

Measure & Analysis on the Solar Water Heater Technology

Jian-qi Mao, Lei Chen, Jing-lin Sun

School of Management, Shandong Technology and Business University, Yantai 264005, China

Email: ytmjq001@163.com

Abstract

At first, this paper analyzes the solar water heater technology and constructs its technological system. On the basis of this, the patent data are used to measure the solar water heater technology. By the figure of the number of patents evolution, it can be speculated that patent outputs in this field will *also* continue to grow in the future; centrality measure is used to determine the F24J as the core technology, which plays a key role and has a significant impact in the development of water heater technology; and through the IPC co-occurrence analysis, technology relevance and the visualization have been represented.

Keyword: Technological Relationship; Patent Measure; Centrality; Technology Co-Occurrence

太阳能热水器技术测度分析*

毛荐其, 陈雷, 孙静林

山东工商学院 管理学院, 山东烟台 264005

摘要: 分析了太阳能热水器技术, 构建其技术体系, 在此基础上利用专利数据对太阳能热水器技术进行测度: 通过专利数量演变图推测该领域的专利产出在未来还将持续增长; 利用中心性测度确定 F24J 为核心技术领域, 在热水器技术发展中起关键作用并产生重要影响; 通过 IPC 共现分析再现了技术的关联性与可视化网络。

关键字: 技术关系; 专利测度; 中心性; 技术共现

引言

Archibugi and Planta 等认为不同技术相互之间依赖性和约束性程度很高, 每一项发明和创新都不是孤立存在和显现的, 都能够在已有的发明和知识的基础上得以实现, 反过来, 它们又成为了未来新发明和创新的基础和知识输入。Gediminas Adomavicius 等提出在研究技术进步时, 不能仅仅考虑单一技术, 而应全盘考虑包括支撑和辅助技术的动态演化系统, 这样才能了解多种技术之间依存度高且动态相关的关系。黄鲁成探讨了运用生态学理论与方法来研究技术创新的条件, “提出了技术群落的概念, 分析了单一技术、技术种群以及技术群落之间的层级关系”。毛荐其以技术生态为视角, 探索技术协同演化机制, 指出技术的演化是技术自身功能持续发展的演化, 更是“技术与技术、技术与环境”的协同演化, 并以生态学为视角探讨了技术的协同演化机制。

随着计算机与互联网的飞速发展, 专利分析法得到了应用和推广, 技术的扩散可以通过专利间的引用关系来体现, 通过建立引用关系网络来研究技术扩散的轨迹。企业之间的关联同样可以通过专利引文来分析。黄鲁成以光学光刻技术种群为例, 研究了专利技术种群增长的生态过程与技术种群间的竞争与协同行为密不可分。本文试图利用专利数据探讨太阳能热水器技术关联性并进行测度。

1 太阳能热水器技术分析

*基金资助: 受国家自然科学基金《技术会聚涌现机理、演变过程与测度》资助支持 (71672103)。

太阳能热水器所涉及到的技术很多，如热管技术、跟踪装置技术、维持高压的装置或配置技术、热水集中供暖系统、贮水加热器、座或支架的配置等等。

集热器是一种装置，它吸收太阳辐射，将之转换成热能，并将热能向热介质传递；它是太阳能热水器的首要部分，所以我们选择集热器技术为对象对其进行分析。常见的三种太阳能集热器有平板型、真空管型和聚光型。该技术领域包含很多技术，如吸收涂层技术；流体集热技术；真空太阳能集热技术；具有聚焦原件的集热技术；抛物面集热技术；具有平板的集热技术；工作流体自由地淋洒在集热器元件上的技术；可卷起或可折叠的集热器组件等。其中吸收涂层技术是集热器的关键。

太阳能热水器技术领域既包括核心技术又包括相关技术，据此我们构建了太阳能热水器技术体系，如图1。我们看到，在太阳能热水器技术领域中，技术并不是单独存在的，都与其他技术有着紧密的联系。一项技术的应用，离不开其他技术的支撑；而该技术的发展，又会影响其他技术的发展轨迹。技术之间相互影响、相互合作，协同发展。

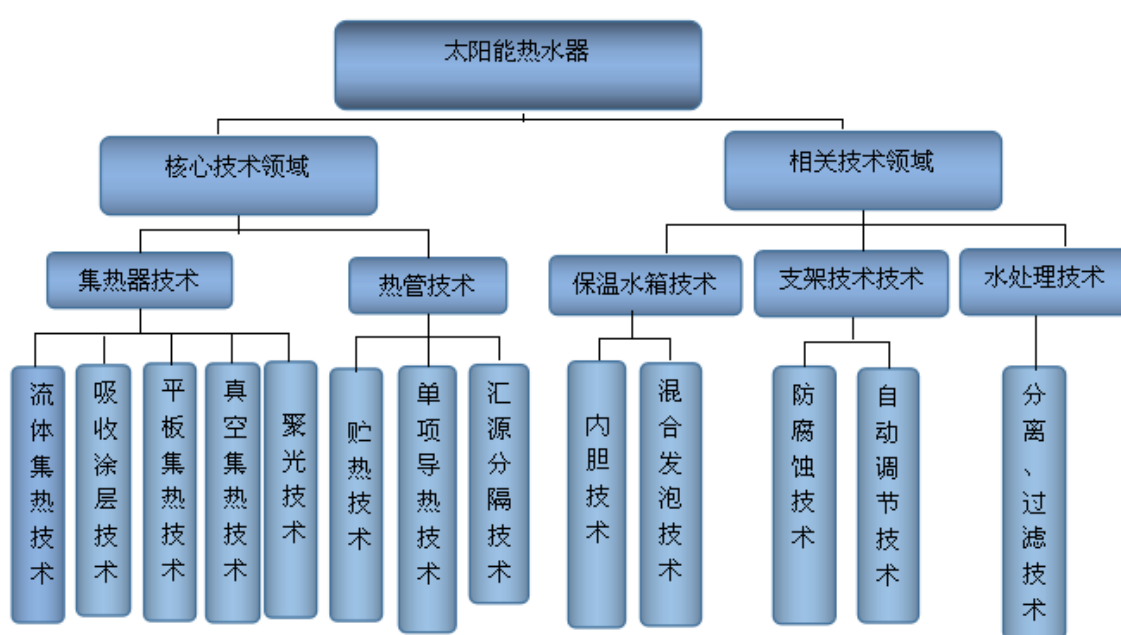


图1 太阳能热水器技术体系

2 太阳能热水器技术测度

2.1 数据收集及处理

本文从汤森路透公司提供的德温特专利数据库(Derwent Innovation Index ,DII)中检索了太阳能热水器专利数据。德温特专利数据库涵盖了世界上主要专利局发布的专利信息，如欧洲专利局(EPO)、中国专利局(SIPO)和美国专利局(USPTO)。由于专利从申请到公布需要18个月，所以我们选取了1990-2014年间授予的太阳能热水器专利数据，以纯文本的格式获得了具有完整计量信息的太阳能热水器专利，导入 Science of Science(Sci2) Tool 软件和 Pajek 软件做进一步的清洗、处理。经过彻底的专利清洗处理过程，最终获得了1990-2014年间授予的20698项太阳能热水器专利。

2.2 太阳能热水器技术专利数量演变分析

通过分析专利授予数量的时间序列，我们可以获得专利数量演变图。通过分析专利数量演变图，一方面可以掌握不同年份专利授予数量的变化情况，另一方面可以详尽的描绘专利申请活动的变化从而预测技术发展的趋势。

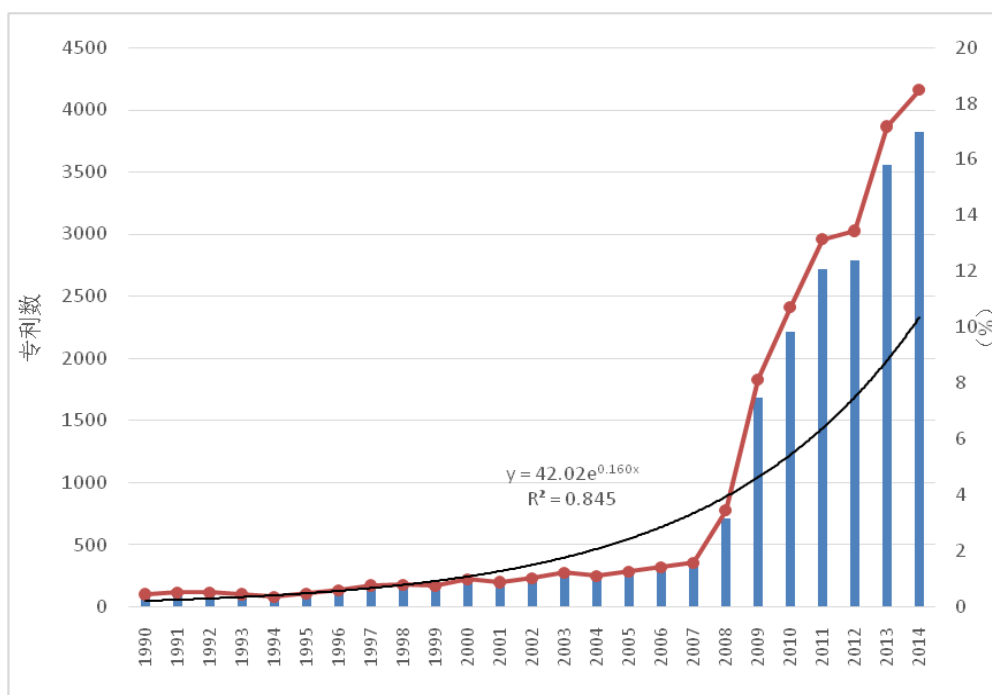


图 2 太阳能热水器技术专利授予数量演变图

图 2 给出了太阳能热水器技术的专利授予数量演变图。可以看出，该领域的专利数量呈现出显著的增长趋势。从 1990 年 97 个到 2014 年的 3823 个，其中 2000 年到 2014 年专利数量累计达到 19483 个，占总数的 94%。图 2 中 1990-2014 年太阳能热水器技术专利的拟合曲线 $Y = 4.02e^{0.160x}$ ，呈现显著的指数增长模式。其中 $R^2 = 0.845$ ，效果显著，可推断该领域的专利产出在未来还将持续增长。

2.3 专利技术表征及分析

表 1 太阳能热水器 IPC 分类号对应的技术表征

排名	IPC 分类号	技术表征	数量
1	F24J	未包含在其他类目中的热量的产生和利用	12012
2	F24D	住宅供热系统或区域供热系统，例如集中供热系统；住宅热水供应系统；其所用部件或构件	1640
3	F24H	一般有热发生装置的流体加热器，例如水或空气的加热器	797
4	C02F	水、废水、污水或污泥的处理（通过在物质中产生化学变化使有害的化学物质无害或降低危害的方法）	388
5	F16K	阀；龙头；旋塞；制动浮子；通风或充气装置	383
6	H01L	半导体器件；其他类目未包含的电固体器件	206
7	F03G	弹力、重力、惯性或类似的发动机；不包含在其他类目中的机械动力产生装置或机构，或不包含在其他类目中的能源利用	177
8	A01G	园艺；蔬菜、花卉、稻、果树等的栽培；林业；浇水	165
9	B32B	层状产品，即由扁平的或非扁平的薄层，例如泡沫状、蜂窝状的波曾构成的产品	141
10	E04B	一般建筑物构造；墙，如间壁墙；屋顶；楼顶；顶棚；建筑物的隔绝或其他防护	133

在目前的研究中，一般用技术代码或者专利关键词来表征技术知识领域和技术因子。世界知识产权组织定义的国际专利分类号(International Patent Classification Codes, IPC)就是其中一种。本文中，我们利用 IPC 分类号来表征太阳能热水器领域中主要的技术领域。IPC 分类号采用层级结构分为部、类、子类、主组和子组

（例如 F24J-002/02）五个部分。因为只包含部、类和子类三部分的 4 位 IPC 分类号（如 F24J）能够充分表征技术特征，所以在本研究中利用 4 位的 IPC 分类号来表征太阳能热水器领域的技术知识领域。在我们提取和删除重复的 4 位 IPC 分类号后，我们发现每项太阳能热水器专利都至少存在一个 4 位 IPC 分类号。

通过对 4 位 IPC 分类号的处理，我们得到表 1。从表 1 中看出，太阳能热水器技术专利表征相对集中，主要分布在 F（机械工程、照明、采暖、武器、爆破）、C（化学、冶金）、A（人类生活必需）、B（作业、运输）、E（固定建筑物）五大部。其中，在太阳能热水器技术领域的专利分布中，排名第一的 F24J 专利数量为 12012，占专利授予数量的 75%，比剩下的 IPC 分类号的专利授予量之和都要高，这说明太阳能热水器技术的主要分布领域是 F24J 技术领域。

2.4 中心性测度

中心性理论能够说明网络中行动者的中心程度、所处位置以及权利大小。Charles 指出，处在网络中心位置的个体或者组织，通常可以促进知识的流动，创造网络价值。核心技术在企业中具有举足轻重的地位，代表该技术领域的重点技术，是企业生产产品的平台。将社会网络分析法应用到专利分析中，可以帮助我们找到核心技术，从而明确资源和知识的流动。

本文中，我们利用特征向量中心性指标来测度技术领域在技术网络中的地位。在特征向量中心性指标中，中心性越高的专利结点对网络的影响和控制能力越强，其核心地位也就越显著。

表 2 前十位 IPC 技术中心性测度

IPC 分类号	中心性	IPC 分类号	中心性
F24J	0.699872	F28D	0.490407
H01L	0.571465	C02F	0.46953
F24D	0.502524	F03G	0.485585
G02D	0.502524	F25B	0.484225
F24H	0.49818	B32B	0.481527

我们利用 Pajek 软件，计算了表征技术领域的 IPC 分类号的中心性，摘录了中心度数值较大的前十位 IPC，如表 2 所示。中心性最大的技术领域是 F24J，它的中心性为 0.699872。而 F24J 也是专利申请数量中最多的技术领域，达到 12012 项。F24J 技术受到了人们更多地关注，拥有更多获取资源的机会，在网络中拥有更大地控制力和影响力。值得注意的是，表 2 中中心性测度前十位 IPC 分类号与表 1 中授予数量前十位 IPC 分类号并不一致。因此，技术的中心性与它的专利数量之间存在较低的相关性。由此我们可以看出，F24J 是太阳能热水器产业的领域核心技术领域，包括太阳热的利用，如太阳能集热器(F24J-2/00)；工作流体流过集热器的太阳能集热器(F24J-2/04)；由透明外罩所包围的，例如真空太阳能集热器(F24J-2/05)；平板技术(F24J-2/16)；采用跟踪装置的技术(F24J-2/38)；以吸收器材料为特征的(F24J-2/48)；透明涂层技术(F24J-2/50)；隔热技术(F24J-2/51)等等，其他技术形成了相关技术。F24J 的发展，影响和控制着其他相关技术的发展。

2.5 技术共现识别及网络可视化

分类号共现(Co-Occurrence)，又被称作专利共类，是指一项专利具有两个或者两个以上的 IPC 分类号的情况。“分类号共现表明了两个专利分类号所表征的技术领域有重合，技术领域的重合程度与共现情况成正比，共现情况越多，技术重合的领域就越多，技术领域就越开放；分类号间共现频次越大，技术领域间的联系就越紧密。”专利分类号之间的共现分析和引用分析通常被研究者用来开发反映不同技术知识领域之间的关联关系。本文利用专利分类号共现来分析太阳能热水器技术与技术间的关系。因此，在本章节中，我们通过提取太阳能热水器专利中 4 位 IPC 分类号的共现信息来构建技术共现网络。

首先我们利用 Sci2 Tool 软件中的共现(co-occurrence)分析技术共现。因为所得到的结点和连线众多，所

以随后我们使用潜入在软件 Sci2 Tool 软件中的网络路径缩减算法(A Pathfinder Network Scaling Algorithm)。此算法根据三角形不等原则(Triangle Inequality)删除了一些不重要的连结，能够获得共现网络中最突出的结构。最后，我们对共现网络进行可视化，得到图 3，该网络揭示了 1990-2014 年太阳能热水器相关技术的结构。



3 结语

REFERENCES

- [1] Adomavicius, G., J.C. Bockstedt, et al. Technology roles and paths of influence in an ecosystem model of technology evolution[J].Information Technology and Management, 2007, 8(2): 185-202.
- [2] Gediminas Adomavicius, Jesse C. Bockstedt, Alok Gupta, Robert J. Kauffman. Technology roles in an ecosystem model of technology evolution[R].Working paper OS-4, 2005. MIS Research Center,University of Minnesota,Minneapolis,MN.
- [3] Yoon B, Park Y. A text-mining-based patent network: Analytical tool for high-technology trend[J].The Journal of High Technology Management Research, 2004,15(1:37-50).
- [4] No H J, Park Y. Trajectory patterns of technology fusion: trend analysis and taxonomical grouping in nanbiotechnology[J].Technological forecast and social change, 2010,77(1):63-75.
- [5] 黄鲁成,李江. 专利技术种群增长的生态过程: 协同与竞争——以光学光刻技术种群为例[J]. 研究与发展管理,2010,22(2):24-31.
- [6] Choi, J., Y.S. Hwang. Patent keyword network analysis for improving technology development efficiency[J].Technological Forecasting and Social Change,2014, 83: 170-182.
- [7] Guan, J., Y. He. Patent-bibliometric analysis on the Chinese science—technology linkages [J]. Scientometrics, 2007, 72(3): 403-425.
- [8] 冯建新.企业网络中心性、知识流出及技术创新的关系研究[D]. 杭州:浙江工业大学, 2012.
- [9] 谢寿峰, 基于专利分析的技术演变与预测研究[D]. 南京理工大学, 2014.
- [10] Altwies, J.E., G.F. Nemet. Innovation in the US building sector: An assessment of patent citations in building energy control technology[J]. Energy Policy, 2013, 52: 819-831.
- [11] White, H.D. Pathfinder networks and author co-citation analysis: A remapping of paradigmatic information scientists[J].Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2003, 54(5): 423-434.

【作者简介】

1 毛荐其（1963-），男，汉，博士，教授，研究方向为技术与创新管理。

2 陈雷（1976-），女，汉，硕士，副研究员，研究方向为煤炭经济与技术创新。

3 孙静林（1990-），女，汉，硕士研究生，研究方向为技术创新测度。