

城市体系与创新扩散效应的关系

——以长三角地区为例

仇 怡

摘 要 以中国长三角地区为例,分析了长三角城市体系的分布结构与等级特征,并使用县级及以上城市的相关数据,分析了城市体系的技术创新等级扩散效应。结果表明:长三角地区的城市体系具有等级分布特征,城市体系与创新扩散之间存在较强的空间关联性,且创新扩散呈等级扩散模式;城市创新流强度表现出显著的行政等级扩散特征,而对各省份自身而言,地级市之间的创新扩散主要受人口规模的影响。认为应按照城市体系优化创新布局,积极加快城市群发展,以促进城市间的技术创新扩散。

关键词 城市体系;创新扩散;长三角地区

中图分类号 F299.275 **文献标识码** A

一 引言

创新扩散是一种普遍存在的地理现象,也是实现技术进步、促进社会经济发展的基本途径。城镇化的过程是人类生产和生活活动在区域空间上不断集聚的过程,由于集聚效应、扩散效应和规模效应的共同作用,技术创新会在空间上不断扩散与溢出,从而使经济活动具有更高的经济效率,最终促进经济增长。技术创新对经济增长的作用可以通过创新的应用及扩散而实现^[1]。依照产品生命周期和梯度理论,创新产品自其研发到最后的标准化生产会经历几个阶段,且所获得的利润会逐渐减少,因此,创新就会从其创新源也就是高梯度地区,逐渐向低梯度地区扩散。在城市体系中,创新会由中心城市向

次级城市、小城镇逐步扩散,这种现象在城市群中尤为明显。《国家新型城镇化规划(2014-2020年)》提出,要优化城镇规模结构,增强中心城市辐射带动功能,促进大中小城市和小城镇协调发展。有鉴于此,本文将基于中国新型城镇化过程中城市体系的发展现状,探究典型城市群的创新扩散问题。

二 相关文献综述

关于创新扩散的研究是伴随着熊彼特创新理论中的“模仿”理论的兴起而产生的。20世纪20年代,创新扩散的研究在美国开始兴起,不仅使得研究创新扩散的范围变广,所涉及的研究内容也日趋丰富。到了20世纪50年代,在计量革命的影响下,创新扩散的研究在美国趋于定量化,并引入了影响扩

作者简介 仇 怡(1978—),女,湖南沅江人,湖南科技大学商学院教授,博士研究生导师,研究方向为开放经济、技术进步与区域创新。

基金项目 国家自然科学基金项目(71473078)。

收稿日期 2015-01-13

修回日期 2015-03-06

散的变量以建立各种扩散模型。曼斯菲尔德 (Mansfield) 是较早研究技术创新扩散的学者之一,他构建了著名的S型扩散模型,并开创了对扩散问题的宏观、定量分析^[2]。作为创新扩散研究的代表性人物,美国学者罗杰斯(Rogers)在其著名的《创新的扩散》一书中,通过搜集3000多个有关创新扩散的案例和总结前人的经验,考察了创新扩散的进程和各种影响因素,并提出了著名的创新扩散“S型曲线”理论^[3]。科勒曼(Coleman)提出了创新扩散的外部影响模型,但该模型由于没有人际交流的假设而显得过于苛刻,从而限制了模型的应用^[4]。巴斯(Bass)结合曼斯菲尔德和科勒曼等人的研究成果,提出了预测消费品扩散的巴斯模型^[5]。该模型尽管成功预测了某些创新的扩散,但在有些案例中却难以验证,因此谢里夫(Sharif)和卡比尔(Kabir)、马哈詹(Mahajan)和佩得森(Pedersen)、易伍德(Easingwood)等相继对巴斯模型进行了修正,由此产生了大量柔化的巴斯族模型^[6-8]。后来,佐藤大辅(Daisuke)提出了计算简便的离散巴斯模型,这样不仅能够简化参数估计,还能够提高模型的预测精度^[9]。除巴斯模型之外,基于采纳行为是一种策略行为的认识,其他学者还提出了不同的扩散模型,他们将采纳行为视为一个“刺激—反应”的过程,无论何时何地,只要创新给潜在采纳者的刺激达到临界反应水平,潜在采纳者就会主动接受创新,如戴维(David)的概率单位模型^[10],戴维斯(Davies)的包含多因素概率模型等^[11]。此外,莱茵葛兰(Reinganum)还首次将博弈论应用到技术创新扩散模型的研究中,为技术创新扩散研究开拓了一条新的道路^[12]。

随着创新扩散研究领域的逐渐拓展,部分学者开始从区域经济或地理空间的视角来关注城市体系创新扩散问题。最早对技术创新空间扩散过程进行研究的是瑞典学者哈格斯特朗(Hägerstrand),他发现不同的技术创新扩散过程存在空间距离变化上的相似性,距离创新源越近则扩散活动越活跃,并据此提出了技术创新扩散的四阶段模型^[13]。哈格斯特朗还认为信息流动和采用阻力的空间特征决定了创新扩散的空间模式,并得出空间扩散具有近邻效应和等级效应等^[14]。在此基础上,莫里尔(Morrill)基于城市中心向外扩散的近邻效应提出了以城市为中心向周边地区波浪式扩散的空间模式,而汉德生(Hudson)和佩得森(Pedersen)则基于等级效应和近邻效应的混合作用建立了数学模型并加以说

明^[15-17]。

城市的空间扩散主要是指创新扩散受近邻、等级、轴向、阶段性等效应的影响,技术在空间上主要以两种方式进行扩散,即以那温特(Narwent)、莫里尔(Morrill)为代表的扩展扩散和以卡斯蒂(Casetti)、佩得森(Pedersen)、理查森(Rihardson)为代表的等级扩散。扩展扩散即技术创新是由一个中心向其腹地扩散,先扩散到邻近区域,再逐渐向更远的区域扩散,在空间上表现出连续性,且严格遵循距离衰减规律,这种类型主要受距离因素影响,邻近效应明显;而等级扩散则是指技术创新并非在均质的空间里扩散,而是循着一定的等级序列顺序扩散,一般往往先向同级规模的城市扩散,然后向次级规模的城市扩散。此外,还有一种位移扩散方式,主要是由移民或其它形式的人口流动引起^[18],具体表现为扩散接受者随时间推移而产生非均衡的位移。

国内关于创新扩散的研究首推傅家骥等出版的《技术创新——中国企业发展之路》,该书对技术创新扩散问题进行了较为系统的阐述,是国内该领域第一部较为成熟的著作^[19]。之后很多学者从不同的视角开展研究,具有代表性的有常向阳等对创新扩散理论的研究,武春友等对创新扩散模式的研究,段茂盛等对技术创新扩散模型的研究,赵克杰等对技术创新扩散效应测度与强度评价的研究,以及吴刚等对创新扩散影响因素的研究等^[20-24]。国内关于创新扩散与城市体系的研究较少,具有代表性的学者有徐雪琪等,他们分别以京津冀、长三角、清华科技园等为例,分析了城市体系的创新扩散问题^[25-28]。

综上,目前研究城市体系与创新扩散联系的文献不多,尤其是国内的研究更少。本文将对中国长三角地区为例,在分析长三角城市体系分布结构与等级特征的基础上,使用县级及以上城市的相关数据,对长三角地区城市体系的创新扩散效应进行经验研究。

三 长三角城市体系的分布结构与等级特征

根据中国科学院地理科学与资源研究所发布的《2010中国城市群发展报告》,中国正在形成的23个城市群开始呈现为“15+8”的空间结构格局。虽然目前关于城市群的数量仍有一定的争论,但以上海市为中心的长三角城市群,无论是从城市密集度、

中心城市数、社会经济联系度还是从交通网络、总体人口规模、经济聚集度来看,都具备了向世界城市群发展的基本条件,并已成为中国经济发展速度最快、经济总量规模最大的区域之一。2010 年 5 月,国务院正式批准实施《长江三角洲地区区域规划》,明确了长江三角洲地区发展的战略定位和未来建设目标。据此,本文选择长三角城市体系作为中国典型城市群代表,对城市体系与创新扩散的关系进行具体的分析。

1. 长三角城市体系的分布结构

长江三角洲地区以上海为中心,以南京、杭州为副中心,其城市群包括:上海,江苏省的南京、苏州、无锡、徐州、常州、镇江、扬州、南通、泰州、淮安、盐

城、连云港、宿迁,浙江省的杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴、台州、金华、温州、丽水、衢州、舟山,安徽省的合肥、滁州、马鞍山、芜湖、淮南等,并以沪杭、沪宁高速公路以及多条铁路为纽带,形成了一个有机整体。通过从空间角度分析可知,整个长江三角洲城市群呈横“W”型,上海位于两个“V”的交汇处,江苏省下辖的城市位于北翼,浙江省下辖的城市位于南翼,且北翼的城市多于南翼。在行政级别方面,长江三角洲包含上海、杭州、南京、合肥、宁波以及 25 个地级市,共计 30 个大中城市。除此之外,长三角城市体系中还有地级及以上城市下辖的县级城市共 50 个,具体分布情况见表 1。

表 1 长三角地区县级及以上城市分布情况

省级单位	副省级/省会市	地级市	下辖的县级城市
上海市 江苏省	南京市	无锡市 徐州市 常州市 苏州市 南通市 连云港市 淮安市 盐城市 扬州市 镇江市 泰州市 宿迁市	江阴、宜兴 新沂、邳州 溧阳、金坛 常熟、张家港、昆山、吴江、太仓 启东、如皋、海门 东台、大丰 仪征、高邮、江都 丹阳、扬中、句容 兴化、泰兴、靖江、姜堰
浙江省	杭州市 宁波市	温州市 嘉兴市 湖州市 绍兴市 金华市 衢州市 舟山市 台州市 丽水市	建德、临安、富阳 余姚、慈溪、奉化 瑞安、乐清 海宁、平湖、桐乡 诸暨、上虞、嵊州 兰溪、义乌、东阳、永康 江山 临海、温岭 龙泉
安徽省	合肥市	芜湖市 淮南市 马鞍山市 滁州市	天长、明光

数据来源 《中国城市统计年鉴》(2010 年)。

2. 长三角城市体系的等级特征

由于县级及以上城市有关创新活动的相关指标数据难以完整收集,且我国最近只在 2010 年进行了全国科学研究与试验发展资源清查,因此,本文暂使

用相对较全的 2009 年各级城市的相关数据。长三角城市体系拥有包括直辖市、副省级市、地级市、县级市和建制镇等在内的全部城市行政区划主体,城镇等级较为完善,在数量构成上也呈金字塔式分布。

长三角地区的城镇分布密度高,现有地级以上城市 30 个、县级市 50 个、小城镇约 1400 个。按照 2014 年 11 月国务院颁布的最新城市规模划分标准,长三角地区的人口分布也比较密集,在 80 个县级及以上城市中,2009 年城区人口在 1000 万人以上的超大城市有 1 个,即上海,其城区人口规模已超过 1900 万,位居全国城市城区人口规模首位。除此之外,没

有人口规模在 500 万人 - 1000 万人的特大城市。而大城市中,人口规模在 300 万人 - 500 万人的 I 型城市有 1 个,即南京,100 万人 - 300 万人的 II 型城市有 11 个,50 万人 - 100 万人的中等城市有 11 个。小城市中,人口规模在 20 万人 - 50 万人的 I 型城市有 32 个,人口规模在 20 万人以下的 II 型城市有 24 个(表 2)。

表 2 长三角地区县级及以上城市规模等级分布

城市类型	人口规模	城市数	城市名称
超大城市	1000 万人以上	1	上海
特大城市	500 万人 - 1000 万人	0	
大城市	I 型 300 万人 - 500 万人	1	南京
	II 型 100 万人 - 300 万人	11	杭州、苏州、无锡、合肥、宁波、徐州、常州、淮安、温州、淮南、芜湖
中等城市	50 万人 - 100 万人	11	台州、南通、镇江、扬州、连云港、盐城、泰州、湖州、绍兴、义乌、马鞍山
小城市	I 型 20 万人 - 50 万人	32	金华、宿迁、舟山、常熟、张家港、余姚、嘉兴、慈溪、乐清、邳州、宜兴、昆山、江阴、滁州、东阳、吴江、衢州、临海、天长、丹阳、江都、新沂、瑞安、泰兴、奉化、温岭、兰溪、东台、嵊州、诸暨、富阳、上虞
	II 型 20 万人以下	24	仪征、如皋、海门、高邮、靖江、太仓、溧阳、永康、姜堰、兴化、金坛、桐乡、海宁、大丰、丽水、启东、临安、明光、句容、江山、建德、平湖、扬中、龙泉

数据来源 《中国城市建设统计年鉴》(2009 年)。

四 长三角城市体系技术创新等级扩散的经验研究

1. 理论基础与模型设定

在城市体系的发展过程中,创新扩散是新技术传递的重要渠道。由于不同规模的城市凝聚着不同程度的物质资源与人力资本,其技术创新能力也各不一样。已有数据表明,中国的大、中、小城市之间创新能力差异明显,在创新分工方面也各有侧重,因而地区间的创新扩散对于中小城市的技术进步更为重要。技术创新扩散是一种空间的传播和转移过程,而且这一过程是在扩散的环境因素作用下进行的。根据康凯的观点,创新扩散的空间效应分为近邻效应、等级效应、轴向效应和集聚效应^[29]。作为技术创新扩散的主要形式之一,等级扩散是技术创新在非均质的空间里的扩散,即先从创新源地向其他较大的中心城市扩散,随着时间推移,再扩散到次一级的城市。如前所述,以上海为中心的长三角城市群不仅在经济增长、人口密度、要素集聚等方面优势明显,更为重要的是拥有较为显著的城市体系等级特征,这一方面不仅体现在城市体系的行政等级分布上,同时也体现在以人口规模为划分标准的城市规模等级方面。因此,本文使用县级及以上城市

的相关数据,对长三角城市体系中城市规模等级与创新能力的关系进行实证分析。

根据创新扩散的相关模型可知,城市间的创新扩散是城市之间的一种功能联系方式,表现为流的运动。程开明借用城市流强度模型检验了创新扩散与城市规模等级之间的关联性^[26],本文参考该模型对长三角地区城市体系创新扩散开展经验进行分析。城市创新扩散强度模型为:

$$F = N \cdot E \quad (1)$$

式(1)中, F 表示城市创新扩散强度, N 表示城市技术创新功能, E 表示城市外向功能量。考虑到指标选取的代表性及可行性,本文选择城市从业人员作为城市功能量指标。 E 取决于某一部门从业人员的区位商 Lq , Lq_{ij} 即表示 i 城市 j 部门从业人员的区位商,如下所示:

$$Lq_{ij} = \frac{G_{ij}/G_i}{G_j/G} \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

式(2)中, G_{ij} 、 G_i 、 G_j 、 G 分别表示 i 城市 j 部门的从业人员数、 i 城市从业人员数、全国 j 部门从业人员数和全国总从业人员数。当 $Lq_{ij} > 1$ 时,表明 i 城市 j 部门具有外向功能量,即 $E_{ij} = G_{ij} - G_i \cdot \frac{G_j}{G}$;当 $Lq_{ij} < 1$ 时,则表明 i 城市 j 部门不具有外向功能量,

即 $E_{ij} = 0$ 。i 城市总的外向功能量 $E_i = \sum_j E_{ij}$ ，i 城市的技术创新功能 N_i 用各市的专利授权量表示，从而得出 i 城市的创新流强度：

$$F_i = N_i \cdot E_i \quad (3)$$

2. 数据说明与结果分析

下面选取长三角地区县级及以上城市的相关数据进行创新流强度计算并排序。这里从业人员数据

选取的是第二、第三产业从业人员数，由于暂无法获得天长和明光（均属安徽省）两个县级市的相关数据，因此，本文只对 2009 年 78 个县级及以上城市的专利授权量指标展开研究，并对这些城市的创新流强度进行排序（表 3）。这 78 个城市专利授予量的数据来源于各省市知识产权局，从业人员数的数据来源于《中国城市建设统计年鉴》。

表 3 长三角地区 78 个县级及以上城市创新流强度与规模等级情况

城市	上海	苏州	杭州	宁波	绍兴	无锡	南通	温州	南京	台州
强度等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
规模等级	1	4	3	7	23	5	15	11	2	14
行政等级	直辖市	地级	省会	副省级	地级	地级	地级	地级	省会	地级
城市	嘉兴	常州	金华	吴江	湖州	扬州	镇江	昆山	张家港	泰州
强度等级	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
规模等级	31	9	25	40	21	17	16	36	29	20
行政等级	地级	地级	地级	县级	地级	地级	地级	县级	县级	地级
城市	合肥	徐州	慈溪	常熟	江阴	芜湖	诸暨	太仓	义乌	余姚
强度等级	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
规模等级	6	8	32	28	37	13	53	61	22	30
行政等级	省会	地级	县级	县级	县级	地级	县级	县级	县级	县级
城市	上虞	淮安	盐城	乐清	海宁	永康	如皋	温岭	瑞安	桐乡
强度等级	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
规模等级	55	10	19	33	68	63	57	49	46	67
行政等级	县级	地级	地级	县级	县级	县级	县级	县级	县级	县级
城市	海门	平湖	宜兴	连云港	丹阳	嵊州	启东	临海	富阳	宿迁
强度等级	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
规模等级	58	76	35	18	43	52	71	42	54	26
行政等级	县级	县级	县级	地级	县级	县级	县级	县级	县级	地级
城市	东阳	临安	淮南	奉化	靖江	溧阳	姜堰	泰兴	江都	仪征
强度等级	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
规模等级	39	72	12	48	60	62	64	47	44	56
行政等级	县级	县级	地级	县级	县级	县级	县级	县级	县级	县级
城市	扬中	舟山	句容	高邮	金坛	马鞍山	兰溪	邳州	衢州	建德
强度等级	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
规模等级	77	27	73	59	66	24	50	34	41	75
行政等级	县级	地级	县级	县级	县级	地级	县级	县级	地级	县级
城市	东台	大丰	新沂	江山	兴化	龙泉	滁州	丽水		
强度等级	71	72	73	74	75	76	77	78		
规模等级	51	69	45	74	65	78	38	70		
行政等级	县级	县级	县级	县级	县级	县级	地级	地级		

注：城市的规模等级排序按《中国城市建设统计年鉴》（2009 年）的城区人口标准计算。

表 3 显示了我国长三角地区县级及以上城市创新流强度排名、城区人口规模排名及各市的行政等级情况。首先，从前 20 位城市的创新流强度来看，上海、杭州、宁波、南京属于副省级及以上城市，且除南京外，其余三市均位列前五。上海无论是创新扩散还是城区人口规模均位列长三角地区之首，是该地区创新扩散的中心城市。南京与杭州的行政等级高且城市规模较大，城区人口规模分别位列第二和

第三。从地理位置上来看，上海、杭州与南京呈三角分布。吴江、昆山、张家港是前 20 个城市中仅有的 3 个县级市，该三市均从属于地级城市——苏州。苏州的城市创新流强度排名第二，与长三角创新中心上海接壤；吴江和昆山均与苏州市区毗邻；张家港则与苏州和无锡相邻，且与位列第七的南通隔江而望。值得注意的是，吴江虽为县级市，但其 2009 年专利授权量达 15851 件，位列长三角地区第三位，这

与其自2003年以来就实施知识产权战略有密切关联。综上所述,在长三角城市群创新流强度排名前20位的城市中,副省级及以上城市与副省级以下城市之间存在等级扩散,其中苏州与吴江、昆山、张家港三个县级市之间具有明显的行政等级扩散特征。此外,城市之间的创新扩散与空间位置因素也联系密切。

其次,城市创新流强度排名在后28位的城市多为县级市,其中有6个地级市,即淮南、舟山、马鞍山、衢州、滁州以及丽水。淮南、马鞍山与滁州属于安徽省,安徽省的创新能力相对薄弱,且进入长三角城市群的时间较短,各方面发展相对缓慢。从人口规模排序来看,这三市分别排在第12、24及38位,省内地级市之间城区人口规模的创新等级扩散效应较为显著。浙江省的舟山、衢州与丽水也存在类似的技术创新等级扩散。舟山的城区人口在2009年达到了40.33万,但其专利授予却仅有257项,创新产出效率低下。江苏省的地级市排名均在后28位之外,但该28个城市中有15个县级市均隶属于江苏省,这些县级市的城区人口规模大多较小。最后,排名中间部分的30个城市,也以县级城市为主,另有1个省会城市和6个地级城市。合肥虽然城区人口规模较大,但受限于历史经济与科技发展水平,其创新流强度在长三角地区相对较弱。芜湖是安徽省的地级市,与省会城市合肥存在行政等级与城市规模等级的创新扩散。此外还有5个地级市均在江苏省,其城区人口规模对创新扩散的影响也较为显著。

总体来看,城市创新流强度在长三角地区表现出比较显著的行政等级扩散特征,具体表现为从直辖市扩散至省会及副省级城市,再到地级市,最后到县级市。此外,就各省份自身情况而言,地级市之间的创新扩散主要受城市人口规模的影响,省内地级市按城市人口规模等级的创新扩散大体呈现出由大到小的特征。

五 结论与建议

本文以长三角城市体系为代表,对城市体系的技术创新等级扩散效应进行了研究。结果表明:长三角地区的城市体系具有等级分布特征,城市体系与创新扩散之间存在较强的空间关联性,且创新扩散呈等级扩散模式。城市体系的规模等级分布越明显,区域内大中小城市的空间层次越清晰,城市群的等级特征越显著,创新扩散就越易于完成。城市在

城市体系中由于功能、等级的差异形成了城市间的位势差,因而形成了创新扩散的空间梯度,并促进创新沿梯度逐步扩散,最终促进了城市群整体创新能力的提高。可见,完善的城市体系有助于技术创新及扩散,科学发展城市群是促进技术创新有效扩散、提高区域创新能力的重要途径。应积极加快城市群发展,按照城市体系优化创新布局,促进城市间的技术创新扩散。这样既能减轻中心城市的人口压力,也有利于中心城市的创新外溢,以带动区域内中小城市和小城镇协同发展。具体对策建议可以表述为以下几方面。

首先,政府应充分考虑空间距离、经济联系、人口规模、行政等级与职能分工等因素,在此基础上科学规划中国的城市群规模和布局。通过制定相关政策,积极发展空间距离较近、经济联系密切、功能互补、等级有序的城市群,以在更大范围内实现资源的优化配置,增强中心城市的创新示范带动作用,从而全面提升城市群的创新水平。

第二,应建立城市群发展协调机制,提高中心城市的创新能力和功能等级,充分发挥大城市的集聚优势,提高其创新投入产出水平。加强城市群中各城市之间的研发合作,优化城市群中不同规模城镇的创新分工,全面提高城市群内部各城市自身的技术水平。

第三,加强城市体系中各城市之间的基础设施建设,如交通、信息网络等,为分享技术创新成果提供硬件支持,以加快城市体系的技术创新扩散。同时,改善城市体系中次级城市的创新接受条件,提高城市竞争力,为促进技术创新顺利扩散提供有利条件。相对落后的城市应采取措施主动提高本地创新能力,如加大研发投入力度,拓宽资金来源渠道,提高本地人才素质等,以缩小其与发达城市的差距,为接收创新扩散提供智力与物力支持。

【Abstract】 This essay studies the distribution structure and hierarchy characteristics of the urban system of the Yangtze River Delta Area and analyzes their technological innovation diffusion effect by using the data about cities at County-level and above. The results show that the urban system of the Yangtze River Delta Area has hierarchical distribution characteristics. There is a strong spatial correlation between urban system and innovation diffusion and the innovation diffusion shows hierarchical diffusion model. The urban innovation flow strength shows significant administrative hierarchy diffusion characteristics, however the innovation diffusion among cities belong to the same a-

bove administrative level city is mainly affected by population size. Therefore, in order to carry out a new type of urbanization with Chinese characteristics, things need to be done to optimize innovation layout, accelerate the development of urban agglomeration and promote technological innovation diffusion among cities.

【Key words】 urban system; innovation diffusion; the Yangtze River Delta Area

参考文献

- [1] Lissoni F. and Metcalfe J. S. Diffusion of Innovation Ancient and Modern: A Review of the Main Themes. In Dodgson M. and Rothwell R. (eds). The Handbook of Industrial Innovation [M]. Edward Elgar ,Cheltenham ,1994: 106 - 141
- [2] Mansfield ,E. Technical Change and the Rate of Imitation [J]. *Econometrica* ,1961(4) : 741 - 766
- [3] Rogers ,E. M. Diffusion of Innovations [M]. The Free Press , 1962: 26 - 79
- [4] Coleman J. S. Medical Innovation: A Diffusion Study [M]. Bobbs - Merrill ,1966: 127 - 168
- [5] Bass F. M. A New Product Growth for Model Consumer Durables [J]. *Management Science* ,1969(5) : 215 - 227
- [6] Sharif M. N. and Kabir C. A. Generalized Model for Forecasting Technological Substitution[J]. *Technological Forecasting and Social Change* ,1976(8) : 353 - 364
- [7] Mahajan V. and Peterson R. A. Innovation Diffusion in a Dynamic Potential Adopter Population [J]. *Management Science* ,1978(5) : 1589 - 1597
- [8] Easingwood C. J. ,et al. A Nonsymmetric Responding Model for Forecasting Technological Substitution [J]. *Technological Forecasting and Social Change* ,1981(8) : 199 - 213
- [9] Daisuke S. A Discrete Bass Model and Its Parameter Estimation [J]. *Journal of the Operations Research Society of Japan* ,2001(1) : 1 - 18
- [10] David P. A. The Landscape and Machine: Technical Interchangeably ,Land Tenure and the Mechanization of the Harvest in Victorian Britain ,Technical Choice Innovation and Economic Growth [M]. Cambridge University Press ,1969: 22 - 73
- [11] Davies S. The Diffusion of process Innovation [M]. Cambridge University Press ,1979: 15 - 69
- [12] Reinganum J. F. Market Structure and the Diffusion of New Technology [J]. *The Bell Journal of Economics* ,1981(2) : 618 - 624
- [13] Hågerstrand ,T. The Propagation of Innovation Waves [M]. Royal University of Lund ,1952: 36 - 72
- [14] Hågerstrand ,T. Innovation Diffusion as a Spatial Process [M]. USA: University of Chicago Press ,1967: 27 - 65
- [15] Morrill R. L. Wave of Spatial Diffusion [J]. *Journal of Regional Science* ,1968(1) : 1 - 18
- [16] Hudson J. Diffusion in a Central Place System [J]. *Geographical Analysis* ,1969(1) : 45 - 58
- [17] Pedersen P. O. Innovation Diffusion within and between National Urban System [J]. *Geographical Analysis* ,1970(3) : 203 - 254
- [18] 陆大道. 区位论及区域研究方法 [M]. 科学出版社. 1988: 88 - 117
- [19] 傅家骥,姜彦福,雷家啸. 技术创新——中国企业发展之路 [M]. 企业管理出版社 ,1992: 169 - 263
- [20] 刘茂长,李柏洲. 技术创新扩散演化理论研究综述 [J]. *中国科技论坛* ,2012(5) : 68 - 73
- [21] 武春友. 技术创新扩散 [M]. 化学工业出版社 ,1997: 97 - 110
- [22] 陈国宏,王丽丽,蔡猷花. 基于 Bass 修正模型的产业集群技术创新扩散研究 [J]. *中国管理科学* ,2010(5) : 179 - 183
- [23] 周瑞敏. 高新技术产业技术创新扩散溢出效应测度与效果评价 [D]. 太原理工大学 ,2012: 39 - 84
- [24] 吴刚,郭斌. 技术系统内在特性对技术创新扩散行为的影响 [J]. *科学学研究* ,1996(3) : 41 - 46
- [25] 徐雪琪,程开明. 创新扩散与城市体系的空间关联机理及实证 [J]. *科研管理* ,2008(5) : 9 - 15
- [26] 程开明. 城市体系中创新扩散的空间特征研究 [J]. *科学学研究* ,2010(5) : 793 - 799
- [27] 吴小玉. 创新扩散理论与清华科技园空间扩散模式 [J]. *中国科技论坛* ,2010(5) : 9 - 12
- [28] 刘璇,刘军. 区域技术创新扩散强度与效应研究——以京津冀和长三角地区为例 [J]. *经济问题* ,2010(9) : 113 - 116
- [29] 康凯. 技术创新扩散理论与模型 [M]. 天津大学出版社 , 2004: 169 - 170

(责任编辑: 翁姗姗)