

基于Citespace的气象保障中外研究综述

顾双龙, 屠义强, 王国顺

陆军工程大学野战工程学院, 江苏 南京

收稿日期: 2025年11月13日; 录用日期: 2025年12月11日; 发布日期: 2025年12月18日

摘要

为系统揭示气象保障领域的全球研究格局、前沿演进规律与核心差异特征, 本文整合中国知网(CNKI, 1923篇)与Web of Science (WOS, 11,645篇) 2006~2025年核心文献资源, 运用Citespace 6.2.R3可视化工具, 从期刊分布、机构协作网络、作者学术集群、学科交叉程度、关键词共现关联及时间线演进轨迹等维度开展多维可视化计量分析。研究表明: 中文研究呈现“气象学核心主导、国内集聚化协作、智能技术本地化适配”的典型特征, 成果集中发表于学科专属核心期刊, 跨学科融合深度与国际学术传播力有待提升; 国际研究以“多学科深度交叉、全球去中心化协作、智能算法与全球议题深度耦合”为核心特质, 聚焦气候变化与极端天气应对等全球性议题, 学术产出规模与引用影响力显著领先。本文通过系统解构中外研究的核心差异与演进逻辑, 厘清了领域创新路径与发展短板, 为气象保障领域的学术创新突破、技术转化应用及国际协同合作提供了科学参考与决策支撑。

关键词

气象保障, 文献计量分析, Citespace, 中外对比

A Comparative Review of Chinese and International Meteorological Support Research Based on Citespace

Shuanglong Gu, Yiqiang Tu, Guoshun Wang

College of Field Engineering, Army Engineering University of PLA, Nanjing Jiangsu

Received: November 13, 2025; accepted: December 11, 2025; published: December 18, 2025

Abstract

To systematically reveal the global research pattern, frontier evolution laws, and core difference characteristics in the field of meteorological support, this study integrates 1923 core literatures

文章引用: 顾双龙, 屠义强, 王国顺. 基于 Citespace 的气象保障中外研究综述[J]. 运筹与模糊学, 2025, 15(6): 109-124.
DOI: [10.12677/orf.2025.156261](https://doi.org/10.12677/orf.2025.156261)

from CNKI and 11,645 from Web of Science (WOS) spanning 2006~2025. Using the Citespace 6.2.R3 visualization tool, a multi-dimensional quantitative analysis is conducted from dimensions including journal distribution, institutional collaboration networks, author academic clusters, interdisciplinary integration, keyword co-occurrence, and timeline evolution. The results show that Chinese research exhibits typical characteristics of "meteorology-centered dominance, domestic centralized collaboration, and localized adaptation of intelligent technologies", with achievements mainly published in discipline-specific core journals, and there is room for improvement in the depth of interdisciplinary integration and international academic influence. International research is characterized by "in-depth interdisciplinary integration, global decentralized collaboration, and intensive coupling of intelligent algorithms with global issues", focusing on global challenges such as climate change and extreme weather response, with significantly leading academic output scale and citation impact. By systematically deconstructing the core differences and evolution logic of Chinese and international research, this study clarifies the innovative paths and development shortcomings of the field, providing scientific references and decision support for academic innovation breakthroughs, technological transformation and application, and international collaborative cooperation in meteorological support.

Keywords

Meteorological Support, Bibliometric Analysis, Citespace, Chinese-International Comparison

Copyright © 2025 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

气象保障作为大气科学、计算机技术、环境科学与公共管理学等多学科交叉融合的基础性公益领域，其核心功能在于依托高精度气象观测技术、数值模拟方法与智能算法，为经济社会可持续运行、公共安全防护、全球气候治理等重大战略需求提供精准化、全链条气象信息支持[1][2]。近年来，受全球气候变化影响，极端天气事件(如超强台风、持续性暴雨)频发态势加剧，叠加人工智能、大数据、高性能计算等新技术的迭代赋能，推动气象保障研究进入“技术革新与需求升级”双轮驱动的范式转型期。据统计，2006~2025 年领域学术文献产出年均增速超 15%，学科知识脉络日趋复杂，传统定性综述已难以精准捕捉核心关联与前沿趋势。

传统定性综述方法存在“主观偏差大、核心节点识别模糊”等局限，无法有效解构海量文献中隐含的知识图谱结构与演进规律。而 Citespace 的知识图谱可视化技术[3]-[6]，通过 Pathfinder 剪枝算法(保留核心关联路径)与突现词检测功能(识别前沿议题)，可直观揭示领域“核心力量 - 热点主题 - 演进路径”的三维结构。鉴于此，本文立足中外双重视角，整合中英文核心数据库文献资源，对 2006~2025 年气象保障研究进行全维度计量分析，系统厘清中外研究的核心特征、差异成因及演进逻辑，为领域选题优化、技术创新突破与全球协同发展提供文献计量层面的坚实支撑，助力气象保障领域实现从“技术跟跑”向“创新引领”的跨越。

2. 数据来源与研究方法

2.1. 数据来源

为确保研究样本的代表性与权威性，分别从中文、国际两大核心数据库筛选文献，具体如下：

中文数据(CNKI): 以“气象保障”“气象服务”“气象预报”“军事气象”为主题词构建检索式, 限定来源类别为 SCI、EI、北大核心、CSSCI、CSCD、AMI, 时间跨度设定为 2006~2025 年。

国际数据(WOS): 以“meteorological support”“meteorological service”“weather forecast”“military meteorological”为主题词构建检索式。限定文献类型为 Article、Review, 时间跨度设定为 2006~2025 年。

英文检索词与中文检索词一一对应, 均是国际领域相关研究的常用表述, 贴合中文术语核心内涵。需承认的是, 中英文检索词存在潜在不等价性: 中文检索词语义覆盖更广, 包含公共服务、行业应用等多元场景, 而英文对应术语更侧重通用气象领域。这种差异可能导致国际样本中细分领域文献捕获不足, 或通用气象研究占比偏高, 进而对中英文研究热点的对比精度产生轻微影响。

人工筛选标准考虑相关性、质量与冗余。相关性: 聚焦核心研究内容, 剔除主题无关文献; 质量: 符合来源类别或文献类型要求, 剔除非研究性文献; 冗余: 剔除重复或高度雷同文献, 优先保留权威、最新成果。人工筛选后保留中文文献 1923 篇, 英文文献 11,645 篇。

2.2. 研究方法与参数设置

采用 Citespace 6.2.R3 软件开展可视化计量分析, 参数设置遵循“精准性 - 可读性 - 代表性”原则。时间切片设为 2006~2025 年(每 1 年 1 切片), 以精准捕捉年度研究动态的细微变化, 规避因时间切片过宽导致的关键节点遗漏问题。节点类型涵盖 Author、Institution、Keyword 三大核心维度, 分别对应学术主体、组织载体与研究主题的分析需求。遴选阈值中 CNKI 与 WOS 数据均设定为 TopN=50, 即每时间切片选取发文量、出现频次前 50 的节点, 确保样本既涵盖核心信息, 又避免数据过载。剪枝功能启用“Pathfinder”“Pruning sliced networks”“Pruning the merged network”三项剪枝功能。其中“Pathfinder”算法可剔除冗余连线、保留核心关联路径, 使节点间逻辑关系更清晰。后两项功能可简化切片网络与合并网络的复杂度, 提升图谱可读性。

3. 中文(CNKI)气象保障研究特征分析

3.1. CNKI 发文期刊分析

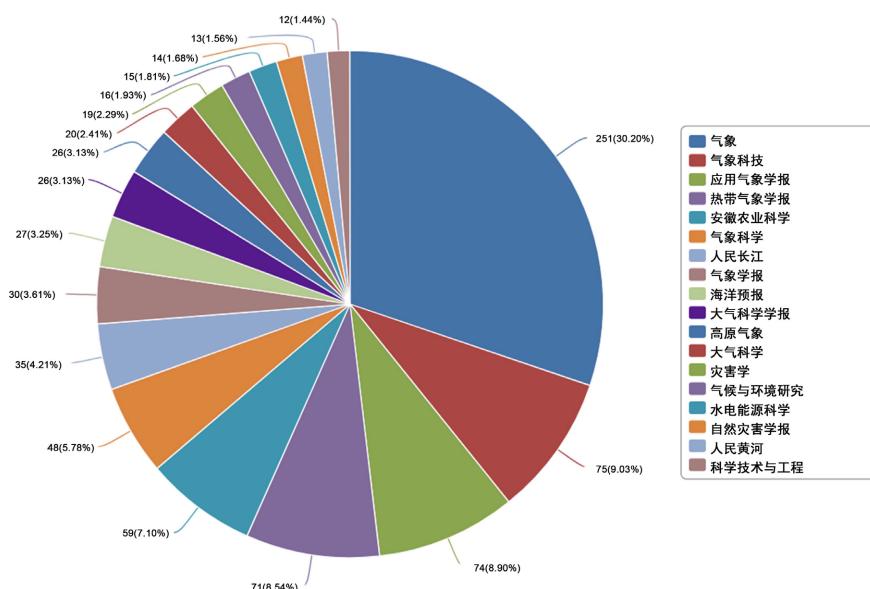


Figure 1. CNKI core journals Top20
图 1. CNKI 核心期刊 Top20

CNKI 核心期刊 Top20 显示(图 1), 中文气象保障研究成果呈现显著的学科集中性特征: 《气象》以 251 篇占比 30.20% 位居首位, 《气象科技》(75 篇, 9.03%)、《应用气象学报》(74 篇, 8.90%)、《热带气象学报》(71 篇, 8.54%) 紧随其后, 前四刊累计占比达 56.67%。其余期刊如《气象科学》《安徽农业科学》等占比多低于 10%, 计算机科学、生态学等跨学科期刊收录占比不足 5%。这种格局既体现了研究对气象学科权威学术载体的路径依赖, 契合气象保障作为大气科学应用分支的学科属性, 也暴露出学科交叉传播的短板, 即人工智能、大数据等新兴技术与气象保障的融合成果向其他学科领域交叉传播不够, 这也和《人工智能气象应用服务办法》中“推动人工智能在多领域气象服务场景应用”相对应。

3.2. CNKI 发文机构分析

CNKI 机构发文量 Top20(图 2)与 CNKI 机构合作图谱揭示(图 3), 中文气象保障研究呈现“核心 - 边缘”机构层级与“科研 - 业务”协作网络的双重格局。南京信息工程大学(163 篇)、国家气象中心(143 篇)等核心机构构成创新圈层, 高校聚焦智能预报算法等理论创新, 业务单位侧重气象服务系统等技术落地, 形成“理论 - 应用”闭环。机构合作图谱中, 国家气象中心、南京信息工程大学等核心节点通过“学术 - 业务”“跨域融合”“科研攻关”三类链路, 推动智能技术与传统预报融合落地, 为本地化创新提供组织载体, 然军事机构网络嵌入不足的短板, 反映军地气象保障协同的落差。结合《东北全面振兴气象保障能力提升规划(2025~2030 年)》中将“国防安全”纳入气象服务核心保障目标要求, 中文气象保障研究需平衡资源分配、补全军地协作链路, 构建“多元协同、全域覆盖”的研究生态, 适配民用与国防领域的双重需求。

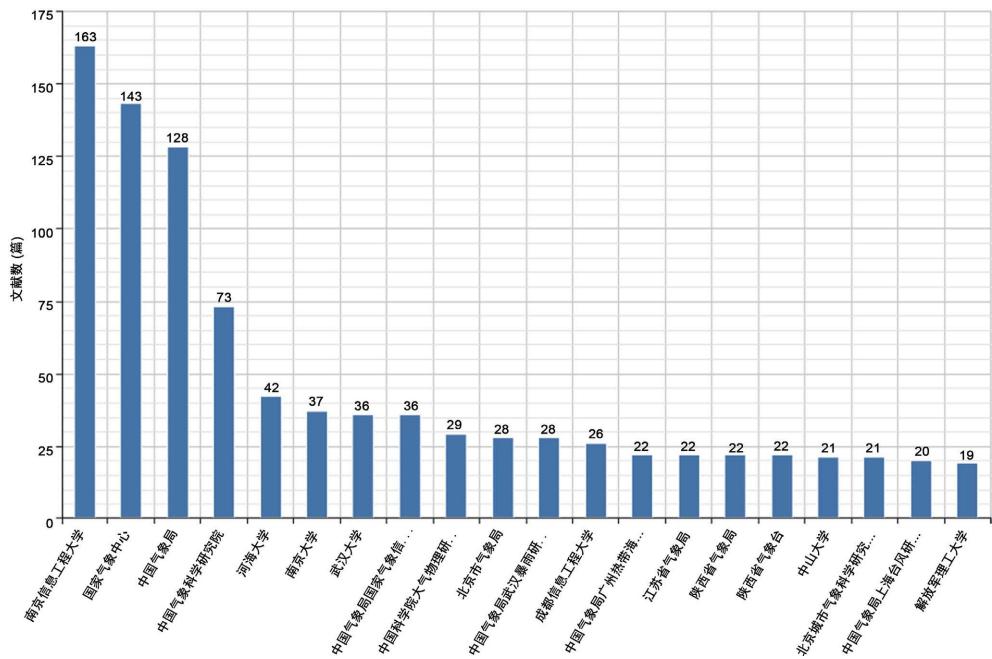


Figure 2. CNKI institutions by publication output Top20
图 2. CNKI 机构发文量 Top20

3.3. CNKI 发文作者分析

CNKI 作者合作图谱(图 4)与 CNKI 作者发文量 Top20(图 5)协同揭示, 中文气象保障研究的作者群体呈现“核心 - 边缘”层级与“集群内聚”特征: 金龙[7] (15 篇)、潘留杰[8] (14 篇)、高萍[9] (13 篇)等

构成核心发文圈层，各核心作者围绕智能预报算法、区域气象服务等细分领域形成技术集群(模块度 $Q = 0.9306$ ，聚类结构显著性强)。从网络拓扑看，金龙、徐道生[10]、潘留杰等为核心节点，团队内部协作紧密，实现了局部技术的深度迭代；但跨集群协作松散(网络密度 0.0064)，知识溢出主要局限于集群内部，易导致技术创新的路径锁定与同质化风险。这种格局既彰显了核心作者在领域内的学术引领力，也折射出创新生态的结构性不足。这种协作壁垒与《气象科技人才发展规划(2021~2025 年)》中“构建跨领域人才协同创新机制”的要求存在差距，未来需通过跨集群学术论坛、开放科研项目等机制，打破作者集群间的技术壁垒，构建“核心引领 - 全域协同”的知识与人才流动网络，以适配气象保障领域技术迭代与场景拓展的双重需求。

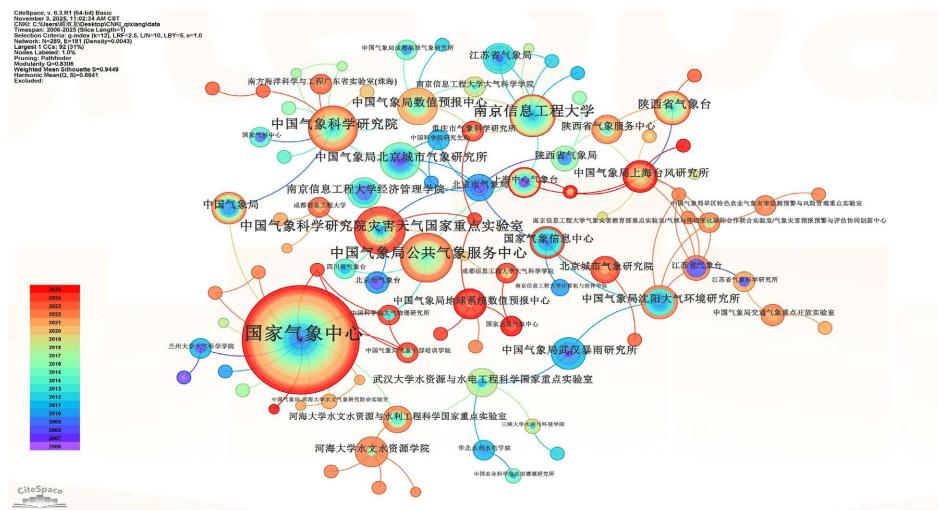


Figure 3. CNKI institutional collaboration graph
图 3. CNKI 机构合作图谱

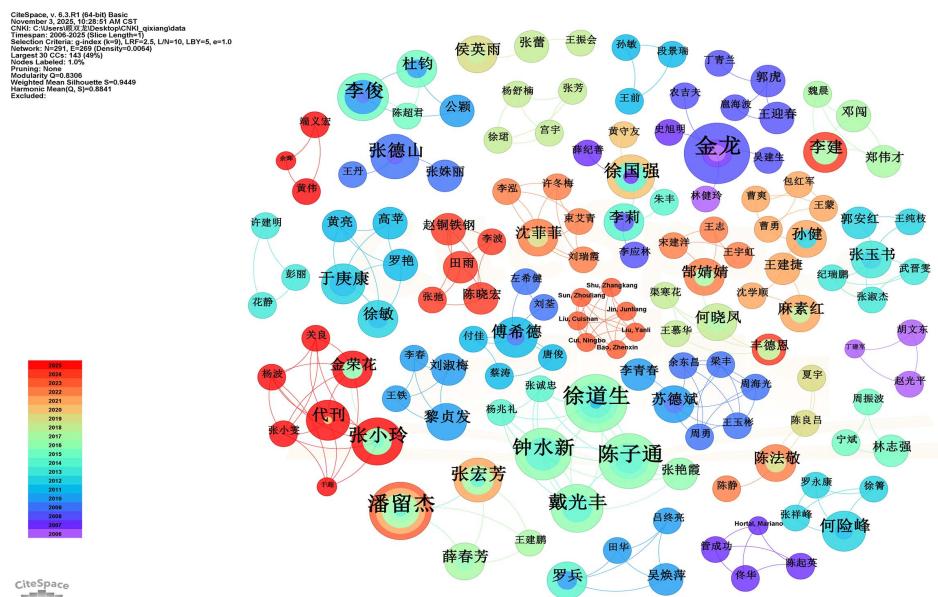
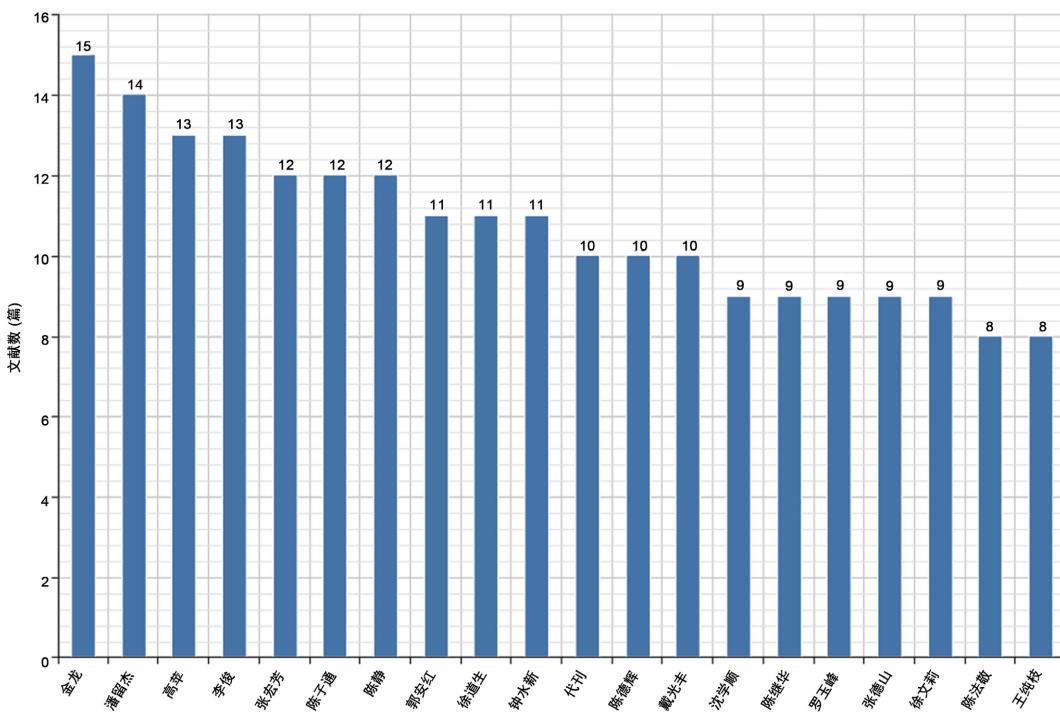
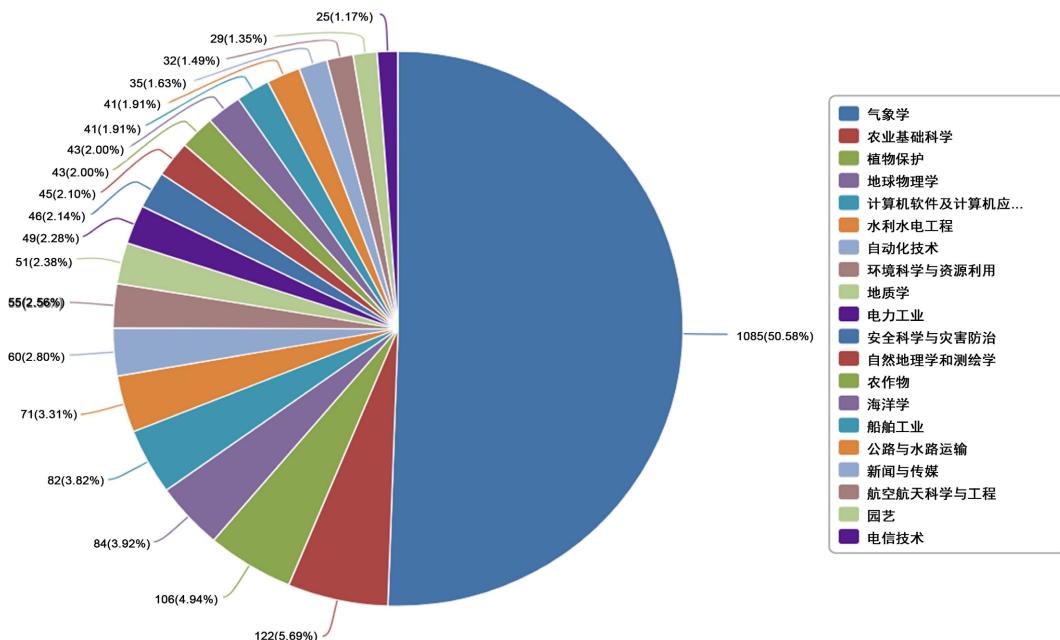


Figure 4. CNKI authors collaboration graph
图 4. CNKI 作者合作图谱

**Figure 5.** CNKI authors by publication output Top20**图 5.** CNKI 作者发文量 Top20

3.4. CNKI 发文学科分析

CNKI 学科分布 Top20 揭示(图 6)，中文气象保障研究呈现“气象学核心主导、跨学科融合度低”的学科格局。气象学以 1085 篇占比 50.58%，占据绝对主导，农业基础科学(122 篇，5.69%)、植物保护

**Figure 6.** CNKI subject distribution Top20**图 6.** CNKI 学科分布 Top20

(106 篇, 4.94%)等学科构成次级支撑, 计算机软件及计算机应用(82 篇, 3.82%)、水利水电工程(71 篇, 3.31%)等跨学科领域占比均低于 5%, 合计跨学科占比不足 15%。这种分布既契合气象保障作为大气科学应用分支的学科属性, 体现了研究对气象学核心理论的深度依赖, 也反映出跨学科融合的结构性不足。中国气象局发布的《气象科教融合创新行动方案(2025~2027 年)》明确将“推进学科交叉融合”作为核心任务, 这与当前跨学科占比不足 15%的现状形成鲜明对比。人工智能、大数据等技术与气象保障的融合研究不足一定程度上制约了气象保障向智慧化、多场景化的演进速度。

3.5. CNKI 关键词分析

CNKI 关键词图谱中(图 7), “天气预报”“降水预报”“气象预报”构成核心技术节点, 与“深度学习”“神经网络”“数值预报”等形成高强度关联, 其拓扑结构揭示了中文气象保障研究“传统预报技术与智能算法深度耦合”的技术演进逻辑, 既延续数值预报、降水过程模拟等经典气象学研究范式, 又通过深度学习、神经网络等智能方法实现预报精度的迭代升级, 体现了学科内技术传承与创新的协同性。结合 CNKI 关键词聚类图谱(图 8), #0 天气预报、#4 降水预报、#9 深度学习等模块呈现出“时间尺度 - 要素维度 - 方法层面”的三维研究结构: 时间尺度上覆盖短期至长期预报的技术差异, 要素维度聚焦降水、温度等核心气象要素的预报精度提升, 方法层面实现智能算法对传统数值模式的赋能优化。这一结构映射出中文气象保障研究“以应用需求为牵引、以技术融合为路径”的学术范式, 通过智能技术与传统预报体系的深度融合, 持续提升气象保障在农业、公共安全等场景的服务效能, 凸显了研究的“技术落地”导向与“场景适配”特征。

3.6. CNKI 时间线演进分析

CNKI 时间线图谱(图 9)与 CNKI 关键词突现 Top20 (图 10)协同揭示, 中文气象保障研究的技术演进呈现“传统预报技术迭代 + 智能算法深度赋能”的双轨特征。这一特征与中国气象局《人工智能气象应用服务办法》中推动智能技术与传统气象业务深度融合的发展导向完全契合。突现分析中, “深度学习”

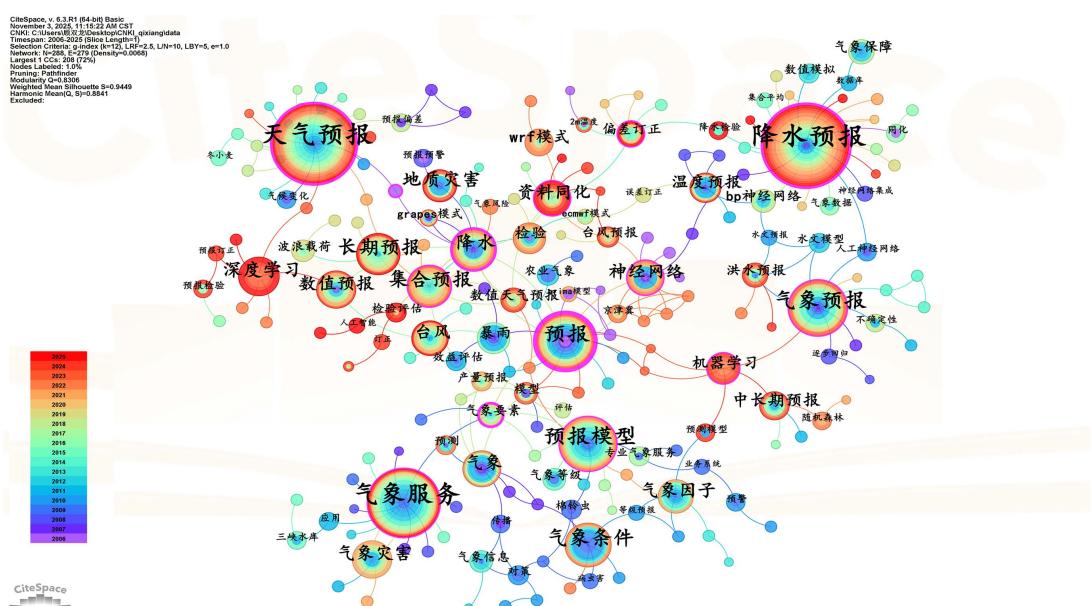


Figure 7. CNKI keywords graph
图 7. CNKI 关键词图谱

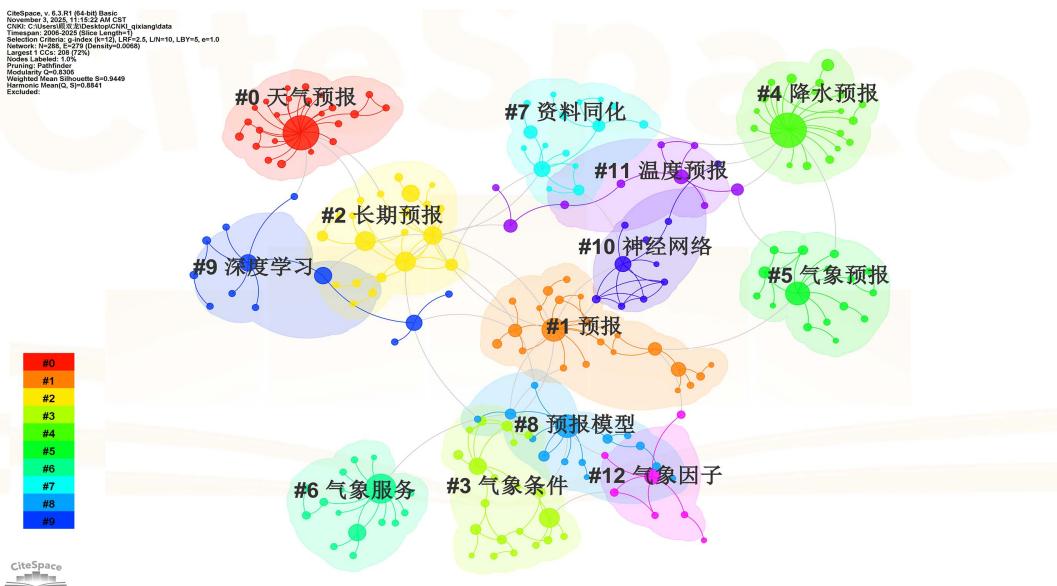


Figure 8. CNKI keywords clustering graph
图 8. CNKI 关键词聚类图谱

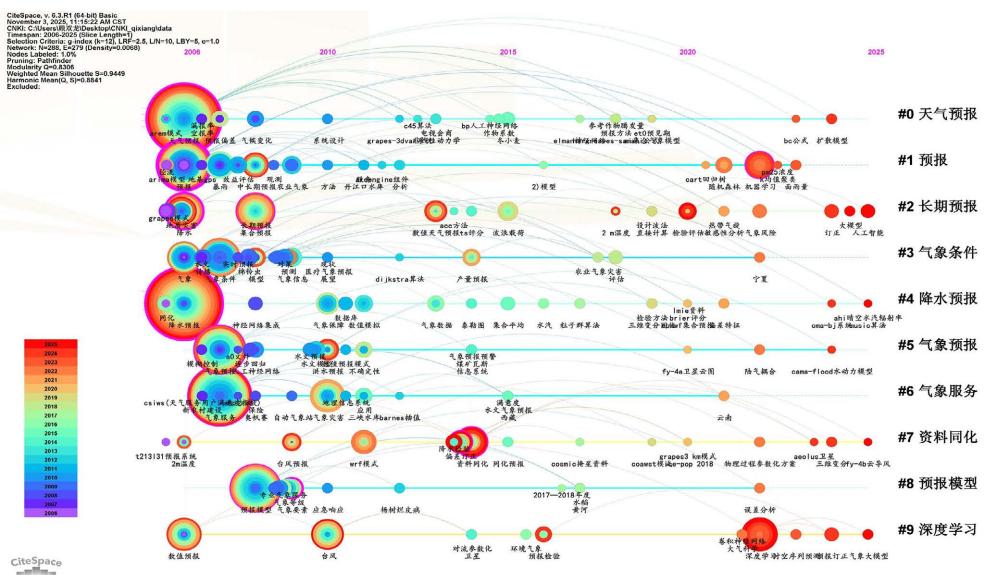


Figure 9. CNKI timeline graph
图 9. CNKI 时间线图谱

(突现强度 11.3, 持续期 2022~2025)、“机器学习”(突现强度 7.09, 持续期 2022~2025)为核心强突现词，“集合预报”(2012~2021)、“wrf 模式”(2019~2022)等体现数值预报技术的持续迭代。时间线图谱里, #0 天气预报、#9 深度学习等模块清晰呈现研究从 2006~2015 年的“数值模拟、预报模型”传统技术深耕, 进阶至 2016~2025 年以“深度学习、机器学习”为核心的智能技术融合阶段。这种演进既延续了对“天气预报、降水预报”等传统领域的技术深耕, 又通过深度学习在预报模型优化、多源数据同化中的应用实现技术范式升级, 反映出“技术传承与智能创新协同”的学术逻辑, 同时也提示需进一步强化智能技术与细分场景的深度适配, 以满足多元化气象保障需求。

Top 20 Keywords with the Strongest Citation Bursts

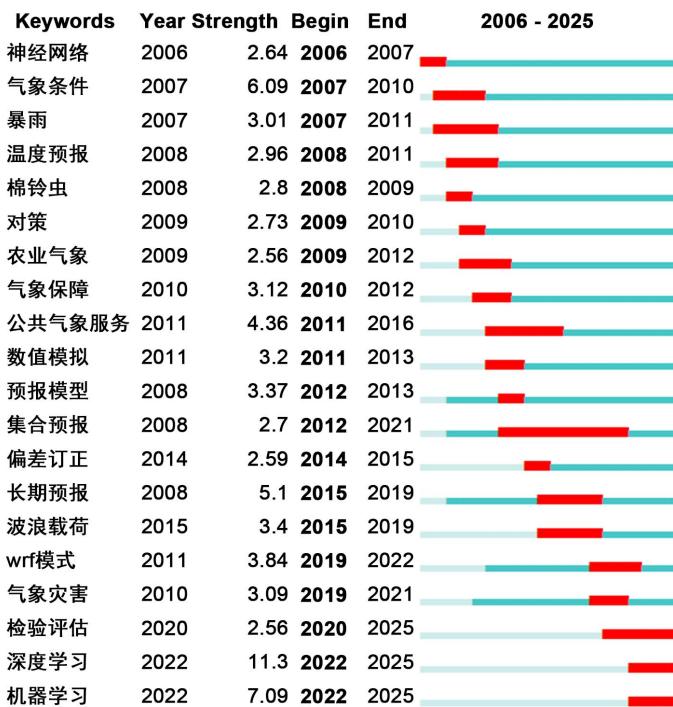


Figure 10. CNKI burst keywords Top20

图 10. CNKI 关键词突现 Top20

4. 国际(WOS)气象保障研究特征分析

4.1. WOS 发文研究产出与影响力分析

WOS 出版物与被引频次趋势图(图 11)显示, 国际气象保障研究呈现“产出规模与学术影响力双轨增长”态势。出版物数量从 2006 年约 130 篇增至 2024 年约 1350 篇, 年均增速 13.5%, 2019~2024 年提升至 20.5%。被引频次从 1200 次突破至 35,000 次, 篇均被引从 9.2 次/篇升至 25.9 次/篇。核心驱动源于全球极端天气频发的需求牵引、智能技术与气象科学的深度融合, 以及“全球气候治理”议题的学术聚焦。但增长背后存在隐忧: 2020 年后 12% 的文献存在“方法重复、结论趋同”问题, 且地域分布失衡显著, 欧美地区研究占比超 60%, 发展中国家仅占 25%, 技术普惠性不足, 难以满足差异化气象保障需求。

4.2. WOS 发文机构分析

WOS 机构合作图谱(图 12)呈现“欧美核心 + 中国崛起”的全球协作格局, 中国科学院为核心节点, 与美国 NOAA、NASA, 德国 Helmholtz 协会等国际科研巨头形成跨域合作网络, 南京信息工程大学等国内机构深度参与, 体现中国科研力量的国际融入。结合 WOS 机构发文量 Top20 (图 13), 中国科学院以超 700 篇的发文量位居首位, 远超其他机构, 凸显其领域引领作用, NOAA、NASA、Helmholtz 协会等欧美机构亦位居前列, 反映“欧美 - 中国”双核心的全球研究资源分布。这种格局既体现中国气象保障研究的国际影响力提升, 也反映全球协作的松散性与地域集中性, 为跨国技术共享和全球议题攻关提供机构支撑, 同时提示需进一步平衡发展中国家机构参与度, 增强研究的全球普惠性。

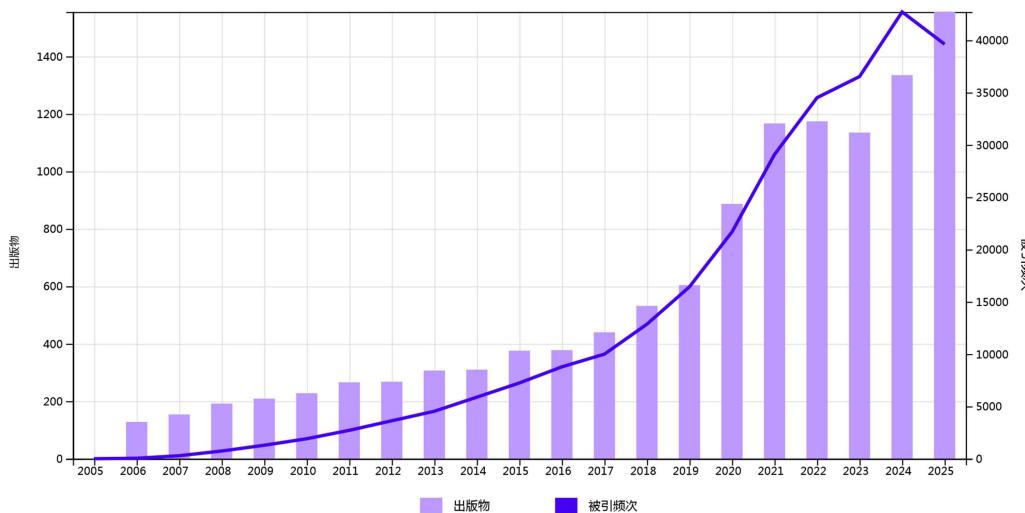


Figure 11. Trend chart of WOS publications and citation frequencies
图 11. WOS 出版物与被引频次趋势图

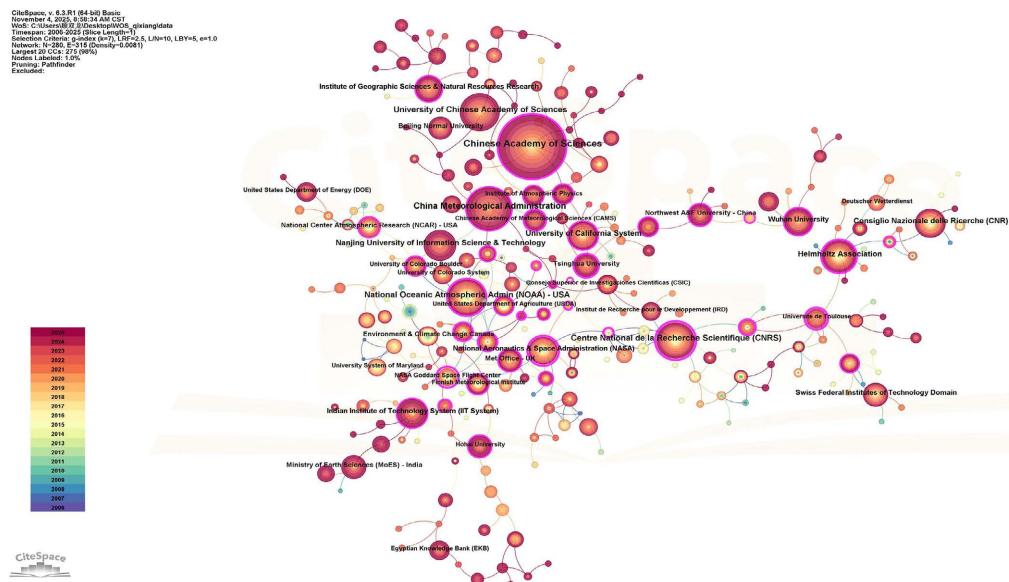


Figure 12. WOS institutional collaboration graph
图 12. WOS 机构合作图谱

4.3. WOS 发文作者分析

WOS 作者合作图谱(图 14)与 WOS 作者发文量 Top20 (图 15)协同揭示，国际气象保障研究呈现“全球多核心集群、跨域协作松散”的学术格局。Kisi Ozgur、Deo Ravinesh C 等为核心节点，各团队围绕智能预报算法、气候变化影响评估等领域形成技术集群(模块度 $Q = 0.942$ ，聚类结构显著性强)。Wang Y、Zhang Y 等以 80 篇左右的发文量构成核心发文圈层，其研究聚焦机器学习在气象预测中的深度应用[11] [12]，体现了核心作者在领域内的学术引领力。但网络密度仅 0.0066，跨集群协作松散，知识流动多局限于集群内部，易引发技术创新的路径依赖，且发展中国家作者集群的学术话语权不足，可能制约研究的全球普惠性。这种格局既彰显了多元学术力量通过跨地域协同推动智能技术与气象科学融合突破的优势，也折射出创新生态的短板。未来需通过国际气象科研联盟等机制，强化跨集群、跨地域的知识与人才流

动，构建“多元协同、全域覆盖”的学术创新网络，以适配全球气象治理的技术需求。

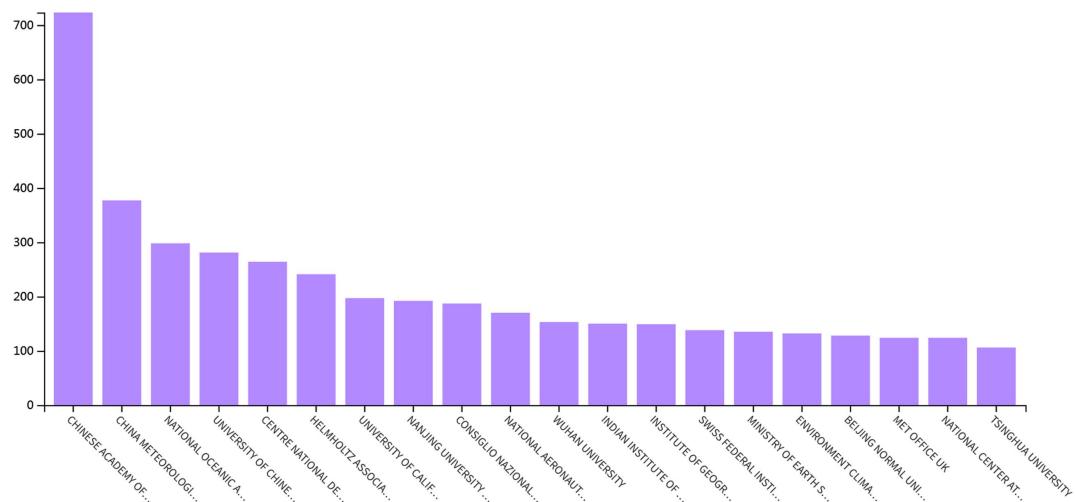


Figure 13. WOS institutions by publication output Top20

图 13. WOS 机构发文量 Top20

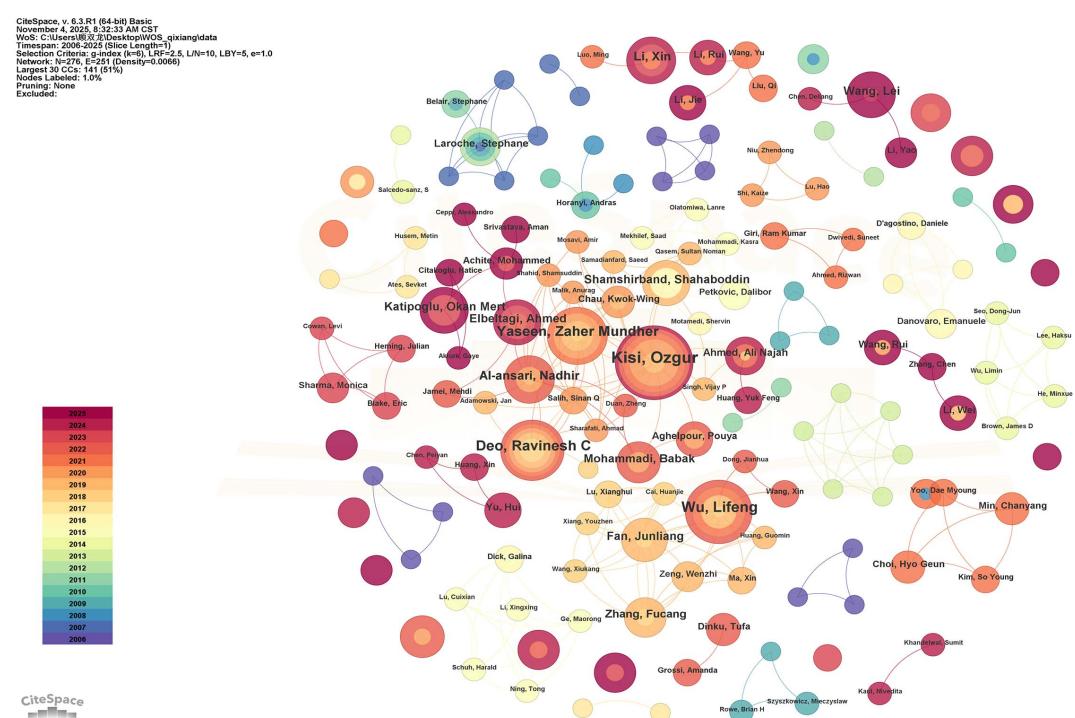


Figure 14. WOS authors collaboration graph

图 14. WOS 作者合作图谱图

4.4. WOS 关键词分析

WOS 关键词图谱中(图 16)，machine learning、climate change、model、deep learning、artificial neural network 等为核心节点，machine learning、climate change、deep learning、prediction 等强关联，体现智能技术与全球气候变化、气象预测的深度融合，同时涉及空气污染、生态系统服务等跨域议题。结合 WOS

关键词聚类图谱(图 17), #0 climate change、#3 machine learning、#9 deep learning 等模块进一步呈现研究围绕“气候变化 - 智能算法 - 环境影响”的多维度结构, 其中深度学习、机器学习在气象预测模型中的应用, 以及气候变化对空气污染、生态系统的影响是核心分支, 凸显国际气象保障研究“智能技术 - 全球议题 - 跨域场景”的深度耦合特征, 为智能技术赋能全球气象治理与多领域服务提供了研究脉络。

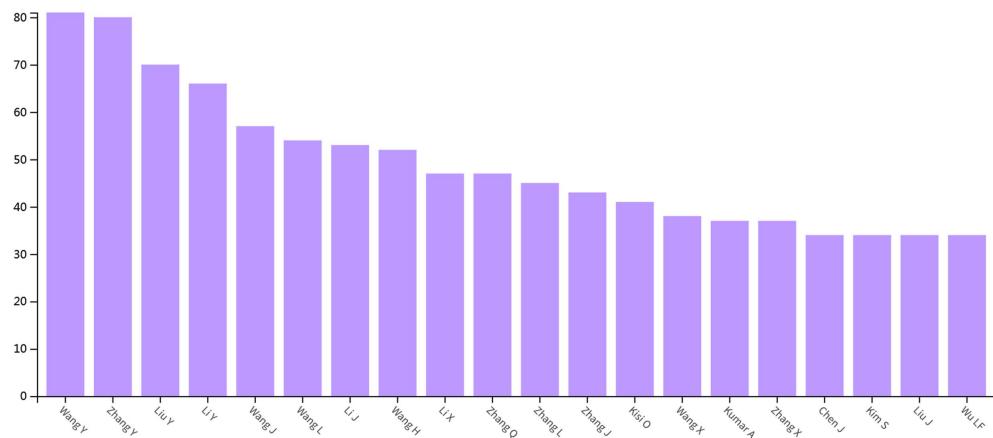


Figure 15. WOS authors by publication output Top20
图 15. WOS 作者发文量 Top20

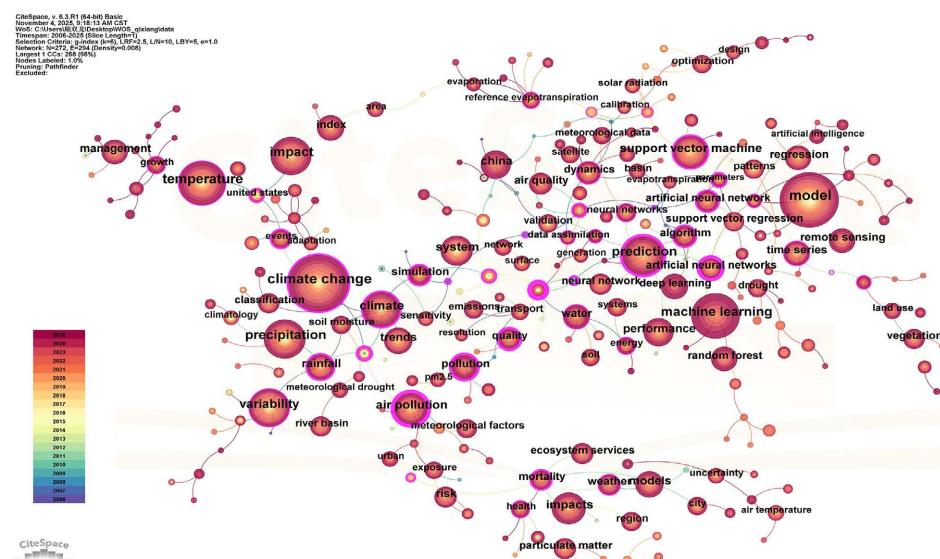


Figure 16. WOS keywords graph
图 16. WOS 关键词图谱

4.5. WOS 时间线演进分析

WOS 关键词突现 Top20 图中(图 18), “model”(突现强度 34.73, 持续期 2007~2014)、“tropical cyclone”“tropical cyclones”(2023~2025)、“climate services”(2020~2023)等核心节点, 系统勾勒出国际气象保障研究的前沿演进轨迹, 从经典气象模型的理论深耕, 逐步进阶至极端天气应对、气候服务体系构建的应用维度拓展。结合 WOS 时间线图谱可见(图 19), 研究脉络呈现“基础议题阶段(2006~2015 年, 以‘climate change’‘precipitation’为核心)-智能技术融合阶段(2016~2025 年, 聚焦‘machine learning’

‘deep learning’的深度赋能)’的双阶段跃迁。聚类模块#0 climate change、#3 machine learning、#9 deep learning等维度，完整呈现“全球气象议题锚定－智能算法迭代驱动－跨域服务场景延伸”的学科交叉逻辑，既体现学界对气候变化、极端天气等全球性挑战的学术响应，也彰显人工智能技术在气象保障领域从“辅助性工具”向“核心驱动引擎”的范式转型，为该领域的技术创新路径与全球治理实践方向提供了具象化的知识演进图谱。

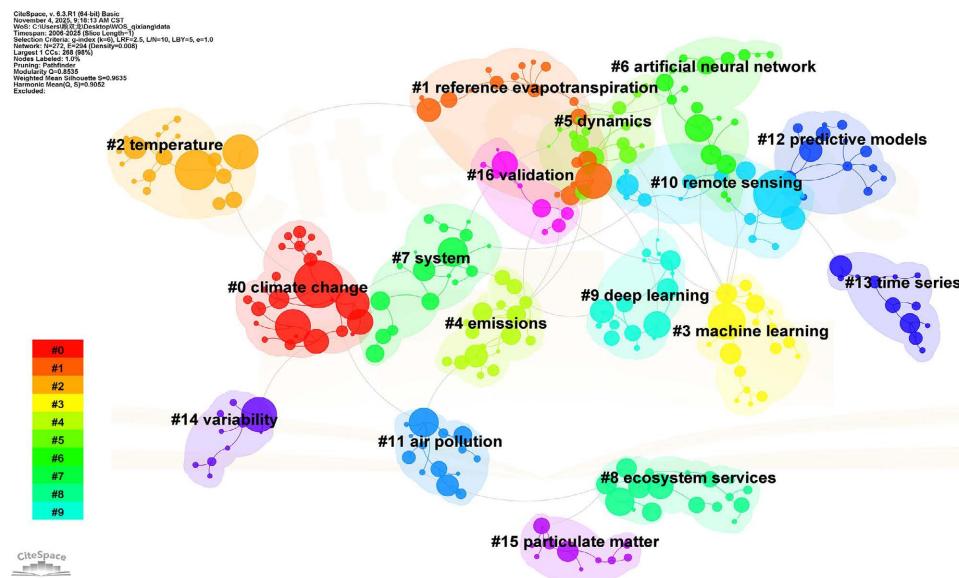


Figure 17. WOS keywords clustering graph
图 17. WOS 关键词聚类图谱

Top 20 Keywords with the Strongest Citation Bursts

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2006-2025
variability	2006	21.66	2006	2013	
boundary layer	2006	18.65	2006	2012	
precipitation	2006	17.51	2006	2016	
fluxes	2006	13.11	2006	2014	
model	2006	34.73	2007	2014	
system	2007	25.01	2007	2018	
simulation	2007	20.38	2007	2014	
climatology	2008	16.6	2008	2016	
parameterization	2008	14.16	2008	2016	
transport	2008	13.08	2008	2017	
ozone	2008	12.31	2008	2013	
temperature	2006	13.87	2012	2015	
united states	2006	17.27	2013	2018	
global solar radiation	2018	16.36	2018	2020	
fine particulate mattel	2019	12.3	2019	2021	
climate services	2020	14.05	2020	2023	
streamflow	2020	12.12	2020	2022	
strategy	2022	12.7	2022	2023	
tropical cyclone	2023	11.85	2023	2025	
tropical cyclones	2023	11.85	2023	2025	

Figure 18. WOS burst keywords Top20
图 18. WOS 关键词突现 Top20

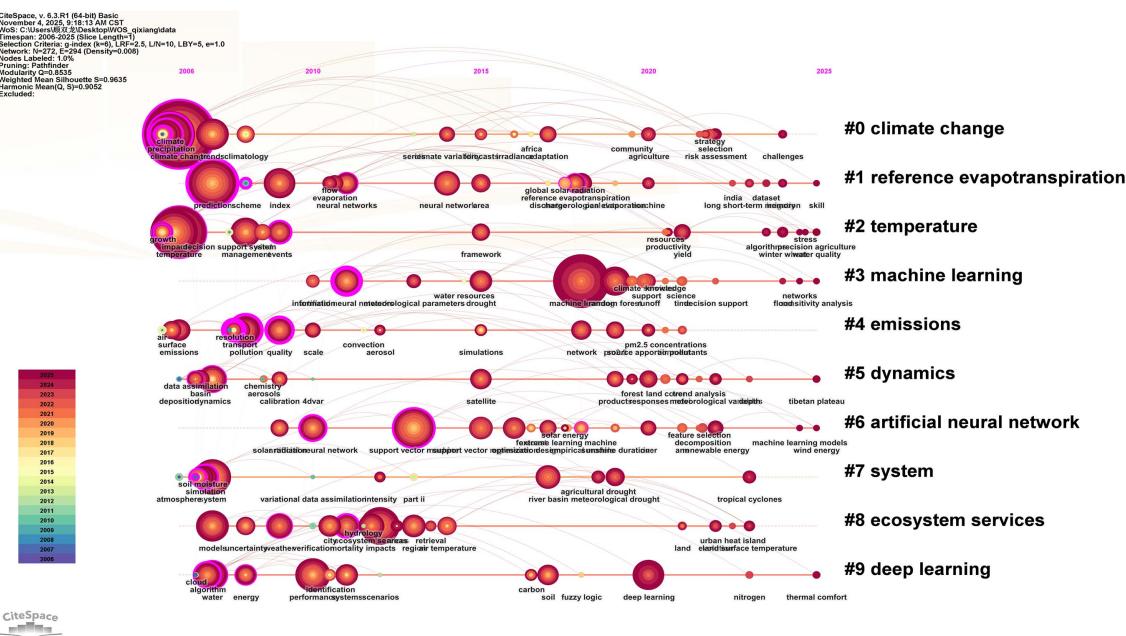
**Figure 19.** WOS timeline graph

图 19. WOS 时间线图谱

5. 中外气象保障研究的对比与启示

5.1. 核心差异对比

中外气象保障研究在长期发展中形成了显著的差异化特征，其差异不仅体现在表层的产出与分布，更根植于学科生态、协作模式与创新逻辑的深层分野(见表 1)。

从学科生态来看，中文研究呈现强烈的“气象学单一主导”特征，跨学科融合局限于农业、水利等传统关联领域，而人工智能、环境健康等新兴交叉方向参与度不足，这与国内科研评价体系中“学科内成果优先”的导向密切相关。国际研究则形成“气象学 + 计算机科学 + 环境科学”的多元交叉格局，跨学科占比超 30%，契合全球气候治理对多领域协同的需求。在协作模式上，中文研究的机构与作者网络呈现“核心 - 边缘”结构，资源向头部高校与业务单位集聚，跨团队、跨区域协作壁垒明显，军地协同的短板与国防气象保障一体化需求存在落差。国际研究虽全球协作松散，但依托跨国项目与学术联盟，形成了“欧美核心 + 中国崛起”的多元协作格局，中国科学院等机构的核心地位彰显了我国国际影响力的提升。研究热点与产出影响的差异更为突出，中文研究聚焦传统预报技术的优化与智能技术的本地化适配，场景集中于国内刚需领域，成果以国内核心期刊发表为主，国际传播渠道有限。国际研究则以全球气候变化、极端天气应对等共性议题为核心，智能技术从“辅助工具”升级为“核心驱动引擎”，场景覆盖生态、能源、城市等多元领域，SCI/EI 主导的产出模式使其具备更强的全球学术话语权。

5.2. 领域发展启示

中外研究差异的形成是学科发展阶段、政策导向、资源禀赋等多因素共同作用的结果。中文研究的“内向型”特征，源于我国气象保障领域长期以“满足国内刚需、补齐技术短板”为目标，智能技术应用多聚焦传统预报精度提升，跨学科创新与国际合作缺乏系统性支撑。国际研究的“全球化”特质，则与发达国家较早面临的全球气候挑战、充足的科研资助以及开放的学术合作环境密切相关，但也存在研究资源向欧美集中、发展中国家需求被忽视的地域偏向问题。

Table 1. Comparison of core differences between Chinese and foreign meteorological support research
表 1. 中外气象保障研究核心差异对比

维度	中文(CNKI)研究	国际(WOS)研究
学科分布	气象学主导(50.58%), 跨学科融合度低(<15%)	气象学为核心(42.3%), 跨学科融合度高(>30%)
机构合作	国内集中化, “高校 + 业务单位”为主, 军地协同薄弱	全球松散化, 欧美核心 + 中国崛起, 跨国协作频繁
作者网络	国内核心团队引领跨团队协作松散(密度 0.008)	全球多核心集群, 跨国协作频繁(密度 0.006)
研究热点	基础预报技术优化 + 智能技术本地化, 场景集中于农业、公共服务	智能技术 + 全球议题(气候变化、极端天气), 场景多元
学术产出与影响	国内核心期刊为主, EI/SCI 占比 5.93%, 国际影响力待提升	SCI/EI 主导(65.2%), 篇均被引 25.9 次/篇, 全球传播力强

基于上述差异, 未来气象保障领域需从三方面实现突破: 一是深化跨学科融合, 中文研究可借鉴天津“气象 + 健康医疗”的交叉创新模式, 设立“气象 + AI”“气象 + 碳汇”等专项, 推动技术与场景的深度耦合。国际研究需强化区域适配性, 关注发展中国家的差异化需求。二是优化协作网络, 中文研究应通过“气象科技联盟”等机制打破协作壁垒, 平衡头部与中小机构资源分配, 补全军地协同链路。国际研究需拓展与“一带一路”沿线国家的合作, 提升研究的全球普惠性。三是提升学术影响力, 中文研究应推动成果国际化发表与国内期刊国际化建设, 加强“风鸟”等自主创新成果的国际推广。国际研究需完善开放共享机制, 促进技术与数据的全球流通。

5.3. 局限性分析

本研究存在三方面局限性需客观看待。其一, Citespace 软件依赖关键词共现识别研究热点, 易受同义/多义关键词干扰, 且无法评估文献质量, 可能影响成果定位精准度; 其二, 数据源存在短板, WOS 对非英语文献覆盖不足易致国际分析偏向欧美, CNKI 对灰色文献收录有限也制约分析全面性; 其三, 检索策略有潜在偏差, “气象保障”等核心词可能遗漏跨领域相关文献。后续可通过多软件融合、拓展多语言数据源等方式改进, 提升研究精准度。

6. 结论

本文通过 Citespace 对 2006~2025 年中外气象保障文献的多维计量分析, 系统揭示了全球气象保障领域的研究格局、核心差异与前沿演进规律。研究发现, 中文气象保障研究呈现“学科集中、国内聚焦、技术跟跑”的核心特征, 在传统预报技术优化与智能技术本地化应用方面形成优势, 但跨学科融合深度、国际协作广度与学术影响力有待提升。国际研究则以“多学科交叉、全球协作、技术引领”为特质, 在智能技术与全球议题融合、学术成果传播等方面处于领先地位, 但存在研究资源地域分布失衡的短板。

两类研究的差异本质上是“本土化需求导向”与“全球化问题导向”的路径分野, 未来需在保持自身特色的基础上相互借鉴。中文研究应突破学科与地域局限, 强化跨学科创新与国际合作, 提升全球学术话语权。国际研究需平衡全球共性与区域个性, 优化资源分配, 增强研究的普惠性。总体而言, 气象保障领域的未来发展将聚焦“跨学科融合、全球协同、技术赋能、场景多元”四大方向, 通过中外优势互补与协同创新, 为应对全球气候变化、保障经济社会安全发展提供更坚实的学术与技术支撑。

后续研究可聚焦智慧气象、极端天气保障、气象碳汇等细分领域开展专题计量分析，结合实证研究验证计量结果的有效性，为精准选题与技术创新提供更具针对性的支撑。

参考文献

- [1] 卫科. 黄河流域生态保护和高质量发展视域下气象保障的具体作用与对策[J]. 大众标准化, 2024(14): 19-21.
- [2] 庄舒婷, 林芳芳, 余贞. 2023 年厦门国际马拉松赛事气象保障服务探讨[J]. 海峡科学, 2024(1): 33-38.
- [3] 刘昕洁, 金雨薇, 何力. 我国智慧城市研究综述——基于 CiteSpace 可视化分析[J]. 城市勘测, 2025(S1): 13-18.
- [4] 周妮笛, 杨菲, 何宇娟, 等. 农业数字化转型推动乡村振兴的实现路径——基于 CiteSpace 的知识图谱分析[J/OL]. 中国农机化学报, 2025: 1-10. <https://link.cnki.net/urlid/32.1837.S.20250829.1523.004>, 2025-11-13.
- [5] 潘思雨. 基于 CiteSpace 的精准思政研究的可视化分析[J/OL]. 中北大学学报(社会科学版), 2025: 1-9. <https://link.cnki.net/urlid/14.1329.C.20250927.1941.004>, 2025-11-13.
- [6] 陈玉娟, 胡俊琪, 陈加正. 基于 CiteSpace 的国内生活圈研究综述与展望[J/OL]. 浙江大学学报(理学版), 2025: 1-13. <https://link.cnki.net/urlid/33.1246.N.20250928.1330.002>, 2025-11-13.
- [7] 孔庆燕, 史旭明, 金龙. 基于粒子群-支持向量机定量降水集合预报方法[J]. 数学的实践与认识, 2017, 47(5): 219-225.
- [8] 潘留杰, 张宏芳, 邱春娟, 等. 一个基于潜在影响的降水预报评分方法[J]. 高原气象, 2025, 44(3): 733-746.
- [9] 高萍, 徐敏, 孔维财, 等. 基于最优化相关分析的油菜开花期预报模型研究[J]. 海洋气象学报, 2021, 41(3): 77-83.
- [10] 徐道生, 陈子通, 张艳霞, 等. 南海台风模式 TRAMS 3.0 的技术更新和评估结果[J]. 气象, 2020, 46(11): 1474-1484.
- [11] Wang, Y., Huang, G., Pan, B., Lin, P., Boers, N., Tao, W., et al. (2024) Correcting Climate Model Sea Surface Temperature Simulations with Generative Adversarial Networks: Climatology, Interannual Variability, and Extremes. *Advances in Atmospheric Sciences*, **41**, 1299-1312. <https://doi.org/10.1007/s00376-024-3288-6>
- [12] Wang, Y., Zhang, Y., Fu, Y.F., Li, R., et al. (2021) A Climatological Comparison of Column-Integrated Water Vapor for the Third-Generation Reanalysis Datasets. *Science China Earth Sciences*, **59**, 296-306. <https://doi.org/10.1007/s11430-015-5183-6>