



# 中国经济增长与环境

中国留美经济学会2009年国际研讨会论文集

王红 黄少敏 关锋 / 主编

# 中国经济增长与环境

---

中国留美经济学会2009年国际研讨会论文集

王红 黄少敏 关锋 / 主编

图书在版编目(CIP)数据

中国经济增长与环境:中国留美经济学会 2009 年国际研讨会论文集/王红,黄少敏,关锋主编. —上海:格致出版社;上海人民出版社,2011  
ISBN 978-7-5432-1929-8

I. ①中… II. ①王… ②黄… ③关… III. ①经济增长-中国-国际学术会议-文集 IV. ①F124-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 033409 号

责任编辑 王 静  
美术编辑 路 静

---

中国经济增长与环境

——中国留美经济学会 2009 年国际研讨会论文集  
王红 黄少敏 关锋 主编

---

出版 世纪出版集团 格致出版社  
www.ewen.cc www.hibooks.cn  
上海人民出版社  
(200001 上海福建中路193号24层)



编辑部热线 021-63914988  
市场部热线 021-63914081

发行 世纪出版集团发行中心  
印刷 上海图字印刷有限公司  
开本 787×1092 毫米 1/16  
印张 21.75  
插页 2  
字数 392,000  
版次 2011 年 5 月第 1 版  
印次 2011 年 5 月第 1 次印刷  
ISBN 978-7-5432-1929-8/F·404  
定价 45.00 元

## 中国留美经济学会简介

中国留美经济学会属非营利学术组织,于1985年5月26日在纽约成立。学会致力于促进中国改革开放,扩大中国与世界其他国家的学术交流,加强关于中国经济的学术研究。学会现有近两千名会员遍及北美、亚洲、欧洲及世界其他地区的大学、国际组织、公司、金融服务机构和政府部门。学会长期举办年会以增进会员间的学术交流。

学会于1992年加入美国社会科学联合会,并在美国社会科学联合会议上独办及合办专题讨论会。自1993年起,学会每年在中国境内组织一次国际研讨会,为中国改革开放出谋划策。研讨会邀请诸多国际著名经济学家、高级政府官员和企业家参加,对中国改革开放产生了积极影响。

在邹至庄基金会的慷慨资助下,学会自2004年起每年资助6名以上会员到中国高校讲授经济学课程。该基金还设立了邹至庄年度最佳论文奖。

学会出版的英文学术期刊《中国经济评论》在国际上广泛发行,已成为中国经济研究的权威学术刊物。此外,学会还在国内外出版了大量的书籍,包括经济学普及读物、经济理论前沿著作及政策研究报告。

越来越多的会员在海外完成学业或工作一段时间后回到中国。他们在重点院校、科研机构、政府机关和工商领域担任重要职务,为中国的经济建设献计献策,在加速中国改革开放和经济转型的过程中发挥着越来越重要的作用。

学会由以会长为首的理事会领导,任期一年,每年改选。学会的顾问委员会由诺贝尔经济学奖获得者和著名经济学家组成,指导理事会开展工作。从2007年起学会成立董事会,为有关学会长期发展的事宜作决策,董事会由七名投票董事和两名非投票董事组成。

## 前 言

2009年中国留美经济学会年会于2009年6月19至21日在广西南宁召开。本次年会的主题是：“地区及全球背景下的中国经济增长”。来自14个国家和地区的二百余位代表，包括诺贝尔经济学奖得主莫里斯、世界华人经济学泰斗邹至庄、八位学会新老会长、二十多位国内高校经管学院院长，以及广西大学一百多名师生参加了为时3天的大会。广西壮族自治区有关领导、广西大学校领导到场致词。会议受到媒体和公众的广泛关注。

会议就当前中国经济发展中的几个重要议题组织了圆桌论坛，包括全球金融危机及中国企业应对、国家宏观政策调控、三农发展、医疗教育及社会保障、海峡两岸经济关系和北部湾区域经济等。会议宣讲及展示了从二百多篇投稿中精选出的130篇高质量论文，涉及中国经济各个方面。本书收录的19篇论文又是佳作中的精品，归纳成三个部分：经济增长与环境、城乡居民消费及食品问题以及生产要素与政策。

### 第一部分 经济增长与环境

丰富的自然资源为经济发展提供了物质支持，然而自然资源却是有限的。如何妥善地分配资源是经济史一直探索的问题。在中国改革开放初期，人们只关心如何最大限度地利用自然资源去发展经济，然而其过程带来了地区间经济发展失衡和严重的环境污染问题。自然资源的不可再生性迫使我们必须再次思考经济发展与环境的关系。当今政府倡导经济与环境和谐发展以及经济在不同地区不同行业中的和谐发展，人们的公平意识、环境保护意识逐渐加强。如何从经济分析的层面去解决环境保护的问题是日前经济学上一个备受关注的研究。第一部分主要论述了中国经济增长与环境、生产力、通货膨胀、就业和贫富差距等问题。

邹至庄结合动态模型和博弈论去研究环境保护的问题，并对中国工业污染治理和解决全球二氧化碳排放提出政策建议。田蕾、王红、陈甬军利用空间计量技术分析中国城市经济收敛过程中的空间外溢效应，研究结果表明中国地区存在显著且较高的正向空间外部性，也即发达地区对周边经济的带动性。关锋、张洋、卓帅和研究大中华地区的纺织业生产力发展，采用随机前沿的方法分解纺织业的全要素生产力。研究发现技术效率进步是主导大中华地区的全要素生产率增长的主要动力。柳丽荣研

究关于企业在同时受到多种环境法规约束下的遵守法规的行为。各种环境法规存在互补、替代和相互独立的关系。实证研究结果说明了环境法规存在正相关关系,还印证了环境法规之间的互补关系。除了研究自然环境外,社会环境和政治环境也属于广义上环境研究领域的重要范畴。

徐滇庆、李昕研究了中国经济发展中的收入分配不均,按城乡收入差距、地区间居民收入差距以及各阶层之间的收入差距三个方面去剖析中国贫富差距的问题。其中,城乡差距是推动中国基尼系数上升的主要原因,同时他们还指出运用基尼系数研究中国收入分配不均的局限性。侯维忠从经济史的角度研究制度的演进。该研究引入了一般化平均劳动生产力这种生产力概念,并将它融入到生产函数中。同时在生产过程中存在非市场的传导成本,此传导成本在人类经济史中发挥重要作用。总体来说,第一部分的研究问题都与经济增长关系密切。

## 第二部分 城乡居民消费及食品问题

第二部分的主题是中国当前的城乡居民消费问题。中国的户籍制度直接产生了具有中国特色的城乡二元经济结构。城市居民与乡镇居民的生活环境和消费模式存在极大差异。食品安全和医疗卫生与民生息息相关,是消费经济中最主要的两个方面。因此,基于二元经济体系下去探索当下的消费、医疗和食品非常具有现实意义。费博恩、埃文·布提、张晓波讲述了中国农村攀比消费的问题。该研究采用和分析了贵州山区的住户调查的宝贵数据,发现炫耀性的社会消费增长幅度惊人。从地位竞争理论角度出发,中国农村的攀比消费是通过炫耀性商品消费去竞争社会地位。近年来消费者对食物质量特别是食品安全方面的质量问题十分敏感。在食品安全方面,欧戴维、王红、武拉平预测中国城市消费者对进口猪肉的消费偏好和态度。基于 Logit 的计量经济学模型,本章对消费者的年龄、购买地点,特别是食品安全等因素作出深入分析。除了研究猪肉外,许培还研究了液态奶食品安全的问题。液态奶在中国消费者里相当普及,而屡次发生的奶产品安全事件使得消费者失去了信心。该研究运用调查问卷的方法,对高校大学生奶类食品消费进行了分析。研究结果说明奶产品安全直接影响消费者的模式。随后,王庆斌、张广宣、罗伯特·帕森斯研究乳品的层面不仅从消费者个体提升到整个产业,而且视野也扩展到国际市场。探讨中国乳品市场对国际市场的直接和潜在影响,并运用时间序列和截面数据分析中国乳品的发展趋势和地区差异。乳品弹性需求的估算表明人均收入的上升会增加对乳品的需求。

在医疗方面,马双、臧文斌、甘犁把农村合作医疗保险与农村居民食物消费两者巧妙地结合起来进行分析。新型农村合作医疗保险的建立在

一定程度上减少了农村居民的不确定性,根据预防性消费的理论,不确定性的减少可以增加居民的消费。因此,本章从食物消费角度去评价医疗保险体系的施行效果。陈甬军研究新型城市化的理论和发展目标,并展望了 2050 年中国城市化的发展目标。在未来的 20~30 年,城市化进程仍然持续,也是中国经济发展的关键时期,因此研究城市化理论及其未来规划对中国未来发展的各个方面将产生重大影响。综上所述,上述研究在分析各自问题的时候都直接或间接地考虑到中国的二元经济结构,由此看来城乡差异是值得中国经济学者继续深入探究的课题。

### 第三部分 生产要素与政策

在所有生产要素中,劳动力问题和能源问题是目前中国经济发展中极为重要的两个部分。资本虽然已不再是制约中国经济发展的瓶颈,但外商直接投资仍然有带动地区发展和技术溢出效应。本部分将涉及劳动力与资本等重要生产要素与经济发展政策的问题。迟巍、李宏彬研究的是关于中国城镇劳动市场收入的“群组效应”。劳动者根据进入劳动市场、开始工作的年份被划分为不同的群组。研究基于中国城镇居民收入住户调查的数据,运用回归分析模型发现中国劳动力市场存在显著的群组效应。同时,它还指出了群组效应是引起中国收入差距的一个重要原因。魏楚、倪金兰、沈满洪研究的是中国省级能源效率。文章采用了数据包络法去计算能源效率指数。结果说明了能源效率同第二产业比重、国有经济比重和政府支出占 GDP 比重存在负相关关系,而与技术水平、非煤炭能效消费比重有正相关关系。同时,他们对中国东部、中部和西部地区的能源效率也进行了比较,中国东部地区的能源效率是这三个地区中最高的。因此政府应该施行差异化的能源政策,提高整体能源效率。洪伟、朱晶测算了中国农业全要素生产率。农业是我国国民经济的基础产业,农业技术是经济发展的基础。本研究运用经济增长因素分析方法和要素投入指标对农业的全要素生产率进行估算。研究结果表明,我国农业的全要素生产率呈上升趋势,但波动比较大。此外,制度改革、政府科技投入、产业结构优化和贸易开放等因素都有利于农业科技水平的提高。李晓飞、刘承芳、罗仁福、张林秀、Scott Rozelle 研究的是新一代农村劳动力转移的问题,具体涉及农村劳动力文化素质和非农就业两大方面。全国调查样本揭示大部分的年轻农村劳动力已经从农业部门转移出来,不过他们的教育水平低下,属于非技术体力劳动。这一现状是目前劳动力转移的一大挑战。中国政府应该降低高中学费,提高农村的高中入学率。整体提高农村劳动力教育素质才能保障他们的就业,帮助完成经济产业结构升级。

除了物质要素以外,资本要素在经济发展中起重要作用。王伟、时炜、王琪、王大树研究了中国商业银行的董事会治理与盈利水平的问题。该研究采集了中国商业银行的数据,实证检验结果发现董事会治理对中国商业银行的绩效有显著影响。银行管理者对经营成本的有效控制,提高净息差比率和监测贷款收益是提高银行绩效的有效途径。裴建锁、杨翠红和 Erik Dietzenbacher 做了一个基于投入产出模型的贸易环境成本与经济效益的研究。该研究利用加工贸易的中国非竞争型投入产出模型,测算各产业不同活动的二氧化碳、二氧化硫等的排放情况。最后隆娟洁所做的是关于 FDI 的技术溢出效应实证分析。它选用了中国的面板数据,运用联立方程组对总体 FDI 和不同来源地的 FDI 的计算溢出效应进行探讨。研究结果表明总体的 FDI 溢出效应不明显,港澳台投资的溢出效应是正向的,而其他地区投资的溢出是负向的。从第三部分的论文我们可以窥见,中国经济需要有更加合理的配置生产要素和相关的政策配套以实现可持续经济发展。

以上诸研究的观点都出于相应作者本人,并不代表中国留美经济学会。

王 红 黄少敏 关 锋

# 目 录

## 第一部分 经济增长与环境

- 环境问题的经济分析与政策 ..... 邹至庄(3)
- 中国区域增长的空间外部性 ..... 田 蕾 王 红 陈甬军(12)
- 基于随机前沿方法对大中华地区纺织业  
生产力的研究 ..... 关 锋 张 洋 卓帅和(27)
- 环境法规间的溢出效应分析 ..... 柳丽荣(39)
- 经济发展中的贫富差距 ..... 徐滇庆 李 昕(50)
- 经济史中制度的演进:传导成本与政经均衡的稳定性 ..... 侯维忠(68)

## 第二部分 城乡居民消费及食品问题

- 中国农村的攀比消费 ..... 费博恩 埃文·布提 张晓波(93)
- 食品安全与需求:中国城市居民对进口  
猪肉的消费偏好研究 ..... 欧戴维 王 红 武拉平(119)
- 中国大学生对液态奶食品安全的担忧 ..... 许 培(133)
- 中国乳品市场的发展趋势及其  
对国际贸易的影响 ..... 王庆斌 张广宣 罗伯特·帕森斯(144)
- 新型农村合作医疗保险对农村居民食物  
消费的影响分析 ..... 马 双 臧文斌 甘 犁(159)
- 中国新型城市化道路的理论与发展目标研究 ..... 陈甬军(185)

## 第三部分 生产要素与政策

- 中国城镇劳动力市场收入的“组群效应”研究 ..... 迟 巍 李宏彬(213)
- 中国省际能源效率研究 ..... 魏 楚 倪金兰 沈满洪(236)
- 我国农业全要素生产率的测算、趋势和影响因素  
分析:1952~2006 ..... 洪 伟 朱 晶(250)

年轻一代农村劳动力转移面临

的挑战 ..... 李晓飞 刘承芳 罗仁福 张林秀 Scott Rozelle(266)

中国商业银行的董事会治理与

盈利水平 ..... 王 玮 时 炜 王 琪 王大树(281)

贸易的环境成本与经济收益:基于投入产出模型

的研究 ..... 裴建锁 杨翠红 Erik Dietzenbacher(304)

不同来源地 FDI 的技术溢出效应——基于联立方程模型的

实证分析 ..... 隆娟洁(322)

# 第 一 部 分

---

## 经济增长与环境



# 环境问题的经济分析与政策

邹至庄<sup>[1]</sup>

**摘要:**这篇文章说明如何把经济分析应用到环境问题上,并且提出了应对环境问题的合适政策。本文的经济分析应用了静态和动态模型、单方博弈和多方博弈的理论模型。政策建议包括对中国工业污染的控制和通过联合国制定全球二氧化碳的排放规则。

**关键词:**工业污染、静态模型、动态模型、博弈、政策

## 一、引言

笔者会在这篇文章里介绍分析环境问题的一组经济模型和两个重要的解决环境问题的政策建议。

在研究环境问题的文献中,有许多值得关注且有用的模型。由于环境问题涉及方方面面,所以人们倡导不同的模型。例如,Nordhaus 和 Boyer(2000)提出一个大型经济模型,用于评估缓和气候变化产生的不良影响的政策效应。Stern(2007)综合研究气候变化的经济分析和政策方针。Andreoni 和 Levison(2001)提出一个解释环境的库兹涅茨曲线的模型,也就是污染首先是增加的,然后随着经济的发展再下降。

本文的模型将说明环境污染和剥蚀退化的一些基本问题,这些问题是基于这样一种想法:现有环境中可利用的自然资源都被过低定价了,导致经济的无效和浪费。

在第二部分,将介绍一个简单的静态模型,就是在一个经济体中,消费者要在消费一个产品和由生产这个产品所造成的污染之间做选择。在第三部分,模型将扩展到动态的情况,包括多个时期和几个经济体,并且一个经济体的行为会影响到另一个经济体的产出。第四部分是建议,根据第二部分的模型设计理念改善中国有关污染的法律规范。在第五部分,讨论缓和二氧化碳排放对全球气温变暖的影响,及要达成国际协定所面临的困难。在第六部分,提出通过联合国来解决这一问题的方法。

---

[1] 邹至庄,著名华人经济学家,美国普林斯顿大学经济学系教授。

## 二、环境问题的经济分析——举例说明

经济模型可以用于理解环境问题并且提出解决方案。本文提出的模型中,笔者把环境当作一种自然资源。在市场经济条件下这种资源没有得到最佳的配置,主要原因是使用者常常没有为他们使用的资源付出使用成本。

在这一部分里,笔者建立一个具体的经济模型来研究环境问题,这个经济模型包含一个消费者和一个时期的经济体。尽管在第一部分所提到的其他模型可能已经阐述过环境问题的方方面面,但笔者希望他的模型能抓住问题的主要部分。稍后笔者会把这个模型扩展到多个时期和几个经济体的情况。为了研究如何确定污染量,将假定一个效用函数,并假设通过效用最大化来确定污染量。

设经济体中单个消费者的效用函数如下:

$$\log c + \theta \log(M - e) \quad (1)$$

其中  $c$  表示消费量,  $e$  表示污染量或者污染物的排放量,  $M$  是超出人类生存极限的排放量。如果  $M$  等于人类生存的最大排放限量,那么当  $e$  接近这一排放量,即当  $(M - e)$  接近于零时,  $\log(M - e)$  将趋向负无穷大,上述效用函数中,第二项将主导第一项。若出现这种情况,效用函数(1)中第二项的比重将要增大。为此我们在效用函数中假设  $M$  大于最高排放限量。在这个效用函数中,一个较大的  $\theta$  意味着污染问题比消费更值得考虑。 $e$  越大效用越小。在这个效用函数中,给定  $\theta$  值,较大的  $M$  可以减少污染在效用函数的重要性。因为  $M$  较大时,给定  $e$  的变化量意味着  $(M - e)$  的百分比变化量较小。我们的效用函数使用自然对数量度  $(M - e)$  对效用影响的百分比。然而,效用函数只是经济学家选择的  $M$  精确值的一个近似值。

为阐明效用函数所展示的基本原理,假设消费  $c$  等于产出  $y$ , 排放量  $e$  跟产出的关系式为  $e = ay^d$ , 它的反函数形式为  $y = Ae^\delta$ , 这里  $\delta = 1/d$ 。一个较大的排放量  $e$  允许效用函数(1)中的第一项  $\log(Ae^\delta)$  有较大的产出,而第二项则产生负效用。

让方程(1)对  $e$  最大化使污染的成本和收益得到均衡。将方程(1)对  $e$  求导且等于零后得最佳污染量:

$$e = M\delta / (\theta + \delta) \quad (2)$$

在这个方程里,  $e$  的最优解随着  $\theta$  增大而减少,因为一个较大的  $\theta$  意味着消费者厌恶严重的污染。最佳  $e$  值随着  $\delta$  增大而增加,因为一个较

大的  $\delta$  意味着在给定的污染量下允许较大的产出。我们可以用  $ay^d$  代替表达式(1)中的  $e$ , 并让它对  $y$  最大化得到:

$$y^d = M/[a(\theta d + 1)]$$

由此决定最佳  $y$  值。

此模型目的是要在一个静态的环境下厘清消费与污染之间的选择, 而不是用来讨论如何减少污染的。有关这一点, Andreoni 和 Levinson (2001) 建议一个污染与消费和减排努力的减排函数; 此模型也不是处理透过改变产出  $y$  和排放量  $e$  关系中的参数  $a$  和  $\delta$  之技术进步。

基于这个模型, 我们可以想象: 政府知道参数  $\delta$ 、 $\theta$  和产出  $M$  值, 也知道效用函数的形式, 找出(2)中最优的污染量, 使实际污染量等于规定之最佳污染量来控制污染。规管的方法包括禁止超出(2)之污染量, 和要求生产者使用排放许可达到(2)之污染总量。

以上解决方案可由一个无所不知的政府完成, 也可以通过市场经济来完成。消费者在后者条件下被假定拥有自然资源的所有权, 且通过出售排放许可达到效用最大化, 同时生产者也达到利润最大化。笔者将用上面的例子来说明最优的市场解决方案。在第四部分中, 会在市场解决方案的基础上, 设计一个切实可行的方案, 规范中国的空气和水污染。

消费者的问题是, 在变量  $c$  和  $e$  的预算约束  $c - qe = 0$  的条件下目标最大化, 其中  $q$  是排放许可的单价。这个约束条件表明消费者以单价  $q$  出售  $e$  单位的排放许可所获得的收入或消费量。我们引入拉格朗日乘数  $\lambda$  和构建拉格朗日表达式求解约束条件下最大化问题:

$$L = \log c + \theta \log(M - e) - \lambda(c - qe) \quad (3)$$

为了求最大值, 我们将  $L$  对  $c$  和  $e$  求导并得到一阶条件:

$$c^{-1} = \lambda \text{ 和 } \theta(M - e)^{-1} = q\lambda$$

把  $\lambda = c^{-1}$  代入第二个方程, 我们得到:

$$e = M - \theta c / q \quad (4)$$

这是由消费者得到的  $e$  的供给方程。方程(4)表明单价  $q$  越高, 消费者越乐意向生产者提供排放许可。

假设生产者利润最大化的条件是利润等于产值减去污染费用成本, 也就是  $Ae^\delta - qe$ 。以利润对  $e$  求导, 并令其等于零, 得到对  $e$  的需求方程:

$$e = \delta y / q \quad (5)$$

方程(5)表示价格越高, 需求量越少。

解  $e$  的供给和需求方程(4)和(5)得到:

$$e = M\delta/(\theta + \delta) \quad (6)$$

可知,当假定规划者或政府知道所有参数值时,求解的结果与方程(2)中得到的结果是一样的。上述是市场效率解决方案的一个例子:当消费者和生产者在商品的供给和需求中追求各自的利益时,“看不见的手”将使结果达到最优化。

### 三、分析环境问题的其他三种经济模型的实例

在这一部分,将提供其他三种经济模型分析环境问题的实例。如表1所示,经济模型可以分为四类。表中A(1)中的模型在第二部分已经提及。在这一部分,笔者将为其余的三种类型各提供一个实例。这里笔者将只建立几个与环境问题研究相关的重要模型,并不提供每一个模型的详细分析和求解。

表1 研究四种经济模型之工具

|           | (1) 一个经济体 | (2) 多个经济体 |
|-----------|-----------|-----------|
| A. 静态—单时期 | 最优化       | 博弈论       |
| B. 动态—多时期 | 最优控制      | 动态博弈      |

A(2) 两个经济体共享同一自然资源。

考虑到两个经济体共享同一自然资源的情况,例如空气,在他们的经济活动中产生二氧化碳。这种情况被视为两方博弈,我们用甲方和乙方表示。

设博弈的甲方通过下面的拉格朗日方程解决他受约束下的最大化问题:

$$L = \log(Ae_1^{\delta_1}) + \theta_1 \log(M - e_1 - e_2)$$

注意,我们假定甲方知道他的效用函数里的参数  $\delta_1$  和  $\theta_1$ ,且乙方的污染排放量  $e_2$  会影响甲方的效用。(让博弈双方有不同的  $M$  值,这个模型很容易被推广。)下面给出关于  $e_1$  的效用最大化的表达式,类似于(2):

$$e_1 = (M - e_2)\delta_1/(\theta_1 + \delta_1) \quad (7)$$

对于博弈的乙方,我们有类似的结果:

$$e_2 = (M - e_1)\delta_2/(\theta_2 + \delta_2) \quad (8)$$

在  $(e_1, e_2)$  的空间上,方程(7)和(8)是两个线性反应函数,表示甲方的最优策略  $e_1$  是  $e_2$  的函数,同时乙方的最优策略  $e_2$  是  $e_1$  的函数。方程

(7)和(8)的联立方程解是一个纳什均衡。

用含有四个参数  $\delta_1$ ,  $\delta_2$ ,  $\theta_1$  和  $\theta_2$  (也许还有  $M_1$  和  $M_2$ ) 的方程来研究纳什均衡颇有意义。这个模型将被扩展到在动态情况下之应用。而动态的博弈模型用来解释富国和穷国这两个群体如何设置适当的参数值来控制二氧化碳排放的政策。这个模型还可以用在联合国或国际会议的成员给作为博弈双方的富国和穷国有关最优的二氧化碳排放量问题提供建议。

#### B(1) 单个经济体的动态模型

考虑全球经济跨时期之最优二氧化碳排放路径。设世界的效用函数等于  $t$  时期内每一个时期效用的加权和, 让二氧化碳在大气中累计的总量在  $t$  时期的年初等于  $E_t$ , 并且让  $t$  年间二氧化碳的排放总量等于  $e_t$ 。下面这个动态方程是建立在充分的科学依据的基础上:

$$E_{t+1} = b_1 E_t + b_2 e_t \quad (9)$$

实证中  $b_2 = 0.5$ , 也就是说, 本年度二氧化碳的排放量  $e_t$  在下一年年初时, 只有一半留在大气中。  $1 - b_2 = 1/400$  或  $b_2 = 0.9975$ , 也就是说, 在  $t+1$  年年初,  $E_t$  作为  $t$  年年初的累积排放总量, 当中高达 0.9975 的排放都留在大气中。

用最优控制和动态优化的术语,  $e_t$  是一个控制变量。如果各国认同, 这个变量代表国际社会可以决定每年的排放量。  $E_t$  是一个状态变量。在目前最优控制问题中, 方程(9)是一个动态方程, 通过本期开始的状态  $E_t$  和控制本期的  $e_t$  来决定下一期开始的状态  $E_{t+1}$ 。

笔者建议一种解决最优控制问题的方法, 作为拉格朗日乘数法的应用, 它首先用于 Chow(1970), 之后被用在 Chow(1975), 最近又被用在 Chow(1997)。现在就利用拉格朗日法构建一个拉格朗日表达式:

$$L = \sum_t \{ \beta^t [\log(Ae_t^\delta) + \theta \log(M - E_t)] - \beta^{t+1} \lambda_{t+1} (E_{t+1} - 0.998E_t - 0.5e_t) \} \quad (10)$$

在表达式(10)中,  $\beta$  是一个贴现因子, 略小于 1, 意味着不太重视未来的效用。以  $L$  对控制变量  $e_t$  求导获得最优的一阶条件和每个  $t$  时期之状态变量  $E_t$ 。求出的这两个方程组决定了状态变量  $E_t$  是  $e_t$  和  $\lambda_t$  的函数, 前者是  $e_t$  的最优决定规则。正如一些经济学家建议的那样 (Socolow and Lam, 2006),  $e_t$  的最佳解决路径的合理参数值不是一条直线。

#### B(2) 贫富经济体之最佳二氧化碳排放路径

为说明穷国和富国对控制二氧化碳排放为何持不同观点, 我们构建一个动态的博弈模型, 用  $\lambda_{t+1}(E_{t+1} - 0.998E_t - 0.5e_{1t} - 0.5e_{2t})$  作为每一个时期的动态约束, 并且给博弈双方(两组经济体)的参数  $\delta$  和  $\theta$  赋予不