
基于管理分区的神农架国家公园 生态监测指标体系构建

姚帅臣^{1, 2} 闵庆文^{2, 3} 焦雯珺² 何思源² 刘某承²

张碧天^{2, 3} 刘显洋^{2, 3} 杨潇¹ 李文华^{1, 21}

(1. 中国人民大学 环境学院, 北京 100872;

2. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101;

3. 中国科学院大学, 北京 100049)

【摘要】: 国家公园管理目标的实现依赖于大量监测数据和信息的支持, 然而国家公园不同管理分区往往具有不同的管理目标, 因此对于监测数据具有不同的需求。为满足国家公园不同管理分区管理的差异性需求、提高生态监测指标体系的针对性和监测效率, 探讨了基于管理分区的国家公园生态监测指标体系构建的可行性, 并以神农架国家公园为例, 应用面向国家公园管理目标的生态监测指标体系构建方法, 构建出两个管护小区的生态监测指标体系。研究结果表明神农架国家公园两个管护小区在监测内容和监测指标上都存在差异, 反映出两个小区管理目标的差异。这在一定程度上说明基于管理分区的生态监测指标体系更具有针对性, 能够满足不同管理分区的监测需求, 可为我国国家公园不同管理分区生态监测指标体系的构建提供借鉴。

【关键词】: 国家公园 生态监测 管理分区 指标体系

【中图分类号】: X830 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2021)06-1511-10

国家公园是指大面积的自然或接近自然的区域, 用以保护大尺度生态过程以及这一区域的物种和生态系统特征, 同时提供与其环境和文化相容的精神享受、科学、教育、娱乐和参观的机会^[1]。对国家公园开展生态监测, 是国家公园保护与管理工作的基础^[2]。首先, 长期的监测和研究能帮助识别国家公园内生态系统的动态变化和威胁因素, 为生态系统的保护与管理提供必要的数据和信息支持^[3~5], 促进国家公园的科学高效管理; 第二, 对国家公园的生态监测能够帮助了解国家公园内自然资源状况, 为国家公园的自然资源保护和可持续利用提供有效信息^[6, 7]; 此外, 国家公园开展的监测工作能够揭示管理活动对国家公园的影响, 为管理决策的规划和实施提供有用信息^[8~10]。

作者简介: 姚帅臣(1989~), 男, 博士研究生, 主要研究方向为自然保护地管理. E-mail: yaoshuaichen@yeah.net

焦雯珺 E-mail: jiaowj@igsnrr.ac.cn

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFC0506404); 中国科学院战略先导科技专项(A类)子课题(XDA23100203)

我国自 2013 年提出建立国家公园体制以来, 国家公园体制试点建设逐步开展, 先后批准了三江源、神农架等国家公园体制试点。2017 年, 中办国办印发《建设国家公园体制总体方案》, 明确指出“完善监测指标体系和技术体系, 定期对国家公园开展监测”(总体方案)。为实现我国国家公园的有效管理, 建立科学高效的国家公园生态监测体系势在必行。然而, 我国目前的国家公园试点多由各类型自然保护区整合设立, 现行监测工作多源于科研项目监测或由资源环境的调查与研究替代。试点内监测活动相对零散, 各类型监测目标不同, 监测指标杂乱, 协同性不足, 未能形成科学完善的监测体系, 难以满足国家公园的管理需求^[11]。叶菁等在分析国外国家公园监测经验的基础上, 结合大熊猫调查技术规程、在线调查和实地调研、座谈咨询结果, 探索构建了大熊猫国家公园的监测指标体系^[12]。姚帅臣等提出面向管理目标的国家公园生态监测指标体系构建方法, 探索如何围绕国家公园管理目标整合现有监测资源、构建生态监测指标体系^[13]。

国家公园具有生态系统复杂性、多样性、空间分布差异性等特点, 这决定了其不同区域的管理目标具有差异性。例如, 神农架国家公园具有森林、灌丛、草甸、湿地、农田等多种类型的生态系统, 且各类型生态系统广泛分布于园内不同区域。在以森林生态系统为核心的区域, 管理目标集中在保护与恢复森林、保护珍惜野生动植物、保护野生动物栖息地等; 而在以湿地生态系统为核心的区域, 管理目标的重点则在于保证优良水质、提高水源涵养功能、增强径流调节等。因此, 要更好地服务国家公园的管理目标和管理需求, 国家公园的生态监测指标体系就必须因“区”制宜、更具有针对性。

为此, 本文选择神农架国家公园不同的管理分区作为研究区, 利用面向管理目标的生态监测指标体系构建方法, 构建神农架国家公园不同管理分区的生态监测指标体系, 探讨基于管理分区构建国家公园生态监测指标体系的可行性, 以期为我国国家公园生态监测体系的构建提供技术支持。

1 研究区概况

神农架国家公园位于神农架林区的西南部, 地处秦巴山脉的东段, 总面积约 $1.17 \times 10^3 \text{ km}^2$, 拥有以神农架川金丝猴为旗舰物种的丰富生物多样性, 拥有北半球保存最为完好的常绿落叶阔叶混交林与北亚热带山地完整的植被垂直带谱, 拥有亚高山珍稀的泥炭藓湿地生态系统、古老的地质遗迹和壮美神秘的自然景观与人文景观资源。神农架国家公园在行政上跨越神农架林区九湖镇、下谷乡、木鱼镇、红坪镇和宋洛乡 5 个乡镇 25 村行政管辖区域, 在管理上划分为大九湖、神农顶、木鱼和老君山 4 个管理区, 4 个管理区又细分为 18 个管护小区。由于资源禀赋和管理现状不同, 不同管理分区和管护小区的管理目标存在显著差异。

本研究选取大九湖管护小区和木鱼管护小区作为研究区。大九湖管护小区主要为原生态自然湿地, 其生态系统包括亚高山草甸、泥炭藓沼泽以及池塘水渠等湿地类型。小区内拥有斑羚、草原鹭、白鹤、小灵猫、黄杉、野大豆等多种国家重点保护动植物。此外, 它还是“南水北调”中线工程的重要水源地之一。区内居民生活生产活动较少, 主要人类活动为旅游。木鱼管护小区主要为森林, 其生态系统包括山地灌丛、温性针叶林、常绿阔叶林和针阔混交林等类型。小区内具有丰富的野生动植物资源, 拥有猕猴、伞花木、篦子三尖杉等国家重点保护动植物。区内人类活动强度较高, 居民生活生产、基础建设、旅游等活动较多。

2 研究方法 with 数据收集

2.1 研究方法

本文主要采用面向管理目标的国家公园生态监测指标体系构建方法(图 1)。该方法包括确定国家公园生态监测目标、识别国家公园管理目标、识别国家公园关键生态过程、确定需要监测的生态过程并制定初始监测指标清单和确定最终监测指标清单 5 个步骤^[13]。通过将关键生态过程与国家公园管理目标相匹配来识别需要监测的生态过程和内容, 因此构建出的指标体系能够最大程度的服务于国家公园的管理目标。

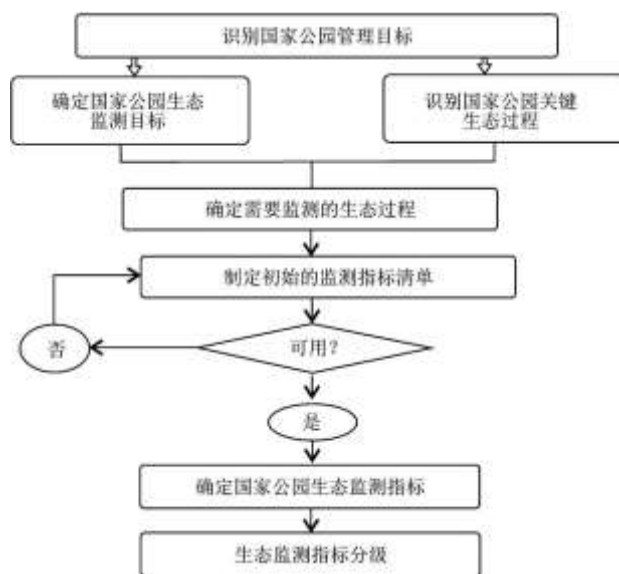


图1 面向管理目标的国家公园生态监测指标体系构建方法^[13]

利用该方法，本文对神农架国家公园大九湖和木鱼管护小区的生态监测指标体系进行了构建。首先，参考相关的法规条例、管理计划、规划方案等，结合实地调研、访谈等识别大九湖和木鱼管护小区的管理目标。其次，通过将现有研究成果与深度访谈和实地调研工作结合，在区域、景观、生态系统和种群四个层级上识别大九湖和木鱼管护小区关键的生态过程。然后，在识别管理目标和关键生态过程后，建立大九湖和木鱼管护小区管理目标与关键生态过程的相关性分析矩阵，确定出需要监测的生态过程并制定初始监测指标清单。最后，对初始监测指标进行分析，剔除可行性较低的监测指标，综合考虑最终指标的灵活性、时效性以及对我有手段和方法的适应性，将监测指标进行分级，确定大九湖和木鱼管护小区监测指标体系。

2.2 数据收集

研究数据主要通过文献查阅、资料收集、深度访谈和实地考察等方式获得。2019年8月11~25日，在神农架国家公园开展为期14天的实地调研。调研期间，实地考察了大九湖、神农顶、官门山等地，与神农架国家公园管理局及下辖4个管理处、5个管护中心的管理人员围绕国家公园管理和监测开展座谈活动10余次、深度访谈20余人次，收集神农架国家公园本底数据、政策规划、监测项目等相关资料。调研前、中、后期，就国家公园生态监测问题咨询生态、旅游、林业、气象、管理等不同研究领域专家50余人次。

通过文献查阅，梳理现有的研究成果，用于神农架国家公园及各管理分区、管护小区的生态过程的识别；通过资料收集和实地考察获得核心资源、生态系统类型、野生动植物分布等数据，用于神农架国家公园及各管理分区、管护小区的管理目标的识别；通过座谈和深度访谈了解神农架国家公园及各管理分区、管护小区的管理活动、监测现状、科研进展等，支撑管理目标和生态过程的识别；通过文献查阅和咨询专家意见来识别关键生态过程并对关键生态过程和管理目标进行相关性分析。

3 结果分析

3.1 管理目标的识别

基于对神农架国家公园管理人员的访谈结果和实地调研所获得的信息，确定两个管护小区的保护核心，在此基础上，结合《神农架国家公园保护条例》、《神农架国家公园总体规划》等相关法规条例和规划方案中反映出的管理重点，最终识别出两个

管护小区的管理目标(表 1)。

表 1 神农架国家公园大九湖管护小区与木鱼管护小区管理目标

大九湖管护小区	木鱼管护小区
1. 保护亚高山泥炭藓湿地和亚高山草甸	1. 保护与恢复森林、灌丛等生态系统
2. 保证优良水质	2. 珍稀野生动植物保护(猕猴、伞花木等)
3. 提高水源涵养功能	3. 保护野生动物栖息地完整
4. 增强径流调节功能	4. 合理利用森林资源
5. 保护珍稀野生动植物(草原鹭、白鹤、黄杉等)	5 保障社区居民生计
6. 保护景观资源的原真性	6. 严格控制人类活动(旅游、农业生产、基础设施建设)范围和强度
7. 减少旅游活动干扰	

保护具有国家代表性的自然生态系统和关键物种是建设国家公园的重要目的之一，因此，从表 1 中可以看出，两个管护小区的管理目标都包括对核心生态系统和珍稀野生动植物的保护，两者差异在于保护的生态系统类型和动植物种类不同。

大九湖管护小区核心生态系统为原生态亚高山湿地，珍稀动植物有草原鹭、白鹤、黄杉等。小区内居民很少，主要人类活动为旅游，干扰程度低，因此尽量减少旅游活动的干扰并保护湿地景观的原真性十分重要。此外，大九湖湿地作为“南水北调”中线工程的重要水源地之一，充分发挥其作用至关重要，提高其水源涵养和水文调节功能必然是管理的重点。

木鱼管护小区核心生态系统则为各类型森林，珍稀野生动植物有猕猴、伞花木等。小区内居民较多，是神农架国家公园内居民最为集中的区域，森林资源利用和干扰程度都较高，木鱼管护小区的管理强调合理利用森林资源，减少对生态系统的破坏和干扰，并对受损生态系统的恢复，保护野生动物栖息地完整。此外，考虑小区内大量居民的存在，在保护的同时，保障居民生计也是关注的重点。

3.2 关键生态过程的识别

对相关文献中关于神农架国家公园的研究成果进行梳理，结合对当地管理和科研人员的访谈结果以及对各个管护小区的实地调研收集的数据资料，列出两个管护小区的生态过程清单，经咨询相关专家最后确定出这两个管护小区的关键生态过程(表 2)。

表 2 神农架国家公园大九湖管护小区与木鱼管护小区关键生态过程

	大九湖管护小区	木鱼管护小区
区域	气候变化、水文调节	气候变化
景观	小气候调节、地表径流	小气候调节、土地利用变化、景观破碎化
生态系统	生态演替、碳循环、初级生产力、干扰	生态演替、物种多样性变化、初级生产力、干扰

种群	动物迁徙、外来物种入侵、种群动态	植被更新、外来物种入侵、种群动态
----	------------------	------------------

在区域尺度上,森林和湿地生态系统都对气候变化比较敏感^[14,15],气候变化对于两个小区都具有重要的影响^[16,17]。湿地具有重要的水文调节功能,大九湖湿地处于三峡、丹江口库区和“南水北调”中线工程的第二蓄洪库区的交会处,是江汉流域重要的生态屏障之一,直接或间接影响上述地区及周边流域调、蓄洪能力和水源水质状况^[18,19],因此,水文调节是大九湖管护小区不可忽略的生态过程。

在景观尺度上,森林、湿地、灌丛、草甸等都具有调控区域小气候的重要功能^[20],不同的小气候条件也造就不同的景观特征。在大九湖管护小区,湖泊水位和地表径流在很大程度上影响着大九湖湿地的景观格局^[21]。而在木鱼管护小区,由于大量人口和社区的存在,从居民生产生活到城镇扩张以及交通和基础设施建设,都在一定程度上改变着该小区的景观格局^[22],因此,这一尺度下土地利用变化显得尤为重要^[23]。土地利用变化还伴随着景观的破碎化,减少了连通性。

在生态系统尺度上,生态演替是关键的生态过程,在演替的不同阶段,生态系统的结构和功能存在差异。此外,无论是森林还是湿地,生态系统的初级生产力都是反映生态系统状况的重要指标,是重要的生态过程^[24]。在两个管护小区,由于人类活动的存在,人为干扰也是重要的人为过程^[25]。在大九湖管护小区,大九湖泥炭藓湿地是中国亚热带地区最大的亚高山泥炭地^[26],泥炭地碳循环在全球碳循环中起着重要作用^[27,28]。

在种群尺度上,外来入侵物种会局部改变物种原有的空间分布格局,甚至影响一些本地物种的生存^[29]。种群动态是种群发展中总体数量变化情况,反映了种群数量在时间和空间中的变化,对了解种群特征和变化具有重要意义^[30,31]。因而,对于两个管护小区来说,外来种入侵和种群动态都是关键的生态过程。此外,大九湖湿地位于中国候鸟南北迁飞的中线通道,在每年的迁徙期间,大量候鸟在此经停休整,湿地内广泛的分布的湖泊水系也为鱼类迁徙提供通道^[32]。对于木鱼管护小区,植被更新是森林管理中的重要生态过程^[33]。

3.3 相关性分析

通过文献查阅结合专家意见的方法对两个管护小区的管理目标和关键生态过程进行相关性分析(表 3、表 4),确定两个管护小区需要监测的生态过程及其时间和空间尺度。

从表 3 和表 4 中可以看出,两个管护小区的所有管理目标都与至少一个关键生态过程存在直接关系,这说明识别出的关键生态过程与管理目标具有较高的匹配度。但是,也并不是所有的关键生态过程都与管理目标存在直接关系。例如,在表 3 中,大九湖管护小区的管理目标提高水源涵养功能与关键生态过程水文调节存在直接关系,管理目标增强径流调节功能与关键生态过程水文调节和地表径流存在直接关系;而关键生态过程生态演替只与保护亚高山泥炭藓湿地和亚高山草甸、保护野生珍稀动植物、保护景观资源的原真性这 3 个管理目标之间存在弱关系或间接关系。在表 4 中,木鱼管护小区的管理目标合理利用森林资源与关键生态过程初级生产力、干扰和植被更新存在直接关系;而关键生态过程气候调节只与管理目标保护与恢复森林、灌丛等生态系统存在弱关系或间接关系。

因此,综合考虑现有监测基础和监测的针对性,暂时选取与管理目标具有直接关系的关键生态过程进行监测,既能在一定程度上满足管理需求,又可以提高监测的效率。基于上述分析,可以确定出两个管护小区需要监测生态过程(表 5)。大九湖管护小区需要监测的生态过程包括气候变化、水文调节、地表径流、碳循环、初级生产力、干扰、动物迁徙和种群动态;木鱼管护小区需要监测的生态过程包括景观破碎化、土地利用变化、生态演替、物种多样性变化、初级生产力、干扰、植被更新和种群动态。

表 3 大九湖管护小区管理目标与关键生态过程相关性分析

大九湖管护小区管理目标	关键生态过程										
	区域		景观		生态系统				种群		
	气候变化	水文调节	小气候调节	地表径流	生态演替	碳循环	初级生产力	干扰	动物迁徙	外来物种入侵	种群动态
1. 保护亚高山泥炭藓湿地和亚高山草甸	*	★	*	*	*	★	★	★	*	*	*
2. 保证优良水质		★		★		*		*			
3. 提高水源涵养功能	*	★	*	*				*			
4. 增强径流调节功能		★	*	★				*			
5. 保护珍稀野生动植物(草原鹭、白鹤、黄杉等)			*		*	*	*	★	★	*	★
6. 保护景观资源的原真性	★		*		*	*	*	★	*	*	*
7. 减少旅游活动干扰						*	*	★	★		★

表 4 木鱼管护小区管理目标与关键生态过程相关性分析

木鱼管护小区管理目标	关键生态过程										
	区域	景观			生态系统				种群		
	气候变化	小气候调节	景观破碎化	土地利用变化	生态演替	物种多样性变化	初级生产力	干扰	植被更新	外来物种入侵	种群动态
1. 保护与恢复森林、灌丛等生态系统	*	*	*	★	*	★	★	★	★		*
2. 珍稀野生动植物保护(猕猴、伞花木等)		*	★	★	*	★	*	★	*	*	★
3. 保护野生动物栖息地完整			★	★	★	★		★	*	*	*
4. 合理利用森林资源			*	*		*	★	★	★		*
5. 保障社区居民生计			*	★		*	★	★	*		*
6. 严格控制人类活动范围和强度			★	★	*	★	★	★	*		★

表 5 大九湖管护小区与木鱼管护小区需要监测的生态过程

	大九湖管护小区	木鱼管护小区
区域	气候变化、水文调节	—
景观	地表径流	景观破碎化、土地利用变化
生态系统	碳循环、初级生产力、干扰	生态演替、物种多样性变化、初级生产力、干扰
种群	动物迁徙、种群动态	植被更新、种群动态

确定出需要监测的生态过程后，根据监测要求和监测方法的差异，对监测内容作进一步的梳理与凝练。大九湖管护小区监测内容包括气象、水文、水质、碳通量、植被、人类活动、野生动物等；木鱼管护小区监测内容包括景观格局、植物群落、野生动物、栖息地、人类活动和土壤。围绕这些监测内容，通过文献查阅和专家咨询的方法，制定初始的监测指标清单。

3.4 监测指标确定

对两个管护小区所制定初始监测指标进行可行性分析，剔除一些可行性较低的监测指标，确定最终的监测指标清单，并对最终确定的生态监测指标进行分级。分级主要基于实地调研与深度访谈结果以及专家咨询意见，同时权衡监测成本、灵活性、时效性及对现有手段和现有知识的适应性等方面。此外，考虑到神农架国家公园的实际情况，暂将两个管控小区的生态监测指标分为两级。一级指标由基础指标和现有监测能够实现的指标构成，可以立即使用，最大程度的利用了两个小区现有监测资源；二级指标是较为完整的监测指标体系，能够覆盖更多的细节。

最终，大九湖管护小区生态监测指标体系由两级共 52 个指标构成，其中一级指标 26 个，二级指标 26 个(表 6)。一级指标中基础指标包括植被类型、野生动物种类等，现有监测能够实现的指标包括空气温湿度、降雨量、蒸发量等。二级指标包括植被盖度、生物量、种群结构等更深入的指标。

木鱼管护小区生态监测指标体系由 51 个指标构成，其中一级指标 20 个，二级指标 31 个(表 7)。一级指标中基础指标包括土地利用类型、植物种类等，现有监测能够实现的指标包括濒危物种、土壤含水量等。二级指标包括物候、多样性、土壤生物等指标。

表 6 大九湖管控小区生态监测指标体系

生态过程	监测内容	监测指标	
		层级 1	层级 2
气候变化	气象	空气温度、地表温度，相对湿度、空气湿度，降水量，蒸发量，风速	日照时间，最高温、最低温，最大降水量，极端天气
水文调节地表径流	水文	水位、潜水埋深，地表水深 (湖泊、河流、沼泽湿地)，流量(地表水)	洪水成灾强度及水灾持续时间，低水位或干旱及持续时间，最高水位，水温
	水质	泥沙含量，透明度，溶解氧，pH，五日氧化需氧量	总硬度，氨氮，总磷，总氮，挥发酚，总

			砷, 高锰酸盐指数
碳循环	碳通量	二氧化碳通量, 氧化亚氮通量, 甲烷通量	
初级生产力	植被	植被类型、面积及其分布, 挺水植物、沉水植物和漂浮植物的种类和分布, 藻类种类	盖度, 生物量, 人类干扰活动类型和强度
干扰	人类活动	游客数量, 非法活动	游客活动范围
动物迁徙种群动态	野生动物	野生动物(水鸟、鱼类、两栖、浮游、底栖)种类、数量、分布, 珍稀濒危物种及其种群数量、分布, 迁徙通道(兽类与鱼类), 迁徙时间、迁徙数量, 迁徙路线(鸟类)及时间	种群结构, 迁入和迁出, 出生和死亡, 繁殖习性, 食物丰富度, 栖息地基本状况, 受威胁因素和强度

表 7 木鱼管控小区生态监测指标体系

生态过程	监测内容	监测指标	
		层级 1	层级 2
景观破碎化土地利用变化	景观格局	土地利用类型	景观丰富性, 景观多样性, 景观均匀度, 斑块数量, 斑块间平均距离
生态演替物种多样性变化初级生产力植被更新种群动态	植物群落	植被类型、面积及其分布, 植物种类(物种数), 濒危物种、特有种, 植被天然更新状况, 虫媒传粉昆虫密度, 人工复制更新	盖度, 生物量, 物候, 多样性, 有害入侵物种, 人类干扰活动类型和强度
	生境	生境类型, 不同生境面积及其边界	生境覆盖率, 生境多样性, 生境斑块数量, 生境斑块面积
	土壤	主要土壤类型及其分布, 土壤温度, 土壤含水量, 土壤酸碱度, 土壤有机质含量	土壤生物, 全氮, 全磷, 全钾, 全盐量, 重金属
	野生动物	野生动物(兽类、鸟类)种类、数量、分布, 珍稀濒危物种及其种群数量、分布	种群结构, 迁入和迁出, 出生和死亡, 繁殖习性, 食物丰富度, 栖息地基本状况, 受威胁因素和强度
干扰	人类活动	居民数量, 游客数量, 生产生活区域, 污染物种类和数量	非法活动, 种养殖业面积, 民生基础设施建设

从表 6 和表 7 中可以看出, 两个小区在监测内容上表现出显著差异。大九湖管护小区监测内容侧重于气象、水文水质、碳通量等, 而木鱼管护小区监测内容侧重于景观格局、生境、动植物监测等。此外, 由于对应生态过程和监测对象的不同, 概括名称相同的监测内容在监测指标上也会存在差异。以野生动物和人类活动的监测为例, 大九湖管护小区野生动物监测指标包括野生动物(主要是水鸟鱼类等)种类、迁徙通道、迁徙时间和数量等, 木鱼管护小区野生动物监测指标则为野生动物(主要为兽类

和鸟类等)种类、珍稀濒危物种、种群结构等;大九湖管护小区人类活动监测指标包括游客数量、非法活动和游客活动范围,木鱼管护小区人类活动指标则包括居民数量、污染物种类数量、种养殖业等,指标相对更多。

无论是监测内容还是监测指标的差异都在一定程度上反映出两个小区管理目标的差异。这表明,基于细化管理分区的生态监测指标体系更具有针对性,能够较好的满足管理需求。

4 结论与讨论

为满足国家公园不同管理分区管理的差异性需求,提高国家公园生态监测指标体系的针对性和有效性,本文应用面向国家公园管理目标的生态监测指标体系构建方法,探讨基于管理分区构建国家公园生态监测指标体系的可行性,并以神农架国家公园为研究区,构建神农架国家公园大九湖管护小区和木鱼管护小区的生态监测指标体系。结果表明,首先识别两个小区的管理目标和关键生态过程,再通过对管理目标与关键生态过程的相关性分析确定需要监测的生态过程,进而确定的监测指标能够反映出两个小区管理目标的差异,说明了基于管理分区的生态监测指标体系更具有针对性,能够较好的满足需求。

面向国家公园管理目标的生态监测指标体系构建方法在一定程度上解决了不同类型监测的整合问题,并使监测指标能够最大程度的服务与国家公园的目标。本文在该方法的基础上,充分考虑国家公园不同管理分区的差异,探索了国家公园不同管理分区的监测指标体系构建。将不同管理分区的关键生态过程与管理目标相匹配得出的监测内容和监测指标,能够真正监测到各分区的核心要素,又能最大程度的服务于监测需求和国家公园的管理目标,提高了指标体系在不同管理分区的适用性和效率。此外,基于管理分区的监测指标体系能够针对各分区原有的资源特性、面临问题、监测现状等差异,明确各分区监测体系建设的重点,监测指标的分级策略也更有利于在已有基础上开展生态监测体系的建设。

本文基于管理分区探讨构建国家公园生态监测指标体系,对国家公园生态监测指标体系的构建做了进一步探索。然而,国家公园的生态监测极为复杂,研究成果的应用还面临着诸多难题。首先,有针对性的生态监测体系的构建有赖于国家公园科学合理的管理分区,但并不是所有的国家公园目前都进行了管理分区,这在一定程度上限制了成果的进一步应用。其次,监测指标体系的落地实施还应当有监测技术选择、监测基线确定等方面的技术配套,未来需要加强相关研究。

参考文献:

- [1]DUDLEY N.Guidelines for applying IUCN protected area management categories[M].Gland,Switzerland:IUCN,2008.
- [2]米湘成.生物多样性监测与研究是国家公园保护的基础[J].生物多样性,2019,27(1):1-4.
- [3]FRASER R H,OLTHOF I,POULIOT D.Monitoring land cover change and ecological integrity in Canada's national parks.Remote Sensing of Environment,2009,113(7):1397-1409.
- [4]ANDERSON N E,BESSELL P R,MUBANGA J,et al.Ecological monitoring and health research in Luambe National Park,Zambia:Generation of baseline data layers.EcoHealth,2016,13(3):511-524.
- [5]THÉAU J,TROTTIER S,GRAILLON P.Optimization of an ecological integrity monitoring program for protected areas:Case study for a network of national parks.PLoS One,2018,13(9):e0202902.
- [6]VOS P,MEELIS E,TERKEURS W J.A framework for the design of ecological monitoring programs as a tool for environmental and nature management[J].Environmental Monitoring and Assessment,2000,61(3):317-344.

-
- [7]FANCY S G,GROSS J E,CARTER S L.Monitoring the condition of natural resources in US national parks[J]. Environmental Monitoring and Assessment,2009,151(1/4):161-174.
- [8]DAVIS G E.National park stewardship and ‘vital signs’ monitoring:A case study from Channel Islands National Park,California[J]. Aquatic Conservation:Marine and Freshwater Ecosystems,2005,15(1):71-89.
- [9]RODHOUSE T J,SERGEANT C J,SCHWEIGER E W.Ecological monitoring and evidence-based decision-making in America’s national parks:Highlights of the Special Feature[J]. Ecosphere,2016,7(11):e01608.
- [10]BROWN E K,MCKENNA S A,BEAVERS S C,et al.Informing coral reef management decisions at four US.national parks in the Pacific using long-term monitoring data[J]. Ecosphere,2016,7(10):e01463.
- [11]彭琳,杜春兰.面向规划管理的国外国家公园监测体系研究及启示——以美国、加拿大、英国为例[J].中国园林,2019,35(8):39-44.
- [12]叶菁,宋天宇,陈君帆.大熊猫国家公园监测指标体系构建研究[J].林业资源管理,2020(2):53-60,66.
- [13]姚帅臣,闵庆文,焦雯珺,等.面向管理目标的国家公园生态监测指标体系构建与应用[J].生态学报,2019,39(22):8221-8231.
- [14]菊花,申国珍,徐文婷,等.神农架主要森林土壤 CH₄、CO₂ 和 N₂O 排放对降水减少的响应[J].生态学报,2016,36(20):6397-6408.
- [15]朱凯莉,王安琪,黄庭,等.大九湖泥炭磁化率及腐殖化度记录的 18.7 Ka BP 气候变化[J].长江流域资源与环境,2018,27(4):891-899.
- [16]陈露,汪正祥,雷耘,等.1990-2010 年神农架林区气候变化特征分析[J].湖北大学学报(自然科学版),2013,35(1):11-16.
- [17]ZHANG W C,YAN H,CHENG P,et al.Peatland development and climate changes in the Dajiu hu basin,central China,over the last 14,100 years[J]. Quaternary International,2016,425(15):273-281.
- [18]尹发能.神农架大九湖湿地保护与利用研究[J].人民长江,2009,40(19):50-52,105.
- [19]潘晓斌,何意,阎梅,等.神农架大九湖水文水资源现状分析与保护对策[J].湖北农业科学,2013,52(13):3033-3037.
- [20]崔鸿侠,唐万鹏,潘磊,等.神农架华山松人工林小气候特征[J].湖北林业科技,2018,47(3):5-8.
- [21]刘红叶.神农架大九湖泥炭地 13000 年以来水位变化与生态演化[D].武汉:中国地质大学,2019.
- [22]余璟,王学雷,吴宜进,等.神农架大九湖景观格局变化与湿地生态恢复对策[J].华中农业大学学报,2008,27(1):122-126.

-
- [23]陈艳, 郭颖, 刘燕, 等. 1990-2016 年神农架国家公园土地覆盖变化检测与分析[J]. 林业科技通讯, 2018(1):19-23.
- [24]李敏, 姚顽强, 任小丽, 等. 1981-2015 年神农架林区森林生态系统净初级生产力估算[J]. 环境科学研究, 2019, 32(5):749-757.
- [25]张宇, 李丽, 张于光, 等. 人为干扰对神农架川金丝猴连通性及遗传多样性的影响[J]. 生态学报, 2019, 39(8):2935-2945.
- [26]彭凤姣, 葛继稳, 李艳元, 等. 神农架大九湖泥炭湿地 CO₂ 通量特征及其影响因子[J]. 生态环境学报, 2017, 26(3):453-460.
- [27]李艳元, 葛继稳, 彭凤姣, 等. 神农架大九湖泥炭湿地 CH₄ 通量特征及其影响因子[J]. 地球科学, 2017, 42(5):832-842.
- [28]王东香, 张一鸣, 王锐诚, 等. 神农架大九湖泥炭地孔隙水溶解有机碳特征及其影响因素[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(11):2568-2577.
- [29]章莹, 卢剑波. 外来入侵物种互花米草(*Spartina alterniflora*)及凤眼莲(*Eichhornia crassipes*)的遥感监测研究进展[J]. 科技通报, 2010, 26(1):130-137.
- [30]潘超, 刘林峰, 高健, 等. 神农架大九湖后生浮游动物群落结构和水质评价[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(3):564-573.
- [31]周芸芸, 薛亚东, 张宇, 等. 基于微卫星 DNA 的神农架川金丝猴遗传结构研究[J]. 生态学报, 2018, 38(4):1401-1410.
- [32]张志麒, 王莉, 黎宏林, 等. 湖北神农架大九湖湿地鸟类研究[J]. 湖北林业科技, 44(3):33-36.
- [33]周秋静, 赵常明, 王杨, 等. 神农架天然针阔混交林乔木更新的空间格局[J]. 植物科学学报, 2019, 37(4):454-463.