



城市交通 温室气体减排的战略研究

冯相昭 著



 气象出版社
China Meteorological Press

城市交通温室气体减排的 战略研究

冯相昭 著

 气象出版社
China Meteorological Press

图书在版编目(CIP)数据

城市交通温室气体减排的战略研究/冯相昭著. —北京:
气象出版社, 2009. 5

ISBN 978-7-5029-4764-4

I. 城… II. 冯… III. 城市—有害气体—大气扩散—
污染防治 IV. X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 082664 号

Chengshi Jiaotong Wenshi Qiti Jianpai de Zhanlue Yanjiu

城市交通温室气体减排的战略研究

冯相昭 著

出版发行: 气象出版社

地 址: 北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮政编码: 100081

总 编 室: 010-68407112 发 行 部: 010-68409198

网 址: <http://www.cmp.cma.gov.cn> E-mail: qxcbs@263.net

责任编辑: 杨泽彬 终 审: 周诗健

封面设计: 博尊思企划 责任技编: 吴庭芳

印 刷: 北京奥鑫印刷厂印刷

开 本: 850 mm×1168 mm 1/32 印 张: 7.5

字 数: 195 千字

版 次: 2009 年 6 月第 1 版

印 次: 2009 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 1~1000

定 价: 22.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等, 请与本社发行部联系调换

前 言

近年来,以全球变暖为主要特征的气候变化问题已成为国际社会高度关注的热点。2007年IPCC发布的第四次评估报告进一步强调指出,化石燃料使用等人类社会经济活动是造成大气中温室气体(Greenhouse Gas,缩写为GHG)浓度增加、诱发气候变化的主要驱动因素。目前,交通已成为全球第二大CO₂排放部门,而在该部门总排放中道路交通贡献最大。迄今为止,虽然世界范围内许多国家和地区在道路交通领域已制定了共计400多项有利于GHG减排的政策措施,仍无法扭转交通部门GHG排放稳步上升的趋势。

在中国,随着经济快速发展、城市化进程加快、居民收入持续增加以及机动化水平不断提高,交通需求以及交通能源(主要是石油基燃料)需求持续攀升,道路交通部门的负外部效应正日益凸现。在国家层面主要表现为车用能源供应日趋紧张,温室气体排放持续增加。而在地方层面特别是特大城市地区,主要表现为交通拥堵日益严重,大气质量不断恶化,交通事故率持续攀升。

在这种背景下,一些用于纠正交通部门负外部性的政策措施相继出台或正在执行。由于中央政府和地方政府的职能分工不同,其政策侧重点也有所不同,中央政府制定或出台政策旨在保障车用能源安全供应以及减少GHG排放量,而地方政府发展政策的出发点则主要是大气污染,城市交通拥堵。

鉴于此,本书主要围绕着以下几个问题展开讨论:

如何促进国家交通节能减排政策和地方各项交通管理政策措施的协调发展,保证国家政策在地方层面的贯彻落实?

目前国内城市交通系统有哪些政策实践能够减少 GHG 排放？执行效果如何？存在哪些问题？

国外城市交通系统存在哪些 GHG 减排政策实践？实施效果如何？在中国的城市是否适用？需要什么样的适用条件？

中国城市交通系统应该选择何种 GHG 减排战略，促进城市交通以及城市乃至整个国民经济的可持续发展？

具体而言，本书从系统论出发，将城市交通看作是一个由人、车辆、燃料、道路以及交通系统管理五个基本元素构成的复合系统，并且基于此将城市交通温室气体减排战略划分为出行需求管理、车辆政策、燃料政策、道路政策以及城市交通综合管理等五类政策分别来展开研究，以共生效益概念为指导探寻适用于中国特大城市交通系统的各项减排政策、政策组合以及减排战略，旨在促进城市交通乃至整个城市的可持续发展。

在本书中，采用的研究方法主要包括案例研究方法、Gompertz 模型方法以及利益相关者分析方法等。

本书在分析国内外城市交通领域各项 GHG 减排政策的基础上，筛选出一些适用于中国特大城市城市交通系统的各类减排政策，并详细讨论了发展不同政策组合对实现城市交通减排目标的重要性和必要性。此外，阐述了共生效益概念对于在城市层次落实气候变化政策的重要性以及其应该成为地方决策者设计政策的重要方法之一，并同时指出技术变动也是实现城市交通 GHG 减排目标的重要战略选择。最后强调了城市交通 GHG 减排政策应该成为构成城市交通系统可持续发展、城市经济乃至整个国民经济可持续发展的重要内容。

本书是根据本人在中国人民大学的博士论文修订完成的。在这里，我想借此机会向那些在我攻读博士学位期间给予我指导、支持和帮助的人们表示衷心的感谢。首先我要感谢我的导师邹骥教授。从选题到完成博士论文的各个环节，邹教授都倾注了大量的心血。其次，我要感谢张象枢教授、鲁明中教授、马中教授以及宋

国君教授。他们严谨细致、一丝不苟的作风是我工作、学习中的榜样。还有,我要感谢哈佛大学“双赢能源政策经济学”项目的支持,感谢中国汽车技术研究中心金约夫研究员、清华大学张阿玲教授、国家发改委能源所姜克隽研究员给予的指导和数据支持,感谢中国人民大学环境经济学2005级博士班全体同学以及王雪臣师兄、庞军师兄等的勉励和帮助。此外,我要特别感谢环境保护部环境与经济政策研究中心任勇研究员和田春秀高工,感谢他们在我的博士论文评阅和答辩过程中提出了许多宝贵的建议,以及对于此书出版给予的重要支持。最后,我要衷心感谢我的母亲和爱人,她们是我不断学习和刻苦钻研的坚强后盾,不仅要照顾我年幼的儿子天天,还要照料身患重病的父亲(父亲在我论文答辩前夕永远地离开了我们);我还要特别感谢我的岳父和两个姐姐,多年来他们给予我的鼓励和支持,是我不断前进的动力源泉。

冯相昭

2008年12月26日

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 研究背景	(1)
1.1.1 国际背景	(1)
1.1.2 国内背景	(4)
1.2 研究进展综述	(10)
1.2.1 交通需求与交通能源消费	(11)
1.2.2 交通能源消费及排放预测模型	(14)
1.2.3 交通拥堵	(17)
1.2.4 交通 GHG 减排	(19)
1.2.5 交通标准法规	(21)
1.2.6 清洁燃料技术	(22)
1.2.7 城市交通可持续发展	(24)
1.3 问题识别和定义	(25)
1.3.1 特大城市的交通问题	(25)
1.3.2 交通系统的公共物品属性	(28)
1.3.3 交通系统的外部性	(28)
1.3.4 交通与气候变化	(29)
1.3.5 城市交通系统的 GHG 减排战略	(29)
1.4 研究问题的提出	(32)
1.5 研究目标	(32)
1.6 研究意义	(33)
1.7 结构安排	(33)

第2章 研究思路、分析框架以及主要概念理论研究	(35)
2.1 研究思路	(35)
2.2 分析框架	(37)
2.3 主要概念研究	(38)
2.3.1 共生效益	(39)
2.3.2 政策体系	(43)
2.3.3 技术变动	(50)
2.4 相关理论研究分析	(59)
2.4.1 交通与经济联系的内在联系	(59)
2.4.2 交通的公共物品属性	(61)
2.4.3 交通系统的外部性	(63)
2.4.4 城市交通需求与供给分析	(65)
2.4.5 系统论	(67)
第3章 方法学研究	(70)
3.1 案例研究方法	(70)
3.1.1 概述	(70)
3.1.2 案例研究方案的设计	(70)
3.1.3 资料的收集	(71)
3.1.4 证据分析过程	(71)
3.2 模型方法	(72)
3.2.1 Gompertz 模型	(74)
3.2.2 Spread Sheet 模型	(77)
3.3 政策分析方法	(78)
3.3.1 概述	(78)
3.3.2 政策分析流程图	(79)
第4章 基于车辆的减排政策研究	(84)
4.1 国内外车辆主要减排政策综述	(84)
4.2 车辆牌照拍卖制度政策研究——以新加坡为例	(85)

4.2.1	政策背景	(85)
4.2.2	政策目标及其经济学涵义	(88)
4.2.3	执行过程中存在的问题	(88)
4.2.4	政策影响	(91)
4.2.5	利益相关者分析	(94)
4.2.6	政策推广的局限性	(96)
4.2.7	VQS 在中国的发展	(97)
4.2.8	主要结论	(100)
4.3	燃油经济性标准政策研究	(101)
4.3.1	概述	(101)
4.3.2	政策目标及其经济学涵义	(102)
4.3.3	标准的国际比较	(103)
4.3.4	利益相关者分析及政策影响评价	(106)
4.3.5	主要发现和存在问题	(112)
	本章小结	(113)
第5章	基于道路的减排政策研究	(114)
5.1	国内外道路减排政策综述	(114)
5.2	正确认识交通拥堵	(115)
5.2.1	交通拥堵的涵义	(115)
5.2.2	交通拥堵的外部成本	(117)
5.2.3	交通拥堵外部成本估算模型	(118)
5.2.4	北京和上海私家车通勤交通拥堵外部成本 估算	(121)
5.3	道路交通减排政策类型	(124)
5.3.1	供应侧模式	(124)
5.3.2	需求管理模式	(125)
5.3.3	制度完善模式	(126)
5.3.4	技术模式	(126)

5.4	几种道路减排政策创新比较	(127)
5.4.1	HOV 车道制度	(127)
5.4.2	拥挤收费	(128)
5.4.3	HOT 车道制度	(130)
5.4.4	BRT 制度	(132)
5.5	伦敦拥堵收费制度实证研究	(135)
5.5.1	背景介绍	(135)
5.5.2	实施方案	(135)
5.5.3	实施效果评估	(136)
5.5.4	拥堵收费制度对中国的借鉴意义	(136)
	本章小结	(138)
第6章	基于燃料的减排政策研究	(139)
6.1	车用替代燃料政策研究	(139)
6.1.1	替代燃料概述	(139)
6.1.2	发展清洁燃料的战略意义	(140)
6.1.3	国内外车用替代燃料减排政策综述	(141)
6.1.4	替代燃料政策执行效果	(146)
6.1.5	利益相关者分析	(151)
6.1.6	障碍分析	(154)
6.1.7	政策建议	(156)
6.2	燃油税政策研究	(157)
6.2.1	概述	(157)
6.2.2	经济学涵义	(159)
6.2.3	利益相关者分析	(161)
6.2.4	主要影响分析	(164)
6.2.5	燃油税政策对中国的启示	(166)
	本章小结	(167)

第7章 其他交通减排政策研究	(168)
7.1 基于出行需求管理的减排政策措施	(168)
7.1.1 概述	(168)
7.1.2 几种减排措施	(169)
7.2 交通系统管理政策对减排的贡献	(178)
7.2.1 交通方式转变	(178)
7.2.2 土地利用与交通规划的融合	(182)
7.2.3 智能交通系统技术的发展应用	(183)
本章小结	(185)
第8章 综合案例研究	
——北京市私人交通能源需求以及 CO ₂ 排放研究 ..	(186)
8.1 案例城市的选择依据	(186)
8.2 北京城市概况	(187)
8.3 私人轿车保有量预测	(190)
8.4 情景设置	(194)
8.5 结果分析	(195)
8.6 结论和政策建议	(197)
第9章 结论与建议	(201)
附 录	(205)
附录1 近年来气候变化问题的国际地位演进	(205)
附录2 中国主要节能政策回顾	(206)
附录3 乘用车燃料消耗量限值	(207)
附录4 车用新技术应用对燃油经济性及其成本的 影响	(207)
附录5 不同替代燃料主要性能比较	(209)
附录6 美国各州清洁燃料汽车激励政策一览表	(210)
参考文献	(212)

图表索引

图 2-1	基于 DPSIR 逻辑方法学的城市交通系统 GHG 减排战略	(36)
图 2-2	总体研究思路	(37)
图 2-3	逻辑分析框架	(38)
图 2-4	共生效益示意图	(43)
图 2-4	《京都议定书》三种灵活机制示意图	(47)
图 2-5	技术发展周期及其主要驱动力	(55)
图 2-6	未来汽车及车用燃料技术变动趋势图	(58)
图 2-7	市场提供公共物品的效率损失	(62)
图 3-1	中国燃油经济性标准研究的证据分析过程	(72)
图 3-2	本书案例研究总体安排	(73)
图 3-3	Gompertz 模型和 Spread Sheet 模型耦合示意图	(73)
图 3-4	Gompertz 曲线以及机动车拥有率的收入弹性示意图	(76)
图 3-5	政策分析流程图	(80)
图 4-1	1975—2006 年新加坡机动车保有量和 GDP 年增长率	(92)
图 4-2	由 CAFE 确定的新售乘用车每加仑燃料行驶英里数定义的车队平均燃油经济性和温室气体排放标准的比较	(105)
图 6-1	障碍分析示意图	(154)
图 7-1	运送 45 位乘客需要的机动车数量	(170)

图 8-1	北京市 1985—2006 年社会经济发展状况	(188)
图 8-2	北京市 1985—2006 年民用机动车发展趋势 (单位:辆)	(189)
图 8-3	模型模拟数据与历史数据对比	(191)
图 8-4	北京市私人轿车不同情景下能源需求预测	(196)
图 8-5	北京市 2005—2030 年私人轿车 CO ₂ 排放 (单位:万 t)	(198)
表 1-1	城市层次有利于减排 GHG 的相关政策创新	(11)
表 1-2	基准情景下中国交通能源需求预测	(14)
表 1-3	道路交通的外部性、市场失灵以及可选择的纠正 政策措施	(30)
表 4-1	主要车辆减排政策国内外经验	(85)
表 4-2	世界范围内燃油效率与 GHG 排放标准	(103)
表 5-1	主要道路减排政策国内外经验	(116)
表 5-2	美国主要 HOT 车道项目	(131)
表 6-1	2007 年 12 月主要 OECD 国家的汽柴油平均价格及 燃油税水平	(159)
表 6-2	燃料价格上涨 10% 的各类影响	(163)
表 7-1	发展中国家不同机动车和不同交通模式的 GHG 排放水平	(179)
表 8-1	北京市社会经济统计数据	(192)
表 8-2	北京市未来经济发展和人口增长假设	(193)
表 8-3	北京私人轿车保有量预测结果	(194)
表 8-4	北京市私人轿车不同情景下 CO ₂ 排放水平 预测	(197)

第1章 绪论

1.1 研究背景

1.1.1 国际背景

1.1.1.1 气候变化正受到普遍关注

自20世纪90年代以来,气候变化越来越受到国际社会的广泛关注。2007年政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel for Climate Change, IPCC)发布的第四次评估报告进一步强调指出,地球气候系统正经历着以全球变暖为主要特征的显著变化,这种变化主要是由于自1750年以来,全球大气中二氧化碳等温室气体(Greenhouse Gas, GHG)^①的浓度在显著增加引起的,而大气中二氧化碳浓度的增加主要来源于矿物燃料使用和土地利用变化等人类社会经济活动(IPCC, 2007)。面对由于温室气体浓度增加而可能导致的全球气候变化的不利影响,目前人类社会主要有两大类应对措施可供选择:减缓和适应,其中减缓行动主要是指通过减少电力、交通等高能耗部门的温室气体排放(或增加碳汇)以期稳定温室气体在大气中的浓度,来达到减轻气候变化所造成的危害。

与此同时,围绕着气候变化问题的多边国际谈判从20世纪90年代以来一直在积极推进,并取得了一定的阶段性成果,如

^① 六种温室气体主要包括:二氧化碳(CO₂);甲烷(CH₄);氧化亚氮(N₂O);氢氟碳化物(HFCs,又称氟利昂);全氟化碳(PFCs);六氟化硫(SF₆)。

1992年在巴西里约热内卢联合国环境与发展大会上签署的《联合国气候变化框架公约》(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)和2005年2月批准生效的《京都议定书》(Kyoto Protocol, KP);此外,从1995年起,每年召开一次公约缔约方大会(Conference of the Parties to the Convention, COP),2007年12月在印尼巴厘岛举行的COP13进一步强调了UNFCCC和KP在气候变化国际谈判中的主导地位,指出现在所有的多边跟双边的合作,都应该是公约和议定书的补充。

近年来,气候变化问题已成为国际社会高度关注的热点,特别是受到了一些区域性的政治经济组织或其他组织的广泛肯定(见附录1)。2005年7月在英国苏格兰鹰谷召开的八国峰会,首次将全球变暖问题列为该次峰会的主要议题;2007年6月在德国海利根达姆举行的八国峰会就气候变化问题发表了联合声明;2007年9月在澳大利亚悉尼召开的亚太经合组织第15次领导人非正式会议,首次就气候变化问题发表宣言,即《亚太经合组织领导人关于气候变化、能源安全和清洁生产的宣言》;2007年初,原美国副总统戈尔参与制作的环保纪录片《难以忽视的真相》获得了第79届奥斯卡最佳记录片,在该影片中,戈尔以地球村普通公民的身份向人们展示了全球气候变暖的严重危害;在2007年10月11日IPCC和原美国副总统戈尔共同分享了当年的诺贝尔和平奖,得奖理由是两者“在确立和大力推广与由人类活动带来的气候变化有关的知识以及扭转全球气候变暖方面做出了巨大努力”。

值得关注的是,迄今为止,气候变化领域最权威的研究成果基本上都被收录到IPCC已经出版的四次评估报告^①以及2006年10月底由前世界银行首席经济学家、现任英国首相经济顾问的尼古拉斯·斯特恩爵士(Sir Nicholas Stern)组织撰写的《斯特恩评

① 详见IPCC网站:<http://www.ipcc.ch>

论:气候变化经济学》报告^①(Stern, 2007)。作者将在后面的相关章节中根据本研究的需要对这几份权威报告进行综述分析。

1.1.1.2 交通部门节能减排形势严峻

随着世界经济的持续增长,城市化和机动化进程的加快,交通部门目前已成为世界上第二大能耗部门和 GHG 排放部门。在 2004 年,交通部门能源消耗量约占全球能源需求的 26%,其排放的 GHG 约占全球总排放的 24%,仅次于供电和供热部门(IEA, 2006);其中,欧盟 15 国交通部门(不包括国际航空运输和海运) GHG 排放约占该地区总排放的 21%(ECMT, 2007)。

在交通部门能源消费以及 CO₂ 排放结构中,道路交通所占的比重最大。以 2000 年为例,交通部门消耗了 77EJ^② 的能源,其中道路交通占 77.4% 的份额,铁路、航空以及海运交通的比重分别为 1.5%、11.6% 和 9.5%;由于交通用能是以石油基的化石燃料为主,各交通子部门的 CO₂ 排放比重与其能源消费的比重相近似(IPCC, 2007)。另外,各个国家和地区的交通排放构成也有所不同,比如欧盟 15 国道路交通占其交通部门总排放的 93%(ECMT, 2007)。

欧盟交通部长大会最近出版的一份研究报告(ECMT, 2007) 强调指出,尽管现阶段世界各个国家和地区已经采用的或即将采用的交通领域 GHG 减排措施达 400 多项,但仍无法扭转交通部门 GHG 排放稳步上升的趋势。有关研究资料显示,在所有终端能源消费部门中,交通部门的能源需求以及 CO₂ 排放量增长最快,其中该部门 CO₂ 排放占全球总排放的比重从 1990 年的 22%

① 电子版资料请参见网页: www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm

② EJ 为能量单位, 1EJ=10¹⁸ 焦耳。

上升至 2003 年的 24%(IEA, 2005)。目前附件 1 国家^①交通领域的排放约占全球交通相关排放的 53%，其中作为世界上 CO₂ 排放第一大国的美国，其交通部门的 CO₂ 排放就占全球交通总排放的 30%。

国内外许多研究表明，如果居民实际可支配收入的增速保持在一个高的水平，即高于交通实际成本的增幅，那么未来交通 GHG 排放的增长将不可避免，也就是说，在未来很长一段时期内，交通部门的 GHG 减排形势比较严峻。放慢交通部门 CO₂ 排放的增长将需要各国及各级政府（国家内部中央政府和地方政府）更多的政策行动，特别是提高能源利用效率的努力。根据国际能源署(IEA)的研究，目前为止所采用的 400 多项交通部门 GHG 减排政策措施预计将在 2010 年减少 7 亿 tCO₂ 排放，相当于 2010 年 CO₂ 排放增量（与 1990 年相比）的一半多(ECMT, 2007)。

1.1.2 国内背景

1.1.2.1 宏观经济背景

改革开放以来，国民经济和社会发展取得巨大成就，经济实现快速增长。1978—2005 年，GDP 年均增长率 9.73%，人均 GDP 从 1978 年 345 美元增加至 2005 年的 1075 美元（2000 年汇率水平+不变价格）。

中国的城市化进程稳中趋快。城镇化率从 1978 年的 17.99% 上升至 2005 年 43%；根据“十一五”规划，到 2010 年，城镇化率将在 2005 年 43% 的基础上再增加 4 个百分点达到 47%。

机动化进程在不断加快。20 世纪 80 年代之前，由于经济基础和汽车工业基础均比较薄弱，机动化的进程比较缓慢。进入 90

^① 附件 1 国家主要指签署京都议定书的 38 个 OECD 国家以及一些经济转型国家（如俄罗斯以及东欧国家），非附件 1 国家主要指没有承担实质性减排义务的发展中国家。