

考虑营销努力的新能源汽车供应链持股合作创新策略研究

周定策, 季春艺

江南大学商学院, 江苏 无锡

收稿日期: 2024年2月23日; 录用日期: 2024年3月4日; 发布日期: 2024年5月21日

摘要

本文将持股策略引入到新能源汽车供应链合作创新中, 通过构建新能源汽车制造商不采取持股策略、采取前向持股合作策略、采取后向持股合作策略和采取双向持股合作策略四种不同情形下的博弈模型, 探讨不同持股模式及持股比例对新能源汽车供应链成员创新决策的影响。研究发现: 持股策略总是有利于新能源汽车供应链成员进行创新活动, 且电池技术创新水平和营销努力水平都随着持股比例的增加而增大, 当持股比例满足一定条件时, 前向持股合作策略和双向持股合作策略均能使营销努力水平和电池技术创新水平同时达到最高, 且新能源汽车制造商采取前向持股合作策略既能保证自身的利润, 所需承担的投资风险也最小。

关键词

持股策略, 营销努力, 合作创新, 新能源汽车供应链

Research on the Cooperative Innovation Strategy of New Energy Vehicle Supply Chain Shareholding Considering Marketing Efforts

Dingce Zhou, Chunyi Ji

School of Business, Jiangnan University, Wuxi Jiangsu

Received: Feb. 23rd, 2024; accepted: Mar. 4th, 2024; published: May 21st, 2024

Abstract

This paper introduces the shareholding strategy into the cooperative innovation of the new ener-

gy vehicle supply chain, and discusses the impact of different shareholding models and shareholding ratios on the innovation decisions of new energy vehicle supply chain members by constructing a game model under four different situations: no shareholding strategy, forward shareholding cooperation strategy, backward shareholding cooperation strategy and two-way shareholding cooperation strategy. When the shareholding ratio meets certain conditions, both the forward shareholding cooperation strategy and the two-way shareholding cooperation strategy can make the marketing effort level and the battery technology innovation level reach the highest level at the same time, and the forward shareholding cooperation strategy adopted by new energy vehicle manufacturers can not only ensure their own profits, but also minimize the investment risk.

Keywords

Shareholding Strategy, Marketing Efforts, Cooperative Innovation, New Energy Vehicle Supply Chain

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

当前, 能源危机已成为全球性挑战, 推动能源转型, 发展低碳经济势在必行。随着我国汽车工业加速腾飞, 面临的能源缺口也日渐增大。基于新能源汽车的环境友好性, 发展新能源汽车产业是改善我国能源结构, 保障能源安全、推动绿色发展的战略举措, 也是我国实现碳达峰、碳中和重要目标的必由之路, 国家对新能源汽车产业的技术发展给予了高度重视。

21 世纪初, 我国首个针对新能源汽车产业的专项规划“863”计划正式出台, 2009 年我国新能源汽车的年产量不足 300 辆[1], 在政策和市场的支持下, 中国新能源汽车市场实现迅速增长。中国汽车工业协会数据显示, 2023 年我国新能源汽车产销分别完成 958.7 万辆和 949.5 万辆, 同比分别增长 35.8% 和 37.9%, 市场占有率达到 31.6%, 高于上年同期 5.9 个百分点, 连续 9 年位居全球第一, 我国新能源汽车行业已进入高速发展期。但相较于燃油车的保有量而言, 截至 2023 年 9 月底, 全国新能源汽车保有量约为 1821 万辆, 仅占汽车总保有量的 5.5%, 可见新能源汽车的推广工作仍任重道远。

此外, 新能源汽车行业是资金密集型和技术密集型产业, 产业链上下游关联企业众多, 单个企业的创新能力和内部研发投入已经难以满足技术创新日益增长的成本和复杂性要求, 由此寻求外部资源整合, 进行合作创新成为一种必然趋势, 供应链成员建立股权合作联盟的现象越来越普遍。比如, 2017 年, 长安汽车集团投资 5 亿元间接持有电池供应商宁德时代 0.39% 的股权[2]; 2019 年, 北汽集团持有戴姆勒股份公司 5% 的股份, 实现股权合作联盟[3]; 丰田汽车持有金属引擎部件制造商 ToyodaGosei 14% 的股份, 持有装饰用品制造商 Koito 19% 的股份, 持有自动变速箱制造商爱新精工 22.2% 的股份[4]。

关于供应链股权合作的研究当中, Güth 等最早采用博弈论模型来分析交叉持股对供应链上下游企业的影响, 研究发现交叉持股能够有效提高供应链整体绩效水平和社会总福利[5], 郭强等则发现社会总福利与持股比例之间是正相关关系[6]。张汉江等采用 Stackelberg 博弈模型研究供应链中企业交叉持股时的定价和绩效变化, 结果发现交叉持股能降低产品的零售价并提高整个供应链的绩效[7]。Xia 等研究了交叉持股策略下供应链权力结构以及供应链协调问题[8]。另外, 部分学者研究发现供应链股权合作还会影响制造商的渠道选择。何丽红等和聂佳佳等分别在交叉持股和单向持股的背景下研究了制造商的渠道选

择问题, 发现持股比例的大小会影响制造商是否开通直销渠道的决策[9] [10], 聂佳佳等的研究还表明在持股条件下, 制造商开通直销渠道对消费者福利总是有益的[10]。Chen 等研究了拉式和推式供应链中的持股合作问题, 研究发现通过设定合适的价格将追随者的股份转让给领导者, 拉式或推式供应链都能实现双赢[11]。Fu 和 Ma 同样分别以拉式和推式供应链作为研究对象, 发现交叉持股行为对推式供应链和拉式供应链的影响不同, 但通过设计契约实现供应链协调能使供应链成员实现双赢[12]。

近年来, 中国新能源汽车迈入规模化和全球化的高质量发展新阶段。不少学者从微观视角研究新能源汽车的发展, 聚焦于产业链技术创新的问题。王静宇等利用专利数据与产业链关联分析的方法, 研究新能源汽车产业技术现状和发展趋势, 强调了技术创新的重要性[13]。卢超等则在“双积分”政策下研究双寡头新能源车企在研发竞争及研发合作两种模式下的最优决策[14]。刘金亚等也从“双积分”政策的角度切入, 研究政策对于新能源车企技术创新的影响[15]。李磊等选取 50 家沪深上市公司作为样本, 研究研发补贴对新能源汽车产业种群技术创新的影响, 结果表明政府研发补贴与新能源汽车产业整体的技术创新水平成显著正相关关系[16]。何正霞等结合新能源汽车技术创新生态系统理论, 研究政策激励对新能源汽车技术创新的影响[17]。

综上所述, 现有关于供应链股权合作的研究主要聚焦于股权合作对供应链绩效的影响, 在以新能源汽车产业为研究对象的文献中, 大多数学者考虑了政府政策因素对新能源汽车产业技术创新的影响, 而考虑股权合作策略对新能源汽车供应链创新决策的研究较少。因此, 本文将持股战略引入低碳供应链中, 研究由电池供应商、新能源汽车制造商、零售商构成的三级新能源汽车供应链的合作创新问题, 比较分析新能源汽车制造商采取不同持股策略下的电池技术创新水平、营销努力水平及利润, 为相关企业在实践中开展持股合作提供理论依据。

2. 问题描述与基本假设

当前市场上不少新能源汽车制造商均由电池供应商提高动力电池, 并由零售商销售车辆, 一方面, 为促进电池技术升级、提升电池续航能力, 另一方面, 为开拓市场, 促进新能源汽车的推广和销售, 现实中, 新能源汽车制造商纷纷加强与上游电池供应商及下游零售商的合作, 其中, 股权战略联盟为主要表现形式之一。供应链上下游企业间纵向持股能保证供应商原材料供应的持续性和稳定性, 或上游企业参与下游企业的生产经营, 共享利益, 促进整个产业的稳定和发展。

因此, 本文以新能源汽车供应链为研究对象, 分析由一个电池供应商(S)和一个新能源汽车制造商(M)以及一个零售商(R)组成的三级供应链系统。其中, 电池供应商负责电池技术创新, 提升电池的续航能力, 新能源汽车制造商负责整车的生产制造, 零售商则进行营销努力, 加大宣传和推广, 负责将新能源汽车销售给消费者, 在整个决策过程中, 供应链各成员角色均为风险中性, 均根据自身利润最大化进行决策。决策顺序分为三个阶段: 1) 电池供应商决定电池技术创新水平和电池批发价格; 2) 新能源汽车制造商根据电池价格 and 市场需求决定新能源汽车的整车批发价格; 3) 零售商决定营销努力水平和最终的新能源汽车销售价格。在这个过程中, 新能源汽车制造商可选择持股合作和不持股合作两种策略, 持股合作策略包括前向持股、后向持股和双向持股三种合作策略。本研究基本假设如下(见图 1、表 1)。

假设 1 电池单位生产成本和批发价格分别为 c 、 w , 每辆新能源汽车的批发价格和销售价格分别为 w_1 、 p 。为方便计算, 暂不考虑新能源汽车制造商生产新能源汽车除去电池以外的成本, 该假设不会影响所得结论[18]。

假设 2 电池供应商为提升电池续航能力, 对电池技术的创新投入为 θ , 假设电池技术创新成本系数为 k_1 , 创新投入成本为 $\frac{\theta^2}{2}k_1$, 零售商为提高消费者对新能源汽车的认可度, 采取多种方式进行营销和推

广, 设其营销努力水平为 g , 营销努力成本系数为 k_2 , 营销努力成本为 $\frac{g^2}{2}k_2$ 。 k_1 、 k_2 表示随着相应努力水平的增大, 投资效率越来越低, 努力成本加速增大[19]。

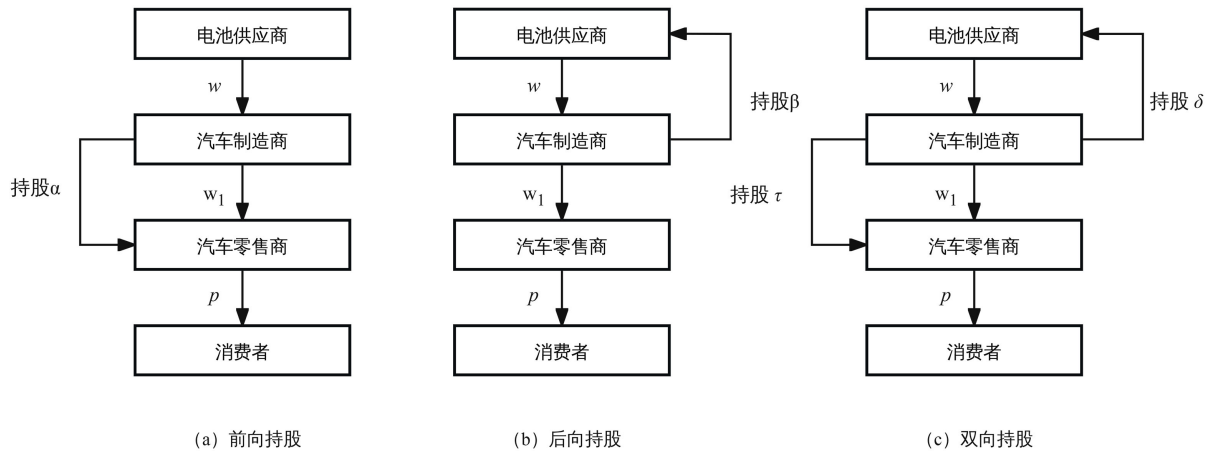


Figure 1. Three shareholding strategies for NEV manufacturer
图 1. 新能源汽车制造商的三种持股策略

Table 1. Model parameters and descriptions
表 1. 模型参数及描述

参数描述	参数描述
c 电池单位生产成本	a 新能源汽车基础市场容量
w 电池单位批发价格	m 消费者续航能力关切程度
w_1 新能源汽车批发价格	n 营销努力效应
p 新能源汽车销售价格	b 消费者价格敏感程度
θ 电池技术创新水平	D 新能源汽车市场需求函数
g 营销努力水平	π_s 电池供应商的利润
k_1 电池技术创新成本系数	π_M 新能源汽车制造商的利润
k_2 营销努力成本系数	π_R 零售商的利润

假设 3 消费者需求不仅受价格的影响, 还受电池续航能力水平和营销努力水平的影响, 则假设消费者需求函数为 $D = a - bp + m\theta + ng$ 。其中 a 表示新能源汽车的基础市场容量, b 为消费者对新能源汽车价格的敏感系数, m 为消费者对新能源汽车续航能力的敏感程度, n 为营销努力效应, 表示零售商营销努力对需求的影响程度。 $a > 0$, b 、 m 、 n 均 $\in (0,1)$ 。

假设 4 本文以 π 表示利润, 用右下标 S 、 M 、 R 分别表示电池供应商、新能源汽车制造商和零售商, 右上标 N 、 A 、 B 、 O 分别表示不采取持股策略、前向持股策略、后向持股策略和双向持股策略。

3. 模型构建及求解

3.1. 制造商不采取持股合作策略

在新能源汽车制造商不采取持股合作策略的情形下, 电池供应商、新能源汽车制造商和零售商均以

最大化各自利润为目标进行决策。首先电池供应商决定电池技术创新水平 θ 和电池批发价格 w , 然后新能源汽车制造商决定新能源汽车的整车批发价格 w_1 , 最后由零售商决定营销努力水平 g 和新能源汽车销售价格 p 。电池供应商、新能源汽车制造商、零售商的目标函数分别为:

$$\pi_S^N = (w - c)(a - bp + m\theta + ng) - \frac{\theta^2}{2}k_1 \quad (3.1)$$

$$\pi_M^N = (w_1 - w)(a - bp + m\theta + ng) \quad (3.2)$$

$$\pi_R^N = (p - w_1)(a - bp + m\theta + ng) - \frac{g^2}{2}k_2 \quad (3.3)$$

采用逆向归纳法, 先对零售商进行求解, π_R^N 关于 p 、 g 的 Hessian 矩阵为 $H = \begin{vmatrix} -2b & n \\ n & -k_2 \end{vmatrix} = 2bk_2 - n^2$, 由于 $-2b < 0$, 则当 $2bk_2 - n^2 > 0$ 时, Hessian 矩阵呈负定性, 则零售商利润函数 π_R^N 是关于 p 、 g 的联合严格凹函数, 因此 π_R^N 有极大值, 对 π_R^N 求 p 、 g 的一阶导数, 并令其等于 0, 可得 $p = \frac{bk_2w_1 + k_2m\theta - n^2w_1 + ak_2}{2bk_2 - n^2}$,

$$g = \frac{n(a + m\theta - w_1b)}{2bk_2 - n^2}, \text{ 将结果代入式(3.2), 得 } \pi_M^N = \frac{((w - 2w_1)b + m\theta + a)bk_2}{2bk_2 - n^2}.$$

因 $\frac{\partial^2 \pi_M^N}{\partial w_1^2} = -\frac{2b^2k_2}{2bk_2 - n^2} < 0$, 故 π_M^N 是关于 w_1 的凹函数, 令 $\frac{\partial \pi_M^N}{\partial w_1} = 0$, 可得 $w_1 = \frac{a + bw + m\theta}{2b}$, 将 p 、 g 、 w_1 代入式(3.1)中, 进一步通过 Hessian 矩阵可判断 π_S^N 是关于 w 、 θ 的凹函数, 存在最优解求解可得:

$$w^N = \frac{4b^2ck_1k_2 - 2bck_1n^2 - bck_2m^2 + 4abk_1k_2 - 2ak_1n^2}{b(8bk_1k_2 - 4k_1n^2 - k_2m^2)}$$

$$\theta^N = \frac{k_2m(a - bc)}{8bk_1k_2 - 4k_1n^2 - k_2m^2}$$

将 w^N 、 θ^N 代入 w_1 、 p 、 g 中, 可得:

$$w_1^N = \frac{6\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)\left(\frac{bc}{3} + a\right)k_1 - bck_2m^2}{(8b^2k_2 - 4bn^2)k_1 - bm^2k_2}$$

$$p^N = \frac{b^2ck_1k_2 - bck_1n^2 - bck_2m^2 + 7abk_1k_2 - 3ak_1n^2}{b(8bk_1k_2 - 4k_1n^2 - k_2m^2)}$$

$$g^N = \frac{(a - bc)k_1n}{8bk_1k_2 - 4k_1n^2 - k_2m^2}$$

进一步可得新能源汽车制造商不持股合作的情形下, 电池供应商、汽车制造商、零售商的利润分别为:

$$\pi_S^N = \frac{k_2k_1(-bc + a)^2}{16bk_1k_2 - 8k_1n^2 - 2k_2m^2}$$

$$\pi_M^N = \frac{(2bk_2 - n^2)(-bc + a)^2k_2k_1^2}{(8bk_1k_2 - 4k_1n^2 - k_2m^2)^2}$$

$$\pi_R^N = \frac{(2bk_2 - n^2)(-bc + a)^2 k_2 k_1^2}{2(8bk_1 k_2 - 4k_1 n^2 - k_2 m^2)^2}$$

3.2. 制造商采取前向持股合作策略

在此模型中, 新能源汽车制造商在零售商中持有 α ($\alpha \in (0, 0.5)$) 比例的股份, 新能源汽车制造商根据前向持股比例获得相应的新能源汽车销售利润。此时, 电池供应商、新能源汽车制造商、零售商的利润函数分别为:

$$\pi_S^A = (w - c)(a - bp + m\theta + ng) - \frac{\theta^2}{2} k_1 \quad (3.4)$$

$$\pi_M^A = (w_1 - w)(a - bp + m\theta + ng) + \alpha \left((p - w_1)(a - bp + m\theta + ng) - \frac{g^2}{2} k_2 \right) \quad (3.5)$$

$$\pi_R^A = (1 - \alpha) \left((p - w_1)(a - bp + m\theta + ng) - \frac{g^2}{2} k_2 \right) \quad (3.6)$$

求解方法同制造商不采取持股合作策略的情形, 用逆向归纳法可求得新能源汽车制造商采取前向持股合作策略下, 供应链中各成员的各决策变量的最优解:

$$w^A = \frac{2(\alpha - 2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (bc + a) k_1 + bck_2 m^2}{4 \left((\alpha - 2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + \frac{k_2 m^2}{4} \right) b}$$

$$\theta^A = \frac{k_2 m (-bc + a)}{4(\alpha - 2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + k_2 m^2}$$

$$w_1^A = \frac{4 \left(-\frac{bc}{2} + a \left(\alpha - \frac{3}{2} \right) \right) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + bck_2 m^2}{4b \left((\alpha - 2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + \frac{k_2 m^2}{4} \right)}$$

$$p^A = \frac{\left(-b^2 ck_2 + ((4a\alpha - 7a)k_2 + cn^2)b - 2a \left(\alpha - \frac{3}{2} \right) n^2 \right) k_1 + bck_2 m^2}{4 \left((\alpha - 2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + \frac{k_2 m^2}{4} \right) b}$$

$$g^A = \frac{nk_1 (-bc + a)}{4(\alpha - 2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + k_2 m^2}$$

将各最优解代入利润函数, 可得电池供应商、汽车制造商、零售商的利润分别为:

$$\pi_S^A = \frac{(-bc + a)^2 k_1 k_2}{8(\alpha - 2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + 2k_2 m^2}$$

$$\pi_M^A = \frac{k_1^2(2-\alpha)k_2\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)(-bc+a)^2}{16\left((\alpha-2)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 + \frac{k_2m^2}{4}\right)^2}$$

$$\pi_R^A = \frac{k_1^2(-1+\alpha)k_2\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)(-bc+a)^2}{16\left((\alpha-2)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 + \frac{k_2m^2}{4}\right)^2}$$

3.3. 制造商采取后向持股合作策略

在此模型中, 新能源汽车制造商在电池供应商中持有 β ($\beta \in (0, 0.5)$) 比例的股份, 承担电池供应商 β 比例的电池技术创新费用, 并分享相同比例的利润。此时, 电池供应商、新能源汽车制造商、零售商的利润函数分别为:

$$\pi_S^B = (1-\beta)\left((w-c)(a-bp+m\theta+ng) - \frac{\theta^2}{2}k_1\right) \quad (3.7)$$

$$\pi_M^B = (w_1-w)(a-bp+m\theta+ng) + \beta\left((w-c)(a-bp+m\theta+ng) - \frac{\theta^2}{2}k_1\right) \quad (3.8)$$

$$\pi_R^B = (p-w_1)(a-bp+m\theta+ng) - \frac{g^2}{2}k_2 \quad (3.9)$$

求解方法同上, 用逆向归纳法可求得新能源汽车制造商采取后向持股合作策略下, 供应链中各成员的最优解:

$$w^B = \frac{-4((-2\beta+1)cb+a)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right) + bck_2m^2}{8\left((-1+\beta)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 + \frac{k_2m^2}{8}\right)b}$$

$$w_1^B = \frac{6(-1+\beta)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)\left(\frac{bc}{3}+a\right)k_1 + bck_2m^2}{8\left((-1+\beta)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 + \frac{k_2m^2}{8}\right)b}$$

$$\theta^B = \frac{k_2m(-bc+a)}{8(-1+\beta)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 + k_2m^2}$$

$$p^B = \frac{7(-1+\beta)\left(\frac{b^2ck_2}{7} + \left(-\frac{cn^2}{7} + ak_2\right)b - \frac{3an^2}{7}\right)k_1 + bck_2m^2}{8\left((-1+\beta)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 + \frac{k_2m^2}{8}\right)b}$$

$$g^B = \frac{(-1+\beta)(-bc+a)k_1n}{8(-1+\beta)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 + k_2m^2}$$

将各最优解代入利润函数, 可得电池供应商、汽车制造商、零售商的利润分别为:

$$\pi_S^B = \frac{(-1+\beta)k_1k_2(-bc+a)^2}{16(-1+\beta)\left(bk_2-\frac{n^2}{2}\right)k_1+2k_2m^2}$$

$$\pi_M^B = \frac{k_1(-bc+a)^2k_2\left((-1+\beta)^2\left(bk_2-\frac{n^2}{2}\right)k_1-\frac{m^2\beta k_2}{4}\right)}{32\left((-1+\beta)\left(bk_2-\frac{n^2}{2}\right)k_1+\frac{k_2m^2}{8}\right)^2}$$

$$\pi_R^B = \frac{(-1+\beta)^2k_1^2(-bc+a)^2k_2\left(bk_2-\frac{n^2}{2}\right)}{64\left((-1+\beta)\left(bk_2-\frac{n^2}{2}\right)k_1+\frac{k_2m^2}{8}\right)^2}$$

3.4. 制造商采取双向持股合作策略

为更深层次的加强新能源汽车产业链上下游企业间的关联, 新能源汽车制造商可同时与电池供应商、零售商达成股权战略合作。新能源汽车制造商在零售商中持有 τ ($\tau \in (0, 0.5)$) 比例的股份, 同时在电池供应商中持有 δ ($\delta \in (0, 0.5)$) 比例的股份, 此时, 电池供应商、新能源汽车制造商、零售商的利润函数分别为:

$$\pi_S^O = (1-\delta)\left((w-c)(a-bp+m\theta+ng)-\frac{\theta^2}{2}k_1\right) \quad (3.10)$$

$$\begin{aligned} \pi_M^O &= (w_1-w)(a-bp+m\theta+ng) + \delta\left((w-c)(a-bp+m\theta+ng)-\frac{\theta^2}{2}k_1\right) \\ &+ \tau\left((p-w_1)(a-bp+m\theta+ng)-\frac{g^2}{2}k_2\right) \end{aligned} \quad (3.11)$$

$$\pi_R^O = (1-\tau)\left((p-w_1)(a-bp+m\theta+ng)-\frac{g^2}{2}k_2\right) \quad (3.12)$$

求解方法同上, 用逆向归纳法可求得新能源汽车制造商采取双向持股合作策略下, 供应链中各成员的各决策变量的最优解:

$$w^O = \frac{-2((-2\delta+1)cb+a)\left(bk_2-\frac{n^2}{2}\right)(\tau-2)k_1-bck_2m^2}{4b\left(\left(bk_2-\frac{n^2}{2}\right)(\delta-1)(\tau-2)k_1-\frac{k_2m^2}{4}\right)}$$

$$\theta^O = \frac{k_2m(-bc+a)}{4\left(bk_2-\frac{n^2}{2}\right)(\delta-1)(\tau-2)k_1-k_2m^2}$$

$$w_1^O = \frac{4\left(bk_2-\frac{n^2}{2}\right)(\delta-1)\left(-\frac{bc}{2}+a\left(\tau-\frac{3}{2}\right)\right)k_1-bck_2m^2}{4b\left(\left(bk_2-\frac{n^2}{2}\right)(\delta-1)(\tau-2)k_1-\frac{k_2m^2}{4}\right)}$$

$$p^o = \frac{4(\delta-1) \left(-\frac{b^2ck_2}{4} + \left(a \left(\tau - \frac{7}{4} \right) k_2 + \frac{n^2c}{4} \right) b - \frac{\left(\tau - \frac{3}{2} \right) an^2}{2} \right) k_1 - bck_2m^2}{4b \left(\left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (\delta-1)(\tau-2)k_1 - \frac{k_2m^2}{4} \right)}$$

$$g^o = \frac{nk_1(\delta-1)(-bc+a)}{4 \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (\delta-1)(\tau-2)k_1 - k_2m^2}$$

将各最优解代入利润函数, 可得电池供应商、汽车制造商、零售商的利润分别为:

$$\pi_S^o = \frac{(-bc+a)^2 k_2 k_1 (\delta-1)}{8 \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (\delta-1)(\tau-2)k_1 - 2k_2m^2}$$

$$\pi_M^o = \frac{k_1 k_2 \left((\delta-1)^2 \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (\tau-2)k_1 + \frac{m^2 k_2 \delta}{2} \right) (-bc+a)^2}{16 \left(\left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (\delta-1)(\tau-2)k_1 - \frac{k_2m^2}{4} \right)^2}$$

$$\pi_R^o = \frac{k_1^2 (\delta-1)^2 (-1+\tau)k_2 \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (-bc+a)^2}{16 \left(\left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (\delta-1)(\tau-2)k_1 - \frac{k_2m^2}{4} \right)^2}$$

4. 均衡结果比较分析

本节通过对前文均衡解的比较, 分析了不同持股策略下新能源汽车供应链各成员的创新决策, 得到以下几个命题:

命题 1: 比较持股合作策略与不持股策略下的电池技术创新水平和营销努力水平得: $\theta^A > \theta^N$; $\theta^B > \theta^N$; $\theta^O > \theta^N$ 。 $g^A > g^N$; $g^B > g^N$; $g^O > g^N$ 。对不同情形下的电池技术创新水平和营销努力水平分别求关于 α 、 β 、 δ 、 τ 的一阶偏导, 可得 $\frac{\partial \theta^A}{\partial \alpha} > 0$ 、 $\frac{\partial \theta^B}{\partial \beta} > 0$ 、 $\frac{\partial \theta^O}{\partial \delta} > 0$ 、 $\frac{\partial \theta^O}{\partial \tau} > 0$; $\frac{\partial g^A}{\partial \alpha} > 0$ 、 $\frac{\partial g^B}{\partial \beta} > 0$ 、

$$\frac{\partial g^O}{\partial \delta} > 0, \quad \frac{\partial g^O}{\partial \tau} > 0。$$

证明:

$$\theta^A - \theta^N = \frac{\alpha k_2 (bc-a) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 m}{8 \left((\alpha-2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + \frac{k_2 m^2}{4} \right) \left(\left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 - \frac{k_2 m^2}{8} \right)} > 0,$$

$$\theta^B - \theta^N = \frac{\beta k_2 (bc-a) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 m}{8 \left((\beta-1) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + \frac{k_2 m^2}{8} \right) \left(\left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 - \frac{k_2 m^2}{8} \right)} > 0,$$

$$\theta^o - \theta^N = \frac{(\tau - \delta(\tau - 2))k_2(a - bc)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1m}{8\left((\delta - 1)(\tau - 2)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 - \frac{k_2m^2}{4}\right)\left(\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 - \frac{k_2m^2}{8}\right)} > 0;$$

$$g^A - g^N = \frac{nk_1^2\alpha(bc - a)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)}{8\left((\alpha - 2)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 + \frac{k_2m^2}{4}\right)\left(\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 - \frac{k_2m^2}{8}\right)} > 0,$$

$$g^B - g^N = \frac{k_1n\beta k_2m^2(bc - a)}{64\left((\beta - 1)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 + \frac{k_2m^2}{8}\right)\left(\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 - \frac{k_2m^2}{8}\right)} > 0,$$

$$g^o - g^N = \frac{n(bc - a)\left(\tau(\delta - 1)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 - \frac{k_2m^2\delta}{4}\right)k_1}{8\left((\delta - 1)(\tau - 2)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 - \frac{k_2m^2}{4}\right)\left(\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 - \frac{k_2m^2}{8}\right)} > 0.$$

命题 1 表明, 不管新能源汽车制造商采取何种持股策略, 持股策略都有助于电池供应商提升电池技术创新水平、零售商提高营销努力水平, 且电池技术创新水平和营销努力水平都随着新能源汽车制造商持股比例的提高而增大。这是因为电池技术创新水平和营销努力水平都能促进需求量的增加, 所以即使汽车制造商只持股电池供应商, 电池供应商努力提升电池技术创新水平的同时, 需求量的上升会推动零售商加大宣传, 以期获得更多的收益。此外, 新能源汽车制造商的持股投资可以有效分担电池供应商和零售商进行创新活动的成本, 且持股比例的提高意味着汽车供应链上下游成员之间的合作更加紧密, 所以电池技术创新水平和营销努力水平都随着持股比例的增加而增大, 这也说明持股合作策略有利于新能源汽车产业链的创新发展。

命题 2: 比较不同持股合作策略下的电池技术创新水平可得, 当 $\alpha > 2\beta$ 且 $\alpha > \tau - \delta(\tau - 2)$ 时, $\theta^A > \theta^B$ 且 $\theta^A > \theta^o$, 新能源汽车制造商采取前向持股策略下的电池技术创新水平最高; 当 $2\beta > \alpha$ 且 $2\beta > \tau - \delta(\tau - 2)$ 时, $\theta^B > \theta^A$ 且 $\theta^B > \theta^o$, 新能源汽车制造商采取后向持股策略下的电池技术创新水平最高; 当 $\tau - \delta(\tau - 2) > \alpha$ 且 $\tau - \delta(\tau - 2) > 2\beta$ 时, $\theta^o > \theta^A$ 且 $\theta^o > \theta^B$ 新能源汽车制造商采取双向持股策略下的电池技术创新水平最高。

证明: 对不同情形下的 θ 两两作差, 可得:

$$\theta^A - \theta^B = \frac{\left(\frac{\alpha}{2} - \beta\right)(a - bc)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1k_2m}{4\left((\beta - 1)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 + \frac{k_2m^2}{8}\right)\left((\alpha - 2)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 + \frac{k_2m^2}{4}\right)}$$

$$\theta^o - \theta^A = \frac{(\alpha + \delta(\tau - 2) - \tau)(a - bc)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1k_2m}{4\left((\delta - 1)(\tau - 2)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 - \frac{k_2m^2}{4}\right)\left((\alpha - 2)\left(bk_2 - \frac{n^2}{2}\right)k_1 + \frac{k_2m^2}{4}\right)}$$

$$\theta^B - \theta^O = \frac{(\tau - \delta(\tau - 2) - 2\beta)(a - bc) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 k_2 m}{8 \left((\delta - 1)(\tau - 2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 - \frac{k_2 m^2}{4} \right) \left((\beta - 1) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + \frac{k_2 m^2}{8} \right)}$$

其中, θ^A 和 θ^B 的大小取决于 $\left(\frac{\alpha}{2} - \beta \right)$ 是否大于 0, 则当 $\alpha > 2\beta$ 时, 有 $\theta^A > \theta^B$, $\alpha < 2\beta$ 时, $\theta^A < \theta^B$; θ^O 和 θ^A 的大小取决于 $(\tau - \delta(\tau - 2)) - \alpha$ 是否大于 0, 当 $\tau - \delta(\tau - 2) > \alpha$ 时, 则有 $\theta^O > \theta^A$, $\tau - \delta(\tau - 2) < \alpha$ 时, $\theta^O < \theta^A$; θ^O 和 θ^B 的大小取决于 $2\beta - (\tau - \delta(\tau - 2))$ 是否大于 0, 当 $2\beta > \tau - \delta(\tau - 2)$ 时, 则有 $\theta^B > \theta^O$, $2\beta < \tau - \delta(\tau - 2)$ 时, $\theta^B < \theta^O$ 。

命题 2 表明, 电池技术创新水平与新能源汽车制造商的持股比例密切相关, 哪种持股合作策略下的电池技术创新水平最高, 取决于新能源汽车制造商的持股投入。因为新能源汽车制造商的持股比例越大, 电池供应商将会有越多的资金进行技术创新, 自身所需承担的创新成本也会变少, 新能源汽车制造商可以通过调整自己的投资比例, 使电池技术创新水平达到最高水平。

命题 3: 比较不同持股合作策略下的营销努力水平可得: $g^A > g^B$, 当满足条件 $\tau \geq \alpha$ 时, $g^O > g^A > g^B$, 新能源汽车制造商采取双向持股策略时, 零售商的营销努力水平最高。当 $\tau < \alpha$ 时, $g^A > g^O > g^B$, 新能源汽车制造商采取前向持股策略时的营销努力水平最高。

证明:

$$g^A - g^B = \frac{k_1 n (bc - a) \left(\alpha \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (\beta - 1) k_1 + \frac{\beta k_2 m^2}{4} \right)}{8 \left((\beta - 1) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + \frac{k_2 m^2}{8} \right) \left((\alpha - 2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + \frac{k_2 m^2}{4} \right)} > 0$$

$$g^O - g^A = \frac{k_1 n (a - bc) \left(\left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (\delta - 1) (\tau - \alpha) k_1 - \frac{\delta k_2 m^2}{4} \right)}{4 \left((\delta - 1)(\tau - 2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 - \frac{k_2 m^2}{4} \right) \left((\alpha - 2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + \frac{k_2 m^2}{4} \right)}$$

可知, g^O 和 g^A 的大小取决于 $(\tau - \alpha)$ 是否大于等于 0, 当 $\tau \geq \alpha$ 时, $g^O > g^A$, $\tau < \alpha$ 时, $g^O < g^A$ 。结合命题 2 和命题 3 可知, 新能源汽车制造商的持股比例大小会影响零售商的营销努力水平, 当新能源汽车制造商采取双向持股策略时, 若其在电池供应商和零售商中的持股比例满足条件 $\frac{2\delta - \alpha}{\delta - 1} > \tau \geq \alpha$,

可以使营销努力水平和电池技术创新水平都达到最高水平; 当 $\alpha > \tau, 2\beta, \tau - \delta(\tau - 2)$, 前向持股策略下的营销努力水平和电池技术创新水平都能达到最高。这反映了营销努力水平的提升, 消费者对新能源汽车的电池续航水平关注度得到提高, 可以间接促使电池供应商进行电池技术创新, 提高产品的创新水平。

命题 4: 比较不同情形下新能源汽车制造商的利润可得: $\pi_M^A > \pi_M^N$; 满足一定条件时, $\pi_M^B > \pi_M^N$; $\pi_M^O > \pi_M^N$; 而 π_M^A 、 π_M^B 、 π_M^O 的大小关系是不确定的, 不仅与对应持股比例取值密切相关, 还与电池技术创新成本系数 k_1 和营销努力成本系数 k_2 等有关。

证明:

$$\pi_M^A - \pi_M^N = \frac{\alpha k_1^2 k_2 \left((2 - \alpha) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right)^2 k_1^2 - \frac{k_2^2 m^4}{32} \right) (a - bc)^2 \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right)}{32 \left((\alpha - 2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + \frac{k_2 m^2}{4} \right)^2 \left(\left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 - \frac{k_2 m^2}{8} \right)^2} > 0$$

$$\pi_M^B - \pi_M^N = \frac{\beta k_2^2 k_1 m^2 (a-bc)^2 \left(\frac{k_2 (\beta+2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 m^2}{16} - \beta \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right)^2 k_1^2 - \frac{k_2^2 m^4}{64} \right)}{128 \left((\beta-1) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + \frac{k_2 m^2}{8} \right)^2 \left(\left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 - \frac{k_2 m^2}{8} \right)^2}$$

可知 $\pi_M^B - \pi_M^N$ 是否大于 0, 取决于 $\frac{k_2 (\beta+2) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 m^2}{16} - \beta \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right)^2 k_1^2 - \frac{k_2^2 m^4}{64}$ 是否大于 0, 则

当 $\beta < \frac{k_2 m^2 (8bk_1 k_2 - 4k_1 n^2 - k_2 m^2)}{2k_1 \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (16bk_1 k_2 - 8k_1 n^2 - k_2 m^2)}$ 时, $\pi_M^B > \pi_M^N$; $\beta > \frac{k_2 m^2 (8bk_1 k_2 - 4k_1 n^2 - k_2 m^2)}{2k_1 \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (16bk_1 k_2 - 8k_1 n^2 - k_2 m^2)}$ 时,

$\pi_M^B < \pi_M^N$ 。

π_M^O 与 π_M^N 比较的证明过程与前文类似, 此处省略。

命题 4 说明新能源汽车制造商采取前向持股合作策略下的利润总比不采取持股合作策略时更高, 采取后向持股合作策略或双向持股合作策略时的利润则不一定比不采取持股合作策略时更高, 且三种持股合作策略下的利润大小关系是不确定的。

命题 5: 新能源汽车制造商采取前向持股策略时, 其利润随着持股零售商的比例的增加而增加; 采取后向持股策略时, 其利润随着持股电池供应商比例的增加而减小; 采取双向持股策略时, 其利润随着持股零售商的比例的增加而增加, 随着持股电池供应商比例的增加而减小。

证明: 对不同持股情形下的 π_M 分别求关于 α 、 β 、 δ 、 τ 的一阶偏导, 可得

$$\frac{\partial \pi_M^A}{\partial \alpha} > 0; \quad \frac{\partial \pi_M^B}{\partial \beta} < 0; \quad \frac{\partial \pi_M^O}{\partial \delta} < 0; \quad \frac{\partial \pi_M^O}{\partial \tau} > 0。$$

命题 5 表明新能源汽车制造商提高持股零售商的比例可以有效提高自身利润, 而提高持股电池供应商的比例则会降低自身利润。因为提高持股零售商的比例, 虽然新能源汽车制造商承担了更多的推广成本, 但由于获得销售汽车的收益变高了, 且掌握了更高的产品定价权, 所以整体利润是增加的, 而提高持股电池供应商的比例, 新能源汽车制造商需要付出昂贵的电池技术创新成本, 所承担的技术创新费用远远小于其因持股电池供应商所分享到的利润, 因此利润会有所损失。

命题 6: 四种情形下, 电池技术创新水平和营销努力水平均分别随着消费者续航能力关切程度和营销努力效应的增加而增加。

证明: 对四种情形下的电池技术创新水平和营销努力水平分别求关于 m 、 n 的一阶偏导, 可得 $\frac{\partial \theta^N}{\partial m} > 0$;

$$\frac{\partial \theta^A}{\partial m} > 0; \quad \frac{\partial \theta^B}{\partial m} > 0; \quad \frac{\partial \theta^O}{\partial m} > 0。 \quad \frac{\partial g^N}{\partial n} > 0; \quad \frac{\partial g^A}{\partial n} > 0; \quad \frac{\partial g^B}{\partial n} > 0; \quad \frac{\partial g^O}{\partial n} > 0。$$

命题 6 表明, 不论新能源汽车制造商是否采取持股合作策略, 消费者续航能力关切程度越高, 电池技术创新水平也会越高, 营销努力效应越大, 则零售商的营销努力水平越高。说明上游电池供应商及下游零售商进行创新投入后, 消费者对电池技术创新的关切程度越高、零售商的营销活动对消费者影响程度越大, 则消费者将有更多的兴趣购买产品, 市场需求量也就越高, 电池供应商进行技术创新和零售商进行营销努力带来的边际收益就越高, 两者也会随之投入更高的创新成本, 进而提高产品创新水平和营

销努力程度。

命题 7: 前向持股策略与不持股策略下, 电池技术创新水平和营销努力水平的比值关系相同, 均仅与电池技术创新成本系数 k_1 、营销努力成本系数 k_2 、消费者续航能力关切程度 m 以及营销努力效应 n 相关, 而后向持股策略与双向持股策略下, 电池技术创新水平和营销努力水平的比值关系还与持股比例相关, 但仅和持有电池供应商的股份比例有关。

$$\text{证明: } \frac{\theta^N}{g^N} = \frac{k_2 m}{k_1 n}; \quad \frac{\theta^A}{g^A} = \frac{k_2 m}{k_1 n}; \quad \frac{\theta^B}{g^B} = \frac{k_2 m}{(1-\beta)k_1 n}; \quad \frac{\theta^O}{g^O} = \frac{k_2 m}{(1-\delta)k_1 n}。$$

命题 7 表明了不同持股情形下电池技术创新水平与营销努力水平的关系, 新能源汽车制造商采取前向持股策略与不采取持股策略下, 电池技术创新水平和营销努力水平的比值大小关系相同, 而后向持股策略与双向持股策略下的比值大小还受持股电池供应商的股份比例的影响, 这也说明, 在这两种情形下, 新能源汽车制造商持有电池供应商股份比例对电池技术创新水平的影响程度高于持有零售商股份比例的影响程度。

命题 8: 比较不同情形下新能源汽车制造商与零售商、电池供应商的利润关系可得, 当新能源汽车制造商不采取持股策略时, 新能源汽车制造商的利润是零售商的 2 倍, 当新能源汽车制造商采取前向持股策略时, 新能源汽车制造商与零售商的利润关系仅与持股比例有关, 二者的利润关系为 $\frac{\alpha-2}{\alpha-1}$, 而在其他情形下, 新能源汽车制造商与零售商、电池供应商的利润关系较为复杂, 受诸多因素影响。

证明:

$$\begin{aligned} \frac{\pi_M^N}{\pi_R^N} &= 2; \quad \frac{\pi_M^N}{\pi_S^N} = \frac{2k_1(2bk_2 - n^2)}{8bk_1k_2 - 4k_1n^2 - k_2m^2}。 \\ \frac{\pi_M^A}{\pi_R^A} &= \frac{\alpha-2}{\alpha-1}; \quad \frac{\pi_M^A}{\pi_S^A} = \frac{(\alpha-2)(2bk_2 - n^2)k_1}{4(\alpha-2)(bk_2 - n^2)k_1 + k_2m^2}。 \\ \frac{\pi_M^B}{\pi_R^B} &= \frac{4(\beta-1)^2 \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 - m^2 \beta k_2}{k_1(\beta-1)^2(2bk_2 - n^2)}; \quad \frac{\pi_M^B}{\pi_S^B} = \frac{4(\beta-1)^2 \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 - m^2 \beta k_2}{8(\beta-1) \left((\beta-1) \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) k_1 + \frac{k_2m^2}{8} \right)}。 \\ \frac{\pi_M^O}{\pi_R^O} &= \frac{2(\delta-1)^2 \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (\tau-2)k_1 + m^2 \delta k_2}{k_1(\delta-1)^2(\tau-1)(2bk_2 - n^2)}; \quad \frac{\pi_M^O}{\pi_S^O} = \frac{2(\delta-1)^2 \left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (\tau-2)k_1 + m^2 \delta k_2}{4(\delta-1) \left(\left(bk_2 - \frac{n^2}{2} \right) (\delta-1)(\tau-2)k_1 - \frac{k_2m^2}{4} \right)}。 \end{aligned}$$

命题 8 揭示了几种不同持股策略下新能源汽车制造商与零售商、电池供应商的利润关系, 可知当新能源汽车制造商采取前向持股策略和不采取持股策略时, 其与零售商的利润大小关系成一定比例, 并不受市场其他因素所影响, 而新能源汽车制造商与电池供应商的利润关系在不同情形下均受市场诸多因素影响, 若新能源汽车制造商与电池供应商达成战略合作, 需要考虑的因素会更多, 可能会承担更大的风险。

5. 数值算例分析

本节主要通过数值算例分析来探讨不同情形下持股比例对电池技术创新水平、营销努力水平以及新能源汽车制造商利润的影响。借鉴相关研究[20] [21], 本节的相关参数设置如下: $a=100$, $b=0.6$, $c=5$, $k_1=5$, $k_2=2$, $m=0.2$, $n=0.2$, 此时, 满足均衡解求解过程中的一般约束条件: $2bk_2 - n^2 > 0$, $a - bc > 0$ 。

运用 Matlab 软件仿真分析如下:

5.1. 持股比例对电池技术创新水平的影响

见图 2、图 3, 无论新能源汽车制造商采取何种持股策略, 电池技术创新水平均随着持股比例的增加而增加, 并且后向持股策略下的电池技术创新水平随持股比例增长的速度快于前向持股策略。双向持股策略下, 新能源汽车制造商持有电池供应商股份比例对电池技术创新水平的影响程度大于持有零售商股份比例的影响程度, 而不采取持股策略情形下电池供应商的创新水平总是最低。

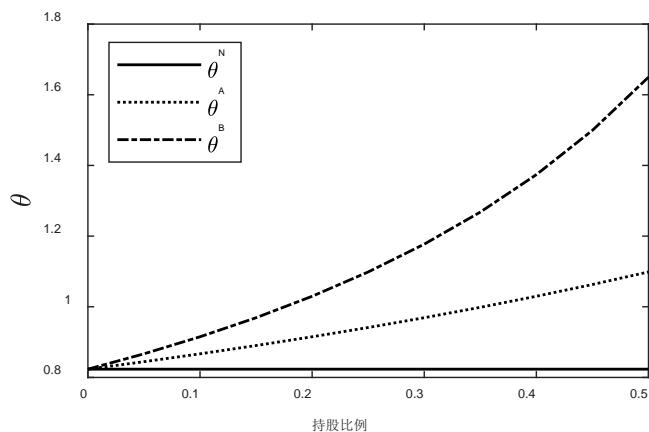


Figure 2. The impact of shareholding ratio on the level of battery technology innovation

图 2. 持股比例对电池技术创新水平的影响

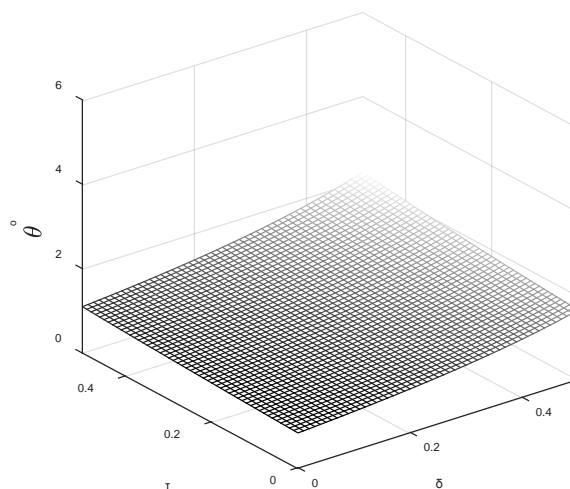


Figure 3. The impact of shareholding ratio on the level of battery technology innovation

图 3. 持股比例对电池技术创新水平的影响

5.2. 持股比例对营销努力水平的影响

见图 4 和图 5, 无论新能源汽车制造商采取何种持股策略, 营销努力水平均随着持股比例的增加而增加, 前向持股策略下营销努力水平随持股比例的增加而加速提高, 后向持股策略下营销努力水平随持

股比例的增加而缓慢增加, 仅稍高于不持股策略。双向持股策略下, 新能源汽车制造商持有零售商股份比例对营销努力水平的影响程度大于持有电池供应商股份比例的影响程度, 不采取持股策略情形下营销努力水平总是最低。

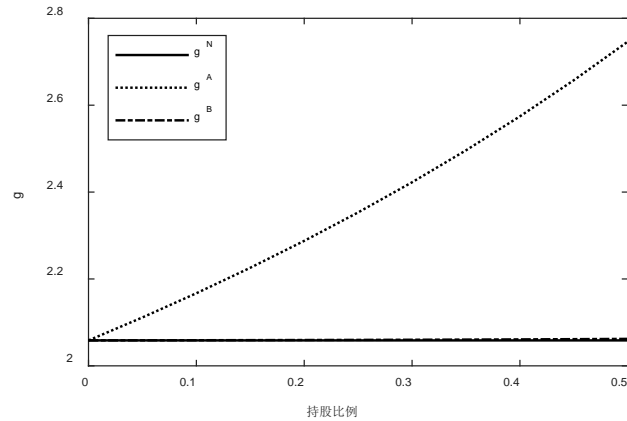


Figure 4. The impact of shareholding on the level of marketing efforts

图 4. 持股比例对营销努力水平的影响

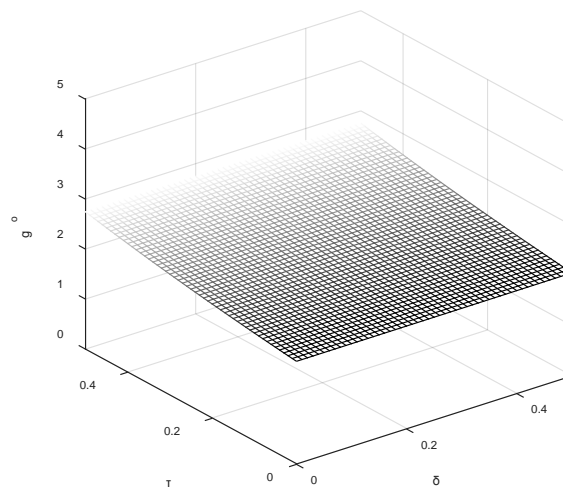


Figure 5. The impact of shareholding on the level of marketing efforts

图 5. 持股比例对营销努力水平的影响

5.3. 持股比例对制造商利润的影响

如图 6 所示, 新能源汽车制造商采取前向持股策略时, 其利润随着持股比例的增加而增加; 新能源汽车制造商采取后向持股策略时, 其利润随着持股比例的增加而减小, 当后向持股比例越来越高, 其利润会略低于不采取持股策略时, 而前向持股策略下的新能源汽车制造商利润总是高于不采取持股策略和后向持股策略。见图 7, 新能源汽车制造商采取双向持股策略时, 持有零售商股份比例对利润的影响程度大于持有电池供应商股份比例的影响程度, 新能源汽车制造商的利润随持股零售商的股份比例的增加而提高, 随着持股电池供应商的股份比例的增加而缓慢降低。

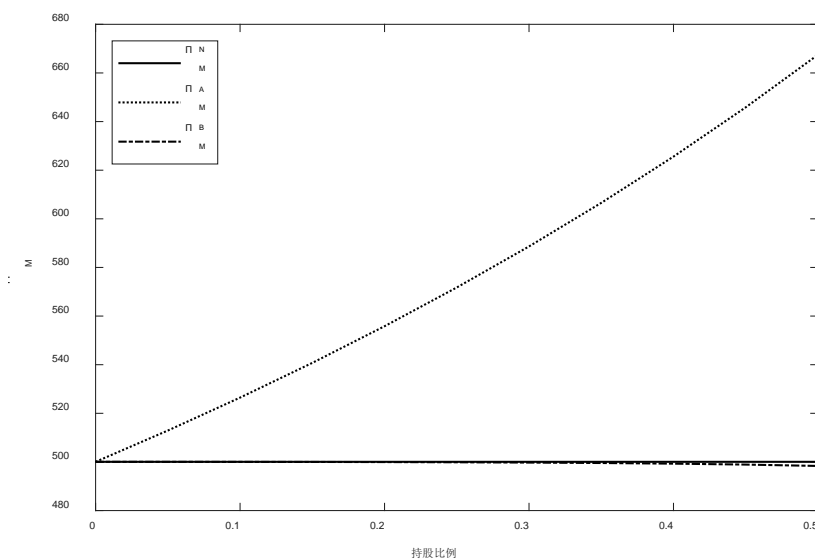


Figure 6. The impact of shareholding on manufacturer's profits

图 6. 持股比例对制造商利润的影响

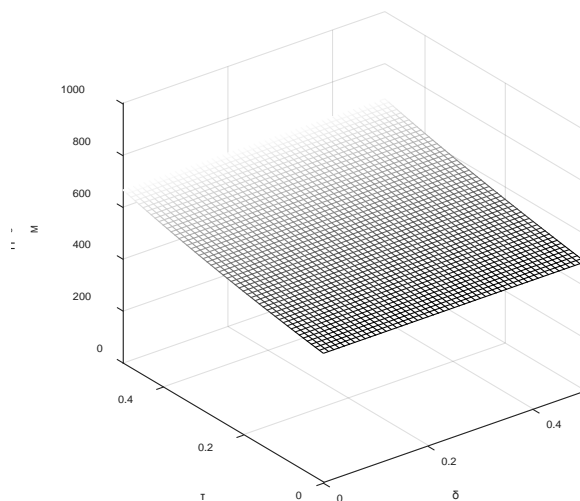


Figure 7. The impact of shareholding on manufacturer's profits

图 7. 持股比例对制造商利润的影响

6. 结论

本文以新能源汽车制造商为中心, 通过建立不持股策略、前向持股合作策略、后向持股合作策略和双向持股合作策略四种不同的新能源汽车产业链决策模型, 探讨电池供应商和零售商共同努力创新的情形下, 新能源汽车产业链的合作创新模式问题, 分析了持股比例、持股行为等因素对产品创新水平、营销努力水平与供应链利润的影响, 得到如下结论:

1) 与不采取持股策略相比, 新能源汽车制造商采取持股策略后, 电池技术创新水平、营销努力水平均得到提高, 且电池技术创新水平和营销努力水平都随着新能源汽车制造商持股比例的提高而增大。说明新能源汽车制造商的持股投资可以有效分担电池供应商和零售商进行创新活动的成本, 促进供应链上

下游成员之间的紧密合作, 有利于新能源汽车产业链的创新发展。

2) 三种持股合作策略下电池技术创新水平和营销努力水平的高低与对应持股比例取值大小有关, 持股比例满足一定条件时, 前向持股合作策略和双向持股合作策略均能使营销努力水平和电池技术创新水平同时达到最高水平, 而新能源汽车制造商利润的大小除了与对应持股比例取值大小有关外, 还与创新成本系数以及消费者偏好系数等有关。

3) 新能源汽车制造商采取前向持股策略时的利润比不持股时更高, 且其利润随着持股比例的增加而增加, 而采取后向持股或双向持股合作策略时的利润不一定比不持股时更高, 且后向持股策略下的利润随着持股比例的增加而减小, 新能源汽车制造商采取双向持股策略时, 其利润随着持股零售商的比率的增加而增加, 随着持股电池供应商比率的增加而减小。

4) 新能源汽车制造商采取前向持股策略与不采取持股策略时, 电池技术创新水平和营销努力水平的比值大小关系相同, 新能源汽车制造商的利润与零售商的利润大小关系成一定比例, 并不受市场其他因素所影响。在后向持股策略与双向持股策略下, 电池技术创新水平和营销努力水平的比值大小还与持股比例相关。新能源汽车制造商与电池供应商的利润关系在不同情形下均受市场诸多因素影响, 若新能源汽车制造商与电池供应商达成战略合作, 需要考虑的因素相较更多, 可能会承担更大的风险。

本文研究了新能源汽车制造商纵向持股合作创新的战略问题, 不足之处在于没有考虑供应链上下游交叉持股的情形, 未来可将其纳入考虑之中。此外, 本文没有考虑汽车制造商之间的竞争, 未来还可探讨竞争因素对供应链创新的影响。

参考文献

- [1] 朱媛媛. 双积分政策下新能源汽车供应链补贴策略优化[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 青岛大学, 2020.
- [2] 郭强, 张婷, 王文怡. 供应商纵向持股对竞争性制造商定价策略的影响[J]. 工业工程, 2018, 21(4): 85-93.
- [3] 樊文平, 王旭坪, 刘名武, 等. 零售商持股制造商减排投资的供应链协调优化研究[J]. 系统工程理论与实践, 2021, 41(9): 2316-2326.
- [4] 孔清逸. 考虑股权合作的低碳供应链减排与定价决策研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津财经大学, 2020.
- [5] Güth, W., Nikiforakis, N. and Normann, H.-T. (2007) Vertical Cross-Shareholding: Theory and Experimental Evidence. *International Journal of Industrial Organization*, **25**, 69-89. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2006.02.001>
- [6] 郭强, 张婷, 王文怡. 供应商纵向持股对竞争性制造商定价策略的影响[J]. 工业工程, 2018, 21(4): 85-93.
- [7] 张汉江, 宫旭, 廖家旭. 线性需求供应链中企业交叉持股的定价和绩效变化研究[J]. 中国管理科学, 2010, 18(6): 65-70.
- [8] Xia, Q., Zhi, B. and Wang, X. (2021) The Role of Cross-Shareholding in the Green Supply Chain: Green Contribution, Power Structure and Coordination. *International Journal of Production Economics*, **234**, Article 108037. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108037>
- [9] 何丽红, 黄甘泉, 张哲薇. 供应链交叉持股对制造商直销渠道选择的影响[J]. 管理学报, 2018, 15(9): 1393-1401.
- [10] 聂佳佳, 石纯来. 零售商纵向持股对制造商直销渠道选择的影响[J]. 软科学, 2016, 30(3): 130-135.
- [11] Chen, J.G., Hu, Q.Y. and Song, J.-S. (2017) Effect of Partial Cross Ownership on Supply Chain Performance. *European Journal of Operational Research*, **258**, 525-536. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.08.046>
- [12] Fu, H. and Ma, Y. (2019) Optimization and Coordination of Decentralized Supply Chains with Vertical Cross-Shareholding. *Computers & Industrial Engineering*, **132**, 23-35. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.04.009>
- [13] 王静宇, 刘颖琦, Ari Kokko. 基于专利信息的中国新能源汽车产业技术创新研究[J]. 情报杂志, 2016, 35(1): 32-38.
- [14] 卢超, 闫俊琳. 考虑“双积分”交易的双寡头新能源车企研发博弈[J]. 工业技术经济, 2019, 38(1): 67-73.
- [15] 刘金亚, 马雨萌, 李鑫鑫. “双积分”政策对新能源车企技术创新的影响研究[J]. 科学学研究, 2023, 41(10): 1003-2053.
- [16] 李磊. 政府研发补贴对新能源汽车产业技术创新产出的影响研究[J]. 科技管理研究, 2018, 38(17): 160-166.

-
- [17] 何正霞, 曹长帅, 王建明. 政策激励对新能源汽车技术创新的影响研究[J]. 科学决策, 2022(5): 71-85.
- [18] 卢超, 王倩倩, 陈强. “双积分”政策下考虑价格, 减排和续航的汽车供应链协调[J]. 系统工程理论与实践, 2021, 41(10): 2595-2608.
- [19] Liu, Y., Li, J., Quan, B.-T., *et al.* (2019) Decision Analysis and Coordination of Two-Stage Supply Chain Considering Cost Information Asymmetry of Corporate Social Responsibility. *Journal of Cleaner Production*, **228**, 1073-1087. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.247>
- [20] 马亮, 刘玉洁, 袁琦. 基于持股策略的新能源汽车制造企业一体化战略研究[J]. 工业工程, 2022, 25(3): 10-20.
- [21] 刘丛, 刘洁, 王桐远, 等. 不同持股策略下新能源汽车供应链纵向合作创新决策研究[J/OL]. 中国管理科学, 1-12, 2024-05-17. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2022.0064>