2009—2018 年国内外冰川沉积物研究现状及热点分析*

张 威 唐倩玉 赵 贺 李亚鹏 乔静茹 成 然 孙 波

(辽宁师范大学地理科学学院,辽宁 大连 116029)

摘要:运用文献计量的各种特征,采用数学与统计学的方法研究冰川沉积物的现状与发展趋势. 以 Web of Science 数据库和中国知网学术期刊网络出版总库作为数据源,对主题词为冰川沉积物的期刊论文进行检索. 通过 Bibexcel、Ucinet、Netdraw 和 SPSS 软件进行数据处理和分析. 研究表明:(1)2009—2018 年国外冰川沉积物的发文数量呈上升趋势,国内冰川沉积物的发文量总体较少,波动较大. (2)国内外冰川沉积物研究的热点时间段集中在第四纪;热点地点集中在南极洲、北极和青藏高原;热点的技术方法集中在测年手段. (3)国外冰川沉积物的研究内容可分为 4 个集群,即不同测年手段对冰川沉积物进行测年和冰期序列的划分,研究冰川及冻土的主要地区,通过技术手段对沉积物进行深入分析探讨古气候古环境的演变特点以及研究冰川沉积物所采用的具体技术与方法;国内冰川沉积物的研究内容可分为 3 个集群,即第四纪冰川沉积物的测年及冰期序列的建立,高原隆升与气候变化以及古海洋学.

关键词:冰川沉积物;文献计量;高频关键词;共词分析;聚类分析

中图分类号:P343. 6 **DOI**:10. 19789/j. 1004-9398. 2020. 03. 015

0 引 言

当山地达到雪线以上高度,地形条件适宜时就会有积雪产生,山地越高,地形条件越好,积雪也会越多,积雪经过压实、融化、渗透和冻结等作用后转化为冰川冰. 因为冰川底部受到的剪切力大,塑性大于刚性,所以它的运动速度快,将整个冰川拖向下游运动[1]. 运动的冰川不断地把卷入其中的岩屑从冰川的积累区搬运到消融区,在搬运的过程中对岩屑进行加工和改造,最后在消融区的适当位置卸下岩屑,形成各种类型的冰川沉积物[2]. 早期对冰川沉积物的研究主要包括:通过冰川沉积物的地貌确定古冰川的作用范围及其面积[3];从冰川沉积物的相对位置和风化程度确定相对新老关系,进而划分冰期[4];对冰川沉积物的类型进行划分,冰川沉积物根据搬运的动力不同可以分为 2 类,一类是由冰川搬运堆积形成的冰碛物,另一类是由冰川融水从冰川末端搬运形成的冰水沉积物[1,5-7].

对文献进行检索和分析,可以了解研究领域的发展动态[8]. 为了能够了解冰川沉积物在国际和国内研究和发展的现状,本文根据 Web of Science 和中国知网学术期刊网络出版总库(以下简称中国知网)上获取的数据,通过 Bibexcel、Ucinet、Netdraw 和 SPSS 等软件对国内外冰川沉积物 2009—2018 年的研究状况及热点进行分析,为以后冰川沉积物的进一步研究提供参考.

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

本文的外文数据来自 Web of Science 网络数据库中的核心合集,对 2009—2018 年冰川沉积物相关的文献进行检索,通过高级检索对主题词“冰川沉积物”进行检索,检索词为“glacial sediment”或“glacial deposit”,共获得 8 565 条检索结果. 然后将检索结果对关键词等信息进行下载分析. 国内文献的数据来自中国知网,对 2009—2018 年冰川沉积物相关的文献进行检索,通过高级检索对主题词“冰川沉积物”进行检索,共获得 57 条检索结果.

1.2 研究方法

采用文献计量法对 2009—2018 年国外冰川沉积物的研究现状及热点进行分析和可视化的处理. 首先通过 Bibexcel 软件对数据进行处理,提取国外 8 565 篇文献中出现的关键词词频并生成相关矩阵,再使用 Excel 及其 VB 编辑器对相关矩阵进行补

收稿日期:2019-08-20

* 国家自然科学基金项目(41671005;41271093)

全和归一化处理形成共词矩阵. 共词矩阵中除对角线的任意一个数字代表的是其所在的横坐标的关键词和其所在的纵坐标的关键词在同一篇文章中出现的次数,而共词矩阵对角线的数字代表的是这个关键词出现的词频[9-10]. 本文选择 Ochiia 系数统计指数对数据进行处理[11]:

$$\text{Ochiia 系数} = \frac{(A、B \text{ 两词共现词频})}{\sqrt{A \text{ 词词频}} \cdot \sqrt{B \text{ 词词频}}}. \quad (1)$$

经过处理的数据通过 Ucinet 和 Netdraw 软件生成关键词共现网络可视图,通过 SPSS 软件中的聚类分析生成聚类冰状图、聚类树状图. 2009—2018 年国内关于冰川沉积物的文献一共有 57 篇,因为篇数较少无法使用 Bibexcel 软件生成共词矩阵,所以对于国内冰川沉积物的文献通过中国知网的指数数据以及计量可视化来分析.

2　2009—2018 年国外冰川沉积物研究现状及热点分析

2.1　国外冰川沉积物总体发文趋势分析

2009—2018 年国际有关冰川沉积物的发文数量如图 1 所示,国际上冰川沉积物的发文数量呈上升趋势,2009—2012 年,发文量分别为 654、772、741 和 797 篇,在这 4 a 间发文数量波动较大. 在 2013—2018 年,发文数量增速有所放缓,平均发表论文量增长了 94 篇,年平均增长量为 16 篇. 在 2013—2018 年的增速减缓,与 2013 年冰川沉积物发表的论文突破 900 篇有关,较大的基数使得每年发表的冰川沉积物领域的论文增速不大,但发表量却仍然可观,处于稳定发展阶段.

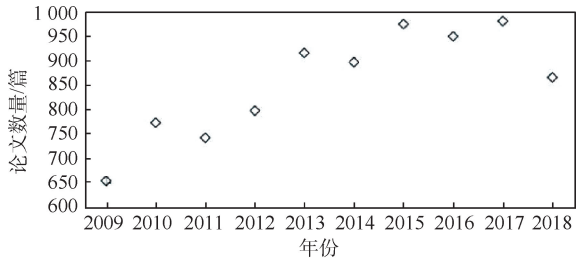


图 1　国外有关冰川沉积物文献数量分布

2.2　国外冰川沉积物高频关键词分析

通过 Bibexcel 统计分析了 8 565 篇文献,在这些文献里一共统计了 1 001 个关键词. 为了找到与冰川沉积物研究相关的热点问题,本文选取了词频≥50 的关键词作为高频关键词,对 46 个关键词进行进一步的分析. 因为不同作者对同一事物的表述存在一定偏差,以及同一个关键词存在缩写和略写的不同,例如“Last Glacial Maximum”和“LGM”表示的都是末次冰盛期,只是缩写和略写的形式不同,所以统一合并为“LGM”使用,对合并后的 46 个关键词进行进一步的分析(表 1),这些关键词可以说明 2009—2018 年与冰川沉积物研究相关的热点问题.

表 1　国外有关冰川沉积物论文中高频关键词及词频

词频/次	高频关键词	词频/次	高频关键词	词频/次	高频关键词
533	Holocene	103	geochemistry	61	glacier
225	Quaternary	101	stable isotopes	61	palynology
261	LGM	95	diatoms	60	Neoproterozoic
200	climate change	91	provenance	58	monsoon
190	Pleistocene	86	sea level	58	Laurentide ice sheet
176	paleoclimate	85	lake sediments	56	glacial
165	pollen	85	Younger Dryas	55	Mars
160	deglaciation	85	Late Glacial	55	pollen analysis
133	Late Quaternary	78	palaeoclimate	55	paleoceanography
133	Late Pleistocene	72	stratigraphy	54	carbon isotopes
130	OSL dating	70	Arctic	53	South China Sea
123	Antarctica	67	Tibetan Plateau	51	paleoenvironment
121	glaciation	65	sedimentology	50	Svalbard
115	climate	63	glacial geomorphology	50	sequence stratigraphy
113	loess	63	radiocarbon dating		
107	geomorphology	62	permafrost		

在词频≥50 的关键词中,有 8 个是与时间有关的,如:第四纪(Quaternary)、晚第四纪(Late Quacernary)、更新世(pleistocene)、晚更新世(late Pleistocene)和全新世(Holocene)等,冰川沉积物研究的热点年代集中在第四纪,该阶段气候的变化与人类关系密切,因此研究较多[12],有 6 个是与具体地点有关的,例如:南极(Antarction)、北极(Arctic)和青藏高原(Tibetan)等. 除南极、北极外,青藏高原是最大的现代冰川分布区[13],所以南极洲、北极和青藏高原是研究冰川沉积物的主要地区. 有 8 个是与具体方法有关的,例如:地球化学(genchemistry)、稳定同位素(stable isotopes)、OSL 测年(OSL dating)、放射性碳测年(radiocarbon dating)和孢粉学(pollen)等,通过实验手段对冰川沉积物形成的年代进行测定、对冰川沉积物形成时期的古气候、古环境进行分析[14]. 而研究热点问题主要是与气候有关的,一共有 6 个,例如:气候变化(dimate change)、古气候(paleoenvironment)和古环境(paleodimate)等,对于古冰川的气候重建,主要从冰川物质平衡线高度(equilibriam line altitude, ELA)与气候波动间的关系入手,冰川 ELA 的确定是应用 ELA 变化反映气候波动的基础,可通过冰川地貌(冰川的侵蚀和沉积地貌)、冰川几何形态和冰川物质平衡等特征估算 ELA[15-16].

2.3 关键词共现可视化分析

通过 Bibexcel 软件对从 Web of Science 下载的数据进行处理,提取 8 565 篇文献中≥50 的关键词词频并生成相关矩阵,为了可以更加清晰地了解高频关键词之间的关系,通过 Ucinet 和 Netdraw 软件生成关键词共现网络可视图(图 2).

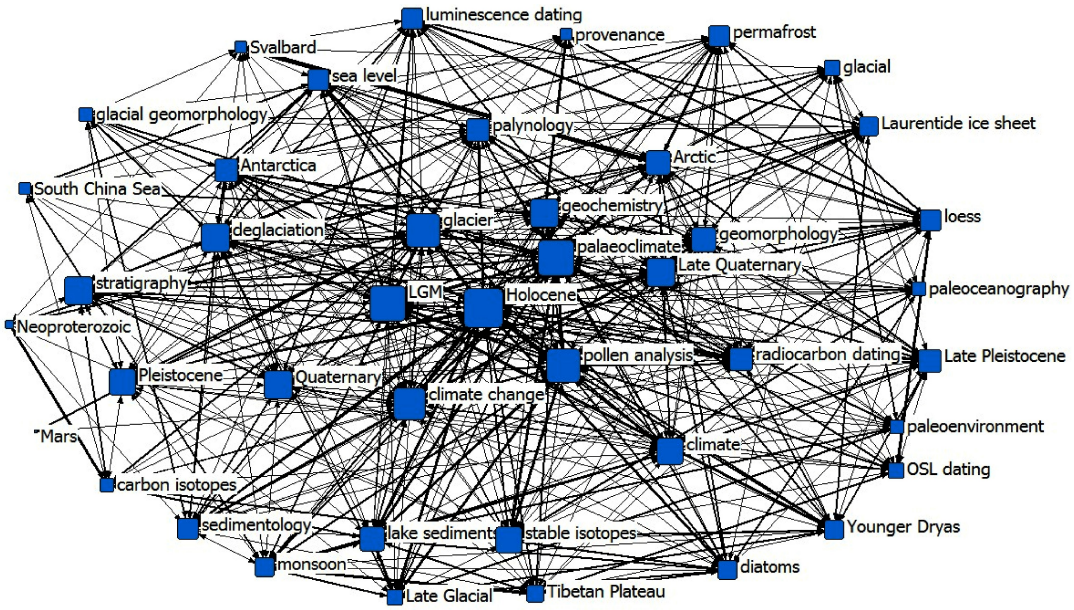


图 2 国际冰川沉积物关键词共现网络可视图

图 2 中节点越大代表该关键词的中心度越高,反之越低;而节点与节点间连接线的粗细代表 2 个词之间联系的紧密程度,连线越粗代表 2 个词之间关系越密切反之则越疏远[17]. 从图 2 中可以看出全新世(Holocene)、末次盛冰期(LGN)、花粉分析、古气候、气候变化和气候这 6 个词节点较大,并且位于网络可视图的中心,其中节点最大、位于最中心位置的关键词是第四纪,说明这个关键词与其他关键词联系最为紧密、中心度最高.

2.4 关键词聚类分析

利用 SPSS 软件里面的分析工具,对获得的数据进行相似性的分析,聚类分析的优点是不必提前对数据提出划分的标准,可以从数据本身出发,将数据分到不同的簇中[18]. 通过 SPSS 产生的柱状图(图 3)和树状图(图 4),可以将关键词分成不同的集群. 在冰状图中关系密切的关键词在横坐标上距离较近,关系越远则距离越远,并且 2 个关键词之间深灰色的条带越短则对 2 个词“阻隔”越小,2 个词之间关系越密切;越长则对 2 个词“阻隔”越大,2 个词之间关系越疏远. 在树状图中,从上往下看与冰川沉积物相关的关键词被划分为了 7 类,因为临近关键词的相关性较大,所以又把这 7 类合并成为了 4 个集群(表 2).

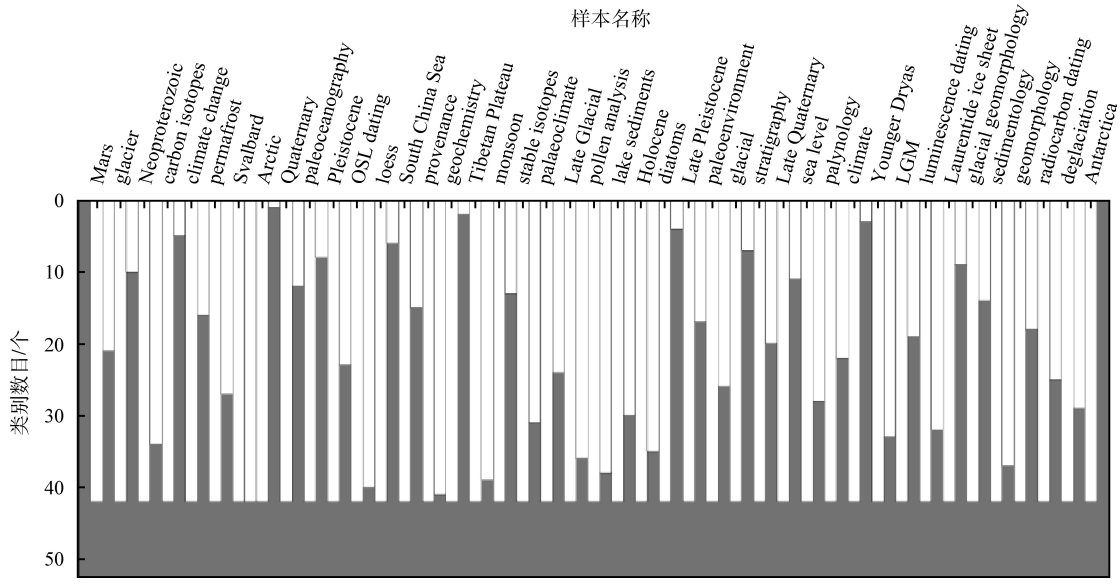


图 3　有关冰川沉积物聚类柱状图

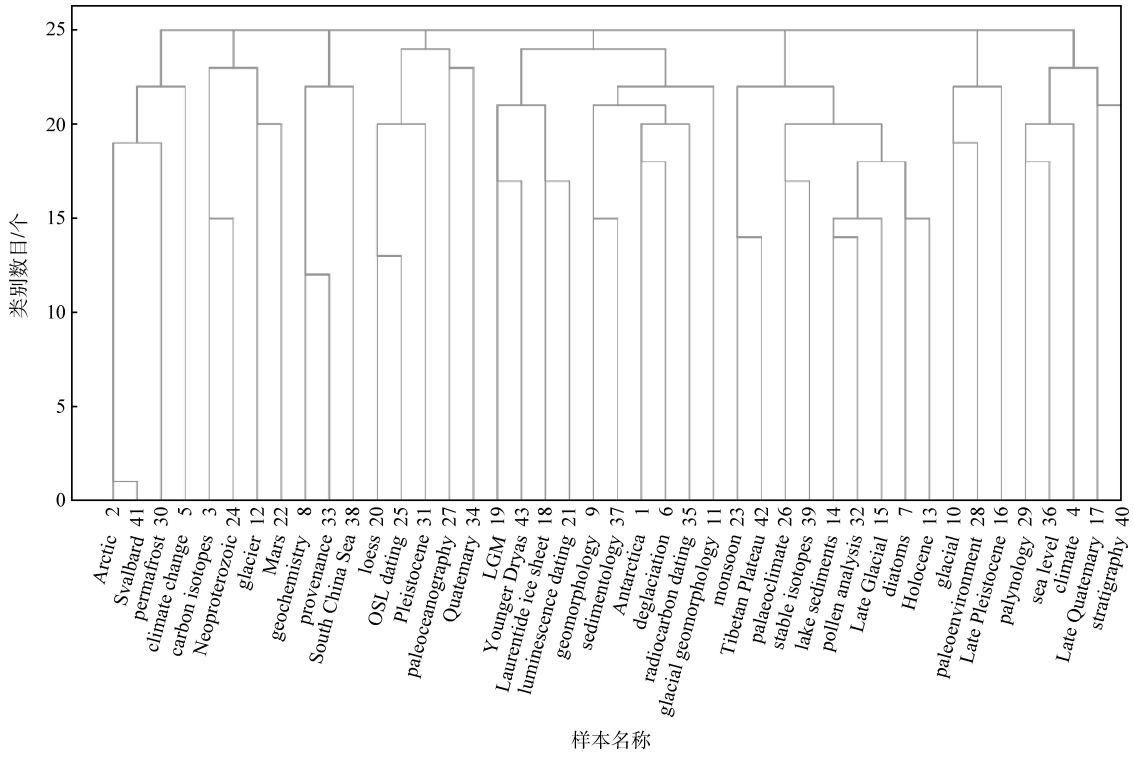


图 4　有关冰川沉积物聚类树状图

表 2　冰川沉积物聚类群体划分

集群	集群特点	关键词
Ⅰ	不同测年手段对冰川作用形成的沉积物进行测年和冰期序列的划分	Antarctica, deglaciation, geomorphology, glacial geomorphology, Laurentide Ice Sheet, LGM, luminescence dating, radiocarbon dating, sedimentology, Younger Dryas
Ⅱ	冰川、冻土研究的主要地区	Arctic, carbon isotopes, glacier, Mars, Neoproterozoic, permafrost, Svalbar
Ⅲ	对沉积物进行深入分析,探讨古气候古环境的演变特点	climate, climate change, diatoms, glacial, Holocene, lake sediments, Late Glacial, Late Pleistocene, Late Quaternary, monsoon, palaeoclimate, paleoenvironment, palynology, pollen analysis, sea level, stratigraphy, Tibetan Plateau
Ⅳ	研究冰川沉积物所采用的具体技术与方法	geochemistry, loess, OSL dating, paleoceanography, paleoclimate, Pleistocene, provenance, Quaternary, South China Sea, stable isotopes

集群Ⅰ里面的关键词有南极洲(Antarctica)、冰消期(deglaciation)、地貌学(geomorphology)、冰川地貌学(glacial geomorphology)、劳伦太德冰盖(Laurentide Ice Sheet)、末次冰盛期(LGM)、释光测年(luminescence dating)、放射性碳测年(radiocarbon dating)、沉积学(sedimentology)、新仙女木期(Younger Dryas),主要是冰川沉积地貌、测年方法和冰期序列之间的关系,是用不同测年手段对冰川作用形成的沉积物进行测年和冰期序列的划分;集群Ⅱ里面的关键词有北极(Arctic)、碳同位素(carbon isotopes)、冰川(glacier)、火星(Mars)、新元古代(Neoproterozoic)、永久冻土(permafrost)、斯瓦尔巴岛(Svalbar),这个集群主要是地区与冰川、冻土之间的关系,在北极、斯瓦尔巴岛这些地区是研究冰川和冻土的主要地点.集群Ⅲ里面的关键词有气候(climate)、气候变化(climate change)、硅藻(diatoms)、冰川(glacial)、全新世(Holocene)、湖泊沉积物(lake sediments)、晚冰期(Late Glacial)、晚更新世(Late Pleistocene)、晚第四纪(Late Quaternary)、季风(monsoon)、古气候(palaeoclimate)、古环境(paleoenvironment)、孢粉学(palynology)、花粉分析(pollen analysis)、海平面(sea level)、地层(stratigraphy)、青藏高原(Tibetan Plateau),通过对沉积物进行深入分析,探讨古气候古环境的演变特点;集群Ⅳ包含的高频关键词包括地球化学(geochemistry),黄土(loess),光释光测年(OSL dating),古海洋学(paleoceanography)、古气候(paleoclimate)、更新世(Pleistocene)、物源(provenance)、第四纪(Quaternary)、南海(South China Sea)和稳定同位素(stable isotopes),主要是研究冰川沉积物所采用的具体技术与方法.

3 2009—2018 年国内冰川沉积物研究现状及热点分析

3.1 国内冰川沉积物总体发文趋势分析

2009—2018 年冰川沉积物的中文发文数量如图 5 所示,发文量总体较少,且波动较大.在这 54 篇中文文献中,仅有 24 篇论文是发表到期刊上,还有 2 篇会议论文,其余 28 篇均为博士和硕士毕业论文.所以每年与冰川沉积物相关的论文发文量的多少主要与每年冰川方向毕业的硕士与博士的数量相关,因为每年该方向硕士、博士毕业生数量起伏较大所以导致 2009—2018 年的发文量呈现出波动较大的特点.

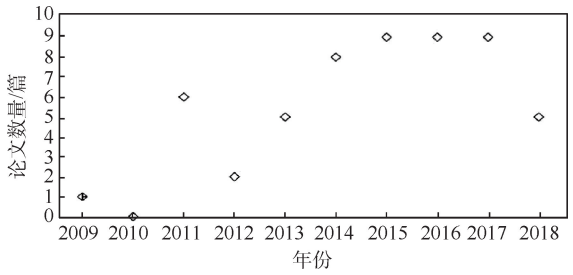


图 5 国内有关冰川沉积物文献数量分布

3.2 国内冰川沉积物高频关键词分析

中国知网自带的文献分析功能对 2009—2018 年关于冰川沉积物的 57 篇中文文献进行分析,共出现关键词 250 个,其中词频≥3 的关键词一共有 27 个(表 3).这 27 个词可以划分为 4 类:第 1 类与冰川地貌及其形成过程有关,包括冰川地貌、冰碛物和冰川沉积;第 2 类与冰川沉积物的研究区有关,包括:青藏高原、螺髻山、阿尔泰、贺兰山、稻城古冰帽、昆仑山垭口、大理点苍山、雅鲁藏布江、玛雅雪山、点苍山、新奥尔松、太白山、北极和他念他翁山,冰川沉积物研究的主要地点位于我国的青藏高原[19-20];第 3 类与具体的技术手段有关,包括:ESR 测年、石英砂、光释光测年及粒度,ESR(电子自旋共振)和光释光的测年对象石英砂常见且易获取,因此在第四纪冰川沉积物测年中应用广泛[21-23],冰川沉积物石英砂扫描电镜通过观察石英砂的表面的机械和化学特征,对当时形成的环境进行分析[24-26];第 4 类与年代有关,包括末次冰期、第四纪冰川、冰期系列、冰期、第四纪和晚更新世,

表 3 国内有关冰川沉积物论文中高频关键词及词频

词频/次	高频关键词	词频/次	高频关键词	词频/次	高频关键词	词频/次	高频关键词
15	冰川地貌	6	冰期系列	4	冰期	3	晚更新世
13	青藏高原	5	贺兰山	4	光释光测年	3	新奥尔松
13	末次冰期	5	石英砂	3	雅鲁藏布江	3	太白山
10	第四纪冰川	5	冰碛物	3	粒度	3	北极
8	螺髻山	4	稻城古冰帽	3	第四纪	3	冰川沉积
8	ESR 测年	4	昆仑山垭口	3	玛雅雪山	3	他念他翁山
6	阿尔泰山	4	大理点苍山	3	点苍山		

对于中国青藏高原而言第四纪冰川年龄数据分布以第四纪的末次冰期最多,全新世以来次之,末次冰期以前最少[25-27],青藏高原 15 ka BP 以来受到构造运动以及气候条件的影响,大量冰川发育,因此冰川沉积物的年代研究主要集中在第四纪晚更新世[28-30].

通过对国内外冰川沉积物高频关键词研究可以发现:对冰川沉积物研究的热点年代集中在第四纪,第四纪是地球历史上最冷的一个时期之一,全球气温下降,冰川大规模前进,因此也称之为第四纪大冰期[4],由于第四纪期间保留大量的冰川沉积物,所以对其研究也较多,国外集中在第四纪的全新世,国内研究冰川沉积物的主要年代集中在第四纪晚更新世的末次冰期. 热点地点国外集中在南极洲、北极、青藏高原,而国内集中在青藏高原,青藏高原是世界上海拔最高的高原,是除两极外最大的现代冰川作用中心[32]. 热点的技术方法国内外都集中在测年手段上,对冰碛物进行绝对年代的测定,可以进行区域和全球冰期的对比[4].

3.3　关键词共现可视化分析

通过中国知网自带的文献分析功能将与冰川沉积物相关的 250 个关键词生成相关矩阵(图 6),节点越大代表中心度越高,连线代表它们之间的关联关系,这些词通过聚类分析可以分为 3 个集群:集群Ⅰ节点最大的几个词是第四纪冰川、光释光、测年、末次冰期、冰川冰,其中第四纪冰川是中心词,说明冰川沉积物 2009—2018 年研究最多,与其他关键词关联最大的是第四纪冰川沉积物的测年及冰期序列的建立;集群Ⅱ的词有:高原隆升、气候变化、湖相沉积、形成时代和河流阶地,其中中心词是高原隆升,在这组词中高原隆升与气候变化的节点最大、关系也最为密切,第四纪冰川发育与山体构造抬升和气候条件耦合之间关系密切,很多山地冰川的作用正是山体构造抬升和气候条件耦合二者共同作用的结果[33-36];集群Ⅲ的词是古海洋学,古海洋学这个词单成一类较为孤立,古海洋学与沉积物搬运、沉积物粒度和黏土矿物有一定联系,主要是通过沉积物中黏土矿物组成和沉积物中的信息来研究海洋沉积物的物源、迁移路径和古环境的变化[37].

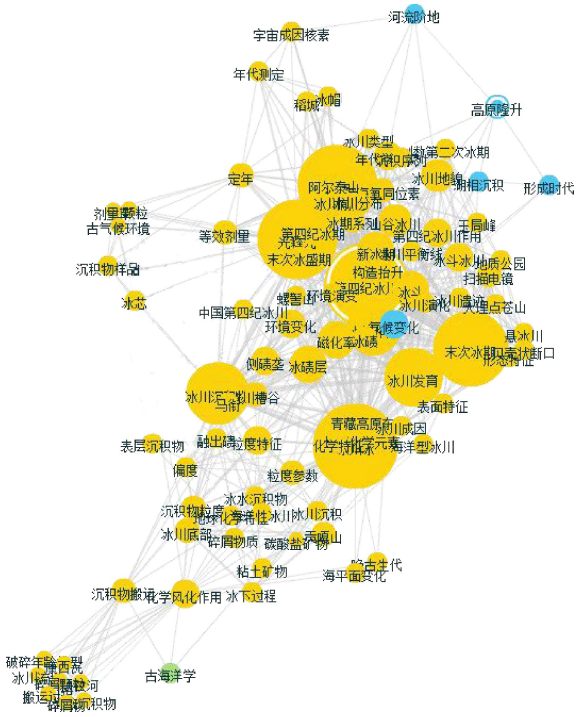


图 6　国内冰川沉积物关键词共现网络可视图

4　结　论

通过文献计量的方法对 2009—2018 年冰川沉积物相关的国内外文献进行分析与统计,得出以下结论:

(1)从发文趋势来看,国外分为 2009—2012 和 2013—2018 年 2 个阶段,第 1 个阶段属于快速增长阶段,年平均增长量为 36 篇;第 2 个阶段增速有所放缓,年平均增长量为 16 篇. 国内 2009—2018 年发文量总体较少,且波动较大.

(2)通过对国内外冰川沉积物高频关键词对比发现,冰川沉积物研究的热点年代集中在第四纪,国外集中在全新世,国内研究冰川沉积物的主要年代集中在第四纪晚更新世的末次冰期;冰川沉积物研究的热点地区国际上集中在南极洲、北极、青藏高原,国内主要地点位于我国的青藏高原.

(3)通过 SPSS 的聚类分析结果得出,国际冰川沉积物的研究内容可以划分为 4 个集群,分别为:不同测年手段对冰川沉积物进行测年和冰期序列的划分;研究冰川及冻土的主要地区;通过技术手段对沉积物进行深入分析探讨古气候古环境的演变特点;研究冰川沉积物所采用的具体技术与方法. 通过中国知网自带的文献分析功能将国内冰川沉积物的研究内容划分为 3 个集群,分别为:第四纪冰川沉积物的测年及冰期序列的建立;高原隆升与气候变化;古海洋学.

参 考 文 献

[1] 施雅风, 崔之久, 李吉均, 等. 中国东部第四纪冰川与环境问题[M]. 北京: 科学出版社, 1989.

[2] 李吉均, 苏珍. 横断山冰川[M]. 北京: 科学出版社, 1996.

[3] LAURA R R, MONTSERRAT J, MARÍA J D. Timing of last deglaciation in the Cantabrian Mountains (Iberian Peninsula; North Atlantic Region) based on in situ-produced 10 Be exposure dating[J]. Quaternary Science Reviews, 2017(171):166 – 181.

[4] 易朝路. 第四纪冰川年代学以及新技术研究的现状、问题与趋势[J]. 第四纪研究, 2018, 38(3):537 – 561.

[5] 崔之久. 天山乌鲁木齐河原冰碛垄与冰碛沉积的类型和特征[J]. 冰川冻土, 1980(增刊):36 – 48.

[6] WRIGHT H E. Glacial and quaternary geology[J]. Earth Science Reviews, 1972, 8(2):239 – 241.

[7] 崔之久. 论混杂堆积和混杂岩的成因判别原则与标志[J]. 地质论评, 1988(4):369 – 376.

[8] 牛然, 李学东. 我国生态旅游发展的现状、问题及对策:1999 年至今国内生态旅游文献研究[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2008,29(2):49 – 54.

[9] 曹永强, 袁立婷, 李维佳. 基于文献计量的作物耗水研究现状及热点分析[J]. 生态学报, 2018, 38(5):1874 – 1883.

[10] 刘亮, 纪然, 张威. 近 20a 国际冰川研究热点及趋势分析[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2017, 40(4): 525 – 532.

[11] 费钟琳, 王京安. 社会网络分析:一种管理研究方法和视角[J]. 科技管理研究, 2010, 30(24):216 – 219.

[12] 李世杰, 陈炜, 姜永见, 等. 青藏高原全新世气候环境变化的冰川、冰缘和湖泊沉积记录[J]. 第四纪研究, 2012, 32(1):151 – 157.

[13] 牟建新, 李忠勤, 张慧, 等. 全球冰川面积现状及近期变化:基于 2017 年发布的第 6 版 Randolph 冰川编目[J]. 冰川冻土, 2018, 40(2):238 – 248.

[14] 张威, 崔之久, 李永化. 青藏高原东缘第四纪冰川发育特征与机制[M]. 大连: 大连海事大学出版社, 2016.

[15] MILLS S C, GRAB S W, REA B R. Shifting westerlies and precipitation patterns during the Late Pleistocene in southern Africa determined using glacier reconstruction and mass balance modelling[J]. Quaternary Science Reviews, 2012(55): 145 – 159.

[16] WANG J, CUI H, HARBOR J M, et al. Mid-MIS3 climate inferred from reconstructing the Dalijia Shan ice cap, north-eastern Tibetan Plateau[J]. Journal of Quaternary Science, 2015, 30(6):558 – 568.

[17] 钟伟金, 李佳, 杨兴菊. 共词分析法研究(三):共词聚类分析法的原理与特点[J]. 情报杂志, 2008(7): 118 – 120.

[18] 张存刚, 李明, 陆德梅. 社会网络分析:一种重要的社会学研究方法[J]. 甘肃社会科学, 2004(2):109 – 111.

[19] 董应巍. 冰川沉积物粒度实验的对比与分析[D]. 大连:辽宁师范大学, 2014.

[20] 石磊, 张跃, 陈艺鑫, 等. 贡嘎山海螺沟冰川沉积的石英砂扫描电镜形态特征分析[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2010, 46(1):96 – 102.

[21] 毕伟力, 易朝路. ESR 测年技术在第四纪冰川年代学中的研究综述[J]. 冰川冻土, 2016,38(5):1292 – 1299.

[22] 张威, 刘亮, 柴乐, 等. 基于年代学证据的螺髻山第四纪冰川作用研究[J]. 第四纪研究, 2017, 37(2): 281 – 292.

[23] 易朝路, 毕伟力, 杨海军. 冰川沉积类型识别与 ESR 测年样品采样规范[J]. 地质论评, 2019, 65(1):151 – 167.

[24] 张威, 柴乐. 他念他翁山中段第四纪冰川作用 ESR 定年初步研究[J]. 冰川冻土, 2016, 38(5):1281 – 1291.

[25] 张彪. 青藏高原东部横断山区雀儿山当子沟冰碛物光释光测年与古冰川演化[D]. 北京:中国科学院大学,中国科学院研究生院, 2012.

[26] 欧先交, 赖忠平, 曾兰华, 等. 青藏高原及其周边山地冰川沉积物光释光测年:综述及方法上的建议(英文)[J]. 地球环境学报, 2012, 3(2):743 – 756.

[27] 张志刚, 王建, 赖忠平, 等. 稻城冰帽冰碛物光释光测年研究中遇到的问题及探讨[J]. 地质学报, 2012, 86(4):602 – 610.

[28] 祁洁. 青藏高原第四纪冰川作用与气候变化特征的探讨[D]. 北京:中国地质大学, 2015.

[29] 董国成. 揭示东南极中晚更新世冰川演化历史[J]. 地球环境学报, 2017, 8(1):88.
[30] 张威, 董应巍, 于治龙, 等. 气候和地貌对晚第四纪冰川发育差异性的影响[J]. 地理学报, 2013,68(7):909 - 920.
[31] 钟雷. 中国东部晚更新世冰川发育气候与构造运动的耦合关系研究[D]. 大连:辽宁师范大学, 2010.
[32] 苏珍, 赵井东, 郑本兴. 中国现代冰川平衡线分布特征与末次冰期平衡线下降值研究[J]. 冰川冻土, 2014, 36(1):9 - 19.
[33] 施雅风, 李吉均, 郑本兴. 青藏高原的隆起和它对冰期之中国的影响[J]. 冰川冻土, 1979(1):6 - 11.
[34] 张威, 崔之久, 李永化, 等. 贺兰山第四纪冰川特征及其与气候和构造之间的耦合关系[J]. 科学通报, 2012, 57(25):2390 - 2402.
[35] 刘蓓蓓, 张威, 崔之久, 等. 青藏高原东北缘玛雅雪山晚第四纪冰川发育的气候和构造耦合[J]. 冰川冻土, 2015, 37(3):701 - 710.
[36] 邬光剑, 潘保田, 李吉均, 等. 祁连山东段 0.83Ma 以来的构造-气候事件[J]. 中国科学(D 辑:地球科学), 2001(S1):202 - 208.
[37] 周怀阳, 叶瑛, 沈忠悦. 南海南部沉积物中黏土矿物组成变化及其古沉积信息记录初探[J]. 海洋学报(中文版), 2004(2):52 - 60.

International and Domestic Research Status and Hot Spot Analysis of Glacial Deposits from 2009 to 2018

ZHANG Wei　TANG Qianyu　ZHAO He　LI Yapeng　Qiao Jingru　CHENG Ran　SUN Bo

(College of Geography, Liaoning Normal University, Dalian Liaoning　116029)

Abstract: Based on the characteristics of bibliometrics, the present situation and development trend of glacial sediments are studied by means of mathematics and statistics. Using the Web of Science database and the general publishing database of academic journals of CNKI as the data source, the subject word for a journal article on glacial deposits is retrieved. Data processing and analysis were carried out by Bibexcel, Ucinet, Netdraw and SPSS softwares. The research shows that: (1) the number of international releases of glacial deposits from 2009 to 2018 is on the rise. The amount of glacier sediments in China is less and fluctuates greatly. (2) The hotspots time of glacial sediment research at home and abroad are concentrated in Quaternary ; the hotspots area are concentrated in Antarctica, the Arctic, and the Tibetan Plateau; the technical methods of hotspots are concentrated on dating methods. (3) International glacial deposits can be divided into four clusters: using different dating methods to measure glacial sediments separation of glacial and glacial sequences, study of major areas of glaciers and frozen soils, and in-depth analysis of sediments through technical means to explore the evolution characteristics of paleoclimatic paleoenvironment and the specific techniques and methods used to study glacial sediments. The research contents of glacial deposits in China can be divided into three clusters: the dating of Quaternary glacial sediments and the establishment of glacial sequence, plateau uplift and climate change and paleoceanography.

Keywords: glacial sediment; bibliometric analysis; high frequency keyword; co-word analysis; cluster analysis