

基于CiteSpace对国内近十年机场运行效率可视化研究

宋 慧, 石丽娜

上海工程技术大学航空运输学院, 上海

收稿日期: 2024年1月19日; 录用日期: 2024年3月22日; 发布日期: 2024年6月14日

摘 要

目的: 通过CiteSpace软件, 将国内近十年对于机场运行的相关研究文献进行梳理, 分析出机场运行的发展状况、研究热点及发展前沿。方法: 通过计算机检索2013年12月31日至2024年1月1日收录于中国知识资源总库(CNKI)、万方(WANFANG DATE)、维普三大中文数据库的相关文献, 通过NoteExpress软件对搜集到的文献进行整理并导入CiteSpace, 采用CiteSpace6.3.1软件生成近十年来国内机场运行相关研究文献的作者、机构以及关键词的可视化知识图谱, 并对生成的知识图谱进行分析。结果: 纳入机场运行领域相关文献共计403篇, 国内主要有胡明华、赵巍飞、夏正洪3个主要的作者合作群。核心的研究机构主要有: 中国民航大学、南京航空航天大学、中国民用航空飞行学院、中国人民解放军工程大学。研究领域的关键词为“航空运输”“机场”“遗传算法”“机场运行”等。结论: 自2014年以来, 中国机场的相关研究经历了三个阶段。国内对于机场运行的研究第一阶段关注机场本身, 第二阶段研究机场与其它公共交通的换乘运行, 第三阶段研究机场群的协同关系。本领域的研究作者以及研究机构之间的联系相对较少, 他们之间的合作还有待加强。

关键词

机场运行, 效率研究, CiteSpace6.3.1, 知识图谱, 可视化分析

Visual Research on Airport Operational Efficiency in China over the Past Decade Based on CiteSpace

Hui Song, Lina Shi

College of Air Transportation, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jan. 19th, 2024; accepted: Mar. 22nd, 2024; published: Jun. 14th, 2024

Abstract

Objective: Through CiteSpace software, the relevant research literature on airport operation in China in the past decade was sorted out to analyze the development status, research hotspots and development frontiers of airport operation. **Methods:** We searched the relevant literature included in the three Chinese databases of China National Knowledge Infrastructure (CNKI), Wanfang (WANFANG DATE), and Wipu from December 31, 2013 to January 1, 2024 by computer, and organized and imported the collected literature into CiteSpace by NoteExpress software, and adopted the CiteSpace6.3.1 software. CiteSpace6.3.1 software was used to generate a visual knowledge map of authors, institutions and keywords of the research literature related to airport operation in China in the past ten years, and the generated knowledge map was analyzed. **Results:** A total of 403 papers related to the field of airport operation were included, and there are three main author cooperative groups in China, namely, Minghua Hu, Yifei Zhao, and Zhenghong Xia. The core research institutions are: Civil Aviation University of China, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Civil Aviation Flight University of China, and Chinese People's Liberation Army Engineering University. The keywords of the research field are "air transportation", "airport", "genetic algorithm", "airport operation", etc. **Conclusion:** Since 2014, China's research on airport operations has gone through three stages. In the first stage, the focus was on individual airports. In the second stage, the research examined the intermodal operations between airports and other public transportation systems. In the third stage, the emphasis shifted to studying the collaborative relationships within airport clusters. There is relatively limited connection among researchers and research institutions in this field, and their collaboration needs to be strengthened.

Keywords

Airport Operations, Efficiency Research, CiteSpace6.3.1, Knowledge Graph, Visual Analysis

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着经济全球化的加速以及国内航空运输业的快速发展, 机场与城市的协同发展已经成为新的发展方向。然而现阶段国内机场的建设发展仍面临机场运行效率低下的问题。目前, 国内在机场运行领域的研究相较于其他发达国家存在较大差距, 这不仅制约国内航空业的发展, 同时对国内经济发展也有一定的约束作用[1] [2] [3] [4]。因此, 本文通过对国内近十年机场运行相关文献的研究, 更好地把握机场运行的未来发展方向。

目前国关于机场运行的文献主要集中在机场本身、机场换乘以及机场群三个方面。本研究采用 CiteSpace [5] [6] [7] 软件, 将近十年来国内机场运行效率领域发表的相关文章生成知识图谱, 进行可视化研究, 并对机场运行的发展状况、研究热点进行分析, 对机场高效运行的相关研究具有一定的参考意义。

2. 研究设计

2.1. 数据来源

本研究的数据主要来自中国知识资源总库(CNKI), 万方(WANFANG DATE), 维普三大中文数据库。

在中国知识资源总库的高级检索的页面中, 将主题设置为“机场运行”或含“机场运行效率”或含“民用机场运行效率”, 来源为北大核心、CSSCI、CSCD, 出版时间范围为 2014 年~2024 年, 检索共找到 120 条结果。经过筛选, 去除无关文献 8 篇, 最终找到与本研究相关文献 112 篇。在万方、维普数据库中也按上述说明操作。最终三个中文数据库共找到文献 512 篇。将所有文献导入到 NoteExpress 软件中, 去除重复文献 109 篇, 最终获得文献共 403 篇。将最终统计结果录入 Excel 软件中, 使用 Excel 软件绘制机场运行研究文献年产量分布曲线图(见图 1)。

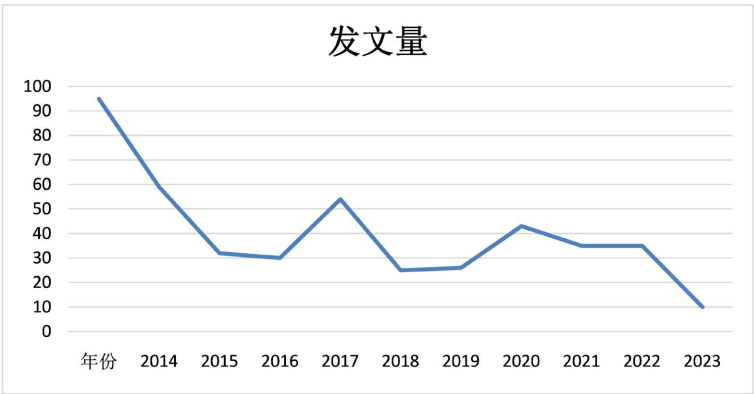


Figure 1. Airport operations research related papers annual production distribution graphs
图 1. 机场运行研究相关论文年产量分布曲线图

由图 1 可以看出, 2014 年的发文量是最高的, 后期发文量逐渐减少, 趋于稳定。由于本文章数据截止于 2024 年 3 月 15 日, 2024 年数据不完整。因此, 目前国内对于机场运行的相关研究文献每年稳定在 20 至 40 篇之间。由此可见, 近十年国内学者对于近十年国内机场运行的研究关注度较为稳定。

2.2. 研究方法 with 工具

本文采用可视化分析法, 借助 CiteSpace6.3.1 软件对 NoteExpress 综合整理出的 403 篇文献的合作作者、机构和关键词等进行具体的可视化分析, 探究机场运行领域的作者合作情况以及核心作者, 主要研究机构以及研究机构之间的合作情况, 从而推断机场运行领域的研究热点以及后续研究方向。

3. 数据统计与分析

3.1. 核心作者及作者间的合作情况

通过 CiteSpace6.3.1 软件对 NoteExpress 整理出的 403 篇文献的合作作者进行可视化分析, 在“时间选择(Time Slicing)”中将时间设置为“2014 JAN-2024 DEC”; 在“节点类型(Node Types)”中选择“合作作者(Author)”; 在“时间分区长度(Year Per Slice)”中选择“1”, 表示时间切片为 1 年。在“精简(Pruning)”中选择“各个时间段(Pruning sliced network)”, 其他值均为默认值, 点击运行生成节点 281 个, 连线 236 条, 生成的关于机场运行相关研究作者的知识图谱如图 2 所示。

通过对图 2 的进一步梳理分析, 得到发文量排名前十的作者(见表 1)。

通过对前十作者的发文量以及各个作者间的合作群的研究可以分析出整个领域的研究成果分布以及合作情况。由表 1 可知, 胡明华在近十年在机场运行领域内发文 15 篇, 是本领域内研究成果最多的作者。根据赖普斯定律, 各个领域的核心作者的发文量应有的最低发文数量为 N , $N = 0.749 \times \eta \max^{1/2}$ ($\eta \max$

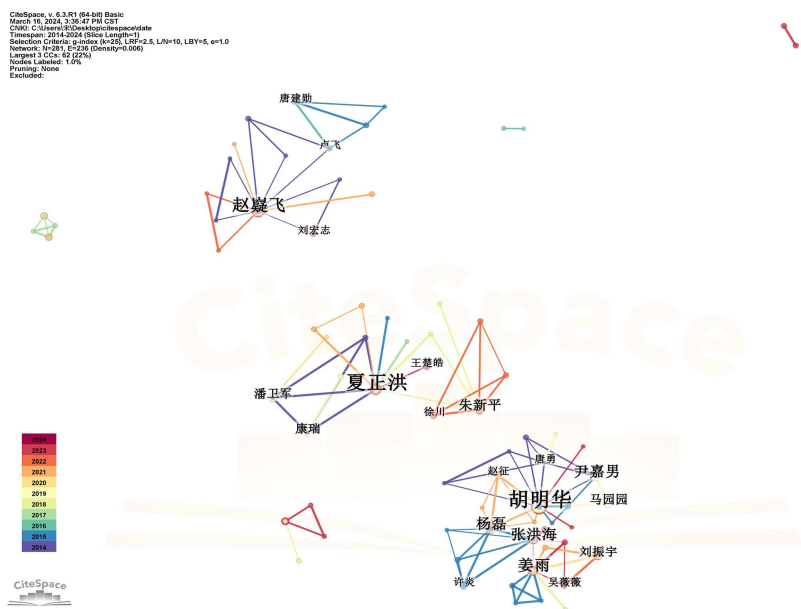


Figure 2. Knowledgeable mapping of authors of research related to airport operations
图 2. 机场运行相关研究作者的知识化图谱

Table 1. Statistics of the top ten authors in the field of airport operations who have published in the last ten years
表 1. 机场运行领域近十年发文前十的作者统计表

序号	作者	发文量	首次发文年份
1	胡明华	15	2014
2	夏正洪	13	2014
3	赵巍飞	9	2014
4	罗谦	8	2018
5	邢志伟	8	2018
6	姜雨	7	2015
7	张军峰	7	2015
8	张兆宁	7	2018
9	尹嘉男	6	2014
10	张洪海	6	2015

表示最高发文量作者发出的文章数量)。根据赖普斯定律的公式计算得出 $N \approx 3$ [8] [9] [10]。根据 CiteSpace 软件分析结果, 发文量在 3 篇以上的作者共有 35 位, 这些核心作者的总发文量占机场运行领域总发文数量的 42.7%。根据赖普斯定律, 核心作者的发文量应占该领域所有文献数量的一般及以上。由此可知, 在机场运行领域还未形成学科核心作者团队。

3.2. 核心机构

利用 CiteSpace6.3.1 对 403 篇文献的机构生成可视化的知识图谱。在“节点类型(Node Types)”中选择“机构(Institution)”, 其他数值不变, 点击生成有关机构合作的知识图谱(见图 3), 生成节点 173 个,

连线 136 条, 网络密度为 0.0091, 由此可见各个研究机构之间的合作强度不高, 机构之间未能够形成强大的合作网络, 因此, 机场运行领域的知识的流动性会受到一定的影响, 所以, 加强各机构间的合作很重要, 这样才有可能更好、更快的在机场运行领域取得突破性成就。

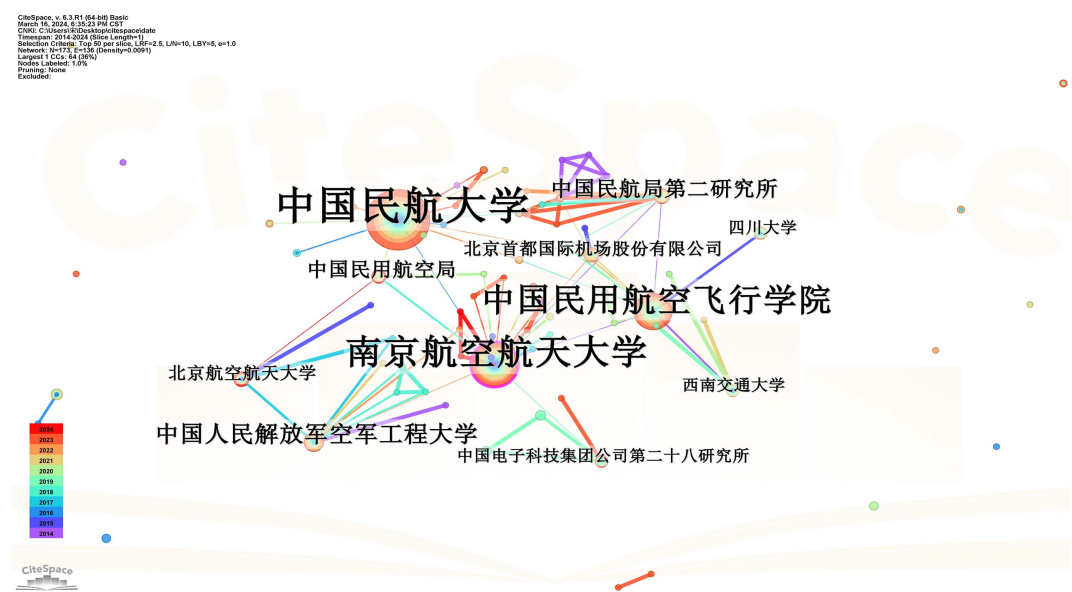


Figure 3. Knowledge-based mapping of research institutions related to airport operations
图 3. 机场运行相关研究机构的知识化图谱

通过对图 3 的进一步梳理分析, 可以得到发文量前十的研究机构, 如表 2。

Table 2. Top 10 organizations in the field of airport operations that have issued papers in the last ten years
表 2. 机场运行领域近十年发文前十的机构

序号	机构	发文量
1	中国民航大学	115
2	南京航空航天大学	62
3	中国民用航空飞行学院	46
4	中国人民解放军空军工程大学	13
5	中国民航局第二研究所	10
6	北京交通大学	9
7	中国民用航空局	8
8	北京市轨道交通建设管理有限公司	3
9	北京航空航天大学	6
10	北京首都国际机场股份有限公司	3

结合机场运行相关研究的知识化图谱, 可以发现: 中国民航大学 115 篇、南京航空航天大学 62 篇、中国民用航空飞行学院 46 篇、中国人民解放军工程大学 13 篇。根据赖普斯定律来计算机构的最低发文量, 计算公式为: $N = 0.745 \times \eta \max^{1/2}$ ($\eta \max$ 为发文量最高的机构发表文章的数量)。由表 2 可知, 发文

量最高机构发表文章数量为 115 篇, 因此, $N \approx 8.032$, 取整数为 9。根据 CiteSpace 软件分析的结果, 发文量在 9 以上的机构共有 6 个。因此, 这 6 个机构为机场运行领域的核心机构。

3.3. 相关文献关键词研究分析

3.3.1. 基础领域研究分析

关键词是在某领域的学术性研究文献的高度概括，也是一篇论文的核心。在 CiteSpace6.3.1 软件中，将“节点类型(Node Types)”选择“关键词(Keyword)”，其他数值保持不变，点击生成机场运行领域关键词的可视化知识图谱(见图 4)，生成节点 227 个，连线 187 条，每个节点均代表一个关键词，节点越大的关键词，出现的频率越高。图 4 中呈现的“航空运输”“机场”“遗传算法”“机场运行”等 4 个关键词，反映了国内近十年来对于机场运行相关领域的研究热点。

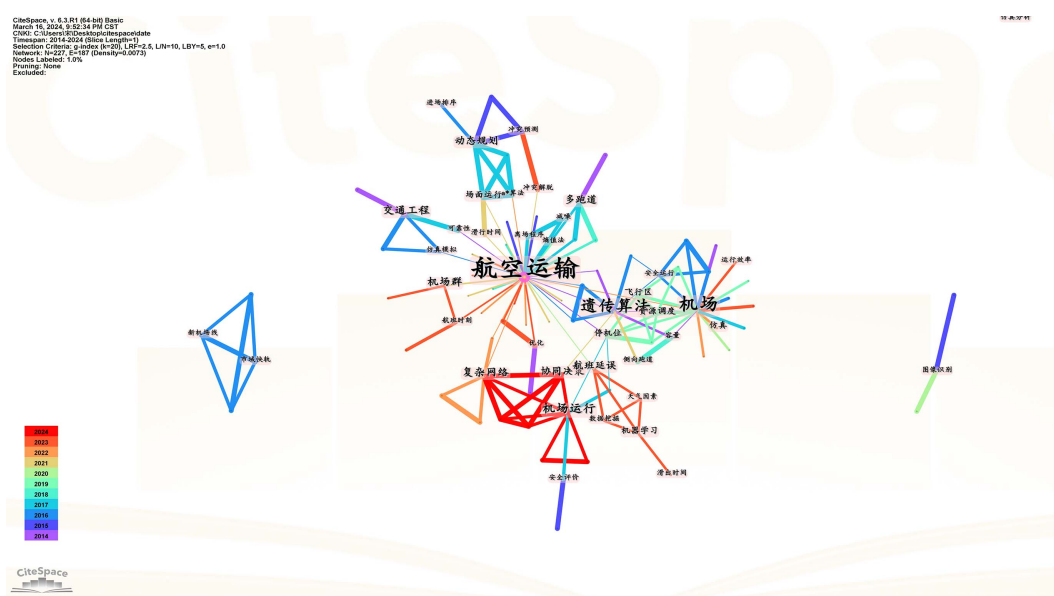


Figure 4. Knowledgeable mapping of research keywords in airport operations related literature
图 4. 机场运行相关文献研究关键词的知识化图谱

通过对图 4 的进一步分析, 结合各个关键词出现的频次、中心度以及最早出现年份, 总结得出了近十年来前十位关键词, 如表 3。

Table 3. Top 10 prominent keywords for 2014~2024
表 3. 2014~2024 年前十位突出关键词

序号	关键词	频次	中心度	最早出现年份
1	航空运输	63	0.23	2014
2	机场	19	0.09	2014
3	遗传算法	13	0.02	2014
4	机场运行	6	0.03	2017
5	交通工程	5	0.01	2014
6	机场群	5	0.01	2014

续表

7	复杂网络	5	0.03	2022
8	航班延误	4	0.03	2020
9	多跑道	4	0.01	2014
10	终端区	4	0.00	2021

3.3.2. 阶段性领域研究分析

关键词的热点突显可以表明国内机场运行在某个时间段的研究热度的显现。在 CiteSpace6.3.1 软件生成图 4 的基础上, 通过设置“热点(Brustness)”, 生成关键词突显图谱, 如图 5。得到机场运行领域的突显关键词为“多跑道”“动态规划”“安全评价”“地铁”等。

Top 10 Keywords with the Strongest Citation Bursts

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2014 - 2024
多跑道	2014	1.17	2014	2018	
动态规划	2015	1.07	2015	2017	
安全评价	2015	0.88	2015	2017	
地铁	2017	1.47	2017	2020	
动力响应	2018	0.92	2018	2021	
机场	2014	2.17	2019	2020	
信号系统	2019	0.84	2019	2020	
机场群	2021	1.58	2021	2024	
协同决策	2021	1.14	2021	2024	
复杂网络	2022	2.16	2022	2024	

Figure 5. Keyword burst mapping in 2014~2024
图 5. 2014~2024 年关键词突显图谱

由图 5 可知: 1) 2014~2018 年“多跑道”“动态规划”“安全评价”成初期热点关键词; 2) 2018~2020 年“地铁”“动力响应”“机场”“信号系统”为第二阶段热点关键词; 3) 2021 年开始, “机场群”“协同决策”“复杂网络”为第三阶段的热点关键词。由此可知, 国内学者对于机场运行早起相关研究主要集中在机场基础设施规划以及保证旅客及飞机航行的安全问题上, 在研究的第二阶段, 焦点更多的集中在机场作为换乘枢纽与地面交通的衔接上, 带第三阶段, 则是更多关注机场与机场之间形成的交通网络, 形成更大规模有关机场运行的相关研究。

4. 研究结论与展望

4.1. 研究结论

本文借助 NoteExpress 软件对从中国知识资源总库(CNKI)、万方(WANFANG DATE)、维普三大中文数据库中搜集到的国内 2014~2024 年有关机场运行研究的 403 论文进行整合, 并输入到 CiteSpace6.3.1 软件中进行可视化数字分析, 得出的主要结论主要如下:

- 1) 国内机场运行的相关研究的核心作者有 35 位, 但是他们之间的合作相对较少, 此领域尚未形成核心的研究群体。
- 2) 对于国内近十年机场运行研究的核心机构有 6 个, 这 6 个机构之间的合作相对较为零散, 资源的流动性相对较弱。
- 3) 国内近十年有关机场运行的相关研究主要划分为三个阶段: 2014 年开始主要关注于机场本身, 从

2018 年开始, 研究内容开始转向机场与其他交通枢纽之间的换乘联系, 2021 年之后, 则从单个机场的研究转向多个机场组成的机场群体研究。

4.2. 研究展望

近年来, 国内发布了《“十四五”民用航空发展规划》, 使得国内学者增加了对航空发展业和机场运行的相关研究。根据近几年研究热点, 将对机场运行的相关研究与国家政策相结合, 未来的发展趋势有以下几个主要方面。

1) 关于机场行形成机场群的融合发展研究。未来, 国内的机场将更加注重机场群的发展。机场群通过合作与协同来提高区域机场的运行效率和服务水平。同时, 机场群的发展还可以促进资源共享、协调航班并为旅客提供更加便利的换乘服务, 使得整个区域的航空运输能力大幅提高。

2) 关于机场运行协同决策的研究。协同决策通过共享信息和资源, 优化航班调度、减少延误和拥堵, 可以实现更加高效的决策和运行管理, 提高机场的整体效率 and 安全性。同时, 机场也能通过加强与相关方的协同合作, 以应对不断增长的航空运输需求的高速增长。

3) 关于机场运行复杂网络管理的研究。随着人工智能的高速发展, 国内机场可以利用大数据、人工智能和智能系统等技术手段, 构建复杂网络管理系统, 从而实现对机场运行进行实时监测、预测和优化。

参考文献

- [1] 杨省贵, 等. 机场运营效率研究文献述评[J]. 交通科技与经济, 2023, 25(6): 72-80.
- [2] 赵刚, 邢伟. 基于大数据分析技术的机场运行效率研究[J]. 民航学报, 2022, 6(6): 33-37, 97.
- [3] 杨梅, 张丽. 航空运输的研究前沿分析——基于中国知网的可视化分析[J]. 物流科技, 2021, 44(8): 96-99+104.
- [4] 王犇. XY 机场运行指挥体系研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2015.
- [5] 张鑫, 等. 基于 CiteSpace 和文献计量分析平台的鱼糜研究可视化分析[J]. 食品科学, 2023, 44(1): 362-370.
- [6] 江晓军, 等. 近三十年中国可持续发展研究热点、演化趋势与未来展望——基于 CiteSpace 知识图谱的分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2023, 33(3): 148-159.
- [7] 郭寅曼, 季铁, 田启俊. 文化科技融合下的数字文化创新设计研究——基于 Citespace 的知识图谱分析[J]. 浙江大学学报(人文社会科学版), 2023, 53(1): 30-43.
- [8] 余贝宁, 李刚. 基于文献计量分析的博物馆文创产品研究主题与趋势[J]. 湖南包装, 2023, 38(5): 112-117, 194.
- [9] 臧文嘉, 梁树广, 张芑芑. 基于 CiteSpace 的创新链研究综述[J]. 科技和产业, 2023, 23(13): 212-218.
- [10] 韦昌群, 张娅妮. 基于 CiteSpace 的智慧教育的可视化分析[J]. 现代信息科技, 2024, 8(1): 170-174.