

新能源汽车制造商竞争与竞合策略选择研究

冯中伟, 刘元威*

(河南理工大学 工商管理学院能源经济研究中心, 河南 焦作 454000)

摘要: 本文针对具有竞争关系的两新能源汽车制造商在动力电池供应方面是否合作的情形, 探究新能源汽车制造商竞争与竞合策略的选择问题。考虑新能源汽车制造商的三种策略: 竞争策略、批发竞合策略以及专利许可竞合策略, 本文运用非合作博弈理论对三种策略分别构建博弈模型, 比较三种策略下的均衡结果, 发现: (1) 处于上游的新能源汽车制造商的谈判能力较低或谈判能力较强且替代程度较高时, 批发竞合策略下动力电池的批发价格与替代程度呈正相关性; 否则呈负相关性; (2) 专利许可竞合策略下动力电池技术专利的入门费与替代程度呈负相关性, 而提成费与替代程度则呈正相关性; (3) 新能源汽车制造商的最优策略选择取决于新能源汽车制造商的谈判能力、动力电池的成本差异以及新能源汽车的替代程度; (4) 当竞合策略为最优策略时, 新能源汽车制造商在一定条件下能够实现利润的帕累托改进, 同时降低新能源汽车的整车价格。

关键词: 新能源汽车; 批发竞合; 专利许可竞合; 策略选择

中图分类号: F272 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-6062(2023)06-0123-011

DOI: 10.13587/j.cnki.jieem.2023.06.011

0 引言

随着二氧化碳带来的温室效应加剧, “碳中和”已成全球共识, 我国也明确将碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局, 将力争于 2030 年前实现二氧化碳排放达到峰值, 2060 年前实现碳中和的目标。值得注意的是, 中国气候变化事务特使解振华在“2021 中国汽车产业发展国际论坛”上提出: 发展电动汽车、氢燃料汽车等新能源汽车是实现“双碳”目标的核心举措之一。此外, 我国政府发布的《新能源汽车产业发展规划(2021—2035 年)》提出: “发挥龙头企业带动作用, 培育若干上下游协同创新、大中小企业融通发展、具有国际影响力和竞争力的新能源汽车产业集群。”这为我国新能源汽车的发展指明了方向。然而, 随着政府补贴的退坡, 我国新能源汽车行业已进入从追求“量变”到“质变”的调整期。此外, 合资车企进入我国新能源汽车市场加剧了我国新能源汽车制造商之间的竞争。因此, 新能源汽车制造商在生产研发等上游活动中展开合作已成为提升我国新能源汽车制造商竞争力的必然选择。例如, 作为我国新能源汽车行业龙头企业的比亚迪已经开始向东风汽车、山东泰开汽车等车企提供动力电池。作为新能源汽车的“心脏”, 动力电池的成本占整车成本的 30%~40%, 因此动力电池的采购已成为新能源汽车制造商面临的重要挑战。

随着新能源汽车市场的扩大和政府补贴的退出, 部分新能源汽车制造商选择从宁德时代、LG 化学等动力电池供应商处购买动力电池。同时, 由于新能源汽车市场众多竞争对

手的快速崛起, 推动了宁德时代等独立动力电池供应商市场份额的快速上涨, 而比亚迪因自家的新能源汽车受到竞争对手的挑战出现市场份额下滑, 进而导致比亚迪在动力电池市场的份额被侵占^①。为改善这种局面, 比亚迪必须对其动力电池的供应策略, 即由之前的自产自销策略转变为向其竞争对手供应动力电池。比亚迪动力电池供应策略的转变存在两种形式: 其一, 比亚迪向竞争对手(如东风汽车、丰田、长安福特、现代、一汽以及红旗等车企)以批发价格契约的形式供应动力电池; 其二, 可以借鉴福特将电动技术授权给其在混合动力汽车领域的竞争对手^[1], 比亚迪可以将其动力电池技术的相关专利授权给竞争对手。事实上, 比亚迪与长安汽车、丰田等车企已经签订合同共同研发动力电池^②。虽然在其他产业中亦存在专利授权实例, 如印度瑞迪博士实验室公司在多个新兴市场进行授权并供应给其竞争对手——葛兰素史克公司^[2], 但是这种专利许可竞合策略是否适用于新能源汽车领域仍需进一步探究。因此, 本文考虑由两个新能源汽车制造商组成的供应链, 两新能源汽车制造商之间存在三种关系: 竞争、批发竞合(即以批发价格契约的形式在动力电池供应方面展开合作)以及专利许可竞合(即将动力电池技术的相关专利授权给竞争对手), 探究具有竞争关系的新能源汽车制造商进行合作时的最优策略选择。

值得注意的是, 比亚迪动力电池供应策略的转变意味着新能源汽车制造商之间不再是单纯的竞争关系, 而是由“竞争”转变为“竞合”, 即新能源汽车制造商在动力电池供应方

收稿日期: 2021-09-20

基金项目: 河南省重点研发与推广专项(科技攻关、软科学)资助项目(212400410323); 河南理工大学博士基金资助项目(760207/025); 2021 校博士后科研资助项目(712108/233)

*** 通讯作者:** 刘元威(1999—), 男, 河南信阳人; 河南理工大学工商管理学院硕士研究生; 研究方向: 物流与供应链管理。

① 资料来源: 钜大电子有限公司资讯。

② 资料来源: 和车在线。

面进行合作,但在终端市场相互竞争。这种关系发生在两家或多家新能源汽车制造商之间,且每一家新能源汽车制造商都注重自身的利益。由此产生一个问题,从新能源汽车制造商和消费者的角度来看,相互竞争的新能源汽车制造商之间的合作是否可取。直观地说,当新能源汽车制造商之间采取竞合策略时,对于出售动力电池和授权动力电池技术专利的新能源汽车制造商(如比亚迪)而言,新能源汽车制造商可以通过动力电池的合作提高利润,而对于作为买方的新能源汽车制造商而言则能够降低动力电池的研发成本,进而专注于核心业务。然而,当具有竞争关系的两新能源汽车制造商之间进行合作时,新能源汽车制造商的相关决策会变得更为复杂。虽然新能源汽车制造商在动力电池方面的合作能够通过增加收入和降低成本来提高企业竞争力,但是当新能源汽车制造商的市场份额受到竞争对手的侵占时,合作可能会对新能源汽车制造商产生不利影响。因此,探究新能源汽车制造商是否应该与其竞争对手在动力电池领域展开合作以及新能源汽车制造商之间的竞合策略选择具有重要的现实意义。

近年来,部分学者运用博弈理论对企业之间的竞合关系进行了研究。Brandenburger 和 Nalebuff^[3]在研究中首次将博弈论方法应用到竞合中,带来了竞合理论与实践相结合的先例,为打破竞争对手、供应商和客户的旧模式奠定了新的基础。Bakshi 和 Kleindorfer^[4]考虑一个由两个参与者组成的供应链,利用 Harsanyi-Selten-Nash 谈判模拟了供应链参与者对风险缓解投资的选择,认为合作能够为所有参与者带来公平的“收益”。在宏观经济层面,Carfi 和 Schiliro^[5]应用了竞合的复杂结构来应对气候变化挑战,并表明竞合策略使每个国家都能在竞合框架内受益。在微观层面,Luo 等^[6]利用博弈论模型检验了合作在低碳制造中的作用,发现与竞争相比,竞合能带来更多的利润和更少的碳排放。Mantovani 和 Ruiz-Aliseda^[7]通过开发一个博弈论模型发现企业通过合作能够提高创新生态系统的质量。Yang 等^[8]利用竞合的概念和古诺竞争模型分析了供应能力有限的供应商的最优分销策略。徐兵和杨金梅^[9]研究了三种不同情形下两条零售商回收废品的闭环供应链的竞合决策。李晓静等^[10]探讨了竞争供应链模型下制造商的契约选择以及利润分享契约下制造商与零售商实现利润改进的条件。叶飞等^[11]针对两条竞争的供应链,研究决策者的风险偏好对相关企业竞合决策的影响。余佳和游达明^[12]针对两条由一个制造商和一个零售商构成的供应链,考虑一条供应链中制造商的风险厌恶特征,比较研究五种竞合模式下的供应链最优研发努力决策。上述文献主要研究了供应链下游参与竞合的企业的决策,而本文则研究了新能源汽车制造商在上游活动中关于动力电池生产的竞合策略选择,两家新能源汽车制造商之间不仅可以进行动力电池的采购与销售,亦可以进行动力电池技术的授权与使用。

另一方面,部分学者也对专有组件制造商和原始设备制造商的竞合策略选择进行了研究。Venkatesh 等^[13]研究发现,相对于唯一进入者以及组件供应商策略,专有组件品牌制造商在合作者策略下能够获得更大的利润。Xu 等^[14]探讨了差异化程度和能力优势对专利零部件制造商最优分销结构策略选择的影响,进一步拓展了 Venkatesh 的研究。从

原始设备制造商的角度来看,Pun^[15]研究了两家相互竞争的原始设备制造商的外包决策,每家制造商都必须决定是否将组件外包给其竞争对手或第三方供应商,发现竞争对手之间更多的合作可能是有害的。Pun 和 Ghamat^[16]研究了当将组件的生产外包给其竞争对手或第三方供应商时,竞争如何影响组件通用性和 R&D 合资企业的决策。Wang 等^[17]通过建立古诺竞争模型,研究了三种博弈下原始设备制造商与合同制造商的策略选择。曹裕等^[18]研究了竞合供应链中原材料供应能力和竞争供应商模仿能力等对原始设备制造商采购策略选择的影响。文献[13-14]和文献[15-18]分别基于产能分配和价格研究了专有组件品牌制造商或原始设备制造商的策略选择。上述文献研究了两条供应链中相关企业的竞合决策,而本文则关注一条供应链中在下游终端市场相互竞争的新能源汽车制造商之间关于上游活动(动力电池的生产研发)的合作策略选择。

与本文密切相关的是文献[19]。Zhu 等考虑由一家可生产动力电池的电动汽车制造商和一家不可生产动力电池的电动汽车制造商组成的供应链,探究上游电动汽车制造商是否向其竞争对手提供动力电池。文献[19]假设动力电池的价格是外生变量,探究动力电池的批发价格对动力电池产能分配的影响,而本文批发竞合策略下动力电池的批发价格是内生变量,根据非对称 Nash 谈判解确定的,并且还考虑了竞争策略和专利许可竞合策略对新能源汽车制造商绩效的影响,进一步探究三种策略下新能源汽车制造商的最优策略选择。

综上所述,本文与现有文献的区别在于:其一,关于竞合策略选择的现有文献主要研究了制造商相关组件的生产外包或将组件出售给其竞争对手,而本文不仅考虑了新能源汽车制造商将动力电池出售给其在下游市场的竞争对手,还考虑了新能源汽车制造商将其动力电池技术的专利授权给其竞争对手,进一步拓展了当前关于竞合的研究;其二,在传统供应链中,企业间的竞合关系主要存在不同供应链中下游企业之间,而本文则考虑在同一条供应链中两相互竞争的新能源汽车制造商在动力电池供应方面展开合作,即上游企业之间的竞合。为进一步分析竞合策略对新能源汽车制造商绩效与定价决策的影响,本文考虑以下问题:新能源汽车制造商是否应该向其竞争对手购买或提供动力电池?当新能源汽车制造商向竞争对手提供或购买动力电池时,动力电池的单价应定为多少才能够实现新能源汽车制造商的利润最大化?新能源汽车制造商是否应该将其动力电池技术专利授权给其竞争对手?当新能源汽车制造商向竞争对手授权动力电池技术专利时,专利使用费定为多少能够实现新能源汽车制造商利润最大化?与竞争策略相比,批发竞合策略和专利许可竞合策略如何影响新能源汽车制造商和消费者?为解决上述问题,针对两家具具有竞争关系的新能源汽车制造商,其中一家新能源汽车制造商拥有动力电池技术专利且可以独立生产动力电池,而另外一家新能源汽车制造商可以向动力电池供应商或市场竞争对手购买动力电池,或者向其市场竞争对手支付一定的专利使用费以采用竞争对手的动力电池技术专利,从而降低动力电池的成本。本文通过分析竞争策略、批发竞合策略以及专利许可竞合策略三种策略下新能源汽车制造商的利润与整车价格的变化,探究新能源汽车

制造商的谈判能力、新能源汽车的替代程度和动力电池的成本差异对新能源汽车制造商策略选择的影响。

1 问题描述与符号说明

1.1 问题描述

本文考虑由两家新能源汽车制造商组成的供应链,其中新能源汽车制造商 1(如比亚迪)拥有生产新能源汽车动力电池的技术专利且能够独立生产动力电池,新能源汽车制造商 2 没有生产新能源汽车动力电池的技术专利。新能源汽车制造商 1 和 2 之间存在竞争、批发竞合以及专利许可竞合三种关系。

在竞争策略下,新能源汽车制造商 1 和 2 在新能源汽车

终端市场相互竞争,整车价格分别为 p_1 和 p_2 ;新能源汽车制造商 1 独立生产动力电池且不对外提供动力电池,产量为 q_1 ;新能源汽车制造商 2 向动力电池供应商以价格 c_2 购买动力电池,采购量为 q_2 ,如图 1(a)所示。在批发竞合策略下,新能源汽车制造商 1 独立生产动力电池,新能源汽车制造商 2 以批发价格 h 向新能源汽车制造商 1 购买动力电池,如图 1(b)所示。在专利许可竞合策略下,新能源汽车制造商 1 独立生产动力电池并将动力电池技术专利授权给新能源汽车制造商 2,新能源汽车制造商 2 为获得动力电池技术专利支付一定的专利使用费,包括入门费 E 和提成费 r ,如图 1(c)所示。在两种竞合策略下,新能源汽车制造商 1 和 2 在新能源汽车终端市场相互竞争,并分别以价格 p_1 和 p_2 销售新能源汽车。

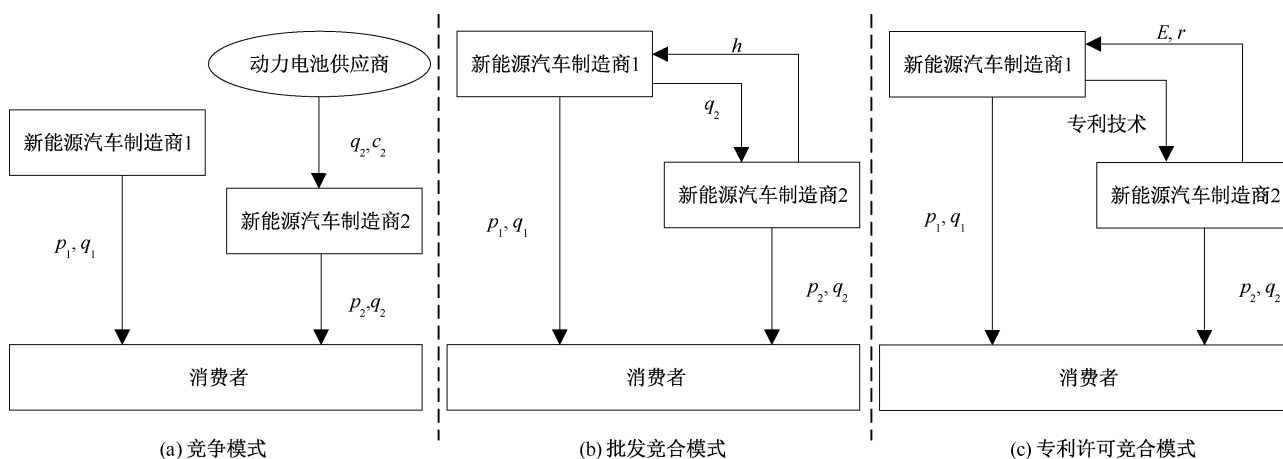


图 1 新能源汽车供应链结构图

Figure 1 Structure diagram of new energy vehicle supply chain

1.2 符号说明

新能源汽车制造商生产新能源汽车包含两部分成本:动力电池的成本以及除动力电池外生产新能源汽车的成本。新能源汽车制造商 1 收取的专利使用费由两部分组成:新能源汽车制造商 1 向新能源汽车制造商 2 授权动力电池技术专利所收取的入门费 E 和新能源汽车制造商 1 根据新能源汽车制造商 2 动力电池的产量收取的提成费 r 。

相关参数及符号说明如表 1 所示,上标 c, w, l 分别代表竞争策略、批发竞合策略以及专利许可竞合策略,下标 1、2 分别代表新能源汽车制造商 1 和 2 的参数情况。

假设 1 考虑两新能源汽车制造商在新能源汽车终端市场相互竞争,且新能源汽车制造商 1 生产的新能源汽车与新能源汽车制造商 2 生产的新能源汽车能够相互替代。借鉴文献[1, 8, 17],新能源汽车制造商的整车价格关于新能源汽车制造商 1 和 2 产量的反需求函数分别为:

$$p_1 = \alpha - q_1 - \phi(q_1 + q_2) \quad (1)$$

$$p_2 = \alpha - q_2 - \phi(q_1 + q_2) \quad (2)$$

其中, α 为新能源汽车整车价格上限, $\phi > 0$ 为两新能源汽车制造商生产新能源汽车的替代程度。如果 ϕ 较小,则说明两种新能源汽车的替代程度较低;如果 ϕ 较大,则说明两种新能源汽车的替代程度较高,较高的替代程度往往会导致激烈的市场竞争^[20]。

假设 2 为保证新能源汽车制造商的汽车产量为正,有

表 1 参数及符号说明

Table 1 Description of parameters and symbols

参数	符号说明
c_1	新能源汽车制造商 1 生产动力电池的单位成本
c_2	新能源汽车制造商 2 向动力电池供应商购买动力电池的单位成本
Δc	两新能源汽车制造商之间动力电池的成本差异, $\Delta c = c_2 - c_1$, 且 $c_2 > c_1$
m	除动力电池成本外,新能源汽车制造商生产单位新能源汽车的成本
q_1, q_2	新能源汽车制造商 1 和 2 的产量
p_1, p_2	新能源汽车制造商 1 和 2 的整车价格
h	动力电池的单位批发价格, 且 $c_1 < h < c_2$
E	入门费, 且 $E > 0$
r	提成费, 且 $0 < r < \Delta c$
$\varepsilon_1, \varepsilon_2$	新能源汽车制造商 1 和 2 最大单位利润, $\varepsilon_1 = \alpha - m - c_1 > 0, \varepsilon_2 = \alpha - m - c_2 > 0$
$\pi_1^c(q_1)$	新能源汽车制造商 1 在竞争策略下的利润
$\pi_2^c(q_2)$	新能源汽车制造商 2 在竞争策略下的利润
$\pi_1^w(q_1)$	新能源汽车制造商 1 在批发竞合策略下的利润
$\pi_2^w(q_2)$	新能源汽车制造商 2 在批发竞合策略下的利润
$\pi_1^l(q_1)$	新能源汽车制造商 1 在专利许可竞合策略下的利润
$\pi_2^l(q_2)$	新能源汽车制造商 2 在专利许可竞合策略下的利润
π^c	两新能源汽车制造商在竞争策略下的总利润 $\pi^c = \pi_1^c(q_1) + \pi_2^c(q_2)$
π^w	两新能源汽车制造商在批发竞合策略下的总利润 $\pi^w = \pi_1^w(q_1) + \pi_2^w(q_2)$
π^l	两新能源汽车制造商在专利许可竞合策略下的总利润 $\pi^l = \pi_1^l(q_1) + \pi_2^l(q_2)$
μ	新能源汽车制造商 1 的谈判能力, $0 \leq \mu \leq 1$

$\alpha - m > [-\varphi c_1 + 2(\varphi + 1)c_2]/(\varphi + 2)$ 和 $0 < \Delta c < \Delta c^H$, 其中 $\Delta c^H = \varepsilon_1(\varphi + 2)/2(\varphi + 1)$ 。

2 模型构建与决策分析

2.1 竞争策略

在竞争策略下,新能源汽车制造商 1 和 2 同时确定新能源汽车产量,且新能源汽车制造商 1 独自生产动力电池而不对外销售,新能源汽车制造商 2 从动力电池供应商处购进动力电池。新能源汽车制造商 1 和 2 的利润函数分别为

$$\pi_1^c(q_1) = [\alpha - q_1 - \varphi(q_1 + q_2) - m - c_1]q_1 \quad (3)$$

$$\pi_2^c(q_2) = [\alpha - q_2 - \varphi(q_1 + q_2) - m - c_2]q_2 \quad (4)$$

通过构建古诺竞争模型,求解可得定理 1。

定理 1 在竞争策略下,新能源汽车制造商 1 和 2 的最优产量分别为^①

$$q_1^c = [(\varphi + 2)\varepsilon_1 + \varphi\Delta c]/(\varphi + 2)(3\varphi + 2) \quad (5)$$

$$q_2^c = [(\varphi + 2)\varepsilon_2 - \varphi\Delta c]/(\varphi + 2)(3\varphi + 2) \quad (6)$$

由定理 1 可知,新能源汽车制造商 1 和 2 的最优产量受新能源汽车制造商动力电池的成本差异和新能源汽车替代程度的影响。进一步,将 q_1^c 和 q_2^c 代入式(1)和式(2)可得 p_1^c 和 p_2^c 分别为

$$p_1^c = m + c_1 + (\varphi + 1)[(\varphi + 2)\varepsilon_1 + \varphi\Delta c]/(\varphi + 2)(3\varphi + 2) \quad (7)$$

$$p_2^c = m + c_2 + (\varphi + 1)[(\varphi + 2)\varepsilon_2 - \varphi\Delta c]/(\varphi + 2)(3\varphi + 2) \quad (8)$$

将 q_1^c 和 q_2^c 代入式(3)与式(4)可得 $\pi_1^c(q_1^c)$ 与 $\pi_2^c(q_2^c)$ 分别为

$$\pi_1^c(q_1^c) = (\varphi + 1)[(\varphi + 2)\varepsilon_1 + \varphi\Delta c]^2/(\varphi + 2)^2(3\varphi + 2)^2 \quad (9)$$

$$\pi_2^c(q_2^c) = (\varphi + 1)[(\varphi + 2)\varepsilon_2 - 2(\varphi + 1)\Delta c]^2/(\varphi + 2)^2(3\varphi + 2)^2 \quad (10)$$

性质 1 (1) $\partial\pi_1^c(q_1^c)/\partial\varphi < 0$; $\partial\pi_2^c(q_2^c)/\partial\varphi < 0$;

(2) $\partial p_2^c/\partial\varphi < 0$; 如果 $0 < \Delta c \leq \varepsilon_1/5$ 或 $\Delta c > \varepsilon_1/5$ 且 $0 < \varphi < \varphi^b$, 那么 $\partial p_1^c/\partial\varphi < 0$; 如果 $\Delta c > \varepsilon_1/5$ 且 $\varphi > \varphi^b$, 那么 $\partial p_1^c/\partial\varphi > 0$ 。

性质 1 表明,新能源汽车制造商的盈利能力随着新能源汽车的替代程度的增加而降低。这是因为新能源汽车市场的激烈竞争会导致竞争对手之间进行价格战,从而损害企业的利润。性质 1 还表明,虽然较高的新能源汽车替代程度会降低新能源汽车制造商 2 的整车价格,但是新能源汽车的替代程度对新能源汽车制造商 1 的整车价格的影响较为复杂。一方面,当动力电池成本差异较大且新能源汽车的替代程度较高时,其整车价格与替代程度呈正相关性。这是因为新能源汽车制造商 1 能够以更小的成本生产动力电池,尽管新能源汽车市场竞争激烈,但是其动力电池的成本优势能够抵消与竞争对手打价格战带来的影响。例如,虽然特斯拉在动力电池上具有成本优势,但是在高端市场并没有与其竞争对手进行价格战,反而将 Model S Plaid Plus 在中国的售价提高了 6.5 万元,这被视为更剧烈的竞争。另一方面,当动力电池成本差异较大且新能源汽车的替代程度较低时,其整车价格与替代程度呈负相关性。这是因为新能源汽车制造商 1 在动

力电池方面的成本优势不足以抵消与竞争对手打价格战带来的影响。例如,尽管比亚迪在动力电池、电控和电机三大领域,基本都实现了自给自足,成本可控,在动力电池的生产上与竞争对手相比具有生产成本优势,但为应对特斯拉在中低端市场的降价,比亚迪在汉电动汽车的基础上推出了标准续航版豪华车型,价格下降至 20.98 万。

2.2 批发竞合策略

在批发竞合策略下,两新能源汽车制造商在动力电池采购与供应方面存在供应方——买方的合作关系,即新能源汽车制造商 2 向新能源汽车制造商 1 采购生产所需的动力电池,但在新能源汽车终端市场相互竞争。不同制造商之间同时存在竞争与供应方——买方合作,这种关系在计算机、传统车企等行业非常常见^[8,17]。然而,随着信息技术的进步,下游企业可以获得更多的信息,包括潜在供应商的价格、质量和服务特点,这些信息增加了下游企业在获取商品和服务时的议价能力^[21]。此时,如果企业以最大化自身利润为目标而确定产品的批发价格,由于该批发价格并不能体现出双方实力的影响,这可能引发另一方的不满而导致双方合作破裂^[21]。因此,在许多供应链中,一种更自然的方式是,在上游企业公布其产品批发价格后,下游企业会以(更低的)产品批发价格进行回应,即上下游企业对批发价格进行谈判,而谈判的结果取决于企业的议价能力^[22]。因此,当新能源汽车制造商 2 向新能源汽车制造商 1 采购动力电池时,双方首先针对动力电池的批发价格展开谈判。例如,2019 年比亚迪与奥迪就动力电池采购进行谈判。因此,当新能源汽车制造商 1 和 2 进行批发竞合时,其决策顺序如下:两新能源汽车制造商首先通过谈判确定动力电池的批发价格 h , 批发价格 h 取决于双方的议价能力;其次新能源汽车制造商 2 确定动力电池的采购数量 q_2 ;最后新能源汽车制造商 1 确定动力电池的产量 $q_1 + q_2$,并向新能源汽车制造商 2 提供数量为 q_2 的动力电池。上述决策顺序反映了新能源汽车制造商不同层面的决策:首先,动力电池的批发价格谈判关注决定利润分配方式的合同条款;其次,新能源汽车制造商 2 的利润取决于新能源汽车制造商 1 向其提供的动力电池数量^[20]。由于动力电池数量的供应是可操作性的,因此它发生在动力电池的批发价格谈判之后^[20]。新能源汽车制造商 1 和 2 的利润函数分别为

$$\pi_1^w(q_1) = [\alpha - q_1 - \varphi(q_1 + q_2) - m - c_1]q_1 + (h - c_1)q_2 \quad (11)$$

$$\pi_2^w(q_2) = [\alpha - q_2 - \varphi(q_1 + q_2) - m - h]q_2 \quad (12)$$

采用逆推法求解,首先给定动力电池的批发价格,求新能源汽车制造商 1 和 2 的产量,可得定理 2:

定理 2 在批发竞合策略下,给定动力电池的批发价格,新能源汽车制造商 1 和 2 的最优产量分别为

$$q_1^w = [(\varepsilon_1 + 2(h - c_1))\varphi^2 + (6\varepsilon_1 + 2(h - c_1))\varphi + 4\varepsilon_1]/4(\varphi + 1)(\varphi^2 + 4\varphi + 2) \quad (13)$$

$$q_2^w = [2(\alpha - m - h)(\varphi + 1) - \varphi\varepsilon_1]/2(\varphi^2 + 4\varphi + 2) \quad (14)$$

① 限于篇幅,文中证明过程省略,详细证明可咨询作者(liu_yuan_wei@163.com)。

由定理 2 可知,在批发竞合策略下,新能源汽车制造商的最优产量受到动力电池批发价格 h 的影响。进一步,将式 (13) 与式 (14) 代入式 (11) 与式 (12), 可得

$$\pi_1^w(q_1^w) = [\alpha - q_1^w - \varphi(q_1^w + q_2^w) - m - c_1]q_1^w + (h - c_1)q_2^w \quad (15)$$

$$\pi_2^w(q_2^w) = [\alpha - q_2^w - \varphi(q_1^w + q_2^w) - m - h]q_2^w \quad (16)$$

然后,新能源汽车制造商 1 和 2 为确定动力电池的批发价格展开谈判。为体现两新能源汽车制造商的议价能力对批发价格的影响,借鉴 Nagarajan 和 Bassok^[23] 与 Chen 等^[24], 本文引入非对称 Nash 谈判博弈模型:

$$\max \Pi(h) = [\pi_1^w(q_1^w)]^\mu [\pi_2^w(q_2^w)]^{1-\mu} \quad (17)$$

其中 μ 为新能源汽车制造商 1 的谈判能力; $1-\mu$ 为新能源汽车制造商 2 的谈判能力,且 $0 < \mu < 1$ 。

定理 3 在批发竞合策略下,最优批发价格为

$$h = c_1 + \varepsilon_1 [3\varphi^3 + 2\varphi^2(9 + \mu) + 8\varphi(3 + \mu) + 4\mu - 2(\varphi^2 + 4\varphi + 2)Y] / 2(\varphi + 1)(3\varphi^2 + 16\varphi + 8) \quad (18)$$

其中 $Y = [(3\varphi^2 + 16\varphi + 12)(1 - \mu) + \mu^2]^{1/2}$ 。

由定理 3 可知,动力电池的批发价格受到动力电池的成本差异 Δc 、新能源汽车的替代程度 ϕ 以及新能源汽车制造商的谈判能力 μ 的影响。

将式 (18) 代入式 (13) 和式 (14), 可得

$$q_1^w = (3\varphi^2 + \varphi(14 + \mu) + 8 - \varphi Y)\varepsilon_1 / 2(\varphi + 1)(3\varphi^2 + 16\varphi + 8) \quad (19)$$

$$q_2^w = (2 - \mu + Y)\varepsilon_1 / (3\varphi^2 + 16\varphi + 8) \quad (20)$$

将式 (19) 和式 (20) 代入式 (1) 和式 (2), 可得

$$p_1^w = m + c_1 + (\varphi + 1)[3\varphi^2 + \varphi(14 + \mu) + 8 - \varphi Y]\varepsilon_1 / 2(\varphi + 1)(3\varphi^2 + 16\varphi + 8) \quad (21)$$

$$p_2^w = m + h + (\varphi^2 + 4\varphi + 2)(2 - \mu + Y)\varepsilon_1 / 2(\varphi + 1)(3\varphi^2 + 16\varphi + 8) \quad (22)$$

将式 (18)、式 (19) 和式 (20) 代入式 (11) 和式 (12), 可得

$$\pi_1^w(q_1^w) = (3\varphi^2 + 16\varphi + 12 + 2Y - 2\mu)\varepsilon_1^2\mu / 4(3\varphi^2 + 16\varphi + 8)(\varphi + 1) \quad (23)$$

$$\pi_2^w(q_2) = (\varphi^2 + 4\varphi + 2)(2 - \mu + Y)^2\varepsilon_1^2 / 2(\varphi + 1)(3\varphi^2 + 16\varphi + 8)^2 \quad (24)$$

性质 2 (1) $\partial p_2^w / \partial \varphi < 0$; $\partial \pi_1^w(q_1^w) / \partial \varphi < 0$; $\partial \pi_2^w(q_2^w) / \partial \varphi < 0$ 。(2) 如果 $0 < \varphi < 2\sqrt{2/3}$ 或 $\varphi > 2\sqrt{2/3}$ 且 $\mu^* < \mu < \mu_1$, 则 $\partial p_1^w / \partial \varphi < 0$; 如果 $\varphi > 2\sqrt{2/3}$ 且 $\mu_1 < \mu < 1$, 则 $\partial p_1^w / \partial \varphi > 0$ 。(3) 如果 $\mu_5 < \mu < \min\{\mu_4, \mu_3\}$, 则 $\partial h / \partial \varphi < 0$; 如果 $\mu^* < \mu < \mu_5$ 或 $\varphi > 3.1163$ 且 $\mu_4 < \mu < 1$, 则 $\partial h / \partial \varphi > 0$ 。

性质 2 分析了新能源汽车制造商 1 和 2 的利润以及整车价格关于新能源汽车替代程度 ϕ 的变化情况。由性质 2 (1) 可以看出新能源汽车制造商 2 的整车价格以及两新能源汽车制造商的利润是关于产品替代程度的减函数。这一结果与竞争策略下的结论一致,进一步说明批发竞合策略不影响产品替代程度对企业利润的影响。然而,批发竞合策略下新能源汽车制造商 1 的整车价格与产品替代程度的关系则较为复杂。由性质 2 (2) 可知,当新能源汽车的替代程度较高且新能源汽车制造商 1 的谈判能力较大时,新能源汽车制造商 1 的整车价格随着替代程度的增加而增加;否则,新能

源汽车制造商 1 的整车价格随着替代程度的增加而减小。性质 2 (3) 表明,新能源汽车制造商 1 的动力电池价格可以是产品替代程度的增函数或减函数。因为较高的新能源汽车替代程度会使新能源汽车终端市场竞争更加激烈,从而导致新能源汽车制造商之间打价格战。同时,如果新能源汽车制造商 1 的谈判能力大于新能源汽车制造商 2 的谈判能力,那么新能源汽车制造商 1 可以设定较高的动力电池批发价格,且在设定整车价格时需考虑动力电池的批发价格。这意味着在批发竞合策略下新能源汽车制造商决定动力电池的批发价格以及整车价格时需考虑市场竞争激烈程度以及新能源汽车制造商的谈判能力。

2.3 专利许可竞合策略

在专利许可竞合策略下,新能源汽车制造商之间以授权动力电池技术专利的形式进行合作,即新能源汽车制造商 1 将动力电池技术专利授权给竞争对手,并向后者收取一定的专利使用费,但在新能源汽车终端市场相互竞争。这种关系在制药和技术行业很常见,在这些行业中,企业将其创新授权给潜在的竞争对手^[25]。例如,印度瑞迪博士实验室公司在多个新兴市场将其药品专利技术授权给葛兰素史克公司,且在进行药品专利技术转让谈判时,谈判的焦点之一就是专利使用费^[2]。2021 年颁布的《中华人民共和国专利法》明确指出:“取得实施强制许可的单位或者个人应当付给专利权人合理的使用费,其数额由双方协商。”这意味着专利使用费不能由企业通过追求最大利润来确定,而是通过双方之间的谈判确定的。因此,当新能源汽车制造商 1 将动力电池的专利技术授权给新能源汽车制造商 2 时,向后者索取的入门费与提成费可以通过两者之间进行谈判确定。事实上,丰田向比亚迪购买动力电池技术也是通过谈判确定专利使用费^[26]。因此,当两新能源汽车制造商实施专利许可竞合时,双方首先针对动力电池的专利使用费(包括入门费与提成费)展开谈判。此时,决策顺序为:首先新能源汽车制造商 1 和 2 通过谈判确定动力电池技术的专利的入门费和提成费;其次两家新能源汽车制造商同时决定自身的产量,以实现自身利润最大化。与批发竞合相似,专利许可竞合的决策顺序反映了新能源汽车制造商不同层面的决策:首先,动力电池的入门费与提成费的谈判关注的是决定利润分配方式的合同条款;其次,新能源汽车制造商 1 和 2 的利润取决于其自身生产的动力电池数量。由于动力电池数量的生产是可操作性的,因此它发生在入门费与提成费的谈判之后。新能源汽车制造商 1 和 2 的利润函数分别为

$$\pi_1^l(q_1) = [\alpha - q_1 - \varphi(q_1 + q_2) - m - c_1]q_1 + rq_2 + E \quad (25)$$

$$\pi_2^l(q_2) = [\alpha - q_2 - \varphi(q_1 + q_2) - m - c_1]q_2 - rq_2 - E \quad (26)$$

给定入门费和提成费,通过构建古诺竞争博弈模型,求解可得定理 4。

定理 4 在专利许可竞合策略下,新能源汽车制造商 1 和 2 的最优产量分别为

$$q_1(r) = [(\varphi + 2)(\alpha - m - c_1) + \varphi r] / (\varphi + 2)(3\varphi + 2) \quad (27)$$

$$q_2(r) = [(\varphi + 2)(\alpha - m - c_1) - 2r(\varphi + 1)] / (\varphi + 2)(3\varphi + 2) \quad (28)$$

与批发竞合策略中求解批发价格类似,两新能源汽车制造商就动力电池技术专利的入门费和提成费进行谈判。随着信息技术的进步,下游企业利用信息技术可以获得更多上游供应商的信息,包括潜在供应商的价格、质量和服务特点,这增强了其在谈判中的议价能力^[21]。为体现两新能源汽车制造商的议价能力对批发价格的影响,借鉴 Chen 等^[1],引入非对称 Nash 谈判博弈模型:

$$\max \pi^d(r, E) = \max[\pi_1^d(q_1(r, E))]^\mu [\pi_2^d(q_2(r, E))]^{1-\mu} \quad (29)$$

其中 μ 为新能源汽车制造商 1 的谈判能力; $1-\mu$ 为新能源汽车制造商 2 的谈判能力。

定理 5 在专利许可竞合策略下,动力电池技术专利的入门费和提成费分别为

$$E = \varepsilon_1^2((\varphi^4 + 16\varphi^3 + 76\varphi^2 + 96\varphi + 32)\mu - \varphi^4 - 16\varphi^3 - 60\varphi^2 - 64\varphi - 16)/4(\varphi^2 + 8\varphi + 4)^2(\varphi + 1) \quad (30)$$

$$r = \varphi \varepsilon_1(\varphi + 2)^2/2(\varphi^2 + 8\varphi + 4)(\varphi + 1) \quad (31)$$

定理 5 表明,新能源汽车制造商 1 的谈判能力、最大单位利润和新能源汽车的替代程度对动力电池技术专利的入门费和提成费有重要影响,其中动力电池技术专利的提成费与新能源汽车制造商 1 的谈判能力无关。

进一步,将 r 代入式(27)和式(28)可得 q_1^l 和 q_2^l

$$q_1^l = (\varphi^2 + 6\varphi + 4)\varepsilon_1/2(\varphi + 1)(\varphi^2 + 8\varphi + 4) \quad (32)$$

$$q_2^l = 2\varepsilon_1/(\varphi^2 + 8\varphi + 4) \quad (33)$$

将 q_1^l 和 q_2^l 代入式(1)和式(2)可得 p_1^l 和 p_2^l

$$p_1^l = m + c_1 + \varepsilon_1(\varphi^2 + 6\varphi + 4)/(2\varphi^2 + 16\varphi + 8) \quad (34)$$

$$p_2^l = m + c_1 + \varepsilon_1(\varphi^3 + 8\varphi^2 + 12\varphi + 4)/2(\varphi + 1)(\varphi^2 + 8\varphi + 4) \quad (35)$$

将 q_1^l 、 q_2^l 、 E 和 r 代入式(25)和式(26)可得 $\pi_1^l(q_1^l)$ 和 $\pi_2^l(q_2^l)$

$$\pi_1^l(q_1^l) = \mu(\varphi^2 + 8\varphi + 8)\varepsilon_1^2/4(\varphi + 1)(\varphi^2 + 8\varphi + 4) \quad (36)$$

$$\pi_2^l(q_2^l) = (1 - \mu)(\varphi^2 + 8\varphi + 8)\varepsilon_1^2/4(\varphi + 1)(\varphi^2 + 8\varphi + 4) \quad (37)$$

性质 3 (1) $\partial\pi_1^l(q_1^l)/\partial\varphi < 0$; $\partial\pi_2^l(q_2^l)/\partial\varphi < 0$ 。(2) $\partial E/\partial\varphi < 0$; $\partial r/\partial\varphi > 0$ 。(3) 如果 $0 < \varphi < 2$, 那么 $\partial p_1^l/\partial\varphi < 0$; $\partial p_2^l/\partial\varphi < 0$; 如果 $2 < \varphi < 3.76$, 那么 $\partial p_1^l/\partial\varphi > 0$; $\partial p_2^l/\partial\varphi < 0$; 如果 $\varphi > 3.76$, 那么 $\partial p_1^l/\partial\varphi > 0$; $\partial p_2^l/\partial\varphi > 0$ 。

性质 3(1)表明,与批发竞合策略类似,专利许可竞合策略下新能源汽车制造商 1 和 2 的利润与产品替代程度 ϕ 呈负相关性。这说明新能源汽车制造商之间的专利许可合作并不改变产品替代程度对新能源汽车制造商利润的影响。

性质 3(2)表明,动力电池技术专利的入门费是关于产品替代程度 ϕ 的减函数,而提成费则是关于产品替代程度 ϕ 的增函数。一方面,这说明新能源汽车的替代程度越高,动力电池技术专利的价值越低,而较低的入门费有助于打破激烈竞争的僵局,促使其竞争对手参与到专利许可竞合中。另一方面,新能源汽车制造商的整车价格受专利许可竞合的影响,而当新能源汽车制造商与其最大的竞争对手达成专利许

可协议时,往往会收取较高的提成费。直观地说,专利使用费可以减轻新能源汽车制造商 1 因打价格战带来的压力,同时还是新能源汽车制造商 2 设定整车价格的重要因素。

性质 3(3)表明,在专利许可竞合策略下,新能源汽车制造商之间竞争与合作的关系决定新能源汽车整车价格如何受到产品替代程度的影响。具体而言,当新能源汽车替代程度小于 2 时,竞争对整车价格的影响大于合作对整车价格的影响,此时新能源汽车的整车价格与产品替代程度呈负相关性;当新能源汽车替代程度大于 3.76 时,竞争对整车价格的影响小于合作对整车价格的影响,此时新能源汽车的整车价格与产品替代程度呈正相关性;当新能源汽车替代程度位于两阈值之间时,产品替代程度对两新能源汽车制造商的影响相反,如性质 3(3)所示。

3 竞合策略的影响

3.1 批发竞合策略的影响

命题 1 (1) 当 $0 < \Delta c < \Delta c^A$ 且 $\mu_8 < \mu < 1$ 时,有 $p_1^w > p_1^c$ 和 $p_2^w > p_2^c$ 。(2) 当 $\Delta c^A < \Delta c < \Delta c^H$ 或 $0 < \Delta c < \Delta c^A$ 且 $\mu^* < \mu < \mu_8$ 时,有 $p_1^w < p_1^c$ 和 $p_2^w < p_2^c$ 。

命题 1 表明,与竞争策略比较,批发竞合策略下两新能源汽车制造商之间动力电池的成本差异、新能源汽车制造商 1 的谈判能力会影响两新能源汽车制造商设定整车价格。当动力电池的成本差异较小且新能源汽车制造商 1 的谈判能力较强时,批发竞合策略下新能源汽车的整车价格大于竞争策略下的整车价格。当动力电池的成本差异较大或成本差异较小且新能源汽车制造商 1 的谈判能力较弱时,批发竞合策略下的整车价格小于竞争策略下的整车价格,此时,消费者能够获益于批发竞合策略。

命题 2 (1) 如果 $\Delta c^A < \Delta c < \Delta c^H$ 且 $\max\{\mu_9, \mu^*\} < \mu < \min\{\mu_{10}, 1\}$ 或 $0 < \Delta c < \Delta c^A$ 且 $\max\{\mu_9, \mu_{11}, \mu^*\} < \mu < 1(\max\{\mu_9, \mu^*\} < \mu < \mu_{12})$, 批发竞合策略是最优策略;否则,竞争策略是最优策略。(2) 当批发竞合策略是最优策略时,如果 $\Delta c^A < \Delta c < \Delta c^H$ 且 $\mu_{11} < \mu < \min\{\mu_{12}, 1\}$, 则能实现新能源汽车制造商利润的帕累托改进;否则,如果 $0 < \Delta c < \Delta c^B$ 且 $\max\{\mu_{11}, \mu_{12}\} < \mu < 1$, 那么 $\pi_1^w(q_1^w) > \pi_1^c(q_1^c)$ 和 $\pi_2^w(q_2^w) < \pi_2^c(q_2^c)$; 如果 $0 < \Delta c < \Delta c^H$ 且 $\mu^* < \mu < \min\{\mu_{11}, \mu_{12}\}$, 那么 $\pi_1^w(q_1^w) < \pi_1^c(q_1^c)$ 和 $\pi_2^w(q_2^w) > \pi_2^c(q_2^c)$ 。(3) 在帕累托改进下有 $p_1^w < p_1^c$ 及 $p_2^w < p_2^c$ 。

命题 2 表明,与竞争策略相比,批发竞合策略下新能源汽车制造商能否受益于批发竞合策略取决于两新能源汽车制造商动力电池的成本差异以及新能源汽车制造商 1 的谈判能力,如图 2 所示,新能源汽车制造商的决策区域划分为 I、II、III 和 IV 四个区域。

结合命题 2(1)和图 2 可知,区域 I 表示竞争策略是最优策略,此时竞争策略下两新能源汽车制造商的利润均大于批发竞合策略下的利润。在此区域内,动力电池的批发价格小于新能源汽车制造商 1 生产动力电池的成本,这与实际不符。因此,批发竞合策略是不可行的。

由命题 2(2)可知,区域 II 和区域 III 表示在批发竞合策略是最优策略的情况下,尽管两家新能源汽车制造商的总利

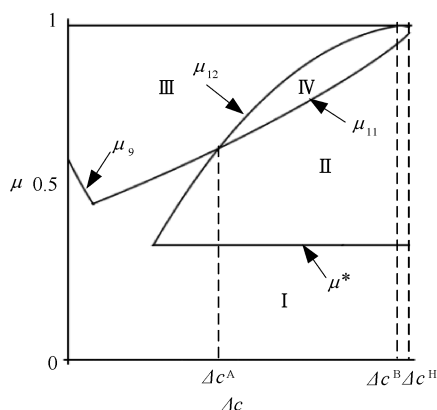


图 2 批发竞合策略对制造商利润的影响

Figure 2 The impact of wholesale co-opetition strategy on manufacturers' profits

润大于竞争策略下的总利润,但是两家新能源汽车制造商中总有一家新能源汽车制造商在批发竞合策略下获得的利润低于竞争策略下获得的利润。此时,利益遭到损害的新能源汽车制造商将没有动机继续进行合作。但是,如果获利较多的新能源汽车制造商愿意重新分配利润,使得两新能源汽车制造商的利润都增加,合作能够继续下去。

区域Ⅳ表示批发竞合策略是最优策略的情况下,两新能源汽车制造商的利润均大于竞争策略下的利润。这意味着批发竞合策略能够促使新能源汽车制造商实现利润的帕累托改进,这种合作关系被双方所接受。同时,结合命题 2(3)可知,在批发竞合策略下,当新能源汽车制造商的利润实现帕累托改进时,两新能源汽车制造商的整车价格均低于竞争策略下的整车价格,这对消费者是有利的。因此,在一定条件下,批发竞合策略对新能源汽车制造商和消费者均有利。

3.2 专利许可竞合策略的影响

命题 3 (1) 如果 $0 < \Delta c < \Delta c^E$, 那么 $p_1^c < p_1^l$ 和 $p_2^c < p_2^l$; (2) 如果 $\Delta c^E < \Delta c < \Delta c^H$, 那么 $p_1^l < p_1^c$ 和 $p_2^l < p_2^c$ 。

命题 3(1) 说明, 当两新能源汽车制造商之间动力电池的成本差异较小时, 在专利许可竞合策略下, 新能源汽车制造商 1 和 2 的整车价格均大于竞争策略下的整车价格。此时竞争策略对消费者更有利。命题 3(2) 还说明, 当两新能源汽车制造商之间动力电池的成本差异较大时, 专利许可竞合策略下新能源汽车制造商 1 和 2 的整车价格均小于竞争策略下的整车价格。此时消费者能够获益于新能源汽车制造商之间的专利许可竞合。

命题 4 (1) 如果 $0 < \Delta c < \Delta c^H$ 且 $\mu_6 < \mu < 1$, 那么专利许可竞合策略是最优策略; 否则, 竞争策略是最优策略。(2) 当专利许可竞合策略是最优策略时, 如果 $\Delta c^N < \Delta c < \Delta c^H$ 且 $\max\{\mu_6, \mu_{13}\} < \mu < \mu_{14}$, 则可以实现新能源汽车制造商利润的帕累托改进; 否则, 如果 $0 < \Delta c < \Delta c^H$ 且 $\max\{\mu_6, \mu_{14}\} < \mu < 1$, 那么 $\pi_1^l(q_1^l) > \pi_1^c(q_1^c)$ 和 $\pi_2^l(q_2^l) < \pi_2^c(q_2^c)$; 如果 $\Delta c^M < \Delta c < \Delta c^H$ 且 $\mu_6 < \mu < \mu_{13}$, 那么 $\pi_1^l(q_1^l) < \pi_1^c(q_1^c)$ 和 $\pi_2^l(q_2^l) > \pi_2^c(q_2^c)$ 。(3) 在利润的帕累托改进下, 有 $p_1^l < p_1^c$ 和 $p_2^l < p_2^c$ 。

命题 4 表明, 专利许可竞合策略是否有利于新能源汽车制造商取决于新能源汽车的替代程度以及两新能源汽车制造商之间动力电池的成本差异, 如图 3 所示, 类似于批发竞

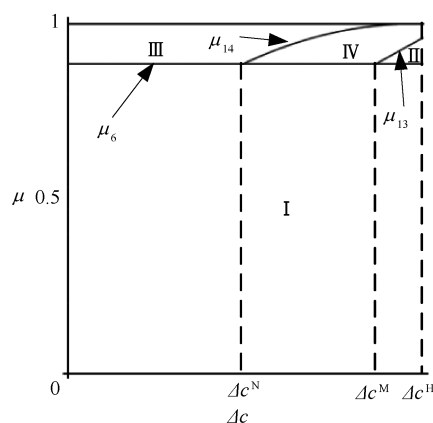


图 3 专利许可竞合策略对制造商利润的影响

Figure 3 The impact of patent licensing co-opetition strategy on manufacturers' profits

合策略, 新能源汽车制造商的决策区域也划分为四部分。区域Ⅰ表示竞争策略是最优策略时的决策区域, 区域Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ表示专利许可竞合策略是最优策略时的情况。当新能源汽车制造商 1 的谈判能力较强时, 专利许可竞合策略是最优策略; 否则, 竞争策略是最优策略。在专利许可竞合策略下, 如果新能源汽车制造商的谈判能力小于 μ_6 , 则会使新能源汽车制造商 1 获得负的专利使用费, 这与现实不符。

区域Ⅱ和Ⅲ表示专利许可竞合策略是最优策略, 两新能源汽车制造商中总有一家新能源汽车制造商在总利润增加的情况下相对于竞争策略会出现利润损失。此时, 利润减少的新能源汽车制造商没有动机进行专利许可竞合。然而, 由于专利许可竞合策略下两新能源汽车制造商的总利润大于竞争策略下的总利润, 如果利润增加的新能源汽车制造商愿意将利润进行再分配, 就有能力说服竞争对手继续合作, 从而实现新能源汽车制造商利润的帕累托改进。

区域Ⅳ表示专利许可竞合策略是最优策略时的情况, 此时两新能源汽车制造商的利润均大于竞合策略下的利润, 这意味着专利许可竞合策略下的新能源汽车制造商可以实现利润的帕累托改进。因此, 这种合作关系将被双方所接受。结合命题 4(3) 可知, 在新能源汽车制造商实现利润的帕累托改进时, 两新能源汽车制造商的整车价格均低于竞争策略下的整车价格, 这对消费者是有利的。因此, 专利许可竞合策略对新能源汽车制造商和消费者均有利。

4 竞合策略的选择

命题 5 (1) 如果 $0 < \Delta c < \Delta c^H$ 且 $\mu_6 < \mu < 1$, 那么专利许可竞合是最优策略; (2) 当 $\Delta c^A < \Delta c < \Delta c^H$ 且 $\mu^* < \mu < \mu_6$ 或当 $0 < \Delta c < \Delta c^A$ 且 $\max\{\mu_9, \mu_{11}\} < \mu < \mu_6$ 或 $\mu^* < \mu < \mu_{12}$ 时, 那么批发竞合策略是最优策略; 否则, 竞争策略是最优策略。

命题 5 表明, 新能源汽车制造商的最优策略选择取决于新能源汽车制造商 1 的谈判能力以及两新能源汽车制造商动力电池的成本差异。新能源汽车制造商的策略选择如图 4 所示。区域Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ分别表示竞争策略、批发竞合策略以及专利许可竞合策略是新能源汽车制造商最优策略时的情况。

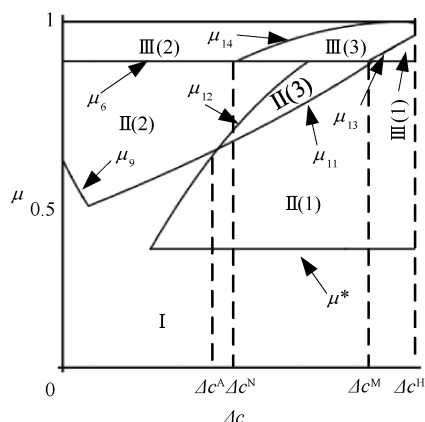


图4 竞合策略的选择

Figure 4 Choice of co-opetition strategy

命题5(1)表明,专利许可竞合策略是两新能源汽车制造商的最优策略,如图4区域Ⅲ所示。专利许可竞合策略下新能源汽车制造商1和2的总利润大于竞争与批发竞合策略下的总利润,换句话说,当新能源汽车制造商将动力电池技术专利授权给谈判能力较弱的竞争对手时,它们更有可能从专利许可竞合中获益。命题5(2)表明,批发竞合策略是两新能源汽车制造商的最优策略,如图4区域Ⅱ所示。因为它比竞争或专利许可竞合策略带来的利润更多。然而,在区域Ⅱ(1)、Ⅱ(2)、Ⅲ(1)以及区域Ⅲ(2)中,新能源汽车制造商需要通过进一步的合作机制(例如,收益共享契约)来实现利润的帕累托改进,从而使得新能源汽车制造商1和2均能从竞合中获益。

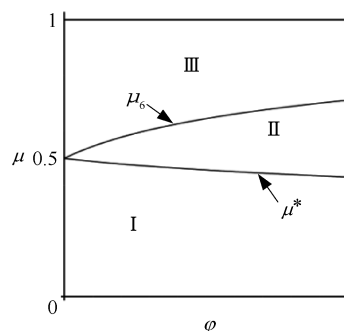
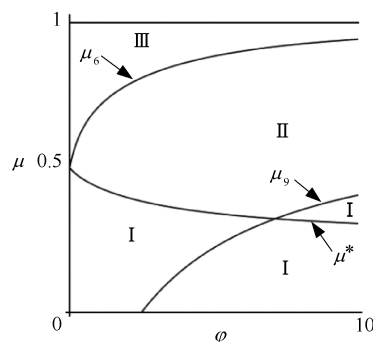
4.1 产品替代程度对策略选择的影响

由图4可以看出,新能源汽车制造商的策略选择与新能源汽车制造商1的谈判能力 μ 以及动力电池的成本差异 Δc 有关。如果两家新能源汽车制造商的动力电池成本存在较大差异,则更有可能通过合作实现双赢。更重要的是,新能源汽车制造商的最优策略选择主要由新能源汽车制造商1的谈判能力决定。此外,产品替代程度影响最优策略的决策区域,且最优策略的决策区域与谈判能力的临界阈值有关。因此,本节进一步分析新能源汽车的替代程度 ϕ 以及动力电池的成本差异 Δc 对新能源汽车制造商最优策略选择的影响。

新能源汽车的替代程度 ϕ 对新能源汽车制造商的最优策略选择有重要影响。图5反映了 $\phi \in (0,1)$ 时新能源汽车制造商的策略选择,其中区域Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ分别表示竞争策略、批发竞合策略以及专利许可竞合策略是最优策略时的决策区域。图5表明,当新能源汽车替代程度较低时,且新能源汽车制造商1的谈判能力大于新能源汽车制造商2的谈判能力,新能源汽车制造商更有可能选择专利许可竞合策略;相反,当新能源汽车制造商1的谈判能力较小时,竞争策略是最优策略。随着市场竞争激烈程度增加,当新能源汽车制造商1和2的谈判能力接近时,批发竞合策略为最优策略。

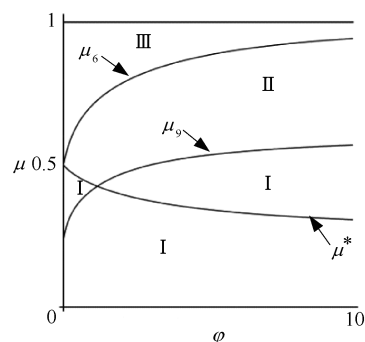
为进一步考察新能源汽车替代程度对新能源汽车制造

商策略选择的影响,将产品替代程度的取值范围扩展到 $\phi \in (0,10)$,如图6所示,其中区域Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ分别表示竞争策略、批发竞合策略以及专利许可竞合策略是最优策略时的决策区域。图6表明,与图5相比,随着产品替代程度的增加,新能源汽车制造商选择专利许可竞合策略的可能性减小,新能源汽车制造商更有可能选择批发竞合策略。

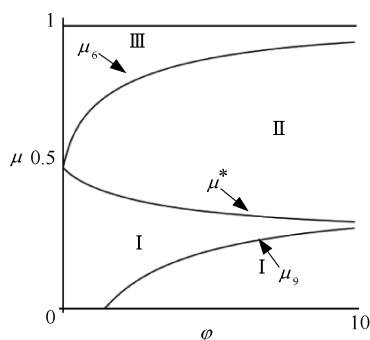
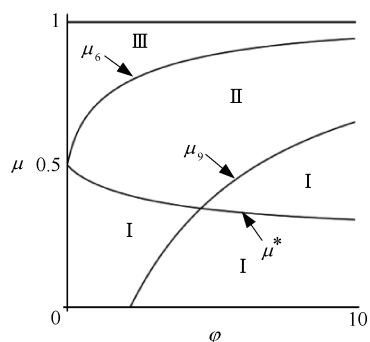
图5 $0 < \phi < 1$ 时 ϕ 对策略选择的影响Figure 5 Effect of ϕ on selection of co-opetition strategies ($0 < \phi < 1$)图6 $0 < \phi < 10$ 时 ϕ 对策略选择的影响Figure 6 Effect of ϕ on selection of co-opetition strategies ($0 < \phi < 10$)

4.2 成本差异对策略选择的影响

由命题5可知,新能源汽车制造商的最优策略选择与两新能源汽车制造商动力电池的成本差异 Δc 有关。为进一步探究两新能源汽车制造商动力电池的成本差异 Δc 对新能源汽车制造商决策的影响,分别得出 Δc 在不同值范围($\Delta c = 0.1, \Delta c = 1, \Delta c = 2.5$)下的结果,如图7~9所示。

图7 成本差异对策略选择的影响($\Delta c = 0.1$)Figure 7 Effect of Δc on selection of co-opetition strategies ($\Delta c = 0.1$)

由图7~9可知,新能源汽车制造商动力电池的成本差异只影响批发竞合策略和竞争策略的选择,对专利许可竞合策略的选择没有影响。当新能源汽车制造商之间动力电池的

图 8 成本差异对策略选择的影响 ($\Delta c=1$)Figure 8 Effect of Δc on selection of co-opetition strategies ($\Delta c=1$)图 9 成本差异对策略选择的影响 ($\Delta c=2.5$)Figure 9 Effect of Δc on selection of co-opetition strategies ($\Delta c=2.5$)

成本差异较小时,两阈值的交点靠左;随着动力电池成本差异的增加,两阈值的交点向右移动,这说明新能源汽车制造商选择批发竞合策略的可能性逐渐增加;当动力电池的成本差异增加到一定程度时,两阈值没有交集;当动力电池的成本差异 Δc 进一步增加时,两阈值之间的交点再次出现并向左移动,这意味着新能源汽车制造商更有可能选择竞争策略。综上所述,新能源汽车制造商在制定决策的时候需要结合外部市场环境(即新能源汽车的替代程度)、新能源汽车制造商之间的权利关系(新能源汽车制造商的谈判能力)以及内部运营资源与能力(动力电池的成本差异)。

5 结语

随着政府补贴的退坡,我国新能源汽车行业已进入从追求“量变”到“质变”的调整期,合资车企进入我国新能源汽车市场加剧了我国新能源汽车制造商之间的竞争。因此,新能源汽车制造商在研发等上游活动中展开合作已成为提升我国新能源汽车制造商竞争力的必然选择。鉴于此,本文针对两家具有竞争关系的新能源汽车制造商组成的供应链,考虑两家新能源汽车制造商在动力电池供应方面以批发价格契约或专利许可协议展开合作,通过构建博弈模型,并与竞争策略下的均衡结果进行比较,分析了不同产品替代程度和动力电池成本差异、谈判能力对新能源汽车制造商竞合策略选择的影响。主要结论如下:

(1)在批发竞合策略下,当处于上游的新能源汽车制造商的谈判能力较低或谈判能力较强且新能源汽车的替代程度较高时,动力电池的批发价格与新能源汽车的替代程度呈正相关性;否则,呈负相关性。因此,当上游的新能源汽车制

造商(如比亚迪)与规模大的新能源汽车制造商(如特斯拉、丰田)进行批发竞合时,批发竞合应该提高动力电池的批发价格;当上游的新能源汽车制造商(如比亚迪)与规模较小的新能源汽车制造商进行批发竞合时,市场竞争越激烈,上游的新能源汽车制造商越会提高动力电池的批发价格。

(2)在专利许可竞合策略下,动力电池技术专利的入门费随新能源汽车替代程度的增加而降低;而动力电池技术专利的提成费随着新能源汽车的替代程度的增加而增加。换句话说,当新能源汽车制造商与其竞争对手进行专利许可竞合时,随着新能源汽车市场竞争的加剧,上游的新能源汽车制造商将降低动力电池的入门费,但会提高动力电池的提成费。

(3)新能源汽车制造商的谈判能力、新能源汽车制造商之间动力电池的成本差异以及新能源汽车产品替代程度共同影响新能源汽车制造商的策略选择。随着新能源汽车替代程度与动力电池的成本差异的增大,谈判能力较强的新能源汽车制造商选择批发竞合策略的可能性先增后降,选择竞争策略的可能性先降后增。当新能源汽车制造商在谈判中处于明显的强势地位时,该新能源汽车制造商更有可能选择专利许可竞合策略。

(4)当批发竞合策略或专利许可竞合策略是新能源汽车制造商的最优策略时,存在两家新能源汽车制造商总利润增加但其中一家新能源汽车制造商利益受损的情况。此时,可以通过对合作策略的进一步设计以实现新能源汽车制造商的双赢,如收益共享契约,从而实现新能源汽车制造商利润的帕累托改进。此外,新能源汽车制造商之间动力电池的成本差异对新能源汽车制造商能否实现利润的帕累托改进有重要影响。如果两家新能源汽车制造商在效率或能力等存在显著差异的方面上进行合作,则更有可能实现利润的帕累托改进。

(5)与竞争策略相比,批发竞合和专利许可竞合策略下新能源汽车制造商利润的帕累托改进不仅增加了自身利润还降低了整车价格。因此,新能源汽车制造商之间的合作对新能源汽车制造商和消费者均有利。新能源汽车制造商之间的合作提高了自身的利润,有利于吸引未参与合作的新能源汽车制造商加入到竞合供应链中。同时,整车价格的降低促使更多的消费者前来购买新能源汽车。此时,新能源汽车制造商之间的合作更有可能维持下去。

本文从新能源汽车市场内上游动力电池的合作入手,探究了新能源汽车供应链中横向市场的竞争关系与纵向供应链的合作关系的相互作用,为新能源汽车制造商的竞合策略选择提供理论依据。然而,在现实供应链中往往存在信息不对称的情形,因此将来可以考虑将信息不对称纳入决策模型,探究新能源汽车制造商竞合策略的选择。

参 考 文 献

- [1] Chen X, Wang X J, Xia Y S. Production coopetition strategies for competing manufacturers that produce partially substitutable products [J]. Production and Operations Management, 2019, 28(6): 1446-1464.
- [2] Pitelis C N, Panagopoulos A, Desyllas P. Fostering coopetition through market extension and co-creation in the global phar-

- maceutical sector[J]. *The Journal of Organic Chemistry*, 2015, 88(8): 4017-4029.
- [3] Brandenburger A M, Nalebuff B J. Co-Opetition[J]. *Long Range Planning*, 1997, 15(1): 31-32.
- [4] Bakshi N, Kleindorfer P. Co-opetition and investment for supply-chain resilience[J]. *Production & Operations Management*, 2009, 18(6): 583-603.
- [5] Carli D, Schiliro D. A cooperative model for the green economy[J]. *Economic Modelling*, 2012, 29(4): 1215-1219.
- [6] Luo Z, Chen X, Wang X J. The role of co-opetition in low carbon manufacturing[J]. *European Journal of Operational Research*, 2016, 253(2): 392-403.
- [7] Mantovani A, Ruiz-Aliseda F. Equilibrium innovation ecosystems: The dark side of collaborating with complementors[J]. *Management Science*, 2016, 62(2): 534-549.
- [8] Yang Z B, Hu X X, Gurnani H, et al. Multichannel distribution strategy: Selling to a competing buyer with limited supplier capacity[J]. *Management Science*, 2018, 64(5): 2199-2218.
- [9] 徐兵, 杨金梅. 需求与回收确定下闭环供应链的竞争与链内协调研究[J]. *中国管理科学*, 2014, 22(2): 48-55.
- Xu B, Yang J M. Research on the competition of closed-loop supply chains and coordinative contract design within supply chain under determinant functions of product demand and used product supply[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2014, 22(2): 48-55.
- [10] 李晓静, 艾兴政, 唐小我. 基于交叉销售的竞争供应链纵向契约研究[J]. *管理科学学报*, 2016, 19(10): 117-126.
- Li X J, Ai X Z, Tang X W. Contracting under competing supply chains with cross sales[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2016, 19(10): 117-126.
- [11] 叶飞, 林强, 郑银粉. 基于决策者风险偏好特性的供应链竞合策略研究[J]. *运筹与管理*, 2017, 26(5): 81-88.
- Ye F, Lin Q, Zheng Y F. Research on supply chains co-opetition strategy based on decision-maker's risk preference[J]. *Operations Research and Management Science*, 2017, 26(5): 81-88.
- [12] 余佳, 游达明. 考虑风险厌恶特征的供应链竞合模式比较研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2019, 39(8): 2091-2104.
- Yu J, You D M. Comparative study of supply chain co-opetition models considering risk aversion[J]. *Systems Engineering-Theory and Practice*, 2019, 39(8): 2091-2104.
- [13] Venkatesh R, Chintagunta P, Mahajan V. Research not – sole entrant, co-optor, or component supplier: Optimal end-product strategies for manufacturers of proprietary component brands[J]. *Management Science*, 2006, 52(4): 613-622.
- [14] Xu Y, Gurnani H, Desiraju R. Strategic supply chain structure design for a proprietary component manufacturer[J]. *Production and Operations Management*, 2010, 19(4): 371-389.
- [15] Pun H. The more the better? Optimal degree of supply-chain cooptition between competitors[J]. *Journal of the Operational Research Society*, 2015, 66(12): 2092-2101.
- [16] Pun H, Ghamat S. The value of partnership under competition: When competitors may be R&D joint-venture and supply-chain partners for a critical component[J]. *International Journal of Production Economics*, 2016, 177: 1-11.
- [17] Wang Y L, Niu B Z, Guo P F. On the advantage of quantity leadership when outsourcing production to a competitive contract manufacturer[J]. *Production and Operations Management*, 2013, 22(1): 104-119.
- [18] 曹裕, 韦盼盼, 李青松. 竞合供应链的采购与质量决策研究[J]. *中国管理科学*, 2021, 29(8): 183-194.
- Cao Y, Wei P P, Li Q S. Research on purchasing and quality decision of cooptition supply chain[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2021, 29(8): 183-194.
- [19] Zhu M P, Liu Z X, Li J B, et al. Electric vehicle battery capacity allocation and recycling with downstream competition[J]. *European Journal of Operational Research*, 2020, 283(1): 365-379.
- [20] Qing Q K, Deng T H, Wang H W. Capacity allocation under downstream competition and bargaining[J]. *European Journal of Operational Research*, 2017, 261(1): 97-107.
- [21] Ertek G, Griffin P. Supplier-and buyer-driven channels in a two-stage supply chain[J]. *IEE Transactions*, 2001, 34(8): 691-700.
- [22] Baron O, Berman O, Wu D. Bargaining within the supply chain and its implications in an industry[J]. *Decision Sciences*, 2016, 47(2): 193-218.
- [23] Nagarajan M, Bassok Y. A bargaining framework in supply chains: The assembly problem[J]. *Management Science*, 2008, 54(8): 1482-1496.
- [24] Chen L W, Gilbert S M, Xia Y S. Product line extensions and technology licensing with a strategic supplier[J]. *Production and Operations Management*, 2016, 25(6): 1121-1146.
- [25] Simonet, Daniel. Licensing agreements in the pharmaceutical industry[J]. *International Journal of Medical Marketing*, 2002, 2(4): 329-341.
- [26] Norihiko S. Toyota turns to BYD for new China EV battery tech, report says New China-only EV set to join Toyota's 'bZ series' electric range[EB/OL]. [2021-12-03]. <https://www.autonews.com/cars-concepts/why-toyota-turning-byds-battery-technology-new-ev-china>.

Choice of competition and co-opetition strategies for new energy vehicle manufacturers

FENG Zhongwei, LIU Yuanwei*

(School of Business Administration Research Center for Energy Economics, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China)

Abstract: With the increasingly prominent energy crisis and environmental problems in recent years, promoting vehicle non-carbonization has become a world consensus. The “double carbon” goal in “the 14th Five-year plan” puts forward higher requirements

for the low-carbon development of the automobile industry. The development of new energy vehicles is a core measure to achieve the “double carbon” (i. e. , carbon peak and carbon neutralization). However, with the continuous expansion of the new energy vehicle market and the decline of government subsidies, the competition in the new energy vehicle industry has intensified since the entry of many joint venture automobile enterprises enter into the new energy vehicle market. Facing the fierce competition, new energy vehicle manufacturers need to change their operation strategies to improve their industry competitiveness. The cooperation of new energy vehicle manufacturers in upstream production, R & D, and other activities is one of the important ways to strengthen the competitiveness of China’s new energy vehicle manufacturers. For example, BYD changed its power battery strategy from self-produced and self-sold in the past to providing power batteries to Dongfeng Automobile, Shandong Taikai Automobile and other automobile enterprises.

Unlike the traditional competitive relationship between manufacturers of new energy vehicles, this paper not only considers the competition between new energy vehicle manufacturers and their downstream competitors, but also cooperates in the production and R & D of power batteries in the upstream. In conjunction with the case of BYD’s power battery strategy transformation, this paper considers a supply chain comprised of two competing new energy vehicle manufacturers. One new energy vehicle manufacturer has the technical patent for producing batteries and can independently produce batteries, while the other has no technical patent. The two new energy vehicle manufacturers compete for the downstream end market and cooperate in battery supply/procurement in the form of wholesale price contracts or patent licensing contracts. Under the wholesale co-opetition strategy, one of the new energy vehicle manufacturers purchases from or supplies power batteries to its rival. Under the patent licensing co-opetition strategy, the new energy vehicle manufacturer authorizes the power battery technology patent to its competitor, while the latter needs to pay a certain entry fee and royalty fee to use the power battery technology patent. Due to the horizontal market competition and vertical supply chain cooperation in the supply chain of new energy vehicles, there are three strategies between the two new energy vehicle manufacturers: competition strategy, wholesale co-opetition strategy and patent licensing co-opetition strategy. Considering the above situation, we further explore the optimal strategic choice of new energy vehicle manufacturers.

The Cournot competition model is constructed under the competition strategy. The Stackelberg game and asymmetric Nash negotiation models are constructed under the wholesale co-opetition strategy. And the Cournot competition model and asymmetric Nash negotiation model are constructed under the patent licensing co-opetition strategy. We analyze the impact of the substitution degree of new energy vehicles on the profits and the vehicle prices under the three strategies. This paper further compares and analyzes the impact of the substitution degree of new energy vehicles, the cost difference of power batteries, and the bargaining power on the optimal strategy choice of new energy vehicle manufacturers. Additionally, it determines the optimal strategy choice of new energy vehicle manufacturers under various scenarios, providing a theoretical basis for them to make scientific and reasonable decisions.

Finally, this paper focuses on the combination of horizontal competition and vertical cooperation among new energy vehicle manufacturers and studies the optimal strategy choice of new energy vehicle manufacturers. The results show that: 1) Under the co-opetition strategy, the profit change of new energy vehicle manufacturers is consistent with that under the competition strategy, which decreases with the increase of the substitution degree of new energy vehicles. 2) When the upstream new energy vehicle manufacturers have low bargaining (or high negotiation ability and high substitution degree), the wholesale price of power battery under the wholesale co-opetition strategy is positively correlated with the substitution degree. Otherwise, there is a negative correlation. 3) The entry fee of a power battery technology patent is negatively correlated with the substitution degree. In contrast, the royalty fee is positively correlated with the substitution degree under the patent licensing co-opetition strategy. 4) The choice of the optimal strategy depends on the bargaining power of new energy vehicle manufacturers, the cost difference of power batteries, and the substitution degree of new energy vehicles. 5) Under the co-opetition strategy, manufacturers of new energy vehicles can achieve Pareto improvement of profits through further cooperation mechanisms under certain conditions and reduce the whole vehicle price of new energy vehicles, which is beneficial for both manufacturers and consumers.

Key words: New energy vehicle; Wholesale co-opetition; Patent licensing co-opetition; Strategy selection

Received Date: 2021-09-20

Funded Project: Supported by the Key R & D and promotion projects in Henan Province (212400410323) and the Doctoral Fund of Henan Polytechnic University and the Postdoctoral Fund of 2021 University (712108/233).

* Corresponding author