

# 基于博弈论的甩挂运输发展政策分析

赵鲁华<sup>1</sup>, 曹庆贵<sup>2</sup>, 李玉善<sup>1</sup>, 吕安涛<sup>3</sup>

(1. 山东科技大学 交通学院, 山东 青岛 266590; 2. 山东科技大学 矿业与安全工程学院, 山东 青岛 266590;  
3. 山东省交通科学研究所, 山东 济南 250031)

**摘要:**甩挂运输在我国处于起步阶段, 很多因素限制了甩挂运输的快速发展, 政策措施不完善就是其中一个重要因素。本文通过构建甩挂运输政策措施的扩展型博弈模型和 Stackelberg 博弈模型, 研究发现: 政府的政策支持程度、甩挂运输的风险水平及投资水平对运输企业的甩挂运输决策影响较大。因此, 基于我国甩挂运输发展初期阶段的特征, 我国政府未来应对生产、购置甩挂运输标准车型的企业进行财政补贴、对甩挂运输场站及基础设施建设进行投资、制定对甩挂运输企业的减税及车辆通行费优惠政策、制定适合甩挂车辆的监测维修、报废制度, 以及制定适合甩挂运输车辆保险政策。

**关键词:**公路甩挂运输; 扩展型博弈模型; Stackelberg 博弈模型; 发展政策

中图分类号: U492.8

文献标志码: A

文章编号: 1008-7699(2015)04-0081-06

## 一、引言

甩挂运输在我国处于起步阶段, 需要政府政策的扶持, 但目前相关政策已不适应甩挂运输发展的形势和要求。例如, 甩挂运输一拖多挂、自由组合的运营特点, 与我国现行的车辆管理制度特别是挂车交强险不符; 不同企业、不同地区间的牵引车和挂车自由组合, 可能会被判定为违法行为而受到处罚; 甩挂牵引车使用强度增大, 而挂车行驶里程偏低, 但年检及报废标准与其他车辆相同, 这增大了牵引车的事故隐患, 也增加了挂车的使用成本。因此, 必须不断完善相关政策法规, 以促进甩挂运输的发展。甩挂运输政策存在很多不确定性, 从政策的制定到实施是政策制定者与其作用对象相互作用和理性决策的结果。若忽视了政府与个体之间的相互作用, 加之存在目标冲突这一事实, 政策的制定就会缺乏微观基础。博弈论是关于决策主体在其决策相互制约并影响到各自收益的格局中的决策分析, 强调经济主体的理想预期对经济决策的重要作用。<sup>[1,2]</sup> 本文采用博弈论分析甩挂运输政策的制定, 可抓住经济当事人之间的利益冲突, 使政策的分析更接近实际, 为目前甩挂运输政策的制定提供一定的理论指导。

## 二、甩挂运输政策制定的博弈模型构建

在甩挂运输政策博弈过程中, 政策制定者根据行业发展规划先进行决策, 企业会根据政策及其他企业的策略做出最优决策, 政策制定者也会考虑企业的反应。这样的博弈问题即可采用扩展型博弈来分析, 也可描述为 Stackelberg 的两级数学规划问题。<sup>[3]</sup> 本文分别建立甩挂运输政策博弈的扩展型博弈模型和 Stackelberg 博弈模型, 并结合两个模型的分析对博弈模型进行求解。

(一) 扩展型博弈模型的构建及分析

目前国家正在支持有条件的运输企业发展甩挂运输, 由于现有的相关规章制度实施不到位及限制性政策的存在等原因, 大部分企业对甩挂运输持观望态度。一部分大型公路货物运输企业正尝试企业内部定点定线的甩挂运输, 这与社会化的甩挂运输相差甚远。政府和企业之间是有限策略的博弈, 可用图 1 的扩展型博弈来描述。博弈的双方为政府和运输企业, 都是理性的决策人; 政府的策略集为  $P = \{p^m, m = L, M, H\}$ , 分别代表低、中、高水平政策投资支持; 运输企业  $i$  的策略集为  $S_i = \{a, b, c\}$ , 分别代表不推行甩挂运输、推行企业内部甩挂运输、推行社会化甩挂运输。

政府选择策略  $P^L$  时, 企业若选择策略  $a$ , 享受不到相应政策优惠, 会有一些的损失, 但不需要进行甩挂运输投资, 因此, 可设运输企业的收益为 0, 政府为  $-P^L$ 。企业选择策略  $b$ , 不需要与其他企业车辆进行匹配, 可利用现有的车辆及设备, 投资较低, 得到运输方式升级的收益  $G_{bi}^L$ ; 推行甩挂运输, 可降低燃油消耗、环境污染等, 则可设政府的收益为  $G_{gb}^L$ 。若企业选择策略  $c$ , 虽然投资较高, 但会获得较大的远期收益  $G_{ci}^L$ 。此时, 政府收益设为  $G_{gc}^L$ 。在政府投资为  $P^M$  和  $P^H$  时, 政府和企业的收益如图 1 所示。

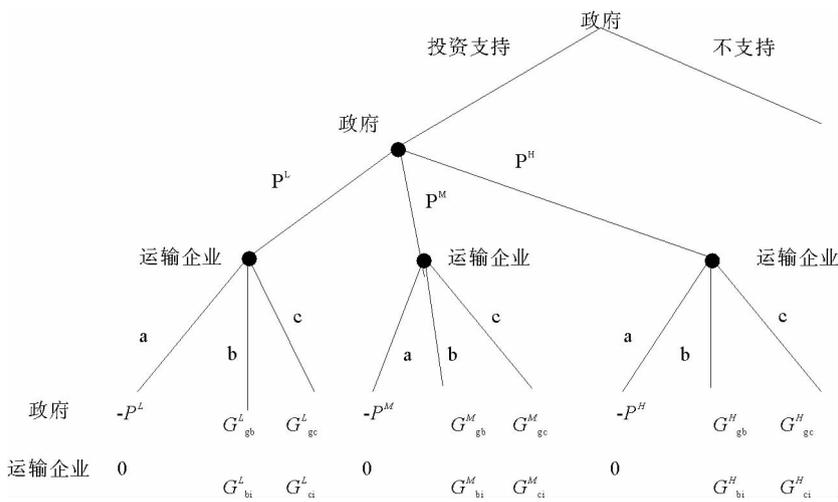


图 1 政府对甩挂运输的投资博弈模型

(二) Stackelberg 博弈模型的构建及分析

根据 Stackelberg 博弈模型理论, 分别从运输企业和政府两个角度构建模型。

1. 运输企业均衡模型

运输企业会根据政策措施及其他运输企业的决策, 做出利益最大化的甩挂运输决策, 当运输企业都做出最优决策时, 最终运输企业间的甩挂运输博弈将趋于一个均衡阶段。设  $s_i$  表示运输企业  $i$  根据政策制定者的决策采取的策略,  $s_i \in S_i$ ;  $s_{-i}$  表示在此决策的基础上, 其他运输企业的决策集,  $s_{-i} = \{s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n\}$ ;  $J_i \{s_{-i}(p^m), s_i(p^m), p^m\}$  表示在政策策略  $p^m$  下, 运输企业  $i$  的效用收益, 该收益包括推行甩挂运输的效益收益和投资成本;  $C_{ji}$  表示运输企业  $i$  选择经营第  $j(j = a, b, c)$  种甩挂运输策略的成本,  $G_{ji}$  表示相应的效用收益。则在运输企业  $i$  的效用收益表达式可表示为:

$$J_i \{s_{-i}(p^m), s_i(p^m), p^m\} = G_{ji} - C_{ji} \tag{1}$$

如果其他运输企业采取对策  $s_{-i}^*$ , 运输企业  $i$  将采取对策  $s_i^*(p^m)$  来最大化其收益, 表达式为:

$$s_i^*(p^m) = \operatorname{argmax}_{s_i \in S_i} J_i \{s_{-i}^*(p^m), s_i(p^m), p^m\} \tag{2}$$

上式涵盖所有运输企业  $i$  时,  $s^*(p^m) = \{s_{-i}^*(p^m), s_i^*(p^m)\}$  可看作在政策制定者决策为  $p^m$  时的一个

纳什均衡模型,即当前政策环境下,运输企业都选择了其效益最大化的甩挂运输经营策略。<sup>[4]</sup>

### 2. 最优政策决策模型

最优政策决策模型是以政策制定者和运输企业为局中人的非合作博弈模型。如果政策制定者采取  $p^m$  策略 ( $p^m \in P$ ), 运输企业会选择  $s^*(p^m)$ , 政策制定者的效用收益为  $R\{s^*(p^m), p^m\}$ 。因政策制定者的目的是通过鼓励运输企业发展甩挂运输, 逐步实现社会化甩挂运输, 降低社会物流总成本, 则其目标函数为:

$$\max R\{s^*(p^m), p^m\} = \sum_{i=1}^n J_i\{s^*(p^m)\} \tag{3}$$

如果政策制定者希望选择  $p^{m*}$  策略达到其最优化目标, 则有

$$p^{m*} = \operatorname{argmax}_{p^m \in P} R\{s^*(p^m), p^m\} \tag{4}$$

若公式(2)-(4)适合于所有局中人, 则式 2 中的  $p^m = p^{m*}$  是典型的纳什均衡模型。若每一位局中人对其他局中人的特征、策略集、收益函数都有准确的信息, 则该最优政策决策模型就是一个完全信息博弈模型, 其公式可表示为:

$$\begin{aligned} p^{m*} &= \operatorname{argmax}_{p^m \in P} R\{s^*(p^m), p^m\} \\ \text{st. } s_i^*(p^m) &= \operatorname{argmax}_{s_i \in S_i} J_i\{s_{-i}^*(p^m), s_i(p^m), p^m\} \end{aligned} \tag{5}$$

这即为非合作静态 Stackelberg 博弈模型。

## 三、博弈模型求解分析

对于完全信息的非合作 Stackelberg 博弈模型, 可采用逆向归纳法求解。先求解下层  $n$  个局中人的纳什均衡模型, 然后求解上层的博弈模型。在本模型中, 运输企业是后行动者, 属于博弈的第二阶段, 政策制定者属于博弈的第一阶段。<sup>[5]</sup>

### (一) 第二阶段博弈模型求解

在第二阶段博弈中, 运输企业  $i$  根据政策制定者在第一阶段的策略  $p^m$  进行决策, 其甩挂运输策略收益函数  $J_i\{s_{-i}(p^m), s_i(p^m)\}$  与选择策略  $s_i(p^m)$  完成货物运输时所获得的收益、投入成本及风险程度有关。为方便分析, 本文假设用甩挂运输的货物运输量  $Q$  代表推行甩挂运输的程度,  $Q$  值越大, 说明运输企业推行甩挂运输的程度越高;  $\alpha$  代表在当前环境下企业推行甩挂运输的风险成本系数,  $\alpha \geq 1$ ; 用  $p$  代表甩挂货物运输价格;  $C_i(Q) = c_{i2}Q^2 + c_{i1}Q + c_{i0}$  为运输企业  $i$  推行甩挂运输的投资成本函数,  $c_{i2}$ 、 $c_{i1}$  为成本系数,  $c_{i0}$  为固定成本。设政府采取的措施可用一个政策投资  $f$  来表示,  $f$  值越大, 说明政府对甩挂运输扶持的力度越大。

根据以上分析, 建立运输企业  $i$  的收益函数表达式为:

$$J_i\{s_{-i}(f), s_i(f)\} = Qp - \alpha(c_{i2}Q^2 + c_{i1}Q + c_{i0}) + fQ \tag{6}$$

企业的目标是追求利益最大化, 则由上式可得运输企业  $i$  最优决策  $Q$  的表达式:

$$Q^* = \frac{p+f}{2\alpha c_{i2}} - \frac{c_{i1}}{2c_{i2}} \tag{7}$$

由式(7)可看出, 运输企业推行甩挂运输的决策受以下因素影响: 政府的投资力度  $f$ ,  $f$  越大则企业推行甩挂运输的程度  $Q$  越大; 甩挂运输的风险水平  $\alpha$ ,  $\alpha$  越大企业推行甩挂企业的程度越低; 甩挂运输投资成本, 各企业状况不同, 受此因素限制程度也不一样, 国家政策的支持可弥补一些需要较大投资的企业。因此, 在甩挂运输发展初期, 应重视对甩挂运输的安全管理, 识别甩挂运输发展初期的各种风险, 并采取

有效措施。

(二) 第一阶段博弈模型求解

政策制定者的目标是使社会物流总成本最小,由公式(3)可知,当企业运输效益最大化后,政策制定者也可获得最大收益。但在甩挂运输逐步实施过程中,由于各种限制性因素,政策制定者需要在综合考虑运输企业、社会、其他部门的利益需求的基础上制定相应支持政策。由扩展式博弈可知,在每个决策节点处参与者都将选择其最佳行动。由第二阶段的博弈分析企业进行了最优甩挂决策  $Q^*$ ,则政府需要在图 2 的决策节点进行决策,按照理性人最大利益决策的原则,政府将衡量  $G_g^L$ 、 $G_g^M$  和  $G_g^H$  的大小选取最大者作为行动方案。由甩挂运输的发展优势可知,实现社会化甩挂运输后,社会物流成本降低,节能减排效果明显,国家会取得最大化受益。因此,在甩挂运输发展初期阶段,国家应加大扶持力度,制定适合于甩挂运输的发展政策,以促进甩挂运输的快速发展。

四、甩挂运输发展政策建议

根据第一阶段博弈模型求解,在甩挂运输发展初期,甩挂运输的风险水平和政府的支持力度是影响甩挂运输发展的主要因素。因此,可采取两方面措施:一方面,通过立项等方式促进甩挂运输理论的研究。运输企业及相关部门应加强对甩挂运输基础理论的研究,对我国甩挂运输发展体系进行深入的风险评价,发现关键因素并提出应对措施,以降低甩挂运输发展风险。另一方面,设立专门的甩挂运输安全监管部门及资金项目。甩挂运输涉及众多要素,在目前我国甩挂车辆安全技术水平低、甩挂运输企业组织调度能力差、政策环境不良等因素的影响下,甩挂运输具有较大的事故隐患,也影响了甩挂运输的开展。政府可设立专门的甩挂运输安全监管部门及监察资金,<sup>[6]</sup>并加强对监管人员的管理。督促企业进行合理有效的甩挂运输安全投资,加强安全管理,从而减少事故损失,促进甩挂运输的健康、快速发展。

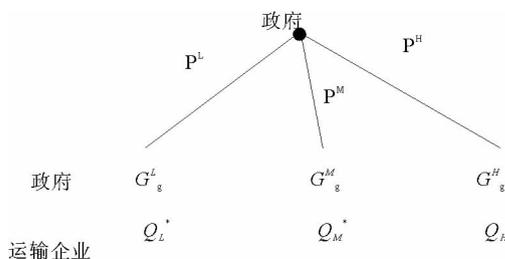


图 2 政府决策节点的博弈

根据第一阶段及第二阶段的博弈分析,在甩挂运输发展初期,政府应加大对甩挂运输的投资支持力度,具体可采取下面几项措施。

第一,对生产、购置甩挂运输标准车型的企业进行财政补贴。甩挂运输推荐牵引车与挂车在安全配置、性能要求等方面比传统定挂车辆高,相对成本也高,国家应对生产推荐车型的企业及购置推荐车型的试点甩挂运输企业进行补贴,以促使试点企业购置符合要求的车辆进行甩挂运输,并弥补生产企业生产线改进的投资风险。从而加快车辆结构调整,推进甩挂运输车辆装备标准化的发展,为甩挂运输提供技术保障。

第二,对甩挂运输场站及基础设施建设进行投资。甩挂运输场站是发展甩挂运输的重要基础条件。政府应制定对场站建设的投资政策,按照甩挂运输作业特点,对甩挂运输场站网络进行合理布局规划,构建功能完善、衔接顺畅的甩挂场站节点体系,实现资源的优化配置,从而为甩挂运输的发展提供基础设施支撑。

第三,制定对甩挂运输企业的减税及车辆通行费优惠政策。在我国甩挂运输发展初期,为了激励企业了解并积极推动甩挂运输,应制定对甩挂运输企业的各种优惠政策。例如,免除牵引车、挂车的货运附加费,对甩挂运输企业拥有的汽车列车按照一车一挂的标准征费,对超出牵引车数量的其余挂车不再征费。全免集装箱运输车辆的普通路桥过路费,高速公路通行费优惠至 70%。对实行养路费统缴的企业,

或 300 匹马力(220 千瓦)以上的双轴牵引车,酌情给予更加优惠的办法。

第四,制定适合甩挂车辆的监测维修、报废制度。在甩挂运输模式下,牵引车利用率提高,使用强度也大大增加,为了提高车辆安全性,应加强对牵引车的安全监测。根据牵引车的使用年限及行驶里程,每年两次,只有检验合格,才可购买有效行车证,同时企业需要加强对牵引车的日常安全维护管理。挂车数量增多,使用强度降低,若仍按《道路交通安全法》及其实施条例进行定期安全技术检验,会增加企业经营成本。因此,应减少挂车的检验次数,只要通过年审,可考虑不再规定强制性报废年限。取消将挂车纳入“机动车”管理的相关规定,参照国外立法实践,将挂车增列一类为“被牵引车”,从而简化其保险、检测、登记、牌照申领等管理手续。

第五,制定适合甩挂运输车辆保险政策。应根据甩挂运输的特点,修改《道路交通安全法》及《道路交通安全法实施条例》,科学地设定甩挂运输车辆保险征收对象。建议规定挂车无须单独投保交强险,交通事故责任的保险赔付主体为牵引车。考虑到牵引车和挂车在频繁组合、汽车列车在上路行驶中,确有增加事故的风险因素,可适当提高牵引车交强险的投保费率。

除了以上政策措施外,为了更好地促进甩挂运输的发展,政府应该逐步完善甩挂运输发展条件。

一是积极培育大型货运企业集团的政策。甩挂运输要充分发挥效益,必须实现集约化、规模化和网络化经营,对企业组织管理水平要求较高,需要各个环节紧密结合。国家可通过一定的支持性政策积极培育大型企业、发展甩挂运输的龙头运输企业或物流企业联盟;建设现代化的甩挂中心示范项目,对专线、专项物流企业进行市场整顿和资源整合,促进甩挂运输组织管理现代化;通过牵引车在全国、全省物流枢纽间进行有效衔接,两头有货,灵活编组,促进甩挂运输经营主体联盟化、场站设施标准化,从而逐步实现社会化的甩挂运输。

二是政府立项,开发建设甩挂运输信息平台。甩挂运输系统是一个涉及众多企业、众多要素的复杂大系统,要实现社会化甩挂运输,必须实现甩挂运输要素的一体化管理,这种一体化管理离不开信息平台的支撑。构建覆盖面广、功能全面的监管信息平台仅靠单个企业的力量难以实现,需要政府组织协调进行开发研究并实施。可通过政府立项的方式,激励企业对甩挂运输安全监管信息系统的开发设计及应用。

目前甩挂运输在我国处于试点阶段,由于现阶段政策措施不完善,企业组织调度能力低,货运集约化、网络化、信息化和标准化程度不高等因素,限制了甩挂运输的开展。未来政府应积极地完善甩挂运输的政策环境,采取有效措施解决区域协调、相关部门沟通协作等方面,并推动相关法律法规的修订,以逐步推进甩挂运输的发展。

#### 参考文献:

- [1]PRAJIT K Dutta. Strategies and Game; Theory and Practice[M]. Shanghai University of Finance & Economics Press, 2005; 147-159.
- [2]FERNANDO Vega-Redondo. Economics and the theory of Games[M]. England: Cambridge University Press, 2003; 15-30.
- [3]BAUCH C T, EARN D J D. Vaccination and the theory of games[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2004, 101(36): 13391-13394.
- [4]王金凤,王鑫. 基于博弈论的煤矿安全管理问题[J]. 工业工程, 2010, 13(3): 14-16.
- [5]杨涛. 基于博弈论的煤炭企业安全管理分析[J]. 煤矿安全, 2012, 43(6): 176-179.
- [6]余孝军,罗玲玲,王双. 基于进行博弈的交通安全分析[J]. 西南师范大学学报:自然科学版, 2013, 38(6): 36-41.

## Analysis on the Development Policy of Drop and Pull Transport Based on Gamey Theory

ZHAO Luhua<sup>1</sup>, CAO Qinggui<sup>2</sup>, LI Yushan<sup>1</sup>, LV Antao<sup>3</sup>

(1. College of Transportation, Shandong University of Science & Technology, Qingdao 266590, China; 2. College of Mining and Safety Engineering, Shandong University of Science & Technology, Qingdao, 266590, China; 3. Traffic Science Institute of Shandong Province, Jinan 250031, China)

**Abstract:** As an advanced mode of transportation, drop and pull transport is in its early stage in China. Many factors limit the rapid development of drop and pull transport, and imperfect policy measures is one of the factors. The paper analysed the development policy measures of drop and pull transport using game theory method, established the expandable game model and Stackelberg game model, and performed solution, analysis based on the two models. The results show that the degree of government's policy support, the level of risk in drop and pull transport and the investment level, have bigger influence to the decision of transport enterprises on drop and pull transport. On the primary stage to the development of drop and pull transport, the government should improve the relevant policies and regulations and intensify support for drop and pull transport. On this basis, the paper puts forward policy recommendations for the current development of drop and pull transport in China, which has positive significance to promote the rapid development of drop and pull transport.

**Key words:** highway drop and pull transport; development policy; game theory; game models; policy suggestions

(责任编辑:魏霄)

(上接第 73 页)

- [10] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the Efficiency of Decision Making units[J]. European Journal of Operational Research, 1978.
- [11] 王建宏. 高等院校院系综合绩效评价的实证研究[J]. 中国高等教育, 2011(3): 40.
- [12] 乔建永. 中国特色新型工业化道路对矿业高等教育的启示[J]. 煤炭高等教育, 2008(11): 23.
- [13] 丁三青. “绿色矿业”学科的构建与煤炭高校的“学科革命”[J]. 煤炭高等教育, 2006(1): 34.

## Research on Resource-Allocation of Coal Mining Education Using Data Envelopment Analysis

LIU Yuan<sup>1</sup>, YU Shuwei<sup>2</sup>

(1. College of Mining and Safety Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China; 2. College of Economics and Management, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China)

**Abstract:** The organization and resource-allocation of China's coal mining education changed profoundly after the reform of higher education in the later 1990s. For the moment, more than ten university colleges are organizing relevant majors of coal industry. Affected by the reduction of human, material and financial resources, coal mining education once encountered problems such as lack of direction and decrease of graduate output. With Data Envelopment Analysis method, the evaluations of “Teachers-Graduates” and “Teacher-Research” resource-allocation efficiencies reveal that a few colleges are concentrated with high quality resources; The quality of graduates are varied; moreover some colleges present low efficiency of resource-allocation and little space to enhance. To better serve the coal industry, China's coal resources should attract investment, strive for social support and expand high-quality resource sharing mode, reasonably allocate research and teaching resources to further optimize the allocation of resources.

**Key words:** coal mining education; resource-allocation; Data Envelopment Analysis

(责任编辑:魏霄)