

# 基于 WoS 平台的中外水土保持研究 计量学比较分析

张洪伟<sup>1,2</sup>, 李华<sup>1</sup>, 未碧贵<sup>1</sup>, 周添红<sup>3</sup>, 贡力<sup>4</sup>, 杨浩<sup>1</sup>

(1. 兰州交通大学 环境与市政工程学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 城市雨水系统与水环境  
省部共建教育部重点实验室, 北京 100044; 3. 中国科学院 兰州化学物理研究所,  
甘肃 兰州 730000; 4. 兰州交通大学 土木工程学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** [目的] 对比分析中外水土保持研究的文献增量趋势、学科分布、机构和作者的合作网络以及水土保持研究热点, 为中国相关领域学者、科研机构以及政府管理部门在加强国际科研合作以及关注农业农学问题研究等方面提供科学有益的参考。[方法] 以 Web of Science(WoS)数据库 1986—2015 年中外水土保持文献数据为对象, 以知识图谱的方式, 运用 CiteSpace 计量学分析软件对引文数据进行了分析和处理。[结果] 中外水土保持研究文献总量均呈稳定增长趋势; 美国、中国、澳大利亚占据了文献产出国家排名的前 3 位, 欧洲高产国家最多; 总体学科领域跨度较大, 新兴学科增长明显; 中外机构合作联系紧密, 树状图谱枝杈丰满, 形成了以中国、美国为重要产出节点的合作生态链; 比利时的佩森(Poesen J)、戈韦尔(Govers G)等学者产出最多, 且在各国学者合作中起到了重要的桥梁作用。[结论] 中外在水土保持研究热点上十分接近, 土壤侵蚀、径流和建模是中外频次最高的研究热点关键词。

**关键词:** 水土保持; CiteSpace; 知识图谱; 计量学分析

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1000-288X(2017)01-0212-07

**中图分类号:** S157.9

**文献参数:** 张洪伟, 李华, 未碧贵, 等. 基于 WoS 平台的中外水土保持研究计量学比较分析[J]. 水土保持通报, 2017, 37(1): 212-218. DOI: 10. 13961/j. cnki. stbctb. 2017. 01. 038; Zhang Hongwei, Li Hua, Wei Bigui, et al. A literature comparative analysis on soil and water conservation between China and foreign countries based on Web of Science[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(1): 212-218. DOI: 10. 13961/j. cnki. stbctb. 2017. 01. 038

## A Literature Comparative Analysis on Soil and Water Conservation Between China and Foreign Countries Based on Web of Science

ZHANG Hongwei<sup>1,2</sup>, LI Hua<sup>1</sup>, WEI Bigui<sup>1</sup>, ZHOU Tianhong<sup>3</sup>, GONG Li<sup>4</sup>, YANG Hao<sup>1</sup>

(1. School of Environmental and Municipal Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou, Gansu 730070, China; 2. Key Laboratory of Urban Stormwater System and Water Environment, Ministry of Education, Beijing 100044, China; 3. Lanzhou Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, Gansu 730000, China; 4. School of Civil Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

**Abstract:** [Objective] This study intended to compare the literature incremental trend of international studies on soil and water conservation, discipline distributions, cooperation network of institutions and authors, and research hot spots between China and foreign countries. It aims to provide a scientific and practical implication for scholars in the related fields, research institutions and government departments to enhance the citation frequency, strengthen international cooperation and pay attention to the research of agricultural science and so on. [Methods] Based on literature from 1986 to 2015 from the Web of science databases, CiteSpace visualization analysis software was used to analyze and process the citation data in the way of mapping knowl-

收稿日期: 2016-08-10

修回日期: 2016-10-13

资助项目: 教育部创新团队资助“黄河上游水环境综合整治技术体系研究”(IRT\_14R25); 甘肃省科技计划资助(1604ZCRA014, 1606RJZA039)

第一作者: 张洪伟(1979—), 男(汉族), 吉林省公主岭市人, 博士研究生, 讲师, 主要从事水土保持及水环境健康风险研究。E-mail: 38047@163.com。

通讯作者: 李华(1978—), 女(汉族), 吉林省公主岭市人, 博士研究生, 工程师, 主要从事水土保持及湿地水处理研究。E-mail: 41245363@qq.com。

edge domains. [Results] The literature on soil and water conservation increased steadily. United States, China, and Australia were ranked as the top three countries in the document output. European countries were the most high-yielding. The literatures span more disciplines, new disciplines emerged significantly. The cooperation between China and foreign institutions was closer; The tree diagram showed that an important cooperation ecological chain was established by China and America as an important output node. The most productive researchers were Belgian Poesen and Govers etc. who played an important role in bridging the academic cooperation between China and foreign countries. [Conclusion] The international research focus was similar. The soil and water conservation, soil erosion, runoff and model were the highest frequency hot keywords.

**Keywords: soil and water conservation; CiteSpace; mapping knowledge domain; literature analysis**

联合国粮食及农业组织《世界土壤资源现状 2015》报告显示,每年因水蚀造成的土壤流失达  $2.00 \times 10^9 \sim 3.00 \times 10^9$  t,因耕作侵蚀造成的土壤流失每年达  $5.00 \times 10^8$  t,水土侵蚀导致  $2.30 \times 10^7 \sim 4.60 \times 10^7$  t 年通量氮和  $1.46 \times 10^7 \sim 2.64 \times 10^7$  t 年通量磷从农业用地流失,按美国农场化肥价格计算每年因肥料补充需要花费 77~140 亿美元<sup>[1]</sup>。水土保持问题已逐渐成为全球学者研究的热点领域,也逐渐得到世界各国政府的关注和重视<sup>[2-5]</sup>。

经过作者检索,仅 Web of Science(简称 WoS)数据库在 1986—2015 年就发表水土保持相关学术论文近 25 000 条,由于水土保持研究的跨学科性和气候、人为环境对研究方向的驱动,科研人员很难掌握和梳理水土保持研究领域的文献成果产量分布、学者贡献分布、研究关键热点等信息。因此,本研究拟从文献计量学角度,运用知识图谱分析软件,将中外水土保持研究的基本现状、科研合作、研究热点进行系统直观的分析,以期水土保持研究人员和管理决策人员提供科学的参考依据。

## 1 研究方法 with 数据来源

采用近年来知识图谱可视化分析领域具有一定特色和影响力的软件 CiteSpace 作为数据分析工具<sup>[6]</sup>,它不仅提供了引文空间的挖掘,还提供了关键词、主题词的共同分析和作者、机构、国家/地区的共现分析,并且具有丰富的图谱输出功能,同时也可在一定程度上避免研究人员主观判断对分析结果的影响,进而增强结果的客观性<sup>[7]</sup>。本研究采用 CiteSpace 软件的 4.4.R1 版本对中外水土保持研究文献进行了数据分析。

本研究的数据来源于自然科学引文数据库科学网(Web of science, WoS)。文献检索时间跨度为 1986—2015 年,文献类别选择 article(文章)和 proceedings paper(会议论文)。由于文献收集是否全面将直接影响数据分析的准确性,笔者从 4 大类对

水土保持相关论文主题(Term)进行了检索,一类是对含水土流失、水土保持、水土综合控制管理等显著语句的文献主题进行搜索,检索语句为(“soil and water”or “water and soil”)and (loss or conservation or prevention or “comprehensive control”or “comprehensive management”or “erosion control”);第二类是根据侵蚀、沙化、耕作等土壤保持研究典型成因热点关键词,结合水土流失、保护等语句进行文献搜索,语句为(erod \* or erosi \* or denud \* or desertification or sandification or rockification or degradation or terrace or infiltration or landslide or tillage or “crop rotation”or runoff or “small watershed”or “land use”or “land preparation”or “slope stabilization”or “slope protection”or “bank protection”or “check dam”or “landslide”or “debris flow”or “agroforestry”or “covering cultivation”or “no-tillage”or “non-tillage”or “surface erosion”or “spraying glassseeds with net”)and (“soil loss”or “soil conservation”or “water conservation”or “water detention”);由于“water loss”语句会产生很多干扰文献,所以去掉该语句后笔者将蓄水、节水灌溉等作为第 3 类主题进行了补充检索,语句为(irrigat \* or “water cellar”or “water storage pool”or pond or “deposition pool”)and (“water detention”or “water saving”);第 4 类重点参照了国家标准《水土保持术语》(GB-T 20 465-2006)中的基本术语进行搜索,包括土壤侵蚀、风蚀、水蚀、免耕等,语句为“soil erosion”or “soil denudation”or “soil conservation”or “Hydraulic erosion”or “gravit \* erosion”or “wind erosion”or “water erosion”or “rainfall erosi \* ”or “natural erosion”or “erosion caused by human”or “gully erosion”or “leaching erosion”or “tillage erosion”or “rill erosion”or “wave erosion”or “headward erosion”or “freeze \* erosion”or “soil antierosivity”or “slope collapse”or “no-tillage”or “non-tillage”or “water

detention and soil conservation”,再用或(or)语句对以上条件进行连接得到综合检索语句。最终,检索到国外文献 21 945 篇,中国文献 4 226 篇,累计文献共计 24 959 篇,其中中外合作文献 1 202 篇在国外、国内文献中均进行了统计。同时,采用 WoS 数据库文献分析功能提取了文献的出版年、国家/地区、机构、研究方向以及 WoS 学科分类等信息数据。具体检索信息如表 1 所示。

表 1 水土保持研究文献数据检索条件

索引类型	SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI, CCR-EXPANDED
文献类别	文章(ARTICLE),会议论文(PROCEEDINGS PAPER)
时间跨度	1986—2015 年
检索结果	总计 24 969 篇,国外 21 945 篇, 中国 4 226 篇
检索时间	2016 年 9 月 2 日

## 2 中外水土保持研究领域的文献产出情况

### 2.1 总体产出情况比较

图 1 为中外水土保持研究领域的文献总体产出情况,并对文章和会议论文进行了分别比较。可见,从 1986 年以来,中外水土保持研究文献中文章总量均呈现明显上升趋势,国外文章总量由 1986 年的 71 篇增加到 2015 年的 1 514 篇,国内文章总量由 1987 年的 1 篇增加到 2015 年的 512 篇;而文献中会议论文数量则均呈现出先上升再下降的倒 U 型曲线,不同的是国外会议论文数量从 2001 年的 264 篇开始逐年递减,在近 3 a 略有回升,而中国起步于 1992 年,在 2012 年以前一直处于曲线上升阶段,近 3 a 才呈现了逐年下降的趋势,也说明在水土保持研究领域国

际会议的全球数量和影响力有所降低,学者更加关注于高质量期刊文章的发表。

### 2.2 国家产出情况比较

本文对产出数量排名前 15 名的国家进行了统计,前 3 名分别是美国、中国和澳大利亚,其文献产出分别为 7 336,4 226 和 1 459 篇。其中,欧洲国家占了 7 席,接近 1/2,而非洲国家无缘 1 席。中美 2 国文献总量超过了国际总量的 1/3,中国在文献产出数量上仅次于美国,远远高出其他国家,在国际上占据了重要地位,成为水土保持研究领域的重要贡献国家。

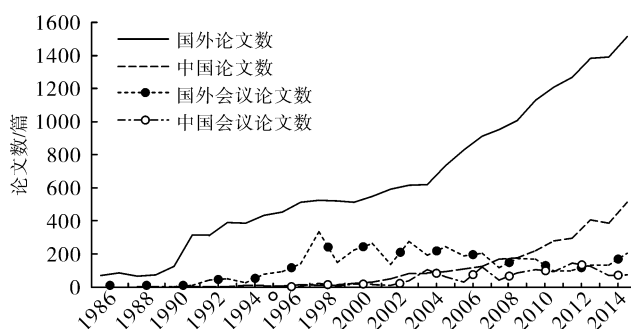


图 1 中外水土保持研究文献产出情况

### 2.3 学科分布情况比较

根据检索数据库 WoS 学科分类数据,绘制了排名前 10 的中外学科分布对比表格(如表 2 所示)。可见,中外水土保持研究的学科分布情况较为相似,前 10 个学科中有 7 个学科相同,且排名前 6 的学科基本一致,国外文献产出最高的学科为土壤科学,中国为环境科学,占比分别达到了 28%和 27%。学科差异较大的是国外的植物科学、农业工程和农业综合学科 3 个学科均进到了前 10,而国内没有 1 个,说明国外在水土保持领域农业、植物等方面的研究多于国内,而国内在环境工程、材料综合学科以及土木工程等方面的研究相对更多。

表 2 中外水土保持研究文献学科分布对比情况

学科类别	国际论文		中国论文	
	论文数量	比例/%	论文数量	比例/%
土壤科学	6 086	28	827	19
环境科学	4 771	22	1 154	27
水资源	4 312	20	1 122	27
地球科学综合学科	4 100	19	800	19
农学	2 657	12	329	8
生态学	2 139	10	345	8
地球物理	1 920	9	254	6
农业综合学科	1 351	6	318	8
植物科学	1 077	5	286	7
农业工程	925	4	220	5

从图 2 中能够看出国内外水土保持研究的学科的年度跨度情况,国外从 1986 年的 37 个学科领域发展到 2015 年的 127 个学科领域,而国内从 1987 年的 2 个发展到 2012 年的 93 个,近 3 a 学科领域跨度略有下降,但整体均呈现了缓慢递增的趋势,说明国内外水土保持研究的跨学科性逐渐增强,新兴学科日益繁荣。受中国与国外文献总量的影响,中国学科年度数明显低于国外。

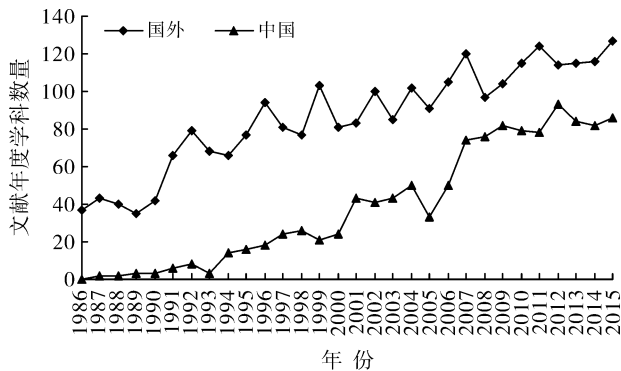


图 2 中外水土保持研究文献学科年度数量变化情况

### 3 中外水土保持研究的科研合作情况

#### 3.1 中外研究机构合作情况

在 CiteSpace 软件中将“Node Type”参数选择为 Institution,即机构合作网络分析选项;时间切片“Time Slicing”分割值设定为 3 a,将 1986—2015 年文献分析时间以每 3 a 为 1 个时间段进行机构产出频次统计;每个时间切片“Selection Criteria”阈值选择为 Top120,即只对 3 a 中频次排序前 120 的机构进行网络合作分析;网络裁剪使用 Pathfinder + Pruning the merged network + Pruning the sliced networks 组合模式进行优化,运行得到水土保持研究领域科研机构合作网络图谱(如附图 7 所示)。具有高的中心性的文献通常是连接 2 个不同领域的关键枢纽<sup>[8]</sup>,在网

络合作中发挥着重要的联结媒介作用。分区内代表性机构的文献产出频次(数量)、中介中心性大小以及机构中英文名称如表 3 所示。表 3 中列出了产出排名前 10 和中心性大小排名前 10 的机构。

产出排名前 3 的机构分别是中国科学院、美国农业部农业局和比利时天主教鲁汶大学,产出频次分别为 2 312,2 025,532,特别是中科院单个机构产出数量超过了中国文献总产出数量的 1/2;中心性排名前 3 的分别是美国农业部农业局、美国怀俄明大学、法国海外科技研究办公室,中介中心性大小分别为 0.59,0.52,0.4。

分区中,Z<sub>1</sub>分区为以中科院为中心的中国分区,代表性机构包括北京师范大学、西北农林科技大学以及中国农业大学等,从表 3 中能够看出北京师范大学在文献产出频次和中心性两方面都有着不俗的表现,分别达到 380,0.31,西北农林科技大学则在产出频次上取得了第 6 名的不俗成绩;W<sub>1</sub>,W<sub>2</sub>分区为以美国农业部农业局和科罗拉多州立大学为重要产出机构的美国分区,W<sub>1</sub>分区代表性机构还包括普渡大学、华盛顿州立大学、俄亥俄州立大学等众多名校,该分区枝状树繁盛,机构间合作较多,W<sub>2</sub>分区代表性机构包括科罗拉多州立大学、佐治亚大学、佛罗里达大学以及印度理工学院等机构;W<sub>3</sub>分区为以比利时天主教鲁汶大学、澳大利亚联邦科学与工业研究组织为重要节点的国外机构合作分区,代表性机构还包括比利时根特大学、英国康奈尔大学、西班牙高等科研委员会以及埃塞俄比亚默克莱大学等,该分区汇集了众多欧洲和澳洲名校;W<sub>4</sub>分区由于内部所有机构频次均较低,所以机构标签没能显示出来,但从该分区链接线颜色以蓝色、蓝绿色为主可以判断该分区机构间合作的时间大体在 1986—1992 年,由于时间久远,当时文献产出数量较少,加之部分机构已更名等原因导致该分枝标签均未能显示。

表 3 中外水土保持研究重点产出和高中心性机构文献产出排名 TOP10 和文献中心性排名 TOP10

文献产出排名 TOP10				文献中心性排名 TOP10			
序号	频次	中心性	产出机构	序号	频次	中心性	产出机构
1	2 312	0.24	中国科学院	1	2 025	0.59	美国农业部农业局
2	2 025	0.59	美国农业部农业局	2	7	0.52	美国怀俄明大学
3	532	0.10	天主教鲁汶大学	3	12	0.40	法国海外科技研究办公室
4	411	0.01	加拿大农业与农业食品部	4	300	0.39	美国俄亥俄州立大学
5	380	0.31	北京师范大学	5	27	0.34	Communities 欧共体
6	349	0	西北农林科技大学	6	13	0.32	英国伦敦大学学院
7	344	0.04	西班牙高等科研委员会	7	380	0.31	北京师范大学
8	300	0.39	美国俄亥俄州立大学	8	79	0.31	荷兰乌得勒支大学
9	263	0	美国普渡大学	9	85	0.30	德国波恩大学
10	259	0.03	美国华盛顿州立大学	10	17	0.29	英国达拉谟大学

$J_1$  至  $J_{10}$  是中介中心性排名前 10 的节点,如图中紫色箭头指向所示。从美国农业部农业局开始,一直到中国北京师范大学结束, $J_1$  至  $J_{10}$  节点通过一条完整的链接线,搭起了美国和中国合作的桥梁。之所以以上节点为关键节点且中心性较高,笔者分析主要原因是链接线两端的中美机构具有极高的产出频次,与其自身频次基本无关,如美国怀俄明大学、法国海外科技研究办公室、英国伦敦大学学院等机构文献产出频次很低,却具有较高的中心性,可见中心性的计算主要看节点在临近节点以及整个网络中发挥的作用大小。

综上,中外机构合作图谱生长树枝杈丰满,形成了以中国、美国部分国家机构为重要产出节点,美国、英国部分机构为重要媒介联结节点的完整合作生态树,

说明中外主要科研机构合作紧密,具有良好的合作生态链。

中国以中科院为代表的水土保持研究机构文献产出数量优势明显,在整个合作网络联结以及总体文献产出贡献上均发挥了重要作用;国外以美国农业部文献产出数量最多,且中心性排名第 1,在产出贡献和媒介联结上均发挥了较好的作用。

### 3.2 中外作者合作情况

CiteSpace 功能与参数设置区的“Node Type”选择为 Author,时间切片阈值选择为 Top60,其他参数同机构合作设置,运行得到中外作者合作网络图谱,如附图 8 所示。分区内代表性作者论文产出及来源机构情况如表 4 所示。

表 4 作者合作网络分区及代表性作者

分区	代表性作者/中译名	合作论文频次/排名	中介中心性/排名	国家/机构
A <sub>1</sub>	Poesen J/佩森	235/1	0.17/3	比利时/天主教鲁汶大学(荷兰语)
	Govers G/戈韦尔	145/3	0.11/8	比利时/天主教鲁汶大学(荷兰语)
	Deckers J/德克斯	85/5	0.01/—	比利时/天主教鲁汶大学(荷兰语)
	Nyssen J/尼森	65/7	0.01/—	比利时/根特大学
	Verstraeten G/韦斯特恩	54/11	0.15/4	比利时/天主教鲁汶大学(荷兰语)
	Van Oost K/奥斯特	19/—	0.15/4	比利时/天主教鲁汶大学(法语)
A <sub>2</sub>	Fu B J/傅伯杰	70/6	0.01/—	中国/中科院生态环境研究中心
	Chen L D/陈利顶	40/16	0.01/—	中国/中科院生态环境研究中心
	Zhang G H/张光辉	38/20	0.14/7	中国/北京师范大学
	Zhang J H/张建辉	52/13	0.06/17	中国/中科院成都山地灾害研究所
A <sub>3</sub>	Lal R/拉尔	148/2	0.02/—	美国/俄亥俄州立大学
	Nearing M A/尼尔林	64/8	0.08/11	美国/国家土壤侵蚀实验室
	Zhang X C/张勋昌	60/10	0.09/10	美国/农业部牧草地研究实验室
	Flanagan D C/弗拉纳根	45/14	0.05/19	美国/国家土壤侵蚀实验室
A <sub>4</sub>	Walling D E/沃林	118/4	0.04/20	英国/埃克塞特大学
	Zhang Y/张渝生	62/9	0.18/2	英国/洛桑研究中心
	Quine T A/奎因	16/—	0.20/1	英国/埃克塞特大学
	Zhang X B/张信宝	20/—	0.02/—	中国/中科院成都山地灾害研究所

国外合作分区中,A<sub>1</sub> 是论文高产作者数量最多的分区,代表性作者均来自比利时,其中佩森的论文产出数量达到 235 篇之多,戈韦尔、德克斯、尼森、韦斯特恩产出频次也分别达到 145,85,65,54,排名均在 11 名之前,不仅如此,佩森、戈韦尔、韦斯特恩和频次不高的奥斯的中介中心性排名均比较靠前(紫色圆环较粗),说明以上作者在水土保持研究领域多国作者合作中起到了较好的联结媒介作用,由于分区内代表性作者大多来自比利时,可见比利时的学者团队在水土保持研究上处于世界的领先地位;A<sub>2</sub> 分区枝繁叶茂,高产作者较多,代表性作者以来自中国的为主,论文产出频次最多的作者是中科院的傅伯杰

院士,频次达到 70,中介中心性最高的是北京师范大学的张光辉教授,中心性达到 0.14 第 7 名,与中国科学院的张建辉、陈利顶等在整个分区多国合作网络中起到了重要链接纽带作用;A<sub>3</sub> 分区的代表性作者以美国学者为主,包括产出频次 148 排名第 2 的俄亥俄州立大学的拉尔,以及美国国家土壤侵蚀实验室、农业部牧草地研究实验室的尼尔林、弗拉纳根、张勋昌等学者,他们无论在论文频次和中心性上均具有较强的竞争优势,但该分区树状网络较简单,说明作者合作并不广泛;A<sub>4</sub> 分区的网络结构更为简洁,但代表性作者十分突出,以来自英国的为主,包括产出频次排名第 4 的英国埃克塞特大学的沃林以及中介中心性

排名第 1,第 2 的奎因、张渝生等学者,为中英以及其他国家学者之间的合作发挥了重要的链接作用。

总体来看,4 个分区内具有较清晰的合作脉络,分区间也存在着一定的合作联系,中外作者间形成了较好的合作生态链。中国分区中绝大部分为中国作者,说明中国本土间合作更多,而国际间合作需要进一步加强;国外分区中以比利时、美国、英国国家间作者合作最为集中,而其他国家大部分作者由于低产出和低中心性未能在图中得以显示。从单个作者论文产量看,产出最多的国家排序为比利时、美国、英国和中国。

#### 4 中外水土保持研究热点比较分析

用词频分析方法来研究某领域的发展动向和研究热点,已成为国内外广泛采用的方法,就是在文献信息中提取能够表达文献核心内容的关键词或主题词频次,依频次高低分布来确定学科的热点内容、主题分布以及学科结构<sup>[8-9]</sup>。这里,笔者采用 CiteSpace 的强大关键词共现分析功能来分析中外水土保持研究的热点。首先将软件“Node Type”参数选择为 Keywords“Time Slicing”设置为 1,阈值选择为 Top100,即对每 1 a 中频次排序前 100 的关键词进行共现分析。再通过软件“Network Summary Table”功能导出关键词表格数据,截取频次排名前 20 的关键词进行中外研究热点比较,如表 5 所示。

表 5 中外水土保持研究热点关键词

国外关键词	频次	共现年	中国关键词	频次	共现年
soil erosion	3 903	1988	soil erosion	810	1995
runoff	2 039	1990	china	633	1994
no tillage	1 736	1990	loess plateau	402	1997
management	1 733	1990	runoff	360	1997
tillage	1 332	1990	model	311	2000
model	1 320	1991	land use	271	1997
nitrogen	1 241	1990	management	258	1995
wind erosion	1 000	1991	wind erosion	253	1995
organic matter	958	1990	vegetation	211	1997
land use	953	1991	GIS	208	1993
sediment	909	1990	nitrogen	200	1996
conservation tillage	786	1990	catchment	189	1997
infiltration	765	1990	no tillage	186	2007
catchment	732	1996	sediment	183	1994
GIS	703	1996	climate change	168	2005
vegetation	686	1994	organic matter	129	2004
carbon	680	1990	land use change	123	2005
climate change	637	1993	tillage	120	1995
rainfall	565	1990	sediment yield	115	1997
sediment yield	541	1991	water erosion	113	2002

从表 5 可知,中外在水土保持研究热点关键词上比较接近,前 20 个关键词中有 16 个相同,这与前面学科相似恰恰呼应。

共同排在前几位的关键词分别是土壤侵蚀(soil erosion)、径流(runoff)和建模(model)。其中土壤侵蚀是造成水土流失的主因,具体包括水力侵蚀、风力侵蚀、冻融侵蚀、重力侵蚀等,而地表径流、地下径流等径流的冲刷搬运又是水力侵蚀的重要致因。所以这 2 个关键词与水土保持相关性最大,而建模则是各类侵蚀研究预测的重要方法,包括 USLE, RUSLE, CSLE 经验模型以及 SWAT 物理模型等。从国外关键词起始年可以看出,这几个关键词大多产生在 1988—1991 年,均是早期研究的热点方向。

其他关键词,如农业耕作(tillage)、免耕(no tillage)均出现在中外的热点关键词中,国外还包括保护性耕作(conservation tillage),这与前面学科方向中国内外在农学方面的研究较多相对应。由于沉积与侵蚀密不可分,雨水、河流冲刷沉积物也是造成溅蚀、沟蚀等的主因<sup>[10-12]</sup>,所以沉积物(sediment)、沉积量(sediment yield)两个关键词也相应成为中外共同的热点关键词。

气候变化(climate change)造成的水土流失近年来成为国际研究关注的热点<sup>[13-15]</sup>,这也将是未来水土保持研究领域永恒持续的课题。由于黄土高原(Loess Plateau)的土壤特性更加容易造成水土流失,所以中国在此方面的研究较为活跃,而国外针对土壤有机碳(carbon)、碳通量的研究较多<sup>[16-18]</sup>,这也成为中外水土保持研究的最大区别。此外,国内外在水土保持管理(management)、土地利用(land use)变化、风蚀(wind erosion)、植被(vegetation)覆盖、氮素(nitrogen)流失、土壤有机质(organic matter)、流域(catchment)侵蚀等关键词的研究较多,均出现在前 20 个热点关键词中。

从起始年的整体分布来看,国外高频关键词的研究大多出现在 1990 年左右,而国内大多出现在 1997 年,说明国内对以上热点领域的研究相对滞后于国外,但要注意的是关键词共现年并不代表该关键词的研究起始年。

#### 5 结论

本文利用 CiteSpace 文献计量软件对中外 1986—2015 年 WoS 收录的水土保持相关的科技文献进行了比较分析,结果表明:

(1) 文献产出及引文方面。从文献产出数量看,国内外期刊文章数量均呈现持续稳定增长的趋势,会

议论文数量均呈现倒 U 型下降趋势,国内外学者更加关注于高质量期刊文章的发表;中国文献总体产出数量占到国际的 1/5,对水土保持国际研究贡献较大。

(2) 国家产出方面。美国、中国、澳大利亚占据了产出国家排名的前 3 位,中美两国分别以 7 336 篇和 4 226 篇占据了绝对优势;前 15 个国家中欧洲国家占据了 7 个,无非洲国家,说明欧美发达国家和部分发展中国家的学者对水土保持研究的关注程度更高。

(3) 学科分布方面。总体学科领域跨度较大,新兴学科增长明显,国外由 1986 年的 37 个增加到 2015 年的 127 个,中国则从没有发展到 86 个;中外学科研究领域十分接近,主要是土壤科学、环境科学、水资源和地球科学综合学科等,国外在农业和植物学科方面的研究多于国内,国内在环境工程、材料科学综合学科、土木工程等方面的研究较多。

(4) 科研合作方面。机构合作方面,中外机构合作联系紧密,树状图谱枝杈丰满,形成了以中国、美国部分国家机构为重要产出节点,美国、英国部分机构为重要媒介联结点的完整合作生态树,说明中外主要科研机构合作紧密,具有良好的合作生态链。中国中科院、美国农业部农业局和比利时天主教鲁汶大学是产出最多的 3 个机构;作者合作方面,比利时的佩森、戈韦尔等学者是水土保持研究领域个人产出较多的学者,同时也在世界各国学者合作中起到了重要的桥接作用,可见比利时的学者团队在水土保持研究上处于世界的领先地位,中国高产出作者较多,但以中国本土间合作最为紧密,国际间合作可以进一步加强。

(5) 热点领域研究方面。中外在水土保持热点关键词研究上十分接近,这与前面学科分析结果一致。排在前几名的共同关键词分别是土壤侵蚀、径流和建模;而中国在黄土高原研究、国外在土壤有机碳等研究上较为活跃,成为中外水土保持研究的最大特色和区别;国内相关热点关键词共现时间大多晚于国外,说明国内对以上研究具有相对滞后的特点。

以上分析研究,理清了国内外水土保持研究的文献产出现状、国家及学科产出分布、机构及作者间合作以及国内外重点关注的研究领域等问题,为中国相关领域学者、科研机构以及政府管理部门在引文频次提升、加强国际科研合作以及关注农业农学问题研究等方面提供了科学有益的参考。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] FAO and ITPS. Status of the World's Soil Resources (SWSR)-Main Report[R]. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. Rome, Italy, 2015:101-108.
- [2] Eriksson M G, Olley J M, Payton R W. Soil erosion history in central Tanzania based on OSL dating of colluvial and alluvial hillslope deposits[J]. *Geomorphology*, 2000, 36(1):107-128.
- [3] Zhao G, Mu X, Wen Z, et al. Soil erosion, conservation, and eco-environment changes in the loess plateau of China[J]. *Land Degradation & Development*, 2013, 24(5):499-510.
- [4] Telles T S, Dechen S C F, Guimarães M F. Institutional landmarks in Brazilian research on soil erosion: A historical overview[J]. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2013, 37(6):1431-1440.
- [5] Haregeweyn N, Tsunekawa A, Nyssen J, et al. Soil erosion and conservation in Ethiopia: A review[J]. *Progress in Physical Geography*, 2015, 39(6):750-774.
- [6] 辛伟,雷二庆,常晓,等.知识图谱在军事心理学研究中的应用[J].*心理科学进展*,2014,22(2):334-347.
- [7] 张露,张俊飏,童庆蒙,等.农业碳排放研究进展:基于 CiteSpace 的文献计量分析[J].*科技管理研究*,2015,35(21):219-223.
- [8] 李杰,陈超美. CiteSpace:科技文本挖掘及可视化[M].北京:首都经济贸易大学出版社,2016:88-90.
- [9] 钟伟金,李佳.共词分析法研究(一):共词分析的过程与方式[J].*情报杂志*,2008,27(5):70-72.
- [10] Eldridge D J, Greene R S B. Assessment of sediment yield by splash erosion on a semi-arid soil with varying cryptogam cover [J]. *Journal of arid environments*, 1994, 26(3):221-232.
- [11] Bouchnak H, Felfoul M S, Boussema M R, et al. Slope and rainfall effects on the volume of sediment yield by gully erosion in the Souar lithologic formation (Tunisia)[J]. *Catena*, 2009, 78(2):170-177.
- [12] Gholami L, Sadeghi S H, Homae M. Straw mulching effect on splash erosion, runoff, and sediment yield from eroded plots[J]. *Soil Science Society of America Journal*, 2013, 77(1):268-278.
- [13] 肖胜生,郑海金,杨洁,等.土壤侵蚀/水土保持与气候变化的耦合关系[J].*中国水土保持科学*,2011,9(6):106-113.
- [14] Mondal A, Khare D, Kundu S. Impact assessment of climate change on future soil erosion and SOC loss[J]. *Natural Hazards*, 2016, 82(3):1515-1539.
- [15] Scholz G, Quinton J N, Strauss P. Soil erosion from sugar beet in Central Europe in response to climate change induced seasonal precipitation variations [J]. *Catena*, 2008, 72(1):91-105.
- [16] Bajracharya R M, Lal R, Kimble J M. Erosion effects on carbon dioxide concentration and carbon flux from an Ohio Alfisol[J]. *Soil Science Society of America Journal*, 2000, 64(2):694-700.
- [17] Olson K R. Impacts of Tillage, Slope, and Erosion on Soil Organic Carbon Retention[J]. *Soil Science*, 2010, 175(11):562-567.
- [18] Yan Hao, Wang Shaoqiang, Wang Changyao, et al. Losses of soil organic carbon under wind erosion in China[J]. *Global Change Biology*, 2005, 11(5):828-840.