

创新网络对高新技术产业发展的作用研究

——以河北省为例

孙丽文, 吕静韦

(河北工业大学 经济管理学院, 河北 天津 300401)

摘要:依据河北省高新技术企业样本调查数据与统计数据,采用综合加权的方法,分行业评价了创新网络联结度及与产业发展之间的关系;并采用数据包络法分析了创新网络对不同行业影响程度的差异。评价结果表明,创新网络联结度与产业发展水平指标的一致性很好,说明创新网络在高新技术产业发展中作用显著;同时,创新网络在不同产业的影响存在差异,电子信息、光机电一体化、新能源产业的创新网络效率较其他产业更高,对加快产业发展的作用更为明显。

关键词:高新技术产业;创新网络;联结度;河北省;综合加权法;数据包络法分析

中图分类号:F26

文献标志码:A

文章编号:1674-2494(2013)01-0048-06

技术创新是一个复杂的多主体相互作用的过程。由于创新活动的复杂性和不确定性,高新技术企业仅靠自身拥有的知识、技术、人才、信息等资源难以满足技术创新的要求,需要与供应商、客户、政府、大学、科研院所及中介机构等相关组织广泛联系,通过创新网络大量融合外部资源,这样可大大提高企业的创新绩效和产业发展水平。国内外许多学者对网络与创新之间的关系进行过研究。Ahuja研究了直接联系、间接联系及结构洞对创新产出的影响^[1];Baum等人通过计算联盟成员的数量和测量结构等效性、专利数量等,证明从联盟网络的构成可以解释新企业绩效的差别^[2];魏江以创新速度作为中间变量,研究了集群创新网络化程度对创新绩效的影响^[3];冯治军、王树林区分了正式网络和非正式网络的影响^[4];郝生宾、于渤提出企业网络能力在对创新绩效产生直接影响的同时,又通过影响技术能力间接影响创新绩效^[5]。本文的研究主要是基于高新技术产业不同行业技术特性的不同,分析创新网络对创新绩效和产业发展水平的影响,以反映创新网络作用的行业差别。

一、创新网络的构成

关于创新网络的定义,本文沿用学术界主流观点,指焦点企业在技术创新过程中,通过与外部相关组织广泛联系,形成的各节点之间正式和非正式的关系集合。虽然不同行业的创新网络不尽相同,但其基本结构都是由网络节点和节点间的联系两方面构成。

对于高新技术企业来讲,其创新网络的基本节点包括焦点企业、科研院所、政府、中介机构、供应商、客户、相关企业等,它们在创新网络中分别发挥着不同的作用(各节点的功能见图1);而创新网络的联结方式,既包括经济主体之间资产、信息、人才、技术等资源的流动,

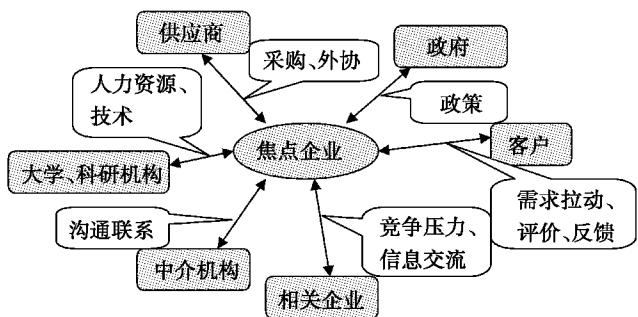


图1 创新网络中的节点及其功能

收稿日期:2012-11-21

基金项目:河北省社会科学基金项目“河北省高新技术产业总体评价与发展对策研究”(HB11YJ062);河北省高等学校人文社会科学重点项目“河北省高新技术产业成长困境——基于创新理论的研究”(SKZD2011304)

作者简介:孙丽文(1964-),女,天津市人,教授,管理学博士,主要研究方向为创新与区域产业发展。

又包括在技术创新过程中形成的各种正式与非正式的合作关系, 体现为各类行为主体的人脉关系。

二、创新网络在创新中作用分析

技术创新是一个复杂的、多主体相互作用的过程, 是各种资源有效融合的过程; 企业创新能否取得成功, 能否利用创新网络融合各种资源是关键。由上述创新网络的结构及节点功能分析, 总结出有效的创新网络对焦点企业的创新活动具体作用, 见图 2。

1. 创新网络可使企业获取更多的创新机会

企业通过与客户交流和沟通, 可以有针对性地开发产品并加快产品开发速度, 可对潜在的市场机会作出更快、更有效的反应, 从而赢得理想的市场先行优势; 通过与供应商的沟通, 可以获得潜在的替代原材料的方法和改善工艺流程的途径, 增加工艺创新的机会; 通过与科研院所、大学等研究机构的交流与合作, 可以了解最新的技术发展动态, 为实现技术创新提供可能;

通过与同行的相互交流合作, 可以实现单独无法完成的创新项目; 通过积极与政府部门、中介机构交往, 可以及时获得行业政策导向方面的信息, 有利于焦点企业获得更多的潜在创新机会。

2. 创新网络可以提升企业的创新愿望

面对激烈的技术竞争, 创新网络将企业与大学、用户等相关组织紧密联系起来, 提高了企业对外部环境变化的适应性与灵活性, 在一定程度上解决了企业创新中各种资源不足的问题, 降低了企业的创新难度、分散了创新风险, 提高了企业对创新收益的预期, 这对提升企业的创新愿望很有帮助。同时, 网络内同行企业的竞争压力也激励企业不断创新。

3. 创新网络有助于企业把握创新方向

创新网络加强了企业与客户的联系, 通过客户对未来所需产品的构想及目前产品的改进建议, 使企业更加了解市场需求, 有助于把握创新方向, 及时提供适应市场需求的差别化产品及新产品。

4. 创新网络可为企业提供创新支持

由于创新活动的外部性及公共品性质, 政府成为企业创新网络的一个节点。政府为企业提供的主要是政策支持, 包括税收减免、贴息贷款、财政补助、人才引进等政策, 减少了企业技术创新的后顾之忧。

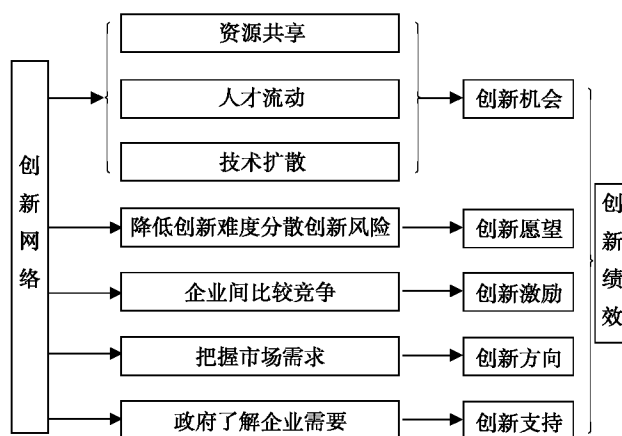


图 2 创新网络对创新的作用

三、创新网络运行状况测度

1. 创新网络的测量维度

要测量创新网络的运行状况, 首先要研究用哪些特征来描述创新网络水平。从已有研究看, Tichy, Tushman 从规模、密度、集群性、公开性、稳定性、延伸性、集中性来衡量网络结构特征; Knoke, Kuklinski 则认为密度、凝聚性、重复性、集中性对于网络结构特征的衡量更为重要^[6]; Kilmann, McEvily, Zaheer 认为衡量网络联结关系的关键要素在于非重复性、接触频率; Rogers, L. David 用集中性、复杂性、密度衡量网络整体特征, 从多样性、稳定性、标准化、正式化、强度、相互性、重复性、重要性、合作、协调性来衡量联结关系^[7]; Maria Jesus Nieto, Lluís Santamar 认为网络结构特征包括密度、联结性、集群性、层级性^[8]; 国内也有学者进行了相关研究, 如冯治军、王树林认为网络关系成熟度可用强度、密度、互惠性、本地化程度、居间性、对象多元性等指标描述; 陈学光、徐金发提出从“质”与“量”两个方面, 从关系强度、关系久度、关系质量、网络规模、网络范围和网络异质性六个维度对创新网络进行测度。

在总结借鉴国内外学者研究成果的基础上, 考虑到指标的科学性与可获得性, 本文从网络规模、联系强度、本地化程度、互动性、联系质量五个方面来衡量创新网络的联结度。(1)网络规模指与焦点企业直接相关联的创新伙伴的数目, 网络规模的大小往往代表着焦点企业拥有的创新资源的多寡, 用与企业直接联系的各类合作伙伴数目表示。(2)联系强度指网络关系的强度, 用网络成员相互交流程度表达。(3)互动性所强调的是人员流动所带来的隐性知识的扩散, 用焦点企业与其他节点流动的职员人数表达。(4)本地化程度反映的是网络成员地理上的接近性, 用企业往

来节点中本地成员所占比例表达。之所以将本地化程度作为反映创新网络水平的指标之一,是基于许多学者认为地理聚集可加速网络成员间彼此的信息流通。如 Harrison 认为创新网络植根于当地的社会环境能使合作基础稳固,配合度提高,市场信息流通加快;McEvily 和 Zaheer 指出在地理上集聚的厂商能通过网络获取新信息、新机会。(5)网络联系质量反映组织间的行为一致性与默契程度,用与创新合作者的关系状况及对合作者的满意程度衡量。

2. 创新网络的测度指标与权重

为反映创新网络水平,本文采取问卷调查的方式,将企业与各节点的联系分别从上述 5 个维度设置问题,构成评价创新网络能力的指标体系,见表 1;调查问卷采用 Likert 五点量表衡量被调查企业对每一问题的评价;指标权重的确定采用 T. L. Saaty 层次分析的方法,得出各项指标的权重如表 1 所示。

表 1 创新网络评价指标及权重

变量	测度问题	取值	权重	综合权重
与政府的联系	相比本区域竞争对手,与贵公司往来的政府部门数量	1,2,3,4,5	1/4	第四权重 18/100
	企业获得过政府以下哪些方面的支持	每选一项得 1 分	1/4	
	来往的政府部门与贵公司相互跳槽的职员人数	1,2,3,4,5	1/4	
	政府在贵企业创新中的作用	1,2,3,4,5	1/4	
与供应商的联系	相比本区域竞争对手,贵公司的供应商数量	1,2,3,4,5	1/4	第五权重 14/100
	企业与供应商交流产品、市场信息的程度	1,2,3,4,5	1/4	
	与贵企业来往的本区域供应商占有所有来往供应商的比例	1,2,3,4,5	1/4	
	来往的供应商与贵公司相互跳槽的职员人数	1,2,3,4,5	1/4	
焦点企业与其他节点联系	企业与客户间的关系是基于什么关系	每选一项得 1 分	1/5	第二权重 22/100
	企业与客户交流产品、市场信息的程度	1,2,3,4,5	1/5	
	相比本区域竞争对手,贵公司的客户数量	1,2,3,4,5	1/5	
	来往的客户与贵公司相互跳槽的职员人数	1,2,3,4,5	1/5	
	与贵企业来往的本区域(省)客户占有所有来往客户的比例	1,2,3,4,5	1/5	
与相关企业的联系	相比本区域竞争对手,与贵公司往来的同行企业数量	1,2,3,4,5	1/5	第三权重 20/100
	贵企业与同行企业间进行交流的程度	1,2,3,4,5	1/5	
	来往的相关企业与贵公司相互跳槽的职员人数	1,2,3,4,5	1/5	
	与贵企业来往的本区域相关企业占有所有来往企业的比例	1,2,3,4,5	1/5	
	贵企业与同行企业的主要交流形式	每选一项得 1 分	1/5	
与中介机构的联系	技术服务中介机构对贵企业提供的服务有哪些	1,2,3,4,5	1/3	第六权重 12/100
	相比本区域竞争对手,与贵公司往来的中介机构数量	1,2,3,4,5	1/3	
	与贵企业来往的本区域中介机构占有所有来往中介机构的比例	1,2,3,4,5	1/3	
与高校科研机构的联系	贵企业在近 3 年与大学、科研机构交流合作的次数	1,2,3,4,5	1/4	第一权重 24/100
	相比本区域竞争对手,与贵公司往来的科研机构数量	1,2,3,4,5	1/4	
	来往的科研机构与贵公司相互跳槽的职员人数	1,2,3,4,5	1/4	
	与贵企业来往的本区域科研机构占有所有来往科研机构的比例	1,2,3,4,5	1/4	

3. 创新网络联结度测定方法

将调查数据采用综合加权法得出创新网络的综合指标。

创新网络加权综合指标 $x = (24/100) \times \text{大学科研机构联系} + (22/100) \times \text{客户联系} + (20/100) \times \text{相关企业联系} + (18/100) \times \text{政府联系} + (14/100) \times \text{供应商联系} + (12/100) \times \text{中介机构联系}$ 。

网络联系度值是把网络联系综合指标数值 x 归入 $[0, 1]$ 区间后所反映出的数值。根据网络联系加权综合指标的分值,网络联系函数的确定方法为:假设在得到的 $1 \sim N$ 的数据集中,把数值最大的数据的联系度定为 1,把数值最小的数据的联系度定为 0,而联系度是在 0 到 1 之间的一个数值,把联系度为 1 和 0 的两点在横坐标为网络联系综合指标数,纵坐标为联系度的坐标轴上画出一条直线;两点确定一条直线,由这两点可以确定联系度函数,再将其他企业的网络联系综合指标值代入联系度函数,对应可以得到每个调查企业的联系度。

四、河北省高新技术产业创新网络作用实证分析

1. 样本与数据收集

为了解河北省高新技术产业创新网络运行情况,本研究采用问卷调查的方式,以河北省 2007 年认定的高新技术企业为调查对象,发放调查问卷 115 份;问卷内容由企业基本情况、创新网络情况、创新绩效三部分构成。问卷回收情况为:收回 82 份,问卷回收率为 71.3%;去掉回答不完整的问卷,剩余有效问卷 74 份,问卷有效率为 90.2%。

从回收的有效问卷样本分布看,既有成立时间在 5 年以下的新企业,也有 20 年以上的老企业;既有百人以内的小型企业,也有 3 000 人以上的大型企业;行业涵盖范围齐全(如表 2),样本具有较好的代表性。

表 2 样本所属行业分布

企业所属行业	数量	比例	企业所属行业	数量	比例
电子信息	28	37.8%	环保技术	4	5.4%
生物工程和新医学	9	12.2%	现代农业	4	5.4%
新能源	11	14.9%	地球、空间、海洋工程	2	2.7%
光机电一体化	8	10.8%	其他新工艺、新技术	8	10.8%

在 74 份有效问卷中,网络联系加权综合指标分值最高的为 4.03,最低的为 1.13。按照前面所述方法,定义网络联系加权综合指标最高分值的联系度为 1,网络联系加权综合指标分值最低的隶属度为 0,则可以画出一条直线,因此网络联系加权综合指标值和联系度的联系函数为 $Z=1/2.9 \times (x-1.13)$ 。

通过对问卷数据的统计处理,得出按行业分类的企业创新网络联系度,见表 3。

表 3 不同行业创新网络联系度

行业	联系度			最大值
	最小值	均值	均值排名	
电子信息	0.909	0.000	0.589	5
生物工程和新医学	0.927	0.459	0.745	1
新能源	1.000	0.479	0.672	2
光机电一体化	0.956	0.282	0.607	4
环保技术	0.734	0.328	0.545	6
现代农业	0.664	0.412	0.510	8
地球、空间、海洋工程	0.860	0.448	0.654	3
其他新工艺、新技术	0.733	0.323	0.535	7

为反映河北省高新技术产业发展水平,本文参照产业发展水平指标选取原则及国内外相关研究学者观点,选取企业数、年总收入、销售收入、年利润、年税金 5 个指标来测度。由河北省高新技术产业相关统计数据,各行业发展水平的指标值及排序见表 4。

表 4 产业发展指标数据及排序

行业	企业数	企业排名	年总收入/万元	年总收入排名	销售收入/万元	销售收入排名	利润/万元	年利润排名	税金/万元	年税金排名
生物工程和新医学	43	5	719 176.80	3	715 532.99	3	69 958.20	3	62 405.40	3
环保技术	18	6	95 233.00	7	92 579.00	7	14 812.20	6	8 535.00	6
其他新工艺、技术	56	4	667 217.19	5	652 292.79	5	67 805.30	5	42 020.40	5
现代农业	6	7	218 324.00	6	218 140.00	6	8 999.00	7	3 168.00	7
新能源	105	2	2 039 966.09	1	1 987 065.85	1	203 856.87	1	106 211.86	1
电子信息	87	3	1 054 929.31	2	1 003 217.89	2	103 678.39	2	77 071.45	2
光机电一体化	109	1	690 183.70	4	650 342.40	4	64 596.29	4	53 988.36	4

2. 创新网络联结度与产业发展水平一致性比较

由表3数据看,生物工程和新材料、新能源产业的网络联系度大于0.65,表明这两个行业创新网络联系紧密;光机电一体化、地球、空间、海洋工程的联系度大于0.6,创新网络联系较为紧密;环保技术、现代农业、其他新工艺新技术三个行业的创新网络联系较为松散。

将表3河北省8个高新技术产业创新网络联系度排序与表4高新技术产业发展水平指标排序综合比较,发现创新网络联系度和产业发展水平两种排序结果的一致性较好。具体看,生物工程和新材料的联系度为0.745,新能源的网络联系度为0.672,这两个行业的创新网络联系紧密;光机电一体化、地球、空间、海洋工程的联系度均大于0.6,这些行业的创新网络联系较为紧密;环保技术、现代农业、其他新工艺新技术的网络联系度在0.5至0.55之间,这三个行业的创新网络的联系较为松散。从产业发展指标排序看,除企业总数指标外,创新网络联系度前四名和后三名与产业发展水平前四名和后三名都是一致的,只是内部顺序稍有不同。由此可以得出结论:高新技术产业创新网络与其产业发展水平具有较强的一致性,即发展水平较高的高新技术产业,均具有较强的创新网络联系。

3. 创新网络作用在不同行业差异性分析

由上述分析可知,创新网络联系度和高新技术产业发展具有一致性,即创新网络对于产业发展具有明显作用;进一步看,创新网络在不同产业的作用是否存在差异?下面通过数据包络方法对创新网络在不同产业的相对有效性进行评价。

(1) 评价方法

数据包络分析(Data Envelopment Analysis DEA)是由著名运筹学家Charnes、Cooper and Rhodes以相对效率概念为基础发展起来的一种效率评价方法,该方法可用来评价具有相同类型的部门或单位(DMU)的相对效率,根据各DMU的“输入”、“输出”数据来评价单位间的相对有效性。在这个过程中,获得100%效率的单位被称为相对有效率单位,而效率评分低于100%的单位被称为相对无效率单位。

(2) 输入与输出指标

输入指标:企业与政府联系度;企业与客户联系度;企业与供应商联系度;企业与相关企业联系度;企业与科研机构、高校联系度;企业与中介机构联系度。

输出指标:产业中所包括的企业总数;产业年总收入;产业年销售收入;产业年利润;产业年纳税金额。

DUM:生物工程新材料、环保技术、其他新工艺新技术、现代农业、新能源新型材料、地球空间海洋工程、电子信息、光机电一体化。

河北省高新技术产业各输出指标数据已在表4中给出;而输入指标——企业与各节点的联系度由问卷汇总整理为表5。

表5 创新网络各节点联系度

行业	X1	X2	X3	X4	X5	X6
生物工程和新材料	2.64	3.33	3.27	3.02	2.59	2.97
环保技术	3.19	2.94	3.00	2.15	1.17	2.06
其他新工艺、新技术	2.56	3.06	2.90	2.55	1.29	2.03
现代农业	2.13	3.19	2.95	2.75	0.33	2.25
新能源	2.93	3.14	3.15	2.64	1.67	2.89
地球空间海洋工程	2.50	2.88	3.20	3.10	1.33	2.88
电子信息	2.31	3.44	2.96	2.68	1.32	2.48
光机电一体化	2.41	3.03	2.83	2.65	1.83	2.75

(3) 评价结果及分析

根据8个行业的网络联系度和产业发展水平数据,利用统计分析软件maxDEA,采用C2R模型计算得到投入产出相对有效性评价见表6,由此可反映创新网络在不同产业的差异。

计算结果表明,创新网络联系程度对产业发展的影响在不同行业是有差异的。地球空间海洋工程、环保技术、其他新工艺新技术、生物工程新材料、现代农业等产业,其网络联系对产业发展水平的影响程度还没有达到“生产前沿面”效率;电子信息、光机电一体化、新能源产业网络创新效率较高。

表6 DEA模型计算结果

行业	对产业发展的转化效率
地球空间海洋工程	0.874 080
电子信息	1
光机电一体化	1
环保技术	0.240 790
其他新工艺、新技术	0.727 255
生物工程和医学	0.652 098
现代农业	0.555 553
新能源	1

根据对河北省74家高新技术企业的调查,评价结果显示:创新网络联结度与高新技术产业发展水平具有很强的一致性,说明创新网络在高新技术产业发展中提升作用显著;同时,创新网络联结度对不同产业的影响又存在差异,电子信息、光机电一体化、新能源等产业创新网络效率较其他产业更高,对加快产业发展的作用更加明显。

参考文献

- [1] Ahuja G. Collaboration networks, structural holes and innovation: a longitudinal study[J]. *Administrative Science Quarterly*, 2000, 45(3): 78-92.
- [2] Baum J A C, Calabrese T, Silverman B S. Don't go it alone: alliance network composition and startups' performance in Canadian biotechnology [J]. *Strategic Management Journal*, 2000, 21(3): 267-294.
- [3] 魏江, 朱海燕. 产业集群网络化创新过程与创新绩效的实证研究[J]. *中国青年科技*, 2007(3): 8-14.
- [4] 冯治军. 网络关系对企业创新能力的影响研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2006.
- [5] 郝生宾, 于渤. 企业网络能力对自主创新影响的实证研究[J]. *科学学与科学技术管理*, 2009(4): 77-80.
- [6] Knoke D, J H Kuklinski. *Network analysis*[M]. The International Professional Publishers, 1982: 65-81.
- [7] Rogers, David L. *Interorganizational coordination: theory, research, and implementation*[M]. Ames: Iowa State University Press, 1982: 97-121.
- [8] Maria Jesus Nieto, Lluís Santamar. The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation[J]. *Technovation*, 2007, 27(6): 367-377.

Analyse of Function of Innovation Network to High-tech Industrial Development in Hebei Province

Sun Liwen, Lv Jingwei

(School of Economics and Management, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China)

Abstract: In this paper, based on the data from sample survey and statistics upon high-tech enterprises in Hebei, by using the method of integrated weighted, evaluates, industry by industry, the connectivity of innovation network and the relationship between the development of the industry; and analyses, by data envelopment, the extent of the differences affecting by innovation network between different industries. The evaluation shows that, the consistency between the connectivity of the innovation network and the level of industrial development is fairly perfect, which means that the innovation network plays a significant role in the development of high-tech industries. At the same time, there are differences in the functions of innovation network as in different industries. In the industry of electronic information, optical, mechanical and electronic integration and new energy, the efficiency of innovation network is higher and could accelerate the industrial development more apparently than in other industries.

Key words: high-tech industries; innovation networks; connectivity; Hebei; the synthetic method; data envelopment analysis

(责任编辑 韩云芷)