

技术创新竞争网络视域下企业知识基础能力研究

张晓黎^{1,2}, 覃正¹

(1. 上海财经大学 信息管理与工程学院, 上海 200433; 2 上海对外贸易学院 商务信息学院, 上海 201620)

摘要:首先构建了企业技术创新竞争关系网络,然后从知识基础深度和中介控制能力两个方面测度了知识基础能力,最后对105家全球R&D领先的通信和技术设备制造类企业知识基础能力进行了测算,分析了其对技术创新绩效的影响作用。研究发现,企业知识基础深度对技术创新绩效具有显著正向作用,但企业中介控制能力对技术创新绩效的影响呈倒U型。

关键词:技术创新竞争网络;知识基础能力;技术创新绩效

DOI:10.6049/kjbydc.2012110348

中图分类号:G302

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2013)24-0165-05

0 引言

近年来,通信和技术设备制造类企业的专利战争越演越烈。诺基亚指责谷歌智能手机侵犯了其与IEEE 802.11 WiFi标准有关的专利,苹果和三星针对弹回功能、手指任意放大缩小和连续点击放大等专利在智能手机和平板电脑中的应用进行了诉讼。可见,对通信和技术设备制造类企业而言,技术专利竞赛是企业开展新产品研发、拓展新市场和新客户群体以及实现“赢者通吃”的知识基础。如果不能取得产业主导产品或核心技术领域专利,在世界知识产权制度约束下,后发企业要想赶超先进企业必将付出更大代价。而要想实现技术创新赶超与跨越,企业不能单纯依靠增加研发资金,还需要优化其知识基础,提升知识运作能力。因此,本文基于全球R&D领先通信和技术设备制造类企业的技术创新竞争网络,研究R&D资金投入、知识基础能力与技术创新绩效之间的关系,对我国高新技术企业提升自主创新能力具有一定的借鉴意义。

1 文献综述

Kogut和Zander^[1]认为,企业是知识元素的集合。企业知识不仅包含企业本身拥有的知识,还包括员工个人拥有的知识。企业知识基础是指企业内部各类知识元素(包括信息、科技、关键技术和技巧)或者企业内

部个体所拥有的知识的集合。企业技术创新理论认为,企业技术创新过程可以看作是企业对相关技术知识获取、积累、扩散传播、激活整合乃至应用的过程。Grant^[2]认为,创新是对现有知识元素重组后的结果,企业在进行技术创新时存在路径依赖,即企业以往积累的知识基础是影响企业以后创新和发展方向的重要因素。当企业试图探索新机会或者解决新问题时,其原有的知识基础是企业创新的起点。Looze^[3]通过对法国、英国等欧洲国家生物制药行业专利数据进行统计分析发现,不同国家的知识基础与国家技术创新能力之间的关系各不相同。研究主要从知识基础网络结构角度出发,指出当某个国家的知识基础网络中心性和密度高于该国均值时,这个国家就具有最优的技术创新能力。Zhang J和Fuller V^[4]以生物制药行业为样本,研究了企业内部知识和组织结构对企业战略联盟形成的影响。他们用专利数量测度该类企业的技术创新绩效,用专利类别数量度量知识宽度,用专利技术比较优势指数测度知识领先度。结果表明,知识宽度正向影响企业吸收能力并会促进战略联盟的形成,知识领先度负向影响战略联盟的形成,而研发组织结构集中度对知识基础宽度具有替代作用。郭国庆和吴剑锋^[5]对美国电子医疗设备行业的专利数量和引用情况进行了研究,用5年中企业申请的专利类别数量测度企业知识库宽度,用专利总数测度企业知识库深度,用次年企业申请的专利数测度企业技术创新绩效。结果发现,知识库宽度、深度和技术机会对企业技术探索与

收稿日期:2013-03-25

基金项目:国家自然科学基金项目(70971083);211项目基金(211-5-1)

作者简介:张晓黎(1975-),女,上海人,上海财经大学信息管理与工程学院博士研究生,上海对外贸易学院商务信息学院副教授,研究方向为知识管理与企业决策;覃正(1958-),男,湖南常德人,上海财经大学信息管理与工程学院教授,博士生导师,研究方向为金融风险、企业决策。

技术创新绩效之间的关系有调节作用。刘岩和蔡虹^[6]对我国电子信息企业的知识基础结构特征与技术创新绩效之间的关系进行了实证分析。他们用企业 5 年申请的专利类别数量测度企业知识库宽度,用专利技术比较优势指数测度企业知识库深度。研究发现,知识基础宽度对企业技术创新绩效有显著正向影响,而深度与技术创新绩效之间存在倒 U 型关系。从以往研究可见,组织知识基础对技术创新能力有重要影响,许多研究都利用专利数据衡量组织知识基础和技术创新能力。然而,大多文献在定义知识基础结构方面尚未达成共识,且忽略了不通类别知识在行业中的重要性各不相同,更未深入研究组织对知识的中介控制能力与知识基础之间的交互作用。

Ahuja^[7]构建了企业合作联盟网络,重点分析了企业在网络中拥有的直接关系、间接关系和结构洞对创新产出的影响。研究认为,直接关系、间接关系对创新产出具有正向影响作用,但间接关系的影响作用受直接关系数量调节的影响,而体现企业网络中介能力的结构洞指标对创新产出既有正向影响也有负向影响。Lechner 等^[8]研究了结构洞与战略单元绩效之间的关系,认为网络成员之间存在的结构洞使其更有可能提供非冗余信息,随着网络结构洞的增加,网络成员可用的信息多样性也在增加。Burt^[9]、Koka 和 Prescott^[10]的研究则认为,过多的结构洞数量可能使战略单元接触过多相互冲突的异质性信息,从而导致冲突、协调困难、行动迟缓等行为。Newman^[11-12]根据从物理学、生物学和计算机科学论文数据库中得到的数据,建立了不同领域科学家间的合作网络。如果两个科学家之间有合作发表的论文,就认为他们存在联系。他构建了基于科学家两两之间论文合作数量的网络表示方法,以反映合作节点两两之间的连接强度和变化,选取介数作为网络连通性和中心性测量指标,即由两个节点间最短路径通过利益相关点的数量来反映网络中某一节点对信息传递的影响力。其中,拥有最多节点的最短路径通过者,就是最有影响力的科学家。陈子风和官建成^[13]以专利合作者所属国家数据构建了 9 个创新型国家和地区的研发合作网络,分析了小世界特征对整体创新产出的影响。结果显示,较短的平均路径长度和较强的小世界性会导致更多的创新产出。从以往对网络结构的研究可知,组织合作网络结构特征,特别是体现组织中介能力的结构洞指标和介数等,会对创新产出产生影响。但学者在研究这些影响时仅考虑了网络结构本身,而忽略了网络节点自身存在的知识基础差异,得出的结论也存在冲突。本文结合企业技术创新竞争关系网络,以度数中心度度量知识在行业中的重要性,并充分考虑了不同类别知识的重要性,以中间中心度度量企业对行业知识资源的中介控制能力,分析企业知识基础与能力对技术创新绩效的影响作用。

2 研究假设

2.1 企业技术创新竞争关系网络

竞争是指产业内提供同质产品或服务的未结盟企业间的一种对抗行为。Chen 等^[14]认为,当企业对有限的市场资源、人力资源和资本资源进行争夺时,即可认为两者之间存在竞争,由此可以用利基重叠概念进行识别。姚灿中等^[15]通过是否生产同一种产品或提供相同服务来衡量企业之间是否存在竞争关系,并以企业为节点、以企业间的竞争关系为连边,构建了汽车零部件企业竞争关系复杂网络模型,结合实际数据分析了该类企业竞争关系复杂网络的拓扑结构属性。本文用申请相同技术类别的专利重叠关系来描述企业之间的技术创新竞争关系,即两家企业若申请相同类别的专利,则认为两者之间存在技术创新竞争关系。

本文对企业技术创新竞争关系网络定义如下:以全球 R&D 领先通信及技术设备制造类企业为行节点(在图 1 中用字母表示),以国际专利分类 IPC 细目为列节点(在图 1 中用数字表示),如果企业 i 申请了某类 IPC 专利 j ,则在两者之间进行连边,从而形成企业参与某类技术创新的竞争关系网络(见图 1)。然后,将上述企业技术创新竞争关系网络转换成两个网络。一个是以度量企业之间竞争关系为主的企业—企业关系网络,该网络中的节点是企业,刻画了企业之间参与专利竞争的关系情况。如产业内主要有 5 大技术专利类别,而企业 D 和 F 在其中两种技术类别上有专利申请,故存在技术竞争;另外一个是以度量知识元素之间关系为主的技术类别—技术类别关系网络,刻画了不同类别专利之间企业的参与情况,如有两个企业既申请了 3 又申请了 4 这一技术类别。

2.2 中介控制能力测度

在上述企业—企业关系网络中,企业节点的中间中心度可以用于测量企业的中介控制能力。由于某些节点之间有多条最短路径,只有部分通过节点 i ,因此节点 i 的中间中心度计算公式^[16]为:

$$C_B(n_i) = \sum_{j, k \neq i, j \neq k}^N \frac{n_{jk}(i)}{n_{jk}}$$

其中, n_{jk} 是连接 j 和 k 节点的最短路径数量, $n_{jk}(i)$ 是连接 j 和 k 且经过节点 i 的最短路径数量。中间中心度较大的企业在技术创新竞争网络中具有非常重要的中介作用和核心作用,说明这类企业控制产业重要知识资源的能力较强,能够接触到更多多样性的信息,可以争取更多的信息利益和控制利益,给企业在新一轮技术创新中带来竞争优势。但是,过高的中间中心度会使企业因为要应对更多的异质性企业而带来协调难度、信任问题和竞争压力。因此,本文提出如下假设:

假设 1:企业中介控制能力与创新绩效之间存在倒

U 型关系。

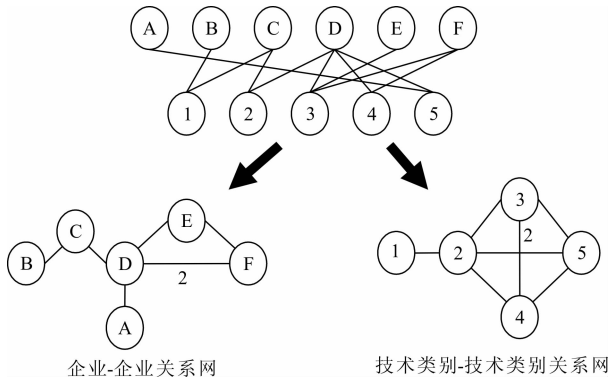


图 1 企业技术创新竞争关系网

2.3 知识基础深度与技术创新

知识基础深度是指企业对以往知识积累的数量。很多新技术和新产品研发都避开核心专利技术,因此核心专利在通信和技术设备制造行业中具有重要地位,它能加强企业对技术市场的控制权,使企业获得超额利润。以往文献用既往专利数量的累加来测度知识基础深度,用专利类别数量测度知识基础宽度,却忽略了不同类别专利在行业中的核心性和重要性各不相同。本文通过专利技术类别—技术类别关系网络得到 IPC 细目的度数中心度,通过度数中心度测算 IPC 细目在行业技术专利领域中的核心性,然后计算企业在不同技术领域的专利数量与相应度数中心度乘积的累加和,进而得到企业知识基础深度。即企业 i 的知识基础深度 $Depth_i = \sum_k P_{ik} C_D(n_k)$, P_{ik} 表示企业 i 在专利分类 k 上的申请数量, $C_D(n_k)$ 表示专利类别 k 的度数中心度。这样不仅将知识基础宽度与深度属性有机结合起来,还充分考虑了不同类别知识在行业内的核心性,是对知识基础深度测度的一个崭新尝试。

知识节点度数中心度可以用于测量知识元素的核心性。在上述技术类别—技术类别关系网络中,节点 i 的度数中心度^[16]是指与该节点直接相连的其它节点的

$$C_D(n_i) = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^N x_{ji}}{N-1}$$

个数,其中 N 表示网络节点数。度数中心度较大的知识节点,在技术创新竞争网络中具有非常重要的基础作用。企业在申请专利时都避不开此类知识,说明该类知识占据了知识网络的中心地位,与更多其它知识有直接或紧密联系,而度值低的知识节点位于知识网络的边缘位置,是不活跃的知识元素。

企业只有通过长时间学习和积累才能深入理解自己所掌握的技术领域知识,从而开发出更多可靠性更强的新产品。随着知识基础深度的增加,企业对自身熟悉的技术领域知识的充分探索和应用,会降低学习研发成本和风险,在自身拥有较深知识基础深度的基础上,充分运用技术竞争网络中介控制能力,可以有效

促进知识流动,增加发现新应用和新突破点的可能。因此,本文提出如下假设:

假设 2:知识基础深度与技术创新绩效正相关;

假设 3:企业中介控制能力对知识基础深度与技术创新绩效之间的关系具有正向调节作用。

3 实证研究

本文之所以选取通信和技术设备制造类企业作为研究对象,是因为技术创新和竞争是该行业的典型特征,而专利是衡量该类企业技术创新的有效手段,该行业专利和技术创新之间存在密切联系。企业专利不仅是对已掌握知识元素的集合,还是对未来新产品和新市场的保护。因此,本文采用专利数据来衡量企业的知识基础和技术创新绩效。样本来源于英国商业、创新和技能部(BIS)发布的全球研发顶尖企业排行榜,从榜单上选择固网通信、移动通信、技术硬件及设备类上市企业作为主要研究对象,所选企业在 2003—2009 年有 4 次以上机会进入此排行榜,2009 年之后没有被并购,并且历年专利数据可在 WIPO 网站上检索无歧义,本文将其统称为通信和技术设备制造类企业,共计 105 家。研发经费投入(以百万英镑计)和企业规模数据均来自于该榜单,专利相关数据均来自于 WIPO 专利检索数据库。

因变量是当年申请的专利数量。如果知识基础用 2003—2005 年的时间窗,则因变量用 2006 年申请的专利数量。控制变量包括研发投入和企业规模,分别用 R&D 资金投入和当年雇员数的对数测算。自变量包括知识基础深度和企业中介控制能力。用 2003—2005 年的专利数据构建企业技术创新竞争关系网络,测算知识元素度数中心度和企业中间中心度,然后计算知识基础深度和企业中介控制能力。由于因变量是非负的计数变量,且因变量均值与标准差值相差较大,属于超离散数据,借鉴 Hausman 等建议使用的负二项回归模型,本文使用 stata 软件对短面板数据进行随机效应负二项回归建模。

(1) 相关系数。表 1 列出了所有变量的均值、标准差和相关系数。企业技术创新绩效、知识基础深度与企业中介控制能力、研发资金和企业规模之间存在显著的正相关关系。某些变量之间存在较高的相关性,如知识基础深度与企业研发投入之间的相关系数达到 0.573 4($P < 0.01$)。为了检测变量之间可能存在的多重共线性问题,本文测试了 VIF 值,发现所有变量的 VIF 值均小于 4,说明这一问题不存在。

(2) 回归模型与结果。模型 1 和模型 2 检验了假设 2,知识基础深度系数显著为正,表明知识基础深度对企业技术创新绩效有显著正向作用。这说明,企业掌握的产业核心知识基础越深,对以后的技术创新越有利。模型 3 和模型 4 检验了假设 1,中介控制能力系数显著为

正,而中介控制能力平方系数显著为负,表明企业中介控制能力与技术创新绩效之间为倒U型关系。在技术创新竞争网络关系中,企业涉及的技术领域越广,对产业知识资源掌握得越多,中介和控制能力越强,技术创新绩效越高。但超过某个度以后,企业会因为过宽的技术领域而面临与更多异质性企业进行技术竞争的压力,进而带来协调成本和难度,从而阻碍企业开展技术创新。模型5中,中介控制能力系数显著为正,中介控制

能力平方系数显著为负,中介控制能力与知识深度相乘的系数显著为正,表明中介控制能力对知识基础深度与创新绩效之间的关系具有正向调节作用,假设3得以验证。这说明,当企业具有较强的中介控制能力时,更应注重对知识基础深度的挖掘,在自身熟悉的领域拓宽新产品投入和研发力度,大力促进知识基础在技术竞争网络中的推广、应用和溢出,但应避免在竞争激烈或者相对生僻的技术领域增加研发投入(见表2)。

表1 变量相关系数

变量	均值	标准差	1	2	3	4	5
1. 研发投入	460.14	734.72	1				
2. 企业规模	39 465.82	69 947.36	0.448 5***	1			
3. 中介控制能力	3.71	2.47	0.220 2***	0.074 3*	1		
4. 知识基础深度	656.74	1 357.00	0.573 4***	0.207 0***	0.257 4***	1	
5. 专利数量	315.37	671.62	0.500 6***	0.252 6***	0.260 2***	0.853 3***	1

注:相关系数(*P<0.10,**P<0.05,***P<0.01)

表2 回归模型

指标	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5
Log likelihood	-2 833.818 3	-2 831.738 2	-2 826.439 3	-2 822.956 8	-2 822.421 6
Wald chi2	120.27	123.30	135.65	140.28	142.59
研发投入	0.000 264 7*** (0.000 064 3)	0.000 212 4*** (0.000 067)	0.000 228 6*** (0.000 066)	0.000 223 2*** (0.000 065 5)	0.000 253 1*** (0.000 062 3)
企业规模	0.092 077 2* (0.047 123 5)	0.089 779 3* (0.046 828 4)	0.086 766 1* (0.045 296 2)	0.084 08* (0.044 050 6)	0.078 968* (0.044 406 5)
知识基础深度		0.000 072 7** (0.000 033 4)	0.000 081 8** (0.000 033 4)	0.000 075** (0.000 033 2)	
中介控制能力			0.044 004 5*** (0.013 128 7)	0.175 730 8*** (0.051 985 3)	0.189 251 9*** (0.052 096 8)
中介控制能力的平方				-0.011 796 8*** (0.004 503 9)	-0.014 427 4*** (0.004 570 7)
中介控制能力×知识深度					0.000 015 2** (5.93e-067)
Year2006	-0.018 987 (0.066 511 3)	-0.023 400 9 (0.066 198 5)	-0.016 190 6 (0.065 693 9)	-0.058 873 6 (0.067 544 9)	-0.063 341 (0.067 285)
Year2007	-0.038 874 2 (0.066 765 3)	-0.046 846 3 (0.066 568 4)	-0.041 946 6 (0.065 918 1)	-0.052 719 4 (0.066 028 1)	-0.043 842 8 (0.065 691 3)
Year2008	-0.434 664 5*** (0.077 124 8)	-0.446 304 6*** (0.077 315 7)	-0.464 325 6*** (0.077 218 1)	-0.489 412 1*** (0.077 766 1)	-0.486 556 6*** (0.077 547)
Year2009	-0.670 386 2*** (0.077 411 9)	-0.708 807 7*** (0.080 398 5)	-0.745 375 9*** (0.080 792 6)	-0.775 849 8*** (0.082 061 6)	-0.769 405 4*** (0.080 170 1)
常数项	0.495 889 3 (0.448 680 1)	0.493 012 1 (0.445 987 6)	0.329 492 2 (0.433 741 5)	0.097 067 1 (0.435 747 9)	0.135 561 1 (0.438 610 3)

注:标准差列在括号内,*P<0.10,**P<0.05,***P<0.01

4 结语

在后金融危机时代,通信和技术设备制造类企业试图通过新老技术更替及新产品生产、新技术标准建立、新市场拓展来寻找机遇、摆脱困境。这就要求企业保持高度的市场和技术敏锐度,紧跟不同行业标准进行准确而有效的技术创新,提升自身知识基础能力,避免盲目的研发投入。相比于在完全陌生的技术领域进行研发投入,与其面临更多技术竞争对手,倒不如深度挖掘自身知识基础能力、寻找优质合作对象,在熟悉的技术领域内设计合理的新产品探索方案,在技术创新

过程中构建深度和重点技术领域领先的企业知识基础。企业知识基础能力提升的主要路径是:首先运用本文介绍的方法,搜集行业内相关企业的竞争数据,构建技术创新竞争网络;其次,识别自身核心研发技术在行业中的重要性,参照本文介绍的指标公式测度知识基础能力;最后,寻找自身知识基础能力与关键竞争对手之间的差距,并从以下几个方面制定提升策略:①知识基础规划能力提升策略。知识基础规划能力是企业识别技术机会并从战略上构想和设计未来技术布局的能力,是企业对内部知识基础整体发展演化的识别、判断和预测。可以从以下两方面实现:一是完善企业内

部专利和产品创新管理体系,成熟的内部知识管理体系可以帮助企业发现行业研发热点和自身知识缺口,明确以后的研发方向。二是激发技术研发人员在企业战略核心技术领域申请专利的热情和积极性。例如,成立专门的专利申请和处理部门,重视对技术研发人员的技能培训,将专利申请能力纳入员工绩效考评体系等;②知识基础中介控制能力提升策略。一是适度拓展企业知识管理工作范围,将外部知识与网络管理纳入其中,评估网络成员的知识存量、知识质量和知识结构等,形成技术创新竞争网络图,确保使自身拥有的技术能够在网络中占据优势地位,并能够识别出潜在技术竞争对手,筛选出最有价值的合作对象,进而提升企业对网络知识的认知能力和控制能力。二是整合企业内外部知识吸收和扩散渠道,降低知识转移和流通壁垒,促使外部知识迅速转化为与企业自身知识基础相匹配的形式,使内部知识成果得以快速溢出与扩散,进而影响合作伙伴和竞争对手。

本文的不足之处在于:首先,本文使用专利来衡量通信和技术设备制造类企业的知识基础能力。虽然专利是该类企业维持竞争优势的重要资源,但还有一些知识无法用专利进行测量;其次,本文只研究了企业内部研发资金投入和知识基础能力对技术创新的影响,而没有考虑企业外部知识网络结构对技术创新绩效的影响。所以,未来有必要探讨外部知识网络构建对企业技术创新绩效的影响。

参考文献:

- [1] KOGUT B,ZANDER U. Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology[J]. *Organization Science*,1992(3):383-397.
- [2] GRANT R M. Toward a knowledge-based theory of the firm[J]. *Strategic Management Journal*,1996(17):109-122.
- [3] LOOZE R V. Using patent statistics as knowledge base indicators in the biotechnology sectors: an application to France, Germany and the U. K. [J]. *Scientometrics*,2002,54(3):319-34.
- [4] ZHANG J, FULLER V. Technological knowledge base, R&D organization structure and alliance information: evidence from the biopharmaceutical industry[J]. *Research policy*,2007(36):515-526.
- [5] 郭国庆,吴剑峰. 企业知识库、技术探索与创新绩效关系研究:基于美国电子医疗设备行业的实证分析[J]. *南开管理评论*,2007,10(3):87-89.
- [6] 刘岩,蔡虹. 企业知识基础与技术创新绩效关系研究——基于中国电子信息行业的实证分析[J]. *科学与科学技术管理*,2011,10(32):64-68.
- [7] AHUJA G. Collaboration networks, structural holes, and innovation: a longitudinal study[J]. *Administrative Science Quarterly*,2000,45(3):425-455.
- [8] LECHNER C,FRANKENBERGER K,FLOYD S W. Task contingencies in the curvilinear relationships between intergroup networks and initiative performance[J]. *Academy of Management Journal*,2010,53(4):865-889.
- [9] BURT R S. *Structural holes: the social structure of competition*[M]. Haeaeed:Harvard University Press,1992.
- [10] KOKA B R, PRESCOTT J E. Designing alliance networks: the influence of network position, environmental change, and strategy on firm performance[J]. *Strategic Management Journal*,2008,29(6):639-661.
- [11] NEWMAN M E J. Who is the best connected scientist? a study of scientific co-authorship networks[J]. *Physical Review E*,2001,64(1):016131.
- [12] NEWMAN M E J. A measure of betweenness centrality based on random walks[J]. *Social Networks*,2005,27(1):39-54.
- [13] 陈子风,官建成. 合作网络的小世界性对创新绩效的影响[J]. *中国管理科学*,2009,6(17):115-120.
- [14] CHEN M J. Competitor analysis and inter-firm rivalry: toward a theoretical integration[J]. *The Academy of Management Review*,1996,21(1):100-134.
- [15] 姚灿中,杨建梅,庄东. 产业竞争关系复杂网络上的竞争扩散研究[J]. *管理学报*,2011,2(8):254-264.
- [16] STANLEY WASSERMAN, KATHERINE FAUST. *Social network analysis: methods and applications*[M]. 北京:中国人民大学出版社,2011:12.

(责任编辑:王敬敏)