

动物学Zoology主题研究发展与趋势的可视化分析

刘莹静, 张润志

(中国科学院 动物研究所, 北京 100101)

摘要: 以1900~2013年 Web of Science (WOS)收录的动物学 (Zoology) 为主题的文献为数据源, 借助 WOS 分析功能和CiteSpace 信息可视化软件, 对数据进行共引、聚类以及突变分析, 揭示动物学中 Zoology主题研究的优势国家和地域, 追踪和揭示领域前沿和热点。结果发现: 纵深发展形成了动物系统学和保护生物为基础的两个前沿和趋势, 形成了“中国”、“新物种”等研究热点, 我们应以此为契机, 进一步加强与国际的交流合作, 将动物进化学和保护生物学有机结合, 提出具有创新性及其重大影响的新理论, 进一步推动我国动物学的前沿领域发展。

关键词: 动物学; Zoology主题; 热点; 前沿; CiteSpace

中图分类号: Q95;TP391 文献标识码: A DOI:10.3969/j.issn1003-8256.2015.02.011

动物学是研究动物体的形态结构和有关生命活动规律的科学, 根据对各种特殊矛盾的研究, 形成了从分子、细胞、组织、器官、个体、群体、群落、生态系统等多层次的纵向研究体系(张训蒲 2008), 根据研究内容和方法的不同, 建立了动物形态学、分类学、生理学、生态学、实验动物学和保护动物学等不同的横向分支学科(陈樟福等 1985)。动物学作为生命科学理论体系的最重要组成部分, 仍在继续不断地形成许多新的分支学科或前沿学科, 不断地发现和解决生命科学的重大理论问题(王祖望等 1995)。

动物学内容广博深入, 支系庞大, 本文仅从宏观

意义上就Zoology主题研究进行探讨, 引入CiteSpace 软件, 对收录在Web of Science (WOS)数据库中的“Zoology”为主题词的动物学研究成果进行分析总结, 以期揭示Zoology主题研究发展的轨迹、趋势以及我国在国际相关领域的地位, 提供有价值的信息。

1 材料和方法

研究文献数据来源于美国科学信息研究所 (Institute for Scientific Information, ISI)出版的Web of science (WOS) 数据库 (截止2013年10月17日)

基金项目: 国家自然科学基金项目 (NO.Y311711135)

作者简介: 刘莹静 (1979-), 女, 河北承德人, 工程师, 研究方向: 动物学及学科分析; 张润志 (1965-), 男, 北京人, 研究员, 博士生导师, 重点实验室主任, 研究方向: 动物学研究。

收录的主题词为Zoology的1900~2013年研究论文，引文数据库包括SCI-EXPANDED、CPCI-S、CCR-EXPANDED、IC，共得到1785条结果。通过对检索结果进行核对，选取其中1161篇期刊论文文献作为数据分析的主要依据。

结合WOS分析，利用美国德雷塞尔大学CiteSpace软件（<http://cluster.ischool.drexel.edu/~cchen/citespace/download.html>）进行分析，节点类型分别选择Cited Author、Author和Institute、Country、Cited reference、Category、Keyword等，通过作者共被引、作者合作与机构、国家共现网络、文献共被引、交叉学科、关键词共现和突变等分析方法，对Zoology主题研究的历史、动态和发展趋势进行分析。

2 结果与分析

2.1 学术论文的历史过程

在整个Zoology主题研究结果报导的110多年的历史中，很明显可以分成3个阶段（图1）。第一阶段为1900~1929年，WOS发文总量113篇，年均发文量达到3.8篇。第二阶段为1930~1989年，在这60年时间里，WOS发文量仅为22篇，年均不足0.5篇，是整体研究的

低谷期。第三阶段为1990年至2013年10月17日，在这24年中WOS发文总量为1026篇，年均达到42.6篇，最高峰出现在2011年，当年发表论文146篇。1990年以后发表论文数量快速增长，1990~1999年年均12.9篇，2000~2009年年均41.8篇，2010~2012年年均达到139篇，是前10年发表论文数量的3.3倍以上（2013年为统计不完全年）。

研究论文被引情况和发表数量的规律是一致的，只是发文量增长相对于总被引频次的增长在时间上呈现滞后趋势。Zoology主题研究论文被引频次为6995次，1900~1989年的90年间发表论文的年均被引频次很少，为2.3次/年；1990年以后论文被引用频次呈快速增加态势，1990~1999年平均被引频次为62.4次/年，2000~2009年290次/年，2010~2012年802次/年。总被引频次高峰出现在发文量最高峰（2011年）的第二年即2012年，达到972次。

从单篇平均被引频次看，篇均被引频次为5.49次。1900~1989年90年间发表论文的篇均被引频次很少，为1.6次；1990年以后论文被引用频次呈快速增加态势，1990~1999年篇均被引频次为4.8次，2000~2009年为6.9次，2010~2012年为5.8次。h指数为33，表明每篇被引用了至少33次的论文总共有33篇。

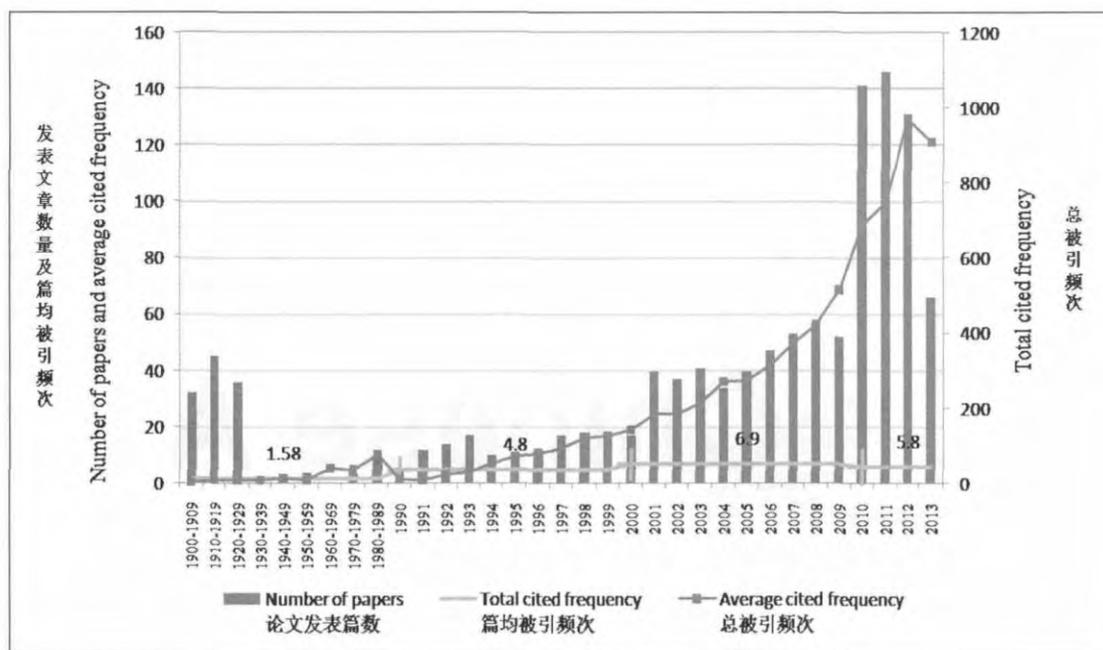


图1 相关研究论文发表与被引情况

2.2 重要人物及优势地域分析

2.2.1 高产作者分析

WOS作者发文量分析中，去掉匿名作者（47篇），共有261人发表相关研究论文1227篇（含113篇合著论文）。（表1）

表1 高产作者

位次 Ranking	作者（论文篇数） Author (Number of papers)
1~10	QIAO GX (31), HUANG DW (21), ZHOU HZ (17), LI SQ (15), ASHWORTH JH (14), ZHANG GX (14), ZHENG ZM (14), ZHANG YZ (11), DUBOIS A (10), ZHANG RZ (9), 平均16篇 Average 16
11~20	平均6篇* Average 6*
21~100	平均3篇* Average 3*

* 作者姓名和发表论文数量省略，仅列出平均篇数。

排在第1位的是Qiao GX（乔格侠，中国科学院动物研究所，主要研究半翅目蚜虫类的系统分类、系统发育）；第2位是Huang DW（黄大卫，中国科学院动物研究所，主要开展昆虫纲膜翅目小蜂总科分类及榕

树与榕小蜂共生体系的研究）；第3位是Zhou HZ（周红章，中国科学院动物研究所，主要研究鞘翅目重要类群的系统分类学和生物多样性）；第4~10位分别是Li SQ（李枢强，中国科学院动物研究所，研究方向为无脊椎动物生物多样性的特点和多样性的形成机制）、Ashworth JH（英国爱丁堡大学，研究领域为动物细胞及微生物学）、Zhang GX（张广学，中国科学院动物研究所，主要研究蚜虫系统分类、系统发生演化理论和害虫综合治理）、Zheng ZM（郑哲民，陕西师范大学，主要进行昆虫分类，蝗虫生态及防治研究）、Zhang YZ（张彦周，中国科学院动物研究所，方向为中国跳小蜂分类与系统学研究和寄生蜂与寄主之间的协同进化）、Dubois A（法国自然历史博物馆，研究方向为爬行动物和两栖动物的分类及系统进化）、Zhang RZ（张润志，中国科学院动物研究所，研究方向为鞘翅目象虫总科系统分类及外来种昆虫的鉴定、预警与检疫）。前十位作者平均发表Zoology主题论文16篇，占总数的近1/8，是国际Zoology主题论文发表的主要贡献者。

2.2.2 重要历史人物分析

在Citespace 软件作者共被引分析中，共被引频次越高，作者的学术相关性越强，节点越大，表明作者在该领域的影响力越突出（White 2003）。（图2）



图2 重要人物及优势地域
(a.历史重要人物分析; b.合作者与机构分析; c.国家共现网络分析)

图2a显示,德国科学家麦尔(Mayr E)节点最大,是Zoology为主题的宏观动物学研究领域共被引频次最高的作者,他与被引率第四位的美国动物学家辛普森(Simpson GG)提出的进化系统学理论得到较高关注,该理论运用同源相似性比较的特征分析法对种群、物种进行分类,是动物学发展史上的重要事件,形成了动物系统学的三大理论之一;英国生物学家查尔斯·罗伯特·达尔文(Darwin C)共被引作者分析被引频次位于第二,他在1859年发表的《物种起源》(The origin of species)(Darwin 1859),阐述了生物进化思想,论证了现存各种生物是由一个或几个原始类型逐渐进化而来的,揭示出各种生物之间的亲缘关系,证明了自然选择是生物进化的真正动因,摧毁了唯心的“神造论”和“物种不变论”,奠定了进化论的理论基础。作者共被引率位于第三位的是法国动物学家努利(Remaudiere G),他在昆虫病原真菌的分类和特异性等方面的研究得到了很高关注。英国自然历史博物馆的昆虫学家诺伊斯(Noyes JS)排在第五位,主要开展膜翅目小蜂科分类及生物多样性等研究。

2.2.3 学科带头人与优势机构分析

表2 机构发文数量

机构 Agencies	发文数量 Papers number
中国科学院 Chinese Academy of Sciences	158
加利福尼亚大学 University of California	36
陕西师范大学 Shaanxi Normal University	16
哈佛大学 Harvard University	14
英国国家自然历史博物馆 National Museum of Natural History	14
乌克兰国家科学院 Ukrainian National Academy of Sciences	14
俄罗斯科学院 Russian Academy of Sciences	13
史密森学会 Smithsonian Institution	13
墨西哥国立自治大学 National Autonomous University of Mexico	12
圣保罗大学 University of Sao Paulo	11

CiteSpace 软件可通过“年轮”的厚度和颜色形象地表示各地域的发文数量及时间。每一个节点代表一个国家、机构或个人,节点越大,表示发文量越多、影响越大。

本文利用机构与合著者知识图谱分析,来进一步了解Zoology为主题的宏观动物学研究领域的学科带头人和研究团队的分布状况。

图2b显示,相关动物学研究领域的国际合著机构有1048个节点,535条连线。合著最多的机构中国科学院发文量158篇(表2),占全球的14%,领先于第二位的加利福尼亚大学,以及哈佛大学和英国国家自然历史博物馆等国际著名机构。不同的合著聚类形成不同的合著频次,在Zoology主题研究中,发文量最多的作者是中科院动物研究所的乔格侠研究员(31篇),进行半翅目蚜科不同属种不同方法的系统研究,形成了3次不同的高频合著;发文量第二位的黄大卫研究员(21篇),通过对膜翅目小蜂科不同小蜂属种的分类鉴定,以及小蜂与榕树系统的关系研究,形成了动物学Zoology主题研究领域2次不同的高频合作。

2.2.4 优势国家分析

图2c连线表示国与国之间的合著联系,连线越多,表示国际合作越多。国家共现网络有82个国家、69条线,主要形成了2个相对明显的Zoology主题研究国际合作的聚类。首先是以美国为中心的研究合作网络,合作发文285篇,另一个是中国以Zoology为主题的宏观动物学研究网络,合作发文238篇,表明中国和美国已成为Zoology主题研究领域最重要的两个国家。节点的中心性对于衡量节点在社会网络中不同位置的重要性提供了一种方法(Chen 2006),中心性最高的是美国为0.28(表3),与发文量较高的英国、德国、加拿大、日本等多个国家都有密切的合作,形成了明显的国际合作网络。中国以Zoology为主题的宏观动物学研究被WOS收录文献最早从1997年开始,与美国相差近一个世纪,经过16年的发展,我国发文数量目前已位居世界第二,成为全球主要研究国之一,但国际合作中心性显示仅为0,表明我国相关Zoology主题研究合作多集中在本土,我国与国际合作联合发文数量少或不占据主导作用,由于学科的纵深发展与相互渗透,我国要在国际社会网络中形成核心地位,需进一步加

强国际合作。

表3 优势国家分布统计

国家 State	频次 Frequency	中心性 Centrality	最早年度 The earliest year
美国 USA	285	0.28	1900
中国 PEOPLES R CHINA	238	0	1997
英格兰 ENGLAND	60	0.12	1996
德国 GERMANY	55	0.25	1991
加拿大 CANADA	41	0.12	1997
巴西 BRAZIL	38	0.02	2002
法国 FRANCE	36	0.03	1991
荷兰 NETHERLANDS	25	0.05	1984
意大利 ITALY	23	0.08	1972
澳大利亚 AUSTRALIA	20	0.01	1999

2.3 学科基础、热点与前沿分析

2.3.1 基础分析

知识基础分为两类，一类是早期奠基性文献，另一类是共被引频次和中心性比较高的关键文献（支凤隐等 2013）。对Zoology为主题的宏观动物学研究领域的知识基础进行分析，得出512篇被引参考文献（WOS论文引用文献的延伸），不同的参考文献对应相应的主题（图3a），这些参考文献形成了动物学研究的理论基础。被引年代最早的奠基性文献是1775年Fabricius JC发表的SYSTEMA ENTOMOLOGICA，关于昆虫系统学中昆虫属种姊妹群观察与描记的专著（Fabricius 1775），这部专著历经近250年仍被引用，这在其他学科中是少有的。文献中关注度高、共被引频次位于前三位的分别是Altman J于1974年在BEHAVIOUR发表的“行为观察研究：抽样方法”研究论文（Altman 1974）、1994年由Andersson M撰写普林斯顿大学出版的SEXUAL SELECTION专著（Andersson 1994），以及Remaudiere G撰写法国农业研究所1997年出版发行的专著CATALOGUE WORLDS

APH（Remaudiere 1997），它们已经成为动物学研究高被引用率的经典文献。

2.3.2 相关学科分析

21世纪动物学发展不断拓展延伸，除系统动物学和动物地理学、动物形态学、动物生理学、动物生态学、动物行为学、保护生物学和发育生物学组成了动物学的基础学科外，形成了并仍在继续不断地形成许多新的分支学科，不同层次和同一层次之间又有许多交叉学科（宋大祥 1996）。图3b和表4显示，与Zoology为主题的宏观动物学联系最密切的有科学与技术学（160频次）、综合科学（158频次）、昆虫学（104频次）、生物学（102频次）、生命科学和生物医学（102频次）、环境科学与生态学（61频次）、生态学（50频次）、科学史与科学哲学（41频次）、海洋与淡水生物学（39频次）等由223条线相互联系的121个学科。

表4 学科交叉相关性分析

领域 Discipline	频次 Frequency
科学与技术学 Science & Technology	160
综合科学 Multidisciplinary Sciences	158
昆虫学 Entomology	104
生物学 Biology	102
生命科学和生物医学 Life Sciences & Biomedicine	102
环境科学与生态学 Environmental Sciences	61
生态学 Ecology	50
科学史与科学哲学 History & Philosophy Of Science	41
海洋与淡水生物学 Marine & Freshwater Biology	39
计算机科学 Computer Science	38
进化生物学 Evolutionary Biology	28

从Zoology主题研究相关学科中心性来看（表5），计算机科学是联系各学科的重要技术手段和方法，中心性最高为0.35；动物学科中心性0.13，其学科网络地位等同于物理学，在生命科学和医学之后，高于数学、环境科学、发育科学、地球科学、管理学、农学、考古、社会科学、建筑学、生理学和生态学等学科，表明动物学在各学科研究网络联系中占据突出位置、具有重要作用，进一步证实宋大祥院士提出的观点，即从学科的范畴来看，动物学（Zoology）与几乎所有生命和非生命科学中的领域都有联系；从对人类生存和生活的关系来看，动物学又是解决环境、资源、疾病预防和治疗中许多问题的基础，人类的进步有赖于动物学的不断发展（宋大祥 1995）。

表5 交叉学科中心性分析

领域 Discipline	中心性 Centricity
计算机科学 Computer Science	0.35
生命科学 Life Sciences & Biomedicine	0.29
医学 Medicine	0.18
动物学 Zoology	0.13
物理学 Physics	0.13
数学 Mathematics	0.08
环境科学 Environmental Sciences	0.07
发育生物学 Developmental Biology	0.07
地球科学 Geosciences	0.06
管理学 Operations Research & Management	0.06
农学 Agriculture	0.05
考古学 Archaeology	0.05
社会科学 Sociology	0.05
建筑学 Construction & Building Technology	0.04
生理学 Physiology	0.03
生态学 Ecology	0.02

2.3.3 研究热点分析

表6 热点词汇

热点词 Hotwords	突变频次 Burst frequency
新物种 new species	112
中国 china	100
动物学 Zoology	76
进化 evolution	74
分类 taxonomy	72
行为 behavior	53
保护 conservation	30
鞘翅目 coleoptera	28
生态 ecology	27
雌雄选择 sexual selection	26
形态学 morphology	23
物种形成 speciation	22
系统发育 phylogeny	22
鸟类 birds	21
甲虫 hymenoptera	20
蚜虫 aphididae	20
动物声学 bioacoustics	19
模式 patterns	19
生物学 biology	19
生物多样性 biodiversity	18

利用文献中的高频关键词来确定某一领域的研究热点，图谱中每个方形的节点代表一个研究主题，节点越大，表示出现的频次越高，受关注的程度越大。图3c显示Zoology主题研究涉及800个研究主题、

2445条连线，节点最大、出现频次最高的是“新物种”（112）和“中国”（100），进一步说明我国地大物博，生物多样性十分丰富，我国新物种的分类和鉴定是动物学研究的一项十分重要的工作，也是全世界Zoology主题研究领域的热点。但热点并不完全等于前沿，关于动物分类的研究，发达国家已经持续200多年，动物资源的家底已基本摸清。而我国的动物分类仅仅有几十年的历史，未知的种类远远大于已知种类，有些动物物种可能在我们尚未认识之前已经灭绝。

因此，加快动物资源的调查，以“只争朝夕”的精神抢在许多物种灭绝之前加以认识、保护和利用，是当前我国宏观动物学家面临的一项紧迫任务（王祖望等 1995）。

除“动物学”之外，“进化”、“分类”、“行为”、“保护”、“生态”、“雌雄淘汰”、“形态学”、“物种形成”、“系统发育”、“鸟类”、“甲虫”、“蚜虫”、“动物声学”、“生物学”、“生物多样性”等都是Zoology主题研究领域的热点问题（表6）。这也进一步验证了王祖望和黄大卫研究员1995年提出的“宏观动物学家在大空间、时间尺度上研究动物生命现象，不仅记述和分析各式各样的生命多样性等，而且探索多样性的发生、发展过程和进化趋势”（王祖望等 1995）。

2.3.4 前沿趋势分析

一组突现的动态概念和潜在的研究问题往往形成一个学科领域的前沿问题。CiteSpace软件通过膨胀词探测(burstdetection)技术和算法，考察词频的时间分布，将其中频次变化率高的词(burstterm)从大量的主题词中探测出来，依靠词频的变动趋势，而不仅仅是频次的高低（侯海燕等 2006），来确定Zoology主题研究的前沿领域。CiteSpace可以生成强调研究前沿和知识基础间的顺时模式时区视图（刘则渊等 2008），根据节点首次被引用的时间，节点被放在不同的时区中，所放位置的高度依次增加（杨国立 2008）。同节点一样，前沿术语的大小是根据其在网络中的中心性大小来决定的。我们在Zoology为主题的宏观动物学研究前沿分析中发现，1900~1989年未探测到突变词，表明在这90年间没有检测到一个相关研究兴趣的突然增长；

1990~2013年探测到797个突变专业术语，由图3d以及数据表7可以看出，中心度大于0.05的主题词有18个，根据时区分布、突变频次和中心度大小来分析相关Zoology主题研究前沿的演化趋势和历程，大致可以分为2个阶段。

表7 前沿领域关键词（不同时间阶段按中心性排序）

阶段 Stages	关键词 Keywords	中心性 Centricity	频次 Frequency	年度 Year
第一阶段	进化 evolution	0.22	74	1992
	分类 taxonomy	0.17	72	1999
	系统发育 phylogeny	0.15	22	1992
	系统学 systematics	0.15	17	1993
	历史演进 history	0.12	14	1991
	新物种 new species	0.08	112	1999
	鸟类 birds	0.07	21	1997
	新属 new genus	0.07	10	1999
	膜翅目 hymenoptera	0.05	21	1991
	后生动物 metazoa	0.05	2	1992
	克隆 cloning	0.05	1	1992
第二阶段	生物学 biology	0.10	19	2001
	生态学 ecology	0.08	28	2002
	生物多样性 biodiversity	0.07	18	2001
	统计 Statistics	0.07	2	2002
	形态 morphology	0.06	23	2002
	伪蝎 pseudoscorpions	0.06	3	2006
	竞争 competition	0.05	9	2011

第一阶段，二十世纪90年代，Zoology为主题的动物系统学研究的高突变增长。1992年提出的evolution（进化）和taxonomy（分类）主题词，中心度最高达

到了0.22和0.17, 突变频次也达到了74和72, 这表明动物进化与分类学研究在现代Zoology主题研究领域既是研究热点也是研究前沿和趋势, 动物进化是动物学最基本的核心概念, 动物进化论现在比过去任何时候都更深刻地对动物学理论和实践产生着重大影响(王祖望等 1995), 也再次强调了动物分类是动物科学基础的基础, 动物学的全部研究工作均离不开对研究对象物种的正确鉴定(徐剑 1999)。除此之外, 中心度较高的前沿领域主题词还包括关于phylogeny(系统发育)、systematics(系统学)、history(历史演进)的研究方法和评价; new species(新物种)、new genus(新属)分类理论的改进; birds(鸟类)、hymenoptera(膜翅目)、metazoa(后生动物)等类群的研究。进一步验证了宋大祥院士1996年提出的宏观动物学主攻方向: 将继续重视分类区系研究, 评价生物间和动物界各门的亲缘关系, 进化过程中大规模变化、形成的问题, 多样性和同一性动物的分布格局和进化过程分类理论的深化和改进(宋大祥 1996)。

第二阶段, 二十一世纪初, 保护生物学的发展阶

段。2001~2002年提出包括biology(生物学)、ecology(生态学)和biodiversity(生物多样性)以及2011年提出的competition(竞争)等保护生物学领域的主题词, 中心度较高, 形成了在中心度和突变频次上仅次于动物系统学研究的前沿领域。保护生物学是迫于环境恶化、物种灭绝加速而产生的一门学科交叉的综合性新兴学科, 1978年由生态学家米切尔·苏勒(Michel Soule)首次提出。保护生物学将纯科学与管理相结合, 论述全世界生物多样性面临严重危机及如何保护生物多样性(张恒庆 2009), 基本过程包含拯救生物多样性, 研究生物多样性以及合理利用生物多样性。它的概念已经从单一物种的保护发展到整个自然生态环境的保护和生物多样性的保护。因此它需要动物分类学家鉴定需保护的分类单元, 需要种群生态学家估测种群灭绝风险, 需要资源管理专家制定保护计划等(陈道海 1999)。野生动物类群作为生态系统中的最基本、最活跃、对环境变化敏感的部分, 保护生物学已成为了Zoology主题研究的焦点与前沿之一。

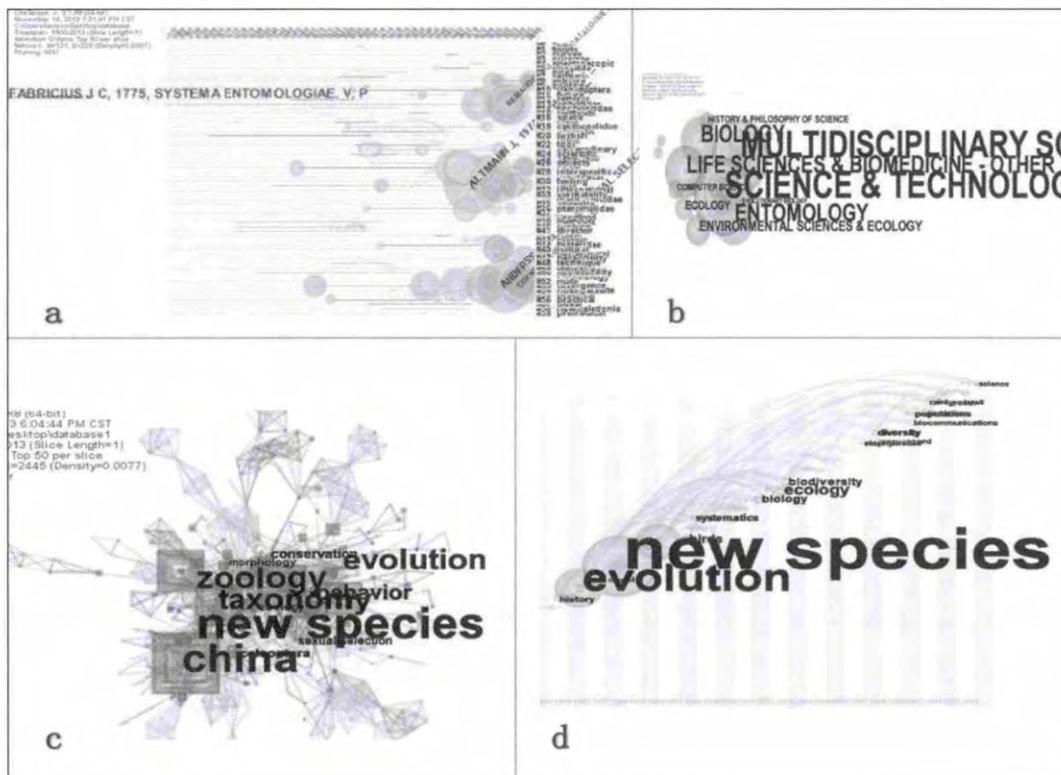


图3 学科基础、热点与前沿分析

(a.理论基础; b.相关学科; c.研究热点; d.领域前沿)

3 讨论

动物学作为一门基础学科,它与各学科都有密切的联系和交叉,在各学科研究网络联系中具有重要的作用和位置。Zoology为主题的宏观动物学形成了动物系统学和保护生物为基础的两个前沿领域和趋势,这两个前沿分支学科从不同层面和不同角度进行交叉,以不同的方法和手段研究和解决动物学研究乃至全球的重大问题。我国宏观动物学的发展,一方面由于学科的专属性,亟需培育我国本土的优秀动物学专家,另一方面由于动物学科向其他学科的快速渗透及分支学科的发展,我国需要在国际社会网络中形成主导和中心地位,引领国际动物学的发展,这是我国动物学发展的方向也是目前面临的巨大挑战。挑战与机遇并存,随着国内科技与经济的快速发展,我国Zoology主题研究已在国际动物学研究领域形成了明显的聚类优势,形成了以“中国”、“新物种”为热点的国际研究潮流,我们应该把握形势、以此为契机,进一步加强与国际的交流合作,将动物进化学和保护生物学有机结合,着重创造我国本土的新方法和技术,提出具有创新性且重大影响的新理论,进一步推动我国动物学的前沿领域发展,打造我国在国际动物学研究网络中的核心地位。

参考文献:

- [1] Altman J. Observational study of behavior: sampling methods[J]. Behaviour, 1974, 49: 227-267.
- [2] Andersson M. Sexual selection[M]. Princeton: Princeton University Press, 1994. 1- 599.
- [3] Chen C M. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2006, 57 (3) :359-377.
- [4] Darwin C. On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life[M]. London: John Murray. 1859.(Reprinted 1976,Cambridge, MA: Harvard University Press).
- [5] Fabricius J C. Systema entomologiae, sistens insectorum classes, ordines, genera, species, adiectis synonymis, locis, descriptionibus, observationibus[M]. Flensbvirgi et Lipsiae: Officina Libraria Kortii, 1775. 1-832.
- [6] Remaudiere G. Catalogue des Aphididae du Monde[M]. Homoptera Aphidoidea; Catalogue of the world ' s Aphididae. Paris: INRA Éditions, 1997.1-475.
- [7] White H D. Pathfinder networks and author co citation analysis: a remapping of paradigmatic information scientists[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2003, 54 (5) : 423- 434.
- [8] 秉志. 祖国发展动物学的前瞻[J]. 动物学杂志, 1957, 1 (1) : 3-10.
- [9] 陈道海. 保护生物学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999. 1-223.
- [10] 陈宜瑜. 系统动物学和动物地理学的发展趋势及我国近期的发展战略[J]. 动物学杂志, 1992, 27 (3) : 50-56.
- [11] 陈樟福, 张贞华. 动物学[M]. 浙江: 浙江教育出版社, 1985. 1-632.
- [12] 侯海燕, 刘则渊, 陈悦. 当代国际科学学研究热点演进趋势知识图谱[J]. 科研管理, 2006, 27 (3) : 90-96.
- [13] 刘则渊, 陈悦, 侯海燕. 科学知识图谱: 方法与应用[M]. 北京: 人民出版社, 2008. 1-383.
- [14] 宋大祥. 动物科学发展趋势和我国短期发展战略设想[J]. 河北师范大学学报-自然科学版, 1996, 20 (1) :78-84.
- [15] 宋大祥. 我国动物学科的现状和近期发展战略[J]. 科技导报, 1995, (6) : 6-9.
- [16] 王祖望, 黄大卫. 宏观动物学研究现状和未来十五年发展趋势[J]. 动物学报, 1995, 41 (1) :1-11.
- [17] 徐剑. 动物科学的研究现状和发展趋势. 韶关大学学报-自然科学版, 1999, 4 (20) :141-146.
- [18] 杨国立. 我国统计学研究的知识图谱分析[J]. 统计研究, 2012, 29 (2) :109-112.
- [19] 张恒庆. 保护生物学[M]. 北京: 科学出版社, 2009. 1-203.
- [20] 张训蒲. 普通动物学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008. 1-325.
- [21] 支凤隐, 张海涛, 许孝君, 等. 国内外信息生态研究的可视化分析[J]. 情报科学, 2013, 2 (31) :156-160.

(责任编辑: 张 萌)

Development and Trend of Zoological Researches with 'Zoology' Subject – Based on Visualization Analysis of Web of Science

LIU Yingjing , ZHANG Runzhi

(Institute of Zoology , Chinese Academy of Sciences , Beijing 100101)

Abstract : Based on the literatures with "Zoology" subject that published in the Web of Science (WOS) from 1900 to 2013, we identified primary research centers, representative authors and major focuses for 'zoology'

subject by co-citation analysis, clustering analysis and burst analysis using the visualizing pattern and trends analysis in software CiteSpace and the analysis function of WOS. These results may help us trace and reveal current and future fronts and hotspots. Depth development of it formed the systematic and conservation biology two fronts and trends, and the hot spots of 'China', 'new species'. We should grasp the situation and take this opportunity to further strengthen communication and cooperation with the international, and combine the research fields of zoological system evolution and conservation biology, in order to further promote the development of China's zoology frontier, and build core position in international zoological research network.

Keywords : Zoology ; Zoology subject ; Hot research topics ; Research fronts ; CiteSpace