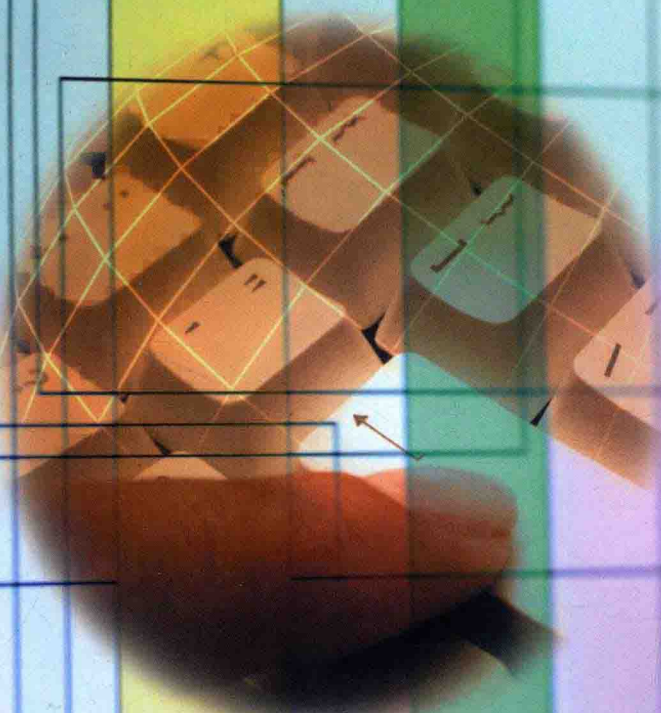


# 技术创新扩散理论与 系统演化模型

胡宝民 著



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

# 技术创新扩散理论 与系统演化模型

胡宝民 著

河北省教育厅学术著作出版基金资助项目

河北省社科规划重点研究项目(200002007)

河北省自然科学基金资助项目(699009;601056)

河北省教育厅科研计划项目(990401;500124)

河北省普通高等院校博士基金资助项目(B2001404)



科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书围绕技术创新扩散,采用系统观、演进观等现代科学理论和方法,较详细地、系统地阐述了技术创新扩散过程机制和系统演化模型。内容包括:已有主要研究成果评述,企业采用行为分析,更替性技术创新扩散系统演化模型,竞争性技术创新扩散系统演化模型,互补性技术创新扩散系统演化模型,技术创新空间扩散系统演化模型,技术创新时空扩散系统演化模型,塔器分离技术扩散案例及相关调查分析等。

本书在理论上注重科学性,在结构上突出系统性,在方法上强调先进性。本书适合于科技管理决策者、技术创新与扩散的研究者、经济技术管理人员及高等院校的广大师生阅读和参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

技术创新扩散理论与系统演化模型/胡宝民著. —北京:  
科学出版社, 2002

ISBN 7-03-010819-1

I. 技… II. 胡… III. 企业管理-科技成果-技术推广-  
经济模型 IV. F273.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 076456 号

责任编辑: 柴雨亭 / 责任校对: 宋玲玲

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 张 放

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>

源海印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2002年11月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2002年11月第一次印刷 印张: 15

印数: 1~2000 字数: 336 000

定价: 32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

# 序

技术创新研究是目前管理科学研究的热点之一，国内和国外都有大量研究成果并指导实践。技术创新扩散研究是技术创新研究的深入和发展。技术创新扩散一般是指一项技术创新通过一定的途径和渠道在非第一次技术创新的直接实现者以外的再实现过程，它是一个时空统一的多维扩散过程。迄今这项研究相对技术创新研究其成果尚少，许多前沿性的问题未得到很好的解决。本书围绕技术创新扩散理论与实践开展研究，并取得了一系列成果。这不仅是技术创新扩散理论发展的需要，也是实践的迫切需要。

本书在国内外有关技术创新和技术创新扩散研究的基础上，对技术创新扩散理论和系统演化模型做了一系列改进和创新研究。本书的主要特色和创新工作主要有：

(1) 在系统地分析国内外有关技术创新扩散研究成果的基础上，引入了系统理论、进化理论和自组织理论等新的概念和方法，将技术创新扩散过程视为复杂系统的演化问题。认为企业采用技术创新的决策行为是技术创新扩散的微观基础，而宏观上的技术创新扩散过程表征是企业采用技术创新行为的集体效应，并以这种从微观到宏观相统一的观点建立随机性扩散模型。在此基础上着重研究扩散系统的演化特征和自组织演化过程。

(2) 对企业采用技术创新行为，从静态角度剖析了企业采用技术创新的一般机制，并建立了企业采用决策行为模型，定量分析企业采用决策响应概率与动力结构的关系。从动态角度提出了企业采用状态演变概率，以说明企业如何实现由未采用技术创新到采用的转变。在此基础上深入研究了技术创新扩散过程中企业的采用行为与状态演进的机制。

(3) 对更替性和竞争性两类技术创新扩散问题，分别采用随机方法建立了基于企业随机性采用行为的更替性和竞争性的技术创新扩散系统随机演化模型。对两个扩散模型进行分析、研究，确定更替性技术创新扩散模式和竞争性技术创新扩散模式的特点，从而深化了对这两类技术创新扩散过程机制与规律的认识。

(4) 对于互补性技术创新扩散问题，运用非线性方法建立基于宏观统计的互补性技术创新扩散系统演化模型，讨论了互补性扩散过程的扩散模式及特点，从而深化了对互补性技术创新扩散系统演化机制与规律的认识。

(5) 技术创新时空扩散研究是技术创新扩散研究的薄弱环节。本书在总结国内外技术创新多维扩散研究成果的基础上，提出技术创新时空扩散系统的结构、层次与特征，对技术创新时空扩散系统的时空特性进行了研究。对于技术创新空间扩散问题，提出扩散域元等概念，建立了技术创新扩散系统空间演化的形式化模型，运用等扩散概率曲线分析方法，对技术创新空间扩散进行模拟。对于技术创新时空扩散问题，提出了采用企业集合等概念，建立了技术创新时空扩散系统随机演化模型，运用 Mathematica 3.0 软件，

对技术创新时空扩散的展开模式进行计算机仿真,从而深化了对技术创新空间扩散和时空扩散过程及展开模式的认识。

(6) 理论联系实际。通过对塔器分离技术创新扩散案例及相关的调查研究,探讨了企业采用行为定量形式化的合理性与局限性,阐述了更替性、竞争性和互补性技术创新扩散系统演化模型所揭示的扩散模式在塔器分离技术创新扩散上的体现。

本书作为采用动态和随机分析方法来研究技术创新扩散问题的一种尝试,必然存在一些不足之处。希望通过它的出版,能够吸引更多的学者投身于该领域的研究,并以此推动技术创新扩散理论和实践研究,推进该理论在我国的运用和发展,为我国企业的技术进步和经济发展提供有力的理论支撑。

张世英

于天津大学管理学院

2002年3月1日

# 前 言

随着科学技术与经济融合的日益融合，自 20 世纪 70 年代以来，西方发达国家的科技政策有两次大的飞跃，一是 70 年代末提出“创新比研究开发更重要”，二是 80 年代末提出“扩散比创新更重要”。

在我国，自 20 世纪 80 年代中期以来，有关技术创新、技术进步和科技与经济协调发展的问题，越来越受到政府有关部门、学术界和实践界的高度重视。特别是技术创新、技术创新扩散问题，已成为当今管理科学研究的热点和前沿，并正在以不断扩大的规模逐步走向深入。截至目前，在我国，有关技术创新扩散的理论研究相对于狭义技术创新理论研究来说，研究规模尚小，研究成果不多，并未得到应有的重视，与国际上的研究相比，存在一定的差距。

综观国内外有关技术创新扩散的研究成果，无论是在本着认识和描述目的层次上，研究技术创新扩散的一般过程、特征、机制、规律和影响的因素，还是在本着操作和优化目的层次上，研究影响、改善和促进技术创新扩散过程的途径及政策措施，实现扩散过程在一定程度上的控制和优化，仍有许多研究工作等待人们去做。特别是在第二层次上，基本上还处于经验的、直觉的阶段，还没有形成系统化的理论，定量研究更是缺乏。即使对第一层次，虽然已经取得了大量的研究成果，但人们“并不觉得已经掌握了扩散机制”。因此，本书围绕技术创新扩散的理论及模型开展研究，不仅仅是理论发展与完善的要求，也是实践的迫切需要。

本书是在我的博士论文基础上综合许多项科研成果的一本探讨性著作。自 1997 年从选题开始，在整个研究过程中，我的导师天津大学管理学院张世英教授都给予了悉心的指导和热情的鼓励。同时，这项研究工作也得到了河北省自然科学基金、河北省社科规划办、河北省教育厅科研计划及河北省普通高等院校博士基金的资助。特别是，天津大学李光泉教授，南开大学袁著祉教授，大连理工大学武春友教授，哈尔滨工业大学胡运权教授，吉林工业大学蔡莉教授，东北大学黄小原教授，中国科学院科技政策与管理研究所徐伟宣教授，河北工业大学王云峰教授和天津工业大学吴翼平教授等对我的博士论文评审，对我的论文修改和后续的课题研究工作给予的极大的指导和帮助，也鼓励了我来写这本书。

在我的博士论文工作及主持的多项有关课题研究中，我的同事和研究生们给予了极大的支持和帮助，他们是康凯副教授、王丽丽讲师，研究生祝惠青、刘秀新、苏建旭等。

本书的出版，首先要感谢河北省教育厅学术著作出版基金、河北省自然科学基金委员会、河北省社科规划办以及河北省教育厅科技处对该项研究工作和著作出版的资助支持；再有河北省科技厅的领导和发展计划处的同事们以及河北工业大学领导和同事们都给予了无私的支持和帮助。在此，我向他们表示衷心的感谢。

应该说，本书是学习和继承国内外相关研究成果的结果。在研究工作和著作撰写过程中，参考、吸收了许多专家学者的专著、论文和研究报告，很感谢他们的学术贡献。正是这些前期成果构筑了我们的研究基础。

最后，必须指出的是，作为一部理论探讨性著作，书中有些内容还需要进一步修改完善，甚至可能存在错误，真诚欢迎各位读者专家批评、指教。

胡宝民

2002年4月于天津

# 目 录

序

前言

第一章 绪论	1
1.1 问题的提出	1
1.2 本书研究的基本观点与方法论	4
1.2.1 本书对技术创新扩散研究的基本观点	4
1.2.2 本书对技术创新扩散研究的方法论	6
1.3 本书研究的若干理论基础	7
1.3.1 复杂性、复杂系统与复杂经济系统	7
1.3.2 纳尔逊-温特进化理论	8
1.3.3 系统动力学	9
1.3.4 自组织理论	9
1.4 本书的研究内容及创新点	12
1.4.1 本书的研究内容	12
1.4.2 本书研究的创新点	14
1.5 需要界定的几个基本概念	15
第二章 有关技术创新扩散研究的评述	17
2.1 技术创新扩散若干释义与概括	17
2.1.1 关于技术创新扩散的若干释义	17
2.1.2 技术创新扩散内涵的概括	18
2.2 技术创新扩散研究的主题、主要内容及分类	19
2.2.1 技术创新扩散研究的主题	19
2.2.2 技术创新扩散研究的主要内容	20
2.2.3 技术创新扩散研究的分类	20
2.3 技术创新扩散理论的发展历史	20
2.3.1 熊彼特创新理论	20
2.3.2 技术创新扩散与技术创新理论的发展	21
2.4 技术创新扩散研究成果的评述	23
2.4.1 总体情况	23
2.4.2 关于技术创新扩散的过程和机制研究	24
2.4.3 关于技术创新扩散速度及其影响因素研究	27
2.4.4 关于技术扩散时空展开模式研究	28



2.4.5	关于技术创新扩散的形式	28
2.4.6	关于技术创新扩散模型的研究	29
2.5	对技术创新扩散研究的评价与展望	32
2.5.1	对技术创新扩散研究的评价	32
2.5.2	对技术创新扩散研究的展望	33
<b>第三章</b>	<b>企业采用技术创新过程与决策行为模型</b>	<b>35</b>
3.1	对企业采用行为的若干假设	35
3.2	企业采用行为的动力与过程分析	37
3.2.1	企业采用技术创新的动力分析	37
3.2.2	企业采用技术创新的过程分析	38
3.3	企业采用决策准则和决策变量	40
3.3.1	两种决策准则	40
3.3.2	企业采用技术创新的必要条件和第一决策变量	41
3.3.3	企业采用技术创新的最优性条件和第二决策变量	43
3.3.4	两种决策准则的综合	44
3.4	企业采用决策行为模型	45
3.4.1	心理学实验结果	45
3.4.2	企业采用决策行为模型	46
3.4.3	若干问题讨论	47
<b>第四章</b>	<b>企业状态变量及其动态分析</b>	<b>50</b>
4.1	企业采用行为与企业状态	50
4.2	企业状态变量	51
4.2.1	采用倾向度	51
4.2.2	采用满意度	52
4.3	状态变量影响因素分析	53
4.3.1	引言	53
4.3.2	采用倾向度影响因素分析	54
4.3.3	采用满意度的影响因素	56
4.4	状态变量的动态分析	58
4.4.1	引言	58
4.4.2	技术创新盈利能力的动态变化	59
4.4.3	不确定性及其动态	61
4.4.4	采用技术创新预期投资的动态变化	62
4.4.5	企业在用技术盈利能力的动态变化	63
4.4.6	采用倾向度的动态变化	63
<b>第五章</b>	<b>技术创新扩散系统与演化</b>	<b>65</b>
5.1	技术创新扩散系统与演化	65

5.1.1	技术创新扩散系统定义	65
5.1.2	技术创新扩散系统的基本构成	65
5.1.3	技术创新扩散系统的环境	67
5.2	技术创新扩散系统的分类	68
5.2.1	按扩散系统的边界分类	68
5.2.2	按技术创新的类别分类	68
5.2.3	按潜在采用者的构成分类	69
5.2.4	按扩散环境的性质分类	70
5.2.5	按扩散过程的时间跨度分类	70
5.2.6	更替性、竞争性和互补性技术创新扩散系统	71
5.3	技术创新扩散系统的基本特征	72
5.3.1	技术创新扩散系统是有势系统	72
5.3.2	扩散系统是时空统一系统	73
5.3.3	扩散系统是多重非对称系统	73
5.3.4	扩散系统是各企业分散决策的离散系统	74
5.3.5	扩散系统与环境互塑共生	74
5.3.6	扩散系统是非线性的动态演进系统	74
5.4	技术创新扩散系统演化特征	75
5.4.1	演化是不可逆的	75
5.4.2	系统演化是有限的	76
5.4.3	系统演化是自组织的	76
5.5	技术创新扩散系统自组织演化过程	76
5.5.1	扩散系统演化的前提：开放和非平衡	77
5.5.2	扩散系统演化的诱因：涨落和失稳	77
5.5.3	演化的道路：分叉和选择	77
5.5.4	扩散系统演化的方式：渐变和突变	77
5.5.5	扩散系统演化的动力：竞争与协同	78
5.5.6	扩散演化的前途：新稳态	78
<b>第六章</b>	<b>更替性技术创新扩散系统演化模型</b>	<b>80</b>
6.1	更替性技术创新扩散问题	80
6.2	S型扩散模型及其局限性	81
6.2.1	E. Mansfield 的奠基工作	81
6.2.2	S型扩散模型的改进	82
6.2.3	S型扩散模型的局限性	83
6.3	建立更替性技术创新扩散系统随机演化模型	84
6.3.1	建立随机模型的目的与方法	84
6.3.2	企业个体采用决策分析	85
6.3.3	扩散系统演化过程	87

6.3.4	主方程	88
6.3.5	用福克-普朗克方程逼近主方程	91
6.4	扩散模型的定态解及其动态演化仿真分析	92
6.4.1	定态解	92
6.4.2	计算机仿真分析	94
<b>第七章</b>	<b>竞争性技术创新扩散系统演化模型</b>	<b>97</b>
7.1	竞争性技术创新扩散问题	97
7.2	相关的研究成果	98
7.2.1	关于扩散过程的描述变量	98
7.2.2	关于扩散过程与机制的认识	99
7.2.3	关于多项技术创新竞争扩散的结局	102
7.2.4	W. Brian Arthur 的代表性成果及局限性	103
7.3	建立基于企业选择性采用行为的扩散模型	107
7.3.1	本章的认识	108
7.3.2	企业个体选择性采用行为分析	108
7.3.3	建立两项技术创新竞争扩散模型	109
7.3.4	建立多项技术创新竞争扩散模型	111
7.4	两项技术创新竞争扩散模型分类及分析结论	112
<b>第八章</b>	<b>互补性技术创新扩散系统演化模型</b>	<b>118</b>
8.1	互补性技术创新扩散问题	118
8.2	有关研究成果评论	119
8.2.1	总体情况	119
8.2.2	P. Stoneman 和 M. J. Kwon 的扩散模型及其局限性	119
8.3	两个互补性技术创新扩散系统演化模型	120
8.3.1	模型的建立	120
8.3.2	稳定性分析	121
8.3.3	系统演化过程分析	124
8.4	多个互补性技术创新扩散系统演化模型	125
8.4.1	模型的建立	125
8.4.2	系统的宏观参量	126
8.5	计算机仿真与决策分析	128
8.5.1	系统演化过程的分析方法	128
8.5.2	数据来源	128
8.5.3	计算机仿真分析	129
<b>第九章</b>	<b>技术创新空间扩散系统演化模型</b>	<b>134</b>
9.1	相关文献评述	134
9.1.1	哈格斯特朗的开创性研究	134

9.1.2	采用观点和基础设施观点	135
9.1.3	演进思想的运用	136
9.1.4	我国学者对空间扩散的研究	136
9.1.5	空间扩散模型研究	136
9.2	相关概念界定	140
9.2.1	扩散域元	140
9.2.2	扩散域元的综合质量	141
9.2.3	扩散的空间效应、表现类型	142
9.3	技术创新空间扩散系统与演化	144
9.3.1	构成	144
9.3.2	层次	147
9.3.3	空间扩散系统演化的基础	147
9.4	技术创新空间扩散系统演化分析	148
9.4.1	框架	148
9.4.2	定量描述	150
9.4.3	空间扩散的宏观约束与激励	151
9.4.4	空间扩散演进过程	152
9.5	技术创新空间扩散模型的构造与模拟	156
9.5.1	原理与模型设置	156
9.5.2	非均质各向同性扩散方程	158
9.5.3	非均质各向异性扩散方程	160
9.5.4	多源作用下的扩散方程	162
9.5.5	空间动态扩散方程	163
9.5.6	模型中函数形式、参数估计及计算过程的探讨	163
9.5.7	等扩散概率曲线的空间模拟	164
<b>第十章</b>	<b>技术创新时空扩散系统演化模型</b>	<b>170</b>
10.1	相关文献评述	170
10.1.1	技术创新多维扩散的研究方法	170
10.1.2	国外技术创新扩散研究状况	171
10.1.3	国内技术创新多维扩散研究状况	173
10.1.4	技术创新时空扩散的模型研究	174
10.1.5	对技术创新多维扩散研究的评价	176
10.1.6	技术创新多维扩散的研究方向	176
10.2	基本概念和特性	177
10.2.1	相关概念界定	177
10.2.2	技术创新时空扩散系统	177
10.2.3	技术创新扩散系统的时空特性	180
10.3	企业集合中企业的采用行为分析	183

10.3.1	新技术采用的一般过程	183
10.3.2	新技术选择决策	184
10.3.3	企业集合中企业采用技术创新决策因素分析	185
10.3.4	企业采用新技术的战略	189
10.4	建立更替性技术创新时空扩散系统随机演化模型	191
10.4.1	建立随机模型的目的和方法	191
10.4.2	替代性技术创新时空扩散系统定义	191
10.4.3	对替代性技术创新时空扩散系统的基本假设	192
10.4.4	企业状态转移概率模型	193
10.4.5	扩散系统演化过程	195
10.5	扩散随机演化模型的计算机仿真分析	196
10.6	扩散随机演化模型与元胞自动机模型比较	200
<b>第十一章</b>	<b>案例分析</b>	<b>201</b>
11.1	塔器分离技术与设备的应用和发展	201
11.2	关于企业采用行为的调查分析	202
11.2.1	对企业的调查分析	203
11.2.2	对大学技术转让人员的调查分析	204
11.2.3	对企业采用决策假设的合理性及局限性	205
11.3	CTST 技术更替性扩散案例分析	206
11.3.1	CTST 技术与应用简介	206
11.3.2	CTST 技术扩散数据	207
11.3.3	CTST 技术扩散过程分析	207
11.4	三项塔器分离技术竞争扩散案例分析	210
11.4.1	三项塔器分离技术与应用简介	210
11.4.2	三项塔器分离技术竞争扩散分析	212
11.5	催化技术与填料塔技术互补性扩散案例分析	213
11.5.1	催化精馏及其特点	213
11.5.2	醋酸甲酯水解工艺案例	214
11.5.3	案例结果分析	215
<b>第十二章</b>	<b>总结与展望</b>	<b>217</b>
12.1	总结	217
12.2	进一步研究的展望	219
	<b>参考文献</b>	<b>221</b>

# 第一章 绪 论

科学的兴趣正从简单性向着复杂性转变，对于微观世界简单性的信念已经被打破了，这个转变引导我们把重点放到新概念和新方法上。

[比]I. 普利高津

## 1.1 问题的提出

企业因技术创新而在市场竞争中赢得竞争优势，经济由于技术创新扩散而得到发展。

技术是人们借以改变自然使自然服务于人类的手段，对技术的发明和利用是人类区别于他种动物的主要标志。最近几个世纪的科学技术发展大大改善了人类原有的生活习性。显然，技术对人类是如此的重要，似乎已成为除了水、空气以外人类赖以生存的又一要素。但是，技术创新不是一般意义上的技术活动，而是人类通过新技术改善经济福利的商业活动，是具有商业化价值的技术活动。正因为技术创新这个概念抓住了技术和经济关系的实质，它才为人们广泛接受。

经历了开始于 20 世纪中叶以微电子技术、材料技术和生物技术为代表的新技术革命之后，人们更加深了对技术创新这一概念的理解。为了迎接新技术革命的挑战，世界各国政府莫不争相采取各种手段以推动本国的技术创新活动；各企业莫不采取各种战略，投入大量人力、物力来提高技术创新能力，以使本企业在市场竞争中立于不败之地；学者们更是投入大量的精力，力图更好地解释技术创新的机制、规律。可以说，技术创新在今天，得到了有史以来的最高荣誉，受到了高度的重视。

在我国，自 20 世纪 80 年代中期以来，有关技术创新、技术进步和科技与经济协调发展的问题，越来越受到政府有关部门、学术界和实践界的高度重视。特别是技术创新问题，它在经济增长和发展中所扮演的重要角色，已为人们所普遍认同。1996 年 1 月，国家科委通过《技术创新纲要》，1996 年 8 月，国家经贸委宣布启动实施“技术创新工程”；在实践上，一大批企业通过技术创新，逐步获得了国内外市场的竞争优势；学术界对此也倾注了极大的热情，借鉴国外技术创新的研究成果，密切结合中国实际，对技术创新的机制、过程、方式、作用、战略、组织和政策等进行了系统的探讨，并受到了国家自然科学基金会、有关部委或地方科委的大力支持，有关这方面的研究方兴未艾，并正在以不断扩大的规模逐步走向深入。特别是 1999 年 8 月，党中央、国务院召开的全国技术创新大会，更是把技术创新提到了一个更高的地位。会上江泽民总书记发表的重要讲话强调：我们既要充分估量新的科技革命带来的严峻挑战，更要珍惜它带来的难得机遇。我们必须抓住机遇，正确驾驭新科技革命的趋势，全面实施科教兴国战略，大

力推动科技进步，加强科技创新，加强科技成果向现实生产力的转化，掌握科技发展的主动权，在更高的水平上实现技术发展的跨越。

我们一方面为技术创新在我国受到如此重视和取得的丰硕成果而鼓舞，另一方面也为技术创新扩散研究的薄弱而焦急。因为，考察技术创新研究成果不难发现这样一个事实：作为广义技术创新相对独立的有机组成部分——技术创新扩散的研究在我国相对于技术创新（亦称狭义技术创新，指新技术的首次商业化应用）研究，比较薄弱并未得到应有的重视，理论和应用研究尚处于初级阶段。然而，任何一项技术创新成果，如果不能得到扩散和广泛应用，它便不能以何物质形式影响经济的发展。因此，从某种意义上讲，技术创新扩散甚至比创新更重要（方新，1991）。

国外对技术创新扩散研究，可以追溯到 20 世纪初熊彼特（J. A. Schumpeter, 1883~1950）于 1912 年创立的创新理论中的“模仿”（imitation）。但对技术创新扩散的大量研究，则是 20 世纪 50 年代后随技术创新研究而发展起来的。国外学者从理论研究方面、实证研究方面和应用研究方面分别对技术创新扩散进行了大量的研究，取得了丰硕成果。在理论研究方面，许多学者分别从经济学、企业行为、信息传播、市场渗透、空间转移、系统进化等角度，对技术创新扩散现象及其机制、规律、影响因素等进行了一系列的理论考察，得到了一大批具有启发意义的结论，并提出了许许多多各具特色的扩散模型；在实证研究方面，已有 3000 多个扩散案例；在应用研究方面，部分扩散模型已应用于具体扩散过程的预测、新技术市场占有率分析和初步的政策分析。

相比之下，国内有关技术创新扩散研究显得相当薄弱。这一方面表现在与国外同类研究的历史、规模和水平相比上，另一方面也表现在与国内有关技术创新（狭义）研究的规模和水平相比上。20 世纪 80 年代以前，国内对技术创新扩散了解甚少，直到 1987 年后，随着国外创新理论的引入和研究，国内一些学者和刊物才开始陆续研究和介绍国外技术创新扩散研究的最新成果。这期间，清华大学傅家骥等出版了《技术创新——中国企业发展之路》（傅家骥等，1992）一书，其中第三篇对技术创新扩散问题作了较为系统的整理，是国内第一本较为完整的权威文献。同时，清华大学傅家骥、姜彦福、雷家嘯、洪后其等，北京大学林毅夫等，中国科技促进发展研究中心贾蔚文、柳卸林等，国务院发展研究中心邓寿鹏等，浙江大学许庆瑞等，北京航空航天大学官建成等，华中理工大学蔡希贤、陈欣荣等，吉林工业大学蔡莉等，大连理工大学武春友等，西安交通大学汪应洛等，以及其他有关大学、科研院所和企事业单位的专家学者，纷纷进行了有关技术创新扩散理论、实证或应用的研究，有的还获得了国家自然科学基金、部委或省市科委的资助，取得了许多成果。特别是，大连理工大学武春友等，在国家自然科学基金和大连市委市政府支持下，出版了我国第一本《技术创新扩散》专著。但总的看来，国内有关技术创新扩散的研究还处于初级阶段。这一方面表现在国内有关技术创新扩散研究成果尚少；另一方面表现在结合我国的实际，探索我国信息不完全、市场不健全和机构不稳定等条件下的技术创新机制和规律，还有许多课题需要研究。

综观国内外研究成果，总的来看，技术创新扩散理论及模型的研究与应用规模还小，效果也不十分理想，特别是根据现有的扩散理论和模型，人们还不能在一个扩散过程开始之前或早期，在没有足够多的扩散历史数据可资利用的情况下，就能比较有效地预测未来的扩散结局和扩散道路，更不能理性地、策略地控制和优化扩散过程。这说明现有

的扩散理论,对扩散机制和规律的认识还不十分透彻,扩散模型并未全面准确地反映技术创新扩散内在的、本质的机理和规律。所以,无论是在本着认识和描述目的层次上,研究技术创新扩散的一般过程、特征、机制、规律和影响的因素,还是在本着操作和优化目的层次上,研究影响、改善和促进技术创新扩散过程的途径及政策措施,实现扩散过程在一定程度上的控制和优化,仍有许多研究工作等待人们去做。特别是在第二层次上,基本上还处于经验的、直觉的阶段,还没有形成系统化的理论,定量研究更是缺乏。即使对第一层次,虽然已经取得了大量的研究成果,但人们“并不觉得已经掌握了扩散机制”(Ausubel, 1991)。扩散模型中的这样或那样的假定,“牺牲”了技术创新扩散问题的复杂性和多样性。

造成这种情况的原因:一方面是技术创新扩散问题的复杂性,给人们认识和控制扩散过程带来了巨大困难。技术创新扩散过程涉及众多动态、不确定性因素,且系统内各因素之间、扩散系统与扩散环境之间存在着错综复杂的关联、相干、互动、反馈、自组织、演化等效应。本质上属于复杂的非线性系统。另一方面是以往的研究所采用的方法存在较大的局限性,不能充分包含、反映扩散中的各种非线性关系。例如,在宏观分析上,只考虑已采用企业总数或总体扩散率随时间的动态变化,而舍弃扩散的时间、空间统一性,企图用一个简单的时间过程方程来包罗复杂的扩散过程;在微观分析上,只考虑少数几个影响因素,试图用简化的因果关系模型来认识和描述事实上很复杂的企业采用行为;在扩散系统和扩散环境的关系上,要么假定扩散环境不变,要么假定扩散环境的变化只与外部因素有关,而与扩散系统的内生变化无关;在企业采用行为分析上,对不同潜在采用者及其采用行为的千差万别和联系,或者假定各潜在采用者具有完全的“理性”,或假定完全按自我的判断和最优化准则决策,舍弃他们的相互联系和制约,等等。这样处理的结果,虽使扩散模型很简洁,但难以如实反映扩散过程内在的、本质的机制和规律,难以满足对扩散过程进行预测、控制和优化的应用需要。

技术创新扩散过程是多因素相互关联的动态演进过程,客观上要求研究方法也必须是整体的、系统的、演进的,尽可能地包含各种非线性效应关系。因此,针对我国技术创新扩散研究的状况和强烈需求,借鉴国外已有的研究成果,运用新的概念和方法,开展技术创新扩散理论与系统演化模型的研究,就成为了本书研究的主要动机和目的。

近几年来,本书作者先后主持或参加了河北省自然科学基金课题“技术创新扩散理论与数学模型研究”、河北省教委科研专项计划项目“技术创新扩散系统演化模型研究”、河北省社科规划重点项目“技术创新扩散理论、模型及模式研究”、河北省普通高等学校博士基金项目“技术创新时空扩散系统演化模型与模式研究”和“随机性技术创新扩散模型与模式研究”等多项科研课题研究。同时,作者(兼任河北工业大学科技处处长、河北省科技厅发展计划处处长)在实际的科技管理工作中,体会到了技术创新成果推广的一些经验。因此,无论是从研究工作上,还是在实践工作中,作者都强烈地感到,将技术创新扩散问题作为专题进行深入的探讨,具有重要的理论意义和现实意义。

本书是对上述课题研究中有关创新扩散问题研究成果的一个总结,但更多的是以此为契机,在我的导师张世英教授的指导下,对技术创新扩散问题从新的角度所作的一个深入探讨。当然本书的工作仅是技术创新扩散研究中的一部分,还有许多课题有待于今后的进一步研究。



## 1.2 本书研究的基本观点与方法论

### 1.2.1 本书对技术创新扩散研究的基本观点

#### 1. 技术创新扩散研究的系统演化观

技术创新扩散过程是一类基本的技术、经济、社会过程，构成了一个复杂的技术经济系统，且是开放的、动态演变的，具有正反馈的动力学特征。该复杂系统由于技术创新的扩散使原来较低级的技术经济结构向较高级的技术经济结构进化过程中，涉及技术的、经济的、社会的、企业的、信息的、人文的等众多因素，且各因素之间相互关联、相互作用、相互影响，共同决定着扩散过程的时间-广义空间展开模式。

技术创新扩散系统的复杂性表现在其组成要素的多样性、异质性、不同局部的非均质性；组成要素及不同局部之间错综复杂的相互影响、相互作用；各要素及扩散环境的动态性、不确定性；具有理性的人的参与因素等。

以往的扩散研究大多都是从众多影响因素中抽取少数几个“主要”的因素进行分析，并以此解释扩散机制和规律，而把其他因素设定为不变的或外生变化的，与扩散过程的展开无关。由于对“主要”因素的判断和取法不尽相同，因此对扩散机制的解释就五花八门、莫衷一是。经常有这种情况，在某个分析中被当作次要的、无关紧要的一些因素，而在另一个分析中则可能被当作主要的解释变量。事实证明，这种分析方法通常只对特定条件下的少数扩散过程有效；一旦遇到新的扩散过程，特别是刚刚开始或是开始不久的扩散过程，及环境比较动荡、不确定性因素较多的扩散过程，我们就会陷入无所作为的境地。

问题的症结不在于按上述分析思想建立的各种扩散模型的孰优孰劣，而在于应该按什么样的研究思想来建立扩散模型，才能包容那些已经或尚未被抽取出来的“主要”因素，共同决定扩散过程，使扩散模型尽可能地反映扩散过程的真实性或本质的扩散规律。为此，本书将技术创新扩散系统视为一个复杂系统，引入进化理论和非线性、非平衡系统理论等现代科学的新概念、新方法，重新认识企业采用行为与状态演变，建立基于非线性、非平衡系统演化观的创新扩散系统演化模型，力图深化人们对技术创新扩散过程内在的、本质的机制和规律的认识。

#### 2. 扩散系统与扩散环境是互动演进的，集中体现在企业采用行为上

扩散环境即扩散过程赖以进行的场所和条件，它是处处不均质的，因而扩散系统内各个局部的发展是不均衡的，有的地区或部门扩散进展较快，有的地区或部门则进展相对较慢。进一步来说，扩散环境不是一成不变的。在整个扩散过程中，特定技术经济系统的结构、组成要素，整个经济、产业环境，与创新相关的技术环境等，都无时无刻不处在量变和质变之中。

扩散系统是开放的，与扩散环境有着物质、资金及信息等的交换。扩散环境的变化除一部分应由扩散过程以外的因素(即外生因素)来解释外，另一部分则与扩散过程有关，应由扩散过程的内生变化来解释。这就是说，在扩散系统与扩散环境之间存在着一