

基于复杂性的 区域创新系统耦合度测度 与协同演化研究

苏屹/著

JIYU FUZAXING DE QUYU CHUANGXIN XITONG OUHEDU
CEDU YU XIETONG YANHUA YANJIU

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

基于复杂性的 区域创新系统耦合度测度 与协同演化研究

苏屹/著

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

基于复杂性的区域创新系统耦合度测度与协同演化研究/苏屹著. —北京: 经济科学出版社, 2017. 8

ISBN 978 - 7 - 5141 - 8358 - 0

I. ①基… II. ①苏… III. ①区域经济 - 国家创新系统 - 研究 - 中国 IV. ①F127

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 202759 号

责任编辑: 李晓杰

责任校对: 刘 昕

版式设计: 齐 杰

责任印制: 李 鹏

基于复杂性的区域创新系统耦合度测度与协同演化研究

苏 屹 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 010 - 88191217 发行部电话: 010 - 88191522

网址: www.esp.com.cn

电子邮件: esp@esp.com.cn

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: <http://jjkxcbs.tmall.com>

北京季蜂印刷有限公司印装

710 × 1000 16 开 13.75 印张 200000 字

2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 8358 - 0 定价: 42.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191510)

(版权所有 侵权必究 举报电话: 010 - 88191586)

电子邮箱: dbts@esp.com.cn

前 言

当今世界，世界格局已经发生了巨大的变化，各经济体之间的竞争愈加激烈，矛盾也日益凸显。各国之间激烈的竞争表现为人才的竞争和技术的竞争，因此，科技创新作为保障经济增长最主要的动力已经被各国列为发展的重要战略之一。党的十八大也正式提出了创新驱动发展战略，将创新作为领跑我国社会生产力、提升综合国力的重要引擎摆在国家发展全局的核心位置上。创新可以通过企业、研究机构以及高等教育机构等主体进行传播，创新主体在空间上呈现出的集中性，促进了区域创新系统的形成。区域创新系统作为国家创新系统的子系统，其不但能在很大程度上提高创新效率、降低创新成本，更能够通过整合和利用各种资源、知识、信息和服务来提高整体的创新水平。可见，区域创新系统的研究对于我国创新体系的构建有极其深远的意义。基于此本书将主要以区域创新系统为研究对象，并对区域创新系统的相关内容进行深刻的探讨。

首先，对我国区域创新系统的现状进行了详细的分析，并对区域创新系统复杂性、耦合性进行深入剖析。由于区域创新系统涉及的范围很广，导致区域创新系统的复杂度过高，因此，本书以企业与科研院所区域合作创新系统为例，通过建立企业与科研院所区域合作创新网络复杂性评价模型，对区域创新系统的复杂性进行测度。实证研究结果表明，企业与科研院所合作复杂度的提升能够提高企业的创新绩效，但是随之也会导致创新成本的增加。这主要是由于企业与科研院所区域合作创新网络的日趋完善为各合作主体带来收益的同时，也会导致过度盲目合作

问题的发生,致使合作成本相应提高。即企业与科研院所区域合作创新网络复杂度与其组织创新绩效之间呈倒“U”型关系。

其次,通过研究现有文献发现,区域创新系统主要存在以下几个矛盾:第一,各创新主体必须进行合理的耦合,否则无法合作;第二,必须协调好创新主体的独立性以及与整体的统一性;第三,由于区域创新系统是一个虚拟组织,因此系统中主体是一种非层级的合作关系。因此,本书在深入分析区域创新系统的结构和功能的基础上对区域创新系统的耦合度进行测度。通常区域创新投入与创新绩效并不呈简单线性关系,其相互作用关系还会受到区域创新系统耦合阶段、经济发展水平以及知识产权保护程度等因素的影响。基于此,本书在上述研究的基础上将采用非线性分析工具门限回归对不同区域创新系统耦合状态下,区域创新资金和人力投入与创新绩效的影响差异进行相关研究。实证研究表明对区域创新系统进行人力投入会比资金投入更显著提高区域创新系统创新绩效。

最后,区域创新系统作为一个时时与外界交换信息和能量的开放系统,存在着非线性、失衡性、开放性、涨落性等特征,因此区域创新系统具有协同学的特征。除此之外,区域创新系统和B-Z反应具有相似的复杂性,因此,本书从协同学视角研究区域创新系统演进问题,以此来探究区域创新系统的合理发展模式。在分析复杂系统的过程中引入协同学方法,利用线性稳定性分析、绝热消去原理方法对区域创新系统协同演化模型进行分析。通过对B-Z反应的隐喻,将创新潜力、创新配置、创新效果作为三个状态变量来进行模拟区域创新系统通过协同作用发展的状态。通过研究表明我国区域创新系统在保证足够投入时将会健康、稳固地发展。本书以演化经济学理论为基础,利用复杂科学的研究方法对区域创新系统的演进过程进行研究,进一步丰富和完善了创新理论和创新方法,为后续研究奠定了理论基础。

总之,本书在现有区域创新系统的国内外研究现状的基础上,通过对区域创新系统复杂性、耦合性以及协同演化以复杂性科学研究工具对区域创新系统进行深入研究。总体上解决了区域创新系统复杂性测度、

区域创新系统耦合度测度、区域创新系统耦合度对区域创新投入与绩效的影响以及区域创新系统协同演进等方面的问题。本书研究成果将为区域创新系统的可持续发展和区域创新系统政策制定提供可靠的理论依据。

本书的研究过程受到国家自然科学基金项目(71403066)和教育部高等学校博士点基金项目(20122304120021)的支持。

我的研究生姜雪松、安晓丽、段玉、韩敏睿、于跃奇、李忠婷、刘宝鼎等都参与了本书的研究与书稿整理工作,在此表示感谢。本书的写作和出版过程,参考了国内外多种相关著作,吸收了国内外学者的相关成果,并得到了许多专家和学者的支持和帮助,在此表示由衷的感谢。由于作者水平所限,不当或错误之处,在所难免,恳请各位专家和读者批评指正。

苏 屹

2017年8月

目 录

contents

第1章 绪论	1
1.1 研究的背景、目的与意义	1
1.2 国内外研究现状	7
1.3 总体思路与基本框架	22
1.4 研究方法	24
1.5 创新之处	25
第2章 区域创新系统现状分析	27
2.1 我国区域创新系统整体情况分析	27
2.2 区域创新系统的投入现状	33
2.3 区域创新系统的产出现状	36
2.4 区域创新系统的环境现状	39
2.5 本章小结	42

第3章 区域创新系统的复杂性、耦合性与协同学分析	43
3.1 区域创新系统的复杂性特征分析	43
3.2 区域创新系统的耦合特性分析	47
3.3 区域创新复杂系统协同学分析	49
3.4 本章小结	58
第4章 企业与科研院所区域合作创新网络的复杂性测度模型构建与 实证研究	59
4.1 企业与科研院所区域合作创新网络复杂性评价 体系研究	60
4.2 企业与科研院所区域合作创新网络复杂性评价 模型构建	66
4.3 企业与科研院所区域合作创新网络复杂性测度	70
4.4 本章小结	99
第5章 区域创新系统耦合度测度模型构建与实证研究	100
5.1 区域创新系统的组织结构分析	100
5.2 区域创新系统耦合度测度指标体系构建与优化	102
5.3 区域创新系统耦合度测度模型构建	109
5.4 区域创新系统耦合度实证研究	112
5.5 本章小结	120
第6章 区域创新系统门限回归模型构建与实证研究	121
6.1 区域创新系统门限回归变量选取与模型构建	121
6.2 区域创新系统门限回归实证研究	124

6.3 本章小结	144
第7章 区域创新系统协同演进模型构建与实证研究	145
7.1 B-Z 反应模型与隐喻	145
7.2 状态变量的选择与序参量的确定	148
7.3 区域创新系统协同演进模型的构建	150
7.4 区域创新系统协同演进实证研究	160
7.5 区域创新系统协同演进结果分析	168
7.6 本章小结	173
第8章 区域创新系统发展对策与建议研究	174
8.1 促进区域创新系统耦合发展对策研究	174
8.2 区域创新系统协同发展对策研究	177
8.3 本章小结	182
本书结论	183
参考文献	188

第 1 章

绪 论

1.1 研究的背景、目的与意义

1.1.1 研究背景

当今世界，生产要素日益多样化，除劳动、资本、土地外，科技创新资源也成为重要的战略性资源。内生增长理论认为经济持续增长的决定性因素是内生的技术创新，并不能仅依赖于外力推动。在知识经济时代，各国只有通过不断创新，才能获得经济的内涵性增长。科技要素在国际竞争中也扮演着重要的角色，各国都正致力于建设创新型国家，以此增强国家的国际竞争力，抢占未来发展制高点（刘和东，2011）^[1]。“创新型国家”于2006年首次被提升至我国国家战略高度，2007年、2012年党的十七大、十八大进一步强调科技创新在提高综合国力的战略支撑地位，2014年6月，习近平主席在两院院士大会上更是强调创新对我国经济发展的重要意义，2016年5月，习近平主席在全国科技创新大会上发表重要讲话，提出“坚持实施创新驱动战略，加速各个领域科技创新，掌握全球科技竞争先机”，此次讲话引起了与会人员的强烈共鸣，

并且吹响了建设世界科技型强国的号角。2017年5月14日,习近平主席在“一带一路”国际合作高峰论坛上发表的题为《并肩书写共同发展的壮丽篇章》主旨演讲中又再次强调了创新是推动发展的重要力量。

区域创新系统是国家创新系统的子系统,这一新兴概念在1992年英国 Cardiff 大学库克教授发表的题为《区域创新体系:新欧洲的竞争规则》的文章中一经提出就受到学术界的广泛重视与研究。随着全球经济一体化进程的不断深入,无论是发达国家还是发展中国家,都在寻求系统、高效的技术创新模式,来保持本国的国际竞争力。近年来,区域创新系统在世界范围内广为应用,成为各经济体竞争力提升的重要手段,区域创新实践的范围和内容也在不断扩展。区域创新系统解决的关键问题是如何提高区域创新能力,整合区域科技资源,从而实现以企业为主体的开放型创新体系(傅正华和张耘,2010)^[2]。在区域创新系统的广泛应用过程中,区域创新系统呈现出不同的模式。区域创新系统的核心主要包括两个层面,一个层面是区域创新系统的主体,另一个层面是各主体之间的相互联系(Asheim et al., 1997)^[3]。尽管各地区的区域创新系统普遍都由高校、科研机构、企业、行业中介组织等组成,但在不同的地区、各创新主体的地位及作用都各不相同。从创新主体间关联的空间层面来看,区域创新系统也存在着较大的差异(王宏起,2009)^[4]。如以色列的区域创新系统是以科技为主导的区域创新系统,其科研机构的作用显得尤为突出(汪舒明,2003;田川,2001)^{[5][6]}。而挪威 Sunmore 的造船业、丹麦 Salling 地区的家具企业、瑞典机械产业是以企业为主导的区域创新系统(Lorenzen, 2003; Larsson et al., 1999)^{[7][8]}。

区域创新系统拥有着不同的模式,模式本身也在不断地发生变化,经历着从技术使用、技术改造到技术创新的演进过程(吴国斌,2002)^[9]。在经济学和社会科学的研究中,演化思想拥有着较为悠久的历史。演化与创生的概念早在自然科学的达尔文主义出现之前,在社会哲学中就具有重要的意义。Nelson 和 Winter 发表的《经济变迁的演化理论》是现代经济学演化研究的经典著作,为当代研究打下了坚实的基

础(李伟丽, 2006)^[10]。区域创新系统的演进, 也成为了当前区域创新系统研究的热门领域。区域创新系统是不断演化, 在这个演化过程中, 区域创新系统内部的各主体、资源以及其他要素会产生相互间的复杂作用, 实现从一种有序结构到更高级有序结构的演化(石峰和戴东阳, 2013)^[11]。诸多学者在此方面做了相应的研究, 如 Anderson 和 Tushman 提出的技术生命周期理论, 认为新技术产生于竞争后产生的主导设计范式, 并随之进入渐进变革阶段(吴晓波, 2008)^[12]。Lee 和 Lim 提出了“蛙跳理论”, 认为区域创新可能是一个线性演化过程, 但也有可能跳过某个阶段, 不遵循既有的技术演化轨迹, 出现跳跃式演化过程(Lee et al., 2001)^[13]。由于主流经济学研究范式对现在经济世界的解释乏力, 因此, 在演化经济学的研究中需要借助自然科学, 如耗散结构理论、混沌理论、演化博弈论、协同学等方法来进行研究。

区域创新系统的重要推动力是创新活动, 创新活动一般主要指 R&D(研究与开发)活动, 其是在科技领域, 为增加知识储备量, 及运用这些知识创造新应用的具有创造性的活动, 主要涵盖基础研究、应用研究及试验开发三大类创新活动(卢方元和海婷婷, 2016)^[14]。R&D 活动是科技创新的核心和源泉, 不仅是衡量区域科技投入程度、科技创新重视程度的一个基础指标, 更是区域创新能力强弱、创新驱动战略实施进展的重要考量(尹伟华和袁卫, 2012)^[15]。近年来, 我国政府在持续加大对 R&D 活动的重视程度, 并且不断提高 R&D 经费投入强度, 1996~2015 年的 R&D 经费内部支出呈现逐年增加的趋势, 由 1996 年的 404.48 亿元跃升至 2015 年的 14169.9 亿元, 占国内生产总值比重由 0.57% 提升至 2.07%, R&D 人员全时当量亦处于逐渐增加的趋势, 由 1996 年的 80.4 万人/年增至 2015 年的 375.9 万人/年, 因此创新投入在区域技术进步、经济增长等方面所起的促进作用不言而喻。但是我国各区域的创新活动的产出效率呈现较大的差异, 创新活动中存在的 R&D 投入配置不合理、盲目立项等情况都严重制约着区域创新系统创新活动的投入产出效率(窦鹏辉等, 2012; 张金胜等, 2011)^{[16][17]}, 故区域创新系统创新投入—创新绩效研究极为重要。此外, 区域创新投入对绩

效的影响过程还受到诸多其他因素的影响,如区域经济发展水平、耦合状况、知识产权保护水平等因素。

总的来说,区域创新系统的构建有利于创新资源的集聚、促进区域人才的集中,使区域创新主体凭借各种创新相关资源与服务,实现技术、知识创新,从而推动经济、社会发展(王祥兵等,2011;陈伟等,2011)^[18,19]。区域创新能力是区域经济发展的内在驱动力、社会进步的引擎,所以区域创新能力在国家创新能力的构建中起着重要的支柱作用,区域创新系统的创新管理研究显得尤为重要(吴贵生,2007;高霞等,2012;王子晨等,2015)^[20~22]。

1.1.2 研究目的

本书研究的目的在于:

(1) 基于结构学派研究方法和复杂性研究方法,试图在复杂性的可操作层面做些工作,旨在建立一种宏观上反映企业与科研院所区域合作创新网络复杂性的评价体系,从社会网络的角度研究企业与科研院所合作问题,洞悉企业与科研院所合作复杂性程度,为衡量企业与科研院所合作发展程度提供定量评价和意见参考。

(2) 纵观我国区域创新系统绩效发现我国区域创新系统的投入效率呈现一定的差异,并且区域创新系统的耦合状况也影响着区域创新系统的投入——绩效关系。本书旨在对区域创新系统的耦合度进行测度,采用门限回归分析工具,研究在区域创新系统的不同耦合状态下,创新投入对区域创新系统创新绩效的影响差异及影响机理,并就区域创新系统的现实情况,提出促进区域创新系统发展的对策。

(3) 以区域经济学、复杂性科学、协同学、系统科学、管理学等为理论基础,从区域创新系统的复杂性入手,构建区域创新系统协同演进分析框架。一方面从区域创新系统的复杂性入手,阐述当前区域创新系统的复杂性特征。另一方面利用系统科学理论的方法针对区域创新系统的协同演进进行研究,为国家相关部门制定决策提供有效依据,促进

区域创新系统的协同发展。

1.1.3 研究意义

美籍奥地利经济学家 Schumpeter 提出技术创新以来,针对于技术创新的研究便广泛开展起来(熊彼特,2012)^[23]。我国学者在理论研究的基础上也清楚地认识到中国进入了以中高速增长、创新驱动、结构优化、素质提升等为主要特征的新经济发展阶段(金碚,2015)^[24]。所以区域创新系统作为国家创新系统的重要支撑,其合理的发展可以最大限度地提高创新效率、降低创新成本、充分整合和利用各种资源、知识、信息和服务,从而提高整体创新水平(王祥兵等,2011;张帆,2009)^{[18][25]}。在我国经济新常态的背景下,区域创新系统的创新能力的提升及其发展不能单靠高投资及要素驱动,要更多地依靠结构的调整和产出效率的优化。因此,本书以企业与科研院所区域合作创新系统为例对区域创新系统的复杂性进行测度,从协同学视角研究区域创新系统演进问题,以此来探究区域创新系统的合理发展模式,并在分析区域创新系统的自身结构和中国各个区域创新系统的耦合状况的情况下,深入探究创新投入对区域创新系统创新绩效的影响系数及影响机理。上述研究对区域创新系统的发展具有重要的理论和现实意义。

其一,对企业与科研院所合作评价机制的研究是学者们竞相讨论的内容,虽然已经取得了一些成果,然而尚未形成网络化的评价体系。本书在区域创新系统理论、企业与科研院所合作理论、复杂性科学理论等的基础上,构建了企业与科研院所区域合作创新网络复杂性评价相关理论框架,强调了企业与科研院所合作网络角度的分析,系统分析并测算了企业与科研院所合作网络的复杂度,对于督促区域企业与科研院所合作,提高区域创新能力,确保我国的竞争优势,具有重要的指导作用。本书的研究无疑可以为企业与科研院所合作的研究提供新的思路,丰富了企业与科研院所合作研究的理论成果,推动了企业与科研院所合作创新理论的进步。

其二,区域创新系统耦合问题是区域创新管理的热点问题,但是很少有文献关注区域创新系统的结构。本书着眼于区域创新系统的结构及功能,对区域创新系统的耦合度进行测度,使区域创新系统耦合研究更加丰富。已有研究探讨了区域创新投入对创新绩效的线性关系,但是两者的作用关系还受到诸多其他因素的限制,比如区域创新系统的耦合阶段、经济发展水平、知识产权保护水平等因素,且两者并非简单的线性关系。本书采用非线性分析工具门限回归分析方法对不同区域创新系统耦合状态下,区域创新投入与创新绩效的影响差异进行研究,填补了区域创新系统创新投入对创新绩效的非线性关系研究空白,为后续研究提供新的思路与素材。同时目前门限回归分析方法主要应用于能源经济、货币政策、国际贸易等方面的研究,本书也将门限回归分析方法的应用范围进行了进一步的拓展。

其三,库克首次提出区域创新系统之后,在学界引发了学者们对区域创新系统的研究热潮,国内外学者从不同的角度对区域创新系统进行了研究(Cooke, 1992)^[26]。尽管学者们已经认识到区域创新系统复杂性研究的重要性,并从各个角度研究了区域创新系统的复杂性,但目前该方向的研究还没有形成一套完整的体系。因此,本书从演化经济学的大方向出发,利用协同学等复杂的科学方法研究区域创新系统的演进过程,拓展区域创新系统的研究视角和研究方法,进一步丰富和完善了创新理论和创新方法,为后续研究奠定了理论基础。

区域创新系统作为国家创新系统的组成部分,是国家创新系统、国家核心竞争力在一定区域中的集中表现。区域创新系统的建设对于我国科技进步和社会经济发展具有重要的促进作用,目前国家投入了大量的人力、物力来进行区域创新系统的构建(李鑫伟, 2014)^[27]。通过测控区域企业与科研院所合作创新现状,监督企业与科研院所合作的复杂程度,提高区域创新能力,促进产业结构升级,建立起高效的区域企业和科研院所创新体系,是各地区实现经济可持续快速发展的有效途径,对于提高研究开发实力和社会科技资源的优化配置具有重要的现实意义。除此之外,由于区域创新系统具有复杂性,因此,本书立足于系统科学

角度,通过研究区域创新系统子系统之间的耦合以及在协同学等理论的基础上研究区域创新系统演进的问题。该项研究解决了理论研究者和实践工作者共同面对的问题——如何促进区域创新系统协同发展,明确了各个区域创新系统的耦合状态,并为区域创新系统结构的调整及优化奠定了现实基础。本书基于区域创新系统耦合度,研究区域创新投入对创新绩效的影响,为创新投入配置提供有效参考,且为区域创新系统政策制定提供强有力的支撑。除此之外,通过复杂性科学理论、协同学理论来构建区域创新系统协同演进分析框架,为区域创新系统协同发展提出了对策与建议。

自从库克教授提出区域创新系统理论以来,区域创新系统就在世界范围内广为应用,并成为各国经济体竞争力提升的重要工具,区域创新实践的范围和内容也不断扩展,从而推动了相关理论研究。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 区域创新系统的理论基础与内涵

创新能力一直是学术界关注的重点问题,按照研究范围的不同可以将其划分为宏观(国家创新体系)、微观(区域创新系统)两个层面,区域创新系统是国家创新系统的重要基础和必然逻辑延伸。以知识为基础时代的到来,使得国家创新系统应运而生(宗凡等,2017)^[28]。学者们较多地关注创新主体的问题,而对于如何构建一个有效的国家创新体系并不那么热衷(Nelson, 1993; Patel et al., 1994; Elpida Samara et al., 2012)^[29-31]。国家创新体系可以从狭义和广义两个方面来理解,广义的概念涵盖了所有直接或者间接和创新过程相关的主体,狭义的理解那些直接与创造知识和使用知识相关的主体(Lundvall, 1988)^[32]。通过对国家创新体系的进一步研究发现,在中等创新投入的条件下,可

能产生令人可观的创新受益,这不禁引起了学者们的注意(Archibugi and Coco, 2004; Archibugi, 2009, Mahroum, 2013)^[33-35],他们对国家创新体系的绩效指标问题进行了详细的研究,从实证分析的角度探讨了我国创新能力差异的原因(Furman, 2007)^[36]。然而,一些专家也指出区域化的研究更为重要,在全球化的背景下,国家这一层级对于经济、R&D 和创新活动影响的重要性正在逐渐衰减(S. Chung, 2002)^[28],区域创新系统的研究得到学者越来越多的关注(Braczyk et al., 1996; Cooke, 1997, 2000, 2001; Doloreux, 2002)^[37-41]。区域创新系统对于地区经济发展绩效的推进作用渐渐凸显(Gerstlberger, 2004)^[42],从相对宏观的视角来看,区域创新系统的核心组成包括公共部分、私人部分,公共—私人部分(Braczyk, 1998)^[43],从要素视角来看,其主要构成要素包括创新环境、大学、公共机构和企业(Buesa, 2006)^[44]。

从区域创新系统理论产生的历程来看,其理论基础主要集中于区域经济理论、创新经济学和创新系统论三个方面(王松, 2013)^[45]。其中,区域经济理论包括区域增长理论(Solow, 1956)^[46]、现代区域发展理论(Raymond, 1966; 范振锐, 2017)^{[47][48]}、演化经济理论(Hodgson, 2002; Nelson, 2002)^{[49][50]},其主要揭示了区域创新体系诞生的最本质经济原理,为区域创新体系提供了动态研究范式。创新经济学包括创新基础理论(Mansfield, 1981)^[51]、创新行为模式理论(Mowery, 1979; Iansiti, 1997)^{[52][53]}、创新扩散理论(Mansfield, 1961)^[54],其为区域创新系统提供了理论框架,诠释了区域创新体系内涵与运行发展模式。创新系统学包括企业创新系统理论(Stata, 1992)^[55]、产业创新理论(Dodgson, 1994)^[56]、国家创新系统理论(Freeman, 1995; 朱文涛, 2017)^{[57][58]},其将区域创新系统引入系统研究范畴。

随着研究的不断深入,学者们从多维度、全方位对区域创新系统的内涵进行了研究(Autio, 1998; 黄鲁成, 2000; 柳卸林, 2002)^[59-61]。Cook(1992)首次明确提出“区域创新系统”的概念,Cooke教授认为区域创新系统是指在特定地理范围内,创新主体之间进行密切的交流,