

文章编号:1002-980X(2007)12-0023-05

技术创新投入结构与创新绩效的关系研究

李成刚¹, 吴涛²

(浙江大学 1. 管理学院; 2. 公共管理学院, 杭州 310027)

摘要:分别用两位码层面的大类样本和三位码层面的中类样本较系统地研究我国大中型制造业企业技术创新投入结构对创新绩效的影响。研究表明技术创新投入强度结构对创新绩效影响最大;技术创新投入来源结构在中类样本中显著,而在大类样本中不显著;技术创新投入应用源结构在中类样本中不显著,而在大类样本中显著。企业规模对创新绩效影响不显著,而行业规模在中类样本中影响显著而在大类样本中影响不显著。本文的研究结论具有一定的理论价值和较强的实践指导意义。

关键词:创新投入结构;创新绩效;大中型制造业企业

中图分类号:F426 **文献标志码:**A

制造业是国民经济的基础和支柱产业,是富民强国之本。自从我国改革开放以来,制造业有了长足的发展,“中国制造”已成为世界经济中的一个重要现象。而我国制造业技术创新能力还比较薄弱,大部分技术依赖于国外引进,原创性产品和技术较少,这严重地影响了我国制造业的竞争力。因此深入研究中国制造业的创新机理,分析影响中国制造业创新能力的关键因素引起了学者的广泛关注^[1-3]。以往对技术创新绩效的研究多集中在创新的投入^[4],创新的模式等^[5-8]方面,而从技术创新投入结构与创新绩效关系角度研究不足。

技术创新是一个动态复杂的过程,创新的过程性决定我们无法直接衡量技术创新的质量和数量^[9]。创新投入从要素角度分为人员、资金、技术等;从投入强度角度分为强和弱;从投入来源角度分为内部和外部;从投入的应用源角度分为原有技术改造和新技术的应用。创新产出包括新产品销售收入、技术开发项目、专利、新产品利税和科技论文等。不同的技术创新投入结构对创新绩效会产生不同的影响,分析影响创新绩效的投入结构因素对于制定行业政策和企业战略都具有重要意义。

迄今为止我国公开发表的详细制造业数据主要有:1995年《第三次全国工业普查资料汇编》;2004年《中国经济普查年鉴》。考虑到1995年后我

国制造业发展变化很大,因此本文采用后者。2004年《中国经济普查年鉴》采用了新的国民经济行业分类标准^[10],详细报告了中国三位码层面的行业数据(部分项目报告了四位码层面数据)。以往的研究苦于数据获得性等限制,采用公开数据对中国制造业的研究大多停留在两位码层面,这就直接导致了研究不够深入;三位码层面的一些影响因素可能被包括在两位码层面而没有表现出来。本文分别从两位码层面和三位码层面研究中国大中型制造业企业的技术创新投入结构对创新绩效的影响问题,并比较其异同。

1 数据来源,变量测量与模型设定

1.1 数据来源

本研究数据来源于2004年《中国经济普查年鉴》。由于本次普查对企业科技情况的统计口径是大中型企业,因此本文以我国大中型制造业企业为研究对象。按照最新的国民经济行业分类标准GB/T 4754-2002,我国制造业包括C13-C43共30个两位码层面的大类分行业 and C131-C432共169个三位码层面的中类分行业。此年鉴中缺乏C253核燃料加工和C424核辐射加工两个三位码层面的中类分行业主要经济指标,因此在我们研究中删除了这两个中类分行业。这两个中类分行业比较

收稿日期:2007-07-08

作者简介:李成刚(1976-),男,山东日照人,浙江大学管理学院博士研究生,主要从事技术创新与战略管理研究;吴涛(1977-),男,新疆乌鲁木齐人,浙江大学公共管理学院硕士研究生,主要从事科技政策与创新管理研究。

特殊,不具有代表性,我们认为删除这两个中类分行业不影响对整个制造业的研究。

1.2 变量测量

由于用专利申请量测量创新绩效有一定的局限性^[11]:企业出于保密性需要可能不会对某些技术创新成果申请专利;专利申请数量只是一个数量概念,并不能完全反映出技术创新质量。因此本文用新产品销售收入占行业销售产值比重测量创新的绩效。

本文目的在于研究不同的技术创新投入结构对创新绩效的影响,因此构造合适的投入结构变量非常关键。在本文中,分别从投入强度、投入来源和投入应用源角度来定义创新投入结构。由于投入强度、投入来源和投入应用源是从不同维度来刻画投入结构,因此变量之间可能存在多重共线性。创新投入强度结构:用研发人员比重测量。由于合格的科学家和工程师是研发人员的中坚力量,因此研

发人员所占比重越高,创新绩效也越高。创新投入来源结构:用外部创新投入比重测量。由于创新能力强的企业会积极搜寻外部先进技术并寻求外部技术合作,因此企业外部创新支出比重越高,创新绩效也越高。创新投入应用源结构:用新技术获取比重测量。新技术获取包括技术引进,消化吸收以及购买国内技术三方面。由于相对于旧技术改造而言,企业新技术的获取会促进企业的创新产出,因此企业新技术获取比重越高,创新绩效也越高。

由于制造业包括的企业和分行业数目繁多,其中不同的企业规模和行业特征对创新绩效会产生重要影响^[2]。企业规模。规模较大的企业在市场竞争中具有较强的竞争优势和创新能力,因此也有较好的创新绩效。行业技术特征。不同的行业具有不同的技术发展轨道^[12],我们认为投资规模较大的行业具有较好的创新绩效。变量测量总结如表 1。

表 1 变量测量汇总

变量类型	变量名称	变量代码	变量定义
被解释变量	创新绩效	out_per	行业新产品销售收入/行业销售产值
解释变量	创新投入强度结构	in_inten	行业科学家工程师人数/行业年平均全部从业人员数(单位:1/10000)
	创新投入来源结构	in_sour	行业科技活动经费外部支出/行业科技活动经费总支出
	创新投入应用源结构	in_app	技术获取经费支出/(技术改造+技术获取经费支出)
	企业规模	cor_sca	行业销售产值/行业企业个数(单位:百亿元/个)
	行业规模	ind_sca	行业的资产合计(单位:万亿元)

1.3 模型设定

本文主要研究创新投入的强度结构、来源结构和应用源结构对创新绩效的影响。考虑到企业规模和行业规模对创新绩效也有显著影响,借鉴王红领等模型^[2],笔者建立初步模型如下:

$$out_per = \beta_0 + \beta_1 in_inten + \beta_2 in_sour + \beta_3 in_app + \beta_4 cor_sca + \beta_5 ind_sca + e \quad (1)$$

2 数据分析与结果讨论

本文首先分析 167 个三位码层面的中类分行业样本,30 个两位码层面大类分行业样本的分析过程可参考本过程。

2.1 三位码层面的中类分行业样本分析

考虑到各变量间可能存在多重共线性,首先进行变量的相关分析。结果表明除企业规模与创新来源结构、创新应用源结构不相关外,其他解释变量与

控制变量相互之间显著相关。为了消除多重共线性,应用逐步回归法对(1)式进行回归,结果见表 2。

从表 2 可以看出,首先进入模型的是创新投入强度结构,其次是行业规模、创新来源结构和创新应用源结构。即对我国三位码层面制造业企业创新绩效影响最大的创新投入结构是创新投入强度,其次是创新来源和创新应用源。行业规模对创新绩效有非常显著的影响,仅次于创新投入强度结构,这充分说明了不同的行业具有不同的创新绩效。企业规模没有进入模型,说明了我国大中型制造业企业无论规模大小都非常重视技术创新。

经检验,表 2 中的模型 4 不存在多重共线性,但存在较严重的异方差性。本文对方程进行广义最小二乘法(GLS)处理^[13],以消除异方差性影响,方程回归结果见表 3。

表 2 中类分行业样本逐步回归结果

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1 (Constant)	0.034	0.007		5.140	0.000		
in_inten	3.437	0.260	0.717	13.221	0.000	1.000	1.000
2 (Constant)	0.27	0.007		3.951	0.000		
in_inten	3.255	0.259	0.679	12.579	0.000	0.954	1.049
ind_sca	0.001	0.000	0.176	3.263	0.001	0.954	1.049
3 (Constant)	0.016	0.007		2.198	0.029		
in_inten	3.051	0.262	0.637	11.634	0.000	0.887	1.127
ind_sca	0.001	0.000	0.157	2.945	0.004	0.939	1.065
in_Sour	0.275	0.093	0.160	2.942	0.004	0.900	1.111
4 (Constant)	0.009	0.008		1.092	0.276		
in_inten	2.865	0.268	0.598	10.692	0.000	0.822	1.217
ind_sca	0.001	0.000	0.142	2.700	0.008	0.928	1.078
in_Sour	0.252	0.092	0.146	2.724	0.007	0.891	1.122
in_app	0.91	0.035	0.140	2.567	0.011	0.869	1.150

表 3 中类分行业样本 GLS 回归结果

回归系数						
解释变量	非标准系数		标准系数	t 值	显著性	方差容许度 (Tolerance)
	B	SE	Beta			
常数	0.014	0.007		2.137	0.034	
in_inten	2.835	0.273	0.603	10.376	0.000	0.850
in_sour	0.303	0.106	0.166	2.854	0.005	0.853
in_app	0.045	0.003	0.076	1.358	0.176	0.917
ind_sca	0.001	0.000	0.101	1.803	0.073	0.924
模型结果统计						
判定系数 R ²	0.534		P 值(F 检验)		0.000	
矫正的判定系数 R ²	0.523		总平方和(SST)		21.768	
回归标准误(SER)	0.250		解释平方和(SSE)		11.632	
F 检验	46.475		残差平方和(SSR)		21.768	

从表 3 可以看出,创新投入应用源结构变量不显著,创新投入强度结构变量和创新投入来源结构变量在 1%水平上显著,而行业规模变量的显著性水平为 0.073。这说明了在表 2 中之所以创新投入应用源结构变量对创新绩效有显著影响,主要是由于异方差问题导致了统计推断偏误。方程的方差容许度(Tolerance)分别为 0.850,0.853,0.917 和 0.924,因此多重共线性不强。模型回归结果较好, $R^2 = 0.534$,较好地解释了创新绩效。F 检验非常显著。

2.2 二位码层面的大类分行业样本分析

首先进行变量的相关性检验,结果表明解释变量相互之间存在较严重的多重共线性。因此应用逐

步回归法消除这一影响,应用大类分行业样本对方程进行逐步回归,只有创新投入强度结构变量和创新投入应用源结构变量进入方程,方程最终回归结果见表 4。

从表 4 可以看出,在大类分行业样本中只有创新投入强度变量和创新投入应用源变量对创新绩效有显著影响,分别在 1%和 5%水平上显著。方程的方差容许度(Tolerance)同为 0.831,因此多重共线性不强。模型回归结果较好, $R^2 = 0.655$,优于三位码层面的分析结果,较好地解释了创新绩效。F 检验非常显著。经检验,方程不存在多重共线性和异方差问题。

表 4 大类分行业样本 OLS 回归结果

解释变量	回归系数					方差容许度 (Tolerance)
	非标准系数		标准系数	t 值	显著性	
	B	SE	Beta			
常数	0.002	0.017		0.125	0.901	
in_inten	3.951	0.742	0.661	5.327	0.000	0.831
in_app	0.210	0.097	0.269	2.165	0.039	0.831
模型结果统计						
判定系数 R ²	0.655		P 值(F 检验)		0.000	
校正的判定系数 R ²	0.629		总平方和(SST)		0.156	
回归标准误(SER)	0.0447		解释平方和(SSE)		0.102	
F 检验	25.585		残差平方和(SSR)		0.054	

2.3 回归结果的讨论

在 167 个中类分行业样本中,我们用逐步回归法解决了模型的多重共线性问题,应用 GLS 法消除了异方差的影响。在 30 个大类行业样本中,我们用逐步回归法解决了模型的多重共线性问题,经检验模型不存在异方差问题。判定系数及 F 检验表明两个模型回归结果较好,很好地解释了创新投入结构对创新绩效的影响。由于本文采用的是截面数据,因此两回归方程序列相关性不强。解释变量间存在交叉是实际研究中经常遇到的问题,很多学者通过因子分析的办法来解决,然而这个方法并不适合本模型。

经过以上分析,笔者接受上述回归结果。

由于各变量测量单位不同,因此本文报告标准回归系数。

167 个三位码层面的中类分行业样本的回归结果为:

$$\text{out_per} = 0.603\text{in_inten} + 0.166\text{in_sour} + 0.076\text{in_app} + 0.101\text{ind_sca} \quad (2)$$

此方程表明,在其他变量不变时,创新投入强度结构提高一个标准差,创新绩效会提高 0.603 个标准差;创新投入来源结构提高一个标准差,会导致创新绩效提高 0.166 个标准差;行业规模(此变量显著性水平为 0.073,本文认为影响显著)提高一个标准差,会促进创新绩效提高 0.101 个标准差。而创新投入应用源结构变量不显著,故对创新绩效没有影响。

30 个两位码层面的大类分行业样本的回归结果为:

$$\text{out_per} = 0.661\text{in_inten} + 0.269\text{in_app} \quad (3)$$

此方程表明,在其他变量不变时,创新投入强度结构提高一个标准差,创新绩效会提高 0.661 个标准差;创新投入应用源结构提高一个标准差,会导致创新绩效提高 0.269 个标准差;行业规模和创新投入应用源结构变量不显著,故对创新绩效没有影响。

3 结语

本文分别用两位码层面的大类样本和三位码层面的中类样本较系统地研究了长期被忽视的创新投入结构对创新绩效的影响问题。

1) 技术创新投入结构对创新绩效有显著影响。在中类分行业层面上,对创新绩效影响最大的是创新投入强度结构,其次是创新投入来源结构和行业规模;在大类分行业层面上,对创新绩效影响最大的是创新投入强度结构,其次是创新投入应用源结构。

2) 大类分行业层面和中类分行业层面分析的结果相互印证了创新投入结构对创新绩效具有显著影响。但是分析结果有差异,说明了在不同的分析层面上会有不同的结论,对我国制造业较宏观的分行业的分析结论应用到较微观层面分行业时要慎重。

3) 在大类分行业层面上创新投入来源结构影响不显著,而在中类分行业层面上非常显著;说明了对创新绩效有显著影响的企业外部创新投入主要集中在同一大类所属的中类分行业内,这与现实情况是非常吻合的。

4) 在大类分行业层面上创新投入应用源结构影响显著,而在中类分行业层面上不显著;说明了对创新绩效有显著影响的企业外部技术获取比重与整个

注: 笔者对变量进行了因子分析,因子分析的结果很难从实际意义解释。并且用抽取的 2 个因子对创新绩效回归的结果也不令人满意。

行业的大背景有关。因此,在做好传统技术改造的同时,国家应该积极鼓励对行业发展有重要影响的新技术的培育、发展与应用;虽然在微观层面上这种影响不大,但在宏观层面上对我国制造业的技术创新绩效影响巨大。

5)无论在大类分行业层面还是在中类分行业层面,企业规模的影响不显著,说明了我国制造业大中型企业无论规模大小都非常注重技术创新。行业规模在中类层面影响显著,而在大类层面影响不显著;说明了不同的行业规模对创新绩效有显著影响,然而这种影响随着行业划分过粗而被稀释了。

本文研究表明技术创新投入结构对我国大中型制造业企业创新绩效有重要影响,其中影响最大的是技术创新投入强度结构。对技术创新投入来源结构的研究表明我国制造业企业应积极加强外部创新合作,但不能盲目追求创新投入来源的多元化;积极关注核心业务,培育企业的核心能力对创新绩效大有裨益。对技术创新投入应用源结构的研究表明应制定政策鼓励产业共性技术的开发与应用,这对于我国制造业大类行业的创新绩效有重要影响。

本文应用截面数据初步建立了我国大中型制造业企业创新投入结构对创新绩效影响的计量模型,但是模型还不够完善;如果能找到相关的时间序列数据,组成横截面数据(panel data),不但可以分析我国大中型制造业企业创新投入结构对创新绩效影响随时间变化的动态特征,还可以弥补本模型研究的不足。

参考文献

[1]安同良,施浩, LUDOVICO ALCORTA. 中国制造业企业

- R & D 行为模式的观测与实证 - 基于江苏省制造业企业问卷调查的实证分析[J]. 经济研究, 2006(2): 21 - 30.
- [2]王红领,李稻葵,冯俊新. FDI与自主研发:基于行业数据的经验研究[J]. 经济研究, 2006(2): 43 - 56.
- [3]BUCKLEY P J, CLEGG J, WANG C Q. The Impact of Inward FDI on the Performance of Chinese Manufacturing firms[J]. Journal of International Business Studies, 2002, 33(4): 637 - 655.
- [4]KLEPPER S. Entry, Exit, Growth, and Innovation over the Product Life Cycle[J]. The American Economic Review, 1996(3): 562 - 583.
- [5]ABERNATHY W J, UTTERBACK J M. Patterns of Industrial Innovation[J]. Technology Review, 1978, 80(7): 40 - 47.
- [6]FILSON D. Product and Process Innovations in the Life Cycle of an Industry[J]. Journal of Economic Behavior & Organization, 2000(49): 97 - 112.
- [7]吴晓波. 二次创新的进化过程[J]. 科研管理, 1995, 16(2): 27 - 35.
- [8]许庆瑞,陈劲. 中国技术创新与技术管理展望[J]. 管理工程学报, 1997(11): 2 - 9.
- [9]HILL C T. Technological Innovation, Agent of Growth and Change[C]// Christopher T. Hill and James M. Utterback. Technological Innovation for A Dynamic Economy. Pergamon Press, 1979:1 - 39.
- [10]国家统计局. 中国经济普查年鉴 - 2004[M]. 北京: 中国统计出版社, 2006.
- [11]薄文广,马先标,冼国明. 外国直接投资对于中国技术创新作用的影响分析[J]. 中国软科学, 2005(11): 45 - 51.
- [12]DOSI G. Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of The Determinants and Directions of Technical Change[J]. Research Policy, 1982(3): 147 - 162.
- [13]WOOLDRIDGE J M. Introductory Econometrics: A Modern Approach [C]. South - Western College Publishing, 2000:266 - 267.

Analysis of the Relationship between Input Structure and Innovation Performance

LI Cheng-gang¹, WU Tao²

(1. College of Management; 2. College of Public Administration, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: To systemically investigate how the innovation input structure impact innovation performance in large and middle manufacturing firms in China, this article take advantage of the sample of 2 digital industry data of 30 manufacturing sectors and 3 digital industry data of 167 manufacturing sectors. It proved that the structure of input intensity is the maximal factor, and the structure of input source is significant at the 3 digital data level and insignificant at the 2 digital data while the structure of input application is to the opposite. The scale of corporation is not a significant factor while the scale of corporation is significant at the 3 digital data level and have no effect at the 2 digital data level. Our research result is of theoretic values as well as practical values.

Key words: innovation input structure; innovation performance; LMs of manufactur industry