



DOI: 10.5846/stxb201904230824

李苗苗, 夏万才, 王猛, 栾晓峰. 基于文献计量的中国自然保护区监测研究. 生态学报, 2020, 40(6): 2158-2165.

基于文献计量的中国自然保护区监测研究

李苗苗, 夏万才, 王 猛, 栾晓峰*

北京林业大学生态与自然保护学院, 北京 100083

摘要:建立自然保护区是迄今为止世界上公认的最有效的保护自然生态系统、维护生物多样性的理想模式, 对其进行监测是保护管理工作的重要一环。为了把握我国自然保护区的监测研究现状与发展趋势, 基于 CNKI 和万方数据库检索并筛选出自然保护区监测文献 698 篇, 基于文献计量法, 对自然保护区的监测研究趋势、监测指标、监测方法和所属行政区域四个方面进行了分析。结果发现, 我国自然保护区监测研究发文量在历经 30 多年的萌芽期与缓慢增长期后, 当前正处于跳跃式增长期。其中, 自然保护区的监测发文量最高, 占比达 67%; 在监测内容方面, 关注度由高到低依次为: 生物多样性>生态环境>人类活动>生态安全, 其中, 涉及鸟类监测的文献数量最多, 占比 20.75%。目前, 人工实地调查方法仍然是主要的监测研究方法, 但随着红外相机、卫星遥感和自动监测系统的发展, 其占比已降到 60%; 在所属行政区域方面, 各区不平衡现象十分显著, 发文量在 6—48 篇不等。因此, 今后科研监测应兼顾不同自然保护区类型, 尽可能采用新的科技手段开展监测, 并对两栖爬行类、鱼类、无脊椎动物以及人类活动和生态安全方面给予更高的关注度, 最后本文还提出了相应的监测管理建议。

关键词:自然保护区; 监测; 趋势; 指标; 方法; 计量分析

自然保护区指各级政府依法划定或确认, 对重要的自然生态系统、自然遗迹、自然景观及其所承载的自然资源、生态功能和文化价值实施长期保护的陆域或海域^[1]。目前我国已经形成了类型多样的自然保护区体系, 基本覆盖了我国绝大多数重要的自然生态系统和自然遗产资源。截止到 2017 年底, 我国已经建立各级别自然保护区 2750 个、森林公园 3505 个、湿地公园 916 个, 以及风景名胜区、地质公园等各类自然保护区, 占国土面积 18% 以上^[2-3]。自然保护区的建立, 在自然生态系统及生物多样性保护方面发挥了巨大作用, 有效地减缓了自然生态系统退化及生物多样性急剧下降^[4-5]。

监测作为量化生态变化、确定变化原因以及界定变化范围的重要手段^[6], 可以帮助管理者全面地了解自然保护区的资源现状和趋势, 使其制定的管理决策建立在坚实的科学基础之上^[7-8]。同时, 利用监测信息可以提高公众对生态系统和物种的理解与认知, 并吸引各方机构参与自然保护区生态系统的长期保护^[9]。监测作为保护地资源调查及管理成效评价的主要方法, 一直以来都备受相关政府部门及研究学者的重视。2005 年《国家林业局关于加强自然保护区建设管理工作的意见》中提出, 尽快建立自然保护区监测体系, 组织自然保护区开展资源、生态等方面的监测工作; 加强自然保护区生态定位观测站点的建设^[10]。一系列标准的发布为监测研究提供技术规范, 如自然保护区生物多样性调查规范 (LY/T 1814—2009)^[11]; 重要湿地监测指标体系 (GB/T 27648—2011)^[12]; 野生动物红外相机监测技术规程 (DB51/T 2287—2016)^[13]; 森林生态系统长期定位观测指标体系 (GB/T 35377—2017)^[14]等。研究学者们也很早就认识到自然保护区进行监测的重要性, 并认为自然保护区监测是亟待研究的课题^[15-16]。

基金项目: 国家“十二五”重大科技支撑计划项目 (2013BAC09B00)

收稿日期: 2019-04-23; 网络出版日期: 2019-12-17

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: luanxiaofeng@bjfu.edu.cn

十九大报告提出建立以国家公园为主体的自然保护地体系后,我国的自然保护事业进入了新的时代^[17-18],同时也对以国家公园为主体的自然保护地体系的监测工作提出了更高的要求。在此背景下,必须准确把握我国自然保护地监测现状、热点与趋势,并在此基础上提出相应的监测建议。本文选择自然保护区、风景名胜區、森林公园、湿地公园和地质公园 5 种主要自然保护地类型^[19],采用文献计量法,对文献发表年份、监测指标、监测方法和监测行政区域 4 个方面的参数进行了统计分析,阐述了中国自然保护地的监测现状,监测重点和发展趋势,并提出了今后自然保护地监测管理建议。通过本文分析,可为我国自然保护地开展长期的监测研究和管理部门的政策制定提供科学依据。

1 数据来源与统计方法

1.1 文献数据来源

文献主要来源于中国学术期刊全文数据库(CNKI)和万方数据知识服务平台。首先,以“全文=‘自然保护区/森林公园/湿地公园/风景名胜區/地质公园’并含‘监测’”并且“摘要=‘自然保护区/森林公园/湿地公园/风景名胜區/地质公园’并含‘监测’”在 CNKI 对所有期刊文献进行高级检索,检索时间为 2018 年 12 月 31 日为止的所有中文文献,共计 1646 篇。

通过题目和摘要的粗略筛选,排除完全不符合研究主题的文献,包括:政策法规、经济、基础设施建设等,随后在万方数据知识服务平台利用同样的检索方式对文献进行补充,最后纳入基本符合研究主题的期刊文献 768 篇。

1.2 数据库的建立

通过文献管理软件 Endnote X8 初步建立“自然保护地监测”文献数据库,之后对无法明确是否符合研究要求的文献进行全文查阅,删去并未实际开展监测工作的文献,包括方法、体系、建议等文献;删去并未以某一自然保护地为监测研究的主要开展区域的文献;删去信息冗杂,无具体的监测时间和方法可供参考的工作总结类型的文献,最后共 698 篇监测文献被用于本文研究。

1.3 统计方法

1.3.1 信息提取

作者对监测文献中涉及到的监测信息进行提取,包括监测指标、监测方法、研究地所属行政区等。在提取监测指标的过程中,为了保证分析的客观性,以全文中与以下指标名称相匹配的关键词作为判断的依据(表 1)。在过程中,如果包含该项指标,则在 Excel 表中标记为“1”,否则标记为“0”。

在提取监测方法时,考虑到不同的监测内容所涉及的监测方法各不相同,将监测方法主要总结为以下四类:一是卫星遥感;二是红外相机;三是其他自动监测系统,包括:无线电项圈、监测站、碳通量测量系统等;四是人工实地调查,包括样线样方调查、实物取样、定点观测、手持设备定点监测等。

1.3.2 定性定量分析

根据自然保护地类型、文献发表年份、监测指标、监测方法和研究地所属行政区域进行信息整理。然后利用 Excel 的数据透视功能对数据进行统计,并将数据导入图形可视化和数据分析软件 OriginPro 2019 进行绘图,以折线图直观地表示出一直以来我国自然保护地的监测研究趋势;以柱状图对监测指标热点、监测方法进行分析;以条形图直观表示研究地所属行政区域的分布情况。

2 结果与分析

2.1 发文量年度变化趋势

近 40 年来,自然保护地的监测研究发文量总体呈上升趋势(图 1)。依据文献数量增长的快慢可将自然保护地监测研究分为 3 个阶段。萌芽期(1980—1999 年),发文量极少且几乎无增长。该时期尚处于自然保护地的初步探索和建设阶段(表 2),监测研究侧重于环境监测方面,总体受关注度很少。缓慢增长期(2000—

2009 年),发文量明显增加且波动性缓慢增长。更多的自然保护区及其组分有监测研究需求,结合前期自然保护区建设出现的管理问题,监测研究引起行业学者的关注。跳跃式增长期(2010—2018 年),发文量呈跳跃式迅速增长。其中在 2012 年和 2016 年达到峰值,分别为 47 篇和 89 篇,在 2018 年达到最大值 117 篇。在国家生态文明建设背景下,随着社会经济和科技日益发展,研究范围更广且更细化,研究技术更加先进科学,加之前期监测数据的积累,更多的学者开始参与到自然保护区的监测研究中。

表 1 自然保护区监测指标体系
Table 1 Monitoring index system of natural protected areas

监测类别 Monitoring type	监测指标 Monitoring indicators	监测内容 Monitoring content
生物多样性 Biodiversity	鸟类	区系组成、种群数量、分布情况、行为特征、迁徙情况等
	兽类	
	两栖爬行类	
	鱼类	
	无脊椎动物	
	植物	
生态环境 Ecological environment	植被	物种组成、种群结构、空间分布格局、树干液流生理活动、功能性状、物候信息等
	水文水质	植被类型、覆盖度变化等
		水体水质 (pH, BOD ₅ , DO, NH ₃ -N, MnO ₄ ⁺ , TP 等) 的变化；地表径流量、水位变化、水系变化等
		气象
人类活动 Human activity	地质与土壤	地质构造；土壤温度、土壤 CO ₂ 呼吸释放强度、重金属含量；土壤结构、坚实度、pH 值、有机质含量等
	土地利用	工矿用地、道路、桥梁、其他人工设施等
	游憩	生态容量；旅游收入；游客满意度等
生态安全 Ecological security	社区	放牧、挖药、偷猎、非木材林产品采集、割漆、割竹、砍薪等；社区人数、经济状况等
	疫源疫病	禽流感、蚊虫密度及蚊种组成、病原菌等
	自然灾害	地质灾害、火灾、风灾等
	病虫害	害虫行为及危害症状
	外来入侵种	入侵情况及危害状况

各自然保护区的监测文献初始发表时间均较其始建时间有 5 年以上的延迟(图 1,表 2)。自然保护区的监测研究发文量在总发文量中占比最高,且总发文量的变化及趋势主要受自然保护区文献数量的影响(图 1)。研究结果表明我国自然保护区监测研究受到更高且持续的关注度,有更多的科研力量投入。森林公园和湿地公园的监测研究发文量呈现波动式增长(图 1),其中,社会关注度高的自然保护区的发文量也较多,如张家界国家森林公园和西溪国家湿地公园。风景名胜区和地质公园的监测研究发文量较少且增长趋势不明显(图 1),所受关注度远远低于其他类型的自然保护区。

2.2 监测指标与方法分析

2.2.1 监测指标

自然保护区监测文献中所涉及的监测研究,其监测内容关注度依次为:生物多样性 > 生态环境 > 人类活动 > 生态安全(图 2)。在生物多样性监测方面,各指标受到的关注度差异显著,鸟类和兽类发文量最多,超过 130 篇,其次是植物和植被,而两栖爬行类、鱼类和无脊

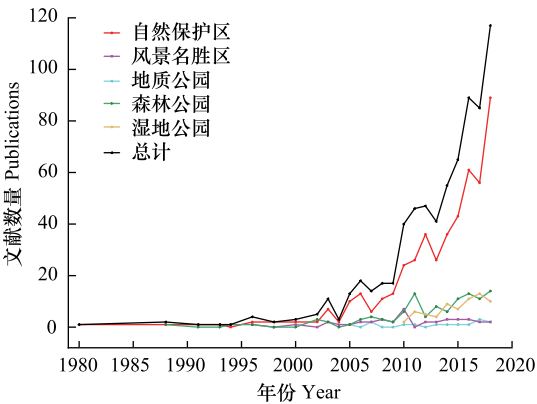


图 1 1980—2018 年自然保护区监测研究发文量
Fig.1 Number of published literatures on natural protected areas monitoring during 1980 to 2018

椎动物所受关注度较低,发文量低于 23 篇。在生态环境监测方面,各监测指标所受关注度均较高并呈梯度变化,由高到低依次为水文水质(138 篇)>气象(112 篇)>地质与土壤(69 篇)。在人类活动方面,各监测指标所受关注度较低且依次为土地利用(41 篇)>游憩(29 篇)>社区(21 篇)。在生态安全方面,四项指标发文量均低于 20 篇,所受关注度低。总体来看,鸟类监测所受关注度最高,占文献总量的 20.75%;水文水质、兽类、植物、气象所受关注度紧随其后,均在 15%以上;植被,地质与土壤,土地利用,均在 5%以上;最后,包括游憩、社区和两栖爬行类在内的其他 9 项指标所受关注度低,在 5%以下。

表 2 自然保护地始建时间			
Table 2 Initial construction time of natural protected areas			
类型 Natural protected areas type	始建时间(年) Initial construction time (year)	类型 Natural protected areas type	始建时间(年) Initial construction time (year)
自然保护区 Nature reserve	1956	湿地公园 Wetland park	2005
风景名胜区 Scenic and historical area	1982	地质公园 Geopark	2000
森林公园 Forest park	1982		

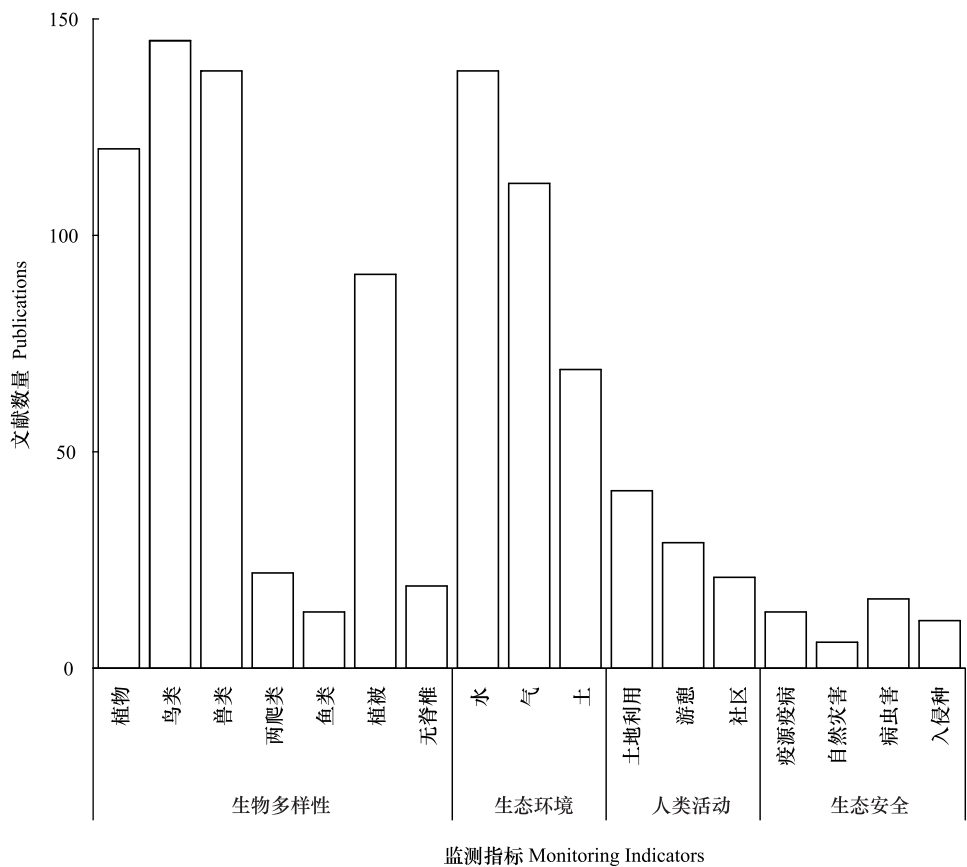


图 2 自然保护地监测指标关注度

Fig.2 Attention paid to monitoring indicators in natural protected areas

2.2.2 监测方法

一直以来,人工实地调查都是监测项目采取的主要监测手段。随着其他三项监测技术手段的发展,在最近 10 年间,采取人工实地调查法的文献数量占比呈现下降趋势(图 3)。采取红外相机进行自然保护地监测的研究在 2010 年后开始普及,并且在 2015—2018 年得到快速发展,监测文献占比达 18%,其主要应用于鸟兽

类监测研究。采取自动监测系统手段的监测文献数量呈现稳步上升,近4年年平均发文量达13篇,其主要应用于植物生理活动和环境因子等方面的监测研究。采取卫星遥感手段的监测文献数量虽然在逐渐上升,但占比不高,近4年,监测文献占比仅10%左右。由于遥感技术的局限性,其监测研究主要应用于大尺度的植被群落和土地利用等。

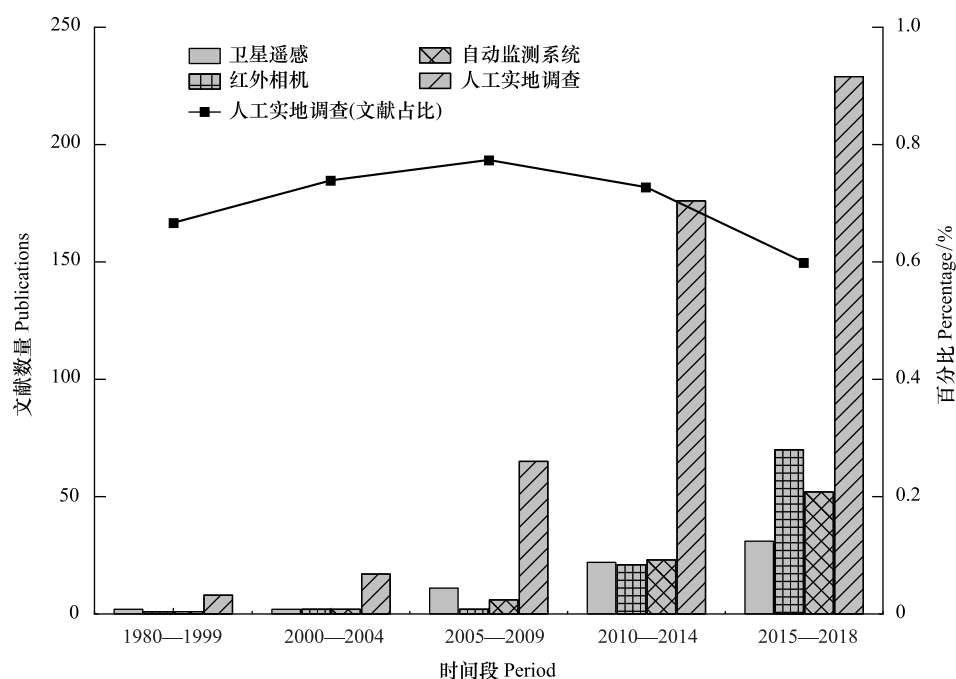


图3 1980—2018年自然保护区四种主要监测方法应用情况

Fig.3 Application of four main monitoring methods in natural protected areas from 1980 to 2018

2.3 监测行政区域分析

近四十年来,自然保护区监测文献中的研究地区涉及全国31个一级行政区(香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾省资料缺乏),其中,文献数量 ≥ 30 篇,由高到低依次为:四川、浙江、湖南、云南、广东、北京、黑龙江、陕西、甘肃;20—29篇,由高到低为:贵州、福建、江苏、江西、新疆、湖北、广西和河南;10—19篇,由高到低为:安徽、内蒙古、重庆、山东、吉林、上海、河北、宁夏、海南和青海;10篇以下的为:辽宁、天津、西藏和山西(图4)。

3 结论与讨论

3.1 自然保护区监测研究与国家政策和自然保护区发展密不可分

大量的文献和出版物是反映研究工作的一种重要形式,本文基于698篇自然保护区监测文献,分析了1980—2018年我国自然保护区的监测情况。自1956年我国第一个自然保护区——广东鼎湖山自然保护区成立至1995年期间我国自然保护区数量相对较少,监测工作和成果较少,此时期为自然保护区监测的萌芽期。“九五”期间,我国自然保护区建设出现了快速增长的势头。一方面是1993年底《生物多样性公约》生效和1994年国务院颁布了《中华人民共和国自然保护区条例》,可持续发展成为我国的国家战略;另一方面,1998年后各类自然灾害的发生加速了我国的生态建设和环境保护工作。国家不仅启动了天然林保护、退耕还林等生态建设工程,还新建了一大批自然保护区(特别是自然保护区),这使得我国的自然保护区数量和面积同步快速增长^[2,20]。更多的自然保护区有监测研究需求,结合逐步显现的管理问题,监测研究引起行业学者的关注,进入自然保护区监测的缓慢增长期(2000—2009年)。

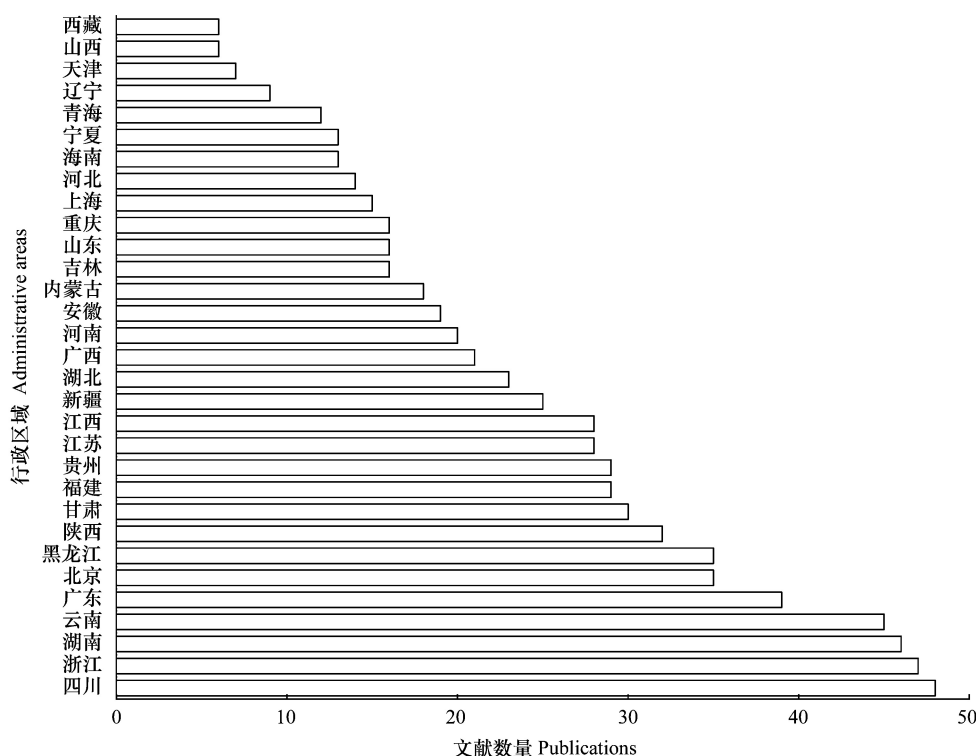


图4 各个省份的自然保护地监测发文量统计

Fig.4 Publication statistics of natural protected areas monitoring in various provinces

在国家生态文明建设背景下,随着国家社会经济和科技日益发展,研究范围更广并更细化,研究技术更加先进科学,加之前期监测数据的积累,2010—2018年间呈现出发文量的跳跃式增长。其中,2013年,十八大提出要大力推进生态文明建设;2017年,十九大报告为未来中国的生态文明建设和绿色发展指明方向,规划线路,提出建立以国家公园为主体的自然保护地体系。国家对生态文明建设和自然保护领域的重视,与2013年和2017年后发文量的两次大幅跳跃相契合。当前,中国正在快速推进自然保护地体系重构,并提出对各类自然保护地要实行全过程统一管理^[21],这将对监测研究工作提出新的挑战。

3.2 自然保护区以外其他自然保护地类型科研监测力量投入不足

近40年时间,自然保护区的监测文献总数占比达67%,且增长趋势显著。在不同的自然保护地类型中,自然保护区起步最早、数量最多、面积最大,保护价值高^[22],其监测研究作为管理工作及生物多样性保护的重要一环,需要继续受到重视。但是包括森林公园、湿地公园、地质公园和风景名胜区在内的可供人们游览或者进行科学、文化和教育活动的区域,其管理工作同样需要引起更多专业学者和相关机构的重视,目前这些保护地类型科研监测力量明显投入不足。

3.3 生物多样性和生态环境是当前自然保护地监测重点

涉及生物多样性监测的发文量占比达79%,其中鸟类和兽类多样性监测文章占比最大。一方面是我国兽类和鸟类多样性高且受威胁严重^[23-24],社会公众关注度高;另一方面,鸟类和兽类易于识别,加之红外相机技术的发展促进了大型兽类和地栖鸟类的监测^[25]。两栖爬行类、鱼类和无脊椎动物所受关注度低,三者总发文量不足植物发文量的二分之一,考虑是监测技术受限且物种个体活动隐蔽,不易辨识有关。生态环境普遍受到较高的关注度,其中水文水质占比最大,尤其对于湿地公园,水环境是用来判断湿地生态系统健康与否的直接证据。森林公园主要对大气质量进行监测。人类活动和生态安全所受关注度均较低,七项指标平均发文量不足20篇,需要引起行业学者重视。

3.4 传统的人工监测技术正逐渐被高效便捷的新兴科技取代

虽然人工实地调查方法的监测文献数量一直很高,但其占比在逐渐下降,随着其他三类监测方法的发展,行业学者选择更为高效且省时省力的方式。红外相机作为新兴的自然保护地监测手段,主要应用于鸟兽等生物多样性监测中;卫星遥感技术主要应用于大尺度的监测研究,其发文量虽然较少,但作为客观、实时且有效提高监测效率的手段,将继续成为自然保护地监测的重要手段。其他自动监测系统发文量稳步增长,其具备的实时性、多样性、可靠性和快速分析能力等,将有效提升自然保护地监测效率^[26]。

3.5 监测研究地存在区域间不平衡现象

研究地所属行政区的监测文献数量在6—48篇之间不等。一方面各省市自然保护地数量及生态系统类型不一,生物多样差异较大,整体而言自然保护地数量多且生物多样性高的省市自然保护地监测成果相对较多。另一方面,自然保护地和其保护对象的社会关注度也是造成监测成果产出差异的重要原因。发文量较少的省份,自然保护地社会关注度较低且科研力量投入不足。但是,发文量多的地区也存在区域内不平衡,监测研究主要针对社会关注度较高的少数几个自然保护地的现象,比如研究地为奥林匹克森林公园、松山国家级自然保护区的发文量总和占北京地区自然保护地监测文献总数的43%。

需要注意的是,本文仍具有一定的局限性,因为森林公园、湿地公园、地质公园和风景名胜区与自然保护区的自然属性、功能属性不尽相同^[20],监测的侧重点和频次本身差异较大,而且各类保护地建立时间不在一个起点(表2),其监测工作基础有差异。另外,其他各类保护地从管理要求方面也并未像自然保护区一般进行严格管理^[17,27]。此外,在行政区域的分析中,不同地域的主要自然生态系统类型以及自然保护地数量不一也确实对研究结果有一定影响。但毋庸置疑的是,以上保护地均属于自然保护地的范畴,均以自然保护作为第一要义,保护着我国的自然生态系统及生物多样性^[19],其监测管理工作反映着我国自然保护工作的管理有效性。本文通过对自然保护地监测研究趋势、监测指标、监测方法和所属行政区的分析中,以提供我国自然保护地监测研究的整体概况为主要目的,同时也比较清楚地反映了自然保护地监测方面存在的不足,可为今后自然保护地的监测研究提供方向,也可由政府相关部门在自然保护地监测管理策略制定提供技术支撑。同时建议将单一自然保护地类型的监测现状分析以及同一地理区划的自然保护地监测研究对比等作为后续深入研究的内容。

4 建议

通过以上对一直以来自然保护地监测研究的系统分析,针对当前监测中存在的问题,对今后自然保护地的监测工作提出如下建议:

(1) 在当前以国家公园为主体的自然保护地体系重构与变革的背景下,需加大并兼顾对各类自然保护地的管理水平以及科研监测力量投入;迫切需要构建新的针对于面积更大、物种更多、生态系统类型更复杂的国家公园的监测体系。

(2) 为保护自然生态系统的原真性和完整性,需要扩大监测对象。在生物多样性方面需加强对两栖爬行动物、鱼类以及无脊椎动物的监测,实现生物多样性全面监测。还应重视对自然保护地干扰较大的指标监测,如人类活动和生态安全方面的监测。

(3) 随着科学技术的发展,监测技术日新月异,例如无人机遥感技术^[28-29]、物联网技术^[30-31]。管理机构以及行业学者应提高监测研究水平,将新技术、新方法应用于自然保护地监测研究中,更科学、系统地反应出自然保护地的资源变化及受胁程度。

(4) 地方政府应高度重视生态文明建设的重要性,加强自然保护地体系建设,制定相关政策,加大资金投入,鼓励与支持当地自然保护地的监测管理工作,并对其实施有效监督,使管理和规划工作建立在科学基础之上。鼓励自然保护地管理机构加强与科研院所和相关高校的监测合作,建立长期监测档案,并将监测结果有效应用于自然保护地管理。同时,作为信息共享的一种方式,鼓励将监测结果以文献的形式进行公开发表,成果共享。

参考文献(References):

- [1] 顾仲阳. 我国各类自然保护地已达 1.18 万处. 人民日报, (2019-01-14). http://www.gov.cn/xinwen/2019-01/14/content_5357610.htm.
- [2] 黄宝荣, 马永欢, 黄凯, 苏利阳, 张丛林, 程多威, 王毅. 推动以国家公园为主体的自然保护地体系改革的思考. 中国科学院院刊, 2018, 33(12): 1342-1351.
- [3] 张希武. 建立以国家公园为主体的自然保护地体系. 林业建设, 2018, (5): 38-46.
- [4] 徐海根, 丁晖, 欧阳志云, 张文国, 崔鹏, 徐卫华, 刘立, 吴军, 卢晓强, 曹铭昌, 陈炼, 乐志芳, 吴翼, 雷军成. 中国实施 2020 年全球生物多样性目标的进展. 生态学报, 2016, 36(13): 3847-3858.
- [5] 柏成寿, 崔鹏. 我国生物多样性保护现状与发展方向. 环境保护, 2015, 43(5): 16-20.
- [6] 解焱, 马敬能, 干晓静, 杨伟和, Leempoel K. 自然保护地监测规划操作指南. 国际自然保护地联盟, 2018.
- [7] Fancy S G, Gross J E, Carter S L. Monitoring the condition of natural resources in US national parks. Environmental Monitoring and Assessment, 2009, 151(1/4): 161-174.
- [8] Danielsen F, Jensen A E, Alviola P A, Balet D S, Mendoza M, Tagtag A, Custodio C, Enghoff M. Does monitoring matter? A quantitative assessment of management decisions from locally-based monitoring of protected areas. Biodiversity & Conservation, 2005, 14(11): 2633-2652.
- [9] 米湘成. 生物多样性监测与研究是国家公园保护的基础. 生物多样性, 2019, 27(1): 1-4.
- [10] 国家林业局. 国家林业局关于加强自然保护区建设管理工作的意见. (2005-04-14). <http://www.forestry.gov.cn/zrbh/1475/45092/7.html>.
- [11] 周洁敏, 唐小平. LY/T 1814—2009 自然保护区生物多样性调查规范. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [12] 张明祥, 唐小平, 张建军, 黄桂林, 严承高, 张阳武, 鲍达明, 肖红, 王隆富. GB/T 27648—2011 重要湿地监测指标体系. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [13] 四川省质量技术监督局. DB51/T 2287—2016 野生动物红外相机监测技术规程[S].
- [14] 王兵, 牛香, 蒋有绪, 郭泉水, 刘世荣, 杨锋伟, 宋庆丰. GB/T 35377—2017 森林生态系统长期定位观测指标体系. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [15] 苏玉芹, 侯丙荣. 自然保护区应进行环境监测. 环境, 1995, (12): 24.
- [16] 崔国发. 自然保护区学当前应该解决的几个科学问题. 北京林业大学学报, 2004, 26(6): 102-105.
- [17] 唐小平, 栾晓峰. 构建以国家公园为主体的自然保护地体系. 林业资源管理, 2017, (6): 1-8.
- [18] 唐芳林, 王梦君, 孙鸿雁. 建立以国家公园为主体的自然保护地体系的探讨. 林业建设, 2018, (1): 1-5.
- [19] 姜超, 马社刚, 王琦淞, 孔石, 马道, 宗诚. 中国 5 种主要保护地类型的空间分布格局. 野生动物学报, 2016, 37(1): 61-66.
- [20] 彭杨靖, 樊简, 邢韶华, 崔国发. 中国大陆自然保护地概况及分类体系构想. 生物多样性, 2018, 26(3): 315-325.
- [21] 唐芳林, 王梦君, 孙鸿雁. 自然保护地管理体制的改革路径. 林业建设, 2019, (2): 1-5.
- [22] 吴晓松. 关于建立我国国家公园体制的思考. 绿色中国, 2014, (17): 38-42.
- [23] 蒋志刚, 马勇, 吴毅, 王应祥, 冯祚建, 周开亚, 刘少英, 罗振华, 李春旺. 中国哺乳动物多样性. 生物多样性, 2015, 23(3): 351-364.
- [24] 马克平. 中国生物多样性编目取得重要进展. 生物多样性, 2015, 23(2): 137-138.
- [25] 李晟, 王大军, 肖治术, 李欣海, 王天明, 冯利民, 王云. 红外相机技术在我国野生动物研究与保护中的应用与前景. 生物多样性, 2014, 22(6): 685-695.
- [26] 张媛. 森林生态系统类型自然保护区生物多样性监测体系构建探索. 林业资源管理, 2018, (3): 29-34.
- [27] 罗建波. 抓住机遇推进自然保护地管理. 中国环境报, 2018-11-07(003).
- [28] 郭庆华, 吴芳芳, 胡天宇, 陈琳海, 刘瑾, 赵晓倩, 高上, 庞树鑫. 无人机在生物多样性遥感监测中的应用现状与展望. 生物多样性, 2016, 24(11): 1267-1278.
- [29] 胡海德, 李小玉, 杜宇飞, 郑海峰, 都本绪, 何兴元. 生物多样性遥感监测方法研究进展. 生态学杂志, 2012, 31(6): 1591-1596.
- [30] 王霓虹, 戴巍, 杨英奎. 基于物联网技术的森林环境因子监测平台研建. 森林工程, 2015, 31(2): 103-107, 111.
- [31] 李硕明. 一种基于物联网技术的森林资源监测系统. 物联网技术, 2016, 6(5): 11-13, 16.