

技术联盟最优规模的确定研究

生延超^{1,2}

(1.湖南商学院 旅游管理学院, 湖南 长沙 410205; 2.湖南省区域与战略规划基地, 湖南 长沙 410205)

摘 要: 技术联盟的规模不是越大越好, 也不是越小越好, 它应该有一个适度规模, 在这个规模上联盟整体和联盟内部企业的创新效率最高。通过对 Shapley 的改进, 构建了基于 Net Shapley Value 的技术联盟最优规模测定方法。通过研究发现, 对特定技术联盟而言, 联盟的最优规模与联盟内部企业的效率系数有关。当联盟内部企业效率较高, 企业的生产成本和创新成本较低时, 技术联盟的最优规模较小。这为企业选择联盟伙伴提供了方向。

关键词: 技术联盟; Net Shapley Value; 最优规模

DOI: 10.3969/j.issn.1001-7348.2010.21.04

中图分类号: C936

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2010)21-00013-04

0 引言

技术创新遵循阈值效应。阈值理论表明, 只有当企业 R&D 人员和投入超过某一阈值时, 才可能产生创新成果。其中创新阈值相当于物理学中的临界值, 也就是说, 只有当企业技术创新投入达到一定的规模时, 才能实现从量变到质变的飞跃。特别是随着现代科技的飞速发展, 科学技术日益向高度化和大规模化迈进, 其特征是研究开发需要巨额投入, 并且涉及到多种尖端技术综合开发和组合运用。因而, 技术创新门槛也越来越高, 仅凭单个企业或研究机构的力量已无法驾驭, 即使是“巨无霸”型的跨国大企业在面对现代高科技发展日趋增大的创新阈值时也无能为力。如开发一种新药需 5 亿美元, 开发新一代记忆芯片至少需要 10 亿美元, 而研制一种新车型的费用通常高达 20 多亿美元。在航空工业领域这种创新阈值更是让人咋舌, 如开发 50 座的 A330 型飞机需投入 80 到 100 亿美元^[1]。另外, 研制开发中的技术复杂性也使单个企业“望而却步”。技术创新日益依赖众多学科积累发展的结合, 尤其是技术边界的相互渗透, 这是技术发展中的一个主要新趋势。这就要求拥有不同领域技术能力的企业通过技术联盟结合成一体去开发这些新产品, 通过聚合联盟伙伴的创新资源帮助企业超越创新投入的初始规模, 突破技术创新阈值。

技术联盟是指两个或两个以上具有独立法人地位的企业及其它组织联合致力于技术创新的合作行为, 是为适应技术快速发展和市场竞争需要而产生的优势互补或加强性组织。按照这个含义, 技术联盟满足 3 个条件: 联盟的主体: 两个或两个以上独立的企业; 联盟目的: 实现双

方特定的技术目标, 并共享联盟所带来的创新收益; 联盟的机理: 发挥企业的技术能力, 吸收联盟伙伴的溢出效应, 通过创新资源的整合, 提升技术水平^[2]。作为一种创新中间组织, 技术联盟通过联盟企业创新要素的相互融合, 以及与外部系统物质、能量、信息的频繁交换不断地进行技术创新^[3]。

由于技术联盟可以解决创新资源的稀缺性问题, 降低创新成本, 灵敏地捕捉市场机遇, 实现技术能力的提升, 所以倍受企业的欢迎。据统计, 目前世界上最大的 150 家跨国公司中, 已有 90% 的公司与其它厂商结成各种形式的技术联盟, 并且涉及到的领域越来越广泛、企业数量越来越多^[4]。Yves 和 Hamel^[5] 曾经研究了技术联盟的平均规模问题, 他们指出, 在 20 世纪 80 年代以前, 技术联盟的数量较少, 平均每个技术联盟的规模只有 4 家左右; 到 20 世纪 90 年代以后, 技术联盟的数量和规模都大幅度地增加, 平均每个联盟涉及到的企业超过 10 家企业。Pek-Hooi 和 Roberts^[6] 也经过对比研究发现, 复杂技术联盟涉及到的企业越来越多, 尤其是在信息技术、生物技术、航天技术及航空技术等方面的联盟往往涉及到几百个企业, 甚至上千家企业。可以看出, 技术联盟的规模越来越大, 涉及到的企业越来越多。

那么, 是不是企业技术联盟的规模越大就越有效率? 技术联盟涉及到的企业越多是否就表明技术创新的分工越明细? 答案显然是否定的。技术联盟是一个合作创新的中间组织, 企业数量的增加能够促使企业之间的分工相对明细, 能够充分节约资源, 形成互补的创新能力。但是随着联盟中企业数量的增加, 联盟中的机会主义盛行、监督困

收稿日期: 2010-11-05

基金项目: 国家社会科学基金项目(09CJL032); 湖南省社会科学基金项目(08YBB201); 湖南省社科联基金项目(0808043B)

作者简介: 生延超(1978-), 男, 河南南阳人, 博士, 湖南商学院旅游管理学院讲师, 研究方向为领域技术创新与管理。

难、协调困难，使得联盟中的交易成本居高不下，当达到一定的程度之后反而使联盟的效率降低。也就是说，技术联盟不是越大越好，它应该有一个适度规模。本文就此问题进行研究。

1 相关研究述评

技术联盟的规模不是越大越好，它有一个最优规模边界，那么，怎样的规模是最优规模？学者们对此问题的研究还较少。由于技术联盟是针对技术创新而组建的，因此技术联盟的规模要视具体技术才能确定，而技术创新的日益复杂化使得从这个角度来判断技术联盟的规模非常困难。因此国内不少学者在研究技术联盟规模时都采取回避的方法，泛泛而谈技术联盟的稳定性问题，认为只要技术联盟能够给联盟企业带来额外收益并保持稳定运行，就认为这个规模是合理的，如生延超^[7]、Teresa 等^[8]。这个研究结果只能给人以形象感觉，比较空洞，使我们无法具体地把握技术联盟的适度规模或者最优规模问题。在最优规模上，技术联盟中企业能够在技术创新上达到效率最高，并且联盟整体的效益也最好，而联盟的效率或者效益就是联盟产出与联盟投入的比较。因此，部分学者采用能量效率来测量技术联盟的规模问题。技术联盟能量效率为技术联盟所获的实际收入与所消耗的实际成本的比值。在技术联盟中，企业共同进行技术投入研发新技术，新技术会引起产品市场需求的增加，市场需求增加又会使技术联盟收入增加，从而对技术联盟的能量效率产生影响。肖条军和盛昭瀚^[9]在引用动物捕食最优方法的基础上，分析了企业集团并购的能量效率最优问题，提出了最优战略和企业集团规模问题研究。随后，盛昭瀚和肖条军^[10]研究了技术创新对整体利益一致的企业集团能量效率的影响，并建立了一个基于能量效率的集团公司模型，研究了成员企业的最优规模问题，给出了最优决策。这为技术联盟规模的确定提供了很好的思路和方法，但是遗憾的是，这个方法是针对企业集团而提出的，企业集团和技术联盟的性质、组织方式、目的等都不一样，我们无法有效地应用这个方法来解决技术联盟的最优规模问题。传统的经济学在解决均问题时大都采用成本收益法则，按照边际收入等于边际成本时的均衡解作为 Pareto 最优点。于是，范莉和钟书华^[11-12]在分析了技术联盟的成本和效益基础上指出，只有在收益大于成本的基础上，技术联盟才能保证稳定运行，也才有企业愿意加入技术联盟。遗憾的是，经济学的均衡分析方法仍然无法有效地解决技术联盟的最优规模问题。上述研究也仅仅能说明，技术联盟存在着一个规模问题，但是这个规模究竟有多大，却始终无法有效地测量出来。

按照技术联盟的性质和目的，我们应该根据联盟创新技术的复杂性和技术对象来采取不同的方法，确定技术联盟的规模。但是，由于技术的复杂性和综合性，我们无法将具体的技术对象(比如难易程度、复杂程度等)进行量化。从企业这个微观个体来讲，加入技术联盟是追求技术的突

破和技术能力的提升，这最终都会转化为企业的赢利能力。也就是说，对企业而言，只要预期利益超过预期成本，它就会主动参加技术联盟；如果企业的预期成本超过预期收益，企业就不会参加技术联盟。这是企业行为的准则，也是学界研究技术联盟规模的出发点。我们借鉴 Rothschild^[13]提出的 Net Shapley Value 来研究企业进入技术联盟对已有联盟成员企业利润的影响，从而确定技术联盟的最优规模。

2 技术联盟最优规模测量方法的确定

技术联盟的规模决定了联盟的效率，因此，企业加入技术联盟的同时，必须考虑新进入企业对联盟的总贡献和对联盟原有企业的影响。而传统技术联盟效率的研究大都仅侧重企业对联盟的贡献，这个贡献以产量、总利润来表示，没有考虑到新进入企业对原有企业的影响，并且这方面的研究也非常有限。Shapley 值是一种比较有效度量成员企业对包含它的联盟的价值贡献的简单方法，下面我们就基于改进的 Shapley 值来确定技术联盟的最优规模。

2.1 Shapley 法概述

Shapley 值是由 Shapley L.S.(1953)提出的用以解决多人合作对策问题的一种利益分配方案。Shapley 值是合作博弈解的一种概念，实质上也是战略联盟和供应链支付的分配方案。令 n 为联盟企业数量，则企业 j 的 Shapley 值为

$$\phi_j(v) = \sum_{s_j} w(|s|) [v(s) - v(s/i)] \quad , \quad i=1,2,\dots,n$$

$$w(|s|) = \frac{(n-|s|)! (|s|-1)!}{n!}$$

其中， s_j 是集合 I 中包含成员 j 的所有子集， $|s|$ 是子集 S 中的元素个数， $w(|s|)$ 表示在技术联盟的随机组合中，企业 i 将是下一个加入包含前 $|s|-1$ 个成员的联盟的概率，这个式子也可看成是加权因子。 $v(s)$ 为联盟 S 的收益， $v(s/i)$ 是联盟 S 中除去企业 i 后可取得的收益。Shapley 值的含义是：局中人 i 可能以任何方式随机加入任何一个可能的技术联盟，他加入联盟就给联盟带来收益的增加(增加量为 $v(s) - v(s - \{i\})$)，诸联盟收益增加量的加权和就是局中人 i 的 Shapley 值。

Shapley 值能够客观地测度出某一个企业的加入对联盟整体利益的贡献，但是它无法测量出该企业的入盟给其它企业带来的影响。因为一个企业能否顺利入盟，是要通过联盟中现有企业来决定的。如果该企业的加入给某一个企业带来利润损失，则会受损失企业肯定会坚决反对，Shapley 值就无法显示其它企业入盟给联盟内部企业带来的损失。因此，我们通过 Rothschild^[13]提出的 Net Shapley Value 来研究企业进入技术联盟对已有联盟成员企业利润的影响，从而确定技术联盟的最优规模。

2.2 Net Shapley Value

鉴于 Shapley 值的缺陷，照顾到入盟企业对联盟内部其它企业的影响，现将 Shapley 值修改如下：

$$\phi_i^L(v) = \sum \frac{(n-|s|)! (|s|-1)!}{n!} \sum_{j=1, j \neq i}^{|s|-1} (-\Delta P_j)$$

$\phi_i^L(v)$ 表示企业 i 的进入对所有形成且包含 i 的联盟的已有成员企业收益的影响。 $\sum_{j=1, j \neq i}^{k-1} (-\Delta P_j)$ 表示企业 i 加入技术联盟后产生的所有 j 的收益变化 ΔP_j 之和的相反数。则 Net Shapley Value 为 $NV = \phi_i(v) - \phi_i^L(v)$ 。当一个技术联盟的所有成员的 Net Shapley Value 全部为非负时，该联盟的规模是适合的，仍然还可以吸取其它企业加入技术联盟。当 $NV = 0$ 时，也就是说最后一个加入联盟的企业给联盟内部其它企业的收益影响为 0 时，这个时候的企业数量达到最大，联盟的规模为最优。

Net Shapley Value 能够从企业这个微观主体的角度来考虑其它企业的介入，而不像 Shapley Value 那样仅仅考虑联盟整体的利益，毕竟，企业才是技术联盟的主体。值得注意的是，Net Shapley Value 已经改变了原有的利益分配的性质，不能再作为技术联盟利益分配的原则和基础了。因为如果进入者的 Net Shapley Value 为 0 的话，很难想象企业会接受联盟零收益的分配。企业之所以加入技术联盟，就是想通过联盟的努力，克服自己创新投入不足或者技术能力不足的缺陷，以提升自己的技术能力和市场竞争力，以便将来在市场上获得更大的收益。

3 技术联盟最优规模的确定

3.1 技术联盟的界定与描述

假设某产业有 n 家企业，生产无差别的产品。假定企业 $i, i=1, 2, \dots, n$ ，其产量为 q_i ，成本函数为 $C_i(q_i) = 0.5\alpha_i q_i^2$ ，其中， $\alpha_i > 0$ 为效率参数，主要由企业的生产效率和效率两个因素所决定。更直接地说，该参数由企业的技术能力决定，企业的技术能力越高，企业的生产和技术创新就越有效率， α_i 就越低。当然，这个系数随着企业的不同而不同，很明显，其边际成本为 $\alpha_i q_i$ ，平均成本为 $0.5\alpha_i q_i$ 。对企业而言，其行为准则仍然是边际成本等于边际收入；对联盟而言，其行为准则也是边际成本等于边际收入^[14]。

考虑该产业中一个包含 k 家企业的技术联盟，假设需求曲线为 $p = a - Q$ ， $Q = \sum_{i=1}^k q_i < a$ ，则该联盟的总边际成本等于成员企业边际成本，假定总边际成本为 c ，则 $c = \alpha_i q_i$ ， $\alpha_i^{-1} = c^{-1} q_i$ ，假定 $R = \sum_{i=1}^k \alpha_i^{-1} = \sum_{i=1}^k c^{-1} q_i = c^{-1} \sum_{i=1}^k q_i = c^{-1} Q$ ， $c = Q/R$ 。对联盟整体而言，根据边际成本可以得出技术联盟的总成本为 $Q/2R$ ，其边际成本等于边际收入时，即 $c = Q/R = a - 2Q$ ，联盟的整体利益最大化，可以得出技术联盟的总的最优产量、价格和利润。

$$Q = \frac{aR}{1+2R}, p = \frac{a+aR}{1+2R}, \pi = \frac{a^2 R}{2(1+2R)}$$

由于联盟的总边际成本等于联盟企业边际成本，则 $MC = c = Q/R = \alpha_i q_i$ ，则 $q_i = Q/\alpha_i R$ ，令 $A = 1 + 2R$ ，则 $Q(1 + 2R) = QA = aR$ ，则企业 i 的最优化解依次为：

$$q_i = \frac{a}{A\alpha_i}, \pi_i = \frac{a^2}{2\alpha_i A}$$

3.2 盟外企业入盟的影响

现在考虑其它企业加入技术联盟的影响。如果技术联盟中已经有 $k-1$ 家联盟企业，有一新企业 i 加入，则联盟的总利润的变化为：

$$\begin{aligned} v(K_0) - v(K_0 / i) &= \frac{a^2 R}{2(1+2R)} - \frac{a^2(R - \alpha_i^{-1})}{2[1+2(R - \alpha_i^{-1})]} \\ &= \frac{a^2}{2A(A\alpha_i - 2)} \end{aligned}$$

根据 $R = \sum_{i=1}^{k-1} \alpha_i^{-1} + \alpha_i^{-1} > \alpha_i^{-1}$ ，可以得出， $\alpha_i > \frac{1}{R}$ 。又

$A = 1 + 2R > 2R$ ，所以 $\frac{1}{R} > \frac{2}{A}$ ，所以可得到 $\alpha_i > \frac{2}{A}$ ， $A\alpha_i - 2 > 0$ ，所以 $v(K_0) - v(K_0 / i) > 0$ 。也就是说，当第 k 家企业进入已有 $k-1$ 家企业组成的技术联盟中，技术联盟的整体利益得到提升；如果新进入企业相对而言更有效率或者是创新成本更低时（ α_i 越低），联盟的利益提升会更高。此时，按照 Shapley 值的结论， k 企业的进入是有效的。但是联盟整体利益提升并不意味着每个企业都能得到实惠，或者能够共享创新成果。毕竟，联盟是一个松散的中间组织，盟外企业入盟需要得到盟内所有企业的认可。

现在考虑新进企业对联盟内部已有企业的影响。给定联盟的利益分配原则，对企业 j 而言，第 k 家企业的进入对其影响为：

$$\Delta P_j = \frac{a^2}{2\alpha_j A} - \frac{a^2}{2\alpha_j [1+2(R - \alpha_i^{-1})]} = -\frac{a^2}{A\alpha_j(A\alpha_i - 2)} < 0$$

上式表明，在第 k 家企业进入已有 $k-1$ 家企业组成的技术联盟时，尽管整体联盟的利润得到一定程度的提升，但是它也降低了已有成员企业的利润。

对企业 k 来讲， $\alpha_i > \frac{1}{R} = \frac{2}{A-1}$ ，可以得出

$2A(A\alpha_i - 2) > 2A\alpha_i$ ，则有 $\frac{a^2}{2A(A\alpha_i - 2)} < \frac{a^2}{2A\alpha_i}$ 。由该式可以

看出，在原有分配原则下，新进入企业从联盟成员企业处获得超过它对联盟的利润贡献。因此，企业 k 的进入，尽管能够给联盟带来利益的增加，但是也给它其它 $k-1$ 家企业带来收益的降低。只有当企业给联盟带来的收益等于联盟内部企业收益的降低时，联盟才是稳定的。在 Net Shapley Value 标准下，若新进入联盟的企业的贡献等于它给联盟内部其它企业带来的成本时，其它企业才允许它的加入。

根据 Net Shapley Value 的定义，我们可以建立企业 i 的 NV ，则

$$\begin{aligned} NV &= \phi_i(v) - \phi_i^L(v) \\ &= \sum \frac{(n-k)!(k-1)!}{n!} \left[\frac{a^2}{2A(A\alpha_i - 2)} - \sum_{j=1, j \neq i}^{k-1} \frac{a^2}{A\alpha_j(A\alpha_i - 2)} \right] \end{aligned}$$

可以看出， NV 取值主要决定两个因素：联盟企业的数量 k 和企业的效率系数。为了方便起见，我们考虑进入者 k 对单个给定的技术联盟的贡献。假定联盟内部 $k-1$ 家企业拥有相同的效率参数 α_j ，则可以得出第 k 个企业对特定技术联盟的 NV 值：

$$NV = \frac{a^2}{2A(A\alpha_i - 2)} - \frac{(k-1)a^2}{A\alpha_j(A\alpha_i - 2)} = \frac{[\alpha_j - 2(k-1)]a^2}{2A\alpha_j(A\alpha_i - 2)}$$

当 $NV = 0$ 时, 企业 k 可以加入联盟; 当 $NV < 0$ 时, 企业 k 就会被拒绝。因此, 我们可以求出 k , 即 $NV = 0$ 时, $k = 1 + \frac{\alpha_j}{2}$, 这就是技术联盟的最优规模, 是该联盟可以容纳的最大企业数。因此, 我们得出本文的结论:

对特定的技术联盟而言, 当联盟企业的数量 $k = 1 + \frac{\alpha_j}{2}$ 时, 给定技术联盟的分配原则, 已有的联盟内部 $k-1$ 家企业从第 k 家企业的贡献中的获利足够补偿 $k-1$ 家企业的损失, 技术联盟仍然可以接受其它企业的进入。联盟所能容纳的最大企业数量 $k = 1 + \frac{\alpha_j}{2}$ 。

4 结论及启示

通过对 Shapley 的改进, 本文将利益分配机制转型用来测度技术联盟的适度规模。Net Shapley Value 在保证联盟整体利益得到提升的基础上, 又保证了联盟内部企业不受损害, 在这个基础上的联盟规模是技术联盟最优规模。

通过研究发现, 对特定技术联盟而言, 联盟企业的最优规模与联盟内部企业的效率系数有关。当联盟内部企业效率较高, 企业的生产成本和创新成本较低时, 技术联盟的最优规模较小。因为对联盟而言, 内部企业的技术创新效率较高, 运作良好, 企业之间的合作良好, 能够在既定创新目标的指引下进行精诚合作, 成功地开发出新技术, 占领新市场。当企业的运作效率较低时, 企业的创新成本和生产成本也就相对较高, 企业之间的创新合作效率就受到制约^[15]。更简单地说, 高效率意味着精干的技术联盟团队。当然, 低效率企业组建的技术联盟要想达到既定的技术目标, 就需要增加投入, 接纳新的联盟伙伴, 以弥补单个企业创新效率低下的缺陷。但是随着联盟企业数量的增加, 企业之间的协调、谈判和交易成本等都会大幅度增加, 从而又进一步限制了联盟的创新效率。这给技术联盟企业指出了联盟组建和运作的方向。

对企业而言, 要想达到既定的技术创新目标, 在选择技术联盟合作伙伴时, 应该对潜在合作企业的创新效率和生产效率进行全面评价。如果该企业的运作效率比较高, 企业的生产成本和创新成本就比较低, 这也意味着该企业拥有较高的技术能力, 那么该企业就应该成为联盟伙伴的最佳选择。因为如果联盟合作伙伴都是运作效率高的企业, 则联盟的规模也会比较小, 企业之间创新的协作就会更有效率, 联盟的交易成本和运作成本会得到大大降低, 企业的技术能力也就会得到大幅度的降低。同样, 如果一个企

业因战略技术开发的需要而想加入其它技术联盟时, 就应该降低效率, 提升技术能力。

参考文献:

- [1] BART VERSPAGEN GEERT DUYSTERS. The small world of strategic technology alliances [J]. *Technovation* 2004(24): 563-571.
- [2] 生延超. 创新投入补贴还是产品补贴 政府的技术联盟策略选择 [J]. *中国管理科学* 2008, 16(6): 184-192.
- [3] MAURA SOEKIJAD, ERIK ANDRIESEN. Condition for knowledge sharing in competitive alliance [J]. *European Management Journal* 2003, 21(5): 578-587.
- [4] 钟书华. 企业技术联盟导论 [M]. 北京: 经济管理出版社, 2004: 22-25.
- [5] YVES L DOZ, GARY HAMEL. Alliance advantage: the art of greeting value through partnering [M]. Harvard Business School Press, 1998: 52-53.
- [6] PEK-HOOI SOH, ROBERTS EB. Technology alliances and networks: an external link to research capability [R]. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2005, 52(4): 419-428.
- [7] 生延超. 技术联盟的共生稳定分析 [J]. *软科学* 2008, 22(2): 83-86.
- [8] TERESA LJ, CHEN SHU-HUI, LI CHIA-YING, et al. A strategic contingency model for technology alliance [J]. *Industrial Management & Data Systems*, 2005, 105(5): 623-644.
- [9] 肖条军, 盛昭瀚. 企业集团并购的能量效率最优战略 [J]. *中国管理科学* 2000, 8(4): 63-67.
- [10] 盛昭瀚, 肖条军. 技术创新对企业集团能量效率的影响与对策 [J]. *管理科学学报* 2001, 4(6): 1-5.
- [11] 范莉, 钟书华. 企业技术联盟的成本控制分析 [J]. *科学与科学技术管理* 2003(7): 12-15.
- [12] 范莉, 钟书华. 企业技术联盟的效益分析 [J]. *科技管理研究*, 2004(9): 20-22.
- [13] ROTHSCHILD R. On the use of a modified Shapley value to determine the optimal size of a cartel [J]. *Journal of Economic Behavior & Organization* 2001(45): 37-47.
- [14] 盛昭瀚, 肖条军. 企业集团管理决策的数理分析 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002: 97-102.
- [15] 李文明, 赵曙明, 王雅林. 科技创新的特点、主体与动力激励系统研究 [J]. *现代经济探讨* 2006(6): 60-64.

(责任编辑: 陈晓峰)