

绿色供应链管理创新扩散趋势研究

——基于中国省际面板数据

□ 刘 娜 周 敏

(上海工程技术大学 管理学院, 上海 20162)

[摘要] 以 31 个省的面板数据为样本,通过巴斯模型分析了我国绿色供应链管理创新扩散的趋势,研究表明:我国绿色供应链管理创新扩散成功,并主要依靠企业模仿创新;未来十年我国绿色供应链管理仍保持较快创新扩散速度;在绿色供应链管理的创新扩散速度和扩散数量上,广东省领先全国,总的来说东部地区要优于中部和西部地区。

[关键词] 绿色供应链管理;创新扩散;巴斯模型;环境管理体系认证

[中图分类号]F272 [文献标识码]A [文章编号]1003-1154(2018)04-0037-04

一、引 言

传统供应链消耗了大量的能源与资源,排放出众多的污染废弃物,对环境造成了严重的负面影响。而社会大众的环保意识却是在日益增强的,并且各国政府也越来越重视绿色发展,还颁布了大量环境保护的法律法规,对企业来说如何保证可持续发展已经成为他们必须完成的命题。正因为政府、公众和企业的多方关注,绿色供应链管理的理念得到了推行。绿色供应链强调从原材料的购买到产品的设计、生产、销售、回收或废弃处理整个供应链过程的绿色化^[1],它以可持续发展为目标,引入各项绿色举措来提高供应链效率、降低其污染排放,是一种创新型的供应链管理新模式。绿色供应链管理也不仅仅是注重单个企业的绿色化发展,它更强调供应链上的核心企业,如制造企业和其上游的原料零件供应商、下游的产品批发零售商之间的合作共赢,共同追求经济效益和环境效益的最大化,实现整条供应链的可持续发展^[2-3]。因此,绿色供应链管理创新扩散的研究具有重要的理论价值和实践价值。目前已有大量学者分别对绿色供应链管理和技术创新扩散进行了研究,但针对绿色供应链管理创新扩散的研究文献还比较少。

创新扩散主要是研究新产品、新技术或者新成果扩散的过程^[4]。Rogers^[5]认为创新扩散是创新成果随着时间的推移在社会系统中传播扩散的过程。王

莹^[6]从生态产业链的视角论证了实施环境政策能加快绿色技术的扩散。刘江婷^[7]基于巴斯模型对日本企业绿色供应链管理的创新扩散情况进行了分析。Hazen 等^[8]运用统计学中的方差分析研究发现,绿色供应链的实践和企业核心竞争力的提升不存在必然的正相关关系,因此会对绿色供应链扩散产生负面影响。田一辉^[9]通过分析绿色供应链管理的演化博弈模型,发现政府对绿色供应链管理的实施企业进行补贴可以促进其继续扩散。Bekzod^[10]构建了绿色供应链管理的动态决策模型,研究表明供应链上下游企业和社会压力将加快绿色供应链管理的扩散。

通过以上文献分析发现,以前学者的研究大多集中于绿色供应链管理创新扩散的模型构建和内外部影响因素分析,本文则采用了我国 31 个省市区(除港澳台)的面板数据来对各省绿色供应链管理创新扩散趋势进行实证分析。

二、模型构建和数据来源

(一)模型构建

美国学者巴斯^[11]提出的 Bass 扩散模型被广泛应用于新产品、新技术的扩散预测,该模型也适用于新思想、新方法的扩散研究。

基于 Bass 模型的假设,本文设定以下绿色供应链管理创新扩散的假设条件:

假设 1:绿色供应链管理的创新扩散独立于其他

[基金项目] 国家社会科学基金项目(17CTQ039);教育部人文社科青年基金项目(17YJC630234);上海高校教师国内访学进修计划(A4-0100-17-002227)。

创新。

假设 2: 社会系统的地域界限不随创新扩散过程而发生变化。

假设 3: 绿色供应链管理创新扩散过程不受供给约束。

假设 4: 创新扩散只表现为实施或不实施绿色供应链管理。

假设 5: 所有企业是没有差异的。

假设 6: 在扩散期内, 实施绿色供应链管理的企业间的沟通对扩散的影响恒定。

根据基础 Bass 模型并借鉴刘江婷^[7]的研究, 绿色供应链管理创新扩散的模型表达式为:

$$y(t) = \frac{dY(t)}{dt} = (a + b \frac{Y(t)}{m})(m - Y(t)) \quad (1)$$

式(1)变换可得:

$$Y(t) = m \times \frac{1 - e^{-(a+b)t}}{1 + \frac{b}{a}e^{-(a+b)t}} \quad (2)$$

$$y(t) = m \times \frac{(a+b)^2}{a} \times \frac{e^{-(a+b)t}}{(\frac{b}{a}e^{-(a+b)t} + 1)^2} \quad (3)$$

其中, $Y(t)$ 代表 t 时绿色供应链管理创新扩散的累计企业数量, $y(t)$ 代表 t 时绿色供应链管理创新扩散的新增企业数量。 m 代表创新扩散市场的最大潜力值, 限指第一次采用绿色供应链管理的企业。 a 代表创新系数, 主要包括新技术新方法的特征、领导者和员工的环保意愿、环保成本等方面的影响, a 越大代表企业越可能采用自主创新; b 代表模仿系数, 主要包括政策经济环境、供应链合作伙伴间的压力、企业间的交流等方面的影响, b 越大代表企业越可能采用模仿创新。

(二) 数据来源

本文的数据来源于《中国统计年鉴》、中国合格评定国家认可委员会的认证年报、国家工商总局和国家统计局。考虑到台湾、香港及澳门地区部分数据的缺失, 本文采用 2004—2017 年我国 31 个省(市、区)通过环境管理体系(ISO14001)认证数作为样本数据。ISO14001 标准由国际标准化组织颁布, 该标准全面评估了企业从运营、产品和服务等各方面对环境的影响情况, 是企业实施绿色供应链管理的有效衡量指标。因此本文通过环境管理体系认证的企业数来分析绿色供应链管理的创新扩散现状及趋势是可行的。

三、实证分析

(一) 计量软件的选取及参数估计

常用于模型参数估计的计量软件包括 SPSS、Eviews、Matlab 等, 考虑到数据的处理量和操作的便

捷性, 本文对比 Eviews 和 Matlab 的拟合效果来选取合适的计量软件。用 eviews 和 Matlab 进行模型参数估计, 其结果如表 1 所示。在 Eviews 计算结果中, 可决系数 R^2 仅为 0.682, 远低于 Matlab 的 0.994, 拟合度显然是 Matlab 更优, 因此本文采用 Matlab 软件。Matlab 的拟合效果如图 1 所示, 拟合度较好。

表 1 中 Matlab 的计算数据显示创新系数 a 为 0.002 2, 远低于模仿系数 b 的 0.059 9, 可见我国绿色供应链管理的创新扩散更多依靠模仿创新, 自主创新程度较低, 此时创新扩散曲线呈 S 型态势, 表示创新扩散成功^[12]。模型计算出我国绿色供应链管理创新扩散的最大潜力数为 2 333 000 家, 对比国家工商总局公布的 2017 年我国企业数为 30 337 000 家, 占比仅为 8%, 可见我国企业实施绿色供应链管理的普及度较低。企业要实施清洁生产、节能减排必然需要投入大量的资金, 无利益驱动下的企业缺乏绿色创新的主动性。因此我国绿色供应链管理还需要政府加强政策引导、市场引入更完善的碳交易机制等多手段多渠道来配合推行。

表 1 模型参数估计结果对比

	Eviews	Matlab
最大潜力 m	568 719	2 333 000
创新系数 a	0.004 8	0.002 2
模仿系数 b	0.113 3	0.059 9
可决系数 R^2	0.682	0.994

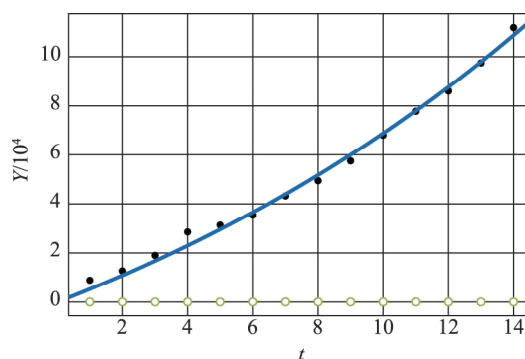


图 1 Matlab 拟合效果图

(二) 预测分析

1. 全国预测

为了检验模型的预测效果, 本文先对 2004—2017 年的拟合数据和真实数据进行对比。通过软件计算出 2004—2017 年通过环境管理体系认证的企业数, 如表 2 所示。在拟合起始的 2004 年, 拟合误差率高达 40.7%, 随着数据量的增多拟合误差在逐步缩小。至 2008 年到 2017 年期间, 拟合误差基本控制在 5% 以内, 并且最低误差率达到 0.4%, 证明模型拟合效果较好, 可以用于预测。

表2 拟合效果误差

时间	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
t 值	1	2	3	4	5	6	7
真实值	8 862	12 683	18 979	28 536	31 341	35 416	43 247
拟合值	5 259	10 830	16 727	22 970	29 576	36 564	43 953
误差	-40.7%	-14.6%	-11.9%	-19.5%	-5.6%	3.2%	1.6%
时间	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
t 值	8	9	10	11	12	13	14
真实值	49 456	57 512	67 976	77 758	86 009	97 469	111 782
拟合值	51 763	60 015	68 731	77 932	87 640	97 879	108 672
误差	4.7%	4.4%	1.1%	0.2%	1.9%	0.4%	-2.8%

本文用以上模型对未来十年即 2018 年到 2027 年,全国通过环境管理体系认证的企业数量进行预测,预测结果如表 3 所示。通过表 3 数据显示,未来十年我国通过环境管理体系认证的企业数仍然保持较快的增长速度,表明绿色供应链管理逐步受到更多企业的重视,其创新扩散速度较快。

表3 2018—2027 年全国通过环境管理体系认证企业数的预测值

时间	2018	2019	2020	2021	2022
t 值	15	16	17	18	19
预测值	120 042	132 014	144 611	157 857	171 777
时间	2023	2024	2025	2026	2027
t 值	20	21	22	23	24
预测值	186 395	201 733	217 815	234 663	252 298

2. 省际预测

为了更好地对比分析我国不同地区绿色供应链管理的创新扩散趋势,本文通过国家统计局划分的东部、中部和西部地区来分区域分析。

如表 4 所示,通过以上模型计算出我国 30 个省(市、区)的可决系数 R^2 都在 0.9 以上,表示模型具有较高的拟合度,只有西藏的可决系数略低,为 0.875,但仍然保持较好的拟合度。全国绝大部分省市区的创新系数 a 都远低于模仿系数 b ,表明我国各省企业绿色供应链管理的创新扩散都以模仿创新为主,受政策环境、供应链合作伙伴的影响较大。全国创新扩散最大潜力数排前列的省市为北京、广东、河北,这和地区经济发展情况也较为一致。

如图 2~4 所示,未来十年绿色供应链管理创新扩散速度较快的东部地区有广东、河北、江苏、辽宁,中部地区有江西、河南、湖南,西部地区有陕西、四川、云南。在本文统计的 31 个省市中,广东无论是在扩散速度还是在通过认证的企业数量方面都处于绝对领先地位。广东作为我国的经济强省,在创新创业方面一直走在全国的前列,对于新事物的接受及传播速度遥遥领先,这使得广东企业能够更快地接受和扩散具有可持续发展特征的绿色供应链管理新模式。扩散速度较慢且通过环境认证企业数量较低的地区有海

南、青海和西藏,他们在未来十年几乎停止了创新扩散,这和地区经济发展水平也是密切相关的。

表4 我国 31 个省(市、区)的参数估计

		a	b	m	R -square
东部	北京	0.001 3	0.034 3	389 900	0.982
	天津	0.002 8	0.089 9	33 590	0.989
	河北	0.000 7	0.135 2	182 500	0.979
	辽宁	0.002 1	0.109 5	71 400	0.975
	上海	0.050 6	0.060 1	6 461	0.987
	江苏	0.037 4	0.070 5	21 270	0.996
	浙江	0.031 9	0.053 1	27 250	0.991
	福建	0.025 7	0.024 6	9 649	0.986
	山东	0.005 1	0.073 1	70 090	0.987
	广东	0.002 1	0.046 4	300 100	0.984
中部	海南	0.012 5	0.120 2	968	0.990
	山西	0.002 2	0.098 3	26 360	0.975
	吉林	0.009 6	0.103 7	4 967	0.915
	黑龙江	0.001 2	0.060 2	64 140	0.967
	安徽	0.020 7	0.171 5	5 083	0.996
	江西	0.008 9	0.222 8	3 912	0.995
	河南	0.004 6	0.131 8	25 210	0.998
	湖北	0.002 7	0.139 0	37 240	0.992
	湖南	0.003 7	0.113 9	21 700	0.996
	重庆	0.010 3	0.260 7	3 352	0.996
西部	四川	0.005 9	0.115 4	25 900	0.997
	贵州	0.000 4	0.149 7	62 040	0.980
	云南	0.000 6	0.152 6	57 270	0.998
	西藏	0.000 2	0.131 0	20 360	0.875
	陕西	0.001 7	0.165 9	32 400	0.991
	甘肃	0.002 6	0.154 4	8 630	0.976
	青海	0.002 0	0.554 7	348	0.981
	宁夏	0.007 8	0.228 9	1 672	0.993
	新疆	0.001 3	0.149 2	19 830	0.974
	内蒙古	0.001 6	0.125 8	19 670	0.980
	广西	0.004 5	0.120 8	8 517	0.994

结果表明,全国各省市绿色供应链管理的扩散速度存在较大差异,但总的来说东部地区的创新扩散速度要优于中部、西部地区。从创新扩散的数量上来看,预计至 2027 年,通过环境管理认证的企业数未达到 4 000 家的省市,东部地区仅有海南 1 省,中部地区

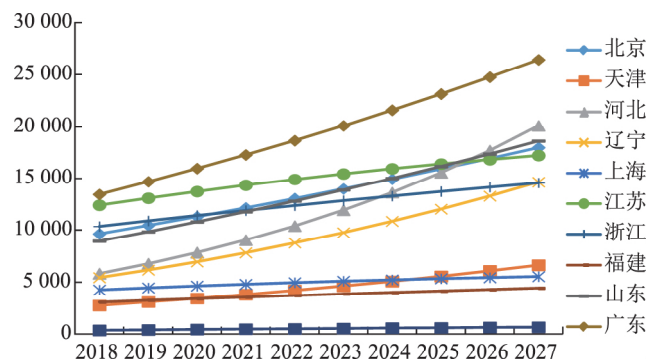


图2 2018—2027 年东部各省环境管理体系认证预测走势图

有吉林、江西等 3 省,西部地区有青海、西藏等 7 省。

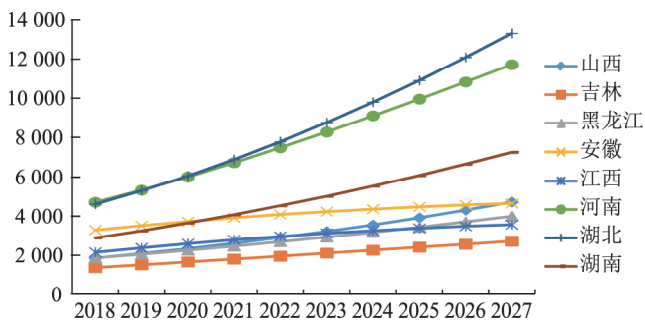


图 3 2018—2027 年中部各省环境管理体系认证预测走势图

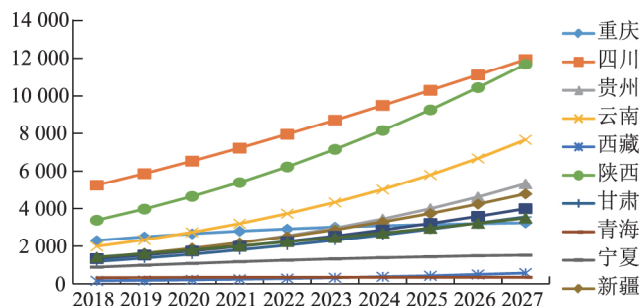


图 4 2018—2027 年西部各省环境管理体系认证预测走势图

四、结 论

本文运用 31 个省的面板数据分析了我国绿色供应链管理创新扩散的趋势,通过实证分析得到以下结论:(1)我国总体及各省的创新系数 a 都远低于模仿系数 b ,表明我国绿色供应链管理创新扩散成功。并主要依靠企业模仿创新;(2)未来十年我国绿色供应链管理仍保持较快创新扩散速度,绿色理念受到更多企业的重视;(3)在绿色供应链管理的创新扩散速度和扩散数量上,广东省领先全国,总的来说东部地区要优于中部和西部地区。

根据上述结论,本文提出以下建议:第一,充分发挥政府的引导监督作用。一方面,政府可以通过征收环境税、给予绿色企业补贴、加大环保企业税收返还等市场手段来引导企业主动实施绿色供应链管理^[13-15]。另一方面,政府还可以通过完善环保法律法规、设置排污标准等行政手段监督企业绿色化发展。第二,加强供应链合作伙伴间的绿色激励。在市场经济中,来自于供应链合作伙伴的绿色要求更容易获得企业的主动认同^[16]。下游顾客、零售商对绿色产品的要求,可以激励企业生产绿色产品、提供绿色服务。第三,注重绿色先进地区成功经验的总结和学习。可以选取广东、江苏等绿色先进地区,总结其可复制可推广的成功经验,向中西部地区大力推行,以东带西,促进全国绿色发展。□

[参考文献]

- [1] Walker H, Di Sisto L, Mcbain D. Drivers and Barriers to Environmental Supply Chain Management Practices: Lessons from the Public and Private Sectors [J]. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2008, 1(14):69-85.
- [2] Davis J, Hochman S. The Greening of the Supply Chain [J]. *Supply Chain Management Review*, 2007, 5(11):13-14.
- [3] Zhu Q, Sarkis J, Cordeiro J J, et al. Firm-level Correlates of Emergent Green Supply Chain Management Practices in the Chinese Context [J]. *Omega*, 2008, 36(04):577-591.
- [4] Russell T. Comments on the Relationship between Diffusion Rates, Experience Curves and Demand Elasticities for Consumer Durable Technological Innovations [J]. *Journal of Business*, 1980, 53(03):69-73.
- [5] Rogers E M. *Diffusion of Innovation* (4th Edition). New York: Product Growth Models [M]. The Free Press, 2002.
- [6] 王莹. 基于生态产业链的绿色技术创新扩散机制分析[D]. 沈阳:东北大学, 2008.
- [7] 刘江婷. 制造企业绿色供应链管理创新扩散模型研究[D]. 大连:大连理工大学, 2009.
- [8] Hazen B T, Cegielski C, Hanna J B. Diffusion of Green Supply Chain Management Examining Perceived Quality of Green Reverse Logistics [J]. *International Journal of Logistics Management*, 2011, 22(03):373-389.
- [9] 田一辉. 绿色供应链管理扩散模型研究[D]. 大连:大连理工大学, 2013.
- [10] Bekzod Bakhodirov. 基于创新扩散机制的绿色供应链管理研究[D]. 成都:西南交通大学, 2015.
- [11] Bass F MA. New Product Growth Model for Consumer Durables [J]. *Management Science*, 1969, 15(05):215-227.
- [12] 段哲哲, 周义程. 创新扩散时间形态的 S 型曲线研究——要义、由来、成因与未来研究方向[J]. *科技进步与对策*, 2018(04).
- [13] 向丽, 胡琰琰. R&D 外包与企业绿色技术创新:环境规制的调节作用[J]. *管理现代化*, 2017 (06).
- [14] 田一辉, 朱庆华. 政府价格补贴下绿色供应链管理扩散博弈模型[J]. *系统工程学报*, 2016(04).
- [15] 温兴琦, 程海芳, 蔡建湖, 等. 绿色供应链中政府补贴策略及效果分析[J]. *管理学报*, 2018 (04).
- [16] 王丽杰, 郑艳丽. 绿色供应链管理中供应商激励机制的构建研究[J]. *管理世界*, 2014(08).