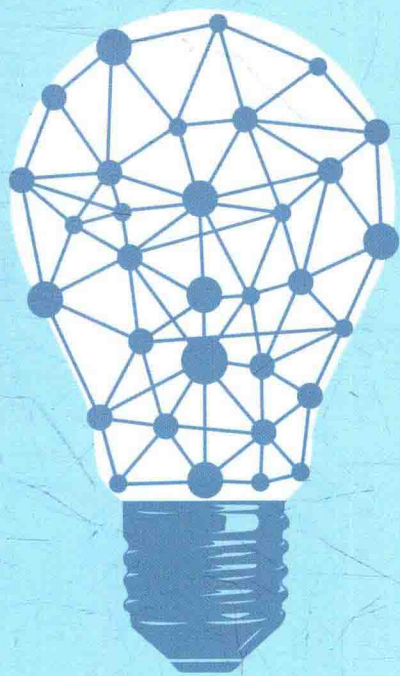




资源约束区域 技术创新生态系统研究

——以广西北部湾经济区为例

韦铁 等著



科学出版社

资源约束区域技术创新 生态系统研究

——以广西北部湾经济区为例

韦 铁 等 著

国家自然科学基金项目 (No.71162025)

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书基于复杂系统研究视角,运用博弈模型、MAS 模型、仿真及案例研究等方法深入探讨创新资源约束下区域技术创新生态系统演化规律及调节机理。本书内容主要包括:创新资源约束下区域技术创新生态系统内涵、特征及基本模型;创新资源约束下区域技术创新生态系统的演化动力;创新资源约束下区域技术创新生态系统竞争演化模型;创新资源约束下区域技术创新生态系统演化的仿真;创新资源约束下区域技术创新生态系统的调节;实证研究,以广西北部湾经济区为例对创新资源约束下区域技术创新生态系统的特征、演化动力、调节等进行实证研究。

本书可供经济类的大学师生和科研机构研究人员参考,也可作为其他相关人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

资源约束区域技术创新生态系统研究:以广西北部湾经济区为例 / 韦铁等著. —北京:科学出版社, 2016.3

ISBN 978-7-03-047823-8

I. ①资… II. ①韦… III. ①北部湾-经济区-技术革新-生态系统-研究-广西 IV. ①F127.67

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 056666 号

责任编辑:李淑丽 陈会迎 / 责任校对:胡小洁
责任印制:徐晓晨 / 封面设计:华路天然工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 3 月第 一 版 开本: 720×1000 B5

2016 年 3 月第一次印刷 印张: 10

字数: 200 000

定价: 52.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

当前，在“后金融危机”时代，全球经济正在缓慢回升，但经济发展中的各种不确定性因素仍不断困扰着各国经济的复苏和增长。在劳动力成本节节攀升、环境资源不断枯竭、金融市场脆弱性依旧的大背景下，依靠低廉的劳动力成本、破坏性的资源消耗和大规模的资本扩张等经济增长方式已难以维持，新经济的生长点将回归到人类历史发展的最根本原动力——技术创新上。纵观人类文明的发展历史，从某种意义上来看就是一部人类科学技术的发展史：在第一次技术革命中，蒸汽机的发明拉开了人类社会工业化时代的序幕；第二次技术革命中，电力的发明又促使人类社会进入了电气化时代；而以电子计算机、互联网等为特征的第三、第四次技术革命使人类迎来了崭新的信息技术时代、知识经济时代。在信息网络技术迅猛发展的当今，技术创新已远远不是当初企业关起门来就可以进行的“线性模式”，日益开放的创新模式促使创新活动融入越来越多的创新主体，这些创新主体相互关联、相互作用，形成一个个既独立又自成“系统”的整体。20世纪80年代，经济学家弗里曼（Christopher Freeman）在研究日本的经验后发现支撑日本技术和经济快速发展的是强大的“国家创新系统”——一个由政府、高校、企业等组成的庞大的技术创新体系。21世纪前后，学者们发现这个创新系统和自然界的生态系统类似，系统里创新主体和周边资源、经济政策环境之间有着复杂的关联，于是从生态学角度提出了“技术创新生态系统”的概念。同时，这个技术创新的生态系统又有强烈的区域色彩，不同国家、不同地区，甚至不同行业、不同企业内都能找到这样的“区域技术生态系统”（regional techonology inovation ecosystem, RTIE）。

从地理区域来看，长期以来欠发达地区的区域技术创新生态系统问题都被主流研究所忽略，如我国的西部地区，这些地方往往经济科技发展较落后，资金、技术、人才等创新资源的匮乏导致区域内技术创新活动举步维艰，但这些地方又蕴涵着丰富的自然资源和良好的生态环境，拥有巨大的市场需求和庞大的劳动力储备，具备不可低估的发展潜力。为了避免重蹈过去环境破坏式增长的覆辙，这些地方更需要通过技术创新来驱动区域经济和社会的跨越式发展。为此，本书选取了创新资源约束这个视角来探讨区域技术创新生态系统的发展演化问题，并以广西北部湾经济区这个极具发展潜力又典型的西部欠发达经济区域为实证对象，对创新资源约束下区域技术创新生态系统的演化规律和调节机理等基础科学问题进行研究，拟为探究欠发达区域的技术创新生态系统的演化、治理和调节提供相

应的基础理论支撑，同时也为创新和拓展该领域的研究尽绵薄之力。希望通过本书的出版给相关领域的学者、政策制定者和感兴趣的读者提供帮助。

本书是国家自然科学基金项目（批准号：71162025）研究的重要成果，在此衷心感谢国家自然科学基金的大力支持。参与本书编写的人员还有农添珍、唐琼雅、李阳、雷蕾、罗秋月。作为一名高校老师，本人在科研耕耘的道路上也欣慰于研究队伍的成长，感谢研究团队的共同努力使项目得以最终完成，富有挑战的研究过程始终充满了团队每一个成员的智慧和汗水，记录了大家学术成长的点滴过程。感谢 University of Louisiana at Lafayette 商学院 Dr. Zhiwei Zhu 在研究中提出的宝贵建议，感谢杨梅、郭琴、黎茜、姚娜等研究生在资料查找上的帮助。

“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索。”学海无涯，科学研究的道路永远没有尽头，本人目前正在美国 University of Louisiana at Lafayette 商学院做访问学者，本书的视角、内容和方法创新等方面也得到国外同行的认可，在交流中让我们看到中国创新管理研究领域的美好前景和无限潜力，但也深感我们在深化研究方法和工具的运用等方面的差距。为此，我们将继续努力，力争在中国的技术创新研究领域取得新的突破。

韦 铁

2015 年 11 月 10 日

University of Louisiana at Lafayette, USA

目 录

序

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景和目的	1
1.2 国内外研究回顾及发展趋势	1
1.3 研究意义	7
1.4 主要研究内容	8
1.5 研究逻辑思路与本书结构框架	11
第 2 章 创新资源约束下区域技术创新生态系统的基本理论及模型	18
2.1 相关概念的界定	18
2.2 区域技术创新生态系统的特征	23
2.3 区域技术创新生态系统理论模型	29
2.4 创新资源约束下区域技术创新生态系统及其演化模型	31
第 3 章 广西北部湾经济区技术创新生态系统的演化特征	35
3.1 广西北部湾经济区概况	35
3.2 广西北部湾经济区技术创新生态系统发展及演化情况	42
本章附录	62
第 4 章 创新资源约束下区域技术创新生态系统的演化动力	67
4.1 创新资源约束下区域技术创新生态系统演化的内部驱动力	67
4.2 创新资源约束下区域技术创新生态系统演化的外部驱动力	76
4.3 创新资源约束下区域技术创新生态系统的演化动力模型	81
第 5 章 创新资源约束下区域技术创新生态系统竞争演化路径	91
5.1 生态学中的 Lotka-Volterra 模型	91
5.2 创新资源约束下区域企业创新资源竞争及演化模型	93
5.3 案例分析	100
第 6 章 创新资源约束下区域技术创新生态系统的演化模型与仿真	105
6.1 MAS 建模	105

6.2	区域技术创新生态系统的 MAS 特征	106
6.3	基于 Swarm 平台的仿真原理	107
6.4	区域技术创新生态系统 MAS 建模	108
6.5	基于 MAS 的区域技术创新生态系统的演化过程	116
6.6	创新资源约束下区域技术创新生态系统的演化仿真	119
第 7 章	创新资源约束下区域技术创新生态系统的调节	132
7.1	创新资源约束下区域技术创新生态系统演化的影响因素	132
7.2	创新资源约束下区域技术创新生态系统调节因子传导过程	147
7.3	创新资源约束下区域技术创新生态系统健康发展的调节建议	150

第1章 绪 论

1.1 研究背景和目的

20 世纪 90 年代以来,世界经济区域化发展速度加快,区域技术创新能力日益成为国家和地区获取竞争优势的关键因素,区域技术创新系统的研究因此而备受关注。而生态学思想的引入则强调区域技术创新系统的复杂生态特征,从而形成区域技术创新生态系统的研究^[1]。然而,长期以来,相关研究大多以经济发达国家或地区为主,而相对缺乏对经济欠发达区域的研究^[2]。实际上,经济欠发达区域由于受资金、知识、技术、人才等创新资源的约束,其技术创新生态系统在形成和发展上具有更大的不确定性和非稳定性。例如,在经济基础普遍较薄弱的中国西部地区,区域技术创新生态系统往往发育缓慢而极不稳定,造成区域内的原始性创新不足、引进的技术和人才又缺乏适宜的生态位支撑而造成“引进难、流失易”等窘境。因此,对于受创新资源约束的欠发达区域而言,探究其技术创新生态系统的演化规律及调节机理是提升该区域技术创新能力的最根本理论问题,这也是本研究的目的。

同时,从研究视角来看,传统的研究视角越来越难以深入解释区域技术创新生态系统的复杂演化规律,而引入复杂系统研究视角已成重要发展趋势。复杂系统研究视角强调区域技术创新生态系统的复杂适应性,通过动态建模和计算机仿真等方法更深入和科学地解释其演化和调节机理。因此,本书拟将复杂系统视角引入对创新资源约束区域的技术创新生态系统的研究中,并以西部地区中较典型的既受创新资源约束又极具发展活力的广西北部湾经济区为例进行实证研究,来探讨其演化规律及调节机理。

1.2 国内外研究回顾及发展趋势

随着结构主义哲学在 20 世纪 60 年代末的兴起,技术创新研究逐渐摆脱了过去单一的线性研究模型,越来越多地融入了系统论的研究方法^[3]。90 年代后,随着区域经济的发展,以系统论为基础的区域技术创新系统研究受到越来越多的关注,成为了技术创新研究的一个重要领域。

1.2.1 传统视角的区域技术创新系统研究

传统视角的研究主要是基于国家创新系统理论和方法,对区域技术创新系统的概念、分类等基本理论,以及区域创新系统的组织结构、评价、系统运行和战略政策等进行研究。

Cooke (1992)^[4]最早提出了区域创新系统(regional innovation system, RIS)的概念,认为区域创新系统是由相互分工与关联的生产企业、研究机构和高校等构成的支持和产生创新的区域性组织体系。此后,Wiig 和 Wood (1995)^[5]、Asheim 和 Isaksen (2002)^[6]、Carlsson (1999)^[7]等从不同角度论述了区域创新系统的概念,这些概念基本上都是 Cooke 的概念的扩展或延伸。20 世纪 90 年代末起,国内学者^[8-11]也开始对区域创新系统的概念、分类等基本理论进行探讨,虽然目前存在不同的提法,如区域技术创新系统^①、区域创新体系、区域创新网络等,但其内涵与国外区域创新系统基本相同,都强调系统的整体性和组成的多要素性。

在区域技术创新系统的组织结构方面,国外研究主要包括对区域技术创新系统结构要素的研究^[12-14]、系统要素关联形式的研究等^[15, 16]。国内研究则主要体现在系统的网络结构研究方面,如谭清美(2002)^[17]探讨了区域技术创新系统空间网络结构的非层次性和统一性,刘健和许卡佳(2006)^[18]对区域技术创新系统网络结构的理论基石和逻辑演进进行了分析等。付丹和李柏洲(2009)^[19]将产业集群作为区域创新系统的主要构成要素,提出了基于产业集群的区域创新系统结构,并进一步分析了各主体要素的功能及特征。

在区域技术创新系统评价方面,国外研究主要集中在探讨系统运行缺陷和实证研究上,如 Smith (1999)^[20]、Carlsson 和 Jacobsson (1997)^[21]、Isaksen (2005)^[22]等分别从制度、网络、基础设施等方面分析了区域技术创新系统的失灵和缺陷。国内研究则更多体现在区域技术创新系统评价方面,如黄鲁成(2000)^[9]、柳卸林和胡志坚(2002)^[23]、刘顺忠和官建成(2002)^[24]、李子彪等(2005)^[25]、傅利平等(2011)^[26]、李南和谢忠秋(2010)^[27]、马永红和王晓彤(2014)^[28]、刘明广(2013, 2015)^[29,30]等分别对区域技术创新系统的评价指标、方法及其应用进行了相关探讨。

在区域技术创新系统的运行机制方面,国外研究主要集中在系统的学习机制等研究上,如 Amburgey 等(1993)^[31]对区域创新系统学习机制的效应进行了探讨;Keeble 和 Wilkinson (1999)^[32]、Longhi (1999)^[33]、Capello (1999)^[34]等对系统集体学习机制进行了实证研究。国内学者冯之浚(1999)^[35]、陈广胜等(2006)^[36]、王焕祥和孙斐(2009)^[37]等也对区域技术创新系统的相互学习、竞

① 本书对“区域创新系统”和“区域技术创新系统”不做严格区分,以同一概念处理。

争协作和空间聚集等机制进行了分析。苏屹和李柏洲(2013)^[38]应用随机前沿分析中国31个省份的区域创新系统的绩效,发现中国各区域创新绩效差距较大,指出中国普遍存在着非效率现象。李晓娣和陈家婷(2014)^[39]从嵌入路径、技术扩散路径、集聚衍生路径等维度对外商直接投资(foreign direct investment, FDI)、区域创新系统演化的驱动路径进行了研究。

区域技术创新系统的发展对策方面,国内外学者也进行了相关的研究,如Asheim(2003)^[40]在对北欧区域技术创新系统的大量案例进行研究的基础上,分析不同类型政策对促进区域中小企业竞争力和创新的影响,并提出相应的政策建议。Kyrgiafini和Sefertzi(2003)^[41]指出区域技术创新政策应该包括对知识创造和技术转移机构的促进、对创新文化形成的促进、对研究与创新资金来源的促进等方面。Woolthuis等(2005)^[42]则从区域技术创新系统失灵角度提出完善创新系统的对策。而国内学者主要是针对我国的情况进行了相关研究,例如,柳卸林(2003)^[43]、仝允桓(2004)^[44]、龚荒和聂锐(2002)^[45]、梁平等(2008)^[46]、冯锋和汪良兵(2012)^[47]、陈蕾和王亚星(2013)^[48]、王亮(2013)^[49]、付丹(2014)^[50]等从创新主体、创新体制、创新文化、创新资源、创新政策等角度对发展我国区域技术创新系统提出了相应对策思考。

从文献来看,传统视角的区域技术创新系统研究体系较为完备,研究涉及区域技术创新系统的各个层面。但传统视角的研究仍主要存在以下问题:一是研究以发达国家或地区为主,而相对缺乏考虑不同环境特征下的区域技术创新系统的研究;二是对区域技术创新系统的发展演化研究不足,缺乏更深入的对区域技术创新系统内部各主体间及其与环境之间的互动关系的研究,因此对系统演化发展的深层解释力不足;三是研究以定性研究居多,定量研究大多停留在对区域技术创新系统的整体评价与对比方面,缺乏更深入的对系统内部运动、整体演化的定量模型分析;四是政策层面的研究缺乏实证支持,说服力不强。

1.2.2 基于生态学视角的技术创新生态系统研究

在研究中,学者们逐渐发现技术创新系统与自然界的生态系统有很大的相似性,如都存在个体或群体之间的竞争、协作,群落对环境的适应和相互影响、演化等规律,用生态经济学思想能更好地解释创新系统中的复杂互动关系和演化发展规律,从而弥补传统研究视角在这方面的研究的缺陷,形成了生态学视角的技术创新生态系统研究。

在该领域,国外研究主要以微观层面,特别是以高科技企业创新生态系统的研究居多,如Lichtenstein(1992)^[51]、Adner(2008)^[52]、Daniel(1998)^[53]等探讨了高科技企业创新生态系统的孵化条件、整合机制和价值特征。

国内研究一方面延续国外的研究轨迹,如刘友金(2004)^[54]、贺团涛和曾德

明(2008)^[55]、张运生(2008, 2009)^[56,57]、张运生和邹思明(2010)^[58]等对高科技企业的创新生态系统的特征、结构、形成机理、风险及治理机制等展开了研究。曹如中等(2011)^[59]对创意产业的技术创新生态系统进行了研究,认为创意产业的创新生态系统演化具有类似于自然生态系统内种群演化的行为特性。吴邵波等(2014)^[60]对战略性新兴产业的技术创新生态系统的技术标准形成模式进行了研究,认为战略性新兴产业的创新生态系统合作创新有利于整个产品配套体系的协同开发,并可通过专利许可、协作 R&D、技术标准推广等模式形成一套相互认可的技术标准。张利飞(2015)^[61]研究了高科技产业的创新生态系统内不同技术种群之间的生态关系,指出技术互动性越强、技术相对越重要、技术所有权越集中,技术种群之间耦合强度越大。

同时,另一方面,国内从中宏观层面开展区域技术创新生态系统研究,在区域技术创新生态系统的内涵特征、制约因素、评价方法、调节政策等方面进行了探讨。

在区域技术创新生态系统的内涵特征方面,黄鲁成(2003a, 2003b, 2004)^[1,62,63]较早提出了区域技术创新生态系统的概念,认为区域技术创新生态系统是指在一定的空间范围内技术创新复合组织与技术创新复合环境,通过创新物质、能量和信息流动而相互作用、相互依存形成的系统。并对区域技术创新生态系统的特征进行了研究,指出其具有整体性、层次性、耗散性、动态性、稳定性、复杂性和调控性等特征,并进一步分析了区域技术创新生态系统的反馈调节、鲁棒调节、多样性调节和静态均衡调节等稳定性调节机制。刘友金和易秋平(2005)^[64]指出区域技术创新生态系统是在一定的空间范围内,由技术创新生态系统和技术创新经济系统通过生态技术中介,以及人类劳动过程所构成的物质循环、能量转化、价值增值和信息传递的结构单元与复合系统。并从结构、功能和效益等方面剖析了区域技术创新生态系统失调的原因,指出结构失调是最关键原因,而其背后的根本原因在于生态意识淡薄、资金不足等方面,进而提出通过引入生态工艺、生态技术中介,以及通过政府系统规划、加大对公共基础设施的投入及适当财税等政策来进行调节的建议。张小峰和孙启贵(2013)^[65]从生态学角度,认为区域创新系统作为创新单元的共生体通过共生合作机制能够孕育创新能量,并根据共生度和关联度划分区域创新系统的合作创新模式。张淑谦和傅建敏(2014)^[66]认为区域创新生态系统由创新主体、创新环境构成。创新主体包括企业、科研机构 and 高等院校等;创新生态环境包括政府服务部门、创新基础设施和创新人文环境等。

在系统制约因素方面,黄鲁成(2006)^[67]运用生态系统中的制约与应变概念,分析了技术创新主体在技术创新生态系统中所受到的制约,以及可以采取的应变策略,指出区域技术创新生态系统中的制约来自系统内的制约因子,即技术因子、市场因子、生态环境因子和制度与政策因子。胡浩等(2011)^[68]对区域创新系统

中创新极间的共生演化模式进行分析,指出区域创新系统演化的结果受区域内创新极间的共生关系影响。刘洪久等(2013)^[69]定量分析了区域创新生态系统适宜度、生态因子与经济产出之间的关系,指出社会研发总费用是影响地区国民生产总值的主要生态因子,专利授权数量是影响高新技术产业产值的主要生态因子。

在系统评价方面,马永红(2008)^[70]分析了区域创新系统与区域经济发展协调度构成要素,并提出了区域创新系统与区域协调发展的评价模型。罗亚非和郭春燕(2009)^[71]利用稳健主成分方法对区域技术创新绩效数据进行了分析和评价。刘洪久等(2013)^[69]从创新群落、创新资源和创新环境三个方面构建了区域创新生态系统的评价指标体系,并计算和比较了苏州市与省内其他主要城市及长三角发达城市的创新生态系统适宜度。龚常和游达明(2015)^[72]采用模糊综合评价模型,对长株潭城市群的区域生态创新系统健康程度进行了评价。

在调节政策方面,祁明和林晓丹(2009)^[73]基于发明家式的解决任务理论(Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch, TRIZ),提出要发展产、学、研、官等相结合的功能健全、服务完备的区域创新生态系统来促进区域综合发展的建议。陈畴镛等(2010)^[74]在对比分析区域技术创新生态系统特征与小世界网络特征的基础上,分析了区域技术创新生态系统的集聚系数和特征路径长度等小世界网络特征,并对区域技术创新生态系统的建设提出相关对策与建议。卢明纯(2010)^[75]指出以联盟合作为导向的区域创新生态系统重构,是后发地区实现区域协调发展和区域竞争力增强的必然选择,并提出以联盟合作为导向的区域创新生态系统支撑平台与重构模型及相应的政策措施。伍虹儒(2013)^[76]运用因子分析方法对我国区域创新系统演化及与创新能力的关系进行了研究,提出各地政府在制定区域创新政策时应考虑的相应对策。张小峰和孙启贵(2013)^[65]从共生界面建设、环境营造和单元构建等方面,提出在区域创新生态系统中增强共生度和关联度,集聚创新能量,提升区域创新能力的对策。刘明广(2013)^[77]对珠三角区域创新生态系统的复杂适应性变化机理进行研究,并提出激发珠三角区域创新系统的协同效应价值、建立珠三角区域创新系统的良好运行机制等建议。

技术创新系统研究在引入生态学视角后,在对创新系统内部运动及系统变化等方面具有了更好的解释力,能更好地反映技术创新系统的复杂动态特征。但相对于已具备较成熟体系的传统视角的研究,基于生态学视角的技术创新系统研究主要存在以下不足:一是研究以企业微观层面居多,而区域技术创新生态系统的研究尚属起步阶段;二是在区域技术创新生态系统研究中,仍缺乏考虑欠发达区域受创新资源约束等环境特征影响而产生复杂性变化的研究;三是在区域技术创新生态系统的研究中,仍然以概念性和框架性的研究居多,而对生态系统演化路径、条件、调节机理等深入性的研究不足,研究的深层解释力不强;四是理论研究仍缺乏足够的实证性,研究说服力不强。

1.2.3 基于复杂系统视角的技术创新系统研究

进入 21 世纪后,区域技术创新系统的复杂性问题日益显现。受全球范围内资金、技术、人才等要素频繁流动的影响,区域技术创新系统内各主体间的关系变化更为复杂,系统内的自组织、自适应等现象层出不穷,系统也随着区域经济、政策的变化而发生复杂演化。此时需要更深入地分析和探讨区域技术创新生态系统的复杂演化规律,而复杂系统科学的发展为深入研究提供了良好的方法论基础。当前复杂系统理论主要包括 Prigogine 创立的耗散结构理论、Haken 创立的协同学理论、Eigen 的超循环理论、Thom 创立的突变理论、Lorenz 和 Feigenbaum 等创立和发展的混沌动力学理论、Mandelbrot 创立的复杂适应系统理论等^[78]。其中,复杂适应系统理论基于生物演化的生态观,突破了把系统元素看成“死”的、被动的对象的观念,引进具有适应能力的主体概念,从主体和环境的互动作用去认识和描述复杂系统行为,拓展了生态系统研究的新视野,越来越受到管理科学研究领域的重视,如在供应链管理^[79-81]、品牌生态系统^[82]、公司治理^[83-85]、产业集群^[86-89]、市场模拟^[90-92]等方面均有应用。

在技术创新领域,洪军和欧彪(2007)^[93]从理论和实证角度分析了技术创新系统的复杂性,指出技术创新系统具有复杂性、动态性、突现性等复杂系统的特征。韦铁和鲁若愚(2011a, 2011b)^[94,95]运用博弈思想构建了创新系统中多主体之间创新行为的博弈模型,探讨了复杂创新系统中两种作用相反的互动效应,为深入解释技术创新系统的复杂适应性变化提供了理论基础。Goldenberg 等(2000, 2002)^[96,97]运用复杂系统思想探讨了创新扩散的复杂过程,模拟了以产品为载体的新技术在市场中的扩散过程。Garcia(2005)^[98]指出运用多主体建模方法研究创新扩散的优劣势,并仿真模拟了创业企业个数、创新策略等参数发生变化时新产品市场份额的动态变化情况。Delre 等(2007)^[99]研究了新产品目标市场选择策略与促销启动时机对新产品扩散的影响。李金华(2006)^[100]对创新网络的复杂性进行了研究,指出创新网络的出现基于技术创新的复杂性,其发展演变产生于对创新复杂性的适应性变化。创新的复杂性和资源的互补性是导致创新主体结网的两个直接推动因素,创新网络的形成在于创新主体为适应创新的复杂性而寻求资源互补效应的动态相互作用,因而主体适应性的相互作用产生了创新网络。田钢等(2010)^[101]依据复杂适应系统理论,运用仿真手段对集群创新网络结构的演化过程进行模拟研究,指出创新主体为了适应环境变化不断调整自身行为规则,从而导致集群创新网络涌现。而创新主体的知识差异大小、专业化程度强弱及知识的传递方式对创新网络演化有着重要影响。刘丽萍(2009)^[102]基于复杂系统理论,建构合作创新系统中宏观—中观—微观三层次创新系统结构与功能模型,以及合作创新复杂系统模型,探讨合作创新系统有序演化的基本条件。刘志迎和赵

晓丹(2006)^[103]对技术创新系统的复杂性进行了分析,提出了产学研结合的技术创新系统的双链螺旋模型,并以此理论为依据,对建立产学研结合的技术创新体系提出了相关建议。李雪松和郭晓立(2010)^[104]基于复杂系统从合作过程、系统结构、外部环境三个方面对产学研合作的复杂性来源进行研究,指出产学研合作的系统性特征与演化的一般规律,并应用最大熵原理构建了产学研三方合作的收益分配机制。

王祥兵等(2012)^[105]利用学习竞争模型和演化博弈模型,探讨了区域创新系统动态演化的初始条件、内在决定因素、创新过程及合作创新模式的演变等问题。刘捷萍和赵建军(2014)^[106]基于复杂动态系统影响因素理论,运用系统动力模型分别对供应链金融信息生态系统技术创新能力的影响因素进行研究,并提出发展供应链金融信息生态系统创新动力的思路。寸晓宏和卢启程(2014)^[107]从复杂网络理论的视角分析区域创新系统持续创新能力的来源,并通过建立风险投资与区域创新系统的关系模型来研究风险投资在区域创新系统实现持续创新中的贡献和作用。欧阳桃花等(2015)^[108]从战略逻辑和组织合作适配性视角,探讨了航天复杂产品创新生态系统及其动态演化特征和实现机制,分析了航天核心企业战略逻辑和交流型组织合作、复杂性战略逻辑和协同型组织合作间如何在创新生态系统的不同发展阶段进行动态适配的问题。齐昕和刘家树(2015)^[109]基于复杂网络理论,从资金、技术和知识等维度分析我国区域创新系统的集聚特征,认为我国区域创新系统的集聚模式体现出多元化特征及区域创新系统集聚程度的空间差异明显。

复杂系统视角的引入能更好地解释技术创新系统的复杂适应性变化,当前众多学者的研究也指出了这一点,这也是技术创新生态系统研究的一个重要发展趋势。然而当前研究仍主要是基于复杂系统思想来探讨技术创新系统的内部微观结构、复杂特征和变化动因等,而更深入性地探讨技术创新系统由于复杂适应性变化而产生动态发展演化,以及其相应的调节规律的研究并不多,特别缺乏从区域技术创新生态系统角度,探讨在一定的区域创新资源特征影响下的系统演化和调节研究。

1.3 研究意义

1.3.1 理论意义

从上述国内外研究现状和趋势来看,区域技术创新生态系统的研究尚属起步,考虑区域创新资源特征影响的研究及深入性的研究仍较少,本书将运用多智能主体(Multi-Agent Model, MAS)建模、计算机仿真等复杂系统研究方法来探讨在创新资源约束下区域技术创新生态系统的演化和调节机理,具有良好的理论创新空间。

(1) 本书建立起从区域创新资源特征角度解释区域技术创新生态系统演化和

调节的理论视角, 强调环境约束对生态系统演化和调节的影响, 弥补当前研究对经济欠发达区域受创新资源约束影响关注不足的缺陷, 拓展区域技术创新生态系统新的研究视角和内容。

(2) 考虑在创新资源约束下, 区域技术创新生态系统在演化发展上具有更大的复杂性和不确定性, 本书将复杂系统研究引入对区域技术创新生态系统的研究中, 更深入地探讨区域技术创新生态系统由于创新资源约束而产生的复杂演化和调节机理, 深化当前区域技术创新生态系统的研究, 增强理论的深层解释力。

(3) 当前区域技术创新生态系统理论研究普遍缺乏实证研究, 本书将以欠发达地区中典型的受创新资源约束, 又极富发展活力的广西北部湾经济区为实证对象进行研究, 增强区域技术创新生态系统理论研究的实证性和说服力。

1.3.2 现实意义

长期以来, 我国西部及内陆等经济相对落后的省份普遍存在科技基础薄弱、创新资源不足等瓶颈问题, 这些问题约束了当地科技与经济发展, 加剧了我国地区间发展的不平衡。在当前科学技术加速发展、世界经济日趋开放融合, 以及国家进一步加大政策支持之际, 这些省份又面临诸多新的发展机遇。因此, 本书深入探讨创新资源约束区域技术创新生态系统的演化和调节机理, 对科学促进我国经济落后省份的区域技术创新生态系统健康稳定发展, 协调我国区域经济平衡发展具有十分重要的现实意义。

广西北部湾经济区是我国西部省份中深受创新资源约束, 而又极具发展前景和活力的典型区域。广西北部湾经济区地处我国沿海西南端, 由南宁、北海、钦州、防城港四市所辖行政区域组成, 面积为 4.25 万平方千米, 人口超过 1300 万人。2008 年经国家批准, 广西北部湾经济区建设上升为国家发展战略, 这是我国深入实施西部大开发战略, 完善区域经济布局, 促进全国区域协调发展和开放合作的重大举措。然而, 作为西部少数民族地区, 当前广西北部湾经济区总体经济实力还不强, 科技基础仍较薄弱, 资金、技术、人才等创新资源相对缺乏, 区域技术创新生态系统尚处初步发育和不稳定发展阶段。因此, 本书以广西北部湾经济区为例, 探讨创新资源约束区域技术创新生态系统的演化和调节机理, 对广西北部湾经济区发展, 以及我国其他省份类似区域的发展具有重要的现实意义。

1.4 主要研究内容

围绕创新资源约束下区域技术创新生态系统的演化及调节机理, 本书着重将从创新资源约束下区域技术创新生态系统的特征及演化动力(什么因素推动其演化?)、演化模型(如何演化?)、调节机理(如何优化调节?)及相应实证研究

(以广西北部湾经济区为例)等四个层面展开研究。

1.4.1 创新资源约束下区域技术创新生态系统的特征及演化动力

1. 系统的结构及行为特征

首先,我们构建一个创新资源约束下区域技术创新生态系统研究的基本理论框架,包括对一些基本的概念和理论进行阐述,包括对“创新资源”“资源约束”“区域技术创新生态系统”等概念进行界定,从而明确最基本研究对象——“创新资源约束下区域技术创新生态系统”的确切含义。

其次,我们从两个方面探讨创新资源约束下区域技术创新生态系统的基本特征:一是静态结构特征,研究资源约束区域技术创新生态系统的基本构成要素及其体现出来的结构特征;二是生态行为特征,研究资源约束区域技术创新生态系统中,各创新主体间的竞争、寄生、共生等生态行为特征。

2. 系统演化动力——复杂适应性变化机理

本书将从系统内多主体竞争、协作及其与环境互动等复杂适应性变化机理去探讨生态系统的演化动力。

1) “寄生——技术依赖”的适应性变化机理

本书将研究在创新资源约束下,系统中各创新主体对稀缺资源的竞争而类似“寄生”的适应性变化(如技术依赖或搭便车行为等),重点研究“技术依赖”的适应性变化机理,并将其视为影响整体生态系统演化的一个内部驱动力。

2) “共生——技术合作”的适应性变化机理

本书将研究在创新资源约束下,系统出现的协作(共生、合作等)的适应性变化,重点研究“技术合作”的适应性变化机理,也将其视为影响整体生态系统演化的另一个内部驱动力。

3) “技术引进”——创新主体与资源环境的适应性变化机理

本书将研究在创新资源约束下,创新主体与周边环境之间的影响及相互适应,重点研究“技术引进”这一创新主体与资源环境的适应性变化机理,同样也将其视为影响整体生态系统演化的一个内部驱动力。

此外,我们还对外部经济、政策等环境因素作为生态系统演化的外部驱动力进行研究,通过模型分析各驱动力对系统演化的影响。

1.4.2 创新资源约束下区域技术创新生态系统的演化模型及仿真

1. 系统的演化路径

在创新资源约束下,由于上述各种复杂适应性变化的推动,区域技术创新生

态系统将如何演化？我们着重从两个层面来研究系统的演化路径（空间）：一是创新主体的竞争演化路径，即基于 Lotka-Volterra 模型去探讨资源约束区域技术创新生态系统创新竞争演化路径；二是利用 MAS 模型和 Swarm 软件仿真系统的演化空间变化，即下面的内容。

2. 系统演化 MAS 建模及仿真

由于 MAS 在对复杂系统中具有不同利益取向的智能多主体（Multi-Agent）互动（竞争、协作等）及系统演化建模等方面具有良好的拟合性，我们运用 MAS 建模思想和方法对创新资源约束下区域技术创新生态系统的演化进行模拟仿真。具体包括：①模型设计。对系统真实的 Agent（如政府、企业、高校、科研院所等）进行分析与抽象，形成概念化和可操作化的 MAS 模型，即根据创新资源约束下区域技术创新生态系统的特征和复杂适应性变化机理来界定和描述系统多主体的行为目标、准则、竞争、协作及其与环境之间的互动关系。②模型仿真。利用 Swarm 软件对系统演化进行仿真模拟，分析各种可能的演化结果及其条件。

1.4.3 创新资源约束下区域技术创新生态系统的调节机理

1. 调节变量及传导机制

我们从资源约束区域技术创新生态系统的演化影响因素入手，寻找各种有效的调节变量（影响因子）及其对系统演化的传导机制和影响效应。

2. 系统调节的仿真模拟

利用结构方程模型对调节变量对系统演化的影响进行仿真模拟，分析各种调节变量变化对系统演化的影响，寻找最优的调节组合。

3. 系统优化发展的政策建议

根据调节模型研究的结果，从科技政策、市场环境等方面探讨可操作性的政策建议。

1.4.4 基于广西北部湾经济区的实证研究

本书将以广西北部湾经济区为例对研究中的理论模型、主要观点进行实证研究，具体包括以下几方面。

1. 创新资源约束下区域技术创新生态系统的特征及演化的实证研究

调查广西北部湾经济区技术创新生态系统的特征及发展演化情况，采集广西