

中国水资源利用与产业结构协调发展研究可视化分析

吴 丹, 潘朱玲

(北方工业大学 经济管理学院, 北京 100144)

摘要:以 1995—2022 年中国知网核心数据库收录的 218 篇中国水资源利用与产业结构协调发展研究文献作为数据基础,利用 CiteSpace 可视化软件,分别绘制学者、机构、关键词知识图谱,系统探究该领域知识基础和前沿热点并揭示该领域的研究进展。研究表明:该领域发文量波动增长趋势与水利政策颁布趋势契合;领域研究机构合作紧密度小于学者合作紧密度;近年来“脱钩关系”“环境规制”“协调关系”等关键词在研究演化路径图谱中高频出现,构成领域前沿热点研究。

关键词:水资源利用;产业结构;协调发展;知识图谱

中图分类号:F121;TV213.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)17-0221-07

党的十八届五中全会提出实行能源消耗总量和强度“双控”行动。区域经济发展离不开资源要素,控制资源消耗总量与强度是调整国家经济结构和实现生态可持续发展的必要手段。其中水资源作为中国居民生活、生产发展和生态保护不可或缺的稀缺资源,实现水资源高效利用与合理配置是保障经济高质量发展的关键路径。经济发展新常态下,中国产业结构升级演进速度不断加快,在以水定产的指导思想下,探究水资源利用与产业结构协调发展的关系,可为推进水资源利用与产业结构双向优化适配提供重要支撑。为此,以 CNKI(中国知网)核心数据库为平台,以 CSSCI(中文社会科学引文索引)、CSCD(中国科学引文数据库)和北大核心期刊为文献来源,设定检索主题条件为“水资源利用与产业结构协调发展”,共获取 218 篇中文文献,借助 CiteSpace 软件,开展中国水资源利用与产业结构协调发展研究可视化分析,对于把握该学术领域研究热点与未来前景、丰富该领域理论研究及深化该领域实践探索具有重要指导意义。

1 研究方法和数据来源

CiteSpace 是一款可用于绘制知识图谱的引文可视化分析软件,主要通过数据挖掘技术进行引文分析和共现分析,直观展现学科领域科学知识的结构、规律和分布情况,同时揭示学科领域的知识基础以及研

究前沿^[1]。基于 CiteSpace 软件处理检索文献数据,对发文学者和机构、关键词等关键信息绘制知识图谱^[2],可视化展现 1995—2022 年中国水资源利用与产业结构协调发展研究热点和趋势。首先,在 CNKI 核心数据库中将搜索条件设定为“主题=水资源利用”“主题=产业结构或产业结构升级”及“主题=协调”,将文献来源设定为 CSSCI、CSCD 和北大核心期刊,获取 218 篇中文文献。对检索文献进行适当删减后以 Refworks 格式导入 CiteSpace6.1R6 中完成数据准备。在 CiteSpace6.1R6 可视化软件中,设置时间切片数值、选择适宜算法、勾选相应图谱选项后依次绘制作者合作网络图谱、机构合作网络图谱、关键词共现网络图谱、关键词聚类图谱和关键词时间线图谱,以揭示中国水资源利用与产业结构协调发展研究进展。

2 文献计量分析

2.1 发文量分布

研究领域发文量的波动与领域受关注度、政策变化密切相关。1995—2022 年中国水资源利用与产业结构协调发展研究的发文量总体呈现波动上升趋势(图 1)。其中,1995—2003 年该领域研究尚处于起步阶段,年均发文量仅为 2 篇,波动幅度较缓,领域受关注度较低;2004—2013 年该领域研究开始步入正轨,年均发文量约为 7 篇,波动幅度较

收稿日期:2023-04-19

基金项目:国家社会科学基金后期资助项目(22FGLB016);教育部人文社会科学研究青年基金项目(21YJCZH176);北京市自然科学基金面上项目(9202005);北方工业大学毓优秀人才项目(XN020035)。

作者简介:吴丹(1986—),男,江西抚州人,北方工业大学经济管理学院,副教授,博士(后),研究方向为战略规划与资源管理;潘朱玲(1999—),女,江苏南通人,北方工业大学经济管理学院,硕士研究生,研究方向为科技创新与水资源利用。

大,领域受关注度逐渐提升,2011 年发文量迅猛增加至 15 篇,究其原因,中央 1 号文件《中共中央关于加快水利改革发展的决定》出台,为中国水利发展确立基本原则及目标任务;2014—2022 年该领域研究逐渐成熟,年均发文量约为 13 篇,发文量激增的转折点为 2015 年,并于 2022 年达到峰值,2015 年,习近平总书记提出水安全实践的十六字方针,2016 年“十三五”规划提出基于经济发展新常态,建设人水和谐的节水型社会。根据近年发文量波动情况可知,该领域在未来仍具有丰富学术研究价值。

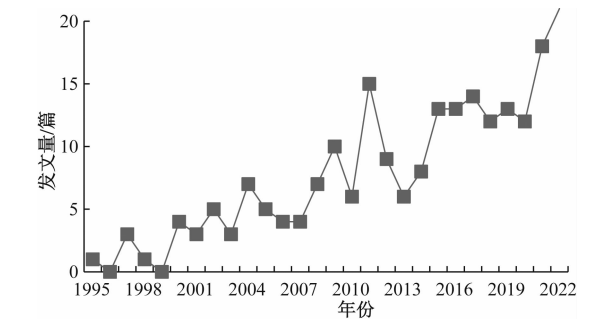


图 1 1995—2022 年中国水资源利用与产业结构协调发展研究的发文量

2.2 发文作者合作分析

通过对比作者发文频次与发文时间可识别领域核心作者。节点大小与作者发文频次成正比,节点间的连线则反映了作者间的合作关系,连线越粗说明合作越紧密^[2]。基于合作网络可视化图谱(图 2)可知,中国水资源利用与产业结构协调发展研究已形成了较为稳定的学者合作团队。该研究领域中学者合作较为紧密,两人合作团队较多,包含少量多人合作团队,同时形成了核心学者团队。两人合作团队包括吴浩然-张强、薛慧锋-张峰、段学军-董雅文等;三人及以上团队包括李景保-王飞-陈晓-徐志-刘慧、金淑婷-李博-宋先松-石培基、白巴特尔-李和平-郑和祥-佟长福;核心学者团队为吴丹-吴凤平-陈艳萍-张丽娜-庞庆华-石常峰-张陈俊。

根据普莱斯定律^[3]得出,中国水资源利用与产业结构协调发展研究的核心作者最低发文量应为 3 篇。梳理文献得到发文量排名前 10 的领域核心作者群体(表 1)。普莱斯定律^[3]指出,核心作者群体的发文量合计应达到领域总发文量的 50% 及以上,计算可知核心作者群体发文量合计为 41 篇,占领域总发文量的 18.81%,未能达到 50% 的基础标准,表明该研究领域尚未形成稳定的核心作者群体,未来亟须加强学者之间的交流,以提升领域影响力。

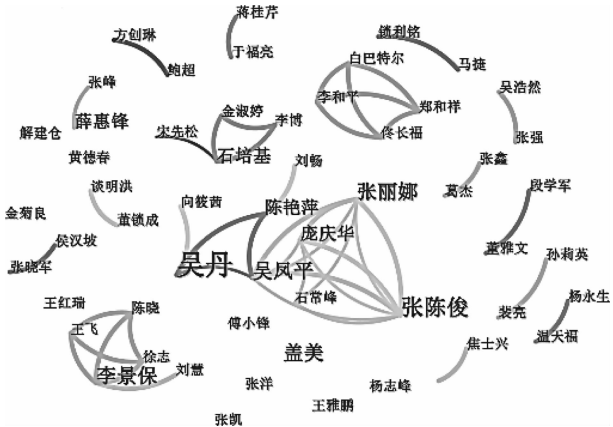


图 2 中国水资源利用与产业结构协调发展研究的作者合作网络图谱

表 1 核心作者群体(前 10)

排序	核心作者	发文量/篇	排序	核心作者	发文量/篇
1	吴丹	8	6	张丽娜	4
2	张陈俊	5	7	薛慧锋	3
3	吴凤平	4	8	庞庆华	3
4	李景保	4	9	陈艳萍	3
5	盖美	4	10	石培基	3

2.3 发文机构合作分析

针对中国水资源利用与产业结构协调发展研究,运用 CiteSpace 软件绘制机构合作网络图(图 3)。分析可知,研究机构分布范围较广且节点间连线稀疏,发文量排名前 10 的机构主要包括河海大学商学院、中国科学院地理科学与资源研究所、西北师范大学地理与环境科学学院、湖南师范大学资源与环境科学学院、北方工业大学经济管理学院、北京师范大学水科学研究院、河海大学规划与决策研究所、北京市水利规划设计研究院、中国航天系统科学与工程研究院、合肥工业大学水资源与环境系统工程研究所。河海大学作为开创中国高校水文研究的先行者,具备雄厚的师资力量与先进的科学设备,因而河海大学的发文量在该领域居于榜首。

根据图 3 分析可知,该研究领域机构合作不紧密,多数机构独立研究,形成了少数核心领域合作团队,如以中国科学院地理科学与资源研究所为中心的合作团体及以河海大学商学院为中心的合作团体。未来我国在该领域应加强研究机构之间的学术成果交流、共享优质学术资源以促进领域发展。同时,选取发文量排名前 10 研究机构(表 2),研究表明,该领域专业科研院所研究实力更强且更具竞争力。

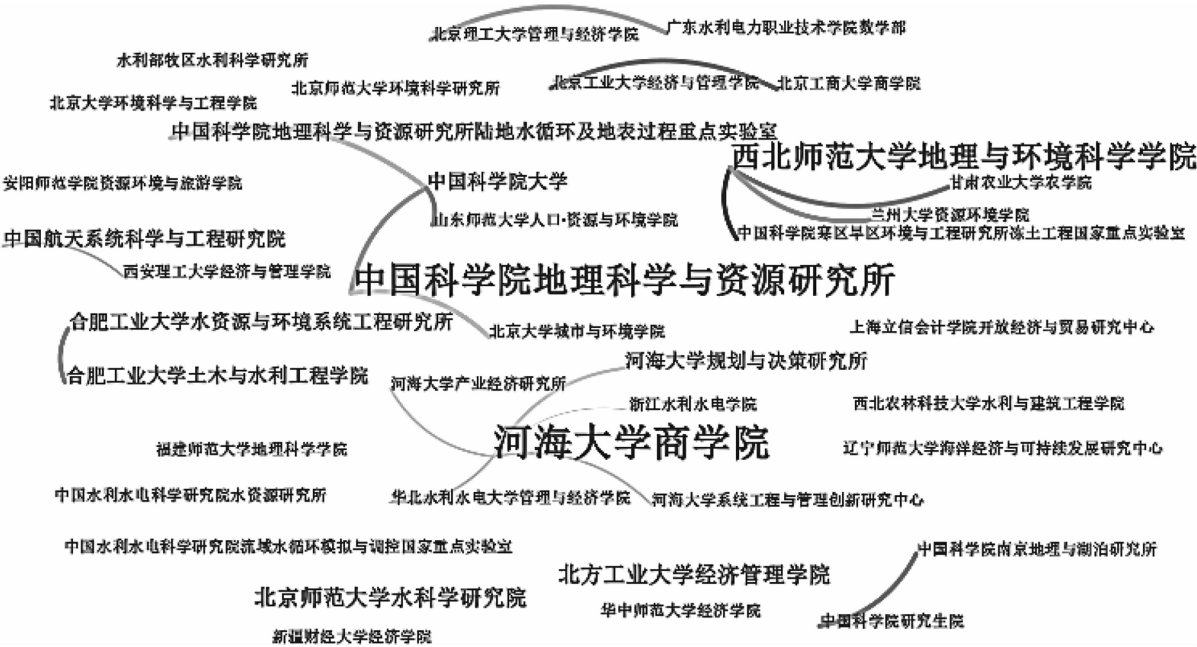


图 3 中国水资源利用与产业结构协调发展研究是机构合作网络图谱

表 2 发文量排名前 10 的研究机构

排序	研究机构	发文量/篇
1	河海大学商学院	15
2	中国科学院地理科学与资源研究所	12
3	西北师范大学地理与环境科学学院	8
4	湖南师范大学资源与环境科学学院	5
5	北方工业大学经济管理学院	4
6	北京师范大学水科学研究院	4
7	河海大学规划与决策研究所	3
8	北京市水利规划设计研究院	3
9	中国航天系统科学与工程研究院	3
10	合肥工业大学水资源与环境系统工程研究所	3

3 研究热点分析

3.1 关键词共现网络

分析关键词共现网络图谱有利于在明确该研究领域热点问题的同时探究各重点关键词之间的潜在联系。节点年轮的厚度及字体大小与该关键词出现频次成正比，连线粗细与关键词共现于同一篇文章的频次成正比，连线颜色与图谱上方的年份区间相对应^[4]。节点年轮颜色与是否为突现关键词有关，若节点以红色年轮为中心则说明该关键词为突现关键词。运用 CiteSpace 绘制关键词共现网络图谱，如图 4 所示，共生成 313 个节点，648 条连线，网络密度为 0.013 3。由图 4 可知，1995—2022 年该领域研究的热点关键词为水环境、虚拟水、脱钩、耦合协调、用水结构、用水效率、产业升级、承载力及生态环境等。



图 4 中国水资源利用与产业结构协调发展研究的关键词共现图谱

3.2 关键词聚类分析

基于关键词共现网络图谱，运用 CiteSpace 对文献数据进行聚类分析，得到关键词聚类图(图 5)。聚类模块值 (Modularity) 与聚类平均轮廓值 (Silhouette) 可用于判断聚类效果的好坏，聚类模块值大于 0.3 说明该聚类结构显著且边界清晰，平均轮廓值大于 0.5 说明该聚类结果合理，大于 0.7 说明该聚类结果是令人信服的^[5]。图 5 的关键词聚类图谱的聚类模块值为 0.918 3，平均轮廓值为 0.734 9，表明该聚类结构显著且结果合理。聚类数字标签越小代表该聚类所包含的关键词越多，水资源利用与产业结构协调发展研究热点关键词共分为 8 个聚类，主要包括 #0 用水结构、#1 水资源、#2 经济、#3 经济增长、#4 经济发展、#5 相关分析、#6 科

技创新、#7 用水效率。

以关键词共现图谱为基础整理高频关键词,选取出现频次排名前 20 的关键词,见表 3。重点关键词包括用水结构、水环境、协调发展、经济增长、水足迹、黄河流域、生态环境等。

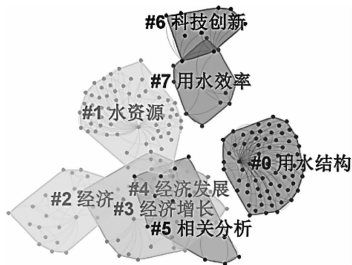


图 5 中国水资源利用与产业结构协调发展研究的关键词聚类图谱

表 3 重点关键词

排序	关键词	频次	排序	关键词	频次
1	产业结构	96	11	生态环境	6
2	水资源	70	12	产业升级	5
3	用水结构	20	13	用水效率	5
4	水环境	9	14	虚拟水	5
5	协调发展	8	15	北京市	5
6	经济增长	7	16	经济	4
7	水足迹	6	17	耦合度	4
8	黄河流域	6	18	山东省	4
9	经济发展	6	19	黑河流域	4
10	协调度	6	20	榆林市	4

3.3 热点评述

结合高频关键词和聚类图谱研究表明,中国水资源利用与产业结构协调发展领域热点研究问题集中在水资源利用效率与产业结构优化的相关性研究等方面。水资源与产业结构耦合适配研究、水资源-生态环境-经济发展的协调研究等热点问题备受关注。热点问题具体可表述如下。

3.3.1 水资源与产业结构耦合适配研究

部分学者基于水资源约束条件研究区域产业结构调整,深入挖掘用水效率低下的产业原因并提出相应解决措施^[6-12]。例如,王海英等^[6]在对黄河沿岸生态环境状况整体分析的基础上论述当地产业结构与水资源短缺之间的矛盾,提出应发展用水效率高的绿色农业、建设生态型工业体系、发展生态旅游业等建设性措施;赵蕊^[10]通过分析榆林市产业用水与经济发展现状,采用相关分析法检验区域水资源与产业结构的相关度,研究表明产业优化升级与水资源合理配置密切相关,其中第二产业与区域用水量相关度最高。

多数学者通过分析水资源利用与产业结构高级化的双向关系,构建优化模型,诊断区域用水的合理性,优化水资源利用的经济社会效益^[13-22]。例如,吴丹等^[17,21-22]构建双层优化配置模型和双层诊断准则,用以破解京津冀产业用水适配难题;张鑫等^[18]构建区间模糊双层规划模型,针对榆林市用水结构不合理的问题提出调整农业种植结构以挖掘区域节水潜力的建议;赵岩等^[16]构建区间数多目标优化模型,分别就当前河北省产业结构用水效率和优化产业结构后的用水效率进行测算,结果表明结合相关政策优化产业结构后的区域用水效率有所提升。

3.3.2 水资源-生态环境-经济发展协调研究

一方面,学者们针对水资源利用-环境保护-经济发展三者间关系展开定性研究^[23-24],如刘昌明和王红瑞^[24]通过分析水资源的自然、环境、经济及社会属性,详细论述了水资源利用与经济社会发展的关系。另一方面,学者们针对水资源利用-环境保护-经济发展三者间关系展开定量研究,通过构建水资源-经济-环境耦合模型,对水资源利用的经济效益与生态效益进行综合评价,深入探讨耦合协调度的时空差异与演化特征,并据此预测区域未来水资源利用效率^[25-31],如赵自阳等^[29]构建了水资源-水环境-社会经济复杂系统韧性调控模型,针对影响系统韧性特征的因素提出相应对策。

4 研究演化路径分析

以关键词共现图谱与关键词聚类分析为基础,深入探讨中国水资源利用与产业结构协调发展研究热点关键词的时间演变趋势。利用 CiteSpace 可视化软件,得到中国水资源利用与产业结构协调发展研究的关键词时间线图(图 6)。

结合检索文献分析图 6 可知,中国水资源利用与产业结构协调发展研究热点可分为 3 个阶段:

1)萌芽期(1995—2004 年)。该阶段的热点关键词包括资源结构、产业结构、时空变化、协调发展、管理模型、发展模式、环境经济、流域、耦合模型、优化调整、农业产业、结构调整等。研究表明,该阶段研究聚焦于产业结构优化如何实现水资源利用可持续发展、水资源-生态-经济发展的耦合模型。例如,张勃和张凯^[8]通过分析黑河流域中游地区用水结构现状,提出基于当地水资源条件的产业结构模式以实现区域可持续发展;王海英等^[6]以黄河沿岸经济带为例,深入剖析产业结构与水资源短缺的矛盾后提出应大力发展生态产业、构建节水型社会

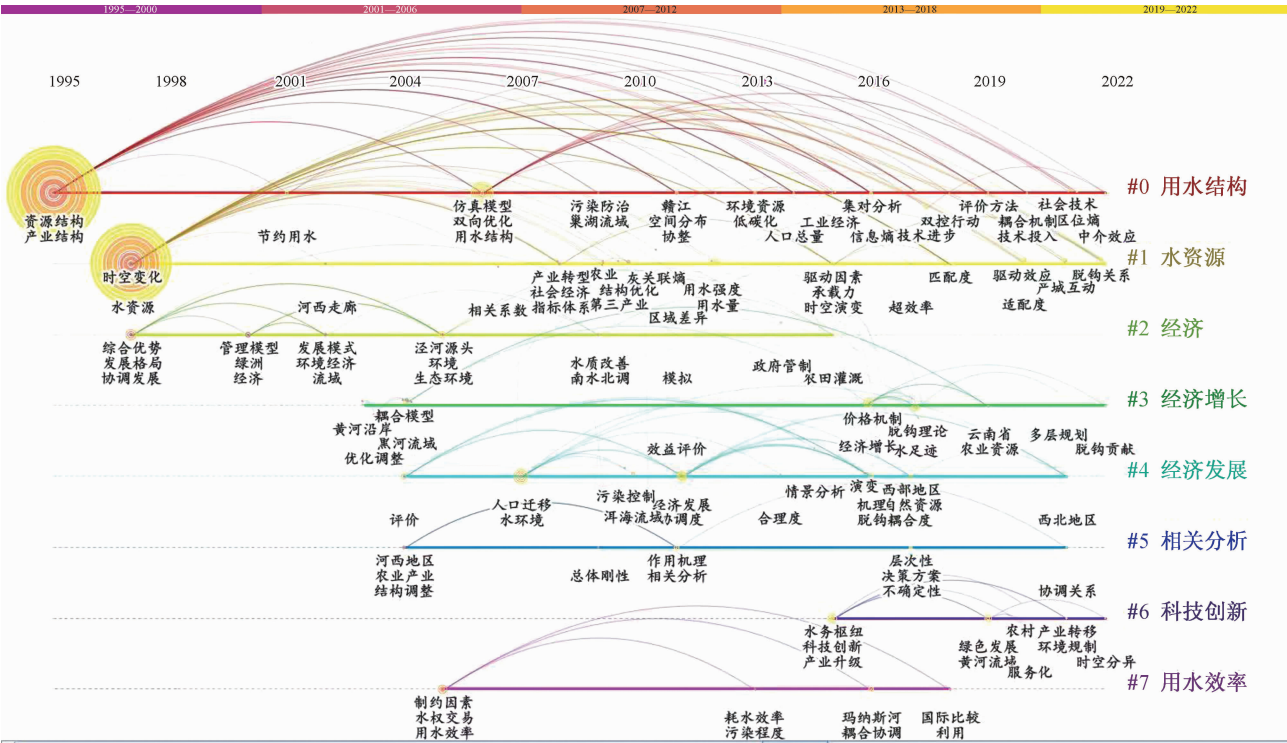


图 6 中国水资源利用与产业结构协调发展研究的关键词时间线

经济体系;方创琳等^[32]以黑河流域为例,基于系统动力学建立水-生态-经济协调发展耦合模型,通过动态模拟和综合调试选取最适宜流域经济发展、产业优化、生态保护及水资源高效利用的发展方案。

2)成长期(2005—2014 年)。该阶段的热点关键词包括仿真模型、指标体系、作用机理、效益评价、相关分析、双向优化、用水结构、生态环境、水环境、污染防治、环境资源、区域差异、产业转型等。研究表明,该阶段研究聚焦于不同产业部门用水效率的分析、基于区域水资源条件研究产业结构优化、区域用水结构与产业结构的协调评价、生态理念下水资源利用与产业结构的协调分析。例如,张晓军等^[33]提出水资源匮乏的北京市亟须通过产业结构的调整来优化第三产业用水结构,并基于第三产业万元 GDP 水耗的聚类分析,为北京市第三产业结构优化提出政策建议;王燕华^[34]通过分析北京市人口变化与用水总量、产业发展变化、不同用水途径水资源利用量、人均年用水量,得出控制人口增长与深化第三产业发展可实现北京市水资源利用可持续发展的结论;吴丹和吴凤平^[14]构建了基于水资源优化配置的区域产业结构动态演化模型,促进区域水资源可持续利用;刘慧敏等^[35]选取行业用水水平、可持续发展水平、居民生活用水水平为用水结构评价指标,以产业结构高度化水平、区域科技

发展水平、对外开放水平、能耗水平为产业结构评价指标,构建协调评价指标体系与耦合协调模型,测算得出中国水资源富足地区亟待产业升级与用水结构合理化;翟远征等^[36]通过对北京市用水结构演变的研究,探讨了水资源利用发展规划对产业结构优化及环境压力缓解的重要意义。

3)发展期(2015—2022 年)。该阶段的热点关键词包括双控行动、环境规制、绿色发展、技术进步、科技创新、产业升级、农村产业转移、工业经济、服务化、经济增长、评价方法、脱钩理论、耦合机制等。通过丰富理论研究与实践探索经验的累积,众多学者开发了水资源利用与产业结构优化协调评价研究的新视角。例如,吴丹^[21-22]等构建了脱钩时态分析模型以对比探究中美两国水资源利用与经济发展的内在机理,并构建了双层优化配置模型和双层诊断准则,破解京津冀水资源与产业结构优化适配难题,构建主从递阶双层优化模型,实现京津冀水资源产业优化配置;张丽娜^[19-20]等构建了水资源与产业结构高级化的适配度测算指标,为产业经济-水生态效益的偏差测度提供新思路,并根据测算结果对长江流域、汉江流域城市群提供产业结构高级化的政策建议;吴浩然和张强^[39]基于中国 2004—2015 年的省际面板数据,运用超效率 DEA 模型与面板修正误差模型,探析了水资源利用与产业结构

演化关系;刘慧等^[40]采用灰色关联度模型和耦合协调模型,剖析了湖南长江经济带水资源利用与产业结构耦合协调机制;张黎鸣等^[41]采用数据包络分析法,探究了资源型地区产业结构优化是否对水资源利用效率产生影响。此外,归纳时间线图谱中近年热点关键词可知,近年来,中国水资源利用与产业结构协调发展研究不断深化,随着政策推进与技术升级,研究方法多元化、研究方向细分化、研究视角多样化^[42-50]。

未来该领域前沿集中于产业升级视角下水资源与产业结构互动关系研究,以及基于水足迹或脱钩理论的水资源与经济发展、产业结构协调评价研究等方面,如完善水资源利用与产业升级综合评价指标体系设计,探究水资源利用与产业升级的互动关系;将水资源利用与经济发展的脱钩效应分为产业结构影响度与经济水平影响度,探究影响水资源利用与经济发展脱钩效应的主要因素;基于不同农业产业结构情景,测算区域水足迹与水资源压力指数,探究提升农业用水经济效益的有效途径等内容。

5 结论

1)从发文量来看,1995—2022年中国水资源利用与产业结构协调发展领域研究的发文量总体呈现波动上升趋势,领域发文量波动与国家水利政策颁布紧密相关。

2)从发文作者和发文机构来看,领域作者间合作紧密,现已形成核心研究团队;研究机构间合作并不紧密,未来亟须加强机构间的学术交流以提升领域研究综合实力。

3)分析关键词共现图谱及聚类图谱可知,该领域研究主要聚焦于水资源与产业结构耦合适配关系、水资源-生态环境-经济发展协调关系等方面。

4)从研究热点演化路径来看,脱钩关系、时空分异、环境规制、协调关系等关键词处于该领域研究前沿,领域学者未来可据以上热点关键词深化拓展相关研究。系统梳理中国水资源与产业结构协调发展研究的关键热点与演化趋势,可在推进该学术领域研究深化的同时,进一步为中国水资源与产业结构协调发展研究的实践探索提供政策建议。

参考文献

- [1] CHAOMEI C. CiteSpace II: detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2005, 57(3): 359-377.
- [2] CHAOMEI C, FIDELIA I, JIANHUA H. The structure and

dynamics of cocitation clusters: a multiple-perspective cocitation analysis[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2010, 61(7): 1386-1409.

- [3] 丁学东. 文献计量学基础[M]. 北京: 北京大学出版社, 1993.
- [4] 赵蓉英, 许丽敏. 文献计量学发展演进与研究前沿的知识图谱探析[J]. 中国图书馆学报, 2010, 36(5): 60-68.
- [5] 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.
- [6] 王海英, 董锁成, 尤飞. 黄河沿岸地带水资源约束下的产业结构优化与调整研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2003, 13(2): 82-86.
- [7] 宋先松, 石培基, 毛笑文. 黑河流域生态用水与产业发展研究: 以张掖市为例[J]. 干旱区研究, 2004(4): 323-326.
- [8] 张勃, 张凯. 水资源约束条件下的干旱区产业结构态势分析: 以黑河流域中游地区为例[J]. 地域研究与开发, 2004(5): 112-115.
- [9] 文琦, 丁金梅. 水资源胁迫下的区域产业结构优化路径与策略研究: 以榆林市为例[J]. 农业现代化研究, 2011, 32(1): 91-96.
- [10] 赵蕊. 水资源短缺对区域产业结构优化影响: 以榆林市为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(S1): 333-335.
- [11] 丁超, 胡永江, 王振华, 等. 水资源约束条件下包头市产业结构调整与水资源优化配置研究[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2020, 50(4): 674-684.
- [12] 王文彬, 王延荣, 许冉. 水资源约束下黄河流域产业结构变迁规律及其影响因素[J]. 工业技术经济, 2020, 39(6): 138-145.
- [13] 王福林, 吴丹. 基于水资源优化配置的区域产业结构动态演化模型[J]. 软科学, 2009, 23(5): 92-96.
- [14] 吴丹, 吴凤平. 基于水资源环境综合承载力的区域产业结构优化研究[J]. 统计与决策, 2009, 25(22): 100-102.
- [15] 刘轶芳, 刘彦兵, 黄姗姗. 产业结构与水资源消耗结构的关联关系研究[J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34(4): 861-869.
- [16] 赵岩, 黄鑫鑫, 王红瑞, 等. 基于区间数多目标规划的河北省水资源与产业结构优化[J]. 自然资源学报, 2016, 31(7): 1241-1250.
- [17] 吴丹. 京津冀地区产业结构与水资源的相关性分析及双向优化模型构建[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(9): 158-166.
- [18] 张鑫, 雍志勤, 葛杰, 等. 基于区间模糊双层规划的水资源承载力与产业结构优化研究[J]. 水利学报, 2019, 50(5): 565-577.
- [19] 张丽娜, 吴凤平, 张陈俊, 等. 流域水资源消耗结构与产业结构高级化适配性研究[J]. 系统工程理论与实践, 2020, 40(11): 3009-3018.
- [20] 张丽娜, 徐洁, 庞庆华, 等. 水资源与产业结构高级化的适配度时空差异及动态演变[J]. 自然资源学报, 2021, 36(8): 2113-2124.
- [21] 吴丹, 向筱茜. 基于双层诊断准则的京津冀水资源与产业结构优化适配方法[J]. 中国人口·资源与环境, 2022,

- 32(4):154-163.
- [22] 吴丹,向筱茜,冀晨辉.京津冀水资源与产业结构优化适配模型[J].水利水电科技进展,2022,42(2):20-26.
- [23] 邢福俊,王霞.试论城市水资源环境与城市经济增长关系[J].生态经济,2001(9):54-56.
- [24] 刘昌明,王红瑞.浅析水资源与人口、经济和社会环境的关系[J].自然资源学报,2003,18(5):635-644.
- [25] 闻豪,文凤.“一带一路”重点省份水资源-经济-生态环境耦合协调分析[J].武汉大学学报(工学版),2019,52(10):870-877.
- [26] 李佳伟,左其亭,马军霞.新疆水资源-经济社会-生态环境时空演变特征分析[J].北京师范大学学报(自然科学版),2020,56(4):591-599.
- [27] 聂晓,张中旺.湖北省水资源环境与经济发展耦合关系时序特征研究[J].灌溉排水学报,2020,39(2):138-144.
- [28] 吴青松,马军霞,左其亭,等.塔里木河流域水资源-经济社会-生态环境耦合系统和谐程度量化分析[J].水资源保护,2021,37(2):55-62.
- [29] 赵自阳,王红瑞,张力,等.长江经济带水资源-水环境-社会经济复杂系统韧性调控模型及应用[J].水科学进展,2022,33(5):705-717.
- [30] 高志远,程柳,张小红.黄河流域经济发展-生态环境-水资源耦合协调水平评价[J].统计与决策,2022,38(9):123-127.
- [31] 田培,韩吴廷,李佳,等.农业经济系统与水资源环境系统耦合协调关系研究:以湖南省为例[J].华中师范大学学报(自然科学版),2022,56(2):311-322.
- [32] 方创琳,步伟娜,鲍超.黑河流域水-生态-经济协调发展方案及用水效益[J].生态学报,2004,24(8):1701-1709.
- [33] 张晓军,侯汉坡,吴雁军.基于水资源利用的北京市第三产业结构优化研究[J].北京交通大学学报(社会科学版),2010,9(1):19-23.
- [34] 王燕华.北京市人口变动及产业结构调整对水资源利用的影响[J].中国水土保持科学,2014,12(3):48-52.
- [35] 刘慧敏,周戎星,于艳青,等.我国区域用水结构与产业结构的协调评价[J].水电能源科学,2013,31(9):159-163.
- [36] 翟远征,王金生,郑洁琼,等.北京市近30年用水结构演变及驱动力[J].自然资源学报,2011,26(4):635-643.
- [37] 吴丹.中国经济发展与水资源利用的演变态势、“脱钩”评价与机理分析:以中美对比分析为例[J].河海大学学报(哲学社会科学版),2016,18(1):47-53.
- [38] 张丽娜,曹逸文,庞庆华,等.产业结构高级化对区域用水总量时空差异的驱动效应研究[J].软科学,2020,34(7):1-7.
- [39] 吴浩然,张强.水资源利用与产业结构演进的关系检验:基于超效DEA和PECM的分析[J].数学的实践与认识,2017,47(22):84-88.
- [40] 刘慧,李景保,李艺璇,等.湖南长江经济带产业结构与水资源利用耦合协调机制研究[J].湖南师范大学自然科学学报,2020,43(2):1-8.
- [41] 张黎鸣,王红瑞,潘成忠,等.资源型地区产业结构调整对水资源利用效率影响的实证分析:来自中国10个资源型省份的经验证据[J].北京师范大学学报(自然科学版),2021,57(3):353-362.
- [42] 曾雪婷,向华,张帆.人口-产业视角下京津冀水资源环境匹配性分析[J].生态经济,2023,39(4):160-169.
- [43] 刘羽,朱记伟,卢楠.珠三角城市群用水量与经济脱钩状态及其驱动因素研究[J].水资源与水工程学报,2023,34(1):91-99.
- [44] 吴丹,刘孟瑶.基于DPSIR模型的黄河中游水资源与经济协调发展评价[J].人民黄河,2023,45(2):91-96.
- [45] 李汝资,白晔,周云南,等.黄河流域水资源利用与经济增长脱钩及影响因素分解[J].地理科学,2023,43(1):110-118.
- [46] 陈华君,付景保.水资源与经济的脱钩驱动效应与预测:以南水北调中线受水区为例[J].南水北调与水利科技(中英文),2023,21(1):107-115.
- [47] 秦智雅,俞洁,孙国金,等.基于水足迹的嘉兴市农业产业结构优化模型[J].浙江大学学报(理学版),2022,49(5):613-622.
- [48] 孙诗阶,许朗,陈杰.农业灰水足迹与农业经济增长的脱钩关系研究:基于长江经济带11省市的实证分析[J].节水灌溉,2022(6):17-23.
- [49] 刘建华,唐琦.黄河流域水资源与产业升级互动关系研究[J].水利水运工程学报,2022(5):31-39.
- [50] 黄德春,林欣,贺正齐.黄河流域经济高质量发展与水资源消耗脱钩关系研究[J].经济与管理评论,2022,38(3):25-37.

Visual Analysis of the Research on the Coordinated Development of Water Use and Industrial Structure in China

WU Dan, PAN Zhuling

(School of Economics and Management, North China University of Technology, Beijing 100144, China)

Abstract: Taking 218 core documents on the coordinated development of water use and industrial structure of CNKI from 1992 to 2021 as the data base, with the help of CiteSpace software, authors, institutions and keywords are visually mapped separately to systematically sort out research hotspots and reveal research progress in the field. It is found that the fluctuating trend of the number of articles published in this field is in line with the trend of water policy promulgation. The tightness of cooperation between research institutions in the field is less than the tightness of cooperation between authors. Key words such as “decoupling”, “environmental regulation” and “coordination” have appeared frequently in the mapping of research paths, constituting a hot topic of research at the forefront of the field recently.

Keywords: water use; industrial structure; coordinated development; knowledge mapping