高,这已经逐渐成为一种常态(Ashton 和 Upton, 2004)。这种价格波动损害了整个宏观经济,并在一定程度上造成了美国经济陷入 2001 年和 2008 年的经济衰退。Ferderer(1996)注意到,通过对制造部门造成冲击并且造成不确定性,燃料的价格波动性最终会对美国整体经济造成影响。正如 Castillo, Montoro, 和 Tuesta(2007)所述,这引起了通货膨胀并导致 Kneller 和 Young(2007)所总结的结果,即燃料价格的波动性与经济增长呈负相关的关系。世界发展和价格稳定均要求燃油市场保持稳定(Noureddine, 2006)。美国国会正在要求研究燃油多元化选择的可能性,尤其是对取消 54 美分乙醇进口关税的政策效果进行研究。比如,Lugar 参议员就呼吁针对取消这种贸易障碍的可能影响开展研究(Lugar, 2007)。