

考虑供应商技术截断的“主-供”合作机制演化博弈分析

张明¹, 朱建军^{1†}, 王翳华²

(1. 南京航空航天大学 经济与管理学院, 江苏省 南京市 211106; 2. 金陵科技学院 商学院, 江苏省 南京市 211169)

摘要: 研究主制造商-供应商模式(简称“主-供”模式)下复杂产品协同研制中的合作机制问题。根据主制造商的协同研制态度和供应商对技术截断的意向, 基于前景理论刻画了不同策略选择条件下供应商和主制造商的感知支付矩阵, 探究了双方的行为决策演化过程。结果分析表明, 由于对复杂产品研制认知的复杂性和不确定性, 这使得主制造商和供应商往往低估复杂产品的最终产品收益和高估经济风险, 致使供应商在与主制造商战略合作中很难实现关键技术截断。通过演化影响因素仿真分析可知, 主制造商的合作态度受最终产品的感知利益、感知经济风险以及利益分配系数影响, 受供应商技术截断的偏好程度影响较小; 供应商技术截断的偏好程度受风险分配系数影响。这些结果对促进“主-供”协同合作机制的顺利推进提供了合理有价值的管理启示。

关键词: “主-供”模式; 协同研制; 感知支付; 技术截断; 前景理论; 演化博弈

中图分类号: F224.32

文献标志码: A

DOI: 10.13195/j.kzyjc.2020.1678

Evolutionary Game Analysis of “Main Manufacturer - Supplier” Collaboration Mechanism Considering Supplier’s Technology Truncation

ZHANG Ming¹, ZHU Jian-jun^{1†}, WANG He-hua²

(1. College of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211106, China; 2. School of Business, Jinling Institute of Technology, Nanjing 211169, China)

Abstract: This paper studies the collaboration mechanism in the “main manufacturer-supplier” mode (“M-S” mode) in the collaborative research and development (R&D) of complex products. According to the collaborative R&D attitude of the main manufacturer and the degree of the supplier’s truncation to technology, we describe the perceived payment matrix of the main manufacturer and the supplier under different strategy selection conditions based on the prospect theory, and thus explore the behavior decision evolutionary process of both players. The results show that the main manufacturer and the supplier tend to underestimate the income and overestimate the financial risk of the complex products, due to the complexity and uncertainty of their cognitions of complex product R&D process. Thus, it is difficult for the supplier to achieve complete truncation to technology in the collaboration with the main manufacturer. Through the simulation analysis of evolutionary impact factors, we can see that the main manufacturer’s collaboration attitude is affected by the perceived income, perceived financial risk, and income distribution coefficient of the final product, but less by the degree of technology truncation of the supplier. The degree of technology truncation of the supplier is affected by the risk distribution coefficient. These results provide a reasonable and valuable management implications for promoting the smooth progress of the “main manufacturer - supplier” collaboration mechanism.

Keywords: “main manufacturer-supplier” mode; collaborative research and development; perceived payment; technology truncation; prospect theory; evolutionary game theory

0 引言

复杂产品是指研制规模大、技术含量高、研发成本高、集成度高的大型产品或基础设施^[1], 由于复杂产品研制过程的复杂性, 复杂产品客户需求的个性化多样化, 多采取“主制造商-供应商”模式(简

称“主-供”模式)^[2], 主制造商主要负责组织生产和集成系统, 致力于构建高效的研制供应链^[3], 供应商则主要负责配合主制造商完成最终产品的研制与装配、零配件的研制与生产^[4]。“主-供”模式的关键在于合理分配利益^[5]和规避风险^[6], 需要考虑主

收稿日期: 2019-11-29; 修回日期: 2020-09-13.

基金项目: 国家自然科学基金项目(71171112, 71502073).

[†]通讯作者. E-mail: zhujianjun@nuaa.edu.cn.

制造商和供应商的利益共享机制和成本风险分担机制^[7], 利益共享机制中需要保证双方都得到合理的最大化利益, 以促进有效协同合作下产品研制的顺利进行^[8]; 另外, 主制造商和供应商都必须对生产过程中甚至产品交付后的任何问题和风险承担责任^[9], 为了保证产品质量, 避免品牌声誉受损、市场份额缩水等风险造成的损失, 制造商和供应商需要投入部分资源来保证产品质量^[10-11]。基于此, Dubey 等^[12]、Wlazlak 等^[13] 均在利益分配与风险规避的基础上探讨了主制造商和供应商协同合作的态度对研制过程的影响以及如何有效促进主制造商和供应商在研制过程中的协同合作机制。

在复杂产品的协同研制中, 多数供应商为保证自身核心利益, 仅选择向主制造商提供产品而不共享其必要的技术, 称之为技术截断^[14]。如我国大型客机 C919 研制项目中, 其发动机供应商 CFM 国际公司仅仅向我国主制造商中国商飞提供 LEAP-1 系列航空发动机产品, 而不共享发动机的核心技术, 在 C919 后续的研制、生产以及最终产品的维护中, 加上政治、文化等因素的考量, 中国商飞就容易受制于 CFM 国际公司。目前关于供应商技术截断的研究均是从主制造商和供应商协同研制信息对称性的角度^[15-17], 只是将技术信息作为泛指的共享信息中一部分, 而没有具体到技术信息的具体特征, 如考虑共享技术信息的支付等。本文基于供应商对技术的截断情况和主制造商对协同合作的态度, 考虑在供应商采取某种技术截断条件下主制造商利益共享、风险规避的策略, 探究促进“主-供”协同合作机制顺利推进的管理启示与方法。

鉴于复杂产品协同研制长期利益关系中主制造商和供应商现阶段有限理性的特性, 本文尝试用演化博弈论^[18]来探讨供应商对技术信息共享以及主制造商对协同合作的态度。另外, 考虑到整个研制过程复杂且漫长, 双方只能依靠经验感知来预估最终的利益和风险, 因此, 本文利用前景理论刻画了双方的支付矩阵, 建立了双方演化博弈的动力系统方程, 通过研究均衡点的性质, 进一步探究了各类参数对双方决策行为演化的影响。

1 问题描述和模型假设

1.1 问题描述

复杂产品协同研制中, 供应商的行为策略空间为(关键技术截断, 完全技术共享), 简记为 (T, S) 。“关键技术截断”指的是供应商完全担负零配件关键技术创新及改造, 仅向主制造商提供最终

产品及必要的服务, 而不公开关于产品的关键技术和机理。“完全技术共享”指的是供应商除了向主制造商提供产品和产品的基础技术参数, 还分享给主制造商产品关键技术的原理, 主制造商基于对供应商产品关键技术的了解, 有助于后续的维修服务或者新品开发。

主制造商会根据供应商对于产品的技术共享力度来决定与供应商的合作方式, 主制造商的行为策略空间为(一般合作, 战略合作), 简记为 (D, C) 。“一般合作”指的是主制造商仅仅承担零配件产品的成本, 供应商不参与最终产品的研制, 只提供成熟货架产品零配件, 而零配件所有的创新及改造成本均只由供应商自己承担。“战略合作”指的是主制造商与供应商同步参与到最终产品的研制生产中去, 共同承担零配件及最终产品的所有成本, 并实现最终利益共享。

本文需要解决的问题是, 主制造商在选择何种合作策略以及供应商在选择何种技术共享策略时, 双方可以实现利益最优化, 从而实现“主-供”协同合作机制的有效推进。

1.2 模型假设与建模

基于以上问题描述, 本文建模所需符号及含义表示如表 1 所示。

表 1 建模符号汇总

符号	符号含义
$T(S)$	供应商的行为策略为关键技术截断(完全技术共享)
$D(C)$	主制造商的行为策略为一般合作(战略合作)
$x(0 \leq x \leq 1)$	主制造商选择一般合作策略的可能性
$y(0 \leq y \leq 1)$	供应商选择关键技术截断策略的偏好程度
π_j^h	主体 j 在策略条件为 h 时的支付, 其中 $j = M, S$ 分别表示主制造商和供应商, $h = DT, DS, CT, CS$
$I(i)$	最终产品的感知(实际)利益
$R(r)$	最终产品感知(实际)经济风险
I_p	零配件的售价
C_p	零配件的成本
I_t	主制造商向供应商购买关键零配件技术所需支付
$\alpha(\beta)$	主制造商选择战略合作时, 其在供应商关键技术截断(完全技术共享)时享有的最终产品利益比例
$\theta(\rho)$	主制造商选择战略合作时, 其在供应商关键技术截断(完全技术共享)时所需承担的经济风险比例

假设 1 本文将研究两个单个主体一下游主制造商和上游供应商—基于复杂产品的长期收益而做出策略决策的演化过程, 主制造商和供应商均为有限理性。且主制造商战略合作的策略选择意向程度与供应商对零配件的技术信息共享意向程度有关,

且随着时间的推移而发生改变。在时刻 t , 记供应商选择关键技术截断策略的偏好程度为 $y(t)$, 主制造商选择一般合作策略的可能性为 $x(t)$ 。供应商越倾向于共享其零配件的部分或者全部关键技术, 在获取其共享技术所得利益的同时, 分得的最终产品利益比例也会相应减少, 如当前普遍用于飞机制造、汽车制造、信息网络控制系统等复杂产品(系统)通用技术平台^[19]的搭建, 主制造商可从各类供应商中选择最合理技术的零配件, 并复用, 实现在不同档次的市场中共享核心技术, 可相应减少供应商在协同研制中的参与度, 从而大大降低了主制造商可向供应商分配的最终产品利益, 即 $\beta \geq \alpha$, 也带来了短周期、低成本、低风险、高质量、个性化等优势。

因此, 根据上述问题描述和假设 1, 以得到基于表 1 建模符号假设下, 供应商和主制造商不同行为策略下的支付矩阵, 如表 2 所示:

表 2 主制造商和供应商的支付矩阵

供应商	主制造商	
	一般合作 (D)	战略合作 (C)
关键技术截断 (T)	$I_p - C_p,$ $I - I_p - R$	$(1 - \alpha)I + I_p - C_p - (1 - \theta)R,$ $\alpha I - I_p - \theta R$
完全技术共享 (S)	$I_p + I_t - C_p,$ $I - I_p - I_t - R$	$(1 - \beta)I + I_t + I_p - C_p - (1 - \rho)R,$ $\beta I - I_p - I_t - \rho R$

与现有研究的不同, 本文从主制造商和供应商在合约签订初期对复杂产品协同研制认知局限这一角度出发, 提出了感知利益和感知经济风险下刻画主制造商和供应商对复杂产品协同研制行为策略的选择, 与最终面临实际的利益和风险时的策略进行比较, 更具有一定的现实意义。由于复杂产品协同研制过程的复杂性和漫长性, 采用演化博弈分析方法基于长期利益关系分析主制造商的协同合作策略选择意向程度和供应商零配件技术信息共享偏好程度的演化进程, 这种分析具有很强的现实价值。

2 合作机制的演化博弈分析

2.1 演化过程的平衡点

根据表 2 可分别求得主制造商选择一般合作策略和战略合作策略时的平均支付 π_M^D 、 π_M^C 和平均支付 π_M , 以及供应商选择关键技术截断策略和完全技

术共享策略时的平均支付 π_S^T 、 π_S^S 和平均支付 π_S 。根据关于 x 和 y 增长率的 Malthusian 指数方程^[20], 可得下列二维动力系统方程 (I):

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = x(\pi_M^D - \pi_M) \\ \frac{dy}{dt} = y(\pi_S^T - \pi_S) \end{cases},$$

即

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = x(1-x)((1-\beta)I - (1-\rho)R - y((\alpha-\beta)I + (\rho-\theta)R)) \\ \frac{dy}{dt} = y(1-y)((\beta-\alpha)I + (\theta-\rho)R - x((\beta-\alpha)I + I_t + (\theta-\rho)R)) \end{cases}.$$

根据演化博弈理论, 主制造商和供应商的决策将会达到一个稳定的状态, 此时双方将会根据新信息的不断积累而最终停止行为决策的演化, 即 $\frac{dx}{dt} = 0$ 且

$\frac{dy}{dt} = 0$ 。因此, 可得如下定理。

定理 1 $(0, 0)$, $(1, 0)$, $(0, 1)$ 和 $(1, 1)$ 是系统 (I) 的四个 Nash 平衡点。另外, 当 $|a_x^*| < |b_x^*|, a_x^* b_x^* > 0$, 且 $|a_y^*| < |b_y^*|, a_y^* b_y^* > 0$ 时, $(\frac{a_x^*}{b_x^*}, \frac{a_y^*}{b_y^*})$ 是系统 (I) 潜在的混合策略 Nash 平衡点, 其中为了方便记

$$\begin{cases} a_x^* = (\beta - \alpha)I + (\theta - \rho)R \\ b_x^* = (\beta - \alpha)I + I_t + (\theta - \rho)R \\ a_y^* = (1 - \beta)I - (1 - \rho)R \\ b_y^* = (\alpha - \beta)I + (\rho - \theta)R \end{cases}.$$

这里, $x = 0$ 和 $x = 1$ 时分别表示主制造商完全选择“战略合作”和“一般合作”的行为策略状态; $y = 0$ 和 $y = 1$ 时分别表示供应商完全选择“完全技术共享”和“关键技术截断”的行为策略状态。

2.2 平衡点的稳定性分析

为了寻求系统的演化稳定策略, 本文根据二维动力系统 (I) 的雅可比行列式^[21]来依次推断五个平衡点的局部稳定性, 并探查主制造商和供应商的演化稳定策略 (Evolutionary stable strategy, ESS)。则每个平衡点所对应的雅可比矩阵 J 的 $DetJ$ 和 TrJ 以及据此所判定的平衡点的局部稳定性如表 3 所示。

表 3 平衡点的局部稳定性

平衡点	$DetJ$	符号	TrJ	符号	局部稳定性
$(0, 0)$	$((1 - \beta)I - (1 - \rho)R)((\beta - \alpha)I + (\theta - \rho)R)$	+	$(1 - \alpha)I - (1 - \theta)R$	+	不稳定点
$(1, 0)$	$((1 - \beta)I - (1 - \rho)R)I_t$	+	$-I_t - (1 - \beta)I + (1 - \rho)R$	-	可以稳定
$(0, 1)$	$((1 - \theta)R - (1 - \alpha)I)((\beta - \alpha)I + (\theta - \rho)R)$	+	$(1 - \beta)I - (1 - \rho)R$	-	可以稳定
$(1, 1)$	$((1 - \theta)R - (1 - \alpha)I)I_t$	+	$I_t - (1 - \alpha)I + (1 - \theta)R$	+	不稳定点
$(\frac{a_x^*}{b_x^*}, \frac{a_y^*}{b_y^*})$	$\frac{I_t((1 - \beta)I - (1 - \rho)R)((1 - \theta)R - (1 - \alpha)I)}{(\beta - \alpha)I + I_t + (\theta - \rho)R}$	不定	0	0	不稳定点

其中, 对于点 $(1, 0)$, 当 $DetJ > 0$, 即

$$(1 - \beta)I - (1 - \rho)R > 0 \quad (1)$$

时, $TrJ = -I_t - (1 - \beta)I + (1 - \rho)R < 0$, 此时点 $(1, 0)$ 为稳定点。而对于点 $(0, 1)$, 当 $DetJ > 0$, 即

$$\begin{cases} (1 - \theta)R - (1 - \alpha)I > 0 \\ (\beta - \alpha)I + (\theta - \rho)R > 0 \end{cases} \quad (2)$$

时, $TrJ = -((1 - \theta)R - (1 - \alpha)I) - ((\beta - \alpha)I + (\theta - \rho)R) < 0$, 此时点 $(0, 1)$ 为稳定点。这说明该系统可能存在两种演化稳定策略 (ESS), 即 $(1, 0)$ 和 $(0, 1)$ 。

3 基于前景理论的演化稳定策略

根据第 2.2 节的分析, 可知主制造商和供应商的最佳合作机制是 (I) 供应商选择完全技术共享策略且主制造商选择一般合作策略, 或者 (II) 供应商选择关键技术截断策略且主制造商选择战略合作策略。且有如下引理。

引理 1 实现最佳合作机制 (I) 需要满足不等式 (1), 即 $(1 - \beta)I > (1 - \rho)R$ 。而实现最佳合作机制 (II) 需要满足不等式组 (2), 即

$$\begin{cases} (1 - \alpha)I < (1 - \theta)R \\ ((1 - \alpha) - (1 - \beta))I > ((1 - \theta) - (1 - \rho))R \end{cases}$$

根据前景理论可知, 主制造商和供应商对最终产品的感知收益及感知经济风险均可通过前景价值 V 进行衡量, 由价值函数 $v(x_j)$ 和权重函数 $\pi(p_j)$ 决定。 $V = \sum_{j=1}^n v(x_j)\pi(p_j)$, 其中, V 指的是对主体做决策的总体期待价值感受, x_j 是潜在收益, p_j 是 x_j 的存在概率。

这里假设最终产品的实际收益为 i , 实际经济风险为 r , 且假设最终产品能获得实际收益的概率为 p_1 , 而发生经济风险的概率为 p_2 , 则有

$$\begin{aligned} I &= \pi(p_1)v(i) + \pi(1 - p_1)v(0) = \pi(p_1)v(i), \\ R &= \pi(p_2)v(r) + \pi(1 - p_2)v(0) = \pi(p_2)v(r). \end{aligned}$$

由于实际研制过程中复杂产品最终产品获得收益的概率较大, 而通常情况下, 复杂产品发生经济风险将会给协同研制的参与方带来极大的损失, 为避免这样的损失发生, 经济风险的发生概率会被尽可能降到极小, 因此, $\pi(p_1) < p_1$, $\pi(p_2) > p_2$ 。

另外, 根据 Kahneman 和 Tversky 对价值评估的理论^[22] 可知, $x_j > 0$ 时 $v(x_j)$ 具有凹函数的特性, 兼顾行为决策者的敏感性, 可知 $v(i) < i$ 。而又由于复杂产品研制过程中的复杂多变性和不确定性等特征, 使得协同研制的参与方容易产生认知偏差。按照

认知心理学的实验解析^[23], 当行为决策者的信息加工能力具有局限性时, 其判断和决策就会产生偏差。复杂产品研制过程的复杂性和不确定性容易导致行为决策者高估复杂产品的经济风险, 即 $v(r) \geq r$ 。通过以上分析, 本文得到

$$\begin{aligned} I &= \pi(p_1)v(i) < p_1i, \\ R &= \pi(p_2)v(r) < p_2r. \end{aligned}$$

因此, 上述情形的综合作用容易使得主制造商和供应商对复杂产品最终产品的收益低估, 而对经济风险高估, 使得 I 偏小, 而 R 偏大, 从而可得:

定理 2 在主制造商和供应商的感知利益和感知经济风险条件下, 系统可能存在主制造商和供应商两种演化稳定策略 (ESS) $(1, 0)$ 和 $(0, 1)$; 在主制造商和供应商的实际利益和实际经济风险条件下, 策略选择演化系统中则难以实现 ESS $(0, 1)$, 但仍可能存在 ESS $(1, 0)$ 。

根据表 3 可知, $(1, 0)$ 和 $(0, 1)$ 在引理 1 的条件下是系统的 ESS。而根据上述基于前景理论的分析可知, 复杂产品最终产品的实际收益大于感知收益, 而实际经济风险小于感知经济风险, 此时不等式 (1) 仍然成立, 而不等式组 (2) 中不等式 $(1 - \theta)R - (1 - \alpha)I > 0$ 不能得到满足, 因此在实际利益和实际经济风险条件下, $(1, 0)$ 仍是系统的 ESS, 而 $(0, 1)$ 不是系统的 ESS。

从理论分析可以看出, 难以实现最佳合作机制 (II), 是由于难以实现“在主制造商选择与供应商建立战略合作关系策略时, 供应商选择关键技术截断策略时所享有的最终产品感知收益的那部分小于其所承担的那部分感知经济风险”, 这就从前景理论和风险感知角度解释了供应商在与主制造商战略合作, 或者说是协同研制过程中很难实现关键技术截断的原因。

4 行为演化影响因素与仿真

该部分将分析前景理论条件下, 最终产品的感知利益为 I , 感知经济风险 R , 以及主制造商选择与供应商战略合作, 供应商选择不同策略条件下主制造商不同的利益分配系数 α 和 β , 以及不同的经济风险分配系数 θ 和 ρ 对复杂成品研制过程中主制造商和供应商行为决策演化博弈结果的影响。

由于满足最佳合作机制 (I) 与最佳合作机制 (II) 的实现条件是互异的, 因此将对这两种合作机制进行分情况讨论。不失一般性, 假设 x 和 y 的初始值分别为 0.4 和 0.6, 且考虑主制造商作为最终产品的负责方, 设定其利益分配比例及风险分担比例初始

值均大于 0.5, 又根据引理 1 中最佳合作机制 (I) 与最佳合作机制 (II) 的实现条件, 假设两种合作机制下各个参数的初始值如表 4 所示。

表 4 行为演化参数初始值设定

合作机制 \ 参数	I	R	α	β	θ	ρ	I_p	C_p	I_t
(I)	20	10	0.6	0.8	0.8	0.9	5	3	7
(II)	20	40	0.7	0.8	0.8	0.6	5	3	7

根据如表 4 所设定的各个行为演化参数的初始值, 对待分析参数进行仿真分析。

通过分析, 可以发现最终产品的感知收益 I 、感知经济风险 R 的变化对主制造商的行为决策轨迹变化影响较大, 但对供应商的行为决策轨迹变化影响较小。因此, 为促进“主-供”协同合作机制的推进, 采取一定的控制措施, 提高主制造商对复杂产品经济风险发生的主观认识, 以及时间成本对复杂产品研制周期重要性的认识, 缩短主制造商决策周期, 复杂产品如大型客机, 一旦出现问题, 如波音 737MAX8 于 2018 年 10 月和 2019 年 3 月的两次空难所导致的经济损失以及其后期无限期停飞所引发的一系列时间成本损失以及风险损失, 对主制造商波音都难以估量。

而利益分配参数 α 对主制造商行为决策轨迹变化影响较大, 对供应商行为决策轨迹变化影响较小; 而利益分配参数 β 对主制造商和供应商的行为决策轨迹变化影响都较小。因此, 在实际研制生产中, 主制造商可能较多关注其战略合作策略条件下, 供应商选择关键技术截断时的利益分配系数, 此时, 供应商的协作参与度较高, 应与主制造商协商出较为合理的利益分配方式, 以缩短主制造商的决策周期, 减少研制时间成本的浪费。

此外, 经济风险分配系数 θ 、 ρ 对主制造商的行为决策变化影响较大, 且针对合作机制 (I) 为最终策略条件下, 经济风险分配系数越大, 主制造商选择一般合作策略的决策周期越短, 在供应商选择完全技术共享策略时, 主制造商选择一般合作策略, 来规避双方战略协作中磨合期产生的更多风险, 也避免承担更多经济风险, 事实上, 在中国商飞 C919 项目研制中, 某些零配件, 如原材料、标准件等供应商与中国商飞之间就建立这样的协作关系, 从本文的这一分析中可以证明, 这样的协作关系建立是合理有效的。针对合作机制 (II) 为最终策略条件下, 经济风险分配系数越大, 供应商选择关键技术截断策略的决策周期越短, 而当 $\theta \leq \rho$ 时, 供应商在做出

最终决策前, 有一段犹豫期, 供应商先有选择完全技术共享的意向, 然后最终反过来选择了关键技术截断策略。当主制造商选择战略合作策略且需分担较多的经济风险时, 供应商选择关键技术截断策略, 可以更多的参与且干涉到主供协作研制中去且无需承担较多风险, 这对供应商是有利的, 然而当主制造商能力较弱, 供应商完全把控了经济风险分配系数时, 这将对主制造商是非常不利的, 根据定理 2, 当面对实际利益和实际经济风险数据时, 合作机制 (II) 较难实现, 因此为能够在对自己有利的情况下合理有效的管理供应商, 促进“主-供”协作顺利进行, 主制造商应随时跟踪研制数据, 积累经验。此外, 主制造商选择战略合作策略时, 其在供应商战略技术截断时承担的经济风险比例小于其在供应商完全技术共享时承担的经济风险比例, 该条件亦有可能改变供应商的行为决策意向。

5 结束语

本文运用演化博弈和前景理论的知识, 讨论上游供应商和下游主制造商对两种极端策略的行为决策演化进程, 比较了感知与现实两种情形下的收益与经济风险对演化稳定策略的影响, 并进一步讨论了如何促进“主-供”协同合作机制的有效推进。研究结果表明, (1) 主制造商选择战略合作而供应商选择关键技术截断这一合作机制现实情况下难以实现, 这与供应商在主制造商战略合作机制中关于技术截断和技术共享两种策略下的收益差、经济风险差有关, 而信息共享有助于促进协同合作^[24], 可考虑通过协调调整供应商对技术信息共享的态度, 或者选择部分关键技术共享; (2) 影响主制造商和供应商策略选择的关键因素除了利益分配系数和经济风险分配系数, 还有双方对收益和经济风险的心里感知效果, 通过前景理论, 可以加强主制造商和供应商对复杂产品协同研制复杂性和不确定性的认知, 提升两者对风险和收益的评估能力, 使得两者对复杂产品的收益和经济风险的主观判断更加合理与准确。

后续研究可尝试探究供应商技术入股力度对“主-供”模式协同研制的影响, 并细致量化供应商共享技术后对主制造商、供应商以及整个供应链的影响, 挖掘主制造商和供应商在零配件研制中占有多少比例的技术股份可为最终产品的协同研制带来最大益处, 另外可考究存在潜在竞争供应商下主制造商和供应商的协同合作机制行为决策演化问题, 亦可考虑不同前景背景下主制造商和供应商的协同合作机制演化问题。

参考文献 (References)

- [1] Lambert A J D. Optimal Disassembly of Complex Products[J]. INT J PROD RES, 1997, 35(9): 2509-2524.
- [2] Chintapalli P, Disney S M, Tang C S. Coordinating Supply Chains via Advance-Order Discounts, Minimum Order Quantities, and Delegations[J]. PROD OPER MANAG, 2017, 26(12): 2175-2186.
- [3] Tang C S, Yang S A, Wu J. Sourcing from Suppliers with Financial Constraints and Performance Risk[J]. M&SOM, 2017, 20: 70-84.
- [4] Zhang C, Fang D, Yang X, Zhang X. Push and Pull Strategies by Component Suppliers When OEMs Can Produce the Component In-house: The Roles of Branding in a Supply Chain[J]. IND MARKET MANAG, 2018, 72: 99-111.
- [5] Niu B Z, Li J W, Zhang J, Cheng H K, Tan Y L. Strategic Analysis of Dual Sourcing and Dual Channel with an Unreliable Alternative Supplier[J]. PROD OPER MANAG, 2019, 28(3): 570-587.
- [6] Nikoofal M E, Gümüş M. Quality at the Source or at the End? Managing Supplier Quality under Information Asymmetry[J]. M&SOM, 2018, 20: 498-516.
- [7] Zhang M, Zhu J J, Kumaraswamy P, Wang H H. Evolutionary Game Analysis of the Effects of Problem Size and the Problem Proposing Mechanism on the Problem Processing Mechanism in a New Main Manufacturer - Supplier Collaborative System[J]. Mathematics, 2019, 7(7): 588.
- [8] 周金华, 朱建军, 王嵩华. 大型客机初创期“主一供”发展模式下的关系契约协调研究[J]. 控制与决策, 2019:1-10.
(Zhou J H, Zhu J J, Wang H H. Study on Relational Contract Coordination to the “Main Manufacturer Supplier” Mode of Initial Period of Large Passenger [J]. Control and Decision, 2019: 1-10.)
- [9] Nakkas A, Xu Y. The Impact of Valuation Heterogeneity on Equilibrium Prices in Supply Chain Networks[J]. PROD OPER MANAG, 2019, 28: 241-257.
- [10] 杨乃定, 李芮萌, 张延禄, 刘慧. 复杂产品研发项目技术风险扩散建模与仿真[J]. 系统工程理论与实践, 2019, 39(06): 1496-1506.
(Yang N D, Li R M, Zhang Y L, Liu H. Modeling and Simulation of Technical Risk Diffusion in the Complex Product Research and Development Projects[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2019, 39(06): 1496-1506.)
- [11] 王欢, 方志耕, 邓飞, 陶良彦. 考虑质量价值水平的复杂产品供应链质量成本优化方法[J]. 控制与决策, 2019, 34(09): 1973-1980.
(Wang H, Fang Z G, Deng F, Tao L Y. Quality Cost Optimization Method for Complex Product Supply Chain Considering Quality Value[J]. Control and Decision, 2019, 34(09): 1973-1980.)
- [12] Dubey V K, Chavas J P, Veeramani D. Analytical Framework for Sustainable Supply Chain Contract Management[J]. INT J PROD RES, 2018, 200: 240-261.
- [13] Wlazlak P, Safsten K, Hilletoft P. Original Equipment Manufacturer (OEM) - Supplier Integration to Prepare for Production Ramp-up[J]. J MANUF TECHNOL MANA, 2019, 30(2): 506-530.
- [14] Amsler C, Schmidt P, Tsay W J. A Post-truncation Parameterization of Truncated Normal Technical Inefficiency[J]. J PROD ANAL, 2015, 44(2): 209-220.
- [15] Zhang Q, Zhang J X, Zaccour G, Tang W S. Strategic Technology Licensing in a Supply Chain [J]. EUR J OPER RES, 2018, 267(1): 162-175.
- [16] 官子力, 张旭梅, 但斌. 需求不确定下制造商服务投入影响销售的供应链信息共享与激励[J]. 中国管理科学, 2019, 27(10): 56-65.
(Guan Z L, Zhang X M, Dan B. Information Sharing and Incentive Strategy in Supply Chain when Manufacturer Service Affecting Sales under Demand Uncertainty[J]. Chinese Journal of Management Science, 2019, 27(10): 56-65.)
- [17] 周建亨, 冉芸. 基于策略性竞争博弈的供应链信息共享策略[J]. 中国管理科学, 2019, 27(06): 88-102.
(Zhou J H, Ran Y. Strategy of Supply Chain Information Sharing Based on Strategic Competition Game[J]. Chinese Journal of Management Science, 2019, 27(06): 88-102.)
- [18] Gintis H. Game Theory Evolving: A Problem-Centered Introduction to Modeling Strategic Behavior[M]. Princeton: Princeton University Press, 2000.
- [19] 冯建华. 汽车电子通用技术研发平台的研究[D]. 吉林大学, 2006.
(Feng J H. Research on the Common Technology Research and Development Platform of Automotive Electronics[D]. Jilin University, 2006.)
- [20] Weibull J W. Evolutionary Game Theory[M]. Cambridge: The MIT Press, 1995.
- [21] Friedman D. Evolutionary Games in Economics[J]. Econometrica, 1991, 59(3): 637-666.
- [22] Kahneman D, Tversky A. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk[J]. Econometrica, 1979, 47(2): 263-291.
- [23] Harris A J L, Ulrike H. Unrealistic Optimism about Future Life Events: A Cautionary Note[J]. Psychological Review, 2011, 118(1): 135-154.
- [24] Raweevan M, Ferrell W G. Information sharing in supply chain collaboration[J]. COMPUT IND ENG, 2018, 126: 269-281.

作者简介

张明(1989—), 女, 在读博士研究生, 从事供应链建模、博弈理论及其应用等研究, E-mail: rynsanny@163.com;

朱建军(1976—), 男, 教授, 博士研究生, 博士生导师, 从事供应链协同建模、灰色系统理论及应用、决策理论方法及应用、多主体风险建模及冲突分析、复杂产品协同研制及收益管理的研究, E-mail: zhujianjun@nuaa.edu.cn;

王嵩华(1977—), 女, 副教授, 博士研究生, 从事决策理论方法及应用、物流与供应链风险管理的研究, E-mail: whh@jit.edu.cn.