

# 国际地球科学发展现状与 中国影响力分析\*



张志强<sup>1,2</sup> 王雪梅<sup>2,3\*\*</sup>

1 中国科学院成都文献情报中心 成都 610041

2 中国科学院兰州文献情报中心 兰州 730000

3 西南大学图书馆 重庆 400715

**摘要** 基于汤森路透 (Thomson Reuters) 的基本科学指标 (ESI) 和科学引文索引扩展 (SCIE) 文献数据统计, 分析了近10年主要国家和研究机构在地球科学领域的论文产出及其研究影响力、研究热点方向等, 并重点分析了中国在该领域的研究影响力。分析结果表明, 在国际地球科学研究领域, 美国的论文数量最多, 英国的论文影响力较高, 日本各方面接近平均水平, 俄罗斯有关地球科学研究的论文占其本国科研论文的比例高于其他国家, 新兴经济体国家普遍重视地球科学研究, 但论文的国际影响力总体还偏弱。中国的地球科学研究近年来发展迅速, 相关研究成果及其影响力在新兴经济体国家中表现突出, 但在国际合作和高影响力论文产出方面与发达国家相比尚有一定差距。

**关键词** 地球科学, 发展态势, 文献计量, 引文分析, 中国研究影响力

文献计量学被定义为用数学和统计学的方法, 定量地分析一切知识载体的交叉科学<sup>[1]</sup>。它是集数学、统计学、文献学为一体, 注重量化的综合性知识体系<sup>[2]</sup>。随着计算机和网络技术的快速发展, 文献计量学逐渐向可视化、网络化和指标定量化等方向发展<sup>[3,4]</sup>。汤森路透集团的Web of Science (WoS) 核心合集数据库一般被认为收录了世界各学科领域内优秀的科技期刊, 其收录期刊的论文能在很大程度上及时反映科学前沿的发展动态和国家、机构的发文情况, 进一步反映在某一学科领域各个国家和机构的研究优势地位。本文通过文献计量分析工具从WoS数据库检索的论文进行统计和分析, 得出地球科学领域主要国家和研究

\*资助项目: 国家自然科学基金应急管理项目 (41440013, 41450008)。

\*\*通讯作者

修改稿收到日期: 2015年10月20日

机构的论文产出及其影响力、学科领域的研究热点方向等，并对我国地球科学领域研究的优劣势进行分析，从而在宏观上把握国际及我国地球科学研究的发展态势。

1 数据来源与检索策略

国际地球科学领域的整体分析基于汤森路透集团的InCites平台，选择基本科学指标基本科学指标（Essential Science Indicators，ESI）数据库的学科分类，ESI把WoS收录的1万多种自然科学和社会科学期刊分成22个学科领域，其中地球科学领域囊括了地质学、地球化学、地球物理学、土工学、经济地质学、岩石化学、矿物学、气象与大气科学、水文学、海洋学、石油地质、火山学、地震学、气候学、古生物学、遥感、测地学、地质石油和采矿工程。WoS数据库将所有期刊文献分为156个研究方向，地球科学相关子学科即地质学、地球化学与地球物理、自然地理学、大气科学和海洋科学的分析数据是根据WoS的研究方向分类，在科学引文索引扩展（Science Citation Index Expanded，SCIE）数据库中进行检索获取相应文献。本文文献分析数据检索自SCIE数据库收录的2004—2013年间出版的论文（文献类型为article、proceedings paper、review和letter），具体检索情况如表1所示。基于检索结果，分别对地球科学领域及其重点学科领域固体地球科学、大气科学和海洋科学三大领域进行分析。分析工具采用汤森路透的Thomson Data Analyzer（TDA）文本挖掘软件。

2 国际地球科学研究发展状况

据ESI统计，2004年1月至2013年12月期间地球科学领域论文共有329 061篇，截至2014年6月底这些文章共被引用3 420 944次，篇均被引频次为10.40次/篇。对主要发达国家（美国、英国、德国、法国、日本）和新兴经济体国家（中国、印度、韩国、巴西、俄罗斯），在2004—2013年期间发表的地球科学研究论文的绩效进行评价，分析其学术表现和影响力（表2）。

从地球科学领域的论文总数和总被引频次来看：美国遥遥领先，论文数占国际地球科学论文的31.50%，中国的论文数仅次于美国，占总数的12.36%，不及美国的一半，但近年来增长迅速。中国的论文总被引次数排在第4位，地球科学研究论文总被引次数已经超过了日本，在新兴经济体国家中以明显优势位居榜首。

从论文的篇均被引频次和被引论文百分比来看：英国的这2个指标在这些国家中表现力最佳。英国、美国、德国和法国的篇均被引频次都明显高于国际平均水平，日本略高于平均值，中国等新兴经济体国家的篇均被引频次低于国际平均值。被引论文所占百分比的情况与之相似。

学科相对影响力，即论文在地球科学领域的影响力（论文篇均被引频次）与所有学科整体影响力的比值。如果比值大于1表示该学科的影响力高于所有学科的平均水平，小于1则表示低于学科平均水平。英国、美国、德国

表1 地球科学领域文献的具体检索式及检索结果

学科名称	检索依据	限制条件	检索结果（篇）
地球科学领域	ESI学科领域= Geosciences	出版年=2004—2013	329 061
地质学	WoS研究方向=Geology		22 284
地球化学与地球物理学	WoS研究方向=Geochemistry & Geophysics	出版年=2004—2013	26 305
自然地理学	WoS研究方向=Physical Geography	数据库= SCIE	35 870
大气科学	WoS研究方向=Meteorology & Atmospheric Sciences	文献类型= article OR proceedings paper OR review OR letter	92 364
海洋科学	WoS研究方向=Oceanography		52 966

表2 主要国家地球科学领域研究综合科研绩效评估（2004—2013年）

国家	论文篇数	被引次数	篇均被引 频次	被引论文 百分比（%）	学科的 相对影响力	国内 相对影响力	论文数占 该学科的 百分比（%）	论文数占 本国的 百分比（%）	被引与 本学科的 比值	被引与本国 总体情况的 比值
全球	329 061	3 420 944	10.40	79.75	1	0.96	100	2.87	1	1.05
美国	103 660	1 562 740	15.08	85.96	1.45	0.95	31.50	3.08	1.08	1.05
中国	40 673	324 384	7.98	71.65	0.77	1.07	12.36	3.23	0.90	1.01
英国	33 442	520 165	15.55	87.47	1.50	1.03	10.16	3.63	1.10	1.07
德国	31 954	450 252	14.09	86.15	1.36	1.00	9.71	3.67	1.08	1.07
法国	27 908	386 290	13.84	86.61	1.33	1.05	8.48	4.49	1.09	1.09
日本	20 667	223 632	10.82	83.60	1.04	0.99	6.28	2.67	1.05	1.05
俄罗斯	20 042	92 017	4.59	62.74	0.44	0.84	6.09	7.39	0.79	1.03
印度	1 1878	66 520	5.60	69.20	0.54	0.83	3.61	3.15	0.87	0.98
巴西	5 393	44 751	8.30	75.95	0.80	1.23	1.64	1.90	0.95	1.09
韩国	4 863	42 885	8.82	75.80	0.85	1.10	1.48	1.32	0.95	1.04

和法国的地球科学研究影响力都高于学科平均水平；日本接近于平均值；中国为 0.77，低于平均水平。

国内相对影响力，即论文在地球科学领域的影响力（论文篇均被引频次）与本国所有学科的整体影响力的比值。如果比值大于1表示该学科的影响力高于本国所有学科的平均水平，小于1则表示低于本国所有学科的平均水平。法国、英国等发达国家地球科学研究的影响力略高于或接近本国所有学科的平均影响力；比较而言，巴西、韩国和中国等新兴经济体国家地球科学研究的影响力在国内相对影响力较高；但俄罗斯和印度地球科学的国内影响力相对较低。

论文数在本国中的百分比，即某国地球科学领域论文数占本国论文总数的百分比。从该指标来看，WoS 数据库中地球科学领域的论文占了全部论文的 2.87%；俄罗斯地球科学研究的论文占本国论文的比例最高，为 7.39%；法国、德国、英国、美国、中国和印度的国内论文比例也高于国际平均水平。

论文被引与本学科总体情况的比值，即在地球科学领域中某国被引论文百分比除以全球被引论文百分比

得到的值。如果比值大于 1，表示该国地球科学领域论文的被引用率高于全球平均水平。5 个发达国家的地球科学领域论文的被引用率均高于全球平均水平，而 5 个新兴经济体国家的被引用率均低于全球平均水平，中国为 0.90，接近平均水平。

论文被引与本国总体情况的比值，即某国地球科学领域论文的被引百分比除以本国所有论文的被引百分比得到的值。如果比值大于 1，表示该国地球科学领域论文的被引用率高于本国所有学科的平均水平。10 个国家中，除印度接近平均值外，其他 9 个国家的地球科学领域论文的被引用率都略高于国内平均水平，表明地球科学领域论文的受关注程度和影响力普遍较高。

从图1a可见，进入 21 世纪以来，中国地球科学研究论文总数迅速增长，随着论文量的增加，我国地球科学论文的总被引次数在近期也开始超过英德等发达国家，但要赶上同是发文大国的美国需要长期努力。从图1b 论文篇均被引频次来看，中国与美英德等发达国家相比在未来较长时间内仍会存在明显差距（图中虚线是根据线性回归方程模拟的未来发展趋势）。

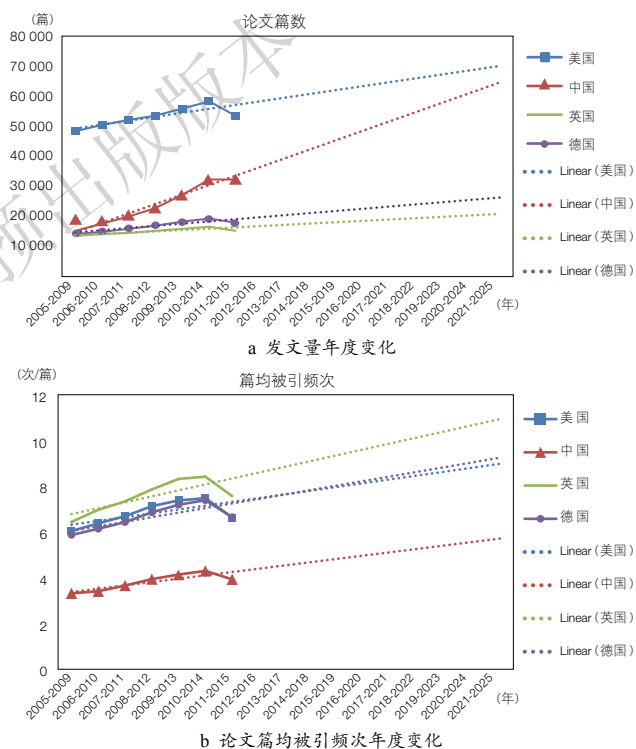


图1 美国、英国、德国和中国地球科学领域 SCIE 论文年度变化及其预测

对国际著名综合期刊 *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (PNAS)、*Science*、*Nature* 及其子刊 *Nature Geoscience*、*Nature Climate Change* 和 *Nature Communications* 上发表的地球科学研究论文进行统计, 数据显示中国在这几期刊上发表的地球科学研究论文排名从2005年的第16位上升至2014年的第6位(图2)。

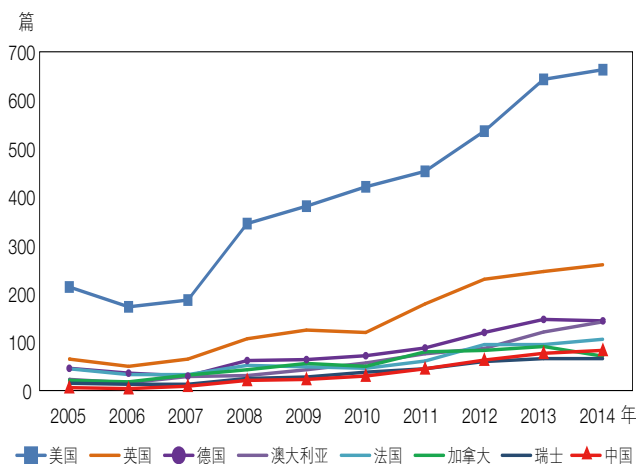


图2 美国、英国、德国、澳大利亚、法国、加拿大、瑞士、中国在 PNAS、Science、Nature 及其子刊发表地球科学研究论文情况

### 3 我国地球科学相关学科领域发展态势分析

在2004—2013年的10年时间里, 国际固体地球科学、大气科学和海洋科学研究的文献数量呈上升趋势(表3)。中国在整个地球科学领域的论文数量增长上表现突出, 年均增长率均超过国际平均水平。

#### 3.1 我国的论文产出规模及其影响力

我国地质学研究的论文数量从2007年以来快速增加, 至2010年以后, 论文数量与美国已经接近。地球化学与地球物理学的论文数量从2009年以来仅次于美国, 自然地理学的论文数量在2013年也发展为世界第2, 但这两个学科与美国相比还存在比较明显的差距。我国大气科学研究的论文数量增速最快, 年均增长率达到22.46%, 2010年以来仅次于美国排名第2位。我国海洋科学研究论文在2012年超过了英国, 位居第2位。但大气和海洋科学的论文量与美国相比目前仍存在较大差距, 如要赶上美国尚需假以时日。

从论文的影响力方面来看, 主要国家地球科学领域的论文篇均被引频次都大于10次/篇, 我国各相关学科领域的篇均被引频次都低于平均值, 除大气科学外, 其他都在10次/篇以下。我国海洋科学的篇均被引频次与平均值相比差距很大, 一方面是因为论文的快速增长主要集中在最近几年, 论文被引用高峰出现还需要一定的时间周期, 另一方面也说明我国科研论文的国际影响力有待提升。

从被引频次 $\geq 50$ 次的高被引论文所占比例来看, 国际地球科学领域各学科的高被引论文比例分布情况与篇均被引频次大体类似。中国高被引论文比例都明显低于主要发达国家的平均水平, 其中, 地球化学与地球物理学与平均水平的差距最小, 海洋科学的差距最大。

对国际主要研究机构的发文量分析表明, 中科院有关地质学、自然地理学和大气科学研究的论文数量都排名世界第1位; 地球化学与地球物理学仅次于俄罗斯科学院排名第2; 海洋科学领域, 中科院在俄罗斯科学院、

表3 地球科学相关学科领域文献计量指标的国内外比较（2004—2013年）

学科名称	全球论文年均增长率 (%)	中国论文年均增长率 (%)	Top15国篇均被引 频次(次/篇)	中国篇均被引频次 (次/篇)	Top15国被引频次 ≥50论文比例(%)	中国被引频次 ≥50论文比例(%)
地质学	4.47	15.60	10.5	8.7	4.1	3.2
地球化学与地球物理学	4.77	16.72	13.6	9.9	4.5	3.9
自然地理学	9.44	18.78	13.0	9.1	4.1	2.3
大气科学	6.47	22.46	15.6	10.3	6.0	3.5
海洋科学	4.14	16.00	11.8	5.7	3.4	1.2

美国国家海洋与大气管理局和伍兹霍尔海洋研究所之后排名第4位。但中科院论文的篇均被引频次和高被引论文比例等都相对较低。

除中科院外，国内还有中国地质大学、中国地质科学院、北京大学、南京大学、中国地震局、中国科学技术大学、兰州大学、香港大学等在固体地球科学研究中表现突出；中国气象局、北京大学、中国气象科学院、南京信息工程大学、南京大学、北京师范大学、清华大学等在大气科学研究中表现突出；中国海洋大学、国家海洋局、厦门大学、华东师范大学、大连理工大学、香港科技大学、中国水产科学院等在海洋科学研究中表现突出。

3.2 我国地球科学研究具有国际影响力的主要领域

我国在固体地球科学研究中对华北克拉通、青藏高原、东亚季风等的研究取得了有世界影响力的成绩，此外有关汶川地震的大量研究成果也获得国际同行认可。建议今后加强相关高端仪器设备的自主研发和新兴技术的应用，促进基础研究成果与应用研究的结合，推动科技创新，更好地服务于国计民生需求。

我国大气科学的研究热点是数值模拟、热带气旋和气溶胶等，特色研究区域也是青藏高原，目前已在气候变化、降水、数值模拟、热带气旋、气溶胶、电离层、厄尔尼诺等方面有较多有影响力的研究成果。

我国海洋科学研究对我国周边海域及长江河口、珠江河口等的研究方面具有地域优势，这也凸显出我国海洋研究主要局限于海岸带和近海，对深海大洋研究明显弱于欧美等发达国家。建议在已有研究优势的基础上，积极将海洋研究向深海大洋推进。

3.3 我国地球科学研究人才队伍发展

基于论文作者的姓名统计，可从一定程度上反映出学科领域具有一定国际学术影响力的人才队伍规模及论文高产作者的分布情况。需要特别注意的是，由于中文姓名拼音简称存在比较多的重名现象，这可能会导致我国的分析结果有所偏高，因此这些数据在深入应用时需要进一步分析。从表4可见，美国地球科学研究的具有国际学术影响力的人才队伍规模最大；中国除地质学的研究队伍规模是美国的2/3外，其他相关学科的队伍规模都在美国的1/3左右，在国际上的排名处在第2位到第5位

表4 中美两国地球科学领域相关学科人才队伍规模比较（2004—2013年）

学科名称	研究人员总体规模		发文量前200位科学家的入围情况	
固体地球科学	地质学	美国排名第1位；中国排第2位，队伍规模约为美国的64.3%	美国排名第2位，占12.0%	中国排名第1位，占19.0%
	地球化学与地球物理学	美国排名第1位；中国排第5位，队伍规模约为美国的28.2%	美国排名第1位，占38.0%	中国排名第4位，占5.5%
	自然地理学	美国排名第1位；中国排第4位，队伍规模约为美国的28.4%	美国排名第1位，占21.6%	中国排名第4位，占6.9%
	大气科学	美国排名第1位；中国排第2位，队伍规模约为美国的29.5%	美国排名第1位，占46.1%	中国排名第2位，占21.7%
	海洋科学	美国排名第1位；中国排第2位，队伍规模约为美国的27.2%	美国排名第1位，占40.8%	中国排名第3位，占2.8%



之间。在发文量排前 200 位的作者中,除地质学外,都是美国位于榜首。中国在地质学和大气科学方面的高产作者比例较高,排在了前 2 位;地球化学与地球物理学、自然地理学的高产作者都排名第 4 位;海洋科学的高产作者比较少,排在第 9 位。

SCIE 收录的地球科学领域各年 TOP 1% 论文中,第一作者为美国、英国、德国和中国的人数统计情况见图 3,数据显示美国在地球科学研究领域的优秀人才最多。中国具有国际学术交流能力的人才队伍总体规模不断壮大,当前国内学术界的考核评价机制也催生了一批高产作者,但与传统科技强国相比,高学术影响力的科学家比例还比较低,将来需要在继续储备丰富的专业队伍中培养长期稳定的高端人才队伍。

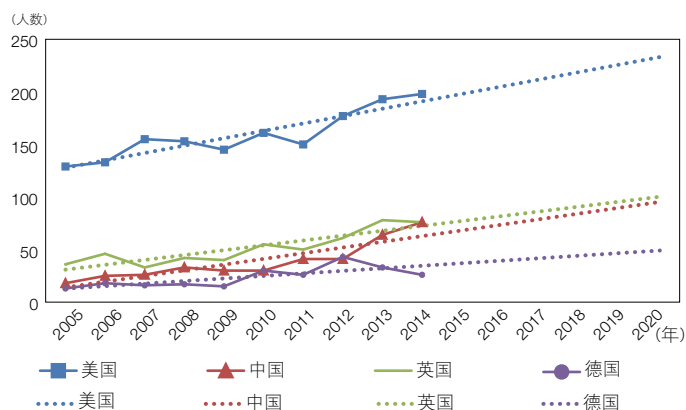


图 3 美国、英国、德国和中国地球科学领域 TOP 1% 论文第一作者人数及其趋势预测

## 4 结论

在国际地球科学领域研究中,过去 10 年来美国的论文数最多,英国的论文影响力较高,日本各方面接近平均水平,新兴经济体国家地球科学研究普遍得到较快发展,但研究的国际学术影响力总体还较弱。

我国地球科学领域研究的国际论文产出量在过去 10 年特别是过去 5 年以来增长迅速,超过国际相关学科的平均增长水平,近年来科技投入的增加对科研文献

的快速增长起到了巨大的促进作用,科研论文的质量及其国际影响力都在不断提升且呈良好发展趋势。

中国在地球科学领域的许多研究方向已取得具有国际学术影响力的成果,但我们仍要清醒地认识到,我国令世界瞩目的重大研究成果还不够多,与我国庞大的研究人员队伍规模基数相比,领域的优秀国际化研究人才的比例与美欧发达国家相比仍有明显差距。因此,我国应遵循科学创新规律,不断完善科研考核评价的体制机制,加强对地球科学基础前沿领域、中国典型地域科学问题领域的稳定支持力度,培养具有创新力的高端优秀研究人才和优秀研究团队,促进学术思想与研究技术创新发展,促进高水平、高质量、高影响力的重大科研成果的产出,为推动国际地球科学领域相关学科研究与发展,贡献中国智慧、发出中国声音,切实提高我国科学研究的创新力和竞争力,并积极服务于我国经济社会的长远可持续发展。

**致谢:** 中科院兰州文献情报中心情报研究部赵纪东、张树良和王金平参与了文章中的部分数据准备和统计分析工作,谨致谢忱!

## 参考文献

- 1 Pritchard A. Statistical Bibliography or Bibliometrics? Journal of Documentation, 1969, 25 (4): 348-349.
- 2 Bellis DN. Bibliometrics and Citation Analysis: From the Science Citation Index to Cybermetrics. Scarecrow Press, 2009: 417.
- 3 Börner K, Chen C, Boyack K W. Visualizing knowledge domains. Annual Review of Information Science and Technology, 2003, 37: 179-255.
- 4 Wang XM, Ma MG, Li X, et al. Applications and researches of geographic information system technologies in bibliometrics [J]. Earth Science Informatics, 2014, 7 (3): 147-152.

## Analysis on International Development Status and China's Influence of Geoscience Researches

Zhang Zhiqiang<sup>1,2</sup> Wang Xumei<sup>2,3</sup>

( 1 Chengdu Center for Literature and Information of the Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China;

2 Lanzhou Center for Literature and Information of the Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China;

3 Southwest University Library, Chongqing 400715, China )

**Abstract** Using the bibliometric methods, this article comprehensively analyzed international development status and China's influence in geoscience researches based on the literature and citation database indexed from the Essential Science Indicators (ESI) and Science Citation Index Expanded (SCIE) of the Thomson Reuters. The study focused on the paper outputs, their research hotspots of main countries and research institutions. The results indicate that USA has the maximum paper outputs. UK has the highest citation influences. Japan is close to the average levels in many aspects. Russia has higher percentage of the geoscience researches in its country. The emerging economy countries generally pay more attentions on the development of the geoscience researches, but the international influences are still relatively weak. The internal relative influences of these nations, which is the ratio of the average citation per paper of the geoscience to that of all disciplines, were differences. Some developed countries such as France and UK have the slightly bigger or similar values of the internal relative influences. Some emerging economy countries such as Brazil, South China have higher values of the internal relative influences. On the other hand, Russia and India have lower values of the internal relative influences in geosciences. China has the rapid increasing tendency on the academic achievements of the geoscience in the 21st century. The Chinese papers of the geoscience researches published in the journals have also visibly increasing tendency. The total cited times are beginning to exceed some developed countries such as UK and Germany recently. But the average citation per paper would still have obvious disparity for the foreseeable future between China and some developed countries such as USA, Germany. The paper numbers of the Chinese geology research quickly since 2007 and are close to the USA level since 2010. The atmospheric science has the highest increasing speed on the research papers the average annual growth rate has reached about the paper number the second since 2010. The paper number of the geochemical and geophysical sciences the second position since 2009 in the world. The paper number of the oceanography the second position since 2012 and that of the physical geography the second position since 2013. However, there are wide disparity of the paper numbers of these subjects between China and USA, especially in atmospheric science and oceanography. In addition, the average cited times per paper and the ratio of the highly cited papers are also obviously lower than those of the main developed countries. The Chinese research personnel of the geology about 2/3 of the USA numbers. The groups of the other subjects in geosciences are about 1/3 of the USA numbers. For the number of the top 200 authors with more papers, China only ranks first in geology and USA ranks first in the other subjects. China ranks second in atmospheric science, fourth in geochemistry & geophysics and physical geography, and ninth in oceanography. China has got outstanding achievements in geosciences, such as North China Craton, Qinghai-Tibet Plateau, Asian monsoon. Generally, China has the rapid development tendency in geoscience China's correlative research results and their influence outstanding in the emerging economy countries. But there is still a certain gap of the international cooperation and high-impact result output compared to some developed countries. We need to promote our high-level paper output of the geoscience researches in the future. Therefore, China should continue to improve the scientific evaluation mechanisms to foster more innovative and excellent research personnel to promote higher quality scientific research output.

**Keywords** geosciences, development status, bibliometrics, citation analysis, research influence of China

**张志强** 中科院成都文献情报中心主任, 中科院文献情报中心副主任, 中科院科技战略咨询研究院战略情报研究部部长, 研究员, 博士生导师。中科院“西部之光”人才培养计划入选者, 中科院“文献信息和期刊领域引进优秀人才计划”入选者。新世纪百千万人才工程国家级人选, 甘肃省委省政府专家顾问团成员, 甘肃省领军人才第一层次人才。国家自然科学基金委员会地球科学部专家咨询委员会学术秘书。《地球科学进展》(月刊)常务副主编。主持完成中科院知识创新工程重要方向项目、国家自然科学基金重点项目和面上项目等国家及省部级项目30余项。参加完成中科院学部咨询评议项目、科技部发展与改革专项、国家自然科学基金委员会地球科学部战略规划项目等多项战略研究与规划项目。主持和参加完成的20多份对上决策咨询建议报告获国家领导人批示。独立和合作出版专著(编著)20部、译著10部、发表论文300余篇。先后获得甘肃省科技进步奖、甘肃省社会科学优秀成果奖等科技成果奖励15项。主要研究领域: 科技战略与规划、科技政策与科技管理、情报学理论方法与应用、生态经济学与可持续发展等。E-mail: zhangzq@clas.ac.cn; zhangzq@lzb.ac.cn

**Zhang Zhiqiang** Ph.D., Professor, doctoral supervisor. The Director of Chengdu Centre for Literature and Information of the Chinese Academy of Sciences, a Deputy Director of the National Science Library of the Chinese Academy of Sciences (CAS), the Director of the Strategic Information Research Department of Institution of Science and Development of the Chinese Academy of Sciences. elected talent of CAS “Light of West China” Program and CAS “The Introduction of Outstanding Talents in the Field of Literature, Information and Journals” Program, a national candidate of the New Century National Talents Project, a first level talent of the Gansu Province Leader Talents, a member of the Gansu Provincial Government Expert Advisory Group, an academic secretary of the Expert Advisory Committee of the Earth Science Division of the National Natural Science Foundation of China, and a deputy editor-in-chief of the journal *Advance in Earth Sciences* (Monthly). His major research fields are strategic planning for scientific and technologic development, scientific policy and research management, methods and applications of information analysis, ecological sustainable development. E-mail: zhangzq@clas.ac.cn; zhangzq@lzb.ac.cn.

**王雪梅** 女, 西南大学图书馆副研究员, 中科院“西部之光”人才培养计划入选者。研究方向: 科学计量学、GIS与文献计量学集成。主持自然科学基金、中科院文献情报能力专项等项目8项。第1作者发表论文20余篇, 其中SSCI检索论文2篇。合作出版专著5部, 撰写研究报告30余份。E-mail: wxm@lzb.ac.cn

**Wang Xuemei** female, Ph.D., associate professor of the Southwest University Library. Her research interests mainly focus on the bibliometrics and scientometrics. She has hosted 8 projects the National Natural Science Foundation of China, CAS, and so on. She has published more than 20 papers as the first author. Moreover, she has published cooperatively 5 books and written more than 30 research reports. E-mail: wxm@lzb.ac.cn