创新生态系统视角下区域创新绩效提升路径研究

王飞航，本连昌
（兰州理工大学经济管理学院，兰州 730050）

摘 要：本文基于区域创新生态系统理论框架，以中国31个省份为案例样本，从组态思维出发，运用模糊集定性比较分析方法，系统考察创新主体、创新资源、创新环境、协同创新、系统开放这5个要素的协同联动机制。研究发现：产生高区域创新绩效的路径有5个，其中4个路径的部分前因条件存在潜在的替代关系。此研究发现可以帮助创新绩效低的区域通过评估本地区已有的条件禀赋，“因地制宜”地调整其在各自创新生态系统中的策略，有针对性地分配创新要素，使区域创新从局部优化走向组态协调。

关键词：区域创新生态系统；协同创新；创新绩效；模糊集定性比较分析
中图分类号：F207 文献标识码：A

DOI:10.13580/j.cnki.fstc.2021.03.018

Research on the Improvement Path of Regional Innovation Performance from the Perspective of Innovation Ecosystem

Wang Feihang，Ben Lianchang
（School of Economics and Management，Lanzhou University of Technology，Lanzhou 730050，China）

Abstract: Based on the theoretical framework of regional innovation ecosystem，taking 31 provinces of China as case samples，starting from the configuration thinking and using Fuzzy-Set Qualitative Comparative Analysis method systematically，the paper examines the synergistic linkage mechanism of five elements: innovator，innovation resource，innovation environment，synergistic innovation and system opening. The study found that there are five paths by which can produce high regional innovation performance，and some of the causal conditions of the four paths have potential substitution relationships. The findings can help regions with low innovation performance to adjust their strategies in their respective innovation ecosystems “according to local conditions”by evaluating the existing conditions endowment of the region，and allocate innovation elements accordingly，so as to make regional innovation move from local optimization to configuration coordination.

Key words: Regional innovation ecosystem; Synergistic innovation; Innovation performance; Fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis

基金项目：国家社会科学基金“国家级新区科技进步能力培育的政企合作机制研究”（17BJL069），甘肃省软科学项目“十四五时期甘肃省科技成果转移转化体制机制研究”。
收稿日期：2020-06-05
作者简介：王飞航（1978-），男，陕西西安人，副教授，研究方向为技术创新管理。
通信作者：本连昌

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

0　引言

在中国经济发展进入新常态的背景下，经济增长引擎转向创新驱动。2019 年 3 月全国两会指出，要注重加强科技创新发展规划，加强各省市各类科技、人才、产业规划对接，共同谋划区域科技创新发展战略。区域创新是国家创新系统在地区的深化，也是贯彻落实创新驱动发展战略、践行五大新发展理念的集中体现。加强区域创新系统建设，促进区域创新绩效成为当前研究的热点问题。从近几年的《全球创新指数报告》看，中国创新能力持续不断增强，但中国区域经济发展不平衡、区域创新绩效差距大等现象突出。如何提高区域创新绩效进而促进区域协调发展，已成为区域经济发展不可回避的问题。而通过评估本地区已有的条件禀赋，因地制宜地制定其发展策略成为解决这些问题的关键。

近年来，国内外学者对区域创新进行大量研究。首先在创新范式上，经历了线性范式 (创新范式 1. 0) 、创新体系 (创新范式 2. 0) 、创新生态系统 (创新范式 3. 0) 的时段[1]。1992 年 Cooke[2] 最先提出区域技术创新系统概念，1997 年发表《区域创新系统: 制度与组织方面》[3]。黄鲁成[4] 运用生态学理论对区域创新生态系统的生态学特征、演化规律、运行与控制机制进行研究。李晓娣等[5] 研究区域创新生态系统对区域创新绩效的影响机制。刘宏久等[6] 按照创新生态系统理论，从创新群落、创新资源和创新环境 3 个方面构建区域创新生态系统的评价指标体系。其次在影响区域创新绩效的潜在影响因素上，学者从不同方面和不同视角对这些因素进行深入分析，并取得丰硕研究成果。在实证分析中，企业、高校、科研机构、R&D 投入、创新环境、协同创新、开放程度等被证实对区域创新绩效具有促进作用[7-11]。

研究证实影响区域创新绩效的因素众多，而以往研究都是从单因素或多因素角度出发来探索各因素对提升区域创新绩效的净影响。事实上，区域创新是各方主体联动与情景因素协同影响的复杂过程，区域创新绩效是各因素之间相互影响的结果。然而现有研究局限于构建区域创新生态系统或者对区域创新绩效某个层面的研究，在创新生态系统视角下影响区域创新绩效的各要素如何协同联动来促进或者抑制区域创新绩效尚不明确。但从未来发展看，不仅需要实证创新生态系统对区域创新绩效的影响，更需要揭示其提升区域创新绩效的具体路径与机理，以促进创新生态理论的深化及其与区域创新理论的有效对接[5]。

区域创新绩效的提升具有多重并发因果关系和非对称性，而“组态视角”被广泛用于理解社会现象结果背后的因果复杂性[12-13]。模糊集定性比较分析 (fsQCA) 方法基于组态思维，采用整体的视角，综合传统研究范式中定性研究与定量研究这两种方法的优点，是探索“联合效应”和“互动关系”的有效方法[14]。本文将 fsQCA 方法引入区域创新研究，试图在区域创新生态系统框架下，通过对中国 31 个省份的分析，识别影响区域创新绩效的前因条件组成的不同组态。具体讲，本文将试图解决以下的问题: 影响区域创新绩效的核心条件和边缘条件有哪些? 促进区域创新绩效的具体组态有哪些? 这些组态有何联系?

1　文献回顾与组态模型

1. 1　区域创新绩效: 研究视角及研究方法概述

围绕区域创新绩效，学界从不同视角，采用不同方法展开了大量的研究，取得了丰硕的研究成果。视角方面，主要从创新价值链、产业集群、创新网络出发，形成区域创新研究的三大视角，不同视角在逻辑前提、理论基础、关键构念上存在差异，见表 1。其中，创新价值链是在生产视角下将创新价值的实现过程进行分解、细化而提出，是创新理论与价值链理论相结合的产物，是价值链理论的延伸。余泳泽等[15] 在 Hansen 等[16] 提出的创新价值链的基础之上，结合中国的技术创新实践，将创新过程分为知识创新、科研创新和产品创新 3 个阶段，对应研发投入中的基础研究、应用研究和实验发展。产业集群是具有同类功能和特性的产业在一定范围内聚集起来的组织方式。有利于新知识的扩散，共享和外溢，提高创新效率，促进创新活动的发生和发展，也容易形成规模经济，促进产业链和要素市场的发展，节约交易成本。创新网络视角是基于创新模式从线性创新模式转向非线性创新模式 (网络式创新) ，将技术创新过程视作为组织内部与外部交流路径所组成的复杂网络，通过该网络可以获取创新活动所需要的各种信息、知识和其他资源，并通过网络

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

主体间的协调机制，实现各主体资源互补、利益共享和风险分摊[17]。新近的研究开始引用生态学的理论，从生态学视角来研究区域创新，并形成大量关于区域创新生态系统的研究成果。

表1 区域创新绩效研究视角概览

视角	逻辑前提	理论基础	关键构念
创新价值链	创新是多阶段、多要素的价值链传递过程	创新理论、价值链理论	知识创新、科研创新、产品创新
产业集群	产业集群益于创新扩散，降低创新成本，促进区域可持续创新	产业区理论、产业组织理论、聚集经济理论	知识溢出、创新扩散、集聚效应
创新网络	创新是社会的、非线性的过程，是行为主体通过相互协同作用而创造技术的过程	复杂系统理论、协同创新理论、社会网络关系理论	网络结构、网络特征、网络功能

在方法上，苏屹等[18]通过分析及梳理近10年国内外区域创新相关文献，得出研究区域创新主要采用统计分析方法、前沿面分析方法、系统分析方法这3类比较典型的研究方法。通过对比分析发现，第1类“统计分析方法”的数据类型主要是截面数据和面板数据，都是基于绝对量来研究，容易步入片面追求高产出的误区。第2类“前沿分析方法”考虑投入产出来研究效率问题，其中DEA用来研究效率测算和绩效评价，但无法对影响因素进行细致分析，SFA可以对影响因素进行分析，但需要事先估计一个生产函数，两者各有利弊，互为补充，综合应用。第1类和第2类分析方法都是基于“还原论”思想，即把整体看作部分之和，而研究社会问题并不是简单的“1+1=2”，社会现象的最终结果是多种原因条件相互作用的结果，这就需要运用系统论思想来研究社会问题，采用第3类“系统分析方法”来研究区域创新。

综上所述，不论是采用不同视角，还是运用不同方法，关于区域创新已经展开了多方面的研究，但多数还是聚焦定性分析或定量分析，鲜有将两者进行结合来研究区域创新绩效，对于区域创新绩效的驱动机制还是处于黑箱状态。因此，本文对影响区域创新绩效的因素进行整合分析，以探讨其在多重条件下的协同联动效应。

1.2 理论视角：基于区域创新生态系统的理论框架

在多元创新要素融合发展、创新体系更加复杂的背景下，运用复杂网络理论及生态系统思想构建的区域创新生态系统能更好剖析复杂的区域创新活动及过程。所谓生态系统是指自然界任何生物群落都不是孤立存在，而是与它们生存环境相互作用、相互依存从而共同形成统一整体。运用生物学隐喻，将自然生态系统中的群落、物质、能量、信息等的运转模式推演至创新过程中的创新主体、创新资源、创新环境等，以实现各要素之间的自组织性，激发系统内源源不断的内生创新，使创新更具稳定性及可持续性。学者对区域创新生态系统有多种定义，黄鲁成[19]的定义被普遍接受，他将区域创新生态系统视为“一定空间范围内技术创新复合主体与技术创新复合环境之间相互作用、相互依存而形成的动态复杂系统”。

关于区域创新生态系统的构成要素，主要有二分法和三分法，较早的研究多集中在二分法。所谓二分法就是将区域创新生态系统的组分划分为创新主体和创新环境，此处的环境为广义的环境，认为自然生态系统主要是生物种群与外界环境之间的复杂交互关系，该分法更切合自然生态系统的隐喻。相较于二分法，三分法更加细化，将创新资源从创新环境剥离出来，形成以创新主体、创新资源、创新环境为三大基础要素的区域创新生态系统分析框架，以此突出在提升创新绩效方面创新资源的重要性，并得到学界的普遍支持[6]。无论是二分法还是三分法，都未凸显创新生态系统中网络联结和协同演化的重要性。随着创新理论的发展以及对区域创新生态系统理论的进一步研究，协同网络理论及开放式创新理论被提出。协同网络理论认为，创建创新协同网络对提升创新绩效至关重要，创新网络指在创新过程中创新主体互动而表现出的一种网络形态。白俊红等[9]研究发现，在创新过程中，企业、高校、科研机构间的联动对区域创新绩效有显著正影响。陈劲等[20]研究创新生态系统协同创新网络的运行机制和规律。协同创新网络强调创新生态系统是

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

一个基于多主体互动协同的网络，在网络中的各创新主体能够通过各种方式进行合作，使创新资源在系统内部得到合理高效利用，从而进一步提升创新绩效。开放式创新理论描述知识流入和流出以提高创新绩效，被广泛认为是一项重要的创新管理实践[21]。在全球化背景下，国家或地区将不再是封闭系统，创新也不再是在系统内独立完成，创新生态系统将突破地理边界，与外界广泛联系，吸收系统外的知识、技术、资金，以及促进创新成果的流动来促进本系统健康可持续发展。

本文在创新主体、创新资源、创新环境 3 个要素构建的区域创新生态系统分析框架基础上，结合新近研究成果，考虑研究的切合性，将协同创新与系统开放纳入分析框架，拓展丰富了区域创新生态系统的理论框架，如图 1 所示。

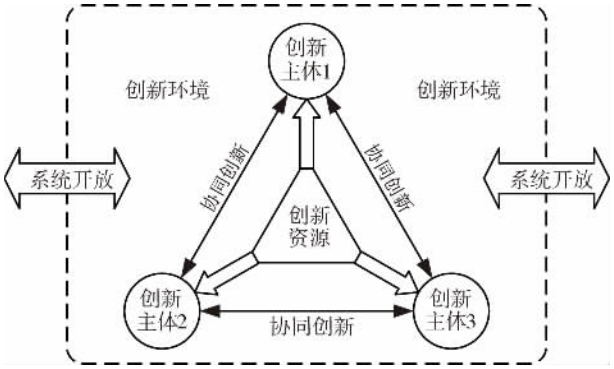

图 1　区域创新生态系统理论框架

1.3　创新生态系统视角：区域创新绩效分析的组态模型

区域创新生态系统理论框架中，基于区域创新系统理论的创新主体、创新资源、创新环境 3 个基础要素是区域创新生态系统能够健康运行、演化与成长的基础。基于协同创新理论提取的协同创新要素是以主体、资源、环境为基础，以各要素相互作用、相互影响而实现整体效益的最大化的关键[22]。此外，开放式创新理论认为区域创新生态系统具有开放性的特征，如果说协同创新更关注系统内部主体间的相互联系，那么系统开放性则更关注系统与外界的相互作用关系，两者对于研究区域创新生态系统都不可或缺。然而区域创新生态系统是一个复杂系统，区域创新更是多要素相互作用、协同联动的复杂过程，提升创新绩效并非只有一种选择，所以亟需采用系统论的思想来分析区域创新的多重并发因果关系，即在区域创新生态系统理论分析框架下的 5 个前因条件之间如何交互、匹配来实现高的创新绩效，故构建组态模型，结合实际案例，运用 QCA 的方法探索能够带来高创新绩效的组态，如图 2 所示。在组态模型中，因为区域创新驱动是包含创新能力、创新效率、创新绩效等多方面的一个广义概念，将区域创新绩效作为研究区域创新的一个维度，将研究主题聚焦到区域创新绩效的驱动机制上，细化研究的同时也更具可操作性。

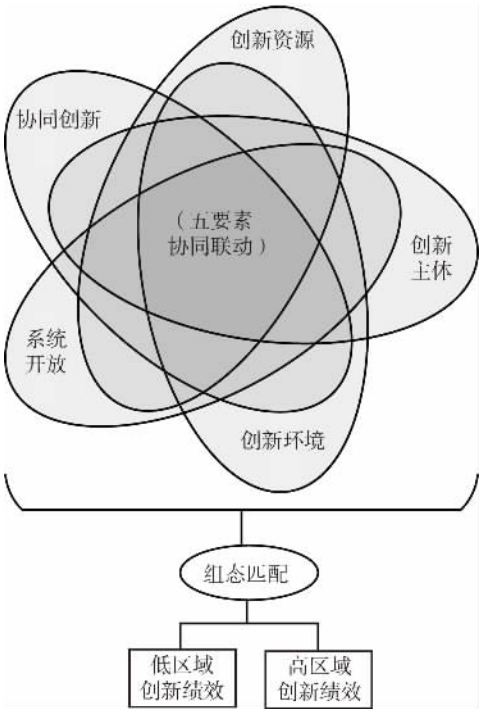

图 2　区域创新绩效的前因组态模型

2　研究方法与数据处理

2.1　研究方法

与传统的实证方法不同，定性比较分析（QCA）是基于布尔代数和集合理论，将定量和定性研究有效整合的一种方法，由美国社会学家拉金提出，旨在解决因果复杂性的社会现象[14]。QCA 方法的特别之处在于以整体观的视角，通过跨案例的比较，分析因素间的复杂交互性与协同效应，识别出能够导致同一结果的不同组态，同时也能够分析导致结果出现与否的不同组态，扩宽理论的解释维度。定性比较分析主要包括清晰集定性比较分析（csQCA）、多值集定性比较分析（mvQCA）、模糊集定性比较分析（fsQCA）[14]。由

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

于本文的因果条件均为连续变量，为了能够分析部分隶属的问题，故选用 fsQCA 分析方法。

2.2 案例及指标选取

本文以《中国区域创新能力评价报告》中对区域的界定，选取中国31个省份作为研究案例。从构成区域创新生态系统的5个生态要素出发，参考已有文献确定各子要素的生态因子，构建区域创新绩效评价指标体系，见表2。

表2 区域创新绩效评价指标体系

生态要素	生态因子(实测指标)	指标解释	参考文献
创新主体(Innovator)	大中型工业企业数	衡量创新生态系统企业群落的规模	[6-7] [9] [22]
	高等院校专任教师量	衡量创新生态系统高校群落的规模	
	科研机构数量	衡量创新生态系统科研机构群落的规模	
创新资源(Resource)	R&D 人力投入	衡量创新生态系统人力资源的拥有量	[6-7] [22]
	R&D 经费支出	衡量创新生态系统财力资源的拥有量	
	科研和技术服务业全社会固定资产投资	衡量创新生态系统物力资源的拥有量	
创新环境(Environment)	地区人均 GDP	衡量地区的整体经济环境	[6-8] [22]
	6岁及以上人口中大专以上学历人口数	衡量地区的人口素质环境	
	科技企业孵化器数量	衡量地区创业孵化基础设施情况	
	居民消费水平(居民人均消费支出)	衡量地区的市场消费环境	
	R&D 经费内部支出来自政府的资金	衡量地区的政府支持力度	
	R&D 经费内部支出来自金融机构的资金	衡量地区的金融环境	
协同创新(Synergistic)	高校研发经费来自企业的额度	衡量高校与企业的合作与联系情况	[8-9] [17] [20]
	科研院所研发经费来自企业的额度	衡量科研院所与企业的合作与联系情况，	
	区域内作者同省异单位合作论文数	衡量不同单位知识合作情况	
系统开放(Open)	按目的地和货源地划分进出口总额	衡量一个地区的市场开放程度	[5] [10-11]
	地区国外技术引进额	衡量地区在贸易领域对外环境的包容性和开放性	
	外商投资企业年底注册资金中外资部分	衡量利用外资的情况	
	外商投资企业进出口总额	衡量地区在投资领域对外环境的包容性和开放性	
创新绩效(Performance)	发表科技论文数(国内+国外)	衡量地区发表论文的水平，反映知识产出	[8-9] [23]
	专利申请授权数	衡量地区技术研发的水平，反映知识产出	
	技术市场成交额	衡量系统内技术联系情况，反映技术扩散能力	
	新产品销售收入	衡量创新成果市场和商业化水平，反映经济产出	
	单位 GDP 能耗	衡量创新资源消耗和绿色可持续性，反映环境产出	

数据来源 《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国火炬年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国科技论文统计与分析：年度研究报告》《中国区域创新能力评价报告》以及统计局、科技局网站。

2.3 数据处理

(1)主成分分析计算一级指标综合得分。利用主成分分析，采用 SPSS 26 软件进行操作，其中创新主体、创新资源、创新环境、创新绩效分别提取出了两个主成分，协同创新、系统开放分别提取出了一个主成分。最后加权计算得出每个生态要素的综合得分，结果见表3。其中，综合得分为负并非表示某些案例的生态因素表现为负，而是软件计算过程将原始数据标准化导致的结果。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 **3**　各省份各项生态要素的综合得分

省份	创新主体	创新资源	创新环境	协同创新	系统开放	创新绩效
北京	2. 08	0. 34	2. 79	4. 08	0. 49	2. 92
天津	−0. 62	−0. 10	0. 18	0. 04	0. 03	0. 09
河北	−0. 04	0. 53	−0. 16	−0. 37	−0. 43	−0. 28
山西	0. 21	−0. 64	−0. 52	−0. 60	−0. 54	−0. 63
内蒙古	−0. 44	−0. 68	−0. 38	−0. 78	−0. 57	−0. 73
辽宁	−0. 49	−0. 49	−0. 07	0. 48	0. 00	−0. 09
吉林	−0. 23	−0. 29	−0. 48	−0. 57	−0. 53	−0. 21
黑龙江	0. 09	−0. 02	−0. 39	−0. 18	−0. 34	−0. 31
上海	0. 03	0. 01	1. 48	1. 08	2. 09	0. 77
江苏	1. 05	2. 31	1. 20	1. 57	2. 43	1. 23
浙江	0. 20	0. 62	0. 58	0. 41	0. 75	0. 51
安徽	−0. 03	0. 21	−0. 08	−0. 31	−0. 41	−0. 02
福建	−0. 05	−0. 16	−0. 02	−0. 45	−0. 04	−0. 15
江西	0. 08	−0. 18	−0. 49	−0. 67	−0. 46	−0. 26
山东	1. 31	1. 86	0. 56	0. 30	0. 37	0. 39
河南	0. 86	0. 34	0. 04	−0. 23	−0. 34	−0. 08
湖北	0. 27	0. 19	0. 14	0. 33	−0. 27	0. 53
湖南	0. 26	1. 24	−0. 11	−0. 07	−0. 37	−0. 02
广东	1. 58	1. 54	1. 27	1. 05	3. 65	1. 18
广西	−0. 06	−0. 32	−0. 52	−0. 65	−0. 49	−0. 38
海南	−1. 09	−0. 76	−0. 65	−0. 85	−0. 48	−0. 46
重庆	−0. 70	−0. 45	−0. 22	−0. 35	0. 42	−0. 17
四川	0. 66	−0. 09	0. 36	0. 61	−0. 24	0. 33
广州	−0. 46	−0. 64	−0. 64	−0. 62	−0. 6	−0. 47
云南	−0. 15	−0. 61	−0. 46	−0. 55	−0. 58	−0. 41
西藏	−1. 24	−0. 78	−0. 92	−1. 04	−0. 65	−0. 45
陕西	0. 02	−0. 06	0. 13	0. 27	−0. 42	0. 46
甘肃	−0. 35	−0. 71	−0. 60	−0. 57	−0. 62	−0. 50
青海	−1. 16	−0. 78	−0. 73	−0. 89	−0. 65	−0. 90
宁夏	−1. 17	−0. 76	−0. 71	−0. 86	−0. 61	−1. 04
新疆	−0. 43	−0. 70	−0. 58	−0. 66	−0. 60	−0. 83

(2) 变量的校准。QCA 是一种集合论的方法，结果和条件都需概念化为集合，每个案例在各个集合中都有其隶属分数。给案例赋予集合隶属的过程就是校准[24]。校准的核心是研究人员综合已有的理论知识、经验证据、研究情境和数据特征做出 3 个锚点 (完全隶属点、交叉点、完全不隶属点) 的判断[25]。拉金提出直接赋值、直接校准、间接校准 3 种校准方法[26]。参考 Fiss (2011) [12] 的研究，将条件和结果的 3 个锚点分别设定为案例数据的 90%分位数、90%分位数至 10%分位数之间的均值、10%分位数分别为完全隶属、交叉点、完全不隶属的门槛值，见表 4。

表 **4**　结果与条件的校准

条件和结果	校准		
	完全隶属	交叉点	完全不隶属
创新主体 (*INNOVATOR*)	1. 05	−0. 06	−1. 09
创新资源 (*RESOURCE*)	1. 24	−0. 14	−0. 76
创新环境 (*ENVIRONMENT*)	1. 20	−0. 13	−0. 65
协同创新 (*SYNERGISTIC*)	1. 05	−0. 20	−0. 85
系统开放 (*OPEN*)	0. 75	−0. 25	−0. 61
创新绩效 (*PERFORMANCE*)	0. 77	−0. 10	−0. 73

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3 结果分析

3.1 单个条件的必要性分析

从集合论的角度看，单个条件的必要性分析就是检验结果集合是否为某个条件的子集，当结果发生时，某个条件总是存在，那么该条件就是结果的必要条件[26]。对于必要性分析，建议一致性水平大于0.9，则可认为是导致结果发生的必要条件[24,26]。使用fsQCA 3.0软件，分析得出高/低区域创新绩效的必要条件检验结果，见表5。可以看出，5个前因条件中不存在高区域创新绩效的必要条件；弱区域创新环境（*environment*）、弱协同创新（*synergistic*）、弱系统开放（*open*）是导致低区域创新绩效的必要条件。

表5 区域创新绩效的必要性检测

条件变量	高区域创新绩效		低区域创新绩效	
	一致性	覆盖度	一致性	覆盖度
INNOVATOR	0.825	0.772	0.481	0.522
innovator	0.490	0.449	0.790	0.839
RESOURCE	0.807	0.850	0.374	0.456
resource	0.483	0.400	0.877	0.840
ENVIRONMENT	0.863	0.951	0.334	0.426
environment	0.479	0.383	**0.962**	0.890
SYNERGISTIC	0.875	0.933	0.333	0.411
synergistic	0.448	0.367	**0.946**	0.898
OPEN	0.756	0.902	0.299	0.413
open	0.508	0.384	**0.929**	0.815

注：大写表示条件存在，小写表示条件不存在

3.2 条件组态的充分性分析

QCA通过一致性和覆盖度的集合理论来评估集合关系被实证支持的强度，一致性测量前因条件组合在展示特定结果方面的一致程度，覆盖度评估前因条件组合对结果实例的解释程度，测量经验相关性或重要性[26]。对于充分性分析，一个相当成熟的一致性基准是原始一致性≥0.80[26]。Thomas等[27]建议在模糊集分析中，应当考虑PRI（Proportional Reduction in Inconsistency）一致性，以避免在结果发生与否中同时存在子集关系，PRI分数低于0.5的组态表示显著不一致。此外，还需确定一个频数阈值，以纳入充分性分析，对于中小样本，频数阈值可设置为1，对于大样本，频数阈值应大于1[24]。在具体研究中，应综合考虑案例及数据情况具体确定。本文将原始一致性按0.90，PRI一致性按0.6考虑，频数阈值设置为1。模糊集定性比较分析得到3种解：复杂解、中间解、简约解。根据简约解和中间解来识别核心条件和边缘条件，同时出现在简约解和中间解的条件为核心条件，对结果发生起重要作用；仅出现在中间解的条件为边缘条件，对结果发生起辅助作用[13]。选择中间解来解释最终组态，因为它通常可以简化复杂的解决方案，从而在不做合理假设的情况下降低复杂性。结果呈现参考Ragin[26]和Fiss[12]的表述方式：用黑圆圈表现条件变量出现，其中大圆圈“●”表示核心条件，小圆圈“•”表示边缘条件，用圈叉表示条件变量不出现，其中大圈叉“⊗”表示核心条件，小圈叉“⊗”表示边缘条件，空格表示模糊条件，即可存在也可不存在。基于此，得到高区域创新绩效组态分析路径结果，见表6。由表6可知，产生高区域创新绩效的驱动路径有5种组态，其中每列代表一种条件组态。总体解的一致性为0.96，表示满足这5种条件组态的案例中，有96%的案例表现出高的区域创新绩效。总体解的覆盖度为0.79，表示5种条件组态可以解释79%的高区域创新绩效的案例。同时，各个组态的一致性均超过了0.9，高于可接受的最低标准0.8，表明组态分析有效，结果可靠。

具体而言，组态1（*INNOVATOR×RESOURCE×SYNERGISTIC×open*）的意涵在于无论创新环境是否良好，当其系统较为封闭时，只要该地区创新主体规模大、创新资源丰富、协同创新强度高，则该地区将会产生高的创新绩效。其中，协同创新发挥了核心作用，而创新主体和创新资源的存在，以及弱的系统开放发挥辅助作用。该组态能够解释37%的高区域创新绩效案例，符合该组态的案例有湖南、陕西、湖北、黑龙江。作为典型案例的湖北、陕西，其区域创新驱动力主要来源于“高校及科研院所群落+政产学研协同”，其协同创新占主导地位，其次从该组态覆盖案例的地理位置看，基本属于中部地区，而这些地区的开放程度和经济发展情况远不及东南沿海地区，但却产生了较高的创新绩效，其原因正是因为有着庞大的教育资源，高校、科研院所的规模在全国排名靠前，以高校为中心的创新网络带动了整个地区的创新绩效。因此，案例分布基本符合现实状况，对其组态也具有较强的解释力。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 6　高区域创新绩效组态分析

前因条件	高区域创新绩效组态				
	1	2	3	4	5
创新主体	●	⊗	●	●	
创新资源	●		⊗	●	●
创新环境		●	●	●	●
协同创新	●	●	⊗	●	●
系统开放	⊗	●	●		●
一致性	0.937	0.982	0.959	0.991	0.992
原始覆盖度	0.373	0.333	0.226	0.672	0.620
唯一覆盖度	0.016	0.043	0.015	0.009	0.011
代表案例	陕西、湖北	天津	福建	北京、江苏	广东、上海
总体解的一致性	0.962				
总体解的覆盖度	0.786				

组态 2（*innovator×ENVIRONMENT×SYNERGISTIC×OPEN*）的意涵在于无论是否具备丰富的创新资源，当其创新主体规模较小时，只要该地区创新环境良好、协同创新强度高、系统开放，则将会产生高的创新绩效。其中，创新环境、协同创新、系统开放发挥核心作用，小的创新主体规模发挥辅助作用。该组态能够解释 33% 的高区域创新绩效案例，符合该组态的案例有天津、辽宁。作为典型案例的天津，地区经济较为发达，有较优的创新环境，加上其作为沿海城市，是华北地区重要的外贸城市，开放度高，地区内的高校及科研院所数量较多，使其有高的区域创新绩效。

组态 3（*INNOVATOR×resource×ENVIRONMENT×synergistic×OPEN*）的意涵在于当地区创新资源匮乏、缺乏协同创新时，只要有相当规模的创新主体、良好的创新环境、系统开放，则会产生高的区域创新绩效。其中，创新主体、创新资源匮乏、系统开放发挥了核心作用，缺乏协同创新发挥了辅助作用。该组态能够解释 23% 的高区域创新绩效案例，符合该组态的案例有福建。福建由于高校及科研院所数量较少，导致其缺乏协同创新，但其开放度较高，且该地区大中型企业较多使其有较高的区域创新绩效。

组态 4（*INNOVATOR×RESOURCE×ENVIRONMENT×SYNERGISTIC*）的意涵在于无论系统是否开放，只要创新主体规模大、创新资源丰富、创新环境优良、协同创新强度高，则会产生高的区域创新绩效。其中，协同创新发挥核心作用，创新主体、创新资源、创新环境发挥辅助作用。该组态能够解释 67% 的高区域创新绩效案例，符合该组态的案例有北京、江苏等 10 个省份。作为典型案例的北京、江苏等省份在 5 个生态要素方面都表现良好，尤其在高校、科研院所群落庞大的情况下，其协同创新带来的成效更为显著。

组态 5（*RESOURCE×ENVIRONMENT×SYNERGISTIC×OPEN*）的意涵在于当地区创新主体规模较小时，只要该地区创新资源丰富、创新环境良好、协同创新强度高、系统开放，则会产生高的区域创新绩效。其中，创新环境、协同创新、系统开放发挥核心作用，创新资源发挥辅助作用。该组态能够解释 62% 的高区域创新绩效案例，符合该组态的案例有广东、上海等 8 个省份，其中大部分案例与组态 4 共享，但其不同之处在于此组态进一步凸显了系统开放对创新绩效的显著正影响，正如在《中国区域创新能力评级报告》中，广东超过北京排名第 1 名，这是广东对外开放带来的红利。

综合而言，中西部地区产生高区域创新绩效的省份主要依靠高校等带动区域内的协同创新来驱动，而东都沿海地区主要以创新环境、协同创新、系统开放的交互作用来驱动。

3.3　前因条件间的潜在替代关系

组态分析的另一优势是，通过组态分析结果可进一步识别前因条件间的互动关系。根据组态分析结果，对 5 组条件组态进行探索性对比，识别

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

5个生态要素的潜在替代关系。这种潜在的替代关系是在未考虑模糊条件下的分析结果，而不同地区在制定本地区策略时，首先应分析本地区已有条件禀赋，同时考虑潜在的替代关系，以尽可能小的投入达到能产生高区域创新绩效的组态。

首先对比组态1和组态4，发现在面临创新主体规模大、创新资源丰富、协同创新强度较高时，良好的创新环境与弱的系统开放有替代作用，此时的创新环境与系统开放均是边缘条件。在组态1中，以陕西为典型案例，因其内部的创新环境相对靠后，在这种条件下，开放水平较弱才使得其创新系统产生高的绩效。在组态4中，以北京为典型案例，虽然其开放程度不低，但组态分析结果表明其内部创新环境对其创新绩效的影响更显著。组态对比也进一步验证了在提升区域创新绩效时，首先要保持内部创新环境与系统开放程度相协调，同时要更加注重内部创新环境的营造。

其次对比组态2和组态5，发现在面临创新环境良好、协同创新强度高、系统开放时，创新资源丰富和创新主体规模小有替代作用，此时的创新主体与创新资源均是边缘条件，组态2和组态5的典型案例分别为天津和广东，结合案例得出创新资源相对匮乏时匹配的创新主体规模才能更有效地促进创新绩效，同时发现创新资源对于创新绩效的影响也更突出。

最后对比组态4和组态5，发现在面临创新资源丰富、创新环境良好、协同创新强度高时，创新主体与系统开放有替代作用，此时的创新主体为边缘条件，而系统开放则为核心条件，这两个组态的典型案例分别为北京与广东，不难发现两者有不同的组态，但都同样产生了高创新绩效，北京相对广东其高校、企业、科研院所群落庞大，这为提升创新绩效注入了动力，而广东在创新主体规模相对较小的情况下，由于其高度的对外开放水平，同样也达到了高的创新绩效。

综合必要性检测、组态分析及潜在的替代关系，研究发现区域创新绩效的提升具有复杂性以及多重并发因果关系，作为区域创新生态系统的5个要素，不仅其单个要素对结果有影响，而且不同要素间的协同联动对结果的产生更能解释其因果关系。从单个要素的必要性检验得分分析得出，创新主体与创新资源对驱动创新绩效有重要作用，而协同创新、创新环境和系统开放对区域创新绩效的驱动力更强。通过组态分析发现，在特定条件下，只有选择适配的策略才能产生高创新绩效，而潜在的替代关系，又能为决策者提供多种选择思路。这也说明在研究提升区域创新绩效时并非一定要追求面面俱到，寻求普适的策略、适配的策略才是切合实际的发展之道。

4 结论与展望

本文基于3个要素构建的区域创新生态系统框架，结合现有研究成果，将协同创新和系统开放两大影响因素纳入区域创新生态系统的理论框架，同时对区域创新生态系统框架进行细化，衍生出衡量各生态要素的生态因子共24个，在考虑数据可得性基础上建立较为全面的区域创新生态系统创新绩效评价的指标体系。在新建构的区域创新生态系统分析框架下，运用fsQCA方法分析5个影响因素对区域创新绩效的驱动路径。主要结论是：①印证了已有研究，创新主体、创新资源、创新环境、协同创新、系统开放会对区域创新绩效产生重要影响；②单要素综合得分较高的省份，不足以改善地区的创新绩效；③协同创新及创新环境是驱动区域创新的首要因素，也是避免低创新绩效的关键；④高区域创新绩效的驱动机制有5条路径，进一步说明区域创新绩效具有“多重并发因果关系”，在一定程度上推动了整体视角下对区域创新绩效的研究。此外，在发现5条路径的基础上，识别出更有效的区域创新绩效路径，同时通过组态间对比，发现一些替代条件。这些发现可以帮助那些创新绩效低的区域通过评估本地区已有的条件禀赋，“因地制宜”地调整其在各自创新生态系统中的策略，从局部优化走向组态协调。

尽管这项研究实证分析得出了提高区域创新绩效的组态路径，丰富了区域创新绩效的研究，但其也有局限性，这也是其未来研究的方向。首先，由于文章篇幅有限，对造成低区域创新绩效只进行了单个条件的必要性分析，未进行多个条件的组态分析，对区域创新绩效驱动机制的因果非对称性还需进一步展开，探讨造成高/低区域创新绩效组态间的关系。其次，区域创新绩效是一个由众多因素影响的复杂问题，由于案例数量的限制，前因条件的数量也受到一定的限制，本文

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

仅选取其最重要的 5 个要素进行研究。最后，区域创新绩效是一个动态提升过程，其各项策略的实施具有时滞性，本文仅以截面数据展开分析，后续研究可在考虑时间维度后进行研究。

参考文献:

[1]李万,常静,王敏杰,等 . 创新 3.0 与创新生态系统[J].科学学研究,2014,32 (12) : 1761-1770.

[2]COOKE P. Regional innovation system: an evaluation of six European cases[J].Urban andregional development in the new Europe, 1993. 133-54.

[3] COOKE P. Regional innovation systems: institutional and organizational dimensions [J]. Research policy, 1997, 26 (4 - 5) : 475-491.

[4]黄鲁成 . 区域技术创新生态系统的制约因子与应变策略[J].科学学与科学技术管理,2006 (11) : 93-97.

[5]李晓娣,张小燕 . 区域创新生态系统对区域创新绩效的影响机制研究[J].预测,2018,37 (5) : 22-28+55.

[6]刘洪久,胡彦蓉,马卫民 . 区域创新生态系统适宜度与经济发展的关系研究[J].中国管理科学,2013,21 (S2) : 764-770.

[7]BUESA M,HEIJS J,BAUMERT T. The determinants of regional innovation in Europe: a combined factorial and regression knowledge production function approach[J].Research policy,2010,39 (6) : 722-735.

[8]高月姣,吴和成 . 创新主体及其交互作用对区域创新能力的影响研究[J].科研管理,2015,36 (10) : 51-57.

[9]白俊红,蒋伏心 . 协同创新、空间关联与区域创新绩效[J].经济研究,2015,50 (7) : 174-187.

[10] EISINGERICH A B, BELL S J, TRACEY P. How can clusters sustain performance? The role of network strength, network openness, and environmental uncertainty[J].Research policy,2010,39 (2) : 0-253.

[11]冯锋,马雷,张雷勇 . 外部技术来源视角下我国高技术产业创新绩效研究[J].中国科技论坛,2011 (10) : 42-48.

[12]FISS P C. Building better causal theories: a fuzzy set approach to typologies in organization research[J].Academy of management journal,2011,54 (2) ,393-420.

[13]杜运周,贾良定 . 组态视角与定性比较分析 (QCA) : 管理学研究的一条新道路[J].管理世界,2017 (6) : 155-167.

[14]里豪克斯,拉金 .《QCA 设计原理与应用: 超越定性与定量研究的新方法》[M]//杜运周,李永发,等译 . 机械工业出版社,2017.

[15]余泳泽,刘大勇 . 我国区域创新效率的空间外溢效应与价值链外溢效应[J].管理世界,2013 (7) : 6-20+70+187.

[16]HANSEN M T,BIRKINSHAW J. The innovation value chain[J].Harvard business review,2007,85 (6) : 121-130+142.

[17]汪良兵 . 区域创新网络结构与协同演化研究[D].北京: 中国科学技术大学,2014.

[18]苏屹,刘艳雪 . 国内外区域创新研究方法综述[J].科研管理,2019,40 (9) : 14-24.

[19]黄鲁成 . 区域技术创新生态系统的稳定机制[J].研究与发展管理,2003 (4) : 48-52+58.

[20]黄海霞,陈劲 . 创新生态系统的协同创新网络模式[J].技术经济,2016,35 (8) : 31-37+117.

[21]CHESBROUGH H,BRUNSWICKER S. A fad or a phenomenon? The adoption of open innovation practices in large firms[J].Research technology management,2014,57 (2) : 16-25.

[22]欧忠辉,朱祖平,夏敏,等 . 创新生态系统共生演化模型及仿真研究[J].科研管理,2017,38 (12) : 49-57.

[23]中国科技发展战略研究小组,中国科学院大学中国创新创业管理研究中心 . 中国区域创新能力评价报告 2019[R].北京: 科学技术文献出版社,2019.

[24]SCHNEIDER C Q,WAGEMANN C. Set-theoretic methods for the social sciences: a guide to qualitative comparative analysis[M]. Cambridge: Cambridge University Press,2012.

[25]张明,杜运周 . 组织与管理研究中 QCA 方法的应用: 定位、策略和方向[J].管理学报,2019,16 (9) : 1312-1323.

[26]RAGIN C C. Redesigningsocial inquiry: fuzzy sets and beyond[M].Chicago: University of Chicago Press,2008.

[27]THOMAS G,SANTI F,FISS P C,et al. Studying configurations with qualitative comparative analysis: best practices in strategy and organization research[J].Strategic organization. 2018,16 (4) : 482-495.

(责任编辑　申秋红)

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net