

# 专利发明人员兴趣转移模式研究

大连理工大学系统工程研究所 大连 116024

刘非凡 夏昊翔

**摘要** 研究方向的选择与转变是专利发明人员在发明创造生涯中都要面对的重要问题。然而,目前针对发明人员群体兴趣转移模式的实证研究却并不多见。本文基于1976~2015年美国专利商标局(USPTO)约591万个专利数据,获得了技术领域研究人员的专利所属类别信息,并度量了这些发明人员的兴趣转移轨迹。分析结果显示,专利发明人兴趣转移模式表现为:高产出的专利发明人员兴趣转移的跨度小,但停留在本领域的人数占比低;而低产出的发明人兴趣转移的范围更广,停留在原来研究领域的人数占比反而高。本文研究结果有助于加深对从事科技领域发明人群体行为模式的了解,也对制定相关科技政策,完善科技管理有参考和借鉴意义。

**关键词:** 兴趣转移, 专利, 科技管理

**中图分类号:** G35, G306

## Discovering Interest Transition Patterns of Technological Inventors

Institute of Systems Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China

LIU FeiFan XIA HaoXiang

**Abstract** Though it is a pivotal issue for inventors to determine and change the technological direction in their inventive life, few studies have investigated the transition patterns of interest. This paper obtained the patent classification information based on patent datasets, including 5,915,849 patents provided by USPTO from 1976 to 2015. Then, this study measured the trajectory of interest in these inventions. It is interesting that few of productive inventors hold the original invention field. However, their transition distance of interest is far from broad. By contrast, unproductive inventors showed opposite characteristics. This study is helpful for our understanding of group behaviors of inventors, which concerned policymaking and technological innovation management.

**基金项目:** 本文受国家自然科学基金面上项目(71371040)、重点项目(71533001)、国家创新群体项目(71421001)的资助。

**作者简介:** 刘非凡(1991-), 博士研究生, 研究方向: 群体行为、复杂科研网络, Email: liufeifan@mail.dlut.edu.cn; 夏昊翔(1972-), 通讯作者, 博士, 教授, 研究方向: 复杂适应性系统, 知识管理, Email: hxxia@dlut.edu.cn。

**Keywords:** Interest transition, patent, science& technology management

## 1 引言

“十三五”规划中明确指出要把创新摆在国家发展全局的核心位置<sup>[1]</sup>。专利发明人是创新主体的重要组成部分，他们的研究和发明兴趣关注点与相应科技领域的发展和变化息息相关。因此，对该群体的兴趣转移模式进行研究能为制定科技政策规范和辅助管理决策提供帮助。

研发人员的知识创造活动影响着技术领域的发展和变化。在研发人员的发明工作生涯中，有的发明人可能涉猎多个迥异的技术领域，也有可能持续专注于同一块研究领域。也就是说，研发人员之间的个体差异可能导致不同的群体行为特征。一方面，选择长期专注于某个领域将会推动该领域的深入发展。另一方面，关注不同领域之间的交叉研究主题则可能促进交叉研究领域的涌现。

信息技术的发展和技术发明领域数据的开放共享推动了群体行为领域的相关研究。同时，资源数字化和搜索引擎也使得研发人员成果的信息获取更加方便。通过提取和分析大量的专利数据信息，就能对大规模技术发明群体的兴趣转移模式进行研究。

目前，国内外的相关研究主要集中在科学学、管理学、情报学、社会学和物理学等的交叉学科领域。研究主题主要包括以下三个方面：科技领域发展，技术演化轨迹，企业技术联盟行为。首先，通过发明人员的专利研发主题的聚集和变化来识别相关技术领域的热点和趋势

是一个值得关注的研究课题。Small 等(1974)提出了基于论文间同被引强弱关系进行聚类的领域识别方法<sup>[2]</sup>。Griffiths 等(2004)引入 LDA 算法识别论文研究主题以及领域研究热点<sup>[3]</sup>。为了提高数据提取和分析的效率，反映主题词之间的聚集关系以及得到更直观的可视化效果，Chen(2006)开发了数据处理分析集成软件 CiteSpace 来检测科研领域或技术领域的涌现主题以及前沿热点<sup>[4]</sup>，Liu(2013)应用该软件对“太赫兹技术”领域的专利和论文进行了可视化分析和研究<sup>[5]</sup>，多种社会网络、复杂网络分析软件的引入也促进了针对该问题的研究的迅速发展<sup>[6-8]</sup>。

第二，亦有一些学者研究通过专利之间的相互引证关系来揭示技术发展的演化轨迹和路径。Dosi(1982)认为“技术”的发展过程和本质同“科学”在创新变革发生时面临的问题和情境都是类似的<sup>[9]</sup>。Jaffe 等(1993)通过比较被引专利和引证专利的所在地研究发现技术知识溢出具有本土化特征<sup>[10]</sup>。Verspagen(2007)以“燃料电池”领域为例，借鉴科学计量学中的文献共被引方法，用网络图的形式揭示出该领域的技术发展路径<sup>[11]</sup>。随后，这种方法也被其他学者沿用并推广<sup>[12-14]</sup>。

第三，企业间的联盟合作行为是针对专利数据分析的另一个重点研究方向。Ahuja (2000)通过企业的合作联盟关系构建了合作网络，探讨了企业间的合作网络的结构洞对创新产生的影响<sup>[15]</sup>。Singh (2005)运用专利引用数据研究

了发明人协作网络，认为协作网络对于知识的扩散起决定作用<sup>[16]</sup>。Schilling 等 (2007) 通过研究企业间联盟网络后发现，聚集性高和可达路径短的企业比没有这些网络特征的企业创新产出更高<sup>[17]</sup>。

总的来看，这些研究都涉及了研发人员之间的合作关系，论文或专利主题之间的聚集特性，以及在时间维度上这些关系的动态变化特征。但是，针对发明人员与研究主题之间随时间变化的关系研究相对较少。专利所在类别能够折射出专利发明人的研究方向和兴趣。因此，可以通过度量发明人的研究兴趣转移轨迹，来探索该群体的兴趣转移模式。Rosen-Zvi (2004) 基于 LDA 模型思想设计出了作者 - 主题模型，并用 NIPS 会议全文和 CiteSeer 摘要数据进行了实证，研究认为该模型能够对作者与研究主题之间的关系进行预测<sup>[18]</sup>。史庆伟等 (2013) 构建了作者主题演化 (AToT) 模型，基于 NIPS 论文分析了作者研究兴趣随时间变化的规律<sup>[19]</sup>，并开发出一套呈现文献、作者、主题、时间等多种关系的可视化系统<sup>[20]</sup>。尽管如此，基于群体行为层面的专利发明人兴趣转移行为的研究依然不足，这可能与研发领域差异程度难以度量有关。

科技领域发明人员的兴趣转移模式到底如何？高产研发人员与一般研发人员的兴趣转移模式是否存在差异？这些问题的回答有助于理解科研群体的行为模式，对相关科技管理政策的制定有参考借鉴意义。因此，本文首先针对专利发明人提出了兴趣转移测度方法，然后基于美国专利及商标局 (USPTO) 专利数据进行实证分析，并比较了高产研发人员和一般研发人

员的兴趣转移轨迹长度，最后对本文的研究方法和结果进行了总结和讨论。

## 2 数据集和研究方法

### 2.1 数据集

美国专利及商标局 (USPTO) 在 Patentview 网站上提供了从 1976 年至 2015 年的所有专利相关数据，包含了已消歧义的专利发明人，发明人 - 专利数据以及专利分类数据<sup>[21]</sup>。在该数据集中，每个专利都会分配到 1 个或多个国际专利分类号 (IPC)。通过测定发明人在不同时间段的专利所属类别之间的跳转，就可以对发明人兴趣转移轨迹进行研究。

该专利数据集中包括 5,915,849 件专利，专利数量与发明人数量历年变化情况如下图 1 所示。从图中两条变化曲线可以看出，总体上，专利数量和发明人数量呈逐年递增的趋势，并且在 2010 年以后增速更快，二者的增长变化趋势一致，具有非常强的相关性。

发明人专利拥有量的基本信息如下图 2，在双对数坐标下可以看到，发明人数量与专利拥有量之间的呈现明显的幂律特性，即大部分发明人的专利拥有数量较少，少部分人专利拥有数量较多。

### 2.2 兴趣转移轨迹测度

对于专利发明人兴趣转移轨迹的测度，本文参照论文 [22] 中企业间知识位置转移测度的方法。具体如下：

首先，选取了至少在 2 个年份都拥有专利

的发明人数据。这些专利按照联合专利分类(CPC)被分为9个大区,区号分别从“A”(“人类必需品”)到“H”(“电力”),再加上“Y”(“交叉区域涌现技术”),下图3显示了这个数据集中9个大区所含专利数量的分布图。从图3中分布结果来看,专利更多的集中在“G”

(“物理”)和“H”(“电力”)两个类别,“D”(“纺织;造纸”)和“E”(“固定建筑物”)发明专利数量最少。值得一提的是,“Y”(“交叉区域涌现技术”)区的发明数量超过了101万,在所有类别中也排在了第4位,说明交叉区域的发明创新也是技术研发领域的重要组成部分。

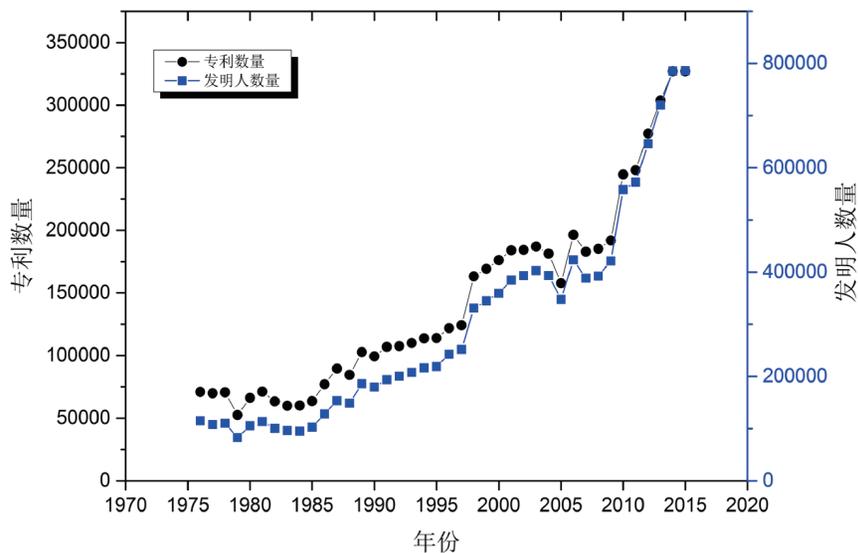


图1 1970-2015专利数量与发明人数量历年变化图

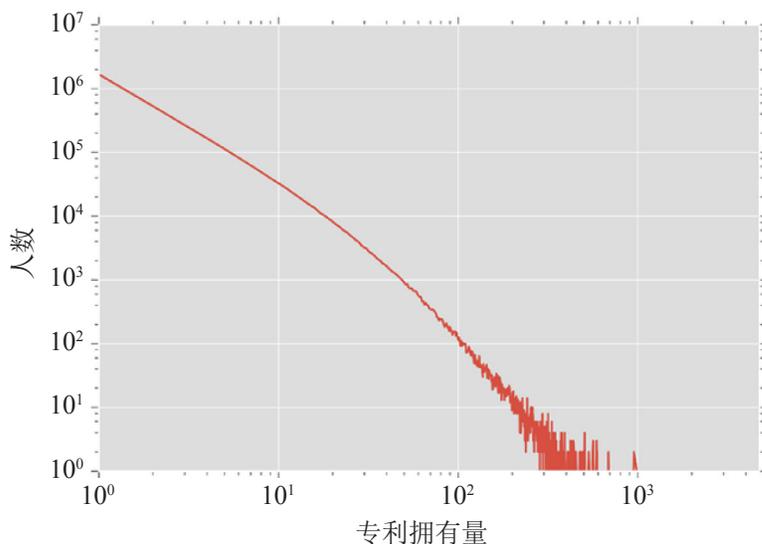


图2 发明人数量与专利拥有量log-log图

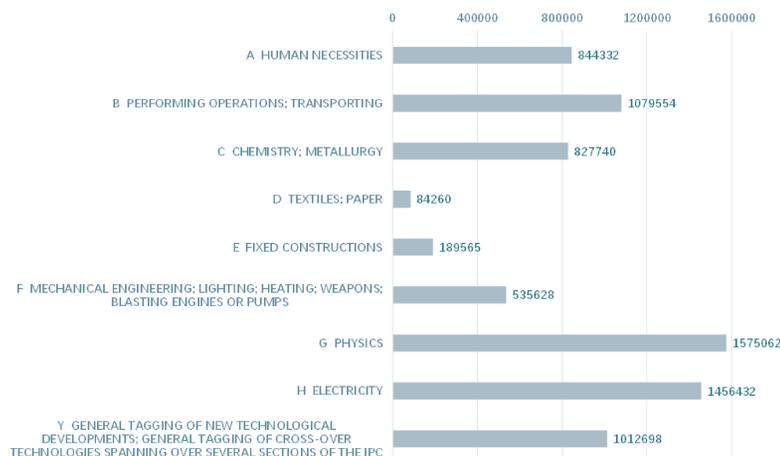


图3 各类别所含专利数量分布图

表1 专利所含区号数量分布

专利所含区号数量	专利数量比例
1	63.74%
2	28.45%
3	6.75%
4	0.96%
5	0.10%
6	0.01%

因此，每个发明人在某年的专利领域所属位置  $x_{iy}$  可以用多维数组表示： $x_{iy}=(x_{iyA}, x_{iyB}, \dots, x_{iyY})$ ，数组元素表示含义该区号的专利数量，比如  $x_{iyA}$  表示发明人  $i$  在  $y$  年拥有 A 区专利的总数量。从表 1 可知，每件专利所包含的区号数量并不总是唯一的，98.94% 的都集中在 1-3 个，仅极少量超过 3 个以上。对于多于 1 个区号的，该专利按比例被平均分到多个区号中。最后，对其中的  $x_{iys}$  进行标准化处理，具体计算公式 1 如下：

$$x_{ijs} = \frac{N_{iys}}{\sum_s N_{iys}} \quad s = A, \dots, Y \quad (\text{公式 1})$$

公式 1 中  $N_{iys}$  是发明人  $i$  在第  $y$  年中专利类别  $s$

内的专利总数。

然后，引入欧氏距离计算发明人技术兴趣的转移轨迹长度，计算公式 2：

$$|x_{i(pre-y)} - x_{i(post-y)}| = \sqrt{\sum_{s=A}^Y (x_{i(pre-y)} - x_{i(post-y)})^2} \quad (\text{公式 2})$$

公式 2 中  $x_{i(pre-y)}$  表示发明人  $i$  前一年的领域所属位置， $x_{i(post-y)}$  表示后一年的领域所属位置。

从公式 2 也可以计算出，发明人转移轨迹长度范围是从 0 到  $\sqrt{2}$ 。

### 3 技术研发领域发明人兴趣转移模式

应用上述提出的研发人员兴趣转移测度方法，本文得到了拥有不同专利数量的专利发明人兴趣转移轨迹分布图，结果见图4，并具体分析了兴趣转移轨迹的分布变化特征，结果见图5。

图4是技术领域不同专利拥有数量的发明人兴趣转移轨迹分布图，其中的4个子图分别反映了专利数量为5个、10个、90-110之间以及300以上的发明人兴趣转移轨迹分布情况。从上图4

可以看出，一方面，专利数量越多，兴趣转移轨迹为0的人员占比越低，但总体兴趣转移轨迹分布越集中在距离较短的区域。另一方面，随着专利拥有数量的增加，发明人的兴趣转移轨

迹分布越来越集中，呈现出越是专利量高的发明人研究兴趣转移距离越短的特点。下图5具体显示了这种不同专利拥有量的发明人兴趣转移轨迹分布集中度的变化特征。

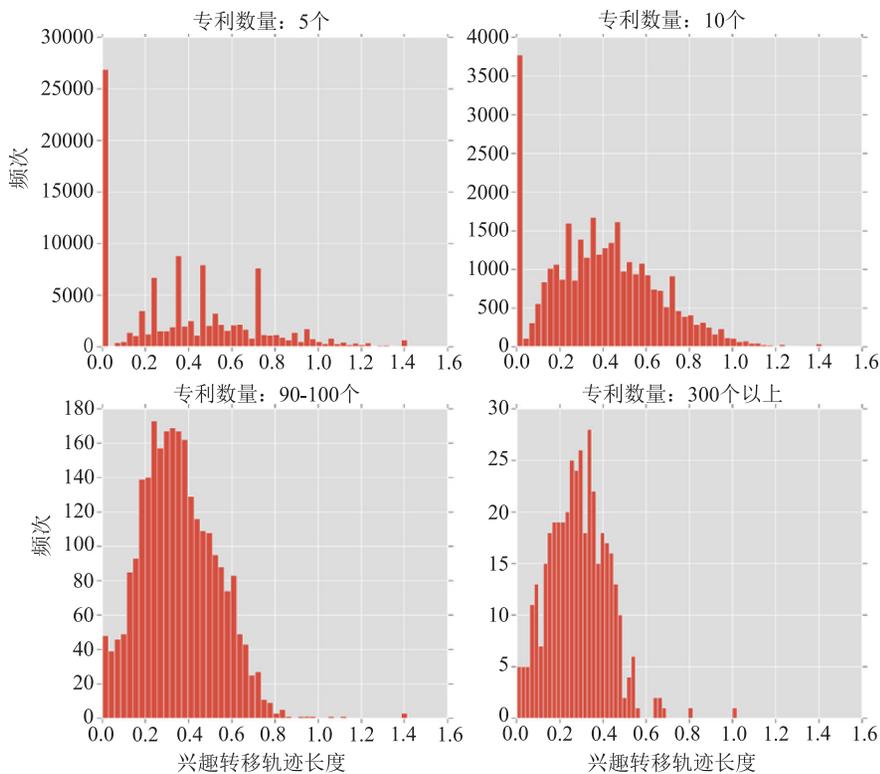


图4 不同专利拥有数量的发明人兴趣转移轨迹分布图

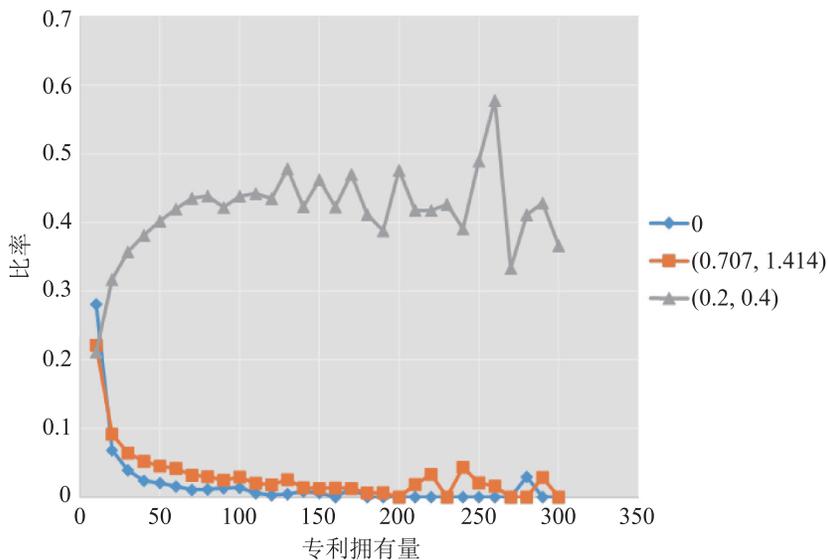


图5 专利发明人兴趣转移轨迹分布集中度变化图

图5横坐标表示发明人专利数量范围,纵坐标表示兴趣转移轨迹长度分别为0、0.707到1.414以及0.2到0.4的发明人数量占拥有相同专利数量总人数的比率。兴趣转移轨迹长度为“0”表示发明人停留在本领域,未发生研究兴趣的转移;长度为“1.414”表示发明人涉及了与之前完全不同的专利类别。从上图5看出,停留在本领域的人数和兴趣轨迹范围在图4横坐标后半段的人数占比都是随着发明人专利拥有量增加而快速减少。与之相反,兴趣轨迹范围在0.2到0.4的人数占比随着发明人专利拥有量的增加快速增长。整体上,专利量越多的发明人,兴趣转移轨迹长度更加集中在较短的范围内,且停留在本领域的人数占比更低,而专利量少的发明人停留在本领域的人数占比高,但发生转移的人员兴趣转移轨迹长度分布更广。由此可见,在专利研发领域,专利拥有数量越多的发明人,更可能选择改变研究兴趣,但研究领域的跨度越小。

## 4 结论

随着科学的发展和技术的进步,专业领域的知识交叉与融合现象越来越普遍<sup>[23]</sup>。但这也为专利发明人员如何选择和调整自己的研究兴趣提出了巨大挑战。一方面,选择与原来的研究方向跨度较大的专业领域很可能在交叉领域获得新颖的研究成果,但也可能导致研发人员丧失了原本领域的领先优势。同时,进入新领域也可能需要付出较高的时间成本和学习成本。另一方面,如果一直停留在本专业领域则能守住专业优势,但也可能随着相关研究领域发展

到成熟阶段而遭遇研究瓶颈。总之,研发人员选择研究领域、改变研究兴趣的策略可以归为两类。第一类是“深耕”式,即专注当前的研究领域,侧重于本领域深度研究。第二类是“跳跃”式,更关注不同领域之间的交叉研究主题,倾向于相关领域的拓展研究<sup>[24,25]</sup>。

基于大量的专利题录信息和专利发明人知识位置的测度方法,本文对研发人员的兴趣转移模式进行了研究。研究结果表明大多数研发人员的兴趣转移轨迹并不长,可见更多人在技术研发领域采用“深耕”式策略,这种兴趣转移模式也促进了科技领域向更深层次的发展。另外,通过比较研发数量和研发人员兴趣转移的轨迹发现:越高产的研发人员,兴趣转移轨迹越短。高产发明人往往是该领域的带头人,本文结果也暗示出他们能够取得更多的研发成果很可能与他们更为专注本领域的研究有关。运用适当的模型进一步解释科研群体这种兴趣转移模式的内在机理将是未来的工作方向。本文研究有助于了解专利发明人群体行为特征,为科技政策的制定和科技管理工作提供借鉴和参考。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要[EB/OL]. [2016-09-12]. [http://www.gov.cn/xinwen/2016-03/17/content\\_5054992.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2016-03/17/content_5054992.htm).
- [2] Small H, Griffith B C. The Structure of Scientific Literatures I: Identifying and Graphing Specialties[J]. *Science Studies*, 1974, 4(1):17-40.
- [3] Griffiths T L, Steyvers M. Finding Scientific Topics[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2004, 101(suppl 1):5228-5235.

- [4] Chen C. CiteSpace II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literature[J]. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2006, 57(3):359-377.
- [5] Liu G. Visualization of Patents and Papers in Terahertz Technology: A Comparative Study[J]. *Scientometrics*, 2013, 94(3):1037-1056.
- [6] Otte E, Rousseau R. Social Network Analysis: A Powerful Strategy, also for the Information Sciences[J]. *Journal of Information Science*, 2002, 28(6):441-453.
- [7] Gfeller D, De Los Rios P, Caflisch A, et al. Complex Network Analysis of Free-energy Landscapes[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2007, 104(6):1817-1822.
- [8] De Nooy W, Mrvar A, Batagelj V. *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*[M]. Cambridge University Press, 2011.
- [9] Dosi G. Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change[J]. *Research Policy*, 1982, 11(3):147-162.
- [10] Jaffe A B, Trajtenberg M, Henderson R. Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 1993:577-598.
- [11] Verspagen B. Mapping Technological Trajectories as Patent Citation Networks: A Study on the History of Fuel Cell Research[J]. *Advances in Complex Systems*, 2007, 10(1): 93-115.
- [12] Liu J S, Lu L Y Y, Lu W, et al. Data Envelopment Analysis 1978–2010: A Citation-based Literature survey[J]. *Omega*, 2013, 41(1):3-15.
- [13] Bonaccorsi A, Thoma G. Institutional Complementarity and Inventive Performance in Nano Science and Technology[J]. *Research Policy*, 2007, 36(6):813-831.
- [14] No H J, Park Y. Trajectory Patterns of Technology Fusion: Trend Analysis and Taxonomical Grouping in Nanobiotechnology[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2010, 77(1):63-75.
- [15] Ahuja G. Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: A Longitudinal Study[J]. *Administrative Science Quarterly*, 2000, 45(3):425-455.
- [16] Singh J. Collaborative Networks as Determinants of Knowledge Diffusion Patterns[J]. *Management Science*, 2005, 51(5):756-770.
- [17] Schilling M A, Phelps C C. Interfirm Collaboration Networks: The Impact of Large-scale Network Structure on Firm Innovation[J]. *Management Science*, 2007, 53(7):1113-1126.
- [18] Rosen-Zvi M, Griffiths T, Steyvers M, et al. The Author-topic Model for Authors and Documents[C]// *Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*. AUA Press, 2004:487-494.
- [19] 史庆伟, 乔晓东, 徐硕, 等. 作者主题演化模型及其在研究兴趣演化分析中的应用 [J]. *情报学报*, 2013, 32(9): 912-919.
- [20] 孙国超, 徐硕, 乔晓东. AToT 模型可视化工具开发 [J]. *情报工程*, 2016, 2(4):20-29.
- [21] PatentsView Database Tables[EB/OL]. [2016-09-15]. <http://www.patentsview.org/download/>.
- [22] Schweitzer F, Tomasello M V, Tessone C J. The Effect of R&D Collaborations on Firms' Technological Positions[C]// *International Forum Ifkad*. 2015.
- [23] Porter A, Rafols I. Is Science Becoming More Interdisciplinary? Measuring and Mapping Six Research Fields over Time[J]. *Scientometrics*, 2009, 81(3):719-745.
- [24] March J G. Exploration and Exploitation in Organizational Learning[J]. *Organization Science*, 1991, 2(1):71-87.
- [25] Rothaermel F T, Deeds D L. Exploration and Exploitation Alliances in Biotechnology: A System of New Product Development[J]. *Strategic Management Journal*, 2004, 25(3):201-221.