

基于结构方程模型的企业自主创新能力研究

安新颖¹,冷伏海²

(1.中国医学科学院 医学信息研究所,北京 100005;2.中国科学院研究生院,北京 100049)

摘 要:利用结构方程建模方法(SEM),从创新战略、知识管理、激励机制、研发能力4个方面探讨它们与自主创新绩效之间的关系。研究表明,创新战略、研发能力和组织学习对自主创新绩效有直接的因果关系,激励机制对自主创新绩效的影响则是间接的。

关键词:自主创新能力;知识管理;研发能力;激励机制

中图分类号:F406.3

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2008)04-0063-04

0 引言

自主创新是发展中国家的企业在应对国际竞争时所采取的一种独特的技术创新战略方式。目前在企业的技术创新、组织创新等方面已经有了一些研究成果。在技术创新战略方面,宝贡敏揭示了企业家对技术创新的重视程度、创新模式、R&D与营销部门合作的情况与技术创新战略实施效果之间的关系^[1]。在知识积累方面,Guido Capaldo用定量分析的方法揭示了企业信息资源管理与中小型软件企业技术创新能力之间的关系^[2]。在系统分析方面,Kostas Galanakis认为应该从系统的角度去分析企业的技术创新活动,他采用系统动力学的方法对组织战略决策的内涵和外延进行了系统的描述,并对国家政策战略与企业技术创新活动之间的关系进行了较为深入的揭示^[3]。Francois Therin利用结构方程验证了组织学习对高科技小企业技术创新绩效的正向影响关系^[4]。Felicity Hardley和Felix Mavondo研究了组织学习定位、市场定位和组织绩效三者之间的关系^[5]。

结构方程模型(Structural Equation Model)方法是在20世纪70年代中期由瑞典统计学家Karl G.Joreskog提出的。根据不同的属性,SEM有着不同的名称。如根据数据结构,称之为协方差结构分析(Covariance Structural Modeling);根据其功能,称之为因果建模(Casual Modeling)。SEM之所以受到管理学界、心理学界等社会科学领域研究人员的青睐,主要是因为它具有以下优点:可以同时处理多个因变量;允许自变量和因变量含测量误差;可以同时估计因子结构和因子关系;允许更大弹性的测量模型;能够估计整个模型的拟合程度^[6]。

本文针对自主创新能力这一概念,采用结构方程模型(SEM),从自主创新战略、知识管理、激励机制、研发能力4个方面探讨它们与自主创新绩效之间的关系,为企业选择自主创新能力中的优先点和切入点提供参考。

1 概念模型——理论假设

1.1 相关概念

(1)自主创新战略。本文主要从原始性创新战略、引进消化吸收再创新战略和集成创新战略3个方面揭示企业自主创新战略与自主创新绩效之间的关系。引进消化吸收再创新战略是长期以来我国企业采取的主要创新战略,这种战略在短时间内给企业带来了一定的经济效益,但它对于企业在国际市场上的竞争和长期生存发展是不利的。集成创新是自主创新的一个重要内容,它把各种已有的技术有机地组合起来,融会贯通,构成一种新产品或经营管理方式,创造出新的经济增长点。原始性创新意味着在研究开发方面,特别是在基础研究和高技术研究领域做出前人所没有的发现或发明,推出创新成果。在科技竞争日趋激烈的国际社会,原始性创新更成为企业的战略制高点。

(2)知识管理。企业必须不断培养和提高知识管理能力,并将其贯穿到企业的管理过程中。企业在知识积累(以人为载体的知识累积和以物为载体的知识累积)的基础上,通过知识获取(通过内部或外部的学习)、知识共享(企业内部和企业外部的共享情况)、知识学习(个人学习、团队学习和组织学习)和知识利用(在新的环境下重新结合新老资源)来满足企业在各个阶段的知识需求。

(3)激励机制。本文在设计激励机制时除考虑收入激励、晋升激励之外,还引入了知识激励。从知识管理的角度

收稿日期:2007-01-17

作者简介:安新颖(1978~),女,黑龙江大庆人,博士,中国医学科学院医学信息研究所助理研究员,研究方向为竞争情报、高科技信息分析;冷伏海(1963~),男,黑龙江哈尔滨人,中国科学院教授、博士生导师,研究方向为竞争情报、高科技信息分析。

来看,对知识资源的有效开发应该更加重视知识资源的积累和新知识的创造,知识激励可以从企业战略角度鼓励员工主动地共享拥有的各种知识资源,增强他们之间的相互信任,清除组织中影响知识共享、组织学习的各种障碍。

(4) 研发能力。研发能力主要包括技术开发效率、研发经费投入强度、研发经费增长幅度、企业研发活力等。企业的研发活力用研发人员的流动强度来表示,即(当年新增加的研发人员数量-当年辞职的研发人员数量)/当年研发人员的总数。

(5) 自主创新绩效。2005年11月,国家统计局在其《中国企业自主创新能力分析报告》中,从技术创新能力的角度提出了一个企业自主创新能力的评价指标体系。其中技术创新产出能力主要包括专利申请数量占全国专利申请量的比例、拥有发明专利的数量占全国发明专利量的比重、新产品销售收入占产品销售收入的比重等^[7]。本文认为,仅仅从国内的发明专利和新产品销售收入两个方面是不能够全面衡量企业技术创新的自主程度的,也无法全面、客观地反映企业在国际市场中的竞争地位。所以,本文主要用授权的国内发明专利数量、授权的国际发明专利数量、承担的国家级项目数量、自主技术占主导产品的比重、自主技术的水平、主导产品的市场占有率、主导产品获得的利润在其全部产品利润中的比例等指标来综合衡量企业的自主创新绩效。

1.2 理论假设

企业的自主创新战略一方面影响企业的知识管理,鼓励员工共享知识,提高其获取知识的能力,加强组织内部和外部的知识学习,使知识利用的效应最大化,另一方面,自主创新战略的实施增加了企业的研发投入,提高了研发效率,促进了研发人员的流动,从而提高了企业的自主创新绩效,因此假设:

假设 H1: 自主创新战略对自主创新绩效会产生正向的影响。

假设 H2: 自主创新战略对知识管理会产生正向的影响。

假设 H3: 自主创新战略对研发能力会产生正向的影响。

收入激励、晋升激励、知识激励这3种激励方式加速了知识资源在企业中的流动和知识的创造,提高了研发人员的技术开发效率,为企业创造了大量的自主创新成果,同时也为企业创造了巨大的经济效益。因此假设:

假设 H4: 激励机制对自主创新绩效会产生正向的影响。

假设 H5: 激励机制对知识管理会产生正向的影响。

假设 H6: 激励机制对研发能力会产生正向的影响。

假设 H7: 知识管理对自主创新绩效会产生正向的影响。

假设 H8: 研发能力对自主创新绩效会产生正向的影响。

假设 H9: 知识管理对研发能力会产生正向的影响。

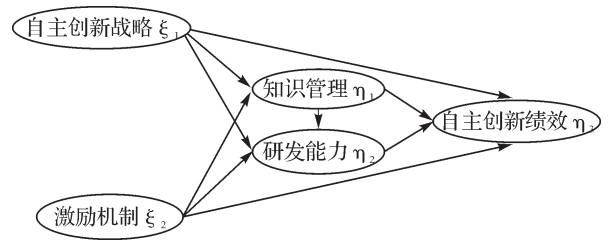


图1 企业自主创新能力的概念模型

2 数据分析

2.1 数据收集

本文选取的研究对象主要以《第20届电子信息百强企业排行榜》^[8]中的企业为主,并选取《中国500最具价值品牌》^[9]中的部分电子信息企业作为研究对象,主要采用问卷调查、电话访谈、重点企业实地考察3种方法。本次调研发放问卷120份,回收有效问卷103份,回收率高达85.83%。问卷采用likert七分制评分标准:非常同意给7分、部分同意给6分、同意给5分、普通给4分、不同意给3分、部分不同意给2分、非常不同意给1分,若问卷中有反向问题时,给分上必须是反向分数(即1-7分),即分数越高,对该项目(变量)的认同度越低。

2.2 信度分析

本文选用结构方程模型技术作为建模的主要手段,并运用Spss11.0和Lisrel8.70软件对模型进行分析处理。通过结构方程分析,不仅可以对结构模型中的参数进行估计,而且可以通过卡方检验等来验证所提出的理论模型与数据的吻合情况。

表1 信度检验

潜变量	观测变量数目	Cronbach 系数
自主创新战略	3	0.7318
激励机制	3	0.5745
自主创新绩效	7	0.8271
研发能力	4	0.8171
知识管理	5	0.9390
总计	22	0.9455

信度分析是为了测度量表的可靠性和稳定性,因此,它又被称为可靠性分析。Nunnally认为,值为0.70以上可以接受^[10]; DeVellis认同该准则,并且提出值为0.60~0.70是最小可接受值,若值为0.80~0.90则表示量表可靠性较高^[11]。本次调查问卷的总量表的Cronbach值为0.9455,各子层面的信度中最低值为0.5745,其它各子层面的系数均在0.7以上,证明该问卷的结构是可靠的。

2.3 验证性因子分析

首先,我们对模型的拟合水平进行了检验。如表3所示,绝对拟合指数 2/df 为2.47,在2-5范围之内。近似误

差均方根 RMSEA 也达到 0.05 的理想水平。拟合优度指数 GFI 超过了 0.8, AGFI 虽没有达到 0.8, 却已经很接近, 基本上符合; 相对拟合指数 NNFI 达到了理想水平 0.9 以上, NFI 非常接近理想水平, CFI 也达到了 0.9。可见, 多数拟合优度指标都在可接受的范围内, 说明设定模型的结构是合理的。我们可以进一步通过标准因子载荷情况来检验其效度。22 个变量的标准因子载荷系数在 0.33-0.94 之间, t 值在 1.99-8.65 之间, 表明在 0.05 水平上统计显著。

表 2 验证性因子分析结果

潜变量	观测变量	标准因子载荷系数	t 值	模型拟合指标
自主创新战略 ₁	原始性创新	0.33**	2.72	DF=199 χ²=491.11 ²/DF=2.47 RMSEA=0.05 GFI=0.83 AGFI=0.79 NFI=0.89 NNFI=0.93 CFI=0.91
	引进消化吸收再创新	0.47**	3.11	
	集成创新	0.41*	1.99	
激励机制 ₂	晋升激励	0.49**	3.13	
	收入激励	0.58**	2.85	
	知识激励	0.63***	4.34	
知识管理 ₁	知识共享	0.52***	2.97	
	知识学习	0.66**	4.07	
	知识获取	0.53***	5.73	
	知识利用	0.43***	6.50	
	知识积累	0.84***	6.49	
研发能力 ₂	技术开发效率	0.79***	4.65	
	技术研发经费投入强度	0.56***	3.44	
	技术研发经费增长比例	0.52***	3.52	
	研发活力	0.69**	2.87	
自主创新绩效 ₃	自主技术水平	0.87***	7.13	
	授权的国际发明专利数量	0.48***	4.35	
	授权的国内发明专利数量	0.80***	8.65	
自主创新绩效 ₃	承担的国家科技攻关项目数量	0.62***	5.86	
	自主技术在主导产品中的比例	0.81***	8.37	
	主导产品获得的利润在所有产品中的比例	0.82***	8.40	
	主导产品的市场占有率	0.59***	5.50	

2.4 研究假设验证

表 3 和图 2 为各个潜变量之间结构关系的标准化路径系数和理论假设检验结果。有 3 条路径的标准化路径系数没有通过显著性检验, 它们分别是激励机制 自主创新绩效(标准因子载荷系数为 0.21, t 值为 0.96)、激励机制 研发能力(标准因子载荷系数为 0.26, t 值为 1.05)、知识管理 自主创新绩效(标准因子载荷系数为 0.23, t 值为 0.99), 路径系数显示出它们的关系强度很弱。同时, 与这 3 条路径相对应的理论假设 H4、H6、H7 没有得到实证数据的支持。除上述 3 条路径以外的其它路径都通过了显著性检验, 其相应的理论假设均得到了实证数据的支持。这些假设路径的标准化路径系数在 0.32-0.73 之间, 而 t 值在 2.02-8.16 之间。在上述假设中, 可以发现自主创新战略、知识管理以及研发能力对企业的自主创新绩效产生了重

要的影响, 而激励机制虽然也功不可没, 但是它主要是通过激励企业员工进行知识共享、知识学习, 积累经验, 从提升企业知识创新效果的角度来对企业的自主创新绩效发挥作用的。

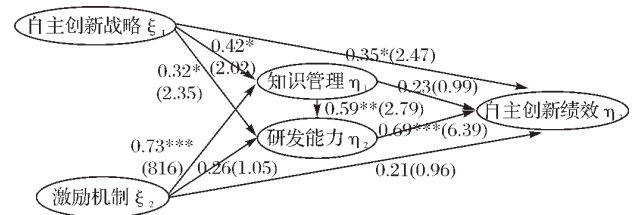


图 2 企业自主创新能力的结构方程模型

注: * 表示显著性水平为 0.05; ** 表示显著性水平为 0.01; *** 表示显著性水平为 0.001; 括号中的数值为 t 值

表 3 假设检验结果

序号	假设	因子载荷系数	t 值	是否支持假设
H1	1 3	0.35*	2.47	成立
H2	1 1	0.42*	2.02	成立
H3	1 2	0.32*	2.35	成立
H4	2 3	0.21	0.96	不成立
H5	2 1	0.73***	8.16	成立
H6	2 2	0.26	1.05	不成立
H7	1 3	0.23	0.99	不成立
H8	2 3	0.69***	6.39	成立
H9	1 2	0.59**	2.79	成立

注: * 表示显著性水平为 0.05; ** 表示显著性水平为 0.01; *** 表示显著性水平为 0.001

3 结论

涉及企业自主创新能力的因素有很多, 如企业的内部因素和外部因素, 本文仅将自主创新战略、知识管理、激励机制和研发能力 4 个内部因素作为主要的研究对象, 探讨其对自主创新绩效的影响, 文中共提出了 9 个假设。利用 Lisrel 8.70 和 Spss 11.0 两个统计软件进行分析, 结果发现, 自主创新战略、组织学习以及研发能力对自主创新绩效有直接的影响作用, 而激励机制则具有间接的影响作用, 它是通过组织学习来对自主创新绩效产生影响的。

3.1 自主创新战略维度

企业在开展自主创新的过程中, 战略尤其是自主创新战略是至关重要的。研究表明, 自主创新战略对自主创新绩效、知识管理和研发能力都具有直接的影响。

在自主创新战略中, 观测变量“引进消化吸收再创新”的因子负荷最大(0.47), 其次为集成创新(0.41), 说明大多数电子信息企业开展的自主创新都是引进消化吸收再创新。这是我国企业普遍存在的现象。随着我国加入 WTO, 将有更多的国外企业进入我国。我国企业逐渐认识到创新的作用, 并采取了多种形式的集成创新, 但是仍为数不多, 完全开展原始性创新, 开发具有自主知识产权的核心技术的

企业为数尚少。华为、中兴这类开展原始性创新的企业,采用原始性创新战略,提高了企业的自主创新绩效,是我国电子信息企业自主创新的楷模。

3.2 知识管理维度

研究表明,知识管理与企业自主创新绩效之间不存在直接的正向影响关系,也就是说,企业知识管理不能直接对企业的自主创新绩效产生影响,而要通过增强企业的研发能力来发挥作用。

在知识管理中,知识积累(0.84)、知识学习(0.66)两个观测变量的因子负荷较大。调研发现,很多百强企业都非常重视知识的积累,一方面它们建设信息系统、文档管理系统、知识管理系统,加强其显性知识的积累;另一方面,它们重视研发人员的数量和水平,以获得隐性知识的积累。这些企业同样重视知识学习能力的培养,它们专门设置课程培养员工的团队协作精神,增强团队荣誉感,通过团队的学习,一方面充分共享了员工的个人知识,另一方面提高了团队的整体知识水平。知识学习主要是通过个人—团队—组织这个过程实现的。自主创新的根本就是创造新的知识,并将这种知识形成产品,所以知识的利用是组织学习的最终目标,知识的获取、共享、学习都要服务于知识的利用。在组织学习这一潜在变量中,统计分析发现,企业是非常重视知识利用这一环节的。所以,在自主创新的过程中,只有活学活用知识,才能为组织创造更大的利益。

3.3 研发能力和激励机制维度

激励机制需要通过知识管理对研发能力产生间接的影响。

在研发能力中,技术开发效率(0.79)和研发活力(0.69)的因子负荷较大。在调研的企业中,海尔就是一个非常重视技术开发效率的企业,它的平均产品开发周期为两个月,相对以前的两年时间有了很大程度的提高。技术

开发效率一方面体现了企业的技术研发能力,另一方面反映了企业对市场的反应能力,是衡量企业研发能力的重要方面。研发活力主要用研发人员流动强度表示,很多研发活力很强的企业,其研发人员的流动强度也很高,最高达到20%。研发人员的流动能够改变企业的知识结构,为企业的知识创造提供新鲜的血液,提高企业的研发能力。

对自主创新能力的研究目前还处于初始阶段,我国企业选择何种方式开展自主创新也是亟待探讨的问题。希望通过本文的研究,逐步梳理出自主创新的影响因素,为企业提高竞争能力提供科学的参考。

参考文献:

- [1] 宝贡敏,杨志蓉,谢章澍.中小企业技术创新战略的结构模型分析——以浙江省中小企业为例[J].科研管理,2006(1): 62-69.
- [2] Guido Capaldo, Luca Landolfi, Mario Raffa, Giuseppe Zollo. The Evaluation of Innovation Capabilities in Small Software Firms: A Methodological Approach [J]. Small Business Economics, 2003(21): 343-354.
- [3] Kostas Galanakis, Baback Yazdani, Stuart Passey. An Innovation System Model Using the System Thinking Approach [Z]. 4th International Conference on Technology Policy and Innovation, 2000.
- [4] Francois THERIN, Organizational Learning and Innovation in High-Tech Small Firms [Z]. Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences, 2003.
- [5] Felicity Hardley and Felix Mavondo. The Relationship Between Learning Orientation, Market Orientation And Organizational Performance [Z]. ANZMAC 2000 Visionary Marketing for the 21st Century: Facing the Challenge, 2000.
- [6] 侯杰泰等.结构方程模型及其应用[M].北京:教育科学出版社,2004:15-17.

(责任编辑:高建平)

Research on the Independent Innovation Capability of Enterprise Based on SEM

Abstract: The paper uses structural equation and explores the relation between innovation strategy, excitation mechanism, R&D capability, knowledge management and independent innovation performance. As a result, innovation strategy, R&D capability and organization learning have direct effect on independent innovation performance, and excitation mechanism has the indirect effect on it.

Key Words: independent innovation capability; organization learning; research and development capability; excitation mechanism; structural equation model