

硕士学位论文

基于燃油价格变化的城市客运 出租车补贴研究

RESEARCH ON URBAN PASSENGER TAXI SUBSIDY BASED ON FUEL PRICE CHANGES

何建平

哈尔滨工业大学

2012 年 7 月

国内图书分类号: U491
国际图书分类号: 629

学校代码: 10213
密级: 公开

工学硕士学位论文

基于燃油价格变化的城市客运 出租车补贴研究

硕 士 研 究 生: 何建平

导 师: 王健 教授

申 请 学 位: 工学硕士

学 科: 交通运输规划与管理

所 在 单 位: 交通科学与工程学院

答 辩 日 期: 2012 年 7 月

授予学位单位: 哈尔滨工业大学

Classified Index: U491

U.D.C: 629

Dissertation for the Master Degree in Engineering

**RESEARCH ON URBAN PASSENGER TAXI
SUBSIDY BASED ON FUEL PRICE CHANGES**

Candidate :	He Jianping
Supervisor :	Prof. Wang Jian
Academic Degree Applied for :	Master of Engineering
Speciality :	Transportation Planning and Management
Affiliation :	School of Transportation Science & Engineering
Date of Defence :	July, 2012
Degree-Conferring-Institution :	Harbin Institute of Technology

摘 要

城市客运出租车是城市公共交通的重要组成部分，燃油价格的变化对出租车行业有直接影响。政府对出租车经营者进行财政补贴，是应对燃油价格变化对出租车行业冲击的一个重要措施。在燃油价格变化的背景下，研究城市客运出租车补贴，对于平衡出租车行业主体利益、保证出租车行业稳定发展具有一定的理论和实践意义。

本文总结了城市客运出租车定价的理论依据和方法，分析了城市客运出租车定价的影响因素及价格结构。在介绍燃油价格变化的基础上，指出了城市客运出租车补贴的必要性，并对目前国内城市客运出租车补贴的现状和存在问题进行了剖析。

在建立出租车市场需求模型和出租车经营利润模型基础上，提出了基于燃油价格变化的出租车补贴三种方案，包括基于合理利润水平的出租车补贴方案、基于燃油价格变化率的出租车补贴方案和基于燃油价格变化压力分担率的出租车补贴方案，并对三种方案进行了对比分析。然后，在政府给定补贴标准的前提下，分析了出租车经营者的经营策略。为了兼顾政府和经营者双方的利益，本文利用 Stackelberg 博弈理论，建立了出租车补贴的双层规划模型。

最后，以哈尔滨市客运出租车为例，运用上述理论模型和方法，研究了燃油价格变化后城市客运出租车的补贴额度。分别计算三种方案下的政府补贴金额；并分析了在政府给定补贴标准前提下，出租车经营者的策略选择。利用本文建立的双层规划模型，求解得出了哈尔滨市出租车的最优补贴标准。在上述定量分析的基础上，根据哈尔滨市客运出租车补贴的现状，提出了哈尔滨市客运出租车行业应对燃油价格变化的补贴政策建议。

关键词：城市客运出租车；补贴；燃油价格变化；双层规划

Abstract

Urban passenger taxi is an important part of the urban public transport system. Fuel consumption cost is an important part of the urban passenger taxi operation cost, which is be directly affected by fuel price changes. Government financial subsidy for taxi operators is an important measure to cope with the impact of fuel price changes on the taxi industry. In the context of fuel price changes, research on urban passenger taxi subsidies has its theoretical and practical significance to balance different stakeholders' interests of the taxi industry and to ensure the taxi industry stability.

This paper summarizes the theoretical basis and methods of urban passenger taxi pricing, influencing factors in urban passenger taxi price and price structure of urban passenger taxi. Based on the introduction of fuel price changes, the necessity of urban passenger taxi subsidy is proposed. And then, domestic urban passenger taxi subsidy status and problems are analyzed.

The taxi market demand model and taxi operation profit model are respectively presented. On this basis, three programs of taxi subsidy based on fuel price changes are proposed, including the subsidy program based on reasonable profit level, the subsidy program based on fuel price change rate and the subsidy program based on the sharing rate of fuel price changes in pressure. And then the three programs are compared. Then under the premise of the definitive subsidy standard, the operator's business strategies are analyzed. In addition, in order to take account of the interests of both government and the operator, a bi-level programming model of the taxi subsidy is established, with the Stackelberg game theory.

Finally, regarding the passenger taxi in Harbin City as a typical case, this paper applies the theoretical models and methods mentioned above, to study the amount of subsidy for urban passenger taxi when the fuel price changes. The amount of government subsidies are respectively calculated under the three programs, and the operator's business strategies are analyzed under the premise of the definitive subsidy standard. The bi-level programming model established above is used to obtain the optimal taxi subsidy standard in Harbin.

Keywords: urban passenger taxi, subsidy, fuel price changes, bi-level programming

目 录

摘 要	I
ABSTRACT	II
第 1 章 绪 论	1
1.1 课题背景及研究的目的和意义	1
1.1.1 课题背景	1
1.1.2 研究的目的和意义	2
1.2 国内外研究现状	3
1.2.1 国外研究现状	3
1.2.2 国内研究现状	5
1.2.3 国内外研究现状分析	8
1.3 主要研究内容及技术路线	8
1.3.1 主要研究内容	8
1.3.2 技术路线	9
第 2 章 城市客运出租车定价和补贴理论分析	11
2.1 城市客运出租车定价分析	11
2.1.1 城市客运出租车定价的基本理论和方法	11
2.1.2 城市客运出租车定价的影响因素	12
2.1.3 城市客运出租车价格结构	13
2.2 燃油价格变化时城市客运出租车补贴问题分析	13
2.2.1 燃油价格变化	14
2.2.2 城市客运出租车补贴的必要性	14
2.2.3 城市客运出租车补贴现状	15
2.2.4 城市客运出租车补贴存在的问题	16
2.3 燃油价格变化时城市客运出租车行业主体利益关系	16
2.3.1 城市客运出租车行业主体之间的利益关系	16
2.3.2 政府和经营者在出租车补贴问题中的利益关系	18
2.4 本章小结	19
第 3 章 城市客运出租车补贴模型	20
3.1 出租车市场基本模型	20
3.2 出租车经营利润	23
3.2.1 出租车经营利润基本模型	23

3.2.2 主要变量对出租车经营利润的影响	23
3.3 政府对出租车经营的补贴方案	25
3.3.1 基于经营合理利润水平的出租车补贴方案	26
3.3.2 基于燃油价格变化率的出租车补贴方案	28
3.3.3 基于燃油价格变化压力分担率的出租车补贴方案	29
3.3.4 三种补贴方案的比较	29
3.4 基于政府补贴的出租车经营策略选择	30
3.4.1 问题描述	31
3.4.2 出租车经营者的经济效益模型	31
3.4.3 出租车经营者的经营策略	31
3.5 基于双层规划的出租车补贴博弈模型	34
3.5.1 问题描述	34
3.5.2 双层规划模型	35
3.6 本章小结	36
第 4 章 案例分析	37
4.1 燃油价格变化前后哈尔滨市出租车运营情况分析	37
4.1.1 哈尔滨市燃油价格变化情况分析	37
4.1.2 哈尔滨市出租车营运变化情况分析	38
4.1.3 哈尔滨市出租车行业应对燃油价格变化的措施	40
4.2 算例基本假设和模型验证	41
4.3 哈尔滨客运出租车补贴方案	43
4.3.1 基于经营合理利润水平的哈尔滨市出租车补贴方案	43
4.3.2 基于燃油价格变化率的哈尔滨市出租车补贴方案	48
4.3.3 基于燃油价格变化压力分担率的哈尔滨市出租车补贴方案	50
4.4 基于政府补贴的哈尔滨市客运出租车经营策略	51
4.5 基于双层规划的哈尔滨市出租车补贴策略	53
4.6 哈尔滨市客运出租车补贴建议	54
4.7 本章小结	55
结 论	56
参考文献	57
攻读硕士学位期间发表的论文及其它成果	61
哈尔滨工业大学学位论文原创性声明及使用授权说明	62
致 谢	63

第 1 章 绪 论

1.1 课题背景及研究的目的和意义

1.1.1 课题背景

作为城市公共交通的一个重要组成部分,出租车与城市居民的生活密切相关,是国内大中城市居民出行的一种重要方式。因此,城市客运出租车行业受到政府的各种管制,如价格管制、数量管制等。

近年来,我国客运出租车发展较快,为城市居民出行提供了较大便利。但同时,现阶段的客运出租车服务也存在一定问题,甚至出现一些营运不稳定现象。例如,重庆、牡丹江、温州和杭州等地先后出现罢运现象;此外,各地出租车拒载等现象也很常见。在出租车罢运、拒载等现象发生的原因中,出租车运价低和经营成本高之间的矛盾是重要原因之一。

目前,国内城市客运出租车基本运价主要有两种形式:车次运价和行程运价,部分城市还采用了计程和计时双费制的运价形式,将出租车等待、低速运行等状况也纳入运价考虑范围^[1]。由于受政府管制,出租车运价在一定时期内将保持稳定。而国内出租车的主要燃料——燃油价格的频繁上涨,直接导致出租车经营成本的增加。由于出租车行业属城市公共交通范畴,其价格与城市居民的生活密切相关,不可能经常变化。燃油价格变化和出租车运价不变的结果是出租车驾驶员的经营利润不稳定。为应对燃油价格变化对出租车行业的影响,保证出租车经营利润的相对稳定,国内许多城市采取对出租车经营进行补贴的措施。早在 2008 年,哈尔滨等城市就开始对出租车乘客征收燃油附加费,后来政府又开始对客运出租车发放油补。2011 年 4 月份,北京、深圳、长春、太原、成都、上海、沈阳等地先后调整燃油附加费额度,或由政府对客运出租车进行补贴,以此来应对燃油价格的变化。

政府补贴在缓解燃油价格变化对出租车行业的影响中扮演着重要角色。因此,在燃油价格发生变化时,如何制定合理的补贴标准和补贴方案,保证出租车行业稳定经营,是出租车行业管理中迫切需要解决的课题。鉴于此,本文试图从城市客运出租车经营的实践问题出发,开展基于燃油价格变化的出租车补贴的理论和实证研究。课题来源主要为“城市道路交通客运价格联动机制研究”(国家自然科学基金委员会面上项目,编号为 71073035)。

1.1.2 研究的目的和意义

市场燃油价格频繁波动，对城市客运出租车行业产生了直接影响。在燃油价格上涨的情况下，政府对客运出租车进行补贴，可以缓解出租车营运成本变化和运价相对稳定之间的矛盾，也能够在平衡不同主体利益过程中起到积极作用，对维护出租车行业的稳定健康发展具有重要作用。

国内出租车补贴主要有两种方式：一是向乘客收取燃油附加费，二是由政府向出租车发放燃油补贴。第一种方式的实质是调整出租车的基本运价，各地收费标准不尽相同，且对于向乘客征收燃油附加费是否合理，社会各界存在广泛争论。第二种方式是政府利用财政手段对出租车经营进行调节，如何制定补贴标准、设计补贴方案是政府补贴有效实施的关键。

本文从实践出发，研究燃油价格变化时的城市客运出租车补贴问题，主要研究目的为：

（1）探究政府补贴标准与燃油价格变化之间的定量关系，为政府制定出租车补贴标准提供测算依据。合理补贴方案的关键是确定合理的补贴标准，建立燃油价格变化量与出租车补贴标准之间的关系，是本文研究的重要内容。

（2）解析政府和出租车经营者在出租车补贴问题中的关系，构建出租车补贴优化模型，为政府的出租车补贴策略优化提供支撑。政府和经营者是出租车补贴问题的直接利益相关者，这两者的利益彼此相互关联，建立政府和经营者在出租车补贴问题上的动态关系和优化模型，可以为政府制定补贴策略提供模型支撑。

本文的研究意义在于：

（1）从实践需求的角度看，国内燃油市场价格频繁波动，如何应对油价变化对城市客运出租车经营的影响，是政府和大众普遍关注的现实问题。因而针对燃油价格变化下的出租车补贴进行研究，可以为政府制定补贴策略提供参考和建议。

（2）从理论研究的角度看，探讨财政补贴在城市客运出租车行业的应用，可以丰富城市道路公共交通客运定价理论体系，为城市道路交通客运价格联动机制研究提供更加充实的基础。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国外研究现状

从20世纪70年代开始,国外在出租车行业就开始了大量研究,研究内容主要集中在出租车市场模型及出租车行业经济分析等方面^[2]。城市客运补贴问题也得到了广泛研究,并取得了丰富成果。

(1) 出租车市场模型研究

出租车市场模型是定量研究出租车行业的基础。在众多研究中, Douglas (1972) 最早提出了出租车巡游类市场的一个高度集合模型,该模型涉及了出租车乘客出行需求量、出租车运价、乘客平均等车时间和出租车运营成本等主要因素,没有考虑出租车市场的空间结构^[3]。

Manski 和 Wright (1976) 构建了一个固定站点的出租车模型,该模型用乘客到达率来衡量出租车的出行需求,而乘客到达率是出租车出行费用和出租车可得性的函数。该模型最突出特点是体现了出租车供给和需求之间的相互影响关系^[4]。

Daganzo (1978) 首次将出租车乘客出行时间和等待时间作为变量来构建出租车模型,利用排队论来研究出租车最佳规模^[5]。

Beesley M 和 Glaister S (1983) 构建了一个巡游式出租车模型,其本质与 Douglas 提出的模型相同,但是该模型假设乘客的平均等待时间是出租车空载时间的反比例函数^[6]。

Schroeter (1983) 在考虑电话派遣和机场站点作为出租车运营主要模式的前提下,构建了规制市场下的一个理论模型,并将该模型应用于明尼阿波尼斯市的出租车行业^[7]。

在 Douglas 的研究基础上, Chang 和 Huang (2003, 2009) 扩展了聚集模型,构建了出租车需求的对数函数模型,并将模型用于优化社会最优环境下的出租车费率和空载率^[8,9]。

Daniel (2003) 在出租车价格和准入规制的背景下,建立了需求关于出租车价格和空载出租车数量的函数模型,并通过数据测试研究发现空载出租车数量和需求之间是非弹性关系^[10]。

Hyunmyung 等 (2005) 考虑了出租车出行需求的随机行为,提出了一个动态交通网络下的随机模型,用来仿真出租车驾驶员的学习过程,并用测试路网检验了仿真模型^[11]。

Massow 和 Canbolat (2010) 构建了派遣式市场中的出租车行为仿真模型,

研究指出出租车将会在两个需求区域的边界处等待调度^[12]。

(2) 出租车市场经济研究

出租车经济研究主要包括规制政策对出租车经济的影响和出租车价格制定等方面。

Douglas (1972) 利用集合模型研究了出租车行业在不同情况下的收入和成本。在价格规制和自由进入的出租车市场, 当以社会福利为目标时, 使出租车经营收入最大的出租车需求低于出租车需求最大值; 并且出租车服务数量和出租车需求同时达到最大^[3]。

De Vany (1975) 在分析出租车市场规制政策的影响时, 研究了垄断市场和竞争市场两种情况下出租车市场的均衡产出、服务能力、能力利用率以及这些变量和出租车价格、能力成本、规制政策等之间的关系。结果发现由于市场规制的自然属性, 出租车市场的许多特征应证了垄断性竞争的观点^[13]。

Foerster 和 Gilbert (1979) 研究了8种不同的规制情景对出租车市场的影响, 研究指出: 在一个无组织行业, 价格不能由市场规制, 否则价格会趋于上升而降低出租车利用率; 当价格固定时, 与自由市场相比, 垄断会产生较低水平的产出; 在垄断和自由两种市场下, 进入管制对垄断和自由两种市场有相同的影响, 都会导致价格提高^[14]。

Beesley 和 Glaister (1983) 研究了出租车的不同市场及其特征, 分析了规制的重要内容及缺点。利用伦敦、利物浦、曼彻斯特和伯明翰的出租车数据研究得出: 需求弹性大于1只可能出行在规制市场, 相应的自由市场的需求弹性小于1^[6]。

Cairns 和 Liston-Heyes (1996) 分析了垄断市场、社会最优和社会次优三种情况下的出租车利润和价格问题。研究发现: 当出租车使用强度最优时出租车经营利润为零; 价格规制对出租车服务模型的均衡产生是很必要的, 并且只有在出租车费用和使用强度都受到管制时, 出租车市场才能实现社会最优^[15]。

Arnott (1996) 分析了社会最优情况下出租车的影子成本, 并提出需要补贴出租车以弥补空车行驶的成本^[16]。

Schaller 和 Consulting (2005) 在研究出租车需求数量时, 利用多元回归方法对美国 118 个城市的出租车数量进行分析。结果发现: 确定美国城市出租车合适规模最主要的三个影响因素为: 地铁通勤人数、无车家庭数量和机场出租车出行量^[17]。

Fernández 等 (2006) 利用图表分析法对出租车巡游市场特性进行了研究。结果表明: 一个非规制出租车市场存在一个唯一的均衡, 这个均衡相当于垄断

性均衡；在费用规制下，准入规制是冗余的，会导致较差的出租车行业状况^[18]。

（3）城市客运交通补贴研究

目前，国外对城市客运交通补贴的研究主要集中在公交补贴方面。

Mohring（1972）首次提出公交补贴的理论依据是消费者成本的规模经济效应^[19]，并且得到了 Vickrey（1980）和 Nash（1993）等的支持^[20,21]。Pucher（1983）认为对公交进行补贴能够体现社会公平性^[22]。

Peter Tisato（1998）研究了公交服务不可靠性与公交最优补贴之间的关系，指出公交服务不可靠性对最优补贴有明显影响，这个影响在单一类型用户行为发生时很小，但在两种类型用户行为选择的 Logit 模型情况下非常明显^[23]。Nils Fearnley（2004）等人提出一个基于性能的合同使政府部门和铁路运营者的利益相结合，但由此得到的基于性能的交通补贴会高于现有的补贴水平^[24]。KARLAFTIS 和 McCARTHY（1998）研究了公交补贴对公交系统性能的影响，通过分析印第安阿州固定线路公交系统的数据发现，补贴对公交性能没有大的影响，但公交系统的大小会明显影响补贴对公交性能的影响；通过仿真分析发现当补贴总额不变时，只对补贴资金进行重新分配不会对公交系统的效率产生影响^[25]。

Rainald Borek 和 Matthia Swrede（2008）研究了两类收入群体下补贴对公共交通和私人交通的影响，发现不同的补贴方式会有不同的影响。例如，对公共交通进行补贴可能使小汽车出行者出行成本增加，而公交出行者却可能会从小汽车补贴中得到好处^[26]。

John Pucher 和 Stefan Kurth（1995）介绍了公共交通组织的综合交通系统在解决大都市区交通问题的作用，以汉堡、慕尼黑，莱茵—鲁尔地区、维也纳和苏黎世五个地区的成功经验为例，介绍了如何更有效地利用有限的补贴资金，以减少公共交通服务恶化、费用增加以及客流流失等问题^[27]。

澳大利亚等国家对残疾人和老年人等乘坐出租车实行优惠，但很少有出租车运营补贴理论方面的研究。Arnott（1996）研究了最优运行下的出租车派遣式服务，论证了在社会福利最优化情况下应该给予客运出租车补贴^[16]。

1.2.2 国内研究现状

在国外研究基础上，国内许多学者根据城市客运出租车发展的实际，在出租车市场模型、出租车经济研究和城市客运补贴方面进行了相关理论探讨和应用研究。

（1）出租车市场模型研究

香港科技大学的杨海教授及其研究团队在出租车问题进行了深入的研究,取得了丰富成果。从1997年至2010年, Yang 和 Wong 构建了一系列模型用于研究香港的出租车市场。Yang 和 Wong (1998) 构建了给定乘客需求下巡游式出租车的网络模型,用于描述道路网络中空载出租车搜寻乘客及载客出租车提供服务的过程。其研究主要结果之一是:出租车平均利用率随着运营出租车数量增加而下降;而出租车利用率越高,乘客平均等待时间越长^[28]。Yang等(2000) 分析了出租车市场中的供求关系,基于排队论和供求平衡建立了一个关于乘客需求、出租车利用率和服务水平的非线性方程组,并利用调查数据计算了模型参数和内生变量的值^[29]。在此研究基础上,Wong等(2001) 引进拥挤效应和需求弹性,扩展了城市出租车服务的网络模型进行了扩展,并对模型算法进行了改进^[30]。Yang等(2005) 将出租车乘客的出行时间作为变量引入出租车模型中,研究了交通拥挤外部性对出租车市场的影响^[31]。Wong等(2008) 构建了拥挤道路网络中多用户阶层、多服务模式下的城市出租车服务模型,该模型能够更真实地刻画大多数的出租车服务^[32]。Yang等(2010) 提出了一个出租车市场平衡模型,用于研究出租车和乘客在道路网络中的双边搜寻问题^[33]。Yang & Yang (2011) 分析了双边搜寻时出租车市场的均衡特性和帕累托改进,研究了出租车利用率、服务水平与规模报酬之间的关系^[34]。

一些学者就不同需求条件下的出租车供求平衡进行研究。边扬等(2007) 构建了固定需求条件下的城市出租车网络平衡模型,刻画了出租车搜寻乘客的行为特征,因此可以根据乘客等待时间来确定城市出租车的合理规模^[35]。罗端高和史峰(2009) 做了类似的研究,构建了需求分布影响下城市出租车网络的平衡模型^[36]。卢毅等(2007) 针对城市出租车乘客出行需求的动态性和不确定性,建立了城市出租车需求的人工神经网络预测模型,并利用Matlab软件进行数值仿真实验,分析城市出租车需求的动态变化规律^[37]。

（2）出租车市场经济研究

Yang等(2002) 从社会最优和社会次优两个角度,研究了在竞争市场下及垄断市场下客运出租车的定价方法^[38]。Yang等(2005) 构建了考虑延迟收费的出租车市场模型,研究了交通拥挤部对出租车价格、规模和经营利润的影响^[31]。Yang等(2010) 提出了一个非线性的出租车票价结构,该票价结构考虑了驾驶员的感知利润率,旨在解决出租车票价折扣和长时间等待等问题^[39]。

韩彪等(2010) 对国内出租车行业进行了系统研究,构建了出租车市场体系,详细论述了出租车服务功能定位、数量控制、供求关系、经营模式、运输

价格、行业利益等之间的相互关系^[40]。

王俊和陈学武（2004）根据出租车客运的功能定位，利用经济学的相关理论分析了出租车的定价方法，并指出起步价对驾驶员和乘客都是有益的^[41]。

在具体价格制定方面，郭晶伟等（2009）从交通功能、经济效益和环境效益三个方面，对公交车、地铁、出租车三种交通方式的实际效能进行分析，从而计算得到每种交通方式的效能价格及三种交通方式的合理价格比^[42]。杨忠振和王璐（2006）利用问卷调查数据分析了出租车起步价格（2千米）体系要素，并使用Logit型PSM函数建立了具有竞争力租价体系下的市场规模模型，从而得到出租车的最优起步价格^[43]。张颖和陈赞（2005）在非对称信息条件下，分析了出租车司机和乘客之间的博弈关系，建立了基于激励机制的出租车定价机制^[44]。吕航（2011）在分析城市客运出租车定价影响因素和客运出租行业利益主体关系的基础上，建立了城市客运出租车定价的系统动力学模型，并结合实例进行了定价研究和政策建议^[45]。

（3）城市客运交通补贴研究

目前，国内对城市客运交通补贴的研究主要也集中在公交补贴方面。

从20世纪90年代开始，国内学者开始了对公交补贴问题进行研究。前期研究主要围绕城市公共交通的公益性特点，从补贴对象、补贴测算方法及补贴资金来源等方面探讨城市公共交通补贴问题^[46]。近几年公交补贴研究呈现多样化发展趋势。

王健、安实等（2006）运用交通行为科学和系统科学的理论方法，将公交收费、财政补贴和拥挤定价等问题结合起来，构建了基于财政补贴的拥挤定价下的公交收费模型，借助实例分析了如何通过拥挤定价和公交收费等手段来实现缓解交通拥挤、减少公交财政补贴的交通管理目标^[47]。

周春燕、王琼辉（2007）根据轨道交通的特性，提出了构建政府补贴的公众参与机制，促使轨道交通企业在降低运营成本的同时，提高服务质量^[48]。

李建平等（2008）在分析公交特点及价格补贴必要性的基础上，总结了公交价格补贴机制存在的主要问题，并针对性地提出了完善补贴机制的措施^[49]。

王镜（2008）将博弈论的方法用于城市公共交通定价和补贴的研究中，运用博弈的方法分析了财政补贴前后出行者的出行选择均衡；运用委托——代理理论构建了城市公共交通财政补贴的博弈模型，并针对不同的补贴方式分别建立相应的模型，对比分析了各种方式的补贴效果^[50]。

陈玫（2009）在总结现行公交补贴不足的基础上，提出了“公交经济补偿”概念，以准公共产品理论及外部性理论作为理论基础，通过分析对公交经济补

偿密切相关的因素，形成了“公交经济补偿与公共目标改善联动机制”的理论框架，并将其应用于北京市轨道交通系统实证分析^[51]。

国内许多城市已经实施了出租车运营补贴方案，主要是通过政府财政补贴和燃油附加费两种形式来实现，但关于出租车补贴方面的理论研究并不多。

1.2.3 国内外研究现状分析

目前，国内外学者在城市客运出租车市场模型、出租车经济和城市客运交通补贴等方面开展了广泛研究并取得了丰富成果。但仍然存在不足之处：

（1）现有研究没有涉及燃油价格变化对出租车补贴的影响。

出租车补贴是出租车行业应对燃油价格变化的重要措施，在实践中实施已久。但现有关于出租车的研究主要集中在出租车市场模型、出租车定价、出租车行业管制等方面，在出租车补贴方面的定量研究不多。如何根据燃油价格变化情况制定出租车补贴方案，现有研究并没有形成系统的结论。

（2）现有研究没有考虑燃油价格变化对城市客运出租车行业主体利益关系的影响。

燃油价格变化会影响出租车行业各个主体的利益，尽管基于燃油价格变化的出租车补贴措施实施已久，但社会对出租车补贴方案仍然存在广泛争论。争论的焦点集中在究竟由哪一方来承担燃油价格变化的压力、各方承担多大比例等问题。而在补贴问题上，政府和经营者的利益关系更是相互影响。现有补贴实施政策并没有综合考虑燃油价格变化对出租车各方利益的影响。

在已有研究成果基础上，针对其研究的局限性，本课题选择燃油价格变化下城市客运出租车补贴作为研究命题，试图探究现有研究的不足，争取在城市客运出租车补贴问题研究上有所尝试。

1.3 主要研究内容及技术路线

1.3.1 主要研究内容

本文选择燃油价格变化时城市客运出租车的补贴问题作为研究对象，在分析城市客运出租车定价理论、影响因素及补贴必要性基础上，综合考虑多种因素，构建城市客运出租车定价及补贴优化模型，并结合哈尔滨客运出租车实际情况进行实例分析。

（1）城市客运出租车定价和补贴的理论分析 在总结城市客运出租车定价理论和方法基础上，分析出租车定价的主要影响因素和价格结构。在介绍

燃油价格变化的基础上，分析燃油价格变化下城市客运出租车补贴的必要性、补贴现状及存在的问题。

(2) 城市客运出租车补贴方案制定 综合考虑城市客运出租车的市场供求关系和燃油价格等因素，构建城市客运出租车的经营利润模型。在此基础上，提出燃油价格变化后政府对出租车经营的补贴方案。

(3) 城市客运出租车补贴问题的博弈分析 首先在政府给定出租车补贴标准的前提下，从调整出租车数量和运价两个角度，分析了出租车经营者的策略选择。进一步考虑政府和出租车经营者双方的利益，利用双层规划模型刻画政府和经营者在出租车补贴问题上的博弈，研究燃油价格变化时政府和经营者之间利益的均衡点，进而确定合适的补贴标准。

(4) 哈尔滨市客运出租车补贴实例分析 首先分析哈尔滨市客运出租车的发展现状，然后分析燃油价格变化前后哈尔滨市客运出租车运营数据的变化情况，利用哈尔滨市客运出租车的运营基本数据确定城市客运出租车利润模型，研究燃油价格变化后对哈尔滨市客运出租车的补贴方案。并进行相应的参数敏感性分析，分析燃油价格变化对哈尔滨市出租车行业的影响，依据结果给出哈尔滨市客运出租车行业应对燃油价格变化的建议措施。

1.3.2 技术路线

针对基于燃油价格变化的出租车补贴问题，本文采用运输经济学的理论和方法进行研究，全文包括四个部分。本论文的技术路线如图 1-1 所示。

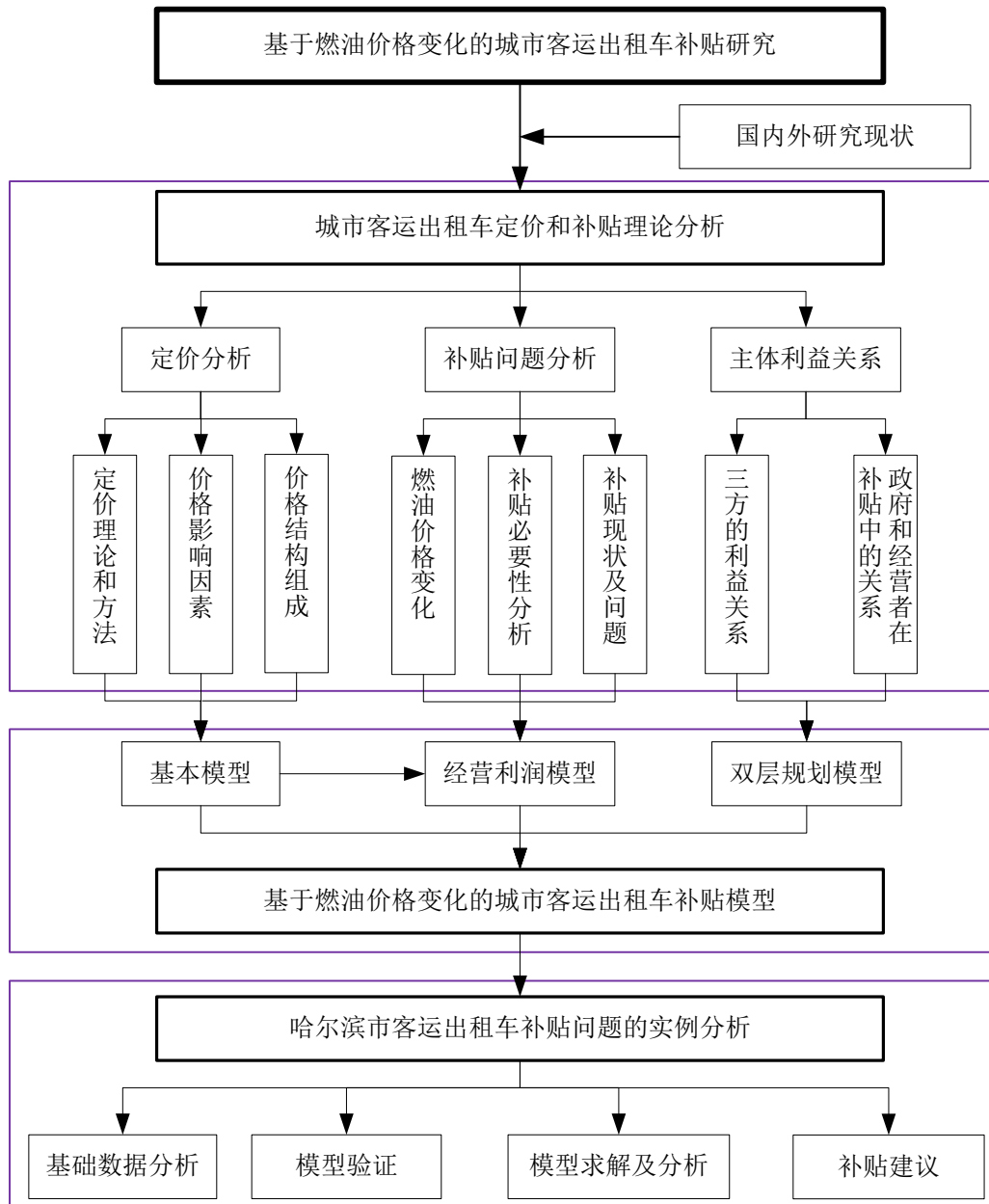


图 1-1 论文技术路线

第2章 城市客运出租车定价和补贴理论分析

城市客运出租车是为满足具有一定消费能力人群的个性化出行、部分公务出行和普通居民特殊出行的城市客运交通方式，是城市大中容量公共交通的有益补充。除了满足居民出行需求外，出租车还具有抑制私家车和公务车增长、展示城市形象等功能^[40]。

作为城市公共交通的组成部分，出租车具有服务公用性、竞争性等公共交通的基本特点。同时，与其他大中容量公共交通方式相比，城市客运出租车具有舒适、便捷、快速、不经济等私家车客运的部分特点。因此城市客运出租车兼有公共交通和私人交通的特点。

由于城市客运出租车属于城市公共交通范畴，又兼有私人产品的特点。因此，城市客运出租车价格既不能像大中容量公交价格一样维持在低水平，也不能完全由市场规律决定，其定价受到多种因素的影响，其中，燃油价格水平将对出租车定价产生重要影响。同时，燃油价格变化是出租车补贴问题的直接原因。本章在分析城市客运出租车定价的理论基础、影响因素的基础上，总结了国内城市客运出租车价格的基本结构；并且分析了在燃油价格上涨情况下，城市客运出租车补贴的相关问题。

2.1 城市客运出租车定价分析

2.1.1 城市客运出租车定价的基本理论和方法

目前，商品定价的基础理论包括劳动价值论和资源配置论，其在交通运输定价领域的应用，体现为运输价值决定论和运输资源配置论^[52]。

运输价值决定论认为运价取决于运输劳务。按照运输价值决定论，运输价格主要受两个因素的影响：一是运输部门或企业完成运输服务的平均生产成本，二是社会上客观存在的平均资金利润率水平。前者强调运输成本是反映社会平均劳动消耗的成本，不应该是个别成本。后者强调应该以全社会的平均利润率作为运输利润的基准。因此，运输价值定价实质上是在全社会平均生产成本的基础上，加上适当的利润率。运输价值决定论为政府制定基准运价提供了理论依据。以运输价值决定论为理论依据的定价方法主要有平均成本定价法。

运输资源配置论认为运输定价是实现资源配置的一种方法，运输价格不存在正确与否，预期目标不同，会产生不同的运价结果，常见的预期目标有企业

利润最大化和社会福利最大化等。以运输资源配置论为理论依据的定价方法主要有边际成本定价法（最优定价法）、次优定价法和拉姆齐定价法（Ramsey Rule）等。

城市客运出租车是城市公共交通的重要组成部分，是对城市大中容量公共交通的有益补充。其公共交通的定位，使其具有公共产品的部分属性，通常被称之为“准公共产品”。因此，其定价必然受到政府管制。因此，城市客运出租车定价的理论基础应是运输价值决定论，最常用的定价方法是平均成本定价法，社会福利最大化定价法也有一定应用。目前我国城市客运出租车实行政府定价。

2.1.2 城市客运出租车定价的影响因素

城市客运出租车行业是一种政府管制下的社会公共行业，其生产的产品（出租车出行服务）又受到城市客运交通市场的配置。因此，城市客运出租车价格水平不仅受到其自身成本的影响，还受到外界环境多种因素的影响。城市客运出租车价格的主要影响因素，可以概括为三类：出租车经营成本、出租车市场供求关系以及政策和环境等^[53]。

（1）出租车经营成本

根据城市客运出租车定价的理论基础，出租车运输服务的基础价格由凝聚在出租车服务中的社会平均成本决定。因此，出租车经营成本对出租车运价具有很大影响。

城市客运出租车的经营成本包括固定成本和可变成本。其中，固定成本主要包括：出租车车辆购置费、出租车牌照费、出租车经营税费和公共监管费、出租车经营管理费以及出租车驾驶员工资等。可变成本包括出租车燃油费、车辆维修费等^[40]。

一般的，只要城市客运出租车的行业政策、经营模式等因素不变，出租车经营的固定成本就不会发生变化。燃油消耗费是城市客运出租车经营可变成本的主要组成部分，燃油消耗费高低对城市客运出租车经营的可变成本有很大影响，进而会影响出租车经营的总成本。而燃油消耗费又与燃油价格水平密切相关。因此，燃油价格水平对城市客运出租车运价有重要影响。

（2）出租车市场供求关系

城市客运出租车运输服务是一种商品，其价格水平应该符合市场的基本规律，即价格的高低直接影响到市场的供求关系。出租车运价是调节城市客运出租车市场的重要经济手段，其价格的合理性直接关系到出租车市场的平衡和稳

定。然而，城市客运出租车不是生活必需品，因此出租车市场供求关系会反过来影响出租车运输价格。一般来说，当出租车市场供过于求时，为吸引更多乘客乘坐，出租车运价可能下调；当出租车市场供不应求时，出租车运价可能会适当上浮。

（3）行业政策和外部环境

我国城市客运出租车行业受政府管制，其运输价格最终由政府制定。政府对出租车在城市客运中的功能定位、出租车的经营模式、出租车与其他客运交通方式的竞争合作关系、城市道路交通的拥挤程度、城市社会经济总体发展水平以及城市居民的可支配收入等外部因素，是政府部门在制定城市客运出租车运输价格过程中必须考虑的因素。因此，城市客运出租车定价受行业政策和外部环境的影响。

2.1.3 城市客运出租车价格结构

政府依据城市客运出租车运输的平均成本，并综合考虑出租车的功能定位、社会经济发展水平、城市交通发展水平等因素，最终会制定相应的城市客运出租车运输价格。

目前，国内城市客运出租车运价的基本构成主要包括：起步价、里程价、长途返空费、等候费和夜间附加费。其中，起步价、里程价和长途返空费共同构成了客运出租车的基本运价，剩余各项费用一般为基本运价的附加部分^[40]。此外，许多国内城市出租车服务还需要收取燃油附加费。燃油附加费属于政策性收费，主要是为应对燃油价格频繁波动而采取的一种过渡调节措施。

城市客运出租车的运价结构和运价水平，对城市客运出租车市场的供求关系有很大影响。运价结构和运价水平越合理，城市客运出租车行业的发展越稳定，在燃油价格等外部因素发生变化时，出租车行业的整体应对调整能力越强。

2.2 燃油价格变化时城市客运出租车补贴问题分析

城市客运出租车关乎城市居民的出行，其价格受到政府管制，因此不能在短期内频繁调整。作为城市客运出租车的主要燃料，当燃油价格发生变化特别是燃油价格上涨时，出租车价格一般不能及时调整，在必要情况下，需要政府采取相应的补贴措施。

2.2.1 燃油价格变化

燃油消耗费用支出是城市客运出租车营运可变成本的主要部分，燃油价格的高低，对城市客运出租车行业有直接影响。国内燃油价格的变化是随着国际原油市场价格变化的。

2008 年 12 月 18 日发布的《国务院关于实施成品油价格和税费改革的通知》（国发〔2008〕37 号）和 2009 年 5 月 7 日发布的《石油价格管理办法（试行）》（发改价格〔2009〕1198 号）两个文件，明确了国内成品油价格的形成机制，并制定了与国际原油市场间接接轨的办法。近年来国际原油价格频繁波动，导致国内成品油价格也经常调整。自 2011 年至 2012 年 3 月，国内成品油价格调整过五次（见表 2-1），尤其是 2012 年 3 月 20 日，国内成品油价格创造历史新高。市场燃油价格的上涨，对城市客运出租车行业带来了直接冲击，各地纷纷酝酿价格调整或实施政府财政补贴。

表 2-1 国内部分省市成品油价格变化情况 （元/吨）

省（市）	2011.2.20	2011.4.7	2011.10.9	2012.2.8	2012.3.20
北京	9280	9780	9480	9780	10380
上海市	9260	9760	9460	9760	10360
天津市	8835	9335	9035	9335	9935
河北省	8835	9335	9035	9335	9935
山西省	8905	9405	9105	9405	10005
辽宁省	8835	9335	9035	9335	9935
吉林省	8835	9335	9035	9335	9935
黑龙江省	8835	9335	9035	9335	9935
江苏省	8890	9390	9090	9390	9900
浙江省	8890	9390	9090	9390	9900
安徽省	8885	9385	9085	9385	9985
湖北省	8860	9360	9060	9360	9960
重庆市	9050	9550	9250	9550	10150
广东省	8915	9415	9115	9415	10015

注：1、数据来源：国家发展和改革委员会网站

2、北京、上海两市的成品油为 90 号汽油（Ⅲ），其余省市为 90 号汽油（Ⅱ）

2.2.2 城市客运出租车补贴的必要性

财政补贴是指为了实现特定的政治经济和社会目标，国家财政向个人或国有企业提供的一种补偿。其主要是在特定条件下对生产或经营某些销售价格低于成本的企业给予经济补偿，或因提高商品价格而给予消费者的经济补偿^[54]。

通过对城市客运出租车的特点分析，发现其兼有公共产品和私人物品的属

性,而且更接近于私人物品的性质。从城市客运出租车的特点及定价方法来看,对其进行运营补贴的理论基础并不充足;但实际中,城市客运出租车属于公共交通范畴,其发展和营运受到政府多方面管制:准入制度、经营模式、价格管制等。由于受到价格管制,因此其价格在一定时期内不能经常变动。然而,作为出租车的主要燃料,燃油价格却在一段时期内可能频繁波动,且总体上呈现价格逐年上涨的趋势,这势必导致出租车运营成本的增加。

一定时期内,出租车客运价格的不变和运输成本的增加,必然导致出租车经营者的收入降低。通过对哈尔滨市客运出租车的运营情况简单调查结果发现,在油价上涨而运价不变的情况下,出租车驾驶员的收入有所降低。在这种情况下,如果政府不采取相应的补贴措施,出租车驾驶员经营的积极性及出租车服务水平将受到严重影响;当出租车经营者的利润低于其能够接受的底线时,甚至会出现出租车罢运现象,严重影响出租车行业的健康发展及城市的形象。因此,在实践中,政府对城市客运出租车营运进行适当补贴显得十分必要。

2.2.3 城市客运出租车补贴现状

财政补贴在城市客运出租车行业的应用,主要是为应对燃油价格上涨对出租车企业利润的影响。

2006年6月26日,《国家发展改革委关于建立出租车运价与成品油价格联动机制的通知(发改价格(2006)1207号)》发布,明确提出各个城市要建立出租车运价和油价联动机制。2008年12月18日,《国务院关于实施成品油价格和税费改革的通知》发布,进一步表示要完善出租车运价和油价联动机制。这两个通知成为各级地方政府制定城市客运出租车燃油补贴政策的基本依据。

目前,国内城市客运出租车运价燃油补贴有两种方式:向乘客收取燃油附加费,政府向出租车发放燃油补贴。

(1) 燃油附加费 许多城市客运出租车服务向乘客收取燃油附加费,以缓解燃油价格上涨对出租车驾驶员收入的影响,一般是每车次向乘客收取固定金额。北京、上海、广州、深圳、哈尔滨等许多城市都收取1-4元/车次不等的燃油附加费。2012年3月20日,国内成品油价格上涨。随后,深圳、北京、大连、厦门、武汉等多个城市陆续上调燃油附加费。

(2) 政府财政补贴 为避免油价上涨时城市客运出租车运价过高,考虑市民支付能力有限,政府会对出租车发放油补。一般给予每月每台车定额补贴,补贴标准各地不尽相同。例如,2011年哈尔滨市区每台出租车平均每天

补贴 36 元，其计算标准为：平均每天行驶距离按 360 公里计算，平均耗油量按 10 升/百公里计算，平均消耗每升汽柴油补贴 1 元，合计每天 36 元。2012 年 3 月 20 日，国内成品油价格再次上涨后，国家发改委决定在出租车运价调整前给予临时补贴，每月每车补贴 300 元左右。

2.2.4 城市客运出租车补贴存在的问题

通过对我国城市客运出租车补贴现状的介绍，发现仍然存在一些问题需要研究。例如：城市客运出租车补贴的资金来源，补贴方式和额度，政府、出租车企业、出租车驾驶员以及乘客之间关系等。

（1）补贴资金来源有限

目前，我国城市客运出租车燃油补贴的资金来源包括政府财政和乘客个人。其中，政府财政补贴由中央财政和地方财政共同承担。各级地方政府财政对出租车补贴支出几乎均在亿元之上，这给政府财政带来巨大压力。而向乘客收取燃油附加费，也增加了乘客的成本；如果燃油附加费过高，也会给乘客带来较大负担，可能会导致客运出租车出行的需求降低。城市客运出租车补贴的资金受到政府财力和乘客收入限制，其来源不够稳定。

（2）补贴方法有失公平

前面已经介绍，我国城市客运出租车补贴有两种方式：一是政府财政补贴，二是向乘客加收燃油附加。

政府财政补贴一般是给予每台车每月定额资金，补贴额度一般根据上一年度出租车的月平均耗油量与油价差的乘积确定。这一补贴方式，以城市客运出租车的平均行驶距离和平均油耗作为补贴额度的计算依据，没有考虑每台出租车本身的利用率和服务水平，对不同出租车驾驶员显现出不公平性，不利于提高出租车驾驶员工作积极性。

向乘客收取燃油附加费，这种方式对乘客来说，也有失公平性。既没有考虑乘客乘坐出租车距离的远近，也没有考虑客运出租车每车次的乘客数。这种收费方式对长距离乘客有利而不利于短距离乘客。

2.3 燃油价格变化时城市客运出租车行业主体利益关系

2.3.1 城市客运出租车行业主体之间的利益关系

城市客运出租车行业涉及到政府、企业、驾驶员和乘客四方。其中，政府是行业管理者，对出租车市场进行进入限制、价格限制以及服务质量监督；出

租车企业和驾驶员是出租车行业的共同经营者，提供出租车出行服务并获得利润；乘客是出租车行业的消费者，通过支付费用获得出租车出行服务。当然，出租车企业和驾驶员之间存在利益分配问题，这与目前国内普遍采用的出租车经营模式有关，本文不做研究。故可将出租车企业和驾驶员当作提供出租车服务的整体，以下统称为出租车经营者（或企业）。因此，出租车行业可以抽象为由政府（服务管理者）、出租车经营者（服务生产者）和出租车乘客（服务消费者）三个主体组成的行业。

在市场燃油价格发生变化时，出租车的经营成本必然发生变化。此时，政府、经营者和乘客三方拥有各自不同的利益目标。首先，作为市场经营者，出租车企业为追求利润最大化，可能会根据成本变化调整出租车经营策略，主要体现在改变运价和调整出租车的运营数量。然而，作为行业管理者，政府不可能让出租车企业以完全市场化模式对出租车经营策略进行调整，而会对出租车运价和投放到市场上的出租车数量进行控制，其终极目标是出租车经营的社会效益最大化，同时确保燃油价格变化对出租车行业稳定发展不会产生大的影响。作为服务消费者，尽管知道燃油价格变化会导致出租车经营成本的变化，乘客仍然希望能够以较低的费用享受出租车服务；但这显然不符合出租车企业的目标。因此，当市场燃油价格发生变化时，城市客运出租车行业三方之间的目标存在分歧。

当燃油价格上涨时，出租车经营成本增加，如果不受政府管制，出租车经营者为保证稳定的利润，可能采取提高运价、减少出租车经营数量等市场行为。政府从社会效益角度出发，会限制出租车经营者的市场行为。出租车乘客既不希望运价上涨，也不希望出租车数量减少而导致打车难。政府、企业和乘客三方博弈的实质是，燃油价格上涨导致出租车经营成本的增加究竟应该由哪一方来承担，或者各方各自承担多大的比例，最终体现在出租车企业的利润高低上。

当燃油价格下降时，政府、出租车企业和乘客三方之间也存在利益博弈。在完全市场条件下，出租车企业为获得更高的利润，会维持以前的高运价。政府从社会效益角度出发，可能会要求出租车企业适当降低运价，使燃油价格下降对整个行业带来利好。出租车乘客则认为，在燃油价格下降情况下，出租车运费理应下降，从而让乘客也能得到实惠。此时，政府、企业和乘客三方博弈的实质是燃油价格下降带来的利好应该由哪一方来享有，或者各方各自获得多大比例的实惠，最终也体现在出租车企业的利润高低上。

在燃油价格发生变化时，城市客运出租车行业三方主体之间的关系如图 2-1 所示。

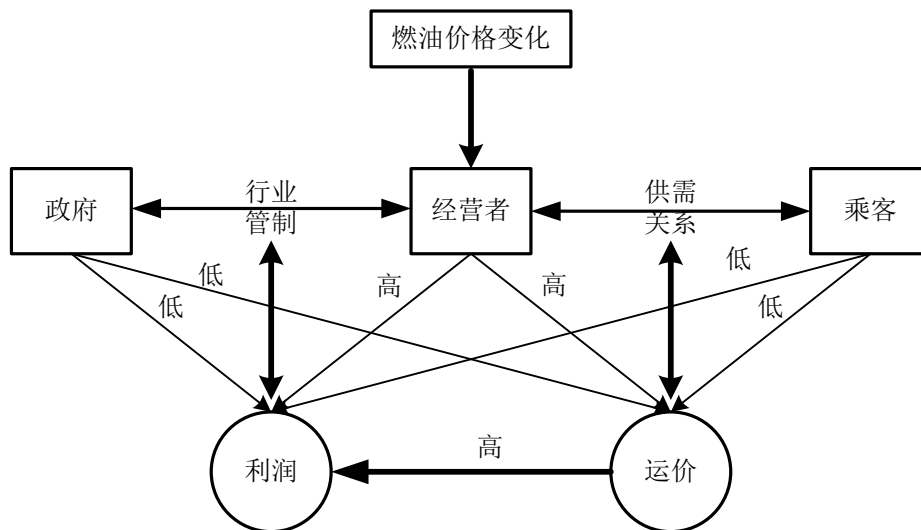


图 2-1 基于燃油价格变化的出租车行业主体利益关系

实际上，当燃油价格变化时，乘客希望能够得到经济便捷的出租车服务；而政府作为管理者，其主要目标也是保证出租车能够满足城市居民的出行需求。因此，在出租车行业，可以认为政府和乘客之间的目标一致。乘客和经营者之间的目标分歧，主要集中在出租车运价及服务质量上，可以通过出租车供需关系得到体现。本文将只研究政府和经营者在补贴问题上的利益关系。

2.3.2 政府和经营者在出租车补贴问题中的利益关系

当燃油价格变化时，出租车的经营成本发生变化，从而导致经营利润发生变化。由于受到价格管制和数量管制，经营者不能根据油价变化情况随时调整经营策略。当油价上涨时，经营者利润必然下降，如果经营者利润低于其可接受利润下限时，出租车经营市场将无法正常运行，在这种情况下，政府有必要对经营者进行补贴。当油价下降时，经营者利润上升，但政府和乘客却没有享受到油价下降带来的利好，在这种情况下，政府应该采取相应措施，限制经营者利润过高。因此，当燃油价格发生变化时，政府可以通过财政补贴手段，保证出租车经营者的利润维持在合理水平，从而确保出租车行业的稳定发展。

需要说明的是：燃油价格变化可以是上涨，也可以是下跌。因此，政府补贴标准可以是正数，也可以是负数。在政府管制下，当燃油价格上涨时，出租车经营利润将低于合理水平，政府需要给予经营者一定的财政补贴，补贴金额为正值；当燃油价格下降时，出租车经营利润将高于其合理水平，政府应该提高出租车经营税费水平，限制出租车经营利润过高，此时政府补贴金额为负值。在后文中，将统一使用财政补贴来表示政府的行为。

2.4 本章小结

本章在总结城市客运出租车定价理论和方法基础上,分析了出租车定价的主要影响因素和价格结构。在介绍燃油价格变化的基础上,分析燃油价格变化下城市客运出租车补贴的必要性、补贴现状及存在的问题。在分析出租车行业政府、经营者(企业和驾驶员)及乘客三方主体利益关系基础上,重点论述了政府和经营者在出租车补贴问题中的利益关系。

第 3 章 城市客运出租车补贴模型

由于出租车行业受到政府的数量管制和价格管制，当燃油价格发生变化时，出租车经营者不能随时调整经营策略，其利润将发生变化，因此政府需要采取补贴措施来应对燃油价格变化的影响。在出租车补贴问题中，合理的补贴方案和补贴标准至关重要，本章将研究燃油价格变化时的出租车补贴方案和补贴标准。

由于出租车每天的工作时间不同，出租车经营者每天的收入和成本不同，不便于分析燃油价格变化对出租车经营利润的影响。为了消除出租车每天工作时间不同这一因素的影响，本文以单位时间（1 小时）为研究对象。

3.1 出租车市场基本模型

（1）出租车运价结构

本文的出租车基本运价结构包括两个部分：起步价、里程价。出租车平均运价（元/次）可表示为：

$$P = P^0 + \beta^d (L - d_0) \quad (3-1)$$

式中 P^0 ——出租车起步价（元/次）；

β^d ——出租车的里程价（元/km）；

L ——出租车乘客平均乘车距离（km）；

d_0 ——出租车起步价里程（km），假设为一个常数。

在式（3-1）中， $L - d_0 \geq 0$ 。显然，出租车的平均运价是起步价 P^0 、里程价 β^d 以及乘客平均出行距离 L 的增函数，即有： $p_1 = \frac{\partial P}{\partial P^0} = 1 > 0$ ，

$$p_2 = \frac{\partial P}{\partial \beta^d} = L - d_0 > 0, \quad p_3 = \frac{\partial P}{\partial L} = \beta^d > 0。$$

（2）出租车乘客出行需求

出租车乘客需求 Q （次/时，次/h），受到多种因素的影响。本文主要从市场角度出发，考虑乘客选择出租车出行的总成本，即乘客需求主要受出租车运价、乘车时间和等候出租车时间三个因素的影响。根据文献[32]，出租车乘客的出行需求可表示为

$$Q = f(P, T, W) \quad (3-2)$$

式中 P ——出租车平均运价（元/次）；

T ——出租车乘客的平均乘车时间（小时（h））；

W ——出租车乘客上车之前的平均等车时间（小时（h））。

显然，从乘客角度来说，出租车运价增加、乘车费用变长和等车时间变长都会导致出租车乘客的出行需求下降。因此，乘客需求分别是出租车运价、乘车费用和等车时间的减函数，即 $f_1 = \frac{\partial f}{\partial P} < 0$ ， $f_2 = \frac{\partial f}{\partial T} < 0$ ， $f_3 = \frac{\partial f}{\partial W} < 0$ 。

在式（3-2）中，出租车乘客的平均出行时间和等待时间受其他因素的影响。在城市给定路网中，当出租车乘客的平均出行距离一定时，乘车时间与路网中出租车的平均行驶速度有关。本文的路网交通量由出租车和普通车辆的交通量构成。因此，乘客乘车时间可表示为

$$T = \frac{L}{v} \quad (3-3)$$

出租车的平均行驶速度 v 与城市路网中的交通状况有关，一定程度上反映了城市路网的交通拥挤程度。由于本文主要研究燃油价格变化对出租车经营的影响，因此假设出租车的平均行驶速度不变。因此，式（3-3）中，出租车乘客的平均出行时间是平均出行距离的减函数，即 $\frac{\partial T}{\partial L} = -\frac{1}{v^2} < 0$ 。

出租车乘客的平均等待时间 W 是反映出租车市场服务水平和效率的一个重要指标，与给定路网中所有出租车的空载时间密切相关。空载出租车的数量越多，乘客平均等待时间越短。在式（3-2）中，乘客平均等待出租车的时间为：

$$W = \frac{\gamma}{N - QT} \quad (3-4)$$

式中 N ——出租车总量（辆）；

γ ——出租车乘客等待时间系数（车·小时），为常数。

在式（3-4）中，显然满足 $\frac{\partial W}{\partial N} = \frac{-\gamma}{(N - QT)^2} (1 - T \frac{\partial Q}{\partial N})$ 。

在式（3-1）—（3-4）的基础上，根据文献[32]，出租车乘客的出行需求可表示为

$$Q = \bar{Q} \exp(-\alpha(P + \tau T + \kappa W)) = \bar{Q} \exp(-\alpha(P + \tau T + \kappa \frac{\gamma}{N - QT})) \quad (3-5)$$

式中 \bar{Q} ——出租车乘客的潜在出行需求（次/小时）；

α ——出租车出行需求的成本弹性系数（1/元）；

τ ——乘客乘车的单位时间价值（元/时）；

κ ——乘客等车的单位时间价值（元/时）。

（3）控制变量对其他内生变量的影响

在本节第（1）部分中出租车运价构成情况下，出租车市场上的控制变量（外生变量）有四个：出租车起步价 P^0 、出租车里程价 β^d 、出租车乘客的平均出行距离 L 和出租车数量 N ；这四个变量相互独立。前三个控制变量确定了出租车的平均运价 P ，乘客的平均出行距离 L 决定了乘客的平均出行时间 T 。下面将分析几个主要变量对出租车出行需求的影响。

首先分析出租车平均运价对出租车出行需求的影响。对 Q 求关于 P 的偏导数，得：

$$\frac{\partial Q}{\partial P} = Q[-\alpha(1 - \kappa\gamma \frac{-T \frac{\partial Q}{\partial P}}{(N - QT)^2})]$$

化简整理得：

$$\frac{\partial Q}{\partial P} = -\frac{\alpha Q(N - QT)^2}{(N - QT)^2 + \alpha\kappa\gamma QT} < 0 \quad (3-6)$$

然后分析出租车乘客平均乘车时间对出租车出行需求的影响。对 Q 求关于 T 的偏导数，得：

$$\frac{\partial Q}{\partial T} = Q[-\alpha(\tau - \kappa\gamma \frac{-Q - T \frac{\partial Q}{\partial T}}{(N - QT)^2})]$$

化简整理得：

$$\frac{\partial Q}{\partial T} = -\frac{\alpha\tau Q(N - QT)^2 + \alpha\kappa\gamma Q^2}{(N - QT)^2 + \alpha\kappa\gamma QT} < 0 \quad (3-7)$$

最后分析出租车数量对出行需求的影响。对 Q 求关于 N 的偏导数，得：

$$\frac{\partial Q}{\partial N} = \frac{\partial Q}{\partial W} \frac{\partial W}{\partial N} = -\alpha\kappa Q \frac{\partial W}{\partial N} = \frac{\alpha\kappa\gamma Q}{(N - QT)^2} (1 - T \frac{\partial Q}{\partial N})$$

化简整理得：

$$\frac{\partial Q}{\partial N} = \frac{\alpha\kappa\gamma Q}{(N - QT)^2 + \alpha\kappa\gamma QT} > 0 \quad (3-8)$$

分析结果表明：出租车平均运价和出租车乘客平均出行时间对出行需求有负的影响，即出租车平均运价、乘客平均出行时间分别增大时，出租车乘客的出行需求降低；而随着出租车数量的增加，出租车乘客的出行需求会随着增加。

3.2 出租车经营利润

出租车经营者的利润等于其收入减去成本。燃油消耗是出租车经营成本的重要组成部分,是与出租车行驶里程相关的可变成本。当燃油价格发生波动时,出租车行业的经营成本会发生变化,从而导致出租车经营者的利润发生变化。

3.2.1 出租车经营利润基本模型

(1) 出租车经营收入

出租车经营者的收入来源于出租车运价收费,即乘坐出租车出行的乘客需求量与每次乘车票价的乘积。因此,出租车经营者的收入 R 可表示为:

$$R = PQ \quad (3-9)$$

(2) 出租车经营成本

城市客运出租车的经营成本包括固定成本和可变成本。由于本文研究的背景是燃油价格变化,在出租车行业政策和经营模式等其他外部环境不变的情况下,燃油费成本之外的其他所有成本基本不会发生变化。本文进一步假设是否载客对出租车的耗油量没有影响。那么,单辆出租车的经营成本都是相同的,而且随燃油价格的变化而变化。

根据以上假设,出租车的经营成本 C (元/时) 可表示为:

$$C = cN = (c_0 + \lambda vx)N \quad (3-10)$$

式中 c ——每辆出租车的单位时间经营总成本 (元/(车·小时));

c_0 ——每辆出租车的单位时间固定成本 (元/(车·小时));

λ ——出租车平均单位里程油耗 (升/千米 (L/km));

x ——表示燃油价格 (元/升)。

(3) 出租车经营利润

出租车经营者的利润 B 等于其收入 R 减去其成本 C 。即

$$B = R - C = PQ - cN \quad (3-11)$$

在式 (3-11) 中, P 、 Q 、 N 都是变量,其值受 P^0 、 β^t 、 T 等变量的影响,并且彼此之间也相互影响。

3.2.2 主要变量对出租车经营利润的影响

显然,出租车营运利润随出租车营运收入的增加而增加,随出租车营运成本的增加而降低。在本文的外生变量中,出租车运价和出租车乘客的出行需求

决定了出租车的营运收入，则出租车的营运收入受出租车起步价、里程价、乘客平均出行距离和出租车数量的影响。出租车单位时间固定成本、出租车燃油消耗及出租车数量决定了出租车的营运成本。因此，只有出租车数量既影响出租车运营利润，又影响出租车营运成本，其余变量只会单独影响出租车的运营利润或营运成本。下面将分析主要变量对出租车经营利润的影响情况。

(1) 出租车平均运价对经营利润的影响

根据式 (3-9) 和式 (3-5)，得：

$$\begin{aligned}\frac{\partial R}{\partial P} &= \frac{\partial(PQ)}{\partial P} = Q + P \frac{\partial Q}{\partial P} = Q - P \frac{\alpha Q(N-QT)^2}{(N-QT)^2 + \alpha \kappa \gamma QT} \\ &= Q \left(1 - \frac{\alpha P(N-QT)^2}{(N-QT)^2 + \alpha \kappa \gamma QT}\right)\end{aligned}\quad (3-12)$$

当 $\frac{\partial R}{\partial P} > 0$ 即 $P < \frac{1}{\alpha} + \frac{\kappa \gamma QT}{(N-QT)^2}$ 时，出租车营运收入随着出租车平均运价的增加而增加，当 $\frac{\partial R}{\partial P} < 0$ 即 $P > \frac{1}{\alpha} + \frac{\kappa \gamma QT}{(N-QT)^2}$ 时，出租车营运收入随着出租车平均运价的增加而增加。因此，当 $P < \frac{1}{\alpha} + \frac{\kappa \gamma QT}{(N-QT)^2}$ 时，出租车的经营利润随着出租车平均运价的增加而增加，当 $P > \frac{1}{\alpha} + \frac{\kappa \gamma QT}{(N-QT)^2}$ 时，出租车的经营利润随着出租车平均运价的增加而降低。

(2) 出租车数量对经营利润的影响

根据式 (3-9) 和式 (3-8)，得

$$\frac{\partial R}{\partial N} = \frac{\partial(PQ)}{\partial N} = P \frac{\partial Q}{\partial N} = \frac{\alpha \kappa \gamma QP}{(N-QT)^2 + \alpha \kappa \gamma QT} > 0 \quad (3-13)$$

式 (3-13) 表明：出租车的营运收入随着出租车数量的增加而增加。

根据式 (3-10)，得：

$$\frac{\partial C}{\partial N} = c_0 + \lambda vx > 0 \quad (3-14)$$

显然，出租车的营运成本随出租车数量的增加而增加。

根据式 (3-11)、(3-13)、(3-14)，得：

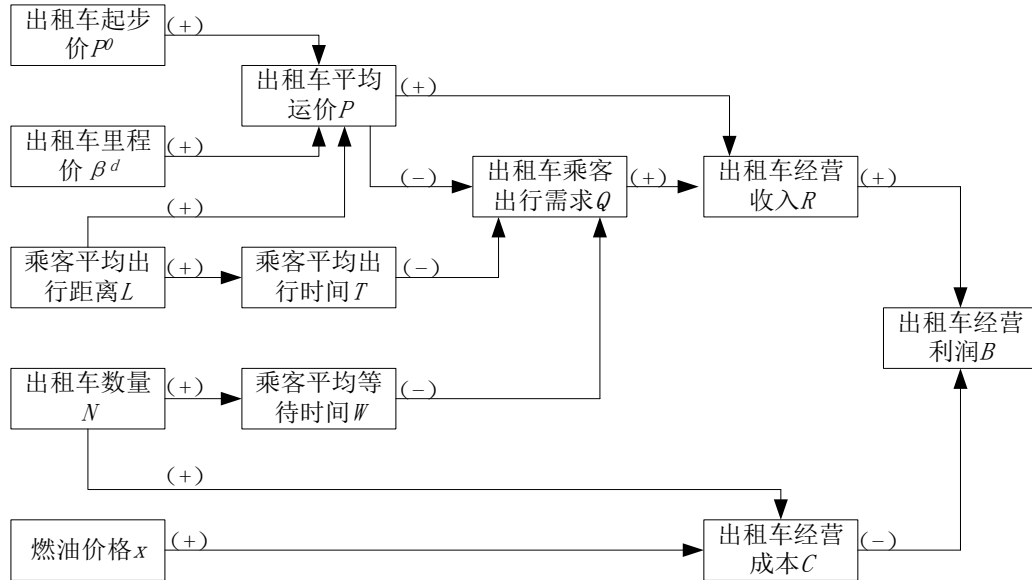
$$\frac{\partial B}{\partial N} = \frac{\partial(R-C)}{\partial N} = \frac{\partial R}{\partial N} - \frac{\partial C}{\partial N} = \frac{\alpha \kappa \gamma QP}{(N-QT)^2 + \alpha \kappa \gamma QT} - (c_0 + \lambda vx) \quad (3-15)$$

因此，出租车数量对出租车经营者利润的最终影响，与外界其他变量的取值有关。

(3) 燃油价格对经营利润的影响

燃油价格的上涨会导致出租车营运的燃油消耗费用增加，从而使出租车营运的总成本增加，最终会导致出租车经营利润的降低。

主要变量之间的影响关系见图 3-1。



注： (+) 表示正影响， (-) 表示负影响

图 3-1 出租车运营相关变量之间的影响关系

3.3 政府对出租车经营的补贴方案

当燃油价格变动时，如果在政府管制下，出租车的基本运价和出租车运营车辆数量均保持在油价变化之前的水平，那么出租车的经营利润必定变化。在这种情况下，燃油价格变化对出租车行业的影响（包括积极影响和消极影响），全部由出租车经营者来承担。当燃油价格上涨时，出租车的经营利润必然降低，油价上涨的压力全部转嫁到出租车经营者这一主体，从而严重影响出租车经营者的积极性和服务质量，最终不利于出租车行业的稳定发展。当燃油价格下降时，出租车经营者将获得高额利润，而政府和乘客并没有享受到油价下降带来的利好。因此，当燃油价格发生变化时，政府有必要通过财政补贴的手段，保持出租车经营利润维持在相对合理水平。下面给出在油价变化情况下，政府对出租车经营的三种补贴方案，从而使政府在制定补贴方案时有多种选择。

3.3.1 基于经营合理利润水平的出租车补贴方案

基于经营合理利润水平的出租车补贴方案中，首先需要分析不同情境下出租车的经营利润。

由于出租车行业具有公共交通的性质，因此出租车市场受到政府的数量管制和价格管制。在政府管制下，面对燃油价格变化，出租车经营者不能按照自身目标制定出租车的经营策略。如果出租车市场不受政府管制，那么出租车市场可以看作一个垄断市场，出租车经营者将会以利润最大化为目标，根据燃油价格变化情况，确定相应的出租车基本运价和投入营运的出租车数量。下面将分别研究出租车经营者在不受管制和政府管制两种情况下的经营利润。

(1) 不受管制下的出租车经营利润

在燃油价格变化的情况下，如果政府不干预出租车市场，出租车经营者会通过调整运价和出租车数量等方式，从而实现利润最大化的目的。在这种情况下，根据式（3-11），出租车经营者的利润模型可表示为：

$$\begin{aligned} \max B &= PQ - (c_0 + \lambda vx)N \\ \text{s.t. } Q &= \bar{Q} \exp(-\alpha(P + \tau T + \kappa \frac{\gamma}{N - QT})); \\ N - QT &> 0; \\ P &> 0; \\ N &> 0, \text{ 且 } N \text{ 为整数.} \end{aligned} \quad (3-16)$$

在式（3-16）中，目标函数是经营利润；约束条件有四个：第一个约束是出租车出行需求与出租车运价、出租车乘车时间及等待时间的关系方程，第二个约束是要保证出租车总数大于载客出租车的数量，第三个约束是保持出租车运价为正数，第四个约束是保证出租车数量为正整数。需要说明的是，出租车平均运价和出租车乘客平均出行时间与乘客的平均出行距离相关，而乘客平均出行距离与城市规模及用地布局有关，不由出租车经营者决定。因此，上述模型把出租车平均运价和出租车乘客平均等待时间均作为一个外生变量来处理。根据式（3-16）得到的出租车经营者利润记为 B_M 。

(2) 政府管制下的出租车经营利润

在燃油价格变化的情况下，实际情况是政府会限制出租车运价和出租车数量。在这种情况下，出租车经营者的利润模型可表示为：

$$\begin{aligned}
 B &= PQ - (c_0 + \lambda vx)N \\
 \text{s.t. } Q &= \bar{Q} \exp(-\alpha(P + \tau T + \kappa \frac{\gamma}{N - QT})); \\
 N - QT &> 0; \\
 P &= P_F; \\
 N &= N_F
 \end{aligned} \tag{3-17}$$

在式（3-17）中， P_F 和 N_F 分别表示政府管制下的出租车平均运价和出租车数量，对应的出租车经营者实际利润记为 B 。

（3）政府对出租车经营的补贴方案

在此基础上，基于出租车经营合理利润水平的出租车补贴方案，通过以下方法确定。

假设燃油价格变化之前，出租车经营实际利润 B_1 与其期望最大利润 B_{M1} 之比反映了出租车行业经营利润的合理水平。那么，燃油价格变化之后，出租车经营的合理利润值 B_2^* 与其期望最大利润 B_{M2} 之比应该等于燃油价格变化之前出租车经营实际利润与其期望最大利润之比，即

$$\frac{B_1}{B_{M1}} = \frac{B_2^*}{B_{M2}} \tag{3-18}$$

因此，燃油价格变化之后的出租车经营合理利润值为

$$B_2^* = \frac{B_1}{B_{M1}} B_{M2} \tag{3-19}$$

而在政府管制下，出租车运价和车辆数量不变时，出租车经营的实际利润为 B_{F2} 。那么，政府对出租车经营的补贴金额为

$$A = B_2^* - B_2 \tag{3-20}$$

需要说明的是：当燃油价格上涨时，政府补贴金额 A 为正值，说明由于政府政策管制导致出租车经营利润低于合理水平，政府需要给予一定的财政补贴；当燃油价格下降时，政府补贴金额 A 为负值，说明出租车经营利润高于其合理水平，政府应该提高出租车经营税费水平，限制出租车经营利润过高。

燃油价格变化前后，政府对出租车经营的财政补贴金额计算过程见图 3-2。

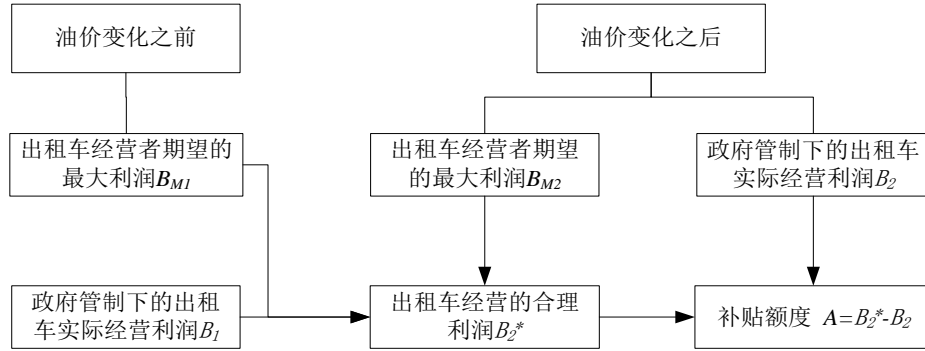


图 3-2 燃油价格变化时出租车经营者获得的补贴额度计算过程

3.3.2 基于燃油价格变化率的出租车补贴方案

基于燃油价格变化率的出租车补贴方案，主要是建立出租车经营利润变化率与燃油价格变化率之间的关系，政府根据燃油价格变化率来制定补贴方案。

燃油价格变化率可表示为：

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_1} = \frac{x_2 - x_1}{x_1} \quad (3-21)$$

式中 x_1 、 x_2 ——分别变化之前的燃油价格和变化之后的燃油价格（元/升）；

Δx ——燃油价格变化量（元/升）。

油价变化后，出租车经营者应该分担一部分压力。假设油价变化后，出租车经营的利润变化率与燃油价格变化率成正比，则有

$$e = -\omega \varepsilon = -\omega \frac{\Delta x}{x_1} \quad (3-22)$$

在式(3-22)中， e 表示出租车经营利润的变化率； ω 为比例系数，且 $\omega \geq 0$ ，反映了出租车经营者承担油价变化的压力的大小；负号表示出租车经营的利润变化率与燃油价格变化率成反方向变化，即油价上涨，出租车利润应该下降；油价下降，出租车利润应该上升。

因此，燃油价格变化后，出租车经营者的合理利润为

$$B_2^* = (1 + e)B_1 = (1 - \omega \frac{\Delta x}{x_1})B_1 \quad (3-23)$$

B_1 、 B_2 分别表示在政府管制且不给予补贴情况下，燃油价格变化前后的出租车经营实际利润，其表达式分别为：

$$B_1 = PQ - (c_0 + \lambda v x_1)N \quad (3-24)$$

$$B_2 = PQ - (c_0 + \lambda v x_2)N \quad (3-25)$$

那么，政府需要给予出租车经营者的补贴金额为：

$$A = B_2^* - B_2 = (1 - \omega \frac{\Delta x}{x_1}) [PQ - (c_0 + \lambda v x_1)N] - [PQ - (c_0 + \lambda v x_2)N] \quad (3-26)$$

化简可得：

$$A = \lambda v N \Delta x - \omega \frac{\Delta x}{x_1} [PQ - (c_0 + \lambda v x_1)N] \quad (3-27)$$

其中， $Q = \bar{Q} \exp(-\alpha(P + \tau T + \kappa \frac{\gamma}{N - QT}))$ 。

3.3.3 基于燃油价格变化压力分担率的出租车补贴方案

基于燃油价格变化压力分担率的出租车补贴方案，主要是根据经营者分担燃油价格变化压力的比例，确定政府对出租车经营者的补贴方案。

首先给出本文中燃油价格变化压力分担率的含义：燃油价格变化会对出租车经营产生压力，而经营者应该分担的燃油价格变化压力的合理比例，就是燃油价格变化压力分担率。燃油价格变化压力分担率可由政府和经营者协商确定，然后政府根据燃油价格变化压力分担率确定补贴标准。

假设燃油价格变化压力分担率为 θ ，则油价变化之后出租车经营的合理利润可表示为

$$B_2^* = B_1 - \theta(B_1 - B_2) \quad (3-28)$$

因此，政府需要给予出租车经营的补贴金额为

$$A = B_2^* - B_2 = B_1 - \theta(B_1 - B_2) - B_2 = (1 - \theta)(B_1 - B_2) \quad (3-29)$$

将式（3-24）和式（3-25）代入式（3-29）中，化简可得：

$$A = (1 - \theta) \lambda v N (x_2 - x_1) = (1 - \theta) \lambda v N \Delta x \quad (3-30)$$

式（3-30）表明：在基于燃油价格变化压力分担率的补贴方案中，当出租车的单位里程油耗、运行速度等因素不变时，政府给予出租车经营者的补贴金额，与经营者承担燃油价格变化压力的比例、出租车数量及油价变化量有关。

3.3.4 三种补贴方案的比较

在当燃油价格变化时，在政府实施出租车价格和数量管制情况下，本文提出了三种政府补贴方案。

第一种方案：基于经营合理利润水平的出租车补贴方案，该方案将油价变化之前的出租车经营实际利润与其期望最大利润之比作为出租车经营利润的合理水平。这种补贴方案的关键点是计算在不受政府管制情况下，燃油价格变

化前后的出租车经营最大利润。此外，该方案下的补贴金额不仅与变化前后的燃油价格均有关，还与出租车的基本运价、出租车数量等因素直接相关；但又难以直接建立补贴金额与燃油价格变化量、出租车运价和出租车数量之间的数学关系模型。因此，该方案计算过程相对复杂，从而会影响其实施方便性，实施效果受到限制。

第二种方案：基于燃油价格变化率的出租车补贴方案，该方案的主要观点是出租车经营的利润变化率与燃油价格变化率成正比。该方案中的补贴金额受经营利润变化率与燃油价格变化率的比例系数、燃油价格变化量、燃油价格变化率、出租车数量以及燃油价格变化之前的经营利润等因素相关。该方案的突出特点是能够反映补贴金额与燃油价格变化率和变化量的关系；其难点是确定经营利润变化率与燃油价格变化率的比例系数，该比例系数直接关系到政府和经营者的切身利益。如果能够顺利确定经营利润变化率与燃油价格变化率的比例系数，则该方案在具体实施时有较好的实用性。

第三种方案：基于燃油价格变化压力分担率的出租车补贴方案，该方案的关键点是确定经营者分担燃油价格变化压力的比例，也是该方案的难点。该方案中的补贴金额受燃油价格变化压力分担率、燃油价格变化量及出租车数量等因素的影响。该方案与第二种方案的相同之处在于：两个方案都需要确定经营者分担燃油价格变化压力的比例；但该方案比第二种方案更直观、更简洁，因此在实践中有较强的实用性。

因此，综合比较三种补贴方案，方案一有较强的说服力，但其计算过程复杂限制了其实用性。方案二和方案三都能够直观反映油价变化量对补贴金额的影响，具有较好的实用性，但如何确定经营者应该承担的燃油价格变化压力的比例，是这两种方案的关键。

3.4 基于政府补贴的出租车经营策略选择

3.3 节给出了在燃油价格变化情况下，政府对出租车经营者的补贴方案。但现实问题是，由于政府财政能力有限或者出租车经营实际利润难以准确测算等原因，政府可能无法按照前文提出的方法进行补贴，而是综合考虑多方因素后制定一个补贴标准，这个补贴策略要保证出租车经营效益至少不低于经营者可接受的利润下限（保证不出现大规模罢运现象）。在这种情况下，由于政府制定的政策不利于出租车经营者，因此，在燃油价格发生变化时，政府可以适当放松对出租车的管制。这里有两种操作方法：一是在保持出租车基本运价不变的管制前提下，适当放松对出租车的数量管制，允许出租车经营者根据实际

利润情况决定减少或增加出租车的营运数量；二是在保持出租车营运数量不变的管制前提下，适当放松对出租车基本运价的管制，允许出租车经营者根据实际利润情况决定提高或降低出租车的基本运价。实际问题就变成：当燃油价格变化时，政府在对出租车经营补贴能力有限时，适当放松对出租车市场管制；经营者可以选择使自身经济效益最大化的出租车基本运价或者营运车辆数量（注意，两者只能选择一种）。这一问题实际上可以利用委托—代理博弈的思想进行分析。

3.4.1 问题描述

在城市客运出租车营运中，政府和经营者是委托—代理关系。委托方政府作为机制设计者制定补贴标准，以激励经营者保证出租车营运的相对稳定，参与博弈的先行决策，代理方出租车经营者作为机制接受者，根据政府的补贴标准确定出租车的营运数量。具体来说：首先，政府出于社会效益方面的考虑，通过提供出租车燃油补贴的方式缓解油价变化对出租车经营者的影响；出租车经营者根据政府的补贴政策，选择最优的出租车营运数量或者基本运价。

3.4.2 出租车经营者的经济效益模型

在燃油价格变化后（变化之后的燃油价格为 x_2 ），假设政府对出租车经营的单位补贴为 a ，则出租车经营者的经济效益包括实际经营利润和政府补贴金额，其表达式为

$$z = B + aN = PQ - (c_0 + \lambda v x_2)N + aN \quad (3-31)$$

此外，政府的补贴策略要保证出租车经营的经济效益至少不低于经营者接受的利润下限，假设出租车经营者可以接受的最低单位利润为 b 。因此，经营者的进行正常营运的激励相容约束可以表述为 $z \geq bN$ ，即

$$PQ - (c_0 + \lambda v x_2)N + aN \geq bN \quad (3-32)$$

3.4.3 出租车经营者的经营策略

当燃油价格发生变化时，在政府实施补贴策略前提下，根据政府放松管制形式的不同，出租车经营者可以有两类不同的策略选择。

（1）出租车运价不变，政府放松数量管制

在政府实施补贴出租车燃油补贴政策并维持价格管制的情况下，出租车经营者的策略是改变出租车营运数量，从而实现经济效益最大化。因此，可以建

立以出租车营运数量为决策变量、以出租车经营的经济效益最大化为目标的数学模型。模型如下：

$$\begin{aligned}
 \max \quad & z = PQ - (c_0 + \lambda vx_2)N + aN \\
 \text{s.t.} \quad & Q = \bar{Q} \exp(-\alpha(P + \tau T + \kappa \frac{\gamma}{N - QT})); \\
 & N - QT > 0; \\
 & PQ - (c_0 + \lambda vx_2)N + aN \geq bN; \\
 & P = P_F; \\
 & N > 0, \text{ 且 } N \text{ 为整数.}
 \end{aligned} \tag{3-33}$$

为了求解上述模型，采用非负拉格朗日松弛因子 η ($\eta \geq 0$) 放松对 $z \geq bN$ 的约束，并将其移到目标函数中，相应的松弛问题变为：

$$\begin{aligned}
 \max \quad & z = (\eta + 1)[PQ - (c_0 + \lambda vx_2)N + aN] - \eta bN \\
 \text{s.t.} \quad & Q = \bar{Q} \exp(-\alpha(P + \tau T + \kappa \frac{\gamma}{N - QT})); \\
 & N - QT > 0; \\
 & P = P_F; \\
 & N > 0, \text{ 且 } N \text{ 为整数.}
 \end{aligned} \tag{3-34}$$

对式 (3-24) 中的 N 求导，当 $\frac{dz}{dN} = 0$ 时，经营者将获得最大经济效益，此时：

$$(\eta + 1) \left[\frac{\alpha \kappa \gamma Q P_F}{(N - QT)^2 + \alpha \kappa \gamma QT} - (c_0 + \lambda vx_2) + a \right] - \eta b = 0 \tag{3-35}$$

为简化书写形式，将一些参数和固定变量进行换元，令 $m = \alpha \kappa \gamma$ ， $c = c_0 + \lambda vx_2$ ，则有

$$N^* = \sqrt{\frac{(\eta + 1)mQ^*P_F}{(\eta + 1)(c - a) + \eta b} - mQ^*T + Q^*T} \tag{3-36}$$

式 (3-36) 要有意义，需要满足如下约束：

$$\frac{(\eta + 1)mQ^*P_F}{(\eta + 1)(c - a) + \eta b} - mQ^*T \geq 0$$

化简整理得

$$a \geq c + \frac{\eta}{\eta + 1}b - \frac{P_F}{T} \tag{3-37}$$

式 (3-37) 表明，政府对出租车经营单位补贴的最低值为 $(c + \frac{\eta}{\eta + 1}b - \frac{P_F}{T})$ ，

即出租车政府对出租车经营单位补贴的最低值与出租车经营成本、出租车经营者可接受利润下限、出租车平均运价和出租车乘客的平均出行距离等因素有关。而根据式 (3-36) 可知, 在政府保证对出租车经营最低补贴的前提下, 经营者的最优出租车营运数量与出租车平均运价、出租车乘客平均出行时间、出租车的经营成本、政府补贴标准及相关参数(出租车乘客出行总成本弹性系数、出租车乘客的等车时间价值、出租车乘客等待时间系数、拉格朗日因子)有关。

(2) 出租车营运数量不变, 政府放松价格管制

在政府实施补贴出租车燃油补贴政策并维持数量管制的情况下, 出租车经营者的策略是改变出租车基本运价, 从而实现经济效益最大化。因此, 可以建立以出租车平均运价为决策变量、以出租车经营的经济效益最大化为目标的数学模型。模型如下:

$$\begin{aligned}
 \max \quad & z = PQ - (c_0 + \lambda v x_2)N + aN \\
 \text{s.t.} \quad & Q = \bar{Q} \exp(-\alpha(P + \tau T + \kappa \frac{\gamma}{N - QT})); \\
 & N - QT > 0; \\
 & PQ - (c_0 + \lambda v x_2)N + aN \geq bN; \\
 & N = N_F.
 \end{aligned} \tag{3-38}$$

同理, 可将式 (3-28) 模型转化为下列模型:

$$\begin{aligned}
 \max \quad & z = (\eta + 1)[PQ - (c_0 + \lambda v x_2)N + aN] - \eta bN \\
 \text{s.t.} \quad & Q = \bar{Q} \exp(-\alpha(P + \tau T + \kappa \frac{\gamma}{N - QT})); \\
 & N - QT > 0; \\
 & N = N_F.
 \end{aligned} \tag{3-39}$$

对式 (3-29) 中的 P 求导, 当 $\frac{dz}{dP} = 0$ 时, 经营者将获得最大经济效益, 此时有

$$(\eta + 1)Q(1 - \frac{\alpha P^* (N - QT)^2}{(N - QT)^2 + \alpha \kappa \gamma QT}) = 0 \tag{3-40}$$

解得

$$P^* = \frac{1}{\alpha} + \frac{\kappa \gamma QT}{(N - QT)^2} \tag{3-41}$$

根据 (3-41) 可知: 当燃油价格变化时, 政府为应对油价变化对出租车行业的影响, 在维持出租车营运数量不变但放松出租车基本运价管制的情况下, 经营者的最优定价与出租车乘客的出行总成本弹性系数、出租车数量和乘客平

均乘车时间等因素及出租车乘客的等车时间价值、出租车乘客等待时间系数等参数有关，而与政府补贴金额大小无关。因此，只要政府补贴标准在最低补贴标准之上，无论政府的补贴标准大小，出租车经营者一定会将价格定为

$$P^* = \frac{1}{\alpha} + \frac{\kappa\gamma QT}{(N-QT)^2}。$$

3.5 基于双层规划的出租车补贴博弈模型

前面已经提出了在燃油价格变化情况下的出租车补贴方案；并分析了在政府给定补贴标准前提下，出租车经营者的经营策略，这些研究主要是以出租车经营者的利益为基础的。实际上，在出租车补贴问题中，政府和经营者的利益目标并不一致，却又相互影响。能否制定一种补贴标准，使政府和经营者的利益相对平衡，是出租车补贴方案有效实施的关键。

博弈论（Game Theory）主要用于研究相互影响的不同主体的决策行为和相应的结果^[55]，是研究相互影响的多个主体决策行为的重要方法，在应用经济学和交通领域都有广泛应用。因此，运用博弈论来研究出租车补贴问题，可以综合地考虑政府和经营者双方的利益。

在运用博弈论分析出租车补贴问题之前，需要做如此假设：在燃油价格发生变化时，政府会从出租车客运的社会效益角度出发制定补贴标准；同时，由于财政能力有限，政府可以在价格管制前提下，适当放松对出租车的数量管制，即出租车经营者可以根据自身利益调整出租车的营运数量。下文将利用 Stackelberg 博弈理论，研究在燃油价格变化时政府和经营者在出租车补贴问题的博弈。

3.5.1 问题描述

在制定出租车补贴政策过程中，政府和经营者之间的 Stackelberg 博弈问题，可以描述为一个领导者—追随者问题。政府由于具有对出租车行业的管理权，其处于领导者地位；经营者将根据政府的补贴标准确定出租车的经营策略，其处于追随者地位。在这个领导者—追随者问题中，政府作为决策层（上层）制定补贴标准，以激励出租车经营者保证出租车数量的相对稳定，参与博弈的先行决策，出租车经营者作为从属层（下层），根据政府的补贴标准确定出租车的营运数量。具体来说：首先，政府出于社会效益方面的考虑，通过提供出租车燃油补贴的方式缓解油价变化对出租车经营者的影响，激励经营者保证一定的出租车营运数量，从而确保政府自身的经济效益最大化；出租车经营者根

据政府的补贴政策，选择最优的出租车营运数量；政府通过对经营者最优行为策略的合理预期，制定适当的燃油补贴。在这一过程中，作为领导者的政府和作为追随者的经营者追求的目标并不一致，政府希望社会效益最大化，而经营者希望获得出租车经营利润最大化。因此，在这个领导者—追随者问题中，政府的作用是制定最优补贴策略，影响经营者的出租车经营数量选择，使得双方参与的博弈模型达到政府期望的结果。下面将根据政府和经营者之间的 Stackelberg 博弈关系，建立双层规划模型研究出租车补贴问题。

3.5.2 双层规划模型

本文中，上层规划可以描述为政府制定补贴标准，使其收益最大化。政府的收益可以用乘客的消费剩余与补贴金额之差来描述。假设政府对出租车经营的单位补贴为 a （元/（车时）），则政府的收益函数可表示为：

$$z_1 = \int_{\rho}^{\infty} f(y)dy - aN \quad (3-42)$$

其中，函数 $f(y)$ 表示需求量与乘客出行成本的关系， ρ 表示出租车乘客的广义出行费用（元/次）， $\rho = P + \tau T + \kappa W$ 。根据式（3-5），有：

$$\begin{aligned} Q &= f(\rho) = \bar{Q}e^{-\alpha\rho} = \bar{Q}\exp(-\alpha(P + \tau T + \kappa W)) \\ &= \bar{Q}\exp(-\alpha(P + \tau T + \kappa \frac{\gamma}{N - QT})) \end{aligned} \quad (3-43)$$

可根据积分学知识将式（3-42）进行转换。因此，上层模型可表示为

$$U: \quad \max z_1 = \frac{1}{\alpha} Q - aN \quad (3-44)$$

$$a_L \leq a \leq a_U \quad (3-45)$$

上层规划的目标函数式（3-44）是政府的经济效益最大化；式（3-45）表示政府给予出租车经营单位补贴的范围， a_L 、 a_U 分别表示政府给予出租车单位补贴的下限和上限，由政府财政能力确定。上层规划 U 中，政府补贴标准 a 是决策变量，出租车营运数量 N 通过下层规划求得。

下层规划可以描述为在政府制定补贴标准情况下，出租车经营者确定出租车营运数量，从而实现出租车经营的经济效益最大化。出租车经营的经济效益包括经营实际利润和政府补贴两部分。因此，下层模型可以表述为：

$$L: \quad \max z_2 = B_2 + aN = PQ - cN + aN \quad (3-46)$$

$$N_L \leq N \leq N_U \quad (3-47)$$

$$b_L N \leq PQ - cN + aN \leq b_U N \quad (3-48)$$

其中, $c = c_0 + \lambda vx_2$, 表示出租车经营的单位成本, 元/(车时)。

下层规划的目标函数式(3-46)是出租车经营的经济效益最大化; 式(3-47)表示出租车营运数量应该在政府规定范围之内, N_L 、 N_U 表示政府限定的出租车营运数量下限和上限; 式(3-48)表示出租车的经济效益不低于经营者可接受下限, 也不应高于政府允许的最高利润, 其中 b_L 表示企业可接受的出租车经营单位效益下限, b_U 表示政府允许的出租车经营单位效益上限, 单位为元/(车时)。

通过求解上述双层规划模型, 可以得到燃油价格变化时政府给予出租车经营的最优补贴标准, 从而实现政府和经营者利益平衡的目标。但是, 双层规划问题是非凸的, 常规的数学分析方法不容易得到模型的全局最优解。本文利用 Matlab 软件, 通过编程求解上述双层规划模型。

3.6 本章小结

本章首先确定了出租车市场价格模型和出租车乘客出行需求模型, 在此基础上构建了出租车经营利润模型, 并分析了出租车运价、营运出租车数量及燃油价格等因素对出租车经营利润的影响。接着, 提出了燃油价格变化时出租车补贴的三种方案。然后, 在考虑政府自主制定补贴标准的前提下, 建立了出租车经营者的经济效益模型, 并分析了政府补贴标准确定情况下的出租车经营者的经营策略选择。最后, 利用 Stackelberg 博弈理论, 构建双层规划模型来描述政府和经营者在出租车补贴上的博弈问题, 研究能够平衡政府和经营者经济效益的最优补贴策略。

第 4 章 案例分析

2012 年,哈尔滨市出租车公司约为 100 家,投入运营的出租车总量约 12000 台。从 2010 年至今,随着国际原油价格的频繁波动,哈尔滨市燃油价格经过 10 次大幅度调整。哈尔滨市的燃油价格变化直接影响了出租车的营运成本,从而影响出租车的经营利润以及政府对出租车行业的补贴金额。本文将以哈尔滨市为例,分析燃油价格变化对出租车经营的影响,确定燃油价格变化情况下出租车营运的补贴方案。

4.1 燃油价格变化前后哈尔滨市出租车运营情况分析

近年来,伴随着国际原油价格的频繁波动,国内成品油市场价格也经常变化,并且总体上呈现逐步上涨的趋势。哈尔滨市燃油价格的变化,直接影响着哈尔滨市出租车的运营成本,进而会影响哈尔滨市出租车的运营总体情况。

4.1.1 哈尔滨市燃油价格变化情况分析

从 2010 年至 2012 年 5 月 10 日,伴随着国际原油价格和国内成品油价格变化,黑龙江省汽柴油最高零售价格先后出现过 10 次变化,如图 4-1 所示。在这 10 次价格调整中,只有 3 次是降价,其余均为上涨。在两年时间内,90 号汽油(Ⅱ)、0 号柴油的价格从 8175 元/吨、7435 元/吨分别上涨为 9605 元/吨和 8775 元/吨,涨幅分别为 17.49%和 18.02%。其中,成品油最高零售价格上涨幅度最大的一次出现在 2012 年 3 月 20 日,汽油和柴油价格每吨均上涨了 600 元。

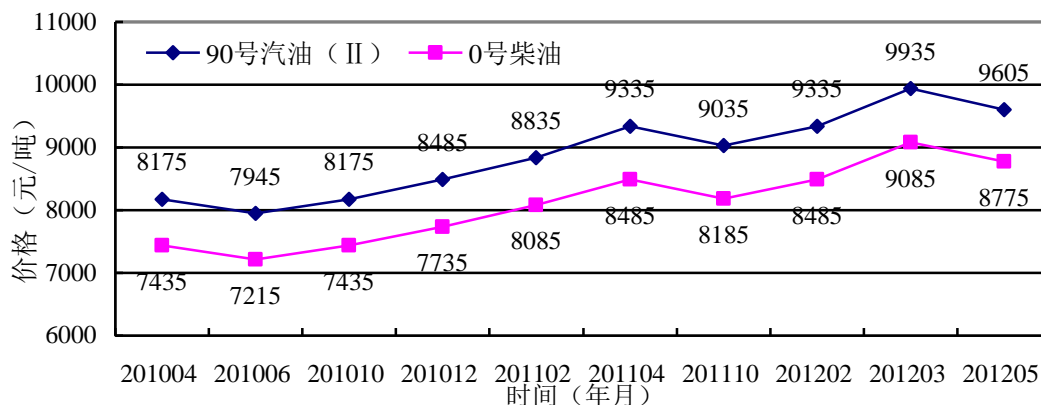


图 4-1 黑龙江省成品油最高零售价格变化曲线

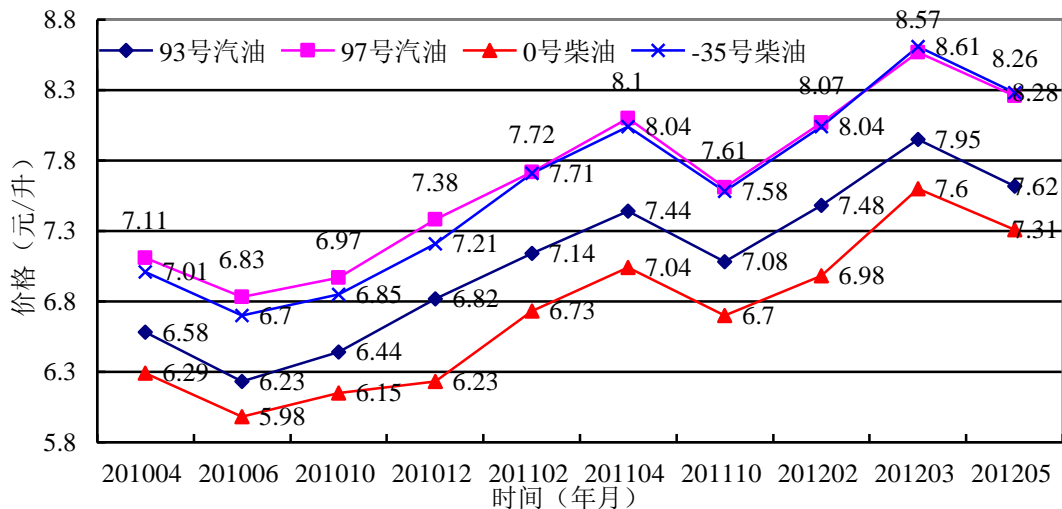


图 4-2 哈尔滨市燃油价格变化曲线

随着黑龙江省成品油最高零售价格的调整，哈尔滨市汽柴油价格也相应变化。此外，由于气温变化导致成品油密度发生变化，哈尔滨市成品油每升的零售价格几乎每个月都会小幅调整。图 4-2 所示的是 2010 年 4 月至今，中石化哈尔滨市分公司的燃油销售价格变化情况。显然，哈尔滨市每升燃油价格变化与黑龙江省成品油每吨最高零售价格变化密切相关，具有同涨同跌的特征。其中，燃油价格调整幅度最大的一次也是出现在 2012 年 3 月 20 日，93 号汽油、97 号汽油、0 号柴油和-35 号柴油价格几乎均上涨了 0.50 元/升。

4.1.2 哈尔滨市出租车营运变化情况分析

前文已经介绍过，随着国际原油价格的频繁波动，国内成品油市场价格也经常变化，哈尔滨市燃油零售价格同时随着变化。在近几次变化中，2012 年 3 月 20 日，哈尔滨市燃油价格变化幅度最大，四种燃油价格几乎都上涨了 0.50 元/升，相应的对哈尔滨市出租车营运成本有着较大影响。本文将以 2012 年 3 月 20 日哈尔滨市燃油价格上涨为例，分析燃油价格变化对哈尔滨市出租车经营状况的影响。

根据哈尔滨市交通局信息中心提供的出租车运营数据，本文选取 109 辆出租车的运营数据（见表 4-1）作为样本，分析 2012 年 3 月 20 日哈尔滨市燃油价格变化前后出租车的运营情况。

由表 4-1 可知，2012 年 3 月 20 日燃油价格上涨前后各一个月内，哈尔滨市出租车的平均营运数据均有变化，只是变化幅度很小。日均载客次数增加了 0.35 次，日均行驶里程增加了 4.71 公里，与之相对的是日均载客里程减少了 1.74 公里，相应的空载率增加了 0.8%。然而，尽管日均载客里程减少了，但

由于载客次数增加了，出租车日均收入总体上增加了 8.33 元。此外，哈尔滨市出租车的日均单次载客里程和营运收入均有很小幅度的下降。

表 4-1 燃油价格变化前后哈尔滨市出租车营运平均数据

	燃油涨价之前	燃油涨价之后	变化值
日均载客次数（次）	39.05	39.4	0.35
日均行驶里程（km）	296.62	301.33	4.71
日均载客里程（km）	219.05	217.31	-1.74
日均工作时间（小时）	12	12.2	0.2
日均经营收入（元）	595.35	603.73	8.33
日均空载率（%）	26.27	27.07	0.80
日均单次载客里程（km）	6.12	6.01	-0.11
日均单次营运收入（元/次）	15.92	15.69	-0.23
单位时间出行需求（次/时）	39050.0	38754.1	-295.9

当燃油价格上涨后，哈尔滨市出租车每天的单车平均收入增加了 8.33 元。但进一步分析可以看出：出租车平均每天的载客次数和行驶里程均有所增加，这一方面需要出租车驾驶员增加每天的工作时间，另一方面会导致出租车耗油费用增加，从而导致出租车的营运成本增加。通过对哈尔滨市出租车驾驶员的随机问询调查发现：当燃油价格上涨而出租车运价不变时，为保证每天的利润与油价上涨之前的利润相对稳定，驾驶员每天的实际工作时间都有所增加。

下面分析燃油价格变化前后，哈尔滨市出租车单车的经营成本费用。由于目前哈尔滨市出租车燃油以 93 号汽油为主，故本文以 93 号汽油为例，价格燃油价格变化研究对出租车成本的影响。2012 年 3 月 20 日前后各一个月内，93 号汽油的价格并不是一直分别维持在 7.48 元/升和 7.95 元/升，由于气温变化会影响汽油密度，从而导致汽油价格有很小幅度的波动，但其影响可以忽略。因此，假设 2012 年 2 月 19 日至 2012 年 3 月 19 日，哈尔滨市 93 号汽油价格为 7.48 元/升；2012 年 3 月 20 日至 4 月 19 日，93 号汽油价格为 7.95 元/升。

哈尔滨市出租车的经营成本包括固定成本和燃油消耗费用。93 号汽油价格变化前后，哈尔滨市出租车的经营成本费用见表 4-2。

表 4-2 燃油价格变化前后哈尔滨市出租车经营成本费用

	燃油涨价之前	燃油涨价之后
93 号汽油价格（元/升）	7.48	7.95
百公里油耗（升/100km）	10	10
日均行驶里程（km）	296.62	301.33
日均耗油费（元）	221.87	239.56
日均工作时间（小时）	12	12.2
单位时间经营固定成本（元/时）	20	20
日均经营总成本（元）	461.87	483.56

根据哈尔滨市出租车的营运收入和经营成本，可以得出出租车的经营利润，见表 4-3。由表可知：2012 年 2 月 19 日至 2012 年 3 月 19 日，哈尔滨市出租车的日均营运成本为 461.87 元；2012 年 3 月 20 日至 4 月 19 日，哈尔滨市出租车的日均营运成本为 483.56 元。与之相对的日均收入分别为 595.35 元和 603.73 元。那么，燃油价格上涨而出租车运价不变时，单辆出租车每天的利润减少 13.31 元，工作时间内平均每小时的利润由 11.12 元降低为 9.85 元，降幅为 1.27 元/小时。如果以月份为统计单位，则由于 93 号汽油价格上涨，单辆出租车的利润每月将减少约 450 元。

表 4-3 燃油价格变化前后哈尔滨市单辆出租车经营收支情况

	燃油涨价之前	燃油涨价之后
93 号汽油价格（元/升）	7.48	7.95
日均工作时间（小时）	12	12.2
日均经营总成本（元）	461.87	483.56
日均经营收入（元）	595.35	603.73
日均利润（元）	133.48	120.17
单位时间利润（元/小时）	11.12	9.85

4.1.3 哈尔滨市出租车行业应对燃油价格变化的措施

为了应对油价上涨对哈尔滨市出租车行业的影响，政府管理部门采取两种措施，即政府发放燃油补贴和增加乘客的燃油附加费。

为了缓解 3 月 20 日燃油价格大幅度上涨对出租车行业的冲击，国家发展和改革委员会决定在出租车运价调整之前，给予每台出租车每月临时燃油补贴 300 元，资金直接补给出租车驾驶员。

而在经过一段时间的观察过渡期后，为对应燃油价格上涨，根据《哈尔滨市客运出租汽车行业实行燃油附加与燃油价格联动的方案》（哈价联发[2010]9

号)，哈尔滨市政府管理部门决定从 2012 年 5 月 1 日起，将燃油附加费由 1 元/次上调至 2 元/次，其实际效果相当于是将出租车起步价由 9 元/3 公里上调为 10 元/3 公里。简单测算可知，如果乘客乘坐出租车出行的需求不变，增加 1 元/次的燃油附加费，完全能够消除此次油价上涨对出租车驾驶员成本增加的影响。

当燃油价格上涨时，合理的结果是政府管理部门、出租车经营者和出租车乘客各自分担一部分压力。因此，无论是政府直接给予驾驶员燃油补贴，还是通过向乘客收取（或多收）燃油附加费来应对油价上涨的压力，都存在不合理之处。如果政府直接给予燃油补贴，一方面给政府财政带来很大压力；另一方面，出租车经营者却并没有承担燃油价格上涨的压力；此外，政府直接给予财政补贴的额度与出租车营运的效果并没有明显关系。如果增加乘客的燃油附加费，则油价上涨压力全部转嫁到乘客这一方，政府管理部门和出租车经营者都没有分担相应的责任，对于具有公共交通特点的出租车客运来说，这一措施显然不公平；且城市居民的支付能力有限，运费过高会导致出租车出行需求降低，反过来会影响出租车的经营效益。

4.2 算例基本假设和模型验证

（1）基本假设

在利用第 3 章的模型进行案例分析前，先作如下假设：

①出租车乘客的平均出行距离保持不变，取前文统计所得数值，即 $L=6.1\text{km}$ 。

②城市道路交通状况保持不变，从而确保出租车平均运行速度不变，即 $v=25\text{km/h}$ 。

在以上两种假设情况下，可以得出出租车乘客的平均出行时间为

$$T = \frac{L}{v} = \frac{6.1}{25} = 0.244\text{h}。$$

（2）模型验证

在基本假设的基础上，根据哈尔滨市出租车营运实际情况，给出哈尔滨市出租车市场相关变量及参数的取值，见表 4-4。

表 4-4 哈尔滨市出租车市场相关变量及参数取值

参数	单位	数值
单次平均运距 L	km	6.1
起步价 P^0 (含燃油附加费)	元/3km	9
里程单价 β^d	元/km	1.9
出租车实际平均运行速度 v	km/h	25
出租车乘客平均出行时间 T	h	0.244
出行成本需求弹性系数 α	1/元	0.045
出租车乘客等待时间系数 γ	辆·时	400
出租车乘客车内时间价值 τ	元/时	20
出租车乘客等车时间价值 κ	元/时	25
单位时间潜在乘客需求 \bar{Q}	次/时	120000
单位时间出租车营运固定成本 c_0	元/时	20
出租车单位里程耗油量 λ	升/km	0.1
哈尔滨市出租车实际数量 N_F	辆	12000

因此，哈尔滨市出租车的经营利润模型可表示为：

$$\begin{cases} B = PQ - (20 + 2.5x)N \\ Q = 120000 \exp(-0.045(P + 4.88 + \frac{10000}{N - 0.244Q})) \\ N - 0.244Q > 0 \end{cases} \quad (4-1)$$

将 2012 年 3 月 20 日汽油价格变化前后，哈尔滨市出租车数量、出租车运价和汽油价格的实际值代入模型（4-1）中，可以得到相应的出租车乘客出行需求及出租车企业的利润，见表 4-5。

表 4-5 哈尔滨市出租车乘客出行需求和经营利润

	燃油涨价之前	燃油涨价之后
93 号汽油价格（元/升）	7.48	7.95
出租车平均运价（元/次）	14.89	14.89
出租车数量（辆）	12000	12000
模型计算所得乘客出行需求（次/时）	40170.8	40170.8
模型计算所得经营利润（元/时）	133743.2	119643.2

比较利用模型计算所得的经营利润与实际调查统计得到的经营利润，见表 4-6，发现模型计算结果与实际统计数据的误差均不超过 5%，说明此模型能够用于下文的案例分析。

表 4-6 哈尔滨市出租车经营的模型计算结果和实际统计数据对比

	燃油涨价之前	燃油涨价之后
93 号汽油价格（元/升）	7.48	7.95
实际统计的出租车出行需求（次/时）	39050.0	38754.1
模型计算所得乘客出行需求（次/时）	40170.8	40170.8
出租车出行需求误差率（%）	2.87	3.66
实际统计的经营利润（元/时）	133478.2	118202.6
模型计算所得经营利润（元/时）	133743.2	119643.2
经营利润误差率（%）	0.20	1.22

4.3 哈尔滨客运出租车补贴方案

2012 年 3 月 20 日，哈尔滨市 93 号汽油价格由 7.48 元/升上涨为 7.95 元/升。通过 4.1 的分析，当燃油价格上涨时，哈尔滨市出租车行业采取的应对措施具有一定的局限性。为了制定一个相对合理的应对措施，本文采用第 3 章中的模型和方法，来研究燃油价格变化后的出租车补贴问题。

4.3.1 基于经营合理利润水平的哈尔滨市出租车补贴方案

如果出租车市场不受政府管制，那么出租车市场可以看作一个垄断市场，出租车经营者将会以企业利润最大化为定价目标，根据燃油价格变化情况，确定相应的出租车运价和投入营运的出租车数量。但现实情况是，出租车市场受到政府的价格管制和进入限制。本节将利用 3.3.1 中的方法，计算分析哈尔滨市出租车的补贴金额。

（1）不受政府管制时的出租车经营利润

当出租车市场不受政府管制时，出租车企业将以利润最大化为定价目标，制定出租车运价，确定营运出租车数量。根据式（3-16）可得相应的模型为：

$$\begin{aligned}
 \max B &= PQ - (20 + 2.5x)N \\
 \text{s.t. } Q &= 120000 \exp(-0.045(P + 4.88 + \frac{10000}{N - 0.244Q})); \\
 N - 0.244Q &> 0; \\
 P &> 0; \\
 N &> 0, \text{ 且 } N \text{ 为整数.}
 \end{aligned}
 \tag{4-2}$$

利用 Lingo 软件，可以对上述最优化问题进行求解。

（2）政府管制下的出租车经营利润

在政府管制情况下，油价上涨前后各一个月內，出租车的运价依然保持在起步价 9 元/3 公里（含 1 元的燃油附加费）、里程价 1.9 元/公里的水平，出租

车数量也维持在 12000 辆左右。在这种管制下，根据式（3-17），油价变化前后出租车企业的经营利润可以通过以下模型计算。

$$\begin{cases} B = PQ - (20 + 2.5x)N \\ Q = 120000 \exp(-0.045(P + 4.88 + \frac{10000}{N - 0.244Q})) \\ P = 14.89 \\ N = 12000 \end{cases} \quad (4-3)$$

93 号汽油价格变化前后，哈尔滨市出租车企业在不受管制和政府管制情况下的经营情况见表 4-7。

由表 4-7 数据可知：当汽油价格上涨 6.28% 时，如果出租车市场不受政府管制，那么出租车的平均运价将上涨 0.88%，营运出租车的数量将降低 1.95%，出租车企业的经营利润将下降 2.37%；而在政府实施运价和出租车数量不变的管制情况下，出租车的经营利润下降了 10.54%，明显高于汽油价格上涨率；也高于不受管制时经营利润的下降率 8.17%。这表明，当汽油价格上涨时，在政府实施运价和出租车数量不变的管制情况下，汽油价格上涨的压力全部由出租车经营者承担，出租车的经营效益受到严重影响。由于政府政策导致出租车的经营利润下降过多时，政府有必要对出租车经营进行财政补贴。

表 4-7 油价变化前后哈尔滨市出租车经营情况

	油价变化之前	油价变化之后	变化率 (%)
93 号汽油价格 (元/升)	7.48	7.95	6.28
不受管制时出租车平均运价 (元/次)	31.67	31.95	0.88
不受管制时的出租车数量 (辆)	6822	6689	-1.95
不受管制时的企业利润 (元/时)	334550.2	326612.5	-2.37
政府管制下的出租车平均运价 (元/次)	14.89	14.89	0
政府管制下的出租车数量 (辆)	12000	12000	0
政府管制下的企业实际利润 (元/时)	133743.2	119643.2	-10.54

(3) 哈尔滨市出租车经营补贴金额

根据式（3-19）可知，当哈尔滨市 93 号汽油价格从 7.48 元/升上涨为 7.95 元/升后，政府管制下的出租车的合理经营利润应为

$$B_2^* = \frac{B_1}{B_{M1}} B_{M2} = \frac{133743.2}{334550.2} \times 326612.5 = 130569.9 \text{ (元/小时)}$$

根据式（3-20），政府应该给予出租车经营者的补贴额度为

$$A = B_2^* - B_2 = 130569.9 - 119643.2 = 10926.7 \text{ (元/小时)}$$

计算结果表明：当 93 号汽油价格上涨了 0.47 元/升时，在政府仍然保持出

租车基本运价和出租车数量管制的情况下,政府应该给予出租车经营者的财政补贴金额为平均每小时 10926.7 元,则每辆出租车每小时应该获得的补贴金额为 0.91 元。而前文根据实际数据统计结果表明:油价上涨后,每台出租车的经营利润降幅为 1.27 元/小时。政府应该给予出租车经营的补贴金额低于出租车经营利润的降低幅度,这是出租车经营者也承担了油价上涨部分压力的结果,进而说明了本文提出的补贴金额确定方法具有合理性。

(4) 参数敏感性分析

前文实例分析了当汽油价格从 7.48 元/升上涨至 7.95 元/升后,哈尔滨市政府应该对出租车经营给予补贴的金额。在案例分析中,哈尔滨市出租车的营运数量为 12000 辆,出租车基本运价为起步价 9 元/3km(含 1 元/次的燃油附加费)、里程价为 1.9 元/km,出租车乘客的平局出行距离为 6.1km。实际上,出租车的营运数量、出租车的基本运价以及出租车乘客的平均出行距离都会对油价上涨后的出租车经营实际利润和政府补贴金额产生影响。

①出租车经营利润及补贴金额对出租车数量的敏感性分析

图 4-3 反映了在其他参数保持不变的情况下,出租车市场上的营运车辆数量对油价上涨后的出租车经营实际利润和政府补贴金额的影响。当出租车数量低于 10500 辆时,随着出租车数量增加,出租车经营的实际利润逐渐增加,这是因为,随着出租车数量增加,乘客选择出租车出行的等待时间变短,从而吸引了更多乘客,最终使出租车经营的收入增加,且收入增加量大于因出租车数量增加而导致的出租车经营成本增加量。当出租车数量高于 10500 辆时,随着出租车数量增加,出租车经营的实际利润逐渐降低。这表明,尽管出租车数量增加有利于吸引了更多乘客,从而使出租车经营的收入增加,但此时出租车经营收入的增加量已经无法弥补因出租车数量增加而导致的出租车经营成本增加量。通过观察政府应该给予出租车经营者补贴金额随出租车数量的变化曲线可知:随着出租车数量增加,政府应该给予出租车经营者的补贴金额逐渐增加。这表明,随着出租车数量的增加,油价上涨后出租车经营的实际利润与其合理利润水平差距越来越大;出租车数量的增加有助于乘客方便打车,但油价上涨对出租车经营利润的不利影响也越大,因此政府应该增加对出租车经营的补贴金额。

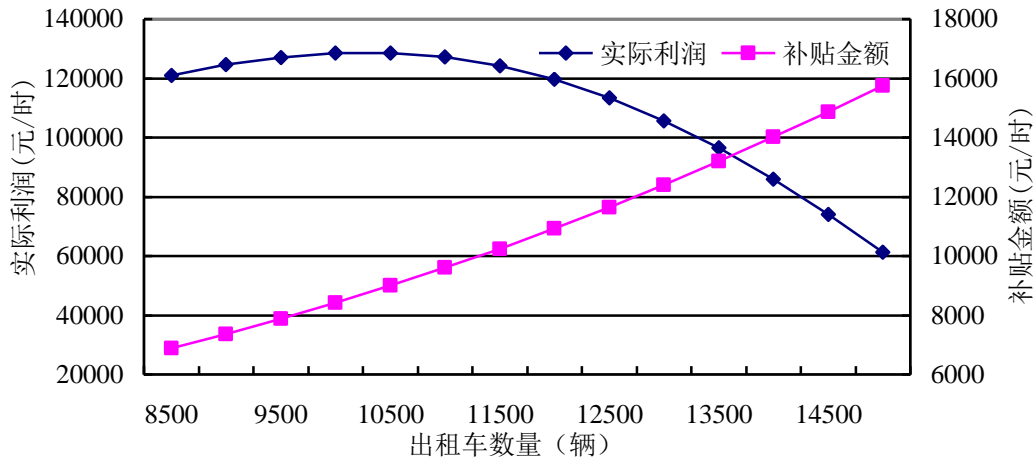


图 4-3 哈尔滨市出租车经营实际利润及补贴金额随出租车数量变化曲线

②出租车经营利润及补贴金额对出租车起步价的敏感性分析

图 4-4 反映了在其他参数保持不变的情况下，出租车起步价对油价上涨后出租车经营的实际利润及政府补贴金额的影响。很明显，随着出租车起步价的增加，出租车平均运价随之增加，出租车企业的实际利润将迅速增加，而政府补贴额度随之降低。这表明，出租车基本运价越高，油价上涨后出租车经营利润越高，而且越接近出租车经营的合理利润，因此政府需要给予出租车经营者的补贴金额越少。因此，出租车基本运价越高，燃油价格上涨对出租车经营者的影响越小，这是因为，出租车基本运价越高，出租车经营的利润越高，油价上涨导致的成本增加对出租车经营利润的影响越小。尽管在高运价水平下，出租车经营者应对燃油价格变化的能力越强，但高水平运价给居民出行带来很大压力，因此政府不宜制定过高价格。

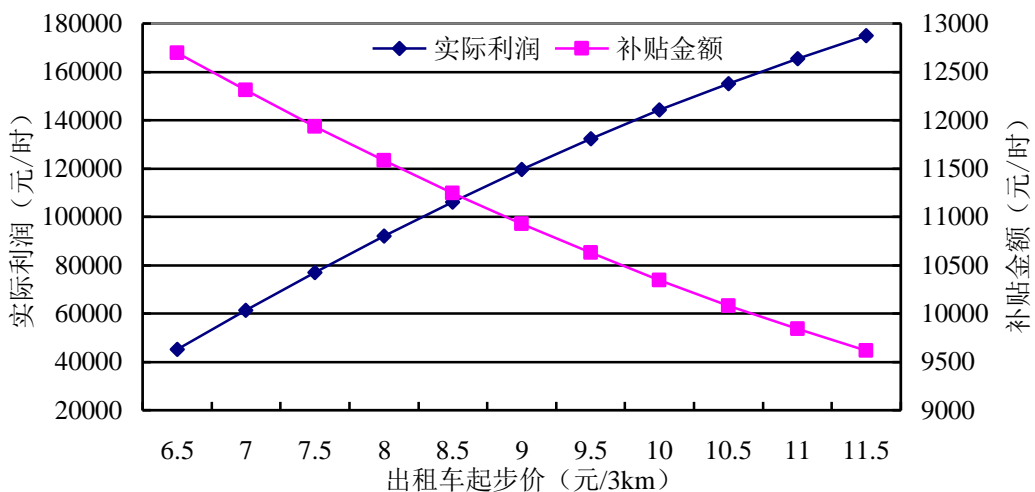


图 4-4 哈尔滨市出租车经营实际利润及补贴金额随出租车起步价变化曲线

③出租车经营利润及补贴金额对乘客平均出行距离的敏感性分析

当油价发生变化时,出租车乘客的平均出行距离对出租车经营利润及政府补贴金额也会产生影响。一方面,乘客的平均出行距离越长,乘客的车内时间就越长,相应的出行成本会增加,从而导致出租车出行总需求降低,对出租车企业利润具有负作用。另一方面,乘客的平均出行距离越长,出租车的平均运价越高,又会使出租车企业的利润增加。因此,乘客的平均出行距离对出租车经营实际利润的影响是两方面共同的结果。图 4-5 反映了出租车乘客的平均出行距离对出租车经营实际利润及政府补贴金额的影响。

从图 4-5 可以看出,当出租车乘客的平均出行距离低于 8.5 公里时,随着出租车乘客的平均出行距离变长,出租车企业的实际利润逐渐增加,政府补贴金额将逐渐降低。这表明,当乘客的平均出行距离变长时,出租车运价增加使企业利润的增加值高于出租车出行需求降低导致的出租车利润减少值;同时,油价上涨后出租车经营的实际利润与其合理利润的差距逐渐缩小。当出租车乘客的平均出行距离大于 8.5 公里时,随着出租车乘客的平均出行距离变长,出租车企业的实际利润逐渐降低,对应的政府补贴金额将逐渐增加。这表明,当乘客的平均出行距离变长时,出租车运价增加使企业利润的增加值低于出租车出行需求降低导致的出租车利润减少值;同时,油价上涨后出租车经营的实际利润与其合理利润的差距逐渐变大。因此,随着出租车乘客平均出行距离的增加,出租车经营者承受燃油价格上涨压力的能力先增强,后减弱;当出租车乘客的平均出行距离在 8.5 公里左右时,出租车经营者承受燃油价格上涨压力的能力最强。

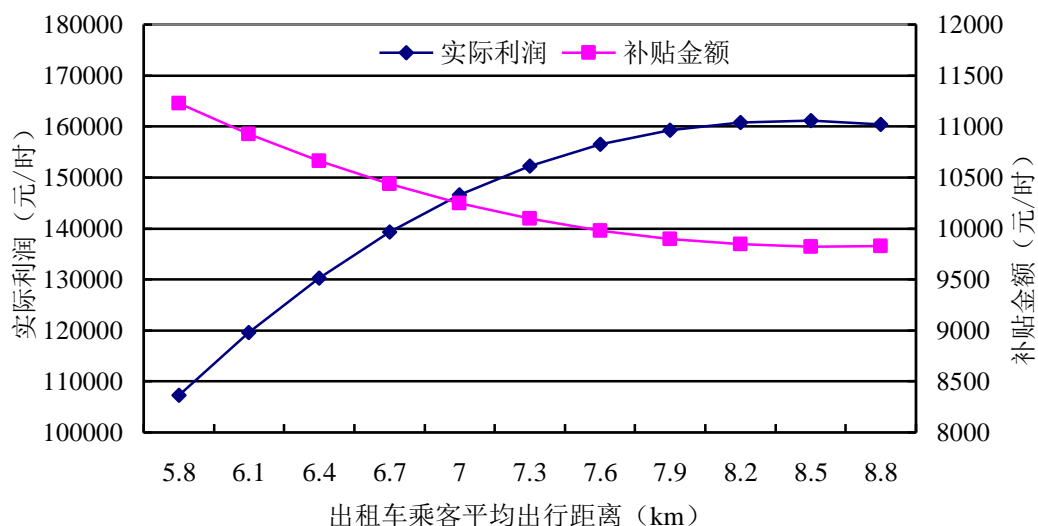


图 4-5 哈尔滨市出租车经营实际利润及补贴金额随乘客平均出行距离变化曲线

4.3.2 基于燃油价格变化率的哈尔滨市出租车补贴方案

利用 3.3.2 中的式 (3-27)，研究基于燃油价格变化率的出租车补贴方案。

(1) 结果分析

假设出租车经营利润变化率与燃油价格变化的比例系数 $\omega = 0.5$ 。将表 4-5 的有关数据代入式 (3-27) 得：

$$A = 0.1 * 25 * 12000 * 0.47 - 0.5 * \frac{0.47}{7.48} * 133743.2 = 9898.17 \text{ (元/时)}$$

以上计算结果是汽油价格从 7.48 元/升上涨至 7.95 元/升后，政府应该对出租车经营的补贴金额。如果以 7.48 元/升为基础价格，油价变化时政府应该给予经营者的补贴金额见图 4-6。由图 4-6 可知，随着燃油价格的上涨，政府需要给予出租车经营的补贴金额越来越高，财政压力越来越大，甚至根本无法承担。因此，当燃油价格变幅度达到一定水平时，政府有必要调整出租车的基本运价，以此来应对燃油价格变化对出租车行业的影响。

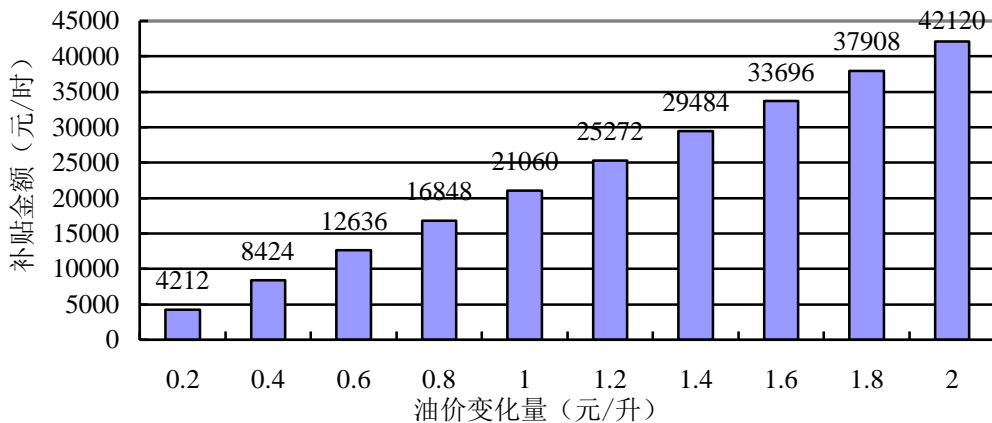


图 4-6 不同油价变化量的下的政府补贴金额

(2) 参数敏感性分析

利用上述方法研究燃油价格变化时的出租车经营补贴金额时，出租车经营利润变化率与油价变化率的比例系数、出租车的基本运价以及出租车的营运数量等因素对补贴金额会有明显影响。

①政府补贴金额对比例系数的敏感性分析

出租车经营利润变化率与油价变化率的比例系数 ω ，一定程度上反映了出租车经营者分担油价变化压力的大小。图 4-7 反映了政府对出租车经营的补贴金额随比例系数的变化情况。从图可以看出，随着出租车经营利润变化率与油价变化率的比例系数逐渐增加，政府需要给予出租车经营者的补贴金额逐渐降低。当 $\omega = 0$ 即出租车经营者完全不承担油价变化的压力时，政府给予出租车

经营的补贴金额为 14100 元/时，即政府需要对油价上涨导致的出租车经营成本增加值给予全额补贴。当 $\omega=1$ 即出租车经营者合理利润变化率与油价变化率绝对值相同时，政府应该给予出租车经营者的补贴为 5708 元，这表明：当油价发生变化时，如果出租车经营利润变化率与油价变化率反向相等时，仍然需要政府采用财政补贴措施来调节出租车经营利润。

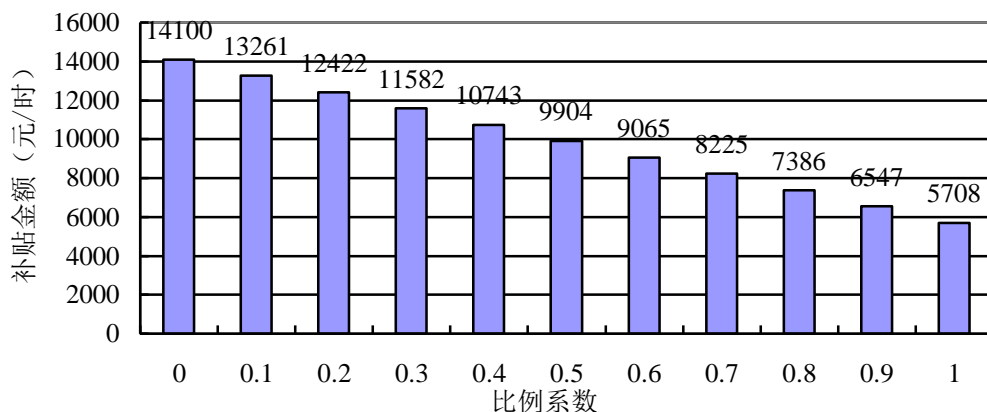


图 4-7 政府补贴金额随比例系数的变化情况

②政府补贴金额对出租车起步价的敏感性分析

出租车基本运价也会影响政府的补贴金额。改变出租车的基本运价，可以是改变起步价，也可以改变里程价。本文以起步价（此处起步价包括 1 元/次的燃油附加费）变化为例，来说明出租车平均运价对政府补贴金额的影响，见图 4-8。由 4-8 图可知，随着出租车起步价的增加，出租车平均运价随着增加，政府需要给予出租车经营的补贴金额逐渐降低。这是因为：出租车平均运价越高，出租车经营的实际利润就越高；因此，油价变化导致出租车经营成本的变化量相对出租车的经营利润就越小，政府需要给予出租车经营的补贴金额就越小。这表明，在高水平运价下，出租车经营者应对燃油价格变化的能力越强。但是，高水平运价给居民出行带来很大压力，会降低出租车客运的普遍服务性，因此政府不宜制定过高价格。

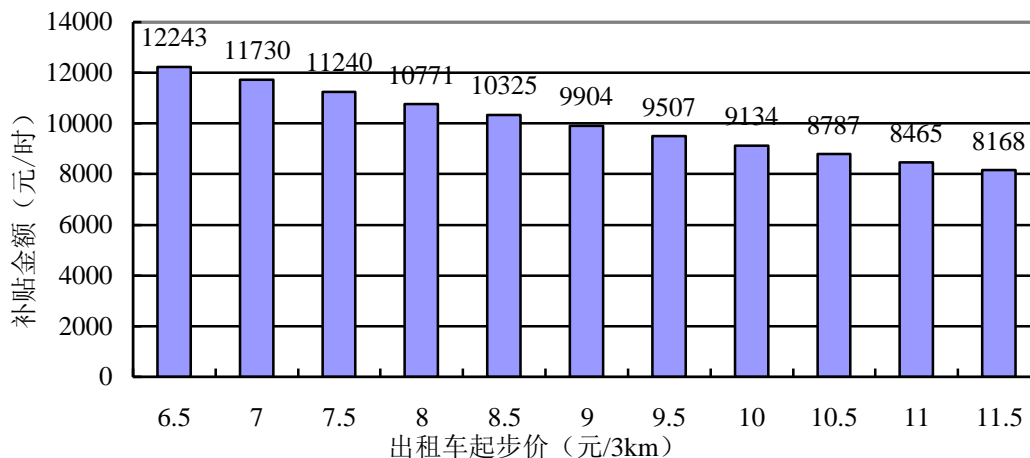


图 4-8 政府补贴金额随出租车起步价的变化情况

③政府补贴金额对出租车数量的敏感性分析

图 4-9 反映了出租车市场上的营运车辆数量对政府补贴金额的影响。随着出租车数量的增加，政府需要给予出租车经营的补贴金额越多。这是因为，出租车的营运车辆数量越多，油价变化导致出租车的经营成本变化越大，相对于出租车经营的实际利润就越高，因此政府需要给予出租车经营的补贴金额就越高。这表明，在出租车的营运数量较少时，出租车经营者应对燃油价格变化的能力越强。但是，出租车数量过少也会导致居民出行的不便，会降低出租车客运的普遍服务性。

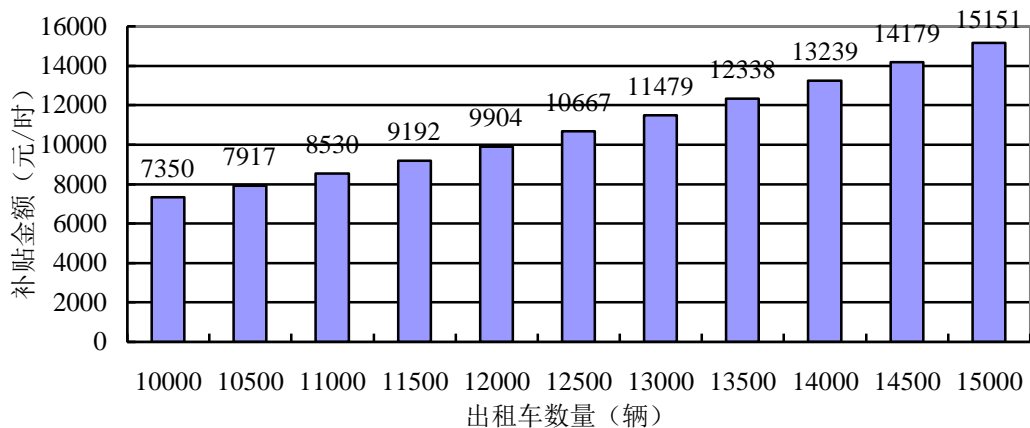


图 4-9 政府补贴金额随出租车数量的变化情况

4.3.3 基于燃油价格变化压力分担率的哈尔滨市出租车补贴方案

利用 3.3.3 中的方法，研究基于燃油价格变化压力分担率的哈尔滨市出租车补贴标准。

假设政府确定的经营者承担油价变化压力的比例 $\theta = 0.5$ ，将表 4-5 中相关变量及参数取值代入式 (3-30) 中。则政府给予出租车经营者的补贴标准为：

$$A = (1 - 0.5) \times 0.1 \times 25 \times 12000 \times 0.47 = 7050 \text{ (元/时)}$$

燃油价格变化压力分担率不同，政府给予出租车经营者的补贴金额就不同。显然，燃油价格变化压力分担率越大，政府给予出租车经营者的补贴金额越低，即政府分担燃油价格变化压力的比例越低，见图 4-10。

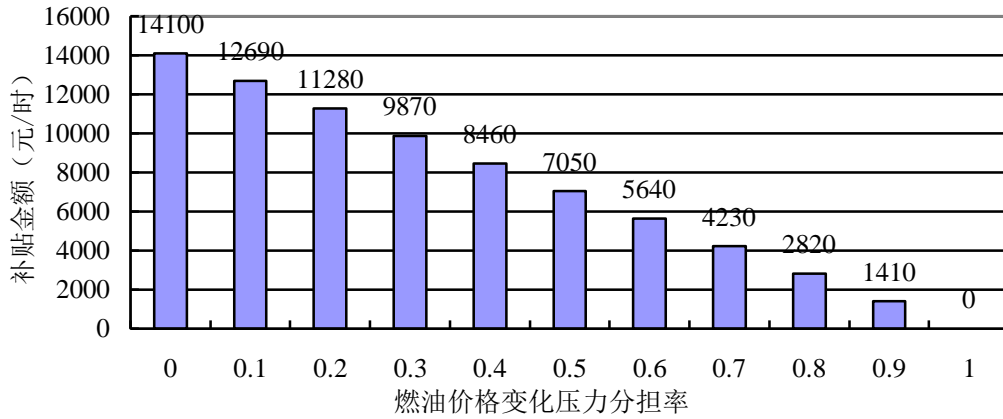


图 4-10 政府补贴金额随燃油价格变化压力分担率的变化情况

4.4 基于政府补贴的哈尔滨市客运出租车经营策略

假设哈尔滨市出租车经营的利润下限 $b = 10$ (元/(辆小时))。在出租车乘客的平均出行距离为 6.1km，当 93 号汽油价格上涨至 7.95 元/升后，如果政府不按 4.4 节中的方法制定补贴方案，而是根据自身判断制定补贴标准，并相应的适当放松出租车经营管制，那么哈尔滨市出租车经营者将会制定使自身经济效益最大的经营策略。

(1) 出租车运价不变，政府放松数量管制

在政府实施补贴出租车燃油补贴政策并维持价格管制的情况下，出租车经营者的策略是改变出租车营运数量，从而实现经济效益最大化。将表 4-4 中有关变量和参数值代入式 (3-33) 并化简后得：

$$\max z = 14.89Q - 39.875N + aN$$

$$\text{s.t. } Q = 120000 \exp(-0.045 \times (14.89 + 4.48 + \frac{10000}{N - 0.244Q}));$$

$$N - 0.244Q > 0;$$

$$14.89Q - 37.895N + aN \geq 10N;$$

$$N > 0, \text{ 且 } N \text{ 为整数.}$$

(4-4)

利用 lingo 软件，可以对上述模型进行求解。在政府制定不同补贴标准的情况下，出租车经营者的最优出租车数量及相应的经济效益见表 4-8。

从表 4-8 中可以看出，在汽油价格上涨至 7.95 元/升后，如果政府放松出租车数量管制，随着政府补贴标准的提高，经营者的出租车最优营运数量会逐渐增加，相应的最大经济效益也会逐渐增加。同时还能发现，与油价上涨之前相比，当政府制定补贴标准低于 5.0 元/（辆时）时，经营者会选择减少出租车营运数量，以获得出租车经营的最大经济效益，表明出租车数量的减少导致的收入降低值低于成本降低值。尽管经营者采取减少出租车营运数量的措施可以使其利润稳定，但出租车数量的降低将造成乘客等待时间的增加，从而影响了城市居民的出行方便程度，降低了出租车客运的普遍服务性。

表 4-8 不同补贴标准下出租车经营者的最优出租车数量及经济效益

政府补贴标准（元/（辆·小时））	最优出租车数量（辆）	最大经济效益（元/时）
0.0	10272	128699.8
0.5	10361	133858.0
1.0	10448	139060.3
1.5	10534	144305.9
2.0	10619	149594.4
2.5	10703	154925.0
3.0	10786	160297.4
3.5	10868	165710.8
4.0	10949	171165.1
4.5	11029	176659.6
5.0	11109	182194.2

（2）出租车营运数量不变，政府放松价格管制

根据 3.4.3 节理论分析可知，当汽油价格上涨后，如果政府保持出租车营运数量不变但放松价格管制，那么经营者的最优出租车平均运价为

$P^* = \frac{1}{\alpha} + \frac{\kappa\gamma QT}{(N-QT)^2}$ ，与政府的补贴标准及出租车节约成本等因素无关。将有关

变量及参数取值代入式（3-31），可通过一下方程组得到出租车经营的最优平均运价。

$$\begin{cases} P^* = \frac{1}{0.045} + \frac{2440Q}{(12000-0.244Q)^2} \\ Q = 120000 \exp(-0.045(P^* + 4.48 + \frac{10000}{12000-0.244Q})) \end{cases} \quad (4-5)$$

解式（4-5）得 $P^* = 24.99$ 元/次。需要注意的是，这个最优平均运价与乘客

的平均出行距离（6.1km）是对应的。显然，当政府放松价格管制后，出租车经营者一定会提高运价。尽管出租车运价的提高会导致部分乘客流失，但收费的增加量完全能够弥补因需求量降低对收入的影响。在这种政策下，运价过高同样导致出租车乘客的出行成本增加，部分居民因支付能力有限而放弃出租车出行，因此也会降低出租车服务的普遍性。

综合以上分析可知：当燃油价格发生变化时，政府的补贴策略和管制政策将直接影响出租车客运的普遍服务性，直接关系到城市居民的出行便利程度，从而也应证了出租车行业管制的必要性。

4.5 基于双层规划的哈尔滨市出租车补贴策略

结合哈尔滨市出租车营运实际情况相关数据，给出相关变量上下限的取值，见表 4-9。

表 4-9 哈尔滨市出租车相关变量取值上下限

参数	单位	数值
出租车经营单位补贴标准下限 a_L	元/（辆·小时）	0
出租车经营单位补贴标准上限 a_U	元/（辆·小时）	5.0
出租车营运数量下限 N_L	辆	5000
出租车营运数量上限 N_U	辆	20000
出租车经营者单位利润下限 b_L	元/（辆·小时）	10
出租车经营者单位利润上限 b_U	元/（辆·小时）	15

将表（4-4）、（4-9）中的数据代入 3.5 中的双层规划模型（3-44）—（3-48）中，经过化简整理可得如下模型：

$$U: \quad \max z_1 = 22.23Q - aN \quad (4-6)$$

$$0 \leq a \leq 5.0 \quad (4-7)$$

$$L: \quad \max z_2 = 14.89Q - 39.875N + aN \quad (4-8)$$

$$5000 \leq N \leq 12000 \quad (4-9)$$

$$10N \leq 14.89Q - 39.875N + aN \leq 15N \quad (4-10)$$

且有：

$$Q = 120000 \exp(-0.045(19.77 + \frac{10000}{N - 0.244Q})) \quad (4-11)$$

$$N - 0.244Q > 0 \quad (4-12)$$

$$N \text{ 为正整数} \quad (4-13)$$

借助 Matlab 软件,采用数值方法,通过编程对双层规划模型(4-6)-(4-13)进行求解。

最终求解结果为: $a^* = 5.0$, $N^* = 11983$ 。

这一结果表明:为应对燃油价格上涨的压力,政府如果适当放松对出租车经营的数量管制,那么政府需要采取高额补贴的措施,以保证自身收益最大化。当然,这会给政府财政带来巨大压力。此外,计算得到出租车的营运数量是 11983 辆,与目前哈尔滨市出租车实际数量(约为 12000 辆)非常接近。这说明,即使在政府给予高额补贴的情况下,企业仍然不愿意增加出租车数量。从而进一步表明:政府不能轻易放松对出租车的数量管制。

4.6 哈尔滨市客运出租车补贴建议

在前文理论分析的基础上,结合哈尔滨市出租车营运数据分析结果,针对燃油价格变化的情况,本文提出哈尔滨市出租车补贴相应的建议措施。

(1) 提高出租车服务配套装备的技术水平 在出租车辆上全面装配车载 GPS、IC 卡计费器等高科技设备,将物联网和电子通信等高水平技术应用于出租车客运服务中,提高出租车客运服务配套装备的技术水平。一方面,出租车先进装备能够准确记录出租车工作时间、行驶里程、载客次数和营运收入等营运数据,从而为政府确定出租车补贴标准提供了可靠的依据;此外,翔实的数据记录可以为出租车营运研究提供准确的数据基础,有利于政府制定更加合理的出租车基本运价和出租车规模等政策;另一方面,高技术的运用,有助于出租车驾驶员方便获取城市路网的实时交通状况,减少不必要的无效行驶里程;同时有利于出行者方便获取出租车实时运行情况,从而选择出行方式和出行时间,方便居民出行。

(2) 制定以小时为单位的出租车经营补贴金额测算标准 目前,为应对油价变动对出租车营运的影响,哈尔滨市出租车行业管理部门在对出租车经营进行补贴时,补贴金额测算标准是以天为单位。这种方法的局限性在于,哈尔滨市出租车营运有单双两班制,两班制出租车每天的工作时间和服务次数不同,而按天制定补贴标准,对双班制出租车不公平。因此,哈尔滨市政府在制定出租车补贴金额测算标准时,可以以小时为单位,符合多劳多得的原则,这样的测算标准更准确且更具公平性。

(3) 规范哈尔滨市出租车的经营管理模式 目前,哈尔滨市出租车经营模式以承包经营为主,还有个体经营和公车公营两种模式。多种经营模式的存在,不利于出租车行业管理部门准确核实出租车的经营成本;特别是承包经

营模式中，存在多层转包现象，中间“食利阶层”获得了出租车经营的大量利润。在多种经营模式情况下，一方面，政府很难准确测算燃油价格变化对出租车经营的影响；另一方面，政府在发放燃油补贴时，很难保证补贴金额能够顺利发放到出租车驾驶员手中。因此，规范出租车的经营管理模式，减少出租车经营过程中的不必要阶层，有利于哈尔滨市出租车行业的长远发展。上海市出租车公车公营模式的成功经验，为哈尔滨市出租车经营管理提供了借鉴。

(4)合理制定出租车燃油附加费收入分配方案 为应对燃油价格上涨，哈尔滨市出租车行业采取加收燃油附加费的方法，来缓解出租车驾驶员收入降低程度，这也是国内许多城市的做法。通过燃油附加费来调节油价变化对出租车行业的影响具有一定的合理性和可操作性，但通过前文实例分析可知，加收的燃油附加费明显超过因油价上涨导致出租车经营利润的下降值。因此，加收的燃油附加费全部由出租车驾驶员获得，而应该进行合理分配。因此，合理制定出租车燃油附加费收入的分配方案，具有重要的实际意义。

4.7 本章小结

本章分析燃油价格变化前后哈尔滨市出租车运营变化情况，并利用实际营运数据，对本文构建的出租车利润模型有效性进行验证。利用本文提出的三种补贴方案，分别计算了哈尔滨市 93 号汽油价格由 7.48 元/升上涨为 7.95 元/升后，政府应该给予出租车经营者的补贴金额；并进行了参数敏感性分析。然后，在政府自主制定补贴标准并放松出租车管制的情景下，分析了出租车经营者的最优经营策略。接着，利用双层规划模型研究了哈尔滨市出租车补贴的最优方案。最后，提出了哈尔滨市出租车补贴的有关建议措施。

结 论

燃油价格的频繁波动对出租车行业有直接影响，政府对出租车经营者进行财政补贴，是应对燃油价格变化的一个重要措施。本文在燃油价格变化的背景下，采用运输经济学的理论和方法，针对出租车补贴方案和补贴标准等进行了研究。主要研究成果包括：

(1) 总结了国内城市客运出租车定价的基础理论、影响因素和价格结构，并分析了国内出租车补贴存在的主要问题：补贴资金来源有限、补贴方法有失公平。在此基础上，提出了出租车补贴的三种方案：基于经营合理利润水平的出租车补贴方案、基于燃油价格变化压力分担率的出租车补贴方案和基于燃油价格分担率的出租车补贴方案；并对这三种方案进行了比较分析，指出方案二和方案三在实践中的实用性较强。

(2) 建立了出租车补贴的双层规划模型。首先以政府给定补贴标准为前提，在假设政府适当放松出租车管制的基础上，分析了出租车经营者的策略选择。并进一步运用 Stackelberg 博弈理论，建立了政府和经营者在出租车补贴问题的双层规划模型。该模型兼顾了政府和经营者双方在出租车补贴问题上的利益，一定程度上刻画了政府和经营者在出租车补贴问题上的博弈过程。

(3) 以哈尔滨市出租车经营为例，在模型验证的基础上，利用本文提出的三种补贴方案和双层规划模型，研究了哈尔滨市出租车的补贴方案和标准。结果表明：不同补贴方案下政府对出租车的补贴标准不同，且补贴标准受到的影响因素也不尽相同。最后提出了哈尔滨市出租车补贴的建议措施。

由于国内在出租车补贴问题上的定量研究不多，且受限于出租车行业固有的复杂性，本文研究还存在一些不足之处。有待进一步研究的内容主要包括：

(1) 由于本文研究的是基于燃油价格变化的出租车补贴，并没有考虑出租车经营模式，因此本文将出租车企业和驾驶员两方作为出租车经营者的一个整体。但实际中，在出租车补贴问题上，企业和驾驶员之间也存在利益分配问题。此外，本文没要考虑燃油价格变化对出租车乘客出行需求的影响。在出租车补贴问题中，如何兼顾政府、企业、驾驶员和乘客四个主体的利益，是未来研究的一个重要方面。

(2) 本文建立的出租车补贴双层规划模型中，只考虑了变化之后的燃油价格，并没有考虑燃油价格变化量对政府补贴标准的影响。如何将燃油价格变化量纳入出租车补贴的双层规划模型，是未来研究中有待解决的问题。

参考文献

- [1] 陈茜, 王炜, 黄娟. 需求控制下的出租车计程定价问题研究[J]. 城市交通, 2005, 3(3): 14-18.
- [2] Salanova J M, Estrada M, Aifadopoulou G, et.al. A Review of The Modeling of Taxi Services[J] Procedia Social and Behavioral Sciences, 2011, 20: 150-161.
- [3] Douglas G W. Price Regulation and Optimal Service Standards: The Taxicab Industry[J]. Journal of Transport Economics and Policy, 1972, 20: 116-127.
- [4] Manski C F, Wright J D. Nature of Equilibrium in The Market for Taxi Services[J]. Transportation Research Record, 1976, (619): 11-15.
- [5] Daganzo C F. An Approximate Analytic Model of Many-to-many Demand Responsive Transportation Systems[J]. Transportation Research, 1978, 12(5): 325-333.
- [6] Beesley M, Glaister S. Information for Regulating: The Case of Taxis[J]. Economic Journal, 1983, 93: 594-615.
- [7] Schroeter J R. A Model of Taxi Service under Fare Structure and Fleet Size Regulation[J]. The Bell Journal of Economics, 1983, 14(1): 81-96.
- [8] Chang S K, Huang S M. Optimal Fare and Unoccupancy Rate for Taxi Market[J]. Transportation Planning Journal, 2003, 32(2): 341-363.
- [9] Chang S K, Chu C H. Taxi Vacancy Rate, Fare and Subsidy with Maximum Social Willingness-to-pay under Log-linear Demand Function[J]. Transportation Research Record, 2009, (2111): 90-99.
- [10] Daniel F G. An Economic Analysis of Regulated Taxicab Markets[J]. Review of Industrial Organization, 2003, (23): 255-266.
- [11] Kim H, Oh J S, Jayakrishnan R. Effect of Taxi Information System on Efficiency and Quality of Taxi Services[R]. Transportation Research Record, 2005, (1903): 96-104.
- [12] Massow M, Canbolat M S. Fareplay: An Examination of Taxicab Drivers' Response to Dispatch Policy[J]. Expert Systems with Applications, 2010, 37: 2451-2458.
- [13] De Vany, A. Capacity Utilization under Alternative Regulatory Constraints: An Analysis of Taxi Markets[J]. Journal of Political Economy, 1975, 83: 83-94.
- [14] Foerster J F, Gilbert G. Taxicab Deregulation: Economic Consequences and Regulatory Choices[J]. Transportation, 1979, 8(4): 371-387.

-
- [15] Cairns R D, Liston-Heyes C. Competition and Regulation in The Taxi Industry[J]. Journal of Public Economics, 1996, 59: 1-15.
- [16] Arnott R. Taxi Travel Should Be Subsidized[J]. Journal of Urban Economics, 1996, 40(3): 316-333.
- [17] Schaller B, Consulting S. A Regression Model of The Number of Taxicabs in U.S. Cities[J]. Journal of Public Transportation, 2005, 8(5): 63-78.
- [18] Fernández L J E, De Cea C J, Briones M.J. A Diagrammatic Analysis of The Market for Cruising Taxis[J]. Transportation Research Part E, 2006, 42: 498-526.
- [19] Mohring H. Optimization and Scale Economies in Urban Bus Transportation[J]. The American Economic Review, 1972, 62(4): 591-604.
- [20] Vickrey W. Optimal Transit Subsidy Policy[J]. Transportation, 1980, 9: 389-409.
- [21] Nash C. British Bus Deregulation[J]. Economic Journal, 1993, 103(419): 1042-1049.
- [22] Pucher J, Markstedt A, Hirschman I. Impacts of Subsidies on The Costs of Urban Public Transport[J]. Journal of Transport Economics and Policy, 1983, 17: 156-176.
- [23] Tisato P. Service Unreliability and Bus Subsidy[J]. Transportation Research A, 1998, 32(6): 423-436.
- [24] Fearnley N, Bekken J T, Norheim B. Optimal Performance-based Subsidies in Norwegian Intercity Rail Transport[J]. International Journal of Transport Management, 2004, 2(1): 29-38.
- [25] KARLAFTIS M G, McCARTHY P. Operating Subsidies and Performance in Public Transit: An Empirical Study[J]. Transportation Research A, 1998, 32(5): 359-375.
- [26] Borck R, Wrede M. Commuting Subsidies with Two Transport Modes[J]. Journal of Urban Economics, 2007: 1-8.
- [27] Pucher J, Kurth S. Verkehrsverbund: The Success of Regional Public Transport in Germany, Austria and Switzerland[J]. Transportation policy, 1995, 2(4):279-291.
- [28] Yang H, Wong, S C. A Network Model of Urban Taxi Services[J]. Transportation Research Part B, 1998, 32: 235-246.
- [29] Yang H, Lau Y W, Wong S C, et.al. A Macroscopic Taxi Model for Passenger Demand, Taxi Utilization and Level of Services[J]. Transportation, 2000, 27: 317-340.
- [30] Wong K I, Wong S C, Yang H. Modeling Urban Taxi Services in Congested Road Networks with Elastic Demand[J]. Transportation Research Part B, 2001, 35:

819-842.

- [31] Yang H, Ye M, Tang W H, et.al. Regulating Taxi Services in The Presence of Congestion Externality[J]. Transportation Research Part A, 2005, 39: 17-40.
- [32] Wong K I, Wong S C, Yang H, et.al. Modeling Urban Taxi Services with Multiple User Classes and Vehicle Modes[J]. Transportation Research Part B, 2008, 42: 985-1007.
- [33] Yang H, Leung C W Y, Wong S C, et.al. Equilibria of Bilateral Taxi-customer Searching and Meeting on Networks[J]. Transportation Research Part B, 2010, 44: 1067-1083.
- [34] Yang H, Yang T. Equilibrium Properties of Taxi Market with Search Frictions[J]. Transportation Research Part B, 2011, 45: 696-713.
- [35] 边扬, 王伟, 陆建. 城市出租车运营网络平衡模型[J]. 交通运输工程学报, 2007, 7(1): 93-98.
- [36] 罗端高, 史峰. 考虑需求分布影响的城市出租车运营平衡模型[J]. 铁道科学与工程学报, 2009, 6(1): 87-91.
- [37] 卢毅, 王礼志, 卢旭. 城市出租车需求仿真预测模型研究[J]. 长沙交通学院学报, 2007, 23(4): 23-27.
- [38] Yang H, Wong S C, Wong K I. Demand-supply Equilibrium of Taxi Services in A Network under Competition and Regulation[J]. Transportation Research Part B. 2002, 36: 799-819.
- [39] Yang H, Fung C S, Wong K I, et.al. Nonlinear Pricing of Taxi Services[J]. Transportation Research Part A, 2010, 44: 337-348.
- [40] 韩彪, 聂伟, 何玲. 出租车市场体系研究——理论与实践[M]. 北京: 人民交通出版社, 2010: 3-97.
- [41] 王俊, 陈学武. 用经济学理论分析出租汽车服务定价机制[J]. 交通运输工程与信息学报, 2004, 2(4): 99-104.
- [42] 郭晶伟, 马兰等. 基于效能价格的出租车合理比价研究[J]. 交通标准化, 2009, (2/3): 52-57.
- [43] 杨忠振, 王璐. 城市出租车起步价格模型分析[J]. 大连海事大学学报, 2006, 32(1): 38-42.
- [44] 张颖, 陈赞. 非对称信息条件下出租车定价机制研究[J]. 消费经济, 2005, 21(4): 51-58.
- [45] 吕航. 基于系统动力学的城市客运出租车定价研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学硕士学位论文, 2011.

- [46] 高祥涛. 城市公交财政补贴测算方法与激励模型研究[D]. 长春: 吉林大学硕士学位论文, 2008.
- [47] 王健, 安实, 赵泽斌. 基于财政补贴的拥挤定价下公交收费策略研究[J]. 管理工程学报, 2006, 20(2): 84-88.
- [48] 周春燕, 王琼辉. 公众参与城市轨道交通政府补贴机制探讨[J]. 价格理论与实践, 2007: 26-27.
- [49] 李建平, 宋林, 任国政等. 完善城市公交价格补贴机制的探讨[J]. 价格理论与实践, 2009: 21-22.
- [50] 王镜. 基于博弈分析的城市公共交通定价及补贴的理论与方法研究[D]. 北京: 北京交通大学博士论文, 2008.
- [51] 陈玫. 公交经济补偿与公共目标改善联动机制研究[D]. 北京: 北京工业大学博士学位论文, 2009.
- [52] 严作人, 张戎. 运输经济学[M]. 北京: 人民交通出版社, 2003: 117-118.
- [53] 晏远春. 我国城市出租车汽车发展规划研究[D]. 西安: 长安大学硕士学位论文, 2001.
- [54] 赵东平. 政府对上市公司财政补贴决定因素与效应的统计分析[D]. 天津: 天津财经大学硕士学位论文, 2008.
- [55] 张维迎. 博弈论和信息经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 2001: 8-12.

攻读硕士学位期间发表的论文及其它成果

- [1] 王健, 何建平, 洪麟琳. 冰雪条件下公交发车间隔优化研究. 武汉理工大学学报 (交通科学与工程版). (已录用)
- [2] 王健, 唐鹏程, 何建平. 基于层次分析法区间估计的我国燃油税定价影响因素筛选. 武汉理工大学学报 (交通科学与工程版). (已录用)
- [3] 王健, 洪麟琳, 何建平. 基于可变泊位容量的停车收费定价研究. 武汉理工大学学报 (交通科学与工程版). (已录用)

哈尔滨工业大学学位论文原创性声明及使用授权说明

学位论文原创性声明

本人郑重声明：此处所提交的学位论文《基于燃油价格变化的城市客运出租车补贴研究》，是本人在导师指导下，在哈尔滨工业大学攻读学位期间独立进行研究工作所取得的成果。据本人所知，论文中除已注明部分外不包含他人已发表或撰写过的研究成果。对本文的研究工作做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式注明。本声明的法律结果将完全由本人承担。

作者签名：何建平 日期：2012 年 7 月 8 日

学位论文使用授权说明

本人完全了解哈尔滨工业大学关于保存、使用学位论文的规定，即：

(1) 已获学位的研究生必须按学校规定提交学位论文；(2) 学校可以采用影印、缩印或其他复制手段保存研究生上交的学位论文；(3) 为教学和科研目的，学校可以将学位论文作为资料在图书馆及校园网上提供目录检索与阅览服务；(4) 根据相关要求，向国家图书馆报送学位论文。

保密论文在解密后遵守此规定。

本人保证遵守上述规定。

作者签名：何建平 日期：2012 年 7 月 8 日

导师签名：何建平 日期：2012 年 7 月 8 日

致 谢

值此论文完稿之际，我首先要向辛勤培育我的导师王健教授致以诚挚的感谢！从论文的选题、构思、资料收集到论文的撰写、修改、定稿的整个过程中，学生都得到了导师王健教授的悉心指导；在我遇到困惑时，导师总是不厌其烦地帮我解答问题、分析思路，整篇论文凝聚了导师的大量心血。在我攻读硕士学位期间，导师不仅在学业上对我精心指导，而且在生活中给予我无微不至的帮助。导师开阔的思维、渊博的学识和敏锐的洞察力始终令学生钦佩不已，导师勤奋严谨的工作作风、精益求精的敬业精神、乐观豁达的生活态度、宽厚无私的待人之道，更是学生终生学习的榜样。在此，谨向导师王健教授表示最由衷的敬意和最真诚的感谢！

感谢交通学院安实教授、张亚平教授、孟祥海教授、王晓宁副教授、杨龙海副教授、马艳丽副教授、蒋贤才副教授、章锡俏老师、慈玉生老师等对我论文写作提出的宝贵意见和建议，感谢经济与管理学院麦强副教授对我论文选题的建议。

感谢交通运输系统管理交叉学科研究生团队中的所有人，特别感谢孙广林、胡晓伟、崔建勋和崔娜等师兄师姐对我论文写作的帮助。祝福你们！

在研究生两年学习期间，交通学院的各位老师特别是交通运输工程系的各位老师在学习和生活中都给予了我许多帮助，在此向各位老师表示衷心的感谢！此外，我还要感谢我的研究生同学和本科同学，你们陪伴我度过了最美好的大学时光！哈工大“规格严格，功夫到家”的校训始终激励着我，母校将成为我永远留恋的地方！

最后，感谢我的父母，你们伟大的爱和辛勤的付出，为我创造了学习和成长的机会；感谢我的两个姐姐，你们默默的支持和无私的奉献，使我能够安心学习；感谢我的弟弟对我的理解和支持，祝你学业有成！