

时间 穿越指南：



嘿，
你制造了
一个虫洞

So
You Created
a Wormhole:
The Time
Traveler's Guide
to Time Travel

[美] 菲尔·霍肖 [美] 尼克·赫尔维奇 著

王爽 译

中国科学院知识创新工程重要方向项目

国家创新生态系统 研究报告

国家创新生态系统研究课题组

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

国家创新生态系统研究报告 / 国家创新生态系统研究课题组编著.
—北京: 中国科学技术出版社, 2015.7

ISBN 978-7-5046-6940-7

I. ①国… II. ①国… III. ①国家创新系统—研究报告—中国
IV. ①F204 ②G322.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 126313 号

责任编辑	周晓慧 韩颖
封面设计	中文天地
责任校对	刘洪岩
责任印制	张建农

出 版	中国科学技术出版社
发 行	科学普及出版社发行部
地 址	北京市海淀区中关村南大街16号
邮 编	100081
发行电话	010-62103130
传 真	010-62179148
网 址	http://www.kjpbooks.com.cn

开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	300千字
印 张	13.75
版 次	2015年12月第1版
印 次	2015年12月第1次印刷
印 刷	北京盛通印刷股份有限公司
书 号	ISBN 978-7-5046-6940-7 / F·795
定 价	38.00元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

国家创新生态系统研究

课题组成员名单

顾 问：解思深 刘鸣华

课题组组长：李 士 汤书昆 王 琛

课题副组长：胥伟华 王淑珍

课题组成员：林爱兵 周 全 王 明 谢起慧 李 昂
朱 贇 程 曦 郑久良 刘 伟 种伟彭
汪 梅 汪宣伯 杨 婧 张丽杰 史 梁
戴 燕 王玉华 孙 静 包训仪 朱安达
赵 莉 王 雷 陆阳丽 高 翔 贺小桐
田 修 吴树仙 任红轩 董宏伟 张丽丽
黄健元 夏 婷 戴 宏 李增辉

序

进入 21 世纪以来，知识与全球化的发展不仅推动着发达国家从工业社会向知识社会形态的过渡与转型，而且也使不同国家的技术变革、经济发展、生活方式、价值观念、意识形态等力量的跨国交流、碰撞、冲突与融合不断深入。

以欧美为代表的创新型国家已逐步认识到全球化的科技创新环境对于国家创新模式和社会经济发展方式的新挑战，并寻求在全球化时代开放性科技创新环境中保持国家创新竞争力。如何推动传统创新模式转型、培育高效率和高效力的科技创新环境，已成为当今创新型国家建设研究的重点关注方向。

我国正处于经济发展的关键时期，提升产业结构以及转变经济发展方式的关键就在于完善国家创新体系、提高自主创新能力。目前，传统的国家创新体系评价标准已不能与当今强调“社会、经济、生态”多维并重的社会全面进步发展战略相匹配。2010 年在中国科学院党组扩大会议上我曾提出构建以创新人才为种子、创新资源为阳光、创新市场为肥料、创新环境为水分、创新机构为土壤的符合生态环境循环和科技规律的新的国家创新能力评价指标体系。为此，国家纳米科学中心发展研究中心在院机关的支持下，开展了国家创新生态系统研究，成立了以国家纳米科学中心发展研究中心、中国科学技术大学科学传播研究与发展中心等单位组成的课题组，经过几年的努力，形成了《国家创新生态系统研究报告》。国家创新生态系统研究课题是具有创新性、前瞻性、预测性的重要课题。课题组能够在较短的时期

内建立了创新生态系统理论框架、指标体系，并对创新资源维度进行了实测。《国家创新生态系统研究报告》将国家创新能力的评价融入对保证其持续发展的创新生态环境的综合考量中，构建符合“可持续、包容性、智慧型增长”发展目标的动态国家创新生态系统，对转型背景下我国创新型国家建设具有重要的理论、实践和战略意义。

刚刚闭幕的中共中央十八届五中全会，提出要树立创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，不断推进理论创新、制度创新、科技创新、文化创新等各方面创新。希望本书的出版，能对构建有利于科技创新的生态环境起到抛砖引玉的作用。

白春礼

2015年10月

目 录

序	
第一章 国家创新系统与国家创新生态系统	001
第一节 生态系统和创新生态系统的概念	001
第二节 生态系统与创新生态系统的关系	002
第三节 国家创新系统与国家创新生态系统的区别	003
第四节 研究和建立国家创新生态系统的现实意义	006
第二章 创新系统的发展和历史演进	007
第一节 创新模型的发展和历史演进	007
第二节 创新系统的发展和历史演进	014
第三章 创新模式的新进阶——国家创新生态系统	016
第一节 创新生态系统动态演化的创新新维度	016
第二节 创新生态系统模型建构的视角	018
第四章 国家创新生态系统理论框架、设计理念和构建原则	026
第一节 设计思想和理念	026
第二节 理论框架	028
第三节 指标体系构建原则	030
第五章 国家创新生态系统评价指标体系和计算方法选择	032
第一节 创新生态系统评价的维度和指标体系	032
第二节 计算方法选择	035
第六章 国家创新生态系统创新环境评价指标与数据说明	040
第一节 政策环境	040

第二节	人文环境	045
第三节	生态环境	049
第四节	风险环境	056
第七章	国家创新生态系统创新机构评价指标与数据说明	062
第一节	产业机构	062
第二节	政府机构	065
第三节	科研机构	068
第四节	服务机构	071
第五节	机构合作	073
第八章	国家创新生态系统创新资源评价指标与数据说明	079
第一节	创新经费	079
第二节	知识基础	082
第三节	交通网络	094
第四节	信息网络	097
第九章	国家创新生态系统创新人才评价指标与数据说明	101
第一节	人才基础状况	101
第二节	教育与培训	106
第三节	创新激情	111
第四节	人才流动	117
第十章	国家创新生态系统创新市场评价指标与数据说明	121
第一节	创新需求	121
第二节	创新绩效	126
第三节	市场机制	132
第十一章	国家创新生态系统评价指标甄选与测度方法	139
第一节	测度流程概述	139
第二节	指标甄选	139
第三节	指标测度方法	140

第四节	数据处理	142
第五节	模糊综合评价	143
第十二章	国家创新生态系统预测指标替代与创新资源维度实测	145
第一节	预测指标替代解释与说明	145
第二节	基准值设定	148
第三节	数据采集	150
第四节	指标权重设定	151
第五节	中美德三国数据实测	152
结 语	155
附录	主要发达国家（地区）创新生态系统研究	156
一、	美国创新生态系统研究	156
二、	欧盟创新生态系统研究	159
三、	澳大利亚创新生态系统研究	165
四、	英国创新生态系统研究	169
五、	法国创新生态系统研究	179
六、	德国创新生态系统研究	186
七、	芬兰创新生态系统研究	192
八、	瑞典创新生态系统研究	200
参考文献	208

第一章 国家创新系统与国家创新生态系统

第一节 生态系统和创新生态系统的概念

生态系统 (Ecosystem) 是指在一定空间范围内由生物群落与无机环境构成的有机整体, 通过能量流动和物质循环过程形成彼此关联、相互作用的统一整体。生态系统强调生物与环境之间的协同共生和持续演化, 其所内涵的动态、多样、平衡和有序的思想使得其逐渐成为分析社会现象和问题的有效工具。目前生态学理论与方法作为一种方法论已经广泛应用于不同的学科领域, 特别是研究对象具有生态系统的某些特征的学科, 如技术生态学、知识生态学、组织生态学、信息生态学、工业生态学等。

创新生态系统 (Innovation Ecosystem) 一词见于官方报道是在 2004 年。当时美国竞争力委员会提出了一份《创新美国》的研究报告, 该报告认为, 21 世纪初的创新出现了一些不同于 20 世纪创新的新变化。一度被认为彼此对立的关系, 现在正日益演变成互补的、甚至是共生的关系。创新本身性质的变化和创新者之间关系的变化, 需要新的构想、新的方法, “企业、政府、教育家和工人之间需要建立一种新的关系, 形成一个 21 世纪的创新生态系统”。报告强调指出, 我们需要从全局角度出发来考虑创新, 不但考虑对创新的重要的供给投入, 还要考虑市场需求和外部因素的影响, 特别是政策环境和国家公共基础设施的影响。

与自然界的生态系统相类似, 创新生态系统是指在一定区域范围内, 创新群落与创新环境之间以及创新群落内部相互作用和相互影响的有机整体。创新群落, 包括政府、高校、各类研究机构、各类企业和各种服务机构; 创新环境, 包括体制、政策、法制、市场、文化等要素。作为创新主体的企业、服务机构与创新环境形成相互依存、相互促进的良性生态循

环，统一于创新的整个动态过程中。

创新不同于发明、研发，创新是一个新技术成为新产品、新产业的实现过程，是一根完整的产业链条，需要一个完整的生态系统支撑。要鼓励全社会特别是企业的创新活动，关键是形成符合创新规律的良好环境，如孵化器、公共研发平台、投融资渠道、技术产权交易、成果转化、产业配套、法律服务、物流平台等。而在这个过程中的每个环节都有可能成为制约创新效率的瓶颈，因此，政府要围绕完善创新链来营造良好的创新生态，依靠投入和政策来疏通整个创新链。

第二节 生态系统与创新生态系统的关系

创新生态系统是依据生态学的理论与方法对国家（区域）创新体系的重新界定。研究创新生态系统就是以可持续发展为目标，以技术创新理论、区域经济发展理论和生态学理论和方法为理论基础和方法论，探讨创新生态系统的形成与发展规律，探讨如何将创新生态系统的研究成果用于指导国家（区域）科技、经济、社会和生态的相互协调，实现经济的可持续发展。

生态系统的研究对象、特征、结构、变化规律等都与创新生态系统有很好的对应，运用生态学的理论和方法研究创新生态系统是可行的，也是必要的。见下表所示。

生态系统与创新生态系统的比较

研究范围		生态学理论和方法研究生态系统	创新理论、区域发展理论研究创新体系
研究对象	个体	生物个体	创新主体(企业)
	族群	同一地域,同物种个体组成的复合体	同一地域,相同产业的企业组成的产业集群
	群落	同一地域,所有生物族群组成的复合体	同一地域,配套产业的企业组成的产业链
	生态系统	生物群落和非生物群落组成的复合体	所有产业的企业与服务组织、制度环境组成的创新体系

续表

研究范围	生态学理论和方法研究生态系统	创新理论、区域发展理论研究创新体系	
研究内容	生物族群在环境内的分布;族群之间的竞争行为;物种的演化等	产业集群在区域内的分布;产业链的竞争与合作;产业集群的升级等	
系统特征	不确定性	生物个体与环境的交互	企业与合作的交互
	结构性	生态系统的结构具有完整性、稳定性、协调性、多样性	自下而上的草根结构以及自上而下的管制结构,还有居中的网络结构
	层次性	食物链	产业链
	进化性	由低级到高级	由劳动力、资本驱动到信息、知识驱动
交互内容	能量流动	太阳能由植物流动到动物	资金流在企业间的流动
	信息传递	生物信息在种群内部、种群间的传递	信息流、知识流在企业间的传递
	物质循环	物质在生物间的转换	物流
变化	竞争	竞争资源	竞争资源
	适应	适应环境	适应环境
规律	互利共生	物种间合作	企业间合作
	协同共进	物种间共同生存、进化	企业、产业链之间协同进化

第三节 国家创新系统与国家创新生态系统的区别

在国家创新系统（体系）建设的目标控制方面，我国目前的科技发展目标是基于西方原有的科技进展传统指标来衡量的。传统的国家创新评价系统过于强调获取创新知识、创新技术和经济增长这三个指标，把创新的商业价值作为科技创新成败的标准，把国家或者区域经济增长视为评价科技创新体系优劣的主要标志。在这一评价体系下，整个国家创新体系被看作一个机械系统而不是具有生命力的、可演化的生态系统。目前，传统的国家创新体系评价标准已不能与当今强调“经济、社会、生态”多维并重的社会全面进步发展战略相匹配。将国家创新能力的评价融入对保证社会经济持续发展的创新文化环境的综合考量中，强调创新系统中多维度要素的自组织可持续和谐发展的生态系统观，是世界各国国家创新能力建设最新的战略调整方向。因此，构建以创新人才为核

心，符合科技发展规律，保障“可持续、包容性、智慧型增长”发展目标的“创新生态系统”，是我国创新型国家建设目前亟需解决的重要战略问题。

在传统的国家创新体系的测度以及指标设计方面，国内外也有丰富的研究成果。国际上比较有影响的创新指标包括欧盟创新记分牌（EIS）、经济合作与发展组织（OECD）的“科学、技术和产业记分牌”（STIS）、世界银行的知识经济指数（KEI）、世界经济论坛（WEF）的创新能力指数、瑞士洛桑管理学院（IMD）的科技竞争力指数等。这些创新指标从创新内涵、创新绩效、创新潜力等各个方面对创新体系进行了刻画和评价，为国际间的国家创新体系建设比较提供了基础。国内关于创新测度的文献一般选择社会、经济、科技、环境的某一个角度或综合几个角度出发，集中在企业、产业和区域层面，国家层面的研究集中在国家创新系统的理论分析方面，对于国家创新能力评价不同阶段研究内容的侧重点有所区别。目前国内有关创新体系的评价已形成相对完整的自有体系，中国科学院作为国家在科学技术方面的最高咨询机构之一，早在20世纪90年代便已开展了具有中国特色的国家创新系统建设与评估的相关研究工作。1997年，中国科学院《迎接知识经济时代，建设国家创新系统》研究报告引起了国家的高度重视。1998年，由中国科学院与中国社科院合编的《知识经济与国家创新系统》一书第一次对中国国家创新系统进行比较全面的阐述。2009年，中国科协发展研究中心与中国科学技术大学发布的《国家创新能力评价报告》构建了一个包括创新投入、产出、潜能和效率组成的国家创新能力评价理论模型及评价指标体系。这些研究曾经为国家科技政策与科技战略的制定提供了有力的支持。

目前，国际上有少数发达国家（如美国、部分欧盟国家等）已将“创新生态系统”的理念用于对国家创新能力的分析与总体评价中。目前，国外创新生态系统的研究注重微观层面，从企业的创新行为和创新绩效入手，总结了一些跨国公司创新案例的成功经验和失败教训，其研究重点在于经济全球一体化如何推动了各个企业赖以生存的创新生态系统的形成，并运用生态学、管理学等交叉学科理论与方法深入研究软件通信行业、精密汽车零部件、集成电路、电气与智能控制等高科技行业共存共

生、共同进化的协作创新体系形成机理与基本规律。国外学者认为技术的进化与发展关键不是某个企业或某个行业，而是依赖于技术进步的整个生态环境。创新生态系统作为一种协同整合机制，是将系统中各个企业的创新成果整合成一套协调一致的、面向客户的解决方案，创新生态系统的整体创新能力才是影响企业绩效的关键要素。国外学者尤其强调全球创新网络的重要性，指出不参与这一网络就难以得到某些科技资源，标准是主宰市场的战略，协作竞争才能保证整个行业的高效率。参与自发的标准化组织与标准化过程已成为信息、通信等高科技企业获取竞争优势的重要战略。

国内外研究成果与实践经验表明，创新生态系统的建设和完善为技术标准的形成、高新技术产业的发展与技术创新提供了规模条件、竞争力量、协作动力和机制基础。尤其是高科技企业技术创新需要不同产业、不同学科、不同特点的人们相互协作，形成各种高效的虚拟网络组织，进行协同创新，这些都需要创新生态系统的支撑。创新生态系统评价指标体系能够系统全面地刻画创新生态系统的特征和侧重，为进一步的研究提供可视化、数量化的依据。总体来说，目前理论界比较一致的观点认为，创新不仅是一种根植于生产群落制度环境中的交互过程，同时也是一种社会生态过程。借鉴自然生态系统互惠共生、协调竞争、领域共占、结网群居等特征，也有少数学者从国家创新生态系统、质量生态系统、关系生态系统、金融生态圈、商业生态系统、信息生态系统、企业生态位与竞争战略等方面展开研究。通过将生态学基本研究方法引入到经济学中，研究经济系统与自然环境系统协调机理，理论界初步形成了生态经济学、工业生态学、产业生态学等交叉学科。

综上所述，纵观国内外国家创新系统和国家创新生态系统的研究理论和实践，关于国家间创新能力和评价指标体系还有局限、还存在缺失。所以，有待于开展国家创新能力评价的国家创新生态系统测评指标体系，建立以“经济、社会、生态”多维并重，构建以创新人才为种子或树苗、创新资源为阳光和空气、创新市场为肥料、创新环境为水分、创新机构为土壤的符合生态环境循环和科技规律，“可持续、包容性、智慧型增长”发展目标的“创新生态系统”评价指标体系。

第四节 研究和建立国家创新生态系统的现实意义

我国正处于经济转型发展的关键时期，提升产业结构以及转变经济发展方式的关键就在于完善国家创新体系，提高自主创新能力。企业只有自主创新才能获得持久的竞争优势，国家只有自主创新才能够健康发展。研究创新生态系统，借助生态学的理论与方法深刻揭示客观世界，是我们认识世界的新途径和新方法，尤其是我们认识分析和解决人类科技、经济活动与自然环境关系的科学工具。早期的生态学源自生物学，它更多地显现出自然属性的一面，而现代生物学则更强烈地表现出社会属性的一面，生态学的这种双重交叉和属性，本质上决定了其理论模式的特殊性，即它是认识人类科技、经济活动与自然环境关系的学科，引入创新生态系统概念有助于提高我们国家创新体系研究的科学性。

研究创新生态系统的—个基础性工作就是构建评价创新生态系统的指标体系。科学的创新评价工作是科学管理工作的重要组成部分，是推动国家科技事业持续健康发展、促进创新资源优化配置的重要手段。学术界关于创新评价的理论研究起源于技术创新理论和国家创新系统理论。随着创新理论与实践的不断发展，如何科学地评价创新的能力与效果也成为学术界研究的热点问题。创新评价指标体系是创新评价的基本手段，是检测和评价创新体系的方法和工具，是政府对创新工程建设和区域、城市开发进行宏观调控与管理的重要依据。建立完善的创新评价指标体系已成为各级政府、理论界和各个产业部门的共识。

创新生态系统是研究国家创新建设的新视角，构建创新生态系统评价指标体系能够更好地描述创新生态系统的研究思路和出发点，并为下一步衡量—个国家（区域）创新生态系统是否健康、完善、可持续发展提供依据。

第二章 创新系统的发展和历史演进

第一节 创新模型的发展和历史演进

从 20 世纪开始，越来越多的人开始关注创新给企业、区域、国家等不同层面发展带来的活力。在新的技术、经济、社会背景下，创新范式也在向复杂的系统网络模型演进。英国经济学家罗斯韦尔（Roy Rothwell）提出了产业创新从“线性范式”到“系统网络范式”的五代转变。他认为人类对创新活动的认识已经从第一代的技术推动模型（20 世纪 50 ~ 60 年代中期）、第二代的市场需求拉动模型（20 世纪 60 年代后期至 70 年代早期）、第三代联结模型——关注市场和研发联系的技术推动和需求推动融合模式（20 世纪 70 年代中期至 80 年代早期）、第四代整合模型——关注与相关企

创新模型的历史演进

时 间	第一代 (20 世纪 50 ~ 60 年代中期)	第二代 (20 世纪 60 年代后期至 70 年代早期)	第三代 (20 世纪 70 年代中期至 80 年代早期)	第四代 (20 世纪 80 年代中期至 90 年代)	第五代 (20 世纪 90 年代至今)
创新模型	技术推动	需求拉动	相互作用模式	整合模式	系统整合与网络模式
过程特点	线性过程： 从科学发现到研究与开发、工程与生产活动，最终是新产品或工艺的市场化	线性过程： 从市场需求开始，经过新产品开发和加工制造，最后销售产品	具有交流和反馈的序列过程： 技术和市场双重因素为创新的出发点	在过程中联合供应商及公司内部各部门的横向合作过程： 广泛的交流与沟通	网络过程： 与开发过程平行的其他过程的全面整合，如专家系统、联合企业、合作研究团体、市场协调活动等过程的整合

业、上游的供应商、下游的顾客之间的联系的线状平行模型（20世纪80年代中期~90年代），演化到第五代（20世纪90年代至今）系统一体化与扩张的系统整合网络模型^①。

一、第一代：技术推动创新模型

技术推动（technology push）创新模型的主要特征为：一是科学活动独立于企业组织之外，“资本不创造科学，但是它为了生产过程的需要，利用科学，占有科学。”科学知识是作为创新组织的外部资源被引入组织内部的。这样就可以把科学发现、技术发明作为创新的源头处理，企业的任务是把上游的知识变成下游的产品。二是创新活动涉及的因素较少，过程较简单，周期较长，容易把这些因素分解，把这些环节排列，在延续的时间流中把过程划分为若干阶段。三是创新组织多是直线型等级制，创新信息与知识集中在个别的主管人员手中，决策层与执行者界限明晰，创新更多地成为一种管理决策活动，而组织内部成员的知识创造的贡献不够明显，被忽略不计。四是不确定因素即使存在，但还没有达到信息时代的高速反馈、网络互动、活动虚拟的程度，还是能够把创新当作线型模式认识与处理，线型模式还是具有一定的解释力。技术推动的线型模式在从事与表现简单的创新活动还是有效的，这也符合人的因果思维习惯。按照时间与逻辑顺序，给出一条因果链，把空间上的事件因果与时间上的延续先后对应起来。这是一种简化了的模式。

这种线型模式的实践与理论都存在着缺陷。克兰（Stephen J. Khne）和罗森堡（Nathan Rosenberg）评论道：线型模式被隐含地设想为像流水一样平稳地流向一条单行路，它在几个方面扭曲了创新的真实面目。首先，在线型模式中，发展过程的连续活动没有反馈渠道，也没有来自销售数据或个人用户的反馈。但是这些反馈形式，对于评价绩效、引导后续步骤、估计竞争态势都是至关重要的。多重反馈是创新过程的固有内容。在无所不知的技术人员的理想世界中，人们一次性地就可以得到可行的、最佳的创新设计。在充满着不完全信息、高度不确定性的真实世界中，缺陷与失败是产生各种创新的学习过程的内容。因此，创新要求反馈，有效的创新要求迅速、准确的反馈以及与之一致的、随之而来的行动。其次，创新的核心环节是设计而

^① Rothwell R. Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s [J]. R&D Management, 1992, 22 (3): 221 ~ 240.