中国植被生态学研究的发展和趋势

马克平^{*}, 郭庆华

中国科学院植物研究所, 植被与环境变化国家重点实验室, 北京 100093

^{*} 联系人, E-mail: kpma@ibcas.ac.cn

收稿日期: 2021-01-12; 网络版发表日期: 2021-02-05

植被生态学(vegetation ecology)是研究植物群落及其与环境关系的科学. 与植被生态学相关的研究有200多年的历史. 在漫长的学科发展过程中, 由于植被的地理分异以及研究重点和方法的差异形成了不同的学派. 在植被生态学发展的进程中, 出现了多个相关的学科名称, 如植被科学(vegetation science)、植物群落学(phytocoenology)、植物社会学(plant sociology)和地植物学(geobotany)等. 植被生态学的内容主要包括植物群落的种类组成、植物群落中的种间关系、植物群落的结构、植物群落与环境、植物群落的物质生产与循环、植被动态与历史演变、植被的分类与排序、植被分布与区划、植被制图和植被生态学的应用等^[1]. 植被生态学虽然是传统的基础性学科, 但近年来随着人们对全球环境变化、生物多样性丧失和生态系统修复等问题的关注, 植被生态学研究也迎来了新的发展机遇. 以vegetation为主题在Web of Science检索, 发现植被相关的论文数量在逐年增加(图1). 中国也有类似的趋势, 自2000年开始, 年度论文数量快速增加(图1). 对主题词出现频次进行分析可发现, 与气候变化相关的初级生产力和碳等、与生态系统修复相关的植被恢复和生态修复等、与生物多样性相关的物种多样性和生境与生态廊道等、与遥感技术应用相关的植被指数和植被覆盖等方面的文章数量最多, 反映出植被生态学的时代特点. 此外, 以下7个方向值得特别关注: (i) 植物群落构建机制; (ii) 生物多样性与初级生产力等

的生态系统功能之间的关系; (iii) 功能性状、功能多样性与功能生态学; (iv) 基于遥感技术的植被物候学; (v) 近地面遥感与人工智能等新技术的应用; (vi) 开放的大型数据库资源; (vii) 植被志编研. 综合上述, 大约有10个方向是传统植被生态学不包括的内容, 可以看作植被生态学发展的新趋势.

目前中国植被生态学研究有两个项目值得特别关注. 第一, 《中国植被志》编研. 植被志(vegetation)是基于大量植被(或植物群落)调查资料, 全面记叙植被的群落外貌、物种组成、群落结构和功能以及环境条件和地理分布等群落特征, 并对同类植被进行归纳和总结的志书. 换言之, 植被志的编研就是为分布在全国各地的植被分门别类、登记造册, 记载并分析其基本特征的一项基础性、系统性工作^[2]. 《中国植被志》的植被分类系统、植被类型划分及编排体系^[3], 中国植被分类系统修订方案^[4], 以及《中国植被志》编研内容与规范^[5]等都已经正式发表, 对《中国植被志》编研工作予以规范. 《中国植被志》已经由预研究进入到正式编研阶段. 第一本专著《中国云杉林》已于2017年正式出版^[6]. 《中国植被志》将成为第一部中国植被全书, 值得期待. 第二, 新一代中国植被图编研. 中国科学院先导专项“地球大数据科学工程(CASEarth)”的项目五“生物多样性与生态安全”于2018年初启动了新一代中国植被图编研工作^[7], 主要包括百万分之一中国植被图更新、50万分之一新

引用格式: 马克平, 郭庆华. 中国植被生态学研究的发展和趋势. 中国科学: 生命科学, 2021, 51: 215–218

Ma K P, Guo Q H. Progress and recent trends of vegetation ecology in China (in Chinese). Sci Sin Vitae, 2021, 51: 215–218, doi: [10.1360/SSV-2021-0010](https://doi.org/10.1360/SSV-2021-0010)

图 1 植被方面文章的年度数量变化

Figure 1 Annual trends in number of publications on vegetation

一代中国和各省区植被图研制, 以及相应的植被图说明书(省级植被专著)编研。目前已经完成百万分之一中国植被图更新并正式发表, 有34%的中国陆域面积的植被发生了变化, 在更新版中国植被图中得到明确体现^[8], 50万分之一新一代中国植被图第一版草图基本完成, 制图团队正在与各省区植被图团队共同努力不断更新完善, 计划在2022年定稿发布; 省级50万分之一新一代植被图和植被专著会陆续完成并正式出版。本期“中国植被生态学”专辑即由新一代中国植被图研发团队完成, 主要包括三个部分内容。第一部分概述了植被图编研的起源与发展, 回顾了全国及地方植被图的编制历史, 分析了植被图编研的现状和发展趋势^[9]; 简要总结了国家尺度植被制图的方法和卫星遥感技术在植被制图上的应用进展, 进而探讨了中国新一代1:50万植被图的遥感制图方法, 特别是通过众源采集等方式获取海量植被样点数据, 结合多源遥感

数据, 采用深度学习的方式开展遥感植被分类, 并整合植被生态学家的专业知识实现对制图结果的校订和更新^[10]; 介绍了基于智能手机和网页端服务的植被类型众源采集与分析平台——一款植被调查制图新工具“绿途”的功能和应用进展, 该系统采集的数据作为地面调查样本被成功应用于1:100万中国植被图的更新, 并正在服务于1:50万中国植被图的绘制^[11]。第二部分回顾了江苏^[12]、江西^[13]、湖北^[14]、湖南^[15]和四川^[16]植被研究的历史和重要进展, 分析了存在的主要问题, 提出了下一步研究的重点; 报道了海南岛植被分类与植被制图^[17], 1985~2020年山东海岸带砂生植被在种类组成、分布范围、植被类型等方面的变化及原因^[18]和京津冀地区植物群落多样性与制图^[19]的成果。第三部分探讨了植被分布的海拔与纬度相互关系模式^[20]; 基于2400个灌丛群落的野外调查数据, 分析了中国北方灌丛类型与分布及其与气候的

关系, 解释了中国北方灌丛的分布体现沿湿冷-干热梯度以及在较湿润条件下沿冷-热梯度的变化规律^[21].

植被生态学既有自身学科发展的需求, 又有促进相关学科发展不可或缺的支撑作用. 中国植被生态学发展需要各方面的共同努力. 第一, 希望相关团队积极推动《中国植被志》和新一代中国植被图两个方面的工作. 只有集全国植被生态学同仁之力, 才可能把这两个项目完成, 而且需要有关方面的大力支持和编研人员长期的不懈努力. 第二, 植被生态学要在内容上不断发展完善, 特别是植被对全球变化的响应与适应、植物群落的构建机制、植物多样性与生态系统功能、植物群落的功能性状和谱系多样性、植被物候学、植被与生物多样性保护等方面的内容. 第三, 在方

法上加强卫星遥感和近地面遥感技术在植被调查与监测方面的应用, 例如, 基于相机物联网和遥感的物候观测技术、基于组学信息的植物遗传多样性分析方法和物种识别技术、基于公民科学的众源采集和数据融合技术、基于人工智能等植被大数据分析技术等. 第四, 在平台建设方面, 加强天然植物群落样地观测网络和控制实验基地网络建设, 以及中国植被大数据平台建设, 鼓励多种形式的数据共享和深度挖掘. 第五, 在高等院校生物学相关专业的教材中加强植被生态学内容, 特别是近年发展起来的植被生态学新方向; 鼓励研究生和博士后选择植被生态学相关的研究题目, 加速培养后备人才队伍. 相信在大家的共同努力下, 中国会在不久的将来成为亚洲植被生态学的领导者和全球有重要影响的核心力量.

参考文献

- 1 Song Y C. Vegetation Ecology (in Chinese). 2nd ed. Beijing: Higher Education Press, 2017 [宋永昌. 植被生态学. 第二版. 北京: 高等教育出版社, 2017]
- 2 Fang J Y, Wang G H. Vegetography of China: Surveying and describing the country's vegetation (in Chinese). *Chin J Plant Ecol*, 2020, 44: 93–95 [方精云, 王国宏. 《中国植被志》: 为中国植被登记造册. 植物生态学报, 2020, 44: 93–95]
- 3 Fang J Y, Guo K, Wang G H, et al. Vegetation classification system and classification of vegetation types used for the compilation of vegetation of China (in Chinese). *Chin J Plant Ecol*, 2020, 44: 96–110 [方精云, 郭柯, 王国宏, 等. 《中国植被志》的植被分类系统、植被类型划分及编排体系. 植物生态学报, 2020, 44: 96–110]
- 4 Guo K, Fang J Y, Wang G H, et al. A revised scheme of vegetation classification system of China (in Chinese). *Chin J Plant Ecol*, 2020, 44: 111–127 [郭柯, 方精云, 王国宏, 等. 中国植被分类系统修订方案. 植物生态学报, 2020, 44: 111–127]
- 5 Wang G H, Fang J Y, Guo K, et al. Contents and protocols for the classification and description of vegetation formations, alliances and associations of vegetation of China (in Chinese). *Chin J Plant Ecol*, 2020, 44: 128–178 [王国宏, 方精云, 郭柯, 等. 《中国植被志》编研内容与规范. 植物生态学报, 2020, 44: 128–178]
- 6 Wang G H. Spruce Forest of China (in Chinese). Beijing: Science Press, 2017 [王国宏. 中国云杉林. 北京: 科学出版社, 2017]
- 7 Ma K P, Zhu M, Ji L Q, et al. Establishing China infrastructure for big biodiversity data (in Chinese). *Bull Chin Acad Sci*, 2018, 33: 838–845 [马克平, 朱敏, 纪力强, 等. 中国生物多样性大数据平台建设. 中国科学院院刊, 2018, 33: 838–845]
- 8 Su Y J, Guo Q H, Hu T Y, et al. An updated Vegetation Map of China (1:1000000). *Sci Bull*, 2020, 65: 1125–1136
- 9 Wang L, Dong L, Hu T Y, et al. History and prospect of vegetation map compilation in China (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2021, 51: 219–228 [王乐, 董磊, 胡天宇, 等. 中国植被图编研历史与展望. 中国科学: 生命科学, 2021, 51: 219–228]
- 10 Guo Q H, Guan H C, Hu T Y, et al. Remote sensing-based mapping for the new generation of Vegetation Map of China (1:500000) (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2021, 51: 229–241 [郭庆华, 关宏灿, 胡天宇, 等. 新一代1:50万中国植被图绘制方法探讨. 中国科学: 生命科学, 2021, 51: 229–241]
- 11 Jin S C, Hu T Y, Su Y J, et al. LiVegetation: An investigative tool for vegetation mapping in the era of citizen science (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2021, 51: 362–374 [金时超, 胡天宇, 苏艳军, 等. “绿途”系统: 公民科学时代的植被调查制图新工具. 中国科学: 生命科学, 2021, 51: 362–374]
- 12 Yang J B, Tian K, Wu C W, et al. Distribution status, driving force, and protection suggestions of vegetation in Jiangsu Province, China (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2021, 51: 242–253 [杨俊博, 田锴, 吴传万, 等. 江苏植被的分布现状、驱动力及保护建议. 中国科学: 生命科学, 2021, 51: 242–253]

- 13 Liu R L, Liu J F, Xie Y F. Analysis and historical comparison of vegetation types in Jiangxi Province (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2021, 51: 314–320 [刘仁林, 刘剑锋, 谢宜飞. 江西植被类型及其历史比较. *中国科学: 生命科学*, 2021, 51: 314–320]
- 14 Qiao X J, Jiang Q H, Xu Y Z, et al. Natural vegetation in Hubei Province: History, distribution pattern, and vegetation types (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2021, 51: 254–263 [乔秀娟, 姜庆虎, 徐耀粘, 等. 湖北自然植被概况: 植被研究历史、分布格局及其群落类型. *中国科学: 生命科学*, 2021, 51: 254–263]
- 15 Li J X, You J R, Xu Y F, et al. Vegetation research in Hunan Province: Vegetation types, composition, and distribution pattern (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2021, 51: 275–288 [李家湘, 游健荣, 徐永福, 等. 湖南植被研究: 植被类型、组成和分布格局. *中国科学: 生命科学*, 2021, 51: 275–288]
- 16 Hu J, Li L, Du Y, et al. Review and prospect of vegetation research in Sichuan (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2021, 51: 264–274 [胡君, 李丽, 杜燕, 等. 四川植被研究的回顾与展望. *中国科学: 生命科学*, 2021, 51: 264–274]
- 17 Yang X B, Chen Z Z, Li D H. Classification and distribution of vegetation in Hainan, China (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2021, 51: 321–333 [杨小波, 陈宗铸, 李东海. 海南植被分类体系与植被分布图. *中国科学: 生命科学*, 2021, 51: 321–333]
- 18 Wang H, Zhang Q Y, Cui K N, et al. Characteristics and status of coastal sand dune vegetation on coasts of Shandong Province (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2021, 51: 300–313 [王蕙, 张沁媛, 崔可宁, 等. 山东海岸砂生植被基本特征及现状分析. *中国科学: 生命科学*, 2021, 51: 300–313]
- 19 Wang L, Dong L, Zhao Z P, et al. Vegetation diversity and mapping in the priority area of Taihang Mountains biodiversity conservation (Beijing-Tianjin-Hebei region) (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2021, 51: 289–299 [王乐, 董雷, 赵志平, 等. 太行山生物多样性保护优先区域京津冀地区植被多样性与植被制图. *中国科学: 生命科学*, 2021, 51: 289–299]
- 20 Zhou W S, Zhang C T, Zhou Z P, et al. Correction of the relationship between elevation and latitude of vegetation distribution (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2021, 51: 334–345 [周婉诗, 张楚婷, 周志平, 等. 植被分布的海拔与纬度相互关系模式的校正. *中国科学: 生命科学*, 2021, 51: 334–345]
- 21 Guo Y P, Gheyret G, Liu T Y, et al. Distribution patterns and climate limitations of typical shrublands in northern China (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2021, 51: 346–361 [郭焱培, 艾尤尔·亥热提, 刘同彦, 等. 中国北方典型灌丛的分布特征及气候限制. *中国科学: 生命科学*, 2021, 51: 346–361]

Progress and recent trends of vegetation ecology in China

MA KePing & GUO QingHua

State Key Laboratory of Vegetation and Environmental Change, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China

doi: [10.1360/SSV-2021-0010](https://doi.org/10.1360/SSV-2021-0010)

马克平 中国科学院植物研究所研究员、中国科学院生物多样性委员会副主任兼秘书长、世界自然保护联盟(IUCN)亚洲区会员委员会主席、《生物多样性》主编,《中国科学: 生命科学》和《林业资源管理》副主编及*National Science Review*, *BMC Ecology*等多个刊物编委. 曾任国家林业局国家级自然保护区评审委员会副主任、住房和城乡建设部世界自然遗产专家委员会副主任、中国植物学会副理事长等. 主持建设中国森林生物多样性监测与研究网络(CForBio)、中德森林生物多样性与生态系统功能实验平台(BEF-China)和国家标本资源共享平台(NSII)等生物多样性科学研究平台. 在生物多样性维持机制和保护生物地理学研究方面取得重要进展, 发表学术论文300多篇, 其中在*Science*, *Proc Natl Acad Sci USA*, *Science Advances*等期刊上发表SCI论文150多篇, 主编专著和学术论文集等20多部.