

专利前向引用的价值

——基于中国上市公司发明专利数据的经验分析

龙小宁 王禹诺 张美扬

摘要: 专利前向引用次数作为研究中最常使用的专利质量衡量指标,如何验证其合理性是一个值得研究的问题。通过首次将专利的“质”与“量”共同纳入市场价值模型,依据理论分析框架构建与之对应的实证模型,并基于2007—2020年中国上市公司发明专利数据进行经验分析的研究发现,专利前向引用次数对上市公司托宾Q值具有显著正向影响,具体表现为,平均而言,每增加一次专利前向引用,能为上市公司托宾Q值带来约18.5%的提升作用,对应的上市公司市值增长额约303万元。进一步分析发现,上述影响会随地区知识产权保护程度和行业技术发展特征的不同而呈现异质性:在高知识产权保护水平地区和低专利丛林密度行业中,专利前向引用的价值相对更高。这些研究为使用专利前向引用次数衡量专利价值提供了理论依据和实证支持。

关键词: 专利前向引用; 专利价值; 企业托宾Q值; 知识产权保护; 专利丛林密度

DOI: 10.19836/j.cnki.37-1100/c.2024.05.005

一、引言

2024年7月,党的二十届三中全会审议通过了《中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定》,强调要完善产权制度,依法平等长久保护各种所有制经济产权,建立高效的知识产权综合管理体制^①。而在知识产权的保护和运用中,专利价值评估是一个永恒的话题。在知识产权领域的研究中,专利价值评估是一个重要话题。对以往理论文献的梳理显示,专利价值通常可以从专利的技术质量、商业价值和法律效力三个维度进行衡量。其中,技术质量的衡量指标包含专利前向引用次数^{②③}、权利要求数^④以及发明人个数^⑤等;商业价值的衡量指标主要包含专利实施许可和转让的次

基金项目: 国家自然科学基金面上项目“科技创新的知识产权保护研究:测量指标构建与最优政策选择”(72073114)。

作者简介: 龙小宁,厦门大学知识产权研究院教授(厦门 361000; cxlong@xmu.edu.cn);王禹诺(通讯作者),中共厦门市委党校公共管理教研部讲师,经济学博士(厦门 361000; wongyunuo@163.com);张美扬,中南财经政法大学法与经济学院讲师,经济学博士(武汉 430000; daisy_zhang0623@foxmail.com)。

① 《中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定》,《人民日报》2024年7月22日,第1版。

② Trajtenberg M., “A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations”, *The Rand Journal of Economics*, 1990, 21(1), pp. 172-187.

③ Harhoff D., Narin F., Scherer F. M., et al., “Citation Frequency and the Value of Patented Inventions”, *Review of Economics and Statistics*, 1999, 81(3), pp. 511-515.

④ Lanjouw J. O., Schankerman M., “Patent Quality and Research Productivity: Measuring Innovation with Multiple Indicators”, *The Economic Journal*, 2004, 114(495), pp. 441-465.

⑤ Merges R. P., “Commercial Success and Patent Standards: Economic Perspectives on Innovation”, *California Law Review*, 1988, 76(4), pp. 803-812.

数及费用^①、是否经历专利纠纷^{②③}等;法律效力的衡量指标包括专利族大小^④和专利存续期^⑤等。在专利纠纷中常涉及专利无效挑战,如果历经无效申请后依然保持有效,说明专利的商业价值偏高,否则无法断定其价值,其他各指标的数值越高则对应更高的专利价值。

在上述专利价值衡量指标中,最为常用的是专利前向引用次数。但不同国家对于专利引用的相关规定具有较大差异,导致各国的专利引用数据难以进行跨国比较,且《中华人民共和国专利法》和《中华人民共和国专利法实施细则》中不强制要求申请人对专利引用进行披露,故而中国专利的前向引用能否为后续发明创造提供基础并作为专利质量的衡量指标存疑。对比中美专利法可以发现,美国专利引用要求审查员和申请人都进行充分披露,且如果申请人不披露现有技术存在严重的法律后果^⑥,可能直接导致专利申请不通过或专利权无效^{⑦⑧},故而具有较强的法律效力。而中国专利法规定的申请人现有技术披露义务仅是原则性的,并未规定未尽义务的法律后果,导致现有技术披露义务规则难以落实^⑨。此外,技术披露义务的履行可能与申请人期待获得专利授权的利益存在冲突,故而申请人不存在披露现有技术的激励^{⑩⑪⑫}。中国国家知识产权局的专利引用数据是基于审查员检索报告生成的,仅将授权发明专利的审查员引用标记在授权版本的专利文本中,并不向公众公开审查员检索报告,也不单独记录申请人引用。在此背景下,中国的“专利前向引用次数”能否作为一个合理的专利价值衡量指标?又能否具体评估每一次中国专利前向引用具有多少价值?这些不仅是重要的理论问题,更是具有实践意义的现实问题。

在关于专利价值的实证研究中,已有部分外文文献说明专利前向引用具有价值^⑬,且Hall等测算出美国发明专利前向引用一次的平均价值约为4025320美元^⑭,但鲜有测算中国专利前向引用是否同样具有价值的大样本实证研究。在现有国内文献中,李诗等^⑮和龙小宁等^⑯讨论了专利数量和其对上市公司市值的影响。李诗等基于1990—2008年中国上市公司的专利持有量对股票市场的专利定价

- ① 唐恒、李绍飞、赫英淇:《专利资助政策下专利质量评价研究》,《情报杂志》2015年第5期。
- ② Lemley M. A., Shapiro C., “Probabilistic Patents”, *Journal of Economic Perspectives*, 2005, 19(2), pp. 75-98.
- ③ Galasso A., Schankerman M., “Patents and Cumulative Innovation: Causal Evidence from the Courts”, *The Quarterly Journal of Economics*, 2015, 130(1), pp. 317-369.
- ④ Lanjouw J. O., Schankerman M., “Patent Quality and Research Productivity: Measuring Innovation with Multiple Indicators”, *The Economic Journal*, 2004, 114(495), pp. 441-465.
- ⑤ Schankerman M., Pakes A., “Estimates of the Value of Patent Rights in European Countries during the Post-1950 Period”, *The Economic Journal*, 1986, 96(384), pp. 1052-1076.
- ⑥ 参见 Consolidated Patent Rules Title 37 - Code of Federal Regulations Patents, Trademarks, and Copyrights, 简称为 37 C.F.R., <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2011-title37-vol1/pdf/CFR-2011-title37-vol1.pdf>, 访问日期:2023年4月3日。
- ⑦ Kuhn J., Younge K., Marco A., “Patent Citations Reexamined”, *The RAND Journal of Economics*, 2020, 51(1), pp. 109-132.
- ⑧ 崔国斌:《专利申请人现有技术披露义务研究》,《法学家》2017年第2期。
- ⑨ 梁志文:《论专利申请人之现有技术披露义务》,《法律科学(西北政法大学学报)》2012年第1期。
- ⑩ Lampe R., “Strategic Citation”, *The Review of Economics and Statistics*, 2012, 94(1), pp. 320-333.
- ⑪ Alcacer J., Gittelman M., “Patent Citations as a Measure of Knowledge Flows: The Influence of Examiner Citations”, *The Review of Economics and Statistics*, 2006, 88(4), pp. 774-779.
- ⑫ Sampat B. N., “When do Applicants Search for Prior Art?”, *The Journal of Law and Economics*, 2010, 53(2), pp. 399-416.
- ⑬ Trajtenberg M., “A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations”, *The RAND Journal of Economics*, 1990, 21(1), pp. 172-187.
- ⑭ Hall B. H., Jaffe A., Trajtenberg M., “Market Value and Patent Citations”, *The RAND Journal of Economics*, 2005, 36(1), pp. 16-38.
- ⑮ 李诗、洪涛、吴超鹏:《上市公司专利对公司价值的影响——基于知识产权保护视角》,《南开管理评论》2012年第6期。
- ⑯ 龙小宁、易巍、林志帆:《知识产权保护的价值有多大?——来自中国上市公司专利数据的经验证据》,《金融研究》2018年第8期。

功能展开实证研究,发现上市公司专利每增加一项,公司市值将增加223万元;龙小宁等研究发现专利的平均价值约685万元/件,且不同专利类型存在差异。但这些研究均未将专利质量的异质性纳入考虑范围,这种将所有专利一概而论的做法有待进一步完善。

为解决上述不足,本文首次尝试将专利的质量差异纳入理论分析框架,依据专利前向引用次数给予各专利相应权重,并根据理论分析框架设定相应的实证模型,运用中国上市公司发明专利数据进行验证。本文发现,专利前向引用次数对上市公司托宾Q值(在理论和实证模型中用TobinQ表示)具有显著正向影响,专利前向引用次数每增加一次,能为上市公司的托宾Q值带来18.5%的提升作用。值得一提的是,当分析中引入专利前向引用次数后,专利数量本身对上市公司托宾Q值不再具有显著影响。这说明,与其数量相比,专利的价值与其质量的关系更为密不可分。进一步地,从企业所在地区对知识产权保护程度和企业所属行业的技术发展特征两个角度对上述结果展开异质性分析。研究发现,在知识产权保护水平更高的地区,专利前向引用的价值也相对更高,从而说明这些地区的高质量创新能为企业带来更高的经济回报。此外,在专利丛林越密集的复杂技术领域,专利前向引用的价值越低。例如,相对于医药制造业,在专利丛林更密集的通信行业中企业专利前向引用的价值更低。这可能源于通信等领域中的专利权利相互交织组成稠密网络,由于交叉重叠的专利技术分散于不同企业间,为创新企业抬高了技术创新门槛,因此专利前向引用的价值会随丛林密度的提高而降低。

本文的边际贡献体现在以下两个方面:一是研究视角方面,采用上市公司托宾Q值定量分析专利前向引用的价值,填补了该领域研究的空白,为后续研究中使用专利前向引用次数指标衡量专利价值提供了有力支撑。二是理论框架方面,对既有理论模型进行了改进,分析具有不同质量的无形资产对企业市值存在的不同影响,具体做法是将上市公司的专利数量和专利质量进行拆分,并分别测算二者对于上市公司托宾Q值的影响。

余下部分的内容安排如下:第二部分展示理论分析框架的推导过程,第三部分介绍使用的数据、实证模型及变量描述性统计,第四部分讨论实证结果及解释,包括基准回归结果、稳健性检验和异质性分析,第五部分是结论与启示。

二、理论分析框架

既有研究表明,企业通过创新投入获取的回报包括创新收益^{①②③}和非创新收益^{④⑤}。同时,也有学者将企业创新划分为“实质性创新”和“策略性创新”^{⑥⑦},其中科技含量高、原创性强的发明专利被视为实质性创新,而“短、平、快”的实用新型专利和非发明专利则被视为策略性创新,并分别讨论两种类型的创新对企业发展和经济增长的影响。欧美等发达国家的研究表明,即便是将研究对象集中于

① Mohnen P., Hall B. H., “Innovation and Productivity: An Update”, *Eurasian Business Review*, 2013, 3(1), pp. 47-65.

② Kline P., Petkova N., Williams H., et al., “Who Profits from Patents? Rent-Sharing at Innovative Firms”, *The Quarterly Journal of Economics*, 2019, 134(3), pp. 1343-1404.

③ Shu T., Tian X., Zhan X., “Patent Quality, Firm Value, and Investor Underreaction: Evidence from Patent Examiner Busyness”, *Journal of Financial Economics*, 2022, 143(3), pp. 1043-1069.

④ 朱平芳、徐伟民:《政府的科技激励政策对大中型工业企业R&D投入及其专利产出的影响——上海市的实证研究》,《经济研究》2003年第6期。

⑤ 张杰、郑文平:《创新追赶战略抑制了中国专利质量么?》,《经济研究》2018年第5期。

⑥ 黎文靖、郑曼妮:《实质性创新还是策略性创新?——宏观产业政策对微观企业创新的影响》,《经济研究》2016年第4期。

⑦ 林志帆、龙晓旋:《卖空威胁能否激励中国企业创新》,《世界经济》2019年第9期。

创新含量最高的发明专利,专利价值的分布也是高度有偏的^{①②},即专利价值存在很大的异质性,这种异质性反映在专利特征上可能体现在专利引用、权利要求和专利族大小等方面。因而,此前国内研究直接把发明专利视为高质量创新的做法存在一定缺陷。因此,开展关于发明专利特征的经济价值衡量的研究是有必要。

鉴于此,本文基于 Griliches^③和龙小宁等^④的“知识资本”市场价值模型,首次将专利数量与专利质量同时纳入市场价值模型,尝试考察上市公司的专利数量和前向引用次数的经济价值。其逻辑机理在于,创新质量的提升能够通过三条路径为企业带来收益:一是创新技术能够使现有产品的性能得到提升,二是新技术通过提高资本和劳动的利用效率降低生产成本,三是创新产出作为市场信号能够帮助企业更易获得市场的信任。这三条路径都能够提高产品需求,使企业的市场份额和盈利增多,进而带来企业市值的提升^{⑤⑥⑦}。

Griliches的基本思路是使用上市公司数据,通过回归方法估计出专利数量等无形“知识资本”对公司股价的影响,从而确定这些无形资产的市场价值。在该模型的框架下,上市公司在股票市场上的价值 MV_{it} 与公司的有形资产 A_{it} 、无形资产 K_{it} 间的关系可以表示为:

$$MV_{it} = q_{it}(A_{it} + sK_{it}) \quad (1)$$

其中, q_{it} 为股票市场对公司资产重置成本的溢价系数。Griliches将其表示为:

$$q_{it} = \exp(\mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it}) \quad (2)$$

此处, q_{it} 的经济含义为股票市场对公司 i 在 t 年的估值溢价系数受不随时间变化的公司个体特征 μ_i 、不随公司变化的年度因素 λ_t 以及扰动项 ϵ_{it} 的影响(以指数形式 \exp 呈现)。

而式(1)中, s 表示无形资产的影子价格(shadow price),是指依据一定原则确定的、能够反映资源稀缺程度的方法对资源在生产中所做的贡献的估价。不同于 Griliches 和龙小宁等文中使用专利数量指代无形资产的做法,本文参考 Trajtenberg^⑧的做法,根据其中构建的加权专利计数(weighted patent counts,简称为 WPC)方法计算无形资产的价值 sK_{it} ,也即:

$$sK_{it} = WPC_{it} = \sum_{p=1}^{n_{it}} (1 + c_p) = n_{it} + \sum_{p=1}^{n_{it}} c_p = K_{it} + C_{it} \quad (3)$$

其中, WPC_{it} 表示公司 i 在 t 年的加权专利计数; n_{it} 表示公司 i 在 t 年持有的授权专利数量,使用 K_{it} 指代; c_p 表示每件专利 p 公开后实际的前向引用次数, $\sum_{p=1}^{n_{it}} c_p$ 即公司 i 在 t 年持有授权专利的前向引用次数加总,用 C_{it} 指代。参照此方法,将式(1)中的 sK_{it} 用 $K_{it} + C_{it}$ 进行改写,得到:

$$MV_{it} = q_{it}(A_{it} + K_{it} + C_{it}) = q_{it}A_{it} \left(1 + \frac{K_{it}}{A_{it}} + \frac{C_{it}}{A_{it}} \right) \quad (4)$$

- ① Schankerman M., Pakes A., “Estimates of the Value of Patent Rights in European Countries during the Post-1950 Period”, *The Economic Journal*, 1986, 96(384), pp. 1052-1076.
- ② Kogan L., Papanikolaou D., Seru A., et al., “Technological Innovation, Resource Allocation, and Growth”, *The Quarterly Journal of Economics*, 2017, 132(2), pp. 665-712.
- ③ Griliches Z., “Market Value, R&D, and Patents”, *Economics Letters*, 1981, 7(2), pp. 183-187.
- ④ 龙小宁、易巍、林志帆:《知识产权保护的价值有多大?——来自中国上市公司专利数据的经验证据》,《金融研究》2018年第8期。
- ⑤ Utterback J. M., Abernathy W. J., “A Dynamic Model of Process and Product Innovation”, *Omega*, 1975, 3(6), pp. 639-656.
- ⑥ Malerba F., Nelson R., Orsenigo L., et al., “Demand, Innovation, and the Dynamics of Market Structure: The Role of Experimental Users and Diverse Preferences”, *Journal of Evolutionary Economics*, 2007, 17, pp. 371-399.
- ⑦ 吴超鹏、唐菂:《知识产权保护执法力度、技术创新与企业绩效——来自中国上市公司的证据》,《经济研究》2016年第11期。
- ⑧ Trajtenberg M., “A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations”, *The Rand Journal of Economics*, 1990, 21(1), pp. 172-187.

由于上市公司市场估值的 *TobinQ* 的定义为公司在股票市场上的价值 MV_{it} 除以公司的有形资产 A_{it} , 我们将式(4)两侧同时除以 A_{it} , 便可得到:

$$TobinQ_{it} \equiv \frac{MV_{it}}{A_{it}} = q_{it} \left(1 + \frac{K_{it}}{A_{it}} + \frac{C_{it}}{A_{it}} \right) \quad (5)$$

将式(2)代入式(5)后, 等号两侧同时取对数, 得到:

$$\ln TobinQ_{it} = \ln \left[\exp(\mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}) \left(1 + \frac{K_{it}}{A_{it}} + \frac{C_{it}}{A_{it}} \right) \right] = \ln \left(1 + \frac{K_{it}}{A_{it}} + \frac{C_{it}}{A_{it}} \right) + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

在 $\frac{K_{it}}{A_{it}} + \frac{C_{it}}{A_{it}}$ 趋近于零的条件下, 利用等价无穷小公式 $\lim_{x \rightarrow 0} \ln(1+x) = \lim_{x \rightarrow 0} x$, 可将式(6)写为:

$$\ln TobinQ_{it} = \frac{K_{it}}{A_{it}} + \frac{C_{it}}{A_{it}} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

由于上市公司的无形资产与持有专利之间可能存在一定比例关系, 故而将 $\frac{K_{it}}{A_{it}}$ 用 $\alpha_1 Patent_{it}$ 表示, 将 $\frac{C_{it}}{A_{it}}$ 用 $\alpha_2 Cited_{it}$ 表示, 最终得到线性化的模型:

$$\ln TobinQ_{it} = \alpha_1 Patent_{it} + \alpha_2 Cited_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

式(8)反映了专利数量 $Patent_{it}$ 和专利前向引用次数 $Cited_{it}$ 对于上市公司 $\ln TobinQ_{it}$ 的影响。

三、数据与实证模型

(一)数据来源与处理

一是上市公司专利引用数据库(patent citation database of listed companies, 简称 CITE)。该数据库由中国研究数据服务平台(Chinese research data services, 简称 CNRDS)提供, 是基于中国上市公司发明专利前向引用情况整理而成的专业数据库, 其中的发明专利引用原始数据主要来自谷歌专利数据库(Google Patent)。该数据库在处理过程中考虑了上市公司及其参控股公司的名称匹配、专利自引用、公司更名等多种情况, 涵盖了上市公司股票代码、专利号、专利申请日、专利前向引用年度、专利各年前向引用次数、专利剔除自引用的各年前向引用次数、专利各年累计前向引用次数和专利剔除自引用的各年累计前向引用次数等字段。根据“上市公司-年份”这两个维度, 计算了上市公司在 2007—2020 年间申请的发明专利数量和专利前向引用次数等指标^①。

二是 CSMAR 国泰安数据库。上市公司的托宾 Q 值和控制变量所涉及的财务数据, 均来自 CSMAR 国泰安数据库。参考现有文献对上市公司数据的通行做法, 对原始数据进行以下处理: (1)由于金融类上市公司的报表结构与其他行业明显不同, 剔除金融类企业; (2)由于被 ST、*ST、PT 以及终止上市的企业财务制度存在异常, 也予以剔除; (3)考虑 B 股市场对企业财务数据要求的差异, 剔除样本期在 B 股上市或曾经发行 B 股股票的企业; (4)剔除企业 IPO 当年的观测值; (5)剔除主要财务指标缺失的观测值。由于 2006 年财政部颁布了新的《企业会计准则》, 因此以 2007 年作为样本起点。最终得到包含 2675 家上市公司 2007—2020 年间共 22490 个观测值的非平衡面板数据。

三是智慧芽全球专利数据库(PatSnap)。本文中有一项重要的数据处理工作借助了智慧芽全球专利检索平台。由于 CNRDS 数据库提供的上市公司专利样本存在如下问题, 可能影响分析结果的

① 本文实证分析中使用的数据为上市公司在 2007—2020 年间申请的发明专利数据, 数据期间的选取过程如下: 文中的关键信息为专利前向引用数据, 其数据来源(CNRDS 数据库)截至 2022 年 12 月; 又因发明专利从申请到授权经历的时长平均为 2 年(最长在 4 年左右), 为避免样本截尾问题, 专利申请年份需在引用数据对应年份基础上进一步前推 2 年, 即为 2020 年。因此, 本文选取截至 2020 年的上市公司发明专利数据为目前可得最新数据。

可靠性:其一,部分专利技术只包含了发明专利申请版本,并未涵盖授权发明专利版本,造成了数据缺失^①;其二,另一部分专利技术既涵盖了发明专利申请版本,又涵盖了发明专利授权版本,但是两者同时出现在数据库中,因为同一专利的公开号和公告号没有关联,无法将其匹配以去除重复样本。鉴于如上原因,在计算上市公司授权专利数量和前向引用次数的时候,为了区分 CNRDS 数据库中不同专利号的专利是否为同一个技术的不同版本(发明申请和发明授权两个版本),使用智慧芽数据平台查找了全部专利样本的申请号,运用唯一的申请号去识别专利申请和专利授权是否同时存在于样本中,并进行去重复化处理。具体地,如果上市公司同时具有一项发明技术的专利授权和专利申请两个公开版本,则在样本中仅保留专利授权。

需要说明的是,本文将专利样本限定于发明专利,理由如下:(1)从合理性的角度考虑,发明专利和另外两类专利(实用新型、外观设计)在申请审批流程、保护期限和申请维持费用等方面有诸多显著差别,需要区别对待。具体而言,其一,从审查流程方面,实用新型专利和外观设计专利从申请、公开到授权时间最长为18个月,明显短于发明专利的3—4年,且从申请到授权环节也不存在实质审查阶段;其二,从保护期限方面,自申请日起计算,发明专利权的期限为20年,而实用新型和外观设计的专利权的期限分别为10年和15年;其三,从申请维持费用方面,实用新型专利与外观设计专利的申请费用、维持年费以及代理费显著低于发明专利^②。这些差异意味着,相比于其他两种类型的专利,发明专利是科技含量高、原创性强的“实质性创新”,更能体现企业的核心创新能力。鉴于本文重点关注专利质量对企业价值的影响,因此将研究样本限定在创新含量最高的发明专利具有合理性。(2)从可行性的角度考虑,本文后续计算专利数量时须按年份进行折旧,而不同专利类型的保护期限也不相同,因此不宜将发明专利与实用新型、外观设计这两类专利样本混在一起。同时,本文使用专利的前向引用次数来表征专利质量,而且引用关系主要发生在发明专利之间,故而选取发明专利样本最为合适。

在数据处理过程中,依据“公司-年份”层级的授权发明专利的数量及其前向引用次数来进行计算。此外,由于发明专利从申请到授权有两年以上的时滞,企业当年获得授权的专利应追溯至研发活动与申请时点进行计算。

(二)描述性统计

实证分析涉及上市公司共计2675家。表1报告了上市公司层面变量的描述性统计信息,展示了被解释变量($\ln TobinQ$)和解释变量(专利前向引用次数)和控制变量(专利数量、资产负债率、主营业务收入增长率、总资产周转率、第一大股东持股比例以及研发投入占营业收入比例)的信息。值得说明的是,“研发投入占营业收入比例”这一变量取自上市公司年报中公开的数据,由于该数据缺失严重,所以在基础回归部分暂不加入该变量,而在后续的稳健性检验部分再将其作为增加的控制变量加入回归模型中^③。

表1 变量描述性统计

		观测值	平均值	标准差	最小值	中位数	最大值
被解释变量	$\ln TobinQ$	22490	0.582	0.470	-0.395	0.493	3.447
解释变量	专利前向引用次数 (折旧15%)	22490	0.082	0.320	0	0.017	15.381

① CNRDS数据库中的专利数据来自国家知识产权局,经作者查证和问询数据库相关技术专家,确实存在国家知识产权局未经披露申请专利、而直接披露授权专利的情况。本文的数据处理工作首次解决了此问题。

② 详见国家知识产权局:《专利收费、集成电路布图设计收费标准》, <https://www.cnipa.gov.cn/col/col11518/index.html>, 访问日期:2023年9月1日。

③ 为便于读者从原始数据中了解有效信息,作者整理了未取对数的Tobin Q、未除以有形资产处理的企业专利数量、企业专利前向引用次数,以及有形资产等相关信息,由于版面原因,留存备索。

续表 1

		观测值	平均值	标准差	最小值	中位数	最大值
控制变量	专利数量(折旧 15%)	22490	0.028	0.128	0	0.007	9.185
	资产负债率	22490	0.411	0.195	0.007	0.408	1.687
	主营业务收入增长率	22490	0.569	10.719	-11.683	0.135	1086.217
	总资产周转率	22490	0.651	0.521	0.003	0.539	11.416
	第一大股东持股比例(%)	22490	34.864	14.914	2.870	32.980	88.550
	研发投入占营业收入比例(%)	17501	5.011	5.279	0	3.770	98.390

(三)实证模型

依据前文理论分析框架设置了如下实证模型：

$$\ln TobinQ_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Patent_{it} + \alpha_2 Cited_{it} + Controls_{it}\Gamma + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,下标 i 与 t 分别表示上市公司和年份。被解释变量 $\ln TobinQ_{it}$ 为 t 年上市公司 i 的 $TobinQ$ 对数值。解释变量 $Patent_{it}$ 为截至 t 年上市公司 i 的总体专利数量除以 t 年上市公司 i 的有形资产(单位:千万元),解释变量 $Cited_{it}$ 为截至 t 年企业 i 的总体前向引用次数除以 t 年上市公司 i 的有形资产(单位:千万元)。为了得到总体专利数量及总体前向引用次数,参考中外相关文献中普遍使用的折旧率设定,对各年份上市公司专利数量的累积量以及前向引用次数的累积量用 15% 的折旧率进行折旧处理^①。为提升模型解释能力、削弱遗漏变量的内生性影响,在模型中引入一组与企业估值和创新相关的控制变量 $Controls_{it}$:(1)资产负债率:以总负债除以总资产衡量;(2)企业增长:以主营业务收入增长率衡量;(3)总资产周转率:以主营业务收入除以总资产衡量;(4)第一大股东持股占比:以企业实际控制人的持股占比衡量。此外,还加入企业固定效应 μ_i 与年度固定效应 λ_t ,利用双向固定效应模型对不可观测的异质性进行控制。

四、实证结果及解释

(一)基准回归结果

表 2 报告了实证模型(1)的基准回归结果。可以发现:上市公司持有的专利数量的系数不显著,而专利前向引用次数的系数显著为正,说明仅专利前向引用次数增加会带来专利权人市场价值的增加,这也意味着以专利前向引用次数衡量专利价值具有合理性。第(1)列结果表明,在控制了企业和年度双向固定效应后,专利前向引用次数对上市公司托宾 Q 值具有正向影响,且在 1% 显著性水平上显著。第(2)列结果显示,在引入资产负债率、主营业务收入增长率、总资产周转率和第一大股东持股占比等与企业估值和创新相关的控制变量后,专利前向引用次数依旧保持在 1% 显著性水平正向显著。第(3)列是在第(2)列的基础上,增加行业乘以年份的固定效应,控制同时随行业和年份变动的因素可能带来的影响,如行业在各年的竞争程度等“行业-年度”层面上的共同冲击,专利前向引用次数依旧保持在 1% 显著性水平正向显著。选取控制程度最为严格的第(3)列作为基准回归结果,得到专利前向引用次数的系数为 0.185,这表示,专利前向引用次数每增加一次,能为上市公司托宾 Q 值带来 18.5% 的提升作用。第(4)列是在第(3)列的基础上,增加了法律维度(权利要求)和商业维度(专利族)的控制变量,缓解了这些因素对企业价值的影响^②。

① Hall B. H., Jaffe A., Trajtenberg M., “Market Value and Patent Citations”, *The RAND Journal of Economics*, 2005, 36(1), pp. 16-38.

② 在外审专家的建议下,我们使用其他表征专利质量的指标进行回归分析,再次验证了高质量专利对于上市公司的重要性,由于版面原因,未汇报该结果,留存备案。

表2 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
变量	lnTobinQ	lnTobinQ	lnTobinQ	lnTobinQ
专利前向引用次数	0.238*** (0.041)	0.226*** (0.038)	0.185*** (0.034)	0.123*** (0.037)
专利数量	-0.063 (0.048)	-0.070 (0.043)	-0.008 (0.052)	-0.082 (0.064)
资产负债率		-0.163*** (0.034)	-0.162*** (0.034)	-0.160*** (0.033)
主营业务收入增长率		-0.000** (0.000)	-0.000* (0.000)	-0.000* (0.000)
总资产周转率		0.183*** (0.025)	0.175*** (0.026)	0.173*** (0.026)
第一大股东持股比例		-0.004*** (0.001)	-0.003*** (0.001)	-0.003*** (0.001)
权利要求数				0.009 (0.013)
专利族大小				0.076 (0.059)
企业固定效应	是	是	是	是
年度固定效应	是	是	是	是
行业×年度固定效应	否	否	是	是
Ajusted_R ²	0.660	0.671	0.704	0.705
N_cluster	2675	2675	2669	2669
样本量	22490	22477	22366	22366

注:(1)括号内为聚类到上市公司层面的稳健标准误;(2)***、**、*分别表示1%、5%、10%的显著性水平。

为更加具体地讨论前文的分析结果,假设存在一家“中位数”上市公司,其有形资产为本文样本中位数 3.173×10^9 元,托宾Q值为样本中位数1.638,那么该公司的发明专利每增加一次前向引用,其市值将提升约303万元^①。

(二)稳健性检验

为了进一步验证上述结果的稳健性,使用四种方法进行稳健性检验,如表3所示。第一种是替换发明专利的折旧率。具体而言,将发明专利的折旧率变更为5%,理由是发明专利的保护年限是20年,如果按照每年均匀折旧则折旧率为5%。除此之外,也尝试了其他折旧率,结果均保持稳健。从表3第(1)列结果可以看出,更改折旧率后的结果与基准回归结果接近。第二种方法是在控制变量中加

① 具体计算为: $Cited$ 的系数表示专利被引用次数每增加一次,lnTobinQ将提高18.5%。由于TobinQ的分子和分母均以元为单位,而Cited的单位是“次/千万元”,导致系数缩小了 10^7 ,因此在解释系数的经济含义时应将其乘以 10^7 。依据公式 $\left(\frac{0.185 \times 10^7}{3.173 \times 10^9} \times 1.638\right) \times (3.173 \times 10^9) \approx 3030300$ 元。而系数的95%置信区间为 $[\hat{\beta} - 1.96\hat{\sigma}, \hat{\beta} + 1.96\hat{\sigma}]$, $\hat{\beta}$ 与 $\hat{\sigma}$ 分别为系数估计值0.185与括号中的标准误0.034。

入了企业研发支出。从表3第(2)列可以看出,虽然样本量有一些损失^①,但回归结果与基准结果相近。第三种方法是排除自引用的影响。由于专利自引用是企业对前期专利的补充说明、延伸扩展和修正引错^②,其行为动机与其他引用之间具有明显差异,可能干扰实证结果的准确性。从表3第(3)列结果可以看出,剔除自引用后的结果与基准回归结果仍然接近。第四种方法是调整样本时间区间。由于发明专利从提交申请到得到授权的时间周期平均约为3年,在数据样本的截止年份(2020年),可能有部分专利尚在审查过程中。表3第(4)列中将时间区间调整至2007—2017年,以排除年份截断可能带来的干扰。而鉴于专利在授权后前三年内的前向引用次数约占全部前向引用次数的90%,回归分析理应得到与此前类似的结果,而这一预期也为表3第(4)列中结果所支持。使用上述四种方法进行稳健性检验后,回归结果仍然保持稳健,说明研究结果具有可信度。

表3 稳健性检验

	(1)折旧率5%	(2)控制研发支出	(3)剔除自引用	(4) 2007—2017
变量	lnTobinQ	lnTobinQ	lnTobinQ	lnTobinQ
专利前向引用次数	0.170*** (0.030)	0.200*** (0.034)	0.187*** (0.034)	0.231*** (0.046)
专利数量	0.050 (0.055)	-0.056 (0.044)	-0.008 (0.052)	-0.008 (0.062)
控制变量	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
行业×年度固定效应	是	是	是	是
Ajusted_R ²	0.705	0.762	0.704	0.719
N_cluster	2669	2506	2669	1927
样本量	22366	17501	22366	14323

注:(1)**、*、分别表示1%、5%、10%的显著性水平;(2)为节约篇幅未报告控制变量的回归结果。

(三)异质性分析

上文中讨论了专利前向引用的价值,并采取多种方法验证了基准回归结果的稳健性。有学者指出,科技创新的经济回报与企业所在地区的知识产权保护程度以及企业所属行业的技术发展特征密切相关。在知识产权保护程度较高的地区,创新技术能够在一定时期内为企业带来更大的独占权,帮助企业降本增效^{③④};而在专利交叉重叠越密集的技术领域,单个技术创新为企业带来的边际贡献则越小^{⑤⑥}。那么,专利前向引用的价值是否会因知识产权保护程度和行业领域的不同而存在异质性?

首先,依据企业所在省份的知识产权保护程度进行异质性分析。企业所在地的知识产权保护程度会对企业高质量创新的经济回报产生显著影响,在知识产权保护水平较高的地区,高质量创新(表

① 样本量的损失是由于在CSMAR数据库中,上市公司部分年份的研发支出这一指标有缺失。

② 杨思洛:《引文分析存在的问题及其原因探究》,《中国图书馆学报》2011年第3期。

③ 吴超鹏、唐菡:《知识产权保护执法力度、技术创新与企业绩效——来自中国上市公司的证据》,《经济研究》2016年第11期。

④ 龙小宁、易巍、林志帆:《知识产权保护的价值有多大?——来自中国上市公司专利数据的经验证据》,《金融研究》2018年第8期。

⑤ Shapiro C., “Navigating the Patent Thicket: Cross Licenses, Patent Pools, and Standard Setting”, *Innovation Policy and the Economy*, 2000, 1, pp. 119-150.

⑥ Galasso A., Schankerman M., “Patents and Cumulative Innovation: Causal Evidence from the Courts”, *The Quarterly Journal of Economics*, 2015, 130(1), pp. 317-369.

征为更高的专利前引数量)能为企业带来更高的经济回报,所以该地区的专利价值也相对更高;相对地,在知识产权保护水平较低的地区,高质量专利带来的经济回报则相对较低。在衡量地区知识产权保护水平时,参考樊纲等^①构建的分省份市场化指数中的知识产权保护分指数,将其作为地区知识产权保护程度的代理变量。根据这一指数的中位数,将企业所在省份的知识产权保护水平划分为低水平和高水平两组分别进行回归检验,结果如表4中的第(1)列和第(2)列所示。可以发现:在知识产权保护程度较低的地区,企业持有的专利数量对企业的市场价值无显著影响,而专利质量对企业市场价值的提高发挥了正向显著的作用;在知识产权保护程度较高的地区,企业专利数量和专利质量都为企业的市场价值提高发挥着重要作用,且经济回报相较于知识产权保护程度低的地区更为丰厚。具体地,仍假设存在一家“中位数”上市公司,其有形资产和托宾Q值为样本中位数,那么,若该公司处于低知识产权保护地区,则该公司发明专利每增加一次前向引用的价值约为218万元^②;若该公司处于高知识产权保护地区,则每增加一次前向引用的价值约为558万元^③。

再以数据样本的起始年度2007年为例,评估知识产权保护政策实施将带来的价值。已知2007年低知识产权保护地区上市公司的专利前引次数总和约为3327次,高知识产权保护地区上市公司的专利前引次数总和约为10878次。根据上述专利前向引用价值的计算结果,低保护地区全部发明专利前向引用的总价值约为72.5亿元,若将当地的知识产权保护水平提高至与高保护地区一致,则这些低保护地区上市公司持有专利前向引用的总价值将提升至约185.6亿元,即上市公司总市值将提升约113.1亿元;与之相对地,高专利保护地区全部发明专利前向引用的总价值约为607亿元,若将当地的知识产权保护水平降低至与低水平地区一致,则这些原本高保护水平地区上市公司持有专利前向引用的总价值将降低至约237.1亿元,即上市公司总市值将降低约369.9亿元。该结果说明,地区知识产权保护水平对整体专利价值存在显著正向影响,同时,随着知识产权保护程度的提高,高质量创新能够为企业带来更为丰厚的经济回报。

其次,依据企业所属行业的技术发展特征进行异质性分析。例如,在通信行业中,制造一件产品需要用到多项专利技术,且生产过程中所需的不同专利技术的所有权通常分散在多个企业间,容易出现相互交叉重叠的专利丛林现象^④,致使单个专利的价值以及专利前向引用一次的价值都相对较低;而在医药行业中,产品通常可以被某一项专利完全覆盖,从而单个专利的价值和专利前向引用一次的价值都相对较高^⑤。对此,根据企业所属行业进行划分,以通信行业和医药行业为例进行分样本回归检验。回归结果如表4所示,可以发现,相对于通信行业,医药行业中企业的专利前向引用次数为企

① 樊纲、王小鲁、张立文等:《中国各地区市场化相对进程报告》,《经济研究》2003年第3期。

② 具体计算为: $Cited$ 的系数表示专利被引用次数每增加一次, $\ln TobinQ$ 将提高13.3%。由于TobinQ的分子分母均以元为单位,而Cited的单位是“次/千万元”,导致系数缩小了 10^7 ,因此在解释系数的经济含义时应将其乘以 10^7 。依据公式 $\left(\frac{0.133 \times 10^7}{3.173 \times 10^9} \times 1.638\right) \times (3.173 \times 10^9) \approx 2178540$ 元。而系数的95%置信区间为 $[\hat{\beta} - 1.96\hat{\sigma}, \hat{\beta} + 1.96\hat{\sigma}]$, $\hat{\beta}$ 与 $\hat{\sigma}$ 分别为系数估计值0.133与括号中的标准误0.065。

③ 具体计算为: $Cited$ 的系数表示专利被引用次数每增加一次, $\ln TobinQ$ 将提高18.5%。由于TobinQ的分子分母均以元为单位,而Cited的单位是“次/千万元”,导致系数缩小了 10^7 ,因此在解释系数的经济含义时应将其乘以 10^7 。依据公式 $\left(\frac{0.341 \times 10^7}{3.173 \times 10^9} \times 1.638\right) \times (3.173 \times 10^9) \approx 5585580$ 元。而系数的95%置信区间为 $[\hat{\beta} - 1.96\hat{\sigma}, \hat{\beta} + 1.96\hat{\sigma}]$, $\hat{\beta}$ 与 $\hat{\sigma}$ 分别为系数估计值0.341与括号中的标准误0.073。

④ Shapiro C., “Navigating the Patent Thicket: Cross Licenses, Patent Pools, and Standard Setting”, *Innovation Policy and the Economy*, 2000, 1, pp. 119-150.

⑤ 龙小宁、张美扬:《标准的力量——来自中国标准必要专利的经验证据》,《管理世界》2023年第10期。

业市场价值带来更大的提升作用。进一步地,参考 von Graevenitz 等^①提出的“三角阻碍”思路计算中国各行业中的专利丛林密度,并将其与基准回归模型式(1)中的核心解释变量专利前向引用次数进行交互回归分析。回归结果与预期一致,如表4第(5)列所示,交互项系数显著为负,这说明在专利丛林越密集的行业,专利前向引用次数对企业市场价值的提升作用越小。

表4 异质性分析

变量	知识产权保护程度		行业技术发展特征		
	(1)低 lnTobinQ	(2)高 lnTobinQ	(3)通信行业 lnTobinQ	(4)医药行业 lnTobinQ	(5)专利丛林密度 lnTobinQ
专利前向引用次数	0.133** (0.065)	0.341*** (0.073)	0.127*** (0.043)	0.594*** (0.154)	0.544*** (0.189)
专利前向引用次数× 专利丛林密度					-0.125** (0.061)
专利数量	0.035 (0.108)	0.074*** (0.017)	0.029 (0.048)	0.228 (0.273)	0.034 (0.073)
控制变量	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是
行业×年度固定效应	是	是	是	是	是
Ajusted_R ²	0.676	0.680	0.640	0.673	0.696
N_cluster	2272	1698	280	190	2652
样本量	16217	15094	2289	1911	22278

注:(1)**、*、分别表示1%、5%、10%的显著性水平;(2)为节约篇幅未报告控制变量的回归结果。

五、结论与启示

本文首次将专利的“质”与“量”共同纳入市场价值模型,并基于2007—2020年2675家中国上市公司发明专利数据进行实证验证。研究发现,专利前向引用次数对上市公司托宾Q值具有显著正向影响。具体表现为,专利前向引用次数每增加一次,能为上市公司托宾Q值平均带来约18.5%的提升作用,带来公司市值约303万元的平均增长。同时,当分析模型中引入专利前向引用次数后,专利数量本身对上市公司托宾Q值不再具有显著影响,这说明相比于数量,专利的价值与其质量的关系更为紧密。异质性分析表明,在知识产权保护水平更高的地区,专利的价值也相对更高,说明高质量创新能为这些地区的企业带来更高的经济回报;在专利丛林越密集的技术领域,专利的价值则越低,说明专利丛林现象使得企业进行高质量创新的边际收益降低。

基于研究发现,提出如下四点对策建议,前两点涉及知识产权政策层面,后两点涉及知识产权管理层面。第一,随着知识产权保护水平的提高,企业可通过技术创新获取更大收益,应提高知识产权保护水平以增强企业高价值创新激励;第二,加强知识产权保护的收益和成本比较,优化知识产权保护投入和评估的相关政策;第三,前向引用次数更高的专利对应市场价值更大,企业的技术创新决策应向高质量专利倾斜;第四,无形资产价值在不同技术领域间存在异质性,企业需要针对不同情境进行具体评估。

^① von Graevenitz G., Wagner S., Harhoff D., “How to Measure Patent Thickets—A Novel Approach”, *Economics Letters*, 2011, 111(1), pp. 6-9.

The Value of Forward Citations of Patents

—An Empirical Analysis Based on Invention Patent Data of Chinese Listed Companies

Long Xiaoning¹ Wang Yunuo² Zhang Meiyang³

(1. Intellectual Property Research Institute, Xiamen University, Xiamen 361000, P.R.China;

2. Department of Public Administration, Party School of Xiamen Municipal Committee of the Communist Party of China, Xiamen 361000, P.R.China;

3. School of Law and Economics, Zhongnan University of Economics and Law, Wuhan 430000, P.R.China)

Abstract: The assessment of patent value represents a perpetual topic of inquiry within the field of intellectual property. Among the indicators of patent value, the most commonly utilized is the number of forward citations. In empirical research on patent value, foreign scholars have demonstrated that forward citations of patents possess intrinsic value. The average value of a forward citation of a U. S. invention patent is estimated to be approximately 4, 025, 320 U. S. dollars. However, the regulations on patent citation in different countries are quite disparate, which renders cross-country comparisons of patent citation data in different countries challenging. Furthermore, there is no legal obligation for applicants to disclose patent citations in China's patent law, raising questions about the reliability of forward citations of China's patents as a basis for subsequent inventions and a measure of patent quality. In light of these considerations, it is pertinent to inquire whether the "number of forward citations" in China can serve as a reasonable indicator of patent value. Moreover, it is pertinent to inquire whether it is feasible to evaluate the value of each forward citation of a Chinese patent. These are not only significant theoretical matters, but also practical issues with practical implications.

This paper represents the inaugural attempt to integrate the quality differential of patents into the theoretical analysis framework, with the objective of assigning corresponding weights to each patent in accordance with the number of forward citations. In accordance with the theoretical analysis framework, an empirical model was constructed and verified using the invention patent data of Chinese listed companies. The findings of this paper are as follows: (1) Patent forward citations have a significant positive impact on the Tobin's Q value of listed companies. For every increase in the number of patent forward citations, there is an 18.5% increase in the Tobin's Q value of listed companies, which corresponds to an increase in market value of listed companies of approximately 3.03 million yuan. (2) In contrast to the number of patents, the value of patents is more closely associated with their quality. In other words, the value of patents is concentrated among those of superior quality. (3) Furthermore, this paper examines the heterogeneity of the aforementioned results from two additional perspectives: the level of IPR protection in the region where the enterprises are located and the characteristics of technological development in the industries to which the enterprises belong. The study indicates that the value of patent forward citations is relatively higher in regions with higher levels of intellectual property rights (IPR) protection. This suggests that high-quality innovations in these regions can result in higher economic returns for enterprises. Furthermore, the value of forward citations is observed to be lower in technology areas with greater complexity, where the landscape of patents is denser. This suggests that the value of forward citations is less likely to enhance the future market value of firms. The findings of this paper offer both theoretical and empirical support for the use of forward citations as a means of measuring patent value.

Keywords: Patent forward citations; Patent value; Tobin's Q; IPR protection; The density of patent thickets

[责任编辑:纪小乐]