

陆面过程研究现状的文献计量分析

张静辉 田辉 常宗强 郝美玲 罗亚勇

(中国科学院西北生态环境资源研究院, 兰州 730000)

摘要: 基于Web of Science数据库, 利用文献计量学方法分析1900—2014年陆面过程研究的有关文献年际变化和学科分布, 重点研究1991—2014年相关文献的研究力量、合作状况以及热点分布。结果表明: 1) 陆面过程是一个多学科交叉的研究领域, 自1981年出现了第一篇有关陆面过程的文献, 文献数量除个别年份略有波动之外, 整体呈稳步增长趋势; 2) 从发文量、总被引次数和高被引论文篇数来看, 美国、英国、法国、德国和加拿大等国的有关陆面过程研究的综合影响力较高; 美国国家航空航天局(NASA)、美国国家大气研究中心、美国地质调查局、美国国家海洋和大气管理局(NOAA)和马里兰大学等机构的论文综合影响力较高; 从篇均被引频次和高被引论文所占比例来看, 英国、瑞士、荷兰、美国、瑞典和法国等国的论文质量较高; 美国国家大气研究中心、NOAA、华盛顿大学、马里兰大学、NASA和科罗拉多大学等机构的论文质量较高。虽然中国在发文量上排第二位, 但在篇均被引频次、高被引论文数及其所占比例等指标上并无优势。3) 国家、机构和作者层面的合作度都呈现上升趋势, 这表明此领域的研究规模不断扩大, 合作关系更加密切。

关键词: 陆面过程, 文献计量, Web of Science数据库

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2017.03.007

A Bibliometric Analysis of Studies of the Land Surface Process

Zhang Jinghui, Tian Hui, Chang Zongqiang, Hao Meiling, Luo Yayong

(Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

Abstract: Based on the online version of Web of Science, we investigated the interannual variation and subject distribution of published papers on the land surface process for 1900 to 2014 by using the bibliometrics method, and focused on the research effort, corporative state and hotspot distribution during years from 2010 to 2014. The Results show that: 1) the land surface process is a interdisciplinary subject. The first paper published on land surface process appeared in 1981. The number of papers shows a trend of steady increase generally. 2) According to the number of papers, citation frequency and the number of highly cited papers, the countries with higher comprehensive influence are the America, England, French, Germany and Canada on this topic. The organizations with higher comprehensive influence include NASA, NCAR, Unit States Geological Survey, NOAA and University of Maryland. According to average citation per paper and the proportion of highly cited papers, the higher quality of papers were from the England, Switzerland, Netherlands, America, Sweden and French, as well as organizations of the NCAR, NOAA, Unit Washington, University of Maryland, NASA and University of Colorado. Although China was the second one in number of published papers, it is lack of advantage on average citation per paper or on the number and proportion of highly cited papers. 3) There was a growing trend in the cooperation degree among countries, organizations and authors. It indicates that the research scale is continuously extended, the cooperation and symbiosis are close and intimate more and more in this field generally.

Keywords: land surface process, bibliometrics, Web of Science

0 引言

陆地是人类栖息和活动的主要场所, 土地利用、改变等人类活动已极大地改变了陆地下垫面状况, 改变了人类赖以生存的生态环境, 而这种变化与气候的相互作用是由陆面过程来实现的^[1-2]。陆面过程

包含陆—气之间不断发生的物质、动量和能量交换过程^[3-4], 涉及地圈、生物圈、冰雪圈和水圈^[5]。陆面过程会对大气环流及气候状况产生极大的影响, 甚至在某局部或某时段内还起着关键性的作用^[5-7], 这既与陆面本身的物理化学性质有关, 也与大气环流和太阳辐射有关^[3]。近年来, 森林锐减、土地荒漠化、持续干旱、全球变暖以及水资源短缺等重大环境问题和气候异常已引起了相关部门的重视, 研究其成因及其内在的物理、生化过程已成为科学研究的重大前沿课题。随着陆面过程研究的不断深入, 了解陆面过程研究的

收稿日期: 2015年3月12日; 修回日期: 2015年10月19日
第一作者: 张静辉(1983—), Email: jhzhang@lzb.ac.cn
资助信息: 国家自然科学基金项目(41575013, 41201249);
中科学兰州文献情报中心文献情报创新能力建设项目

发展态势也成为该研究的一个重要手段。

文献计量学方法作为一个成熟的工具,已经广泛应用于各个学科^[8-14],近年来,一些学者也将此方法应用于气候相关的各领域^[15-17]。但是,从文献计量分析的角度描述陆面过程发展态势的文献较少,因此,本文基于Web of Science网络版数据库,采用文献计量学分析对陆面过程有关文献的年度变化和学科分布,以及研究力量、合作状况和热点分布等进行分析,以期了解陆面过程的研究现状和发展态势,捕捉该领域的研究热点和前沿问题。

1 数据来源

统计数据来源于美国信息科学研究所ISI的Web of Science网络版数据库,该数据库是ISI建设的SCI(E)、SSCI、A&HCI、CPCI-S和ISSHP五大引文数据库的网络版,涵盖了自然科学、工程技术、社会科学、艺术与人文等领域,是全球最大、涵盖学科最多的综合性学术信息资源数据库,共收录了9300份权威影响力的学术期刊,可以提供科学的学科分类^[18]。

在Web of Science数据库中进行检索,检索式为:主题词=("land surface process*" or "land-surface process*"),文献类型为ARTICLE、PROCEEDINGS PAPER和REVIEW(数据库更新时间为2015年4月24日,检索时间为2015年4月28日)。对1900—2014年11250篇文献进行年度变化和学科分布分析,重点分析1991—2014年11231篇文献的研究力量和学科热点。

2 结果分析

2.1 文献概况

对Web of Science数据库中1900—2014年以来的陆面过程相关论文进行统计发现(图1),自1981年出现了第一篇有关陆面过程的文献,之后至1990年论文数量增加并不显著,甚至有些年(如1982,1984和

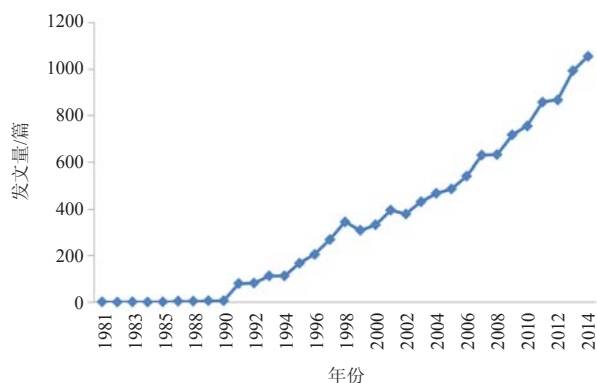


图1 1981—2014年陆面过程研究发文量的年度变化

Fig. 1 The interannual changes in amount of published papers about the land surface process research for 1981–2014

1986年)没有相关论文发表;自1991年显著增加至80篇之后,论文数量除个别年份略有波动之外,整体呈稳步增长趋势。

从学科分布角度来看,陆面过程是一多学科交叉的研究领域,主要涉及环境科学和生态学、地质学、气象学和大气科学、工程学、水资源、遥感、农业,以及成像科学和摄影技术等(图2)。

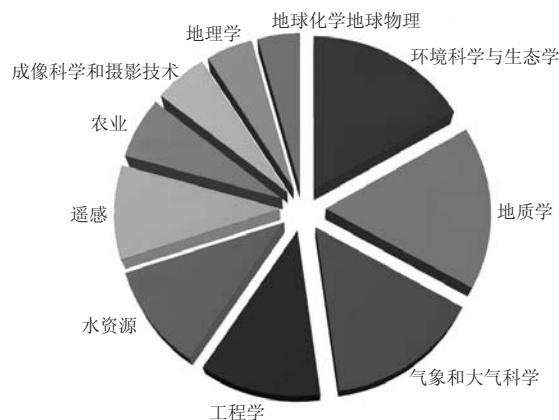


图2 1981—2014年陆面过程研究的学科分布

Fig. 2 Subject distribution about the land surface process research for 1981–2014

2.2 主要出版物

1991—2014年Web of Science数据库中发表陆面过程相关文献较多的前15种出版物依次为: *Journal of Geophysical Research- Atmospheres*、*Journal of Hydrology*、*IEEE International Symposium on Geoscience and Remote Sensing Igarss*、*Remote Sensing of Environment*、*Proceedings of the Society of Photo Optical Instrumentation Engineers Spie*、*Journal of Climate*、*International Journal of Remote Sensing*、*Hydrological Processes*、*Journal of Hydrometeorology*、*IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*、*Water Resources Research*、*Hydrology and Earth System Sciences*、*Climate Dynamics*、*Proceedings of Spie*和*Catena*等(图3)。

从图3中还可以看出,前15种出版物中,发文量最多的是*Journal of Geophysical Research- Atmospheres*,为374篇;最少的为*Catena*,为103篇。总体来看,前15种出版物发文量相差并不大。统计前15种出版物(按照发文总量排序)的总被引频次(图略)可以发现,*Journal of Geophysical Research- Atmospheres*、*Journal of Climate*、*Remote Sensing of Environment*、*Journal of Hydrology*、*IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*和*Water Resources Research*的论文总被引频次较高,均超过了5000次,

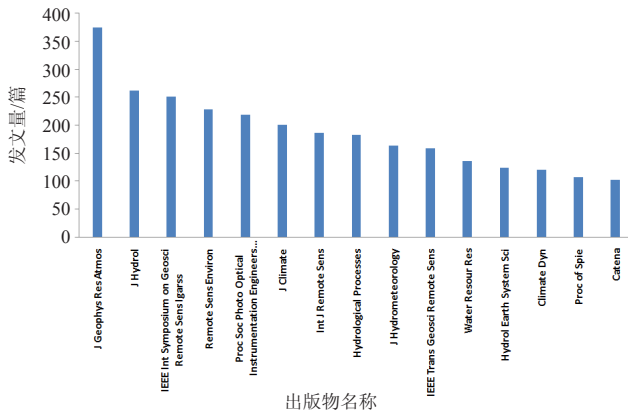


图3 1991—2014年发表陆面过程相关论文最多的出版物
Fig. 3 Publishers of the most relevant papers about the land process for 1981-2014

其中 *Journal of Geophysical Research-Atmospheres* 的总被引频次为15835次，共发文374篇，位居总被引频次的首位；而 *Journal of Climate*、*Remote Sensing of Environment* 均超过了10000次，位居总被引频次的第2、3位；其余出版物的总被引频次较低。由此可见，*Journal of Geophysical Research-Atmospheres*、*Journal of Climate* 和 *Remote Sensing of Environment* 在陆面过程研究方面具有较大贡献。

2.3 研究力量

2.3.1 主要研究国家

按照检索到的1991—2014年全部文献的所有作者进行统计，这24年间Web of Science数据库中有关陆面过程研究的发文章前15个国家依次是美国、中国、德国、英国、法国、加拿大、澳大利亚、意大利、日本、

荷兰、西班牙、印度、瑞士、俄罗斯和瑞典（表1）。从表1中可以看出，美国发文章量为4366篇，居世界首位，约占全部相关陆面过程论文总量的38.88%，在该研究领域占主导地位；其次是中国（1409篇），约占论文总量的12.55%。可见美国在该领域的学术优势非常明显。

在发文章排名前15的国家中，美国、英国、德国、法国、加拿大、澳大利亚和中国的论文总被引频次均超过了13000次，其中美国、英国、德国和法国均超过了20000次，而美国达到了131868次，远远高于英国、德国和法国。英国、美国、瑞典、瑞士、荷兰、澳大利亚、加拿大和法国的论文篇均被引频次较高，均超过了25次/篇，其中英国和美国的篇均被引频次超过了30次/篇。美国、英国、法国、德国、加拿大、澳大利亚、荷兰和中国的高被引频次论文（被引频次 ≥ 30 次）均超过了100篇，其中美国、英国、法国和德国高于200篇，美国达到了1114篇，居于首位，远高于第二位的英国（273篇）。从高被引论文所占比例来看，高被引频次论文占全部发文章量的20%以上的国家有英国、瑞士、荷兰、美国、瑞典、法国、加拿大、澳大利亚和德国，其中英国、瑞士、荷兰、美国和瑞典达到25%以上（表1）。

从发文章量、总被引次数和高被引论文篇数来看，美国、英国、法国、德国和加拿大等国的陆面过程研究论文综合影响力较高；从篇均被引频次和高被引论文所占比例来看，英国、瑞士、荷兰、美国、瑞典和法国等国的论文质量较高。虽然中国在发文章量上排第二位，但在篇均被引频次、高被引论文数及其所占比

表1 1991—2014年陆面过程发文章量排名前15的国家的发文章量和被引频次变化（按发文章量排序）
Table 1 The top 15 countries with published papers and citation frequency for 1981-2014

国家	发文章/篇	总被引频次/次	篇均被引频次/(次/篇)	被引频次 ≥ 30 的论文篇数/篇	被引频次 ≥ 30 的论文所占比例/%
美国	4366	131868	30.20	1114	25.52
中国	1409	13663	9.70	118	8.37
德国	980	23372	23.85	213	21.73
英国	900	30705	34.12	273	30.33
法国	884	22497	25.45	219	24.77
加拿大	724	19021	26.27	178	24.59
澳大利亚	643	17237	26.81	157	24.42
意大利	501	10645	21.25	95	18.96
日本	457	8320	18.21	62	13.57
荷兰	456	12868	28.22	123	26.97
西班牙	384	6395	16.65	67	17.45
印度	253	3570	14.11	28	11.07
瑞士	248	7119	28.71	70	28.23
俄罗斯	195	4057	20.81	35	17.95
瑞典	193	5765	29.87	49	25.39

例等指标上并无优势。

2.3.2 主要研究机构

按照全部作者进行统计, 1991—2014年这24年间 Web of Science数据库中陆面过程文献发文量排名靠前的15所研究机构是: 中国科学院、NASA、美国地质

调查局、加州理工学院、马里兰大学、NOAA、科罗拉多大学、美国国家大气研究中心、亚利桑那大学、北京师范大学、美国农业部农业科学研究院、科罗拉多州立大学、法国科学研究中心、华盛顿大学和普林斯顿大学(表2)。

表2 1991—2014年陆面过程发文量排名靠前的15所机构的发文量和被引频次变化(按发文量排序)
Table 2 The top 15 institutes in published papers and citation frequency for 1981—2014

机构	发文量/篇	总被引频次/次	篇均被引频次/(次/篇)	被引频次≥30的论文篇数/篇	被引频次≥30的论文所占比例/%
中国科学院	624	6612	10.60	60	9.62
NASA	452	20859	46.15	173	38.27
美国地质调查局	247	9998	40.48	89	36.03
加州理工学院	232	7926	34.16	71	30.60
马里兰大学	205	11135	54.32	85	41.46
NOAA	181	10974	60.63	86	47.51
科罗拉多大学	173	8681	50.18	66	38.15
美国国家大气研究中心	170	14302	84.13	89	52.35
亚利桑那大学	162	6985	43.12	55	33.95
北京师范大学	149	1374	9.22	11	7.38
美国农业部农业科学研究院	137	5407	39.47	52	37.96
科罗拉多州立大学	133	6604	49.65	45	33.83
法国科学研究中心	127	3010	23.70	30	23.62
华盛顿大学	118	7127	60.40	49	41.53
普林斯顿大学	113	4559	40.35	42	37.17

在发文量较多的前15所研究机构中, NASA、美国国家大气研究中心、美国马里兰大学、NOAA、美国地质调查局和科罗拉多大学发表的论文总被引频次均超过了8000次; 美国国家大气研究中心、NOAA、华盛顿大学、马里兰大学、科罗拉多大学、科罗拉多州立大学和NASA等机构的篇均被引频次较高, 均超过了45次/篇; 发表高被引频次论文(被引频次≥30次)较多的机构有NASA、美国国家大气研究中心、美国地质调查局、NOAA、马里兰大学和加州理工学院均超过了70篇; 从高被引频次所占比例来看, 美国国家大气研究中心、NOAA、华盛顿大学、马里兰大学、NASA和科罗拉多大学等所发表的高被引频次论文所占比例均超过38%(表2)。

从发文量、总被引次数和高被引论文篇数来看, NASA、美国国家大气研究中心、美国地质调查局、NOAA和马里兰大学等机构的陆面过程研究论文综合影响力较高; 从篇均被引频次和高被引论文所占比例来看, 美国国家大气研究中心、NOAA、华盛顿大学、马里兰大学、NASA和科罗拉多大学等机构的论文质量较高。

2.4 主要国家、机构和作者的合作情况

随着陆面过程研究的不断深入, 该领域的合作关

系不断加强。在研究科学合作时, 最常用的指标是合作度。本文从作者层面、机构层面和国家层面进行分析。它们分别指某领域中文章的作者、机构或国家的平均个数, 具体定义如下^[19]:

$$\text{作者合作度: } C_A = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha_i}{N}, \quad (1)$$

$$\text{机构合作度: } C_I = \frac{\sum_{i=1}^N \beta_i}{N}, \quad (2)$$

$$\text{国家合作度: } C_C = \frac{\sum_{i=1}^N \gamma_i}{N}, \quad (3)$$

其中, C_A 、 C_I 、 C_C 分别表示作者合作度、机构合作度和国家合作度; α_i 、 β_i 和 γ_i 分别表示每篇文章的作者数、机构数和国家数; N 表示该领域的文章总数。根据公式(1)~(3)的定义, 分别计算陆面过程研究领域3个层面的合作度(图4)。从图4中可以看出, 国家、机构和作者层面的合作度都呈现上升趋势, 只是国家层面的合作度变化较稳定。总体表明, 此领域的研究规模不断扩大, 合作关系更加密切, 特别是作者间的合作关系。总体来看, 国家、机构和作者3个层面的平均合作度分别为1.298、2.069和3.844, 即陆

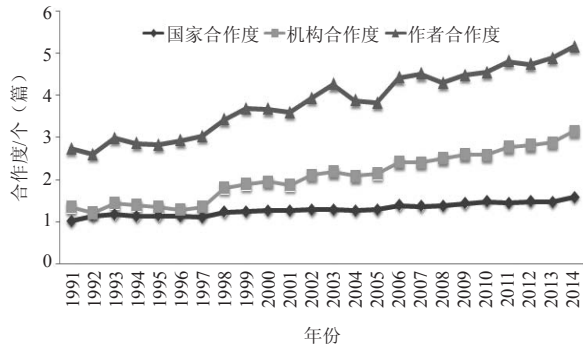


图4 1991—2014年陆面过程研究领域合作度

Fig. 4 Developments of cooperations on the land surface process research for 1981-2014

面过程研究领域，平均每篇文章有1.298个国家、2.069个机构和3.844位作者参与合作。

2.5 研究热点

分析关键词的变化可以全面把握该学科发展的动态过程、特点和规律；通过对某研究领域关键词的高频分析，可以很好地反映出该领域的研究热点和未来的发展趋势^[20]。

统计分析1991—2014年陆面过程研究相关文献的关键词（去除没有关键词的1756条文献）发现，出现频次位居前10位的关键词依次为remote sensing（108854次）、soil moisture（51421次）、climate change（50593次）、land use（36782次）、MODIS（36170次）、GIS（34943次）、evapo-transpiration（31490次）、hydrology（29948次）、water quality（29228次）和run-off（27456次）等（表略）。

3 结论

通过对Web of Science网络数据库收录的有关陆面过程研究论文进行文献计量学分析，得到以下主要结论。

1) 陆面过程是一个多学科交叉的研究领域，主要涉及环境科学和生态学、地质学、气象学和大气科学、工程学、水资源、遥感、农业，以及成像科学和摄影技术等；自1981年出现了第一篇有关陆面过程的论文，文献数量除个别年份略有波动之外，整体呈稳步增长趋势。

2) 对于主要研究国家，从发文量、总被引次数和高被引论文篇数来看，美国、英国、法国、德国和加拿大等国的陆面过程研究论文综合影响力较高；从篇均被引频次和高被引论文所占比例来看，英国、瑞士、荷兰、美国、瑞典和法国等国的论文质量较高。虽然中国在发文量上排第二位，但在篇均被引频次、

高被引论文数及其所占比例等指标上并无优势。

3) 对于主要研究机构，从发文量、总被引次数和高被引论文篇数来看，NASA、美国国家大气研究中心、美国地质调查局、NOAA和马里兰大学等机构的陆面过程研究论文综合影响力较高；从篇均被引频次和高被引论文所占比例来看，美国国家大气研究中心、NOAA、华盛顿大学、马里兰大学、NASA和科罗拉多大学等机构的论文质量较高。

4) 国家、机构和作者层面的合作度都呈现上升趋势，只是国家层面的合作度变化较稳定。这总体表明此领域的研究规模不断扩大，合作关系更加密切，特别是作者间的合作关系。总体来看，国家、机构和作者3个层面的平均合作度分别为1.298、2.069和3.844，即陆面过程研究领域，平均每篇文章有1.298个国家、2.069个机构和3.844位作者参与合作。

参考文献:

- [1] Shao Y, Anne R D, Henderson-Sellers A. Soil moisture simulation. A report of the RICE and PILPS Workshop. IGPO Publication Series No.14, Climatic Impacts Center, 1994: 1-100.
- [2] Dickinson R E. Land-atmosphere interaction. U.S.National Report to International Union of Geodesy and Geophysics 1991-1994, 1995: 917-922.
- [3] 孙菽芬. 陆面过程研究的进展. 新疆气象, 2002, 25(6): 1-6.
- [4] 王介民. 陆面过程试验和地气相互作用研究——从HEIFE到IMGRASS和GAME-Tibet/TIPEX. 高原气象, 1999, 18(3): 280-294.
- [5] 孙菽芬. 陆面过程的物理、生化机理和参数化模型. 北京: 气象出版社, 2005: 1-10.
- [6] 孙岚, 吴国雄, 孙菽芬. 陆面过程对气候影响的数值模拟: SSiB与IAP/LASG L9R15 AGCM耦合及其模式性能. 气象学报, 2000, 58(2): 179-193.
- [7] 华文剑, 陈海山. 陆面过程对全球变暖的响应及可能机制——基于CMIP3的多模式集合分析. 大气科学, 2011, 35(1): 121-133.
- [8] 贺郝钰, 侯春梅, 迟秀丽, 等. 国际生物土壤结皮研究发展态势文献计量分析. 生态学报, 2014, 34(4): 1035-1041.
- [9] 钟伟金. 我国医学文献计量研究现状. 广东医学院学报, 2008, 26(3): 313-315.
- [10] 王金平, 高峰, 张志强, 等. 国际生态系统研究发展态势文献计量分析. 地球科学进展, 2010, 25, (10): 1101-1111.
- [11] 张波, 曲建升, 王金平. 国际生态学研究发展态势文献计量分析. 生态环境学报, 2011, 20(4): 786-792.
- [12] 游金勇, 王力宁. 小儿反复呼吸道感染中医证型研究的文献计量分析. 广西中医药, 2005, 28(1): 51-54.
- [13] 邱均平, 苏金燕, 熊尊妍. 基于文献计量的国内外信息资源管理研究比较分析. 中国图书馆学报, 2008, (5): 37-45.
- [14] 刘潇钰, 代涛, 贾晓峰, 等. 基于文献计量学的药学前沿领域研究. 中国药业, 2014, 23(23): 1-4.
- [15] 李婧华, 张定媛. “集合预报”主题文献计量分析. 气象科技进展, 2014, 4(5): 70-71.
- [16] 李婧华, 郑秋红. “中国暴雨”主题文献计量分析. 气象科技进展, 2014, 4(2): 70-71.
- [17] 秦莲霞, 张萌. “数值天气预报”领域文献计量分析. 气象科技进展, 2013, 3(3): 71-72.
- [18] 陶慧卿, 潘卫, 庄琦. 从引文分析的角度比较Google Scholar与Web of Science的优势与不足. 图书馆杂志, 2008, 27(12): 29-35.
- [19] 魏一鸣, 米志付, 张皓. 气候政策建模研究综述: 基于文献计量分析. 地球科学进展, 2013, 28(8): 930-938.
- [20] 丁学东. 文献计量学基础. 北京: 北京大学出版社, 1992: 204-209.