

中国软科学研究丛书

“十一五”国家重点图书出版规划项目

丛书主编：张来武

煤炭产业创新系统研究

郭淑芬 等 著



科学出版社
www.sciencep.com

中国软科学研究丛书

丛书主编：张来武

“十一五”国家重点图书出版规划项目

国家软科学研究计划资助出版项目

煤炭产业创新系统研究

郭淑芬 等著

科学出版社
北京

内 容 简 介

创新系统思维对推进产业创新具有重要意义。对于某产业而言,产业创新系统既能反映其产业创新状态,也是一种分析产业创新的方法。本书对“煤炭产业创新系统”论题开展了探索性理论与实证分析。理论上,在系统解析煤炭产业及其创新特点基础上,清晰构建了包括环境子系统、组织子系统、技术子系统与评价子系统等煤炭产业创新系统的结构模型,提出评价子系统的两个维度构成并给出了各自的评价指标体系,从而试图建立起较为完善的、可评测的煤炭产业创新系统理论分析构架;在实证评价方面,以定性分析方式从煤炭产业创新系统的几个构面分别对中国煤炭产业的创新环境、组织主体与产业技术系统等的发展演变进行了纵向分析,也选择典型煤炭产业集聚的省份——山西,全景式地专门探讨了山西煤炭产业的创新现状、特点及路径。同时,运用定量评测方法讨论了国家层面煤炭产业创新效率与创新能力的演进,并基于煤炭产业创新系统分析得出了一些重要的政策启示。

本书可供煤炭企业中高层管理人员、煤炭行业管理人员、相关政府部门工作人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

煤炭产业创新系统研究 / 郭淑芬等著. —北京: 科学出版社, 2018.1

(中国软科学研究丛书)

ISBN 978-7-03-055312-6

I. ①煤… II. ①郭… III. ①煤炭工业—产业发展—研究—中国
IV. ①F426.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 279608 号

丛书策划: 林 鹏 胡升华 侯俊琳

责任编辑: 杨婵娟 姜德君 / 责任校对: 何艳萍

责任印制: 张欣秀 / 封面设计: 黄华斌 陈 敬

编辑部电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail. sciencep.com

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>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 1 月第 一 版 开本: 720×1000 B5

2018 年 1 月第一次印刷 印张: 13

字数: 227 000

定价: 68.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

“中国软科学研究丛书”编委会

主 编 张来武

副主编 李朝晨 王 元 胥和平 林 鹏

委 员 (按姓氏笔画排列)

于景元 马俊如 王玉民 王奋宇

孔德涌 刘琦岩 孙玉明 杨起全

金吾伦 赵志耘

编辑工作组组长 刘琦岩

副组长 王奋宇 胡升华

成 员 王晓松 李 津 侯俊琳 常玉峰

总序

PREFACE

软科学是综合运用现代各学科理论、方法,研究政治、经济、科技及社会发展中的各种复杂问题,为决策科学化、民主化服务的科学。软科学研究是以实现决策科学化和管理现代化为宗旨,以推动经济、科技、社会的持续协调发展为目标,针对决策和管理实践中提出的复杂性、系统性课题,综合运用自然科学、社会科学和工程技术的多门类多学科知识,运用定性和定量相结合的系统分析和论证手段,进行的一种跨学科、多层次的科研活动。

1986年7月,全国软科学研究工作座谈会首次在北京召开,开启了我国软科学勃兴的动力阀门。从此,中国软科学积极参与到改革开放和现代化建设的大潮之中。为加强对软科学研究的指导,国家于1988年和1994年分别成立国家软科学指导委员会和中国软科学研究会。随后,国家软科学研究计划正式启动,对软科学事业的稳定发展发挥了重要的作用。

20多年来,我国软科学事业发展紧紧围绕重大决策问题,开展了多学科、多领域、多层次的研究工作,取得了一大批优秀成果。京九铁路、三峡工程、南水北调、青藏铁路乃至国家中长期科学和技术发展规划战略研究,软科学都功不可没。从总体上看,我国软科学研究已经进入各级政府的决策中,成为决策和政策制定的重要依据,发挥了战略性、前瞻性的作用,为解决经济社会发展的重大决策问题作出了重要贡献,为科学把握宏

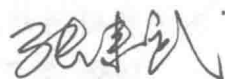
观形势、明确发展战略方向发挥了重要作用。

20 多年来,我国软科学事业凝聚优秀人才,形成了一支具有一定实力、知识结构较为合理、学科体系比较完整的优秀研究队伍。据不完全统计,目前我国已有软科学研究机构 2000 多家,研究人员近 4 万人,每年开展软科学研究项目 1 万多项。

为了进一步发挥国家软科学研究计划在我国软科学事业发展中的导向作用,促进软科学研究成果的推广应用,科学技术部决定从 2007 年起,在国家软科学研究计划框架下启动软科学优秀研究成果出版资助工作,形成“中国软科学研究丛书”。

“中国软科学研究丛书”因其良好的学术价值和社会价值,已被列入国家新闻出版总署“‘十一五’国家重点图书出版规划项目”。我希望并相信,丛书出版对于软科学研究优秀成果的推广应用将起到很大的推动作用,对于提升软科学研究的社会影响力、促进软科学事业的蓬勃发展意义重大。

科技部副部长



2008 年 12 月

序 言

PREFACE

产业创新系统是理解产业创新一个很有用的学术框架。长期以来，学术界对产业创新的研究多在高技术产业、新兴产业等领域，煤炭产业作为传统产业，并未引起学界关注。但煤炭产业支撑了我国经济的高速发展。而且，从我国能源安全与赋存结构看，煤炭产业对我国未来发展仍具有重要战略意义。山西财经大学研究团队立足所在省域的产业特点与实践需要，开拓性地对我国煤炭产业创新问题进行了全景式的系统研究。阅读《煤炭产业创新系统研究》一书，能感受到作者团队的努力与贡献。相比已有研究而言，个人以为，该研究的价值主要体现在以下三个方面。

第一，丰富了产业创新系统理论。该研究对产业创新系统理论的贡献体现在两个方面：一是拓展了研究领域。在深入分析煤炭产业创新特征的基础上，构建了由环境子系统、组织子系统、技术子系统和评价子系统组成的煤炭产业创新系统理论架构，并通过研究系统内各要素间互动关系，揭示了煤炭产业创新规律，对产业创新系统而言，是研究领域上的拓展。二是完善了产业创新系统的评价子系统。系统演化存在一定的不确定性，及时的评价反馈是修正系统行为的重要方式。已有研究一般更多关注的是系统的创新性。在该研究构建的煤炭产业创新系统评价子系统中，提出可从效率和能力两个层面对产业创新系统进行评价，进一步增强了评价子系统对系统创新行为的指导，完善了评价子系统。

第二，深化了对煤炭产业创新理论的认识。分析煤炭产业有别于一般产业创新的特征是深化煤炭产业创新理论的基础。该研究在全面分析煤炭产业特点基础上，认为从创新类型看，煤炭产业创新虽然也有产品创新，

但核心是工艺创新；从创新来源看，在煤炭产业创新过程中，煤机设备供应商是主要驱动来源；从创新重点看，煤炭洗选及深加工工艺创新是核心；从创新目标看，作为劳动密集型产业，节约劳动和提升产业素质是现阶段煤炭产业创新的主要目标。这些研究发现对深化煤炭产业创新理论具有一定的理论价值。

第三，为煤炭产业创新实践提供理论指导。从理论上厘清煤炭产业创新过程中创新要素构成及其相互关系是制定煤炭产业创新政策的前提。该研究以构建的煤炭产业创新系统理论架构，运用定性和定量方法对我国煤炭产业创新历史与现状进行了分析评价，并从创新环境、创新组织及技术系统等几个方面提出相应的政策建议，对指导煤炭产业创新实践具有一定的借鉴价值。

我真诚希望该书的出版，能促使人们改变对煤炭产业低技术的惯有认知，认识到技术在煤炭产业发展史上的重要作用，认识到上游的煤机装备产业对煤炭产业发展的关键作用，认识到煤炭企业发展洗选生产煤炭新产品的重大意义，认识到政府不仅需要给以规制规范还需要引导与扶持煤炭产业的创新发展等。所有理性的看法与领悟旨在推进煤炭产业的创新实践，能通过深入实施创新驱动发展战略带来煤炭产业的转型升级与发展的新气象。

中国科学院大学教授



2017年8月10日

目 录

CONTENTS

◆ 总序（张来武）/ i	
◆ 序言 / iii	
◆ 第一章 导言.....	1
◆ 第二章 产业创新系统理论回顾与内涵.....	4
第一节 产业创新理论演进.....	4
第二节 产业创新系统理论的研究脉络.....	9
第三节 产业创新系统理论内涵.....	13
◆ 第三章 煤炭产业创新系统的理论框架.....	23
第一节 煤炭产业及其创新特征.....	23
第二节 煤炭产业创新系统理论框架的构建原则.....	42
第三节 煤炭产业创新系统的要素、结构与功能.....	44
第四节 煤炭产业创新系统的运行机制.....	52
◆ 第四章 我国煤炭产业创新的历史与现状.....	59
第一节 创新环境.....	59
第二节 创新主体.....	70
第三节 煤炭产业的技术演化.....	79

第五章 我国煤炭产业创新系统评价.....93

 第一节 产业创新系统评价概述.....93

 第二节 基于煤炭产业创新系统的产业创新能力.....95

 第三节 我国煤炭产业技术创新的效率.....123

第六章 山西煤炭产业创新全景.....138

 第一节 煤炭产业的创新环境.....139

 第二节 煤炭产业的创新组织.....151

 第三节 煤炭产业创新技术的发展.....159

 第四节 煤炭产业创新的基本特征与路径.....165

第七章 促进我国煤炭产业创新的对策建议.....170

 第一节 优化煤炭产业创新政策环境.....170

 第二节 构建顶天立地技术创新支撑体系.....174

 第三节 突出企业技术创新主体地位.....179

 第四节 提升中介效能与创新金融支持.....181

参考文献.....184

后记.....193

作为我国重要的基础产业，煤炭产业在过去的几十年不仅创造了众多的就业机会、产值与财富，更为重要的是强力推动了我国的经济增长，满足了国民经济发展对能源、原材料的巨大需求，也是我国保障能源安全、快速工业化与城镇化的重要支撑。从这个意义上讲，我国煤炭产业的发展成效无疑是显著的。然而，今天的煤炭产业却面临着许多诘难，最要害的就是煤炭对需求侧安全、清洁的能源消费需要回应不足，大规模粗放利用所引致的环境问题比较突出。产业整体发展粗放、技术水平不高、生产效率低下、安全事故多发等也常被诟病。这在一定程度上塑造了整个产业“傻、大、粗”的形象。而且，新能源产业的勃兴也增加了对煤炭产业空间的挤压。因此，煤炭产业面临着急迫的产业升级和竞争力提升压力。产业升级和竞争力提升的关键靠创新。实际上，不论是生产效率低下问题，还是粗放燃煤引发的环境问题，其本质都是煤炭产业的技术创新问题，都可以主要通过采煤工艺创新、煤炭清洁利用技术创新等加以改进。我国煤炭产业如何加速转向依靠创新发展成为当前的关键选择。

煤炭产业的创新问题不够受重视也许与它历史久远、隶属于传统产业领域相关。这个产业常被认为是低技术，甚至无需什么技术的简单劳动行业。这种认识无疑影响了实践，导致政策规制多倾向于行业规范、安全生产、矿业权监管、企业集中化等，技术创新引导、创新融资激励等政策没有成为主流。

事实上，技术对煤炭产业的发展是极为重要的。从理论层面看，技术作为内生变量，技术创新的推进与实施至少可以有以下价值：通过改进勘探水平、开采工艺来拓展煤炭储量的边界；通过改善技术设备水平来提高煤炭回采率，延长矿井服务年限；通过对煤炭液化、气化、清洁燃烧等实现煤炭的清洁利用。此外，煤炭技术创新还有利于资源的优化配置，实现规模经济，有益于降低开采与洗选的成本，节约能源，缓解能源稀缺状况等。从实践层面看，煤炭产业创新是一个由来已久的现象。在人类社会发展的历史长河中，不断出现新的采煤工艺、采煤设备，持续推进采煤工效与产业效率的提升与优化，无论是从人

工开采到半机械化、机械化，再到综采、智能化综采等的工艺技术演进，还是从原煤到洗选煤，再到精煤、型煤等的煤炭产品类型的变化，无不反映煤炭产业素质的演化与进步。可以说，煤炭产业的发展史就是一部煤炭技术的演进史。而且，伴随人工智能技术、物联网技术、机器人技术等的发展与扩散应用，煤炭产业也可能从劳动密集型、资金密集型产业演变为技术密集型产业。其产业创新的前景广阔、可期。

产业创新的研究由来已久、成果丰硕。从《产业创新经济学》(*The Economics of Industrial Innovation*)的出版到产业创新系统理论的提出，反映出学术界逐步深化着产业层面的创新研究。产业创新系统理论因其具有很强的应用性，一经提出就得到了广泛的运用。国内外学者以此为分析工具，探讨了欧洲国家食品业、森林业、生物制药业、通信产业、电子信息产业、新能源汽车产业、大飞机产业等产业的创新问题，体现了研究产业创新的系统性思维。关于煤炭产业的创新研究，学术界关注极少。就煤炭产业而言，以创新驱动发展离不开煤炭企业、煤机装备企业等的技术能力与创新能力的提升，也需要相关高校、科研院所等的专有技术研发与供给能力的支持。研究分析煤炭企业及其相关组织的发展演进历史与现状问题无疑是研究煤炭产业创新的核心内容。

煤炭产业是一个特殊的行业。煤炭产业是依赖可耗竭的煤炭而形成的资源型产业，煤炭经过几十亿年的地质作用富集而成、埋于地下，这使产业的外部性明显，再加之煤炭的能源属性，因此各时期的政府都会施以影响。我国煤炭产业的发展现状可以说是各种政策和产业措施共同作用的结果。实践中推进煤炭产业创新，就有必要通过政策加以引导，通过具体规制加以调节。研究分析煤炭产业的创新问题，就必须考察政策环境、市场环境、资源条件等问题。

因此，煤炭产业创新与多个主体、多个因素相关。基于此，本书意向借鉴产业创新系统思想去考察我国煤炭产业的创新问题。这与实践相符，实践中的煤炭产业创新发展也需要超越单一行业自身层次。要运用系统思维，将其放在我国创新系统的组成框架中，既要考察煤炭企业这个技术创新主体，也应考虑煤炭相关研发机构的研发能力，还不能缺少这两者之间网络关系的作用及政府更大范围的制度设计。

具体而言，本书以产业创新系统理论为基础，在分析煤炭产业及其创新特

征的基础上,构建煤炭产业创新系统(innovation system of coal industry, ISCI)理论框架,并以此为分析工具,对我国煤炭产业创新问题进行全景式研究。本书的逻辑思路是从建立煤炭产业创新系统理论构架,到分析研究中国煤炭产业创新历史与现状。主要研究内容可分为理论研究、现状评价、案例分析与对策建议四个模块(图 1-1)。理论研究模块,一是基于文献,分别从产业创新理论演进、产业创新系统理论内涵及产业创新系统的研究脉络三个方面进行分析,为研究煤炭产业创新奠定理论基础。二是基于对煤炭产业及其创新特征的分析,结合产业创新系统理论内涵,从要素、结构、功能、机制等方面构建 ISCI 理论架构。现状评价模块主要是基于 ISCI 理论工具,首先通过定性分析,分别从创新环境、创新主体、产业技术系统三方面对我国煤炭产业创新的历史与现状进行分析,在此基础上,利用专家评判、数据包络等分析方法,对我国煤炭产业创新能力和创新效率进行评价。案例分析模块主要是运用 ISCI 理论框架,对山西省煤炭产业创新发展全貌进行分析。对策建议模块主要是结合理论研究、现状评价及案例分析结果,提出促进煤炭产业创新发展的对策建议。

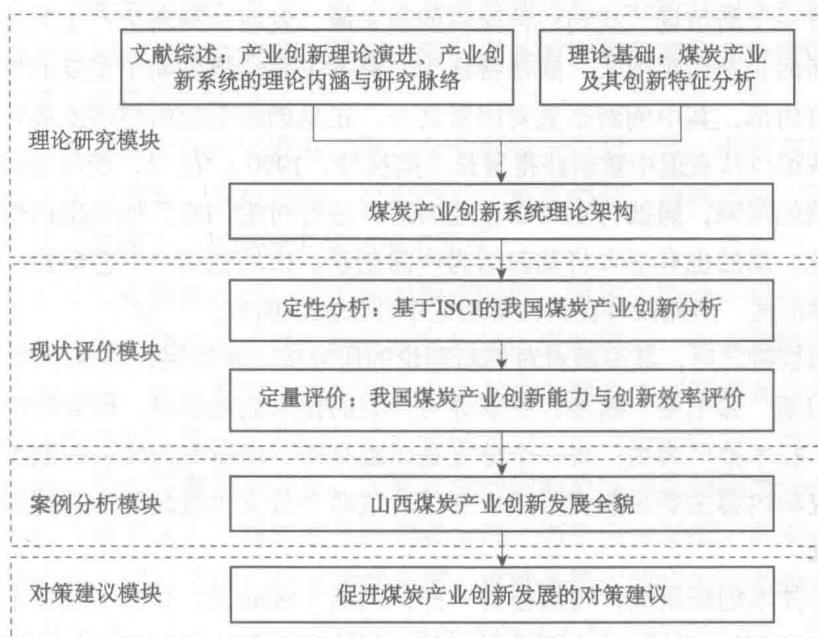


图 1-1 本书研究框架

第一节 产业创新理论演进

一 从熊彼特到创新多元化、系统化

创新理论最早是由美籍奥地利政治经济学家熊彼特提出来的。针对资本主义经济周期性的演化,熊彼特从创新角度对其进行了解释,并形成了相对完整的理论体系(熊彼特,2015)。在其《经济发展理论》及随后的《经济周期》《资本主义、社会主义和民主》等著作中,熊彼特对创新进行了较为全面的概括,他认为“创新”是指“新的生产函数的建立”,即“把一种新的生产要素和生产条件的‘新结合’引入生产体系”。这主要包括五种形式,分别是引进一种新产品、开辟一个新市场、找到一种原料的新来源、发明一种新生产工艺流程、采用一种新的企业组织形式。熊彼特认为,资本主义经济周期中重要的推动力量主要来自内部,其中创新是重要因素之一,正是创新引起的经济发展才使资本主义经济得以从衰退中重新获得增长(熊彼特,1990)。此时,受所处时代产业发展实践的局限,熊彼特主要以企业为边界进行讨论,而且他提出的创新概念较为泛化,虽然也有学者将其归结为产品创新、市场创新、工艺创新、管理创新等几种形式,但熊彼特在其创新理论中并未加以明确。

自熊彼特之后,其追随者对创新理论的研究进一步发展,形成了两个分支,一是以门斯、弗里曼、索洛、罗默等为代表的技术创新学派,研究的内容以技术革新、技术推广为主;另一个分支是以戴维斯、诺斯等为代表的制度创新学派,研究的内容主要是制度形成、变革。这两个分支也被统称为“新熊彼特主义”学派。

关于技术创新研究,与熊彼特一样,门斯(Mensch,1975)把技术创新看作经济增长和长期波动的主要动因,并运用统计资料证实了熊彼特的理论。不同之处在于,门斯试图弥补熊彼特只强调企业家创新作用的不足,将创新所需的环境和前提条件也纳入考察范畴,提出了基础技术创新的前提、环境及长波

变动模式,认为经济衰退和大危机是诱发创新的主要动力,企业迫于压力会不断寻求新技术,大量新技术的出现会成为经济重新发展的基础。而以弗里曼(Freeman, 1989)为代表的另一些新熊彼特主义者不同意门斯的“萧条触发创新”观点,他们认为政府的科技政策是推动企业创新的重要动力来源,并根据不同的创新目标提出了促进基础研究、技术创新传播和改善国外先进技术进口三个层次的政策方案。弗里曼的技术创新政策体系为后续的创新政策研究打下了基础,成为创新系统研究、创新政策研究重要的理论来源。索罗(Solow, 1957)和罗默(Romer, 1990)则借助数理方法,研究了技术进步与经济增长之间的关系。不同的是索罗模型中,技术被看作一种“神秘”的外部推动力量,而罗默的增长模型将技术进步内生化的,认为技术进步是经济增长的必然结果,反过来,技术也是推动经济持续进步的重要力量。

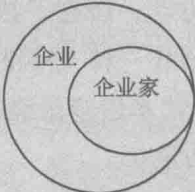
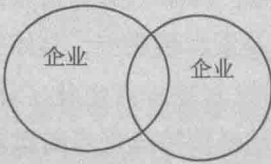
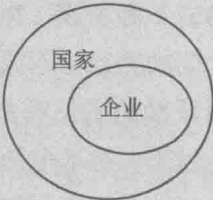
关于制度创新研究,熊彼特的创新理论中也有相关表述,认为“体系”“社会形式”或“经济组织方式”及市场结构(如垄断)等对创新有重要作用。戴维斯等(Davis et al., 1971)继承了熊彼特的观点和方法,运用“制度创新”来解释美国等的经济增长,其于1971年出版《制度变革与美国经济增长》一书,从资产阶级垄断竞争理论出发,提出了制度创新理论,并将其引入经济增长过程,认为公司制度、工会制度、社会保险制度等的变革是理解和推动经济增长的重要因素(曹武军, 2015)。

目前,随着社会生产实践的发展,众学者根据创新主体、创新方式等的不同,提出了用户创新、集成创新、组合创新、系统创新、协同创新、开放式创新等新观点和理论,创新研究进一步多元化。

关于创新是如何推动的,即创新的模式问题,学术界的观点经历了漫长的演变过程。陈劲(2000)通过对创新研究演化历史的梳理,将其总结为三个阶段,分别为企业与企业交互创新、企业与企业交互创新和企业与国家交互创新(表2-1)。第一阶段的技术创新模式中,是以企业作为创新单元加以研究,创新的核心要素是企业家,如熊彼特的创新研究中就特别强调企业家的作用。但随着研究深入,越来越多的学者发现,创新很大程度上需要企业与企业之间或企业与用户之间的交互才能实现,这就是第二阶段的创新模型。代表性学者如Hippel(1994),他认为创新的过程存在各种“黏着信息”,因此也是一个充满试错的过程。为了加快创新的过程,需要加强创新者与用户的交流、合作,才能及时地提取必要的“黏着信息”。到20世纪80年代后期,众学者研

究发现，创新被企业之外的政治、经济等因素“结构性地决定着”，企业的创新对外部政治、经济环境具有明显的依赖，这就是后来的国家创新系统理论，这也是第三阶段的技术创新模型。从此，创新研究进入创新系统研究阶段。

表 2-1 技术创新模式演化

内容	第一阶段	第二阶段	第三阶段
理论名称	企业与企业家 交互式创新	企业与企业 交互式创新	企业与国家 交互式创新
代表人物	Schumpeter	Hippel	Lundvall
理论模式			

资料来源：陈劲，2000

二 产业创新从线性向系统性演化

有关产业创新理论的研究历史较短。尽管产业创新的思想早已孕育于经济学、管理学的思想体系中，但直到 20 世纪 70 年代，英国经济学家弗里曼首次系统地提出产业创新理论，他于 1972 年与罗克·苏特（Luc Soete）合著出版第一部产业创新方面的专著 *The Economics of Industrial Innovation*，奠定了产业创新理论的初步基础。之后，又分别于 1982 年和 1997 年出版了第二版和第三版。他们认为产业创新包括技术和技能创新、产品创新、流程创新、管理创新（含组织创新）和营销创新（Freeman and Soete, 1997）；并指出，不同的产业，其产业创新的内容是不一样的，如化学产业主要是流程创新、仪器仪表产业主要是产品创新、电力产业主要是市场创新等。在这一时期，Mansfield 和 Lee（1996）、Mansfield（1998）讨论了学术机构在产业创新中的作用；Irwin 和 Vergragt（1989）研究了环境政策对产业创新的影响；Rothwell 和 Zegveld（1985）指出产业创新能推动经济整体发展。这一时期众学者关于产业创新的研究总体上还是线性的，还主要停留在从单一要素探讨产业创新。但罗艾·罗斯韦尔（Roy Rothwell）与马克·道格森（Mark Dodgson）教授合编的 *The Handbook of Industrial Innovation*（《产业创新手册》）对产业创新的本质、创新源、创新产出、创新的部门和行业特征及影响创新的关键因素等方面进行了较

深入的研究,提出的以并行工程为基础的综合创新模型,是目前最有影响力的产业创新论著;他们认为,产业创新是一个复杂的过程,需要从经济、部门、区域、技术和企业等多种角度来理解和把握,体现了产业创新系统思想(道格森和罗斯韦尔,2000)。埃里克·冯·希普尔(Eric von Hippel)在*The Source of Innovation*(《创新的源泉》)一书中提出,技术创新在不同的产业有着不同的主体,在许多产业,用户和供应商是技术创新者,引发产业创新研究领域对传统思维的挑战(希普尔,2005)。这些研究也成为产业创新系统研究重要的思想理论来源。

伴随着Freeman国家创新系统理论的提出,区域创新系统及其他一些创新系统理论相继出现,产业创新研究进入系统研究时代。

国家创新系统(national system of innovation)理论是最早出现的创新系统理论,该理论是Freeman(1987)在全面考察日本经济增长奇迹后提出来的,他将国家创新系统定义为“由公共部门和私人部门的各种机构组成的网络,它们的活动和交互作用促成、引进、修改和扩散了各种新技术。”他认为,日本在技术落后的情况下,以技术创新为主导,辅以组织创新和制度创新,只用了几十年的时间,便使国民经济出现了强劲发展势头,成为工业化大国。表明国家在推动一国技术创新中起着重要作用。在Freeman的国家创新系统中,特别强调政府政策、企业研发、教育培训和社会创新及产业组织四个要素的作用。同样作为国家创新系统理论的开创者之一,Lundvall(1992b)在研究过程中特别重视学习在创新中的作用,并将研发组织纳入系统中加以考虑。Nelson(1993)认为以赢利为目的的私人企业是所有这些创新系统的核心,研究重点是研发活动的分配、研发资金的来源、企业的特征、重点产业、大学的作用和各国政府的政策。柳卸林是我国较早研究国家创新系统的学者之一,他将国家创新系统定义为“由政府和社会各部门组成的一个旨在推动技术创新的组织和制度网络”,他认为,企业、科研机构 and 高校,以及致力于技术和知识转移的中介服务机构是创新系统的主要构成,其中企业是创新系统的核心。此外,他还明确了国家创新系统各构成单元的职能,即整个创新系统以推动知识流动为中心任务。近年来,国内学者关于国家创新系统的研究正在不断深化,从过去关注系统构成、运行机制等宏观问题,转向研究特定要素在国家创新系统中的作用问题。例如,周寄中等(2002)研究科技资源在国家创新系统中的作用;马松尧(2004)关注国家创新系统中中介服务机构的运行机制;王德华和刘戒骄(2015)研究了