



知识扩散视角下共性技术的商业化评价

——基于多层网络的反向识别方法

朱桂龙 朱明晶 尹 潇

(华南理工大学 工商管理学院, 广州 510641)

摘要: 共性技术筛选,尤其是商业化评价对于产业发展至关重要。由于沿树状结构自下往上的共性技术分类视角存在很大的局限性,提出一种整合专利引证与摘要文本分析的多层复杂网络方法,通过观测技术树顶端专有技术对底层共性技术的共享性来反向识别产业共性技术所处的发展阶段,将其商业化潜力评价为高中低3个层次,确定具备市场化条件的共性技术以及尚需二次研发的共性技术,为政府干预共性技术扩散提供科学的评价方法。最后,以生物技术为例,进行实证检验。

关键词: 共性技术;商业化评价;多层网络;知识扩散;生物技术

中图分类号: G30;G306.0 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-0241(2019)02-0016-10

0 引言

共性技术(generic technology)的基础性、战略性、风险性、外部性决定了在其发展生命周期的各个阶段均会出现不同程度的市场失灵,需要政府给予高度关注(Tassey, 2004; 王敏等, 2013; 赵骅等, 2015; 周潇等, 2017)。作为实现其价值创造的核心环节,共性技术的筛选、识别尤其是知识扩散视角下商业化能力评价,成为近年来共性技术研究领域的重大课题(Ardito et al, 2015; Maine, 2015; Slayton et al, 2016; 郑月龙等, 2017)。

基于自下而上的树状结构技术演化视角,现有研究主要提出2类共性技术筛选方法:以德尔菲法为代表的专家评价法和以专利计量为代表的科学计量法(骆正清等, 2013; 栾春娟, 2015; 刘波等, 2014)。基于德尔菲专家意见的识别方法受主观干扰比较大,缺乏一定的客观性与可操作性。专利

的引用信息系统将产业发展与相关技术领域联系起来,是当前研究共性技术筛选问题的一个有效办法。现有研究形成如下共识:若A技术领域与其他技术领域之间具有共现关系,则称A为共性技术领域。栾春娟(2015)以专利数据为实例进行共现分析,在分析技术间的引用情况的基础上,参考设定的相关网络指标,进而对相关领域的共性技术进行选择识别。但是,专利申请过程中总是包含着一些错误或无效的引用来源。不同于与专利引用数量相关的指标,专利的标题或者摘要文本有助于提炼文本之间可能存在的内在逻辑。No等(2015)通过整合专利引证与文本挖掘方法进一步优化了知识利用与知识扩散过程中专利摘要文本之间的余弦相似性算法。然而,由于技术边界的动态性与模糊性以及树状结构顶端的网络特征(Baykara et al, 2015; 杨张博和高山行, 2017),技

收稿日期:2018-06-05

基金项目:广东省自然科学基金项目(2016A030312005)

第一作者简介:朱桂龙(1964—),男,安徽庐江人,华南理工大学工商管理学院教授,博士生导师,博士,研究方向:技术创新与科技管理。

通信作者:朱明晶, MingJZhu@163.com

术性质呈现出难以厘清的混杂状态(Taebi et al, 2014),沿着技术演化树状结构自下而上的正向视角不能有效评估共性技术的商业化潜力。

共性技术商业化成功与否的关键在于共性技术与所衍生的专有技术之间的技术距离,也即是专有技术对于共性技术的共享程度(Gambardella et al, 2010, 2013; Ardito et al, 2015; Datta et al, 2015)。本文提出从技术树状结构的顶端专有技术切入,通过观测技术树顶端专有技术对共性技术的共享性来反向识别产业共性技术,基于逆向游走的创新逻辑与网络算法确定具备市场化条件的共性技术以及尚需攻关的共性技术,为政府干预共性技术扩散提供科学的评价方法。最后,以生物技术为例进行实证检验。

1 基于多层网络的共性技术扩散反向识别方法建构

1.1 总体设计

多层网络(multilevel network)是桥接共性技术

与专有技术的关键。一般而言,从专利大类出发单独使用专利引用数据或其文本信息难以充分识别共性技术及其扩散情况,往往存在较大偏差。本文通过多层网络方法解构专利引证关系与文本信息之间的内在逻辑,一方面,将特定技术领域相关高被引专利形成的基础专利池作为研究标的,可以得到基础专利关键词共现网络,这层知识网络负载着共性技术信息;另一方面,挖掘上述基础专利的前引专利,可以形成前引专利关键词共现网络,这层知识网络负载着专有技术信息。在基础专利关键词共现网络与前引专利关键词共现网络中,基于技术领域的德温特分类代码(DC)^①可以有效充当信息载体,测度两层关键词共现网络之间的相似性,从而推定技术树顶端专有技术对于共性技术的共享程度,作为共性技术商业化评价的依据。基于多层网络的共性技术扩散反向识别方法示意图如图1所示。

共性技术作为企业研究与开发专有技术的平

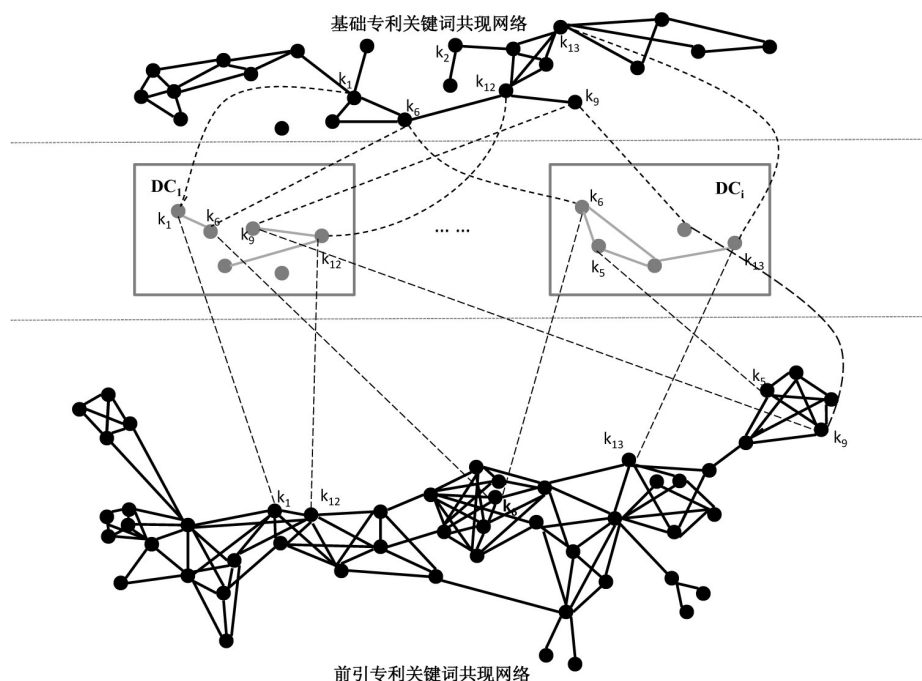


图1 基于多层网络的共性技术扩散反向识别

^①DC是经过德温特技术专家标引的、执行一个字母加两个数字统一标准的专利技术分类代码,不管从DC代码执行统一分类标准还是从总体数量方面,DC代码都非常适合应用于技术共类分析的研究中。

台性技术,其商业化评价应当基于标的技术所处的发展阶段与技术特性。基于技术演化的理论视角,共性技术可以划分为基础性共性技术(basic generic technology)和应用性共性技术(applied generic technology)(Tassey, 2004, 2008)。其中,基础性共性技术是带有领域特征的基础性技术,具有公共属性,总体上呈现出共性技术向中小企业的扩散效率低下、溢出效应不明显,仍需进行大量的二次开发工作(Cogez et al, 2015; 李纪珍和邓衢文, 2011)。一般情况下,如果专利分类号较短,被引用次数较多的有可能是基础共性技术专利。应用性共性技术则是具有较明确的产业应用目标的系统技术,偏向于功能窄域,由于其直接支撑企业专有技术的发展,因此其兼具公共和私有2种属性且更多体现为私有属性,但是对于一些龙头企业参与的共性技术研发项目,由于扩散机制的缺位,其他企业难以共享共性技术投资的成果,沦为实质上的专有技术(李纪珍,2011)。因此,形成区分共性技术类别的量化标准是其商业化评价的重要环节。

1.2 具体步骤

具体来说,基于多层网络的反向识别分析由以下5个步骤所组成。

第1步,检索并下载指定技术领域的高被引专利作为研究中的基础专利。高被引特征在很大程度上代表了专利质量高、知识流动密集,更适合用于观测共性技术的知识流动,基础专利和前引专利可通过DII专利数据库下载。以基础专利为研究标的,其既是区分前向引用与后向引用的关键节点,也是知识扩散的主要载体。

第2步,提取基础专利和前引专利的摘要全文,分别构建基础专利关键词共现网络和前引专利关键词共现网络。摘要是专利申请主体内容的凝练,相较于标题,其提供了更全面丰富的专利信息,有利于挖掘知识流动的内在特征(No et al, 2015)。因此,本文选择专利文献的摘要文本进行

共词分析,首选运用CiteSpace软件绘制主题词图谱,然后从中提取主题词数据,并运用SNA分析中的绘图工具Netdraw绘制出更清晰一些的技术主题词网络。其中,描述符列表被标准化以删除同一个字的变体。

第3步,计算基础专利关键词共现网络中每个德温特分类代码DC的中心度(centrality)。中心度是组织单元中资源交换模式的结构特征(Breschi and Catalini, 2010)。中心度可以反映出DC作为中介的程度,其获得各方资源及控制这些资源的程度。Guan等(2015)研究发现中心度的不同计算方法是高度共线性的,本文采用中介中心度(betweenness centrality)指标进行计算。依据中介中心度的相关理论和计算方法,在技术网络中“桥”代表的技术领域或技术主题,往往具有集成、带动和辐射作用,能够培育新的增长点,可以视为关键技术领域或关键技术主题。若这种共现关系越突出、越紧密,则其应用范围和影响范围越大、越深。

$$C'_B(n_i) = \frac{\sum_{j < k} g_{jk}(n_i) / g_{jk}}{(g-1)(g-2)}$$

第4步,计算每个DC在基础专利关键词共现网络与前引专利关键词共现网络之间的余弦相似度(cosine similarity)。本研究以基础专利中提取出来的关键词为中介,通过夹角余弦算法得到2个网络之间的文本相似度,以此来反映专有技术对于共性技术的共享性。余弦相似度是一种相似性度量,它易于理解和计算长向量和稀疏向量。专利申请过程中总是包含着一些错误或无效的引用来源,不同于专利引用数量等指标,基于专利文本聚类出的关键词反映了知识流动过程中的内在逻辑(No et al, 2015; Madani and Weber, 2016),因此本文采用“Salton & McGill”余弦相似度测度共性技术与所衍生的专有技术之间的技术距离,也即是专有技术对于共性技术的共享程度(Gambardella et al, 2010, 2013; Ardito et al, 2015; Datta et

al, 2015)。

$$Sim(P, C) = \frac{\sum_{k=1}^n P_k C_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^n P_k^2} \sqrt{\sum_{k=1}^n C_k^2}}$$

第5步,以基础专利DC的网络中心度为X维度、基础—前引专利余弦相似度为Y维度,以其平均值为划分依据(No et al, 2015; Fan et al, 2017),构建四象限分类图。将“基础专利共现网络”中心度与“基础专利—前引专利多层共现网络”余弦相似度这2个维度相结合有助于形成互补优势,弥补了网络中心度单一指标在表征扩散效率方面的不足。不同象限分别代表共性技术的重要性与共享性高低所形成的4种分类,为共性技术商业化评级提供依据,如图2所示。其中,象限I代表高中心度—高相似度,处在这一象限的技术商业化优先级为高,具备商业化条件;象限II代表低中心度—高相似度,以应用性共性技术为主,处在这一象限的技术商业化优先级为中;象限III代表低中心度—低相似度,处在这一象限的技术商业化优先级为低,不具备商业化条件;象限IV代表高中心度—低相似度,以基础性共性技术为主,处在

这一象限的技术商业化优先级为中。

2 研究设计:以生物技术为例

2.1 技术情境

近年来,我国生物技术进入了从量的积累向质的飞跃、点的突破向系统能力提升的重要时期,从以跟跑与并跑为主,向并跑与部分领域进入领跑的转变。Web of Science数据库收录的专利与文献数据表明,我国已连续5年在论文发表量和专利申请量方面位居全球第2位,仅2015年发表的生命科学论文就达8万多篇,申请生物技术专利2万多件。生物技术产业创新正处在产业链前端的科学研究与产业链后端的技术开发双向延伸的发展阶段,但其产业链后端技术扩散明显比预期扩散范围小得多,开发共性技术商业化评价方法对于我国生物技术发展至关重要(樊霞和宋丽, 2017; 樊霞等, 2018)。

2.2 数据来源与描述性统计

数据来源于德温特(DII)专利数据库,其每周以数万条的速度在不断更新,收录的数据年限自1963年至今。DII数据库中的每一条专利文献都标引了3种不同的分类代码,即IPC代码、DC代码

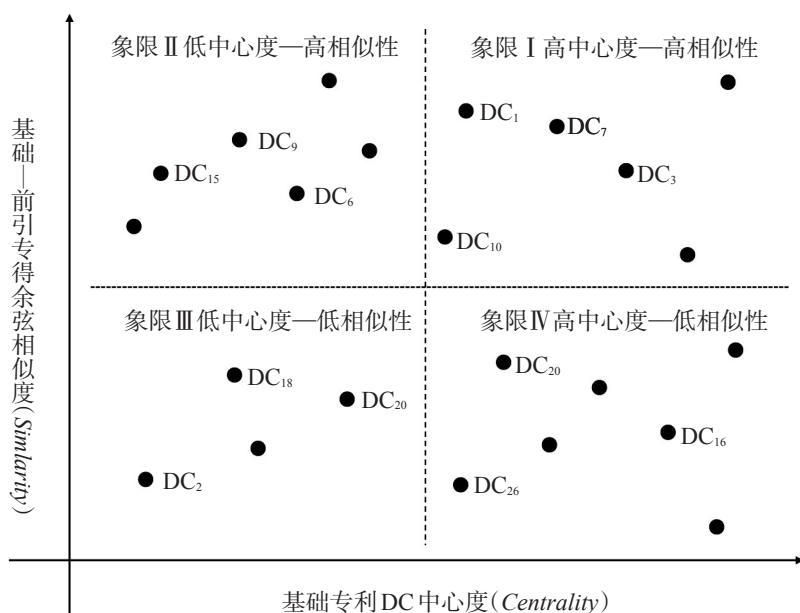


图2 特征向量中心度与余弦相似度分类图

和MC代码,且涵盖多个国家的专利信息,数据较为全面,对共性技术发展过程的考察具有优势。共性技术即是指其研发成果可共享并对整个产业产生深度影响的一类技术。专利被引次数是测度技术影响力的最直观的指标,如果一项专利大量被引用,显示该专利得到了其他技术领域广泛的使用,表明该项专利具有更好的价值和质量。因此,本文以高被引专利为基础专利研究共性技术的扩散问题。

本文采用经济合作与发展组织(OECD)发布的产业分类标准,根据生物技术所涉及的IPC分类号进行专利数据下载。考虑到5年的专利引用滞后期,本研究截取2008—2012年作为研究窗口,下载研究期内生物技术产业专利共计47 207条,其被引频次前3位分别为261、183和181次,选择被引频次超过38次的高被引专利(前5%)作为基础专利,形成一个由212条生物技术高被引专利所构成的专利池,其前引专利达到14 228条之多^②。可见,这些高被引的生物技术专利的质量普遍较高,具有代表性。

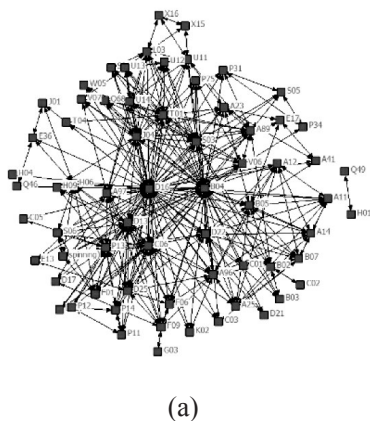
3 实证结果

对于关系网络而言,测度其网络中心性来刻画网络行动者“权利”,即如果一个行动者在其局部环境内与其他行动者之间直接相连,其中心度越

大。一个技术学科中的专利被引频次越高,说明该技术学科被广泛运用于其他技术学科;且其中心度越高,该技术学科与其他技术学科联系越紧密,该技术学科的共性技术特征越明显。本文利用Ucinet软件绘制技术学科的共现关系图谱,结果如图3(a)所示,节点代表技术学科,连线代表各技术学科存在共现。根据Ucinet软件中Network-Centrality-Betweenness centrality路径进行中介中心度数值的计算,结果如图3(b)所示(仅显示了中心度大于1的DC)。

D16(fermentation industry)代表发酵工程,即采用现代工程技术手段,利用微生物的某些特定功能,为人类生产有用的产品,或直接把微生物应用于工业生产过程的一种新技术,拥有最大的中介中心度,为43.089。B04代表天然产品、聚合物,试验、未知结构的化合物,中心度值为19.076,拥有第二多的技术学科共现伙伴数量。S03代表科学仪器、光度、量热法,即生物技术在工程技术中的运用;其余的技术学科,如C06生物技术、植物遗传学、兽医疫苗,A96内科、牙科、兽医、美容,J04催化的化学/物理方法和设备,也多位于整个技术网络的中央位置,与其他较多的技术学科存在共现关系。

在进行文本分析时,本文选用了共词分析软件Citespace。通过从摘要中提取关键词的方法,基础



(a)

DC	Betweenness
D16	43.089
B04	19.076
F09	2.974
B02	2.896
C06	2.894
U11	2.874
L03	2.806
S03	2.042
D13	1.757
P13	1.728
J04	1.749

(b)

图3 基础专利DC中心度网络

^②本文数据下载时间为2017年12月,因此基础专利的引用数据是截止到2017年的情况。

专利中共提取出 37 个关键词。由于软件无法对上下文或含义进行解读,因而会存在一些不相关或不重要的词被提取出来。进一步,结合专家意见对关键词手动筛选,最终选取 33 个关键词作为本文的关键词集。同理,从前引专利中共提取出 1 220 个关键词。一个技术学科由多个专利组成,一个专利因可能涵盖多个技术学科而包含多个技术学科的关键词,故运用多层网络模型分析方法构建技术—主题网络。可视化的技术—关键词网络,能够使研究者清晰地识别出技术学科在网络中所处的位置,及中心度较高的主题词。图 4 展现了共词网络演化的特征,在 2 个主题词网络集群中,关键词集都形成了次级聚簇,存在集群内关键词再聚集现象,关键词网络演化可以进一步分解为各个组元的演化。由双层网络模型看出,处于技术学科核心地位的 B16、B04,其领域内的关键词,如 amino acid sequences(氨基酸序列)、detergent

composition(洗涤结合物)等位于共词网络极中心地带。此外,属于基因工程等技术领域的关键词,如treating cancer(癌症治疗)、antibody fragment(抗体片段)、coding sequence(编码序列)、DNA molecule(DNA分子)等,同样处于共词网络的核心位置。综上,技术学科和生物技术研究主题可能存在不同的演化方向。

本文将基础专利 DC 中心度和基础一前引专利相似度分别作为横纵坐标,建立相似度与中心度的二维坐标系,基础专利技术学科均被分布在二维图中。其中技术学科 D16 和 B04 的共性技术中心度和共性一技术相似性值都明显高于其他技术科学,分别为(43.089, 179.87)、(19.076, 174.65)。由于技术学科 D16(Fermentation industry)是“轻工技术与工程”中的一个重要分支和重要学科,在生物技术产业化过程中起着重要的作用,其发展成熟,已取得丰硕的成果,而技术学科 B04(natural

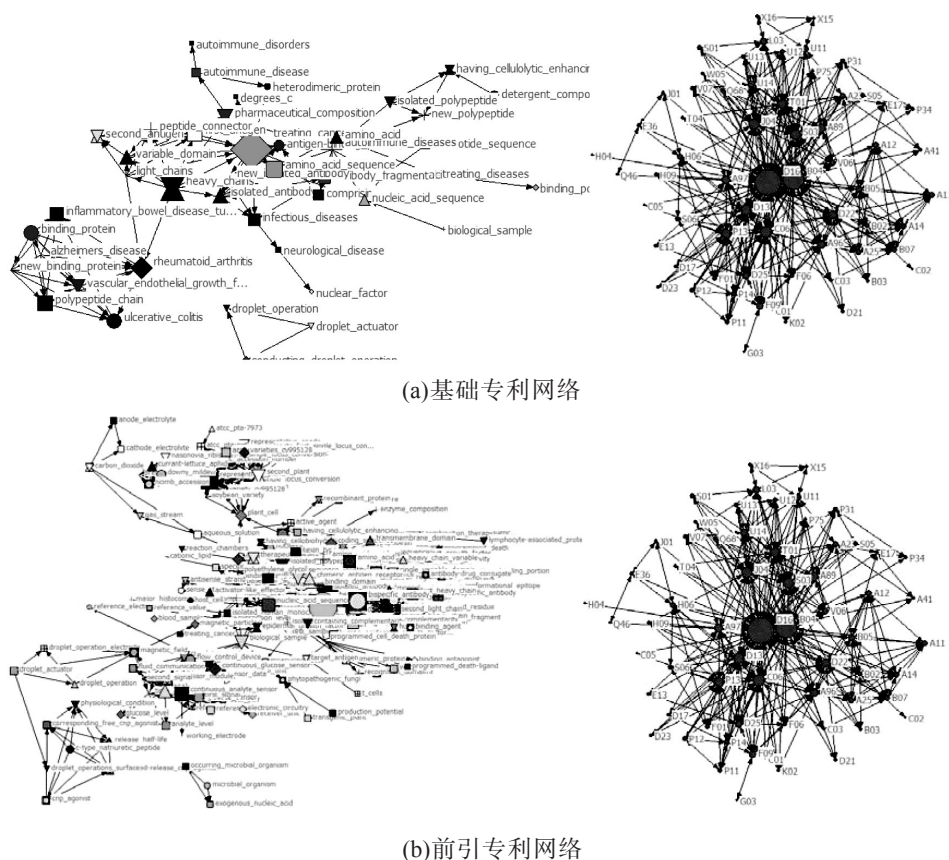


图4 关键词共现网络

products and polymers, testing, compounds of unknown structure), 由于该技术学科本身特性, 其专利产量高, 在本文中几乎为全样本, 故此类数据若不剔除, 会影响整体数据的效果。为充分展现技术学科分布情况, 更好地反映其他技术学科, 剔除以上 2 个特殊值后以均值为标准, 在相似度维度 (*similarity*) 或中心度维度 (*centrality*) 上, 每一技术学科可分为高(高)类或低(低)类, 其中“高一高”为基于基础专利 DC 中心度和基础一前引专利相似度都较高, 既处于技术核心位置又具有好的传播效果。处于“高一低”一类是技术学科具有高 DC 中心度和低基础一前引专利相似度, “低一高”一类是技术学科具有低 DC 中心度和高基础一前引专利相似度, “低一低”一类是技术学科具有低 DC 中心度和低基础一前引专利相似度。基础专利技术学科分布结果如图 5 所示。

由图 5 所示, 基础专利的技术学科分布在“高

一高”类中有 C06(生物技术、植物遗传学、兽医疫苗)、S03(其他杂环化合物)、P13(植物学, 乳制品)等; 分布在“高一低”类中有 B02(稠杂环化合物)、U11(半导体材料和方法)、L03(电气设备的电(有)化学特性), 分布在“低一高”类别中的有 B07(通用片剂、分配器、导管)、D25(除肥皂以外的洗涤剂)等。

在“高中心度—低相似性”中, B02、U11、L03 技术学科虽具有较高的共性技术特性, 但其技术扩散却较低, 且对于生物技术产业共性程度最高的前 7 个技术学科 B04、D16、B02、U11、L03、F09、C06, 仅有 B04 和 D16 具有较高的基础一前引专利相似度, 这极可能由于基础性共性技术是最靠近基础研究的一类共性技术, 系统性、科学性、综合性比较突出, 其研发和创新源自基础理论的长期积累。此外, 本研究对“低一高”类别与“高一低”、“低一低”类别中的基础专利进行 IPC 层级分析与被引次数统计^③。结果显示, 在“低一高”类别中,

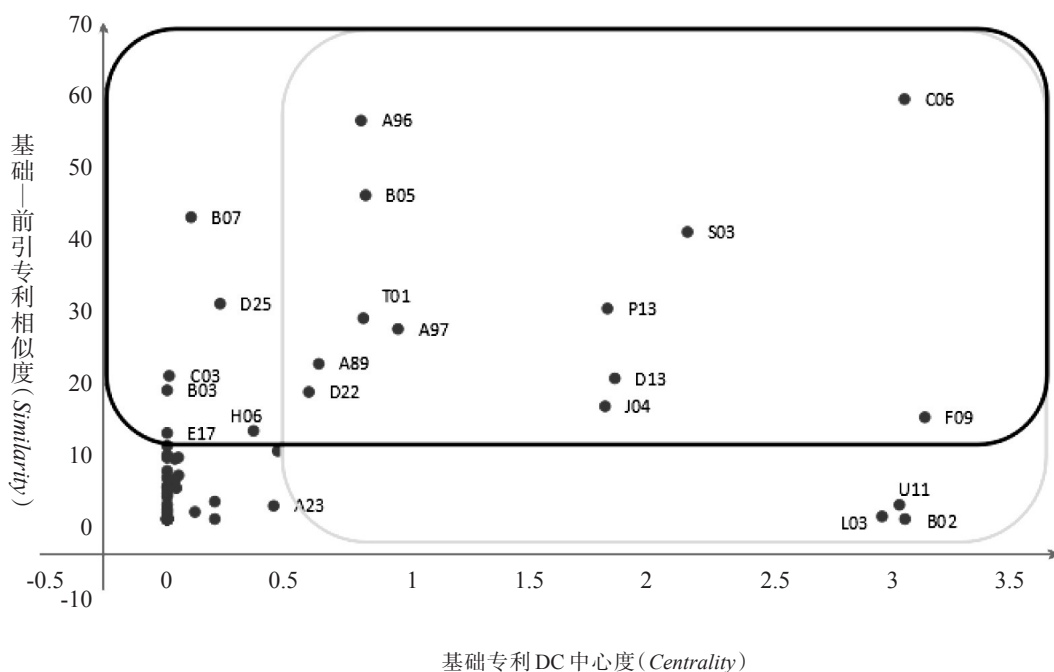


图 5 共性技术中心度与相似性的分类

③ IPC 分类是根据《国际专利分类斯特拉斯堡协定》编制的, 是目前惟一国际通用的专利文献分类和检索, 其系统按照技术主题设立类目, 把整个技术领域分为 5 个不同层级: 部、大类、小类、大组、小组。

中介中心度大于1的IPC分到小类组别的占17.6%,每个专利平均被引次数80.8;而在“高一低”、“低—低”类别中,中介中心度大于1的IPC分到小类组别的占9.1%,每个专利平均被引次数70.1。可见,“低—高”维度中的基础专利相对“高一低”、“低—低”维度有IPC分类号短、被引次数多的特征。共性技术是基础研究迈向市场应用的第一步,其本身不会是产业技术发展的推动力,它需进一步投入科技资源使其产业化,若其研发供给得不到满足,将得不到专有技术支撑,技术开发也将无从进行。

“低中心度—高相似性”一类中B07、D25等虽有更多的专有技术作支撑,能够为后续技术的研发提供基础性研发手段和技术支持,并为后续技术在实现产业化过程中的推广和应用提供基础,但难以桥接整体技术平台的搭建。我国扩散机制不健全,产权界定与保护的法律制度不完备或执行不到位,为避免创新成果以无偿形式被过度扩散,技术供给方选择技术封锁,使其技术成果束之高阁,其他共性技术领域难以获得其潜在的商业价值,导致溢出效应不明显,进而引起共性技术平台建设进程迟滞问题。同样经济、行为习惯等技术之外的要素也制约了共性技术各领域间知识转化的壁垒,但具有高专有技术支撑的共性技术是最接近市场应用的一类共性技术,其研发过程密切结合了专业应用背景,技术接受方所需的二次开发工作很少,扩散效率高,可充分实现其市场价值。

4 结论与建议

本文提出了一种多层网络方法解构专利引证与专利文本之间的内在逻辑,通过观察技术树顶端专有技术对底层共性技术的共享性来反向识别产业共性技术,从而在技术学科层面厘定具备市场化条件的共性技术以及尚需二次研发的共性技术。在考虑网络中心度的基础上,该方法进一步

引入多层网络之间的余弦相似度指标,有效提升了文本挖掘技术在共性技术识别与商业化评价方面的应用。依据“基础专利共现网络”中心度与“基础—前引专利共现网络”相似度将产业共性技术分为4组,分别为“高中心度—高相似度”、“高中心度—低相似度”、“低中心度—高相似度”和“低中心度—低相似度”,区分底层共性技术的商业化优先级下各技术学科的知识转移情况,为政府干预共性技术扩散提供科学的评价方法。

以生物技术行业为例进行实证分析发现,一些具有高中心度的共性技术,虽在技术平台搭建中处于中心位置,但其技术扩散能力较弱,相关技术专利具有分类号短、被引次数多的统计特征;而部分低中心度的共性技术,却具有较高的基础—前引专利相似度,即高的专有技术支撑。这主要是由于基础性共性技术的扩散存在市场失灵,技术接受方在对该类成果转化时仍需进行大量的二次开发工作,导致技术许可、技术转让等市场机制下的扩散受到限制。而共性技术扩散渠道多样化、具有多层次性,各个层次的不同组合将产生完全不同的扩散效果,这使得共性技术扩散呈现出复杂性、不确定性等特征。且应用性共性技术存在制度失灵,一旦产权界定与保护的法律制度不健全或执行不到位,供给方为了避免技术创新成果以无偿形式被过度扩散而选择技术封锁。

因此,我国政府对于共性技术的扩散端政策不应一刀切,而应就其商业化潜力形成多层次、多渠道的动态机制。首先,应当建设基础性共性技术创新平台体系。基础性共性技术的扩散存在市场失灵,离商业化应用还需进行漫长的二次开发。这个现象也提醒政府,在技术平台上占据核心位置的基础性共性技术虽与其他技术领域有密切联系,但专有技术支撑不足,扩散效果差,商业化进程缓慢。通过建设创新平台体系,推动基础设施建设,引导

平台提供更标准、更系统的研发渠道,保证产业共性技术创新体系有效的运转,减少扩散过程中的二次开发工作。其次,通过完善相应的法律制度,明确产权界定,规避应用性共性技术被无偿过度扩

散、扩散方式混乱等弊端。具有高专有技术支撑的共性技术是最接近市场应用的一类共性技术,应当通过法律法规完善其扩散机制,从而推动共性技术在产业间、地区间的扩散和共享。

参考文献

- 樊霞,宋丽. 2017. 基于科学的创新与产业技术能力构建:基于中日美生物技术产业的比较分析[J]. 科学学与科学技术管理,38(3): 3-11.
- 樊霞,黄妍,朱桂龙. 2018. 产学研合作对共性技术创新的影响效用研究[J]. 科研管理,(1):34-44.
- 骆正清,戴瑞. 2013. 共性技术的选择方法研究[J]. 科学学研究,31(1):22-29.
- 栾春娟. 2015. 共性技术测度体系及其应用[M]. 北京:科学出版社.
- 刘波,常珏宁,龙彦召. 2014. 基于技术预见视角的共性技术筛选实证研究[J]. 科学学与科学技术管理,(10):26-34.
- 李纪珍,邓衢文. 2011. 产业共性技术供给和扩散的多重失灵[J]. 科学学与科学技术管理,32(7):5-10.
- 李纪珍. 2011. 共性技术供给与扩散的模式选择[J]. 科学学与科学技术管理,32(10):5-12.
- 王敏,方荣贵,银路. 2013. 基于产业生命周期的共性技术供给模式比较研究:以半导体产业为例[J]. 中国软科学,(9):124-132.
- 杨张博,高山行. 2017. 生物技术产业集群技术网络演化研究:以波士顿和圣地亚哥为例[J]. 科学学研究,35(4):520-533.
- 赵骅,李江,魏宏竹. 2015. 产业集群共性技术创新模式:企业贡献的视角[J]. 科研管理,36(6):53-59.
- 周潇,盛永祥,吴洁,等. 2017. 不同类型政府和企业对产业共性技术研发的投资策略研究[J]. 研究与发展管理,29(3):98-109.
- 郑月龙,周立新,周继祥. 2017. 考虑产业共性技术市场化的政府研发支持合同[J]. 科学学研究,35(10):1483-1490.
- Ardito L, Petruzzelli A M, Albino V. 2015. From technological inventions to new products: A systematic review and research agenda of the main enabling factors[J]. European Management Review,12(3):113 - 147.
- Baykara T, Özbek S, Ceranoğlu A N. 2015. A generic transformation of advanced materials technologies: Towards more integrated multi-materials systems via customized R&D and Innovation[J]. Journal of High Technology Management Research, 26(1):77-87.
- Breschi S, Catalini C. 2010. Tracing the links between science and technology: An exploratory analysis of scientists' and inventors' networks[J]. Research Policy,39(1):14-26.
- Cogez P, Kokshagina O, Masson P L, et al. 2015. Industry-wide Technology Road Mapping in Double Unknown: The Case of the Semiconductor Industry[C]. Belfast: International Conference on Engineering, Technology and Innovation. IEEE.
- Datta A, Mukherjee D, Jessup L. 2015. Understanding commercialization of technological innovation: Taking stock and moving forward[J]. R & D Management,45(3):215 - 249.
- Fan X, Liu W, Zhu G. 2017. Scientific linkage and technological innovation capabilities: International comparisons of patenting in the solar energy industry[J]. Scientometrics,111(1):117-138.
- Gambardella A, Mcgahan A M. 2010. Business-Model Innovation: General Purpose Technologies and their Implications for Industry Structure[J]. Long Range Planning,43(2):262-271.
- Gambardella A, Giarratana M S. 2013. General technological capabilities, product market fragmentation, and markets for technology[J]. Research Policy,42(2):315-325.
- Guan J, Zhang J, Yan Y. 2015. The impact of multilevel networks on innovation[J]. Research Policy,44(3):545-559.

- Maine E. 2015. Scientist-Entrepreneurs as the Catalysts of Nanotechnology Commercialization[J]. Social Science Electronic Publishing,2(5):301-308.
- Madani F, Weber C. 2016. The evolution of patent mining: Applying bibliometrics analysis and keyword network analysis[J]. World Patent Information,(46):32-48.
- No H J, An Y, Park Y. 2015. A structured approach to explore knowledge flows through technology-based business methods by integrating patent citation analysis and text mining[J]. Technological Forecasting & Social Change,(97):181-192.
- Slayton R, Spinardi G. 2016. Radical innovation in scaling up: Boeing's Dreamliner and the challenge of socio-technical transitions[J]. Technovation,(47):47-58.
- Taei B, Correljé A, Cuppen E, et al. 2014. Responsible innovation as an endorsement of public values: The need for interdisciplinary research[J]. Journal of Responsible Innovation,1(1):118-124.
- Tassey G. 2008. Modeling and measuring the economic roles of technology infrastructure[J]. Economics of Innovation & New Technology,17(7-8):615-629.
- Tassey G. 2004. Underinvestment in Public Good Technologies[J]. Journal of Technology Transfer,30(1-2):89-113.

Commercialization Evaluation of Common Technology from the Perspective of Knowledge Diffusion: A Reverse Identification Method based on Multi-Layer Network

ZHU Guilong, ZHU Mingjing, YIN Xiao

(School of Business Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

Abstract: Common technology screening, especially commercial evaluation, is crucial for industrial development. Due to the great limitations of the common technology classification perspective from the bottom to the top of the tree structure, the paper proposes a multi-layer network method that integrates patent citation and abstract text analysis, and observes the underlying commonality of the top technology of the technology tree. The sharing of technology to reversely identify the development stage of industrial common technology, evaluate its commercialization potential as three levels of high, medium and low, determine common technologies with market conditions and common technologies that require secondary research and development, provide a scientific evaluation method for government intervention in the diffusion of common technologies. Finally, take biotechnology as an example and conduct an empirical test.

Key words: common technology; commercial evaluation; multi-layer network; knowledge diffusion; biotechnology