

中国新发现物种的时空分布

李廷野¹ 李新红² 李延鹏³ 王俊伟⁴ 胡玲娟³ 孙发智³ 崔亮伟¹ 肖文^{3*}

(¹西南林业大学林学院, 昆明 650224; ²白马雪山国家级自然保护区管理局德钦分局, 云南迪庆 674599; ³大理大学东喜玛拉雅研究院, 云南大理 671003; ⁴青海师范大学生命与地理科学学院, 西宁 810000)

摘要 本文通过文献计量法, 统计了 Web of Science、中国知网、维普等数据库中所有关于中国新发现物种的文章。整理文章发表时间信息, 以及文章中新发现物种的分类信息和发现地点信息, 试图简要阐明这些新物种在中国地区的时空分布现状。结果表明: 1958—2014 年, 共计整理得到新发现物种 3707 种, 隶属于细菌界、蓝藻界、真菌界、植物界和动物界; 其中动物界节肢动物门昆虫纲物种数量最多, 占总数量的 48%; 时间分布上呈现整体增加趋势, 同时伴随 6 个不同的高峰, 尤其是 2012 年, 新发现物种数量达到了 369 种的最高值; 空间分布上, 除细菌界和蓝藻界外, 真菌界、植物界、动物界新发现物种数量最多的地区均是西南地区; 植物界与动物界新发现物种的空间分布格局极为相似。

关键词 陆地区域; 文献计量法; 生物多样性保护; 生物多样性热点; 分类系统

Spatial and temporal distribution of novel species in China. LI Ting-ye¹, LI Xin-hong², LI Yan-peng³, WANG Jun-wei⁴, HU Ling-juan³, SUN Fa-zhi³, CUI Liang-Wei¹, XIAO Wen^{3*}
(¹Forestry College, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; ²Degun Bureau Branch, Baima Snow Mountain Nature Reserve, Diqing 674599, Yunnan, China; ³Institute of Eastern-Himalaya Biodiversity Research, Dali University, Dali 671003, Yunnan, China; ⁴School of Life and Geographic Science, Qinghai Normal University, Xining 810000, China).

Abstract: This research collected the scientific papers concerning on novel species in China from the Web of Science Database, the China Knowledge Resource Integrated Database and the VIP Journal Integration Platform using the bibliometric method. The publication date, classification and location data of novel species were extracted to explain the spatial and temporal distribution pattern in China. The results showed that from 1958 to 2014, a total of 3707 novel species were reported, belonging to Kingdoms of Bacteria, Cyanobacteria, Fungi, Plantae and Animalia. Among the five kingdoms, the number of novel species in Class Insecta, Phylum Arthropoda, Animalia was the largest and occupied 48% of the total novel species. The temporal distribution pattern displayed an increasing trend over the research period and 6 peaks were observed, especially in 2012, the number of novel species reached 369. The spatial distribution pattern analysis suggested that except the Bacteria and Cyanobacteria, the other three kingdoms in Southwest China had the greatest number of novel species. In addition, the spatial distribution patterns of novel species in Plantae and Animalia were closely related.

Key words: continent areas; bibliometrics; biodiversity conservation; biodiversity hotspot; classification system.

生物多样性, 最早是指对地球上所有植物、动物、真菌及微生物物种的清查, 随后, 其范畴逐步扩

展到地球上生命世界的所有层面, 包括所有物种、物种的遗传及其变异, 以及由物种和环境相互作用的群落与生态系统 (Raven, 2000)。生物多样性与人类的生活和福利密切相关, 它不仅给人类提供了丰富的食物、药物资源, 而且在保持水土、调节气候、维

国家自然科学基金项目 (31260419 和 31260145) 和中国三江并流区域生物多样性协同创新中心和云南省高校洱海流域保护与可持续发展研究重点实验室资助。

收稿日期: 2015-11-06 接受日期: 2016-04-30

* 通讯作者 E-mail: xiaow@eastern-himalaya.cn

持自然平衡等方面起着不可替代的作用(Loreau *et al.*, 2001; Hooper *et al.*, 2005; Hector *et al.*, 2007)。而物种的多少是保证生物多样性的基本前提。为此,只有准确确定某一区域内物种数量的多少,才能更好地发挥生物多样性的功能。

物种(species)的概念由来已久,国内与国外对新物种的发现、记录都有着悠久的历史,然而直到18世纪,林奈建立了双命名法,才使得新物种的命名走上规范化的轨迹。虽然之后对于新物种的分类各家说法不一,争论不断(Mayden, 1997; Harrison, 1998; Groves *et al.*, 2011),但是这并未阻止发现新物种的脚步。尤其是在第二次世界大战结束后,科学技术得到了大力发展和提升,越来越多的新物种被各国科研工作者发现并公诸于世,进而在很大程度上丰富了生物多样性。中国是世界上生物多样性最丰富的国家之一,具有物种数量多、物种特有程度高和遗传资源丰富的特点(Xu *et al.*, 1999; Huang, 2011)。加之中国幅员辽阔,地质地势、气候类型复杂多样,注定会拥有数量繁多的物种,以及有待发现的新物种。但是,由于传统文化观念和战乱的影响,中国关于新发现物种的研究和报导在20世纪50年代才开始起步,至今已有半个多世纪了。在这半个世纪的时间里,中国的科研工作者发现并报导了很多的新发现物种。本文采用文献计量法,统计整理了1958—2014年发表的关于新物种的期刊论文,包括英文和中文两种语言形式,试图阐明中华人民共和国成立以来,中国新发现物种的时空分布格局的趋势,并简单分析促成这种格局的原因。

1 材料与方法

1.1 数据收集

本研究通过文献计量法(Carpenter *et al.*, 1983; Verbeek *et al.*, 2002; Guan *et al.*, 2007; 刘小玲等, 2009),在英文期刊数据库 Web of Science 中进行标题含有“new specie, China”“new genus, China”“new family, China”的科技论文检索;在中国知网和维普两个中文数据库中,进行标题含有“新种”、“新发现种”、“新物种”、“新属”、“新科”的科技论文检索,只要文章标题含有上述条件之一,便认定为是有效和必须阅读的文章。然后将所有确定好的文章按年份下载,阅读全文后整理出关于新物种名称、发现地点、文章发表时间的信息。如果文章中已经明确新物种的门、纲、目、科、属中任何一部分的相关分类

信息,按照原文内容,全部录入。上述所有信息均录入 Excel 2007 表格中。

1.2 数据整理与分析

数据中所有物种的分类整理依据的是六界系统(刘凌云, 2009)进行分类,本文中涉及到的有细菌界、蓝藻界、真菌界、植物界、动物界。蓝藻界分类标准依据《中国淡水藻志-第九卷》(朱浩然, 2007)、《藻类学》(段德麟等, 2012)进行分类;真菌界分类标准依据《中国真菌志》(沈亚恒等, 2006)、《中国野生大型真菌彩色图鉴》(刘旭东, 2002)进行分类;植物界分类标准依据《中国植物志》(中科院“中国植物志”编辑委员会, 2004)、《植物学-下册》(吴国芳等, 2011)进行分类;动物界分类标准依据《中国动物志》(中科院“中国动物志”编辑委员会, 1978—2012)、《普通动物学》(刘凌云等, 2009)进行分类。所有数据的分析均在 Excel 2007 中完成。

2 结果与分析

2.1 数量分布

本次研究共计整理得到 1845 篇关于新发现物种的科技论文文章,其中中文文章 581 篇,英文文章 1264 篇。文章发表时间范围为 1958—2014 年,涉及新发现物种 3762 种,信息明确物种数量为 3707 种,隶属于细菌界、蓝藻界、真菌界、植物界和动物界,分布于中国的各个区域。其中细菌界新发现物种数量最少,仅有 1 种,占总物种数的 0.03%;其次是蓝藻界,有 8 种,占总物种数的 0.22%;真菌界有 339 种,占总物种数的 9.20%;植物界有 413 种,占总物种数的 11.21%;动物界新发现物种的数量最多,有 2923 种,占总物种数的 79.97%。在动物界新发现物种中,数量最多的是节肢动物门的昆虫纲,占总物种数的 48.02%(表 1)。

2.2 时间分布

在时间尺度上,中国新发现物种数量的分布有着比较大的波动,出现了几个波峰,分别是:20 世纪 60 年代初期,20 世纪 80 年代初、中期,以及 20 世纪 90 年代中期的小高峰;进入 21 世纪,首先在 2000 年出现了物种发现数量的小高峰;到了 2006 年,新发现物种数量急剧增加,出现了首个大高峰;时隔 6 年后,新发现物种数量又一次出现大高峰。在 1965—1977 年的 13 年中,仅有 4 年出现过关于中国境内新发现物种的相关报道(图 1)。

表 1 新发现物种的分类、数量及其百分比
Table 1 Classification, number and percentage of novel species

界	门	亚门 或纲	物种数量 (种)	占本界 比例(%)	占总数 比例(%)	界	门	亚门 或纲	物种数量 (种)	占本界 比例(%)	占总数 比例(%)
细菌界	变形菌门	变形菌纲	1	100.00	0.03	动物界	线虫动物门	线虫纲	5	8.62	0.13
蓝藻界	蓝藻门	蓝藻纲	8	100.00	0.22			胞管肾纲	5	8.62	0.13
真菌界	真菌门	鞭毛菌亚门	5	1.58	0.13			腺肾纲	48	82.76	1.29
		接合菌亚门	6	1.89	0.16		环节动物门	寡毛纲	9	14.52	0.24
		半知菌亚门	15	4.73	0.40			多毛纲	12	19.35	0.32
		担子菌亚门	141	44.48	3.80			蛭纲	41	66.13	1.11
		子囊菌亚门	150	47.32	4.05		软体动物门	双壳纲	2	6.67	0.05
植物界	轮藻门	轮藻纲	1	100.00	0.03			头足纲	2	6.67	0.05
	裸藻门	裸藻纲	1	100.00	0.03			腹足纲	26	86.67	0.70
	硅藻门	中心纲	4	23.53	0.11		缓步动物门	真缓步纲	1	33.33	0.03
		羽纹纲	13	76.47	0.35			异缓步纲	2	66.67	0.05
	红藻门	红藻纲	7	100.00	0.19		节肢动物门	介形纲	1	0.04	0.03
	苔藓植物门	苔纲	9	37.50	0.24			鳃足纲	2	0.08	0.05
		藓纲	15	62.50	0.40			三叶虫纲	4	0.16	0.11
	蕨类植物门	薄囊蕨纲	1	5.26	0.03			唇足纲	13	0.53	0.35
		水韭纲	3	15.79	0.08			顎足纲	16	0.66	0.43
		真蕨纲	15	78.95	0.40			内顎纲	39	1.60	1.05
	裸子植物门	松柏纲	1	100.00	0.03			倍足纲	49	2.01	1.32
	被子植物门	单子叶植物纲	103	30.21	2.78			软甲纲	151	6.20	4.07
		双子叶植物纲	238	69.79	6.42			蛛形纲	380	15.61	10.25
动物界	原生动物门	肉足纲	2	6.25	0.05			昆虫纲	1780	73.10	48.02
		孢子纲	10	31.25	0.27		腕足动物门	扭月贝纲	2	28.57	0.05
		纤毛纲	20	62.50	0.54		苔藓动物门	裸唇纲	2	28.57	0.05
	中生动物门	菱形虫纲	2	100.00	0.05		棘皮动物门	海星纲	3	42.56	0.08
	腔肠动物门	钵水母纲	4	8.89	0.11		脊索动物门	海鞘纲	2	1.03	0.05
		珊瑚纲	14	31.11	0.38			圆口纲	2	1.03	0.05
		水螅纲	27	60.00	0.73			鱼纲	117	60.31	3.16
	扁形动物门	绦虫纲	4	5.80	0.11			两栖纲	25	12.89	0.67
		涡虫纲	10	14.49	0.27			爬行纲	25	12.89	0.67
		吸虫纲	55	79.71	1.48			鸟纲	3	1.55	0.08
	纽形动物门	有刺纲	6	54.55	0.16			哺乳纲	20	10.31	0.54
	轮虫动物门	轮虫纲	5	45.45	0.13						

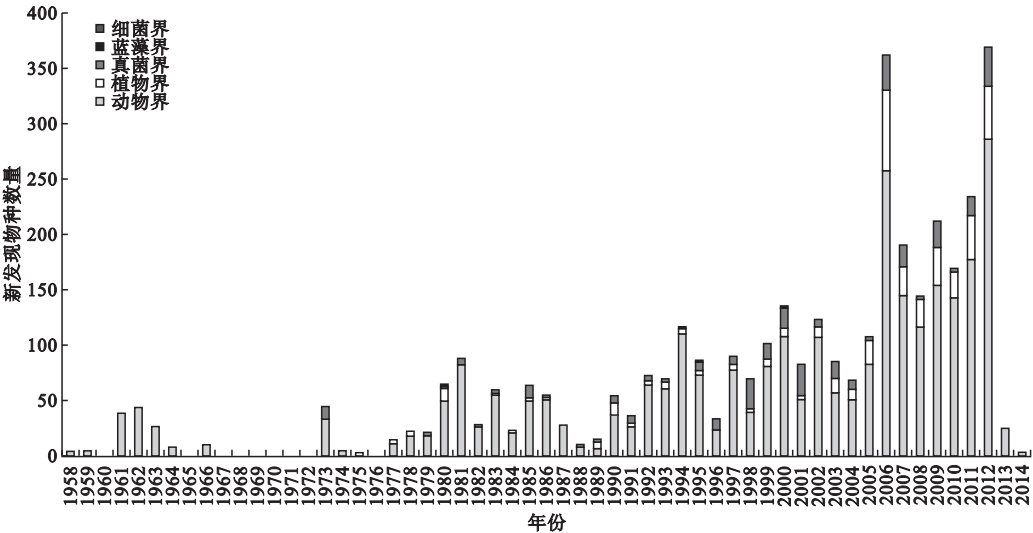


图 1 中国新发现物种数量与时间分布
Fig.1 Number and temporal distribution of novel species in China

整体而言,改革开放后,新发现物种的数量,呈现出逐渐增加的趋势。从 1958—1966 年,9 年的时间里,仅有中文形式文章报导,并且新发现物种均属于动物界。相关英文文章报导始见于 1973 年,且以动物界物种为主。直到 1978 年,蓝藻界、植物界、真菌界的相关物种才陆续被发现,即便如此,动物界新发现物种数量仍占有着极大的比例。唯一的特例便是 1975 年,新发现的物种类型中,没有动物界物种,而仅是植物界(图 1)。

2.3 空间分布

依据中国所划分的 34 个省级行政单位,各个省级行政单位均有不同数量的新发现物种分布。由于部分新物种发现地点位于多省交汇处,无法准确定位到省级行政单位,在此,将中国行政区域划分为东北地区、华北地区、华中地区、华南地区、华东地区、

西南地区、西北地区 and 台湾地区八大区。新发现物种在八大区的分布的详细情况,见图 2。

这其中,除细菌界和蓝藻界外,其他三界新发现物种数量最多的地区是西南地区。在新发现物种中,细菌界仅有 1 种,发现于华南地区的香港。蓝藻界新发现物种仅分布在华北地区、华东地区和华南地区,而且数量很少。真菌界新发现物种在全国八个地区均有分布,新发现物种数量最少的地区是华北地区、华中地区和华东地区;而东北地区 and 西北地区,其真菌界新发现物种数量却较为接近。植物界中,新发现物种数量最少的是华东地区;东北地区、华北地区、华中地区新发现物种数量大体一致。作为新发现物种数量最多动物界,在全国 8 个地区的分布有着明显的层次变化,分布格局也与植物界一致(图 2)。

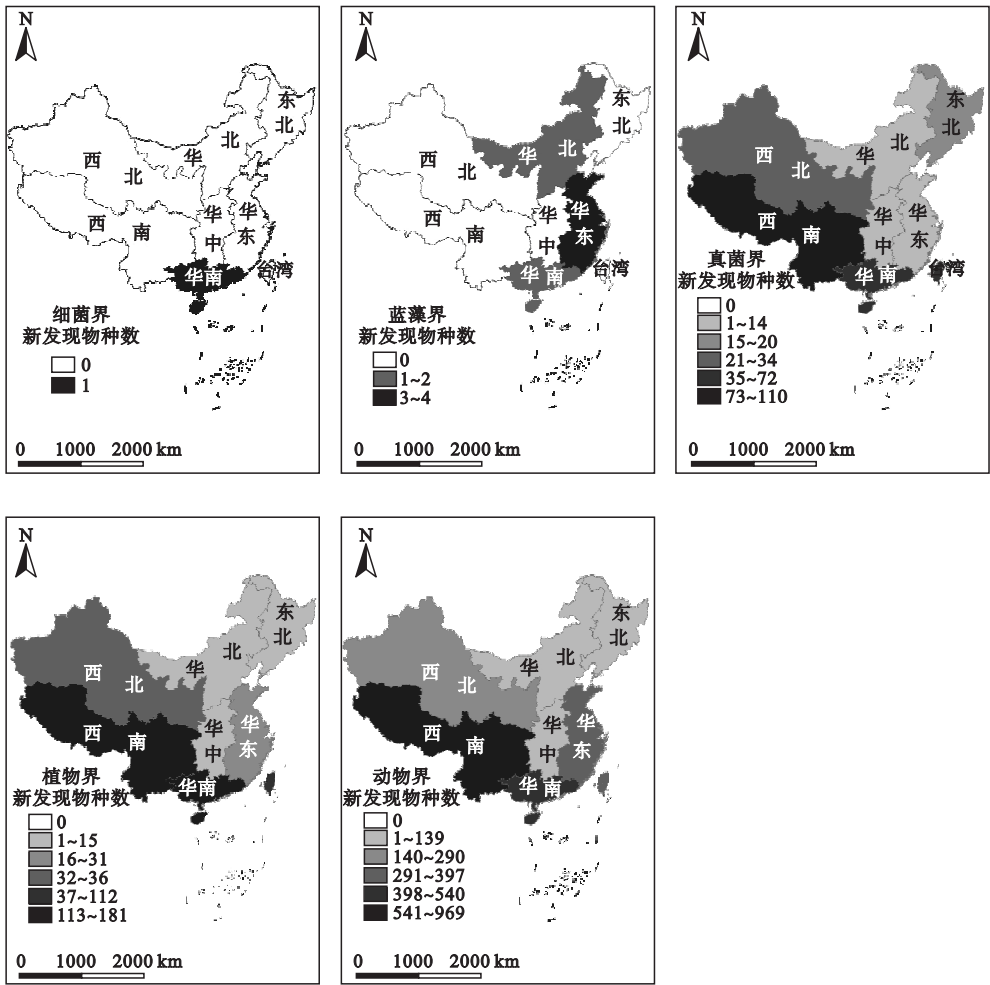


图 2 中国新发现物种空间分布及其数量等级示意图
Fig.2 Spatial distribution and number grade of novel species in China

3 讨论

3.1 数量分布现状的原因

自然界生物种类繁多,数量庞大目前已经鉴定的约有 200×10^4 种。而 Brusca (2003) 等估计,地球上仍有 $2000 \times 10^4 \sim 5000 \times 10^4$ 种生物有待发现和命名。而在已经鉴定的 200×10^4 种物种中,动物物种,占据着约 3/4 的比例。在这样的基数限制下,作为生物多样性最丰富地区之一的中国,自然也会呈现出动物物种数量占据着大部分比例的结果,这其中包括逐年新发现物种的数据。

本文的研究正与此结论吻合,并且动物界新发现物种数量所占据的比例远高于 3/4,达到了 79.97% 的比例。出现这一结果的原因主要是:中国地域广阔,环境气候类型多样、复杂,因此会形成多种多样的区域气候、区域环境和区域资源 (Storch *et al.*, 2006; Mittelbach *et al.*, 2007; Willis *et al.*, 2007; Whittaker *et al.*, 2007; Harrison *et al.*, 2008)。这便对植物界、真菌界中的一些高等植物、大型真菌的分布形成很大的阻碍和限制,同时也造成这些植物和真菌的可获得性较低,自然而然就不会被更多地发现。但在动物界新发现物种中,最多的是昆虫纲,这类动物数量原本就比较多 (朱慧等, 2008; 李志刚等, 2010), 而且分布范围很广,适应性强,可获得性高 (郭线茹等, 2006; 李巧等, 2006; 陈又清等, 2007; 马铁山等, 2009; 申效诚等, 2010), 这样就会更加方便科研工作者鉴定和研究。

3.2 时间分布现状的原因

从本研究结果来看,中国新物种期刊报导,最早开始于 1958 年,紧随其后出现了第一个小高峰,而后停滞了近 10 年的时间。这一现状是与当时的国情相吻合的。前者建国不久,百废待兴,而后安定一段时间,却又经历了十年文革的洗礼。文革结束后,高考恢复、改革开放,在人才培养和经济投入两个方面极大地带动了科研工作,也才出现表 1 中的第二个高峰。同时也使得新发现物种的种类不再局限于动物界,但是在数量上,动物界物种仍占据着主导位置。

进入 20 世纪 90 年代后,中国新发现物种数量呈现出缓慢上升趋势,这其中,个别年份的波动,也是符合新物种从发现到见诸于公开报道的时间规律。直到 2006 年,新发现物种数量陡然攀升,达到最高峰后,中国新发现的物种数量进入到了下降期。

这一方面说明科学技术的发展,为科研工作带来了极大的便利,使得更多的物种通过全新的技术手段得以被鉴定和发现,以及我国对科研工作的经济投入的力度;另一方面也暗示,中国陆地区域内的物种,不可能在同一时间被全部发现,一旦在某一时段集中发现了大批新物种,则需要一定时间来保证下一次的新物种的集中爆发。如 2012 年,中国新发现物种数量达到了历史最高。可是在这之后的两年,却一下跌至谷底,新发现物种的数量少的可怜,这有可能说明,中国区域内的新发现物种已经接近极值;亦或是受限于物种鉴定、物种发现、公开发表等时间限制,未能得到更为详实的数据。

3.3 空间分布现状的原因

在空间尺度上,新发现物种的分布格局,主要是受到地区生物多样性的影响。西南地区拥有着陆地生态系统的全部类型,各种经纬度梯度、海拔和水深梯度、物理因子梯度、生境梯度以及营养级等均存在于西南地区,因此西南地区属于我国生物多样性最高的地区 (Williams *et al.*, 1994; Faith, 2003; Maes *et al.*, 2005; Li *et al.*, 2006), 新发现物种的数量最多,也是名副其实。另外,在西南地区成为全球生物多样性热点地区后,国内外诸多研究学者对这一地区投入了更多的关注 (李意德, 1995; 马克平 2001; 韩宗先等, 2002; Zhao *et al.*, 2005; 刘敏超等, 2007), 这也是导致西南地区新发现物种数量在全国范围内最多的原因。

细菌界仅有一种新发现物种 (表 1), 因其数量过少,在此不做任何讨论。至于蓝藻界,在西南地区没有分布,这一方面与蓝藻界生物的生活习性有关,另一方面与蓝藻界受关注程度有关。真菌界在广义上也属于植物类型,植物类型生物的分布,更多的是受到气候类型、水源分布、土地地势等因素的限制 (方精云, 2001, 2004; Bachman *et al.*, 2004; Kadmon, 2007), 才会出现图 2 中的分布格局。

生物多样性热点地区 (biodiversity hotspot) 概念的基本定义是:某一地区维管植物中特有种占该区 0.5% 或超过 1500 种,且该地区 70% 的原生植被已灭绝,则该地区可以被定义为生物多样性热点 (Myers, 1990; Myers *et al.*, 2000)。现在评估热点地区的标准主要有两个方面:特有物种的数量和所受威胁的程度 (Myers *et al.* 2000; Stuart *et al.* 2004; Mittermeier *et al.*, 2011)。然而,这个定义没有涉及动物、微生物等除维管植物之外的物种,没有涉及系统发

生学的多样性,没有考虑小尺度地区的多样性问题而主要关注大范围的地区,没有考虑某地受人类干扰的模式问题,也没有考虑不同的热点地区在进行保护工作时面临的不同境况。本研究结果在很大程度上辅证了生物多样性热点定义上的这一问题,希望未来生物多样性热点的概念能越来越完善。

参考文献

陈又清,王绍云. 2007. 云南紫胶虫的地理分布及生态因子的作用. *昆虫学报*, **50**(5): 521–527.

段德麟,胡自民,胡征宇,等. 2012. 藻类学. 北京: 科学出版社.

方精云,李意德,朱彪,等. 2004. 海南岛尖峰岭山地雨林的群落结构、物种多样性以及在世界雨林中的地位. *生物多样性*, **12**(1): 29–43.

方精云. 2001. 也论我国东部植被带的划分. *植物学报*, **43**(5): 522–533.

郭线茹,罗梅浩,蒋金炜,等. 2006. 我国烟田昆虫群落的划分及其特征分析. *昆虫知识*, **43**(3): 304–310.

韩宗先,胡锦矗. 2002. 重庆市兽类资源及其区系分析. *四川师范学院学报: 自然科学版*, **23**(2): 141–148.

李巧,陈又清,郭萧,等. 2006. 节肢动物作为生物指示物对生态恢复的评价. *中南林学院学报*, **26**(3): 117–122.

李意德. 1995. 海南岛热带森林的变迁及生物多样性的保护对策. *林业科学研究*, **8**(4): 455–461.

李志刚,张碧胜,翟欣,等. 2010. 广州不同生境类型区域昆虫多样性. *生态学杂志*, **29**(2): 357–362.

刘凌云,郑光美. 2009. 普通动物学(第四版). 北京: 高等教育出版社.

刘敏超,李迪强. 2007. 生物多样性优先性研究——以三江源地区为例. *湖南师范大学自然科学学报*, **30**(3): 110–115.

刘小玲,谭宗颖,张超星. 2015. 国内外“科学—技术关系”研究方法述评—聚焦文献计量方法. *图书情报工作*, **59**(13): 142–148.

刘旭东. 2002. 中国野生大型真菌彩色图鉴中国大型真菌图鉴. 北京: 中国林业出版社.

马克平. 2001. 中国生物多样性热点地区(Hotspot)评估与优先保护重点的确定应该重视. *植物生态学报*, **25**(1): 123–125.

马铁山,郝改莲,刘殿锋,等. 2009. 中国凤蝶科昆虫地理分布的聚类分析. *昆虫知识*, **46**(4): 615–619.

申效诚,任应党,王爱萍,等. 2010. 河南昆虫、蜘蛛、蜚蠊地理分布的多元相似性聚类分析. *生态学报*, **30**(13): 4416–4426.

沈亚恒 叶东海. 2006. 中国真菌志. 北京: 科学出版社.

吴国芳,冯志坚,马炜梁,等. 2011. 植物学-下册(第二版). 北京: 高等教育出版社.

中科院“中国动物志”编辑委员会. 1978–2012. 中国动物志. 北京: 科学出版社.

中科院“中国植物志”编辑委员会. 2004. 中国植物志. 北京:

科学出版社.

朱慧,彭媛媛,王德利. 2008. 植物对昆虫多样性的影响. *生态学杂志*, **27**(12): 2215–2221.

朱浩然. 2007. 中国淡水藻志-第九卷. 北京: 科学出版社.

Bachman S, Baker WJ, Brummitt N, et al. 2004. Elevational gradients, area and tropical island diversity: An example from the palms of New Guinea. *Ecography*, **27**: 299–310.

Brusca RC, Brusca GT. 2003. The Invertebrates. 2nd ed. Sunderland: Sinauer Associates Inc.

Carpenter MP, Narin F. 1983. Validation study: Patent citations as indicators of science and foreign dependence. *World Patent Information*, **5**: 180–185.

Faith PD. 2003. Environmental diversity as surrogate information for species level biodiversity. *Ecography*, **26**: 374–379.

Groves CP, Grubb P. 2011. Ungulate taxonomy. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Guan JC, He Y. 2007. Patent-bibliometric analysis on the Chinese science-technology linkages. *Scientometrics*, **72**: 403–425.

Harrison S, Cornell H. 2008. Toward a better understanding of the regional causes of local community richness. *Ecology Letters*, **11**: 969–979.

Hector A, Bagchi R. 2007. Biodiversity and ecosystem multifunctionality. *Nature*, **448**: 188–190.

Hooper DU, Chapin FS, Ewel JJ, et al. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, **75**: 3–35.

Huang H. 2011. Plant diversity and conservation in China: planning a strategic bioresource for a sustainable future. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **166**: 282–300.

Kadmon R, Allouche O. 2007. Integrating the effects of area, isolation, and habitat heterogeneity on species diversity: A unification of island biogeography and niche theory. *The American Naturalist*, **170**: 443–454.

Li ZJ, Lin P, Ye W. 2006. Research on function diversity of native gardening plants in Wuyi Mountain. *The Proceedings of the China Association for Science and Technology*, **16**: 41–46.

Loreau M, Naeem S, Inchausti P, et al. 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges. *Science*, **294**: 804–808.

Maes D, Bauwens D, Bruyn DL. 2005. Species richness coincidence: Conservation strategies based on predictive modeling. *Biodiversity and Conservation*, **14**: 1345–1364.

Mayden RL. 1997. A hierarchy of species concepts: The denouement in the saga of the species problem. New York: Chapman and Hall.

Mittelbach GG, Schemske DW, Cornell HV, et al. 2007. Evolution and the latitudinal diversity gradient, speciation, extinction and biogeography. *Ecology Letters*, **10**: 315–331.

Mittermeier RA, Turner WR, Larsen FW, et al. 2011. Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots// Zachos FE, Habel JC, eds. Biodiversity hotspots: Distribution and protection of conservation priority areas. Heidelberg:

- berg: Springer: 3–22.
- Myers N, Mittermeier AR. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, **403**: 853–858.
- Myers N. 1990. The biodiversity challenge: Expanded hot-spots analysis. *Environmentalist*, **10**: 243–256.
- Raven PH. 2000. Nature and Human Society: The Quest for a Sustainable World. Proceedings of the 1997 Forum on Biodiversity. New York: National Academy Press.
- Storch D, Davies RG, Zaji Ćek S, *et al.* 2006. Energy, range dynamics and global species richness patterns: Reconciling mid-domain effects and environmental determinants of avian diversity. *Ecology Letters*, **9**: 1308–1320.
- Stuart W, Vivero Po JL, Spawls S, *et al.* 2004. Ethiopian highlands// Mittermeier RA, Gil PR, Hoffmann M, *et al.*, eds. Hotspots revisited. Mexico: Cemex: 262–273.
- Verbeek A, Debackere K, Luwel M, *et al.* 2002. Linking science to technology: Using bibliographic references in patents to build linkage schemes. *Scientometrics*, **54**: 399–420.
- Whittaker RJ, Nogués-Bravo D, Araújo MB. 2007. Geographical gradients of species richness: A test of the water-energy conjecture of Hawkins. *Global Ecology and Biogeography*, **16**: 76–89.
- Williams PH, Gaston KJ. 1994. Measuring more of biodiversity: Can higher-taxon richness predict wholesale species richness. *Biological Conservation*, **67**: 211–217.
- Willis KJ, Kleczkowski A, New M, *et al.* 2007. Testing the impact of climate variability on European plant diversity: 320000 years of water-energy dynamics and its long-term influence on plant taxonomic richness. *Ecology Letters*, **10**: 673–679.
- Xu H, Wang S, Xue D. 1999. Biodiversity conservation in China: Legislation, plans and measures. *Biodiversity and Conservation*, **8**: 819–837.
- Zhao HF, Gao XB, Lei FM, *et al.* 2005. On the status and distribution of threatened birds of China. *Biodiversity*, **13**: 12–19.
-
- 作者简介** 李廷野,男,1990年出生,硕士研究生,主要从事野生动物的多样性及保育方向研究。Email: tingye.li@yahoo.com
- 责任编辑** 张 敏
-