

# 国际科学教育中的生物学教育研究进展与启示

## ——基于 CiteSpace 的可视化分析

郭舒晨<sup>1</sup> 刘恩山<sup>2\*</sup>

(南京师范大学教师教育学院, 南京 210023)<sup>1</sup>

(北京师范大学生命科学学院, 北京 100875)<sup>2</sup>

**[摘要]** 以 Web of Science 数据库核心合集收录的 8 种国际知名 SSCI 期刊论文为基础, 借助 CiteSpace 软件对国际生物学教育研究领域 2000—2019 年的文献进行知识图谱可视化分析, 系统梳理近二十年来国际生物学教育研究领域的进展和趋势后发现: 国际科学教育界对生物学教育的关注呈上升趋势; 欧美国家在生物学教育研究领域占主导地位; 国际生物学教育研究可归类为六大热点领域, 体现出国际生物学教育研究重视科学素养培养, 注重情景化、时代性、现代化, 并具有一定文化独特性的特点; 最新的研究前沿主要围绕学习进阶和生物进化主题展开, 课程标准类文件的引用率最高。我国生物学和科学教育研究领域尚有很大的发展潜力, 需关注课程标准落实, 发展学生核心素养; 加强国内外互通合作, 鼓励研究成果交流与转化; 把握国际研究热点与趋势, 关注现有研究中较为薄弱的领域, 促进本土科学教育发展。

**[关键词]** 国际生物学教育 CiteSpace 软件 研究热点 研究前沿

**[中图分类号]** G633.91 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2021.03.006

促进科学教育发展对提升公民科学素养、加强科技人才培养储备、建设世界科技强国至关重要。生物学教育作为科学教育中不可或缺的部分, 也受到相关研究者和教育者的重视。近年来, 国际科学教育研究中的生物学领域教育研究与教学改革持续推进, 获得了丰富的研究成果, 也呈现出新的研究趋势。在我国, 最新颁布的 2017 年版高中生物学课程标准提出了“生物学学科核心素养”的课程目标<sup>[1]</sup>, 为我国的生物学教育研究和教学实践指出了新的方向, 提出了更高要求, 也带来了更多挑战。为此, 了解国际生物学教育

研究的动态与热点, 把握其演进趋势, 对于发展我国生物学和科学教育研究、推动生物学及其他科学学科的教学实践、改革与创新都具有重要意义。

鉴于此, 本研究基于知识图谱可视化的方法, 运用国际通用的 CiteSpace 软件, 对 Web of Science 核心数据集中 8 种国际知名 SSCI 期刊近二十年 (2000—2019 年) 所收录的生物学教育研究相关文献进行系统分析, 以期在全面了解国际生物学教育研究成果主要来源和贡献等情况的基础上, 把握国际生物学教育研究热点及前沿趋势, 为我国生物

收稿日期: 2020-09-08

\* 作者简介: 刘恩山, 北京师范大学生命科学学院教授, 研究方向: 生物教育、科学教育, E-mail: 82007@bnu.edu.cn。

学和科学教育研究发展提供参考与启示,也为后续对该研究领域内各子主题进行深度研究的必要性和重要性提供依据。

## 1 研究对象与方法

选取高质量且具有代表性的生物学教育研究文献作为研究对象,对获取有效的研究结果而言非常重要。*Journal of Research in Science Teaching*, *Science Education*, *Science & Education*, *International Journal of Science Education*, *Journal of Science Education and Technology*, *Journal of the Learning Sciences*, *Research in Science Education*, *Journal of Biological Teaching* 都是国际科学教育研究领域知名度和认可度较高的 SSCI 期刊,其中所收录的生物学教育研究论文涵盖了不同国家/地区在生物学教育领域最为重要和优秀的科研成果,能够在一定程度上代表国际生物学教育研究在同时期内的热点和进展。因此,本研究以 Web of Science 数据库的核心合集作为期刊检索的来源,检索 2000—2019 年(直至 12 月前)收录于此的 8 种期刊中的生物学教育研究文献。其中,在国际生物学教育研究专刊 *Journal of Biological Teaching* 中未设定主题词,在另外 7 种国际科学教育研究期刊中,以主题词“Biology”“Life Science”“Biological”“Evolution”“Genetics”等进行搜索,以较为全面地收集生物学教育研究相关文献。在剔除重复样本和评议、快报等非研究性文章后,最终共收集到有效文献 1 738 篇,并以此作为研究对象,利用 CiteSpace 进行计量分析和结果可视化。

CiteSpace 软件是近年来最具特色和国际影响力的知识图谱可视化分析软件之一<sup>[2]</sup>。它由美国费城德雷塞尔大学(Drexel University)的学者陈超美开发,适用于多元、分时、动态的复杂网络分析,现广泛应用于探测学科

研究前沿与知识基础、研究热点等信息。本研究主要采用 CiteSpace 进行数据分析,分析单元以两年为一个时间分区,利用国家/地区合作图谱分析国际生物学教育研究的时空分布情况,以了解该领域的发展趋势、关注度以及代表性学者与学术机构;利用关键词共现网络与聚类分析功能,探测近二十年来国际生物学教育研究的热点主体;利用文献共被引分析探索国际生物学教育研究的最新前沿与文献基础。在各个分析功能中,均设置节点阈值“TopN=30”,代表在每个时间分区中选取出现频率最高的 30 个单元,用于分析和生成相应的网络图谱。采用寻径网络算法“Pathfinder”对生成的网络进行修剪。最终采用静态的可视化方式呈现分析图谱<sup>[3]</sup>。

## 2 国际生物学教育研究成果的时空分布

某一领域文献发表量的时空分布数据能了解该领域的动态和发展提供有价值的信息。以下对国际生物学教育领域近二十年来的文献发表情况在时间和空间上的分布做具体分析。

### 2.1 年度发文量分布

某一领域文献的发表量在年度上的增减变化可以在一定程度上反映研究者对该领域的关注度<sup>[4]</sup>。本文对近二十年国际生物学教育研究相关的文章按年份进行统计,得到年度发文量的分布图(见图 1)。



图 1 近二十年国际生物学教育研究文献年度分布图

图 1 显示,2000—2009 年,生物学教育

研究的发文量在年均 50~60 篇，整体处于较为稳定的状态。而从 2010 年开始至 2019 年，生物学教育研究的发文量有了较为明显的提升。近十年来的发文量波动相对较大，但基本维持在 100 篇以上，且整体呈现上升的趋势。可见自 2010 年以来，生物学教育研究在国际科学教育领域开始引起更多的关注，至今一直处于发展阶段。

2.2 国家 / 地区科研成果及合作情况

对国家 / 地区合作图谱进行分析，可以了解生物学教育研究领域在关注度和成果产出方面的地域分布情况与国际学术合作情势的现状。为探索不同国家 / 地区对生物学教育研究的关注度及贡献度，本文借助 CiteSpaceV 软件形成生物学教育研究的国家 / 地区合作图谱，结果见表 1 和图 2。

表 1 近二十年国际生物学教育研究文献主要来源国家 / 地区统计（发文篇数前 10 位）

| 排名 | 国家 / 地区 | 发文总量( 篇 ) | 中心度  |
|----|---------|-----------|------|
| 1  | 美国      | 643       | 0.64 |
| 2  | 英国      | 204       | 0.53 |
| 3  | 德国      | 120       | 0.11 |
| 4  | 以色列     | 87        | 0.02 |
| 5  | 澳大利亚    | 87        | 0.26 |
| 6  | 中国      | 83        | 0.05 |
| 7  | 西班牙     | 74        | 0.02 |
| 8  | 加拿大     | 54        | 0.02 |
| 9  | 土耳其     | 48        | 0.02 |
| 10 | 瑞典      | 48        | 0.09 |

表 1 展示了近二十年在生物学教育研究领域发文数量排名前 10 位的国家 / 地区。表 1 显示，美国以绝对优势占据发文量首位，远超于其他国家，其次为英国、德国、以色列、澳大利亚和中国。

图 2 是国际生物学教育研究领域国家 / 地区合作图谱的分析结果。图中一个圆圈代表一个国家 / 地区（节点），圆圈大小和发文量成正比。不同的色环对应相应的发文

历史时间，由蓝到红年份依次增加，色环的厚度与相应时间内的发文量成正比。节点最外圈的紫环代表中心度信息。中心度是测度节点在网络中重要性的指标。具有较高的发文总量和中心度的国家 / 地区在该研究领域成果突出，贡献较大。当某一国家 / 地区的中心度达到 0.1 以上，则在最外侧显示紫环，且其厚度与该国家 / 地区中心度的大小成正比。节点标签为相应的国家 / 地区名称，其大小与发文量亦成正比。节点间的连线代表国家 / 地区间的合作关系，连线的粗细和合作频次成正比，颜色对应合作首次发生的年份。

图 2 中共包含 45 个国家 / 地区，连线 85 条，整个合作网络的密度为 0.0859。为了增强图谱的可读性，此图只显示了发文量前 10 位的国家 / 地区标签。从整体来看，近二十年来世界多个国家 / 地区在生物学教育研究上有所产出，表明生物学教育研究已在世界范围内引起普遍重视；合作网络的整体密度较低，说明在国际范围内，绝大多数国家 / 地区还未在生物学教育研究领域建立广泛合作。从国家 / 地区的角度来看，节点最大即发文量最高的国家依次为美国、英国、德国、以色列和澳大利亚。其中，美国、英国、澳大利亚和德国这 4 个国家中心度较高（>0.1），表明

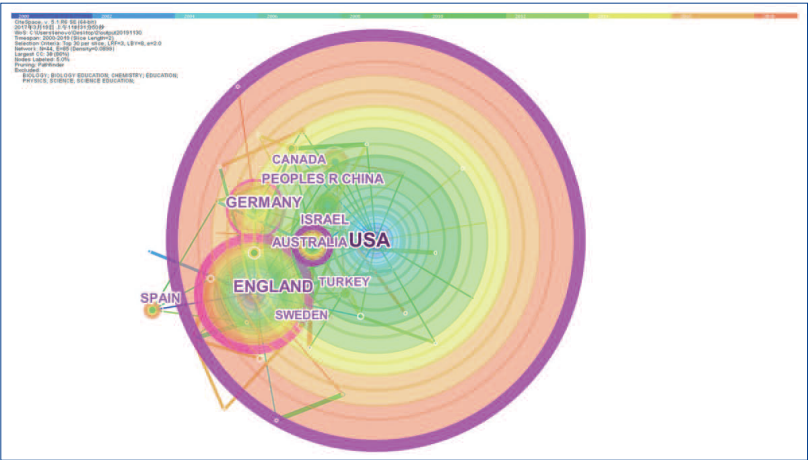


图 2 近二十年国际生物学教育研究国家 / 地区合作图谱（默认视图）

其科研成果具有较强的学术影响力。同时以

这 4 个国家为中心的连线相对较多，说明这些高产国家与其他国家 / 地区间的合作也更为频繁。以上数据表明，欧美国家对生物学教育研究的关注度较高，形成了代表性的研究成果，且与其他国家 / 地区的交流合作更为紧密，在整个国际生物学教育研究领域处于重要地位。尤其是美国，其发文总量和中心度都高居榜首，且与许多其他国家 / 地区的合作频繁，在全球生物学教育研究领域占据中心地位。

中国近二十年的国际发文量排在第 6 位，共发表 83 篇相关论文，中心度为 0.05。其中，主要的成果产出集中在香港和台湾地区，大陆（内地）的发文量较少，仅为 19 篇，且其中相当部分是与国外机构合作的成果。从图 2 中也可看出，中国和其他国家 / 地区间的连线相对较多，说明我国也已和不少国家 / 地区就生物学教育研究开展了合作，表明生物学教育研究已受到我国相关研究者的关注。但与此同时，相比于美国、英国等欧美国家，我国尤其是大陆（内地）的发文量和成果的学术影响力都还相差甚远，说明我国该领域发表研究的数量和质量都有待进一步提升。

2.3 代表性研究机构

了解研究领域内的代表性机构能够为学习借鉴、培养培训、人才引进等提供参考文献<sup>[5]</sup>。表 2 呈现了在本研究中发文数量排名前

10 位的研究机构情况。

由表 2 可知，排名前 10 的高产机构分布大多集中于美国。从发文量来看，以色列的魏茨曼科学研究院、美国的佛罗里达州立大学、荷兰的乌得勒支大学、美国的亚利桑那州立大学和英国的利兹大学位列前茅。但从学术影响力来看，美国的佛罗里达州立大学、密苏里大学、密歇根州立大学和伊利诺伊大学的中心度较高。这些具有高学术影响力的研究机构都属于美国，再一次证明了美国在生物教育研究方面的强势地位。而与此同时，我国大陆（内地）相关研究机构的成果产出和影响力还均有待提升。这也表明，与代表性研究机构建立学术联系，积极组织学习交流，加强国内外合作，对未来我国生物学教育和科学教育研究的发展而言十分重要。

3 国际生物学教育研究的热点领域

关键词是对文献内容的高度提炼，能够有效反映其涉及的领域、内容和研究主题。对文献中高频关键词的分析，有助于发现学科内的研究热点。关键词共现分析是通过分析文献集中关键词共同出现的情况，来确定该文献集所代表的学科中各主题间的关系，进而帮助探索分析学科的发展<sup>[5]</sup>。

3.1 关键词共现分析

频次和中心度高的关键词一般都是一段

时间内众多研究者共同关注的问题。通过 CiteSpace 生成的关键词共现图谱能够得到关键词的词频和中心度统计结果。在本研究中，对生成的原始关键词共现图谱进行了必要的处理。①对某些关键词进行合

表 2 国际生物学教育研究高产学术机构（发文篇数前 10 位）

| 排名 | 高产机构名称（英文）                    | 高产机构名称（中文） | 所属地 | 发文量（篇） | 中心度  |
|----|-------------------------------|------------|-----|--------|------|
| 1  | Weizmann Inst Sci             | 魏茨曼科学研究院   | 以色列 | 24     | 0.04 |
| 2  | Florida State University      | 佛罗里达州立大学   | 美国  | 20     | 0.08 |
| 3  | University Utrecht            | 乌得勒支大学     | 荷兰  | 19     | 0.02 |
| 4  | Arizona State University      | 亚利桑那州立大学   | 美国  | 18     | 0.01 |
| 5  | University Leeds              | 利兹大学       | 英国  | 18     | 0    |
| 6  | University Missouri           | 密苏里大学      | 美国  | 18     | 0.08 |
| 7  | Michigan State University     | 密歇根州立大学    | 美国  | 17     | 0.08 |
| 8  | Ohio State University         | 俄亥俄大学      | 美国  | 16     | 0.01 |
| 9  | Israel Inst of Technol        | 以色列理工学院    | 以色列 | 14     | 0    |
| 10 | Natl Taiwan Normal University | 台湾师范大学     | 中国  | 14     | 0.02 |
| 10 | Vanderbilt University         | 范德堡大学      | 美国  | 14     | 0    |
| 10 | University Illinois           | 伊利诺伊大学     | 美国  | 14     | 0.05 |

并，包括以下几种情况：合并单复数（idea 和 ideas）、同义合并（science literacy 和 scientific literacy）、统一连接符的使用情况（socio-scientific issue 和 socioscientific issue）；②由于本研究在检索文献资料时将检索范围限定于国际生物学教育研究专刊和科学教育研究期刊，并以“biology”“life science”等主题词进行检索，故在原始关键词共现图谱中，出

现了“生物学”“教育”“生物学教育”等几个频次很高、中心度很大的节点。而由于这些关键词对探索生物学教育方向研究热点没有实际意义，故本研究将这些关键词从数据中删除，重新生成布局更为合理、结构更为清晰的关键词共现图谱。其中出现频次在 20 次及以上的关键词及其频次、中心度信息共 37 条，见表 3。

表 3 高频关键词频次及其中心度（出现频次≥20 次：共 37 个）

| 序号 | 关键词                     | 频次（次） | 中心度  | 序号 | 关键词                | 频次（次） | 中心度  |
|----|-------------------------|-------|------|----|--------------------|-------|------|
| 1  | 知识（knowledge）           | 268   | 0.18 | 20 | 学校（school）         | 52    | 0.03 |
| 2  | 学生（student）             | 259   | 0.07 | 21 | 解释（explanation）    | 51    | 0.00 |
| 3  | 进化（evolution）           | 197   | 0.06 | 22 | 框架（framework）      | 50    | 0.01 |
| 4  | 概念（conception）          | 136   | 0.10 | 23 | 思维（thinking）       | 48    | 0.10 |
| 5  | 态度（attitude）            | 136   | 0.23 | 24 | 评价（assessment）     | 40    | 0.09 |
| 6  | 课堂（classroom）           | 118   | 0.09 | 25 | 接受（acceptance）     | 35    | 0.01 |
| 7  | 探究（inquiry）             | 115   | 0.08 | 26 | 论证（argumentation）  | 32    | 0.06 |
| 8  | 信念（belief）              | 114   | 0.17 | 27 | 影响（impact）         | 31    | 0.00 |
| 9  | 教师（teacher）             | 110   | 0.04 | 28 | 表征（representation） | 31    | 0.00 |
| 10 | 素养（literacy）            | 100   | 0.03 | 29 | 感知（perception）     | 28    | 0.06 |
| 11 | 遗传学（genetic）            | 100   | 0.17 | 30 | 动机（motivation）     | 28    | 0.03 |
| 12 | 自然选择（natural selection） | 97    | 0.08 | 31 | 技术（technology）     | 27    | 0.06 |
| 13 | 模型（model）               | 96    | 0.09 | 32 | 情景（context）        | 26    | 0.02 |
| 14 | 教学（instruction）         | 92    | 0.06 | 33 | 设计（design）         | 25    | 0.01 |
| 15 | 成就（achievement）         | 91    | 0.06 | 34 | 表现（performance）    | 23    | 0.00 |
| 16 | 迷思概念（misconception）     | 86    | 0.17 | 35 | 策略（strategy）       | 23    | 0.03 |
| 17 | 概念转变（conceptual change） | 81    | 0.05 | 36 | 理解（understanding）  | 21    | 0.07 |
| 18 | 看法（view）                | 76    | 0.06 | 37 | 观点（perspective）    | 20    | 0.10 |
| 19 | 课程（curriculum）          | 52    | 0.06 |    |                    |       |      |

根据表 3 中呈现的信息，可以初步了解近二十年来国际生物学教育研究的关注点。从生物学学科内容的角度来看，以进化和遗传学为代表的学科内容受到了研究者的广泛关注，其频次和中心度均较高。从研究对象来看，学生群体和教师群体都受到研究者的普遍关注，而“学生”一词的频次和中心度都相对更高，表明关注学生的研究具有更高热度。从教育目标和研究主题来看，与科学知识和概念理解相关的词汇出现频次最高且中心度较大，包括“知识”“概念”“概念转变”“迷思概念”等在内，相关关键词共出现 592 次。这表明与概念理解、概念转变相关的主题是该领域重要的研究内容。此外，与

情意类目标相关的词汇出现频次和中心度都较高，如“态度”是所有高频词中中心度最高的关键词。而其他相关词汇，如“信念”“看法”“动机”“感知”等，出现的总频次高达 301 次，表明情感态度类相关研究受到了广泛关注。与科学思维相关的词汇，如“模型”“解释”“思维”“论证”等，总出现频次高达 227 次。而与探究相关的词汇共出现 115 次。这些高频关键词的出现表明生物学教育重视概念理解、科学探究和科学态度主题的研究，这也与提升学生和教师科学素养的教育目标相一致。

3.2 关键词共现的聚类结果

关键词共现网络聚类能够进一步探测高

频关键词间的远近和亲疏联系，发掘隐含信息，梳理并呈现国际生物学教育研究的热点领域。采用 CiteSpace 的自动聚类算法，本研究共产生七大类别，涵盖了大部分的关键词。聚类结果表明，用于标记是否适合聚类的指标 Modularity  $Q=0.4191$ （一般认为  $\geq 0.4$  较好），

说明聚类划分出的结构显著，聚类效果较好；聚类内部相似程度的指标 Silhouette 在各聚类上均  $\geq 0.5$ ，表明聚类结果合理。研究采用 LLR 算法，以基于关键词的命名方式生成自动命名的聚类标签，同时通过追溯和阅读原始文献对聚类进行二次命名。最终聚类结果见表 4。

表 4 关键词共现图谱的聚类分析结果

| 聚类编号 | 聚类大小 | Silhouette | 主要关键词                                                                                                                                                                    | LLR 自动聚类标签 | 二次命名的聚类标签        |
|------|------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|
| 0    | 22   | 0.636      | 动机（motivation）、态度（attitude）、感知（perception）、宗教信仰（religion）、神创论（creationism）、接受（acceptance）、自我决定（self determination）、信念（belief）、经历（experience）、性别差异（gender difference）     | 动机、态度      | 情意类目标相关研究        |
| 1    | 19   | 0.502      | 实验（experimentation）、教学（instruction）、框架（framework）、认知信念（epistemological belief）、概念（conception）、概念转变（conceptual change）、教师概念（teacher conception）、情景（context）、学生（students）  | 学生         | 概念理解相关研究         |
| 2    | 18   | 0.673      | 遗传学（genetics）、前概念（prior knowledge）、认知发展（cognitive development）、学生概念理解（students conceptual understanding）、迷思概念（misconception）                                             | 遗传学        | 遗传学概念的相关研究       |
| 3    | 17   | 0.584      | 论证（argumentation）、素养（literacy）、批判性思维（critical thinking）、知识（knowledge）、话语（discourse）、生物学技术教育（biotechnology education）、生态学（ecology）、决策（decision making）、学生观点（student view） | 知识         | 以情景化方式促进科学素养的发展  |
| 4    | 15   | 0.721      | 理解（understanding）、儿童（children）、非正式学习（informal learning）、植物（plant）、分类（classification）、博物馆（museum）                                                                         | 儿童         | 整合新兴技术和非正式学习环境资源 |
| 5    | 11   | 0.574      | 评价（assessment）、工具（tool）、效度（validity）、学习（learning）、成就（achievement）、实验室（laboratory）、概念图（concept map）                                                                       | 评价         | 评价相关研究           |
| 6    | 9    | 0.681      | 探究（inquiry）、真实探究（authentic inquiry）、设计（design）、技术（technology）、改革（reform）、表征（representation）、影响（impact）                                                                   | 探究         | 科学探究相关研究         |

在表 4 的基础上，对当前国际生物学教育研究热点进行整合，归纳为以下 6 大类。

3.2.1 态度、动机、兴趣等情意类目标受到持续关注（聚类 0）

聚类 0 在所有结果中的规模最大，说明该聚类包含的研究数量最多，即在生物学教育研究中获得了研究者最多的关注。该类研究注重生物学教育中的情意类目标，其中主要关键词包括“动机”“态度”“感知”等。结

合文献发表时间来看，动机、态度、兴趣等情意类目标研究受到了生物教育领域研究者的持续关注。关于学生对于生物学的学习动机、态度、兴趣等特质的现状评价、影响因素探究和教学干预研究一直方兴未艾。而欧美国家由于文化传统和宗教信仰方面的原因，还尤其关注学生与教师对“进化论”“自然选择”的态度。除了这些较为经典的研究主题外，随着科技所导致的全球性问题加剧，学

生对新型生物技术（如转基因技术）的看法，对环境污染、生态保护等相关问题的价值观等，也成为国际生物教育研究中新的关注点。

### 3.2.2 重视概念理解（聚类 1+ 聚类 2）

聚类 1 和聚类 2 主要关注概念理解与概念转变。主要关键词包括“概念”“前概念”“概念转变”“学生概念理解”等。从学科内容来看，遗传学相关知识在概念研究中受到了更多关注（聚类 2）；从研究内容来看，关于概念理解的学习进阶、影响因素方面的研究更加受到重视，例如研究学生的认识论信念与其概念形成间的关系，以及基于电脑或网络的计算机技术对学生或教师概念学习的影响等。

### 3.2.3 以情景化方式促进科学素养的发展（聚类 3）

聚类 3 的特点在于以情景化的方式促进科学素养的发展。主要关键词包括“论证”“素养”“知识”“决策”等。这类研究主要通过情景设计，试图为学习者提供更为有效的学习环境。在众多的素养维度中，科学思维得到了最多的关注。不少研究通过将真实的社会性科学议题作为教学情境（如转基因技术的应用），促进学生的科学思维发展。除了科学思维以外，还有部分研究将重点放在以情景化的形式帮助学生提升对科学本质的理解或者对伦理道德等的思考。

### 3.2.4 整合新兴技术和非正式学习环境资源（聚类 4）

聚类 4 的主要关键词包括“理解”“儿童”“非正式学习”“博物馆”等。研究一方面关注校内教育环境与资源的丰富和改善，例如整合计算机网络技术辅助学生学习的效果；另一方面关注非正式学习环境下的生物教育资源，例如植物园、博物馆等对生物学习的影响。从文献发表的时间来看，聚类 4 中的文献在 2010 年以后的产出较少，但值得注

意的是，几乎所有的聚类中在近年都出现了结合计算机网络技术开展的研究。例如在关注态度、概念和思维能力培养的研究中，有基于数字化网络、虚拟现实（VR）技术、网络培训等开展的研究；在评价相关的研究中，有基于计算机网络开发的模拟评价工具和评分系统相关的研究；在探究相关的研究中，使用计算机技术辅助探究教学和评价探究能力的研究也有现。可见，整合新兴技术的教学在生物学教育研究中受到关注。

### 3.2.5 注重评价在生物学教育中的应用（聚类 5）

聚类 5 的主题是“评价”，主要关键词包括“评价”“工具”“效度”等。就其中所包含的关键文献来看，在评价理念上，研究更多地重点放在以促进学生的学习和发展为目的，注重形成性评价或形成性评价与终结性评价相结合。在评价对象上，对项目、课程、教学方法等效果的评价不再只针对学生的概念理解，还关注学生在情意类等目标上的发展，评价对象更加多元化。在评价手段上，除了开发、应用经典的评价方法、评价工具（如概念图、纸笔测试等）之外，还开始结合计算机网络技术，出现了关于机器学习的电脑自动诊断和评分系统，基于探究的“模拟科学家”电脑评价系统等研究成果，评价手段更加技术化和现代化。

### 3.2.6 强调科学探究（聚类 6）

该聚类的主题词为“探究”，主要关键词包括“探究”“真实探究”“技术”“改革”等。该聚类中的关键词数量和文献数量相对较少，可能是因为很多有关探究教学效果的研究被分散包含在其他聚类中（如聚类 0 和聚类 1 中包含探究教学对学生生物学概念理解和态度影响的研究）。可见，探究作为一种经典的教学方法，依然受到生物学教育研究者的关注。而除了传统的对探究课堂中教学策略（如有效提问）、教学组织和教师素质的研

究外, 新兴技术支持下的探究教学研究也逐渐涌现, 例如使用计算机技术开展探究教学或评价探究能力等。

由上述聚类及其相关内容可以发现, 国际生物学教育研究热点领域及其发展呈现出一定特点。情意类目标、概念理解、科学思维、科学探究等热点主题体现了生物学教育研究以科学素养培养为目标的价值取向; 西方学者对“进化论”的特别关注则体现出生物学教育研究中文化的独特性; 对科学技术发展、全球性问题和社社会性科学议题的关注则展现出生物学教育研究注重情景化并紧密结合时代现实的特点; 各个热点领域中对计算机网络技术的关注和应用关注则体现出生

物学教育研究发展现代化的一面。

#### 4 国际生物学教育研究前沿

文献共被引分析的结果形成了 12 个聚类及其时间线图谱 (见图 3)。图谱中的节点代表被引文献, 节点之间的连线代表共被引情况。节点越大表示被引次数越多, 外圈呈现的紫环厚度越大代表文献的影响力越大。图谱以时间为横轴, 聚类为纵轴, 将同一聚类中的节点按照时间顺序呈现在一条水平线上, 且图谱从上到下聚类的大小依次递减<sup>[6]</sup>。根据连线颜色、聚类的终结时间及其中的节点形态, 可以判断当前国际生物学教育领域的研究前沿及其中的关键文献。

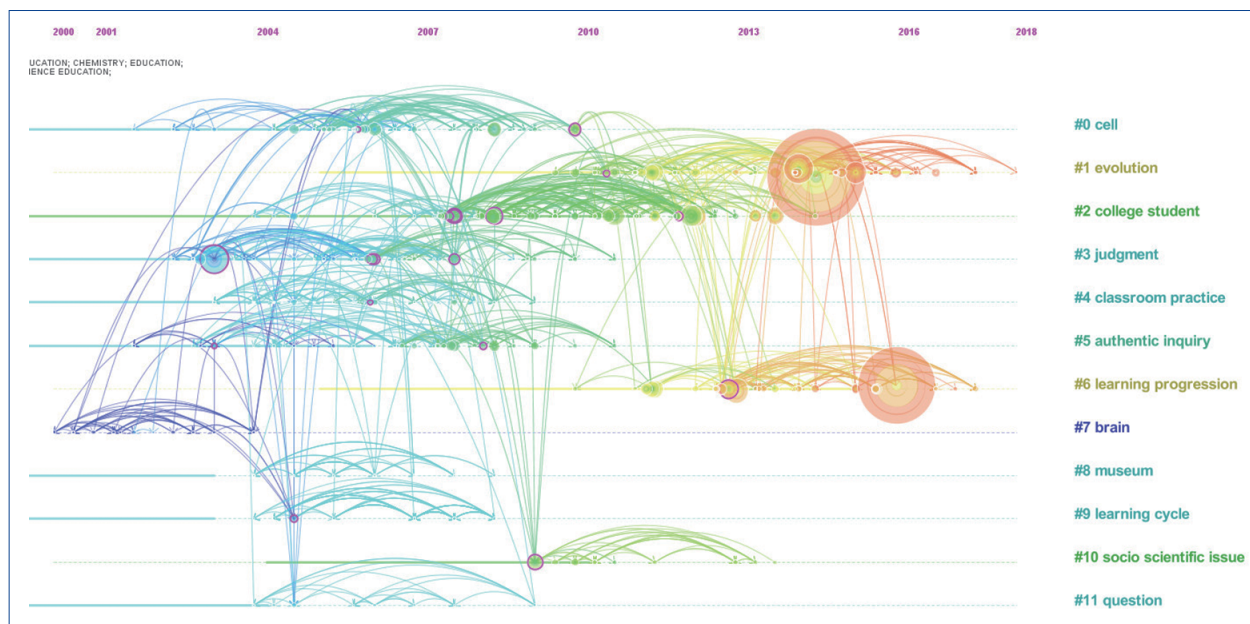


图 3 近二十年国际生物学教育研究文献共被引聚类的时间线图谱

由图 3 可知, 聚类 1 “进化” 和聚类 6 “学习进阶” 是当前国际生物学教育领域最新的研究前沿。在进化相关主题的研究中, 被引最多的文献是美国国家研究理事会 (National Research Council) 于 2012 年出版的《K-12 科学教育框架》(A Framework for K-12 Science Education); 而影响力最大的文献是雅各布森 (Jacobson) 于 2006 年发表的《教育中的复杂系统: 学习科学的科学及教育重要性启示》

(Complex Systems in Education: Scientific and Educational Importance and Implications for the Learning Sciences)。在学习进阶相关研究中, 被引最多的文献是美国国家研究理事会于 2013 年颁布的《下一代科学教育标准》(The Next Generation Science Standards), 影响力最大的则是《学习进阶: 校准课程、教学与评价》(Learning Progressions: Aligning Curriculum, Instruction, and Assessment)。通过研究前沿中的

关键文献可以发现,国际上两类最新的研究前沿都与美国最新颁布的课程标准类科学教育文件密切相关,这一方面再次说明大量的研究成果来自美国,另一方面也表明国际科学教育前沿研究关注标准、教育目标和教育理念的落实。

聚类3“大学生”和聚类11“社会性科学议题”也是仍然具有较高热度的研究前沿。与大学生相关的主题中,影响力较大的文献包括布雷姆(Brem)于2003年发表的《进化的感知后果:进化论中大学生感知到负面的个人和社会影响》(*Perceived Consequences of Evolution: College Students' Perceive Negative Personal and Social Impact in Evolutionary Theory*),辛纳特拉(Sinatra)于2003年发表的《学生理解和接受生物进化的意图和信念》(*Intentions and Beliefs in Students' Understanding and Acceptance of Biological Evolution*)和安德森(Anderson)于2002年发表的《自然选择概念清单的开发和评估》(*Development and Evaluation of the Conceptual Inventory of Natural Selection*)。在研究对象为大学生的基础上,这三篇文章也同时关注了“进化”相关的内容,再次证明了国际生物学教育研究对该部分内容的重视。在社会性科学议题主题中,影响力最高的文献是萨德勒(Sadler)于2004年发表的《社会科学问题中的非正式推理:一篇批判性研究综述》(*Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research*),阐述了包括社会性科学论证、社会性科学决策与科学本质的关系,社会性科学议题相关的信息评价,个人的概念理解对其非形式推理的影响等内容;对早期的社会性科学议题研究进行了较为全面的综述,也为未来设计和实施社会性科学议题及开展相关研究提供了方向。

## 5 结论与启示

本研究应用知识图谱可视化软件CiteSpace,对2000—2019年收录于的8种国际知名科学教育类SSCI期刊中的生物学教育研究文献进行分析,得到的结论和启示如下。

### 5.1 结论

在国际科学教育研究领域,生物学教育研究的关注度自2010年以来呈现上升趋势,世界范围内的合作网络正在建设。欧美国家在生物学教育研究领域占据主导地位,发文量与学术影响力更高、代表性研究机构数量更多。相比较而言,我国尤其是大陆(内地)的成果数量和学术影响力仍有待提高。

关键词共现分析的结果发现,国际生物学教育以全面培养公民的科学素养为宗旨,更加重视遗传和进化相关内容的研究。近二十年来国际生物学教育研究呈现六大热点:①持续关注态度、动机、兴趣等情意类目标;②重视概念理解;③以情景化方式促进科学素养的发展;④整合新兴技术和非正式学习环境资源;⑤注重评价在生物学教育中的应用;⑥强调科学探究。这六大热点领域的内容也体现出国际生物学教育研究重视科学素养培养、注重情景化、时代性、现代化和具有一定文化独特性的特点。

文献共被引分析发现,“学习进阶”和“进化”相关的主题是当前生物学教育研究的最新前沿。此外,“大学生”和“社会性科学议题”相关的主题也依然受到广泛关注。《K-12科学教育框架》《下一代科学教育标准》是研究前沿中被引量最高的文献,表明国际生物学教育领域研究前沿关注标准、教育目标和教育理念及其落实。

### 5.2 启示

#### 5.2.1 关注课程标准落实,发展学生核心素养

本研究发现,《K-12科学教育框架》《下一代科学教育标准》在研究前沿中占据文献

被引量首位,这一结果以生物学教育研究领域的实证数据为依据,表明了国际科学教育研究关注课程标准落实的特点,也体现了课程标准类文件在国际科学教育研究中的基础性和重要性。在我国,课程标准同样是学科教学研究与实践的风向标,反映了相关学科领域的最新教育理念和研究成果,需要充分关注和落实。以生物学科课程标准为例,2017年版高中生物学课程标准在近年来国内外生物学教育研究与实践成果的基础上,将课程目标确定为培养学生的“生物学学科核心素养”,包括“生命观念”“科学思维”“科学探究”“社会责任”4个部分,同时将“核心素养为宗旨、内容聚焦大概念、教学过程重实践、学业评价促发展”作为4条课程基本理念<sup>[1]</sup>。对比本研究中发现的国际生物学教育研究热点领域可知,我国新版高中生物学课程标准对生物学教育的目标划定和价值追求与国际生物学教育研究的宗旨和趋势基本一致。这表明,我国2017年版高中生物学课程标准所提出的“生物学学科核心素养”能够得到国内国际生物学教育研究成果的支持,国际生物学教育研究的已有经验和未来成果也都能够为我国新版高中生物学课程标准在未来的研究和实践提供有价值的参考。这也意味着,我国生物学课程标准体系下的生物学教育研究具有较大的国际发展潜力。在今后的生物学教育和其他学科科学教育研究和实践中,应充分关注课程标准内容及其落实情况,注重发展学生核心素养。

### 5.2.2 加强国内外互通合作,鼓励研究成果交流与转化

我国尤其是大陆(内地)与欧美国家相比,生物学教育研究的成果数量和学术影响力还较为薄弱。虽然生物学教育及其研究与实践在国内已引起一定程度的关注,但相关成果在数量和质量上仍有很大的发展空间。

国内外交流合作尚不充分的现状,一定程度上限制了本土研究的国际对话与成果转化。这一现状不只限于生物学教育研究,对科学教育领域的其他学科而言也是类似。可见,我国在科学教育研究领域的发展,应注重加强国内外互通合作,积极与国际代表性研究机构建立联系,主动参与国际会议等活动,借鉴国际科学教育研究经验,积极尝试将本土研究转化为国际高水平学术论文,促进本土成果的交流展示。这对于建立并完善科学教育研究的国际合作体系、推动我国的科学教育研究发展和提升我国在国际科学教育研究领域的学术地位而言都非常重要。

### 5.2.3 把握国际研究趋势,助力发展本土科学教育

基于CiteSpace的知识图谱可视化方法对于便捷、有效地了解国际生物学教育研究热点与前沿主题具有不可忽视的价值。生物学教育研究作为科学教育中的重要组成部分,其国际研究热点与前沿趋势对我国科学教育的发展有一定启示。通过对比国际研究前沿热点与我国生物学教育研究现状发现,一些国际关注度较高的研究主题在我国还没有得到足够重视。例如,国际生物学教育研究关注态度、动机等情感类目标,而我国大陆(内地)关于这方面的实证研究成果却数量寥寥。再如,受考试影响,我国生物学教育研究多关注中学生的生物学习与教学<sup>[7]</sup>,与其他群体相关的研究成果相对缺乏。这些研究的薄弱领域有必要在未来的生物学教育和科学教育研究中引起关注。与此同时,国际生物学教育研究热点所体现出的文化独特性、时代性和现代化的特点也启示我们,生物学教育和科学教育研究实践需立足本国文化和教育背景,同时借鉴国际经验,探寻我国生物学教育和科学教育相关问题的解决之道。同时,应重视学习情境的设计和创建,

为学生提供更有意义、更有效的学习情景和学习经历。还应关注并探寻现代化技术在生

物学教育及科学教育研究与实践中的潜力和作用。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准(2017年版)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2018.
- [2] 郭秀晶, 房宏君. 北京市教育科学研究热点、前沿及其演进可视化探析[J]. 清华大学教育研究, 2019(3): 126-132.
- [3] 陈悦. 引文空间分析原理与应用: CiteSpace 实用指南[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [4] 魏亚丽, 宋秋前. STEM 教育研究: 热点、分布及趋势[J]. 外国中小学教育, 2019(1): 10-19.
- [5] 王晶莹, 张宇, 王念. 国际多元文化教育的研究进展与趋势: 基于 WOS 数据库 SSCI 论文的可视化分析[J]. 全球教育展望, 2017(3): 83-94.
- [6] Chen C. Science Mapping: A Systematic Review of the Literature[J]. Journal of Data & Information Science, 2017, 2(2): 1-40.
- [7] 王柳媚, 王更强. 我国近十年生物教学研究热点与分析[J]. 中学生物教学, 2018(6): 4-6.

(编辑 李红林 袁 博)

(上接第 36 页)

- [6] 王意玲, 大地. 两封来信 一片深情——钱学森帮助鼓励气象科普作家[J]. 气象与环境学报, 1994(3): 24.
- [7] 谢正德. 钱学森与四川科技界二三事[J]. 科协论坛, 2012(2): 47-48.
- [8] 李明, 顾吉环. 钱学森如何对待署名文章[J]. 冶金企业文化, 2016(5): 62.
- [9] 顾吉环, 李明, 涂元季. 钱学森文集(卷四)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012.
- [10] 涂元季, 李明, 顾吉环. 钱学森书信(1)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007: 339.
- [11] 钱学森. 为科技兴国而奋力工作——在中国科学技术协会成立三十周年纪念大会上的报告[J]. 中国科技史料, 1988(4): 3-10.
- [12] 彭学诗. 钱学森在中央党校的报告[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2015.
- [13] 顾吉环, 李明, 涂元季. 钱学森文集(卷三)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012: 339.
- [14] 上海交通大学钱学森图书馆. 钱学森致刘恕的信[Z]. 档案号: RW- 钱学森 -3953.
- [15] 涂元季, 李明, 顾吉环. 钱学森书信(3)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007: 47.
- [16] 顾吉环, 李明, 涂元季. 钱学森文集(卷一)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012: 134.
- [17] 涂元季, 李明, 顾吉环. 钱学森书信(10)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007: 391.
- [18] 吕成冬. 他日归来: 钱学森的求知岁月[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2019: 56-63.
- [19] 谢础. 钱学森与航空航天科普[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2010(1): 71-77.
- [20] 张现民. 钱学森年谱(上)[M]. 北京: 中央文献出版社, 2015.
- [21] 上海交通大学钱学森图书馆. 钱学森题写的“中国出版工作者协会讲话”资料袋[Z]. 档案号: RW- 钱学森 -2073.
- [22] 上海交通大学钱学森图书馆. 钱学森剪报[Z]. 档案号: RW- 钱学森 -2046.
- [23] 上海交通大学钱学森图书馆. 钱学森的“关于建设有中国特色的社会主义科学教育电影电视实业的几点想法”手稿[Z]. 档案号: RW- 钱学森 -2275.
- [24] 上海交通大学钱学森图书馆. 钱学森剪报[Z]. 档案号: RW- 钱学森 -1942.
- [25] 上海交通大学钱学森图书馆. 钱学森致北京市青少年科技参观团全体同学的书信打印稿[Z]. 档案号: RW- 钱学森 -2491.
- [26] 上海交通大学钱学森图书馆. 钱学森的“教育理论、思维科学与脑科学”手稿[Z]. 档案号: RW- 钱学森 -1888.
- [27] 顾吉环, 李明, 涂元季. 钱学森文集(卷六)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012: 381.

(编辑 颜 燕)

**Abstract:** The research on development stages of science communication is an important issue of science popularization studies in China. It not only helps to clarify the correlation between domestic and foreign concepts and research approaches, but also helps to sort out the historical context and development trend of science popularization in China. It is generally acknowledged that science communication studies go through three developmental stages: “Traditional Science Popularization”, “Public Understanding of Science” and “Science Communication”. However, this paper proposes that “Science Communication” should be replaced by “Public Reflection on Science”, and adding two new stages of “Public Engagement of Science” and “Public Science Service”. These five stages together constitute the whole “science communication”, and more accurately describe the development tendency from traditional “science popularization” to modern “science benefit to public”.

**Keywords:** science communication; development stage; communication mode

**CLC Numbers:** N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2021.03.005

## The Progress and Implication of International Biology Education Research in Science Education ——Based on CiteSpace Knowledge Mapping Analysis

Guo Shuchen<sup>1</sup> Liu Enshan<sup>2</sup>

( School of Teacher Education, Nanjing Normal University, Nanjing 210023 ) <sup>1</sup>

( College of Life Science, Beijing Normal University, Beijing 100875 ) <sup>2</sup>

**Abstract:** In this paper, 8 SSCI journals in the core collection of WOS database were used as data sources, CiteSpace was used to conduct information visualization analysis on literatures in the field of international biology education from 2000 to 2019, and then the progress, hotspots and trends were systematically reviewed in the field of international biology education in the past two decades. It is found that: (1) the international scientific education community pays more and more attention to biology education; (2) European and American countries dominate the field of research on biology education; (3) the hot spots of research can be clustered into 6 categories, which reflects that international research on biology education focus on the cultivation of scientific literacy, contextualization, timeliness, modernization, and has certain characteristics of cultural uniqueness; and (4) the latest research frontier is about learning progress, evolution and the highest cited literature are curriculum standards. China still has great potential in the field of biology education and science education research. We should put emphasis on implementation of curriculum standards and cultivating students' core competence. Cooperation should be conducted in- and outside of the country and research should be encouraged to get published abroad. Knowing the international research hotspots and trends, we should focus on the weak areas of existing domestic research and promote the development of local science education.

**Keywords:** international biology education; CiteSpace; research hotspot; research trends

**CLC Numbers:** G633.91 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2021.03.006