DOI: 10.5846/stxb201906271358
李海东,高吉喜.生物多样性保护适应气候变化的管理策略.生态学报,2020,40(11):3844-3850.
Li H D, Gao J X.Management strategy for biodiversity conservation to adapt to climate change in China.Acta Ecologica Sinica,2020,40(11):3844-3850.

生物多样性保护适应气候变化的管理策略

李海东,高吉喜*
生态环境部南京环境科学研究所, 南京 210042

摘要:应对气候变化和保护生物多样性是 2 大全球性热点环境问题。气候变化导致物种多样性丧失、生态系统服务降低和区域生态安全屏障功能受损,威胁到中国国土生态安全格局和生态脆弱区域的可持续发展,给生物多样性保护带来新的挑战。做好生物多样性保护适应气候变化的风险管理工作,既是生物多样性应对气候变化风险的必要措施,也是减缓气候变化的重要途径。结合爱知目标 10 的实现情况,分析了欧盟、澳大利亚、美国等发达国家发布的生物多样性适应气候变化技术政策制定情况、中国生物多样性应对气候变化进展情况,剖析了中国生物多样性保护适应气候变化存在的问题,包括生物多样性应对气候变化的科学认知亟待提高、生物多样性保护适应气候变化的能力建设不足、自然保护地之间缺乏适应气候变化的生态廊道网络、生物多样性保护适应气候变化的技术标准缺乏。研究提出了中国生物多样性应对气候变化的适应性管理策略,包括制定《中国生物多样性保护协同应对气候变化的国家方案》、加强生物多样性保护适应气候变化的能力建设、开展自然保护区适应气候变化的风险管理试点、强化生物多样性应对气候变化的科技支撑,以期为推进纳入气候变化风险管理的生物多样性保护工作提供决策依据。

关键词:生物多样性;气候变化;风险管理;适应性;策略

Management strategy for biodiversity conservation to adapt to climate change in China

LI Haidong, GAO Jixi*
Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Ecology and Environment, Nanjing 210042, *China*

Abstract: Addressing climate change and conserving biodiversity are two major globally environmental hotspots. Climate change brings a series of new challenges for biodiversity conversation, while it threatens the spatial pattern of ecological security and sustainable development in the ecologically fragile areas in China. Climate change could lead to species diversity loss, decline of ecosystem service, and damage of regional ecological security zone. Therefore, doing the risk management of biodiversity conservation to adapt to climate change is not only a necessary measure for biodiversity adapting to climate change risks, but also an important way to mitigate climate change. In this paper, we firstly investigated the related technical policies of biodiversity conservation to adapt to climate change issued by developed countries such as the European Union, Australia, and the United States, and the progress of China's biodiversity addressing to climate change, combining with implementation progress of Aichi Biodiversity Targets 10. Secondly, we analyzed the problems of China's biodiversity conservation to adapt to climate change. They included 1) the scientific cognition of biodiversity addressing climate change needed to be improved; 2) insufficient capacity building for biodiversity conservation to adapt to climate change; 3) lack of ecological corridor networks for adaptation to climate change among nature reserves; and 4) lack of technical standards for biodiversity conservation to adapt to climate change. Finally, strategies were put forward to adaptive

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务专项(GYZX190101, GYZX170201);国家重点研发计划(2018YFD1100104);生态环境部部门预算项目(2024004088006)
收稿日期:2019-06-27; **网络出版日期**:2020-03-31
* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: gjx@ nies.org

management of biodiversity addressing climate change. Specifically, the countermeasures included developing the National Programme for China′s Biodiversity Conservation to Cope with Climate Change, strengthening capacity building of biodiversity conservation to adapt to climate change, carrying out pilot projects for adaptive management of nature reserves to deal with climate change risks, as well as strengthening the scientific and technological support on biodiversity addressing climate change. These could provide a decision-making basis for promoting biodiversity conservation incorporating risk management of climate change.

Key Words: biodiversity; climate change; risk management; adaptation; strategies

联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change,IPCC)第五次评估报告表明,气候变暖已成为毋庸置疑的事实[1-2]。生物多样性保护和气候变化应对是 2 大全球性热点环境问题。2007 年国际生物多样性日的主题是“生物多样性与气候变化”,做好生物多样性应对气候变化风险工作,既是生物多样性适应性管理的必要措施,也是减缓气候变化的重要途径[3-6]。气候变暖和极端气候事件已经或正在对中国的自然生态保护、粮食安全和区域生态安全产生显著影响,主要包括使生境退化或丧失、物种灭绝速率上升、物种分布变化、生物物候和繁殖时间改变、种间关系变化等[7-13]。生物多样性和气候变化之间的关系是双向的,一方面森林等生态系统的固碳增汇功能可以吸纳温室气体、减缓气候变化,另一方面生物多样性的丧失会减弱“碳汇”功能从而增加“碳源”化[14-17]。由于种种原因,全球生物多样性丧失的总体趋势尚未得到有效遏制,生物多样性保护的形势依然严峻[18-19],不合理的人类活动和气候变暖加剧正在威胁中国国土生态安全格局。2016 年 12 月我国获得了《生物多样性公约》第 15 届缔约方大会(Fifteenth meeting of the Conference of the Parties,COP15)主办权,2020 年 10 月将在云南省昆明市召开,气候变化与生物多样性是潜在的议题之一。2019 年 11 月 6 日,中法生物多样性保护和气候变化北京倡议指出,“致力于在气候变化与生物多样性之间的联系上共同努力,…,在将于 2020 年在中国昆明举行的《联合国生物多样性公约》第十五次缔约方大会上推动全球有效应对气候变化和生物多样性丧失”和“利用由中国共同牵头的基于自然的解决方案联盟,利用基于自然的解决方案协调一致地解决生物多样性丧失、减缓和适应气候变化以及土地和生态系统退化问题”[20]。通过分析国内外生物多样性应对气候变化的形势,结合内蒙古达里诺尔、西藏雅鲁藏布大峡谷、四川若尔盖湿地、雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤、江西鄱阳湖等国家级自然保护区的实地考察和专家研讨,剖析了中国生物多样性保护适应气候变化存在的问题,提出了适应性管理对策,以期为推进纳入气候变化风险管理的生物多样性保护工作提供决策依据。

1　国内外生物多样性应对气候变化形势

1.1　爱知目标 10 的实现情况

《联合国气候变化框架公约》和《生物多样性公约》作为里约三公约中的两个重要国际环境公约,自诞生之日就存在着相互交叉的议题[5]。气候变化与生物多样性是《生物多样性公约》下的议题之一,2010 年,在日本名古屋召开的《生物多样性公约》第十次缔约方大会(COP10)通过了《2011—2020 年生物多样性战略计划》,该计划确定了“爱知生物多样性目标”(简称“爱知目标”),其中爱知目标 10 为“到 2015 年,减少了气候变化或海洋酸化对珊瑚礁和其他脆弱生态系统的多重人为压力,维护它们的完整性和功能”,包括气候变化对珊瑚礁的影响(10-1)和气候变化对其他脆弱生态系统的影响(10-2)两个方面[21-22]。戴蓉和吴翼[23](2017)基于 COP13 的 XIII/28 决定内容,通过梳理“爱知目标”中 20 个目标的 39 个关注点指出,中国和德国分别对第 33 和 32 个关注点采取了相关行动,其次是印度、巴西、欧盟和日本;采取相关行动较多的关注点主要集中在评估指标较多、较容易定量化评估、作为生物多样保护较为重要的议题,或是需采取政策或措施进行管制的议题及履约的重点议题等方面,包括气候变化对其他脆弱生态系统的影响(10-2)。气候变化对珊瑚礁的影响(10-1)虽设定了相关评估指标,但没有足够的数据进行评估,比如德国没有珊瑚礁,巴西采用保护

区、沿海和海洋濒危物种的数量作为指标,欧盟采用气候变化对鸟类种群的影响作为评估指标[23]。

截止 2019 年 6 月,《〈生物多样性公约〉第六次国家报告》(简称“第六次国家报告”)在线报告的 63 个国家中有 46 个国家评估了爱知目标 10 或与其相关国家目标的进展情况,评估目标共计 95 条[24]。由图 1 可见,第六次国家报告中没有列出与爱知目标相关国家目标的或列出的国家目标进展为未知的占 27.0%,目标实施出现偏离的占 1.6%,没有明显进展的占 7.9%,取得了一定进展但很有限并不足以支撑目标实现的占 44.4%,有望按原计划实现目标的占 19.1%。总体来说,爱知目标 10 虽然取得了一些进展但很有限,不足以支撑目标 10 的实现。按发展程度来看,发达国家取得了一定进展但很有限的比例最高(为 56%),发展中国家有望按原计划实现目标的比例最高(为 27%),最不发达国家次之(为 23%)(图 1)。

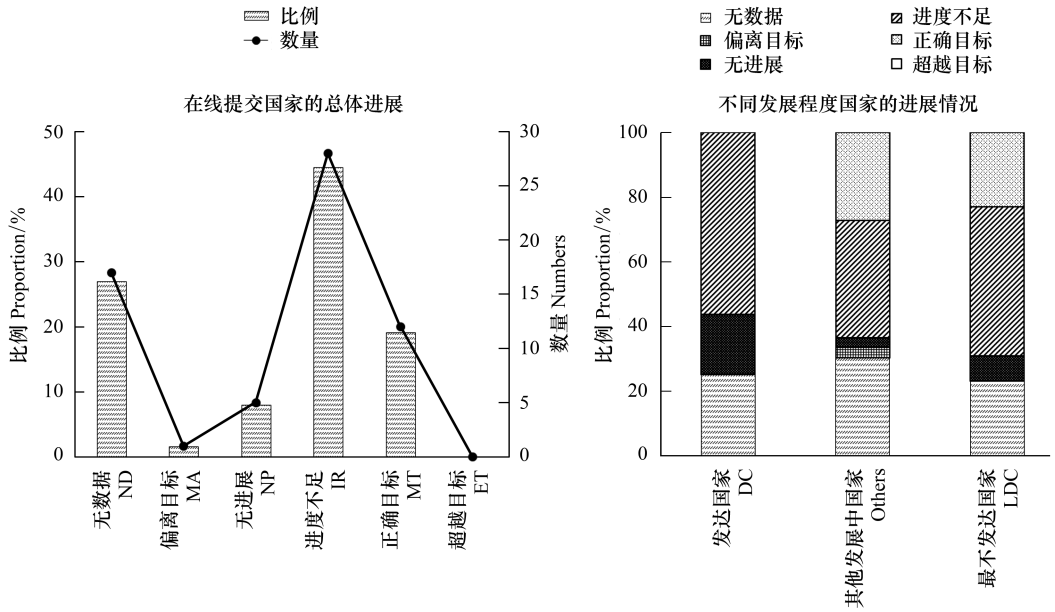

图 1 爱知目标 10 实施进展

Fig.1 Aichi Biodiversity Targets 10 implementation progress

ND:无数据 No data;MA:偏离目标 Moving away;NP:无进展 No progress;IR:进度不足 Insufficient rate;MT:正确目标 Meet target;ET:超越目标 Exceeded target;DC:发展国家 Developed countries;LDC:最不发达国家 Least developed countries

1.2 发达国家发布了生物多样性适应气候变化的技术政策

在政策层面,欧盟及其成员国发布了《适应气候变化白皮书:面向欧洲的行动框架》《欧盟 2020 年生物多样性战略》《荷兰生物多样性气候防护适应战略》《英国生物多样性适应气候变化战略》和《自然环境适应气候变化》等,将自然环境适应气候变化视为关键领域,《欧盟 2020 年生物多样性战略》包括“气候变化与生物多样性”[25-26]。澳大利亚约有 566398 个物种,约占全球物种数的 7%至 10%,澳大利亚政府非常重视气候变化问题,已结合爱知目标将其纳入了国家政策,发布《生物多样性和气候变化国家行动计划(2004—2007)》《国家气候变化适应框架》《适应气候变化政府立场白皮书》和《生物多样性保护战略(2010—2030 年)》[25]。在适应气候变化方面,一些发达国家认为当务之急并不是开发新的适应气候变化技术,而是切实贯彻落实现有的各种生物多样性保护方法和措施。美国、欧盟等把构建网络化体系、建立生态走廊和种子资源库、设立人工投食(水)场所等作为自然保护区适应气候变化的重要措施,针对国家公园、野生动植物庇护所等保护对象提出了不同适应技术体系[26]。“恢复力”已成为适应气候变化的最主要目标,基于生态系统的适应措施对于气候变化风险管理至关重要,这类适应措施旨在提高生态恢复力,确保脆弱生态系统或物种多样性受到外界影响时,能够通过自身的重塑来适应气候变化的不利影响,并保持原有的生态功能或生态位[24]。

1.3　中国生物多样性应对气候变化进展情况

中国的生物多样性丰富程度位居世界前列,同时也是世界主要的温室气体排放国之一,生物多样性保护面临严峻的气候变化风险。气候变化导致脆弱生态系统退化、珍惜濒危保护物种的适宜生境萎缩甚至消失和外来入侵物种扩散[27-30]。中国政府高度重视生物多样性保护和应对气候变化工作,并积极寻找工作结合点和协同应对方案。2008 年国家发展和改革委员会和国家环保总局共同组织召开了生物多样性与气候变化国际研讨会。2010 年国务院审议通过《中国生物多样性保护战略与行动计划》(2011—2030 年),明确要求“提高生物多样性应对气候变化的能力”[31]。2013 年国家发展和改革委员会发布《国家适应气候变化战略》确定了包括“森林和其他生态系统”在内的七大重点任务,提出按不同气候和区位条件划分生态安全地区[32]。2014 年发布的《国家应对气候变化规划(2014—2020 年)》,提出根据我国的主体功能区定位来制定区域应对气候变化政策[33]。2019 年中共中央办公厅国务院办公厅印发《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》,要求“按照自然生态系统完整、物种栖息地连通、保护管理统一的原则,解决保护管理分割、保护地破碎和孤岛化问题,实现对自然生态系统的整体保护”[34]。就政策的协同性而言,现有的以生物多样性保护或气候变化应对为主体的战略、行动和规划等,没有考虑生物多样性保护与气候变化应对的协同增效[35]。截止 2017 年底,中国共建立各种类型、不同级别的自然保护区 2750 个[36],陆地面积约占全国陆地面积的 14.9%;国家级自然保护区 463 个,总面积约 97.5 万 km^2;初步形成了类型比较齐全、布局比较合理的自然保护区网络,为推进生物多样性应对气候变化风险工作战略奠定了良好的基础。自然保护区是生物多样性就地保护的最有效途径,目前,大多数自然保护区仍缺乏应对气候变化损失损害的能力建设。就气候变化风险管理而言,与发达国家相比,中国生物多样性应对气候变化风险的能力建设仍处于起步阶段,现有技术政策、标准法规和管控措施大多未考虑生物多样性与气候变化的相互影响与反馈作用,生物多样性保护适应气候变化的专项技术政策措施亟待制定与发布。

2　生物多样性保护适应气候变化存在的问题

2.1　生物多样性应对气候变化的科学认知亟待提高

中国自然生态系统和物种多样性已受到气候变化不同程度的影响,决策者和社会公众对气候变化影响下粮食安全、人体健康关注较多,关于生物多样性应对气候变化风险和损失损害的科学认知水平仍然较低[14,37]。应对主要集中在影响观测、适应和减缓三个方面。气候变化对生物多样性的影响可分为累积性与突发性影响,影响观测可进行归因辨识和脆弱性评估,识别气候变化风险源和作用对象。适应则是生物多样性应对气候变化风险的重要手段,可通过对传统生态保护修复技术措施评估,筛选出有利于气候变化风险管理的生态保护措施。减缓主要体现在森林、草地等生态系统的固碳增汇[25]。在应对气候变化中,生物多样性具有减缓和适应气候变化的双重意义。目前,生物多样性保护面临的极端气候事件影响容易被社会公众和决策者认知和重视,长期的、缓慢的气候变化累积性影响及其损失损害尚未引起的足够重视,对于突发性影响,则被归结为气象灾害,缺乏气候变暖背景下生物多样性保护主动适应气候变化的行动和措施。

2.2　生物多样性保护适应气候变化的能力建设不足

在能力建设方面,现有的国家生物多样性保护、气候变化应对的相关法律法规、部门规章、管理办法,以及区域生物多样性就地保护模式设计,没有统筹考虑气候变化新形势下生物多样性损失损害评估和适应性管理能力。相关适应气候变化的相关政策措施存在缺失多、针对性不强、可操作性差等问题。中国已划定的 35 个生物多样性保护优先区,大多数位于老少边穷、经济基础较差的地区,缺乏相对稳定的气候变化适应资金保障,在生物多样性保护同时面临其他挑战的情况下,无法有效落实协同应对气候变化风险的管控资金保障与基础能力建设。中国国家级自然保护区亦未开展气候变化影响观测与评估工作,生物类自然保护区缺乏气候变化生态响应监测、风险评估与安全预警、风险管控技术体系。同时,自然保护区发展规划和管理目标中缺乏考虑气候变化风险的管控要求,亟需在自然保护区建设与管理中纳入主要保护对象和不同功能区(核心区、

缓冲区和实验区)适应气候变化的能力建设内容。

2.3 自然保护地之间缺乏适应气候变化的生态廊道网络

21 世纪以来,生态廊道构建被视为是应对气候变化损失和危害的措施之一[38]。中国自然保护区孤岛化、破碎化现象严重,为了有效适应气候变化,需要在相邻的自然保护区之间建立同质生境条件和管理措施的生态廊道网络,将若干个小的或孤立的自然保护区连在一起形成大的保护网络系统。气候变化对自然保护地的影响不是孤立的,具有显著的区域性特征,生态廊道网络的构建有利于物种基因流动并向适宜的栖息地迁移,促进隔离种群遗传联系,使生物多样性适应气候变化更具灵活性,增加自然保护区适应气候变化风险的综合能力。国际上在自然保护区规划设计中,非常重视考虑气候变化对物种迁移的影响和生态廊道建设,把不同气候情景下均能适应气候变化的保护区作为优先保护区域。当前,中国 40%的自然保护区分布在西部,25%分布在较贫困地区,由于缺乏应有的资金保障,自然保护区容易变成一个躯壳,以至演变成无自然保护可言的“孤岛”,无法满足生物多样性保护和野生动物的迁徙需求。为使主要保护物种能自由扩散、迁徙,需要构建生态廊道网络,保障自然保护地之间的连通性与完整性,减小气候变化对生物多样性保护的威胁。

2.4 生物多样性保护适应气候变化的技术标准缺乏

当前,与自然保护地相关的技术标准,主要有自然保护区科学考察规程、规范化建设和管理导则、管护基础设施建设技术规范、生态环境监察指南等,均没有涉及应对气候变化的相关内容。在气候变化影响下生物多样性损失损害的认知、风险源的界定、识别与适应技术的开发等,未能充分关注气候变化与生物多样性保护的关系[29]。在气候变化趋势不可逆转的前提下,建立生物多样性保护适应气候变化的评价标准、适应技术规范和监管政策体系,是气候变化风险管理和生态安全预警的前提。受科学认知和科研基础薄弱的约束,不同类型生物多样性的气候变化影响和风险管控,仍没有纳入适应性管理的技术标准。

3 适应性管理对策

3.1 制定《中国生物多样性保护协同应对气候变化的国家方案》

依托《联合国气候变化框架公约》《生物多样性公约》两大公约,紧扣《中国生物多样性保护战略与行动计划》和《国家适应气候变化战略》重点领域与任务,统筹考虑国家应对气候变化和保护生物多样性的相关战略规划与行动方案,尽快制定并发布《中国生物多样性保护协同应对气候变化的国家方案》,在国际上可以支撑相关公约的国际履约,在国内可指导省级应对气候变化方案、生物多样性保护战略与行动计划的编制与实施。适应气候变化是应对气候变化措施不可分割的组成部分。在国家方案发布前,积极推进生物多样性保护适应气候变化能力建设,作为国家整体适应战略中的重要内容,提高生物多样性价值(或其损失损害)纳入相关政策和法规的审查和修订中,并由专门机构负责。

3.2 加强生物多样性保护适应气候变化的能力建设

以国家公园建设为契机,整合与优化中国自然保护地体系,开展生物多样性保护适应气候变化的战略规划,明确界定功能定位,基于自然的解决方案归并优化相邻自然保护地,建立完整的、以保护自然生态系统为基础的气候变化风险管理办法。针对薄弱环节,不断完善相关的法律体系,加大执法力度,强化风险预警,建立完善生物多样性应对气候变化的监测体系、风险评价标准和监管政策技术体系,提升自然生态系统和物种多样性适应气候变化的综合管理能力。在自然保护区发展规划和管理目标制定中,考虑气候变化的突发性和累积性影响,优化布局,建立气候变化背景下的自然保护区网络体系,进行物种与生态系统的集成保护,在设计生态廊道网络时充分考虑气候变化对物种迁移的影响,以满足物种适应气候变化的迁移需求。在自然保护区以外的生物多样性丰富区域,包括人口密集的城镇地区,同样需要重视这一点。

3.3 开展自然保护区适应气候变化的风险管理试点

根据全国主体功能区定位和生态保护红线主要保护对象的差异性,结合气候变化风险源的界定、作用方式和途径评估,在自然保护地发展规划、技术标准制定和能力建设中,纳入气候变化影响监测和风险管控内容,构建适应气候变化的自然保护地网络化管理体系。选择高海拔、高纬度的典型自然保护区,开展气候变化

生态响应监测、风险评估与适应性管理试点示范,调查与评估现有相关的政策法规、技术标准的适用性,提出自然保护区适应气候变化标准制定的需求和建议,为生物多样性保护适应气候变化政策制定提供案例支撑。

3.4　强化生物多样性应对气候变化的科技支撑

加强生物多样性保护适应气候变化的关键技术和管理支撑研究,首先要阐明生物多样性与气候变化的相互影响及反馈机制,以此作为生物多样性应对气候变化国家政策制定的科学基础。发挥中国生物多样性保护国家委员会的统筹协调作用,建立生物多样性保护和气候变化应对相关部门和机构之间的协作机制,加强气候变化生态响应监测、风险评估和区域生态安全预警研究,基于山水林田湖草是一个生命共同体理念,制定跨部门的生物多样性保护适应气候变化的管理办法。综合分析现有的中国生物多样性信息系统、中国森林生物多样性监测网络、物种植被资源信息共享平台、中国生态系统研究网络等,通过大数据平台整合来共享生物多样性与气候变化的在线信息,为决策者、社会公众和政策执行者有效管理气候变化风险提供支撑。

参考文献(References):

[1] 姜彤, 李修仓, 巢清尘, 袁佳双, 林而达.《气候变化 2014: 影响、适应和脆弱性》的主要结论和新认知. 气候变化研究进展, 2014, 10(3): 157-166.

[2] Li H D, Gao Y Y, Li Y K, Yan S G, Xu Y Y. Dynamic of Dalinor Lakes in the Inner Mongolian Plateau and its driving factors during 1976-2015. Water, 2017, 9(10): 749.

[3] 蔡蕾. 2007 年国际生物多样性日: 生物多样性与气候变化. 环境教育, 2007, (5): 12-17.

[4] 李海东, 沈渭寿, 刘海月, 张涛. 我国自然保护区应对气候变化风险现状、问题与对策. 世界林业研究, 2015, 28(5): 68-72.

[5] 王敏, 刘哲, 冯相昭, 田春秀.《联合国气候变化框架公约》与《生物多样性公约》的关系. 生物多样性, 2014, 22(4): 431-437.

[6] 吴晓青. 承担国际责任, 保护生物多样性 应对气候变化——在 2008 年生物多样性与气候变化国际研讨会上的讲话. 环境教育, 2008, (3): 32-33.

[7] Bellard C, Bertelsmeier C, Leadley P, Thuiller W, Courchamp F. Impacts of climate change on the future of biodiversity. Ecology Letters, 2012, 15(4): 365-377.

[8] Lenoir J, Gégout J C, Marquet P A, de Ruffray P, Brisse H. A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. Science, 2008, 320(5884): 1768-1771.

[9] Bertrand R, Lenoir J, Piedallu C, Riofrío-Dillon G, de Ruffray P, Vidal C, Pierrat J C, Gégout J C. Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests. Nature, 2011, 479(7374): 517-520.

[10] 张微, 姜哲, 巩虎忠, 栾晓峰. 气候变化对东北濒危动物驼鹿潜在生境的影响. 生态学报, 2016, 36(7): 1815-1823.

[11] 张雷, 刘世荣, 孙鹏森, 王同立. 气候变化对物种分布影响模拟中的不确定性组分分割与制图——以油松为例. 生态学报, 2011, 31(19): 5749-5761.

[12] 张雷. 气候变化对中国主要造林树种/自然植被地理分布的影响预估及不确定性分析[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2011.

[13] 吴军, 徐海根, 陈炼. 气候变化对物种影响研究综述. 生态与农村环境学报, 2011, 27(4): 1-6.

[14] 殷培红. 气候变化与中国粮食安全脆弱区. 北京: 中国环境科学出版社, 2011: 106-115.

[15] Pearson R G, Phillips S J, Loranty M M, Beck P S A, Damoulas T, Knight S J, Goetz S J. Shifts in Arctic vegetation and associated feedbacks under climate change. Nature Climate Change, 2013, 3(7): 673-677.

[16] 於琍, 许红梅, 尹红, 董思言. 气候变化对陆地生态系统和海岸带地区的影响解读. 气候变化研究进展, 2014, 10(3): 179-184.

[17]《第三次气候变化国家评估报告》编写委员会. 第三次气候变化国家评估报告(第二版). 北京: 科学出版社, 2015: 352-366.

[18] 中华人民共和国环境保护部. 中国履行《生物多样性公约》第五次国家报告. 北京: 中国环境出版社, 2014: 2-16.

[19] 庄国泰, 沈海滨. 生物多样性保护面临的新问题和新挑战. 世界环境, 2013, (4): 16-21.

[20] 新华社. 中法生物多样性保护和气候变化北京倡议(全文). http://www.gov.cn/xinwen/2019-11/06/content_5449340.htm. [2019-11-06]

[21] 吴军, 张称意, 徐海根.《生物多样性公约》下的气候变化问题: 谈判与焦点. 生物多样性, 2011, 19(4): 400-403.

[22] 徐海根, 丁晖, 吴军, 曹铭昌, 陈炼, 乐志芳, 崔鹏. 2020 年全球生物多样性目标解读及其评估指标探讨. 生态与农村环境学报, 2012, 28(1): 1-9.

[23] 戴蓉, 吴翼. "爱知生物多样性目标"国家评估指标的对比研究及对策建议. 生物多样性, 2017, 25(11): 1161-1168.

[24] The Clearing-House Mechanism of the convention on biological diversity information submission services. https://chm.cbd.int/search/reporting-map? filter=AICHI-TARGET-10.

[25] Rummy P. 适应气候变化的生物多样性管理政策国际比较研究[D]. 北京: 清华大学, 2017.

[26] 刘影, 邹玥屿, 朱留财, 吴伟玲, 李培. 生物多样性适应气候变化的国家政策和措施: 国际经验及启示. 生物多样性, 2014, 22(3): 407-413.

[27] Fan J T, Li J S, Xia R, Hu L L, Wu X P, Li G. Assessing the impact of climate change on the habitat distribution of the giant panda in the Qinling Mountains of China. Ecological Modelling, 2014, 274(2): 12-20.

[28] Li R Q, Xu M, Wong M H G, Qiu S, Li X H, Ehrenfeld D, Li D M. Climate change threatens giant panda protection in the 21st century. Biological Conservation, 2015, 182: 93-101.

[29] Li H D, Jiang J, Chen B, Li Y K, Xu Y Y, Shen W S. Pattern of NDVI-based vegetation greening along an altitudinal gradient in the eastern Himalayas and its response to global warming. Environmental Monitoring and Assessment, 2016, 188(3): 186.

[30] 聂勇, 张镱锂, 刘林山, 张继平. 近 30 年珠穆朗玛峰国家自然保护区冰川变化的遥感监测. 地理学报, 2010, 65(1): 13-28.

[31] 国务院. 关于印发《中国生物多样性保护战略与行动计划》(2011—2030 年)的通知. 2010.

[32] 国家发展和改革委员会. 国家适应气候变化战略. 2013.

[33] 国家发展和改革委员会.国家应对气候变化规划 2014—2020 年. 2014.

[34] 中共中央办公厅, 国务院办公厅. 关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见. 2019.

[35] 科技部, 环境保护部, 气象局. 关于印发《"十三五"应对气候变化科技创新专项规划》的通知 (国科发社〔2017〕120 号). 北京: 科技部, 环境保护部, 2017.

[36] 生态环境部. 2018 中国生态环境状况公报. 北京: 生态环境部, 2019.

[37] 科学技术部社会发展科技司, 中国 21 世纪议程管理中心. 适应气候变化国家战略研究. 北京: 科学出版社, 2011: 38-40.

[38] 郑好, 高吉喜, 谢高地, 邹长新, 金宇. 生态廊道. 生态与农村环境学报, 2019, 35(2): 137-144.