

1992~2019年我国水质评价研究进展与热点综述：基于CiteSpace的知识图谱分析

王佳楠¹, 陈庆锋^{1*}, 程启先²

¹山东师范大学地理与环境学院, 山东 济南

²信阳师范学院地理科学学院, 河南 信阳

Email: wangjn_1995@qq.com, *chensdcn@163.com

收稿日期: 2020年12月2日; 录用日期: 2020年12月30日; 发布日期: 2021年1月7日

摘要

随着我国社会经济的快速发展, 水资源污染的问题日趋凸显, 水安全问题逐渐受到人们的关注和重视。在水安全问题的研究中, 城市供水安全一直是研究的核心问题之一, 而水质安全又是城市供水安全建设的重要影响因素, 对水质安全如何做出科学合理的评价并对水安全程度进行表征是水质安全领域研究中的首要问题。因此, 开展水质安全评价是一个既基础又重要的工作。同时, 水质安全评价也是开展流域水资源保护工作的重要前提, 对其开展文献综述研究能够为水质安全评价研究提供参考。本研究利用CiteSpace软件进行我国水质评价核心文献的知识图谱可视化分析, 绘制发文量统计、关键词分析和热点词分析图。研究发现: 1992~2019年间, 我国水质评价研究的发文量主要分为“稳定波动-迅速增加-剧烈波动”3个主要阶段; 关键词分为“领域-对象-方法”3个主要类型; 热点词主要有环境质量评价、人工神经网络、因子分析等。该研究将为我国流域水资源的开发、利用和保护以及水质综合评价提供一种有效的评价方法和数据支撑。

关键词

水质评价, CiteSpace, 知识图谱, 可视化分析, 研究综述

Review on the Research Progress and Hot Spots of Water Quality Assessment in China from 1992 to 2019: Analysis of Knowledge Graph Based on CiteSpace

Jianan Wang¹, Qingfeng Chen^{1*}, Qixian Cheng²

*通讯作者。

文章引用: 王佳楠, 陈庆锋, 程启先. 1992~2019年我国水质评价研究进展与热点综述: 基于CiteSpace的知识图谱分析[J]. 可持续发展, 2021, 11(1): 1-6. DOI: 10.12677/sd.2021.111001

¹College of Geography and Environment, Shandong Normal University, Jinan Shandong

²School of Geographic Sciences, Xinyang Normal University, Xinyang Henan

Email: wangjn_1995@qq.com, *chensdcn@163.com

Received: Dec. 2nd, 2020; accepted: Dec. 30th, 2020; published: Jan. 7th, 2021

Abstract

With the rapid development of my country's social economy, the problem of water resource pollution is becoming more and more prominent, and the issue of water security has gradually attracted people's attention and attention. In the study of water safety issues, urban water supply safety has always been one of the core issues of the study, and water quality safety is an important influencing factor for the construction of urban water supply safety. How to make a scientific and reasonable evaluation of water quality safety and carry out water safety degree? Characterization is the primary issue in the field of water quality safety research. Therefore, carrying out water quality safety assessment is a basic and important task. At the same time, water quality safety assessment is also an important prerequisite for carrying out water resources protection in river basins. Literature review studies on them can provide a reference for water quality safety assessment research. In this study, CiteSpace software was used to visually analyze the knowledge graph of the core documents of water quality evaluation in my country, and to draw statistics of the amount of text, keyword analysis, and hot word analysis. The study found that: from 1992 to 2019, the volume of published water quality assessment studies in China was mainly divided into three main stages: "stable fluctuation-rapid increase-severe fluctuation"; keywords were divided into 3 main types of "domain-object-method"; Hot words mainly include environmental quality assessment, artificial neural network, factor analysis and so on. The research will provide an effective evaluation method and data support for the development, utilization and protection of water resources in my country's river basin and comprehensive evaluation of water quality.

Keywords

Water Quality Assessment, CiteSpace, Knowledge Map, Visual Analysis, Research Review

Copyright © 2021 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

随着我国社会经济的快速发展,水资源污染的问题日益突出,已对人类的生存和发展产生重大的影响。针对水资源污染问题,专家学者采用不同的研究分析方法对我国水环境领域的水质安全问题做出了合理的分析和评价并根据评价结果提出了相应的建议和措施,例如,主成分分析法,模糊综合评价法和人工神经网络法等。在水资源污染问题日趋凸显的背景下,分析水资源安全领域的研究热点及发展趋势显得尤为重要。相比于以往研究,文献计量法是以定性定量相结合的方法对研究内容进行综合分析。本文基于 CiteSpace 软件对既有的水质评价相关研究文献进行知识图谱可视化分析,绘制发文量统计、关键词分析和热点词分析图,以期为我国后续的流域水质安全评价研究提供一种有效的评价方法和数据支撑。

2. 文献综述

水质评价是水环境评价的重要组成部分，也是合理开发、利用和保护水资源的重要基础工作[1] [2]。王业耀[3]等梳理国内外常见的水生态环境质量评价的指标与方法，结合实际案例阐明其存在问题与发展方向；王锋[4]等指出区域土壤水资源评价工作具有重要意义，并对现行研究方法进行适度补充；刘玲花[5]等总结国外部分较成熟的地表水水质指数评价法，并倡导构建适合我国国情的评价方法；姜明岑[6]等肯定水质评价是水环境质量管理的重要基础，并指出水质评价向流域综合评价转变的发展趋势。上述学者运用文献综述法对水质评价的具体领域进行阅读、分析、提炼和整理工作，对该领域内的当前研究进展、困境和对策进行系统性介绍与阐述。

基于 CiteSpace 软件的知识图谱可视化分析为文献综述类研究带来新的技术突破，现已广泛运用于农业工程[7]、生态工程[8]、环境工程[9]和水利水电工程[10] [11]等研究领域。在我国水质评价综述研究中，既有研究仍以文献搜集、汇总为主，结合知识图谱可视化分析技术手段的可靠研究不多，且对水质评价整体研究领域的广度和深度存在不足。基于此，本研究运用 CiteSpace 软件进行我国水质评价研究的知识图谱可视化分析，以期为我国后续的水质评价提供一些研究思路。

3. 数据与方法

3.1. 数据来源

本研究中的数据来源为中国知网(CNKI, China National Knowledge Infrastructure)，选取 CNKI 的 4 类核心期刊中的中文文献：北大核心、CSSCI、CSCD、EI，选取检索主题为“水质评价”、发表时间为“1992~2019 年”的 1778 篇文献，经过剔除其中的会议征文、卷首语、通知、公告等无作者文献或作者为“编辑部”或“本刊编辑部”的文献，最终整理后获得 1774 篇文献并导出其 Refworks 格式的引文条目，即为本研究的数据来源。

3.2. 研究方法

常见的文献计量软件有 Ucinet [12]、Bicomb [13]、CiteSpace [14]和 HistCite [15]等，本研究中运用 CiteSpace 软件进行知识图谱的可视化分析。CiteSpace 软件是以 Java 程序为基础开发的文献计量软件，能够由关键词的频次和联结情况进行节点、连线和热点的可视化处理，主要步骤为：① 选取检索条目进行文献的筛选与整理；② 导出 Refworks 格式的引文条目；③ 数据源的预处理；④ 绘制并分析相应的知识图谱。

4. 研究结果

4.1. 年度分析

年度分析是对不同年份的文献数量变化情况进行统计分析，能够间接反映出该研究领域的发展状况。根据历年我国水质评价的发文数量统计结果绘制发文量统计图(图 1)，能够直观得出 1992~2019 年间我国水质评价研究发文量总体上呈现出较快增长趋势，并经历“稳定波动 - 迅速增加 - 剧烈波动”3 个主要阶段。

1) 1992~2002 年，我国水质评价的相关研究较少，呈现出稳定波动的态势。该阶段主要对水质评价进行适用性、可行性的研究与探讨，并尝试运用比较简单易行的方法进行水质评价，如：浓度级数法、灰色聚类法等。

2) 2002~2012 年，我国水质评价的相关研究呈现出迅速增加的态势。伴随着经济社会的快速发展，

其导致的水质安全问题也不断涌现，因此相应的研究逐渐增多，出现众多新的模型或理念来进行水质评价，如：bp神经网络模型、投影寻踪模型等。

3) 2012~2019年，我国水质评价的相关研究较多，呈现出剧烈波动的态势。该阶段的水质评价研究文献数量逐渐趋于稳定，其发文量维持在一定的合理区间，但在生态环境保护工作如火如荼的大背景下，水质评价工作也将迎来新的契机[16]。

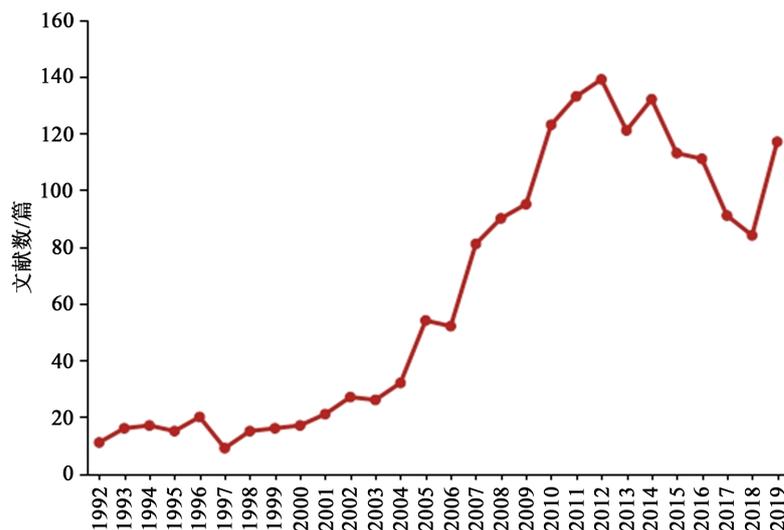


Figure 1. Statistics on the amount of water quality evaluation papers
图 1. 水质评价发文量统计

4.2. 关键词分析

关键词分析从不同关键词的频次和联结情况进行节点、连线和热点的可视化处理与分析，能够直接反映出该研究领域的发展状况。根据 CiteSpace 软件中 Key-word 模块生成关键词分析图(图 2)，图谱中共有 843 个节点，2118 条连线，网络密度为 0.006，图谱中展示的是词频在 30 以上的核心关键词，依据关键词的类型将其分为“领域 - 对象 - 方法”3 个主要类型。

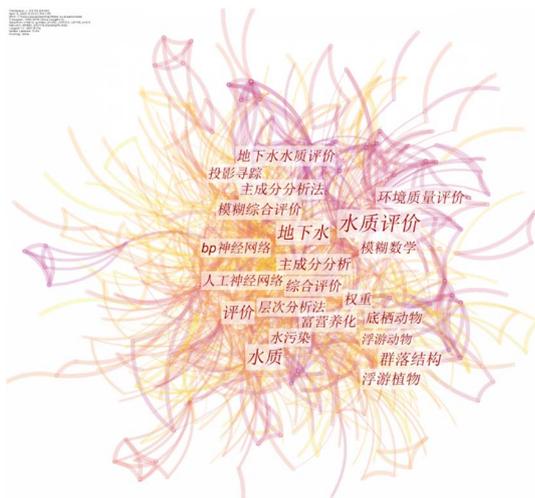


Figure 2. Key words analysis of water quality evaluation
图 2. 水质评价关键词分析

1) “领域”类型，主要有水质评价、综合评价、环境质量评价、地下水水质评价等关键词，其中：
 a) 水环境是整体环境的重要部分，水质评价也是水环境与环境质量评价的重要基础，进行水质评价工作能够为整体环境质量与综合评价提供参考和依据；
 b) 地下水水质评价是水质评价工作的重难点，也是与居民的生活质量和生命安全息息相关的部分，应当引起足够重视。

2) “对象”类型，主要有 2 个子类：① 水质、水污染、富营养化等关键词，其中：
 a) 富营养化是水质污染的常见问题，会导致水生生物大面积死亡和水体大范围恶臭现象，其影响恶劣、后果严重且治理难度较高、成本巨大，应当侧重于其预防和预警工作的开展。
 b) 水质与水污染合称为水质污染，指由工业、农业和生活等污染源中的有害化学物质造成水的使用价值降低或丧失的现象，具体表现为水质恶化、水生生物死亡、水景观污染等；
 ② 浮游植物、浮游动物、底栖动物、群落结构等关键词，其中：
 a) 浮游生物对水环境变化的敏感性和适应性存在差异，结合浮游生物群落结构的变化情况来对水环境进行检测和评价。
 b) 底栖动物种类组成、群落结构、生物多样性等特征是反映水环境特点和质量的重要指标，在水生态监测和水质评价的应用中较为广泛。

3) “方法”类型，主要有主成分分析法、模糊综合评价法，层次分析法和 bp 神经网络法等关键词，其中：
 a) 主成分分析法能够在保留原有变量数据特征的基础上，利用少数指标进行数据的精炼与简化，能够增强现有数据的精度，提升分析结果的科学性、准确性；
 b) 模糊综合评价法能够较好协调水环境评价中所存在的不确定性因素，并对其所具有的模糊隶属关系进行衡量，该方法在水质评价中得到了广泛的应用；
 c) 层次分析法是一种半定量的分析法，能够将主观意愿与客观情况进行较好结合，对各项指标因子的权重进行综合比较与确定，较适用于存在部分定性指标的水质评价工作；
 d) bp 神经网络法依据非线性处理单元来进行人脑神经元原理的模拟，经由对比分析和模拟，使得评价的效果得到修正同时并满足精度要求，其评价结果具有真实性和客观性。

4.3. 热点词分析

热点词分析从不同年份的突变关键词进行分析，能够直接反映出该研究领域的热点和方向。根据 CiteSpace 软件中 Hot-spot 模块生成热点词分析图(图 3)，图片中共展示 15 个强度在 3.4857~9.1848 之间、年度在 1992~2019 年之间的归类后的热点词，热点词主要有环境质量评价、人工神经网络、因子分析等。

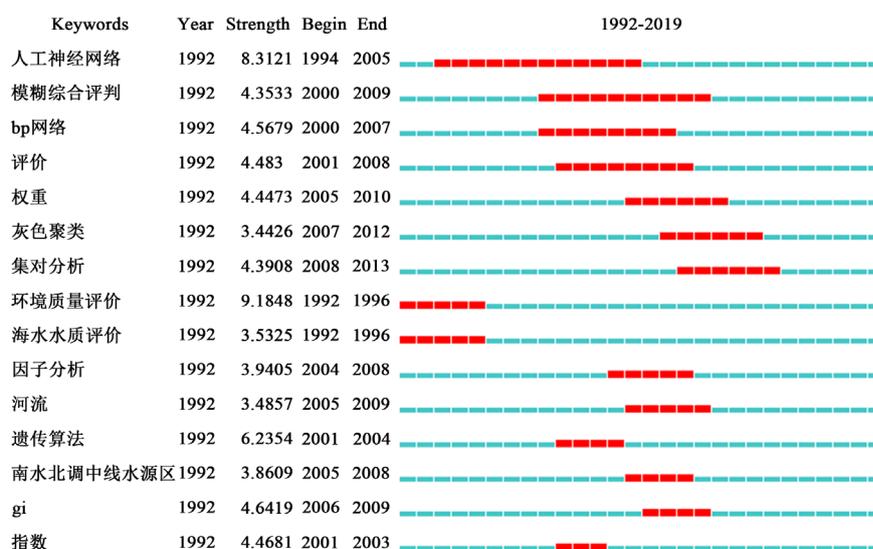


Figure 3. Analysis of hot words in water quality evaluation

图 3. 水质评价热点词分析

1) 对水质安全评价模型方法的研究,即人工神经网络、模糊综合评判、灰色聚类和集对分析法等,其中人工神经网络的强度达到 8.3121,时间达到 12 年。相关研究结合多种模型方法进行水质安全的合理评价,以期获得更为客观、科学、准确的评价结果。

2) 在水质评价中,其研究侧重点为具体评价指标权重确定和因子分析,因此“评价”、“权重”、“因子分析”等内容逐渐成为研究热点词,其强度在 4.0000 上下浮动,且持续 5~8 年不等的较长时期。

3) 在世纪之交,部分学者将研究侧重点聚焦到海水水质评价、环境质量评价和南水北调中线水源区等水环境质量评价中,立足并服务于国家实际需要,为我国的水环境治理工作的开展与实施提供一系列意见建议或参考思路。

5. 结论

1) 水质评价是开展水资源保护工作的重要前提,水质评价文献综述研究能够为水质评价研究提供参考。本研究运用 CiteSpace 软件进行我国水质评价的知识图谱可视化分析,发现 1992~2019 年间我国水质评价研究的发文量分为“稳定波动-迅速增加-剧烈波动”3 个主要阶段,关键词分为“领域-对象-方法”3 个主要类型,热点词主要有环境质量评价、人工神经网络等。

2) 由于水质评价研究领域内所涉及的机构、作者等内容,具有数量繁多、专业领域庞杂等特点,在本研究中未能对上述进行深入研究探讨,在后续研究中应当对其进行适当补充。

基金项目

国家自然科学基金(No. 4207071645; 41877041); 山东省泰山学者奖励计划(No. TSQN 201812086)。

参考文献

- [1] 龚家国,唐克旺,王浩. 中国水危机分区与应对策略[J]. 资源科学, 2015, 37(7): 1314-1321.
- [2] 刘冰,樊勇,李清飞,等. 基于土地类型的水库污染源解析及生态价值研究[J]. 环境科学与技术, 2017, 40(2): 31-38.
- [3] 王业耀,阴琨,杨琦,等. 河流水生态环境质量评价方法研究与应用进展[J]. 中国环境监测, 2014, 30(4): 1-9.
- [4] 王锋,朱奎,宋昕熠. 区域土壤水资源评价研究进展[J]. 人民黄河, 2015, 37(7): 44-48.
- [5] 刘玲花,吴雷祥,吴佳鹏,等. 国外地表水水质指数评价法综述[J]. 水资源保护, 2016, 32(1): 86-90+96.
- [6] 姜明岑,王业耀,姚志鹏,等. 地表水环境质量综合评价方法研究与应用进展[J]. 中国环境监测, 2016, 32(4): 1-6.
- [7] 钱凤魁,王卫雯,张靖野,等. 基于 Citespace 的土地利用领域研究态势分析[J]. 农业工程学报, 2016, 32(S2): 344-351.
- [8] 罗莉,李洪远,杜志博. 基于 CiteSpace 的海岸带生态恢复知识图谱分析[J]. 水土保持通报, 2019, 39(4): 151-157.
- [9] 王伟,邢普耀,孙蓉. 1992-2017 年中国环境规划研究演进特征与趋势[J]. 中国环境管理, 2019, 11(1): 53-59.
- [10] 郑旺,刘伊生. 基于 CiteSpace 知识图谱分析的工程决策知识体系研究[J]. 河南科学, 2019, 37(8): 1368-1376.
- [11] 翟慧敏,程启先,李书覃,等. 海绵城市理念演变的知识图谱可视化分析[J]. 水资源保护, 2020, 36(2): 34-40.
- [12] 谢贤鑫,陈美球,田云,等. 国内近 20 年土地生态研究热点及展望——基于 Ucinet 的知识图谱分析[J]. 中国土地科学, 2018, 32(8): 88-96.
- [13] 张鹏韬,王民. 近十年(2009-2018)国际地理教育研究热点分析与启示[J]. 外国中小学教育, 2019(6): 65-74.
- [14] 祝薇,向雪琴,侯丽朋,等. 基于 Citespace 软件的生态风险知识图谱分析[J]. 生态学报, 2018, 38(12): 4504-4515.
- [15] 沈振锋,黄子纯,周杰,等. 基于 HistCite 的河流修复研究历史引文分析[J]. 水生态学杂志, 2019, 40(3): 83-91.
- [16] 吴岳玲. 水质综合评价及预测研究进展[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(2): 23-26.