

基于文献计量的我国城市内涝研究进展

韩浩¹, 姜仁贵¹, 解建仓¹, 于翔¹, 汪雅梅²

(1. 西安理工大学 西北旱区生态水利工程国家重点实验室培育基地, 陕西 西安 710048;

2. 陕西省江河水库管理局, 陕西 西安 710018)

摘要:以 CNKI 中国期刊全文数据库中 2000-2015 年的城市内涝研究相关文献为基础, 采用文献计量软件 SATI 对已发表文献的年度频次、高频关键词以及期刊来源进行统计分析, 借助 Ucinet 绘制高频关键词网络知识图谱, 运用 SPSS 软件对 20 个高频关键词进行共词网络、聚类和多维尺度分析。结果发现, 城市内涝主要研究热点包括城市内涝机理研究、城市内涝过程仿真与模拟、城市内涝应对管理, 城市防洪排涝体系建设仍是重要的研究内容, 海绵城市建设和低影响开发的研究将会是新的研究热点与发展趋势。

关键词:城市内涝; 文献计量; 知识图谱; 高频关键词; 统计分析

中图分类号: TV122; TU998.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2017)03-0134-05

Research progress of the urban water-logging in China based on bibliometrics

HAN Hao¹, JIANG Rengui¹, XIE Jiancang¹, YU Xiang¹, WANG Yamei²

(1. State Key Laboratory Base of Eco-hydraulic Engineering in the Northwest Arid Area, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China; 2. River Basin Administration Bureau in Shaanxi, Xi'an 710018, China)

Abstract: Based on the literature related to the urban water-logging research from CNKI for the period of 2000-2015, The annual frequency of published literature, high-frequency keywords and the source of the journals were statistically analyzed using bibliometrics analysis software SATI. The network mapping knowledge of high-frequency keywords was set up by the Ucinet software. The co-word network, cluster analysis and multidimensional scale analysis were conducted based on the 20 high-frequency keywords using SPSS software. The results show that the hotspots of urban water-logging research focus on the mechanism research, the process simulation and response management for the urban water-logging. The construction of urban flood control and drainage system is still an important research content. The study on sponge city construction and low impact development would be new hot researching topics and development trends in the future.

Key words: urban water-logging; bibliometrics; mapping knowledge; high-frequency keywords; statistical analysis

在全球气候变暖和复杂多变的大环境下, 城市化进程加快发展, 城市暴雨内涝灾害影响严重, 逐渐成为众多学者关注的研究热点。以往研究成果大多是对城市内涝发生的机理认识、城市防涝体系建设和现代信息技术应用等研究^[1]。当前城市内涝问题理论研究较为成熟, 随着云计算、大数据和物联网等技术应用, 加快水利信息化建设和智慧水务发展。刘勇等^[2]对水文模型评价分析, 认为精细化、GIS 与 RS 技

术融合、注重时空过程以及智慧服务是城市洪涝模拟方法的发展趋势。张建云等^[3]从城镇化角度分析了我国城市内涝频发的原因, 在成因分析的基础上提出了建立监测、预警系统和建设海绵城市, 进一步完善防洪排涝应急预案。王江波等^[4]对我国城市内涝问题的研究文献数量进行统计分析, 划分为城市内涝成因简单的描述、深入研究内涝成因和建立精确的模型进行模拟等三个阶段。针对城市暴雨洪涝研究现状,

收稿日期: 2017-02-09; 修回日期: 2017-03-29

基金项目: 国家自然科学基金项目(51509201、51679188); 国家重点研发计划课题(2016YFC0401409); 中国博士后科学基金项目(2016M590964); 陕西省高校科协青年人才托举计划项目(20160217)

作者简介: 韩浩(1992-), 男, 陕西西安人, 硕士, 主要研究方向为水文学及水资源、洪涝灾害。

通讯作者: 姜仁贵(1985-), 男, 江西玉山人, 博士, 副教授, 主要研究方向为减灾与应急管理。

可从城市暴雨洪涝的模拟仿真、特征分析、形成机理以及应对管理4个方面展开研究^[5]。

通过对某一学科文献数量及其动态变化进行定量分析和评价,有助于科研人员发现该学科研究的状况、前沿以及发展趋势^[6]。借助信息技术手段,研究某一学科的热点问题与现状,运用文献计量学研究学科的发展已成为一种重要的手段^[7]。我国文献计量学发展迅速,文献信息统计分析工具和统计学软件在各个学科已经得到广泛应用,可实现文献的期刊来源、关键词和发表机构等信息知识图谱可视化分析。基于关键词知识图谱,进一步得到研究主题的具体分布情况,有助于发现其它相关研究的主题^[8]。学者们通过文献计量方法对国内水资源承载力^[9]、生态水文学^[10]、水科学^[11]等领域的研究文献进行分析,对研究现状进行评价,揭示了研究热点和发展趋势。本文采用文献计量分析方法^[12],以城市内涝主题相关中文文献为基础,在对发表文献数量和关键词出现的频次统计分析基础上,采用聚类分析和多维尺度分析方法,绘制关键词共词信息知识图谱,探讨城市内涝研究发展的基本规律,对今后的研究方向进行展望。

1 数据与方法

1.1 数据来源

期刊文献是被研究最多的数据源,更新频率高,获取数据方便^[13]。本文研究数据资料来源于《CNKI中国期刊全文数据库》,以发表的文献作为研究样本,样本数据主要来源于中文文献,在CNKI的高级检索页面,城市内涝和城市洪涝均是表示城市洪涝灾害的主题词,设置内容检索条件:主题=“城市内涝”或者包含“城市洪涝”;检索时间设置为2000年到2015年;期刊的来源类别为SCI期刊、EI期刊、核心期刊和CSSCI期刊,检索到299篇期刊文献。选择文献计量软件SATI3.2的去重功能,可排除重复的文献,最后得到有效文献为299篇。

1.2 研究方法

科学知识图谱是结合信息可视化技术、计算机以及科学计量学等,对海量文献数据信息进行分析,通过绘制知识图谱将相关信息可视化展示^[14]。本文基于文献计量学和科学知识图谱,通过软件SATI3.2^[15]对采集CNKI期刊信息进行处理,内容包括关键词频次、来源期刊类型、文献年度频次统计、构建共词矩阵;基于生成的关键词共词矩阵,可利用Ucinet、SPSS软件绘制关键词共词网络知识图谱和

聚类分析图。

2 结果与分析

2.1 文献年度频次统计

将采集CNKI数据库2000-2015年文献信息导入SATI3.2,进行数据转换,按照年份统计文献出现的频次,绘制文献年度分布图(图1)。从图1中可看出,2000-2015年文献数量呈增加趋势,前10年文献增长率趋势变化比后5年增长率变化平缓。2010年以来我国城市内涝现象多发,各地区城市暴雨内涝事件也逐年增加,城市内涝灾害已成为国内学者广泛关注的研究对象。2011年中央一号文件和2013年国务院印发《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》均提出加强城市防涝和排洪工程建设。在大数据时代背景下,城市内涝相关文献信息数据量增加,2012年刊载文献量急剧增加,城市内涝的理论研究亦日趋成熟。

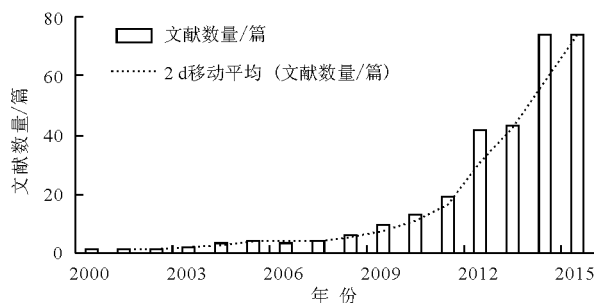


图1 文献频次统计图

2.2 高频关键词分析

关键词在很大程度上能反映论文的主要研究内容,可反映该学科的研究现状、研究热点和发展趋势等内容^[16]。利用SATI3.2软件对2000-2015年城市内涝相关文献中的高频关键词进行频数统计,频次大于5的有37个,列出频次排名前20名的高频关键词,统计信息见表1。

根据高频关键词统计表,对城市内涝研究现状归纳分析:(1)关于城市内涝和内涝主题研究频次出现最多,共计101次;(2)城市排涝与防洪问题仍然受到重视,对城市建设防涝与排水工程建设有重要参考依据;(3)SWMM、GIS、雨水系统、情景模拟出现频次也较多,较多的结合GIS技术,实现城市内涝可视化仿真模拟;(4)海绵城市是近3年城市建设的热门词,是学者关注的热点之一,国家在全国实施国家海绵城市建设试点,对提高城市排水效率具有重要的现实意义;(5)风险评估、内涝防治、风险管理主要涉及到对城市内涝的应对管理研究,目前针对城市暴雨内涝的

应对应急策略更切合实际需要。

表1 高频关键词统计信息表

关键词	频次	关键词	频次
城市内涝	89	暴雨	9
内涝	12	城市洪涝灾害	8
洪涝灾害	12	雨水系统	8
排水系统	12	情景模拟	8
低影响开发	11	海绵城市	7
城市排涝	11	GIS	7
城市排水	11	风险评估	6
排水管网	10	内涝防治	6
SWMM	9	风险管理	6
城市洪涝	9	雨洪利用	6

2.3 期刊来源分析

通过 SATI3.2 对期刊来源按照字段抽取,文献主要来源于 96 种期刊,其中发表在《中国给水排水》和《给水排水》文献最多,均为 55 篇,均占总样本的 18.4%。针对表 2 中高频来源期刊,有关城市排水防涝主题期刊占主导地位,有《中国给水排水》、《给水排水》、《中国农村水利水电》等;城市内涝与城市发展相关研究有《城市问题》、《现代城市

研究》、《城市发展研究》等;其它主题包括灾害性、生态经济、生态环境资源等方面研究,例如《自然灾害学报》、《生态经济》、《长江流域资源与环境》等。高频文献重点分布在水利工程相关领域期刊,城市暴雨内涝问题研究学者也主要分布在水利工程学科相关领域。

2.4 共词网络分析

通过对文献中 992 个关键词进一步分析,绘制共词知识图谱,首先需要计算关键词共词矩阵,根据关键词共词矩阵计算相异矩阵,采用 Ucinet 软件进行社会网络分析。共词矩阵计算方法是将高频关键词互相配对,统计高频关键词在检索后文献样本中共同出现的次数,可得到关键词的共词矩阵,矩阵对角线的数值指每两个关键词共同出现在同一篇文章的频次。

下面采用 SATI 3.2 得到 20 个高频关键词共词矩阵,因矩阵行列较大,表 3 是共词矩阵的一部分。经过 SATI 3.2 计算共词矩阵,将高频关键词的共词矩阵的数据导入到社会网络分析(Ucinet)软件,并用 Netdraw 功能绘制可视化的知识图谱,得到高频关键词网络图,见图 2。

表2 高频期刊分布表

序号	期刊名称	刊载文献数量	序号	期刊名称	刊载文献数量
1	中国给水排水	55	11	规划师	5
2	给水排水	55	12	城市问题	5
3	中国农村水利水电	9	13	城市发展研究	5
4	现代城市研究	8	14	水利水电科技进步	4
5	中国水利	7	15	灾害学	4
6	水电能源科学	7	16	生态经济	4
7	自然灾害学报	7	17	安全与环境学报	3
8	人民长江	7	18	水利学报	3
9	测绘通报	5	19	长江流域资源与环境	3
10	水利水电技术	5	20	兰州学刊	3

表3 2000-2015年高频关键词共词矩阵

	城市内涝	洪涝灾害	内涝	排水系统	城市排涝	城市排水	排水管网	低影响开发	SWMM	城市洪涝
城市内涝	89	1	0	6	4	8	6	2	1	0
洪涝灾害	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0
内涝	0	0	12	0	0	0	0	1	2	0
排水系统	6	0	0	12	0	1	1	1	0	1
城市排涝	4	0	0	0	11	1	1	0	0	0
城市排水	8	0	0	1	1	11	4	0	1	0
排水管网	6	0	0	1	1	4	10	0	0	0
低影响开发	2	0	1	1	0	0	0	10	1	1
SWMM	1	0	2	0	0	1	0	1	9	1
城市洪涝	0	0	0	1	0	0	0	1	1	9

利用 Netdraw 对高频关键词进行可视化中心度分析,图 2 中节点的大小表示中心度程度高低,显然关键词城市内涝位于网络图的正中心位置,且节点最大,即城市内涝是整个网络图中最重要的节点,也是本领域问题的研究热点词语。根据网络图对城市内涝问题归纳以下几个方面:

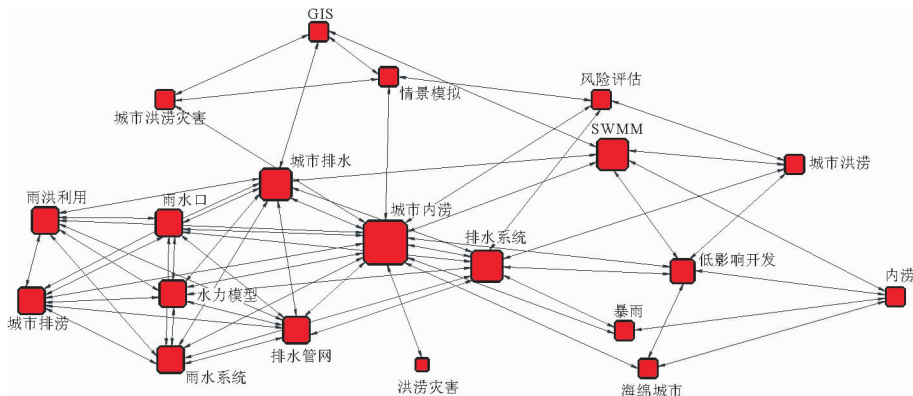


图 2 高频关键词网络图

(2)信息技术应用到城市内涝也是必然发展趋势,由高频关键词网络图,GIS 技术结合 SWMM 对城市内涝过程进行仿真模拟,GIS 技术应用到城市内涝情景模拟分析。现代科学技术将会是建立现代化城市防洪体系的重要手段^[17]。

(3)近几年海绵城市建设和低影响开发研究已是众多学者研究新方向,关键词低影响开发节点较大,研究成果较多,主要与 SWMM、排水系统、暴雨、城市内涝、城市洪涝、海绵城市等关键词联系密切。

(4)关键词水力模型与其它关键词连线较密集,由此说明水力模型是城市内涝、雨洪利用、城市排涝等方面研究的理论基础,可见城市内涝数学模型的研究是尤为重要的。

2.5 聚类分析

聚类分析可对样品或变量进行分类,根据变量或者观测数据之间相似关系,将这些样品或变量归成大小类群。本文利用 SATI3.2 计算得到的共词相异矩阵作为数据输入,采用 SPSS19 统计软件进行聚类分析,绘制高频关键词聚类分析树状图,见图 3。可见将 20 个高频关键词归为 5 类,纵轴数值代表对应关键词的序号,第 I 类为(7,20,6,19,5,18,12),主要是城市排水管网研究,包括城市排水、水力模型、城市排涝、雨洪利用等;第 II 类为(4,11,1),主要内容归纳为暴雨对城市内涝以及排水系统的影响分析;第 III 类为(3,9,8,16),对内涝问题仿真计算和低影响开发模式研究;第 IV 类为(14,15),介绍了

(1)整体上城市内涝、排水系统、城市排水、排水管网等关键词的节点较大,均位于网络图的中心位置,反映了 2000-2015 年城市内涝领域研究主要集中在城市排水系统方面,这些关键词之间的共词性较为紧密。

GIS 技术实现对城市洪涝灾害问题三维可视化展示;第 V 类为(13,17,10,2),主要涉及对城市洪涝灾害进行风险评估以及情景模拟。

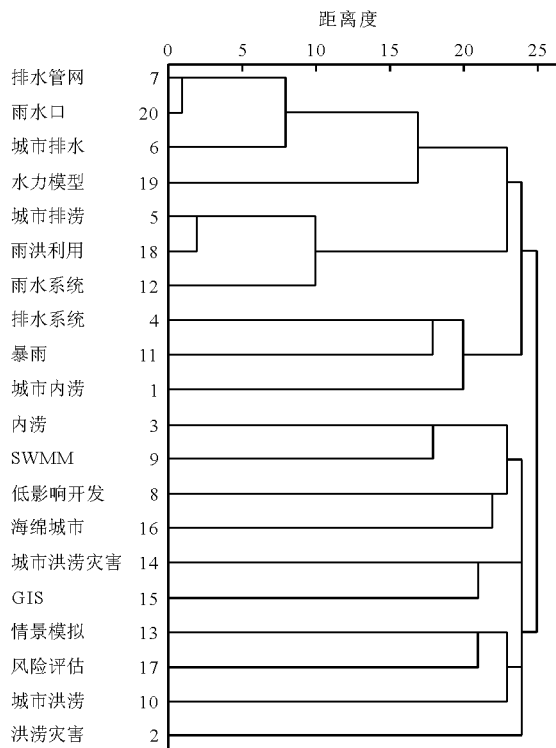


图 3 高频关键词聚类分析树状图

2.6 多维尺度分析

多维尺度分析可以在二维空间展示高频关键词之间的联系,可以从平面上点与点之间的距离判断

各个关键词的相似程度。本文采用 SPSS 的多维尺度分析(ALSCAL) 过程, 基于上述高频关键词的共词相异矩阵数据资料, 根据输出的坐标得到关键词的位置(图 4), 绘制 20 个高频关键词的二维尺度分析情况图。图 4 中主要有 3 组聚集点, 根据两两高频关键词节点间的 Euclidean(欧氏) 距离, 例如城市排水、雨洪利用、排水管网、水力模型等联系较紧密, 海绵城市、低影响开发、城市洪涝等距离较近, 与关键词聚类分析树状图(图 3) 的分类结果基本一致。将聚类分析结果和多维尺度分析图结合, 可看出第 IV 类和第 V 类群体存在较强的联系, 从城市暴雨、洪涝灾害和城市内涝风险评估方面结合的角度出发是众多学者研究的共性。关键词城市内涝与第 I 类群体的距离较近, 当前城市内涝研究方向重点集中在完善城市排水体系和防涝排洪方面。

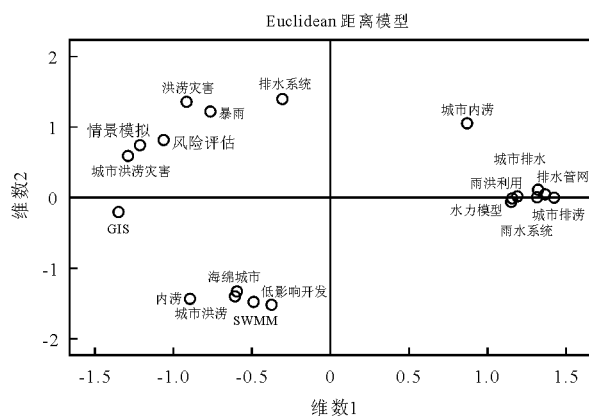


图 4 多维尺度分析结果

3 结 论

本文基于 CNKI 检索的 2000 - 2015 年城市内涝核心中文文献, 采用文献计量分析和统计学方法, 绘制可视化的文献知识图谱, 对我国城市内涝研究现状和未来研究展望进行分析, 得到以下结论:

(1) 以城市内涝为主题相关研究文献呈增长趋势, 学者们的主要研究热点包括城市内涝机理研究、城市内涝过程仿真与模拟(基于 SWMM、GIS 模拟)、城市内涝应对管理(防涝排洪、灾害风险评估)等方面, 海绵城市建设和低影响开发的研究将会是解决城市内涝问题重要的研究热点与发展趋势。

(2) 通过对高频关键词绘制可视化的高频关键词网络图, 结合聚类分析和多维尺度分析, 排水系统、城市排水、排水管网和 SWMM 模型是与城市内涝研究高度相关的热点研究对象, 城市防洪排水能力的提高和排水管网系统优化设计仍是研究的基础。

(3) 信息技术的快速发展以及在各个领域的广泛应用, 也为未来时期研究过程中大数据的分析提供技术支撑, 进一步完善多元化的防洪排涝管理策略与应对机制。信息技术和传统方法的结合应用于城市内涝研究也是必然的趋势。

参考文献:

- [1] 解建仓, 李波, 柴立, 等. 对应对城市洪涝问题的一些认识[J]. 西安理工大学学报, 2015, 31(1): 25 - 33.
- [2] 刘勇, 张韶月, 柳林, 等. 智慧城市视角下城市洪涝模拟研究综述[J]. 地理科学进展, 2015, 34(4): 494 - 504.
- [3] 张建云, 王银堂, 贺瑞敏, 等. 中国城市洪涝问题及成因分析[J]. 水科学进展, 2016, 27(4): 485 - 491.
- [4] 王江波, 张茜, 吴丽萍, 等. 我国城市内涝问题研究综述[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(30): 12072 - 12078.
- [5] 姜仁贵, 韩浩, 解建仓, 等. 变化环境下城市暴雨洪涝研究进展[J]. 水资源与水工程学报, 2016, 27(3): 11 - 17.
- [6] 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.
- [7] 王富强, 韩宇平, 王朋, 等. 水资源学研究的关键词共词聚类分析[J]. 水利水电科技进展, 2014, 34(4): 29 - 33.
- [8] Zhang Wei, Zhang Qingpu, Yu Bo, et al. Knowledge map of creativity research based on keywords network and co-word analysis, 1992 - 2011[J]. Quality & Quantity, 2015, 49(3): 1023 - 1038.
- [9] 张丽敏, 王佳敏. 基于文献计量的国内水资源承载力研究进展与评价[J]. 水资源与水工程学报, 2012, 23(4): 56 - 60.
- [10] 陈华, 杨阳, 王伟. 基于文献计量分析我国生态水文学研究现状及热点[J]. 冰川冻土, 2016, 38(3): 769 - 775.
- [11] 韩宇平, 袁皖华, 肖恒. 水科学研究的关键词共词聚类分析[J]. 华北水利水电大学学报(自然科学版), 2015, 36(4): 20 - 25.
- [12] Madani F. Technology Mining' bibliometrics analysis: applying network analysis and cluster analysis[M]. Springer - Verlag New York, Inc., 2015, 105(1): 1 - 13.
- [13] 李国俊, 刘恩涛, 肖明. 文献计量可视化软件的分析与实现[J]. 图书馆杂志, 2011, 30(10): 72 - 78.
- [14] 侯海燕, 刘则渊, 栾春娟. 基于知识图谱的国际科学计量学研究前沿计量分析[J]. 科研管理, 2009, 30(1): 164 - 170.
- [15] 刘启元, 叶鹰. 文献题录信息挖掘技术方法及其软件 SATI 的实现 - 以中外图书情报学为例[J]. 信息资源管理学报, 2012(1): 50 - 58.
- [16] 尹相旭, 张更平, 李晓菲. 基于关键词统计的情报学研究现状分析[J]. 情报杂志, 2009, 28(11): 1 - 4.
- [17] 刘俊, 陆剑峰, 方正杰, 等. 对现代城市防洪的一些思考[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(2): 136 - 139.