

文章编号:1000-0550(2017)05-0994-10

doi: 10.14027/j.cnki.cjxb.2017.05.011

显生宙深时气候研究热点问题的文献计量分析

许艺炜¹,黄燕²,胡修棉¹,杨江海²

1.南京大学地球科学与工程学院,南京 210093

2.中国地质大学(武汉)地球科学学院,武汉 430074

摘要 以 ISI Web of Science 论文数据库为数据源,针对 1900—2016 年国际深时气候领域发表的论文,从文献计量学的角度,统计分析了论文发表的数量、国家以及国际 Top 5% 论文的主题和作者,着重分析当前古气候领域的研究热点以及我国在这一领域的影响力情况。结果显示:自 20 世纪 90 年代以来国际深时气候领域论文数量持续增长;国际古气候研究主要集中于古海洋事件、生物大灭绝事件与气候的联系、气候变化等方向;虽然按论文产出量排序,中国已进入深时气候研究的前列,但高影响研究成果的比例仍非常低。

关键词 深时;气候;文献计量;热点领域;国际发展态势

第一作者简介 许艺炜,男,1994 年出生,博士研究生,沉积地质学,E-mail: kongjuzixing@126.com

通讯作者 胡修棉,男,教授,E-mail: huxm@nju.edu.cn

中图分类号 P532 **文献标识码** A

0 引言

自工业革命以来,人类活动使得全球环境和气候发生变化,并且这种变化对生态系统、粮食系统、基础设施、沿海地区、城乡地区以及人类健康等均产生了影响。例如,根据 IPCC 第五次评估报告的研究,全球陆地和海洋综合平均表面温度在 1880—2012 年期间升高了 0.85 °C,且自 1992 年以来,在 3 000 m 到海底之间已经变暖;在 1901—2010 年期间,由冰川损失和温度升高产生的海洋热膨胀使得全球平均海平面上升了 0.19 m^[1]。这些变化使得全球范围内极端天气事件增多,严重自然灾害出现频率增加,对人类社会造成了巨大的影响。因此,气候变化已成为涉及政治、经济、环境和社会发展等学科的综合科学问题。而认识气候变化的趋势,可以有效的降低各种不利影响,协助人类应对未来气候变化。

当今地球大气 CO₂ 浓度已经超过 400 mg/L,这是过去 40 万年以来的最高值^[2],未来的 CO₂ 浓度会达到怎样一个程度,会对地球产生什么样的影响? 回答这些问题仅仅依靠现代的观测和模拟是不够的,还需要理解地球系统在这种高 CO₂ 浓度环境中是如何运行的^[3]。况且地球历史上曾经有过比现代更温暖的气候系统,例如白垩纪。因此通过对地球历史上的

气候研究,能够深刻地了解气候变化的模式以及预测未来气候的响应,这正是深时气候研究的意义所在。

所谓深时是指不能通过冰芯而必须依赖岩石记录所恢复的那段时间,通常是指前第四纪的地质记录^[4]。深时气候也就是前第四纪的气候。

文献计量是以文献体系及其单元为对象,对其进行数理统计分析以揭示文献信息流过程的各种数量关系和变化规律的经典情报学定量分析方法^[5]。该方法在生物学、医学、心理学等领域得到广泛的应用^[6-8],但是目前尚未见有利用该方法研究深时气候方向的报导。本文通过对 Web of Science 数据库收录的文献进行统计和分析,从文献计量的角度展示近年来深时气候研究的热点和发展趋势,以及中国在这一领域的研究现状,从而为从事相关研究的科研人员及战略规划提供参考。

1 数据来源和分析方法

本文数据来源于 Web of ScienceTM 核心合集(1900 至今)。其文献类型选择研究论文(article)、研究综述(Review)和会议论文(Proceedings paper),因为这些是正式公开发表的研究论文,能够如实地反映相应领域科学研究的发展现状和最新动向。分析时间范围为 1900—2016 年。文献的搜索方式为 TS=

收稿日期:2017-06-23; 收修改稿日期:2017-07-12

基金资助:国家杰出青年科学基金项目(41525007);国家自然科学基金项目(41572078) [Foundation: The National Science Fund for Distinguished Young Scholars, No. 41525007; National Natural Science Foundation of China, No. 41572078]

* climate * and age not Quaternary,以古近纪为例其搜索方式为 * climate * and Paleogene not Quaternary。获得的数据按照不同年份、国家(地区)、机构、期刊等进行分类筛选后,利用软件(Excel)进行数据整理计算。国家包括所有作者工作单位所在的国家(地区)。

研究热点的确定:根据检索的结果,单独列出各个时代总引用次数或平均引用次数位于所有检索到论文的前5%的文章,将其定义为Top 5%论文。因为这些论文被相关研究者大量引用,说明它们是受到普遍关注的,所以Top 5%研究论文的主题可以近似表示深时气候研究的热点。我们据此分析不同地质时期古气候研究的热点。同时,这里着重分析第一作者为中国大陆研究单位的论文。此外,如果Top 5%论文研究的地质时代超过多个,我们将其归到最老的地质时代,不作重复统计。

2 国际古气候论文分布

2.1 深时气候论文年度分布

依据关键词检索到的深时气候论文共计344 806篇,其结果如图1所示。1900—2016年,国际深时气候的论文不断增长,根据论文总量增长分为两个阶段。第一阶段(1900—1990年):这一阶段论文发表数很少,其中1908—1960年每年发表的论文不超过30篇,甚至有几年没有关于深时气候论文发表,例如1917—1920年,文献增长速率缓慢,论文总量有限;第二阶段(1991—2016年):此阶段年论文数呈指数增长趋势,尤其是2006—2016年,年均发表论文数达到10 000以上,论文总量大幅度增加,其比例由1900—1990年的2.18%增长为97.82%(图1)。这表明自上个世纪90年代以来,古气候研究已成为全世界关注的热点问题。

2.2 深时气候论文国家(地区)分布

国际上关于深时气候研究的国家主要来自于美国、英国、中国大陆、德国、加拿大、澳大利亚及一些欧洲发达国家。其中,美国在这一领域发表的论文比例达到33.9%,比第二名英国(占比9.9%)高出两倍有余;中国大陆排名第三,占比为9.3%;德国、加拿大和澳大利亚发文总量分别占总论文比例8.5%、7.12%、7.02%;而法国、西班牙、意大利、荷兰等国家所占比例都不超过6%(图2)。

2.3 深时气候论文研究所属时代分布

国际上关于不同地质年代古气候研究的论文分布如图3所示。可以看出从寒武纪到新近纪,国际论

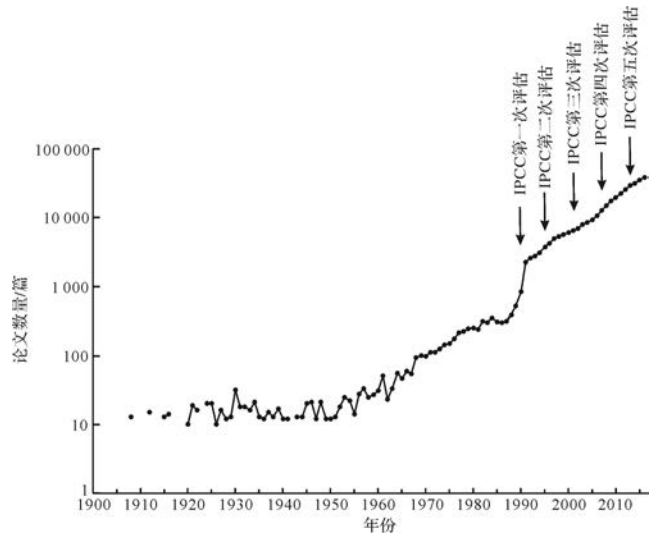


图1 国际深时气候论文增长趋势

(数据来自 Web of Science™)

Fig.1 Increasing trend of deep-time research papers

(data from Web of Science™)

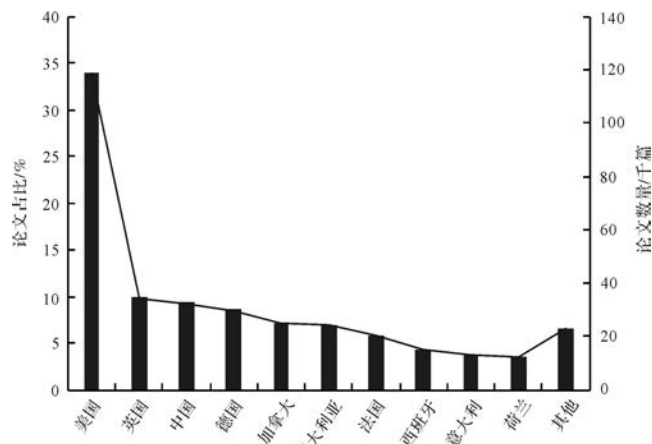


图2 深时气候研究论文国家分布

Fig.2 Distribution of international deep-time climate research articles in different countries

文发表量呈现不断增长的趋势。其中关于早古生代气候研究文章数目普遍较少,各时代约200篇。晚古生代(除二叠纪外)古气候研究文章数目较早古生代有所增加,但不超过500篇。但自二叠纪开始,古气候研究论文剧增,在1 000篇左右。其中,以白垩纪气候为研究对象的文章数目最多,达到2 200余篇。以上数据表明,国际上对于较为年轻地质时代的古气候关注较多,这可能与地层的出露以及保存程度相关。而关于白垩纪气候研究论文是最多的,这意味着白垩纪是古气候最受关注的时代,重要的原因是由于白垩纪气候被普遍认为是温室气候的典型代表,对其研究有助于理解人类目前面临的全球变暖问题。

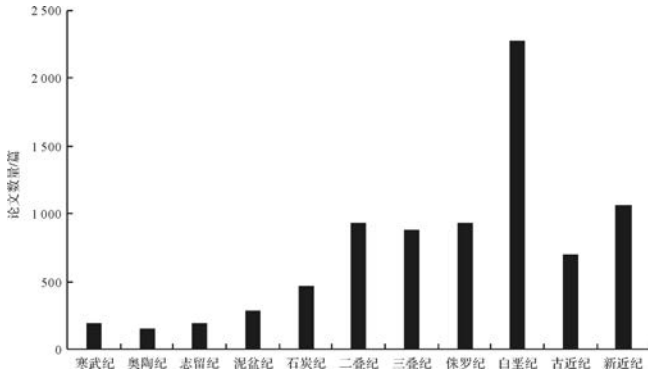


图3 深时气候论文研究所属地质年代分布

Fig.3 Distribution of deep-time climate research articles focusing on geological time

3 各地质时代古气候研究热点

3.1 古生代

3.1.1 寒武纪

关于寒武纪的热点文章总数不多,共有9篇。来源期刊分布见图4。其中33%发表在 *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 期刊上,且引用率排名靠前。其余的热点论文发表在 *Paleobiology*、

Nature、*Geological Society of America Bulletin*、*Earth and Planetary Science Letters*、*Sedimentary Geology*、*Lethia* 等期刊上,占比均在11%左右,

寒武纪古气候方面的热点论文研究主题大多与古生物有关,比例达44%,包括生物灭绝、生物多样性组合、生物演化与环境气候变化的关系等。其次,关于寒武纪气候变化的研究关注气候指标,例如利用碳同位素研究海平面变化、生物灭绝,以气候指标为主题的热点论文占22%。第三,关于海洋事件、区域气候、古地理等方面的研究占比均在10%左右。通过对寒武纪深时气候方面国际上的高引用率论文进行统计分析(图4b)表明,气候指标与古生物的研究是其中热点,古海洋与海洋古生物是研究的主要对象。

3.1.2 奥陶纪

奥陶纪的高被引用论文 Top 5%, 共计有18篇。其来源期刊分布见图5a, 发表在 *Geology* 论文最多, 比例占17%; 发表在 *Science* 和 *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 上的高被引论文也比较多, 比例在11%左右; 出现热点论文数较多的刊物还包括 *Earth - Science Reviews*、*Geochimica et Cosmo-*

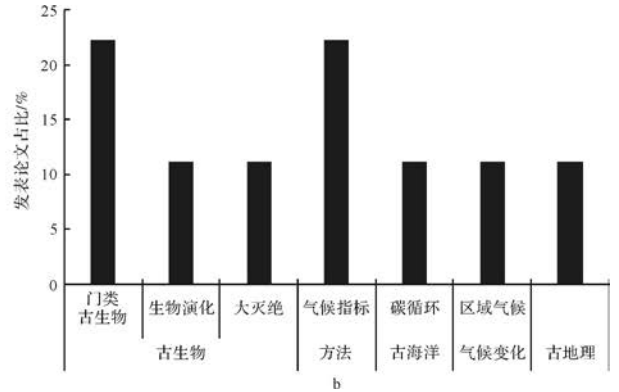
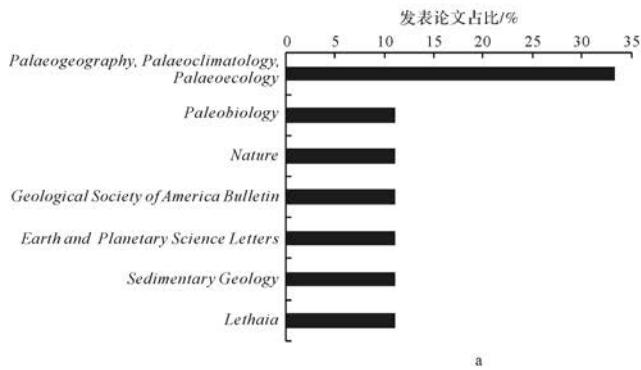


图4 寒武纪古气候 Top 5% 论文期刊及研究主题分布

Fig.4 Cambrian paleoclimate research Top 5% articles and their themes

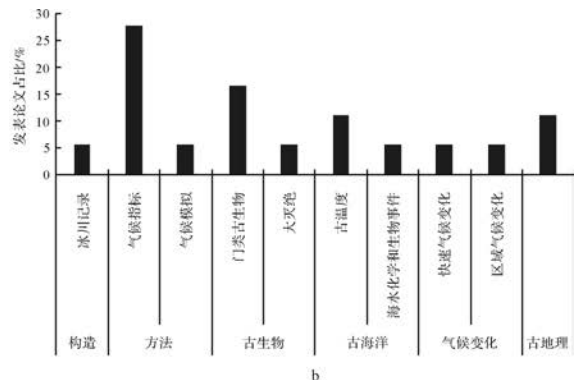
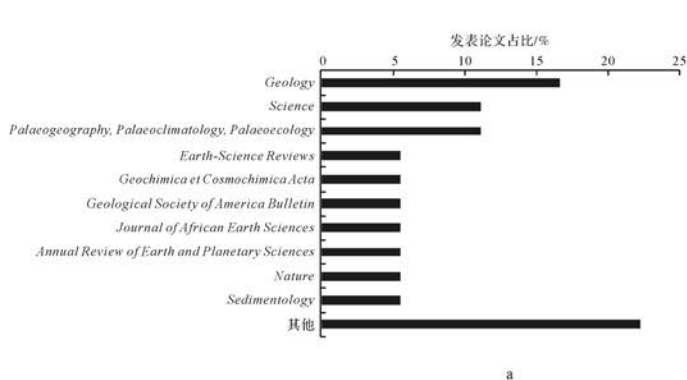


图5 奥陶纪古气候 Top 5% 论文期刊及研究主题分布

Fig.5 Ordovician paleoclimate research Top 5% articles and their themes

chimica Acta、*Geological Society of America Bulletin*、*Nature*、*Sedimentology* 等,占比都小于6%。最低的总被引频次为83。

如图5b所示,奥陶纪古气候方面的Top 5%热点论文研究主要聚焦于气候指标、古生物、古海洋三个方面。其中研究古气候方法的热点论文比例达33%,研究重点是海水氧同位素和二氧化碳含量。关于古生物方面的论文占比22%,包括海洋门类生物多样性、陆地植物演化、奥陶纪末生物大灭绝。而以古海洋为主题的热点文章占17%,主要研究海水物化特性、冰川作用与大洋循环的关系。除此之外,冈瓦纳古地理、区域短时间尺度气候变化也是研究主题之一。

3.1.3 志留纪

志留纪Top 5%热点论文数目较少,共有7篇。来源期刊分布见图6a,这些高被引论文主要发表在*Journal of the Geological Society*和*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*两大期刊上,占比均在28%左右;其次是*Nature*、*Geochimica et Cosmochimica Acta*等期刊。

关于志留纪古气候方面热点Top 5%论文的研究主题主要是气候指标,占比高达57%,包括氧气含量与森林火灾的相关性、古土壤特征的风暴指示意义、通过海洋碳酸盐同位素获得古温度、古生代二氧化碳浓度与温度的耦合、稳定碳氧同位素与古盐度关系等。除研究古气候的方法外,古海洋周期事件与构造也是这一地质古气候研究热点,热点论文最低被引频次在94次以上。

3.1.4 泥盆纪

泥盆纪的Top 5%热点论文共有15篇,来源期刊种类达到十余种且分布较平均,来源期刊分布见图7a。除了*Geology*和*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*两种期刊发表泥盆纪古气候热点论文相对较多外,其他期刊的热点论文发表数相当,包括*Gondwana Research*、*Journal of the Geological Society*、*Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*、*Earth-Science Reviews*、*AAPG Bulletin*、*Resolving the Late Paleozoic Ice Age in Time and Space*等。

如图7b所示,泥盆纪热点论文的主题分布较分散。从统计数据来看,以古生物为主题的论文最多,

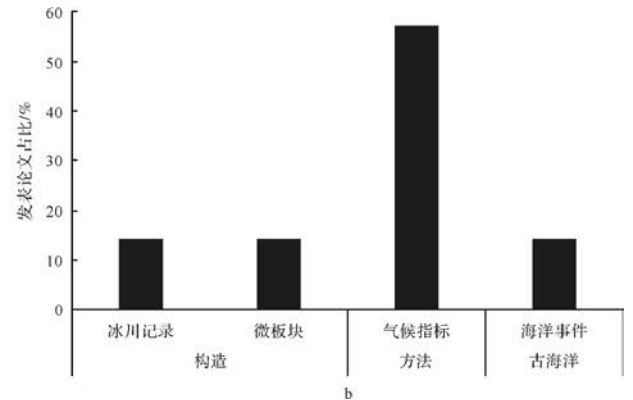
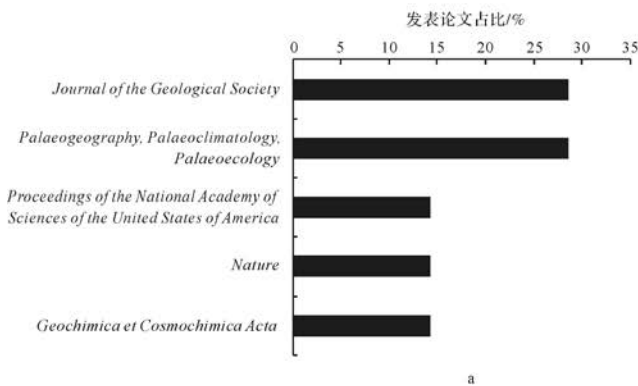


图6 志留纪古气候论文期刊及Top 5%论文研究主题分布
Fig.6 Silurian paleoclimate research Top 5% articles and their themes

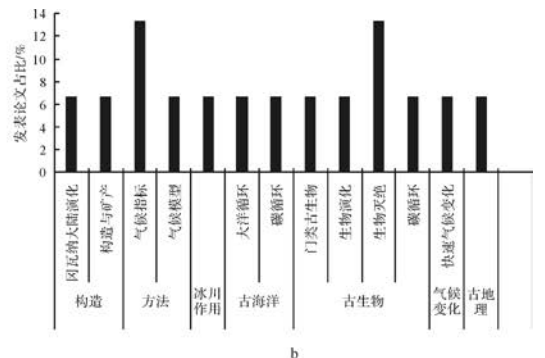
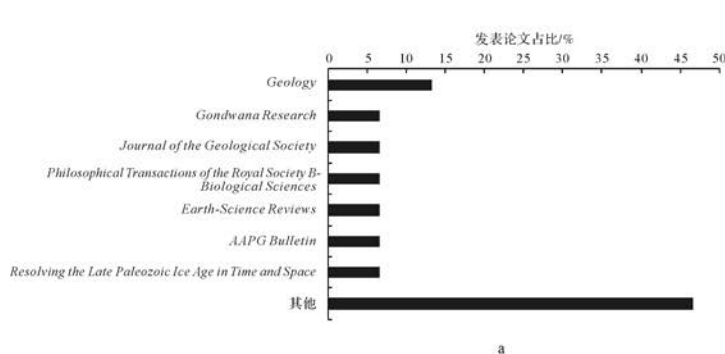


图7 泥盆纪古气候Top 5%论文期刊及研究主题分布
Fig.7 Devonian paleoclimate research Top 5% articles and their themes

占33%左右,涉及到生物灭绝、生物礁、晚古生代冰期、碳循环等方面。关于古气候方法的研究论文次之,占到20%,包括碳循环、氧同位素和模拟地球圈层相互作用的气候模型方面的研究。其他主题也占到了一定比例,例如研究冈瓦纳大陆构造演化和古海洋的热点论文合计占比27%。除此之外,通过古地磁、沉积类型、动物区系进行冈瓦纳古地理重建以及冰川记录方面的研究也属于泥盆纪古气候热点论文的研究主题。

3.1.5 石炭纪

石炭纪 Top 5% 热点论文共有 21 篇,期刊来源分布见图 8a,发表在 *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 上的论文最多,占比约 19% 左右,其次是 *Geology*、*Journal of the Geological Society*、*Chemical Geology*、*Journal of African Earth Sciences*、*Science* 等期刊。

关于石炭纪深时气候的热点论文研究主题最多的是气候变化,包括以火灾为例的快速气候演化、泛大陆季风、构造影响的气候变化等,占热点论文总数

的33%。其次是冰川记录和古气候方法,各占28%;古气候方法涉及二氧化碳、同位素等气候指标的研究和潮汐周期与海平面变化等气候模拟方面的研究;有关石炭纪冰川作用的古气候论文主要讨论晚古生代冈瓦纳大陆上的冰川记录与演化。另外,古生物方面特别是有关古植物的研究也是石炭纪深时气候的研究热点。

3.1.6 二叠纪

二叠纪 Top 5% 热点论文共有 34 篇,期刊来源分布见图 9a,来源期刊种类多达 16 种,热点论文主要发表在 *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Geology, Science, Geological Society of America Bulletin, Earth and Planetary Science Letters, Journal of Geology* 六个期刊上,合计占比超过 70%。

二叠纪古气候 Top 5% 热点论文研究最多的主题是古生物,占比达 44%;古生物的子主题中有关植物和二叠纪末生物大灭绝的研究占绝大多数,值得一提的是,主题为植物的论文研究时代背景大部分在二叠纪—三叠纪界线附近。除古生物外,有关古气候方法

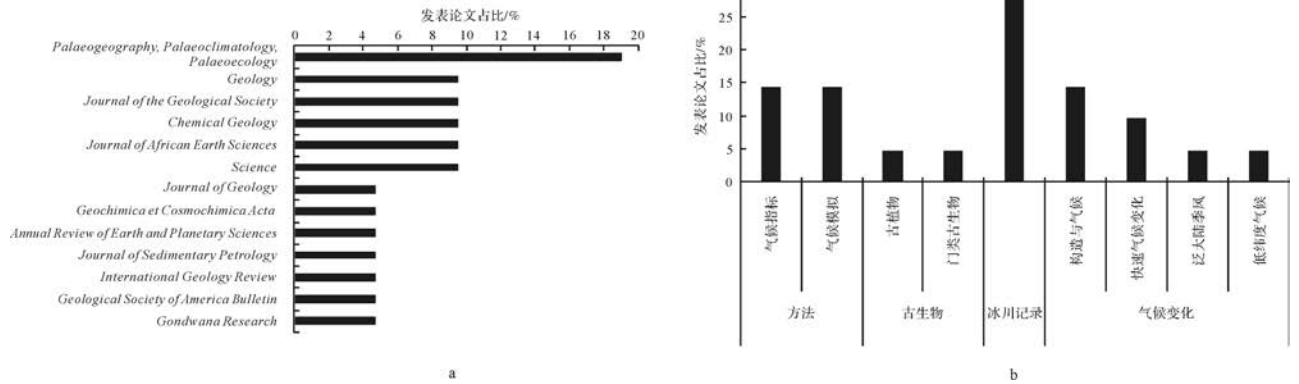


图 8 石炭纪古气候 Top 5% 论文期刊及研究主题分布
Fig.8 Carboniferous paleoclimate research Top 5% articles and their themes

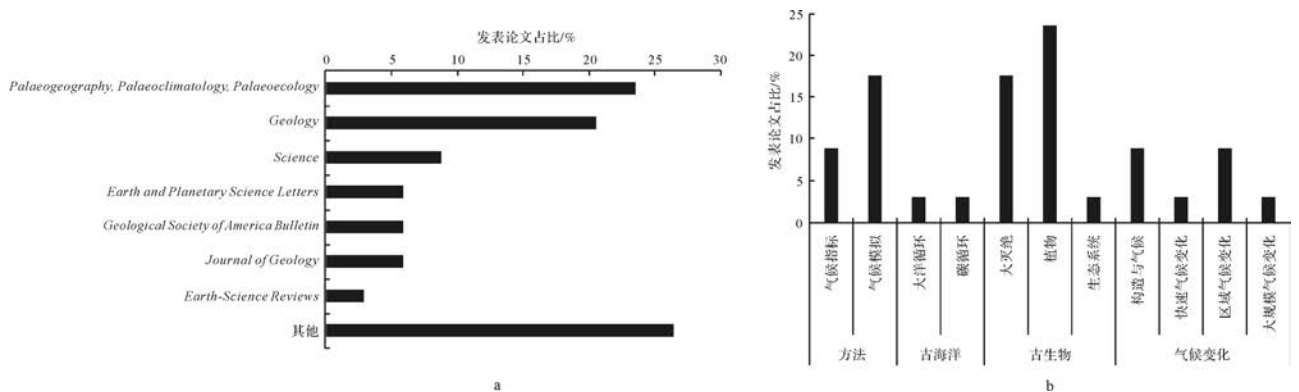


图 9 二叠纪古气候 Top 5% 论文期刊及研究主题分布
Fig.9 Permian paleoclimate research Top 5% articles and their themes

的论文占26%左右,手段主要是C、O、Sr、Nd同位素。关于气候变化的热点论文研究角度多样,包括区域气候变化、构造与气候变化、快速气候变化和大规模的气候变化,总占比为24%左右。主题为古海洋的热点论文数目较少,占比不足6%。

3.2 中生代

3.2.1 三叠纪

三叠纪 Top 5% 热点论文共有 13 篇,每篇文章的被引频次超过 70 次以上,年平均被引频次超过 35 次。这些高被引的论文来源期刊分布见图 10a,其中发表在 *Earth and Planetary Science Letters* 最多,比例达到 31%;其次是 *Earth-Science Reviews*, *Palaeogeography*, *Palaeoclimatology*, *Palaeoecology*、*Science*, 占比均在 15% 左右。而在 *Journal of Geophysical Research*、*Geological Society of America Bulletin*、*Georabia* 上发表的论文比例均小于 8%。

如图 10b 所示,关于三叠纪研究 Top 5% 深时气候论文主题主要集中于二叠纪—三叠纪界线大灭绝事件以及古气候方法研究上,两者合计占 69%,其中古气候方法利用米兰科维奇旋回、磁性地层研究地层

旋回以及古土壤作为气候指标;与此同时,其他主题也占到了一定比例,如古海洋研究的比例也达到了总数的 15%,主要包括海水古温度和碳循环的研究。其余主题包括古地理以及气候变化占比较小,均不足 8%。

3.2.2 侏罗纪

侏罗纪 Top 5% 热点论文共有 17 篇,期刊来源分布如图 11a 所示。其中 *Earth and Planetary Science Letters* 上发表最多, *Palaeogeography*, *Palaeoclimatology*, *Palaeoecology* 其次,二者之和达发表论文总数的 58%。而 *Geology* 和 *Nature* 上发文总数也较多,占论文总数的 23%,其余期刊如 *Journal of the Geological Society*、*Geological Society of America Bulletin* 等比例分别不到 6%,居次要地位。

图 11b 是侏罗纪深时气候论文主题分布,可以看出古海洋主题占最主要地位,达论文总数的 47%,其中又以侏罗纪 Toarcian 缺氧事件研究为主,其比例可达 35%。其次,关于侏罗纪气候变化的研究主题,关注 CO₂ 和冰川对气候系统的影响,其比例也达到 35% 以上。而关注气候指标和气候模拟方法研究的主题

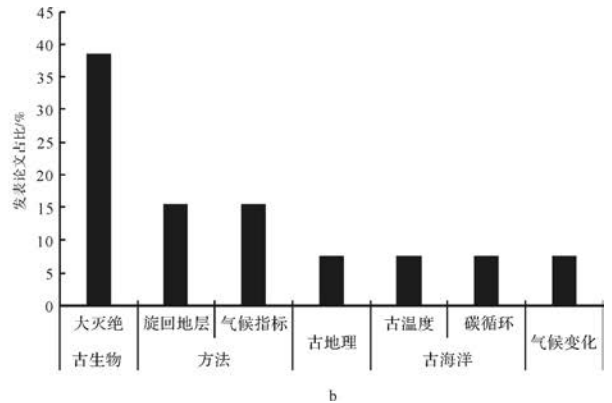
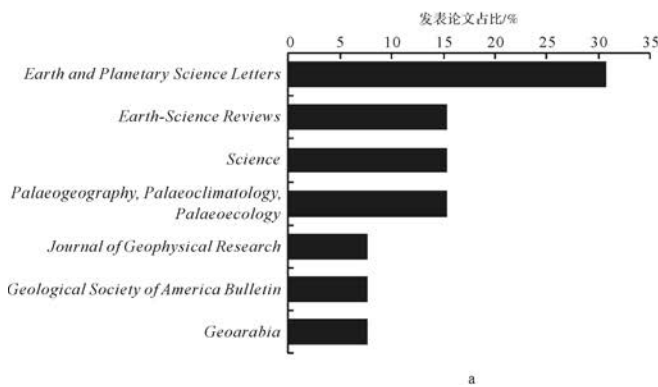


图 10 三叠纪古气候 Top 5% 论文期刊及研究主题分布

Fig.10 Triassic paleoclimate research Top 5% articles and their themes

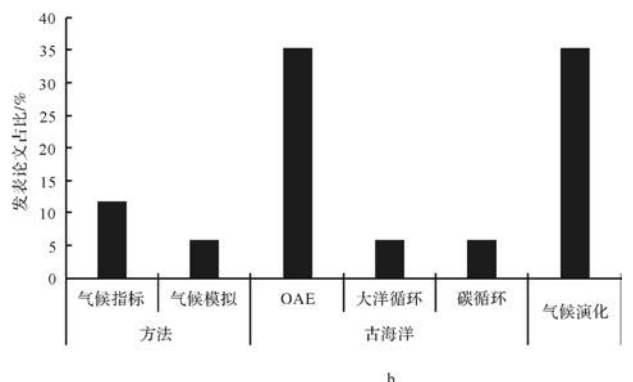
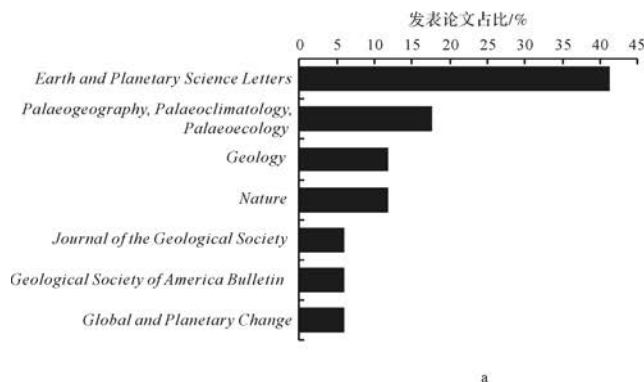


图 11 侏罗纪古气候 Top 5% 论文期刊及研究主题分布

Fig.11 Jurassic paleoclimate research Top 5% articles and their themes

较少,仅占论文总数的17%。以上数据表明,国际上关于侏罗纪深时气候热点研究着重于侏罗纪的 Toarcian 缺氧事件以及该时间段的气候系统状态。

3.2.3 白垩纪

白垩纪 Top 5% 热点论文较多,共有 61 篇,其分布的期刊种类较多,其分布如图 12a 所示。以发表在 *Nature*、*Science*、*Geology*、*Paleoceanography* 和 *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 这些期刊的论文占据比例可达热点论文总数的 60%。其他期刊除了 *Journal of Geophysical Research*、*Cretaceous Research*、*Geological Society of America Bulletin* 这样的地质领域期刊,也包括 *New Phytologist* 这样的生物学领域期刊。这表明白垩纪古气候的研究受到多学科的关注。

如图 12b 所示,关于白垩纪研究的深时气候论文主题集中于古海洋和气候变化,达到了 59%。其中,古海洋学子主题又以海水古温度、大洋缺氧事件和大洋红层为主,而气候变化子主题则以高纬度气候变化和快速气候变化为主。此外,白垩纪末灭绝事件和气候模拟位居其次,也达到了 15% 以上。而对白垩纪古地理和构造事件关注比例较少,仅占 10%。这充分说明,白垩纪古气候研究主要关注的是海洋的特殊事件、海水古温度重建、高纬度气候状态,同时关于气候模拟和大灭绝事件的研究也较为突出。

候模拟位居其次,也达到了 15% 以上。而对白垩纪古地理和构造事件关注比例较少,仅占 10%。这充分说明,白垩纪古气候研究主要关注的是海洋的特殊事件、海水古温度重建、高纬度气候状态,同时关于气候模拟和大灭绝事件的研究也较为突出。

3.3 新生代

3.3.1 古近纪

古近纪 Top 5% 热点论文共有 48 篇,期刊来源多达 16 种,分布如图 13a。可以看出,在 *Nature* 上刊载的论文最多,占总数的 20.8%,其次刊载 *Geology*、*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 和 *Paleoceanography* 上论文分别超过总数的 10%,并且这些都是该领域具有影响力的期刊;此外,部分论文发表在生物学领域的期刊,如 *Trends in Ecology & Evolution*、*Global Change Biology*。

古近纪热点论文主题分布如图 13b。以古海洋和气候变化两个主题为主,二个主题约占研究总数的 58%。在古海洋子主题中,PETM(古新世—始新世极热事件)事件居于主要地位,比例达到了 18.75%,其

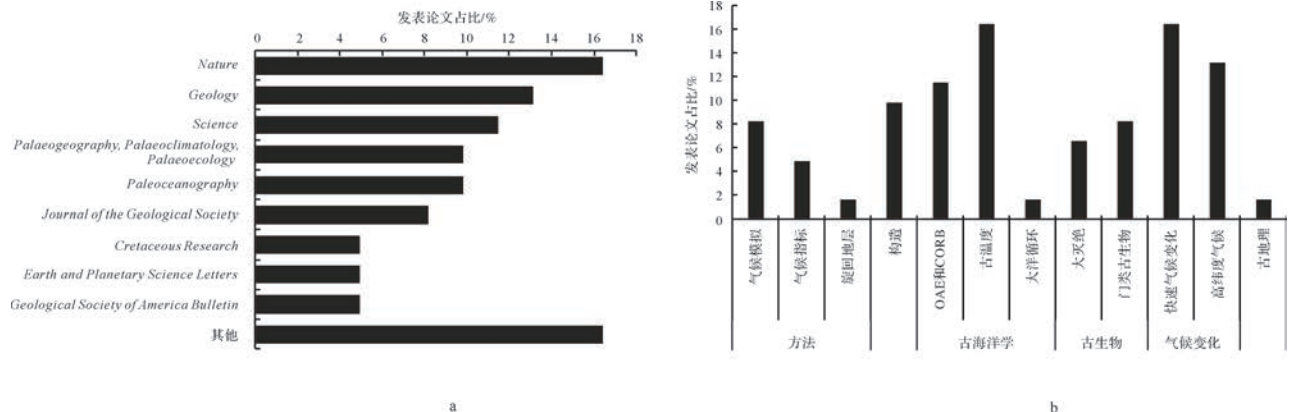


图 12 白垩纪古气候 Top 5% 论文期刊及研究主题分布

Fig.12 Cretaceous paleoclimate research Top 5% articles and their themes

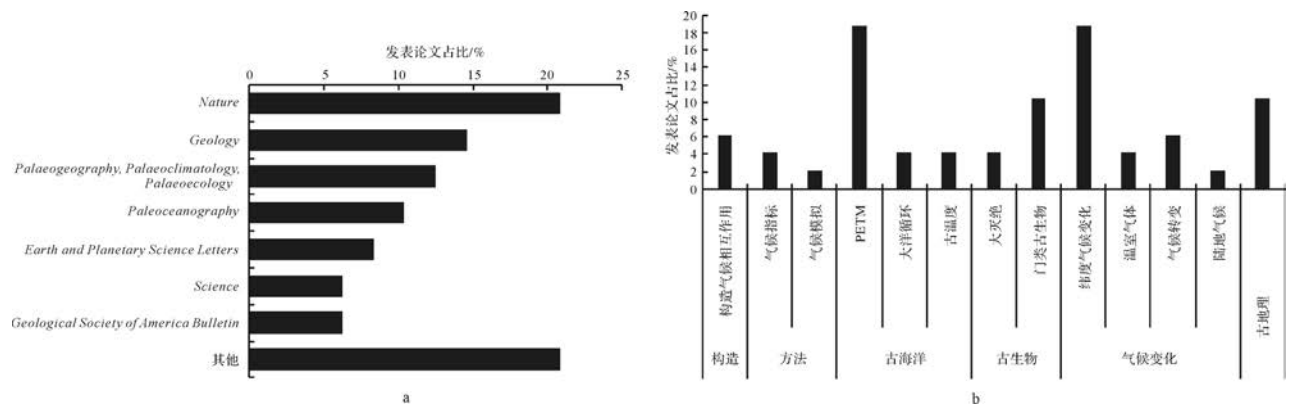


图 13 古近纪古气候 Top 5% 论文期刊及研究主题分布

Fig.13 Paleogene paleoclimate research Top 5% articles and their themes

余的子主题包括大洋循环和海水古温度居次要地位。在气候变化的子主题中,主要集中在不同纬度气候变化,重点关注冰川体积变化及其对气候的影响,而对温室气候向冰室气候转变、快速气候变化、温室气体以及陆地上的气候系统关注较少。其余主题包括生物绝灭事件、构造气候相互作用以及古气候重建方法其比例均小于10%,不占绝对优势。这说明了在古近纪古气候研究重点位于古海洋事件和高纬度气候变化。

3.3.2 新近纪

新近纪热点论文共有 38 篇,来源期刊高达 18 种,其中有四种期刊是来自于生物学领域的期刊。从图 14a 可以看出, *Nature*、*Palaeogeography*、*Palaeoclimatology*、*Palaeoecology*、*Science* 和 *Earth and Planetary Science Letters* 上刊载的论文数最多,占到了总数的 51%。其余期刊上发表的研究论文数量均不到总发表数的 10%。

新近纪古气候热点论文主题发生明显变化,图 14b 清晰的表明研究领域主要关注古生物,聚焦于生

物随着气候变化的辐射演化、传播,占总数的 31.5%。其次气候变化和古气候重建方法上也受到较多的重视,比例可达 39%,其中关于亚洲季风的研究达到了 13%。其余主题包括构造气候相互作用、古地理和古海洋事件,这些主题比例均小于 11%,居于次要地位。可以看出新近纪热点研究方向是古生物与古气候演化。

4 深时气候研究国家(地区)影响力分析

总论文和 Top 5% 论文中,第一作者的比例在一定程度上可以反映该国家(地区)在该领域研究的影响程度。各地质时代古气候研究论文中国大陆作者占比统计结果如图 15a 所示。首先,总体来看,各个时代大陆学者发表的论文比例都接近 10%,其中奥陶纪比例最大,论文篇数为 41 篇,其比例达到了 25%以上。其次关于寒武纪、二叠纪、三叠纪和新近纪发表论文也较多,论文篇数分别为 30、133、122、129 篇,比例约 15%左右。而泥盆纪占比最小,只有 5.6%。这表明在深时气候领域,大陆学者的研究成果较多,

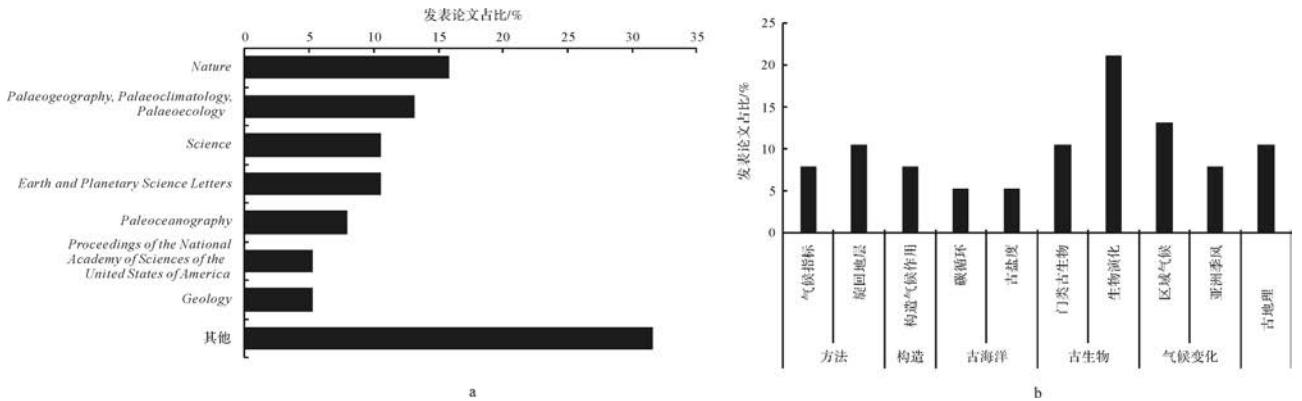


图 14 新近纪古气候 Top 5% 论文期刊及研究主题分布

Fig.14 Neogene paleoclimate research Top 5% articles and their themes

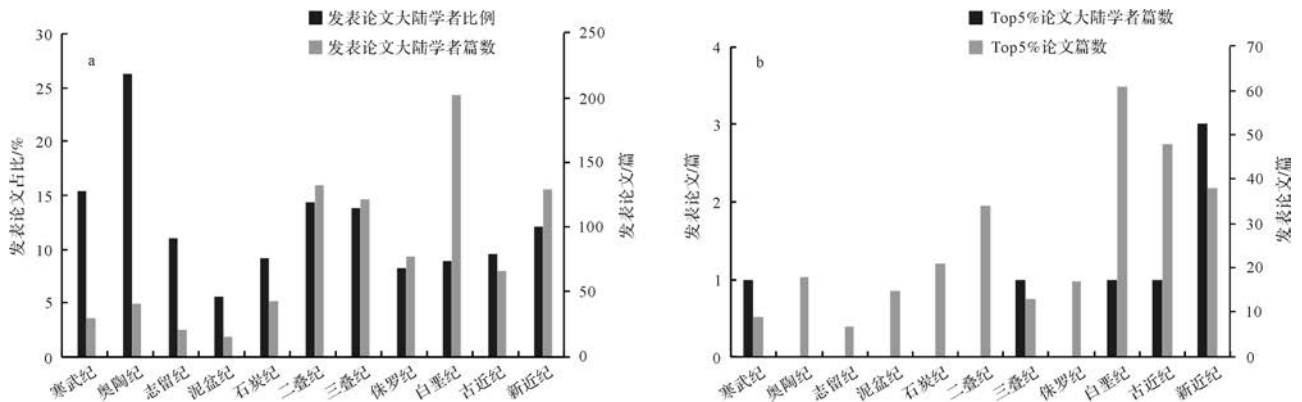


图 15 深时气候论文和 Top 5% 热点论文大陆学者第一作者论文数量及比例

Fig.15 Distribution of deep-time climate research Top 5% articles published by Chinese authors

具有一定优势。

在全球 281 篇高影响力的研究论文中,其随地质时代分布如图 15b 所示,可以看出这些高影响力论文主要分布在白垩纪、古近纪和新近纪中,三者之和占比达到 52%。而古生代高影响论文普遍较少。其次以大陆学者作为第一作者的 Top 5% 论文有 7 篇,分

别分布在在新近纪(3 篇)、古近纪(1 篇)、白垩纪(1 篇)、三叠纪(1 篇)、寒武—奥陶纪(1 篇)(表 1)。在这些高影响力论文中,最高的年平均引用次数达到 76 次。总体来看,显生宙大陆第一作者 Top 5% 论文数量较少,且部分地质时代缺少高影响力文章,表明我国在该领域影响力有待提升。

表 1 深时气候大陆学者第一作者 Top 5% 热点论文(按年均引用次数排序)

Table 1 Chinese Mainland first author Top 5% research papers of deep-time climate

论文作者	发表时间	论文标题	来源期刊	第一作者单位	总被引 频次	年均引 用次数
Guo Z T(郭正堂), Ruddiman W F, Hao Q Z, <i>et al.</i>	2002	Onset of Asian desertification by 22 Myr ago inferred from loess deposits in China	<i>Nature</i>	中国科学院地质与地球物理研究所	1 139	75.93
Sun Y D(孙亚东), Joachimski M M, Wignall P B, <i>et al.</i>	2012	Lethally Hot Temperatures During the Early Triassic Greenhouse	<i>Science</i>	中国地质大学(武汉)	256	51.20
Wang C S(王成善), Zhao X X, Liu Z F, <i>et al.</i>	2008	Constraints on the early uplift history of the Tibetan Plateau	<i>Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America</i>	中国地质大学(北京)	323	35.89
Sun X J(孙湘君), Wang P X.	2005	How old is the Asian monsoon system? Palaeobotanical records from China	<i>Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology</i>	同济大学	357	29.75
Zheng D W(郑德文), Zhang P Z, Wan J J, <i>et al.</i>	2006	Rapid exhumation at ~8 Ma on the Lipu Shan thrust fault from apatite fission-track thermochronology: Implications for growth of the northeastern Tibetan Plateau margin	<i>Earth and Planetary Science Letters</i>	中国地震局地质研究所	208	18.91
Hu X M(胡修棉), Jansa L, Wang C S, <i>et al.</i>	2005	Upper Cretaceous oceanic red beds (CORBs) in the Tethys: occurrences, lithofacies, age, and environments	<i>Cretaceous Research</i>	南京大学	132	11.00
Meng X H(孟祥化), Ge M, Tucker M E.	1997	Sequence stratigraphy, sea level changes and depositional systems in the Cambro-Ordovician of the North China carbonate platform	<i>Sedimentary Geology</i>	中国地质大学(北京)	107	5.35

5 结论

通过对深时气候领域发表研究论文数量以及热点论文的主题和期刊来源等进行统计分析,明确了该领域研究热点的分布,进而了解国际深时气候发展态势,并得出我国在该领域的研究实力现状以及未来发展动态。

(1) 整体看来,国际上关于深时气候研究呈现出持续增长趋势。尤其自 1990 年以来关于古气候研究呈指数增长,为古气候研究成果集中产出期。

(2) 各地质时代古气候论文产出量不同,随着地质时代减小,论文产出量越大,其中以白垩纪古气候论文最多。

(3) 深时气候研究领域影响力最高论文主要来源于以下 6 种期刊:*Nature*、*Science*、*Geology*、*Earth and Planetary Science Letters*、*Paleoceanography*、*Geological Society of America Bulletin*。

(4) 国际深时气候研究热点包括古海洋、古气候重建方法和气候变化。其中古海洋集中于海洋中的一些特殊事件以及与大洋循环、气候变化之间的关

系。而古气候重建则分为两类,一类是研究气候指标,另一类是气候模拟。各地质年代的气候变化一直备受关注,并且着重于研究特殊时期气候状态以及不同气候状态之间的演变过程。

(5) 美国、英国、中国、德国、加拿大是论文主要产出国,中国深时论文发表量占全球同领域论文量的9.3%。大陆学者学者在深时领域发表具有较大影响力 Top 5% 论文数量较少,这表明中国在深时气候领域的研究影响力仍有待提高。

参考文献 (References)

- [1] IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [R]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2013.
- [2] Ritter S K. Global CO₂ breaches 400 ppm[J]. C & EN, 2015, 93(20): 28.
- [3] 王成善,王天天,陈曦,等. 深时古气候对未来气候变化的启示[J]. 地学前缘, 2017, 24(1): 1-17. [Wang Chengshan, Wang Tiantian, Chen Xi, et al. Paleoclimate implications for future climate change[J]. Earth Science Frontiers, 2017, 24(1): 1-17.]
- [4] Montañez Z P, Norr's R D, Algeo T, et al. Understanding Earth's Deep Past: Lessons for Our Climate Future[M]. Washington, DC: National Academies Press, 2011.
- [5] 张树良,安培浚. 国际地震研究发展态势文献计量分析[J]. 地球学报, 2012, 33(3): 371-378. [Zhang Shuliang, An Peijun. A bibliometric analysis of the development status of international seismological research [J]. Acta Geoscientia Sinica, 2012, 33(3): 371-378.]
- [6] 田亚平,常昊. 中国生态脆弱性研究进展的文献计量分析[J]. 地理学报, 2012, 67(11): 1515-1525. [Tian Yaping, Chang Hao. Bibliometric analysis of research progress on ecological vulnerability in China [J]. Acta Geographica Sinica, 2012, 67(11): 1515-1525.]
- [7] 许昌泰. 1947—2008 年 PubMed 中神经递质相关文献计量学分析[J]. 中华医学图书情报杂志, 2010, 19(8): 74-77. [Xu Changtai. Neurotransmitter-related papers covered in PubMed from 1947 to 2008: A bibliometric analysis [J]. Chinese Journal of Medical Library and Information Science, 2010, 19(8): 74-77.]
- [8] 姚本先,汪海彬,王道阳. 1987~2008 年我国安全感研究现状的文献计量学分析[J]. 心理学探新, 2009, 29(4): 93-96. [Yao Benxian, Wang Haibin, Wang Daoyang. The analysis on the bibliometrics situation of China's sense of security research from 1987 to 2008 [J]. Psychological Exploration, 2009, 29(4): 93-96.]

Hot Topics in Phanerozoic Deep-Time Climate Research : Based on Bibliometric Analysis

XU YiWei¹, HUANG Yan², HU XiuMian¹, YANG JiangHai²

1. Department of Earth Science and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China

2. School of Earth Sciences, China University of Geosciences(Wuhan), Wuhan 430074, China

Abstract: Based on data from ISI Web of Science database, we investigated the research topics in deep-time research since 1900. By analyzing the number of research articles, countries of authors, the themes and authors countries of Top 5% highly cited papers, we try to reveal the research focus and the international influence of Chinese scholars in the deep-time paleoclimate research filed. Our data shows that deep-time research has keep growing rapidly since 1990. The deep-time research mainly focuses on the paleoceanographic events, mass extinctions and their relationship to palaeoclimate, the palaeoclimate change (temperature, $p\text{CO}_2$, etc.); Although the sum of research papers is concerned, China has become one of important contributors to deep-time climate research. However, the proportion of Chinese highly influential research is still very low.

Key words: deep time; climate; bibliometric analysis; focusing area; international development status