第47卷 第3期　　大连海事大学学报　　Vol. 47 No. 3
2021年9月　　Journal of Dalian Maritime University　　Sep., 2021

文章编号:1006-7736(2021)03-0049-10　　**doi**:10.16411/j.cnki.issn1006-7736.2021.03.007

港口默契合谋背景下船公司双重内生策略均衡研究

郭庆晗,董　岗*
(上海海事大学 经济管理学院,上海　201306)

摘要:为探究海上集装箱运输链中上游港口默契合谋与下游船公司的行动时机和策略变量类型双重内生选择的影响关系,在无限重复次博弈中分析下游船公司不同竞争模式下上游港口默契合谋的动机以及稳定性,并据此求解船公司内生行动时机和竞争类型均衡.结果表明:港口合谋在船公司同时行动的运量竞争中最易维持,而在同时行动的伯川德-古诺混合竞争下最难维持;船公司的双重内生选择与运输服务替代性及港口折现因子有关,均衡策略为同时行动或序贯行动的运量竞争、同时行动或以运量竞争主导的混合竞争.本文研究也可为发展改革及运输部门加强对港口默契合谋的鉴别提供依据.

关键词:集装箱运输链;默契合谋;运量竞争;价格竞争;双重内生

中图分类号:U695　　**文献标志码**:A

Liners double endogenous strategies equilibrium under ports tacit collusion

GUO Qing-han, DONG Gang*

(*School of Economics & Management*, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China)

Abstract: In order to explore the effects of the tacit collusion of upstream ports on the carriers' endogenous timing and competition strategic variables in the maritime container transportation chain, the motivation and stability of the tacit collusion of upstream ports under different competition mode of downstream shipping companies were analyzed in infinitely repeated games. Furthermore, the dual endogenous choices equilibrium of the shipping companies' endogenous timing and strategic variables was solved. The results show that port collusion is the easiest to sustain under simultaneous quantity competition of shipping companies, but the most difficult to maintain under the Bertrand-Cournot mixed competition where the shipping companies act at the same time. The shipping companies' dual endogenous choices are not only related to the substitution of transportation services but also to the port discount factor. In equilibrium, carriers can engage in quantity competition with three kinds of move time modes, mixed competition of simultaneous actions, and the mixed competition where the liner competes in quantity as the leader while another chooses price as the follower. The research in this article can also provide a basis for the development and reform and transportation departments to strengthen the identification of ports tacit collusion.

Key words: container transport chain; tacit collusion; quantity competition; price competition; double endogenous choices

0 引　言

随着世界经济增速放缓,2019年全球海上集装箱运输量增速也相应放缓,与2018年相比下降2.2个百分点,同比增长仅为2.0%,为1.98亿标准箱.但同时,2019年全球十大班轮公司运力却达1954.69万标准箱,同比增长4.8%,其中,运力排名前三的马士基航运、地中海航运以及中远海运运力增速分别为3.4%、13.8%、5.0%.近期由于新冠疫情恶化,港口处理效率下滑,拥堵加剧,对船公司的运输效率形成拖累,使得近期运价高

收稿日期:2021-01-06;**修回日期**:2021-03-24.
基金项目:国家自然科学基金资助项目(71774109).
作者简介:郭庆晗(1996-),女,硕士生,E-mail: qinghan_Guo@163.com;董　岗*(1979-),男,教授,博士生导师,E-mail: gangdong@shmtu.edu.cn.

涨,船公司对货主加收各种附加费. 运量的角逐也在同步进行中:如 THE 联盟的 HPL(赫伯罗特船公司)已经确认了 6 艘 2.3 万标准箱的集装箱运输船只;ONE 同样新增了 6 艘 2.4 万标箱集装箱运输船只的租船订单,并将于 2023 年交付. 可见,航运公司之间存在着进行运量竞争及价格竞争的动机. 由于船公司间竞争日益加剧,班轮公司如何决定自己的价格及运量以使自己具备更强竞争优势而又不至陷于恶性竞争值得探索.

海运链上游的集装箱港口因近年来不断出现的航运联盟所导致的市场集中度和班轮公司的议价能力提高,同样面临着极大竞争压力. 默契合谋可对抗这种竞争压力,且 2017 年 4 月,国家发改委与交通运输部通过对港口的反垄断调查,查明部分港口存在垄断行为,证实区域竞争港口存在着合谋的动机和可能,因此,由于集装箱运输链成员决策的天然的相互作用性,运输链下游的船公司在考察其行动时机以及策略变量类型的双重内生选择时不仅要考虑竞争船公司,也要考虑其上游港口的合谋所带来的决策限制,多方博弈后才可在激烈的竞争中生存. 在下游船公司不同竞争模式下分析港口合谋的稳定性也可为港口管理者鉴别港口合谋提供观察依据. 综合以上背景,本文研究下游船公司的行动时机以及策略变量类型对上游港口合谋稳定性的影响,更进一步探究在该影响作用下,下游船公司的行动时机以及策略变量类型的双重内生均衡.

默契合谋可在合谋双方没有沟通,仅通过观察过去的价格信号和成本信息时发生[1],在不同行业内被广泛研究:史晋川等[2]在电力市场中发现,签订期货合约可以增加寡头背叛合谋的利益,使默契合谋稳定性降低;刘丰波等[3]发现,中国白酒市场存在着稳定的价格合谋领导者,企业的提价激励与距上轮提价时间间隔正相关;张浩等[4]分析了地方政府和房地产企业合谋的内在机理,并通过实证分析了合谋的动机及我国房价居高不下的原因. 关于合谋的稳定性研究,卢远瞩等[5]证明价格和产量匹配惩罚策略可使默契合谋更易维持;汪敏达等[6]发现,两个寡头皆退让的合谋安全得益越高越容易达成轮流获得最大竞争优势的合谋,且这种合谋的进入时间越短,维持时间越长,稳定性越高;Thomadsen 等[7]发现,当协调过程成本高昂时,更大的产品差异性会使合谋更难以维持;Bian 等[8]发现,不对称的交叉渠道结构以及下游合并有助于阻止上游合谋. 港航领域内默契合谋同样是研究热点:钟丹丹等[9]发现,区域港口存在一定程度的默契合谋,且随博弈次数增多渐趋稳定;赵旭等[10]发现,在背叛费用大于合谋维持费用一半时,合谋具有稳定性.

关于内生竞争类型以及内生时机的研究主要有:汤卫君等[11]通过求解三阶段质量博弈模型发现,两个寡头企业均倾向于选择先行动而使得均衡结果为同时行动的传统 Bertrand 博弈;刘军等[12]探讨了定价权转移、消费者忠诚度和保留价格差异三个因素对供应链博弈内生时机的影响,发现制造商和零售商均可能作为领导者,但不会同时行动;马顺国等[13]发现,不完全信息下 Bertrand-Cournot 静态多维博弈优于单独博弈;万寿义等[14]研究多部门企业集团在最终产品市场面临 Cournot-Bertrand 混合竞争时的转移定价决策,发现当竞争对手仅生产最终产品时,采用价格-产量竞争优于产量-价格竞争;当竞争对手为垂直一体化企业时,采用产量-价格竞争优于价格-产量竞争.

杨晓花等[15]分析了双寡头双重内生选择下参与人的行动顺序和策略变量类型均由参与人内生确定时博弈的均衡,均衡结果为三种行动顺序的产量竞争. 本文在此基础上进一步考虑了上游港口默契合谋对下游船公司双重内生选择的影响后发现,船公司除了可进行三种行动顺序的运量竞争外,也可能进行两种行动顺序的混合竞争,即同时行动的混合竞争及以选择运量的船公司作为领导者的混合竞争. Bian 等[16]考察了两个竞争的零售商在考虑制造商默契合谋后竞争类型的选择,发现上游合谋在 Cournot 竞争下较 Bertrand 竞争更容易维持,而在 Bertrand-Cournot 混合竞争下维持的可能性最小. 在不同折现因子和产品差异化程度下,零售商可能进行 Bertrand、Cournot 或 Bertrand-Cournot 混合竞争. 在现实中,船公司往往可以自由选择运量或者运价的行动时机,所以本文在 Bian 的基础上在海上集装箱运输链中考虑船公司的内生行动时机这一维度,得到不同的结论:船公司不会选择任何行动顺序的价格竞争,及以价格竞争的船公司为领导者的混合竞争,即船

公司不会选择以价格竞争主导的竞争模式.

尽管现有研究对默契合谋及其稳定性已经有了深入研究,但是鲜有研究侧重于下游行动顺序与策略变量类型的双重选择对上游合谋稳定性的影响.本文在海上集装箱运输链中在下游船公司行动顺序和策略变量不同组合所对应的不同竞争模式下比较上游港口合谋的动机与稳定性.从现有对内生竞争类型以及内生时机的研究来看,通过检索现有国内外文献,发现目前尚无从供应链视角关注上游默契合谋对下游双重内生选择均衡的影响研究.本文研究从集装箱供应链上下游成员间的相互作用关系切入,弥补了单独研究运输链上游港口的默契合谋与下游船公司决策之间的割裂现状.

1　问题描述与假设

假设区域内存在两条相互竞争的海上集装箱运输链,上游分别为集装箱港口 1 和港口 2,下游分别为停靠其港口的班轮公司 1 和班轮公司 2.港口通过下游船公司竞争托运人,单位货物收取费用 $w_i(i=1,2)$,船公司提供运输服务的价格为 $p_i(i=1,2)$,需求量为 $q_i(i=1,2)$,$\theta(0<\theta<1)$ 代表两条运输链提供运输服务的替代性,θ 越趋近于 1,则运输服务的差异性越小,替代性越强,且将港口和船公司的边际成本以及固定成本均简化为 0.区域内的基础需求量为 a,逆需求函数采用 Mcguire 于 1983 年所提出的形式[17]:

$$p_i=a-q_i-\theta q_j,\quad i,j=1,2;i\neq j \tag{1}$$

将式(1)反解,即可得到需求函数:

$$q_i=\frac{a-a\theta-p_i+\theta p_j}{1-\theta^2},\quad i,j=1,2;i\neq j \tag{2}$$

本文考虑了船公司以下几种竞争情形:1. 同时行动的 Bertrand 竞争;2. 同时行动的 Cournot 竞争;3. 同时行动的 Bertrand-Cournot 混合竞争;4. 序贯行动的 Bertrand 竞争;5. 序贯行动的 Cournot 竞争;6. 以选择价格作为决策变量的船公司为领导者的 Bertrand-Cournot 混合竞争;7. 以选择运量作为决策变量的船公司作为领导者的 Bertrand-Cournot 混合竞争.特别的是,第 4 种以及第 5 种竞争情形分别对应着两种竞争情形,即船公司 1 作为领导者和船公司 2 作为领导者,由于这两种情形是对称的,所以在此只讨论一种情况,假设此时船公司 1 先行动作为博弈的领导者,船公司 2 后行动作为跟随者.

假设每个船公司同时选择自己的行动时机和策略变量.每个周期的博弈分为三个阶段:在第一个阶段,上游港口决定对船公司收费;在第二个阶段,每个船公司同时选择自己的行动时机以及策略变量;在第三个阶段,船公司依据自己在第二阶段的选择,确定自己的价格(或者运量).在此基础上比较不同的竞争情形,以确定在不同参数条件下会出现怎样的均衡情境.

上游港口可能存在三种状态,即默契合谋、背叛合谋,以及惩罚状态[18].在港口的默契合谋状态下,两个港口以联合利润最大化为目标,而在背叛合谋状态下,背叛合谋的港口会在预测到另一方合谋状态所确定的收费后以自己的利润最大化作为目标.如有一方背叛了合谋,则自下一期开始至以后的无限期将进入惩罚状态,即两个港口永不再选择合谋,皆以自己的利润最大化为目标,进行激烈竞争.

本文中,字母 E 代表船公司在第一阶段行动,字母 L 代表船公司在第二阶段行动,字母 P 代表船公司选择价格作为自己的决策变量,字母 Q 代表船公司选择运量作为自己的决策变量.上标"xy"代表不同的情境,其中,$x=p,q,m,ps,qs,mp,mq$ 分别对应以上船公司不同竞争模式;$y=N,C,D$ 分别代表港口处于惩罚、合谋、背离三种状态.

2　不同情境下的竞争模型

2.1　Bertrand 竞争下的上游合谋

首先,讨论船公司序贯行动下的 Bertrand 竞争,即两个船公司均将价格作为自己的决策变量且先后定价.假设船公司 1 作为行动的领导者,即此时对应着船公司 1 的选择为(E,P),船公司 2 的选择为(L,P).船公司的利润由下式表示,即:

$$\pi_i=\left(p_i-w_i\right)\frac{a-a\theta-p_i+\theta p_j}{1-\theta^2},\quad i,j=1,2;i\neq j \tag{3}$$

由此得到船公司 2 利润最大化一阶条件:

$$\frac{\partial\pi_2}{\partial p_2}=\frac{a-a\theta+\theta p_1-2p_2+w_2}{1-\theta^2} \tag{4}$$

令式(4)为 0,解得船公司 2 对船公司 1 价格策略的反应函数为:

$$p_2=\frac{1}{2}\left(a-a\theta+\theta p_1+w_2\right) \tag{5}$$

此时,船公司 1 预测到船公司 2 关于自己运价的反应应对,将船公司 2 的反应应对代入自己的利润函数中,使自身利益最大化,所以有:

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial p_1}=\frac{2a-a\theta-a\theta^2+2\left(-2+\theta^2\right)p_1+\left(2-\theta^2\right)w_1+\theta w_2}{2\left(1-\theta^2\right)} \tag{6}$$

令式(6)为 0,解得船公司 1 对港口 1 和港口 2 收费的反应函数为:

$$p_1(w_1,w_2)=\frac{a\left(-2+\theta+\theta^2\right)+\left(-2+\theta^2\right)w_1-\theta w_2}{2\left(-2+\theta^2\right)} \tag{7}$$

将式(7)代入式(5),得出船公司 2 对港口 1 和港口 2 收费策略的反应函数为:

$$p_2(w_1,w_2)=\frac{a(1-\theta)\left(4+(2-\theta)\theta\right)+\theta\left(2-\theta^2\right)w_1+\left(4-\theta^2\right)w_2}{4\left(2-\theta^2\right)} \tag{8}$$

当上游港口处于惩罚状态时,

$$\max \Pi_i=w_i\frac{a-a\theta-p_i(w_1,w_2)+\theta p_j(w_1,w_2)}{1-\theta^2} \tag{9}$$

联立式(9)两个方程对应的两个港口各自利润最大化一阶条件 $\frac{\partial \Pi_1}{\partial w_1}=0;\frac{\partial \Pi_2}{\partial w_2}=0$, 解得:

$$\begin{cases} w_1^{psN}=\dfrac{(1-\theta)\left(-16a-12a\theta+10a\theta^2+7a\theta^3\right)}{\left(2-\theta^2\right)\left(-16+13\theta^2\right)} \\ w_2^{psN}=\dfrac{8a-2a\theta-7a\theta^2+a\theta^3}{16-13\theta^2} \end{cases} \tag{10}$$

$$\begin{cases} \Pi_1^{psN}=\dfrac{a^2(-1+\theta)\left(-16+\theta(-12+\theta(10+7\theta))\right)^2}{4(1+\theta)\left(16-13\theta^2\right)^2\left(-2+\theta^2\right)} \\ \Pi_2^{psN}=\dfrac{a^2(-1+\theta)\left(-8+(-6+\theta)\theta\right)^2\left(-4+3\theta^2\right)}{4(1+\theta)\left(16-13\theta^2\right)^2\left(2-\theta^2\right)} \end{cases} \tag{11}$$

当上游港口处于合谋状态时:

$$\max \Pi=\sum_{(i,j=1,2;i\neq j)} w_i\frac{a-a\theta-p_i(w_1,w_2)+\theta p_j(w_1,w_2)}{1-\theta^2} \tag{12}$$

联立上式方程对应的两个港口各自利润最大化一阶条件,解得:

$$\begin{cases} w_i^{psC}=\dfrac{a}{2}, \quad i,j=1,2;i\neq j \\ \Pi_1^{psC}=\dfrac{a^2(2+\theta)}{16(1+\theta)} \\ \Pi_2^{psC}=\dfrac{a^2\left(-4+(-2+\theta)\theta\right)}{16(1+\theta)\left(-2+\theta^2\right)} \end{cases} \tag{13}$$

当港口 1 背离合谋时,其在预测到 w_2^{psC} 时,使得自己的利润最大化,即:

$$\max \Pi_1=w_1\frac{a-a\theta-p_1(w_1,\frac{a}{2})+\theta p_2(w_1,\frac{a}{2})}{1-\theta^2} \tag{14}$$

解利润最大化一阶条件,可得:

$$\begin{cases} w_1^{psD}=\dfrac{a\left(-4+\theta+2\theta^2\right)}{4\left(-2+\theta^2\right)} \\ \Pi_1^{psD}=\dfrac{a^2\left(-4+\theta+2\theta^2\right)^2}{64\left(2-3\theta^2+\theta^4\right)} \end{cases} \tag{15}$$

同理,当港口 2 背离合谋时,其在预测到 w_1^{psC} 时,使得自己的利润最大化,解其利润最大化一阶条件,可得:

$$\begin{cases} w_2^{psD}=\dfrac{a\left(8-2\theta-6\theta^2+\theta^3\right)}{4\left(4-3\theta^2\right)} \\ \Pi_2^{psD}=\dfrac{a^2\left(8+\theta\left(-2+(-6+\theta)\theta\right)\right)^2}{64\left(4-3\theta^2\right)\left(2-3\theta^2+\theta^4\right)} \end{cases} \tag{16}$$

在无限重复次博弈下,上游港口可以维持默契合谋时临界折现因子需满足的条件为[18]:

$$\frac{\Pi_i^{psC}}{1-\delta}\geqslant \Pi_i^{psD}+\frac{\delta}{1-\delta}\Pi_i^{psN}, \quad i=1,2 \tag{17}$$

由上式可以分别解得维持两个港口合谋的临界折现因子:

$$\begin{cases} \delta_1^{ps}=\dfrac{\left(16-13\theta^2\right)^2}{\left(4+\theta-2\theta^2\right)\left(128-32\theta-172\theta^2+25\theta^3+54\theta^4\right)} \\ \delta_2^{ps}=\dfrac{\left(2-\theta^2\right)^2\left(16-13\theta^2\right)^2}{\left(8+2\theta-6\theta^2-\theta^3\right)\left(256-64\theta-408\theta^2+82\theta^3+162\theta^4-25\theta^5\right)} \end{cases}$$

两个港口均不背叛合谋,默契合谋才可继续维持,比较可得 $\delta_2^{ps}\leqslant\delta_1^{ps}\leqslant 1$. 所以,临界因子 $\delta^{ps}=\min\{\max\{\delta_1^{ps},\delta_2^{ps}\},1\}=\delta_1^{ps}$.

然后,讨论船公司同时行动下的 Bertrand 竞争,两个船公司的选择分别为((E,P),(E,P))或者((L,P),(L,P)),即两个船公司同时决定各自

的运价,此时对于式(3),通过联立 $\frac{\partial \pi_1}{\partial p_1}=0$,$\frac{\partial \pi_2}{\partial p_2}=0$,解得船公司对于港口收费的反应应对:

$$p_i(w_i,w_j)=\frac{2a-a\theta-a\theta^2+2w_i+\theta w_j}{4-\theta^2} \tag{18}$$

此后分析与上文类似,所以求解出:

$$\delta^p=\frac{\left(4-\theta-2\theta^2\right)^2}{\left(32-16\theta-31\theta^2+8\theta^3+8\theta^4\right)}$$

2.2　Cournot 竞争下的上游合谋

此时,两个船公司皆选择运量作为自己的决策变量. 首先,讨论船公司序贯行动下的 Cournot 竞争,即两个船公司先后选择自己的运量. 由于本文假设船公司 1 作为行动的领导者,对应船公司 1 的选择为(E,Q),船公司 2 的选择为(L,Q). 船公司的利润由下式表示,即:

$$\pi_i=\left(\left(a-q_i-\theta q_j\right)-w_i\right)q_i \tag{19}$$

与上文分析类似,解得维持两个港口合谋的临界折现因子:

$$\begin{cases}\delta_1^{qs}=\dfrac{256-160\theta^2+25\theta^4}{512-208\theta^2-8\theta^3+9\theta^4}\\[2ex]\delta_2^{qs}=\dfrac{\left(16-5\theta^2\right)^2}{\left(4+\theta-\theta^2\right)\left(128-32\theta-76\theta^2+9\theta^3+11\theta^4\right)}\end{cases}$$

由于两个港口均不背叛合谋,默契合谋才可以继续维持,比较可得:$\delta_1^{qs}\leqslant\delta_2^{qs}\leqslant 1$,所以,临界因子 $\delta^{qs}=\min\{\max\{\delta_1^{qs},\delta_2^{qs}\},1\}=\delta_2^{qs}$.

然后,讨论船公司同时行动下的 Cournot 竞争,即此时船公司的选择为((E,Q),(E,Q))或者((L,Q),(L,Q)). 两个船公司同时决定各自的运量,随后求解出:

$$\delta^q=\frac{\left(4-\theta\right)^2}{32-16\theta+\theta^2}$$

2.3　Bertrand-Cournot 竞争下的上游合谋

不失一般性,假设此时船公司 1 选择价格竞争,船公司 2 选择运量竞争. 首先,讨论在船公司 1 作为领头者时的序贯混合竞争,即此时船公司 1 的选择为(E,P),船公司 2 的选择为(L,Q). 船公司的利润由下式表示:

$$\begin{cases}\pi_1=\left(p_1-w_1\right)\left(a-p_1-\theta q_2\right)\\ \pi_2=\left(\left(a\left(1-\theta\right)+\theta p_1-\left(1-\theta^2\right)q_2\right)-w_2\right)q_2\end{cases} \tag{20}$$

与上文分析类似,解得维持两个港口合谋的临界折现因子和船公司选择价格序贯博弈中对应的临界折现因子相同,即 $\delta^{mp}=\delta^{ps}$.

接着,讨论在船公司 2 作为领头者时的序贯混合竞争,即此时对应船公司 1 的选择为(L,P),船公司 2 的选择为(E,Q),求解出 $\delta^{mq}=\delta^{qs}$.

最后,讨论船公司同时行动时的 Bertrand-Cournot 竞争,即此时两个船公司的选择分别为((E,P),(E,Q))或者((L,P),(L,Q)),与前文分析类似,解得:

$$\delta^m=\frac{\left(16-9\theta^2\right)^2}{\left(4+\theta-2\theta^2\right)\left(128-32\theta-140\theta^2+17\theta^3+38\theta^4\right)}$$

推论:

(1) $\delta^q<\delta^p<\delta^{mp}=\delta^{ps}<\delta^{mq}=\delta^{qs}<\delta^m$,$0<\theta<0.9140$,即此时港口合谋的稳定性在船公司进行同时行动的运量竞争,同时行动的价格竞争,以选择价格竞争的船公司作为领头者的序贯竞争,以选择运量竞争的船公司作为领头者的序贯竞争,同时行动的混合竞争时依次降低.

(2) $\delta^q<\delta^p<\delta^{mq}=\delta^{qs}<\delta^{mp}=\delta^{ps}<\delta^m$,$0.9140<\theta<0.9538$,即此时港口合谋的稳定性在船公司进行同时行动的运量竞争,同时行动的价格竞争,以选择运量竞争的船公司作为领头者的序贯竞争,以选择价格竞争的船公司作为领头者的序贯竞争,同时行动的混合竞争时依次降低.

(3) $\delta^q<\delta^{mq}=\delta^{qs}<\delta^p<\delta^{mp}=\delta^{ps}<\delta^m$,$0.9538<\theta<1$,即此时港口合谋的稳定性在船公司进行同时行动的运量竞争,以选择运量竞争的船公司作为领头者的序贯竞争,同时行动的价格竞争,以选择价格竞争的船公司作为领头者的序贯竞争,同时行动的混合竞争时依次降低.

由以上推论发现,当选择运量(价格)竞争的船公司为领导者时,无论作为跟随的船公司选择何种竞争类型,上游的合谋稳定性相同. 如图 1 所示,无论运输服务的替代性如何,上游港口在下游船公司选择同时行动的运量竞争时最稳定,在同时行动的混合竞争时最不易维持. 上游港口的合谋稳定性不仅与各自的折现因子以及下游船公司运输服务的替代性程度有关,同时与下游船公司的行动时机以及竞争类型有关.

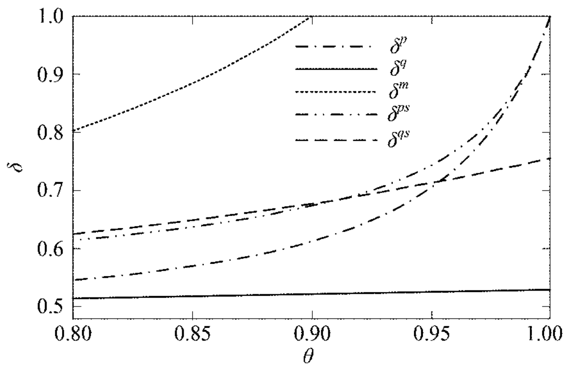

图 1　船公司不同竞争模式下港口合谋临界折现因子

Fig. 1　Port discount factors under different competition modes of shipping companies

命题 1　当 $0 < \theta < 0.9538$ 时，船公司序贯行动时上游合谋的稳定性总是大于同时行动的运量竞争或价格竞争.

此时船公司序贯行动下上游合谋的临界折现因子皆偏大，即船公司在序贯行动时上游的默契合谋较为不稳定.

命题 2　当 $0.9538 < \theta < 1$ 时，船公司在产量竞争主导的竞争模式下，港口的默契合谋较船公司进行价格竞争主导时稳定.

此时竞争非常激烈，船公司的价格竞争带来巨大损耗，背叛合谋的港口可获得更多利润，使得合谋更加不稳定.

上述命题分别从船公司行动时机及竞争类型的角度分析了上游港口默契合谋的稳定性.

3　船公司的双重内生策略均衡

3.1　运输服务替代性程度相对较小

首先，讨论 $0 < \theta < 0.9140$ 时，根据上游港口的折现因子不同取值范围，分为以下六种情况讨论船公司的双重内生策略均衡.

(1) $\delta < \delta^q$ 时，此时上游港口合谋在下游船公司任何竞争模式均无法维持. 由于本文假设每个船公司同时进行自己的行动时机决策以及竞争类型决策，所以此时的博弈矩阵如表 1 所示.

由此发现，(E,Q) 为船公司占优策略，所以均衡结果为两个船公司进行同时行动的运量竞争.

(2) $\delta^q < \delta < \delta^p$ 时，港口合谋在船公司同时行动的运量竞争模式下可维持，其他模式下无法维持，此时的博弈矩阵如表 2 所示.

表 1　博弈矩阵 ($0 < \theta < 0.9140, \delta < \delta^q$)

Tab. 1　Game matrix ($0 < \theta < 0.9140, \delta < \delta^q$)

船公司策略		船公司2			
		(E,P)	(E,Q)	(L,P)	(L,Q)
船公司1	(E,P)	π_1^{pN}, π_2^{pN}	$\pi_1^{mN}, \underline{\pi_2^{mN}}$	π_1^{psN}, π_2^{psN}	π_1^{mpN}, π_2^{mpN}
	(E,Q)	$\underline{\pi_2^{mN}}, \pi_1^{mN}$	$\underline{\pi_1^{qN}}, \underline{\pi_2^{qN}}$	$\underline{\pi_2^{mqN}}, \pi_1^{mqN}$	$\underline{\pi_1^{qsN}}, \pi_2^{qsN}$
	(L,P)	π_2^{psN}, π_1^{psN}	$\pi_1^{mqN}, \underline{\pi_2^{mqN}}$	π_1^{pN}, π_2^{pN}	π_1^{mN}, π_2^{mN}
	(L,Q)	π_2^{mpN}, π_1^{mpN}	$\pi_2^{qsN}, \underline{\pi_1^{qsN}}$	π_2^{mN}, π_1^{mN}	π_1^{qN}, π_2^{qN}

表 2　博弈矩阵 ($0 < \theta < 0.9140, \delta^q < \delta < \delta^p$)

Tab. 2　Game matrix ($0 < \theta < 0.9140, \delta^q < \delta < \delta^p$)

船公司策略		船公司 2			
		(E,P)	(E,Q)	(L,P)	(L,Q)
船公司1	(E,P)	π_1^{pN}, π_2^{pN}	$\pi_1^{mN}, \underline{\pi_2^{mN}}$	π_1^{psN}, π_2^{psN}	π_1^{mpN}, π_2^{mpN}
	(E,Q)	$\underline{\pi_2^{mN}}, \pi_1^{mN}$	π_1^{qC}, π_2^{qC}	$\underline{\pi_2^{mqN}}, \underline{\pi_1^{mqN}}$	$\underline{\pi_1^{qsN}}, \underline{\pi_2^{qsN}}$
	(L,P)	π_2^{psN}, π_1^{psN}	$\underline{\pi_1^{mqN}}, \underline{\pi_2^{mqN}}$	π_1^{pN}, π_2^{pN}	π_1^{mN}, π_2^{mN}
	(L,Q)	π_2^{mpN}, π_1^{mpN}	$\underline{\pi_2^{qsN}}, \underline{\pi_1^{qsN}}$	π_2^{mN}, π_1^{mN}	π_1^{qC}, π_2^{qC}

均衡为 ((E,Q),(L,P)); ((E,Q),(L,Q)); ((L,P),(E,Q)); ((L,Q),(E,Q))，即此时两个船公司以选择运量竞争的船公司为领头者，另一方无论选择运量竞争还是价格竞争作为跟随者.

(3) $\delta^p < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$ 时，港口合谋在船公司同时行动的运量竞争或价格竞争模式下可维持，其他模式下无法维持. $\delta^{mp} = \delta^{ps} < \delta < \delta^{mq} = \delta^{qs}$ 时，港口合谋在序贯行动的价格竞争，以选择价格竞争的船公司为领导者的混合竞争模式下也可维持，该两种情况下均衡结果皆与 $0 < \theta < 0.9140$，且 $\delta^q < \delta < \delta^p$ 时相同，即两个船公司以选择运量竞争的船公司为领头者，另一方无论选择运量竞争还是价格竞争作为跟随者.

(4) $\delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^m$ 时，港口合谋在除船公司混合同时竞争模式下无法维持，其他模式下均可维持. $0 < \theta < 0.9116$ 时博弈矩阵如表 3 所示，$0.9116 < \theta < 0.9140$ 时博弈矩阵如表 4 所示.

表 3　博弈矩阵（ $0 < \theta < 0.9116, \delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{m}$ ）

Tab. 3　Game matrix（ $0 < \theta < 0.9116, \delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{m}$ ）

船公司策略		船公司 2			
		(E,P)	(E,Q)	(L,P)	(L,Q)
船公司1	(E,P)	π_1^{pC}, π_2^{pC}	$\underline{\pi_1^{mN}}, \underline{\pi_2^{mN}}$	π_1^{psC}, π_2^{psC}	π_1^{mpC}, π_2^{mpC}
	(E,Q)	$\underline{\pi_2^{mN}}, \underline{\pi_1^{mN}}$	π_1^{qC}, π_2^{qC}	π_2^{mqC}, π_1^{mqC}	π_1^{qsC}, π_2^{qsC}
	(L,P)	π_2^{psC}, π_1^{psC}	π_1^{mqC}, π_2^{mqC}	π_1^{pC}, π_2^{pC}	$\underline{\pi_1^{mN}}, \underline{\pi_2^{mN}}$
	(L,Q)	π_2^{mpC}, π_1^{mpC}	π_2^{qsC}, π_1^{qsC}	$\underline{\pi_2^{mN}}, \underline{\pi_1^{mN}}$	π_1^{qC}, π_2^{qC}

表 4　博弈矩阵（ $0.9116 < \theta < 0.9140, \delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{m}$ ）

Tab. 4　Game matrix（ $0.9116 < \theta < 0.9140, \delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{m}$ ）

船公司策略		船公司 2			
		(E,P)	(E,Q)	(L,P)	(L,Q)
船公司1	(E,P)	π_1^{pC}, π_2^{pC}	$\underline{\pi_1^{mN}}, \underline{\pi_2^{mN}}$	$\underline{\pi_1^{psN}}, \pi_2^{psN}$	π_1^{mpN}, π_2^{mpN}
	(E,Q)	$\underline{\pi_2^{mN}}, \underline{\pi_1^{mN}}$	π_1^{qC}, π_2^{qC}	π_2^{mqC}, π_1^{mqC}	π_1^{qsC}, π_2^{qsC}
	(L,P)	$\pi_2^{psN}, \underline{\pi_1^{psN}}$	π_1^{mqC}, π_2^{mqC}	π_1^{pC}, π_2^{pC}	$\underline{\pi_1^{mN}}, \pi_2^{mN}$
	(L,Q)	π_2^{mpN}, π_1^{mpN}	π_2^{qsC}, π_1^{qsC}	$\pi_2^{mN}, \underline{\pi_1^{mN}}$	π_1^{qC}, π_2^{qC}

虽然存在四个均衡但只有一种均衡状态，即两个船公司进行同时行动的混合竞争。

均衡为((E，P)，(E，Q))；((E，Q)，(E，P))，虽然存在两个均衡但只有一种均衡状态，即两个船公司进行同时行动的混合竞争。

综上，$\delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{m}$ 时，两个船公司进行同时行动的混合竞争。

(5) $\delta > \delta^{m}$ 时，此时港口合谋在下游船公司任何竞争模式下均可维持，均衡结果与 $0 < \theta < 0.9140$，且 $\delta < \delta^{q}$ 时相同，即(E，Q)为船公司占优策略，两个船公司进行同时行动的运量竞争。

3.2　运输服务替代性程度相对较高

此时，$0.9140 < \theta < 0.9538$，根据上游港口的折现因子不同取值范围，依旧分以下六种情况来讨论船公司的双重内生策略均衡。此时，在 $\delta < \delta^{q}$，$\delta^{q} < \delta < \delta^{p}$，$\delta^{p} < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$ 时，$\delta > \delta^{m}$ 时均衡状态与 3.1 中所讨论对应均衡情形相同，所以主要分析在 $0.9140 < \theta < 0.9538$ 时，$\delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$ 与 $\delta^{mp} = \delta^{ps} < \delta < \delta^{m}$ 时，船公司的双重内生均衡策略。

(1) $\delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$ 时，港口合谋在船公司同时行动的运量竞争或价格竞争，序贯行动的运量竞争，以选择运量竞争的船公司为领导者的混合竞争模式下可维持，而在其他情况下保持纳什竞争。博弈矩阵在 $0.9140 < \theta < 0.9172$ 时如表 5 所示，在 $0.9172 < \theta < 0.9330$ 时如表 6 所示，在 $0.9330 < \theta < 0.9538$ 时如表 7 所示。

表 5　博弈矩阵（ $0.9140 < \theta < 0.9172, \delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$ ）

Tab. 5　Game matrix（ $0.9140 < \theta < 0.9172, \delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$ ）

船公司策略		船公司 2			
		(E,P)	(E,Q)	(L,P)	(L,Q)
船公司1	(E,P)	π_1^{pC}, π_2^{pC}	$\underline{\pi_1^{mN}}, \underline{\pi_2^{mN}}$	$\underline{\pi_1^{psN}}, \pi_2^{psN}$	π_1^{mpN}, π_2^{mpN}
	(E,Q)	$\underline{\pi_2^{mN}}, \underline{\pi_1^{mN}}$	π_1^{qC}, π_2^{qC}	π_2^{mqC}, π_1^{mqC}	π_1^{qsC}, π_2^{qsC}
	(L,P)	$\pi_2^{psN}, \underline{\pi_1^{psN}}$	π_1^{mqC}, π_2^{mqC}	π_1^{pC}, π_2^{pC}	$\underline{\pi_1^{mN}}, \pi_2^{mN}$
	(L,Q)	π_2^{mpN}, π_1^{mpN}	π_2^{qsC}, π_1^{qsC}	$\pi_2^{mN}, \underline{\pi_1^{mN}}$	π_1^{qC}, π_2^{qC}

此时均衡为((E，P)，(E，Q))；((E，Q)，(E，P))，即均衡为两个船公司进行同时行动的混合竞争。

表 6　博弈矩阵（ $0.9172 < \theta < 0.9330, \delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$ ）

Tab. 6　Game matrix（ $0.9172 < \theta < 0.9330, \delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$ ）

船公司策略		船公司 2			
		（E,P）	（E,Q）	（L,P）	（L,Q）
船公司1	(E,P)	π_1^{pC}, π_2^{pC}	$\underline{\pi_1^{mN}}, \underline{\pi_2^{mN}}$	π_1^{psN}, π_2^{psN}	π_1^{mpN}, π_2^{mpN}
	(E,Q)	$\underline{\pi_2^{mN}}, \underline{\pi_1^{mN}}$	π_1^{qC}, π_2^{qC}	$\underline{\pi_2^{mqC}}, \pi_1^{mqC}$	π_1^{qsC}, π_2^{qsC}
	(L,P)	π_2^{psN}, π_1^{psN}	$\underline{\pi_1^{mqC}}, \pi_2^{mqC}$	π_1^{pC}, π_2^{pC}	$\underline{\pi_1^{mN}}, \pi_2^{mN}$
	(L,Q)	π_2^{mpN}, π_1^{mpN}	π_2^{qsC}, π_1^{qsC}	$\pi_2^{mN}, \underline{\pi_1^{mN}}$	π_1^{qC}, π_2^{qC}

此时均衡为((E,P),(E,Q));((E,Q),(E,P)),即均衡为两个船公司进行同时行动的混合竞争.

表 7 博弈矩阵($0.9330 < \theta < 0.9538$, $\delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$)

Tab. 7 Game matrix($0.9330 < \theta < 0.9538$, $\delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$)

船公司策略		船公司 2 (E,P)	船公司 2 (E,Q)	船公司 2 (L,P)	船公司 2 (L,Q)
船公司 1	(E,P)	π_1^{pC},π_2^{pC}	$\underline{\pi_1^{mN}},\underline{\pi_2^{mN}}$	π_1^{psN},π_2^{psN}	π_1^{mpN},π_2^{mpN}
	(E,Q)	$\underline{\pi_2^{mN}},\underline{\pi_1^{mN}}$	π_1^{qC},π_2^{qC}	$\underline{\pi_2^{mqC}},\pi_1^{mqC}$	$\underline{\pi_1^{qsC}},\pi_2^{qsC}$
	(L,P)	π_2^{psN},π_1^{psN}	$\pi_1^{mqC},\underline{\pi_2^{mqC}}$	π_1^{pC},π_2^{pC}	π_1^{mN},π_2^{mN}
	(L,Q)	π_2^{mpN},π_1^{mpN}	$\pi_2^{qsC},\underline{\pi_1^{qsC}}$	π_2^{mN},π_1^{mN}	π_1^{qC},π_2^{qC}

均衡为两个船公司选择同时行动的混合竞争. 故 $0.9140 < \theta < 0.9538$ 且 $\delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$ 时,船公司进行同时行动的混合竞争.

(2) $\delta^{mp} = \delta^{ps} < \delta < \delta^{m}$ 时,港口合谋除在船公司同时行动的混合竞争模式下无法维持,其他模式下均可维持. 当 $0.9140 < \theta < 0.9330$ 时,博弈结果与 $0.9172 < \theta < 0.9330$, $\delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$ 时相同;而当 $0.9330 < \theta < 0.9538$ 时,博弈结果与 $0.9330 < \theta < 0.9538$, $\delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$ 时相同. 所以, $0.9140 < \theta < 0.9538$ 且 $\delta^{mp} = \delta^{ps} < \delta < \delta^{m}$ 时,船公司同样会进行同时行动的混合竞争.

3.3 运输服务替代性程度极高

$0.9538 < \theta < 1$,此时在 $\delta < \delta^{q}$, $\delta^{q} < \delta < \delta^{mq} = \delta^{qs}$ 时, $\delta > \delta^{m}$ 均衡情形分别与 3.1 中所讨论的第一、第二、第六种情形相同,主要分析 $0.9538 < \theta < 1$ 且 $\delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{m}$ 时,船公司双重内生均衡策略.

$\delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{p}$ 时,港口合谋在船公司同时或序贯行动的运量竞争,以选择运量竞争的船公司为领导者的混合竞争模式下可维持,其他模式下无法维持; $\delta^{p} < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$ 时,港口合谋在船公司同时或序贯行动的运量竞争,同时行动的价格竞争,以选择运量竞争的船公司为领导者的混合竞争模式下可维持,其他模式下无法维持; $\delta^{mp} = \delta^{ps} < \delta < \delta^{m}$ 时,港口合谋除在船公司同时行动的混合竞争模式下无法维持,其他模式下合谋均可维持.

比较不同行动顺序和竞争类型下船公司利润发现, $0.9538 < \theta < 0.9545$ 时,均衡结果与 $0.9330 < \theta < 0.9538$ 且 $\delta^{mq} = \delta^{qs} < \delta < \delta^{mp} = \delta^{ps}$ 时相同,即两个船公司进行同时行动的混合竞争. 而 $0.9545 < \theta < 1$ 时,均衡情形与 $0 < \theta < 0.9140$ 且 $\delta < \delta^{q}$ 时相同,即两个船公司选择同时行动的运量竞争.

4 均衡结果分析

综合以上讨论,将考虑上游港口默契合谋的船公司行动顺序以及竞争类型双重内生均衡结果加以比较,如表 8 所示,可得出以下命题.

命题 3 无论船公司运输服务替代性以及上游港口的折现因子如何,船公司不会选择同时或序贯行动的价格竞争,以及以选择价格竞争的船公司作为领导者的混合竞争.

由此可见,在考虑上游港口默契合谋情况下,下游船公司以价格竞争主导总不是最优选择,因此,相互竞争的两个船公司至少一方需保持一定程度的运量竞争,并且如果进行混合竞争,选择价格竞争的船公司应作为跟随者.

命题 4 无论船公司运输服务替代性如何,当上游折现因子小到港口在船公司任何策略下均不合谋或者大到任何策略下均合谋时,船公司总会选择同时行动的运量竞争.

此时,船公司不考虑上游港口合谋或不合谋对自己利润的影响,因为这种影响在各种竞争模式下均存在. 此时,两个竞争的船公司皆应选择运量作为自己的决策变量,并同时决定自己的运量(彼此不能观察到对方的决策).

命题 5 港口折现因子大于船公司同时行动的运量竞争下的临界折现因子而小于以选择运量竞争的船公司为领导者的序贯行动模式下的临界折现因子时,船公司均衡结果总为序贯行动的运量竞争或以选择运量竞争的船公司作为领导者的混合竞争.

此时上游港口在船公司同时行动的运量竞争模式下可以达成默契合谋且又无法在下游船公司序贯行动的运量竞争或者以选择运量作为决策变

量的船公司为领导者的混合竞争模式下达成默契合谋，则船公司此前的最优选择同时行动的运量竞争此时已经由于上游合谋压缩下游船公司的利润而不再是最优选择，此时船公司应选择序贯行动，并且先行动的船公司选择运量竞争.

命题 6　港口折现因子大于以选择运量竞争的船公司为领导者的序贯行动模式下的临界折现因子时，船公司才可能进行同时行动的混合竞争.

此时，港口在船公司同时行动的运量竞争以及以选择运量作为决策变量的船公司作为领头者的序贯行动竞争模式下均可达成合谋，下游船公司选择同时行动的混合竞争可以使得利润最大化. 但当船公司提供的运输服务的替代性程度极强，即 $0.9545<\theta<1$ 时，此时船公司会坚持选择同时行动的运量竞争. 尽管如此，上游港口存在合谋行为会压缩下游利润，但是由于替代性程度极高，船公司此时进行同时行动的运量竞争仍优于同时行动的混合竞争.

表 8　船公司双重内生策略均衡结果

Tab. 8　Carriers dual endogenous strategy equilibrium result

不同 θ 范围	不同折现因子	均衡结果
$0<\theta<0.9140$	$\delta<\delta^{q} \parallel \delta>\delta^{m}$	同时行动的运量竞争
	$\delta^{q}<\delta<\delta^{p}$ $\delta^{p}<\delta<\delta^{mp}=\delta^{ps}$ $\delta^{mp}=\delta^{ps}<\delta<\delta^{mq}=\delta^{qs}$	序贯行动的运量竞争或运量竞争作为领导者的混合竞争
	$\delta^{mq}=\delta^{qs}<\delta<\delta^{m}$	同时行动的混合竞争
$0.9140<\theta<0.9538$	$\delta<\delta^{q} \parallel \delta>\delta^{m}$	同时行动的运量竞争
	$\delta^{q}<\delta<\delta^{p}$ $\delta^{p}<\delta<\delta^{mq}=\delta^{qs}$	序贯行动的运量竞争或运量竞争作为领导者的混合竞争
	$\delta^{mq}=\delta^{qs}<\delta<\delta^{mp}=\delta^{ps}$ $\delta^{mp}=\delta^{ps}<\delta<\delta^{m}$	同时行动的混合竞争
$0.9538<\theta<1$	$\delta<\delta^{q} \parallel \delta>\delta^{m}$	同时行动的运量竞争
	$\delta^{q}<\delta<\delta^{mq}=\delta^{qs}$	序贯行动的运量竞争或运量竞争作为领导者的混合竞争
	$\delta^{mq}=\delta^{qs}<\delta<\delta^{p}$ $\delta^{p}<\delta<\delta^{mp}=\delta^{ps}$ $\delta^{mp}=\delta^{ps}<\delta<\delta^{m}$	$0.9538<\theta<0.9545$ 同时行动的混合竞争 $0.9545<\theta<1$ 同时行动的运量竞争

5　结　语

本文利用动态博弈理论，在无限重复次博弈中考虑上游港口默契合谋下船公司的双重内生策略均衡，即船公司的内生行动时机与内生策略变量选择均衡. 首先，通过求解港口在船公司不同竞争模式下临界折现因子的大小，比较了港口在船公司不同竞争模式下默契合谋的稳定性. 随后在此基础之上，依据不同的船公司运输服务替代性程度所对应的不同港口默契合谋稳定性排序，逐一讨论上游港口的不同折现因子范围下，船公司的双重内生策略均衡.

在船公司进行同时行动的运量竞争时，上游港口的默契合谋最容易维持；而在船公司进行同时行动的混合竞争时，上游港口的默契合谋最难维持. 当运输服务的替代性程度很高，竞争非常激烈时，船公司以运量竞争主导时，港口合谋的稳定性总是高于船公司以价格竞争主导；反之，上游合谋的稳定性在船公司序贯行动下总是大于同时行动下运量或价格竞争，且考虑上游港口默契合谋时，船公司不会选择任何行动顺序的价格竞争，以及不会选择以价格竞争的船公司作为领导者的混合竞争，即船公司不会选择价格竞争主导. 船公司总是倾向于同时行动的运量竞争模式，其次是序贯行动下运量竞争作为领头者的竞争模式，最后是同时行动的混合竞争模式. 但值得注意的是，当船公司的运输服务替代性性极强且上游港口的折现因子很大时，船公司仍偏向于同时行动的运量竞争而不是混合竞争.

本文分析带来了许多管理上的启示，例如，可以帮助发展改革和运输部门加强对港口默契合谋的鉴别，在观测到下游的船公司的行动时机选择

以及竞争类型的双重选择之后,推测上游港口合谋的稳定性.当观测到船公司进行同时行动的运量竞争时,因 $\delta < \delta^{q}$ 时港口无法达成合谋,而 $\delta > \delta^{m}$ 时港口可以维持默契合谋,$0.9545 < \theta < 1$ 且 $\delta^{mp} = \delta^{ps} < \delta < \delta^{m}$ 时同样可以维持,故有关当局观察到下游船公司进行同时行动的运量竞争时,无法判断上游港口是否存在着合谋行为;而当观察到下游船公司进行序贯行动的运量竞争或者以运量竞争作为领导者的混合竞争或同时行动的混合竞争时,上游港口的默契合谋难以维持.因此,在防范港口默契合谋时,应重点关注下游船公司进行同时行动的运量竞争.

同时,本文研究也为上游港口默契合谋的背景下船公司进行同时行动的混合竞争以及以选择运量竞争的船公司为领导者的混合竞争提供了理论依据.

参考文献(References):

[1] ATHEY S, BAGWELL K. Collusion with persistent cost shocks [J]. Econometrica, 2008, 76(3): 493-540.

[2] 史晋川,杜立民.长期期货合约与默契合谋:以电力市场为例[J].世界经济,2007(3):59-66.
SHI J C, DU L M. Long-term futures contracts and tacit collusion: taking the electricity market as an example [J]. The Journal of World Economy, 2007(3):59-66. (in Chinese)

[3] 刘丰波,吴绪亮.基于价格领导制的默契合谋与反垄断规制——来自中国白酒市场的证据[J].中国工业经济,2016(4):75-92.
LIU F B, WU X L. Tacit collusion and antitrust regulation based on price leadership—an empirical evidence from China's domestic liquor market [J]. China Industrial Economics, 2016(4):75-92. (in Chinese)

[4] 张浩,李仲飞,邓柏峻.利益同盟、反腐败与房价——来自中国的经验证据[J].管理科学学报,2018,21(8):21-33.
ZHANG H, LI Z F, DENG B J. Community of interests, anti-corruption and housing prices: evidence from China [J]. Journal of Management Sciences in China, 2018, 21(8):21-33. (in Chinese)

[5] 卢远瞩.同质市场中运量匹配惩罚策略下的默契合谋[J].经济学,2011,10(1):169-182.
LU Y Z. Tacit collusion with quantity-matching punishments in a homogeneous market [J]. China Economic Quarterly, 2011, 10(1):169-182. (in Chinese)

[6] 汪敏达,李建标,曲亮,等.相安无事还是轮流坐庄:双寡头动态默契合谋的实验研究[J].世界经济,2019,42(7):171-192.
WANG M D, LI J B, QU L, et al. Cooperation or turn taking: an experimental study on the dynamic tacit collusion of dual oligopoly [J]. The Journal of World Economy, 2019, 42(7):171-192. (in Chinese)

[7] THOMADSEN R, RHEE K E. Costly collusion in differentiated industries [J]. Marketing Science, 2007, 26(5): 660-665.

[8] BIAN J S, ZHAO X, LIU Y C. Single vs. cross distribution channels with manufacturers' dynamic tacit collusion [J]. International Journal of Production Economics, 2020, 220:14.

[9] 钟丹丹,董岗.基于非合作博弈的区域港口默契合谋定价机理[J].大连海事大学学报,2018,44(4):61-67.
ZHONG D D, DONG G. Regional port tacit collusion pricing mechanism based on non-cooperative game [J]. Journal of Dalian Maritime University, 2018, 44(4):61-67. (in Chinese)

[10] 赵旭,王晓伟,周巧琳."海上丝绸之路"背景下的港口战略联盟稳定性研究[J].大连海事大学学报,2016,42(2):117-123.
ZHAO X, WANG X W, ZHOU Q L. Port strategic alliance stability under the background of "Maritime Silk Road" strategy [J]. Journal of Dalian Maritime University, 2016, 42(2):117-123. (in Chinese)

[11] 汤卫君,朱晋伟,杨锋.变动成本递增情形下双寡头企业产品质量竞争与决策[J].系统管理学报,2014,23(6):804-809.
TANG W J, ZHU J W, YANG F. Product quality competition and decision with enterprises under increasing cost in duopoly market [J]. Journal of Systems & Management, 2014, 23(6):804-809. (in Chinese)

[12] 刘军,谭德庆.存在强势零售商与直销渠道的供应链内生时机[J].计算机应用研究,2013,30(4):1028-1031.
LIU J, TAN D Q. Endogenous timing of supply chain with dominant retailer and direct channel [J]. Application Research of Computers, 2013, 30(4):1028-1031. (in Chinese)

[13] 马国顺,蔡红.不完全信息下 Cournot-Bertrand 多维博弈模型及其均衡[J].管理评论,2014,26(4):31-39.
MA G S, CAI H. Cournot-Bertrand multidimensional game and its equilibrium under incomplete information [J]. Management Review, 2014, 26(4):31-39. (in Chinese)

[14] 万寿义,王静.基于 Cournot-Bertrand 混合竞争的企业集团转移定价决策[J].控制与决策,2015,30(10):1907-1910.
WAN S Y, WANG J. Transfer pricing strategy for multi-divisional firm under Cournot-Bertrand mixed competition [J]. Control and Decision, 2015, 30(10):1907-1910. (in Chinese)

[15] 杨晓花,夏火松,罗云峰.双重内生选择下双寡头博弈的均衡研究[J].中国管理科学,2010,18(3):141-147.
YANG X H, XIA H S, LUO Y F. Equilibrium in duopoly game with double endogenous choices [J]. Chinese Journal of Management Science, 2010, 18(3):141-147. (in Chinese)

[16] BIAN J S, LAI K K, HUA Z S, et al. Bertrand vs. Cournot competition in distribution channels with upstream collusion [J]. International Journal of Production Economics, 2018, 204: 278-289.

[17] MCGUIRE T W, STAELIN R. An industry equilibrium analysis of downstream vertical integration[J]. Marketing Science, 1983, 2(2): 161-191.

[18] GIBBONS R S. Game theory for applied economists [M]. Princeton: Princeton University Press: 1992.