

高技术产业创新能力的 多重并发因果关系与多元提升路径

张雪梅(教授), 王 艳

【摘要】以我国30个省为样本,基于组态视角,运用模糊集定性比较分析方法,从价值链角度探索高技术产业创新能力的多重并发因果关系和多元提升路径。实证结果表明:在技术研发阶段,人力、资本和市场是高产出能力的必要条件,政府支持是充分非必要条件,其中人力很重要,资本与市场是关键,政府支持的影响不明显,并得出市场驱动型、内部导向型和内外整合型三种构型,共6条多元提升路径;在经济转化阶段,人力、资本和科技实力是高产出能力的充分条件,其中只有技术改造经费影响不明显,其他变量都是关键,并得出全面驱动型和人才导向型两种构型,共4条多元提升路径。该结论解释了创新能力单因素影响研究结论不一致的原因,并为各类路径适用地区提升创新能力提供了参考。

【关键词】高技术产业;模糊集定性比较分析;多重并发因果关系;多元提升路径

【中图分类号】F062.9

【文献标识码】A

【文章编号】1004-0994(2021)04-0110-8

近年来,我国高技术产业呈现出活力较强、支撑作用凸显的发展态势,其主营业务收入从2013年的116048.9亿元增长到2018年的157001亿元,年均增长率达7.06%。但与此同时,我国高技术产业依然存在着“大而不强”“快而不优”的问题。据《中国高技术产业创新能力评价报告2018》和《全球竞争力报告(2019)》显示,2016年的高技术产业创新能力指数比上年只提高了0.79个百分点,在2019年的创新能力排名中,我国在141个被调查经济体中排名第24位。当前,我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段,有必要进一步深入挖掘我国高技术产业创新能力的多重并发因果关系和多元提升路径,实现地区间高技术科技资源的高效配置和我国创新能力的整体提升。

一、文献综述

高技术产业作为推动和实现技术进步、结构升

级的重要载体,其创新能力一直是政府部门和国内外学者研究的重点,现有研究主要集中在创新能力的相关评价及其影响因素等方面。

现有研究大多以投入能力和产出能力为基础,构建高技术产业创新能力的评价指标体系,有的增加了创新效率指标^[1],还有的考量了创新吸收和环境支撑能力。评价方法较为多样,如熵值和数据包络分析(DEA)法、系统动力学和复合DEA方法^[2],以及为解决多方法评价结论非一致而提出的基于Gini准则的客观组合评价方法^[3]等。通过对创新能力的评价研究,发现我国高技术产业发展的主要难点是自主创新能力不足,创新研发能力薄弱,且在区域之间发展很不平衡,东、中、西部地区高技术产业创新能力依次降低并呈下降趋势^[4,5]。

究竟哪些因素促进或抑制了我国高技术产业的创新能力?相关研究表明,我国高技术产业创新能力在很大程度上受到投入能力、政府支持、区位优

【基金项目】国家自然科学基金项目“可持续性转型视角下我国制造企业生态创新绩效评价及影响维度研究”(项目编号:71763017);国家自然科学基金项目“我国气候变化政策与制造业绿色转型研究”(项目编号:72063023);甘肃省哲学社会科学规划项目“绿色金融支持甘肃省经济高质量发展研究”(项目编号:YB050);甘肃省自然科学基金项目“生态文明视野下的甘肃省绿色竞争力评价与空间分异研究”(项目编号:20JR5RA474)

【作者单位】兰州理工大学经济管理学院,兰州 730050

势、市场竞争、企业规模等因素的影响。①在投入能力方面,包含经费和人员的R&D投入,非R&D投入中的技术改造经费支出、技术引进经费支出以及消化吸收经费支出,对提升我国高技术企业产品创新绩效均具有显著的正向影响^[6]。②在政府支持方面,存在两种截然不同的观点:一种观点是,地方政府的支持对高技术产业创新能力具有显著的正向影响^[7-9];另一种观点是,政府支持对高技术产业创新能力具有显著的负向影响^[10,11]。③在区位优势方面,也存在两种不同的观点:一种观点是地理邻近性对研发创新有显著的正向作用^[12],另一种观点是地理邻近性对创新的促进作用不显著^[13]。④在市场竞争方面,通常认为知识产出与企业数量有显著相关性,企业数量越多,市场竞争越激烈,越有利于创新产出。⑤在企业规模方面,发现企业规模与创新产出之间不是简单的线性关系,而是倒U型关系^[14]。

综上所述,我国高技术产业创新能力仍然有待提升,创新能力受到多种因素的影响。目前的研究方法多以数据包络分析(DEA)、回归分析及各方法的改进模型为主。由于部分资源没有得到最优配置,各地区的创新能力差异很大,而传统的能力评价与影响因素研究多关注各因素对于创新产出的“净效应”,大多拘泥于考量单一驱动因素的显著性影响,却忽略了组态的作用,即各因素的不同条件组合对创新产出的影响,可能由此导致同一因素对创新能力影响的研究结论不一致。因此,基于组态视角,尝试将模糊集定性比较分析(fsQCA)方法应用于我国高技术产业的研究中,同时考虑区域异质性,分别从价值链的技术研发和经济转化两个阶段,从整体视角剖析各驱动因素对创新能力的驱动机理,研究什么类型的影响因素组合才能实现高创新能力,从而因地制宜地提出因素组合、资源配置的创新能力多元提升路径。

二、研究方法、变量确定与样本选取

(一)研究方法

定性比较分析(Qualitative Comparative Analysis, QCA)方法是在1987年由Ragin^[15]首次提出的,其理论基础是集论思想和布尔代数。该方法综合了案例导向方法与变量导向方法的优势,通过分析和研究各个案例中的各因果条件,寻求结果变量和条件变量间的多种组态和多重并发因果关系。简单而

言,QCA把研究对象视作条件变量的不同组合,并分析各要素的组态与结果的集合关系,旨在研究导致某一结果发生与否的前因条件及其组合,有助于解决多重并发的因果关系、因果非对称性和多种方案等效等因果复杂性问题。它与传统的基于相关性的定量分析方法的重大不同在于,它要分析与研究的是各个前因条件的综合效应,而非净效应。

QCA根据变量类型被划分为清晰集定性比较分析(csQCA)、多值定性比较分析(mvQCA)以及模糊集定性比较分析(fsQCA)。清晰集定性比较分析和多值定性比较分析只适合处理类别问题,而模糊集定性比较分析不仅可以处理类别问题,还可以处理程度变化和部分隶属的问题,即案例有了一个介于0和1之间的隶属度。且模糊集定性比较分析将模糊集数据转换为真值表时,保留了真值表分析处理定性数据、有限多样性及简化组态的优势,使其具有质性分析和定量分析的双重属性。

运用模糊集定性比较分析方法来研究高技术产业创新能力的多重并发因果关系和多元提升路径具有以下优势:首先,fsQCA方法能够梳理出具备高创新能力的不同原因组合,有助于分析像创新能力这类受到诸多因素影响的复杂问题,这是过去研究方法所不能实现的。其次,创新能力的影响因素之间可能存在着相关关系,该方法不需考虑多重共线性问题。最后,选择30个省份的高技术产业作为研究对象,处理这样的小样本数据正是模糊集定性比较分析方法的强项。

(二)变量确定

充分考虑变量选取的系统性、可操作性及可比性等原则,并根据相关文献资料的研究成果,确定各变量如下:

1. 技术研发阶段。

(1)条件变量的确定。高技术产业创新活动在研发阶段主要受到人力投入、资本投入、市场竞争、政府支持、区位优势等因素的影响,已成为许多学者的共识。

人力投入,选取R&D人员全时当量来衡量。确定研发人力投入作为条件变量,主要是由于研发人力是创新产生的基本要素,而且相比R&D经费,其对高技术产业的促进作用更为显著。

资本投入,分别选取R&D内部经费支出和新增固定资产来衡量。资本投入代表物质资本方面的投入,也是创新产生的基本要素。

市场竞争,选取企业数来衡量^[16]。市场竞争对创新有正向影响,且市场竞争越激烈,越有利于研发知识产出的增加。高技术企业的数量越多,市场竞争就越激烈,促使高技术企业更积极地开展创新活动,提升创新能力和竞争实力。

政府支持,选取政府资金来衡量。政府的R&D资助对企业有两种可能的影响。一种是政府资金能够弥补企业创新经费的不足,激励企业进行更多的研发投入,即对企业的整个研发转化过程产生“激励效应”,对创新有正向影响;另一种是政府的资助并不能激励企业进行更多的投资,反而挤出了企业原有的资本投入,这时政府的R&D资助对企业研发产生了“挤出效应”,对创新有负向影响。

区位优势,通常采用地理位置表示。设置该变量主要是考虑到各个省份不是孤立存在的,地理位置是否优越在很大程度上会影响地区间的创新发展。处于相近或相邻位置的地区存在合作或竞争关系,这无疑将有助于研发隐性知识等创新要素的传播和流动,表现出空间上的依赖性,进而也可能促进相近或相邻地区间研发创新活动的协调发展。目前,东部地区的企业数、从业人员平均人数、主营业务收入、利润总额占全国的比重都在70%左右,出口交货值占比在80%左右。由此可见,东部地区在人才储备、区域发展、地区政策等区位优势的共同作用下,在产业生产经营方面较其他地区拥有绝对优势。因此,引入区位优势虚拟变量:将东部地区设置为1,其他地区设置为0。

(2)结果变量的确定。该阶段的结果变量以科技成果为主,选取专利申请量来衡量。在技术中心进行成果评定时,专利数量是一项重要的评价指标,对于创新活动评价有较强的可靠性。所以选取比较常用的研发产出指标,即“专利申请量”作为结果变量。

技术研发活动驱动机制模型如图1所示。

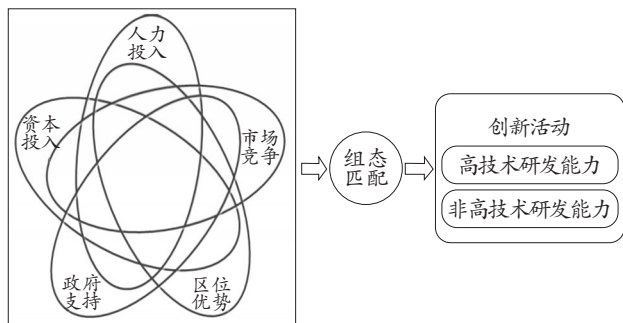


图1 技术研发活动驱动机制模型

2. 经济转化阶段。

(1)条件变量的选取。对文献进行梳理可以发现,除了专利申请数,有效专利数、技术改造经费支出、研发机构人员、研发机构经费支出和新产品开发费用也是经济转化阶段的重要影响变量^[17]。具体如下:

人力投入,选取研发机构人员来衡量。研发阶段的人力投入,主要是指科技人力投入。而在经济转化阶段的机构人员,是报告期末企业研发活动机构中从业人员合计,不再只包含科技人员。

资本投入,分别选取研发机构经费支出、技术改造经费支出和新产品开发费用来衡量。技术改造经费支出和新产品开发费用主要发生在经济转化阶段,因此将其作为该阶段的条件变量。将研发机构经费支出放到该阶段,一是因为不能严格区分研发机构在两阶段的具体时间界限和作用,二是因为研发机构科研人员和经费投入对经济转化阶段的促进作用更明显。

科技实力,选取专利申请量和有效专利数来衡量。

(2)结果变量的确定。该阶段的产出代表创新活动所产生的经济效益,选取“新产品销售收入”来衡量。

经济转化活动驱动机制模型如图2所示。

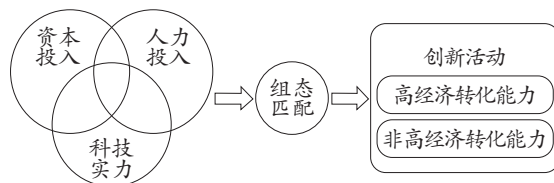


图2 经济转化活动驱动机制模型

综上所述,所确定的条件变量和结果变量是较为充分和完整的,能够比较全面地涵盖人力、资本、市场、政府支持、区位优势、科技实力要素,可以有效拟合高技术产业创新活动的实际情况。变量设定如表1所示。

(三)样本选取

选取我国30个省份的高技术产业作为研究对象,青海因数据缺失而剔除在外。由于创新过程一般有一定的滞后性,根据已有研究将两阶段创新投入与产出的滞后期分别设定为1年和2年^[17]。为了研究高技术产业创新过程的两个阶段,考虑到《中国高技术产业统计年鉴(2018)》中部分指标缺失,为保证数据的可比性、准确性与连续性,原始数据

表1 条件变量和结果变量设定

阶段	变量类型	变量维度	细分变量	符号
技术研发阶段	条件变量	人力投入	R&D人员全时当量(人年)	A
		资本投入	R&D内部经费支出(万元)	B
			新增固定资产(亿元)	C
			市场竞争	企业数(个)
		政府支持	政府资金(万元)	E
		区位优势	地理位置(-)	F
经济转化阶段	结果变量	研发能力(滞后1年)	专利申请量(件)	G
		转化能力(滞后2年)	新产品销售收入(万元)	M
经济转化阶段	条件变量	人力投入	研发机构人员(人)	H
		资本投入	新产品开发费用(万元)	I
			技术改造经费支出(万元)	N
			研发机构经费支出(万元)	J
			科技实力	专利申请量(件)
		有效专利数(件)	L	
		转化能力(滞后2年)	新产品销售收入(万元)	M

均来源于《中国高技术产业统计年鉴》(2014~2017年)。在两阶段,假设初始条件变量和结果变量不存在价格差异。

三、实证结果分析

(一)校准

模糊集定性比较分析方法的校准可以更客观地反映结果的好坏,使实证结果更具解释性。参照Fiss^[18]的研究中行业案例的ROA值判定标准,以及吴超^[19]在研究重污染行业绿色创新效率提升模式时的校准原则,设定三个锚点:选取各变量的中位数(50分位)作为对应的中间点,并使用上下四分位值作为完全非隶属度和完全隶属度。运用直接法进行最终校准。条件与结果变量的校准信息如表2所示。

(二)单变量必要性分析

一致性(Consistency)和覆盖度(Coverage)是模糊集定性比较分析方法两个非常关键的指标。其中:覆盖度表示解释变量或组合对于案例样本的覆盖情况,其数值越大,说明该解释变量或组合的解释力度越大;一致性表示解释变量或组合是否为必要条件,即在多大程度上,结果的出现(或不出现)需要某个解释变量或组合的存在,或某个集合包含于另一个集合的程度。当 $0.8 \leq \text{一致性} < 0.9$ 时,解释变量或组合是结果变量的充分条件;当一致性 ≥ 0.9

表2 条件与结果变量的校准

条件和结果变量	校准		
	完全隶属	交叉点	完全不隶属
R&D人员全时当量(人年)	23899.75	9381.5	1963
R&D内部经费支出(万元)	712061.25	233109	60448.75
新增固定资产(亿元)	462.5	238.5	83.25
企业数(个)	851	544.5	137.5
政府资金(万元)	88565.75	23467	3715
地理位置(-)	1(= 100%)	/	0(< 100%)
	1($\geq 95\%$)	/	0(< 95%)
专利申请量(件)	5466.75	2076	390
研发机构人员(人)	17083.5	10510	2140.75
新产品开发费用(万元)	874239	301733.5	73003.75
技术改造经费支出(万元)	207280.5	44640.5	18143.75
研发机构经费支出(万元)	395659.5	191304	40552.25
专利申请量(件)	5466.75	2076	390
有效专利数(件)	4536	1281.5	523.25
新产品销售收入(万元)	15794197.25	5178006	810166

时,解释变量或组合是结果变量的必要条件。 X_i 表示案例样本在条件组合中的隶属度, Y_i 表示案例样本在结果中的隶属度。具体公式如下:

$$\text{Coverage}(X_i \leq Y_i) = \frac{\sum [\min(X_i, Y_i)]}{\sum (Y_i)}$$

$$\text{Consistency}(X_i \leq Y_i) = \frac{\sum [\min(X_i, Y_i)]}{\sum (X_i)}$$

单个变量对于结果变量的必要性分析,结果如表3所示。在技术研发阶段,只有R&D人员全时当量(A)、R&D内部经费支出(B)、企业数(D)的一致性大于0.9,R&D人员全时当量(A)、R&D内部经费支出(B)、企业数(D)、政府资金(E)的一致性均大于0.8。说明单个变量中R&D人员全时当量(A)、R&D内部经费支出(B)、企业数(D)是结果变量的必要条件,R&D人员全时当量(A)、R&D内部经费支出(B)、企业数(D)、政府资金(E)是结果变量的充分条件。在覆盖度的检验中,R&D人员全时当量(A)、R&D内部经费支出(B)、企业数(D)、政府资金(E)的覆盖度均大于0.8,其他条件变量的覆盖度均小于0.8。总体来看,解释力不太强。

在技术研发阶段,没有任何一个单个变量的一致性超过0.9,即表示不存在作为结果变量必要条件的单个原因变量。

因此,两阶段都需要原因变量的组合才能更好地解释结果变量。

表3 技术研发阶段和经济转化阶段单变量分析结果

条件变量	高研发		条件变量	高转化	
	一致性	覆盖度		一致性	覆盖度
A	0.921811	0.890656	H	0.892430	0.902619
~A	0.279150	0.272971	~H	0.261620	0.260754
B	0.951989	0.904235	N	0.725100	0.792453
~B	0.244170	0.243003	~N	0.390438	0.362515
C	0.793553	0.780702	I	0.884462	0.870020
~C	0.314815	0.302371	~I	0.260956	0.267529
D	0.927984	0.870656	J	0.857902	0.922198
~D	0.205761	0.207469	~J	0.317397	0.298937
E	0.842250	0.824715	K	0.893758	0.923182
~E	0.306584	0.295831	~K	0.278221	0.271725
F	0.543896	0.793000	L	0.896414	0.881777
~F	0.456104	0.332500	~L	0.250996	0.257318

(三)技术研发阶段条件变量的组态分析

1. 一致性和覆盖度分析。构建真值表，并设置一致性门槛值为0.8、可接受的案例频数为1。

采用fsQCA 3.0分析软件运算，分析结果中会报告三种解：简约解、中间解和复杂解。其中：简约解是引入逻辑余项而导出的最小公式，其构造的解释模型过于简单，且没有检验所引入的所有“困难”和“容易”的“逻辑余项”的合理性，因此可能会产生较多不合理的结论；复杂解是不通过任何逻辑余项而导出的最小公式，其构造的解释模型最为复杂且严格，但普适性往往较差；而中间解是借助于与研究者们知识和理论相一致的逻辑余项而导出的最小公式，其构造的解释模型解释力较强、覆盖度较广，且没有消除必要性条件，兼具简约解和复杂解的优势，运算结果优于简约解与复杂解，能够得出较为合理的结论。因此对中间解进行分析，共得到6组能够实现高创新能力的多元路径和4组造成非高创新能力的多元路径，如表4所示。

10种多元路径的一致性指标分别为0.889、0.912、0.822、1、0.972、0.981、0.988、0.995、0.805和0.861，这10种路径均满足一致性条件。从整个解的覆盖得分和整体一致性来看，高研发覆盖度得分为0.86，一致性达到0.91，程度较高。同理，非高研发的解力度也很强。

以第一种多元提升路径M1a(A*C*D*~E*~F)为例。该路径说明在市场竞争日趋白热化但区位有明显优势的外部环境下，拥有大量科技人员和新增固定资产推动的高技术企业，即使缺乏政府资金支

表4 高技术产业研发能力的多变量组态分析结果

变量	高研发						非高研发			
	竞争性市场驱动型		内部主导型	内外整合型			全面约束型		部分约束型	
	M1a	M1b	M2	M3a	M3b	M3c	M4a	M4b	M5a	M5b
A	●		●	●	●	●	⊗	⊗		
B		●	●	●	●	●	⊗	⊗	⊗	●
C			⊗	⊗				⊗	●	⊗
D	●	●	⊗	●	●	●	⊗	⊗	●	⊗
E	⊗						⊗		⊗	
F	⊗	⊗	⊗					⊗	⊗	⊗
一致性	0.889	0.912	0.822	1	0.972	0.981	0.988	0.995	0.805	0.861
原始覆盖度	0.165	0.318	0.114	0.174	0.678	0.462	0.741	0.645	0.112	0.113
净覆盖度	0.031	0.023	0.048	0.003	0	0.017	0.148	0.034	0.054	0.029
总覆盖度	0.86						0.89			
总一致性	0.91						0.95			

注：“●”代表核心条件存在，“ ”代表边缘条件存在，“⊗”代表核心条件缺乏，“⊗”代表边缘条件缺乏，空格表示该要素出现或不出现并不影响结果，净覆盖率表示该条件组合独有的覆盖率。表5同。

持，也能够满足研发能力提升的要求。在这种情况下，R&D内部经费支出是否完备并不重要。

2. 核心条件分析。在模糊集定性比较分析中，既在简约解又在中间解中出现的核心条件，对于结果会产生重要影响。只在中间解中出现的边缘条件，起辅助作用。观察表4可以发现，在6种因素组合的作用下，技术研发能力的高低与各因素的不同组合有着密切的关系：

(1)实现R&D人员全时当量与R&D内部经费支出投入的有效配置，以及拥有一定的市场竞争者，都是以高研发能力为结果的核心条件。说明在市场竞争较激烈的环境中，人员投入与经费投入均能够通过市场中自由流动的方式提高创新能力，提升资源配置的效率。而以非高研发能力为结果的核心条件则分别是R&D内部经费支出、新增固定资产、企业数、地理位置。

(2)R&D人员全时当量是促进高研发能力的核心条件，但在非高研发能力的多元路径中却是边缘条件，说明科技人员这一因素是促进研发能力的重要条件。

(3)R&D内部经费支出与企业数是促进高研发能力的核心条件，同时缺乏这两个条件也是导致非高研发能力的核心条件，说明R&D内部经费支出与市场竞争程度是影响研发能力的关键因素。

(4)政府资金在高产出和非高产出的10种多元路径中都是以边缘条件的形式存在,说明政府支持存在与否对研发能力的影响并不明显。

3. 多元提升路径分析。从样本情况来看,可以将上述研发能力因素组合归纳为竞争性市场驱动型、内部导向型、内外整合型、全面约束型以及部分约束型五种构型,其中竞争性市场驱动型、内部导向型和内外整合型是高技术产业可采用的高研发能力提升构型。

(1)竞争性市场驱动型。包含M1a和M1b两种多元路径,该构型主要包含了技术研发阶段市场竞争条件,表示在市场竞争的驱动下,人力投入或者R&D内部经费支出的增加都能够提升研发能力。通过该构型实现高研发能力的地区有河南、湖北、湖南和安徽等,这些省份主要分布在市场状况较好、科技能力或人才较完备的中部地区。这一现象恰恰反映了自2010年以来,某些中部地区省份通过承接东部发达地区的高技术产业扩散和转移实现了高研发产出。在这些地区,企业的资源分配行为在很大程度上会受到市场状况的影响。

(2)内部导向型。包含M2多元路径,该构型主要包含了人力投入和R&D内部经费支出条件存在、市场竞争条件缺失这三个核心条件,通过该构型实现高研发能力的地区是陕西省,表明地区市场竞争较小时,高研发能力主要受到内部资金和人员投入的影响。

(3)内外整合型。包含M3a、M3b及M3c多元路径,该构型主要包含了人力投入和R&D内部经费支出及市场竞争这三个核心条件,表示高研发能力受到内部投入及外部市场条件的组合影响。通过该构型提升创新能力的地区有上海、福建、广东、江苏、山东、浙江、北京和天津等,主要分布在市场竞争日趋白热化、科技及人才资源集聚的东部地区。当市场上同类型企业的数量较多时,只有各种资源兼备的企业才能在市场竞争中立于不败之地。

(4)全面约束型。包含M4a和M4b多元路径,该构型主要包含了R&D内部经费支出、新增固定资产、市场竞争和区位优势四个核心条件,表明在R&D内部经费支出不足、市场上相关企业较少或在此基础上新增固定资产投入不足、即使有区位优势条件的情况下,研发能力依然不高。该构型导致非高研发能力的地区有内蒙古、吉林、黑龙江、广西、重庆、贵州、云南、西藏、甘肃、宁夏、新疆等,主要分布

在西部和东北部地区。这是企业应该避免的构型。

(5)部分约束型。包含M5a和M5b多元路径,该构型表示在有明显区位优势的外部环境下,缺乏R&D内部经费支出或者新增固定资产及市场竞争较小时,会造成非高研发能力。该构型导致非高研发能力的地区是江西省。该地区应不断加强高技术产业的资金投入,优化资本配置或在此过程中完善市场机制,实现协同发展,从而促进高技术产业创新能力的提升。

(四)经济转化阶段条件变量的组态分析

1. 一致性和覆盖度分析。采用fsQCA 3.0分析软件运算,表5反映了我国高技术产业经济转化阶段创新的影响因素组合情况。影响产出的5种因素组合的一致性指标分别为0.969、0.961、0.851、0.922和0.939,这5种多元路径均满足一致性条件。从整个解的覆盖得分和整体一致性来看,覆盖度为0.85,一致性达到0.94,程度较高。同理,非高产出的解释力度也很强。

以第一种多元提升路径M1a(H*I*J*K*L)为例。该路径说明作为技术研发阶段产出的专利申请量和有效专利数达到较高水平时,投入大量研发机构人员、研发机构经费支出的高技术企业,辅以新产品开发费用的投入,有利于经济转化阶段产出的增加。此时技术改造经费支出并不重要。

表5 高技术产业转化产出的多变量组态分析结果

变量	高转化				非高转化
	全面驱动型		人才导向型		全面约束型
	M1a	M1b	M2a	M2b	M3
H	●		●	●	⊗
N				⊗	
I	●	●	⊗	⊗	⊗
J	●	●	⊗	⊗	⊗
K	●	●	⊗	●	⊗
L	●	●	⊗	⊗	⊗
一致性	0.969	0.961	0.851	0.922	0.939
原始覆盖度	0.817	0.658	0.144	0.133	0.831
净覆盖度	0.149	0.008	0.007	0.011	0.831
总覆盖度	0.85				0.83
总一致性	0.94				0.94

2. 核心条件分析。以上5种因素组合说明了在经济转化阶段,经济转化能力的高低与各因素的不同组合有着密切的关系:

(1)在经济转化阶段,以高能力或非高能力为结果的多元路径中,研发机构人员、新产品开发费用、研发机构经费支出、专利申请量和有效专利数条件,都是核心条件。

(2)研发机构人员、新产品开发费用、研发机构经费支出、专利申请量以及有效专利数是促进高经济转化能力的核心条件,同时缺乏这些条件也是导致非高转化能力的核心条件,说明除技术改造经费支出外,经济转化阶段的所有条件变量都是影响转化能力的关键因素。

(3)技术改造经费支出在高转化能力和非高转化能力的5种多元路径中都是以边缘条件的形式存在的,说明该因素的存在与否对转化能力的影响不明显,进一步表明:相对于技术成果转化,原始技术研发对创新产出的提升贡献更大,因此应当注重原始技术的研发与创新。

3. 多元提升路径分析。经济转化阶段周期较长,其改进幅度远大于研发阶段,对于经济产出的作用更直接。根据省际数据样本,可以将上述因素组合归纳为全面驱动型、人才导向型以及全面约束型三种构型,其中全面驱动型和人才导向型构型有助于转化能力提升。

(1)全面驱动型。包含M1a和M1b两种多元路径,该构型说明人力投入、资本投入、科技实力3个维度中新产品开发费用、研发机构经费支出、专利申请量、有效专利数、研发机构人员及技术改造经费支出6个变量的共同作用是促进地区高技术产业创新能力的充分条件。其中,研发机构人员、新产品开发费用、研发机构经费支出、专利申请量和有效专利数是核心条件,表示高转化能力基本上受到所有核心条件的组合驱动。通过该构型实现高转化能力的地区有北京、天津、上海、江苏、浙江、福建、山东和广东等,主要集中在东部,这些地区科技能力较强、人力资源丰富、市场状况良好,为高技术产业的发展提供了优越的条件。

(2)人才导向型。包含M2a和M2b两种多元路径,该构型主要包含了研发机构人员这个核心条件,表示高产出受到研发机构从业人员的强势驱动。其主要原因在于,人才是创新活动的实施者,也是知识技能的核心载体,其能力水平高低对创新成败具有关键性影响。通过该构型实现高转化能力的地区主要有河北和江西2个省份。高技术产品具有较强的时效性,这些地区所拥有的智力资源、高

素质的科研队伍是高技术产业发展的基础,同时高技术产业可以把拥有最先进的科学知识的高端人才聚集到一起,加快人才、信息等资源转移的速度,从而弥补地区经费支出和知识产权方面的不足,实现较高产出。

(3)全面约束型。在非高产出组中,M3的多元路径为高转化能力所有核心条件的缺失,表明缺乏所有核心条件的组合能够抑制创新能力,因此将该路径归为全面约束型。该构型导致转化阶段非高产出的地区有西藏、内蒙古、宁夏、新疆、甘肃、云南、黑龙江、贵州、吉林、重庆、广西等,主要分布在西部和东北部等经济发展水平较低地区,核心要素整体不足,这些地区高技术产业创新资源匮乏的困境急需解决。

四、结论与建议

(一)结论

高技术产业的创新能力对我国产业结构升级和经济社会转型有着非常重要的支撑作用。基于我国30个省份的高技术产业数据,从价值链的技术研发和经济转化两个阶段,运用模糊集定性比较分析(fsQCA)方法研究了不同区域下人力投入、资本投入、市场竞争、政府支持、区位优势、科技实力等因素组合对创新能力的影响,初步探索了高技术产业创新能力的多重并发因果关系和多元提升路径。同时,研究结果也在一定程度上解释了为什么在现有的大量研究中,同一单因素对创新能力影响的研究结论存在不一致的现象,因为高技术产业创新能力不是单一因素驱动的结果,而是内外部因素相互作用、共同影响的结果。在与其他因素组合的情况下,同一种因素的不同状态(例如市场竞争的激烈与否)都可能会引致高创新能力。具体实证结果表明:

在技术研发阶段,人力投入、资本投入与市场竞争是高产出能力的必要条件,政府支持是充分非必要条件。其中,R&D人员全时当量很重要,R&D内部经费支出与企业数是关键,政府资金影响不明显,并得出了市场驱动型、内部导向型、内外整合型三种高产出构型和全面约束型与部分约束型两种应避免的非高产出构型,共6条多元提升路径和4条应避免的多元路径。

在经济转化阶段,人力投入、资本投入和科技实力都是高产出能力的充分条件,没有必要条件。其中研发机构人员、新产品开发费用、专利申请量、

有效专利数以及研发机构经费支出都是关键因素,只有技术改造经费影响不明显,并得出了全面驱动型、人才导向型两种高产出构型,及全面约束型这种应该避免的非高产出构型,共4条多元提升路径和1条应避免的多元路径。

(二)建议

基于上述结论,为实现我国各地区高技术产业创新能力的提升及经济的高质量发展,提出如下建议:

在技术研发阶段,对于经济发展水平较高的东部地区,可以发展并优化内外整合型构型。东部地区无论是经济基础、地理环境,还是对科研的投入上均具有较大的先天优势,其高技术产业创新能力在全国范围内遥遥领先。所以,东部地区在兼顾各维度创新资源投入的同时,应不断优化市场、政府支持和区位优势各条件的组合,有效地增加研发产出,从而发挥高技术产业的技术溢出效应和扩散效应,带动其他地区的高技术产业创新能力提升,发挥经济发展主要引擎和发动机的重要作用。对于中部地区的省市,可以沿袭竞争性市场驱动型构型,重视市场竞争的巨大驱动作用,在新增固定资产投资合理的前提下,适当加大科技人员投入或者R&D

内部经费支出的力度,实现高研发产出。对于经济发展水平较低,基础设施较为匮乏的西部和东北地区省份,必须避免全面约束型构型。R&D活动支出不足、市场竞争企业较少或在此基础上新增固定资产投资投入不足,即使有区位优势,这样的组合依然会导致研发阶段产出较低。因此,这些地区应该挖掘潜力,完善市场机制,增加各维度的资金和人力投入,尝试向内部主导型或市场驱动型构型转变,从而逐步增强高技术产业的研发能力。

在经济转化阶段,对于科技能力、人力资源、市场状况都较好的东部省份,可以继续发展全面驱动型构型,兼顾新产品开发费用、研发机构经费支出及研发机构人员或技术改造经费在转化阶段的投入,并注重专利申请量和有效专利数的知识投入,均衡地增加转化成果产出。中部省份可以选择人才导向型构型,研发机构从业人员与技术改造经费支出或专利申请量的组合,能够发挥人才驱动创新的最大潜力,实现高经济产出。西部和东北部地区等经济发展水平较低地区,在转化阶段仍须避免全面约束型构型,需要进一步探索和加强跨省的高技术产业合作,尝试转向人才导向型或全面驱动型构型。

【主要参考文献】

- [1] 王敏,辜胜阻. 中国高技术产业技术创新能力的实证分析[J]. 中国科技论坛,2015(3):67~73.
- [2] 王玉梅,孙珊,杨皎平,张樾樾. 高技术产业创新能力评价指标体系构建[J]. 财会月刊,2020(4):69~75.
- [3] 范德成,宋志龙. 基于Gini准则的客观组合评价方法研究——以高技术产业技术创新能力评价为例[J]. 运筹与管理,2019(3):148~157.
- [4] Ya Wang, Jiao-feng Pan, Rui-min Pei, Bo-wen Yi, Guo-liang Yang. Assessing the technological innovation efficiency of China's high-tech industries with a two-stage network DEA approach [Z]. Elsevier,2020.
- [5] Nini Fu. Research on the innovation ability of high-tech industry in China[Z]. IAFSM Working Paper,2019.
- [6] 李武威. 技术创新资源投入对高技术企业产品创新绩效影响的实证研究[J]. 工业技术经济,2013(7):75~82.
- [7] Czarnitzki D., Hussinger K.. The link between R&D subsidies, R&D spending and technological performance[Z]. ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper,2004.
- [8] 朱平芳,徐伟民. 政府的科技激励政策对大中型工业企业R&D投入及其专利产出的影响——上海市的实证研究[J]. 经济研究,2003(6):45~53+94.
- [9] 白俊红. 中国的政府R&D资助有效吗?来自大中型工业企业的经验证据[J]. 经济学(季刊),2011(4):1375~1400.
- [10] 杨青峰. 高技术产业地区研发创新效率的决定因素——基于随机前沿模型的实证分析[J]. 管理评论,2013(6):47~58.
- [11] 范德成,李盛楠. 考虑空间效应的高高技术产业技术创新效率研究[J]. 科学学研究,2018(5):901~912.
- [12] 李婧,谭清美,白俊红. 中国区域创新生产的空间计量分析——基于静态与动态空间面板模型的实证研究[J]. 管理世界,2010(7):43~55+65.
- [13] Manuela Presutti, Cristina Boari, Antonio Majocchi, Xavier Molina-Morales. Distance to customers, absorptive capacity, and innovation in high-tech firms: The dark face of geographical proximity [J]. Journal of Small Business Management,2019(2):343~361.
- [14] 李广瑜,史占中,赵子健. 中国高技术产业创新影响因素的实证检验[J]. 经济与管理研究,2016(2):85~90.
- [15] Ragin C. C.. Fuzzy-set social science[M]. Chicago: University of Chicago Press,2000:1~312.
- [16] 李旭辉,郑丽琳,程静静. 国家自主创新示范区创新驱动发展动态评价体系研究——基于二次加权动态评价方法[J]. 华东经济管理,2019(3):79~85.
- [17] 李牧南,王雯殊. 中国高技术产业区域创新效率的动态演变趋势[J]. 科技管理研究,2019(1):1~11.
- [18] Fiss P. C.. Building better causal theories: A fuzzy set approach to typologies in organization research[J]. Academy of Management Journal,2011(2):393~420.
- [19] 吴超. 中国重污染行业绿色创新效率评价及提升模式构建[D]. 武汉:中国地质大学,2018.