

基于科学知识图谱的中国雾霾研究可视化分析

闫培生, 袁永久

哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 哈尔滨 150080

摘要 以CNKI数据库检索的文献数据为样本,从开展雾霾研究的机构、论文作者、研究热点等方面,对中国雾霾研究领域现有研究进行可视化分析。结果表明,当前的研究热点主要集中在雾霾的形成原因、雾霾天气的防护、雾霾的危害、雾霾的治理及雾霾预警等方面。目前关于雾霾的系统研究尚不多,研究力量也较为分散,虽有一些合作研究,但合作者间缺少长效合作,没有形成较为明显的核心研究力量。

关键词 雾霾研究;知识图谱;可视化研究

近年来,雾霾扩散不断加剧,引起各国政府、社会各界的高度关注,关于雾霾的研究也呈急剧上升趋势,研究范畴也越来越广泛。肖宏伟分析了雾霾成因,提出应从经济发展模式、优化能源消费结构、抑制过快增长的机动车污染、加强城市建设管理、加大环境污染监控力度等方面治理雾霾^[1]。李晓燕对京津冀地区雾霾影响因素进行了分析,发现不同地区雾霾产生的主因各不相同。例如,建筑粉尘对京津区域雾霾产生的影响最大,汽车尾气对河北雾霾产生的影响最大^[2]。有学者从经济学的视角对雾霾的治理进行了研究。岳利萍等指出,实现治污减霾的关键是合理界定并分配雾霾排放权,并在此基础上进行排放权的市场化交易^[3]。王诺等将成本-效果分析/成本-效益分析方法引入雾霾治理研究中,基于成本计算、效果/效益的指标设置、最终计算结果分析等角度,阐述了治污政策有效性的定量分析方法^[4]。有学者从产业结构的角度对雾霾治理进行了研究。郭俊华等通过分析中国产业结构的现状和形成原因,结合雾霾天气出现和产业结构、能源结构的关系,认为应该利用技术创新对中国的产业结构和能源结构进行优化调整,从而从根本上缓解或消除雾霾天气污染^[5]。冷艳丽等基于2001—2010年中国省际面板数据,考察了产业结构与城市化对雾霾污染的影响,发现产业结构与雾霾污染呈正相关关系,城市化水平越高,产业结构对雾霾污染的影响越大,沿海地区产业结构和城市化以及二者的交互项对雾霾污染的正向影响均大于内陆地区^[6]。本

文利用可视化知识图谱分析软件CiteSpace,对中国雾霾问题的研究现状进行可视化分析。

1 数据来源

选取“雾霾”为检索词,在CNKI期刊数据库中,进行题名检索,文献出版时间范围为全部,共检索到1542篇文献,数据采集时间为2015年3月30日。将文献导出为Refworks格式,导入CiteSpace 3.9.R1^[7]进行处理。处理结果显示,CNKI数据库中,研究雾霾的文献最早发表于1992年,从2013年起研究文献迅猛增长,由2012年的15篇增至500篇,2014年为917篇(表1)。

表1 中国雾霾研究论文的数量
Table 1 Number of research literatures on haze in China over the years

| 发文年度 | 发文数量 | 发文年度 | 发文数量 |
|------|------|------|------|
| 1992 | 1 | 2010 | 9 |
| 1994 | 1 | 2011 | 7 |
| 2006 | 2 | 2012 | 15 |
| 2007 | 1 | 2013 | 500 |
| 2008 | 1 | 2014 | 917 |
| 2009 | 5 | 2015 | 83 |

收稿日期:2015-07-15;修回日期:2015-10-14

作者简介:闫培生,教授,研究方向为大气污染预防与治理,电子信箱:yps6@163.com;袁永久(通信作者),研究馆员,研究方向为环境管理、大气污染防治,电子信箱:yyj0325@163.com

引用格式:闫培生,袁永久.基于科学知识图谱的中国雾霾研究可视化分析[J].科技导报,2016,34(18):137-143;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2016.18.018

以下分别从研究机构、研究作者、研究热点对中国雾霾研究领域的相关内容进行研究与分析。

2 中国雾霾研究论文的机构分析

网络节点选择 Institution, 主题词来源选择 Title, Abstract, Authors Keywords(DE), Keywords Plus(ID)。选择路径搜索(Pathfinder)算法, 数据抽取对象为 Top 50, 设置TimeSlic-

ing的值为1。运行CiteSpace 3.9.R12得到有关中国雾霾研究机构的聚类图谱(图1)。其中, 圆形节点代表研究机构, 节点的大小代表该机构发文量的多少, 节点越大则该机构的发文越多。节点间的连线代表机构间的研究合作关系, 连线的粗细代表机构间的合作次数, 连线越粗则机构间的合作越密切^[8]。



图1 中国雾霾研究论文的机构聚类图谱

Fig.1 Clustering map of research institutions on haze in China

图谱中不同颜色的连线代表不同的合作年份, 即这些合作研究的发生年, 这些颜色分别对应于图谱上方的年代颜色线^[9]。图谱上方由不同颜色线段组成的彩色直线即是年代颜色线, 从左至右, 分别代表1992年、1993年……依次类推, 最后的线段代表2015年。从图谱中可以得知, 中国雾霾方面的合作研究多发生在2005年以后。

从图1可以看到, 中国雾霾合作研究机构多位于同一省市、地区, 即合作研究中地方合作较多, 如: 江苏省内各气象台间的合作, 北京交通大学校内学院之间的合作, 厦门大学校内学院之间的合作研究等, 机构间的合作次数较少, 多为1次、2次。由此可见该领域在国内的研究相对比较封闭, 各机构间缺少学术交流。从发文频次看, 各机构发文数量都较少, 发文量最多的是西北大学经济管理学院, 其发文量也仅有6篇; 其次分别是中国气象科学研究院, 中国气象局北京市气象研究所, 发文量均为5篇; 武汉大学新闻与传播学院, 郑州市气象局, 发文量均为4篇。虽然关于雾霾研究的文献总量较多, 但从各机构单独或合作发文总量看, 并没有形成中国雾霾研究的核心机构或核心力量。从研究机构看, 高等院校是研究的主要力量。

3 中国雾霾研究论文的作者分析

网络节点选择 Author, 其它参数设置不变, 运行CiteSpace 3.9.R12可得到有关中国雾霾研究的作者聚类图谱(图2)。从图谱中作者名字的大小可以看出作者发文量的多少, 名字显示越大则该作者的发文越多。各节点之间的连线代表作者间的研究合作关系, 连线的颜色代表作者间的合作年代。图谱最上方的彩色线段代表不同的年代, 从左至右分别为1992年、1993年……2015年。

从图2可以看到, 中国雾霾研究的作者分布图中, 虽然大部分分布比较分散, 有很多孤立的点, 但也形成了部分合作研究团体。其中, 多数合作研究发生在2009年以后, 在合作作者数量多于4人的合作团体中, 只有以黄菲为核心的团体有过多次的合作研究, 其余团队多为1次合作。

从发文频次看, 单个作者发文数量都较少, 发文最多的学者是朱成章, 发文数量为5篇, 但是其所有研究成果都是个人独立完成, 并没有与其他人合作发表的文献。发文第二多的是刘端阳, 严文莲, 彭耕耘, 分别发文4篇。研究者多为国内高校教师, 同样可以得出, 高等学校是中国雾霾研究的主要力量。

绘制中国雾霾研究关键词共现图谱如图3所示,图中节点的大小反映了关键词的频次。

由表2和图3可以清晰看出,高频关键词反映出的中国雾霾研究的主要热点领域包括空气污染、空气质量、雾霾天气、大气污染防治、灰霾、污染物排放、可吸入颗粒、PM_{2.5}等。

经过聚类后的关键词图谱如图4所示。图4包含53个不同规模的共词聚类,它们代表着不同的热点主题,部分聚类间通过一些关键点紧密联系,表明这些聚类之间存在着紧密的关联。按照聚类规模统计(取所含关键词节点数在10个以

上),图谱核心区域显示出11个主要聚类。

在图谱中存在许多单独的节点,并有一些小类群分散在主要类群的周边,没有与主要类群进行联接的线段。根据社会网络“核心-边缘”结构模型理论可知,处于较边缘的聚类与核心区域的联系较少或者不存在关联,处于相对孤立的位置,代表了相对独立且尚未形成较大规模的研究领域^[10]。从图4可以看出,有一定数量的独立结点或聚类与核心区域之间不存在关联,这说明中国雾霾研究领域研究内容较为宽泛,但研究热点之间缺少关联,这种现象并不利于学科领域

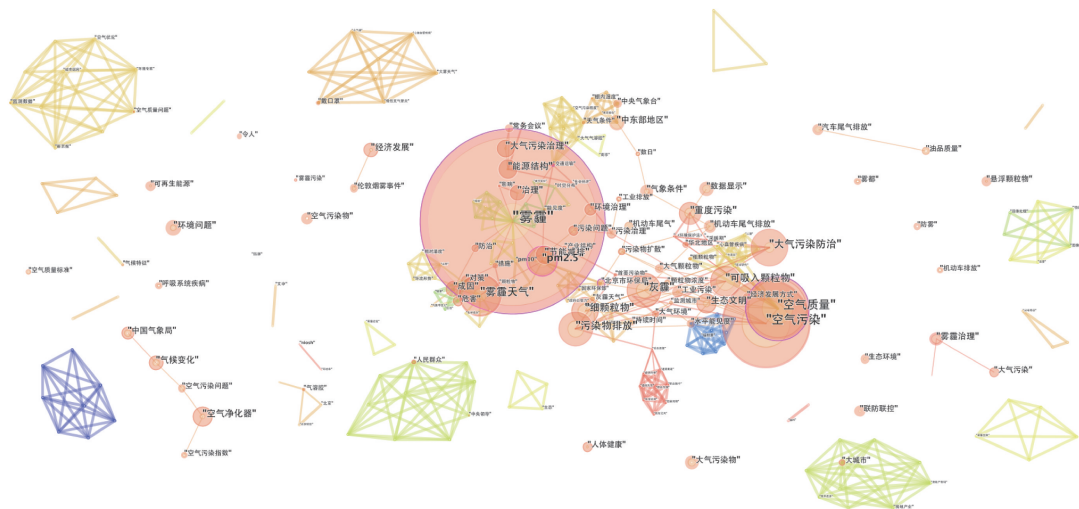


图3 中国雾霾研究论文的关键词共现图谱

Fig.3 Co-occurrence map of keywords on haze research in China

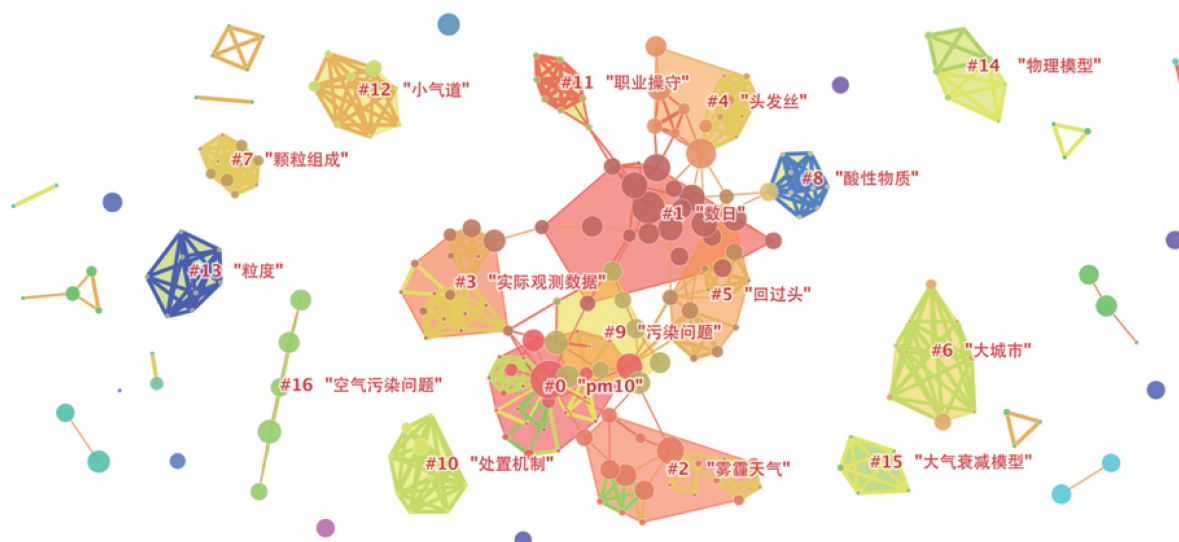


图4 中国雾霾研究的热点聚类图谱

Fig.4 Clustering map of research hotspot on haze research in China

向纵深发展。

参考图谱聚类结果,根据聚类研究内容的相似性程度对结果进行合并整理,同时对聚类关键词相关文献的内容做进一步分析,对类名进行重新界定^[9,11],将近年来中国雾霾研究划分成以下热点领域:

1) 雾霾形成原因研究。雾霾是一种新型的复合空气污染,其本质是人类活动导致的细颗粒物污染,即PM_{2.5}污染^[12]。火电、钢铁、水泥行业为主的煤炭消费、使用非清洁产品的机动车辆以及基础设施建设造成的扬尘是导致雾霾产生的主要原因^[13]。段再明针对山西省的工业特点,对焦化工业特别是目前利用焦化废水熄焦的现状进行了综合分析,测量分析了雾霾天气的化学成分,结果表明,湿法熄焦是诱发雾霾天气的主要原因之一^[14]。孟晓艳等认为地面风速小、相对湿度高、大气层结稳定,更加促进大气污染物累积,并有利于颗粒物吸湿增长,致使空气质量恶化,容易引发强雾霾事件^[15]。

2) 雾霾危害研究。雾霾的危害一方面体现在对人体健康的危害上,另一方面体现在对人们日常生活带来的负面影响上。雾霾可吸附颗粒含有大量有毒、有害物质,这些物质随PM_{2.5}能轻易穿过鼻腔中的鼻纤毛,直接进入肺部,甚至渗进血液,从而引发各种疾病,影响身体健康^[16]。近30年来,中国公众吸烟率不断下降,肺癌的患病率却上升了4倍多,实践研究表明,灰霾天数的增长与肺癌发病率成正比^[17]。雾霾对人体健康的危害还体现在对人体呼吸道及心脑血管的影响。雾霾可吸入颗粒中参杂大量细菌和有害物质伴随着人体呼吸运动通过呼吸道进入肺部,会引发呼吸系统、心脑血管疾病,还会引起刺激性咳嗽,甚至会出现呼吸困难、加重哮喘发作,出现心律失常诱发心脏病等^[18-19]。

雾霾对人们生活带来的负面影响体现在多个方面,对公路、铁路、航空、航运、供电系统、农作物生长等均产生重要影响^[20]。雾霾通过对太阳光的吸收与散射,导致太阳辐射强度减弱与日照时数减少,从而影响植物的呼吸和光合作用,会造成农业减产、绿地生态系统生长受阻等^[21]。雾霾会导致空气质量差,能见度降低,极易引发交通阻塞,发生交通事故^[22]。雾霾天气也会影响电力供应而发生安全事故^[23]。

3) 雾霾危害的治理研究。雾霾对人类生活及人们身体健康带来的危害引起了世界范围的关注。如何对雾霾进行治理,减轻雾霾带来的各种危害成为各界关注的热点问题。要严格加强对污染物排放的限制,制定达标规划,组织力量尽快开展相关治理工作,同时开展大气污染联防联控,切实加强机动车污染防治,提升车用燃油清洁度,并实行重点排放源限产限排机动车限行等应急措施^[24]。赵大顺认为,要对雾霾进行治理,首先要优化产业结构,进一步深化工业污染治理;其次,要坚持清洁能源发展战略,加大扬尘污染控制力度,控制机动车尾气排放;第三要建立PM_{2.5}监测体系,并从法律层面采取措施^[25]。统计分析表明,大城市更应注意区域间

的协调配合以防治雾霾污染。而第二产业占比重大的工业城市应该特别注意雾霾的防治,短期内机动车限行是一种有效的措施^[26]。各级政府环保部门应加大监管制度,切实担负起严格的环保监管职能。在加强环境污染监管工作的同时,加强各项环保设施运行检查。

4) 雾霾天气的防护措施研究。在雾霾天气,人们要做好充分的防护措施以降低雾霾对人们生活各方面带来的危害。雾霾天气少开窗,要尽量避免雾天晨练及雾霾天出门,不得不出门时最好戴上口罩。呼吸病患者和心脑血管病患者在雾天更要坚持按时服药,以免发病^[27]。雾霾天气应加强对公路、机场安全的监控,提升气象预报精确度。在电力系统中要采取科学预防手段,改善线路中瓷件的表面性能同时避开高大的树木或树林。建立农业气象灾害预警系统,改善温湿度条件^[28]。

5) 雾霾预警研究。关于雾霾预警的研究集中于雾霾预警的必要性、迫切性及相关的方法、策略,多是从理论上进行的论述,缺少对于雾霾预警系统的相关研究。李东海等提出要加强灰霾天气的预警预报体系研究。要针对大气气候的不同特征及其湿度、饱和度的监测,根据预警信息等级,进行有效的灰霾天气预警体系建设,并且针对灰霾天气的观测站进行投资建设,使灰霾天气的监测与预报科学化^[28]。马利红通过发放调查问卷的方式实证研究了雾霾天气下心理疾病的预警机制。认为要有效预防雾霾带来的心理伤害,首先要确定预警对象,评估雾霾天气对心理疾病易患人群的显性影响。其次要建立评价标准,明确雾霾天气下心理疾病的发病征兆,并制定监测方案,健全雾霾常态化趋势下心理健康的预警机制;最后要加强危机干预,做好心理危机人群的预防干预方案^[29]。金茜在对雾霾灾害危机事件演化的阶段和特征进行分析的基础上,剖析了当前应对雾霾灾害传媒危机预警的特征,包括天气预报式、外围辐射式、评论引导式和打擦边球式等。预测了大数据时代传媒预警的趋势和未来,同时指出建立传媒预警数据库的迫切性^[30]。

5 结论

通过信息可视化技术CiteSpace 3.9.R12软件的分析 and 处理,用知识图谱的方式展示了国内雾霾研究领域的研究机构分布、作者的合作情况以及当前的研究热点。

由于数据库文献数据收录范围和数量有限,本文的结论难免与现实情况存在一定偏差。本研究仅限于对国内研究进行分析,后续研究将在此基础上对国外雾霾研究现状进行分析,并对国内外的研究进行对比分析,为中国雾霾研究的进一步开展提供参考。

参考文献(References)

- [1] 肖宏伟. 雾霾成因分析及治理对策[J]. 宏观经济管理, 2014(7): 70-71.
Xiao Hongwei. The reasons analysis and management strategies of haze

- [J]. Macroeconomic Management, 2014(7): 70-71.
- [2] 李晓燕. 京津冀地区雾霾影响因素实证分析[J]. 生态经济, 2016, 32(3): 144-150.
Li Xiaoyan. Empirical analysis of the smog factors in Beijing-Tianjin-Hebei region[J]. Ecological Economy, 2016, 32(3): 144-150.
- [3] 岳利萍, 马瑞光. 基于排放权核算的雾霾治理创新[J]. 人文杂志, 2016(4): 37-44.
Yue Liping, Ma Ruiguang. Haze managing innovation based on emission rights[J]. The Journal of Humanities, 2016(4): 37-44.
- [4] 王诺. 成果-效果分析/成本-效益分析方法在雾霾治理研究中的应用[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(11): 85-88.
Wang Nuo. The application of cost-effectiveness analysis/cost-benefit analysis method in the research of pollution control of air particulate matter[J]. China Population, Resources and Environment, 2015, 25(11): 85-88.
- [5] 郭俊华, 刘奕玮. 我国城市雾霾天气治理的产业结构调整[J]. 西北大学学报(哲学社会科学版), 2014, 44(2): 85-89.
Guo Junhua, Liu Yiwei. The industrial structure readjustment of the haze weather governance in our country[J]. Journal of Northwest University(Philosophy and Social Sciences Edition), 2014, 44(2): 85-89.
- [6] 冷艳丽, 杜思正. 产业结构、城市化与雾霾污染[J]. 中国科技论坛, 2015(9): 49-55.
Leng Yanli, Du Sizheng. Industry structure, urbanization and haze pollution: an empirical analysis based on the panel data of province level[J]. Forum on Science and Technology in China, 2015(9): 49-55.
- [7] Chen Chaomei. CiteSpace 3.9.R12 (64-位) [EB/OL]. (2015-08-30). <http://blog.sciencenet.cn/blog-496649-916971.html>.
- [8] Chen C, Dubin R, Kim M C. Emerging trends and new developments in regenerative medicine: A scientometric update (2000-2014)[J]. Expert Opinion on Biological Therapy, 2014, 14(9): 1295-1317.
- [9] Chen C M, San F I, Hou J H. The structure and dynamics of co-citation clusters: A multiple-perspective co-citation analysis[J]. JASIST, 2010, 61(7): 1386-1409.
- [10] 刘军. 社会网络分析导论[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2004: 268-271.
Liu Jun. An introduction to social network analysis[M]. Beijing: Social Sciences Academic Press, 2004: 268-271.
- [11] Chen C, Hu Z, Liu S, et al. Emerging trends in regenerative medicine: A scientometric analysis in CiteSpace[J]. Expert Opinion on Biological Therapy, 2012, 12(5): 593-608.
- [12] 杨小阳, 白志鹏. 雾霾天气的成因及其法律层面应对状况与操作层面政策建议[J]. 中国能源, 2013(4): 6-10.
Yang Xiaoyang, Bai Zhipeng. The cause of the haze weather and the recommendations on law status and operational policy[J]. Energy of China, 2013(4): 6-10.
- [13] 周涛, 汝小龙. 北京市雾霾天气成因及治理措施研究[J]. 华北电力大学学报(社会科学版), 2012(2): 12-16.
Zhou Tao, Ru Xiaolong. Beijing haze weather research on causes and control measures of haze weather in Beijing[J]. Journal of North China Electric Power University(Social Sciences), 2012(2): 12-16.
- [14] 段再明. 解析山西雾霾天气的成因[J]. 太原理工大学学报, 2011(5): 539-541.
Duan Zaiming. Analysis of the causes of fog and haze in Shanxi[J]. Journal of Taiyuan University of Technology, 2011(5): 539-541.
- [15] 孟晓艳. 2013年1月京津冀地区强雾霾频发成因初探[J]. 环境科学与技术, 2014(1): 190-194.
Meng Xiaoyan. Preliminary study of the dense fog and haze events' formation over Beijing-Tianjin-and-Hebei region in January of 2013[J]. Environmental Science & Technology, 2014(1): 190-194.
- [16] 李金岚. 论雾霾天气的成因危害及防治措施[J]. 资源节约与环保, 2013(10): 146.
Li Jinlan. Causes of fog and haze harm and prevention measures[J]. Resources economization & Environmental Protection, 2013(10): 146.
- [17] 圣隆佐. 灰霾危害猛于尼古丁[J]. 环境教育, 2009(1): 71.
Sheng Longzuo. Haze's harm greater than nicotine[J]. Environmental Education, 2009(1): 71.
- [18] 孙鹏鹏, 周浩亮. 雾霾天气的危害及其应对措施[J]. 现代农业科技, 2013(23): 245-246.
Sun Pengpeng, Zhou Haoliang. Harm of haze and the prevention measures[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2013(23): 245-246.
- [19] 刘丽杰. 雾霾天气形成原因、危害及治理[J]. 科技视界, 2013(32): 310.
Liu Lijie. The causes, harm and government of haze weather[J]. Science & Technology Vision, 2013(32): 310.
- [20] 刘会灵. 雾霾对蔬菜生产的危害及对策[J]. 现代农村科技, 2013(4): 38-40.
Liu Huiling. The haze's harm to vegetable and prevention measures[J]. Modern Rural Technology, 2013(4): 38-40.
- [21] 李金岚. 论雾霾天气的成因危害及防治措施[J]. 资源节约与环保, 2013(10): 163-164.
Li Jinlan. Causes of fog and haze harm and prevention measures[J]. Resources Economization & Environmental Protection, 2013(10): 163-164.
- [22] 高俊喜. 雾霾天气的成因、危害与防御[J]. 产业与科技论坛, 2014(4): 60-61.
Gao Junxi. The causes, harm and defence of haze weather[J]. Industrial & Science Trivune, 2014(4): 60-61.
- [23] 王守强. 雾霾的成因危害及防护研究[J]. 农业与技术, 2012(10): 163-164.
Wang Shouqiang. Study on the causes, harm and defence of haze[J]. Agriculture & Technology, 2012(10): 163-164.
- [24] 周蓉. 浅谈“雾霾”成因及治理[J]. 商, 2013(1): 270.
Zhou Rong. The causes and government of haze[J]. Business, 2013(1): 270.
- [25] 赵大顺. 浅析雾霾天气成因及治理措施[J]. 知识经济, 2013(7): 104.
Zhao Dashun. The causes and government measures of haze[J]. Knowledge Economic, 2013(7): 104.
- [26] 冯少荣, 冯康巍. 基于统计分析方法的雾霾影响因素及治理措施[J]. 厦门大学学报, 2015(1): 114-121.
Feng Shaorong, Feng Kangwei. Haze pollution and its control measures based on statistical methods[J]. Journal of Xiamen University (Natural Science), 2015(1): 114-121.
- [27] 靳芳亮, 宋二潭. 雾霾的成因、危害和防护[J]. 河南科技, 2013(18): 177.
Ji Fangliang, Song Ertan. The causes, harm and protection of haze[J]. Henan technology, 2013(18): 177.
- [28] 李东海, 何彩霞. 浅谈雾霾天气的识别及预警策略[J]. 安徽农学通报, 2011, 17(18): 165-166.
Li Donghai, He Caixia. The identification and early warning strategy of haze weather[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2011, 17(18): 165-166.

- [29] 马利红. 雾霾天气对心理健康的影响及预警机制[J]. 才智, 2013(4): 330.
Ma Lihong. The influence and early warning mechanism to mental health of haze weather[J]. Intelligence, 2013(4): 330.
- [30] 金茜. 雾霾灾害视阈下的危机演化及传媒预警[J]. 华中人文论丛,

2014(6): 210-212.

Jin Qian. The evolution of the crisis and the media early warning in the visual threshold of haze[J]. Huazhong Humanity Forum, 2014(6): 210-212.

Analysis of domestic haze research using mapping knowledge domain

YAN Peisheng, YUAN Yongjiu

School of Municipal and Environmental, Harbin Institute of Technology, Harbin 150080, China

Abstract Taking the data of documents from CNKI database as the research sample, this article obtains a series of knowledge maps for the haze research of China. The results indicate that the research strengths are scattered. Although there are some collaborative researchers, but there is lack of long-term cooperation among the partners. The obvious core research strength in China has not been constructed. The main focuses of current haze research are mostly on the following issues: the causes of haze, the protection in haze whether, the harm of haze, the governance of haze and the early warning of haze.

Keywords haze; mapping knowledge domain; visualization research

(责任编辑 陈广仁)