

文章编号:1003-207(2008)03-0095-07

# 基于不确定条件下的供应商参与协同设计决策分析

张子健, 刘伟, 张婉君

(重庆大学经济及工商管理学院, 重庆 400030)

**摘要:**以供应商参与协同设计所承担任务比例,作为其参与程度的定量指标,考虑研发不确定性,从供应商角度出发寻求其最适合的参与程度。研究表明,对于供应商而言,其参与受双方相对边际利润和开发能力,以及新产品市场不确定性的限制。供应商参与分担制造商部分设计任务有一个最适当的比例,该比例与其自身边际利润及技术开发能力正相关,与制造商边际利润以及技术开发能力负相关,与产品市场成功概率负相关。

**关键词:**不确定性;供应商参与;协同设计;决策

**中图分类号:** F252 **文献标识码:** A

## 1 引言

在全球竞争的环境下,由于产品生命周期变短,越来越多高技术密集产业的制造商在新产品开发的早期阶段,便协同其供货商共同参与设计的过程。当制造商与供货商共同设计产品,其优势包括整合双方互补性的资源,降低产品发展的风险、降低开发成本、增加生产弹性及产品品质等<sup>[1,2]</sup>。在此基础上,Clark及Fujimoto提出供应商早期参与,即在设计阶段就让供应商参与进来<sup>[3]</sup>。

供应商的参与是制造商与供应商建立垂直合作的关系,或可称为准垂直整合的关系,此种关系较垂直整合更具弹性,亦较一般传统交易关系更具效率<sup>[4,5]</sup>,而且有系统的将供应商整合到生产与设计程序中,让供应商在产品的最初阶段便可以参与设计与沟通,并透过建立一系列规则以促使组织间的知识分享,使供应商可以提供其技术知识与创造力,并提供顾客新产品开发相关设备与信息、及对新产品做出建议;相对的,制造商亦可以提供供应商相关的市场信息与知识,而供应商亦必须负起适当的责任,包括完整系统或是次系统的设计、特定部分完整开发、设计与工程等责任<sup>[6-8]</sup>。

Bidualt认为供应商的参与是一种程度的概念,供应商参与程度高,是指供应商必须负起完整系统或是次系统、零件与次组装的完全责任。供应商参与程度低的情况下,仅提供顾客有关产品设计所需的设备与资讯,并只对顾客提供成本与品质的建议<sup>[4]</sup>。Swink定义供应商参与为在顾客产品开发项目中供货商直接参与设计与沟通,新产品开发项目可能在产品设计阶段便让供货商参与<sup>[9]</sup>。Wynstra以及Pierick将供应商参与定义为参与顾客之新产品开发项目,而参与的程度可由对顾客的设计,以提升顾客的制造能力建议或对特定部份的完整开发、设计与工程责任来决定<sup>[10]</sup>。

国内学者叶飞及李怡娜等从供应商角度出发,识别出包括竞争压力、构建合作伙伴关系、提高创新能力、制造商承诺、提高产品质量、供应商技术能力、进入新市场和利益分配机制等八大促使供应商参与新产品开发的重要动机,对供应商参与新产品的模式作了简单介绍<sup>[11]</sup>。黄俊及李静等对我国供应商参与进行了实证研究<sup>[12]</sup>。

过去关于供应商参与的相关文献多是以制造商的观点来分析,关注于一个单独的公司涉及其供应商时应当如何制定决策,而较少关注到制造商与供应商决策之间的交互<sup>[13,14]</sup>。对供应商而言,当成本以及开发过程的风险完全由制造商承担的时候,供应商能够获取一定的增量利润而不用付出任何的成本,这必然导致制造商较低程度的研发,相对于从整个供应链的观点来看的最优的创新程度。因此,供应商参与到下游制造商的研发中,分担制造商研发

收稿日期:2007-08-20;修订日期:2008-05-30

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70472016/G0208)

作者简介:张子健(1976-),男(汉族),湖北荆州人,重庆大学经济管理学院博士研究生,研究方向:技术管理及供应链研究。

的投入与风险,能够促进产品的研发,从而获得更大的收益。然而,参与产品开发,承担部分任务本身是需要付出一定的成本的;此外,研发在多数情况下总是具有强的不确定性、复杂性、高风险性等特点,供应商参与到产品开发中也并不一定能够获得预期的利益。过去文献大多从制造商角度出发来研究供应商的参与程度问题,忽略了供应商参与所需要的成本以及产品开发的不确定性对供应商参与意愿所产生的影响效果。

本文以供应商承担制造商新产品设计任务比例作为供应商参与的程度的指标,来定量刻画供应商不同参与程度下对制造商以及供应商的利润所产生的影响并且求出对于供应商而言的最适参与程度。同时,本文首先对制造商单独进行产品开发的过程进行求解;然后考虑供应商参与新产品设计,并且对这两种情况下所获得的均衡值进行比较,以方便理解在考虑不确定情况时供应商参与到产品开发之中对于制造商的产品开发的投入,开发项目允许的不确定性范围,以及双方利润所产生的影响。

## 2 模型建立

假定新产品未来市场需求量  $q$  由新产品设计阶段所进行的任务规模  $a$  来决定,产品设计所进行的工作越多,  $a$  越大,未来新产品的绩效越好,表现为市场需求量也越大,然而其所需要的资源投入也越大<sup>①</sup>。

$$q(a) = b \cdot a^\gamma \tag{1}$$

其中,  $b > 0$ , 为正的比例常数,  $\gamma > 0$  类似于投资的弹性系数,是为了衡量系统开发费用对新产品市场需求的影响因子,为正的常数,显然随着研发投入的增加,需求市场  $q(a)$  不断增加,并且由于投资的规模报酬递减,  $\gamma < 1$ 。

假定制造商在产品架构选择中采用的是标准化接口,因此供应商并不进行部件的定制化开发。进入产品生产阶段,每生产并销售出一单位新产品,制造商获得的边际利润为  $\rho_m$ , 其利润应该是边际利益与产品的市场需求量的乘积,再减去研发费用:

$$\pi_m = \rho_m \cdot q(a) - Ia/\lambda - F \tag{2}$$

$\frac{Ia}{\lambda}$  为在新产品的设计阶段的费用,其中  $I$  为投资成本系数,  $\lambda$  为企业先天技术能力的测量指标,直

接影响完成产品设计任务所需要的成本,技术能力越强,完成相同的设计任务所需要的成本就越低,且为了分析的便利性,假定  $\lambda$  为一个常数。

假定制造商在进行产品设计时无法确知该产品未来的市场状况。过去研究已经显示出不确定性对产品开发具有明显的影响<sup>[13,14]</sup>。在进行新产品的设计任务前,制造商对市场利好情况的估计为概率  $v$ , 不利情况发生概率为  $(1 - v)$ , 只有在好的情况下将设计阶段的新产品投入生产才是有利益的。因此,不确定性的存在将会影响到制造商与供应商研发的期望利润,从而影响其决策。考虑开发的不确定性,制造商来自新产品的期望利润为:

$$\pi_m^v = v \cdot \rho_m \cdot q(a) - Ia/\lambda - F = v \cdot \rho_m \cdot b \cdot a^\gamma - Ia/\lambda - F \tag{4}$$

不失一般性,假定产品开发分为两个阶段:新产品的设计阶段以及新产品的生产阶段。随着产品开发项目的进行,一段时间以后,不确定性将逐渐消失。假定制造商必须在与新产品相关的不确定性被揭示之前就做出研发的投资,但是能够延迟他们的生产的决策直到有该新产品的进一步的信息出现的时候。若市场状况不佳,制造商将不进行产品商业化生产的固定投资  $F$ 。因此,考虑产品开发中的这一固有权价值的时候,制造商的期望利润为:

$$\pi_m^v = v \cdot (\rho_m \cdot b \cdot a^\gamma - F) - Ia/\lambda \tag{5}$$

在后面的求解中,文中都认为企业在决策时将会考虑这一产品开发中固有的期权价值,因此利润函数都将包含期权价值。

制造商新产品创造出新的市场需求,同时会增加对供应商中间品的需求,为供应商带来一个增量利润。假定每一新产品需求一个单位的中间品。考虑产品研发的不确定性,供应商来自新产品的期望利润为:

$$\pi_s^v = v \cdot \rho_s \cdot q(a) \tag{6}$$

其中,  $\rho_s$  为供应商每向制造商之新产品供应一单位中间产品,可获得之边际利润。显然,供应商所能获得的增量利润与制造商新产品的市场需求是直接相关的。供应商要获得更高的利润,就有动机去共同投入资源,发挥其专业技能优势,提升新产品绩效。在创新共同承担下,制造商与供应商共同承担

① 当然新产品的市场需求是由众多因素共同决定的,例如市场容量、定价策略、产品绩效(包括质量、新颖度等)等等。不过鉴于与创新投入最直接相关的就是产品绩效,本文假定新产品市场需求仅与产品绩效相关。

② Ulrich 将产品的架构分类为一个模块化的架构以及一个整体性的架构<sup>[16]</sup>, 在选择一个模块化产品架构的时候产品的部件将具有标准化的特征,此时产品系统结构的创新并不需要部件的相应改变,而在整体性的架构中,产品系统结构的变化需要对其部件提出定制化需求。

所开发技术的工作。

假定供应商分担产品设计任务中比例为  $k$  的工作, 制造商完成剩余的  $1-k$  部分的任务。因此制造商及供应商利润分别为:

$$\pi_m = \rho_m \cdot q(a) - (1-k)Ia/\lambda_m - F \quad (7)$$

$$\pi_s = \rho_s \cdot q(a) - kIa/\lambda_s \quad (8)$$

$\lambda_m$  与  $\lambda_s$  分别为制造商以及供应商的先天的技术能力的测量指标, 并且, 在供应商参与情况下, 企业间共同承担开发任务, 那么每一个企业都将可能对其专业化的地方付出更大的关注, 将会产生更大的开发能力(更大的  $\lambda_m, \lambda_s$ )。

同样, 考虑研发不确定性及其期权价值, 制造商及供应商期望利润分别为:

$$\pi_m^v = v \cdot [\rho_m \cdot q(a) - F] - (1-k)Ia/\lambda_m \quad (9)$$

$$\pi_s = \rho_s \cdot q(a) - kIa/\lambda_s \quad (10)$$

### 3 单独研发决策

由式(5)  $\pi_m^v$  表达式对  $a$  的一阶条件, 得到:

$$v \cdot (\rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot a^{-1}) - I/\lambda = 0 \quad (11)$$

进一步, 由式(11)得到制造商利润最大化下的所确定的产品设计任务量  $a^s$ :

$$a^s = (v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \lambda/I)^{\frac{1}{1-\gamma}} \quad (12)$$

式(12)中  $\frac{\partial a^s}{\partial v} > 0$ , 说明未来市场利好的概率  $v$  越大(即产品开发项目不确定性越小)时, 企业对研发的投入将越大。随着市场利好概率的增加(即项目不确定性的减小), 开发失败的可能性也将降低, 使得新产品的期望利润上升, 因而这将会导致企业研发较大程度的投入, 将会进行更大程度的产品设计任务。因此, 制造商所决策的产品设计任务量随产品市场成功概率增加而增加。其他参数也将对制造商产品开发所确定的任务量产生影响。其中,  $\frac{\partial a^s}{\partial I} < 0$ , 说明产品设计任务量随研发投入参数的增加而递减, 主要是由于具有较大投资参数的研发更加昂贵, 随投资参数提升, 与产品设计相关的成本会增加, 从而减少新产品开发的吸引力;  $\frac{\partial a^s}{\partial \rho_m} > 0$ , 说明产品设计任务量随新产品边际利润递增, 主要是由于产品边际利润越大, 产品创新所能获得的期望利润也越大, 企业开发意愿投入亦越大;  $\frac{\partial a^s}{\partial \lambda} > 0$ , 开发能力越强, 完成同等设计任务时, 所需付出的成本就越小, 企业开发中愿意安排的任务也越多。

进一步, 将式(12) 产品设计任务量  $a^s$  表达式

代入式(5) 制造商利润函数中:

$$\pi_m^v = v \cdot \rho_m \cdot b \cdot (v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \lambda/I)^{\frac{1}{1-\gamma}} - v \cdot F - (v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \lambda/I)^{\frac{1}{1-\gamma}} \quad (13)$$

由于在进行研发之前, 该新产品项目的进行必然要求未来的期望利润至少为正, 因此产品开发项目进行必须保证

$$\pi_m^v \geq 0 \quad (14)$$

将式  $a^s$  表达式(12)式(14), 得到:

$$v \cdot \rho_m \cdot b \cdot (v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \frac{\lambda}{I})^{\frac{1}{1-\gamma}} - v \cdot F - (v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \lambda/I)^{\frac{1}{1-\gamma}} \geq 0 \quad (15)$$

进一步, 求解式(15)得到:

$$v^s \geq \left[ \frac{F}{(\rho_m \cdot b \cdot \lambda/I)^{\frac{1}{1-\gamma}} (\gamma^{\frac{1}{1-\gamma}} - \gamma^{\frac{1}{1-\gamma}})} \right]^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = v_h^s \quad (16)$$

因此, 由式(16)易见, 制造商只有在新产品未来市场利好的概率在某一确定标准之上时方进行项目投资。式(16)表达了企业在进行产品开发时的不确定性对其决策制定的影响。尤其是, 在企业考虑投资于一定产品的开发时, 存在一个市场成功概率的阈值  $v_h^s$ 。这一阈值  $v_h^s$  越小, 意味着开发可供选择的范围越广泛, 从而项目将越有可能会发生。因此产品市场成功概率区间  $[v_h^s, 1]$  代表了企业在从事新产品开发时所能考虑的项目范围, 即企业只能选择在这一成功概率区间之中的产品项目来进行开发。这一阈值  $v_h^s$  的大小随着随各参数会发生变化。 $v_h^s$  随投资参数  $I$  递增 ( $\frac{\partial v_h^s}{\partial I} > 0$ ), 这是由于随着  $I$  的增加研发所需要的成本增加将会降低研发的期望利润, 因而该类研发只有在具有较大的技术可行性(阈值较大)的时候企业方会进行投资; 此外,  $v_h^s$  随固定投资  $F$  递增 ( $\frac{\partial v_h^s}{\partial F} > 0$ ), 由于固定投资  $F$  越大, 所要求产品设计所形成的未来市场需求越大, 因而要求产品开发成功的概率也越大;  $v_h^s$  随边际利润  $\rho_m$  递减 ( $\frac{\partial v_h^s}{\partial \rho_m} < 0$ ), 由于边际利润越大, 未来期望利润越大, 此时即使产品开发成功率较小, 企业依然会做出投资决策, 因而对产品开发所要求的成功概率阈值要求会变小;  $v_h^s$  随技术开发能力  $\lambda$  递减 ( $\frac{\partial v_h^s}{\partial \lambda} < 0$ ), 由于技术能力越强, 产品设计达到相同的未来产品市场需求时所需要的投入越小, 因而对未来市场成功概率的阈值要求会变小。

#### 4 供应商参与下的研发决策

当产品开发的设计任务完全由制造商承担的时候, 供应商能够在生产阶段通过其部件需求的增加获取一定的增量利润而不用付出任何的成本。这必然导致了制造商在进行产品开发时, 所进行的程度较低, 相对于从一个技术链的观点来看的最优的产品设计的任务规模。并且当制造商单独承担完全的开发风险的时候, 若新产品的市场不确定性过大, 将会放弃对该产品开发项目的投资。而在供应商参与到新产品开发之中时, 通过承担制造商的部分产品设计的任务, 分担了开发的成本以及开发的风险, 将会促进制造商的研发。

在供应商参与产品开发下双方能够做出两个决策, 即: 供应商参与的程度 ( $k$ ), 其决定了供应商承担产品设计的任务比例; 以及产品设计的各项工作任务量 ( $a$ ), 其决定了制造商投资于产品开发的程度。第一阶段双方进行协商, 制造商邀请供应商加入到产品设计之中, 供应商作参与程度  $k$  的承诺, 即选择分担制造商比例为  $k$  的任务; 第二阶段制造商根据供应商的承诺确定利润最大化的产品设计任务规模  $a$ 。

由式(9)中  $\pi_m^v$  对  $a$  的一阶条件:

$$\frac{\partial \pi_m^v}{\partial a} = v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot a^{r-1} - (1-k)I/\lambda_m = 0 \quad (17)$$

得到制造商利润最大化时所安排的最佳的产品设计任务量为:

$$a^c = \left( \frac{v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \lambda_m}{(1-k)I} \right)^{\frac{1}{1-r}} \quad (18)$$

显然, 由式(18)中可见,  $\left( \frac{\partial a^c}{\partial k} > 0 \right)$ , 产品设计任务规模随着供应商参与的程度递增, 供应商愿意分担的任务比例越大, 制造商将做出的设计任务量越大, 开发的程度也越大。

此外, 由等式(9)及等式(14)  $a^c$  及  $a^s$  的表达式, 由于  $0 < k < 1$ , 并且由于一部分任务由供应商完成, 企业双方能够关注于更加具有技术优势的部分, 使得  $\lambda_m > \lambda$ , 因此总有:

$$\left( \frac{v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \lambda_m}{(1-k)I} \right)^{\frac{1}{1-r}} > \left( \frac{v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \lambda}{I} \right)^{\frac{1}{1-r}} \quad (19)$$

得到  $a^c > a^s$ 。

进一步, 结合式(18)及式(19)易见, 供应商参与程度越大, 制造商产品设计任务规模越大。并且相

对于制造商单独承担产品开发, 供应商参与情况下使得制造商能够进行更大程度的产品开发, 亦即在产品开发中安排更多的设计任务以获得新产品更佳的性能。

进一步, 将供应商参与情况下的产品设计任务规模  $a^c$  表达式(18)代入到利润函数式中, 得到:

$$\pi_m^v = v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \left( \frac{v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \lambda_m}{(1-k)I} \right)^{\frac{1}{1-r}} - (1-k) \left( \frac{v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \lambda_m}{(1-k)I} \right)^{\frac{1}{1-r}} - v \cdot F_1 \quad (20)$$

与前相同, 由  $\pi_m^v \geq 0$ , 能够得到

$$v^c \geq \left[ \frac{(1-k) \cdot F_1 \cdot I}{(\rho_m \cdot \delta)^{\frac{1}{1-r}} (\gamma^{\frac{1}{1-r}} - \gamma^{\frac{1}{1-r}}) \lambda_m} \right]^{\frac{1-r}{r}} = v_h^c \quad (21)$$

比较式(16)  $v_h^s$  表达式与式(21)  $v_h^c$  表达式,  $(1-k) < 1$  且  $\lambda_m > \lambda$ , 可以得到  $v_h^c < v_h^s$ 。因此, 供应商参与产品开发时, 制造商能够进行的产品开发项目允许的市场不确定性范围更广泛  $v_h^c < v_h^s$ 。

由  $v_h^c < v_h^s$  易知, 供应商参与新产品开发不仅仅是引起了制造商的更高程度的产品设计投入, 它也扩展了制造商允许进行的开发项目的市场不确定的范围; 例如当制造商所进行的某新产品市场成功概率  $v$  在区间  $[v_h^c, v_h^s]$  范围中时, 在制造商单独进行产品开发的时候, 其将不会考虑进行对该新产品的投资, 因为此时  $v < v_h^s$ , 市场成功概率达不到阈值, 其期望利润为负; 而在供应商参与产品开发的时候, 由于此时对制造商产品市场成功概率的阈值下降, 使得  $v > v_h^c$ , 此时期望利润为正, 那么制造商将可以考虑进行该新产品开发的投资。此区间的扩展可以确保制造商企业进行他们本来并不考虑的产品开发项目。

对于供应商而言, 尽管参与程度越大, 承担任务比例越大, 越能够促进制造商的产品开发, 然而参与本身是需要付出成本的, 对于供应商而言有一个最适的参与程度。当供应商决定设计任务承担的比例时, 供应商将寻求达到来自产品创新创造出的部件需求得到的更高的利润以及承担一部分设计任务而导致的成本之间的平衡, 这使得供应商能够寻求一个最佳的承担比例达到最大的利润。下面我们对供应商将采取何种参与程度以使其达到利润最大化进行求解。

进一步, 将式(18)中  $a^c$  表达式代入供应商的利润函数等式(10)中, 可以得到:

$$\pi_s = v\rho_s \cdot b \cdot \left( \frac{v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \lambda}{(1-k)I} \right)^{\frac{1}{1-\gamma}} - \frac{k \cdot I \cdot \left( \frac{v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \lambda}{(1-k)I} \right)^{\frac{1}{1-\gamma}}}{\lambda_s} \quad (22)$$

式(22)对  $k$  求微分,并令其为零:

$$v \cdot \rho_s \cdot b \cdot \left( \frac{v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \lambda_m}{I} \right)^{\frac{1}{1-\gamma}} \cdot \left( \frac{\gamma}{1-\gamma} \right) \cdot (1-k)^{-\frac{1}{1-\gamma}} - \frac{I \cdot \left( \frac{v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \lambda_m}{I} \right)^{\frac{1}{1-\gamma}} \cdot (1-k)^{-\frac{1}{1-\gamma}}}{\lambda_s} - \frac{k \cdot I \cdot \left( \frac{v \cdot \rho_m \cdot b \cdot \gamma \cdot \lambda_m}{I} \right)^{\frac{1}{1-\gamma}} \cdot \left( \frac{1}{1-\gamma} \right) (1-k)^{-\frac{1}{1-\gamma}}}{\lambda_s} = 0 \quad (23)$$

求解式(23),得到供应商利润最大化下的最优参与程度为:

$$k = \begin{cases} \frac{\lambda_s \rho_s - v(1-\gamma)\rho_m \lambda_m}{(\lambda_s \rho_s + v\rho_m \lambda_m)}, & \lambda_s \rho_s > v(1-\gamma)\rho_m \lambda_m \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (24)$$

由式(24)中供应商参与程度  $k$  的表达式可见,当  $\lambda_s \rho_s < v(1-\gamma)\rho_m \lambda_m$  时,供应商承担部分设计任务即使能够促进新产品开发,增加新产品市场需求,从而增加其所供应的部件需求,然而这一增加的利润尚不足补偿参与所付出的成本,供应商将不愿意参与;在这种情况下,尽管供应商承担部分设计任务能够提升制造商的利润,对于供应商而言,其可能并无足够的吸引力,除非最终市场需求量的增加能够达到一定的程度。而随着供应商的相对边际利润  $\rho_s$  以及技术开发能力  $\lambda_s$  的提高,供应商越来越有参与的动机,当  $\lambda_s \rho_s > v(1-\gamma)\rho_m \lambda_m$ , 供应商将主动参与到产品的设计之中。由此得到结论:

结论 1: 供应商参与到产品开发之中具有一定条件的标准限制,在此标准以下,供应商不会参与;此标准以上,供应商方会参与到制造商产品开发之中。

由式(24)中供应商参与程度  $k$  的表达式可见,  $\left(\frac{\partial k}{\partial \lambda_s} > 0\right)$ ;  $\left(\frac{\partial k}{\partial \rho_s} > 0\right)$ ;  $\left(\frac{\partial k}{\partial \lambda_m} < 0\right)$ ;  $\left(\frac{\partial k}{\partial \rho_m} < 0\right)$ ;  $\left(\frac{\partial k}{\partial v} < 0\right)$ 。进而得到结论:

结论 2: 供应商参与愿意承担的任务比例与其边际利益、技术开发能力正相关;而与制造商的边际利益、技术开发能力负相关,同时与产品开发项目的不确定性正相关,与研发投入弹性系数正相关。

结论 2 说明供应商参与到产品开发之中既取决于双方的边际利益,技术开发能力,同时还取决于产品开发项目的成功概率。供应商的参与程度与其边

际利益、技术开发能力正相关,这主要是由于随着技术开发能力  $\lambda_s$  的增加其参与所需要付出的成本将会减少同时随着边际利益  $\rho_s$  的增加其参与对制造商产品创新程度的促进所能获得利益就越大,因此其参与到产品开发项目之中的动机越强烈。供应商的参与程度与制造商的边际利益、技术开发能力负相关,这主要是由于随着制造商边际利益以及技术开发能力的增加,制造商自身对增加产品创新投资的动机就越来越强烈,供应商参与对其产品开发的促进作用就越来越不明显。 $\left(\frac{\partial k}{\partial v} < 0\right)$ ,说明  $v$  越小,不确定性越大的时候,制造商产品开发承担的风险越大,因此投资的动机就越少。此时为了确保制造商进行产品开发从而双方都能获利,供应商就需要较大程度的承担制造商的开发任务,分担开发的风险。 $\left(\frac{\partial k}{\partial \gamma} > 0\right)$ ,说明投资弹性系数越大。

### 5 数值分析

将各参数(包括  $\lambda_m, \lambda_s, \rho_m, \rho_s, v$ )对供应商所决策的参与程度( $k$ )进行敏感性分析。令  $\lambda_m = 0.5$  ( $\lambda_m$  给定时);  $\lambda_s = 0.4$  ( $\lambda_s$  给定时);  $\rho_m = 0.8$  ( $\rho_m$  给定时);  $\rho_s = 0.5$  ( $\rho_s$  给定时);  $v = 0.5$  ( $v$  给定时);  $\gamma = 0.2$  ( $\gamma$  给定时)。代入式(24),得到表 1 如下:

进一步,应用 Matlab 绘图得到:

结合表 1 及图 1 可见,当  $\lambda_m$  及  $\rho_m$  足够大,  $\lambda_s$  及  $\rho_s$  足够小时,  $k$  为 0,即供应商可能不参与;只有供应商相对于制造商自身边际利润及技术能力到一定程度,其方有动机主动参与到制造商的研发中,承担其研发任务,验证了文中结论 1 的正确性。

随着  $\lambda_m$  及  $\rho_m$  的增加,任务比例  $k$  逐渐降低,供应商参与动机下降;随着  $\lambda_s$  及  $\rho_s$  的增加,任务比例  $k$

逐渐增加, 供应商参与动机提升; 随着  $v$  的增加, 任务比例  $k$  逐渐增加, 参与动机提升, 验证了文中结论 2 的正确性。

表 1 供应商承担任务比例随参数取值的变化

变量	函数值									
$\lambda_m$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$k$	0.81	0.63	0.46	0.31	0.17	0.03	0	0	0	0
$\lambda_s$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$k$	0	0	0	0.17	0.31	0.41	0.49	0.55	0.59	0.63
$\rho_m$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$k$	0.88	0.76	0.65	0.55	0.44	0.35	0.26	0.17	0.08	0
$\rho_s$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$k$	0	0	0	0	0.17	0.29	0.38	0.44	0.5	0.55
$v$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$k$	0.81	0.63	0.46	0.31	0.17	0.03	0	0	0	0
$\gamma$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$k$	0.09	0.17	0.23	0.29	0.33	0.38	0.41	0.44	0.47	0.5

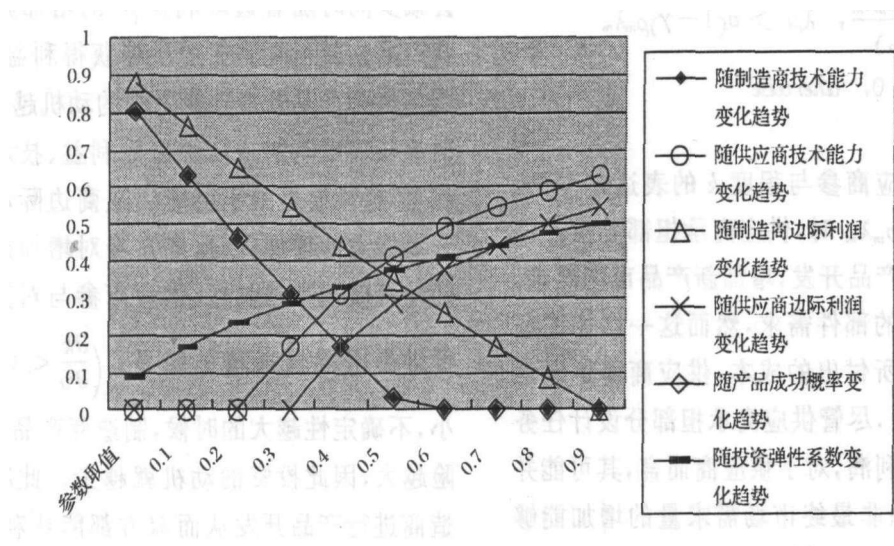


图 1 不同参数取值下供应商承担任务比例

## 6 结语

通过对供应链中供应商参与到制造商产品设计的决策制定的过程求解, 可见此过程中产品开发的不确定性将会对其决策下所得到的产品设计任务规模以及任务分担的比例都会产生影响。同时, 通过对制造商单独承担产品开发以及供应商参与到产品开发之中这两种情况下所得到的均衡值的比较, 可见供应商参与到产品开发之中将可以促进制造商的研发。这种对制造商产品开发的促进将表现为两个方面: 一方面由于产品设计任务的部分分担将会使得制造商作出更大规模的设计任务安排, 进行更大程度的研发投入; 另外一方面由于研发风险的分担将会扩展制造商产品开发的市场不确定性区间, 使得其可以投资于具有更大不确定性的开发项目, 从而使其具有更广泛的产品开发选择的范围。

通过文中模型推演及数值分析, 得到结论对于

供应商而言, 其参与到制造商的研发中有一定的条件限制, 受到双方相对边际利润以及开发能力的制约, 一些时候供应商可能不会参与到合作开发之中。并且, 供应商参与到产品开发中, 分担部分设计任务的比例时, 有一个最适当的规模, 在此参与程度之下, 供应商方能够获得最大的期望利润。这一最适合的参与程度与供应商自身边际利润及技术开发能力正相关, 而与制造商的边际利润以及技术开发能力负相关, 与市场不确定性所决定的产品市场成功概率负相关, 与研发投资系数正相关。

### 参考文献:

[1] Clark K. B. Project Scope and Project Performance: The Effect of Parts Strategy and Supplier Involvement on Product Development [J]. Management Science, 1998, 35 (10):1247-1263.  
 [2] Dyer J. H. Effective Inter firm Collaboration: How

- Firms Minimize Transaction Costs and Maximize Transaction Value [J]. *Strategic Management Journal*, 1997, 18(7):535-556.
- [3] Clark K. B., Fujimoto T. *Product Development Performance* [M]. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1991: 205-246.
- [4] Bidault F., Despres C., Butler C. New Product Development and Early Supplier Involvement (ESI): the Drivers of ESI adoption [J]. *International Journal of Technology Management*, 1998, 15(1):49-69.
- [5] Pelton L. E., Strutton D., Lumpkin J. R. *Marketing Channels - A Relationship Management Approach* [M]. Chicago: Irwin, 1997:261-262.
- [6] Bonaccorsi A., Lippaini A. Strategic Partnerships in New Product Development: an Italian Case Study [J]. *Journal of Product Innovation Management*, 1994, 11(2):134-145.
- [7] Dyer J. H., Nobeoka K. Creating and Managing A High-Performance Knowledge-Sharing Network: The TOYOTA Case [J]. *Strategic Management Journal*, 2000, 21(3):345-367.
- [8] Liker J. K., Kamath R. R., Watsi S. N. and Nagamachi M. Supplier involvement in automotive component design: are there really large US Japan differences? [J]. *Research Policy*, 1996, 25(1):59-89.
- [9] Swink, M. Threats to new product manufacturability and the effects of development team integration processes [J]. *Journal of Operations Management*, 1999, 17(6):691 - 709.
- [10] Wynstra F., Pierick E. T. Managing Supplier Involvement in New Product Development: a portfolio approach [J]. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 2000, 6(1):49-57.
- [11] 叶飞, 李怡娜, 徐学军. 供应商早期参与新产品开发的动机与模式研究[J]. *研究与发展管理*, 2006, 18(6):51-57.
- [12] 黄俊, 刘静, 李传昭. 供应商早期参与新产品开发的实证研究[J]. *科研管理*, 2007, 28(1): 169-174.
- [13] Ulrich K. T., Ellison D. Beyond make-buy: Internalization and integration of design and production [Z]. The Wharton School, Philadelphia, PA, Working Paper, 1998.
- [14] Novak S., Eppinger S. Sourcing by design: Product complexity and the supply chain [J]. *Management Science*, 2001, 47(1): 189 - 204.

### Analysis of Decision While Supplier Involving in Collaborate Design Under Uncertainty

ZHANG Zi-jian, LIU Wei, ZHANG Wan-jun

(College of Economics and Business Administration, Chongqing University, Changqing 400030, China)

**Abstract:** Taking proportion of task assumed by supplier involved into collaborative design as the quantitative index of his participation degree, considering R&D uncertainty, we seek the optimization participation degree from supplier's point of view. Result shows, for the supplier, its participation is restricted by two sides' relative marginal profit, development ability and market uncertainty of the new product. When supplier involves and shares some manufacturer's design task, he has an optimized proportion to choose, this proportion positively related to its marginal profit and technology development ability, negatively related to manufacturer' marginal profit and technology development ability, as well as to market success probability.

**Key words:** uncertainty; supplier involvement; collaborative design; decision.