



开放科学
(资源服务)
标识码
(OSID)

基于文献计量学的铁路运输领域论文研究进展及前沿热点

戚小玉

中国铁道科学研究院集团有限公司 电子计算技术研究所 北京 100081

摘要: [目的/意义] 分析并跟踪铁路运输领域研究趋势可为铁路运输领域学术研究提供参考和依据。[方法/过程] 基于文献计量学分析铁路领域论文研究发展及前沿热点, 结合中图分类, 采集知网数据库中有基金支撑的核心期刊论文数据, 对发文总量、发文期刊来源、发文学科与主题、支撑基金等数据进行了综合统计分析与预测, 借助 CiteSpace 可视分析工具对研究热点高频关键词、关键词共现图谱、研究热点聚类进行分析与阐述, 利用 Kleinberg 突发检测算法对研究前沿进行识别与追踪并对不同类型研究机构的阶段性优势进行综合分析。[局限] 本文仅就知网数据进行了分析, 在样本选择方面存在一定局限性, 后续需要进一步扩展。[结果/结论] 文章结合多维度的分析结果总结了铁路运输领域科研发展特点, 在各类基金支撑、科研热点跟踪、产业成果转化等方面提出建议, 具有一定参考价值。

关键词: 文献计量学; 可视分析; 共现图谱; 铁路运输; 前沿热点

中图分类号: G35

Research Development and Frontier Hotspots of Railway Transportation Based on Bibliometrics

QI Xiaoyu

Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China

Abstract: [Objective/Significance] Analyze and track research trends in the field of railway transportation can provide reference and basis for academic research in the field of railway transportation. [Methods/Processes] This paper analyzes the research development and frontier hot spots of papers in the field of railway based on bibliometrics. In combination with the classification of the Chinese Library, this paper collects the data of core journals supported by funds in the CNKI database, and carries out comprehensive statistical analysis and prediction of the total number of publications, the source of publications, the subjects and topics of publications, and the supporting funds. With the help of the CiteSpace visual analysis tool, the paper analyzes and elaborates the high-frequency keywords, keyword co-occurrence graph, and clustering of research hotspots. The Kleinberg burst detection algorithm is used to identify and track the research frontier, and the phased advantages of different types of research

作者简介 戚小玉 (1985-), 硕士, 助理研究员, 主要研究方向为数据可视化与可视分析, E-mail: qi_xy@139.com。

引用格式 戚小玉. 基于文献计量学的铁路运输领域论文研究进展及前沿热点 [J]. 情报工程, 2024, 10(1): 96-106.

institutions are comprehensively analyzed. [Limitations] This paper only analyzes the data from CNKI, and there are certain limitations in sample selection, which need to be further expanded in the future. [Results/Conclusions] The article combines multidimensional analysis results to summarize the characteristics of scientific research development in the field of railway transportation, and puts forward suggestions in various fund support, research hotspot tracking, and industrial achievement transformation, which provides certain reference value.

Keywords: Bibliometrics; Visual Analysis; Co-occurrence Graph; Railway Transportation; Frontier Hotspots

引言

自 2008 年第一条时速 350 公里高速铁路——京津城际铁路开通运营以来, 经过 15 年的发展, 截至 2022 年底, 全国铁路营业里程已达 15.5 万公里, 其中高速铁路 4.2 万公里^[1], 是世界上运营里程最长、在建规模最大、运营场景最丰富、商业运行时速最高^[2]的高速铁路网, 处于国际领先地位。

科技论文是科研成果的载体, 展示相应领域的研究进展及热点趋势^[3], 在中国高铁诞生至今的 15 年里, 各类国家级、省部级基金项目为铁路行业持续发展提供了有力支撑, 产出了大量高质量论文, 发表于核心期刊。文献计量

学, 是以文献体系和文献计量特征为研究对象, 采用数学、统计学等计量方法, 评价和预测科学技术的现状与发展趋势的学科^[4]。因此, 选取铁路运输领域近 15 年有基金项目支撑并发表于核心期刊的论文进行文献计量分析与可视化展现, 详细分析与梳理铁路运输领域相关论文研究发展及前沿热点, 总结铁路运输领域发展脉络及演化进程, 为铁路运输领域科研工作提供参考, 为科研管理工作提供决策依据。

本文的分析基于知网数据库, 筛选自 2008 年 1 月—2022 年 12 月, 中图分类号以 U2 开头的, 含 U2 大类下所有子类, 即铁路运输领域有基金项目支撑并发表于北大核心期刊的论文, 检索框如图 1 所示。

The screenshot shows the CNKI search interface. The search criteria are as follows:

- Search term: CLC%='U2'
- Filters: 仅看有全文, 包含资讯, 网络首发, 增强出版, 基金文献, 中英文扩展, 同义词扩展
- Time range: 出版年度: 2008 -- 2022, 更新时间: 不限
- Source categories: 全部期刊, SCI, EI, 北大核心, CSSCI, CSCD, AMI
- Buttons: 重置条件, 检索, 结果中检索

图 1 铁路运输领域有基金项目支撑并发表于北大核心期刊的论文检索框

经过数据清洗之后得到有效数据 30985 条, 形成样本数据集。分析工具主要选用 Tableau 与

CiteSpace 以及工具中集成的算法模型。

1 发文数据综合分析

利用知网搜索页面的可视化分析功能,对近15年有基金项目支撑并发表于核心期刊的论文数据进行可视化概览并下载发文学科、发文主题等统计数据,结合样本数据集,从发文总量、发文期刊、发文学科、发文主题以及支撑基金等维度进行综合分析。

1.1 发文总量

从2008—2022年铁路运输领域核心期刊论文发文总量来看,整体呈上升趋势,2022年略有回落。但这些发文中,有基金支撑的论文占比呈逐年上升状态,在2022年发文总量由6064回落到5585的情况下,有基金支撑的论文占比由62.76%增长到64.83%,如图2所示,

体现了各类基金在铁路运输领域的科研工作中有着关键导向作用,为高质量核心期刊论文的产出提供了重要支撑。

同时,选用指数平滑算法基于前面15年的历史数据对未来1年的数据值进行短期预测。指数平滑算法可自动追踪数据变化,不断调整对数据序列中蕴含的短期趋势信息的估计,得出较为准确的短期预测结果^[5]。调用Tableau集成的指数平滑算法模型得到2023年铁路运输领域核心期刊发文总量预测值为6226,有基金支撑的论文占比预测值为68.93%,这两个预测值均高于前面15年的历史最高值,基于历史数据得出的未来预期向好,说明高质量核心论文产出数量逐年增加的趋势较为稳定,各类基金在论文成果产出中持续发挥积极作用。

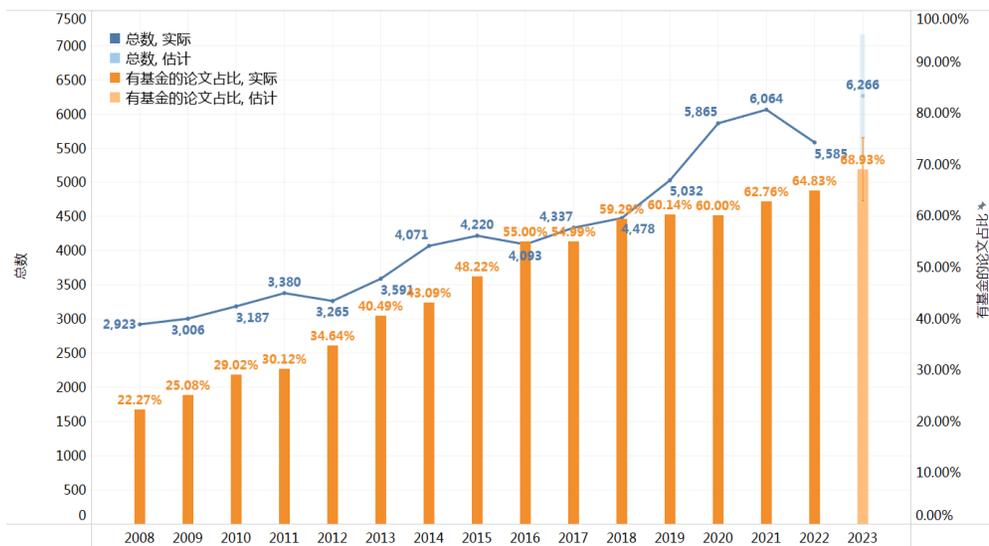


图2 近15年铁路运输领域核心期刊论文发文总量及有基金支撑的论文占比(加2023年预测值)

为确保预测值相对准确,对算法质量指标进行评估,上述预测属于时间序列预测,本文选用平均绝对百分误差MAPE作为预测算法的质量指标。一般认为当MAPE值低于10%时,

预测精度较高。发文总量与有基金的论文占比两个系列指数平滑模型的MAPE值分别为6.5%和7%,如图3所示,均小于10%,说明上述预测结果准确度较高。

1.4 支撑基金

从样本数据集中支撑论文的基金项目数据来看,由国家自然科学基金项目支撑的核心论文数量最多,为13376篇,远远多于其他各类

基金项目,如图6所示。这与国家自然科学基金聚焦基础、前沿、人才,注重创新团队和学科交叉的理念一致,是国家自然科学基金在铁路运输领域培育源头创新能力、支持基础科学研究的重要体现^[6]。

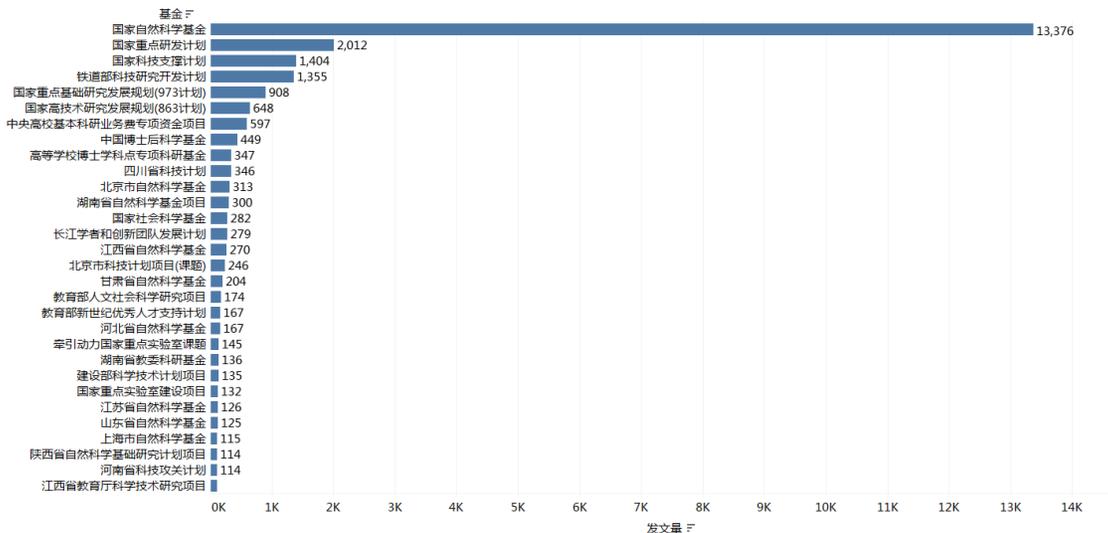


图6 支撑发文章量最多前40类基金项目

2 研究热点分析

某领域在一定时期内开展的有内在联系的科学问题或专题被视为研究热点^[7]。样本数据集中,论文的关键词维度代表相应论文的研究领域、主题、专题、问题、方向和内容^[8-9],因此,样本数据集中出现的频次较高的关键词,可被认为是铁路运输领域的学术研究热点^[10-11]。

2.1 高频关键词分析

将样本数据集导入至CiteSpace中,得到按词频数值降序排列的关键词列表,选取前10个关键词,如图7所示,可以看到词频数值最高的关键词为“高速铁路”,其词频数值也就是样本数据集中关键词的最高词频值为

2015。

Visible	Count	Central...	Year	Keywords
<input checked="" type="checkbox"/>	2015	0.00	2008	高速铁路
<input checked="" type="checkbox"/>	1388	0.00	2008	城市轨道交通
<input checked="" type="checkbox"/>	1056	0.00	2008	高速列车
<input checked="" type="checkbox"/>	906	0.00	2008	数值模拟
<input checked="" type="checkbox"/>	854	0.00	2008	地铁
<input checked="" type="checkbox"/>	616	0.00	2008	轨道交通
<input checked="" type="checkbox"/>	537	0.00	2008	无砟轨道
<input checked="" type="checkbox"/>	425	0.00	2008	地铁车站
<input checked="" type="checkbox"/>	409	0.00	2009	动车组
<input checked="" type="checkbox"/>	395	0.00	2008	铁路运输

图7 词频最高的前10个关键词

根据普莱斯定律^[12-13],高频关键词的最低词频数值 $T = 0.749 \times \sqrt{P_{\max}}$,其中, P_{\max} 表示样本数据集中的关键词最高词频值,由图7可知 $P_{\max}=2015$,计算得出 $T=33.62$,则词频大于34的关键词为高频关键词,共有213个,生成高频关键词词云图如图8所示。

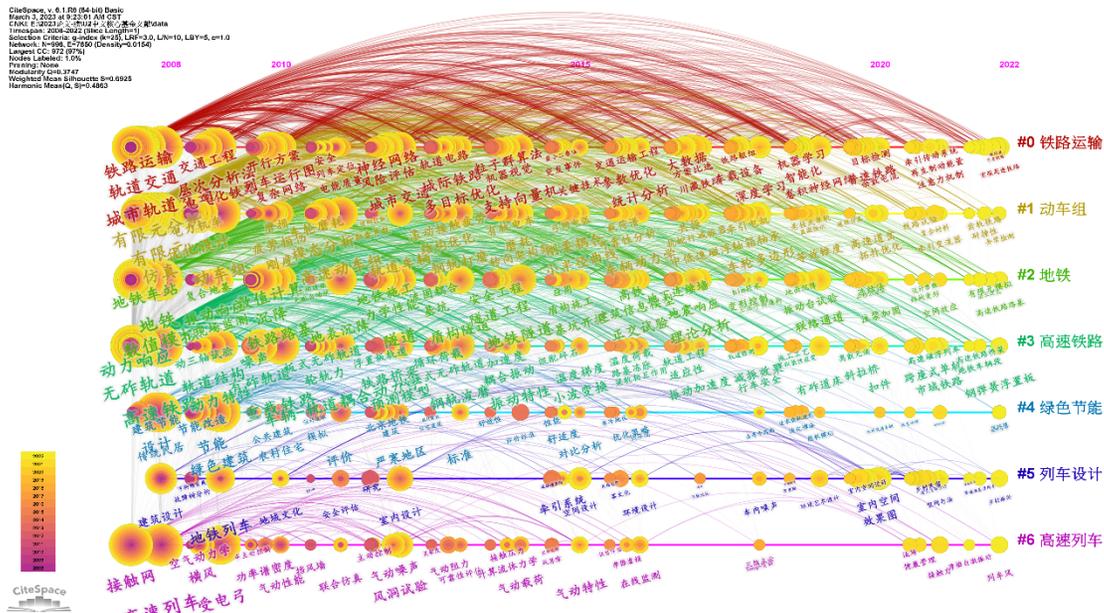


图 10 关键词聚类时间线图

对于 #1 动车组大类, 2008—2012 年, 研究热点包括有限元分析法、疲劳损伤、刚度、车轮磨耗、车体模态分析等, 主要集中于车体、车轮、底架等车体关键承载部件。2013—2017 年, 研究热点包括有轨电车、结构优化、刚柔耦合、可靠性分析、小半径曲线、共振等, 主要集中于与车辆动力学相关的内容, 研究热点较之前五年更为细化。2018—2022 年, 研究热点包括牵引电机、悬挂式单轨、高速道岔、线路试验、齿轨铁路、耐撞性等, 可看出研究热点聚焦于适应更加复杂多变的沿线地形与环境, 为动车组奔驰在更加广袤的祖国大地上提供技术保障。

对于 #2 地铁大类, 2008—2012 年, 研究热点主要聚焦于修建地铁相关的内容, 包括地铁车站、复合地基、振动响应、沉降、地铁施工等。2013—2017 年, 研究热点包括盾构隧道、安全工程、地铁隧道、隧道工程、盾构施工、建筑信息模型等, 这些研究热点主要集中在隧

道与盾构技术方面, 这个阶段也是中国地铁盾构技术飞速发展的阶段, 到 2017 年, 中国的盾构机销量排世界第一^[14]。2018—2022 年, 研究热点有 BIM 技术、变形控制、注浆加固、结构变形、空间效应等。在这一阶段, 地铁建设规模不断扩大, 数字化技术的应用与确保基坑安全的注浆加固技术越来越受到人们关注^[15]。

对于 #3 高速铁路大类, 2008—2013 年, 研究热点聚焦于轮轨方面, 主要包括无砟轨道、轨道结构、有砟轨道、轮轨力、车辆-轨道耦合动力学、板式无砟轨道、双块式无砟轨道等。2014—2022 年, 关于高速铁路的很多方面陆续成为研究热点, 包括 2014—2016 年的路基冻胀、温度荷载、温度梯度等与高寒铁路相关的内容; 2017 年、2018 年的振动加速度、减振效果、行车安全等与高铁安全相关的内容; 2019 年以后的高速磁悬浮列车、市域铁路等最近几年在城市发展需求驱动下不断出现的研究热点。

4 研究机构分析

通过 CiteSpace 对样本数据集进行 Burst 突发检测,不仅能够识别不同时间段的研究前沿,

还可以识别不同时间段发文量增长速率激增的研究机构,从而分析出铁路运输领域不同类型的研究机构在不同时段发挥的作用,对研究机构的突发检测结果如图 12 所示。



图 12 近 15 年铁路运输领域研究机构的突发检测结果

从分析结果中可看出,从 2008—2011 年,产出核心论文的研究机构主要包括西南交通大学牵引动力国家重点实验室、中南大学土木建筑学院、西南交通大学交通运输学院、西南交通大学土木工程学院等,主要以高校为主。同时,2008—2016 年前后,北京交通大学土木建筑工程学院、中科院寒区旱区环境与工程研究所冻土工程国家重点实验室、中国铁道科学研究院金属及化学研究所、中国铁道科学研究院

铁道建筑研究所等研究机构作为基金核心论文产出的主要研究机构,持续近十年。也就是说从 2008 年开始,近 15 年里的前期、前中期,主要研究机构主要以高校、科研院所为主。

再看最近 15 年里中期、中后期、后期的情况,主要研究机构包括南车青岛四方机车车辆股份有限公司、中国铁道科学研究院运输及经济研究所、中国铁道科学研究院通信信号研究所、中国铁路设计集团有限公司、北京纵横机

电科技有限公司、广州地铁设计研究院股份有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司等,可看出在这几个阶段,有基金核心论文产出的主要研究机构以企业、科研院所为主。

也就是说,在最近 15 年的时间里,基金核心论文成果的主要产出机构在由高校、科研院所向企业、科研院所转变,与科研成果从研究到应用转化的过程相吻合,体现出高校、科研院所、企业在铁路运输领域不同时期的科研工作中发挥的重要作用,也体现出科研院所作为兼顾科研与应用的研究机构,在多个时期中发挥的持续性作用,为铁路运输领域科技创新提供重要支撑。

5 结束语

在中国高铁诞生至今的 15 年里铁路运输领域有基金支撑的核心期刊论文数据进行的多维度分析中,运用了创新性的分析角度与分析方法,提出相关建议,具体如下:

(1) 创新性地关注基金支持对核心论文发表产生的积极作用,并基于历史数据做出预测。

统计并预测了发文总量,综合分析了期刊来源、学科与主题、支撑基金分布数据,发现铁路运输领域整体具有发文逐年增加、学科间交叉渗透、国家自然科学基金成为重要支撑等特点。建议更加充分地发挥其他各类基金的支撑作用,持续增加高质量论文成果的产出。

(2) 首次结合高频词定义,全面综合地对铁路运输领域学术论文产出数据进行多维度关联分析,并结合铁路行业不同阶段的发展特点,

对分析结果进行解读。

铁路运输领域研究热点较多,共现网络中各研究热点关联程度较高,研究热点与实际应用紧密结合,建议依据分析结果对各个聚类进行持续深入的研究与完善。同时,对研究热点进行阶段性识别、分析,可基于分析结果对科研发展趋势进行跟踪分析,为科研工作提供指导。

(3) 创新性地核心期刊论文的产出机构进行分类分析,识别出高校、科研院所、企业在科技发展不同阶段的机构优势。

可参考分析结果,充分发挥各类研究机构在各个研究阶段的作用,进一步促进产业创新与成果转化,让学术成果更加高效地得到应用,惠及民众,为高质量发展实现科技赋能。

通过此项分析与研究,从多维视角揭示研究主题热点的发展与关键技术的衍生过程,为铁路运输领域研究发展提供全面解读与决策支持。

参考文献

- [1] 中华人民共和国中央人民政府. 截至 2022 年底综合交通运输网络总里程超 600 万公里 [EB/OL]. (2023-02-27) [2024-01-09]. http://www.gov.cn/xinwen/2023-02/27/content_5743414.htm.
- [2] 罗春晓. 世界高速列车图鉴 [M]. 北京: 中国铁道出版社有限公司, 2020 :50-59.
- [3] 王德, 张航, 邵鸣, 等. 基于文献统计分析的我国铁路运输管理领域研究进展及热点 [J]. 中国铁路, 2022(11): 102-114.
- [4] 高俊宽. 文献计量学方法在科学评价中的应用探讨 [J]. 图书情报知识, 2005(2): 14-17.
- [5] 陈伟, 白福臣. 我国海洋产业增加值的组合预测分析 [J]. 生态经济, 2010(2): 44-46.
- [6] 国家自然科学基金委员会. 机构概况 [EB/OL].

- (2023-03-02) [2024-01-09]. <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/jgsz/01/>.
- [7] 李雪山. 基于知识图谱的铁路运输管理工程领域研究热点及趋势分析 [J]. 铁道运输与经济, 2017, 39(1): 81-87.
- [8] 刘则渊, 尹丽春. 国际科学学主题共词网络的可视化研究 [J]. 情报学报, 2006, 25(5): 634-640.
- [9] 刘秀琴. 国外科学数据管理研究量化分析 [J]. 图书馆工作与研究, 2016(10): 65-71.
- [10] 马费成, 张勤. 国内外知识管理研究热点 -- 基于词频的统计分析 [J]. 情报学报, 2006, 25(2): 163-171.
- [11] 郝强, 唐锡晋. 基于社会网络分析的“系统科学大会”可视化探析 [J]. 系统科学与数学, 2018, 38(5): 521-536.
- [12] 羊晚成, 胡孙婕, 张若愚. 我国编辑出版学合作网络与合作研究热点分析 [J]. 中国科技期刊研究, 2017, 28(10): 959-964.
- [13] 陈晓钰, 马海群. 开放政府数据领域文献计量学相关定律实证分析 [J]. 图书馆研究与工作, 2022(4): 26-36.
- [14] 中国产业经济信息网. 中铁装备: 十年磨剑, 让中国盾构机迈上世界之巅 [EB/OL]. (2023-03-05) [2024-01-09]. <http://www.cinic.org.cn/zgzz/pp/640800.html>.
- [15] 百度百科. 地铁注浆加固 [EB/OL]. (2023-03-05) [2024-01-09]. <https://baike.baidu.com/item/%E5%9C%B0%E9%93%81%E6%B3%A8%E6%B5%86%E5%8A%A0%E5%9B%BA/17679541?fr=aladdin>.
- [16] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能 [J]. 科学学研究, 2015, 33(2): 242-253.
- [17] 魏晓俊. 基于科技文献中词语的科技发展监测方法研究 [J]. 情报杂志, 2007(3): 34-36, 39.