

# 技术多样化与创新绩效的非线性关系研究

张克群<sup>1</sup>, 郝娟<sup>1</sup>, 周为<sup>2</sup>, 江彦若<sup>3</sup>

(1. 武汉大学 经济与管理学院; 2. 武汉大学 教育科学学院, 湖北 武汉 430072;  
3. 武汉纺织大学 传媒学院, 湖北 武汉 430073)

**摘要:**探讨技术多样化与创新绩效的非线性关系,运用美国制药产业共116家公司1996—2007年的数据进行了实证。结果显示,技术多样化与创新绩效呈现倒U型的非线性关系;非相关技术多样化与创新绩效呈现倒U型的非线性关系;相关技术多样化与创新绩效呈正相关。

**关键词:**技术多样化;创新绩效;非线性

**DOI:**10.6049/kjbydc.2013050953

**中图分类号:**F273.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7348(2014)06-0016-04

## 0 引言

当企业处于快速变化的产业环境时,必须通过持续的创新活动来开发新技术或新产品。因此,企业需要通过产品或过程创新,建立新的进入障碍,以维持其市场占有率或提升企业的营业收入与获利能力。但是,创新需要相关技术作为支撑,因此以技术为基础的公司必须持续不断地进行技术创新以追求新的市场或技术机会,并寻求过程创新或产品创新。Garcia-Vega<sup>[1]</sup>认为技术多样化是帮助企业创新以获得竞争优势的重要途径,具体为通过推出多样化产品增加市场机会、满足顾客需求;或者降低竞争对手因推出新产品、新技术而带来的威胁与伤害,抢先占有优势的竞争地位,实现差异化。除此之外,多样化也可以积累技术深度、扩展技术广度并系统地建立更具竞争力的产品,可使企业拥有更好的绩效。

上述讨论指出,技术多样化能够为企业带来许多利益,然而对企业并非绝无任何风险。企业可能因选择进入新技术领域而增加研发投资的不确定性,且过度技术多样化会使企业分散投资,造成企业资源利用无效率,进而导致企业绩效降低。此外,技术多样化会导致技术复杂程度的增加而产生较高的交易成本(整合、沟通、协调、搜寻与监督成本),使得企业绩效降低<sup>[2-3]</sup>。

基于上述问题,本研究主要探讨企业进行技术多

样化时是否会提升其创新绩效。具体内容如下:①技术多样化与创新绩效关系;②相关技术多样化与创新绩效关系;③非相关技术多样化与创新绩效关系;④技术竞争力与创新绩效关系。

## 1 文献探讨与研究假说

### 1.1 技术多样化与创新绩效

以技术为基础的企业必须持续地进行创新,以获得新机会/新市场。因此,企业经营者应该思考如何运用核心技术能力,进而扩展到其它事业或产品领域。企业进行技术多样化时,投入大量资源于研发活动以扩大企业技术领域,且通过相关和非相关技术的交叉融合来获得综合绩效的提升,产生范围经济或规模经济,创造丰富的研发投资组合以降低研发风险,增加技术机会。企业若拥有较广阔的技术领域,将使得企业较具策略弹性以适应快速变化的产业环境。许多文献已验证技术多样化对企业创新绩效有正向影响<sup>[1,3-4]</sup>。

企业实施技术多样化策略时,可藉由规模及范围经济以及分散风险等获益;反之,当企业技术活动延伸至异质性较高的技术领域时,技术管理者必须协调好拥有不同技术背景研发人员间的知识转移问题,整合多样的技术知识,协调不同技术的组织和管理成本,以及搜寻新技术的成本等。高度分散的技术能力通常会伴随许多管理上的限制,使得整合、搜寻、沟通与协调

收稿日期:2013-05-30

基金项目:教育部人文社会科学青年基金项目(13YJC630222)

作者简介:张克群(1980—),男,台湾金门人,博士,武汉大学经济与管理学院副教授,研究方向为技术创新管理和技术策略管理;郝娟(1990—),女,湖北武汉人,武汉大学经济与管理学院硕士研究生,研究方向为技术创新管理;周为(1982—),女,湖南长沙人,武汉大学教育科学学院博士研究生,研究方向为教育经济与管理和技术创新管理;江彦若(1972—),男,台湾台北人,武汉纺织大学传媒学院讲师,研究方向为组织营销、营销战略。

等交易成本为之提高。因此,在考量交易成本后,技术多样化的成本可能超过其带来的收益。即技术多样化程度与绩效间可能是非线性关系,亦即在适当的技术多样化程度内,边际利益会大于边际成本;然而,一旦技术多样化程度超过某一最适水平,其边际成本会超过技术多样化所带来的边际利益。因此,本研究提出假设1:

假设1:技术多样化与创新绩效呈现倒U型的非线性关系。

企业发展其专业技术时可能会在某些特定技术或知识领域通过拓展技术深度以维持其竞争优势。然而企业也可能通过进入不同技术领域来增加其技术广度,以取得互补性技术,进而优化企业的技术组合<sup>[4]</sup>。Leonard-Barton<sup>[5]</sup>认为,企业知识基础与技术领域过于狭隘将导致组织面临核心刚性问题。因此,Quintana-Garica and Benavides-Velasco<sup>[6]</sup>指出,企业可以通过技术多样化活动来避免核心刚性与路径依赖的问题。然而,企业在进行非相关技术的多样化时,往往面临较高的学习成本与转换成本。除此之外,未享有规模经济优势,且管理非相关技术领域使得整合、沟通与协调等交易成本逐渐提高。因此,非相关技术多样化的提高亦分散了企业资源。过度分散的技术能力会使控制、沟通与协调的需求为之提高。所以,非相关技术多样化与绩效间也应存在非线性关系,亦即在适当的非相关技术多样化时,利益会高于成本,然而,一旦非相关技术多样化程度超过某一最适水平后,所衍生的交易成本等可能会超过非相关技术多样化所带来的收益。因此,本研究提出假设2:

假设2:非相关技术多样化与创新绩效呈现倒U型非线性关系。

一个具有竞争力的企业应致力于发展公司核心业务,拓展技术深度。技术集中的优势是厂商容易从相似的领域中累积技术能力,降低单位成本(规模经济)。知识的相关性是影响技术多样化的重要因素,它是指企业原有的技术知识在新业务中的适用性。技术集中使某些企业因技术专业化而获利,技术专业化也可提升规模经济效果,使得公司获得相对技术优势<sup>[4]</sup>。

企业可能会选择进入那些在资源特征上与自身资源状况相似或相关的市场,而且企业并不是以一种随意的方式去拓展技术创新活动,这是因为存在技术转移的高转换成本。因此,企业在选择技术领域时,为延续先前的学习经验、知识特性等,会选择具有知识相关性的技术领域进行技术多样化。即企业发展技术时会进入相关技术领域而不是非相关技术领域。而且,技术往往群聚于某一核心技术“周围”,这些技术共享一个公共或互补的知识基础,依赖于共同的科学原理或相似研究的启发。技术之间的相关性和互补性决定了技术多样化的程度。因此,本研究提出假设3:

假设3:相关技术多样化与创新绩效呈正相关。

## 1.2 技术竞争力与创新绩效

资源基础理论认为,企业可通过内部资源与能力,培养核心竞争力,以建立企业竞争优势。而且,资源基础理论也强调技术竞争力为企业核心竞争力的组成之一。企业技术竞争力的提升有助于推动产品创新和过程创新,且技术竞争力也可以提升企业竞争优势。换言之,企业必须培养技术竞争力,才能持续竞争优势。

除此之外,技术竞争力的建立与维持对创新绩效具有正向影响,而且也关乎高科技产业经营绩效。亦即创新绩效需仰赖于技术竞争力的建立与发展。因此,本研究提出假设4:

假设4:企业技术竞争力与创新绩效呈正相关。

## 2 研究方法

### 2.1 样本选取与数据收集

本文主要研究对象为美国制药产业,首先使用Standard & Poor's COMPUSTAT公司数据库,根据制药产业的SIC-2834找出制药公司,共271家,在扣除专利数为零及财务资料不全的公司后,总样本数为116家;以美国专局(US Patent and Trademark Office, USPTO)作为专利资料来源。同时,从Standard & Poor's COMPUSTAT财务数据库中找出制药公司自1996—2007年的公司财务资料。

### 2.2 变量操作性定义

#### 2.2.1 创新绩效

许多研究使用专利数来衡量企业的研发成效、专利质量或创新绩效等。因此,本研究使用专利数作为创新绩效的代理变量。

#### 2.2.2 技术多样化

本研究依据Jacquemin and Berry<sup>[7]</sup>的方法,使用熵来衡量技术多样化,包含相关技术多样化与非相关技术多样化,技术多样化的计算方法如式(1)、(2)、(3)所示:

(1)技术多样化(technological diversification, DT)。

$$DT = \sum_{i=1}^N P_i \ln\left(\frac{1}{P_i}\right) \quad (1)$$

其中, $P_i$ 为在N个UPC二阶分类中,在i分类中所占的比重。

(2)非相关技术多样化(unrelated technological diversification, DU)。

$$DU = \sum_{j=1}^M P_j \ln\left(\frac{1}{P_j}\right) \quad (2)$$

其中, $P_j$ 为在M个UPC一阶分类中,在j分类中所占的比重。

(3)相关技术多样化(related technological diversification, DR)。

$$DR = DT - DU \quad (3)$$

技术多样化(DT)、非相关技术多样化(DU)和相关

技术多样化(DR)的值越大,代表企业技术多样化程度越高;反之,值越接近 0,代表企业技术多样化程度越低。

2.2.3 技术竞争力

本研究利用相对专利定位(relative patent position, RPP)作为技术竞争力的代理变量。Ernst<sup>[8]</sup>提出相对专利定位,主要衡量公司在特定技术领域拥有专利数与该技术领域标杆公司的专利数之比,标杆公司为拥有最多专利数的公司,其中专利技术领域的划分依据是 UPC 分类(united states patent classification, 美国专利分类码)。相对专利定位值最大为 1,数值愈接近 1,即表示公司专利数量在该技术领域愈领先;数值

愈接近 0,则表示公司与该技术领域标杆公司的差距愈大。

2.2.4 控制变量

考虑到被解释变量(创新绩效)会受到其它变量的影响,因此使用公司规模与研发支出作为控制变量。本研究以销售总额取对数后作为衡量公司规模的代理变量,以每年研发费用取对数后作为研发支出的代理变量。

3 实证结果与分析

本研究采用可数追踪数据模型验证技术多样化、技术竞争力与创新绩效的关系,结果如表 1 所示。

表 1 可数追踪数据模型分析结果

变数	专利数					
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
截距项	0.2853** (3.18)	-1.9944** (-17.44)	1.6549** (16.04)	-1.7029** (-14.10)	1.4530** (14.36)	1.4252** (13.78)
控制变量公司规模	0.1305** (3.24)	0.0770** (3.97)	0.0631 (1.91)	0.0399* (1.96)	0.0629 (1.92)	0.0618 (1.88)
研发支出	0.3074** (5.03)	0.3198** (15.28)	-0.0986 (-1.86)	0.2687** (11.05)	0.0557 (1.06)	0.0642 (1.21)
解释变量						
技术多样化(DT)		1.0923** (36.18)	0.6430** (23.29)			
技术多样化平方项(DT <sup>2</sup> )			-0.0543** (-2.68)			
相关技术多样化(DR)				1.1923** (37.26)	0.4904** (21.14)	0.4856** (21.22)
相关技术多样化平方项(DR <sup>2</sup> )						0.0354 (1.37)
非相关技术多样化(DU)				0.8065** (15.97)	0.2972** (13.59)	0.3033** (13.51)
非相关技术多样化平方项(DU <sup>2</sup> )					-0.0571** (-3.37)	-0.0767** (-3.42)
技术竞争力		0.2446** (12.43)	0.5762** (4.47)	0.1907** (7.76)	1.0162** (9.07)	1.0507** (9.20)
Log Likelihood	-3 395.35	-2 633.45	-2 932.32	-2 608.44	-2 937.91	-2 937.00
Chi-Square	100.12	3945.48	795.94	4132.62	965.12	990.00
LR 检定	168 544.83	32 070.84	32 076.74	27 933.47	27 917.34	27 851.30
Hausman 检定	21.19	25.20	30.52	37.72	41.50	38.19
公司数	116	116	113	116	114	114
样本数	1 072	1 072	1 048	1 072	1 050	1 050

注:\*\*表示在 1%显著水平下显著异于零,\*表示在 5%显著水平下显著异于零;括号内为 z 值

(1)在模型中自变量为专利数,解释变量为技术多样化(DT)、相关技术多样化(DR)、非相关技术多样化(DU)、技术竞争力,其中控制变量为公司规模、研发支出。分析表明,模型 3 在 1%显著水平下,技术多样化(DT)系数估计值为 0.6430,z 值为 23.29,显示具有显著正向影响,技术多样化平方项(DT<sup>2</sup>)系数估计值为 -0.0543,z 值为 -2.68,显示具有显著负向影响,假设 1 成立,即技术多样化与创新绩效呈现倒 U 曲线的非线性关系。

(2)模型 5 在 1%显著水平下,非相关技术多样化(DU)系数估计值为 0.2972,z 值为 13.59,显示具有显

著正向影响,非相关技术多样化平方项(DU<sup>2</sup>)系数估计值为 -0.0571,z 值为 -3.37,显示具有显著负向影响;模型 6 在 1%显著水平下,非相关技术多样化(DU)系数估计值为 0.3033,z 值为 13.51,显示具有显著正向影响,非相关技术多样化平方项(DU<sub>2</sub>)系数估计值为 -0.0767,z 值为 -3.42,显示具有显著负向影响,假设 2 成立,即非相关技术多样化与创新绩效呈现倒 U 型的非线性关系。

(3)模型 4 在 1%显著水平下,相关技术多样化(DR)系数估计值为 1.1923,z 值为 37.26;模型 5 在 1%显著水平下,相关技术多样化(DR)系数估计值为

0.4904,  $z$  值为 21.14; 模型 6 在 1% 显著水平下, 相关技术多样化(DR) 系数估计值为 0.4856,  $z$  值为 21.22, 相关技术多样化平方项(DR<sup>2</sup>) 系数估计值为 0.0354,  $z$  值为 1.37, 显示具有正向影响但不显著; 模型 4、5、6 均显示具有显著正向影响, 假设 3 成立, 即相关技术多样化与创新绩效呈正相关。

(4) 模型 2 在 1% 显著水平下, 技术竞争力系数估计值为 0.2446,  $z$  值为 12.43; 模型 3 在 1% 显著水平之下, 技术竞争力系数估计值为 0.5762,  $z$  值为 4.47; 模型 4 在 1% 显著水平下, 技术竞争力系数估计值为 0.1907,  $z$  值为 7.76; 模型 5 在 1% 显著水平下, 技术竞争力系数估计值为 1.0162,  $z$  值为 9.07; 模型 6 在 1% 显著水平下, 技术竞争力系数估计值为 1.0507,  $z$  值为 9.20; 模型 2、3、4、5、6 均显示具有显著正向影响, 假设 4 成立, 即企业技术竞争力与创新绩效呈正相关。

#### 4 结论及建议

技术多样化是帮助企业创新并获得竞争优势的一项利器, 故企业会采取技术多样化策略以活用富余资源、进行多样化投资或追求公司成长。因此, 技术多样化的企业会投入大量资源在研发活动上, 以获得综合绩效的提升; 或是降低风险, 增加技术机会, 产生范围经济或规模经济, 增加市场机会, 降低竞争对手的威胁与伤害, 适应变动的环境, 积累技术能力。然而, 企业过度技术多样化会使企业增加不确定性, 产生风险; 分散投资亦造成企业资源运用无效, 且厂商将技术活动延伸至异质性较高的技术领域时, 管理诸多不同领域的成本亦会提高, 从而产生较高的整合、沟通与监督成本。所以, 本研究主要探讨技术多样化与创新绩效关系、相关技术多样化与创新绩效关系、非相关技术多样化与创新绩效关系、技术竞争力与创新绩效关系。结论如下:

(1) 技术多样化与创新绩效呈现倒 U 型非线性关系。即技术多样化程度对创新绩效的影响呈现先增后减的曲线关系, 说明提高技术多样化程度对创新绩效有正向影响, 但达到最适水平后, 持续提高技术多样化反而使得创新绩效降低, 故两者之间呈现倒 U 型非线性关系。这说明公司从事技术多样化活动, 虽然可以提升公司创新绩效, 但并不代表公司可以无限制地扩张其技术领域, 因为当超过最适水平之后, 公司从事技术多样化所产生的边际成本将大于边际利益, 进而使得创新绩效呈现负向表现。因此建议制药公司的技术管理者在实施技术多样化策略时, 应适时检视公司技术多样化活动是否已达到最适水平。

(2) 相关技术多样化与创新绩效呈正相关, 即相关技术多样化程度越高, 创新绩效越好。Breschi, Lisso-

ni<sup>[5]</sup>认为企业因技术专业可提升规模经济效应, 并使得公司获得技术优势, 因此建议制药公司应强化技术深度, 将其研发活动专业化。

(3) 非相关技术多样化与创新绩效呈现倒 U 型非线性关系, 即非相关技术多样化对创新绩效的影响呈现先增后减的曲线关系, 亦即提高非相关技术多样化对创新绩效有正向影响, 但达到最适水平时, 持续提高非相关技术多样化反而使得创新绩效降低, 故两者之间呈现倒 U 型非线性关系。这说明公司从事非相关技术多样化活动, 虽然可以提升公司创新绩效, 但并不代表公司可以无限制地进入异质性较高的技术领域, 理由同前。

(4) 企业的技术竞争力与创新绩效呈正相关。因此, 美国制药公司应加强在该技术领域中的竞争力, 如此可以进一步提高公司创新绩效。由于制药产业竞争激烈且产品生命周期较长, 故建议制药公司应该发展公司核心能力, 提升技术实力。除此之外, 针对未来可能成为重要技术发展方向的领域加强研发, 使得公司在竞争环境中维持竞争优势。

#### 参考文献:

- [1] GARCIA-VEGA M. Does technological diversification promote innovation; an empirical analysis for European firms [J]. *Research Policy*, 2006(35): 230-246.
- [2] LETEN B. Belderbos R. Van Looy B. Technological diversification, coherence, and performance of firms [J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2007(24): 567-579.
- [3] KATILA R. AHUJA G. Something old, something new: a longitudinal study of search behavior and new product introduction [J]. *The Academy of Management Journal*, 2002(45): 1183-1194.
- [4] BRESCHI S. LISSONI F. MALERBA F. Knowledge-relatedness in firm technological diversification [J]. *Research Policy*, 2003(32): 69-87.
- [5] LEONARD-BARTON D. Core capabilities and core rigidities: a paradox in managing new product development [J]. *Strategic Management Journal*, 1992(13): 111-125.
- [6] QUINTANA-GARICA C. BENAVIDES-VELASCO C A. Innovative competence, exploration and exploitation: The influence of technological diversification [J]. *Research Policy*, 2008(37): 492-507.
- [7] JACQUEMIN A P, BERRY C H. Entropy measure of diversification and corporate growth [J]. *The Journal of Industrial Economics*, 1979(27): 359-369.
- [8] ERNST H. Patent portfolios for strategic R&D planning [J]. *Journal of Engineering and Technology Management*, 1998(15): 279-308.

(责任编辑: 胡俊健)