

城市绿色交通 物流系统分析

——燃气汽车与加气站互动发展的系统特性与系统化方法

袁治平等 编著



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

城市绿色交通物流系统分析

——燃气汽车与加气站互动发展的
系统特性与系统化方法

袁治平等 编著

西安交通大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

城市绿色交通物流系统分析/袁治平等编著. —西安:西安
交通大学出版社,2007.4
ISBN 978-7-5605-2436-8

I. 城... II. 袁... III. 城市运输:交通运输-物流-无
污染技术-研究 IV. U491 X734.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 034047 号

书 名	城市绿色交通物流系统分析
编 著	袁治平等
出版发行	西安交通大学出版社
地 址	西安市兴庆南路 10 号(邮编:710049)
电 话	(029)82668315 82669096(总编办) (029)82668357 82667874(发行部)
印 刷	西安交通大学印刷厂
印 数	211 千字
开 本	727mm×960mm 1/16
印 张	16
版 次	2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5605-2436-8/U·2
定 价	28.00 元

前 言

我国城市及其交通发展是一个正在开发建设中的组织化的大规模复杂动态系统问题,由人流、物流(含废物流)、信息流、价值流、知识流等汇聚而成。按照科学发展观的要求,城市及其交通发展应以社会、经济、环境的协调发展为重点,通过知识及观念更新和机制创新,从实际出发,以人为本,实现跨越式、可持续、绿色化发展。为此,我国城市及其交通发展应确立现代城市绿色物流及其系统化发展的基本战略,其基本内涵及要求有:

1. 以协调、可持续发展及社会全面进步为最高目标。

2. 以城市产业结构优化调整及城市交通系统总体优化为核心,涉及城市区位及发展战略,人口及其消费结构,能源构成及其趋势,政府、市民、企业的价值观及目标要求,交通工具及其结构变化,城际交通状况,城市规划、基础设施建设等内外部因素。

3. 以发展清洁燃料和新型动力汽车为战略重点之一,有效解决城市社会进步、经济发展、环境保护三者之间的矛盾。

4. 以城市交通及其工具、设施等总体优化为核心和重点的城市绿色物流属现代社会物流问题,需要政府主导和社会各界的广泛参与,也需要充分发挥企业和市场的积极作用。

5. 我国城市绿色交通物流战略的实施会遇到各种新的复杂问题,需要按照科学发展观的要求和系统的思想与方法来认真对待、有效解决,并注意着重建立起良好的运营与管理机制。

在过去的 20 多年里,天然气、石油液化气等替代传统的煤炭燃料,为解决我国大中城市的空气污染问题发挥了关键作用。近 10 多年来,随着整个国家社会经济的迅速发展及交通条件的改善,燃油汽车已成为大中城市空气污染的重要因素之一。国家发改委和科技部等政府部门对此非常重视,在《当前优先发展的高技术产业化重点领域指南》中把清

洁燃料汽车规模化发展列为重点项目,其中加气站就是关键技术中的一项。如何通过合理的规划,促进燃气汽车的推广,并在发展过程中取得燃气汽车与其主要配套基础设施——加气站的互动、协调发展,是燃气汽车规模化发展所要解决的关键问题。国内外学者分别从技术、经济及政策等角度对燃气汽车的发展问题进行了分析,取得了不少成果。但如何从系统工程及现代工业工程的角度对加气站与燃气汽车规模化发展互动过程进行系统、深入、规范地研究,还需要做出更为有效的工作,这正是我们所承担国家自然科学基金与美国通用汽车公司联合资助项目——加气站与燃气汽车规模化发展互动过程研究的主要任务。

加气站数量的增加与燃气车数量的增加相互影响、相互制约,这一矛盾是进入“城市规模化”发展阶段初期的必然问题。加气站建设投资大,发展初期利润低。在相当长一段时期内加气站经营者与燃气车营运者都无利可图。因而,燃气车和加气站设备生产厂家分担费用、政府政策和投资支持等是需要的。如此巨大的投入,只有靠相关企业、政府部门、加气站经营者、燃气车和加气站设备生产厂等社会多方联合投入,通过市场化运作才能实现。其中政府的科学规划和积极协调是打破利益制约、保障社会投资效果最优化的关键。目前我国不少示范城市的规模化发展规划研究大多是从市政角度着眼,研究地理上的合理布置,未注意从加气站经营者和燃气车营运者及其相关利益和行为主体角度,进行加气站和燃气车规模化发展的互动关系和动态过程研究,科学性和实际指导性不够。因此,针对燃气站规模化发展初期的多个相关主体的利益平衡和协调问题进行研究,对推动国内外燃气车规模化发展具有重要的现实指导意义,在管理研究及工业工程在非制造业的应用研究等方面也具有重要的方法论价值。

根据课题研究的技术路线及研究结果,本书由以下部分构成:

1. 城市绿色交通物流系统概述,包括:背景及意义;有关概念解析;理论基础;系统特征。

2. 研究方法论,包括:系统分析原理;模型化与模型体系;本研究的技术路线。

3. 燃气汽车与加气站互动发展过程的初步系统分析,包括:问题及其影响因素分析;燃气汽车与加气站互动发展系统的目标分析;燃气汽

车与加气站互动发展系统的战略方案综合。

4. 燃气汽车与加气站互动发展过程的宏观动力学特性分析,包括:系统动力学理论与发展综述;系统相关主体的经济分析;当前车—站系统存在的问题及系统动力学仿真模型的构建;车用燃气定价决策分析。

5. 城市加气站规划方法研究,包括:我国城市加气站规划的特殊性;相关规划方法评述;城市加气站规划方法体系构建;方法应用;对改进我国现阶段城市加气站布置规划方法的建议等。

6. 城市绿色交通物流系统相关主体行为特征分析,包括:我国现阶段城市绿色交通物流系统相关主体及其价值和取向;两用燃料出租车博弈分析;政府与两用燃料出租车博弈分析;政府与加气站博弈分析;其他相关博弈分析。

7. 实现城市交通物流绿色化政策综合分析,包括:政策体系框架;政策分析依据;供给与需求模型构建;经济政策综合分析;其他政策的综合分析;政策建议;政府宏观调控政策的有效实施。

参加课题研究工作的项目组成员主要有:袁治平教授(负责人;西安交通大学工业工程系)、冯宏研究员(煤炭科学研究总院西安分院)、刘圣华教授(西安交通大学汽车工程系)、孙静春副教授(西安交通大学管理科学系)、王能民博士(西安交通大学工业工程系);西安交通大学管理学院博士研究生郭雪松、硕士研究生侯琳娜、何立峰、张博、刘国新、孙丰文、付荣华等,参加项目研究及本书编写,孙丰文等做了许多具体工作。

本书初稿承蒙西安市清洁燃料汽车专家委员会副主任邓志伟研究员审阅,在此致谢!

因研究条件、研究人员能力等所限,书中不当甚至错误之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

衷心感谢国家自然科学基金委和美国通用汽车(GM)公司为本研究及本书出版所提供的联合资助(项目编号:G0222208)!

袁治平

2007年3月

于西安交通大学

目 录

前言

1 城市绿色交通物流系统概述	(1)
1.1 背景及意义	(1)
1.2 系统有关概念解析	(4)
1.2.1 基础层次	(4)
1.2.2 目标层次	(9)
1.2.3 核心层次——城市绿色交通物流系统	(16)
1.3 系统的理论基础	(17)
1.3.1 系统理论及复杂系统	(17)
1.3.2 城市可持续发展理论	(19)
1.3.3 生态经济学理论	(21)
1.3.4 生态伦理学理论	(23)
1.3.5 交通流理论	(24)
1.4 系统特征	(26)
1.4.1 系统功能、属性、目标多样,且有冲突目标	(26)
1.4.2 系统结构复杂,具有人-机特性且物流、信息流、 价值流及人流交融、互动	(27)
1.4.3 系统高度开放,环境依存性突出	(28)
1.4.4 系统是技术、经济、社会系统的复合系统	(29)
本章小结	(29)
参考文献	(30)
2 研究方法论	(31)
2.1 系统分析原理	(31)
2.2 模型化与模型体系	(32)
2.2.1 基本概念	(32)

2.2.2	几种常用的模型化方法	(33)
2.3	多重比较管理研究	(37)
2.4	本研究的技术路线	(39)
	本章小结	(40)
	参考文献	(41)
3	燃气汽车与加气站互动发展过程的初步系统分析	(42)
3.1	问题及其影响因素分析	(42)
3.1.1	问题界定与分析	(42)
3.1.2	系统特征及基本结构	(44)
3.1.3	我国燃气汽车和加气站发展现状及存在问题	(47)
3.1.4	我国燃气汽车与加气站互动发展系统的影响因素 分析	(51)
3.2	燃气汽车与加气站互动发展系统的环境及目标分析 ...	(60)
3.2.1	系统的环境要素分析	(60)
3.2.2	系统的目标分析	(61)
3.3	燃气汽车与加气站互动发展系统的战略方案综合	(68)
3.3.1	国内外燃气汽车与加气站互动发展的策略综述	(68)
3.3.2	我国燃气汽车与加气站互动发展的战略方案分析	(69)
	本章小结	(74)
	参考文献	(75)
4	燃气汽车与加气站互动发展过程的宏观动力学特性分析	(77)
4.1	系统动力学理论与发展综述	(77)
4.1.1	20 世纪 50~60 年代系统动力学的诞生	(77)
4.1.2	20 世纪 70 年代到 80 年代的发展成熟	(78)
4.1.3	90 年代到目前,系统动力学的广泛应用与发展	(78)
4.2	系统相关主体的经济分析	(79)

4.2.1	出租车运营者的经济分析	(79)
4.2.2	加气站建设主体的经济分析	(81)
4.2.3	出租车运营子系统与加气站建设子系统的集成	(82)
4.3	当前车-站系统存在的问题及系统动力学仿真模型的构建	(83)
4.3.1	目前系统存在的问题	(83)
4.3.2	政府对系统进行调控的可选措施	(84)
4.3.3	系统动力学仿真模型的构建	(85)
4.3.4	系统目标在系统动力学模型中的体现	(89)
4.4	车用燃气定价决策分析	(89)
4.4.1	对燃气价格变动的仿真	(89)
4.4.2	相关政策建议	(92)
	本章小结	(93)
	参考文献	(93)
5	城市加气站规划方法研究	(94)
5.1	我国城市加气站规划的特殊性	(94)
5.1.1	选址问题的重要性	(95)
5.1.2	城市加气站选址研究的意义	(96)
5.2	相关规划方法评述	(98)
5.2.1	遗传算法	(99)
5.2.2	CNG 加气站的选址研究动态	(102)
5.3	城市加气站规划方法体系构建	(104)
5.3.1	内容、方法与思路	(104)
5.3.2	CNG 加气站选址规划分析	(106)
5.3.3	假设条件和建立模型	(114)
5.4	方法应用	(120)
5.4.1	遗传算法的应用	(120)
5.4.2	局部进化 Hopfield 网络的应用	(131)

5.5	对改进我国现阶段城市加气站布置规划方法的建议	(135)
5.6	结合西安城市现有加气站布局的方法运用	(136)
	本章小结	(139)
	参考文献	(140)
6	城市绿色交通物流系统相关主体行为特征分析	(145)
6.1	我国现阶段城市绿色交通物流系统相关主体及其价值和取向	(145)
6.1.1	燃气出租车、加气站及政府行为	(146)
6.1.2	西安市燃气出租车、加气站发展基本情况及主体行为特点	(149)
6.2	博弈分析(一):两用燃料出租车之间	(152)
6.2.1	模型	(152)
6.2.2	模型建立	(153)
6.2.3	结果分析	(156)
6.2.4	结论	(158)
6.2.5	实例分析	(158)
6.2.6	小结及政策建议	(164)
6.3	博弈分析(二):政府与两用燃料出租车	(165)
6.3.1	模型构建	(165)
6.3.2	博弈结果及分析	(170)
6.3.3	总结	(171)
6.4	博弈分析(三):政府与加气站	(171)
6.4.1	加气站经营者行为特征及政府政策	(172)
6.4.2	加气站与政府的微分博弈模型	(173)
6.4.3	算例分析	(178)
6.4.4	小结及政策建议	(183)
6.5	博弈分析(四):其他相关博弈分析	(183)
6.5.1	加气站经营者与燃气车使用者之间的博弈	(183)

6.5.2	加气站经营者之间的博弈	(184)
6.5.3	燃气车生产者与燃气车使用者之间的博弈 ...	(185)
6.5.4	加气站设备生产者与加气站经营者之间的博弈	(185)
本章小结		(185)
参考文献		(186)
7	实现城市交通物流绿色化政策综合分析	(191)
7.1	政策体系框架	(191)
7.2	政策分析依据	(194)
7.2.1	问卷调查基本情况	(194)
7.2.2	问卷变量分类	(196)
7.2.3	影响指标归因分析	(204)
7.3	供给与需求模型构建	(208)
7.3.1	样本数据与变量	(208)
7.3.2	供给模块	(211)
7.3.3	需求模块	(214)
7.3.4	供需仿真概念模型	(215)
7.4	经济政策综合分析	(216)
7.4.1	燃气价格	(217)
7.4.2	燃油价格	(219)
7.4.3	燃料价格比率	(222)
7.4.4	政府对加气站建设的优惠及管制政策	(224)
7.5	其他政策的综合分析	(226)
7.5.1	加气站工作效率	(226)
7.5.2	行驶里程	(228)
7.5.3	出租车一次加气量	(230)
7.6	政策建议	(232)
7.6.1	经济政策建议	(233)
7.6.2	其它政策建议	(235)

7.7 政府宏观调控政策的有效实施 (236)

7.7.1 建立高效的组织机构是推进清洁汽车发展的关键
..... (236)

7.7.2 制定清洁汽车产业发展总体规划，特别是 CNG
加气站站点布局规划 (237)

7.7.3 制定完善的环境法规，助推清洁汽车产业发展壮
大 (239)

7.7.4 努力做好 CNG 加气站建设供地工作，保证建设
用地 (239)

7.7.5 注重科技投入，以科技带动清洁汽车产业发展
..... (240)

7.7.6 提高自我监督意识，加强安全监管力度 (241)

本章小结 (242)

参考文献 (242)

5.4.2

局部进化 Hopfield 网络的应用

a. Hopfield 网络与遗传算法的结合

(1) 局部进化的 Hopfield 网络

目前研究的遗传算法与 Hopfield 神经网络相结合的方法都是采用遗传算法对整个 Hopfield 网络进行优化,即对整个网络进行编码、遗传选择、交叉和变异,因此当问题的规模很大时,遗传过程中庞大的基因编码长度会迅速提高计算量、降低收敛速度、增加陷入局部最优的可能性。而本节所采用的局部进化的 Hopfield 网络则包括了两个部分:首先针对整体进行 Hopfield 网络神经元输入输出状态方程的迭代过程,使得整个网络的能量函数值逐渐降低,直至收敛;然后在网络中随机选择一些局部区域,构成局部规模的新的 Hopfield 网络,再采用遗传算法优化这些小规模的 Hopfield 网络。如果其能量函数值在遗传进化结束后再次降低,则将这些小规模 Hopfield 网络的输入输出状态代回到整个 Hopfield 网络,再次进行全局状态方程的迭代,使整个神经网络的能量函数值降低直至收敛。将整个网络的状态迭代方程与局部网络的遗传算法交替运行,以提高 Hopfield 网络收敛到全局最优的能力。由于这种局部进化的 Hopfield 网络只针对局部的、小规模的 Hopfield 网络进行优化,所以能够大大降低计算量,加速整个算法的收敛速度。

由于本部分研究只是采用现有的 Hopfield 网络模型,因此,对于用能量函数判别网络稳定性的完整条件,以及针对网络的平衡态是否对应能量函数极小点的问题将在针对具体问题的模型中予以讨论。

(2) 全局收敛

对于具体的加气站选址问题,在证明了该算法在全局能够达到初步稳定的基础上,首先假设平面上各抽象点(加气站点和加气需求点)的坐标以及任意两点间的距离均为已知,需要添加的新建站点个数为 m 。套用 Hopfield 网络模型先求得原始网络的能量函数 E_0 ,然后在网络中随机生成 m 个站点(即将 m 个点的输入状态由 0 改为 1,原值为 1 的不变),再求新网络的能量函数 E 。如果 $E < E_0$,根据能量函数随网络的解

而下降可知,新建网络相较于原始网络更优,可以对此网络进行初始化,进而开始全局状态方程的迭代和收敛;反之,则认为新建网络不好,需要重新随机生成,直至满足 $E < E_0$ 为止。当全局 Hopfield 神经网络处于收敛状态时,一方面输出此时的能量函数值,另一方面转入局部进化部分。

(3) 局部进化

Hopfield 网络的局部进化采用遗传算法进行。局部区域的进化遵守:区域选择的随机性;区域进化的有序性,即局部区域的进化需要分批进行,每次只进化一个局部区域;区域进化的独立性,即对某一个局部区域进行进化时,要保持该区域以外的状态不变。

当整体网络达到收敛时,随机将整个选址规划区域划分为 K 个局部区域 $\{Q^{(1)}, Q^{(2)}, \dots, Q^{(K)}\}$, 且满足:

$$Q^{(i)} \cap Q^{(j)} = \Phi, i \neq j; i, j = 1, 2, \dots, K \quad (5-15)$$

$$Q^{(1)} \cup Q^{(2)} \cup \dots \cup Q^{(K)} = Q \quad (5-16)$$

以 $Q^{(r)} (r=1, 2, \dots, K)$ 区域为例,根据该区域此时的网络结构随机产生遗传群体的初始群体,并计算该局部区域的能量函数 $E^{(r)}$ 。

然后按照第三章中介绍的改进的遗传算法进行选择、交叉和变异等遗传操作,使局部区域的能量逐渐降低直到遗传算法收敛,得出遗传群体中最优的个体。接下来进行能量函数的对比,即比较 $Q^{(r)}$ 在网络状态方程迭代收敛后的能量函数值和经重新初始化并进行遗传进化后的能量函数值。若后者更低,则将对应的遗传个体代回全局网络,进入下一轮整体网络的状态方程迭代;若所有局部区域经进化计算后得到的能量函数值未能降低,则说明网络已经达到了最优,此时算法收敛, Hopfield 网络与遗传算法的结合也就到此结束。

b. Hopfield 网络稳定性证明

此前针对城市加气站的选址问题,多数会根据实地调查、数据分析、专家评估等方法对整个规划领域进行不同程度的划分,将划分后的各个功能小区抽象为加气站的生成点,然后对形成的多套加气站布局方案进行优化。然而,基于局部进化的 Hopfield 网络在进行局部区域的遗传

进化时,能够在整个网络中随机选择各个局部区域,因此节省了划分小区所需的人力、物力和财力。

由于本文考虑了已有加气站点的存在,则这些站点构成的网络具有初始的能量函数值。然后根据调查所得的数据和向专家咨询的结果确定需要添加的加气站点个数,再将新站点添入网络完成对 Hopfield 网络的初始化,接着就可以进行从全局到局部、再到全局循环的优化求解。当然,无论在状态方程的迭代过程还是遗传算法的进化过程中,一般都保持旧站点的不变性。

将选址规划区域看作一个二维的平面,加气站点和加气需求点都被抽象成平面上均匀分布的点,于是可设 Hopfield 网络由两维神经元阵列组成 $\{(i,j):i \in [1,N];j \in [1,M]\}$,其中 N 和 M 分别表示横坐标和纵坐标方向的神经元个数。设 V_{ij} 和 U_{ij} 分别表示神经元 (i,j) 的输出和输入状态,神经元的输入和输出函数一般采用 sigmoidal 函数。神经元 (i,j) 的输入状态由下式表示:

$$U_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{点}(i,j) \text{ 是加气站点} \\ 0 & \text{点}(i,j) \text{ 不是加气站点} \end{cases} \quad (5-17)$$

(i,j) 的输出由 Hopfield 网络中其他神经元的输出和一个偏移量 B_{ij} 所决定, B_{ij} 可以看作是各个加气站的规模以及等待时间等因素构成的综合条件。 $W_{ij,kl}$ 表示从神经元 (i,j) 到神经元 (k,l) 的连接权重系数,在该布点问题的网络中即为点 (i,j) 到点 (k,l) 的距离。神经元 (i,j) 输入、输出的状态迭代方程为:

$$C_{ij} \frac{dU_{ij}}{dt} = -\frac{U_{ij}}{R_{ij}} + \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^M W_{ij,kl} V_{kl} + B_{ij} \quad (5-18)$$

其中, C_{ij} 和 R_{ij} 分别是预定义的参数,且

$$V_{ij} = g(U_{ij}) = \tanh\left(\frac{a_{ij}}{2}\right) = \frac{1 - \exp(-a_{ij}U_{ij})}{1 + \exp(-a_{ij}U_{ij})} \quad (5-19)$$

$$U_{ij} = g^{-1}(V_{ij}) \quad (5-20)$$

由于 Hopfield 网络是求能量函数的极小点,因此需要把能量函数视为选址问题的目标函数,即从需求点到站点的距离总和,而整个收敛过程就是优化求解的过程。能量函数表示如下:

$$E = -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^M W_{ij,kl} V_{ij} V_{kl} - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M V_{ij} B_{ij} \\ + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \frac{1}{R_{ij}} \int_0^{U_{ij}} g^{-1}(V_{ij}) dV_{ij} \quad (5-21)$$

由于 Hopfield 网络满足权值对称, 所以 $W_{ij,kl} = W_{kl,ij} \quad \forall i, k \in [1, N] \& j, l \in [1, M]$, 当 $C_{ij} > 0$ 时, 对能量函数 E 求微分, 得:

$$\frac{dE}{dt} = \frac{dE}{dV_{ij}} \frac{dV_{ij}}{dt} = - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \left[\sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^M W_{ij,kl} V_{kl} + B_{ij} \frac{dV_{ij}}{dt} - \frac{U_{ij}}{R_{ij}} \right] \quad (5-22)$$

将式(5-18)代入式(5-22)可得:

$$\begin{aligned} \frac{dE}{dt} &= - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M C_{ij} \left(\frac{dU_{ij}}{dt} \right) \frac{dV_{ij}}{dt} \\ &= - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M C_{ij} \frac{dg^{-1}(V_{ij})}{dt} \frac{dV_{ij}}{dt} \\ &= - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M C_{ij} \frac{dg^{-1}(V_{ij})}{dt} \frac{dV_{ij}}{dt} \frac{dV_{ij}}{dt} \\ &= - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M C_{ij} \frac{dg^{-1}(V_{ij})}{dt} \left(\frac{dV_{ij}}{dt} \right)^2 \end{aligned} \quad (5-23)$$

因为 $g^{-1}(V_{ij})$ 为单调递增函数, 所以 $\frac{dg^{-1}(V_{ij})}{dt} \geq 0$, 又因为 $\left(\frac{dV_{ij}}{dt} \right)^2 \geq 0$, 因而有:

$$\frac{dE}{dt} \leq 0 \quad (5-24)$$

由式(5-24)可知, 能量函数有界, 因此该选址问题构建的网络模型能够达到稳定状态, 但这种稳定是初步的, 可能存在早熟、陷入局部最优, 故而需要进行局部进化和代回全局的检验过程。

c. 算法实现过程

算法实现如下图 5-10 所示:

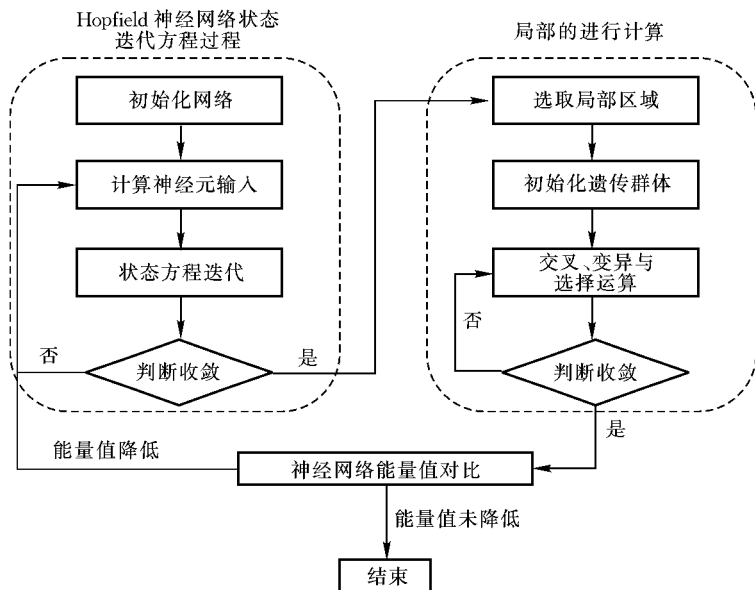


图 5-10 局部进化算法流程图

5.5 对改进我国现阶段城市加气站布置规划方法的建议

本章在前面章节研究的基础上,首先分析了加气站规划的特殊性,从能源、环境、交通等多角度分析了加气站建设对于发展清洁能源汽车的重要意义,并结合功能小区的划分比较了几种规划方法,然后提出了以遗传算法为基础的选址规划模型,最后通过遗传算法和基于局部进化的 Hopfield 网络分别对模型进行求解。

通过运用加气站选址模型及算法对西安市加气站规划问题进行分析和求解,并结合当前存在的主要问题,我们认为要使城市加气站的站址规划得科学合理,需要从以下几个方面进行努力:

- a. 从思想上提高政府规划部门对选址问题重要性及科学性的认识
从当前加气站选址工作的实际操作程序上讲,很多城市都只是把加

气站仅仅当作一个公用设施而已,哪儿有空地建哪儿,哪里安全建在哪儿。而没有认识到选址问题对城市交通、加气站运营效果、CNG 汽车发展等方面的重要影响,以至于最终建成后问题才逐渐显露出来。如果对这些相关的影响从一开始能够重视起来,在规划和实施过程中加以考虑和重视,必然能够避免很多不必要的事后问题。

b. 进行科学规划

进行加气站的站址规划工作,应该成立专门的规划小组,规划小组不仅要对城市加气站建设的现实情况和城市交通系统相当理解,而且也应有相关选址方面的专业人士参与支持。重视现代优化方法在选址问题中的应用,坚持定量与定性的结合,避免定性因素在选址中的过度影响。

c. 严格执行规划

在规划报告制订之后,应该严格按照规划要求实施,既不能随意更换站址,也不应超前或延迟实施工作。一旦具体情况有变,应该返回到相应的规划点重新评估和规划。

d. 重视选址问题与 CNG 汽车发展的互动关系

从体制上,应制定政策使加气站使用者、加气站运营者、政府之间利益合理化,推动整个产业的均衡、快速发展。

5.6 结合西安城市现有加气站布局的方法运用

以西安市为例,如图 5-11 所示,城区内原有的加气点共有 43 个,用★表示,政府拟建站点用●表示,而□则表示通过下文计算求得的站点坐标。采用西北方向的顶端作为原点,坐标为(0,0),此外由于有一个加气站在地图所见区域之外,受制于地图的规模,也为了便于确定其余加气站点的坐标,此处将该加气站点忽略不计。另外由于数据的不完整,未能区分西安市现有加气站的等级,故按照序号给出等级。分布坐



图 5-11 西安市拟建加气站布局图

标如表 5-4 所示：

表 5-4 西安市现有加气站布局数据

加气站个数		坐标位置	
		X	Y
一级站	1	412	37
	2	624	29
	3	678	174
	4	591	259
	5	271	263
	6	566	269
	7	542	269
	8	585	378

续表 5-4

加气站个数		坐标位置	
		X	Y
一级站	9	546	353
	10	468	368
	11	481	359
	12	509	289
	13	483	274
	14	466	262
二级站	15	479	244
	16	460	399
	17	447	394
	18	410	403
	19	335	499
	20	192	499
	21	230	455
	22	193	460
	23	266	411
	24	174	365
	25	116	219
	26	139	259
	27	162	250
	28	169	234
三级站	29	217	239
	30	226	246
	31	249	245
	32	252	255
	33	266	237
	34	269	191
	35	273	200
	36	284	213
	37	342	208
	38	342	201
	39	332	136
	40	402	150
	41	420	198
	42	420	261

行了归纳和分析,在前人研究的基础上构建了城市加气站规划选址的方法体系,并建立了相应的数学模型;引入遗传算法及 Hopfield 网络进行模型实现的研究分析,并运用西安市的实际数据进行了模型及方法的实际应用,为西安市城市加气站的规划选址提供了必要的决策支持。本章结果对城市加气站网络规划选址问题的研究具有现实意义。

参考文献

- [1] 康兆兴. 意大利荷兰两国燃气汽车概况[J]. 天津建设科技. 2000(3):1~2
- [2] 胡运权. 运筹学教程[M]. 北京:清华大学出版社,1998,112~221
- [3] 罗文辉. 遗传算法在神经网络优化中的应用[J]. 控制工程. 2003, Vol. 10, No. 5
- [4] 童岱,黄海波等. 城市 CNG 汽车加气站选址安全性评价方法[J]. 天然气工业. 2004(3)
- [5] 李敏强. 遗传算法的基本理论与应用[M]. 北京,科学出版社. 2002,68~251
- [6] 徐宗本,陈志平. 遗传算法基础理论研究的新近发展[J]. 数学进展. 2000,29(2):1~2
- [7] 陈峻,刘东等. 城市停车设施选址模型与遗传算法设计[J]. 中国公路学报. 2001(1)
- [8] 徐宗本,李国. 解全局优化问题的仿生类算法——模拟进化算法[J]. 运筹学杂志. 1995,14(2):1~13
- [9] 孙瑞祥,屈梁生. 进化计算的过去、现在与未来[A]. “遗传算法/进化计算研究生学术论坛”论文集[C]. 2000,4
- [10] 潘鲁萍. 用动态规划方法求解最优设站问题[J]. 交通与计算机, 2002(3)
- [11] 孙元欣,黄培清. 竞争型连锁经营网点选址模型与遗传算法解[J]. 科学学与科学技术管理,2001(10)

- [12] 陈峻,王炜,胡克定. 城市社会停车场选址规划模型研究[J]. 公路交通科技, 2000(2)
- [13] 黄海波,殷国富等. 城市 CNG 汽车加气站布点计算机辅助评价方法[J]. 天然气工业, 2004(2)
- [14] 陈国良,王煦法,庄镇泉,王东生. 遗传算法及其应用[M]. 人民邮电出版社,1996(6)
- [15] 云庆夏,黄光球,王占权. 遗传算法和遗传规划[M]. 冶金工业出版社, 1997(4)
- [16] 周明,孙树栋. 遗传算法原理及应用[M]. 国防工业出版社,1999(6)
- [17] 刘勇. 遗传算法的理论与应用[D]. 武汉大学博士学位论文, 1994
- [18] 金海和. Hopfield 网络学习及其在最优化问题中的应用[A]. 管理科学与系统科学研究新进展——第六届全国青年管理科学与系统科学学术会议论文集[C], 2001
- [19] 薛立民,张于心,鲍振荣等. 我国燃气汽车可持续发展政策探讨[J]. 北方交通大学学报, 2002. 2:1~2
- [20] 焦李成,保铮. 进化计算与遗传算法——计算智能的新方向[J]. 系统工程与电子技术, 1995, Vol. 6, 20~32
- [21] 宋晓琴. 国内外 CNG 加气站的发展趋势[J]. 油气储运, 2003, 22(8):1~3
- [22] 陈万应等. 西部加大燃气汽车推广力度的战略意义[J]. 城市燃气, 2002. 6:1~6
- [23] 袁亚湘,孙文瑜. 最优化理论与方法[M]. 北京:科学出版社, 1997, 104~122
- [24] 辛香非,朱鳌新. 遗传算法的适应度函数研究[J]. 系统工程与电子技术, 1998(11):58~62
- [25] J. D. Bagley: The Behavior of Adaptive System which Employ Genetic and Correlation Algorithm, Ph. D. dissertation, Uni-

versity of Michigan, No. 68~7556, 1967

- [26] M. Srimivas and L. M. Patnaik: Adaptive Probabilities of Cross-over and Mutation in Genetic Algorithms, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Vol. 24, No. 4, 656 ~ 666, 1994
- [27] D. B. Fogel: An Introduction to Simulated Evolutionary Optimization, IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 5, No. 1, 3~14, 1994
- [28] Fogel. L. J , Owens. A. J , Walsh. M. J. Artificial intelligence through simulated evolution. New York, JohnWiley and Sons, 1966
- [29] Hopfield J J. Neurons with graded response have collective computational properties like those of two-state neurons. Proc. of the Natl. Acad. of Sci. , USA, 1984, 81: 3088~3092
- [30] Hopfield. J. J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 1984, Vol. 81, 3088~3092
- [31] D. B. Fogel and L. J. Fogel eds. : Special Issue on Evolutionary Computation, IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 5, No. 1, 1~148, 1994
- [32] Ozturk Nursel, Ozturk Ferruh. Hybrid neural network and genetic algorithm based machining feature recognition. Journal of Intelligent Manufacturing. Vol 15, No. 3, June 2004, 287~298
- [33] Makvandi P. , Jassbi. J. , Khanmohammadi. S. Application of genetic algorithm and neural network in forecasting with good data. WSEAS Transactions of Systems. Vol 4, No. 4, April 2005, 337~342
- [34] Maniezzo V. Genetic evolution of the topology and weight distribution of neural networks[J]. IEEE Trans On Neural Net-

works, 1994,5(1):39~53

- [35] Liu Zhen tao, Fei Shao mei. Study of CNG/diesel dual fue engine's emissions by means of RBF neural network. 2004,5(8)
- [36] D. E. Goldberg. Genetic algorithm in search, optimization and learning. MA, Addison Wesley, 1989
- [37] Philip D. Wasserman, Neural Computing: Theory and Practice, Van Nostrand Reinhold, 1989
- [38] J. H. Holland: Adaptation in Natural and Artificial Systems, MIT Press,1992
- [39] J. D. Bagley: The Behavior of Adaptive System which Employ Genetic and Correlation Algorithm, Ph. D. dissertation, University of Michigan, No. 68~7556,1967
- [40] G. Rudolph: Convergence Analysis of Canonical Genetic Algorithms, IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 5, No. 1, 96~101,1994
- [41] Michalewicz Z. Genetic Algorithm + Data Structure = Evolution Programs. (3rd edition)[M]. Berlin:Springer-verlag, 1996
- [42] Hopfield. J. J. Pattern recognition computation using action potential timing for stimulus representation. Nature, 1995, Vol. 376,33~36
- [43] Hopfield. J. J. Networks, Computations, Logic, and Noise. IEEE International Conference on Neural Networks, 1987a, Vol. I,107~141
- [44] Hopfield. J. J. Learning algorithms and probability distributions in feed-forward and feed-back networks. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 1987b, Vol. 84,8429~8433
- [45] Hopfield. J. J. D. W. Tank. Computing with neural circuits: A model. Science, 1986, Vol. 233,625~633
- [46] Hopfield. J. J. D. W. Tank, 'Neural' computation of decision in

optimization problems. Bio. Cybern. 1985,52:141~152

- [47] Tang Z, Jin H H, Ishizuka O, et al. An investigation on a unique solution of the Hopfield and the T-model neural networks. T. IEE,1998,118-C (2):150~160
- [48] Tang Z, Jin H H, Murao K, et al. A gradient ascent learning for Hopfield networks. T. IEICE,2000,J83-A (3):319~331
- [49] [日]玄光男,程润伟. 遗传算法与工程设计[M]. 北京:科学出版社,2000
- [50] 高延龄. 汽车运输企业设计[M]. 北京:人民交通出版社,1991
- [51] 陈红. 加油站布局的构思[J]. 石油库与加油. 2001,10(5)
- [52] 邓志伟. 搞好清洁汽车行动示范工程,加快发展天然气汽车产业[J]. 中国天然气汽车. 2000,(6)
- [53] 童岱,殷国富,骆勇等. 天然气汽车加气站优化布点方法初探[J]. 四川工业学院报,2002,4
- [54] 童岱,黄海波. 城市 CNG 加气站布点评价方法研究[J]. 中国公路学报. 2002,15(4)
- [55] 童岱. 天然气汽车加气站优化方法研究[D]. 成都:四川大学,2002,3
- [56] 宋年秀等. 汽车修理网点优化设计[J]. 北京:公路交通科技,1999(1)
- [57] 杭廷梁. 优化方法在运输管理中的应用[M]. 北京:煤炭工业出版社. 1988
- [58] 冯幸福等. 燃气汽车及加气站技术[M]. 电子工业出版社,2001,2
- [59] 曹庆. 压缩天然气(CNG)与天然气汽车[J]. 油气田地面工程,1995

6

城市绿色交通物流系统 相关主体行为特征分析

6.1 我国现阶段城市绿色交通物流系统 相关主体及其价值和取向

在基于城市绿色物流的加气站与燃气汽车规模化、互动发展过程中,通常会涉及燃气汽车运营者、加气站经营者与投资者、燃气汽车和加气站设备制造商和经营商、天然气经营管理机构、政府有关部门、城市市民、其他社会投资者等。以上各类主体的价值追求及其相互影响形成了推进加气站与燃气汽车规模化、互动发展的价值网,各主体间的关系如图 3-2 所示。

在所有关系中,燃气汽车运营者与加气站经营者的互动关系为核心关系。城市燃气汽车产业的发展和推广就是由燃气汽车的发展和加气站的建设来体现的。同时两者协调、有序的发展离不开政府的引导与支持。尤其在发展的初期阶段,政府政策的引导直接影响到燃气汽车和加

气站的建设。政府、燃气汽车和加气站是关键主体,由于目前主要推广的是燃气出租车,本章讨论的重点就是政府、燃气出租车和加气站。这三者有不同的目标,燃气出租车和加气站以经济利益为目标,但其行为特点存在差异,政府以社会效益为目标,通过一定的政策调控来影响燃气出租车和加气站的行为。因此讨论三者行为的特点对分析他们的相互影响结果有重要的作用。

6.1.1 燃气出租车、加气站及政府行为

a. 燃气出租车行为

燃气出租车是指以天然气作为燃料的出租车,它是燃气汽车的一种类型,燃气汽车可按下列方式进行分类。

按储存方式分:

(1) 低压天然气汽车指天然气以常压方式充装于汽车顶部的储气囊内,直接供给发动机燃烧的天然气汽车。

(2) 压缩天然气汽车将车用天然气压缩至 20MPa 充装于车用压缩天然气储气瓶中,经减压器减压后供给发动机燃烧的天然气汽车。

(3) 液化天然气汽车将天然气在 -162°C 低温液化后,储存于液化天然气储气罐中,经气化后供给发动机燃烧的天然气汽车。

(4) 吸附天然气汽车在 3~6MPa 下将天然气吸附在装有固体吸附剂的储存器中供给发动机燃烧的天然气汽车。

按使用方式分:

(1) 双燃料天然气汽车指油、气两种燃料混合燃烧的天然气汽车。

(2) 两用燃料天然气汽车指油、气两种燃料分别燃烧的天然气汽车。

(3) 单一燃料天然气汽车指发动机专烧天然气的汽车。

本章分析对象严格地应称为两用燃料压缩天然气出租车,它的特点是能分别燃烧汽油和天然气,而这一特点就决定了其行为特征。作为只从经济利益角度考虑的出租车,它会比较燃气还是燃油哪一种燃料的成

本较小,即在收入一定的条件下,经济利益较大。

在目前天然气价格稳定而汽油价格持续上涨的情况下,并且油气价差不断拉大,使得燃烧天然气的优势越发明显。但是还存在另一个不容忽视的问题是城市加气站的建设还远远没有跟上燃气汽车的发展,直接造成了车辆“加气难”问题。

若出租车选择加气,它的成本除了燃料成本外,还有一项更重要的是加气的等待成本。加气站数量太少使得出租车去加气几乎都要排队,而且排队时间非常长,远远超过了出租车去加油的时间。而若出租车选择加油,它的成本主要就是燃料成本。因此对每辆出租车来讲,选择加气或加油就是通过比较这两项成本的高低来决定的。若加气成本高则选择加油,加油成本高则加气。

但是必须指出,上面的判断是建立在对每辆出租车的成本分析基础上的。一个更重要的问题就是,当所有或部分出租车判断出加气成本低而去加气时,势必引起加气的车辆增多,造成排队等待时间的延长,等待成本的增加。因此任一出租车要考虑到其他出租车的行为,即加气或加油,这些行为对自身有很大的影响,在一定程度上也决定着自身的行为。

b. 加气站行为

加气站是燃气汽车加装燃料的基地,它的主要功能是快速、准确、安全地为汽车加充燃料。同时,作为服务企业,它是燃气汽车产业必不可少的组成,是燃气汽车使用 and 发展的基础设施。

加气站按照生产流程可分为常规加气站和母子加气站;按照设备是否固定分为固定式加气站和移动式加气站。

本章讨论对象是固定式加气站,即其主要设备完全固定,由燃气汽车去固定的地点加气。把城市中各加气站当作一个整体考虑,它也是以经济利益最大化为目标的。例如,在加气站成本一定的条件下寻求更高的气价,或是在价格一定的条件下降低成本。本章分析的就是在加气站成本一定的条件下,如何确定销售的气价来实现利润最大化。由于目前油气价差的不断增大,使得车辆对天然气的需求也日益明显增加。因此加气站的目的就是在成本一定的条件下,适当提高天然气价格,这可能

会影响燃气需求量一定程度的降低或者不产生影响。这两种情况都会增加加气站的利润,这是加气站经营者希望看到的结果。因此加气站经营者的目标就是判断影响燃气需求的各种因素,制定合适的销售气价,达到利润的最大化。

c. 政府行为

政府是伴随国家的产生而出现的一种最有代表性和权威性的政治上层建筑。政府有广义和狭义之分。广义的政府是指掌握社会公共权力的各种国家政权机关的综合,包括立法机关、行政机关和司法机关;狭义的政府仅指国家政权机关中的行政机关。狭义上政府的基本职能就是执行国家权力机关的意志,从事国家的行政管理,代表国家的最高权力机关来处理全国或一个地区的日常公共事务。

根据对政府的定义,从宏观而言,政府行为代表着整个社会公共权力运行的方向,维系着社会的秩序与效率;从微观而言,政府行为通过政府各级工作人员的动作,为广大公众所感受、评判,影响着政府的权威与形象,影响着政府的行政能力和行政效率。根据不同的标准,我们可以将政府行为作如下划分:一是根据其功能性质,可分为一般行政行为、经济社会行为和国有资产管理行为。二是根据其主体涵盖的范围,分为中央政府行为和地方政府行为。三是根据内容和发展的时间顺序的不同,分为计划行为、组织行为、决策行为、执行行为、领导行为、监督控制行为等。

本章所分析的政府行为主要讨论的是政府的经济行为,因为这个行为也是目前燃气汽车推广过程中政府所采用的主要行为,这一点从国内和国外的政府政策资料中都不难发现。而这种经济行为的体现在本章中就表现为政府的经济调节手段,同时为了建模考虑,简化一些模型参数,因此选取典型的经济调节手段纳入到模型中,例如将政府对气价的补贴作为政府和加气站博弈中政府的行为来考虑,从而在这个限制条件下讨论博弈并做出相应的分析和结果。

本章尝试分析地方政府在城市燃气汽车推广过程中的行为,包括对燃气出租车行为的影响以及与加气站的博弈关系。在关于燃气出租车

方面,政府应看到燃气出租车的行为特点,而这些特点是在一定的政府政策下表现出来的,由此判断随着政策和其他因素的变化,燃气出租车的行为如何变化。例如:在政府对燃气出租车数量的规划条件下,判断实际加气的出租车数量和出租车加气的均衡概率及其期望收益等,目的是研究政府政策尤其是一些经济政策对燃气出租车和加气站发展的影响。在关于加气站方面,政府主要目标是在政府支出一定的条件下,达到社会效益的最大化,即燃气所带来的环境效益和作为天然气消费者的出租车运营者的效用之和的最大化。而达到这一目标的手段就是通过政府对天然气的补贴,通过补贴来影响燃气需求,达到政府目标。

6.1.2 西安市燃气出租车、加气站发展基本情况及主体行为特点

a. 西安市燃气出租车及加气站发展基本情况

西安市是 1999 年 4 月国家推广“空气净化工程——清洁汽车行动”确定的 12 个示范城市之一。2003 年 5 月又被国家科技部批准为全国 16 个“清洁汽车重点推广应用城市”之一。西安市结合具体实际情况,利用陕北气田得天独厚的天然气资源和西安众多科研院所的产业技术优势,积极推广燃气汽车的发展。目前主要是推广燃气公交车和出租车。

燃气公交车的推广包括单一燃料天然气公交车和油气两用燃料公交车。截止 2005 年 6 月底,西安市已发展天然气公交车 1 540 辆,占公交车总数(不含中巴车)的 51.3%;单一燃料 CNG 公交车 117 辆,占天然气公交车总保有量的 7.6%;油气两用燃料公交车 1 423 辆,占天然气公交车总保有量的 92.4%。但是相比燃气出租车来讲,燃气公交车的数量还是比较少的,而且即便是油气两用燃料公交车,目前也是去公交公司的加气站加气的,其加气率达到 100%^①,不存在燃气还是燃油的选

^① 国家专家组检查西安“清洁汽车城市项目”汇报提纲

择问题,因此本章主要研究西安市的燃气出租车。

截止 2005 年 6 月底,西安市出租车数量为 10 430 辆,其中燃气出租车 10 032 辆,由整车厂生产的达到或高于现行排放标准水平的有 9 716 辆,占出租车总数的 93.2%。这些燃气出租车全部是油气两用燃料出租车。

截止目前,已建成 CNG 加气站 41 座。其中常规站 26 座,母子站(含天然气加气车临时停车点)15 座。日供压缩天然气约 45 万立方米。由西安市天然气总公司提供气源的常规站进气价格为每立方米 1.45 元(市政府给每立方米天然气补贴 0.15 元之后的价格),售气价格每立方米 2.15 元。母站的供气价格为每立方米 1.15 元,母站的售气价格为 1.6 元。

西安市政府大力推广发展两用的双燃料出租车(本章统一简称为燃气出租车),已将全市出租车的 96.2% 改装为燃气出租车,但是由于加气站数量有限,这又造成了部分出租车“加气难”的问题。为缓解这一矛盾,西安市政府又将加气站建设列为 2005 年重点建设项目,新建了一大批加气站缓解“加气难”的矛盾,但是随着油气价差的拉大和城市其他用气量的增加,这一矛盾有进一步深化的可能。因此政府需要了解燃气出租车的燃气行为,例如:如何选择燃气还是燃油,了解加气站的定价行为,即在政府目标最大化的条件下(即社会福利的最大化)如何追求利润最大化。通过对这些行为的分析和了解,有利于政府研究政策对燃气出租车、加气站以及政府自身的影响作用,从而制定更为合理的发展政策。

b. 三大主体的行为特点

根据前面介绍的西安市燃气出租车和加气站发展的基本情况以及 2005 年 11 月到 12 月对西安市部分加气站的基本调查发现,燃气出租车的加气还存在一定的难度。这些因素影响了出租车的燃气行为,同时由于受国际原油市场的影响(从 2005 年 5 月下旬开始,国际市场原油价格疯狂上涨,每桶原油的价格已从 46 美元上涨到 57.35 美元,涨幅近 25%),国内汽油价格也不断上涨,西安的 93 号汽油价格涨为 4.30 元/升,而天然气的价格却稳定在 2.15 元/立方米,而 1 升汽油的续驶里程与 1 立方米天然气相当,因此对于出租车来讲,燃气比燃油起码少花一半

的钱。燃气出租车的运营者都明白燃气所带来的经济效益,都倾向于选择燃气,由于城市供气能力的有限,这就引起了加气排队的问题,而且排队等待时间非常长。在 2005 年 11 月的调查中,平均每辆燃气出租车在白天的排队等待时间在 1.5~2 个小时之间,而晚上加气则时间更长(因为不太影响出租车的正常运营),这大大超过了出租车运营者的承受范围,同时也大大降低了出租车燃气所带来的经济效益。因此就引发出租车的燃气选择行为,即怎样判断选择燃气还是燃油的问题。而且出租车不仅需要考虑自己选择的问题,还要考虑其他所有燃气出租车的行为选择问题,因为他们的选择也直接影响到自己的燃气成本(这主要体现在燃气的等待成本上),因此需要比较燃气所带来的燃料成本的节约以及等待成本的增加,同时政府的政策性补贴也会影响到燃气及燃油的经济效益,燃气出租车运营者根据这些信息来决定是燃油还是燃气。

政府了解到燃气出租车的这种行为,可以分析出政府相关政策对出租车这种行为结果的影响。在本章中,为了便于建模讨论政府对燃气出租车博弈的影响,政府的行为只限于讨论表现为气价调节,出租车收益调节等手段的经济行为。

加气站的行为在这里主要指气价的确定问题。因为城市加气站发展规划(包括数量以及布点)都主要由政府宏观政策控制,尤其是加气站布点规划问题,更是牵扯到方方面面。以西安市为例,加气站的“选点用地”问题更是涉及到 13 个部门和单位,需要履行 24 项程序才能办完有关建审手续,因此在这方面加气站的行为空间就非常小,而与目前油价的飞涨形成鲜明对比的是燃气价格的持续不变,一直稳定在 2.15 元/立方米,因此需要讨论这个燃气价格需不需要变动,以及如何变动和变动多少的问题。这个问题主要涉及政府和加气站经营者,他们是基于不同的目标来选择自身行为的。加气站目标是其自身利润的最大化,影响这一目标的主要因素就是气价和销售量;而政府目标是燃气消费者(这里指燃气出租车)的效用和政府补贴成本的差额的最大化,即在有限的经济条件下寻求消费者效用的最大化,影响这一目标的主要因素是气价和政府补贴。因此政府与加气站的行为选择表现出来的直接结果就是燃

气价格和政府补贴。

加气站通过对政府目标及行为的判断来选择自身行为——燃气的定价问题,而政府看到加气站的这种选择,根据加气站的这个定价来确定一个合适的补贴,接着加气站根据政府的这个补贴又确定满足自身利益最大化的燃气价格,而政府又根据这个价格来确定新的补贴,如此这样不断地反复,相互影响,最后达到双方都认定的结果,没有哪一方愿意单独改变自身的行动,因为这只能造成自身利益的减小,此时就达到系统的均衡状态。

6.2 博弈分析(一):两用燃料出租车之间

6.2.1 模型

a. 基本描述

城市中共有 n 辆出租车,他们可选择加气或者加油来满足行驶需要。城市中汽油价格高于天然气价格,但是天然气的供给量却不能满足所有 n 辆出租车的加气需求,即出租车若选择加气虽然得到的价格较低,但却可能存在加气成本,并且这个成本的高低还取决于其他出租车的行为选择,若其他 $n-1$ 辆车中选择加气的多于加油的,则对每一辆选择加气的车来讲都会产生加气等待的时间成本,并且在现有条件下,这个成本还会随着加气车的数量增加而不断增加。

同时,政府作为宏观的管理者,从环境和能源的角度出发,希望燃气汽车能够得到推广。因此它通过调整一些政策因素来影响出租车的行为选择,使得这个多人参与的博弈结果向着政府所希望的方向和目标发展。

b. 基本假设

(1) 出租车以自身的经济利益最大化为目标。不考虑他们运营毛收入差异,他们加气或加油的行为选择只会影响他们的成本。

(2) 政府希望出租车都趋于选择加气,它对选择加油的出租车进行负激励,而对选择加气的出租车进行正激励。

6.2.2 模型建立

将 n 辆出租车之间的博弈问题抽象为 1 辆出租车和 $n-1$ 辆出租车之间的博弈问题,即把 $n-1$ 辆出租车设为一个虚拟对手,分别表示为出租车 I 和出租车 II,此时多人博弈就转化为双人博弈,可按照双人博弈的方法来建立模型。

a. 收益模型

出租车 I 在一次博弈中的行为选择为{加气,加油},收益可分别表示为:

(1) 选择加油时:

$$\pi_{1P} = B - (C_{\text{com}} + \alpha_{1P}) \quad (6-1)$$

其中, B 表示出租车的收入, C_{com} 表示加油出租车运行的一般成本。这两个影响因素都假设为常量,并且对所有 n 辆出租车都相同。 α_{1P} 表示由于出租车选择加油而带来的负激励成本,这个成本是政府根据全部 n 辆出租车中选择加油的数量来确定的,数量越多,则对每辆车的负激励成本越大,所以 α_{1P} 是与出租车 II 行为选择概率有关的一个变量。

(2) 选择加气时:

$$\pi_{1G} = B - (kC_{\text{com}} + C_{GT} - \beta_{1G}) \quad (6-2)$$

其中, B 与上式的解释相同;但由于加气出租车的运行成本低于加油出租车,所以用 kC_{com} 来表示加气的一般成本,并且 $0 < k \leq 1$; C_{GT} 表示出租车 I 由于选择加气而造成等待的时间成本, C_{GT} 与城市的加气站建设有关,同时也与出租车 II 行为选择的概率分布有关。 β_{1G} 表示政府对出租车 I 选择加气的正激励,它也是与出租车 II 的行为有关的变量。

出租车 II 的行为选择也是{加气,加油},但由于他们实际上是由 $n-1$ 辆车组成的,所以他们的行为可看成是以一定的概率分布来表现的。设每辆车加油概率无差异为 p ,则加气概率为 $1-p$ 。出租车 I 面临的

第一种情况是 $n-1$ 辆车全部加油,此时概率 $P_1 = C_{n-1}^{n-1} p^{n-1} (1-p)^0$, 第二种情况是有 $n-2$ 辆车加油,1 辆加气,此时概率 $P_2 = C_{n-1}^{n-2} p^{n-2} (1-p)^1$, 推理可知第 i 种情况是 $n-i$ 辆出租车选择加油,其余的 $(n-1)-(n-i)$ 选择加气,概率 P_i 等于 $C_{n-1}^{n-i} p^{n-i} (1-p)^{i+1}$ 。

b. 期望收益

对于出租车 I 来讲,它所追求的是自身期望收益的最大化,即它通过比较不同的行为选择下的期望收益,从而选择出能对自己更可能有利的行为。下面分别计算出出租车 I 选择加油和加气时的期望收益。

(1) 选择加油时的期望收益:

$$E(\pi_{1P}) = \sum_{i=1}^n C_{n-1}^{n-i} p^{n-i} (1-p)^{i-1} [B - (C_{\text{com}} + \alpha_i)] \quad (6-3)$$

式(6-3)中关于出租车 I 加油的期望成本为:

$$E(\pi_{1P})' = - \sum_{i=1}^n C_{n-1}^{n-i} p^{n-i} (1-p)^{i-1} (C_{\text{com}} + \alpha_i) \quad (6-4)$$

式中 α_i 表示在 $n-1$ 辆车中有 $n-i$ 辆车选择加油时政府对出租车 I 选择加油行为的负激励成本。当选择加油的出租车数量比较多时,政府的负激励成本也比较大;反之则较小。在此假设政府的负激励成本满足等差数列,即可认为 $\alpha_i + \alpha_{n-i+1} = \alpha_c$, α_c 为常量。为了计算简便,令 $p=1/2$,这对后边的结论不会产生实质性的影响。

因此

$$\begin{aligned} E(\pi_{1P})' &= -(1/2)^{n-1} (\alpha_c + C_{\text{com}}) \left[1 + (n-1) + \frac{(n-1)(n-2)}{2!} + \dots \right. \\ &\quad \left. + \frac{(n-1)(n-2) \cdots (n-(n-2)/2)}{((n-2)/2)!} \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2} \frac{(n-1)(n-2) \cdots (n-(n-1)/2)}{((n-1)/2)!} \right] \end{aligned} \quad (6-5)$$

此时可以根据泰勒公式将上式化简为:

$$E(\pi_{1P})' \cong -\alpha_c - C_{\text{com}} \quad (6-6)$$

从式(6-6)可以看出,政府对加油车的负激励期望等于其激励函数的中位数与运营成本之和。

(2) 选择加气时的期望收益:

$$E(\pi_{1G}) = \sum_{i=1}^n C_{n-1}^{n-i} (1/2)^{n-1} [B - (kC_{\text{com}} + C_{GTi} - \beta_i)] \quad (6-7)$$

式中 β_i 为第 i 种情况下政府对加气车的正激励, 假设 β_i 随着加气车的数量的增多而减少, 并且 $\beta_i + \beta_{n-i+1} = \beta_c$, β_c 为常量。

因此上式中关于 β_i 项可记为:

$$E(\pi_{1G})^\beta \cong \beta_c \quad (6-8)$$

式(6-8)表示政府对加气车的正激励期望等于其激励函数的中位数。

C_{GTi} 与加气站的建设和出租车 II 的行为选择有关, 这意味着它与城市的供气能力有关。假设城市的供气能力为 n^* , 即只能满足 n^* 辆车的加气需求。因此当加气的出租车数量小于 n^* , 即其余的 $n-1$ 辆车中有小于等于 n^*-1 辆车选择加气时, 出租车的加气成本为 0。当超过这一限度时, 加气成本与加气车的数量间的关系为一增函数, 表示为:

$$C_{GTi} = \begin{cases} 0, & \text{当 } i \leq n^* \\ a_T + ib_T, & \text{当 } i > n^* \end{cases} \quad (i = 1, \dots, n) \quad (6-9)$$

且令 $a_T + nb_T = \gamma$,

因此(6-9)式中关于等待的时间成本可记为:

$$\begin{aligned} E(\pi_{1G})^\gamma &= -[C_{n-1}^{n-n^*} (1/2)^{n-1} (a_T + (n^* + 1)b_T) + \dots + C_{n-1}^0 (1/2)^{n-1} \\ &\quad \cdot (a_T + nb_T)] \\ &= -[C_{n-1}^{n-n^*-1} (1/2)^{n-1} (\gamma - (n - n^* - 1)b_T) + \dots + C_{n-1}^0 (1/2)^{n-1} \gamma] \end{aligned} \quad (6-10)$$

经化简得:

$$E(\pi_{1G})^\gamma = - (1/2)^{n-1} \left[\sum_{j=0}^{n-n^*-1} C_{n-1}^j (\gamma - ib_T) \right] \quad (6-11)$$

式(6-11)右边方括号内的值是关于供气能力 n^* 的函数, 可以用 $\theta(n^*)$ 来表示, 且 $\partial\theta(n^*)/\partial n^* < 0$, 意味着等待造成的时间成本随着供气能力的提高而不断减少。

因此出租车 I 选择加气时的期望成本可表示为:

$$E(\pi_{1G})' = \beta_c - (1/2)^{n-1} \theta(n^*) - kC_{\text{com}} \quad (6-12)$$

由于不考虑他们的收入差异,因此通过比较出租车选择加油或加气的期望收益 $E(\pi_{1P})$ 和 $E(\pi_{1G})$ 来确定出租车 I 的最佳反应行为就可以通过比较他们加气或加油的期望成本 $E(\pi_{1P})'$ 和 $E(\pi_{1G})'$ 的大小来实现。

6.2.3

结果分析

(1) 当 $E(\pi_{1G})' \geq 0$ 时,即满足 $\beta_c \geq (1/2)^{n-1} \theta(n^*) + kC_{\text{com}}$,表示出租车由于加气而得到正激励的期望值大于或等于它选择加气而造成等待的时间成本,所以 $E(\pi_{1G})' > E(\pi_{1P})'$ (因为 $E(\pi_{1P})'$ 总是小于零)。此时出租车 I 选择加气的期望收益大于其选择加油的期望收益,所以出租车 I 选择加气。

但是实际中,出租车 I 无论选择加油还是加气,它的期望成本都不可能大于零,也就是政府对它的正激励不可能超过它的一般运行成本和等待成本之和,所以上面分析的情况不可能发生。

(2) 当 $E(\pi_{1G})' < 0$,表示政府对出租车加气的正激励不足以抵消出租车加气所带来的时间成本和一般运行成本,这意味着政府的正激励有限或是加气站的发展太缓慢而不能满足城市出租车燃气需求而造成等待成本过高。此时可分为以下两种情况讨论。

情况一: $\beta_c - (1/2)^{n-1} \theta(n^*) - kC_{\text{com}} < -\alpha_c - C_{\text{com}} < 0$,即满足 $\beta_c + \alpha_c + (1-k)C_{\text{com}} < (1/2)^{n-1} \theta(n^*)$ 时,表示对于出租车 I 来讲,当选择加油所带来的负激励的期望值,选择加气带来的正激励期望值以及加油加气的一般运行成本差额之和还小于等待时间成本时,它会选择加油。同时对于其他的 $n-1$ 辆车,它们也是从自身的角度来判断的,所以他们也会选择加油。因此在一次博弈中,全部 n 辆出租车会选择加油,没有车选择加气。但是不难看到,若有一部分车辆选择加气其收益是大于加油的,因为此时等待成本的影响是有限的。造成这种现象的原因是实际中有部分出租车是可以获得关于加气等待情况的信息,假设 n 辆出租车中有 $1/t (t > 1)$ 的车辆装有通信设备具有这种功能,因此在情况一的条件

下,其他没有装通信设备的 $(1-1/t)n$ 辆车选择加油,而对于有通信设备的 $(1/t)n$ 辆车的分析如下:

城市最优的加气车数量为 s ,且 $s = \frac{(1-k)C_{\text{com}} + \alpha_n^* + s + \beta_n^* + s - a_T}{b_T} - n^*$

①当 $n/t < n^*$ 或 $n^* \leq n/t \leq s$ 时,装有通信设备的出租车没有超过最优加气数量时, $n/t \leq s$ 时,全部装备的 $(1/t)n$ 辆车选择加气,未装通信设备的车中有 $s - n/t$ 辆车选择加气,其余的 $n - s$ 辆选择加油,达到纳什均衡。

②当 $n^* < s < n/t$ 时,装有通信设备的出租车中有 s 辆选择加气,其余 $n/t - s$ 辆和未装通信设备的 $(1-1/t)n$ 辆出租车选择加油,达到纳什均衡。

情况二: $-\alpha_c - C_{\text{com}} \leq \beta_c - (1/2)^{n-1} \theta(n^*) - kC_{\text{com}} < 0$ 时,即满足 $(1/2)^{n-1} \theta(n^*) < \beta_c + \alpha_c + (1-k)C_{\text{com}}$,此时虽然出租车Ⅰ选择加气得到的正激励的期望还不能抵消它等待的时间成本和一般运行成本,但是由于还是会大于加油所带来的负激励的期望和运行成本,出租车Ⅰ选择加气是它针对其他出租车的最佳反应行为。而对于其他出租车也会作出同样的判断和选择,同理,根据情况一的分析,全部出租车选择加气并不是纳什均衡,有通信设备的出租车会得到信息做出更好的选择,讨论如下:

①当 $(1-1/t)n \leq n^*$ 或 $n^* < (1-1/t)n \leq s$ 未装备通信设备的出租车数量没有超过最优的加气数量时, n 即 $(1-1/t)n \leq s$,若 $s - (1-1/t)n \leq n/t$,全部未装备通信设备的出租车和 $s - (1-1/t)n$ 辆装备通信设备的出租车选择加气,其余的车选择加油,达到纳什均衡。

②当 $(1-1/t)n > s$ 时,未装通信设备的车中有 s 辆选择加气,其余未装的 $(1-1/t)n - s$ 辆车和全部装有通信设备的出租车选择加油,达到纳什均衡。

通过以上的分析可知,通过上述方法,政府可以判断出出租车和政府政策造成的结果是属于以上哪种状态,找到目前制约城市出租车加气的主要因素,并通过对这些因素的调节使得有着多个博弈方参与的博弈结果朝着政府所期望的方向发展。

6.2.4 结论

(1) 根据本章的假设条件,政府对加气车和加油车正、负激励的期望值都等于其激励函数的中位数。当正、负激励期望和加油加气的运行成本差额之和与加气的等待成本存在差异时,装有通信设备的出租车和未装通信设备的出租车选择不同的行为达到纳什均衡。

(2) 通过合理的政策调整即对加气出租车的正激励以及更为有效地加快加气站建设,增强城市供气能力使得出租车加气的期望收益明显优于加油时,才能促进城市出租车燃气化走上更快更平稳的发展道路。

此外,若是将出租车毛收入差异引入模型将更加贴近实际,进一步纳入加气站为博弈方的多主体博弈也是下一步的研究工作。

6.2.5 实例分析

通过建立不完全信息静态模型描述了燃气出租车的燃气选择行为,得到了在政府各种政策影响下均衡的燃气出租车的数量,这些政策包括采用经济手段对燃气的出租车进行正激励,对燃油的出租车进行负激励,或者采取一定的行政手段,如:加快加气站的审批程序增加城市的供气能力,从而降低出租车燃气的等待成本等。更为实际的情况是判断在多次博弈中出租车燃气的均衡概率。

在给定加气站运营的时段 $t \in [0, T]$,每一辆出租车都需要判断在各个时刻以怎样的概率去加气才能保证自身的收益最大化。根据前文的分析,1 辆出租车对其他出租车的判断服从二项分布,整个系统的状态用向量 S_t 表示, $S_t = (n-1-q-l, q, l, m)$, 其中 q 表示正在排队的出租车数量, l 表示已经离开的出租车数量, $n-1-q-m$ 表示在队列外的出租车数量, m 表示正在接受服务的出租车已经完成的服务时间。

而当系统时间由 t 变为 $t+1$ 时,系统状态可能不变化,也可能发生变化,此时不仅需要判断已经离开的出租车数量 l 是否等于总数量,还

要判断正在接受服务的出租车的服务是否完成,同时还要以一定的概率来推断进入队列排队的出租车的期望数量。根据这些条件,即可得到出租车 I 在 t 时刻燃气的期望收益与燃气概率的函数关系。

a. 编程思路

下面的算法是在知道每个参与者期望值 E 后找到各时段进入概率的均衡解。求解采用启发算法,具体的做法是先假设 $E=0$,然后迭代求解各个不同的 E 。假设找到一个解 E ,此时对应呆在外面的概率 $p_{\text{out}} > 0$ 。如果 $p_{\text{out}} > 0$ 意味着 $E=0$ 。同样的,如果我们找到一个解 $E > 0$,那么我们知道 $p_{\text{out}} = 0$ 。在每个给定的 E 值下,我们用如下的算法,从 $t=0$ 直到 $t=T$ 进行计算。

(1) 设置 $p_t = 0$ 并评估 $E_t(0)$ 。

(2) 如果 $E_t(0) \leq E$,那么此时已经使 E_t 最大, p_t 就等于 0(原因是 E_t 是一个随着 p_t 增加而递减的函数)。如果 $t < T$,此时将时段 t 增加 1 并转向步骤(1),否则,结束计算。

(3) 如果 $E_t(0) > E$,那么让 $p_t^{\max} = 1 - \sum_{s < t} p_s$,然后评估 $E_t(p_t^{\max})$ 。

①当 $E_t(p_t^{\max}) \leq E$ 时,由于 E_t 是连续的,所以此时存在一个值 p_t^* 使 $E_t(p_t^*) = E$ 。求解简单的一元方程就可以得到该概率 p_t^* 。如果 $t < T$,此时将时段 t 增加 1 并转向步骤(1),否则,结束计算。

②当 $E_t(p_t^{\max}) > E$ 时,此时找不到 E_t 可以等于 E 。此时,就不存在对应于 E 的均衡解。终止求解过程。

当这个求解过程结束时,我们可以发现是否找到一个合适的值 E 来使整个过程均衡。通常,这个值是很难在事先准确确定的。通常,我们采用迭代的方式,通过不断修改 E 直到我们发现这个均衡解。设

$p_{\text{out}} = 1 - \sum_{t=0}^T p_t$,那么迭代过程可能遇到如下三种情况:

(1) 如果算法在前文②过程结束而没有找到解,那么当前设置的 E 偏小,需要增加 E 并重新迭代;

(2) 如果 $E > 0$ 且 $p_{\text{out}} > 0$,那么我们也没有找到均衡解,当前设置的 E 偏大,减少 E 并重新迭代;

(3) 如果 $E>0$ 且 $p_{out}=0$ 或者 $E=0$,那么此时就得到了算法的均衡解 $\{p_i\}$ 。

b. 等待数量 n 变化对均衡概率 p_i 和期望收益 E 的影响

根据西安市出租车燃气的基本资料,全市现有燃气出租车10 032 辆,已建成加气站 51 座,但是由于上游管网供气量压力过大和管网建设滞后问题的影响,尤其在冬季,气压不足更是直接导致加气站不能正常运营,能正常运营的加气站仅占一半左右。因此单个加气站承担的加气车辆数量变化比较明显,假设燃气出租车在城市区域均匀分布,研究周期为一天,详细数据如表 6-1:

表 6-1 研究数据表

研究周期 T	服务时间 d	等待成本 c	收益 r
1 440	3	0.05	40

在其他条件不变的情况下,燃气车数量 $n=600$ 和 $n=700$ 变化对均衡概率 p_i 的影响如下面图 6-1 和图 6-2 所示:

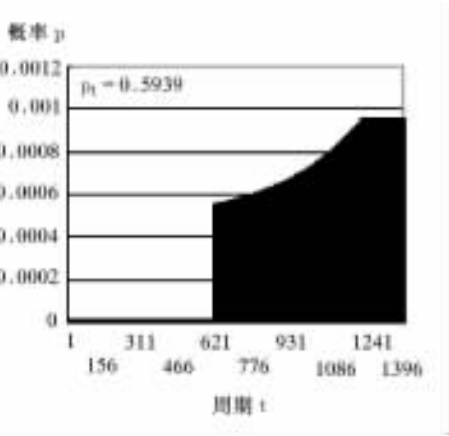
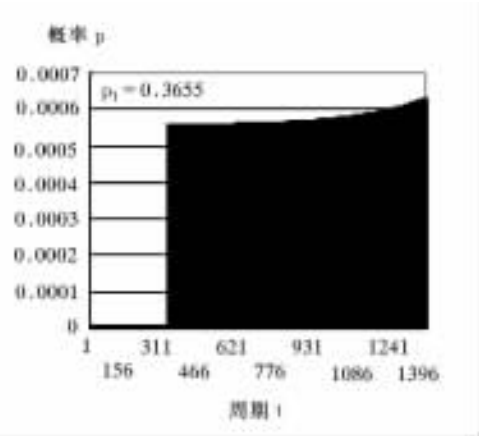


图 6-1 整个周期均衡概率图($n=600$)

图 6-2 整个周期均衡概率图($n=700$)

图 6-1 和图 6-2 就是仿真 600 辆燃气出租车和 700 辆燃气出租车在整个研究周期内燃气的均衡概率图。在燃气出租车数量为 600 辆

时仿真周期的大部分时刻的加气概率都比较接近,而当数量为 700 辆时,概率变化就比较明显。

上面两个图中有一段时间出租车选择加气的概率为 0 是因为受到时刻 1 去加气的出租车概率的影响,在初始概率一定的情况下,因为出租车数量的增多使每辆车都意识到加气困难的问题,因此降低了自己的期望收益,使得在仿真开始阶段的时刻 1 选择进入的概率较大,这就影响了下一时刻要加气的出租车的等待成本,并且这种影响一直持续到加气的实际收益与期望收益相等的那一时刻,因此整个周期的均衡概率如图 6-1 和图 6-2 所示。

由于周期太长,上面两图中只能反映概括的概率分布情况。为了更清楚一些,选取仿真的最后 1 小时概率分布的变化,如图 6-3 和图 6-4:

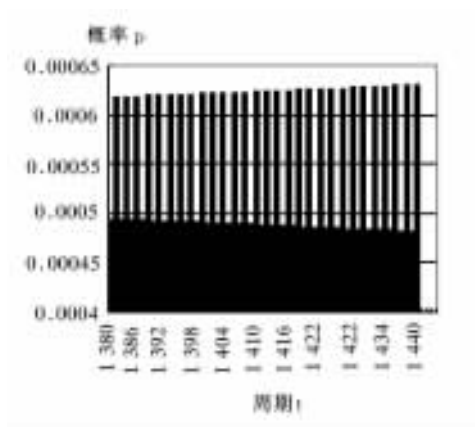


图 6-3 部分周期均衡概率图($n=600$)

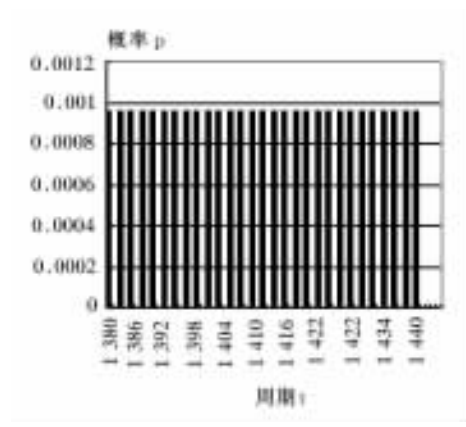


图 6-4 部分周期均衡概率图($n=700$)

从图 6-3 和图 6-4 中可以看出,在仿真的最后一个阶段,出租车选择加气的均衡概率是有一定变化规律的,相邻的两个时刻的概率按照高低变化,若前一时刻的概率大,进入的车辆多,则这一时刻的出租车会考虑等待成本,均衡概率就变小,而这一时刻燃气概率小,在下一时刻出租车考虑等待成本较小,选择进入的概率就又变大了,因此这种影响相互作用,表现形式如上图中所示。在图 6-3 中能明显看出这种变化,图 6-4 中也有这种规律,但是由于前一时刻和后一时刻的概率相差较大

(前一时刻概率在0.000 95附近波动和后一时刻概率为 0),因此图 6-4 中反映不是很明显。

同时,假设服务完成后出租车运营者得到的收益不变的条件下($r=40$),燃气出租车数量的增多使得运营者意识到加气等待成本的增加,因此对加气产生的期望收益也就不断降低。仿真模拟的燃气出租车数量由 600 辆增至 700 辆时,出租车运营者的期望收益由21.829 7迅速下降到 6.81,下降了 68.8%。

c. 总收益 r 变化对均衡概率 p_i 和期望收益 E 的影响

总收益 r 与汽油价格和天然气价格有关,选取近三年来价格变化的平均值得到总收益分别为 35.2,36.7 和 40。仿真分析总收益变化对均衡概率的影响,其他条件不变($T=1\ 440,d=3,c=0.05,P_0=0.02,n=600$),仿真结果如表 6-2 所示:

表 6-2 总收益与期望收益关系表

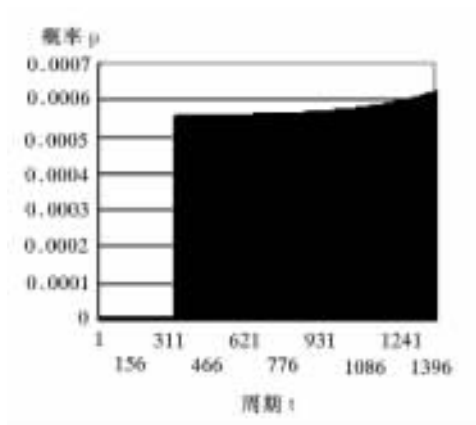
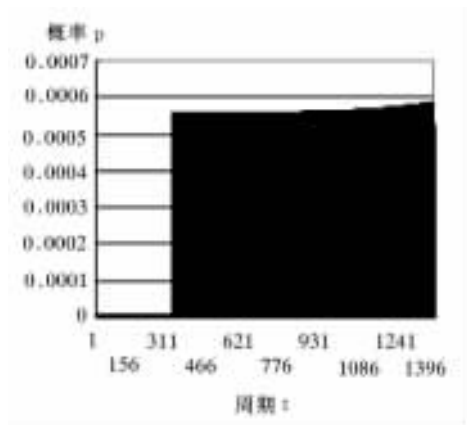
总收益	$r=35.2$	$r=36.7$	$r=40$
期望收益	17.02	18.53	21.82

随着汽油价格的上涨,燃气的总收益也不断增加,在其他条件不变的情况下,出租车运营者对燃气的期望收益也随之增加,总收益平均变化 1%,期望收益变化 2.03%,但是总收益变化对均衡概率的影响较小。

d. 等待成本 c 变化对均衡概率 p_i 和期望收益 E 的影响

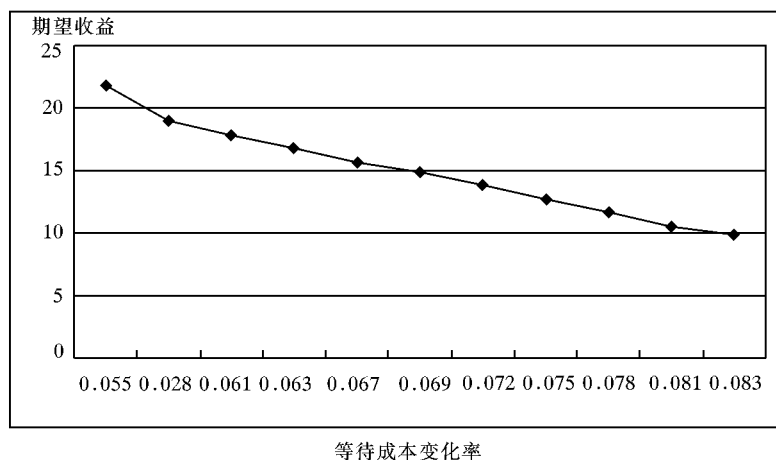
本部分研究中假设等待成本 c 是与出租车收入有关的,收入越高则单位等待成本越大。假定收入按照2 000,2 500和3 000变化,则等待成本分别为0.05,0.069和0.083。其他条件不变($T=1\ 400,d=3,p_0=0.02,n=600$)。

等待成本按照 $c=0.05$ 仿真的结果见图 6-2,等待成本为0.069和0.083的见图 6-5 和 6-6。

图 6-5 均衡概率图($c=0.069$)图 6-6 均衡概率图($c=0.083$)

等待成本变化对均衡概率的影响不大,从上面两图中也可以看出,在不同的等待成本作用下,均衡的总体分布十分相似,但是对于等待成本低的,各时刻的概率会较等待成本高的各时刻概率变化大一些。

图 6-7 显示的是收入每增加 100 引起的单位等待成本的变化与期望收益的关系图,可以明显看出,等待成本的增加使得对燃气的期望收益不断降低,统计结果标明,收入每增 100 引起平均期望收益下降 7.63%。

图 6-7 等待成本变化率 c 与期望收益 E 的关系图

6.2.6

小结及政策建议

本小节讨论了燃气出租车的行为特征。出租车只追求个体利益的最大化,但是追求个体利益最大化时平均每辆加气出租车的收益小于整体利益最大化时每辆加气出租车的平均收益,出租车之间的博弈属于不完全信息博弈。在分析多人参与的博弈模型时,将其转化为两人博弈模型,即从一方的角度出发讨论另一方(多人)的行动特点,分析期望收益,并且根据对称性找到博弈的均衡解。通过对均衡解的分析得知政府可以通过一些政策因素的影响来调整出租车的燃气行为和期望收益。这些政策的调整可以通过出租车燃气的单位等待成本、加气站数量和燃油燃气收益的变化反映出来。

通过本部分的实例分析,在其他条件不变的情况下,燃气出租车数量的变化引起均衡概率的不同分布。当数量较少时,整个均衡概率变化幅度要小于数量多时的均衡概率,并且燃气出租车的数量增加会使燃气的期望收益迅速下降,在较低的期望收益下才能达到博弈的均衡概率。当总收益增加,出租车运营者对燃气的期望收益也随之增加,但总收益变化对均衡概率的影响较小。等待成本变化对均衡概率的影响不大,在不同的等待成本作用下,均衡的总体分布十分相似,但是对于等待成本低的,各时刻的概率会较等待成本高的各时刻概率变化大一些。而等待成本的增加使得对燃气的期望收益不断降低。

通过本节分析,政府应看到上面的三个因素对出租车均衡概率的影响,并且进一步分析,这三个因素与更多的变量相关,如:与加气站数量、汽油价格以及城市出租车总量等因素直接相关,并且可能还有一些间接的影响因素,例如:城市的车辆的组成结构等,若私家车数量增加就有可能影响出租车的收益和等待成本。这些因素的影响都可归纳到以上三个因素,因此政府可以通过调查和判断来确定出租车燃气的比较合适的期望收益及其变动范围,从而通过调整各方面的相关政策,使得出租车燃气能在这个期望收益下达到均衡概率。这样就同时考虑到了政府目标和燃气出租车的目标,最终使博弈达到均衡状态。

6.3 博弈分析(二):政府与两用燃料出租车

6.3.1 模型构建

a. 基本描述

城市中共有 n 辆出租车,它们选择加气或者加油来满足行驶需要。出租车选择加气虽然价格较低,但天然气的供给量却不能满足全部 n 辆出租车的需求,即存在加气等待成本。同时,政府作为宏观管理者,从社会福利最大化的角度出发,通过调整一些政策因素来影响出租车的行为选择,使得这个多人参与的博弈模型向着政府所希望的方向和目标发展。

本章考虑的博弈模型属于两阶段完全信息动态博弈模型。政府首先选择对天然气价格的补贴 β_c ,即每升气补贴 β_c 元;第二阶段是出租车在观察到政府补贴 β_c 后的行动,最终结果表现为选择加气的出租车的比例 k 。

模型可采用逆向归纳法求解,结果是子博弈精炼纳什均衡,该均衡定义为:

- (1) 给定出租车的反应函数,政府的选择是最优的;
- (2) 给定政府和其他所有 N_{-i} (N_{-i} 表示除第 i 辆车以外的其他出租车)辆出租车的选择,第 i 个出租车的选择是最优的。

由于模型中政府政策与加气出租车数量有关,因此第二阶段的求解只考虑达到纳什均衡时的加气出租车比例 k 。

b. 模型构建

(1) n 辆出租车博弈

第 i 辆出租车的收入表示为 B_i ,燃气成本为 C_{Gi} ,燃油成本为 C_{Pi} ,其他成本记为 $C_{\theta i}$,气价油价分别为 P_G 和 P_P 。 C_{GT} 代表平均每辆车的加气等待成本。假设 C_{GT} 是加气车数量 n' 的函数, $C_{GT} = C_{GT}(n')$ 。因为城

市的供气能力有限,有一个最大能满足的出租车数量 $n_{\max}$,即表示满足加气出租车的最大数量:当 $n' \leq n_{\max}$ 时, $C_{GT}(n') = 0$; 当 $n' > n_{\max}$ 时, $C_{GT}(n') > 0$ 。当加气车的数量很少时,增加一辆加气车也许不会对其他车的等待成本有太大的影响,但随着加气车的数量不断增加,每辆车的等待成本会急剧增加,因此可以假定:

$$\frac{\partial C_{GT}}{\partial n'} > 0, \quad \frac{\partial^2 C_{GT}}{\partial n'^2} > 0$$

加气等待成本如图 6-8 所示:

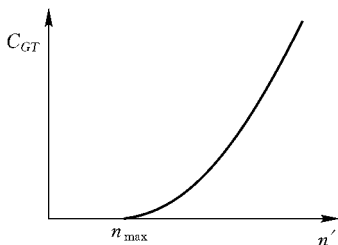


图 6-8 加气等待成本随加气车数量的增加而增加

作为出租车 i , 它会比较加气和加油的收益

加气收益:

$$\pi_{Gi} = B_i - (C_{Gi} + C_{\theta i} - \beta_c C_{Gi} / P_G + C_{GT}) \quad (6-13)$$

加油收益:

$$\pi_{Pi} = B_i - (C_{Pi} + C_{\theta i}) \quad (6-14)$$

其中,第 i 辆出租车的收入表示为 B_i ,燃气成本为 C_{Gi} ,燃油成本为 C_{Pi} ,其他成本记为 $C_{\theta i}$,气价、油价分别为 P_G 和 P_P 。

①纳什均衡时加气出租车比例:

在假设加气和加油对出租车的毛收入没有影响的条件下,收益的比较就转化为成本的比较。为了简便起见,用燃气、燃油及其他平均成本 C_G, C_P 和 C_θ 代替。

假设第 $j-1$ 辆车的加气成本小于加油成本,第 $j+1$ 辆车的加气成本大于加油成本,第 j 辆车加油成本与加气成本相等,即可求得此时的加气出租车占全部出租车的比例 k' ,表示为

$$C_{GT}(k'n - n_{\max}) = C_P - C_G \times (1 - \beta_c/P_G) \quad (6-15)$$

因此

$$k' = \{C_{GT}^{-1}[C_P - C_G \times (1 - \beta_c/P_G)] + n_{\max}\}/n \quad (6-16)$$

这个结果就是 n 辆出租车博弈达到纳什均衡时加气出租车的比例。由上式可以看出,加油成本的提高,加气成本的降低,政府补贴的增加和城市供气能力的提高都会使加气出租车的比例增加。

②整体最优解时加气出租车比例:

出租车整体的收益函数 π_T :

$$\begin{aligned} \pi_T = & \sum_{i=1}^n B_i - kn \times (C_G - \beta_c C_G/P_G) - (kn - n_{\max}) \times C_{GT}(kn - n_{\max}) \\ & - (1-k)nC_P - nC_\theta \end{aligned} \quad (6-17)$$

上式对 k 求偏导即可得出租车整体利益最大化时加气车的比例 k^* :

$$C_{GT}(k^*n - n_{\max}) + (k^* - n_{\max}/n)C'_{GT} = C_P - C_G \times (1 - \beta_c/P_G) \quad (6-18)$$

上式表示出租车整体最优的加气比例 k^* 是针对政府制定的政策 β_c 的函数。当政府提高对加气出租车补偿幅度 β_c 时,出租车整体最优的加气比例也会随之提高。

③对加气出租车比例的讨论:

公式(6-18)与公式(6-15)比较,等式右边相同,且又因为 $C'_{GT} > 0, nk^* > n_{\max}$, 因此 $C_{GT}(k'n - n_{\max}) > C_{GT}(k^*n - n_{\max})$, 根据等待成本函数 C_{GT} 的性质可得:

$$k' > k^* \quad (6-19)$$

上式表示出租车个体只从自身利益最大化角度出发的行为选择导致加气比例 k' (纳什均衡解)高于整体利益最大化时最优加气比例 k^* , 出租车的这种个体理性行为使得他们之间的博弈达不到整体最优的结果。

进一步分析可知,当加气出租车比例满足 k' 时,平均每辆加气车的收益可用下式表示:

$$\pi_{ETG}(k') = B_I - n(C_G - \beta_c C_G / P_G) - (n - n_{\max}/k')C_{GT}(k') - C_\theta \quad (6-20)$$

当加气比例满足整体利益最大化的比例 k^* 时,每辆加气车的平均收益为:

$$\pi_{ETG}(k^*) = B_I - n(C_G - \beta_c C_G / P_G) - (n - n_{\max}/k^*)C_{GT}(k^*) - C_\theta \quad (6-21)$$

式(6-20)减式(6-21)得:

$$\Delta\pi_{ETG} = (n - n_{\max}/k^*)C_{GT}(k^*) - (n - n_{\max}/k')C_{GT}(k') \quad (6-22)$$

由于 $k' > k^*$, 因此 $C_{GT}(k^*) < C_{GT}(k')$, $n - n_{\max}/k^* < n - n_{\max}/k'$, 所以式(6-22)小于零,即表示出租车追求个体利益最大化时平均每辆加气出租车的收益小于整体利益最大化时每辆加气出租车的平均收益。

同时,政府也应该看到这种结果,即对政府同一政策 β_c ,实际的出租车个体行为的加气比例 k' 是高于理想的整体最优时的加气车辆比例 k^* 。因此政府根据实际加气比例来制定补贴政策,由式(6-15)可以看出:

$$\beta_c = P_G - P_G[C_P - C_{GT}(kn - n_{\max})]/C_G \quad (6-23)$$

政府可由上式明确 β_c 对加气出租车等待成本的影响,进而得到 β_c 对 k 的影响。政府由以下几个目标来确定 β_c 。

(2) 政府的选择

政府目标是社会福利最大化,可以归纳为两个方面:经济目标和环境目标,不再单独考虑社会性目标。经济目标由出租车收益和加气站利润来体现,政府环境目标表示为出租车改装带来的环境收益的改善,这三个子目标分别用 SW_1 , SW_2 和 SW_3 表示。

$$SW_1: \quad \pi_T = \sum_{i=1}^n B_I - \sum_{i=1}^{kn} [C_{Gi} + C_{\theta i} - \beta_c C_{Gi} / P_G + C_{GT}(n')] - \sum_{i=1}^{(1-k)n} (C_{Pi} + C_{\theta i}) \quad (6-24)$$

$$SW_2: \quad SW_2 = \sum_{i=1}^{kn} C_{Gi} - \sum_{j=1}^{N_{G0}} C_{GSj} \quad (6-25)$$

其中 C_{GSj} 表示第 j 个加气站的运营成本, N_{G0} 表示加气站的数量。

$$SW_3: SW_3 = \sum_{i=1}^{kn} \left(\sum_{j=1}^{n_p} q_{Pij} \omega_{Pij} - \sum_{j=1}^{n_G} q_{Gij} \omega_{Gij} \right) = \sum_{i=1}^{kn} B_{Ei} \quad (6-26)$$

其中 q_{Pij} 和 q_{Gij} 分别表示第 i 辆车燃油和燃气排放造成的第 j 种污染物数量, 单位经济损失分别为 ω_{Pij} 和 ω_{Gij} , B_{Ei} 表示第 i 辆车燃油燃气所带来的环境收益的变化。

令 α_1, α_2 和 α_3 分别表示这三个子目标的权重, 则政府的目标函数为:

$$\max SW = \alpha_1 SW_1 + \alpha_2 SW_2 + \alpha_3 SW_3 \quad (6-27)$$

$$\text{s. t. } \sum_{i=1}^{kn} \beta_c C_{Gi} / P_G \leq M$$

总结北京、上海、西安等 14 个重点城市的燃气汽车发展政策, 采用层次分析法中计算权重的方法, 构造判断矩阵分别计算各城市的目标权重, 用它们的平均值代替 α_1, α_2 和 α_3 。城市 i 用 A_i 表示, 出租车收益、加气站利润和环境收益分别用 B_1, B_2 和 B_3 表示。以北京市为例, 各目标权重计算如表 6-3 所示:

表 6-3 北京市各目标权重

A_1	B_1	B_2	B_3	W_i	W_i^0
B_1	1	3/1	2/5	1.063	0.28
B_2	1/3	1	1/5	0.405	0.107
B_3	5/2	5/1	1	2.32	0.613

同理, 可求得其他 13 个城市的目标权重, 进行归一化处理, 得到各目标权重为: 0.25, 0.172, 0.578。

为了描述得更清楚, 假设加气出租车的等待成本可用线性函数 $b(kn - n_{\max})$ (因为有政府补贴, 因此出租车还是愿意花费一些等待成本的, 我们只关注加气成本大于零的部分线段) 表达。结合总目标函数, 构造拉格朗日函数求解政府目标最大化时出租车的加气比例得:

$$k^{**} = \frac{0.5(C_P - C_G) + 0.5bn_{\max} + 0.344C_G + 1.156B_E}{bn} \quad (6-28)$$

政府希望通过政策调整使得实际的加气比例 k' 与最优比例 k^{**} 相等,于是得到政府的最优补贴 β_c^{**} 为:

$$\beta_c^{**} = \frac{1}{2C_G} \left[\frac{0.172C_G + 0.578B_E}{0.25} - (C_P - C_G) - bn_{\max} \right] \quad (6-29)$$

6.3.2 博弈结果及分析

式(6-28)和式(6-29)就是这个两阶段动态博弈的子博弈精炼纳什均衡,政府根据式(6-29)来制定最优的气价补贴以满足社会福利的最大化。同时可以看出这个均衡解受到多方面因素的影响,包括出租车燃油燃气排放造成的环境损失 B_E 、燃料的平均成本 C_P 和 C_G 、城市的最大供气能力 $n_{\max}$ 、每辆车的等待成本 b 。下面分析主要因素变化对补贴 β_c 及加气比例 k 的影响。

a. $n_{\max}$ 与 β_c 和 k 的关系

供气能力增加 $\Delta n_{\max}$, 补贴的降低幅度为 $\Delta\beta_c = \frac{1}{2C_G} b \Delta n_{\max}$, 加气比例增加幅度为 $\Delta k = \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{2nP_G} \right) \Delta n_{\max}$ 。

城市的最大供气能力 $n_{\max}$ 增加,政府对单位气价的补贴 β_c 减少,但加气的出租车数量却在增加。原因可以解释为供气能力增大意味着出租车加气的平均等待成本减少,加气收益相对增加,因此选择加气的出租车数量也在增加,此时的最优补贴可适当降低。

b. 燃油燃气平均成本差额 $C_P - C_G$ 与 β_c 和 k 的关系

燃油燃气平均成本差额变动 ΔC , 使得 β_c 反方向变动 $\Delta\beta_c = \Delta C / (2C_G)$, k 同向变动 $\Delta k = \left(\frac{1}{bn} - \frac{1}{2bnP_G} \right) \Delta C$ 。

燃料的平均成本差额的提高使得 β_c 减小,可解释为燃油价格的相对提高或燃气价格的相对降低使得出租车不需要更多的激励就会自觉地选择加气,达到一定的加气规模。

c. 燃油燃气排放的环境损失差额 B_E 与 β_c 和 k 的关系

若燃油燃气排放造成的环境损失差额增加时,政府从社会环境收益及总收益角度来讲都应更加积极地鼓励燃气汽车的发展和运营,因此此时需加大补贴力度, β_c 增加,加气比例 k 也增加。

6.3.3

总结

本部分研究构建两阶段完全信息动态博弈模型来探讨政府补贴和加气出租车比例的相互关系,分析得出实际加气出租车的比例高于整体收益最大化时的加气比例,而前者的平均收益却低于后者。政府通过政策调整来影响实际加气比例使其达到整体最优,提高出租车的平均收益,同时满足社会福利的最大化。这一结果即是这个动态博弈的子博弈纳什均衡。

博弈均衡结果受到各因素的影响:燃油燃气排放的环境损失差额增加会引起最优补贴和加气比例的增加;而供气能力的提高,燃料平均成本差额的增加却使得最优补贴减小,加气比例增加。

由于最大供气能力可表示为加气站供气量的函数,这对今后引入加气站,综合考虑出租车、政府以及加气站的三方博弈打下了基础。

6.4 博弈分析(三):政府与加气站

政府和加气站经营者从各自利益最大化的角度出发选择自己的行为方式,同时双方都清楚地知道两者的行动是相互影响的。本节就通过构造政府和加气站各自的目标函数及其约束条件,来寻求二者博弈的均衡解。政府目标表现为追求燃气带来的环境收益和消费者效用的最大化,对消费者的补贴是其行动集合,但其也受到需要函数和投资计划的约束。加气站以自身经济利益最大化为目标,通过制定气价策略来满足自己的目标函数。

6.4.1

加气站经营者行为特征及政府政策

加气站是燃气汽车发展的重要基础设施,它的建设和发展在很大程度上影响到燃气汽车的推广和应用。城市加气站的建设和发展除了考虑整体布点的合理性和设计的规范性外,更应该从全局角度考虑加气站的发展规划,使得其建设能够与燃气汽车的发展相互协调、不断促进,走上合理的发展道路,形成系统的良性循环,因此必须了解加气站经营者的行为特征。在假设他们都是理性的并且以经济利益最大化为目标的前提下,加气站经营者的行为就是加气站经济利益的一个映射,例如:他们会在成本一定的条件下追求价格(气价)的最大化,或在价格一定的条件下追求成本的最小化,同时他们的这些行为也受到政府政策的影响。

目前我国政府正在进行推广加气站的建设工作,并且随着燃气汽车数量的不断增长,对加气站的推广工作在进一步加强。但是以目前的发展状况来看,加气站建设速度还是跟不上燃气汽车的增长速度,甚至在一定时期,在有些城市和地区加气站的供气能力远远不能满足燃气汽车的需求,据了解北京、上海、天津、重庆等 12 个全国首批确定的清洁汽车试点示范城市都不同程度出现了加气“瓶颈”问题。各地政府采用不同手段来缓和及解决这一矛盾,加快加气站建设。

西安市作为 12 个清洁汽车试点示范城市之一也遭遇到了“加气难”的问题,市政府立即采取了各种措施予以解决,包括下发“关于加快发展天然气汽车产业的通知”,对压缩天然气加气站用地实行行政划拨和天然气公网输配费实行低比例标准收费并采取逐年递增收费的政策。召开研究加快压缩天然气加气站建设问题的专题会议,确定对压缩天然气加气站实行“规划定点后可以动工建设,边办手续边建设,建成后必须完善各种手续”的扶持政策,极大地调动了审批部门和建设单位的积极性。从 2004 年 11 月至 2005 年 1 月,先后五次召开以解决“加气难”问题为宗旨的集中预审加气站项目的办公会议,会议确定了解决“加气难”问题的目标任务及时限要求、加气站选点用地的方式、建设天然气加气车临时停车点的选点原则、标准和投资的条件等。2005 年 5 月 23 日,为切

实解决办理 CNG 加气站建审手续“卡壳”的问题,制定了办理土地手续的“三项特殊政策”,并集中力量采取一厅式办公的形式,加快办理 17 座在建项目和 27 个已建项目的建审手续。通过这些有力措施的实施,西安市燃气汽车“加气难”的状况已基本得到缓解。

了解政府政策与加气站建设之间的关系,有助于制定合理的政策,使加气站发展建设走上规范化道路。

6.4.2

加气站与政府的微分博弈模型

加气站和政府的博弈是一个动态的博弈模型,加气站的定价策略和政府的补贴策略都是随着时间的变化而不断变化的,双方都希望通过对策略的调整来实现目标的最大化,这些都符合微分博弈的特征,因此考虑建立微分博弈模型来进行分析。

a. 微分博弈简介

微分博弈是连续时间的随机博弈,它涉及到状态变量和控制变量。这类博弈有两种类型的纳什均衡:开环均衡和闭环均衡。它们的区别在于开环均衡策略只随时间变化而变化,而闭环均衡策略不仅是时间的函数,而且也是状态变量的函数。但是开环策略不是子博弈完美策略,因为它对于有不同初始条件的子博弈来讲并没有构成一个纳什均衡。闭环均衡策略中不依赖于初始条件的称为反馈策略,反馈策略是子博弈完美的。这里简单描述一下微分博弈的整体框架。

(1) 定义

时间 t 从 0 到 $T \leq \infty$ 连续变化,令 $k' \equiv (k'_1, \dots, k'_n)$ 是实欧氏空间 R^n 中的一个向量。代表位置、状态或博弈在时期 t 的收益相关历史。并且令它服从一个一阶微分方程组:

$$\frac{dk'_j}{dt} = h'_j(k', a'), j = 1, \dots, n \quad (6-30)$$

其中, $a' = (a'_1, \dots, a'_l)$ 是所有参与人在时期 t 选择的行动向量。参与人 i 的行动 a'_i 属于某个欧氏空间。时期 0 的状态是给定的并且等于 $k(0)$ 。

收益函数是：

$$u_i = \int_0^T g_i^t(k^t, a^t) dt + v_i^T(k^T) \quad (6-31)$$

其中最终的收益 v_i^T 取决于博弈结束时的状态。如果 $u_1 + u_2 \equiv 0$, 这个两人博弈就是零和博弈。

微分博弈的理论家加上了马尔可夫约束, 要求策略只取决于时间和状态, 并且更强的要求只取决于静态博弈的状态。即 h_j^t 并不依赖于 t 并且 g_i^t 采取 $e^{-rt} g_i(\cdot, \cdot)$ 的形式。

这样, 状态路径由下面的微分方程给出：

$$\frac{dk_j^t}{dt} = h_j^t(k^t, s^t(k^t)) \equiv \widetilde{h}_j^t(k^t) \quad (6-32)$$

其初始状态为：

$$k^0 = k(0) \quad (6-33)$$

为了刻画一个微分博弈马尔可夫策略的纳什或完美均衡, 可以借用动态规划的一些技巧, 即最大值原理和庞特里亚金条件, 给定参与人 i 对手的策略 $s_{-i} = \{s_{-i}^t(k^t)\}$, 状态变量的发展变化是参与人 i 行动的函数：

$$\frac{dk_j^t}{dt} = h_j^t(k^t, a_i^t, s_{-i}^t(k^t)) \equiv \widetilde{h}_j^t(k^t, a_i^t) \quad (6-34)$$

如果 $\hat{g}_i^t(k^t, a_i^t) \equiv g_i^t(k^t, a_i^t, s_{-i}^t(k^t))$ 参与人 i 的控制问题就是最大化：

$$\int_0^T \hat{g}_i^t(k^t, a_i^t) dt + v_i^T(k^T)$$

满足式(6-33)和(6-34)和 $a_i^t \in A_i^t(k^t)$ 。

(2) 均衡条件

每个参与人最优策略的选择是一个控制问题, 其中参与人要考虑自身行动对状态的影响, 包括直接的影响和通过对手策略对状态的作用而产生的间接影响。斯塔和侯把他们的注意力限制在下面的均衡上: 均衡收益是连续的并且状态变量是几乎处处可微的函数。在这样的约束下可以很自然地得到光滑环境中的控制问题, 但是在博弈中产生了一个重

要的限制:因为会有自我满足的关于其他参与人采取不连续策略的预期,每个参与人的策略可能随着状态不连续地变化,从而每个参与人的收益也会对状态不连续。连续性的限制可能被看做是“内生不连续性”的结果,它禁止要求过度的协调,或是对于在参与人的观察中增加少量噪音是不稳定的。

将注意力限制在光滑均衡的技术性好处是,必要条件可以通过最优控制的变分法推导出来。假设参与人 i 希望选择 s_i 来最大化 u_i , 满足状态变化方程式(6-33)和初始条件式(6-34)。

引入联合状态变量 λ_i^t , 它是向量 $\{\lambda_{ij}^t\}_{j=1,\dots,n}$, 定义参与人 i 的 Hamiltonian 的量为:

$$\mathcal{H}_i^t(k^t, a^t, \lambda_i^t) = g_i^t(k^t, a^t) + \sum_j \lambda_{ij}^t h_j^t(k^t, a^t) \quad (6-35)$$

MPE 策略 $s_i = \{s_i^t(k^t)\}$ 必须满足广义 Hamilton-Jacobi 方程

$$s_i^t(k^t) \in \arg \max_{a_i} \mathcal{H}_i^t(k^t, a^t, \lambda_i^t) \quad (6-36)$$

同样对于所有 j ,

$$\frac{d\lambda_{ij}^t}{dt} = -\frac{\partial \mathcal{H}_i^t}{\partial k_j^t} - \sum_{l=1,\dots,I} \left(\frac{\partial \mathcal{H}_i^t}{\partial a_l^t} \right) \frac{\partial s_l^t}{\partial k_j^t} \quad (6-37)$$

其中 $\partial s_l^t / \partial k_j^t$ 是参与人 l 的策略对状态的第 j 个分量求偏导得到的向量,

根据惯例 $\mathcal{H}_i^t$ 对向量 a_i^t 的导数(即 $\frac{\partial \mathcal{H}_i^t}{\partial a_i^t}$)是一个列向量。它们还必须满足

适当的横截性条件(当 $T < \infty$ 时, $\lambda_{ij}^T = \partial v_i^T / \partial k_j^T$)。对于一个参与人的博弈,式(6-37)的重点第二项就没有了。在多个参与人的博弈中,第二项描述的是参与人关心他的对手对于状态变化是如何反应的事实。因为这个交叉影响项,对参与人 i 而言,第 j 个状态影子价格 λ_{ij}^t 的发展变化就决定于一个偏微分方程组。

b. 加气站与政府的微分博弈模型建立

假设模型的参与主体是政府和加气站,它们共进行 T 期的博弈。

在每一个时期 t , 政府首先制定对气价的补贴政策 s , 然后加气站制定气价 p , 这是一个 Stackelberg 模型。这里我们假设只考虑开环策略

的微分博弈模型,因此补贴政策 s 和定价政策 p 这两个控制变量只与时期 t 有关,即可表示为 $s(t)$ 和 $p(t)$ 。

令 $q(t)$ 表示到时期 t 为止对天然气的总需求量,且 $\dot{q}(t) = \alpha - \beta[p(t) - s(t) - p_a(t)]$,其中 $\dot{q}(t)$ 表示时期 t 对天然气的需求速率,它随着气价和补贴的差额变化而呈反方向变化。考虑到政府的这种经济补贴对燃气需求可能还会受到其他因素的影响,例如加气站数量,因此增加系数 θ_1 ;同理,油价的影响也乘以系数 θ_2 ,因此需求函数为 $\dot{q}(t) = \alpha - \beta[p(t) - \theta_1 s(t) - \theta_2 p_a(t)]$ 。

加气站单位成本可表示为 $c^0 - cq(t)$,即随着销售量的增加,单位成本降低。其目标函数为:

$$\max \int_0^T [p(t) - c^0 + cq(t)] \dot{q}(t) dt \quad (6-38)$$

$$\text{s. t. } \dot{q}(t) = \alpha - \beta[p(t) - \theta_1 s(t) - \theta_2 p_a(t)] \quad (6-39)$$

而政府目标是在一定的预算条件下,通过制定合理的补贴政策使得燃烧天然气所带来的环境收益和消费者的效用最大化,可以将消费者的效用函数定义为:

$$\int_0^T \left(\frac{\alpha}{\beta} \right) \dot{q} - \frac{1}{2\beta} \dot{q}^2 - \dot{q}(p - s) dt \quad (6-40)$$

因此政府的目标函数可定义为:

$$\max \int_0^T \left[\varphi \dot{q} + \left(\frac{\alpha}{\beta} \right) \dot{q} - \frac{1}{2\beta} \dot{q}^2 - \dot{q}(p - s) \right] dt \quad (6-41)$$

$$\text{s. t. } \dot{q}(t) = \alpha - \beta[p(t) - \theta_1 s(t) - \theta_2 p_a(t)]$$

$$\dot{y} = \dot{s} \dot{q} \quad (6-42)$$

$$y(T) = B$$

其中, φ 表示燃烧单位天然气与汽油的环境收益差额,设为常数。 $y(T)$ 表示政府投入的预算资金。

根据 Stackelberg 模型,采用逆向归纳法通过建立 Hamiltonian 函数求解这个博弈开环策略的纳什均衡。首先建立加气站的 Hamiltonian 函数:

$$\begin{aligned} H^{\text{GS}} = & (p - c^0 + cq)[\alpha - \beta(p - \theta_1 s - \theta_2 p_a)] \\ & + \lambda^{\text{GS}}[\alpha - \beta(p - \theta_1 s - \theta_2 p_a)] \end{aligned} \quad (6-43)$$

价格 p 取得最优解的充要条件是:

$$\dot{\lambda}^{GS} = -c\dot{q} \quad (6-44)$$

当 $\frac{\partial H^{GS}}{\partial P} = 0$ 时, p 取到最优值, 即:

$$\dot{q} + (p - c^0 + cq)(-\beta) - \beta\lambda^{GS} = 0 \quad (6-45)$$

将式(6-40)代入, 得:

$$p^* = \frac{\alpha}{2\beta} + \frac{1}{2}(\theta_1 s + \theta_2 p_a + c^0 - cq - \lambda^{GS}) \quad (6-46)$$

政府的 Hamiltonian 函数为:

$$\begin{aligned} H^{GV} &= \left(\varphi + \frac{\alpha}{\beta} - \frac{1}{2\beta}\dot{q} - p + s \right) \dot{q} + \lambda^{GV1} \dot{q} + \lambda^{GV2} \dot{y} + \lambda^{GV3} \dot{\lambda}^{GS} \\ &= \left(\varphi + \frac{\alpha}{\beta} - \frac{1}{2\beta}\dot{q} - p + s + \lambda^{GV1} + \lambda^{GV2} - c\lambda^{GV3} \right) \dot{q} \end{aligned} \quad (6-47)$$

括号内记为 A , $H^{GV} = A\dot{q}$, 取得最优解 s^* 的充要条件为:

$$\dot{\lambda}^{GV1} = -\frac{\partial H^{GV}}{\partial q} = -\left(\frac{c}{4}\dot{q} + \frac{\beta}{2}A \right) \quad (6-48)$$

$$\dot{\lambda}^{GV3} = -\frac{\partial H^{GV}}{\partial \lambda^{GS}} = -\left(\frac{1}{4}\dot{q} + \frac{\beta}{2}A \right) \quad (6-49)$$

$$\dot{\lambda}^{GV1} = c\dot{\lambda}^{GV3} \quad (6-50)$$

$$\dot{\lambda}^{GV2} = -\frac{\partial H^{GV}}{\partial y} = 0 \quad (6-51)$$

政府补贴的最优值可表示为 $\frac{\partial H^{GV}}{\partial s} = 0$:

$$\text{即} \quad \left(1 - \frac{3}{4}\theta_1 + \lambda^{GV2} \right) \dot{q} + A \left(\beta - \beta \frac{\theta_1}{2} \right) = 0 \quad (6-52)$$

为了化简方便, 我们讨论一下 λ^{GV2} 的取值。由于 $\dot{\lambda}^{GV2} = 0$, 表示 λ^{GV2} 为一常数, 而其含义是政府累计支出 $y(t)$ 的影子价格, 因此其应取负值。并且当 $\lambda^{GV2} = -1$ 时, 政府的 Hamiltonian 函数是关于补贴 s 的凹函数, 因此就有关于 s 的唯一解:

$$\left(-\frac{3}{4}\theta_1 \right) \dot{q} + \left(\beta - \frac{\theta_1}{2}\beta \right) \left\{ \varphi + \alpha/\beta - \dot{q}/2\beta - p + s + \lambda^{GV1} + \lambda^{GV2}s - c\lambda^{GV3} \right\} = 0 \quad (6-53)$$

将式(6-46)代入上式,得:

$$s^* = -\frac{\theta_1}{\theta_2}p_a + \left(\frac{1}{3\theta_1} - \frac{2}{3}\right)\left(\frac{\alpha}{\beta} + \lambda^{GS}\right) + \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{3\theta_1}\right)(c^0 - cq) \\ + \left(\frac{4}{3\theta_1} - \frac{2}{3}\right)\varphi + \left(\frac{4}{3\theta_1} - \frac{2}{3}\right)\lambda^{GV1} - \left(\frac{2}{3} - \frac{4}{3\theta_1}\right)c\lambda^{GV3} \quad (6-54)$$

因此

$$p^* = \left(\frac{2}{3} - \frac{\theta_1}{3}\right)\frac{\alpha}{\beta} + \left(\frac{1}{3} + \frac{\theta_1}{3}\right)(c^- - cq - \lambda^{GS}) \\ + \left(\frac{2}{3} - \frac{\theta_1}{3}\right)(\varphi + \lambda^{GV1} - c\lambda^{GV3}) \quad (6-55)$$

因此对式(6-54)和式(6-55)分别求关于时间 t 的偏导得:

$$\dot{s}^* = -\frac{\theta_2}{\theta_1}\dot{p}_a \quad (6-56)$$

$$\dot{p}^* = 0 \quad (6-57)$$

式(6-56)、(6-57)是本章模型所求出的微分博弈开环策略均衡,这一均衡受到共同因素的影响,例如可替代品(汽油)的价格,运营成本及燃气比燃油所带来的环境收益等。

在其他因素不变的条件下,环境收益 φ 的增加使得最优补贴和价格都增加,但补贴的变化幅度大于价格的变化。而加气站运营的固有成本 c^0 对最优补贴和价格的影响恰好与环境收益 φ 对他们的影响相反,固有成本 c^0 的增加引起最优价格的增幅高于最优补贴,反之则相反。

需求函数的参数对均衡也有影响,在其他因素不变时,衡量消费者对价格敏感程度的因素 β 的变化同样也会造成补贴和价格相反方向的变化。若消费者对价格的敏感程度增加,则最优补贴应随之增加,价格则应降低;反之则相反。

6.4.3

算例分析

根据前面的分析,政府对单位燃气的补贴变化率 $\dot{s}^*$ 与汽油价格的

变化率 $\dot{p}_a$ 以及需求函数系数 θ_1, θ_2 有关,即

$$\dot{s}^* = -\frac{\theta_2}{\theta_1} \dot{p}_a$$

因此根据需求函数中的有关数据,售气量 $\dot{q}$,气价 p ,补贴 s 和油价 p_a ,通过多元线性回归模型可确定需求函数的其他参数 α, β, θ_1 和 θ_2 及其变化范围,并通过了检验。

a. 油价变化率 $\dot{p}_a$

从 1998 年开始,汽油价格不断上涨,虽然图 6-9 中显示汽油价格

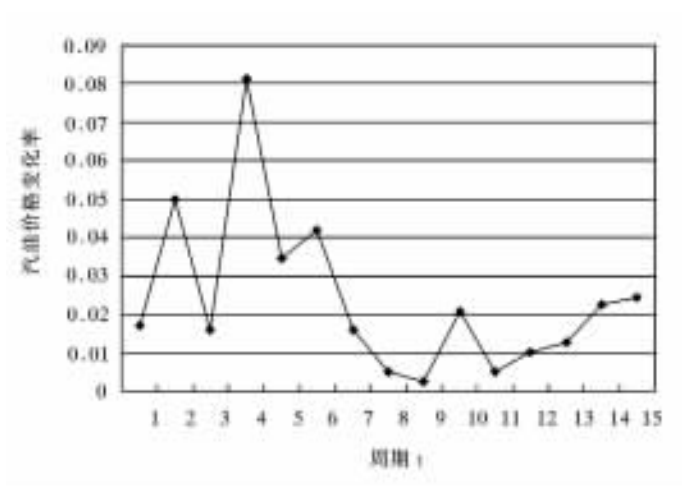


图 6-9 汽油价格变化率图

的变化率有增也有减,但是它都是大于 0 的,这说明它还是在增加,只是增加幅度有大有小,增幅最小的约为 0.002,最大的为 0.081,分别对应周期 9 和周期 4。从周期 9 以后,尤其是最后 5 个周期,即表示从 2003 年开始,油价的上涨幅度不断增大,图中的曲线并没有下降的趋势。

b. 补贴变化率 $\dot{s}^*$

根据公式(6-56)和统计数据得到 $\theta_1 = 3.45, \theta_2 = 0.06$,得到最优补贴变化率 $\dot{s}^*$ 的变化图:

因为最优补贴变化率与汽油价格是成反比关系,当油价增加时,选择燃气的车辆必然增加,燃气销售量增大,政府通过对燃气的补贴来激

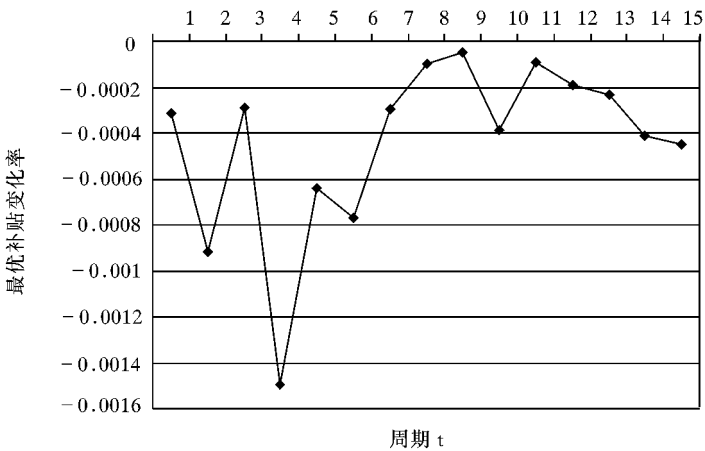


图 6-10 补贴变化率图

励消费燃气的作用就可以通过汽油这种替代品价格上涨的影响而抵消一部分，即油价的影响已可达到或接近政府的燃气消耗量目标，因此政府补贴的变化率恰好与油价变化率相反。图 6-9 和图 6-10 明显地反映了这种关系，例如在周期 4，油价的增长率达到最大，而补贴的减少率也达到最大，而在周期 9，油价的增长率减小时，政府对气价的补贴反而增加，它们之间存在一定的比例关系，其绝对值就是 θ_2/θ_1 。

c. 补贴变化率 $\dot{s}^*$ 变化范围与汽油价格变化率关系图

由于根据统计数据和多元回归模型求出的 θ_1 和 θ_2 存在一定的误差，因此补贴变化率与油价变化率的比值也在一定的范围内，如图 6-11 所示：

图 6-11 中第 1 条曲线表示油价的变化率，中间的曲线表示补贴变化率的下限，最下面的表示补贴变化率的上限。因为政府的补贴资料总额的限制，如政府目标函数模型(式 6-41 和式 6-42)表示的，补贴是在有限的预算约束条件下进行的，而且补贴的目的是激励燃气的销售，在汽油因价格上涨而减弱其替代性后，无须太大的补贴力度，城市车辆的燃气量也会增加，因此补贴的变化与油价的变化刚好相反。

政府补贴变化率应该在图 6-11 下方两条曲线围成的范围内变化。

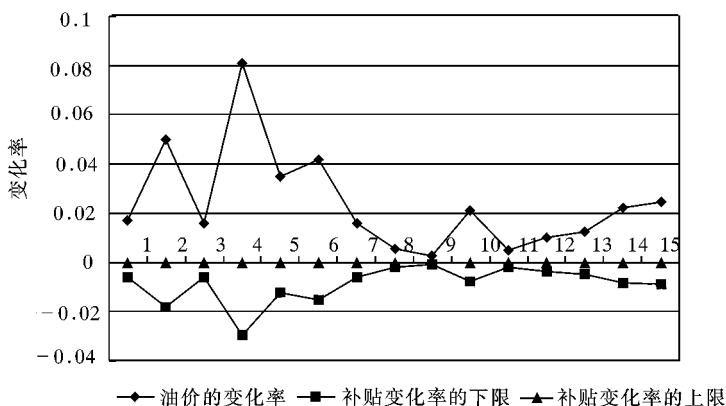


图 6-11 补贴变化率范围与油价变化率关系图

并且从图中可以看出,补贴变化率的下限(即中间曲线)的变化幅度很小,与补贴变化率的上限(即最下面的曲线)相比,几乎没有什么变化。这说明补贴变化率的最小值是一个比较稳定的量,而变化率的最大值的变化幅度就较大,因此这种变化就对补贴的变化形成了显著影响。

d. 补贴 s^* 变化范围与实际补贴 s 的关系图

从图 6-12 中可以看出,实际对气价的补贴是一常量,不随时间变化,即不会随着油价的变化而改变,都为每立方米气补贴 0.15 元。但是根据模型计算出来的对气价的均衡补贴总的趋势是下降的,结合实际情况,这是因为油价的上涨引起的补贴的下降。对气价补贴的最大值接近 0.24 元/ m^3 ,补贴的上限在 0.22 元/ m^3 到 0.24 元/ m^3 之间缓慢变化;补贴的下限在 0.117 元/ m^3 到 0.16 元/ m^3 之间波动比较明显。

e. 气价 p^* 与实际气价 p 的关系图

根据公式(6-57),加气站定的最优气价的变化率为 0,即最优气价为一常量,同时考虑到政府对单位气价的补贴,则实际表现出的最优气价的变化如图 6-13 所示:

从图 6-13 可以看出,实际气价呈一直线,为 2.15 元/ m^3 ,而模型所反映出的加气站定价和政府补贴共同决定的气价变化范围以图中的第

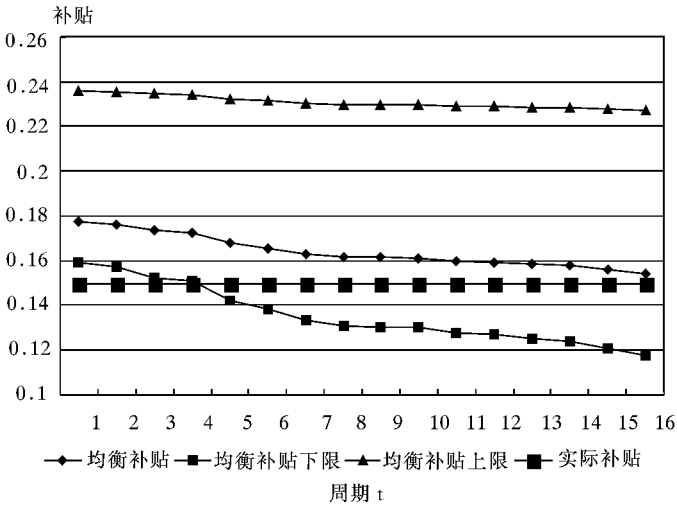


图 6-12 均衡补贴变化范围与当前补贴关系图

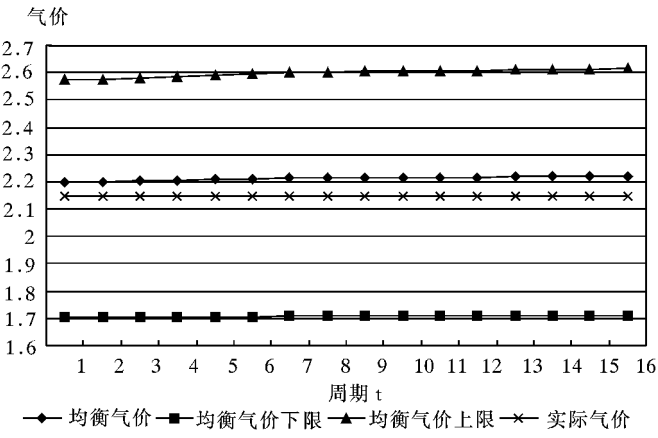


图 6-13 均衡气价变化范围与实际气价关系图

二条曲线为基准(约 2.2 元/ m^3)变化,第一条和第四条曲线是其变化范围,它的变化主要取决于政府的补贴力度,对单位气补贴得越多,在加气站定价不变的条件下,所呈现的销售气价越低,约在 1.7 元/ m^3 附近变化;若政府减小补贴力度,则气价最高在 2.6 元/ m^3 附近波动。这与本章模型的博弈顺序有关,本章假设政府先决定补贴,然后加气站看到补贴数量后决定气价,因此图 6-13 明显地表现出这个特点。

6.4.4

小结及政策建议

本小节通过建立 Stackelberg 微分博弈模型描述了基于不同目标的政府和加气站行为选择的相互关系,即政府选择各时期的补贴水平和加气站选择气价。他们的行动对燃气需求产生影响,进而影响到各自的目标函数。因此在本模型中,燃气需求量是状态变量,政府补贴和加气站气价是控制变量。构造 Hamiltonian 函数即可求得这一动态博弈的均衡,即得到各时期政府的最优补贴和加气站的最优气价。均衡受到需求函数,环境收益等的影响,其中环境收益变化影响补贴和价格同向不同幅度变化,需求函数参数的变化使得他们反向不同幅度变化,原因可解释为受到消费者自身对燃气的需求程度的影响。这一点与实际情况也是一致的。

政府补贴和加气站定价均衡受到很多共同因素的影响,例如:可替代品(汽油)的价格,加气站营运成本及燃气与燃油的环境收益差额等。在其他因素不变的条件下,环境收益的增加使得最优补贴和价格都增加,但补贴的变化幅度大于价格的变化。而加气站运营的固有成本对最优补贴和价格的影响恰好与环境收益对它们的影响相反,固有成本的增加引起最优价格的增幅高于最优补贴,反之则会出现相反的情况。政府对单位燃气的补贴变化率与汽油价格的变化率与需求函数系数有关,补贴变化率小于油价的变化率,最优补贴与实际补贴较为接近,实际补贴在整个仿真周期内都为常量,但最优补贴不断下降,越来越与实际补贴贴近。但是受到其他因素的影响,其可行的变化范围也比较大,在实际气价不变的条件下,最优气价随仿真的进行略微上涨,但其上涨范围也比较大。

6.5 博弈分析(四):其他相关博弈分析

6.5.1

加气站经营者与燃气车使用者之间的博弈

将城市中的加气站经营者和燃气车使用者各自作为一类来考虑,建

立两阶段的博弈模型。

根据加气站的经营利润函数,在其他条件不变的情况下,单位气价的上升会增加加气站的利润,因此加气站期望燃气价格越高越好,但是这个价格也有一个上限。在加气站给定一个燃气价格后,燃气车使用者会根据这个价格和自己的利润函数来确定自己对燃气的需求量。在一定的价格范围内燃气车使用者可能不会改变自己对燃气的需求量,也可能会减少对燃气的需求而改燃油。使用者的判断标准是看纯燃油、纯燃气和油气都用所带来的效用哪种更大,即效用最大化是他们追求的根本目标。因此对应一个燃气价格 P_G ,就存在一个燃气车使用者的最大效用 $U_{\max}$,即可表示为 $P_G(U_{\max})$ 。

同时加气站经营者在确定燃气价格时也会很清楚地看到这一点,他们也明确燃气价格 P_G 和燃气车使用者最大效用 $U_{\max}$ 的函数关系,即知道燃气车使用者的最佳反应函数 $U_{\max}(P_G)$ 。并且由于燃气车使用者对燃气价格的反应会直接影响到对燃气的需求量,进而会影响到加气站的利润,所以对燃气的需求量又可表示为最大效用的函数,即 $D_G[U_{\max}(P_G)]$,进而加气站的利润函数 π_{GS} 也随之发生变化。因此加气站为了追求利润的最大化就必须考虑到燃气价格的制定所带来的一系列反应,在这些反应中找到自己利润最大化的基点,即确立自己的最优反应函数,制定最合理的燃气价格。

6.5.2

加气站经营者之间的博弈

合理的加气站数量的确定是促进城市燃气车发展的关键因素之一。加气站建设规模小,会出现站少车多,加气难的问题。城市的供气量满足不了现有燃气车的使用需求,会阻碍今后燃气车的长远发展目标和城市空气质量的改善,这对人们的生活健康都会造成极大的影响。但同时,加气站过快地发展会造成大量的重要设备、地皮以及相关人员的闲置和大量资金的浪费,同时引起对加气站建设的相关产业的冲击。因此必须确定合理的加气站的建设数量,按照一定的规划逐步发展,加气站

数量过多和过少都是十分有害的。过多的加气站不但超出了对燃气的需求量,而且会引起经营者之间的激烈竞争,影响个体利润。过少的加气站会引起加气难的问题,大量的车加不上气会阻碍燃气汽车进一步的推广和使用,一定程度上降低了加气站的长远利润。因此政府对加气站发展的合理规划会从宏观上将加气站的发展引向更科学的道路,同时加气站的选址布局也是影响其发展的重要因素。

6.5.3

燃气车生产者与燃气车使用者之间的博弈

讨论燃气车生产者与燃气车使用者之间的博弈主要考虑建立双价的二手车交易模型。假设燃气车生产者作为卖方,燃气车使用者作为买方。卖方生产的燃气车的质量有好、差两种,并且可以选择卖高价还是卖低价,在车质量好时也可以要高价或要低价。

可以证明,当车质量差而卖方又想卖高价对车子做伪装产生的伪装费用高于好车卖的高价时,该博弈会实现最理想的均衡——市场完全成功的完美贝叶斯均衡。在该均衡中,价格完全反映燃气车的质量的好坏,好车的卖方会要高价,差车的卖方会自觉要低价,而买方则买下全部(货真价实)的车子,这时的市场类型是市场完全成功的,属于最有效率的均衡。

6.5.4

加气站设备生产者与加气站经营者之间的博弈

加气站设备生产者与加气站经营者之间的博弈与燃气车生产者与燃气车使用者之间的博弈类似,都可以通过建立双价二手车交易模型来分析,可以参考上述分析思路。

本章小结

在第三章初步系统分析的基础上,本章主要对基于城市交通物流绿

色化的燃气汽车与加气站互动发展系统的相关主体进行了博弈分析。主要进行了两用燃料出租车之间、政府与两用燃料出租车及政府与城市加气站的两方博弈分析。通过对系统有关主体行为特征及价值取向的分析,建立了相应的两方博弈数学模型,并结合具体实例进行了博弈模型的过程实现及结果分析,提出了相应的政策建议及决策支持信息。系统相关主体的博弈分析揭示了主体间的相互作用机理,为系统演化及完善提供了科学、合理的方法论体系,在一定程度上促进了实际系统的问题解决和功用拓展。

参考文献

- [1] 中华人民共和国发展计划委员会基础产业发展司编. 中国新能源与可再生能源 1999 白皮书[M]. 北京:中国计划出版社,2000. 3~5
- [2] 周淑慧,高峰. 国内外天然气汽车和加气站的发展现状及在我国的发展前景(一)[J]. 中国能源. 2002,(11):37~39
- [3] 周淑慧,高峰. 国内外天然气汽车和加气站的发展现状及在我国的发展前景(二)[J]. 中国能源. 2002,(12):30~32
- [4] 汪卫东. 清洁汽车的分类及其特点[J]. 北京汽车. 2003(2):10~12
- [5] 罗予红,齐研科,韩旭. 天然气汽车及天然气加气站[J]. 煤气与热力. 2000,20(6):439~440
- [6] 宋晓琴. 国内外 CNG 加气站的发展趋势[J]. 油气储运. 2003,22(8):1~3
- [7] 王莉. 浅谈我国 CNG 加气站和 CNG 汽车的发展[J]. 石油规划设计. 2003,14(5):4~5
- [8] 孟莉华. 燃气汽车发展现状与前景展望[J]. 平原大学学报. 2002,19(2):80~81
- [9] 陈基杰,孙凡. 天然气汽车的现状及发展趋势[J]. 城市公用事业. 2003,17(6):30~32
- [10] 张威,韦志洪. 北京市天然气公交车的发展现状及前景[J]. 城市

环境与城市生态. 2004, 17(1): 34~37

- [11] 刘锡麟. 如何保证 CNG 加气站的运行安全[J]. 天然气汽车. 2000(2): 16~20
- [12] 郭洁, 刘战芳. 城市发展燃气汽车应注意的问题[J]. 城市车辆. 2002(1): 21~22
- [13] 徐明远. 压缩天然气供应若干问题的分析[J]. 煤气与热力. 2004, 24(7): 385~387
- [14] 吕永波, 魏宏业. 促进我国清洁汽车研发的思路 and 对策研究[J]. 中国软科学. 2003(2): 35~37
- [15] 张红卫. 燃气汽车推广应用的机遇与对策[J]. 公路交通科技. 2002, 19(5): 131~135
- [16] 汪卫东. 我国清洁汽车的发展及对策[J]. 汽车科技. 2003, (3): 7~9
- [17] 薛立民, 张于心, 鲍振荣等. 我国燃气汽车可持续发展对策的研究探讨[J]. 环境保护. 2002(1): 41~43
- [18] 鲍振荣, 张于心, 薛立民等. 我国城市燃气汽车的发展模式研究[J]. 环境保护. 2002(10): 42~45
- [19] 周曦, 杨玉国. 中国天然气汽车发展方向探讨[J]. 环境导报. 2002 (3): 29~31
- [20] 岳波. 在我省推广实施燃气汽车的建议[J]. 云南交通科技. 2001, 17(1): 1~2
- [21] 张泰峰, (美) Eic Reader. 公共政策分析[M]. 郑州: 郑州大学出版社, 2004. 53~68
- [22] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海三联书店, 上海人民出版社, 2002. 14~32
- [23] G0222208 课题组. 绿色物流与西部城市交通发展战略. 中国综合交通运输发展战略[C]. 2004, 10
- [24] 熊艳. 城市经营中政府行为及规范[D]. 成都: 四川师范大学, 2004

- [25] 薛立民,张于心,鲍振荣等.我国燃气汽车可持续发展政策探讨[J].北方交通大学学报. 2002,26(2):82~86
- [26] 谢识予.经济博弈论第二版[M].上海:复旦大学出版社,2002. 41~83
- [27] 武智勇,康重庆,夏清等.基于博弈论的发电商报价格策略[J].电力系统自动化. 2002(5):7~11
- [28] 冯蕾.加气站发展若干问题的探索[J].石油商技. 2000,18(5): 36~38
- [29] 李永昌.CNG汽车加气站建设的回顾和展望[J].城市公共交通. 2005(7):12~15
- [30] 王莉.浅谈我国CNG加气站和CNG汽车的发展[J].石油规划设计. 2003,14(5):4~5
- [31] 李正西.出租汽车加气站的建设[J].城市交通. 2001,15(3):13~14
- [32] 朱·弗登博格,让·梯若尔著,姚洋译.博弈论[M].北京:中国人民大学出版社,2003. P:454~460
- [33] Amnon Rapoport, William E. Stein, James E. Parco, Darryl A. Seale. Equilibrium play in single-server queues with endogenously determined arrival times[J]. Journal of Economic Behavior & Organization. 2004(55):67~91
- [34] Heather L. MacLean, Lester B. Lave. Evaluating automobile fuel/propulsion system technologies[J]. Progress in Energy and Combustion Science. 2003(29):1~69
- [35] Shigeyoshi S. Development of LNG Vehicles in Japan[J]. LNG Journal. 1999,(3-4):26~28
- [36] Jin Kusaka, Takashi Okamoto, Yasuhiro Daisho, et al. Combustion and Exhaust Gas Emission Characteristics of a Diesel Engine Dual Fueled with Natural Gas[J]. JSAE Review. 2000, 21:489~496

- [37] Meretei T, Ling Janvan, Havenith C. Urban air quality improvement by using a CNG lean burn engine for buses[J]. International journal of vehicle design. 1998(20):240~252
- [38] Ristovski Z. D. , Morawska L. , Ayoko G. A, et al. Particulate emission from a petrol to CNG converted spark ignition vehicle [J]. Journal of Aerosol Science, 2000(31):624~625
- [39] Mrinal K. Ghose, R. Paul, S. K. Banerjee. Assessment of the impacts of vehicular emissions on urban air quality and its management in Indian context: the case of Kolkata (Calcutta) [J]. Environmental Science & Policy. 2004(7):345~351
- [40] Luz Dondero, Jose Goldemberg. Environmental implications of converting light gas vehicles: the Brazilian experience[J]. Energy Policy. 2005(23):1703~1708
- [41] Z. Ristovski, L. Morawska, G. A. A yoko et al. Emissions from a vehicle fitted to operate on either petrol or compressed natural gas[J]. Science of the Total Environment. 2004(323):179~194
- [42] Guenther. PL, Lesko. JM; Stedman. DH Cost-Effectiveness of Emissions Reduction through Vehicle Repair Compared to CNG Conversion[J]. Journal of the Air & Waste Management Association. 1996(46):985~990
- [43] Ari Rabl. Environmental benefits of natural gas for buses[J]. Transportation Research Part D. 2002(7):391~405
- [44] Peter C. Flynn. Commercializing an alternate vehicle fuel: lessons learned from natural gas for vehicles[J]. Energy Policy. 2002(30):613~619
- [45] Gary M. Erickson. Different game models of advertising competition[J]. European Journal of Operational Research. 1995(83):431~438
- [46] Steffen Jørgensen, Georges Zaccour. Price subsidies and guar-

anteed buys of a new technology[J]. European Journal of Operational Research. 1999 (114):338~345

- [47] Olli Tahvonen. Trade with Polluting Nonrenewable Resources [J]. Journal of Environmental Economics and Management. 1996(30):1~17

7

实现城市交通物流 绿色化政策综合分析

7.1 政策体系框架

科学发展观以协调发展、可持续发展和人的全面发展为主要内容,对我国城市发展、交通运输及物流业发展具有重要的指导意义。尤其在当前建设“资源节约型”、“环境友好型”社会的形势下,发展清洁燃料汽车和新型动力汽车成为战略重点之一,它能够同时解决环境污染、能源结构、城市社会经济发展的若干问题,受到社会各界的广泛关注,形成了政府引导、企业参与、市民响应的发展态势,现阶段政府的作用尤为突出。

在燃气汽车和加气站规模化发展过程中,政策的引导、调控作用是不可忽视的。我国现在正处在经济社会发展转型时期,如何建立一套合理的政策、法规体系框架,有效利用政策、法规手段来引导、扶持、鼓励天然气汽车产业的发展,成为一个亟待解决的问题,也是前面若干分析研究的重要目的。总体上说,该政策(含法规)体系主要构成如图 7-1:

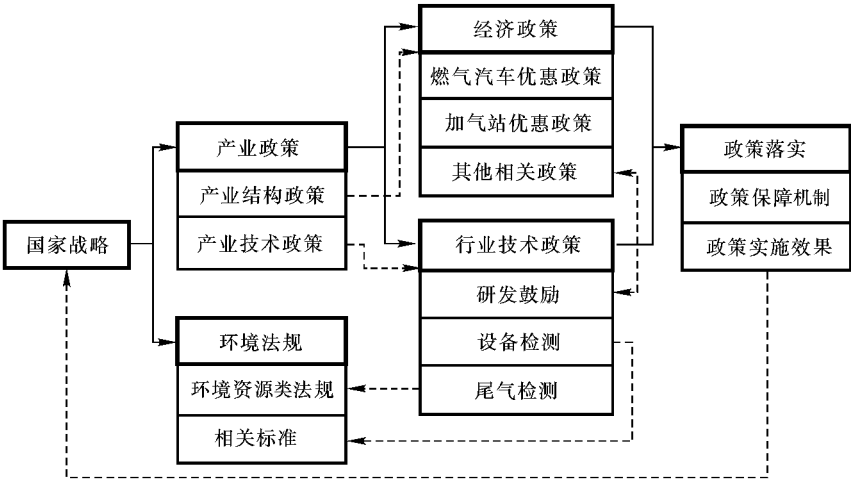


图 7-1 政策体系框架

a. 国家战略

国家战略包括可持续发展战略、科教兴国战略等。这些战略的实施，要求经济增长方式由粗放型向集约型转变，由传统“高资本投入、高资源消耗、高污染排放”的发展模式向“资源节约型”、“环境友好型”的新型发展模式转变。在城市绿色交通物流发展过程中，集中体现为发展清洁燃料交通运输工具，尤其是城市交通流量大、频率高的公交车及出租车行业。

b. 产业政策

产业政策包括产业结构政策、产业技术政策等。产业结构政策确定产业发展重点，尤其各地区根据自身区位特点、自然资源条件、科研实力，有重点、有突破地发展一种以上清洁燃料汽车产业。产业技术政策引导企业、高校、科研院所等进入新兴领域，开发研制相关领域产品、设备，推动技术创新和技术进步。

c. 环境法规

将“环境资源法”作为基本法，应用于清洁燃料汽车产业领域，制定

各项相关的法规标准,包括清洁燃料汽车排放标准,清洁燃料汽车安全运营管理体系,加气站安全运营管理体系等。

d. 经济政策

经济政策是推动清洁燃料汽车产业发展的重要因素,对燃料价格和税费政策起经济杠杆作用。对燃气汽车改装、使用及运营和加气站建设及配套设备等项目在投资、用地、税收、水电气增容及贴费、天然气供销价格等方面应给予一定程度的政策优惠。

e. 行业技术政策

作为一个行业的技术政策,其与行业经济政策是相辅相成的。燃气汽车产业的技术政策主要涉及到研发鼓励政策、相关设备检测标准以及燃气汽车尾气排放监控等。

f. 政策落实

政策落实有两个层面的含义:一是各项政策实施的保障;二是各项政策的实施效果。在此过程中,一方面是对以往工作的总结,总结政策对产业发展的影响作用,判断这些政策是否合理;另一方面以总体目标为标准,衡量政策实施产生的结果,注意是否达到了目标,是否需要改进等。

通过以上对产业政策体系的初步分析,我们可以看出推进清洁汽车产业的发展涉及到社会的方方面面,从国家宏观政策到群众监督都会影响到产业的发展,尤其是经济政策在整个产业发展中起到非常重要的作用。目前国内外绝大多数推广城市都制定了一系列经济优惠政策来鼓励发展燃气汽车产业,现将已有的经济政策归纳成表 7-1。

可以说经济政策是影响燃气汽车产业发展的关键因素之一,也是一个较易量化的因素;而环境法规、政策落实等因素在量化上有一定难度。因此本章在对西安市燃气汽车相关问题问卷调查和统计分析的基础上,建立了车用天然气供给(加气站供给)与需求(出租车需求)模型,利用经济学供需均衡原理分析相关政策变量,为政府制定相关政策提供参考依据。

表 7-1 经济政策

车站系统	燃气汽车	1. 对购买天然气汽车实行购车贷款优惠甚至无息贷款或加速折旧； 2. 对燃气汽车购置附加费、公路运输管理费减免征收； 3. 对进口燃气汽车车用设备可免征海关税，免车辆改装费； 4. 天然气汽车免征 5 年的车辆年检费； 5. 对于天然气汽车在国家燃油税政策出台之前，按一定比例包缴年度养路费。
	加气站	1. 对天然气加气站建设及配套设备等项目在投资、用地、税收、水电气增容及贴费、天然气供销价格等方面给予政策优惠； 2. 加气站建设所需土地实行行政划拨； 3. 对加气站站用设备进口免征海关税； 4. 对加气站建设实行贷款贴息； 5. 加气站竣工验收后自投产之日起 5 年内免征其所得税，免收所有行政事业性收费； 6. 给予加气站经济方面的政策鼓励，免除天然气销售税，免除公用事业特许税。

7.2 政策分析依据

7.2.1 问卷调查基本情况

a. 问卷设计的目的、依据与内容

鉴于西安市目前燃气汽车主要是公交车和出租车，并且出租车的运作更符合市场化，因此问卷设计的目标对象是出租车。同时设计调查问卷主要出于两方面目的：一是用客观数据来挖掘西安市天然气汽车发展中存在的问题，及影响其健康发展的关键因素；二是通过对燃气汽车使

用者的调查,研究政府在推进产业发展过程中的不足之处,为完善政府工作提供第一手资料。

在问卷设计方面,作者及项目组成员考虑到此项研究的目的和问卷内容的实际可行性,依据国家“关于开展‘十五’国家清洁汽车重点推广应用城市(地区)燃气汽车发展状况的调查”的文件精神,结合西安市发展天然气汽车的相关文件,通过与西安市清洁汽车办公室领导、清洁汽车领导小组专家、高校相关领域专家等共同研究,最终确定从三个大的方面来描述西安市燃气汽车发展现状。问卷初稿首先在青龙寺加气站进行小范围的调研,根据调研结果,项目组再次会同各专家对问卷的题项反复商讨、修订,最终形成目前的调查问卷。

《西安市压缩天然气出租车发展情况调查问卷》由四个部分组成,第一部分主要是 CNG 出租车及车主的基本信息,包括车型、车牌号和司机的年龄、性别等信息。第二部分主要考察司机对 CNG 和 CNGV 的认识程度,包括实际使用 CNG 的情况,个人主观对 CNGV 的认识等。第三部分则是从司机的角度来衡量政府的宣传力度和政策的执行情况。第四部分是衡量司机对当前 CNG 加气站的满意度,从数量、质量等方面来综合评判。整个问卷共计 28 个题项,除少数题项为填空形式,其余题项根据不同的需要和度量指标,分别选用了 3~5 级 Likert 量表来测量。

b. 问卷的收集与整理

问卷以西安市出租车司机作为受试对象,选取两家出租车公司(建秦和财力出租车公司)和 5 个 CNG 加气站(观音庙、青龙寺、西影路、太白南路、朱宏路加气站)作为调研地点。从 2004 年 11 月 15 日到 2004 年 12 月 7 日,在上述 7 个地点对出租车司机进行现场问卷调查,平均每位司机的调查时间为 15~20 分钟,共发出问卷 550 份,收回 518 份,回收率为 94.18%,其中有效问卷 386 份,占回收总数的 74.52%。根据基本信息识别样本分布情况(见表 7-2),其中,车牌号只用来区分问卷重复性,不做分析。

表 7-2 样本基本信息分布情况($n=386$)

	项目	人数	比率%
性别	男	348	90.16
	女	38	9.84
年龄	25	49	12.69
	26~35	154	39.90
	36~45	144	37.31
	46~55	38	9.84
	56	1	0.26
车型	捷达	202	52.33
	富康	163	42.23
	奇瑞	13	3.37
	桑塔纳	7	1.81
	羚羊	1	0.26

7.2.2 问卷变量分类

a. 指标体系建立

CNGV 的发展主要受到司机对 CNG 和 CNGV 的认知程度、对政府政策的满意度、对 CNG 加气站的满意度三方面因素的影响。根据调查问卷题项,提取 14 个变量来衡量司机对 CNG 及 CNGV 的认知程度、5 个变量来衡量对政府政策满意度、6 个变量来衡量对加气站满意度,从而构建了影响 CNGV 发展的指标体系。如表 7-3 所示。

表 7-3 CNG 汽车发展指标体系

	指标体系	变量及参数	对应问卷题项
C N G V 发 展 指 标 体 系	司机对 CNG 及 CNGV 的认知程度	相对燃气时间(X_1)	(5)
		绝对燃气时间(X_2)	(6)
		绝对燃油时间(X_3)	(6)
		CNG 使用量(X_4)	(7)
		大规模推广的程度(X_5)	(8)
		绝对 CNG 价格满意度(X_6)	(9)
		相对 CNG 价格满意度(X_7)	(10)
		气质气压满意度(X_8)	(11)
		相对行驶里程(X_9)	(12)
		相对空载里程(X_{10})	(13)
		相对维修保养费用(X_{11})	(14)
		相对维修保养次数(X_{12})	(15)
		CNGV 性能的认识(X_{13})	(16)
		相对寿命(X_{14})	(17)
C N G V 发 展 指 标 体 系	司机对政府政策的满意度	政府的支持程度(X_{15})	(18)
		宣传力度(X_{16})	(19)
		政策引导满意度(X_{17})	(20)
		经济扶持满意度(X_{18})	(21)
		延长的使用年限(X_{19})	(22)
	司机对 CNG 加气站的满意度	CNG 加气站选址合理性(X_{20})	(23)
		CNG 加气站位置对运营路线影响程度(X_{21})	(24)
		到达 CNG 加气站的时间(X_{22})	(25)
		CNG 加气站数量(X_{23})	(26)
		CNG 加气站规模(X_{24})	(27)
		加气等待时间(X_{25})	(28)

以下主要通过因子分析来验证这些变量能否真实地反映相应指标，并度量其对相应指标的贡献程度，再利用公因子对相关变量作深入分类。

b. 变量分类分析

本研究主要依据问卷调查数据，借助统计分析软件 SPSS10.0 的计算，采用主成分求解法，求得司机对 CNG 及 CNGV 的认知程度、对政府政策满意度、对 CNG 加气站满意度下各变量的公因子，从而实现对变量的分类以及对公因子含义的解释。

(1) 司机对 CNG 及 CNGV 认知量表的分析

根据司机对 CNG 及 CNGV 认知量表所有变量的相关矩阵对因子分析恰当与否进行考察，取样适当性的 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) 检验值为0.625，大于0.6，认为原数据样本充足。Bartlett 球度检验结果显示，近似卡方值为1021.397，自由度为91，检验的显著性水平为0.00，因此可以对该量表进行因子分析。

由因子分析得到因子提取结果(见表7-4)和初始因子载荷矩阵(略)。由表7-4可知选取特征值大于1的因子5个，共占到总方差的70.959%，能解释变量的大部分差异，因此可以认为这5个因子是构成司机对 CNG 及 CNGV 认知量表14个变量的公因子。为了明确各公因子的含义，对初始因子载荷矩阵进行方差最大正交旋转，其旋转后的因子载荷矩阵和各变量的共同度见表7-5。

表 7-4 相关系数矩阵的特征值与贡献率

因子	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
特征值	3.061	2.721	1.843	1.270	1.039
贡献率%	21.866	19.434	13.165	9.074	7.420
累计贡献率%	21.866	41.300	54.465	63.539	70.959

表 7-5 司机对 CNG 及 CNG 汽车认知量表正交因子载荷矩阵

变量	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	共同度
X_1	0.930	0.068	-0.049	0.010	0.057	0.876
X_2	0.830	-0.082	-0.115	-0.038	-0.004	0.711
X_3	-0.858	-0.059	0.045	0.049	-0.034	0.746
X_4	0.500	0.164	0.175	0.265	-0.216	0.425
X_5	0.078	0.604	-0.174	0.406	-0.061	0.569
X_6	0.038	0.825	0.127	-0.094	-0.039	0.709
X_7	0.231	0.592	0.219	-0.232	0.100	0.515
X_8	-0.085	0.694	-0.089	0.004	0.047	0.500
X_9	-0.096	0.029	0.882	0.160	0.062	0.817
X_{10}	-0.026	0.023	0.836	0.244	0.234	0.815
X_{11}	-0.017	-0.083	0.189	0.862	0.138	0.805
X_{12}	0.039	-0.043	0.319	0.736	0.253	0.712
X_{13}	-0.035	0.044	0.037	0.121	0.925	0.874
X_{14}	0.031	0.012	0.281	0.183	0.864	0.860

由表 7-5 可以看到,除了变量 X_4 的共同度为 42.5%,其余变量在因子分析后的共同度均大于 50%,共同度较高,所提取的公因子基本可以包含所有变量的信息。按照 5 个公因子对变量进行分类,并对公因子含义解释如下:

F_1 :CNG 客观使用情况。主要用来解释变量 X_1-X_4 ,集中反映了目前状况下,司机选择 CNG 作为燃料的绝对时间和相对时间以及 CNG 使用量等信息。其中燃油时间 X_3 对 F_1 的因子载荷为 -0.858,负号表明 F_1 与 X_3 为负相关,符合实际情况。

F_2 :CNG 使用满意度。主要解释变量 X_5-X_8 ,包括司机对当前西安市 CNG 价格的满意度、对 CNG 气质气压的满意度以及推广使用满意度。

F_3 :相对行驶里程指标。用来解释变量 X_9, X_{10} ,即较燃油状态,每天行驶的公里数和空载公里数。

F_4 :相对维修保养指标。用来解释变量 X_{11}, X_{12} ,即较燃油状态,燃气车维修保养费用和维修保养次数。

F_5 :CNGV 特性指标。用来解释变量 X_{13}, X_{14} ,主要包括对 CNGV 性能的认识和对 CNGV 相对寿命的认识。

(2) 政府政策量表的分析

根据政府政策量表所有变量的相关矩阵对因子分析恰当与否进行考察,取样适当性的 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) 检验值为0.793,大于 0.6,认为原数据样本充足。Bartlett 球度检验结果显示,近似卡方值为 297.056,自由度为 10,检验的显著性水平为0.00,因此可以对该量表进行因子分析。

由因子分析得到因子提取结果(见表 7-6)、初始因子载荷矩阵和各变量的共同度(见表 7-7)。由表 7-6 可知选取特征值大于 1 的因子 1 个,占总方差的55.661%,能解释变量的大部分差异,因此可以认为这个因子是构成政府政策量表 5 个变量的公因子。

表 7-6 相关系数矩阵的特征值与贡献率

因子	F_6^*
特征值	2.873
贡献率%	55.661
累计贡献率%	55.661

表 7-7 政府政策量表初始因子载荷矩阵

变量	F_6^*	共同度
X_{15}	0.774	0.599
X_{16}	0.861	0.741
X_{17}	0.827	0.685
X_{18}	0.737	0.543
X_{19}	0.464	0.216

由表 7-7 看到,除了变量 X_{19} 的共同度为21.6%,其余变量的共同

度均大于 50%。考虑到变量延长的使用年限(X_{19})更多的表现为一种具体的政府政策,可以在政策引导满意度(X_{17})中有体现。因此,为使所提取的公因子能够很好地反映各变量的信息,本研究去除变量 X_{19} ,通过验证 KMO 检验值为 0.775, Bartlett 球度检验的近似卡方值为 274.397,自由度为 6,检验的显著性水平为 0.00,重新作因子分析,得到因子提取结果(见表 7-8)、初始因子载荷矩阵和各变量的共同度(见表 7-9)。由表 7-8 可知特征值大于 1 的因子仍为 1 个,占总方差的 65.845%,选取这个因子为构成政府政策量表 4 个变量的公因子。

表 7-8 相关系数矩阵的特征值与贡献率

因子	F_6
特征值	2.634
贡献率%	65.845
累计贡献率%	65.845

表 7-9 政府政策量表初始因子载荷矩阵

变量	F_6	共同度
X_{15}	0.768	0.590
X_{16}	0.867	0.752
X_{17}	0.844	0.712
X_{18}	0.761	0.579

由表 7-9 看到,所有变量的共同度均大于 50%,共同度较高,所提取的公因子基本可以包含所有变量的信息。

F_6 :政府政策指标。由于该组变量只有一个公因子,故仍用量表名。该因子主要解释变量 $X_{15}-X_{18}$,包含了政府对 CNG 汽车发展的宣传和支持力度,以及对使用 CNG 汽车的优惠政策和经济补助等。主要反映政府出于对社会环境效益的考虑而采取的促进 CNG 汽车发展的相关措施。

(3) CNG 加气站量表的分析

根据 CNG 加气站量表所有变量的相关矩阵对因子分析恰当与否进行考察,取样适当性的 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) 检验值为0.724,大于0.6,认为原数据样本充足。Bartlett 球度检验结果显示,近似卡方值为241.446,自由度为 15,检验的显著性水平为0.00,因此可以对该量表进行因子分析。

由因子分析得到因子提取结果(见表 7-10)、初始因子载荷矩阵和各变量的共同度(见表 7-11)。由表 7-10 可知选取特征值大于 1 的因子 2 个,共占总方差的64.123%,能解释变量的大部分差异,因此可以认为这 2 个因子是构成加气站量表 6 个变量的公因子。

表 7-10 相关系数矩阵的特征值与贡献率

因子	F_7	F_8
特征值	2.531	1.316
贡献率%	42.191	21.932
累计贡献率%	42.191	64.123

表 7-11 CNG 加气站量表初始因子载荷矩阵

变量	F_7	F_8	共同度
X_{20}	0.678	-0.237	0.516
X_{21}	0.715	-0.325	0.617
X_{22}	0.621	-0.492	0.628
X_{23}	0.417	0.760	0.751
X_{24}	0.611	0.577	0.707
X_{25}	-0.793	-0.037	0.630

由表 7-11 看到,所有变量的共同度均大于 50%,共同度较高,所提取的公因子基本可以包含所有变量的信息。

F_7 :CNG 加气站指标。除了 X_{23} 对 F_7 的因子载荷相对较小,其余变量对 F_7 的因子载荷都较大,表明 F_7 集中反映了 CNG 加气站布局及

位置、CNG 加气站规模以及加气等待时间,并且在一定程度上也可以反映 CNG 加气站的数量,因此是一个比较综合的因子。

F_8 :CNG 加气站数量。只解释了变量 X_{23} ,是集中反映 CNG 加气站数量的因子。表明在当前情况下,CNG 加气站数量和 CNG 加气站指标处于同一指标水平,意在强调 CNG 加气站数量的重要性,符合目前 CNG 加气站数量少的实际情况。

c. 变量分类小结

综合以上统计分析,绘制 CNGV 发展影响因素构成图。如图 7-2 所示。

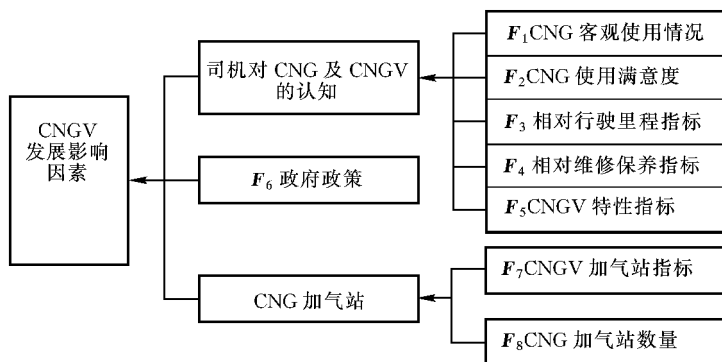


图 7-2 CNGV 发展影响因素构成示意图

从图 7-2 中可以看出,影响 CNGV 发展的因子可以归结为 F_1 — F_8 八个方面。这八个因子覆盖了 CNGV 发展过程中三个重要行为主体(政府、CNG 加气站经营者、燃气汽车使用者)的信息,从政府行为、市场行为、CNG 加气站和出租车的运营状况等方面衡量西安市 CNGV 的发展,较全面地阐述了所要研究的问题。为进一步分析这些因子间的相互关系,同时为分析的便利,文章将因子 F_3 , F_4 , F_5 归并为司机对 CNGV 的认知因子 F_9 , F_7 和 F_8 合为 CNG 加气站综合因子 F_{10} ,这样影响燃气出租车发展的因子共分为五个,即 F_1 (CNG 客观使用情况)、 F_2 (CNG 使用满意度)、 F_6 (政府政策)、 F_9 (司机对 CNGV 的认知)、 F_{10} (CNG 加气站)。

7.2.3 影响指标归因分析

a. 建立 Lisrel 模型

对于以上归纳的 5 个因子,运用德尔菲法对因子作结构分析,建立指标体系。作者首先编制了判断 5 个指标因子间相互关系的调查表,并聘请 18 位专家和代表组成顾问小组,其中,包括西安市发改委清洁汽车办以及专家委员会领导 5 名,高校相关领域技术专家 5 名,加气站负责人代表 3 名和燃气汽车司机代表 5 名。向小组所有成员发出调查问卷,严格依照德尔菲法的程序,经过反复三轮的征询、归纳、修改,最终形成小组一致认同的结果。

根据德尔菲法调查结果得到,政府政策、CNG 加气站和司机对 CNGV 的认知都会影响司机对 CNG 使用满意度;同时,政府政策和 CNG 加气站对 CNG 客观使用情况也有影响作用。此外,司机对 CNG 使用主观满意度对其行为即 CNG 客观使用情况产生反馈作用。故建立如下概念模型(见图 7-3)。

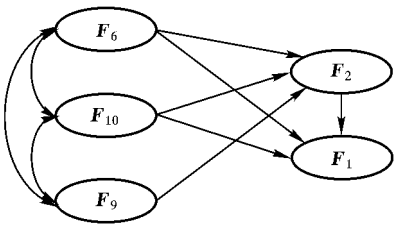


图 7-3 概念模型

图 7-3 为本文提出的 CNGV 发展现状的概念模型。该模型描述了当前影响 CNGV 发展的五个重要指标,以及五个指标之间的关系。图中双向箭头曲线表示三个外生潜变量之间的相关性,单向箭头直线表示外生潜变量和内生潜变量以及内生潜变量之间的关系。

概念模型中五个潜变量均由多个反映主观感知的观测变量测度(见图 7-3)。如果要调查被访者对同一个问题的态度进行多角度、全面的研究,就可以对同一个问题从不同角度设计多个题项来研究。这几个

Likert 量表可综合成 Likert 累加权重量表,即将被调查者某一问题对应的几个 Likert 量表的权重得分相加,本文采用等权重计算。例如,对 CNGV 特性认识的因子设计有两个题项,CNGV 性能的认识程度和 CNGV 相对燃油汽车的寿命。根据被试者选项得分,从而计算出该因子的权重得分。

这五个潜变量的信度检验结果如表 7-12 所示。

表 7-12 潜变量的信度检验

潜变量	观测变量个数	Cronback α
政府政策(F_6)	3	0.799 5
CNG 加气站(F_{10})	4	0.617 3
司机对 CNGV 的认知(F_9)	5	0.659 2
CNG 使用满意度(F_2)	4	0.623 0
CNG 客观使用情况(F_1)	3	0.771 9

所有潜变量的 Cronback 值均符合最小为 0.60 的标准,表明各潜变量采用相应的观测变量来度量是合适的。

b. 计算结果及分析

结构方程模型包括测量模型和结构模型两部分。其中,测量模型的路径图显示出各潜变量是通过哪些观测变量来间接测度的;结构模型则是描述潜变量之间的关联关系。通过 Lisrel 实证分析,并选用极大似然(Maximum likelihood)估计方法,输出模型结果如表 7-13 所示。

表 7-13 数据分析结果

测量模型结构及参数	标准化 载荷系数	t 值
政府政策(F_6)		
政府的支持程度(X_{15})	0.67	
宣传力度(X_{16})	0.86	12.83
经济政策满意度($Y_1 = \frac{X_{17} + X_{18}}{2}$)	0.79	12.62

续表 7-13

CNG 加气站(F_{10})		
布局合理性($Y_2 = \frac{X_{20} + X_{21} + X_{22}}{3}$)	0.41	
CNG 加气站数量(X_{23})	0.53	6.23
CNG 加气站规模(X_{24})	0.85	6.70
加气等待时间(X_{25})	0.47	5.89
司机对 CNGV 的认知(F_9)		
相对行驶里程(X_9)	0.36	
相对空载里程(X_{10})	0.37	4.69
相对维修保养费用(X_{11})	0.65	5.84
相对维修保养次数(X_{12})	0.80	5.88
CNGV 特性指标($Y_3 = \frac{X_{13} + X_{14}}{2}$)	0.50	5.37
CNG 使用满意度(F_2)		
大规模推广的程度(X_5)	0.35	
绝对 CNG 价格满意度(X_6)	0.84	6.01
相对 CNG 价格满意度(X_7)	0.63	5.86
气质气压满意度(X_8)	0.52	5.52
CNG 客观使用情况(F_1)		
相对燃气时间(X_1)	0.76	
绝对燃气时间(X_2)	0.91	12.16
CNG 使用量(X_4)	0.58	10.81
协方差结构模型路径	标准化路径系数	t 值
政府政策→使用满意度	0.26	3.16
CNG 加气站→使用满意度	0.33	3.36
司机对 CNGV 的认知→使用满意度	0.11	1.99
政府政策→客观使用情况	-0.19	-2.52
CNG 加气站→客观使用情况	0.09	1.64
使用满意度→客观使用情况	0.26	2.99

表 7-13 中的统计分析结果表明,在各测量模型中,观测变量很好地定义了各自的潜变量,观测变量的标准化因子载荷系数均介于 0.35~0.91,符合最低 0.3 的要求,且都通过了 t 值检验;在结构模型中,各路径系数也都通过了 t 值检验,支持了概念模型中的研究假设。

Lisrel 分析得出的参数表明模型整体是可以成立的。 χ^2 检验中, $\chi^2=348.63$ 、 $DF=143$,满足 $\chi^2/DF \leq 3.0$ 的要求。其他的拟合指标值具备统计显著性,拟合优度指数(GFI)=0.91,调整的拟合优度指数(AGFI)=0.88,比较拟合指数(CFI)=0.92,非常规拟合指数(NNFI)=0.91,都符合建议值 0.9,0.8,0.9,0.9。平方根残差(RMSEA)=0.061,大大低于 Browne 等人建议的 0.08 可接受值。上述参数表明模型与数据之间有良好的拟合效果,即西安市出租车司机的样本数据总体上支持本部分研究所提出的概念模型。

图 7-4 显示了 Lisrel 拟合路径图。

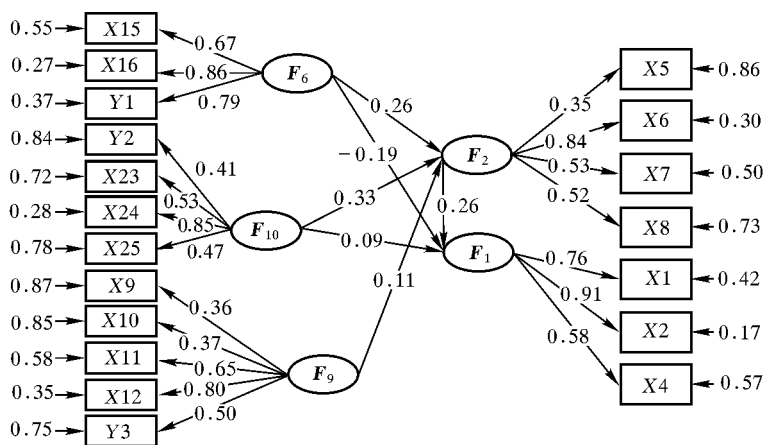


图 7-4 结构方程模型拟合路径图

(1) 政府政策和 CNG 加气站对 CNG 使用满意度的直接效应为 0.26、0.33。虽然政府制定了各种政策激励司机选择使用 CNG,但影响 CNG 使用满意度的最主要因素是 CNG 加气站的综合指标。如果没有发展 CNG 加气站等配套设施或发展滞后,造成 CNG 的供不应求,司机

仍不得不选择燃油。因此,CNG 加气站的发展能否与 CNGV 的发展相协调,是 CNGV 产业规模化的关键影响因素。

(2) CNG 加气站对 CNG 客观使用情况的总效应为0.18。其中直接效应0.09,间接效应0.09,可以看出虽然总的效应比较大,但是有一半归功于低廉的 CNG 价格等间接效应作用,直接效应的路径系数明显偏小。其原因主要是,当前西安市 CNG 加气站的建设明显滞后于 CNGV 的发展,无论是 CNG 加气站的数量还是规模都需要加快发展,司机常常为加一罐气而排队等待 1 个小时左右,可见时间成本是相当大的,致使许多司机不得已改用燃油。

(3) 司机认知程度对 CNG 使用满意度的直接效应为0.11,对 CNG 客观使用情况的间接效应为0.03。司机对 CNGV 的认知也会影响到他们对 CNG 使用的满意度,从而影响客观使用情况,但这不是影响 CNGV 产业发展的主要原因。

总体上来看,目前影响西安市天然气汽车产业发展的关键因素是 CNG 加气站建设步伐严重滞后于燃气汽车的发展速度,车用天然气供需失衡突出,成为西安市天然气汽车产业发展过程中出现的难题。如何推进车-站系统协调发展,保证车用天然气市场供需均衡,是当前发展天然气汽车产业的首要任务,也是本书所要探讨的中心问题。

7.3 供给与需求模型构建

7.3.1 样本数据与变量

a. 燃油价格和燃气价格

目前我国油价由国家统一调控,很大程度上受到国家宏观政策和国际原油市场的影响。由于原油储量日益减少和国际市场的人为炒作,原油价格不断上扬,从而导致汽油价格的连续上涨。相比天然气的价格是开放的,由各地方政府和市场来决定。由于地区间自然资源的差异,造成了燃气价格的不同,比如:气源比较丰富的四川省气价较低,与油价形

成鲜明的对比;而靠外省输送燃气的北京、广州等城市,燃气价格则相对偏高。因此,无论燃油价格还是燃气价格都受到诸多因素的影响而不断地发生变化,燃油价格更偏重于国际市场,燃气价格则侧重于地方市场与政府政策,两者都属于随机变量。

假设西安市燃油价格变动区间为 3.5~5.0 元/升,服从最可能值为 3.9 元/升的三角分布;燃气价格变化区间为 1.8~3.3 元/立方米,近似服从最可能值为 2.15 元/立方米的三角分布。

b. 燃料价格比率

燃料价格比率即不同燃料之间价格的比率。根据单位行驶里程燃气的耗用量是燃油的 1.15 倍,设定燃料价格比率模型。

$$Gra = \frac{P_2}{1.15 \times P_1} \quad (7-1)$$

其中 Gra :燃料价格比率;

P_1 :燃气价格;

P_2 :燃油价格。

燃料价格比率会随着燃气和燃油价格的变动而随机变化。在只考虑经济因素的前提下,当 $Gra=1$ 时,燃气和燃油是等效的; $Gra>1$ 则燃气有利于燃油。该指标主要通过价格杠杆来调节是否选择燃气,当 $Gra<1$ 时会导致需求量迅速减少;当 $Gra>1$ 需求量会成倍增加。

c. 加气站工作效率

加气站工作效率是指城市中所有加气枪一天正常加气的平均时间占全天时间的比率。除去人工因素的影响(即人员采取轮班制,无间歇工作),工作效率还受到以下客观因素的影响:其一,加气站属于危险性设施,又建在城市中,安全性是它的重要指标之一,因此对加气站设施尤其是储气设备的检修具有日常性和不确定性的特点;其二,由于西安市加气站多采用气罐车供气,这样由于配送过程的不协调必然导致断气现象,同时气罐车供气气压难以得到保证,通常的解决方法是关闭部分加气枪来增大其余加气枪的气压。因此,工作效率具有一定的随机性。

此数据来自对加气站的访谈调查,根据调查结果本部分研究假设:

加气站工作效率近似服从于均值为 0.6,最小值为 0.5,最大值为 0.7 的均匀分布。

d. 行驶里程

出租车司机的主观意愿以及堵车等候等客观原因,都会影响出租车单位时间的行驶里程,所以出租车单位时间的行驶里程具有随机性。通过问卷调查得到该组数据,并用水晶球软件的分布拟合功能进行拟合,样本容量为 386,大于 50,故采用卡方检验,考察各种分布的 P 值,选取 P 值大于 0.1 的几种分布。如表 7-14 所示:

表 7-14 行驶里程的拟合结果 单位:公里

拟合分布	拟合分布参数	P
正态分布	均值:350.92,标准差:67.19	0.281 1
对数正态分布	均值:5.84,标准差:0.22	0.163 0
三角分布	最小值:190.73,最大值:454.63,最可能值:400	0.120 9
均匀分布	最小值:200,最大值:450	0.231 3

由于正态分布的 P 值相对最大,选取正态分布为行驶里程的分布。因此,基于以上拟合分析,可以假设,行驶里程近似服从于均值为 350.92,标准差为 67.19,最小值为 250,最大值为 400 的正态分布。

e. 出租车一次加气量

对于出租车来说,其储气设备容积是相同的,不会影响加气量的多少。但是,由于压缩天然气不同于液化汽油,需要强压才能把气体注入储气设备,因此加气站气压的稳定性对加气量具有决定性作用。而气压的稳定性是不可测的,因此加气量也具有随机性。

同样,对调查数据用水晶球软件的分布拟合功能进行拟合,采用卡方检验(样本容量为 386,大于 50),选取 P 值大于 0.1 的几种分布。如表 7-15 所示:

表 7-15 加气量的拟合结果 单位:立方米

拟合分布	拟合分布参数	P
正态分布	均值:10.64,标准差:1.05	0.102 3
三角分布	最小值:9,最大值:12.5,最可能值:10.5	0.213 9
均匀分布	最小值:9,最大值:12.5	0.112 9

由于三角分布的 P 值相对最大,选取三角分布为加气量的分布。因此,基于以上拟合分析,可以假设,出租车一次加气量近似服从于最小值为 9,最大值为 12.5,最可能值为 10.5 的三角分布。

f. 政府补贴率

政府补贴主要是指政府对加气站建设的财政补助和政策优惠,许多城市制定了对天然气加气站建设及配套设备等项目在投资、用地、税收、水电气增容及贴费、天然气供销价格等方面的优惠政策。本部分研究将优惠政策转化为可计量的财政补助,则政府对单个加气站的平均补贴相对于加气站的建设费用即为政府补贴率。在不同时期和不同的建设地点,政府会根据加气站的数量和财政状况,采取不同的补贴率。同样在特殊时期,政府的补贴率也会出现负值,此时的政府补贴就表现为政府惩罚,即政府限制加气站的建设,这也是政府为促进车-站系统健康发展所可能采取的措施。就目前西安市车用天然气供不应求的客观情况来看,必须采取政府补贴的相关政策。

由于政府对地价、税收等的优惠幅度很难具体衡量,甚至很难量化,故统一折算成政府补贴率来分析。通过西安市清洁汽车办公室获得政府对加气站建设的补贴率,本文假设政府补贴率近似服从均值为 0.15,最小值为 0,最大值为 0.3 的均匀分布。

7.3.2

供给模块

就某一城市而言,车用天然气的供给量可以从宏观和微观两个层面

进行分析。宏观因素主要指本地区的储气量、天然气的开采程度等供气能力因素,以及对燃气汽车发展的支持力度等宏观经济和政策因素;而微观因素可以具体到城市中加气站的数量和规模以及加气站工作效率等因素。本部分研究主要从微观层面来分析天然气的供给量,建立西安市车用天然气供给量模型如下

$$S = GL \times NoG \quad (7-2)$$

其中 S : 车用天然气日供给量;

GL : 单个加气枪日供气量;

NoG : 加气枪数量。

单个加气枪的日供气量可以通过加气时间进行估算。

$$GL = p \times \frac{24 \times 60}{t} \times l \quad (7-3)$$

其中 p : 加气站工作效率;

t : 加气所需时间;

l : 出租车一次的加气量。

加气枪的数量是影响供给量的主要指标。一个城市所拥有的加气枪数量直接影响到该城市的燃气供给量,以及加气的便利性。同时,加气枪的数量也受到多方面因素的制约,形式上受到加气站数量和规模的影响,但本质上主要还是经济性因素的制约。本部分研究探讨影响加气枪数量的主要因素,并主要考虑加气的等待时间。

等待时间指出租车司机为了加气而必须在加气站排队等候的时间,是供需失衡的主要表征。当前,原油价格不断上涨,因此出租车司机普遍选择成本相对较低的天然气,这更延长了出租车等待加气的时间。等待时间直接影响到等待成本,从而会影响司机是否选择燃气。下面主要从经济性方面来分析等待时间。

假设两种理想状态,并假定两种状态下行驶相同里程有相同收入,同时不考虑固定成本摊销。

一是出租车完全燃气,在没气的情况下会排队等待加气,则其日净收益可表示为:

$$U_1 = R - \frac{\omega \times M}{100} \times V_1 \times P_1 \quad (7-4)$$

二是出租车完全燃油,则其日净收益可表示为:

$$U_2 = R - \frac{\omega \times M}{100} \times V_2 \times P_2 + U_0 \quad (7-5)$$

其中 U_1 :燃气状态的日净收益;

U_2 :燃油状态的日净收益;

R :行驶里程 $\omega \times M$ 的收入;

M :行使里程;

ω :燃气率;

V_1 :出租车百公里耗气量;

V_2 :出租车百公里耗油量;

U_0 :燃油状态比燃气状态多行驶路程所带来的收益。

当前燃气价格要明显低于燃油价格,所以单纯考虑这一点,出租车司机普遍选择燃气,从而导致天然气供不应求。在完全燃气状态下,司机需排队等待加气,必然导致单位时间内燃油比燃气多行驶一段路程而产生收益 U_0 ,这部分收益相对于燃气状态即为其等待加气的成本 C_0 。

综合分析司机选择燃气的条件为:

$$\begin{aligned} U_1 - U_2 > 0 &\Rightarrow \frac{\omega \times M}{100} \times (V_2 \times P_2 - V_1 \times P_1) - U_0 > 0 \\ &\Rightarrow C_0 = U_0 < \frac{\omega \times M}{100} \times (V_2 \times P_2 - V_1 \times P_1) \end{aligned} \quad (7-6)$$

如果以出租车司机每小时 20 元的净收益来计算,并考虑燃料价格比率的调节作用,即燃气价格 P_1 越大,消费者选择使用天然气的动力越弱,可接受的等待时间就越短。则等待时间为

$$WT = Gra \times \frac{C_0}{20} \times 60 \quad (7-7)$$

式(7-7)表示的 WT 为出租车在某个加气站最长的等待时间,超过这个时间,燃油的收益将大于燃气的收益。如果最长等待时间的出租车可以加到气,则其余等待的出租车也可以加到气,所以重点分析最长

的 WT 即可。由此建立加气枪数量模型

$$NoG = \frac{(2 \times a + 3 \times b) \times NoT \times t - WT \times NoG}{p \times 24 \times 60} \quad (7-8)$$

$$\text{即} \quad NoG = \frac{(2 \times a + 3 \times b) \times NoT \times t}{p \times 24 \times 60 + WT} \quad (7-9)$$

最后,将政府补贴率视为一种调控手段,即通过政府的优惠性补贴,会导致城市中加气站数量的增加,或加气站建设规模的扩大,则

$$NoG = \frac{(2 \times a + 3 \times b) \times NoT \times t}{p \times 24 \times 60 + \frac{Gra \times w \times M \times (V_2 \times P_2 - V_1 \times P_1)}{20 \times 100} \times 60} \times (1 + gs) \quad (7-10)$$

其中 WT :出租车加气等待时间;

gs :政府补贴率;

NoT :出租车总量;

a, b :出租车日加气 2 次、3 次数量的比率。

最终供给量的模型为

$$S = \frac{(2 \times a + 3 \times b) \times NoT \times p \times 24 \times 60 \times l \times (1 + gs)}{p \times 24 \times 60 + \frac{Gra \times w \times M \times (V_2 \times P_2 - V_1 \times P_1)}{20 \times 100} \times 60} \quad (7-11)$$

7.3.3 需求模块

燃气的需求量分析主要从使用者的角度出发,其与供给量是一个互动的过程。供给量受到基础设施等条件的限制,在短时间内不会发生大幅度的变化;而需求量主要受到使用者主观意愿的影响,并且使用者的投资远远不及供给者的建设投资,因此需求量会发生较大的波动。为了便于度量,通过出租车的数量以及在燃气状态下的行驶里程可近似模拟需求量的分布,从而建立西安市车用天然气需求量模型

$$D = NoT \times \sqrt{Gra} \times \frac{w \times M}{100} \times V_1 \quad (7-12)$$

其中 D :车用天然气日需求量;

Gra :燃料价格比率;

w :燃气率;

M :行使里程;

V_1 :出租车百公里耗气量;

NoT :出租车总量。

为适当降低价格因素对需求量的影响,充分体现其余因素的作用,式(7-12)对燃料价格比率作了开方处理。

7.3.4 供需仿真概念模型

根据供给和需求模块的分析,本部分研究给出车用天然气供需模型的结构示意图,如图7-5所示。

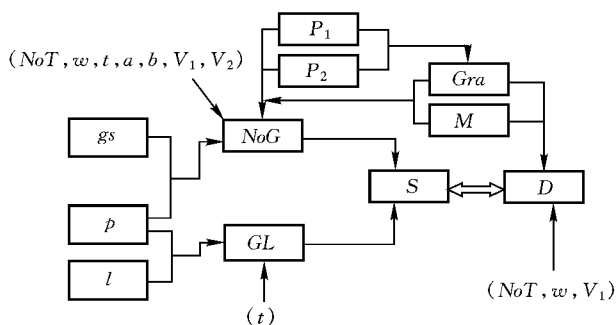


图 7-5 供需模型结构示意图

西安市现有燃气出租车10 032辆。根据问卷调查统计分析,得到 $a=0.46$, $b=0.54$ 。通过实地测量结果的统计分析,本部分研究假设出租车行驶百公里耗油量为10升,百公里耗气量为11.5立方米。

燃气化率是指出租车每天行驶的里程中,使用燃气行驶的比率。根据调查问卷中关于出租车每天燃气行使里程及燃油行使里程,加权统计得到 $w=0.6$ 。

根据变量假设和常量设定,建立仿真模型的电子表格,见表7-16。

表 7-16 仿真模型电子表格

常量赋值						
NoT/辆	10 032 ^①	V ₁ /立方米	11.5	a	0.46	
w	0.6	V ₂ /升	10	b	0.54	
随机变量分布						
	P ₁	P ₂	p	M/公里	l/立方米	gs
最小值	1.8	3.5	0.5	250	9	0
最大值	3.3	5.0	0.7	400	12.5	0.3
初值	2.15	3.9	0.6	350.92	10.5	0.15
仿真结果显示						
S/立方米	281 831.68		D/立方米	308 604.19		

表 7-16 中所显示的各预测变量值为随机变量取初值时的数值,其中随机变量的初值,均匀分布和正态分布为均值,三角分布为最可能值。

供给量

$$S = \frac{(2 \times a + 3 \times b) \times NoT \times p \times 24 \times 60 \times l \times (1 + gs)}{p \times 24 \times 60 + \frac{P_2}{1.15 \times P_1} \times \frac{w \times M \times (V_2 \times P_2 - V_1 \times P_1)}{20 \times 100}} \times 60$$
$$= 281\,831.68 \tag{7-13}$$

需求量

$$D = NoT \times \sqrt{\frac{P_2}{1.15 \times P_1}} \times \frac{w \times M}{100} \times V_1 = 308\,604.19$$
$$\tag{7-14}$$

7.4 经济政策综合分析

在以下的均衡分析中,对仿真结果采用统一的标识。*s* 和 *d* 表示供给量和需求量的期望值 *E_s*, *E_d* 的曲线, *s₁*, *s₂*, *d₁*, *d₂* 分别表示供给量和需求量的期望值加减相应一倍 σ 的曲线,即 *E_s* + σ_{*s*}, *E_s* - σ_{*s*}, *E_d* + σ_{*d*},

① 数据来源:西安市实施“‘十五’国家清洁汽车推广应用城市”项目总结报告

$E_d - \sigma_d$ 的曲线; W_s, W_d 为供给量宽度和需求量宽度的曲线; $1\sigma, 1.96\sigma, 2.58\sigma$ 表示取 $1\sigma, 1.96\sigma, 2.58\sigma$ 时, 实现供需均衡的概率曲线。

7.4.1

燃气价格

一般商品的需求量和供给量都与其价格有着最直接的关系, 在完全市场调控的状态下, 价格支配供给量和需求量实现均衡。燃气的供需量也不例外, 燃气价格是影响其实现均衡的重要因素之一。当燃气价格分别取定值, 其他随机变量服从方案假设, 仿真得到相应燃气供给量和需求量的期望值 E_s, E_d 以及标准差 σ_s, σ_d , 选取一倍 σ , 利用 Excel 绘制供需量期望值 E_s, E_d 以及 $E_s \pm \sigma_s, E_d \pm \sigma_d$ 的曲线图。如图 7-6 所示。

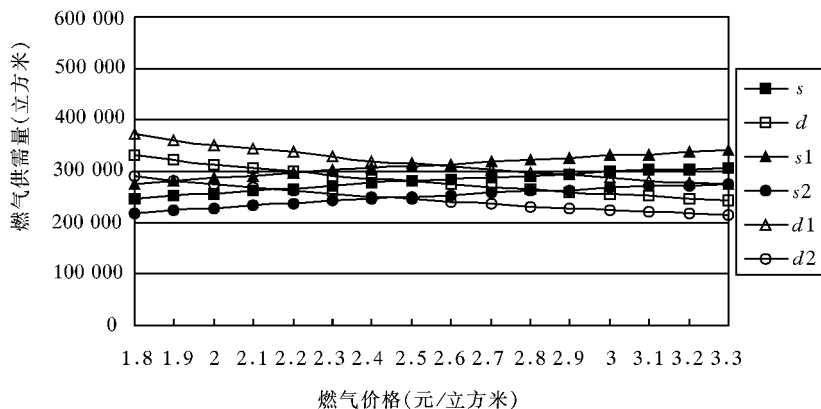


图 7-6 燃气价格对供需量的影响

依据图 7-6 定义, 供给量宽度(供给量的变化幅度) $W_s = s_1 - s_2 = 2\sigma_s$, 需求量宽度(需求量的变化幅度) $W_d = d_1 - d_2 = 2\sigma_d$, 绘制燃气价格与供需量变化幅度的关系图(见图 7-7)。

结合图 7-6 和图 7-7, 比较分析不同燃气价格下供给量和需求量的变化幅度。当燃气价格为 1.8~3.05 时, 燃气需求量的宽度大于供给量的宽度, 表明此时其他因素对需求量的影响较大; 当燃气价格为 3.05~3.3 时, 则恰好相反。说明在燃气价格较低时, 其对供给量的影响程

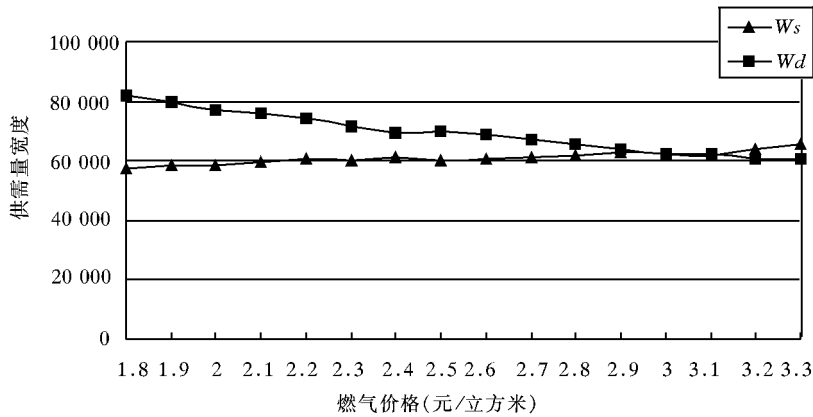


图 7-7 燃气价格与供需量宽度关系

度大于对需求量的影响程度；在燃气价格较高时对需求量的影响程度相对较大。

分析图 7-6 可以得到, s 和 d 在燃气价格为 2.5 时相交, 表明供给量和需求量的期望值在燃气价格为 2.5 时达到均衡。当燃气价格为 1.9 ~ 3.2 时, 曲线 s_1, s_2, d_1, d_2 相交形成公共区域, 该区域内供需量有可能实现均衡, 本部分研究定义为均衡区域, 即在期望值加减一倍 σ 区域范围内, 燃气价格取 1.9 ~ 3.2 时方可实现供需均衡。当燃气价格小于 1.9 时, 供给无法满足需求, 大于 3.2 时, 供给量全部大于需求量, 此时均不存在供需均衡点。以下对均衡区域作进一步分析。

燃气价格在 1.9 ~ 3.2 的范围内时, 只有当供需量同时落在均衡区域内方可实现供需均衡, 否则将无法实现均衡, 分析供需量实现均衡的概率。

定义

$$\text{均衡概率 } k = \frac{[K_{s_1}, K_{s_2}] \cap [K_{d_1}, K_{d_2}]}{[K_{s_1}, K_{s_2}] \cup [K_{d_1}, K_{d_2}]} \tag{7-15}$$

其中, $K_{s_1}, K_{s_2}, K_{d_1}, K_{d_2}$ 表示在某一燃气价格下, 供给曲线上、下边界和需求曲线上、下边界所对应供给量和需求量的值。

结合图 7-6, 描绘出以 $E_s \pm \sigma_s, E_d \pm \sigma_d$ 为上、下边界时的均衡概率

曲线,如图7-8中 1σ ,同理,可以得到 1.96σ , 2.58σ 时的均衡概率曲线。如图7-8所示。

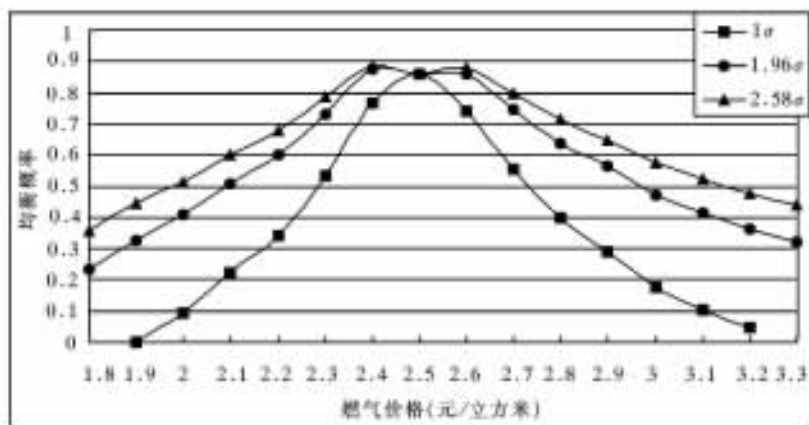


图 7-8 燃气价格对供需均衡的影响

由图7-8得到,燃气价格对供需均衡的影响程度已接近0.9。单独分析 1σ 时的均衡概率曲线,若使供需均衡概率大于0.5,则燃气价格在2.3~2.7区间。西安市当前燃气价格2.15元/立方米,可实现均衡的概率仅仅为0.3。因此政府需根据供需变化,适当调控燃气价格,促进供需均衡。若结合 1σ , 1.96σ , 2.58σ 三条均衡概率曲线分析,可以看到实现均衡的可行域不断增大。三条曲线在2.4~2.6时均取得较大均衡概率,从西安市当前实际情况看,燃气价格取2.4~2.6最理想,此时只要其他变量在假定的范围内变动,燃气供需均衡概率均可接近或大于0.8,并且最大可达到0.884。

7.4.2

燃油价格

燃油作为燃气的替代商品,在功能和效果上与燃气是基本一致的,消费者选择哪种产品主要取决于它们的价格。因此燃油价格的变动同样影响着燃气的供需量,它是本部分分析的一个主要影响因素。

令燃油价格取不同的定值,其他随机变量服从方案假设,仿真得到相应燃气供给量和需求量的期望值 E_s, E_d 以及标准差 σ_s, σ_d ,选取一倍 σ ,绘制供需量期望值 E_s, E_d 以及 $E_s \pm \sigma_s, E_d \pm \sigma_d$ 的曲线图。如图 7-9 所示。

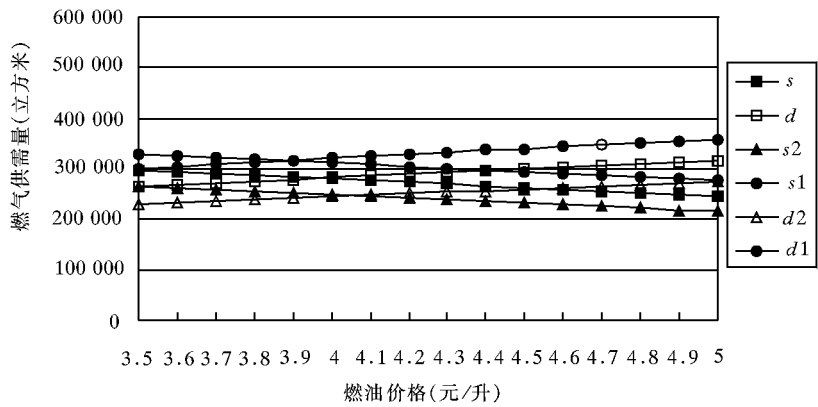


图 7-9 燃油价格对供需量的影响

绘制燃油价格与供需量变化幅度的关系图(见图 7-10)。

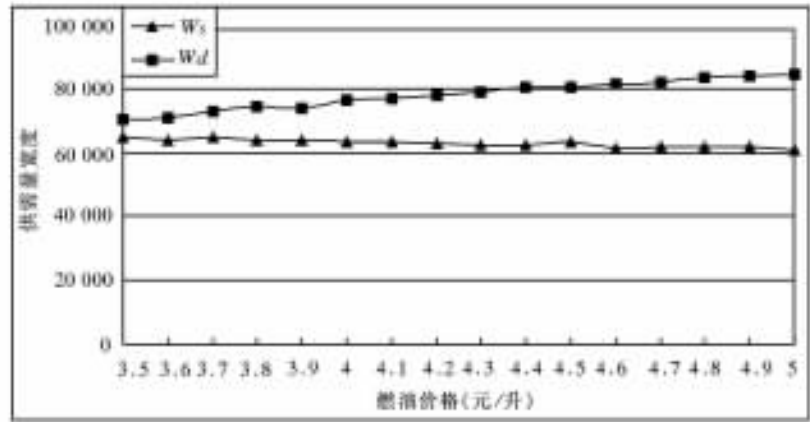


图 7-10 燃油价格与供需量宽度关系

结合图 7-9 和图 7-10,燃油价格对供给量宽度的影响趋势逐渐减小,对需求量宽度的影响逐渐增大,但整体上对需求量宽度的影响远大

于对供给量的影响,表明燃气的需求量更易受油价以外其他因素的制约,燃油价格对燃气供给量的影响要大于对需求量的影响。

图 7-9 中燃油价格为 3.95 时, s 和 d 相交,即供给量和需求量的期望值达到均衡。在油价为 3.5~5 的范围内,供需量有可能达到均衡。

同理绘制出 1σ , 1.96σ , 2.58σ 的均衡概率分布(见图 7-11)。

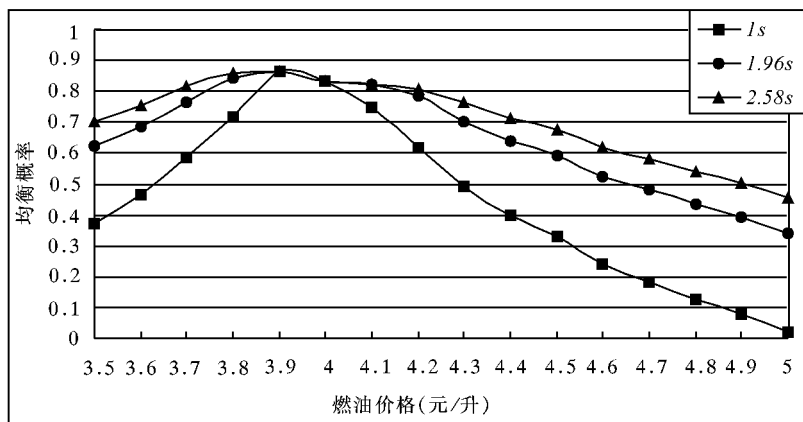


图 7-11 燃油价格对供需均衡的影响

由图 7-11 得到,燃油价格对燃气供需均衡的影响程度最大为 0.865,和燃气价格的影响程度相近,而燃气价格和燃油价格同是市场行为的结果,表明市场行为对供需均衡的影响程度较大。

对于图 7-11 中 1σ 时的均衡概率分布,当燃油价格为 3.6~4.3 时,供需实现均衡的概率大于 0.5。此时燃油价格的可行域为 3.5~5,最优区域为 3.6~4.3。虽然燃油价格主要受燃油供给量和国际市场的影响,但政府可以根据燃气供需变化,在最优域内适度调控燃油价格,从而促进燃气供需均衡。

综合分析 1σ , 1.96σ , 2.58σ 时燃油价格的均衡概率,三条曲线峰值对应的油价均为 3.9,当前 3.9 元/升的油价为推进西安市燃气供需均衡创造了较好的外部环境,由于世界能源危机以及中国将征收燃油税等外部因素,油价将进一步攀升,消费者会更加偏好于燃气,届时改变供不应求矛盾的难度可想而知。因此,抓住当前时机解决供需问题刻不容

缓。

同时,很明显看出三条曲线呈现类似右偏分布,表明燃油价格的降低有利于燃气供需均衡,这一点与燃气价格的上调有利于供需均衡是一致的,也符合经济学的基本原理。然而在当前世界原油日益减少、能源危机日益严重的时期,降低燃油价格似乎不太现实,但政府可以针对特殊群体(如使用燃气频率较高的出租车司机),对其使用燃油予以一定补贴,从而降低燃气需求量,对当前燃气的供不应求也能起到一定缓解作用。

7.4.3 燃料价格比率

当燃料价格比率分别取 0.5~2 的定值时,其他随机变量服从方案假设,仿真得到相应燃气供给量和需求量的期望值 E_s, E_d 以及标准差 σ_s, σ_d ,选取一倍 σ ,绘制供需量期望值 E_s, E_d 以及 $E_s \pm \sigma_s, E_d \pm \sigma_d$ 的曲线图。如图 7-12 所示。

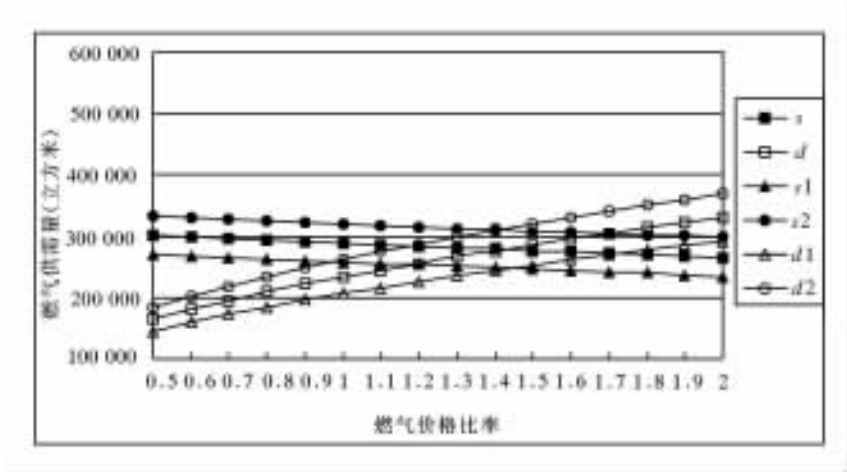


图 7-12 燃料价格比率对供需量的影响

绘制燃料价格比率与供需量变化幅度的关系图(见图 7-13)。

从图 7-12 和图 7-13 得到,当燃料价格比率为 0.5~1.2 时,燃气

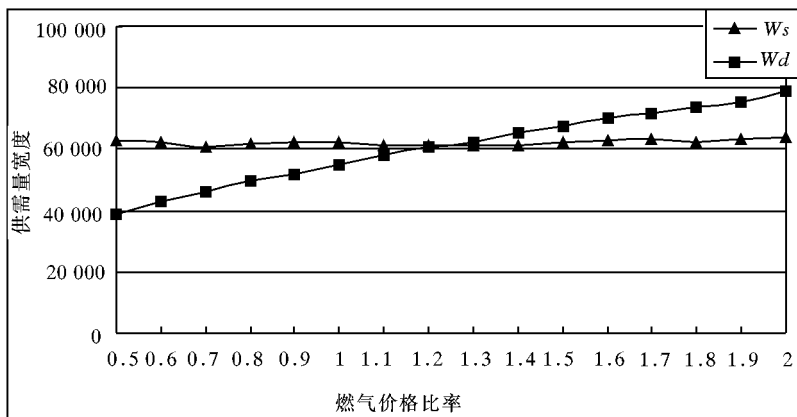


图 7-13 燃料价格比率与供需量宽度关系

需求量的宽度小于供给量的,表明此时其他因素对需求量的影响较大;当燃料价格比率为 1.2~2 时,则恰好相反。说明在燃料价格比率较低时,其对供给量的影响程度大于对需求量的影响程度;反之则对需求量的影响程度相对较大。

分析图 7-12,当燃料价格比率为 1.4 时, s 和 d 相交实现均衡。当小于 1 时,过高的燃气价格会吸引更多供应商,而排斥消费者,最终出现供过于求的现象。燃料价格比率在 1~2 的范围内会实现供需均衡。

绘制出 1σ , 1.96σ , 2.58σ 时燃料价格比率的均衡概率(见图 7-14)。

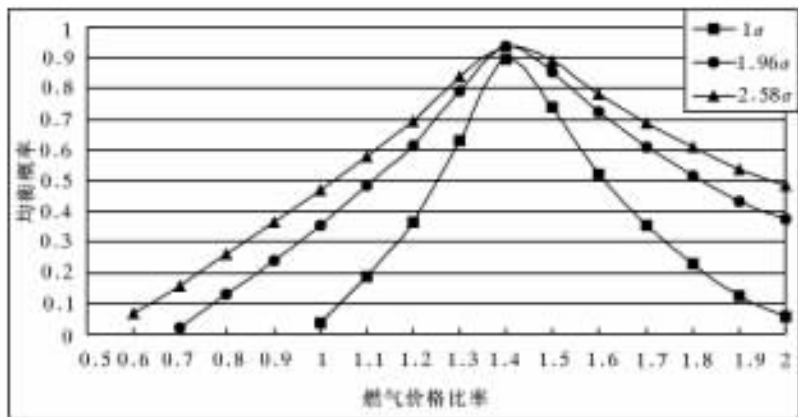


图 7-14 燃料价格比率对供需均衡的影响

图 7-14 很好地印证了图 7-8 和图 7-11,并且得出的结论也是一致的。从 $1\sigma, 1.96\sigma, 2.58\sigma$ 三条均衡概率曲线分布看到,最大均衡概率均在燃料价格比率为 1.4 时取得,且达到 0.937。可见,燃气价格和燃油价格共同对燃气的供需均衡起支配作用。

7.4.4

政府对加气站建设的优惠及管制政策

政府根据燃气的供给量等条件对加气站建设实行优惠政策或管制措施。由于是对加气站建设的优惠或管制,因此该变量对燃气需求量没有影响。当政府补贴-管制率取定值时,其他随机变量服从方案假设,仿真得到相应燃气供给量和需求量的期望值 E_s, E_d 以及标准差 σ_s, σ_d ,选取一倍 σ ,绘制供需量期望值 E_s, E_d 以及 $E_s \pm \sigma_s, E_d \pm \sigma_d$ 的曲线图。如图 7-15 所示。

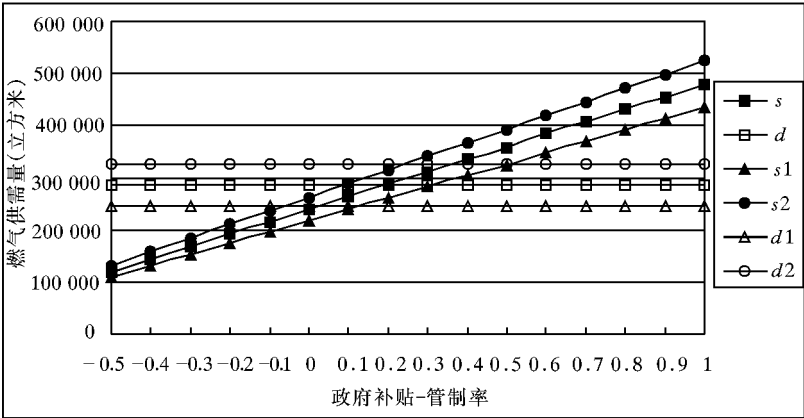


图 7-15 政府补贴-管制率对供需量的影响

绘制政府补贴-管制率与供需量变化幅度的关系图(见图 7-16)。结合图 7-15 和图 7-16,政府补贴-管制率对供给量宽度的影响逐渐增大,且速率较大,但总体上小于对需求量宽度的影响,即燃气供给量受补贴-管制率的制约大,与现实情况较吻合。对于需求量来说,由于其

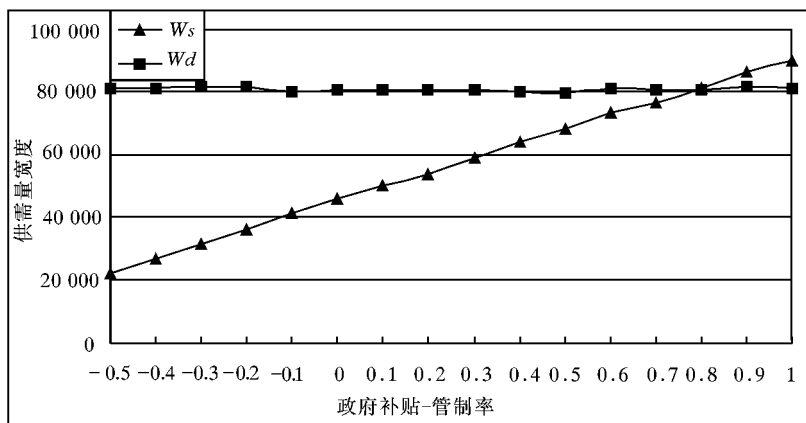


图 7-16 政府补贴-管制率与供需量宽度关系

不受补贴-管制率的影响,因此在忽略仿真误差的情况下,需求量宽度保持不变。

图 7-15 显示当政府补贴率为 0.2 时, s 和 d 相交,即此时供需期望值达到均衡,这与本文假设的政府补贴率最可能值为 0.15 基本吻合。当补贴-管制率为 $-0.05 \sim 0.5$ 时,供需可以实现均衡,并且取值 $-0.05 \sim 0$ 时政府采取管制措施, $0 \sim 0.5$ 时采取优惠鼓励政策。可见政府需重点采取优惠政策,增加燃气供给量,这与当前燃气供应不足的现象一致。

绘制出 1σ , 1.96σ , 2.58σ 时政府补贴-管制率的均衡概率(见图 7-17)。

由图 7-17 看到,政府补贴-管制率对供需均衡的影响程度最大达到了 0.732。市场经济中,政府虽然不是经济实体的参与者,但在一些新兴产业发展初期,政府的宏观调控对促成产业发展意义重大。

结合图 7-17 中 1σ 的均衡概率曲线和图 7-15 中曲线的分布趋势,由于需求量不受政府补贴-管制率影响, d_1 , d_2 分布基本为两条平行直线,随着补贴率从 0.1~0.25 增大,供给量的 σ 增大,实现供需均衡概率的总体趋势在增大,并在 0.25 时达到最大值,也就是说当前较高的政府补贴率有利于燃气的供需均衡。分析 1σ , 1.96σ , 2.58σ 三条均衡概率曲线,其最大均衡概率对应补贴-管制率逐渐增大,同样也证明了上述结

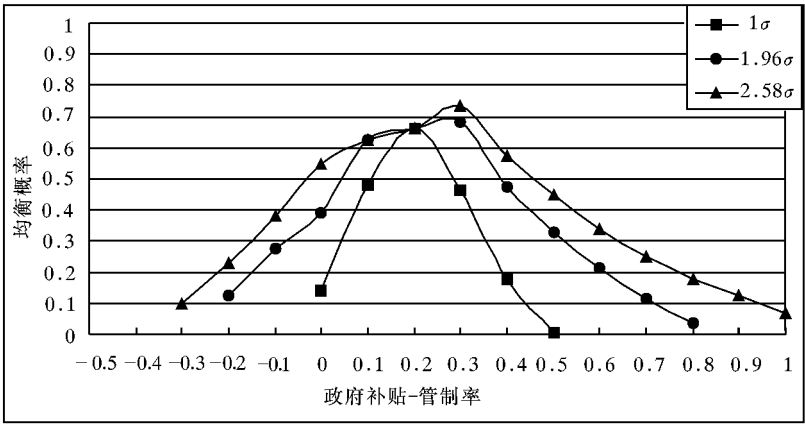


图 7-17 政府补贴-管制率对供需均衡的影响

论,并且在补贴率为 0.3 时取得最大的均衡概率 0.732。结合本文通过二手资料获得的当前政府补贴率 0~0.3,如果能够采取 0.3 的补贴率,会对目前燃气供不应求的现象起到很大改善作用,然而任何事物都讲求适度,如果一味追求高的政府补贴率,毕竟会走向另一个极端供过于求。因此,关键问题是选择一个合适的政府补贴率,并且要保证补贴率的实时动态性,即在不同时期、不同加气站建设地点应有不同的政府补贴率。

7.5 其它政策的综合分析

7.5.1 加气站工作效率

当工作效率分别取 0.1~1 的定值时,其他随机变量服从方案假设,仿真得到相应燃气供给量和需求量的期望值 E_s, E_d 以及标准差 σ_s, σ_d ,选取一倍 σ ,绘制供需量期望值 E_s, E_d 以及 $E_s \pm \sigma_s, E_d \pm \sigma_d$ 的曲线图。如图 7-18 所示。

绘制加气站工作效率与供需量变化幅度的关系图(见图 7-19)。

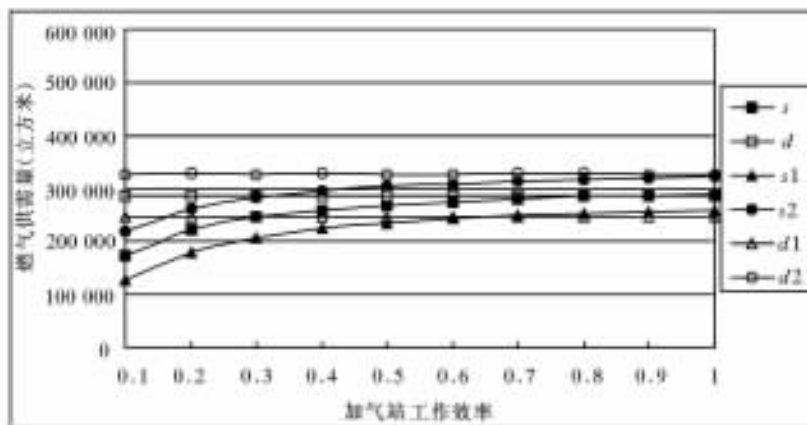


图 7-18 加气站工作效率对供需量的影响

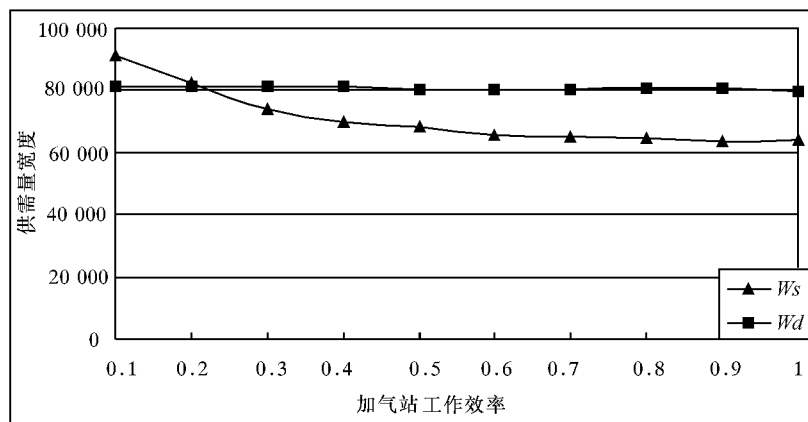


图 7-19 加气站工作效率与供需量宽度关系

结合图 7-18 和图 7-19,加气站工作效率对供给量宽度的影响总体上逐渐减小,且在 0.2~1 范围内均小于对需求量宽度的影响程度,表明燃气的供给量受加气站工作效率制约较大。从需求模型上可以看出,需求量不受加气站工作效率的影响,因此需求量宽度相对比较大。

分析图 7-18,当加气站工作效率为 0.9 时, s 和 d 相交实现均衡。当小于 0.17 时,供给完全满足不了需求;当工作效率为 0.6~1 时,供需

达到比较稳定的状态。从总体上看,无论加气站工作效率多高,当前的供给量还无法满足最大需求量。

绘制出 1σ , 1.96σ , 2.58σ 时加气站工作效率的均衡概率(见图 7-20)。

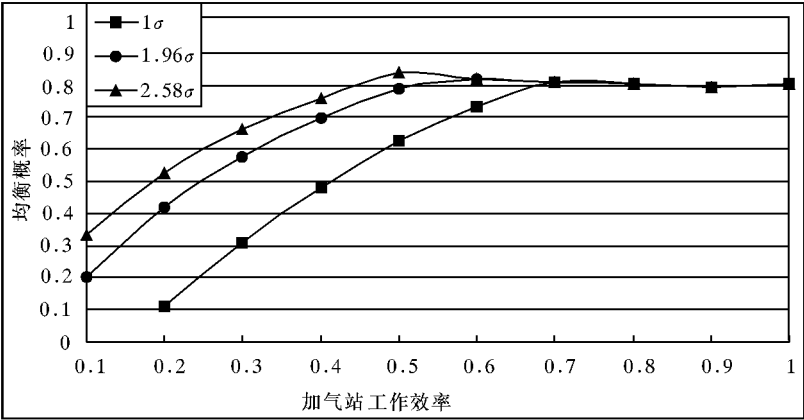


图 7-20 加气站工作效率对供需均衡的影响

由图 7-20 得到,加气站工作效率对供需均衡的影响程度最大达到 0.836。加气站的行为对供需均衡的影响也是比较大的,表明当前供不应求的卖方市场环境下供应商对市场影响的重要性。

图 7-20 显示当加气站工作效率为 0.7~1 时, 1σ , 1.96σ , 2.58σ 三条均衡概率曲线基本重合,表明此时的加气站工作效率对供需均衡的影响不明显。研究中采用 0.5~0.7 的工作效率,虽然在这一区域取到最大均衡概率 0.836,但是总体上实现均衡的稳定性不强。必须进一步提高加气站工作效率,为实现均衡提供稳定的环境,这不仅涉及到加气站的经营管理水平,同时与加气站设备的安全性也有很大的关系。

7.5.2 行驶里程

当行驶里程取定值时,其他随机变量服从方案假设,通过仿真得到

相应燃气供给量和需求量的期望值 E_s, E_d 以及标准差 σ_s, σ_d , 选取一倍 σ , 绘制供需量期望值 E_s, E_d 以及 $E_s \pm \sigma_s, E_d \pm \sigma_d$ 的曲线图。如图 7-21 所示。

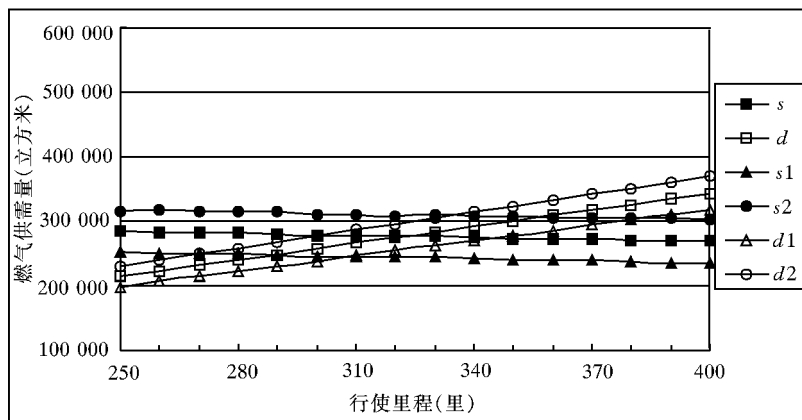


图 7-21 行驶里程对供需量的影响

绘制行驶里程与供需量变化幅度的关系图（见图 7-22）。

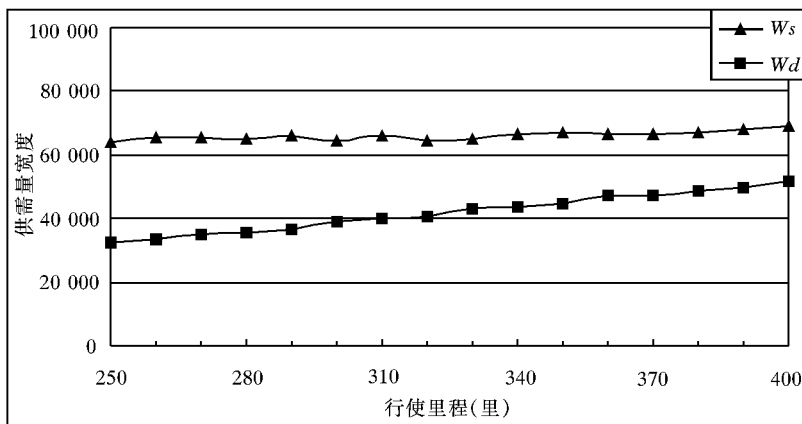


图 7-22 行驶里程与供需量宽度关系

结合图 7-21 和图 7-22, 行驶里程对供给量宽度的影响程度远大于对需求量的影响, 表明行驶里程更多地影响燃气的需求量, 与现实情况吻合。

图 7-21 表明在行驶里程为 320 时曲线 s 和 d 相交实现均衡,当行驶里程为 280~380 时,供需量有可能实现均衡。

绘制出 $1\sigma, 1.96\sigma, 2.58\sigma$ 时行驶里程的均衡概率(见图 7-23)。

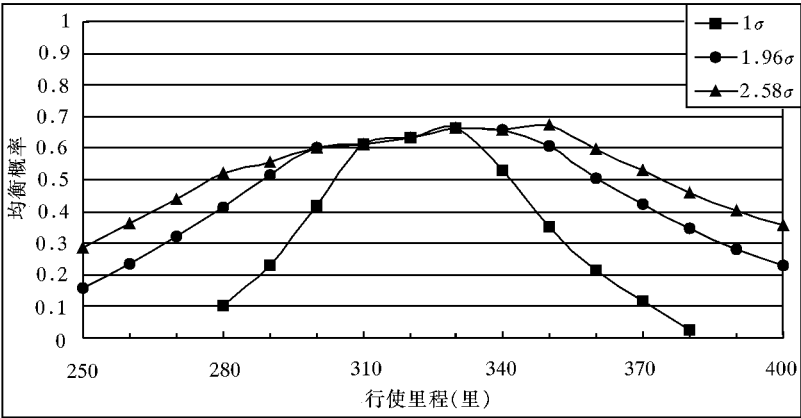


图 7-23 行驶里程对供需均衡的影响

从图 7-23 中得到,行驶里程对供需均衡的影响程度最大值为 0.671。虽然影响程度不及加气站工作效率,但消费者偏好决定了他选择哪种产品,并决定其个人的需求量,因此,行驶里程的影响作用不容忽视。

综合分析图 7-23 中 $1\sigma, 1.96\sigma, 2.58\sigma$ 三条均衡概率曲线的分布,均在行驶里程 330 时取得最大概率 0.664。但行驶里程作为消费者偏好,无法通过行政手段干预,只能通过市场调节来达到均衡点。

7.5.3 出租车一次加气量

当出租车一次加气量取不同定值时,其他随机变量服从方案假设,仿真得到相应燃气供给量和需求量的期望值 E_s, E_d 以及标准差 σ_s, σ_d ,选取一倍 σ ,绘制供需量期望值 E_s, E_d 以及 $E_s \pm \sigma_s, E_d \pm \sigma_d$ 的曲线图。如图 7-24 所示。

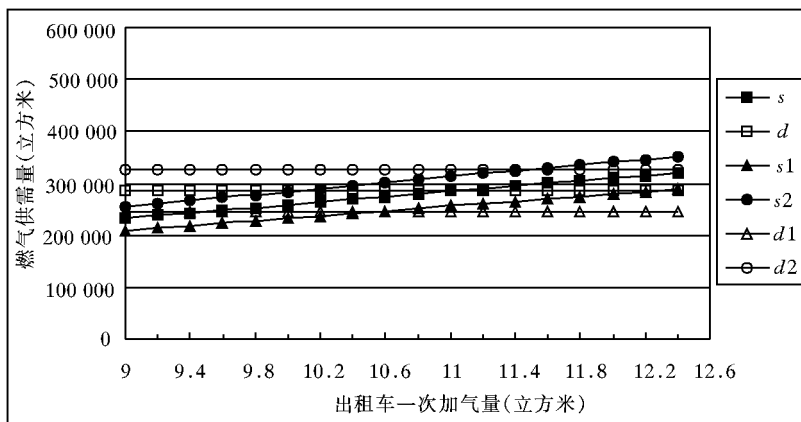


图 7-24 出租车一次加气量对供需量的影响

绘制出租车一次加气量与供需量变化幅度的关系图(见图 7-25)。

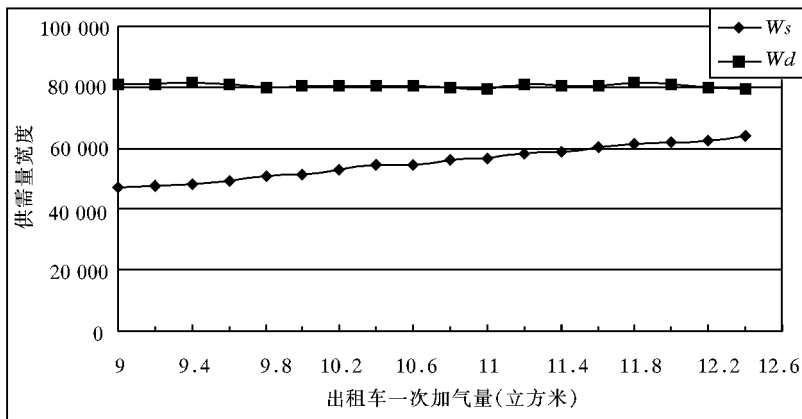


图 7-25 出租车一次加气量与供需量宽度关系

从图 7-24 和图 7-25 得到,出租车一次加气量对供给量宽度的影响逐渐增大,且速率较大,但总体上小于对需求量宽度的影响,即燃气供给量受出租车一次加气量的制约较大。

分析图 7-24,当出租车一次加气量为 11 时, s 和 d 相交实现均衡。出租车一次加气量为 9~12.5 时,供需量均可能实现均衡。

绘制出 $1\sigma, 1.96\sigma, 2.58\sigma$ 时出租车一次加气量的均衡概率(见图 7-26)。

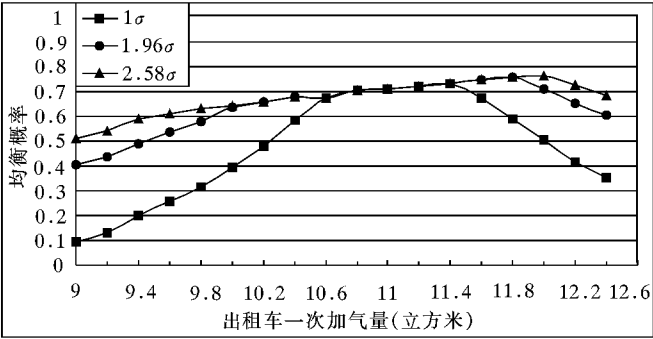


图 7-26 出租车一次加气量对供需均衡的影响

分析图 7-26 中 $1\sigma, 1.96\sigma, 2.58\sigma$ 三条均衡概率曲线的分布趋势, 在出租车一次加气量为 $10.6\sim 11.4$ 时, 三条曲线基本重合且均衡概率维持在 0.7 左右, 达到比较稳定的均衡状态。因此, 在当前的技术水平下, 出租车一次加气 $10.6\sim 11.4$ 比较合适, 如果一次加气过少, 则车辆的交替会延误更多时间; 若加气过多, 由于设备技术问题, 会大幅度延长加气时间。

7.6 政策建议

综合各变量的均衡分析结果, 汇总相应的均衡点、最大均衡概率和三种均衡区间见表 7-17, 其中均衡点表示供给量和需求量的期望值实现均衡时对应的变量值。

结合均衡仿真分析结论, 为早日实现车-站系统互动发展, 本部分研究对西安市燃气汽车的发展提出一些定量化建议。同时, 从归因分析中各潜变量之间的影响程度可以总结归纳出一些定性的建议。希望这些建议能够为西安市政府制定促进燃气汽车产业发展的相关政策提供借鉴意义。

表 7-17 变量-供需均衡汇总表

变量 \ 指标	均衡点	最大均衡概率	均衡区间		
			1σ	1.96σ	2.58σ
燃气价格	2.5	0.884	1.9—3.2	1.8—3.3	1.8—3.3
燃油价格	3.95	0.865	3.5—5.0	3.5—5.0	3.5—5.0
燃料价格比率	1.4	0.937	1.0—2.0	0.7—2.0	0.6—2.0
政府补贴-管制率	0.2	0.732	-0.05—0.5	-0.28—0.8	-0.35—1.0
加气站效率	0.9	0.836	0.15—1.0	0.1—1.0	0.1—1.0
行驶里程	320	0.671	275—380	250—400	250—400
出租车一次加气量	11.0	0.763	9.0—12.5	9.0—12.5	9.0—12.5

7.6.1

经济政策建议

a. 合理调整燃料价格

面对目前西安市燃气供不应求的局面,首先应把握一个总体原则,即适当地提高燃气价格、降低燃油价格。这一原则看似简单,但如何实现却是一个很复杂的问题,尤其是在操作层面难度更大。在当前能源危机和世界原油价格节节攀升的环境下,降低燃油价格可以说是天方夜谭,然而政府可以充分利用其宏观调控的职能,采取变相手段来降低燃油价格,如针对使用燃气频率高的特殊群体(出租车司机)给予一定补贴。而这部分补贴可以通过加大对高污染、高能耗车辆的税费处罚来弥补,同时起到鼓励宣传清洁汽车的作用。

对于西安市 2.15 元/立方米的天然气价格,适当提价更有利于天然气汽车产业的整体发展,出于经济利益的考虑,适当抬高价格会吸引更多的投资商兴建加气站,而这部分提价并不会削弱燃气对燃油的优势,对目前供不应求的局面有较好的缓解作用。根据均衡仿真结果,理想状态是将燃气价格提到 2.5 元/立方米,燃油价格控制在 3.95 元/升,在这

种客观环境下更有利于车-站系统的互动发展,并有效缓解西安市加气难的现状。

除此之外,还需特别关注燃料价格比率这一变量,这关系到燃气和燃油的经济性,不能为实现供需均衡而一味地抬高燃气价格、降低燃油价格,失去燃气较燃油的经济优势。根据仿真结果,燃料价格比率应控制在 1.0~2.0 之间,尤其取 1.4 最佳。当燃气价格 2.5 元/立方米、燃油价格 3.95 元/升,其燃料价格比率为 1.37;而对比分析得出燃气价格为 2.39 元/立方米、燃油价格为 4.05 元/升,其燃料价格比率为 1.47,都非常接近最优值。因此,燃气价格、燃油价格、燃料价格比率三者共同影响着天然气供需的均衡问题,必须将三者结合在一起考虑,制定价格政策。建议将燃气价格控制在 2.39~2.6 元/立方米,燃油价格控制在 3.85~4.1 元/升。

通过仿真分析,论文提出了合理的价格建议,但究竟是通过市场调节还是政府调控来实现,仿真方法无法实现,必须结合实践来检验。在市场经济的环境里,建议采取市场机制自身调节为主导,辅以政府宏观调控,从而实现燃气汽车产业的健康发展。

b. 对加气站建设予以优惠

天然气汽车产业作为新兴产业,政府必然会对其采取积极的扶持政策。因此面对供不应求的现象,也不能遏制需求,只能通过政策手段来加大天然气的供给,政府的宏观调控作用对车-站系统的协调发展至关重要。但政府的资金、精力是有限的,又要顾及社会发展的方方面面,不可能只顾及某一领域或产业,必须有侧重点地解决社会主要矛盾。面对目前的严峻形势,政府对加气站建设的优惠较燃气汽车显得更为突出,需要对加气站建设及配套设备等项目在投资、用地、税收、水电气增容及贴费、天然气供销价格等方面给予政策优惠,采取各种政策手段吸引各界投资商,鼓励投资建设 CNG 加气站。依据文章定义的政府补贴率计算,如果建设一个加气站共需投资 500 万,则政府应通过土地优惠、税费减免等措施为投资者优惠约 100 万,从经济利益上吸引、鼓励投资者。

但是并不一定政府对每个加气站都采取恒定的补贴率。由于加气站建设站点选址和设备的差异,带来地价和税费减免的不等,使得政府对其优惠补贴额度以及补贴率的变化。根据仿真结果,当加气站建设补贴率为 0.1~0.3 时是比较合理的,具体的补贴额度还需因时、因地选择。

7.6.2

其它政策建议

a. 提高加气站工作效率

根据以上分析得出,加气站工作效率对天然气供给量的影响较大,进而可以影响到整个供需平衡。加气站工作效率除受运营商主观因素的影响,同时受加气站配套设备的技术水平等客观因素的影响。

CNG 加气站与加油站不同,它本身好比一个生产工厂,集天然气的净化、脱水、压缩、销售于一体。除销售外,其余程序均已实现自动化机械运作。整个流程中机器设备的性能决定了产成品的效率和质量,在引进国外先进设备的同时,需改进国产化加气站压缩、脱水装置的性能,提高设备整体工作效率,缩短每辆车加气的时间,从而增强加气站日加气能力,为更多的燃气汽车提供服务,提高工作效率。

从仿真结果可知,就目前西安的现状,理论上加气站工作效率达到 90% 最有利于实现燃气的供需均衡。这就要求加气站配套设备不仅性能优良,而且要有较强的稳定性,即能够连续工作,少出故障,向科研工作提出了一个很大的挑战。结合实际情况,建议加气站工作效率达到 70% 以上,力争日加气时间大于 20 小时。

b. 加快天然气汽车技术攻关

在我国,天然气汽车相关技术还不够成熟,许多关键部件仍需进口,国产化产品性能和寿命均略次于国外同类产品。因此,必须提高天然气汽车相关产品的科研攻关能力,重点解决天然气汽车气钢容量与气钢材质、承压能力之间的矛盾问题。

从技术角度讲,目前发展燃气汽车的关键症结在于气钢容量有限,即燃气汽车的续航里程过短。以出租车为例,一次可加气 10 立方米左

右,只能行使约 100 公里的路程,每天就必须加 2~3 次气才能满足需求,这必然给司机带来极大不便。如果一次可加气 20~30 立方米,行使里程数就会上升到 200~300 公里左右,每日加气次数就可减到 1~2 次,既缓解了加气站的压力,也为司机带来便利。

因此,要充分发挥各高校、院所的科研实力,形成政府带头,企校联合的合作模式,加速天然气汽车技术革新和成果转化,不断提高燃气汽车的各项性能。

7.7 政府宏观调控政策的有效实施

结合西安市在发展天然气汽车产业过程中的具体措施,以及在发展过程中出现的问题,通过与政府有关部门交换意见,就西安市的实际情况,提出以下一系列促进产业发展和有效解决问题的政策保障体系,对其他省市发展清洁燃料汽车以及相关产业均具有较强的借鉴意义。

7.7.1

建立高效的组织机构是推进清洁汽车发展的关键

任何高效的组织机构都离不开领导的核心作用。实践证明:领导重视,组织管理体系顺畅,推进项目建设的力度就比较大;否则效果就很难保证。

(1) 要加快发展 CNG 加气站建设,应当理顺管理体制,建立科学高效的组织运作机制,把 CNG 加气站建设当成“一把手工程”,全社会上下联动,有关部门形成合力。

(2) 针对西安市目前存在的现象,为了更有效地发挥领导小组的工作效能,建议探索新的领导机制,有以下两种方案可供选择:一是由市长或常委来担任清洁汽车协调领导小组组长,解决副市长无法统管所有部门的问题;二是将关键职能,特别是加气站审批的准入性单位,如发改委、规划、土地、消防等集中在组长的管辖范围内,便于统管所有工作。

(3) 协调同级部门之间的权力、利益关系,通过工作内容和职责定

义,严格区分部门管辖,防止权力和利益的相互渗透和干扰。从管辖范围上讲,市政府应研究制定出台新型产业的职能划分界限,使产业划分形成相互衔接、相互支持的共同体,使每个子系统成为整个大系统的有效工作环节。

(4) 取消不必要的审批手续,即 CNG 加气站本就属于环保项目,建议去掉审批中的环境评价环节。

(5) 合并联系紧密,相关性强的审批手续。即将规划局和国土房管局的工作合并,在原来的审批程序中,这两个部门的工作相互交错、制约,是耗费审批时间的关键环节,他们的合并对简化审批具有重要的意义,并且在其他省市也有这样实行的先例,如在深圳的实行已成为全国楷模,这也符合建设节约型社会的要求。

(6) 调整审批顺序,在规划定点之后,由市安监局组织进行安全生产评价,只有通过了评价才能进行后续的审批工作,这样可以避免对项目申报单位和相关工作部门双方造成损失。

(7) 将部分串联审批改为并联。如在规划国土局办理完建设用地审批手续后,消防、安监及天然气公司可同时开展工作,这样可大大提高审批效率。

(8) 广泛学习其他省市做法,要引入、吸收并消化。在现有“一厅式”办公基础上,增加限期办公,对限期内没有完成的市委直接通报,从根本上解决办公拖拉、推诿问题。

(9) 各部门应尽可能简化内部审批环节。

建议采纳下面的审批程序,如图 7-27:

7.7.2 制定清洁汽车产业发展总体规划,特别是 CNG 加气站站点布局规划

为使天然气汽车产业实现可持续发展,必须适时制定、调整产业发展远景规划。并将发展中出现的突出问题纳入规划体系,提出相应的整改措施。建议由发改委负责实时调控宏观目标,建立目录制度,每半年

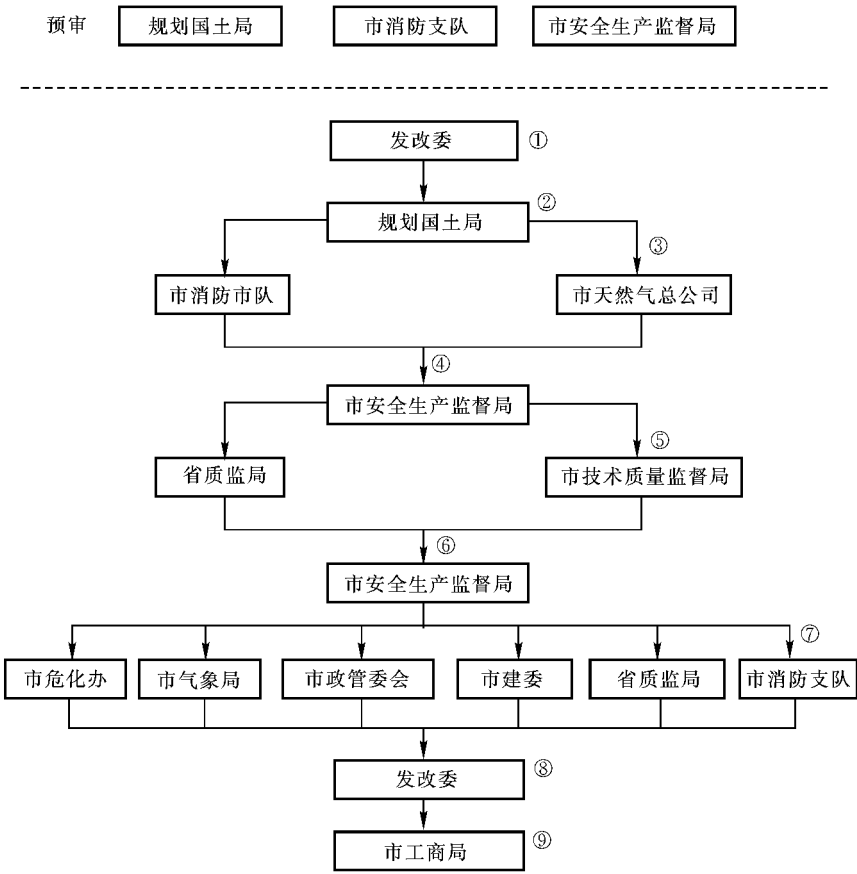


图 7-27 加气站前期手续申报修改程序图

或 1 年发布一次,明确哪些方面是严禁的,哪些是倡导的,使理论能够指导实践,使规划具有超前性、指导性,防止成为有些部门消极应付项目建设的借口。

为了加快 CNG 加气站建设发展,应在对现有的加气站建设规划进行不断修编完善的基础上将其纳入城市建设中的“大盘子”,统筹考虑。尤其是在新建区要立足长远,着眼未来,本着科学合理的原则,统筹规划,统一布局,统一建设。

(1) 发改委针对天然气汽车及加气站发展现状,适时制定宏观管理

对策,编制下一步发展的目标和重点。对制定的规划要做到实时修改,由发改委实时调控宏观目标,不断完善和修改规划,使规划能充分满足系统建设的需要。本着节约土地的原则,建议增加单站的供气量,从而压缩加气站数量,但保持供气总量不变。对 CNG 加气站的建设,政府要做出哪些道路已饱和、哪些道路是建设重点的宏观指导。

(2) 由规划局牵头,根据发改委规划总量要求,组织其他部门参与修改“压缩天然气加气站建设站点布局专项规划”。经市清洁燃料汽车协调领导小组审定后,以市政府的名义下发执行。

(3) 高新开发区、经济开发区、曲江新区三个园区内适当增加加气站站点。在园区建设初期,不设加气站是合理的,但是随着园区的不断发展扩大,一个站点不设也不利于园区的整体发展,不利于完善园区的功能,因此建议尽量在园区的边缘地带或者远离敏感性、永久性建筑适当布点,并且在 CNG 加气站的设计中尽可能与园区的风貌一致。

7.7.3

制定完善的环境法规,助推清洁汽车产业发展壮大

为了鼓励和推进天然气汽车产业的发展,同时加大对环境保护的力度,政府要不断完善相关的环境保护法规,充分发挥天然气这种清洁能源的优势。对于污染排放量小的天然气汽车给予宽松的准入政策,无论在购买、挂牌、管理、运营等方面都给予优先权或优惠,引导社会消费逐步走向清洁化,提高群众环境保护的意识。

通过环境法规的制定落实,对清洁汽车产业的发展起到了推动作用,对燃油车的发展也有一定的制约作用,相应的也降低了汽车尾气对城市环境的污染,是一项一举多得的好举措。

7.7.4

努力做好 CNG 加气站建设供地工作,保证建设用地

加气站建设使用土地总体原则是实行划拨供应,免收契税,其中需

征用耕地的,按市重点建设项目办理用地手续。在做好其他合作、联营联建等供地方式的同时,研究启用“招拍挂”的方案。

(1) 鉴于国家已将压缩天然气加气站项目列为商业用地,且加气站选点受多种因素制约,定点不易。市国土局应加大土地储备力度,推进天然气加气站项目实行经营权公开招拍挂的步伐。

(2) 在招拍挂具体方案未出台前,为了缓解目前加气难的矛盾,在土地使用上允许投资者与非耕地的所有者合作进行压缩天然气加气站建设。

(3) 对企事业单位在土地使用权范围内(自有土地)建设加气站的,其站点符合规划、土地和消防要求的,应尽快备案,规划定点。

(4) 要走市场化的路子,实行公开拍卖天然气加气站经营权。由市发改委根据我市天然气汽车产业发展的需要,编制我市天然气加气站建设总量和发展计划,市规划局根据城市总体规划和土地利用总体规划,提出需要拍卖的数量、地点,经市国土资源局进行土地预审,然后按基本建设程序进行建设。市国土资源局抓紧土地储备工作,尽量满足加气站“招拍挂”的需要。

7.7.5

注重科技投入,以科技带动清洁汽车产业发展

天然气汽车产业涉及的技术问题比较多,由于天然气是易燃易爆物,因此对CNG加气站和天然气汽车的安全技术要求尤其高,需要不断投入人力、物力、财力来提高技术水平。故提出以下建议:

(1) 建立人才、资料库专项组织机构。成立必要的专项研发机构,形成固定的、长期的研发团队,同时组建起相关产业发展的经济、技术等方面的资料库。

(2) 由当地财政部门出资,设立科技专项资金,用于奖励产业发展过程中做出重大贡献的专家,包括研究、开发、管理、技术、培训等各个领域的专家,以及软件和硬件各个方面的杰出者。

7.7.6

提高自我监督意识,加强安全监管力度

(1) 提高自我监督意识,确保落实工作政令畅通,充分发挥组织监督、舆论监督、自我监督的有效性。

(2) 明确责任分工,形成一个监管有效、组织严密的管理体系。西安市清洁燃料汽车协调领导小组办公室负责组织协调、项目审批、资料汇总和建立车辆档案工作;市交通局负责天然气汽车改装企业的资质认定、改装天然气汽车的监督管理及相关人员资质培训工作;市质量技术监督局负责天然气汽车相关装置的质量鉴定、相关检测企业资质认定、相关标准的审定上报和有关人员的培训工作;市环境保护局负责天然气汽车尾气检测企业的资质认定和尾气检测工作;市交警支队负责天然气汽车的年度检验。

(3) 建立健全相关法律法规,规范产业发展。尽快组建一个有业内专家、大专院校、相关部门等单位参加的西安市天然气汽车标准法规编制小组,着重围绕规范天然气汽车发展开展工作。编制相关文件时应参照其他省市的相关文件资料,结合我市的实际情况,使拟定的标准法规具有前瞻性和可操作性,能够指导我市天然气汽车规范发展。

(4) 加强天然气汽车规范管理,对涉及天然气汽车的“气、站、车、人”全过程进行全面监督。

针对压缩天然气气瓶,对新购置或改装的天然气汽车气瓶实行注册登记;对使用新气瓶或经过定期检验合格的天然气气瓶的车辆,实行检验合格标识制度;对天然气气瓶实行强制检验制度,不合格的气瓶进行破坏性报废。

针对天然气汽车,规范天然气汽车改装和检测检验企业;规范天然气汽车的购置和改装;对天然气汽车实行年度强制检验审核。

(5) 加强天然气汽车宣传工作,增强公众及有关人员的应急防范意识。加强对相关工作人员的培训工作,经培训合格的人员,由培训单位发给合格证,持证上岗;为增强社会公众对天然气汽车的认识,充分发挥媒体作用,宣传天然气汽车安全常识,并向天然气汽车工作人员配备有

关安全操作及维护手册,力求做到防患于未然,应急措施得当。

本章小结

进入 21 世纪,天然气作为第四代能源物质已显示出其强劲的发展优势,发展绿色交通的燃气汽车产业也是由能源发展历史的规律所决定的。在这种形势下,我国各地政府已根据各自实际情况制定和出台了一系列优惠政策及法规,包括经济政策、环境法规等,积极推进燃气汽车产业的发展,并取得了成效。

本章正是以西安市为背景,依据西安市天然气汽车发展现状进行仿真分析,重点对经济因素作了量化分析。结果表明在天然气汽车发展初期,政府对燃气价格和加气站建设在经济政策上的扶持是至关重要的,此外政府也要鼓励加大对相关技术研发的投入,经过仿真分析等提出了燃油及燃气价格等的建议值。燃气汽车的发展是一项复杂的系统性工程,除经济扶持外,还涉及到产业发展方向、环境保护、监督落实等等因素,需要以政府为主导,以企业为主体,营造适宜、综合的政策与法律环境,通过社会各层面协调推进,积极发展。

参考文献

- [1] 袁治平等. 绿色物流与西部城市交通发展战略[A]. 中国工程院第 32 场工程科技论坛论文集[C]. 西安:西安交通大学出版社, 2004,10:189~201
- [2] 杜祥瑛,郝福安,张红等. 构筑我国清洁生产政策体系框架的思考[J]. 中国软科学. 2001(2):33~36
- [3] 董明伟. 问卷设计手册[M]. 北京:中国时代经济出版社. 2004: 109~111
- [4] 李怀祖. 管理研究方法论[M]. 第二版. 西安:西安交通大学出版社. 2004(1): 238~259

-
- [5] 郭雪松,袁治平,刘国新. 出租车燃气化改装经济系统仿真研究[J]. 工业工程. 2004(9):39~42
 - [6] Bentler P M. On the fit models to covariance and methodology to the bulletin[J]. Psychology Bulletin. 1992(112):400~404
 - [7] Browne,M. W. & R. Cudeck. 1993, Alternative ways of assessing model fit [A]. In K. A. Bollen & J. S. Long (eds.). Testing Structural Equation Models [C]. Thousand Oakes, CA: Sage
 - [8] Kwong Wing Chau, Siu Kei Wong, Chung Yim Yiu. Improving the environment with an initial government subsidy[J]. Habitat International. 2005(29):559~569
 - [9] Fushuan Wen, A. K. David. Optimal bidding strategies for competitive generators and large consumers[J]. Electrical Power and Energy Systems. 2001(23):37~43