

从布拉德福定律识别数控机床加工过程 自适应控制技术的核心专利

王 健

(辽宁省科学技术情报研究所, 辽宁沈阳 110168)

摘要: 以 Thomson Scientific 公司 Thomson Innovation 数据库收录的 2005—2015 年全球数控机床加工过程自适应控制技术相关专利为研究对象, 利用布拉德福分散定律验证领域核心专利, 并对识别出的 100 件核心专利从专利权主体等角度进行分析。分析结果显示, 我国核心专利数量排名世界第一位, 但企业作为优先权主体所申请的核心专利数量占总专利数量的 36.4%, 与美国企业相比, 我国企业创新能力建设相对不足, 缺乏以核心关键技术为支撑的核心竞争力, 同时表明我国大学已经成为我国核心专利申请的重要主体。

关键词: 布拉德福定律; 核心专利; 数控机床; 自适应控制; 专利引证分析; 被引次数

中图分类号: G306

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2018.01.009

Recognition the Core Patent of CNC Machining Process Adaptive Control Based on Bradford's Law

WANG Jian

(Institute of Scientific and Technical Information of Liaoning Province, Shenyang 110168)

Abstract: Based on patents information of CNC machining process adaptive control collected by Thomson Innovation database from 2005-2015, using the Bradford's law to verify domain core patents, determination of the core effect of this field is more obvious in this paper. Finally it identifies 100 core patents, and carries on analysis from their subjects and so on. Results show that the number of core patents in China ranks first in the world, but the number of core patents applied by enterprises is 36.4% of the total number of patents, compared with American Enterprises, the capability of enterprise innovation in our country is relatively insufficient, Lack of core competitiveness supported by core key technologies. In addition, China's universities have become an important part of patent applications.

Keywords: Bradford's law, core patent, CNC machine tool, adaptive control, patent citation analysis, citations.

目前, 国内外学者对核心专利的确定方法主要包括基于被引频次的识别方法, 例如 Trajtenberg 在对电脑扫描产业相关专利分析的基础上, 论证了社会创新收益与专利引证之间呈显

著正相关关系^[1]。Abert、Narin、Harhoff 等对工业产业专利研究发现, 专利被引次数可以用作确认核心专利的遴选指标^[2-3]。国内学者孟宇等^[4]通过对 RFID 天线相关技术进行专利战略分析, 将被引

作者简介: 王健 (1984—), 女, 辽宁省科学技术情报研究所助理研究员, 主要研究方向: 产业专利分析、软科学研究。

基金项目: 中国科学技术信息研究所和辽宁省科学技术情报研究所合作课题“数控机床加工过程自适应控制技术研究报告”。

收稿时间: 2017年4月12日。

次数较高的专利定义为核心专利。基于同族专利数量的识别方法,国内外有些专家通过比较同族专利数量来判断核心专利。近年来,随着专利成本的增加,迫使企业和专利申请机构在申请同族专利时更加关注具有高经济价值、高技术质量的核心专利。例如Lanjouw等^[5]的研究表明,发明的技术重要性与同族专利数量成正相关性,证明了同族专利数量决定专利价值,折射出核心专利。

布拉德福定律是由英国著名文献学家Samuel Clement Bradford于20世纪30年代率先提出的描述文献分散规律的经验定律^[6-7],指出如果将科技期刊按其刊载某学科专业论文的数量多少排序,那么可以把期刊分为核心区、相关区和非相关区,在保证各个区论文数量相等的条件下,核心区、相关区、非相关区期刊数量成 $1:n:n^2$ 的关系。专利文献与科技期刊文献在许多方面是相似的,如果对专利文献所涉及的技术领域按照国际专利分类号(IPC)进行分类,那么相同或相近技术领域的专利文献大部分都集中分布在少数几个IPC分类号下,只有少数专利文献分散在其他多个分类号下。也就是说,专利文献中的技术领域分布存在与科技期刊文献同样的集中性,遵循布拉德福定律。这对本文研究核心专利分布提供了理论依据。

本文在现有核心专利识别研究的基础上,开展核心专利识别研究,以汤森路透公司的Thomson Innovation数据库为数据源,在充分研究课题行业背景、技术领域的基础上,对领域关键技术进行分类,以智能化误差位移补偿技术、智能化振动抑制技术、智能化驱动技术、智能化刀具监控技术、智能化防干涉功能、自动编程、智能化维护监控功能、智能操作八大关键技术为主线,提出基于布拉德福定律确定数控机床加工过程自适应控制核心技术范围,为企业和研究机构更精准地掌握领域核心技术、研发具有自主知识产权的机床设备提供了新的思路和方法。

1 核心专利的布拉德福定律验证

本文采用主题词和IPC组合的方式检索专利

文献,检索公开日为2005—2015年的专利,截止到2016年4月1日,共检索到1454条相关专利。根据布拉德福定律描述的“等级排序”思想,对检索到的专利数据进行归纳整理,共涉及186个IPC主分类号,大约52%的专利文献分布在G05B和B23Q两个大类中。按照递减顺序排列,得到相应的等级排序表(表1)。

将IPC主分类号按包含专利数量大致分为3个区,每个区的专利数量大致相等,即布拉德福定律的 $n=3$ 。从具体分布来看,核心区主分类号数量为1,拥有专利437件,此区域专利占专利总量的30.06%;相关区主分类号数量为15,拥有专利486件,此区域专利占专利总量的33.43%;离散区主分类号数量为171,拥有专利531件,此区域专利占专利总量的36.52%。3个区域内的主分类号数之比为 $1:15:171$,专利密度之比约为 $13:10:1$ 。可得,布拉德福系数约等于12,核心效应比较明显,核心区存在大量的专利分布。据此,本文列出世界数控机床加工过程自适应控制技术专利离散分布表(表2)。

采用同样的方法,将所有专利依次分为4区、5区、6区。在每区专利数量大致相同的条件下,统计主分类号数量,计算布拉德福系数,以衡量布拉德福离散程度,验证布拉德福规律。

当 $n=4$ 时,核心区、相关区、离散区的主分类号数量之比为 $1:8:30:145$,布拉德福系数为4。

当 $n=5$ 时,核心区、相关区、离散区的主分类号数量之比为 $1:3:10:30:140$,布拉德福系数为3。

当 $n=6$ 时,核心区、相关区、离散区的主分类号数量之比为 $1:2:7:15:33:126$,布拉德福系数为2。

从上述世界数控机床加工过程自适应控制技术领域专利文献进行区域离散状况来看,都遵循了布拉德福分布特点,即各区主分类号数量大致都呈现等比排列的特点。

由表1的数据可知,IPC主分类号总量为 $N=187$,其对应的专利文献总量为 $A=1454$,取分

表 1 全球数控机床加工过程自适应控制技术专利统计数据

主分类号数量/个	专利数量/件	主分类号累计数量/个	主分类号数 × 专利数累积数/个	主分类号累计数对数值
1	437	1	437	0.0000
1	123	2	560	0.3010
1	63	3	623	0.4771
1	42	4	665	0.6.21
1	38	5	703	0.6990
1	37	6	740	0.7782
1	24	7	764	0.8451
1	23	8	787	0.9031
1	22	9	809	0.9542
1	19	10	828	1.0000
2	17	12	862	1.0792
1	16	13	878	1.1139
3	15	16	923	1.2041
2	14	18	951	1.2553
2	13	20	977	1.3010
3	12	23	1013	1.3617
3	11	26	1046	1.4150
1	10	27	1056	1.4314
5	9	32	1101	1.5051
5	8	37	1141	1.5682
2	7	39	1155	1.5911
6	6	45	1191	1.6532
8	5	53	1231	1.7243
10	4	63	1271	1.7993
19	3	82	1328	1.9138
36	2	118	1400	2.0719
54	1	172	1454	2.2355

表 2 世界数控机床加工过程自适应控制技术专利离散分布表

区别	主分类号数/个	占主分类号总数百分比/%	专利数量/件	占专利总数百分比/%	专利密度
核心区	1	0.53	437	30.06	437.00
相关区	15	8.02	486	33.43	32.40
离散区	171	91.44	531	36.52	3.11
合计	187	100	1454	100	---

区数n=3，计算布拉德福系数m。比利时的埃格博士曾于1986年提出一个布拉德福离散系数算法。其公式是：

$$m = (e^E \cdot Y)^{1/n} \quad (1)$$

在式(1)中，m为布拉德福系数，e为自然对数的底数，E为欧拉系数，Y为标注专利文献最多

的主分类号对应的专利数量，n为分区数。因此，式中的E=0.5772，n=3，本文专利数据中排名第一位的IPC号为G05B00/19，即Y=437。现将相关数据带入式(1)中，计算结果如下：

$$m = (e^{0.5722} \times 437)^{1/3} \approx 11$$

1990年，埃格又提出一个核心区数量计算方

法。其公式是：

$$P = 2 \ln(e^E \cdot Y) \quad (2)$$

在式(2)中, P 为核心区IPC分类号数量, e 为自然对数的底数, E 为欧拉系数, Y 同样为标注专利文献最多的主分类号对应的专利数量, 因此式(2)中的 $E=0.5772$, $Y=437$ 。将数据带入式(2)中, 计算结果如下:

$$P = 2 \ln(2.7183^{0.5722} \times 437) \approx 12$$

依据上述结果来看, 利用区域验证法和算法获得的布拉德福系数在推断相关区及离散区专利文献数量上保持一致, 而在推断核心专利文献数量方面存在较大偏差。在此并不能排除存在布拉德福定律受其理论完整性、计算误差和统计误差等因素的影响。因此, 计算法得到的核心区IPC分类号数量与实际的核心区分类号数量不一致这个结论并不与布拉德福定律关于“核心专利分类数:相关专利分类数:离散专利分类数=1:n:n²”相矛盾, 而更能证明数控机床加工过程自适应控制技术领域的技术集中度较高。

2 核心专利引证分析与核心专利主体

为验证布拉德福定律结果的准确性, 笔者将运用专利引证分析方法进一步确定领域核心专利。专利引证分析是一种有价值的竞争情报工具, 常用于筛选行业或竞争对手的核心技术, 即

基于专利被引频次来定义领域核心专利^[8-10]。表3列出了数控机床加工过程自适应控制技术专利的前十名被引专利数量分布情况, 被引频次在21次至41次不等, IPC号为G05B和B23Q的专利被引次数达到46%以上。此结果与布拉德福定律区域验证法的结果吻合。

此外, 本文采用了文献计量学中通常采用的归一化处理, 将各项指标都转化为0~1的数值, 以消除不同指标类型的差异, 被引次数指标通过归一化后“数值=专利被引数量/专利被引数量总和”。计算时取小数点后4位, 再将每项专利的归一化数值乘以权重0.23, 最终得到引文权重指标数值(表4)。

在一定程度上, 专利被引次数权重指标也充分说明了数控机床加工过程自适应控制技术领域核心专利的分布情况。一方面, 从专利被引次数权重指标排名情况来看, 来自美国卡特彼勒公司和美国自动精密工程公司的专利US8139108B2和US20100176270A1被引次数指标权重数值最高, 可以说其在数控机床加工过程自适应控制技术领域中属于核心专利。另一方面, 从专利主体来看, 国外核心专利均来自企业, 而国内则被高校所占据, 被引次数权重指标排名前十的专利中8件专利来自于美国和英国企业, 2件专利来自于北京航空航天大学 and 清华大学。专利主体分析部

表3 世界前十名被引专利数量分布情况

专利公开号	主IPC分类号	最早优先权年/年	专利被引数量/次
US8139108B2	H04N	2007	41
US20100176270A1	G01B	2009	41
CN101029856A	B23Q	2006	33
CN101334657A	G05B	2007	29
US20070266319A1	G06F	2006	25
US8047895B2	B23Q	2005	22
US20080239329A1	G06F	2007	22
US20060247805A1	G05B	2005	22
WO2007068912A1	G05B	2005	21
US8336521B2	F02D	2008	20

表4 专利被引次数权重指标

专利公开号	被引数量/次	归一化数值	权重指标数值
US8139108B2	41	0.1485	0.034155
US20100176270A1	41	0.1485	0.034155
CN101029856A	33	0.1195	0.027485
CN101334657A	29	0.1050	0.02415
US20070266319A1	25	0.0905	0.020815
US8047895B2	22	0.0797	0.018331
US20080239329A1	22	0.0797	0.018331
US20060247805A1	22	0.0797	0.018331
WO2007068912A1	21	0.0760	0.01748
US8336521B2	20	0.0724	0.016652

分将在下一节中着重论述。

笔者将 100 件核心专利主体分为企业、大学、科研院所和个人四类。如表 5 所示，企业作为优先权主体的核心专利数量达到 60%，是数控机床加工过程自适应控制技术核心专利的主要来源。其中，就美国而言，企业作为优先权主体所申请的核心专利数量远远超过其他三类主体，这就为提升企业创新能力建设提供了良好条件。而就中国而言，一方面，核心专利数量占前 100 件核心专利数量的 53.0%，排名第一位，但企业作为优先权主体所申请的核心专利数量占总专利数量的 36.4%，与美国企业相比，我国企业创新能力建设相对不足，缺乏以核心关键技术为支撑的核心竞争力。另一方面，大学已经成为我国核心专利申请的重要主体，这主要是因为我国政府部门科技项目的验收通常都有明确的知识产权考核指标，高等学校为通过项目验收，必须积极地进行专利申请。而科研院所和四大专利权主体间合作申请专利数量却非常稀少。

3 案例分析——以核心专利 US8139108B2 为例

核心专利 US8139108B2 是美国卡特彼勒公司于 2007 年 1 月 31 日申请、2012 年 3 月 20 日公开的专利。该专利主题是“仿真系统中实现实

时的机器数据”，共有参考专利 20 件。从年份分布来看，最早的在 1989 年，最晚的在 2010 年。2006 年有 3 件专利，1989 年、1995 年、1999 年、2000 年、2003 年、2005 年和 2010 年各有 2 件，1998 年、2004 年和 2009 年各有 1 件专利。从专利权人分布来看，US8139108B2 引用美国通用电器公司的有 3 件专利；引用本公司和霍尼韦尔公司的各有 2 件专利，其余 13 件专利分别来自其他不同的专利权人。从优先权国家分布来看，18 件专利引用了美国专利，2 件专利引用了欧洲专利局的专利。

从图 1 可以看出，该专利在 2014—2016 年被引次数大幅度上升，表明在这一阶段该专利技术已经成长为领域热点。卡特彼勒公司围绕该专利申请了大量的外围专利，形成了专利技术的战略包围，对该专利进行了技术保护。但自从 ANDERSON NOEL WAYNE 在 2013 年首次引用该专利开始，在 2015 年、2016 年持续引用该专利，引用次数为 7 次。另外，自 2011 年以来，其他公司对该项专利的外围引用也逐渐增多，表明这项专利技术的应用范围及市场正得到持续的拓展。预期，随着数控机床加工过程自适应控制技术的进一步发展，该专利有可能成长为领域基础性专利，以其为核心所衍生的外围技术将积聚成技术族群。

表 5 核心专利专利权主体分布

	企业	大学	企业-企业	企业-大学	科研院所	院所-企业	个人
中国	20	28	1	2	1	1	2
美国	19	1	0	0	0	0	0
日本	9	0	2	0	0	0	0
德国	4	0	1	0	0	0	0
英国	3	0	1	0	0	0	0
欧洲专利局	2	0	0	0	0	0	0
韩国	1	0	0	0	0	0	0
法国	1	0	0	0	0	0	0

单位：件

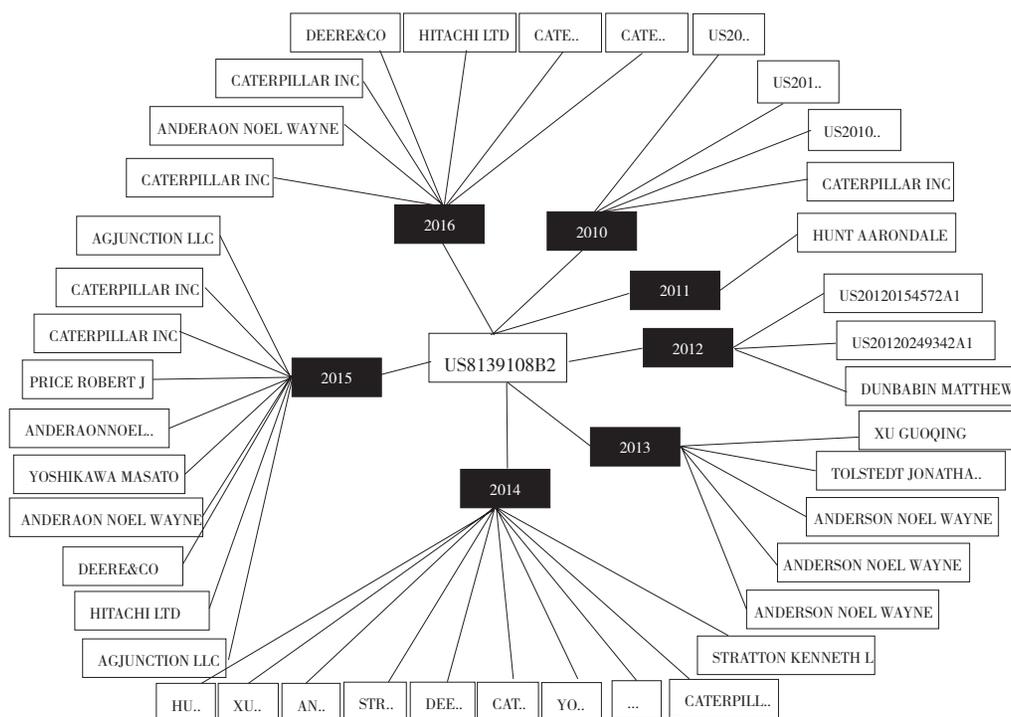


图1 核心专利US8139108B2的被引关系网络图

4 结语

利用布拉德福定律的区域法、算法结合专利被引权重指标形成的核心专利分布来看,虽然统计结果与理论值不完全吻合,但由于统计数据的复杂性,笔者认为,将布拉德福定律应用到数控机床加工过程自适应控制技术领域的核心专利中仍具有可行性,可以认为数控机床加工过程自适应控制技术领域核心专利文献分布遵循“核心专利分类数:相关专利分类数:离散专利分类数=1:n:n²”的布拉德福定律,且技术集中度较高。运用核心专利引证分析能够进一步证明布拉德福定律应用于专利文献统计中的有效性。另外,笔者认为,既然布拉德福定律可以应用于IPC分类号,那么其是否可以应用于专利权人、发明人、权利要求等,这将成为下一步的研究方向。

参考文献

[1] TRAJTENBERG M.A penny for your quotes: patent citation sand the value of inventions[J].RAND Journal of Economics, 1990, 21(1): 172-187.

[2] ABERT M B, AVERY D, NARIN F. Direct validation of citation counts as indicators of industrially important patents[J].Research Policy, 1991, 20(3): 251-259.

[3] HARHOFF D, NARIN F, SCHERER F M, et al .Citation frequency and the value of patented inventions[J]. The Review of Economics and Statistics, 1999(8): 511-515.

[4] 孟宇, 牛媛媛.RFID相关技术专利分析(二)[J].中国电子商情(RFID技术与应用), 2006(6): 49-53.

[5] LANJOUW J O, SEHANKERMAN M. Patent quality and research productivity: measuring innovation with multiple indicators[J].Economic Journal, 2004, 114(495): 441-465.

[6] 吕义超, 刘红光, 王君.布拉德福定律在专利文献中应用的可行性研究[J].图书情报研究, 2011, 4(2): 49-52.

[7] 杨利军, 吴智君.低被引文献对布拉德福定律的影响研究[J].情报理论与实践, 2016, 39(9): 43-46.

[8] 马永涛, 张旭, 傅俊英, 等.核心专利及其识别方法综述[J].情报杂志, 2014, 33(5): 38-43.

[9] 罗天雨.核心专利判别方法及其在风力发电产业中的应用[J].图书情报工作, 2012, 56(24): 96-101.

[10] 尹瑾, 赵玉梅.我国中药核心专利技术区域分布研究[J].湖南工业大学学报(社会科学版), 2011, 16(3): 11-14.