

doi: 10.19920/j.cnki.jmsc.2024.01.003

考虑竞争的 OEM 生产采购外包战略决策^①

王甜源¹, 傅科², 徐佳焱^{2*}

(1. 仲恺农业工程学院管理学院, 广州 510225; 2. 中山大学管理学院, 广州 510275)

摘要: 生产外包和采购外包是制造商面临的重要战略决策. 对此问题, 建立一个博弈论模型, 研究在竞争情形下制造商关于生产和采购的双重外包战略决策. 在决定是否外包生产的同时, 制造商还决定是否把零部件的采购外包给竞争对手. 研究结果表明, 制造商的最优生产和采购外包战略会受到自身和竞争对手的相对市场潜力以及生产投资成本的影响. 制造商的最优外包战略可能为生产和采购都外包、生产和采购都自主进行以及生产外包但采购不外包. 同时, 对于制造商来说, 任何情形下都不应单独把采购外包; 而市场潜力较弱的竞争对手则希望制造商生产外包但采购不外包. 另外, 研究表明在一定条件下存在双赢策略, 使得制造商和竞争对手都达到最优利润: 当竞争对手和制造商的市场潜力差距较大时, 制造商外包生产但自主采购能够实现双赢; 当它们的市场潜力差距较小时, 制造商将生产和采购都外包能够实现双赢.

关键词: 生产外包; 采购外包; 竞争; 纳什均衡

中图分类号: F272 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2024)01-0028-18

0 引言

近二十年来, 随着我国经济快速发展、市场竞争加剧和专业化发展, 越来越多的原始设备制造商(original equipment manufacturer, OEM)选择将产品或部件的生产过程战略性外包给其他企业. 承接 OEM 生产外包订单的企业通常被称为合同制造商(contract manufacturer, CM)或代工厂. CM 需要根据 OEM 的产品设计和指示对产品或者部件进行生产. 由于专业化生产, CM 相对于 OEM 往往会有成本优势. 生产外包一方面能降低 OEM 的固定投资成本和生产成本, 另一方面能使 OEM 专注于自身核心业务, 创建和保持长期的竞争优势^[1]. 最近十多年以来, 生产外包成为许多行业(如服装、电器及电子产品)的常态. 然而, 生产外包也有可能对 OEM 的内部运营造成不利影响. 例如, 生产外包增大了 OEM 进行生产管理和质量监

控的难度, 这进而会影响最终产品质量和消费者品牌满意度. 另外, 生产外包还可能造成提前期变长、交易和沟通成本上升、产品技术泄露等问题.

在现实中, 不少 OEM 会选择下游的竞争对手作为 CM. 以服装行业为例, 我国服装行业终端收入约有 60% 来自外销加工制造, 40% 来自内销品牌零售^[2], 因而 OEM 仍然在服装行业乃至国民经济中占有重要地位. 长江制衣集团是粤港澳大湾区最大的服装集团之一. 它常年为许多国外品牌代工, 其主要代工模式为服装外贸业内常见的包工包料和包工不包料两种, 且其旗下子公司 YGM 贸易有限公司也拥有自己的“马狮龙(MICHEL RENE)”等知名服装品牌^[3]. 再如, 宝洁在中国的工厂一方面生产自己旗下的金霸王电池, 另一方面为好市多的柯克兰电池进行代工^[4]. 然而, 有些 OEM 则尽量避免把生产外包给竞争企

① 收稿日期: 2018-11-06; 修订日期: 2022-06-17.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(72172167; 72371254); 教育部人文社会科学研究规划基金资助项目(21YJA630016); 广东省基础与应用基础研究基金资助项目(2021A1515011987; 2022B1515020081).

通讯作者: 徐佳焱(1987—), 男, 广东梅州人, 博士, 副教授. Email: xujiayan3@mail.sysu.edu.cn

业. 通用电气公司曾经由于国内高昂的生产成本, 考虑把一些微波炉的生产外包给当时的竞争对手松下电气. 由于竞争原因, 通用最后还是选择外包给当时规模还很小的三星公司, 虽然三星当时在微波炉生产方面缺乏经验, 生产成本也比松下高^[5]. 除了前面提到的生产外包的优劣势外, OEM 如果外包生产给竞争 CM 可能会加剧市场竞争, 损害 OEM 自身的竞争优势. 由此看来, OEM 是否应该把生产外包给 CM, 尤其是那些在下游市场和自己存在竞争关系的 CM, 是十分值得研究的现实问题.

另一方面, 如果 OEM 把产品生产外包给 CM, 接下来不可避免地会面临采购战略上的抉择: 产品零部件的采购是由 OEM 自主执行还是外包给 CM, 即选择“自主采购”战略还是“外包采购”战略? 采购外包问题近年来引起了较大的关注. 现实中, 自主采购和外包采购都有被 OEM 实施. 例如, 苹果公司虽然将 iPhone 的组装生产外包给富士康, 但苹果公司选择通过自己的全球采购获得手机零部件尤其是核心零部件, 比如苹果公司从三星公司采购 OLED 屏幕用于 iPhone 8 的生产^[6]. 惠普公司自主采购了部分零部件, 但又把某些零部件的采购委托给它的 CM^[7]. 思科公司也是将零部件采购外包给 CM^[8]. 很多因素会影响企业的采购外包战略. Amaral 等^[9]对企业的采购外包实践做了全面的总结, 并讨论了企业面临的权衡. 总的来说, 外包采购能降低 OEM 采购部门的人员和运营成本, 也能节省在途库存和在途监控成本, 但外包采购有可能影响零部件的采购质量和准时交货. 前文提到, 很多 OEM 把生产外包给竞争 CM. 此时, 若 OEM 进一步外包零部件采购, 那 CM 可以集中订购零部件用于生产自己的产品和 OEM 的产品. OEM 采购外包带来的集中订购一方面能获得供应商折扣, 降低 OEM 的采购成本; 另一方面, 竞争 CM 也能同时获得采购成本的节省, 这可能会使得下游市场竞争变得更加激烈. 在上述长江制衣案例中, 有些 OEM 使用自主采购(包工不包料), 有些 OEM 使用外包采购(包工包料). 由此看来, 是否应该把零部件采购外包给竞争 CM, 对 OEM 来说也是一个非常重要的抉择.

虽然学术界一直在研究生产外包和采购外包

问题, 但当前的研究要么单独考虑企业的生产外包问题, 要么单独考虑企业的采购外包问题, 尚未把生产外包和采购外包联合起来, 研究两种外包战略之间的关联互动. 另外, 前人关于企业采购外包的研究较少考虑竞争 CM 的情形. 有鉴于此, 本文将利用博弈论模型分析 OEM 的生产外包和采购外包战略决策: OEM 可以选择自主生产还是外包生产, 也可以选择自主采购还是外包采购. 在模型中同时考虑竞争 CM 的影响, 即外包对象 CM 在最终产品市场上和 OEM 有竞争关系. 研究发现在竞争 CM 情形下, OEM 最优的生产和采购外包战略会受到 CM 和 OEM 的相对市场潜力以及生产投资成本的影响, 且两种外包战略会相互作用: OEM 只有在外包生产给竞争 CM 的情形下才有可能外包采购, OEM 不应单独外包采购给竞争 CM. 研究还发现 OEM 的外包战略也会影响竞争 CM 的利润, 在某些情形下存在双赢策略. 本文首次在竞争 CM 下研究了 OEM 的生产和采购双重外包问题, 研究结果一方面将有助于企业做出更为合理的生产和采购外包战略, 另一方面可以对竞争环境下企业外包领域的学术研究做出有益的补充.

1 文献综述

外包一直是运营管理学术界关注的一个重点问题. 本文与以下两类文献紧密相关: 关于 OEM 生产外包战略的文献, 和关于 OEM 采购外包战略的文献.

关于 OEM 生产外包战略的文献非常多. 这些文献从市场特征^[10], 知识共享^[11], 规模经济^[12], 风险承担^[13], 策略性外包^[14], 学习曲线^[15]等角度对企业生产外包进行研究. 还有一些文献从交易成本角度利用实证方法研究了 OEM 是否应该进行生产外包, 包括 Leiblein 和 Miller^[16], Hoetker^[17]. Tsay 等^[18]对生产外包的国外文献做了很好的综述. 从国内文献来看, 吴锋和李怀祖^[19]基于外包环境给出了不同类型合作和联盟治理结构策略, 并通过对企业外包战略的统计分析实证了模型的有效性. 王立明和刘丽文^[20]建立了单周期、单制造商和单供应商的两级供应链模型, 研究

制造商的最优外包策略,并分析了外包对供应链的影响,还讨论了基于外包方式的供应链改进和协调策略。陈志明和陈志祥^[21]则针对 OEM 和 CM 的信息不对称,提出了基于 Bayesian 博弈的议价谈判模型,证明了存在一个均衡价格,该价格是双方达成交易意向的最佳条件。陈敬贤和梁樑^[22]研究了拥有两种替代性产品的 OEM 的生产外包问题。OEM 可以选择单源外包或双源外包。作者还研究了 OEM 的产品质量决策和生产外包决策之间的关系。夏晶等^[23]在两竞争 OEM 外包生产给共同 CM 情形下,研究了 OEM 对 CM 进行流程投资的搭便车行为。以上文献从多角度研究了 OEM 的生产外包战略,但均未考虑外包给有竞争关系的 CM 的情形。下面综述更为相关的文献: OEM 与竞争 CM 之间的生产外包。

Spiegel^[24]在凸型成本函数下研究两个竞争企业之间的横向外包。研究发现横向外包不仅能够提高生产效率和降低生产成本,在很多情况下也会提升产出水平和社会福利。Lim 和 Tan^[25]研究了一个两级供应链在两个时期内的相互作用。本文发现,OEM 可以利用其外包战略防止 CM 进入市场与其竞争。Wang 等^[26]研究了 OEM 的外包战略如何影响其自身和竞争 CM 对斯塔克伯格领导/追随者的偏好,同时也考虑了内生批发价格和外包比例的影响。Pun^[27]研究了 OEM 是否应该将关键零部件的生产外包给一个竞争 CM 或是其它没有竞争关系的公司,且是否应该由 OEM 自己还是竞争 CM 来进行研发提高零部件的质量。本文发现:在某些情况下,即使 CM 的成本更高,OEM 也应将零部件生产外包给竞争 CM 并由 CM 负责研发。基于两部收费制合同,Mandal 和 Jain^[28]研究了企业外包生产给竞争对手情形下竞争对手的产品质量决策。以上文献均只讨论 OEM 是否应该把生产外包给与之竞争的 CM。本文不仅探讨了 OEM 和竞争 CM 之间的生产外包问题,还同时探讨了采购外包问题,并发现两种外包战略有互动影响: OEM 只有在外包生产的情形下才有可能外包采购,OEM 在任何情形下都不应单独外包采购给竞争 CM。

不少文献分析了 OEM 的采购外包战略,即 OEM 是要自主采购还是外包采购? Guo 等^[29], Kayış 等^[30], Wang 等^[31]构建了一个由供应商,

CM 和 OEM 组成的三级供应链。Guo 等^[29]发现在 OEM 自主采购和外包采购下,供应链中的企业能获得的信息是不一样的。作者主要研究信息不对称和信息更新对 OEM 采购外包决策的影响。Kayış 等^[30]主要研究了不对称的成本信息和合同复杂性如何影响 OEM 的采购外包决策。作者发现,如果使用复杂的合同,那么 OEM 对两种采购策略无偏好;在批发价合同或数量折扣合同下,自主采购和外包采购都可能成为 OEM 的最优策略。本文关于采购外包的结果和 Kayış 等^[30]一致:自主采购和外包采购在批发价合同或数量折扣合同下均有可能被 OEM 选择。本文还进一步分析了 OEM 在竞争 CM 下的生产外包战略以及生产采购外包战略的关联互动。Wang 等^[31]分别在推式合约和拉式合约下对 OEM 的策略选择进行了比较分析。作者发现在推式合约下,自主采购策略的均衡产量更高;而在拉式合约下,外包采购策略的均衡产量更高。作者还发现,在推式合约下,OEM 和 CM 都更偏好自主采购策略;而在拉式合约下,OEM 偏好自主采购策略,CM 偏好外包采购策略。在上下游国家存在企业所得税差异及采购成本存在信息不对称下,Lai 等^[32]研究了跨国公司是否应该把采购外包给 CM 的问题。Wang 等^[33]建立了一个纳什议价模型来研究企业是否应该将采购外包给代理商,并探讨了买方、卖方及代理商之间的相对议价能力对采购外包战略的影响。以上文献未考虑市场竞争对采购外包战略的影响。

部分文献研究了竞争 OEM 的采购外包战略。Chen 等^[34], Bolandifar 等^[35], Xu 等^[36]构建了一个由供应商,CM 和两个竞争 OEM 组成的三级供应链,研究 OEM 在此环境下的采购外包战略。Chen 等^[34]发现 OEM 的采购外包战略会受到自身采购单价,CM 采购单价的波动性以及两个 OEM 竞争程度的影响。Bolandifar 等^[35]发现供应商的零部件定价策略会对 OEM 的采购外包战略产生非常重要的影响。Xu 等^[36]基于一个跨国供应链框架,发现国际市场的相对潜力大小和中国的出口退税政策会深刻影响跨国 OEM 的采购外包战略。

关于采购外包的现有文献要么没有考虑下游竞争,要么只考虑了两个 OEM 之间的竞争,尚未有文献在 CM 和 OEM 有直接竞争的情形下研究

OEM 的采购外包战略,并探讨市场竞争对 OEM 采购外包战略的影响. 另外,现有文献都是在 OEM 已经外包生产的前提下研究采购外包战略,没有同时把生产和采购的双重外包战略决策联合起来考虑.

表 1 在以下三方面对比了采购外包领域现有主要文献和本文的区别: 1) 是否考虑与 OEM 具有直接竞争关系的 CM; 2) 是否考虑 OEM 的双重外包问题(即同时考虑生产外包和采购外包); 3) 研究的是批发价合同还是数量折扣合同.

表 1 本文与采购外包领域现有文献的对比

Table 1 Comparison with existing literature in procurement outsourcing

	是否考虑 竞争 CM	是否考虑 双重外包	批发价或数 量折扣合同
Kayış 等 ^[30]	否	否	同时考虑
Chen 等 ^[34]	否	否	批发价
Bolandifar 等 ^[35]	否	否	数量折扣
Xu 等 ^[36]	否	否	批发价
本文	是	是	同时考虑

从表 1 可知,本文首次在竞争 CM 下研究了 OEM 的生产和采购双重外包问题,还同时考虑了数量折扣合同和批发价合同对 OEM 和 CM 的决策及利润的影响.

综上所述,绝大多数外包文献只考虑了生产外包的问题,或者是采购外包的问题,而本文则研究了 OEM 关于生产和采购的双重外包战略问题. 在此基础上还考虑了 CM 的直接竞争,是对现有外包研究的一个重要补充和完善. 此外,本研究有如下重要发现. 首先,在竞争 CM 下 OEM 的生产外包战略和采购外包战略之间有相互影响: OEM 只有在外包生产给竞争 CM 的情形下才有可能外包采购, OEM 不应该单独外包采购给竞争 CM. 其次,生产投资成本以及 CM 和 OEM 的相对市场潜力比对 OEM 的最优外包战略有显著影响. 随着生产投资成本的增大, OEM 会从自主生产转向外包生产,但不一定会从自主采购转向外包采购; 随着 CM 和 OEM 市场潜力比的增大, OEM 会更容易从自主生产转向外包生产,且有可能从自主采购转向外包采购. 最后,研究还发现,对于 OEM 和竞争 CM 来说,在一定条件下存在双赢策略. 当 CM 和 OEM 的市场潜力差距较大时, OEM 选择外包生产但自主采购能实现双赢; 当 CM 和 OEM 的市场

潜力差距较小时, OEM 选择生产和采购都外包能实现双赢. 研究结论可以为竞争环境下的 OEM 和 CM 提供决策支持及管理启示.

2 模型建立与求解

考虑一个由供应商, CM 和 OEM 组成的三级供应链. OEM 和 CM 都有自己的品牌,且两品牌产品在最终市场上进行竞争. 所以,模型考虑的是有竞争关系的 OEM 和 CM. OEM 和 CM 都需要供应商提供某种关键零部件来生产产品. OEM 可以选择自己生产产品或把产品生产外包给 CM,也可以选择自己从供应商直接采购零部件或把零部件采购外包给 CM. 在基础模型中,假设 CM 和 OEM 具有相同的单位产品生产成成本; 且不失一般性,假设该成本为零. 第 4 章的模型拓展将探讨 CM 和 OEM 具有不同生产成本的情形. OEM 如果选择自主生产,会有一次性的生产投资成本 K , 而 CM 作为代工企业,其生产投资成本为沉没成本,模型中不再涉及.

假设 OEM 或 CM 购买零部件时,供应商提供线性数量折扣方案 $w_s(q) = a - dq$, 其中 $w_s(q)$ 是采购单价, a 为供应商的基础批发价, d 为供应商的批量折扣水平, q 为订购量. 线性数量折扣方案下,下游采购的零部件越多,零部件的单价越低. 线性数量折扣被现有文献广泛使用,例如, Keskinocak 和 Savaşaneril^[37] 以及 Chen 和 Roma^[38] 等. 该折扣方案适合于研究采购外包(即集中订购)带来的供应商折扣. Bolandifar 等^[35] 也利用线性数量折扣方案来研究 OEM 的采购外包问题. 为保证利润函数的凹性,假设 $0 < d < 1/4(4 - \sqrt{10})$. 第 4 章的模型拓展将探讨供应商提供批发价合同下 OEM 的生产及采购外包问题.

假设 OEM 和 CM 的产品单价分别为

$$p_e = A_e - (q_e + q_m), p_m = A_m - (q_e + q_m),$$

其中 OEM 用下标 e 标识, CM 用下标 m 标识. A_e 代表 OEM 的市场规模, A_m 代表 CM 的市场规模. q_e 和 q_m 表示 OEM 和 CM 的生产数量. 这是常见的反需求函数,可以由 Singh 和 Vives^[39] 中的消费者二次效用函数得到. 该古诺竞争模型被现有文献广泛使用,如许明辉和孙康泰^[40] 以及 Liu

等^[41]. 基础模型假设 OEM 和 CM 的产品替代率 (或产品竞争程度) 为 1. 第 4 章的模型拓展将讨论产品替代率小于 1 的情形. 参照 Arya 等^[42] 定义 $\alpha_i = A_i - a \quad i \in \{e, m\}$. 新变量 α_i 能方便后面的分析和讨论. α_i 是市场规模和基础批发价格之差, 在一定程度上代表了企业的盈利性. 因此, 后面的分析和讨论分别把 α_e 和 α_m 称为 OEM 和 CM 的市场潜力. 假设 OEM 的市场规模比 CM 大, 且二者均大于供应商的基础批发价 a , 即 $A_e \geq A_m > a \quad \alpha_e \geq \alpha_m > 0$. 在现实生活中, 即使 CM 有

自主品牌并参与到终端市场竞争中, 其核心业务还是代工生产, 所以 OEM 往往比 CM 占据更大的市场份额. 此处的假设是符合现实的.

为了方便, 用 O 代表外包生产, N 代表自主生产, D 代表自主采购, I 代表外包采购. OEM 有四种外包策略组合: 外包生产但自主采购 (OD), 外包生产且外包采购 (OI), 自主生产且自主采购 (ND), 自主生产但外包采购 (NI). 用上标 l 表示外包策略组合, 即 $l \in \{OD, OI, ND, NI\}$. 各符号及其含义如下表 2 所示.

表 2 符号及其含义

Table 2 Notations and definitions

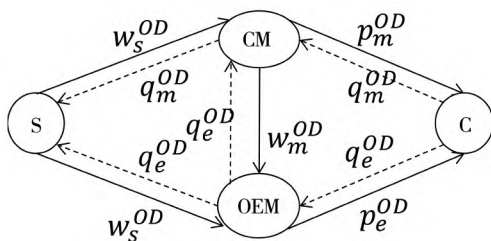
符号	含义	符号	含义
q_m^l	CM 的产量	w_m^l	CM 提供的外包单价
q_e^l	OEM 的产量	w_s^l	供应商零部件的批发价
p_m^l	CM 的产品售价	a	供应商零部件的基础价格
p_e^l	OEM 的产品售价	d	供应商零部件的批量折扣
π_m^l	CM 的利润	α_m	$A_m - a$, 代表 CM 的市场潜力
π_e^l	OEM 的利润	α_e	$A_e - a$, 代表 OEM 的市场潜力
A_m	CM 的市场规模	K	OEM 自主生产的一次性投资成本
A_e	OEM 的市场规模		

为了避免讨论一些无意义的情形, 模型需要一些正则条件. 首先, 为避免出现双方产量为负, 假设 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e} \geq \frac{1}{2-2d}$ 以保证 CM 在 ND 情形下的产量非负; 假设 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e} \geq \frac{2(1-d)}{5-16d+8d^2}$ 以保证 CM 在 OD 情形下的产量非负; 假设 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e} \leq 1-d$ 以保证 OEM 在 OD 情形下的产量非负. 总的来说, 模型假设 OEM 和 CM 的市场潜力满足以下关系

$$f_L(d) \leq \frac{\alpha_m}{\alpha_e} \leq f_U(d)$$

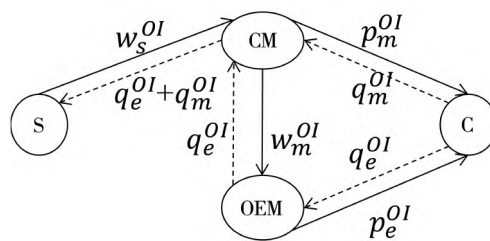
其中

$$f_L(d) = \max\left\{\frac{1}{2-2d}, \frac{2(1-d)}{5-16d+8d^2}\right\} \quad f_U(d) = 1-d$$



(a) OEM 外包生产但自主采购 (OD)

(a) Manufacturing outsourcing and direct procurement (OD)



(b) OEM 外包生产且外包采购 (OI)

(b) Manufacturing outsourcing and indirect procurement (OI)

Keskinocak 和 Savaşaneril^[37] 以及 Chen 和 Roma^[38] 关于市场潜力也做了类似的假设.

供应链结构和四种外包战略如图 1 所示, 其中 S 代表供应商, C 代表顾客. 模型的决策顺序如下. 首先, OEM 决策是否外包生产或采购, 即选择四种外包战略中的一种. 如果 OEM 生产和采购都不外包, 即 ND 情形, 那么 CM 和 OEM 同时决策各自的产量 q_m^{ND} 和 q_e^{ND} . 如果 OEM 在生产和采购中选择至少一种外包, 则 CM 先决策一个外包单价 w_m . 然后 OEM 根据 w_m 决策自己的产量 q_e . 最后 CM 决策自己的产量 q_m . 在外包情形下 CM 能收到 OEM 的订单, 所以 CM 的产量决策是在 OEM 之后做出.

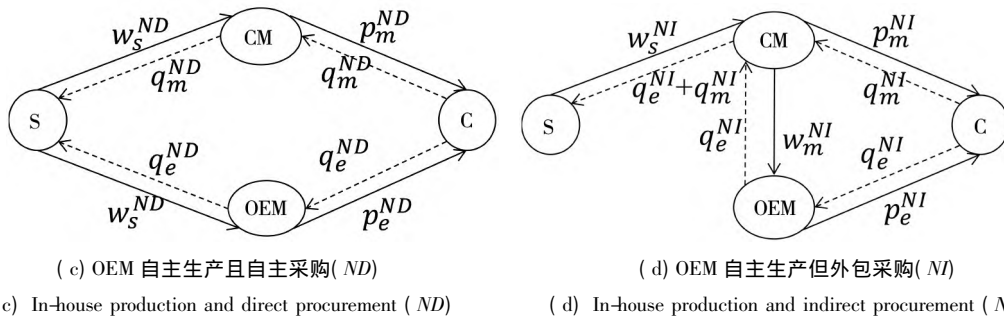


图 1 供应链结构图

Fig. 1 Supply chain structures

下面分别就四种外包战略分别进行求解,得到均衡价格、产量和利润。下一章将基于这些结果进行讨论与分析,得到相关管理启示。

2.1 OEM 外包生产但自主采购情形 (OD)

根据前文的模型设定,容易得出此种情况下 CM 和 OEM 的利润函数分别如下所示

$$\pi_m^{OD} = [A_m - (q_e^{OD} + q_m^{OD}) - (a - dq_m^{OD})] \times q_m^{OD} + w_m^{OD} q_e^{OD} \quad (1)$$

$$\pi_e^{OD} = [A_e - (q_e^{OD} + q_m^{OD}) - (a - dq_e^{OD}) - w_m^{OD}] q_e^{OD} \quad (2)$$

根据逆推法,先分析 CM 的产量决策 q_m^{OD} ,然后分析 OEM 的产量决策 q_e^{OD} ,再分析 CM 的单价决策 w_m^{OD} 。OD 情形下的均衡解如引理 1 所示。

引理 1 在 OD 情形下 均衡解为

$$w_m^{OD*} = \frac{\alpha_m + 2(1-9d+12d^2-4d^3)\alpha_e}{2(1-d)(3-16d+8d^2)},$$

$$q_m^{OD*} = \frac{(5-16d+8d^2)\alpha_m - 2(1-d)\alpha_e}{2(1-d)(3-16d+8d^2)},$$

$$q_e^{OD*} = \frac{2[(1-d)\alpha_e - \alpha_m]}{3-16d+8d^2},$$

$$p_m^{OD*} = \frac{(1-2d)[(5-16d+8d^2)\alpha_m - 2(1-d)\alpha_e]}{2(1-d)(3-16d+8d^2)} + a,$$

$$p_e^{OD*} = \frac{-(1-12d+8d^2)\alpha_m + 4(1-8d+11d^2-4d^3)\alpha_e}{2(1-d)(3-16d+8d^2)} + a,$$

$$\pi_m^{OD*} = \frac{(7-16d+8d^2)\alpha_m^2 - 8(1-d)\alpha_m\alpha_e + 4(1-d)^2\alpha_e^2}{4(1-d)(3-16d+8d^2)},$$

$$\pi_e^{OD*} = \frac{2(1-4d+2d^2)[(1-d)\alpha_e - \alpha_m]^2}{(1-d)(3-16d+8d^2)^2}.$$

2.2 OEM 外包生产且外包采购情形 (OI)

根据前文的模型设定,容易得出此种情况下 CM 和 OEM 的利润函数分别如下所示

$$\pi_m^{OI} = [A_m - (q_e^{OI} + q_m^{OI}) - (a - dq_e^{OI} - dq_m^{OI})] \times q_m^{OI} + [w_m^{OI} - (a - dq_e^{OI} - dq_m^{OI})] q_e^{OI} \quad (3)$$

$$\pi_e^{OI} = [A_e - (q_e^{OI} + q_m^{OI}) - w_m^{OI}] q_e^{OI} \quad (4)$$

根据逆推法,依次分析关于 q_m^{OI} , q_e^{OI} , w_m^{OI} 的决策。OI 情形下的均衡解如引理 2 所示。

引理 2 在 OI 情形下 均衡解为

$$w_m^{OI*} = \frac{(1-4d)\alpha_m + (2-2d)\alpha_e}{6(1-d)} + a,$$

$$q_m^{OI*} = \frac{(5-6d+4d^2)\alpha_m - 2(1-3d+2d^2)\alpha_e}{6(1-d)},$$

$$q_e^{OI*} = \frac{2(1-d)(\alpha_e - \alpha_m)}{3},$$

$$p_m^{OI*} = \frac{(5-8d)\alpha_m - (2-2d)\alpha_e}{6(1-d)} + a,$$

$$p_e^{OI*} = \frac{-(1+2d)\alpha_m + (4-4d)\alpha_e}{6(1-d)} + a,$$

$$\pi_m^{OI*} = \frac{(7-8d+4d^2)\alpha_m^2 - 8(1-d)^2\alpha_m\alpha_e + 4(1-d)^2\alpha_e^2}{12(1-d)},$$

$$\pi_e^{OI*} = \frac{2(1-d)(\alpha_e - \alpha_m)^2}{9}.$$

2.3 OEM 自主生产且自主采购情形 (ND)

根据前文的模型设定,容易得出此种情况下 CM 和 OEM 的利润函数分别如下所示

$$\pi_m^{ND} = [A_m - (q_e^{ND} + q_m^{ND}) - (a - dq_m^{ND})] q_m^{ND} \quad (5)$$

$$\pi_e^{ND} = [A_e - (q_e^{ND} + q_m^{ND}) - (a - dq_e^{ND})] q_e^{ND} - K \quad (6)$$

ND 情形下没有外包,所以 CM 和 OEM 同时决策 q_m^{ND} 和 q_e^{ND} 。ND 情形下的均衡解如引理 3 所示。

引理 3 在 ND 情形下 均衡解为

$$q_m^{ND*} = \frac{(2-2d)\alpha_m - \alpha_e}{3-8d+4d^2},$$

$$q_e^{ND*} = \frac{-\alpha_m + (2-2d)\alpha_e}{3-8d+4d^2},$$

$$\begin{aligned}
 P_m^{ND*} &= \frac{(2-2d)\alpha_m - \alpha_e}{3-2d} + a, \\
 P_e^{ND*} &= \frac{-\alpha_m + (2-2d)\alpha_e}{3-2d} + a, \\
 \pi_m^{ND*} &= \frac{(1-d)[\alpha_e - (2-2d)\alpha_m]^2}{(3-8d+4d^2)^2}, \\
 \pi_e^{ND*} &= \frac{(1-d)[(2-2d)\alpha_e - \alpha_m]^2}{(3-8d+4d^2)^2} - K.
 \end{aligned}$$

2.4 OEM 自主生产但外包采购情形 (NI)

根据前文的模型设定,容易得出此种情况下 CM 和 OEM 的利润函数分别如下所示

$$\pi_m^{NI} = [A_m - (q_e^{NI} + q_m^{NI}) - (a - dq_e^{NI} - dq_m^{NI})] \times q_m^{NI} + [w_m^{NI} - (a - dq_e^{NI} - dq_m^{NI})] q_e^{NI} \quad (7)$$

$$\pi_e^{NI} = [A_e - (q_e^{NI} + q_m^{NI}) - w_m^{NI}] q_e^{NI} - K \quad (8)$$

根据逆推法,依次分析关于 q_m^{NI} , q_e^{NI} , w_m^{NI} 的决策. NI 情形下的均衡解如引理 4 所示.

引理 4 在 NI 情形下,均衡解为

$$\begin{aligned}
 w_m^{NI*} &= \frac{(1-4d)\alpha_m + (2-2d)\alpha_e}{6(1-d)} + a, \\
 q_m^{NI*} &= \frac{(5-6d+4d^2)\alpha_m - 2(1-3d+2d^2)\alpha_e}{6(1-d)}, \\
 q_e^{NI*} &= \frac{2(1-d)(\alpha_e - \alpha_m)}{3}, \\
 P_m^{NI*} &= \frac{(5-8d)\alpha_m - (2-2d)\alpha_e}{6(1-d)} + a, \\
 P_e^{NI*} &= \frac{-(1+2d)\alpha_m + (4-4d)\alpha_e}{6(1-d)} + a, \\
 \pi_m^{NI*} &= \frac{(7-8d+4d^2)\alpha_m^2 - 8(1-d)^2\alpha_m\alpha_e + 4(1-d)^2\alpha_e^2}{12(1-d)}, \\
 \pi_e^{NI*} &= \frac{2(1-d)(\alpha_e - \alpha_m)^2}{9} - K.
 \end{aligned}$$

3 模型讨论与分析

3.1 OEM 的最优外包战略

通过比较 OEM 在四种外包战略中的均衡利润,可以得到 OEM 的最优战略. 研究发现 OEM 的外包战略选择会受到供应商的批量折扣水平、生产投资成本及相对市场潜力的影响. OEM 的最优外包战略选择如定理 1 所示.

定理 1 OEM 的最优外包战略如下:

(1) 当 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e} \leq f_1(d)$ 时,

- a. 若 $K > S_{NDOD}$, 则 OEM 选择 OD 战略;
- b. 若 $K \leq S_{NDOD}$, 则 OEM 选择 ND 战略.

(2) 当 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e} > f_1(d)$ 时,

- a. 若 $K > S_{NDOI}$, 则 OEM 选择 OI 战略;
- b. 若 $K \leq S_{NDOI}$, 则 OEM 选择 ND 战略.

其中 $S_{NDOD} = \frac{(1-d)((2-2d)\alpha_e - \alpha_m)^2}{(3-8d+4d^2)^2} -$

$$\frac{2(1-4d+2d^2)((1-d)\alpha_e - \alpha_m)^2}{(1-d)(3-16d+8d^2)^2} > 0, S_{NDOI} = \frac{(1-d)((2-2d)\alpha_e - \alpha_m)^2 - 2(1-d)(\alpha_e - \alpha_m)^2}{(3-8d+4d^2)^2} > 0,$$

$$f_1(d) = \frac{(1-d)(3-16d+8d^2-3\sqrt{1-4d+2d^2})}{(3-19d+24d^2-8d^3-3\sqrt{1-4d+2d^2})} > 0.$$

定理 1 说明,当 CM 的相对市场潜力 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 很小

时, OEM 一定会选择自主采购,但它选择自主生产还是外包生产则取决于生产投资成本 K 的大小. 如果生产投资成本 K 较大,则 OEM 选择外包生产;如果生产投资成本 K 较小,则 OEM 选择自主生产. 当 CM 的相对市场潜力 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 较大时, OEM 会在生产投资成本 K 较大时选择外包生产并外包采购,在生产投资成本 K 较小时选择自主生产且自主采购. 图 2 更直观地展示了 OEM 的在不同情形下的最优外包战略选择,其中横轴代表供应商的批量折扣水平,纵轴代表 CM 的相对市场潜力.

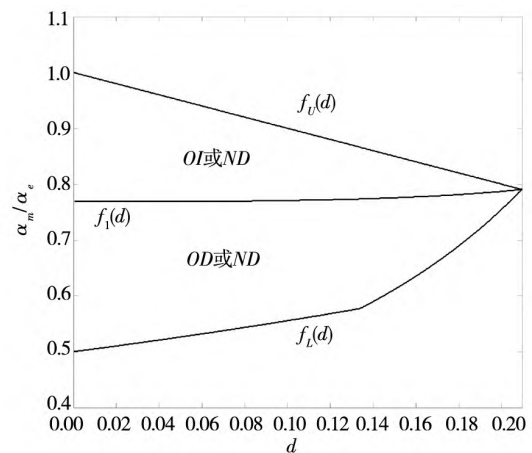


图 2 OEM 的最优外包战略选择
Fig. 2 OEM's optimal outsourcing strategy

具体来看,当 OEM 的市场潜力比 CM 大很多时(即当 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e} \leq f_1(d)$ 时),其产量也会比 CM 大很多.从聚集订货量获取供应商批量折扣的角度来看,OEM 外包采购可以降低零部件成本.但是,外包采购对 OEM 有两方面的负面影响.首先,可以证明 $w_m^{OI*} > a - d(q_e^{OI*} + q_m^{OI*})$, $w_m^{NI*} > a - d(q_e^{NI*} + q_m^{NI*})$,即外包采购下,CM 会通过转售零部件给 OEM 赚取一定的利润,那么对于 OEM 来说,外包采购带来的零部件折扣优惠就会明显下降.其次,由于 CM 的市场潜力比 OEM 小很多,CM 单独采购无法获得明显的折扣优惠,而 OEM 外包采购则会明显地降低 CM 的零部件采购成本,进一步增强 CM 的竞争能力;此时,OEM 外包采购给竞争 CM 带来的好处远远大于对于自身的好处.基于上述两方面的考虑,当 OEM 的市场潜力比 CM 大很多时,OEM 始终不会外包采购业务,只选择自主采购.另外,如果 OEM 自主生产的投资成本太大(即 $K > S_{NDOD}$),则它更愿意让 CM 代工生产;反之,如果投资成本不大(即 $K \leq S_{NDOD}$),OEM 自主生产可以节省外包生产下 CM 收取的费用,并凭借强大的市场潜力和低成本在最终市场竞争中获得优势.因此,当竞争 CM 比自己的市场潜力小很多时,OEM 要避免选择外包采购;而对于生产外包,OEM 则要看自身的生产投资成本的大小,投资成本越小,则越应避免外包生产.

当 OEM 和 CM 的市场潜力相当时(即当 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e} > f_1(d)$ 时),如果生产投资成本太大(即 $K > S_{NDOI}$),OEM 会选择外包生产.那 OEM 为何连采购也外包呢?此时 OEM 和 CM 的市场规模相当,它们的产量相当,外包采购能给 OEM 带来相当可观的采购成本节省,也并没有让竞争 CM 获利太多.所以,此时 OEM 愿意把生产和采购同时外包给 CM.当生产投资成本足够低时(即 $K \leq S_{NDOI}$),OEM 会选择自主生产.那 OEM 为何连采购也要控制呢?根据引理 2 和引理 4,可以得到 $w_m^{OI*} = w_m^{NI*}$.也就是说,只要 OEM 外包采购,不论它是否外包生产,CM 收取的单价都一样.这说明了单独外包采购业务的成本非常高,OEM 会尽量避免 NI 情形出现.所以,在 OEM 和 CM 市场潜力

相当且自主生产投资成本足够低时,OEM 一定会同时控制生产和采购,而不让竞争 CM 占便宜.

综上所述,对于和 CM 有竞争关系的 OEM 而言,生产投资成本较小时,应避免外包生产,且不要单独外包采购.反之,生产投资成本较大时,则应选择外包生产,而是否应外包采购则取决于 CM 的市场潜力:CM 市场潜力较大时,OEM 应选择外包采购.研究进一步发现相对于生产外包,OEM 对采购外包更加谨慎.OEM 外包生产与否取决于生产投资成本的大小,而采购外包仅在 CM 市场潜力较大,且 OEM 同时外包生产的情形下才会发生.从另一角度来看,这说明了 OEM 的生产外包和采购外包决策是相互关联的;只有在外包生产的情形下 OEM 才可能会外包采购.这些结果也和现实情况一致.例如,很少观察到 OEM 会单独外包采购给竞争 CM,而外包生产则比较普遍.另外,在长江制衣的案例中,有些 OEM 在外包生产的同时外包采购(包工包料),有些则自主采购(包工不包料).模型结果为这些现象提供了理论解释,即市场规模可能是 OEM 制定采购外包决策的关键考量因素.

通过定理 1 和图 2 发现,生产投资成本 K 、相对市场潜力比 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 以及供应商的批量折扣水平 d 会影响 OEM 外包战略的选择.因此,后面的参数灵敏度分析将逐一对这些影响进行探讨.

3.2 生产投资成本对 OEM 外包战略的影响

根据定理 1,容易得到以下命题.

命题 1 随着生产投资成本 K 的增大,OEM 会从自主生产战略转向外包生产战略,但不一定会从自主采购战略转向外包采购战略.

命题 1 说明了 OEM 是否从自主生产转向外包生产由生产投资成本 K 决定,但它是否从自主采购转向外包采购则不仅仅由生产投资成本 K 决定.

关于生产外包决策,研究发现随着生产投资成本 K 的增大, π_e^{ND*} 越小,而 π_e^{OD*} 和 π_e^{OI*} 不受影响.所以,当生产投资成本 K 增大到一定程度时,OEM 会选择外包生产.然而,生产投资成本 K 对 OEM 采购外包战略的影响没有那么直观.

一方面,研究表明 $w_m^{OI*} = w_m^{NI*}$,即只要 OEM

外包了采购,不论它是否外包生产,CM收取的单价都是一样的.这说明了如果OEM仅仅外包采购,CM会收取等同于外包两个业务的超高费用.因此,OEM一定不会单独外包采购业务.也就是说,采购外包只会发生在生产投资成本 K 足够大的时候.

另一方面,即使生产投资成本 K 足够大,OEM已经外包了生产业务,它也不一定会上外包采购.OEM的采购外包决策还和相对市场潜力比 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 有关.根据定理1,如果CM和OEM的市场潜力差距太大,则OEM不会外包采购.因为此情况下CM的产量比OEM小很多,外包采购带来的批量折扣好处大部分都给了CM.OEM不希望竞争CM太强而威胁到自己.总的来说,OEM是否会由自主采购转向外包采购由生产投资成本和相对市场潜力共同决定.

3.3 相对市场潜力对OEM外包战略的影响

根据定理1,可以进一步证明

$$\frac{\partial S_{NDOD}}{\partial \alpha_e} > 0, \frac{\partial S_{NDOI}}{\partial \alpha_e} > 0$$

由此,有以下命题.

命题2 随着相对市场潜力比 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 的增大,OEM会更容易从自主生产战略转向外包生产战略,且有可能从自主采购战略转向外包采购战略.

OEM是否会进行生产外包直接由生产投资成本 K 的大小决定.命题2说明了相对市场潜力比 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 会通过阈值 S_{NDOD} 和 S_{NDOI} 间接地影响OEM的生产外包决策.由于 S_{NDOD} 和 S_{NDOI} 均随着OEM的市场潜力 α_e 的增大而增大,即随着相对市场潜力比 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 的增大而减小.这意味着, $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 的增大会使

OEM更容易选择外包生产.究其原因,随着 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 的增大或OEM市场潜力 α_e 的减小,OEM能够分摊生产投资成本 K 的难度加大,规模经济效益减小,OEM自然更容易选择将生产外包.图3更清楚地阐释了相对市场潜力比对阈值的影响,其中 $\alpha_m = 2, d = 0.1$,横轴代表 α_e ,纵轴代表阈值 S .可

以看出随着OEM市场潜力 α_e 的减小,即 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 的增大,无论 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e} \leq f_1(0.1) = 0.771$,还是 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e} > f_1(0.1)$, K 的两个阈值 S_{NDOD} 和 S_{NDOI} 都减小,这意味着OEM更容易选择外包生产.

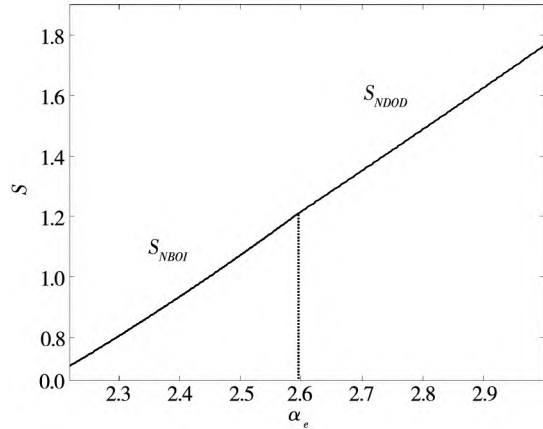


图3 相对市场潜力对OEM生产外包战略的影响

Fig. 3 The impact of relative market potential on OEM's manufacturing outsourcing strategy

然而,OEM的采购外包问题则很不相同.在相对市场潜力比 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 很小时,OEM一定不会选择外包采购业务.这是因为此时采购外包会帮助竞争CM明显变强.随着相对市场潜力比 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 的增大,OEM由自主采购策略转为外包采购策略的动机虽然增大,但仍然要受到生产投资成本 K 的影响.前文提到,OEM一定不会单独外包采购业务,只有生产投资成本 K 增大到让它愿意外包生产时它才有可能外包采购.也就是说,只有当相对市场潜力比 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 和生产投资成本 K 都足够大时,OEM才会从自主采购转为外包采购.

3.4 批量折扣水平对OEM外包战略的影响

接下来分析批量折扣水平 d 对OEM外包策略的影响.图4表明,随着 d 上升, $f_1(d)$ 先负后正,即 $f_1(d)$ 先降后升.这意味着,随着批量折扣水平的上升,OEM采购外包的意愿先升后降. d 上升对OEM的采购外包决策有双重影响:一方面, d 上升会给OEM带来更大的折扣,因此会促进OEM的采购外包;另一方面,采购外包下, d 上

升会使得竞争 CM 也获利, 因此 OEM 会偏向不外包采购. 当 d 较小时, 折扣带来的好处超过其带来的负面竞争影响, 因此 OEM 采购外包的意愿上升; 当 d 较大时, 负面竞争的影响超过折扣带来的好处, 因此 OEM 采购外包的意愿下降. 由此可以看出, OEM 和 CM 的竞合关系会对 OEM 的采购外包策略产生显著的影响. 图 5 和图 6 中, 设置 $\alpha_e = 1$, $\alpha_m = 0.8$, 且 $d \in [0, 0.1873]$ 以确保所有情形下的产量非负. 图 5 和图 6 表明, OEM 生产外包与否的两个阈值 S_{NDOD} 和 S_{NDOI} 均随着 d 的上升而上升. 这意味着, 批量折扣水平的上升会使得 OEM 生产外包的意愿下降. 主要原因是: d 的上升会提高 OEM 的产量, 那么 OEM 能够更容易分摊生产投资成本 K . 此情形下, OEM 自主生产的规模经济效益上升, 因而生产外包的意愿下降.

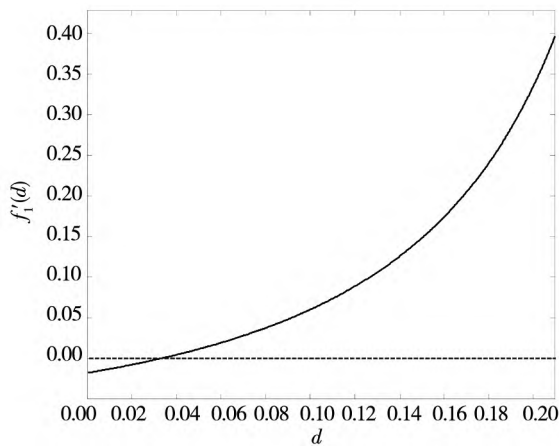


图 4 批量折扣水平对 OEM 采购外包策略的影响

Fig. 4 The impact of quantity discount level on OEM's procurement outsourcing strategy

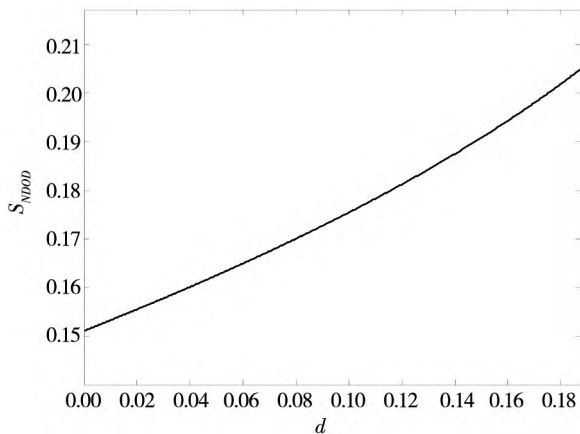


图 5 批量折扣水平对 S_{NDOD} 的影响

Fig. 5 The impact of quantity discount level on S_{NDOD}

3.5 各情形下 CM 的利润比较

下面比较在 OEM 三种可能的最优外包战略 (即 OD, OI, ND) 下 CM 的均衡利润. 按常理来说, CM 会希望 OEM 将生产和采购两项业务都外包. 然而, 研究发现, CM 在某些情形下只希望 OEM 外包生产, 如下命题 3 所示.

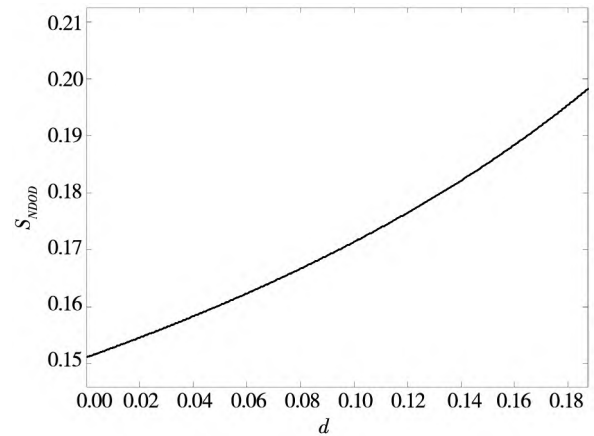


图 6 批量折扣水平对 S_{NDOI} 的影响

Fig. 6 The impact of quantity discount level on S_{NDOI}

命题 3 当 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e} \geq f_2(d)$ 时, OEM 选择 OI

战略对 CM 最优; 当 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e} < f_2(d)$ 时, OEM 选择

OD 战略对 CM 最优. 其中 $f_2(d) = \frac{-19+43d-32d^2+8d^3+\sqrt{3}\sqrt{(-1+d)^2(3-16d+18d^2)}}{-22+43d-32d^2+8d^3} > 0$.

命题 3 说明了当 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 较大时, OI 策略对 CM

最好; 当 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 较小时, OD 策略对 CM 最好. 图 7 展

示了 CM 对 OEM 外包策略的偏好. 可以看出, $f_2(d)$ 将可行域分成两个部分. 在上半部分即 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$

足够大时, CM 更希望 OEM 选择 OI 策略; 在下半部分即 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 较小时, CM 更希望 OEM 选择 OD

策略.

为什么 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 较小时, CM 不喜欢 OEM 外包采

购? 通过比较在 OI 和 OD 策略下 CM 从 OEM 收到的代工订单量可得

$$q_e^{OI*} - q_e^{OD*} = \frac{2d \left[(19 - 24d + 8d^2) \frac{\alpha_m}{\alpha_e} - 8(2 - 3d + d^2) \right]}{(9 - 48d + 24d^2) \alpha_e} \text{. 可}$$

以看出随着 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 的减小, $q_e^{OI*} - q_e^{OD*}$ 会慢慢减小至负. 也就是说, 当 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 减小到一定程度时, OEM 在 *OI* 策略下的订购量会小于在 *OD* 策略下的订购量. 究其原因, 当 CM 的市场潜力比 OEM 的市场潜力小很多时, 在 *OI* 策略下, OEM 外包采购, CM 会从批量折扣中获得明显的成本降低, 反之 OEM 并不会得到明显好处. 此时, 为了限制竞争 CM, OEM 会故意降低订购量, 这反而损害了 CM. 而在 *OD* 策略下, OEM 自主采购, OEM 没有动机通过降低订购量来限制 CM 从批量折扣中获利. 因此, $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 较小时, CM 在 *OI* 策略下的利润会不如它在 *OD* 策略下的利润; CM 宁愿 OEM 只外包生产, 从而避开它们之间的利益冲突点. 反之, 当 $\frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ 足够大时, CM 和 OEM 在市场上实力相当, OEM 外包采购给自身和 CM 带来的好处相当, 因此它不会减少订购量. 在此情形下, CM 在 *OI* 策略下的利润最大, 即 CM 希望 OEM 同时外包生产和采购.

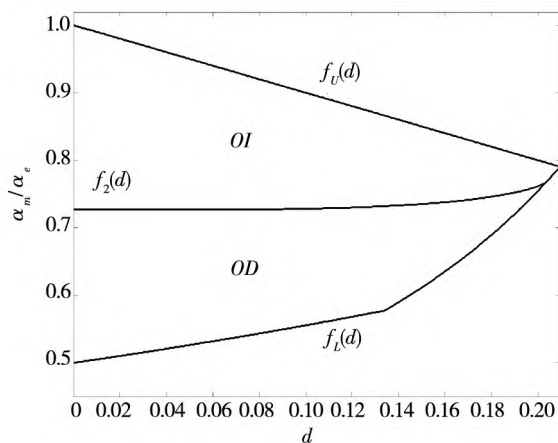


图 7 CM 对 OEM 外包策略的偏好

Fig. 7 CM's preference for OEM's outsourcing strategy

综上所述, 市场潜力较小的 CM 希望 OEM 仅外包生产, 而市场潜力较大的 CM 希望 OEM 同时外包生产和采购. 因此, CM 应该根据自身实际情况, 采取一些措施引导 OEM 选择更有利于自己的外包策略.

OEM 和 CM 之间存在复杂的竞合关系. 那么对于 OEM 和 CM 来说, 是否存在双赢的外包策略, 即 OEM 和 CM 在该策略下的利润均为最优? 结果如图 8 所示. 图 8 表明 *OD* 和 *OI* 策略均有可能是双赢策略. 其中, 当 CM 的市场潜力较小时, OEM 选择 *OD* 策略能实现双赢; 当 CM 的市场潜力较大时, OEM 选择 *OI* 策略能实现双赢; 当 CM 的市场潜力处于中间范围时, 不存在使得 OEM 和 CM 均最优的外包策略. 注意到在 *OD* 或 *OI* 策略下, OEM 均外包生产. 也就是说, 只有当 OEM 的生产投资成本足够大时, OEM 和 CM 才可能实现双赢. 具体来说, OEM 在外包策略选择时除了关注生产投资成本外, 还应关注 CM 和自身的市场潜力差距, 双方市场潜力越相当, 越适合外包更多的业务; 而 CM 也应该充分认知自身和 OEM 的市场潜力差距, 根据实际情形引导 OEM 选择 *OD* 或 *OI* 策略, 尽量避免其选择 *ND* 策略.

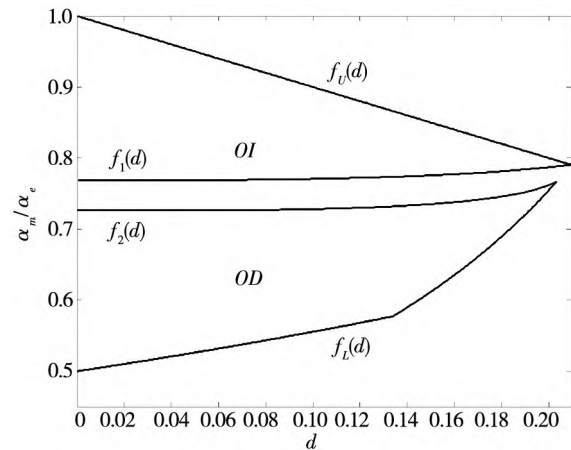


图 8 OEM 和 CM 的双赢外包策略

Fig. 8 OEM and CM's win-win outsourcing strategy

4 模型拓展

4.1 产品生产成本为正的情形

基础模型假设 CM 和 OEM 的单位生产成本为零. 现考虑单位生产成本为正的情形. 假设 CM 和 OEM 的单位生产成本分别为 c_m 和 c_e , $c_m, c_e > 0$.

首先考虑两企业的单位生产成本相等的情形, 即 $c_m = c_e = c > 0$. 定义 $\bar{\alpha}_i = \alpha_i - c = A_i - a - c$, $i \in \{e, m\}$. 可以证明基础模型的所有结果保持不变, 只需把结果中的 α_i 替换成 $\bar{\alpha}_i$.

接着考虑 c_m 和 c_e 不相等的情形. 正如引言所述, 由于专业化生产, CM 相对于 OEM 往往会有成本优势. 因此, 假设 $c_e > c_m > 0$. 通过逆推法可以求得四种外包策略下的均衡结果, 详见附录. 由于参数增多, 直接比较均衡利润很难得到严格的解析条件. 因此, 通过数值分析来验证基础模型的主要结果. 通过观察均衡结果可知, 外包策略选择只受 $c_e - c_m$ 影响. 假设 $\alpha_e = 1$, 考虑 $c_e - c_m = 0.1$, 0.2 两种情形.

首先, 比较 OEM 在四种外包策略下的利润. 图 9

假设 $c_e - c_m = 0.1$ 此时 $S_{NDOD} = \frac{(1-d)((2-2d)-\alpha_m)^2}{(3-8d+4d^2)^2} - \frac{2(1-4d+2d^2)(1.1(1-d)-\alpha_m)^2}{(1-d)(3-16d+8d^2)^2}$, $S_{NDOI} = \frac{(1-d)((2-2d)-\alpha_m)^2}{(3-8d+4d^2)^2} - \frac{2(1-d)(1.1-\alpha_m)^2}{9}$. 图 10 假设 $c_e - c_m = 0.2$ 此时 $S_{NDOD} = \frac{(1-d)((2-2d)-\alpha_m)^2}{(3-8d+4d^2)^2} - \frac{2(1-4d+2d^2)(1.2(1-d)-\alpha_m)^2}{(1-d)(3-16d+8d^2)^2}$, $S_{NDOI} = \frac{(1-d)((2-2d)-\alpha_m)^2}{(3-8d+4d^2)^2} - \frac{2(1-d)(1.2-\alpha_m)^2}{9}$. 通过比较图

9、图 10 与图 2 可知, 基础模型的结论在生产成本为正时仍然成立. 另外, 当 $c_e - c_m$ 增大时, $f_1(d)$ 会上升, 即 OEM 外包采购的意愿下降. 主要原因是: 当 $c_e - c_m$ 增大时, OEM 在市场上面对着具有强竞争力的 CM, 外包采购给 OEM 和 CM 同时带来的采购成本下降将会加剧市场竞争. 为了避免此情形发生, OEM 会倾向于自主采购.

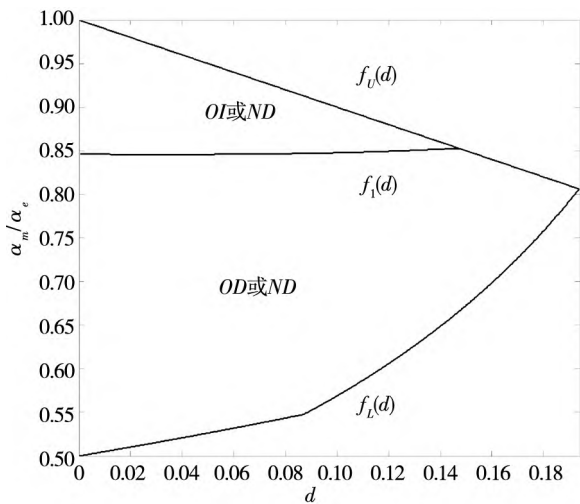


图 9 $c_e - c_m = 0.1$ 时 OEM 的最优外包策略选择

Fig. 9 OEM's optimal outsourcing strategy when $c_e - c_m = 0.1$

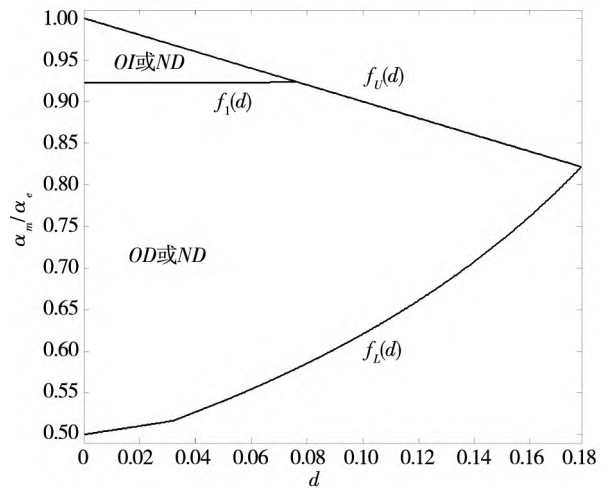


图 10 $c_e - c_m = 0.2$ 时 OEM 的最优外包策略选择

Fig. 10 OEM's optimal outsourcing strategy when $c_e - c_m = 0.2$

接着比较 CM 在四种外包策略下的利润. 如图 11、图 12 所示. 通过比较图 11、图 12 与图 7 可知, 基础模型的结论在生产成本为正时仍然成立. 另外, 当 $c_e - c_m$ 增大时, $f_2(d)$ 会上升, 即 CM 更倾向 OD. 主要原因是: 当 $c_e - c_m$ 增大时, OEM 在市场上面对着具有强竞争力的 CM. 在 OI 情形下, 为了限制竞争 CM, OEM 会大幅降低订购量, 这反而损害了 CM. 因此, 当 $c_e - c_m$ 增大时, CM 更倾向于 OD.

最后, 探讨下 OEM 和 CM 的双赢外包策略, 如图 13、图 14 所示. 通过比较图 13、图 14 与图 8 可知, 基础模型的结果在两企业的生产成本为正时仍然成立. 另外, 当 $c_e - c_m$ 增大时, OD 外包策略更有可能实现双赢.

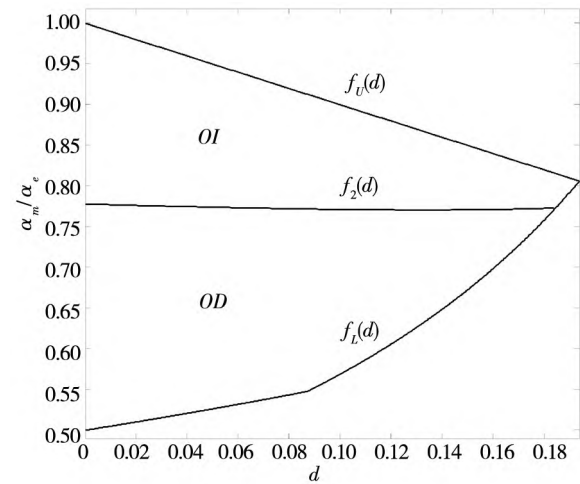


图 11 $c_e - c_m = 0.1$ 时 CM 对 OEM 外包策略的偏好

Fig. 11 CM's preference for OEM's outsourcing strategy when $c_e - c_m = 0.1$

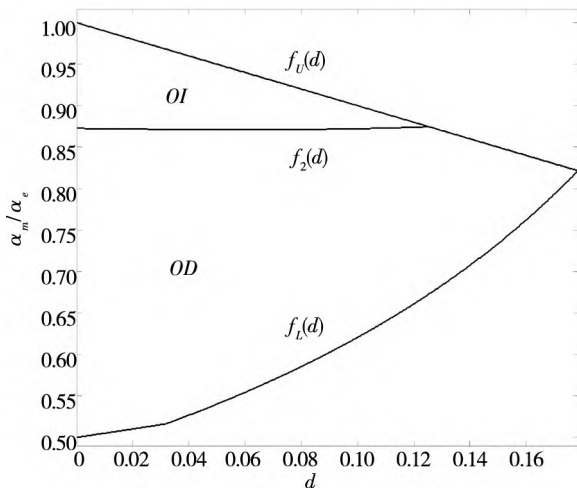


图 12 $c_e - c_m = 0.2$ 时 CM 对 OEM 外包策略的偏好
Fig. 12 CM's preference for OEM's outsourcing strategy when $c_e - c_m = 0.2$

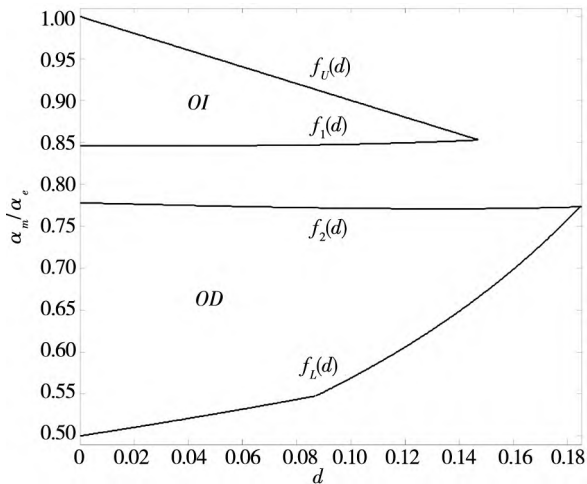


图 13 $c_e - c_m = 0.1$ 时 OEM 和 CM 的双赢外包策略
Fig. 13 OEM and CM's win-win outsourcing strategy when $c_e - c_m = 0.1$

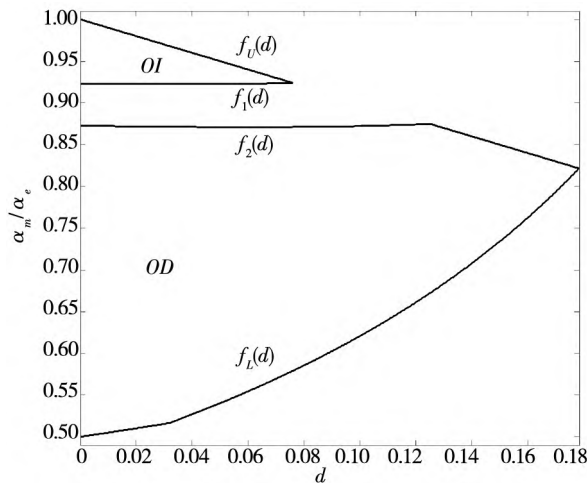


图 14 $c_e - c_m = 0.2$ 时 OEM 和 CM 的双赢外包策略
Fig. 14 OEM and CM's win-win outsourcing strategy when $c_e - c_m = 0.2$

综上所述,CM 和 OEM 的单位生产成本为正时,基础模型的所有结果性质上保持不变.另外,数值实验发现,当 $c_e - c_m$ 增大时,由于竞争上的考量,OEM 外包采购的意愿下降,CM 也更倾向于 OEM 只外包生产.

4.2 供应商提供批发价合同的情形

前文分析均假设供应商提供一个线性数量折扣方案.在现实中,批发价合同也非常普遍.现有文献,如 Kayiř 等^[30],也同时考虑了数量折扣合同和批发价合同.因此,接下来验证基础模型的结论在批发价合同下是否成立.

假设供应商提供单价为 a 的批发价合同,即基础模型中 $d = 0$.通过比较 OEM 和 CM 在四种外包策略下的均衡利润可得如下定理.

定理 2 (1) 供应商提供批发价合同下,OEM 的最优外包策略如下:

a) 若 $K > \tilde{S}_{NDOD}$,则 OD 和 OI 策略都能给 OEM 带来最优利润;

b) 若 $K \leq \tilde{S}_{NDOD}$,则 OEM 选择 ND 策略.

其中 $\tilde{S}_{NDOD} = \frac{(2\alpha_e - \alpha_m)^2}{9} - \frac{2(\alpha_e - \alpha_m)^2}{9} > 0$.

(2) 供应商提供批发价合同下,OD 和 OI 策略都能给 CM 带来最优利润.

定理 2 说明,基础模型的结果在供应商提供批发价合同下仍然成立.OEM 的最优外包策略可能为生产和采购都外包、生产和采购都自主进行以及生产外包采购不外包.在任何情况下,OEM 都不会选择单独外包采购.和基础模型不同的是,OEM 的最优外包策略只取决于生产投资成本,和市场潜力 α_i 无关.当生产投资成本较高时,OEM 应选择生产外包或生产采购均外包;当生产投资成本较低时,OEM 应选择自主生产自主采购.由于折扣效应消失,CM 和 OEM 的相对市场潜力不再影响 OEM 的采购外包选择.另外,CM 对生产外包和生产采购均外包这两种外包策略无差异.综合 OEM 和 CM 对外包策略的偏好,当 $K > \tilde{S}_{NDOD}$ 时,OD 和 OI 策略均能实现 OEM 和 CM 的双赢.

4.3 OEM 与 CM 的产品替代率小于 1 的情形

基础模型假设 OEM 与 CM 的产品替代率(或产品竞争程度)为 1. 现考虑产品替代率小于 1 的情形, 并进一步研究竞争程度对基础模型结果的影响. 假设 OEM 与 CM 的产品替代率为 γ , 则 CM 和 OEM 的产品单价分别为 $p_m = A_m - q_m - \gamma q_e$, $p_e = A_e - q_e - \gamma q_m$. 通过逆推法可以求得四种外包策略下的均衡结果, 详见附录. 引入产品替代率 γ 后, 直接比较均衡利润很难得到严格的解析条件. 因此通过数值分析来验证基础模型的主要结果. 考虑 $\gamma = 0, 0.5$ 两种情形.

首先考虑 $\gamma = 0$ 的情形, 即 OEM 与 CM 的产品不具有竞争关系. 图 15(假设 $\alpha_e = 1$) 展示了 OEM 的最优外包策略: 当生产投资成本比较大时, OEM 应该选择生产采购都外包; 当生产投资成本比较小时, OEM 应该选择自主生产自主采购. 和基础模型($\gamma = 1$) 不同的是, OEM 不会选择单独外包生产. 主要原因是: 基础模型中, OEM 选择单独外包生产是为了避免采购外包带来的竞争加剧. $\gamma = 0$ 下 OEM 与 CM 的产品不具有竞争关系, 因此 OEM 不会选择单独外包生产. 另外, CM 对 OEM 外包策略的偏好如图 16 所示, 结果还是和基础模型一样: 当 CM 和 OEM 的相对市场潜力比较大时, CM 希望 OEM 生产采购都外包; 当相对市场潜力比较小时, CM 希望 OEM 只外包生产. 图 17 展示了 OEM 和 CM 的双赢外包策略, 当 CM 和 OEM 的相对市场潜力比较大, 且生产投资成本较大时, OI 是双赢策略. $\gamma = 0$ 下 OD 不可能是双赢策略.

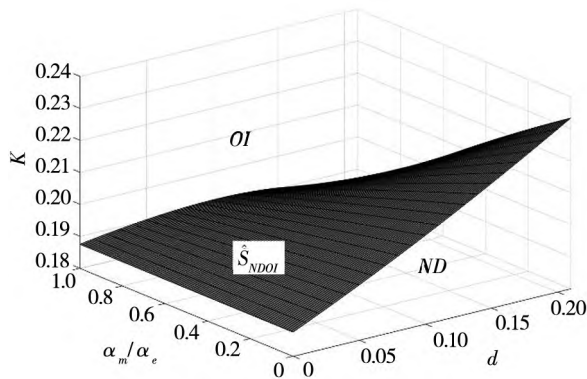


图 15 $\gamma = 0$ 时 OEM 的最优外包策略选择
Fig. 15 OEM's optimal outsourcing strategy when $\gamma = 0$

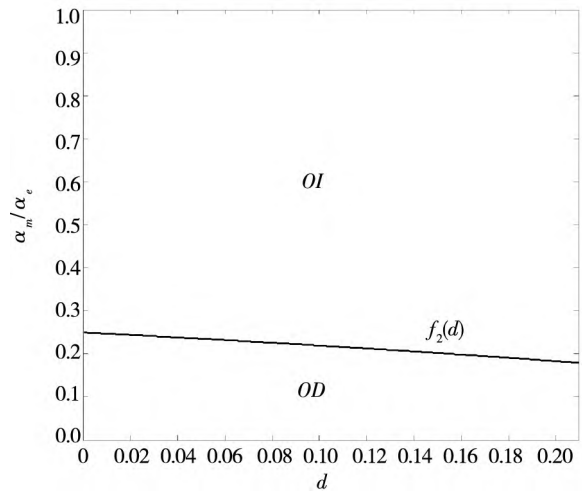


图 16 $\gamma = 0$ 时 CM 对 OEM 外包策略的偏好
Fig. 16 CM's preference for OEM's outsourcing strategy when $\gamma = 0$

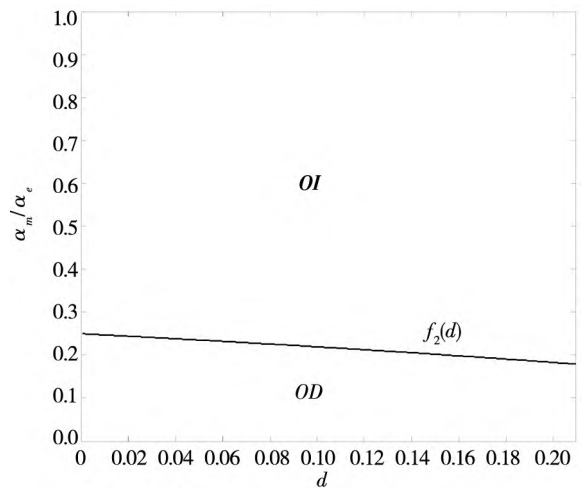


图 17 $\gamma = 0$ 时 OEM 和 CM 的双赢外包策略
Fig. 17 OEM and CM's win-win outsourcing strategy when $\gamma = 0$

接着考虑 $\gamma = 0.5$ 的情形. 图 18 展示了 OEM 最

优外包策略. 此时 $S_{NDOD} = \frac{(1-d)(2(-1+d)\alpha_e + 0.5\alpha_m)^2}{(-3.75+8d-4d^2)^2} - \frac{2(1-4d+2d^2)^3 \times (1.375-9d+20.5d^2-16d^3+4d^4) \times ((-1+d)\alpha_e + 0.5\alpha_m)^2}{(1-d)(-1.5+4d-2d^2)^2(-3.875+31d-79.5d^2+64d^3-16d^4)^2}$,
 $S_{NDOI} = \frac{(1-d)(2(-1+d)\alpha_e + 0.5\alpha_m)^2}{(-3.75+8d-4d^2)^2} - \frac{2(1.75-d)((-1+d)\alpha_e + (-d+0.5)\alpha_m)^2}{(1-d)(6.75-6d)^2}$.

图 19 和图 20 展示了 CM 对 OEM 外包策略的偏好以及双赢策略. 所有结果和基础模型类似, OD 和 OI 有可能是双赢策略.

综上所述, 产品替代率(或产品竞争程度)小于 1 时, 基础模型的主要结论性质上保持不变. 稍有不同的是, 当 OEM 和 CM 的产品不具有竞争关系时, OEM 不会选择单独外包生产. 竞争关系会使得 OEM 有可能选择 OD 策略, 也会增大 OD 成

为双赢策略的可能性.

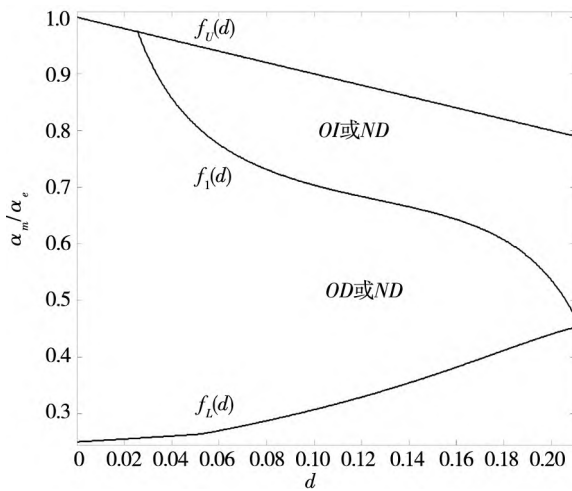


图 18 $\gamma = 0.5$ 时 OEM 的最优外包策略选择

Fig. 18 OEM's optimal outsourcing strategy when $\gamma = 0.5$

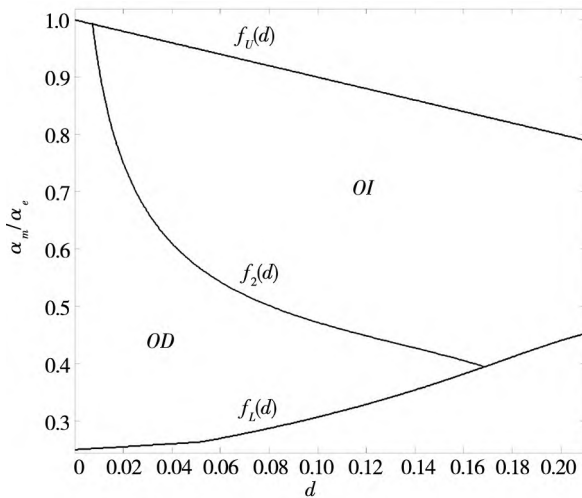


图 19 $\gamma = 0.5$ 时 CM 对 OEM 外包策略的偏好

Fig. 19 CM's preference for OEM's outsourcing strategy when $\gamma = 0.5$

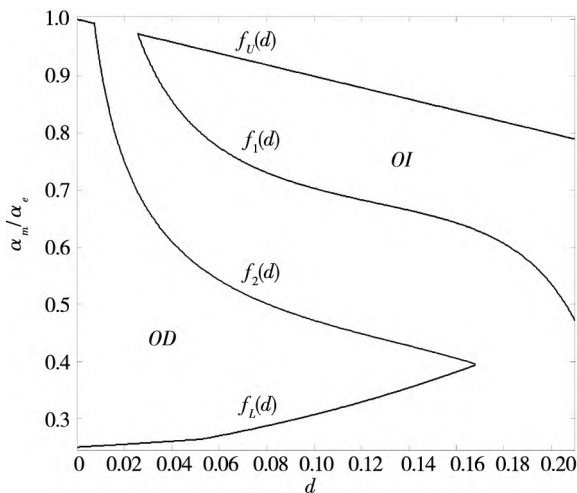


图 20 $\gamma = 0.5$ 时 OEM 和 CM 的双赢外包策略

Fig. 20 OEM and CM's win-win outsourcing strategy when $\gamma = 0.5$

5 结束语

随着全球化和专业化的发展,越来越多的 OEM 选择将生产甚至是采购业务外包给 CM 以达到节省成本和发展核心竞争力的目的.现实中,有些 CM 除了为 OEM 代工,同时也生产自己的产品且在最终市场上和 OEM 的产品进行竞争.本文研究在面临竞争 CM 的情形下,OEM 对于生产和采购业务的双重外包战略决策.

通过比较 OEM 在四种外包战略下的均衡利润,发现 OEM 的最优外包战略可能为生产和采购都外包、生产和采购都自主进行以及生产外包采购不外包这三种.另外,OEM 不应该单独外包采购,因为这将使得竞争 CM 获得优势而损害 OEM 的自身利益.这也说明了 OEM 的生产外包和采购外包是相互关联的.

生产投资成本以及 CM 和 OEM 的相对市场潜力比对 OEM 的最优外包战略有显著影响.研究发现,随着生产投资成本的增大,OEM 会从自主生产转向外包生产,但不一定会从自主采购转向外包采购;随着 CM 和 OEM 市场潜力比的增大,OEM 会更容易从自主生产转向外包生产,且有可能从自主采购转向外包采购.

通过比较 CM 在各种外包战略下的利润可以发现:市场潜力较弱的 CM 希望 OEM 只外包生产,不外包采购.此外,对于 OEM 和竞争 CM 来说,在一定条件下存在双赢策略.当 CM 和 OEM 的市场潜力差距较大时,OEM 选择外包生产但自主采购能实现双赢;当 CM 和 OEM 的市场潜力差距较小时,OEM 选择生产和采购都外包能实现双赢.

研究结论为 OEM 和 CM 的决策提供了一定的管理启示.在有竞争 CM 下,OEM 的生产采购外包战略需要综合考量市场潜力以及生产投资成本.具体而言,生产投资成本越大,OEM 越应选择外包生产;CM 的市场潜力越大,OEM 越应选择外包采购;另外,OEM 不应该单独外包采购.对 CM 而言,它应该充分认知自己和 OEM 的市场实力差距,在 OEM 比自己强大很多时引导其选择外包生产不外包采购战略,在 OEM 和自己实力相当时引导其同时外包生产和采购.

后续的研究可以从如下几个方向考虑. 首先, 模型假设 CM 直接和 OEM 在市场中进行竞争. 在现实中, CM 可能不直接参与竞争, 而只是为另一竞争 OEM 代工. 未来可以探究在此供应链结构下

两个竞争 OEM 的生产采购外包战略. 另外, 模型发现供应商的批量折扣合同会影响下游企业的生产采购外包战略, 进而影响自身的利润. 未来可以从供应商角度探究最优的批量折扣.

参 考 文 献:

- [1] Kakabadse A, Kakabadse N. Outsourcing: Current and future trends [J]. *Thunderbird International Business Review*, 2010, 47(2): 183–204.
- [2] 前瞻产业研究院. 2021–2026 年中国服装行业产销需求与发展前景预测分析报告 [EB/OL]. <https://bg.qianzhan.com/trends/detail/506/210721-c916efc3.html>, 2021 年 7 月 2 日.
Prospective Industrial Research Institute. Forecast and analysis report on production and marketing demand and development prospect of China's garment industry from 2021 to 2026 [EB/OL]. <https://bg.qianzhan.com/trends/detail/506/210721-c916efc3.html>, 2021-7-2. (in Chinese)
- [3] 搜狐新闻. 盘点国内十家世界级服装代工厂, 你都知道吗? [EB/OL]. https://www.sohu.com/a/127136893_251720. 2017 年 2 月 24 日.
Sohu News. Do you know the ten world-class garment manufacturers in China? [EB/OL]. https://www.sohu.com/a/127136893_251720, 2017-2-24. (in Chinese)
- [4] Howard C. Costco CEO shares tips with Clark Howard to help you save money [EB/OL]. <https://www.wsbtv.com>, November 11, 2016.
- [5] Chen Y, Dubey P, Sen D. Outsourcing induced by strategic competition [J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2011, 29(4): 484–492.
- [6] Liberatore S. The iPhone 8 is coming! Apple orders 70 million OLED screens from Samsung for radical new design [EB/OL]. <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4377330/Did-Apple-order-70-million-OLED-screens-Samsung.html>, April 3, 2017.
- [7] Carbone J. Hewlett-Packard wins for the 2nd time [J]. *Purchasing Magazine*, 2004, 133(14): 34–50.
- [8] Nagarajan M, Bassok Y. A bargaining framework in supply chains: The assembly problem [J]. *Management Science*, 2008, 54(8): 1482–1496.
- [9] Amaral J, Billington C, Tsay A. Safeguarding the promise of production outsourcing [J]. *Interfaces*, 2006, 36(3): 220–233.
- [10] Elmaghraby W J. Supply contract competition and sourcing policies [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2000, 2(4): 350–371.
- [11] Bandyopadhyay S, Pathak P. Knowledge sharing and cooperation in outsourcing projects—A game theoretic analysis [J]. *Decision Support Systems*, 2007, 43(2): 349–358.
- [12] Cachon G P, Harker P T. Competition and outsourcing with scale economies [J]. *Management Science*, 2002, 48(10): 1314–1333.
- [13] Ülkü S, Toktay L B, Yücesan E. Risk ownership in contract manufacturing [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2007, 9(3): 225–241.
- [14] Arya A, Mittendorf B, Sappington D E M. The make-or-buy decision in the presence of a rival: Strategic outsourcing to a common supplier [J]. *Management Science*, 2008, 54(10): 1747–1758.
- [15] Gray J V, Tomlin B, Roth A V. Outsourcing to a powerful contract manufacturer: The effect of learning-by-doing [J]. *Production and Operations Management*, 2009, 18(5): 487–505.
- [16] Leiblein M J, Miller D J. An empirical examination of transaction- and firm-level influences on the vertical boundaries of the firm [J]. *Strategic Management Journal*, 2003, 24(9): 839–859.
- [17] Hoetker G. How much you know versus how well I know you: Selecting a supplier for a technically innovative component

- [J]. *Strategic Management Journal*, 2005, 26(1): 75–96.
- [18] Tsay A A, Gray J V, Noh J, et al. A review of production and operations management research on outsourcing in supply chains: Implications for the theory of the firm [J]. *Production and Operations Management*, 2018, 27(7): 1177–1220.
- [19] 吴 锋, 李怀祖. 基于核心制造规范的外包决策模型及实证研究 [J]. *管理工程学报*, 2005, 19(1): 37–43.
Wu Feng, Li Huaizu. The outsourcing decision model of core manufacturing specification based and case study [J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2005, 19(1): 37–43. (in Chinese)
- [20] 王立明, 刘丽文. 供应链上的后向整合外包与协调策略分析 [J]. *管理科学学报*, 2008, 11(3): 78–87.
Wang Liming, Liu Liwen. Analysis of supply chain backward integration, outsourcing and coordination strategies [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2008, 11(3): 78–87. (in Chinese)
- [21] 陈志明, 陈志祥. 议价的 OEM 供应链在随机供需下的协调决策 [J]. *管理科学学报*, 2014, 17(5): 43–51.
Chen Zhiming, Chen Zhixiang. Coordination in a price-negotiable OEM supply chain with random supply and random demand [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2014, 17(5): 43–51. (in Chinese)
- [22] 陈敬贤, 梁 樑. 外包环境下考虑产品质量的 OEM 采购战略决策 [J]. *管理科学学报*, 2018, 21(9): 38–49.
Chen Jingxian, Liang Liang. OEM's sourcing strategy for quality in outsourcing [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2018, 21(9): 38–49. (in Chinese)
- [23] 夏 晶, 牛文举, 沈厚才. 面向共同 CM 时具搭便车行为 OEM 的流程投资策略 [J]. *系统工程学报*, 2022, 37(1): 130–144.
Xia Jing, Niu Wenju, Shen Houcai. Process investment strategies for free riding OEMs that face a common CM [J]. *Journal of Systems Engineering*, 2022, 37(1): 130–144. (in Chinese)
- [24] Spiegel Y. Horizontal subcontracting [J]. *RAND Journal of Economics*, 1993, 24(4): 570–590.
- [25] Lim W S, Tan S J. Outsourcing suppliers as downstream competitors: Biting the hand that feeds [J]. *European Journal of Operational Research*, 2010, 203(2): 360–369.
- [26] Wang Y, Niu B, Guo P. On the advantage of quantity leadership when outsourcing production to a competitive contract manufacturer [J]. *Production and Operations Management*, 2013, 22(1): 104–119.
- [27] Pun H. Supplier selection of a critical component when the production process can be improved [J]. *International Journal of Production Economics*, 2014, 154(4): 127–135.
- [28] Mandal P, Jain T. Partial outsourcing from a rival: Quality decision under product differentiation and information asymmetry [J]. *European Journal of Operational Research*, 2021, 292(3): 886–908.
- [29] Guo P, Song J S, Wang Y. Outsourcing structures and information flow in a three-tier supply chain [J]. *International Journal of Production Economics*, 2010, 128(1): 175–187.
- [30] Kayış E, Erhun F, Plambeck E L. Delegation vs. control of component procurement under asymmetric cost information and simple contracts [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2013, 15(1): 45–56.
- [31] Wang Y, Niu B, Guo P. The comparison of two vertical outsourcing structures under push and pull contracts [J]. *Production and Operations Management*, 2014, 23(4): 610–625.
- [32] Lai G, Liu Y, Xiao W. International taxation and production outsourcing [J]. *Production and Operations Management*, 2021, 30(2): 402–418.
- [33] Wang Y, Niu B, Guo P, et al. Direct sourcing or agent sourcing? Contract negotiation in procurement outsourcing [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2021, 23(2): 294–310.
- [34] Chen Y J, Shum S, Xiao W. Should an OEM retain component procurement when the CM produces competing products? [J]. *Production and Operations Management*, 2012, 21(5): 907–922.
- [35] Bolandifar E, Kouvelis P, Zhang F. Delegation vs. control in supply chain procurement under competition [J]. *Production and Operations Management*, 2016, 25(9): 1528–1541.
- [36] Xu J, Hsu V N, Niu B. The impacts of markets and tax on a multinational firm's procurement strategy in China [J]. *Production and Operations Management*, 2018, 27(2): 251–264.
- [37] Keskinocak P, Savaşaneril S. Collaborative procurement among competing buyers [J]. *Naval Research Logistics*, 2010, 55(6): 516–540.

- [38] Chen R R , Roma P. Group buying of competing retailers [J]. *Production and Operations Management* , 2011 , 20(2) : 181 – 197.
- [39] Singh N , Vives X. Price and quantity competition in a differentiated duopoly [J]. *Rand Journal of Economics* , 1984 , 15 (4) : 546 – 554.
- [40] 许明辉 , 孙康泰. 需求预测信息共享对供应商入侵策略的影响 [J]. *管理科学学报* , 2020 , 23(12) : 75 – 90.
Xu Minghui , Sun Kangtai. The impact of demand forecast sharing on supplier encroachment strategy [J]. *Journal of Management Sciences in China* , 2020 , 23(12) : 75 – 90. (in Chinese)
- [41] Liu B , Guan X , Wang Y. Supplier encroachment with multiple retailers [J]. *Production and Operations Management* , 2021 , 30(10) : 3523 – 3539.
- [42] Arya A , Mittendorf B , Yoon D H. Friction in related-party trade when a rival is also a customer [J]. *Management Science* , 2008 , 54(11) : 1850 – 1860.

OEM's manufacturing and procurement outsourcing strategy with competition

WANG Tian-yuan¹ , FU Ke² , XU Jia-yan^{2*}

1. Management College , Zhongkai University of Agriculture and Engineering , Guangzhou 510225 , China;

2. School of Business , Sun Yat-sen University , Guangzhou 510275 , China

Abstract: Manufacturing and procurement outsourcing is a very important problem facing original equipment manufacturers. This paper builds a game-theoretical model to study an original equipment manufacturer's manufacturing and procurement outsourcing strategy in a competitive environment. The manufacturer decides whether to outsource the product manufacturing and component procurement to a competitor. It is shown that the manufacturer's optimal strategy is affected by the competitor's and manufacturer's relative market potentials and the manufacturing investment cost. The optimal strategy may include both production and procurement outsourcing , independent production and procurement , or production outsourcing while keeping procurement in-house. Interestingly , the manufacturer should avoid outsourcing procurement alone under any circumstance. The competitor with a much smaller market potential prefers the manufacturer to outsource manufacturing but not procurement. Furthermore , there may be win-win strategies under which both the manufacturer and competitor obtain maximum profits. When the competitor has a much smaller market potential , outsourcing only manufacturing is the win-win strategy; when the competitor has a similar market potential as the manufacturer , outsourcing both manufacturing and procurement is the win-win strategy.

Key words: manufacturing outsourcing; procurement outsourcing; competition; Nash equilibrium