

# 关系网络、知识网络与创新搜索质量 ：对中国北车发明专利的分析

董宇星\*

王毅\*\*

## 目次

- |          |          |
|----------|----------|
| I. 前言    | IV. 研究方法 |
| II. 文献综述 | V. 结果分析  |
| III. 假设  | VI. 结论   |

## 摘要

关系网络和知识网络对企业创新搜索的质量有何影响？本研究选取中国北车2004到2013年底在中国国家知识产权局已经获得公布的发明专利申请851项进行实证分析。研究发现：知识元素的度数中心度越高、拥有的结构洞越多，创新搜索质量越低；而从发明人关系网络的角度来看，发明人的度数中心度对创新搜索质量有显著的正向影响，而其结构洞多少的影响不甚显著。因此，研究结果表明，企业在独立知识领域的创新搜索质量更高，企业“明星”研发人员的创新搜索质量高。

\* 教育部人文社会科学重点研究基地清华大学技术创新研究中心，清华大学经济管理学院，中国北京 100084

\*\* 教育部人文社会科学重点研究基地清华大学技术创新研究中心，清华大学经济管理学院，中国北京 100084

## 关键词

关系网络 知识网络 创新搜索 高速铁路 中国

## I. 前言

高速铁路产业是典型的知识、技术、资金密集产业，具有高附加值、高技术含量的特点。高速铁路技术是近年来中国自主创新技术领域的一个典型案例。中国高速铁路企业发展过程中高度重视自主创新，重视企业内部的技术研发和积累，并通过专利申请及授权获得知识和技术上的竞争优势。

企业内部知识与技术的产生与利用主要涉及两大主体，一是研发人员，二是知识储备，具体到专利信息，即相应的发明人和涉及的技术领域。随着企业的发展和研发的投入增加，研发人员之间的互动与合作关系会更加紧密，知识元素也会逐渐的积累。本文利用社会网络分析方法，从发明人的合作关系网络和知识元素的组合关系网络两个方面，研究其网络特征对企业内部创新搜索行为的影响。

创新源自对已有知识的组合和重组(Schumpeter, 1934)，创新搜索是组织进行的包括技术思路的创造与重组在内的解决问题的一系列活动(Katila & Ahuja, 2002)<sup>1)</sup>。相关研究已经对创新搜索会显著影响企业技术创新成功和获得竞争优势达成了共识(Rosenkopf & Nerkar, 2001 ; Katila & Ahuja, 2002 ; Laursen and Salter, 2006)。创新搜索的研究最初集中在

---

1) Katila, Riitta, Gautam Ahuja, "Something Old, Something New: A Longitudinal Study of Search Behavior and New Product Introduction", *Academy of Management Journal*, Vol. 45, No. 6, 1183-1194, 2002.

创新搜索的深度和广度层面(Rosenkopf & Nerkar, 2001 ; Katila & Ahuja, 2002), 后来扩展到创新搜索的速度。目前创新搜索质量方面的研究较少。面对高速动态的竞争环境, 一个组织的竞争优势取决于如何利用拥有的知识并快速获取和应用新知识(Davenport & Prusak, 1998), 因此, 本文既关注创新搜索的质量维度, 也从速度视角来关注创新搜索质量。本文认为专利的发明是发明人基于已有的发明人网络 and 知识元素网络进行搜索后的结果, 其能否获得授权衡量了搜索的质量, 而多长时间获得授权是从速度方面来关注创新搜索质量。本文试图回答的问题是: 关系网络和知识网络对企业创新搜索的质量有何影响?

本文对创新搜索研究的贡献是, 拓展了对创新搜索质量的影响因素的研究, 发现了知识网络和发明人网络对创新搜索质量的影响。

## II. 文献综述

创新搜索是组织获取信息和知识的方式之一(Huber, 1991)<sup>2)</sup>, 是组织进行的包括技术思路的创造与重组在内的解决问题的一系列活动(Katila & Ahuja, 2002), 以实现技术创新为目标(Laursen and Salter, 2006)<sup>3)</sup>。

现有文献从不同的视角对创新搜索的概念进行定义, 基于不同的特征将其划分成不同的类型, 从整体上看, 经历了从单一维度到多重维度的拓展。大多数研究在创新搜索范围的单一维度上基于不同层次展开, 如根据地域和知识的相近程度划分为本地搜索(local search) 和远程搜索(dis-

---

2) Huber, George P., "Organization Learning: The Contributing Process and the Literatures", *Organization Science*, Vol. 2, Issue 1, 1991, pp. 88-115.

3) Laursen, Keld, Ammon Salter, "Open for Innovation: The Role of Openness in Explaining Innovation Performance among U.K. Manufacturing Firms", *Strategic Management Journal*, Vol. 27, 2006, pp. 131-150.

tant search)(Nelson & Winter, 1982)<sup>4)</sup>；根据利用知识的新旧程度划分为探索型搜索(exploration search) 和开发型搜索(exploitation search)；根据资源异质性划分为科学搜索和地理搜索(Ahuja & Katila, 2004)；根据知识特征划分为市场知识搜索和技术知识搜索(Grimpe & Sofaka, 2009)；根据是否拥有技术边界(technological boundary spanning) 和组织边界(firm boundary spanning) 划分为本地搜索、激进式搜索、跨越内部技术边界搜索和跨越组织边界外部搜索(Rosenkopf & Nerkar, 2001)<sup>5)</sup>等。

2002年, Katila & Ahuja提出, 企业的创新搜索实际上是通过两个维度来实现的, 除了搜索范围, 即企业对新知识开发利用的广泛程度外, 还应考虑搜索的深度, 即企业重复利用现有知识的程度；2006年, Laursen and Salter在其基础上进一步将两个维度拓展至对企业外部的创新搜索活动的研究。一方面, 搜索范围的扩大可增加丰富的新知识, 利于组织解决问题(March, 1991)；同时, 通过知识的重组利于企业新产品开发(Nelson & Winter, 1982<sup>6)</sup>；Fleming & Sorenson, 2004)。另一方面, 创新搜索深度的增加意味着对相同知识元素的重复使用, 使企业对其的理解更为深入, 可减少错误和错误开始的可能性, 使搜索更加可靠(Levinthal & March, 1981)<sup>7)</sup>。但是, 过大的搜索范围可能会增加企业的知识整合成本, 过多的

4) Nelson, Richard R., Sidney G. Winter, "An Evolutionary Theory of Economic Change", Cambridge, Massachusetts: *The Belknap Press of Harvard University Press*, 1982.

5) Rosenkopf, Lori, Atul Nerkar, "Beyond Local Search: Boundary-Spanning, Exploration, and Impact in the Optical Disk Industry", *Strategic Management Journal*, Vol. 22, 2001, pp.287-306.

6) Nelson, Richard R., Sidney G. Winter. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

7) Levinthal, Daniel A., James G. March, A model of adaptive organizational search, *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 2, 1981, pp. 307-333.

深度搜索也可能使企业局限于原有技术轨道(Dosi, 1988)<sup>8)</sup>, 组织变得僵化。

2009年, Fabrizio进一步提出, 创新搜索的速度或及时性也同样值得关注。只有在组织对环境的响应速度与相关环境的时空格局对等时, 创新搜索活动才可能提高组织生存的机会(Hannan & Freeman, 1987; Katila, 2002)。

关于创新搜索的研究可以分类两类。一类文献将创新搜索作为一种影响因素, 分析其作用和结果, 通常是研究对创新绩效、新产品创新、企业创新性等的影响。如, Rosenkopf & Nerkar(2001)<sup>9)</sup> 将创新搜索分成了四类, 分析不同类型产生的知识对后续技术演进(subsequent technological evolution) 的影响, 发现: 在光盘技术领域, 没有跨越组织边界的搜索后续技术演进影响较低, 跨越组织边界但为跨越技术边界的搜索对后续技术研究影响最高; 而在其他领域, 跨越组织边界和技术边界的搜索对后续技术研究的影响最高。Atila和Ahuja(2002) 以全球机器人产业为研究对象, 对创新搜索范围和深度对产品创新的影响进行了统计分析, 发现: 搜索的深度与新产品创新呈现倒U型关系; 搜索的范围与新产品创新成正向变动的线性关系。Laursen and Salter(2006) 研究了企业外部的创新搜索活动, 基于企业所利用的外部搜索渠道或来源的数量及程度测度搜索宽度和搜索范围, 发现: 广泛而深入的搜索与创新绩效之间呈现倒U型关系。Grimpe和Sofka(2009) 则是以欧洲13个国家4500个企业作为研究样本, 认为企业的搜索行为模式中介了创新的投入与产出。

另一类文献则是将创新搜索本身作为一种结果, 研究对其产生影响

---

8) Dosi, Giovanni, Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation, *Journal of Economic Literature*, 26(3), 1988, pp. 1120-1171.

9) Rosenkopf, Lori, Atul Nerkar, Beyond Local Search: Boundary-Spanning, Exploration, and Impact in the Optical Disk Industry, *Strategic Management Journal*, Vol. 22, 2001, pp. 287-306.

的因素,如企业内部研发和外部合作、企业网络特征等。Fabrizio(2009) 基于生物制药技术公司的面板数据, 研究企业研发活动及与大学的合作研究对搜索质量和搜索速度的影响, 发现企业内部研发和外部合作是两个互补性的活动, 均会对企业的创新搜索活动产生正向的影响。Gilsing等学者(2008)基于制药、化工和汽车产业中的技术联盟网络, 实证研究了合作者之间的技术距离、企业的网络中心性和网络密度及其交互作用对远程搜索的影响, 结果表明: 技术距离、企业的网络中心性以及网络密度均与远程搜索呈现倒U型关系; 技术距离和网络中心性的交叉作用对远程搜索存在显著的负向影响, 而网络中心性和网络密度的交叉作用对远程搜索有显著的正向影响。

本文研究的贡献落在第二类, 探讨关系网络因素和只是网络因素对创新搜索质量的影响。

### III. 假设

结合企业创新搜索和网络分析方法分析, 一个企业内部至少存在两个影响创新的网络: 发明人构成的合作关系网络和知识元素构成的组合关系网络。在发明人构成的合作关系网络中, 每一个发明人是一个网络节点, 如果两个发明人在同一项发明专利中出现则体现为两个节点之间的连接。在知识元素构成的组合关系网络中, 每一个知识元素是一个网络节点, 两个节点之间的连接表示两个知识元素被组合运用在同一项发明专利中。

现有研究中, 研究者对人员之间的合作、组织等之间的合作网络关注较多, 并认为知识元素之间的关系可以通过掌握各类知识元素的个体之间的社会关系网络表征出来, 因而对知识元素本身构成的网络较少关注。Chunlei Wang等(2013) 提出发明人在合作网络中的位置并不一定与他拥

有的知识元素在知识元素网络中的位置一致, 且一致的状态只有在极端情况下才会出现。本文认同Chunlei Wang等学者的观点, 独立地考察发明人合作关系网络和知识元素组合关系网络的影响。

### 1. 发明人合作关系网络

企业发明人网络的度数中心度衡量了与其他发明人之间联系的多少。与创新搜索有关的信息有三类: 一是知识元素在发明者之间的分布情况; 二是发明人的信息及偏好信息; 三是知识和技术最前沿的信息和最新的趋势。

更高中心度的发明人与更多的其他发明人之间存在联系, 意味着有更多的信息来源。前两类信息来源的增加, 有利于发明人更好地选择合作伙伴, 创造出更有价值的成果。第三类信息来源的增加可以让发明人对自己申请专利的新颖性、创造性和实用性有更好的认识, 从而产出更好的搜索质量。

*假设1: 发明人的度数中心度与创新搜索质量(其专利被授权的概率)存在正向影响。*

企业的某个发明人的个体网络富有结构洞, 则说明与该发明人连接的其他发明人之间的联系并不紧密, 因此该发明人在网络中扮演中间人的角色, 对周边的信息和资源流动有较强的控制力(Burt, 2004)。但这也意味着其他合作者这件的交往频率较低, 较少进行合作, 不利于合作技术创新的伙伴之间信任的形成以及价值观的共享, 从而可能会影响创新搜索的结果。

高速铁路产业是一个需要不断汲取新知识和技术的产业, 在这样的网络中, 结构洞较多的网络更倾向于在现有网络伙伴内形成更多的连接来

增强现有的网络，以应对创新和竞争的需求，而不是与新的多样化的潜在合作伙伴形成关系，这也会在一定程度上消极影响创新搜索的努力。

假设2：发明人的结构洞数量与创新搜索质量(其专利被授权的概率)存在负向的影响。

## 2. 知识元素组合关系网络

企业知识元素网络的度数中心度衡量了一个知识元素与其他知识元素潜在的组合可能性。三个因素会影响这种可能性的大小(Chunlei Wang et al, 2013)：一是，该知识元素与其他知识元素之间自然存在的关联程度，以知识为基础的搜索会优先寻找与自身知识领域相关联的领域(Dosi, 1988)；二是，研发人员的对知识元素之间组合的可行性和价值性的信任程度(Kuhn, 1996)；三是，对知识元素本身以及其组合经验更好的理解。知识元素的度数中心度是对上述三个要素的综合反映。

随着知识元素度数中心度的增加，会增加研究者们对一个知识元素与其他知识元素之间组合可能性的认可，甚至会导致高度数中心度的知识元素成为搜索的时尚和潮流(Abrahamson & Fairchild, 1999)<sup>10)</sup>，吸引更多的专注，被投入更多的资源；更进一步，使研究者对知识元素本身和基于其的组合经验有更好的理解。这些会对正向地影响基于此知识元素进行的创新搜索结果。

但是，一个知识元素与其他知识元素连接的潜在可能性是有上限的，处于知识网络中心的知识元素很有可能已经达到了其科学价值、技术价值或商业价值已经被耗尽的状态，对其的更多尝试和组合不再能给企业的

---

10) Abrahamson, Eric, Gregory Fairchild, Management Fashion: Lifecycles, Triggers, and Collective Learning Processes, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 44, No. 4, 1999, pp. 708-740.



研究做出贡献(Carnabuci & Bruggeman, 2009<sup>11)</sup> ; Henderson, 1995 ; Kim & Kogut, 1996), 处于这种位置的知识元素的更多运用组合反而会导致创新结果的减少。

*假设3: 知识元素的度数中心度与创新搜索质量(其专利被授权的概率)具有负向影响。*

企业的某个知识元素的个体网络富有结构洞, 则说明与该知识元素连接的其他知识元素之间的联系并不紧密。根据上文对知识元素潜在组合可能性的影响因素的分析, 本文认为中国北车的知识元素结构洞数量的影响可能存在两种机制:

一是, 结构洞数量越多, 在以该元素为中心的个体网络中, 其他知识元素之间的连接越稀疏, 而这些知识元素可能自然存在的联系就较少, 导致其相互组合成功的可能性较低; 同时, 这也可能意味着联系较少的知识元素偏离了企业当前的搜索“潮流”, 企业的资源和投入并不支持在此领域进行新的组合机会的搜索。因此, 产生的创新搜索的结果也会较低。

二是, 结构洞数量越多, 研究人员倾向于认为基于企业现有知识元素网络进行创新组合成果的机会会越多, 在现有知识元素基础上的组合机会投入挤占了探索新知识元素的时间、精力和资源, 陷入了一种“能力陷阱”, 导致了过多的利用和过少的探索(Levinthal & March, 1993<sup>12)</sup> ; March, 1991)。这种资源分配上的失衡会导致创新搜索的结果降低。

*假设4: 知识元素的结构洞数量与创新搜索质量(其专利被授权的概率)存在负向影响。*

---

11) Carnabuci, Gianluca, Jeroen Bruggeman, Knowledge Specialization, Knowledge Brokerage and the Uneven Growth of Technology Domains, *Social Forces*, Vol. 88, No. 2, 2009, pp. 607-641.

12) Levinthal, Daniel A., James G. March, The Myopia of Learning, *Strategic Management Journal*, Vol. 41, 1993, pp. 95-112.

IV. 研究方法

1. 数据来源

本文研究选取的对象是中国北车2004年至2013年在中国国家知识产权局(SIPO)申请并处于发明公布或授权状态的专利。

选取中国北车作为研究对象基于以下三点原因：第一，该公司所处的高速铁路产业属于知识、技术密集型产业，技术创新活动非常活跃，且中国北车是行业中的龙头企业，引领整个行业的技术发展和方向；第二，该公司自2004年以来，积极引进吸收技术，实现再创新和自主创新，截止至2013年，每年均有大量的专利申请记录，分处于不同的阶段，为研究其创新搜索行为提供了数据支撑；第三，中国北车和中国南车是中国高铁领域的两家最主要的公司，2004年至2013年，中国北车处于发明公布或授权状态的专利为851项，而中国南车只有136项，因此，中国北车的专利网络在行业内具有很好的代表性。

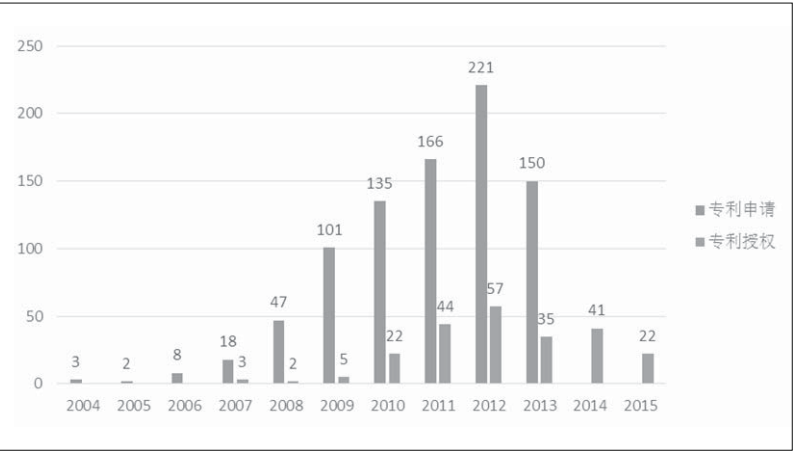


图1 中国北车2004-2013年专利申请及授权情况统计

中国国家知识产权局(SIPO)中的专利数据包含了专利的申请日期、授权日期、申请机构、发明人、行业分类码、权利要求项数等详细信息。SIPO采用IPC分类体系对专利进行分类, IPC采用等级形式逐级分类, 共有A至H等8个部、100多个大类、600多个小类、上万个主组、7万多个分组。本文利用专利所属的分组近似代表其包含的知识元素。

本文统计了中国北车自2004年至2013年底在SIPO的专利申请并已经公告或获得授权的数据。在上述时间内, 中国北车在SIPO申请的专利获得发明公布的一共为851项, 其中已经获得授权的有231项, 参与专利申请的发明人一共1047位, 包含的知识元素共815个。

图1展示了中国北车自2004至2013年在中国国家知识产权局提交、获得公布或授权的851件专利在时间轴上的分布状况。我们看到2013年专利申请的数量有所降低, 这是因为我们的统计口径为获得发明公布的专利, 这种方式的好处在于剔除了没有获得发明公布的申请专利, 保证了研究对象的质量, 其缺点在于, 专利存在审核的时间, 专利申请日期与专利公布日期之间存在一定的时间差, 从1年到多年不等。正是考虑到这种情况的存在, 本文为了研究需要选择2013年12月31日为时间轴终止日, 以最大限度保证2013年发明公布类别专利数据的完整性, 但是由于专利公布日与专利授权日之间同样存在时间间隔, 仍可能造成最近2-3年的专利授权数据被低估的偏差。在实际中, 中国国家知识产权局的数据保持更新状态, 可以实时查询企业的专利信息。

剔除上述因素, 从整体来看, 中国北车专利申请数量(此处所指申请数量只包括最终获得发明公布的专利, 不包括没能获得发明公布的申请专利, 下同)逐年增加, 且近几年增加速度较快, 从2004-2006年每年不到10件增加到2012年单年申请221件。专利授权的数量也保持增长的态势, 2012年最高达到57件。

## 2. 网络构建

一项专利通常包含多个发明者以及多个行业分类，本文利用中国北车2004至2013年底申请并获得公布的851项专利的数据构建两个网络：发明人合作关系网络和知识元素组合关系网络。若两个发明人出现在同一项专利中，则认为两人之间存在合作关系，形成发明人合作关系网络中的一个连接；若两个知识元素(行业分类)出现在同一项专利中，则认为两个知识元素之间存在同时被运用的关系，形成知识元素组合关系网络中的一个连接。

由于每项专利的申请日期不同，发明人在专利发明创造过程中对知识和技术的搜索和利用只受到申请日期之前的两大网络结构特征的影响，因此我们构建出每年的发明人合作关系网络和知识元素组合关系网络，来近似地衡量会对当年申请的专利产生影响的两大网络。考虑到2008年以前申请的专利较少，相应的发明人和知识元素都较少，难以各自成网，因此，2008年之前申请的专利对应的两大网络结构特征数据用2008年相应的数据近似替代。

## 3. 变量设置

本文实证分析部分研究企业申请专利被授权的概率与相关网络结构特征之间的关系，同时进一步研究专利获得授权所需的时间年限是否受到两大网络的影响。由于因变量属于0-1变量，本文采用Logit模型进行回归分析。

**模型因变量：**本文实证分析模型的被解释变量是企业申请的专利是否被授权，在模型中用Grant表示。以2015年4月10日作为观察节点，如果一项专利在此前已被授权，赋值为1；反之，则赋值为0。在中国北车自

2004至2013年间获得发明公布的851件专利中, 一共有231件专利获得了授权, 620件仍未被授权。

**模型自变量:** 本文实证分析模型的解释变量选取了网络的两类结构特征, 一类是度数中心度, 另一类是结构洞数量, 分别基于发明人合作关系网络和知识元素合作关系网络。具体数据以专利申请当年的网络特征数据为准。

(1) 发明人合作关系网络中的度数中心度 $I_C$ 。

该变量衡量的是中国北车每个专利的发明人(们)在2004至2013年间拥有的合作发明人的数量。该变量的计算方法分两步: 第一步, 利用UCINET计算出每个发明人的度数中心度, 即每个发明人与其他发明人共同申请专利的数量情况; 第二步, 整理得到每个专利对应的发明人(们)在2004年至2013年间平均拥有的合作发明人数量。该变量的平均值为11.595, 标准差为10.996, 最大值为60.667, 最小值为0。

(2) 知识元素在知识元素网络中的度数中心度 $K_C$ 。

该变量衡量的是每个专利所拥有的知识元素(们)的平均度数中心度。该变量的计算方法分两步: 第一步, 利用UCINET计算出每个知识元素的度数中心度, 即与该知识元素在同一专利中出现过的其他知识元素的数量情况; 第二步, 整理得到每个专利所拥有的所有知识元素, 计算得到这些知识元素的平均度数中心度。该变量的平均值为4.539, 标准差为6.647, 最大值为36, 最小值为0。

(3) 发明人合作关系网络中的结构洞数量 $I_{SH}$ 。

该变量衡量的是每个专利的发明人(们)存在直接联系的若干发明人之间的疏离程度。该变量的计算方法也分两步: 第一步, 利用UCINET计

算得到每个发明人在合作关系网络中的总限制度，在此基础上进一步计算得到每个发明人在合作关系网络中的结构洞数量；第二步，整理得到每个专利对应的发明人(们)在合作关系网络中的平均结构洞数量。该变量的平均值为1.388，标准差为0.254，最大值为2，最小值为0.839。

(4) 知识元素在知识元素网络中的结构洞数量K\_SH。

该变量衡量的是每个专利拥有的知识元素(们)和与其存在直接联系的其他所有知识元素之间的连接关系的紧密程度。该变量的计算方法也分两步：第一步，利用UCINET计算得到每个知识元素在组合关系网络中的结构洞数量；第二步，整理得到每个专利拥有的知识元素(们)在组合关系网络中的平均结构洞数量。该变量的平均值为1.495，标准差为0.402，最大值为2，最小值为0.875。

**模型控制变量：**本文实证分析模型选取专利的权利要求项数作为控制变量，用Claim表示。专利说明书中权利要求包括独立权利要求和从属权利要求，共同确定了一项专利受法律保护的具体权利范围，有研究表明，权利要求项数越多技术创新能力越强(Tong & Frame, 1994)。此外，专利权利要求的数量还在一定程度上表征了专利的技术覆盖范围，且权利要求项数和被引次数高度正相关(Fleming et al., 2007)。因此，考虑到权利要求项数对专利质量可能存在的影响，我们将其作为控制变量加入模型。

〈表 1〉模型中各变量描述性统计

	I_C	K_C	I_SH	K_SH	Claim
最大值	60.667	36	2	2	19
最小值	0	0	0.839	0.875	1
均值	11.595	4.539	1.388	1.495	5.677
标准差	10.996	6.647	0.254	0.402	3.328

## V. 结果分析

### 1. 基础模型

根据上面的论证, 我们首先基于度数中心度、结构洞数量与专利是否获得授权之间的线性关系, 考察发明人合作关系网络和知识元素组合关系网络的结构特征对企业创新能力的影响, 模型建立如下:

$$\text{Grant} = \beta_0 + \beta_1 \times \text{I\_C} + \beta_2 \times \text{K\_C} + \beta_3 \times \text{I\_SH} + \beta_4 \times \text{K\_SH} + \beta_5 \times \text{Claim} + \varepsilon$$

(模型①)

下表报告了利用Eviews6.0得到的回归结果:

〈表 2〉全样本Logit模型回归结果

Dependent Variable: Grant				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	−0.183821	0.553291	−0.332231	0.7397
I_C	0.002577	0.008544	0.301574	0.7630
K_C	−0.055408	0.015930	−3.478091	0.0005
I_SH	−0.207367	0.341661	−0.606939	0.5439
K_SH	−0.294636	0.189759	−1.552687	0.1205
Claim	0.019441	0.023515	0.826724	0.4084
McFadden R-squared	0.019527	Mean dependent var		0.271445
S.D. dependent var	0.444967	S.E. of regression		0.441691
Akaike info criterion	1.160649	Sum squared resid		164.8516
Schwarz criterion	1.194113	Log likelihood		−487.8560
Hannan–Quinn criter.	1.173467	Restr. log likelihood		−497.5722
LR statistic	19.43240	Avg. log likelihood		−0.573274
Prob(LR statistic)	0.001596			
Obs with Dep=0	620	Total obs		851
Obs with Dep=1	231			

从回归结果中可以看到,该模型P(LR statistic)值为0.0016,说明即使在1%的显著水平下,被解释变量与各解释变量之间也存在显著的关系,模型整体具有显著性。关注各变量的系数,专利所包含的知识元素的度数中心度对是否获得授权存在显著的负向影响,即包含越多位于中心位置的知识元素,反而越不利用专利授权的获得。专利所包含的知识元素的结构洞对是否获得授权存在边际负向影响。而从发明人合作关系网络的特征变量来看,拥有较高的度数中心度或发明人拥有较少的结构洞会有利于专利获得授权,但是这些影响并不是那么的显著。上述结果在一定程度上验证了前述假设。

专利从申请到公布、从公布到授权均需要一定的时间,我们对全样本851项专利进行分类统计,发现若一项专利符合获得授权的条件,一般情况下会在1-4年内获得授权,其中2-3年内获得授权的专利比例最大。

〈表 3〉 专利获得授权所需时间分布统计

专利获得授权所需时间	专利数量
1-2年	69
2-3年	102
3-4年	57
4-5年	3

考虑这段时间间隔,我们将专利申请日2011年12月31日定为时间节点,近似认为截至2015年4月,2011年之前申请的专利如果达到获得授权的标准,则已经拥有足够的时间间隔被授权;若2015年4月之前仍未获得授权,则认为其没能达到专利授权的最低标准。



〈表 4〉全体样本、子样本各变量统计对比

样本类别	Grant	I_C 平均值/方差	K_C 平均值/方差	I_SH 平均值/方差	K_SH 平均值/方差
全样本	231	11,595 (10,996)	4,539 (6,647)	1,388 (0,254)	1,495 (0,402)
2011年(含)前申请	209	11,144 (11,246)	3,946 (5,610)	1,376 (0,276)	1,472 (0,413)
2012年(含)后申请	22	12,179 (10,636)	5,306 (7,719)	1,402 (0,222)	1,525 (0,386)

从表中可以看出, 以2011年底为节点分层得到的两个子样本在各解释变量的描述统计指上确实存在一定的差异, 2012年后申请的专利样本对应网络的网络中心度都明显高于2011年前申请的专利样本;但同时, 其两个网络的结构洞数也较2011年前申请的样本的网络结构洞数量更多。此外, 2012年申请的专利目前获得授权的只有22项, 也说明该子样本在Grant变量的赋值上面确实存在应该时间间隔过短造成的赋值偏差。

因此, 接下来, 我们利用2011年(含)前申请专利的子样本(480项专利)进行分析, 以排除时间间隔不足以使专利获得授权所带来的影响。回归结果如下:

〈表 5〉2011年(含)前申请子样本Logit模型回归结果

Dependent Variable: Grant				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.233145	0.626325	0.372242	0.7097
I_C	0.004687	0.010510	0.445978	0.6556
K_C	-0.061135	0.021264	-2.874990	0.0040
I_SH	-0.021769	0.371203	-0.058644	0.9532
K_SH	-0.182892	0.228716	-0.799647	0.4239
Claim	-0.002716	0.027499	-0.098772	0.9213

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
McFadden R-squared	0.016515	Mean dependent var		0.435417
S.D. dependent var	0.496329	S.E. of regression		0.493686
Akaike info criterion	1.371945	Sum squared resid		115.5261
Schwarz criterion	1.424118	Log likelihood		-323.2669
Hannan-Quinn criter.	1.392453	Restr. log likelihood		-328.6953
LR statistic	10.85678	Avg. log likelihood		-0.673473
Prob(LR statistic)	0.054295			
Obs with Dep=0	271	Total obs		480
Obs with Dep=1	209			

从上述结果可以发现，对于样本回归的结果与全样本模型结果是一致的：模型整体上看依然显著，且知识元素的网络中心度会显著的负向影响专利能否获得授权，而知识元素的结构洞以及发明人合作关系网络的结构特征变量的影响并不那么显著。

## 2. 考虑专利授权时间的模型

一项专利可能在1-2年、2-3年、3-4年甚至更长的时间获得授权。如前文文献综述及研究方法部分的论述，随着竞争的日益加剧，当今企业处于不断变化的动态环境中，一个组织的竞争优势取决于如何利用拥有的知识并快速获取和应用新知识 (Davenport & Prusak, 1998)。体现到具体的专利信息上，一个比较合适的测度指标即专利申请到获得授权之间的时间差，本文中我们将其简称为专利授权时间。接下来，我们分别针对3个不同的时间段，研究发明人合作关系网络和知识元素组合关系网络的结构特征参数是否会对其产生影响。

## 模型②：

被解释变量，专利能否在1-2年内获得授权，用Grant\_2Y表示。若一项专利在1-2年获得授权，则赋值为1；反之，则赋值为0。

〈表 6〉专利能否在1-2年内获得授权的Logit模型回归结果

Dependent Variable: Grant_2Y				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-2.262217	0.928122	-2.437413	0.0148
I_C	-0.005555	0.013193	-0.421054	0.6737
K_C	-0.043620	0.026989	-1.616215	0.1060
I_SH	0.647249	0.523587	1.236183	0.2164
K_SH	-0.127430	0.320671	-0.397386	0.6911
Claim	-0.080478	0.041449	-1.941616	0.0522
Prob(LR statistic)	0.096851	McFadden R-squared		0.021846
Total obs	670	Obs with Dep=0		605
		Obs with Dep=1		65

从以上结果可以看出：专利所包含的知识元素的度数中心度会对专利在1-2年获得授权产生负向影响，此影响边际显著。即，若想专利在1-2年内获得授权，要尽可能的避免位于知识元素网络中心位置的元素出现在专利中。而知识元素的结构洞、发明者网络的度数中心度和结构洞都没有显著的影响。

## 模型③：

被解释变量，专利能否在2-3年内获得授权，用Grant\_3Y表示。若一项专利在2-3年获得授权，则赋值为1；反之，则赋值为0。

(表 7) 专利能否在2-3年内获得授权的Logit模型回归结果

Dependent Variable: Grant_3Y				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.314581	0.875884	0.359158	0.7195
I_C	0.025714	0.014461	1.778133	0.0754
K_C	-0.078570	0.032991	-2.381530	0.0172
I_SH	-0.640669	0.549261	-1.166422	0.2434
K_SH	-0.569693	0.323042	-1.763528	0.0778
Claim	-0.006994	0.038474	-0.181789	0.8557
Prob(LR statistic)	0.060588	McFadden R-squared		0.027447
Total obs	391	Obs with Dep=0		315
		Obs with Dep=1		76

从以上结果可以看出，模型③具有最强的解释效力：专利发明人的度数中心度会对专利在2-3年获得授权产生显著的正向影响；专利所包含的知识元素的度数中心度和结构洞会对专利在2-3年获得授权产生显著的负向影响，与前述假设相符。即，考察2-3年的获得授权时间，拥有更高度数中心度的发明人申请的专利有更大的概率获得授权，而申请专利所包含的知识元素的度数中心度越低、结构洞越少，越利于该项专利获得授权。

模型④：

被解释变量，专利能否在3-4年内获得授权，用Grant\_4Y表示。若一项专利在3-4年获得授权，则赋值为1；反之，则赋值为0。

〈表 8〉专利能否在3-4年内获得授权的Logit模型回归结果

Dependent Variable: Grant_4Y				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.680727	1.269076	-0.536395	0.5917
I_C	0.024265	0.023669	1.025190	0.3053
K_C	-0.045258	0.047802	-0.946784	0.3437
I_SH	-0.834296	0.827855	-1.007780	0.3136
K_SH	-0.100084	0.466223	-0.214669	0.8300
Claim	0.067824	0.053883	1.258717	0.2081
Prob(LR statistic)	0.635428	McFadden R-squared		0.019196
Total obs	182	Obs with Dep=0		147
		Obs with Dep=1		35

从上述结果可以看出,发明人和知识元素的度数中心度都没能对专利获得授权的时间产生显著的影响,整体模型的P值为0.635,我们认为在一定程度上,该获得授权时间段内样本量过少导致了这种偏差的出现。

## VI. 结论

本文利用中国北车2004-2013年在中国国家知识产权局申请或获得公布或授权的专利数据,构建基于发明人的合作关系网络和基于知识元素的组合关系网络,并计算得到这两个网络的相关结构特征,考察这些特征对于申请专利是否被授权的概率产生的影响。

根据基础模型的结果,我们可以看到:专利所包含的知识元素的度数中心度对创新搜索质量(是否获得授权)存在显著的负向影响,即包含越多位于中心位置的知识元素,反而越不利用专利授权的获得。发明人的度数中心度会对创新搜索质量(是否获得授权)有正向影响。从结构洞的角度来看,不管是发明人还是知识元素的拥有较多的结构洞都会不利于

创新搜索质量（是否获得授权），但是这些影响并不是那么的显著。这些结果在一定程度上印证了我们在假设中的观点，而对中国北车的启示最重要的一点就是，现有高度数中心度的知识元素已经处于挖掘较为充分的状态，应该加强在度数中心度相对较低的知识元素上的积累。

考虑时间因素之后，我们可以看到：若想专利在1-2年内获得授权，要尽可能的避免位于知识元素网络中心位置的元素出现在专利中；若一项专利在2-3年获得授权，除了要考虑知识元素网络的影响外，还要同时关注发明人网络对专利授权时间的影响；而发明人和知识元素的度数中心度都没能对专利在3-4年内获得授权的时间产生显著的影响。

## 参考文献

- Abrahamson, Eric, Gregory Fairchild, Management Fashion: Lifecycles, Triggers, and Collective Learning Processes, *Administrative Science Quarterly*, 44-4 (1999).
- Ahuja, Gautam, Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study, *Administrative science quarterly*, 45(2000).
- Ahuja, Gautam, Riitta Katila, Where Do Resources Come from? The Role of Idiosyncratic Situations, *Strategic Management Journal*, 25-8/9 (2004).
- Burt, Ronald S, Structural Holes: *The Social Structure of Competition*(Cambridge, MA: Harvard University Press, 1992).
- Carnabuci, Gianluca, Jeroen Bruggeman, Knowledge Specialization, Knowledge Brokerage and the Uneven Growth of Technology Domains, *Social Forces*, 88-2(2009).
- Dosi, Giovanni, Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation, *Journal of Economic Literature*, 26-3(1988).
- Fabrizio, Kira R, Absorptive capacity and the search for innovation, *Research Policy*, 38-2(2009).
- Fleming, Lee, Charles King III, Adam I, Juda, Small Worlds and Regional Innovation, *Organization Science*, 18-6(2007).
- Gilsing, Victor, Bart Nooteboom, Wim Vanhaverbeke et al, Network Embeddedness and the Exploration of Novel Technologies: Technological Distance, Betweenness Centrality and Density, *Research Policy*, 37(2008).
- Grimpe, C, Wolfgang Sofka, Search Patterns and Absorptive Capacity: Low- and High-technology Sectors in European Countries, *Research Policy*, 38-3(2009).
- Hannan, Michael T, John Freeman, The Ecology of Organizational Foundings: American Labor Unions, 1836-1985, *American Journal of Sociology*, 92-4(1987).
- Henderson, Rebecca, Of Life Cycles Real and Imaginary: The Unexpectedly Long Old Age of Optical Lithography, *Research Policy*, 24-4(1995).

- Huber, George P. "Organization Learning: The Contributing Process and the Literatures". *Organization Science*, 2-1(1991).
- Katila, Riitta, Gautam Ahuja. "Something Old, Something New: A Longitudinal Study of Search Behavior and New Product Introduction". *Academy of Management Journal*, 45-6(2002).
- Katila, Riitta. New Product Search over Time: Past Ideas in Their Prime?. *Academy of Management Journal*, 45-5(2002).
- Kim, Dong-Jae, Bruce Kogut. Technological Platforms and Diversification. *Organization Science*, 7-3(1996).
- Kuhn, Thomas S. *The Structure of Scientific Revolution*(Chicago and London: The University of Chicago Press, 1996).
- Laursen, Keld, Ammon Salter. "Open for Innovation: The Role of Openness in Explaining Innovation Performance among U.K. Manufacturing Firms". *Strategic Management Journal*, 27(2006).
- Levinthal, Daniel A. James G. March. A model of adaptive organizational search. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2(1981).
- Levinthal, Daniel A. James G. March. The Myopia of Learning. *Strategic Management Journal*, 41(1993).
- March, James G. Exploration and Exploitation in Organizational Learning. *Organization Science*, 2-1(1991).
- Nelson, Richard R. Sidney G. Winter. "An Evolutionary Theory of Economic Change". *Cambridge*(Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982).
- Rosenkopf, Lori, Atul Nerkar. "Beyond Local Search: Boundary-Spanning, Exploration, and Impact in the Optical Disk Industry". *Strategic Management Journal*, 22(2001).
- Wang, C. Simon Rockan, Mark Fruin, Xiaoyan Xu. Knowledge Network, Collaboration Network, and Exploratory Innovation. *Academy of Management Journal*, 2013.



## Relational Network, Knowledge Network and Quality of Innovation Search: An Analysis on Patents of China North Railway Corporation

DONG Yuxing, WANG Yi(Tsinghua University, Tsinghua University)

### Abstract

What's the impact of relationship network and knowledge network on quality of innovation search? This research addresses this question with 851 patents of China North Railway Corporation, which are registered in the State Intellectual Property Office of P.R.China. The main findings are: The higher the central degree of knowledge elements, the more the structural hole of knowledge elements, the lower quality of innovation search; The central degree of inventors positively impact on the quality of innovation search. The impact of the structural hole of inventors on the quality of innovation search is not significant. This research posits that a firm could have higher quality of innovation search in some independent knowledge areas with the efforts of "star" engineers.

### Key words

Relationship network, knowledge network, innovation search, high speed train industry, China