

# 国家公园划界分区理论研究进展及问题与策略探讨

吕晓倩, 张 娜\*

(合肥工业大学建筑与艺术学院, 合肥 230009)

**摘 要:** 国家公园资源受到责、权、利等多种因素的共同作用, 产生的问题较为复杂, 需要明确边界范围和分区规划, 才可能形成对国家公园范围的国土空间有效用途管制。边界划分是保护地有效的管理工具, 但是如何实现科学有效的划界分区则是管理的难点问题, 同时也是实现可持续发展必须要解决的问题。通过阐述岛屿生物地理学、集合种群、景观生态学 3 种保护地划界分区理论的优劣势, 梳理国家公园划界分区存在的问题, 探讨以自然资源为保护对象的国家公园划界分区所涉及的因素, 构建基于“生态边界阈值”为指导原则的划界分区方法, 为国家公园的发展建设提供新的思路。

**关键词:** 国家公园; 保护地; 划界分区; 生态影响

中图分类号: X176

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2019)06-0988-07

## Study on progress, problems and strategies of delimitation and zoning theory about national park

LYU Xiaoqian, ZHANG Na

(College of Architecture & Art, Hefei University of Technology, Hefei 230009)

**Abstract:** The problems of national park caused by many factors such as the responsibility, right and benefit are very complex. The land and space within the scope of national parks can be controlled effectively by defining the boundary and form spatial planning. How to realize the scientific and effective boundary definition, which is an effective management tool for nature reserve, is difficult in constructing and managing protected area, and it is also a problem that must be solved to achieve sustainable development. In this paper, the advantages and disadvantages of the three types of protective land demarcation zoning of island biogeography, aggregation population and landscape ecology are expounded, the problems existing in the demarcation of national parks are sorted out, and the delimitation of national parks with natural resources as protection objects is discussed. Meanwhile, the role of ecological impacts induced by scenic spot resources and residential communities on the safe pattern of protective land ecosystem is discussed, and a national park demarcation zoning method based on the guiding principle of "ecological boundary threshold" is constructed which provides new ideas for the development and construction of national parks.

**Key words:** national park; nature protected; delimitative and zoning; ecological impact

2017年9月,我国颁布了《建立国家公园体制总体方案》,同年十九大明确要设立国有自然资源资产管理和自然生态监督管理机构,建立以国家公园为主体的自然保护地体系<sup>[1]</sup>。从2013年公布《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》明确提出“建立国家公园”到试点公园运营,多数学者

的探讨集中于管理体制的顶层设计<sup>[2-3]</sup>,但是做好国家公园的具体工作需要落实到规划、划界、分区层面<sup>[4-5]</sup>。《总体方案》指出要科学规划国家公园的空间布局,“确保面积可以维持生态系统结构、过程、功能的完整性”。国家公园资源受到责、权、利等多种因素的共同作用<sup>[6]</sup>,产生的问题较为复杂,需要

收稿日期: 2019-08-28

基金项目: 国家社会科学重点基金(14AZD107)和中央高校基本科研业务费专项资金(JZ2018HGBZ0110)共同资助。

作者简介: 吕晓倩, 博士, 讲师。E-mail: eva\_lyu@qq.com

\* 通信作者: 张 娜, 博士, 讲师。E-mail: 631941689@qq.com

明确边界范围、形成空间规划,才可能形成对国家公园范围的国土空间有效用途管制。

建立国家公园体制的核心是整合和优化中国的自然保护地管理体制<sup>[7-8]</sup>,但只有基于科学划界分区才能理顺管理决策体系。对国家公园而言,明确了保护地的边界就是明确了利益格局。由于我国在国家公园总体规划方面的标准还在编制阶段,尚无规范可依,各试点区在功能分区方面的名称、数量、利用强度还存在较大的差异性<sup>[9-11]</sup>。目前对于划界分区方法的研究是远远不够的,亟待加强此方面的研究。

## 1 国内外理论研究现状及发展动态分析

保护地划界分区的基础理论包括岛屿生物地理学理论、种群集合理论以及景观生态理论。其中,岛屿生物地理学理论是最先应用于保护地面积规模研究的方法,随后的种群理论是在 Levins 研究岛屿生物地理学理论过程中提出的,着重研究是最小种群的规模问题,而景观生态学理论是目前最为普遍应用的一种自然保护区基础理论。

麦克阿瑟 (MacArthur R H) 和威尔逊 (Wilson E D) 于 1967 年提出岛屿生物地理学平衡理论,利用定量的理论模式预测特定条件集合的可能结果说明岛屿生物群落的平衡点与拓殖和绝灭速度的关系,首次从动态方面阐述了物种丰富度与面积及隔离程度之间的关系<sup>[12]</sup>。此学说认为岛屿的物种丰富度决定于物种的迁入率和绝灭率,这两个过程的消长导致了物种丰富度的动态,迁入率和绝灭率与岛屿的面积及隔离程度有关,即存在面积效应和距离效应两种效应——绝灭率是随岛屿面积的增加而减小,迁入率随隔离程度增加而减小<sup>[13-14]</sup>。但是岛屿生物地理学理论在物种保护方面应用误区主要是片面强调保护区面积和距离效应,忽视了气候变化等产生的环境单一化岛屿物种濒危的作用<sup>[15]</sup>。经过 20 世纪 70 年代的研究热潮之后,岛屿生物地理学理论的准确性和适应用范畴充满争议,特别是 20 世纪 80 年代末期以来,越来越多的生态学文章开始怀疑岛屿生物地理学理论的真实性,人们开始慢慢将注意力转向集合种群理论<sup>[16]</sup>。Levins 于 1969 年提出了集合种群的概念,他将集合种群定义为“种群的种群”,也即一个相对独立的区域内各局域种群的集合,各局域种群通过一定程度的个体迁移成为整体<sup>[17]</sup>。无论是在自然环境中还是人工景观中,由于生境的破碎化物种,物种栖息于这些破碎化的空间“岛屿”之中,其以集合种群的方式存在<sup>[18-19]</sup>,

而物种的灭绝也往往经历了集合种群阶段,因此近年来集合种群成为保护生物学所关注的研究热点。集合种群研究的核心是将空间看成是由栖息地斑块构成的网络,探讨这些斑块网络中的各局域种群间的灭绝与再定殖的动态变化<sup>[20]</sup>。实际上集合种群理论与岛屿生物地理理论同根同源,两种理论都是在探求濒危物种保护和生物多样性保育的问题,并且都采用了面积-隔离度范式,但是岛屿生物地理学研究的重点在于栖息地破碎化规模和物种组成结构隔离的影响以及岛屿上物种的丰富度<sup>[21]</sup>,而集合种群动态的概念一直专注于种群之间空间分布的连接和内部的改变以及具有不稳定局部种群物种的区域续存条件,避免物种的局部灭绝乃至物种的最后灭绝<sup>[22]</sup>。20 世纪 80 年代景观生态学蓬勃兴起,同时它也为自然保护区理论带来了新思想、新理论和新方法<sup>[23]</sup>。在景观生态学的发展中,岛屿生物地理学对景观生态学的最大贡献是它把具有“岛屿”特征的景观要素的空间特征与物种数量巧妙地用一个理论公式联系起来,对景观生态学的发展起了重要的推动作用<sup>[24]</sup>。20 世纪 90 年代以来人们逐渐关注的是景观生态学的时空尺度和异质性理论和应用,它可以影响资源、物种或干扰在景观上的流动与传播,因此对自然保护区景观的功能与过程有重要影响<sup>[25-26]</sup>。自然保护区的景观格局决定着物种、资源和环境的分布,研究人类干扰对保护区的影响及其与自然干扰的区别,将对自然保护区景观的管理提供理论指导。

综上所述,3 种理论都是基于保护物种的角度出发考虑保护地的边界划分依据,探讨的是满足保护物种可持续存在的栖息地范围,忽视了区域内其自身的生态属性问题,未能够从整体区域生态安全格局研究保护物种种群——面积之间的关系,这也是在研究保护区边界界定和分区管理中需要继续完善和探讨的内容。保护地划界分区是研究的热点,国内的研究也一直在进行。如王翠玲等人以湖北神农架国家级自然保护区为研究对象,基于该保护区多年的土地利用数据,应用层次分析法 (AHP 法) 集合种群容量,分析了神农架保护区自建立以来金丝猴栖息地面积和破碎化动态格局,论证了神农架保护区对森林和川金丝猴栖息地的保护成效<sup>[26]</sup>。岳邦瑞等人通过剖析基于岛屿生物地理学原理开展的自然保护区规划的经典方法,从生态学基础研究通往生态规划设计应用的桥梁,提炼生物地理学基础上“空间导则与空间格局”的导则,为保护地的边界划分提供新的思路<sup>[27]</sup>。王志芳等人基于保护生物

学与景观生态学理论,对比了物种视角与景观视角下的2种规划思路,并结合北京市密云区的生境规划分析对比,研究结果表明2种方法的源地分布差异较大,因此生境规划需有机结合2种方法得到源地与廊道结果<sup>[28]</sup>。郭子良等人分析了生物多样性地

理分布格局、岛屿生物地理学和集合种群等相关理论,综合运用了保护空缺分析,保护优先区评估和系统保护规划等方法,系统评估了保护地选址和边界划分的有效性<sup>[29]</sup>。

表1 岛屿生物地理理论、集合种群理论和景观生态理论对比分析

Table 1 Comparative analysis among theories of biogeography, metapopulation and landscape ecology

理论 Theory	核心内容 Core content	优势性 Advantage	局限性 Limitation
岛屿生物地理理论 (1967)	物种迁入率和绝灭率的动态变化决定岛屿上的物种丰富度。	它使物种保护的研究由仅仅通过定性比较来描述,转向通过野外模拟实验来验证物种形成的机制;丰富了生物地理理论和生态学理论,促进了人们对生物多样性地理分布和动态格局的认识和理解;从群落水平上研究物种的变化规律,对物种多样性的保护可能更具理论意义。	它只关注岛屿上物种的数目与面积的关系,不考虑同一物种内部个体的大小和数量,难以反映环境的异质性;没有考虑其他决定岛屿群落结构的重要生态学因素,如竞争、捕食、互惠共生和进化等。
集合种群理论 (1969)	局部种群之间个体迁移的动态以及物种的续存条件。	考虑同一物种的不同个体之间的交流以及物种内部个体之间的基因交流,因而对于濒危物种的保护是更有效的方法论指导;通过空间明确模型将生态过程和地理信息系统(GIS)分析工具相联合,将计算结果予以空间直观表达,从而加强了过程模型的预测能力以及运用GIS的空间分析功能。	认为局域种群是同质的,但是真实的斑块网络在斑块的面积、质量和连接度等方面存在着很大的差异,绝对性同质的栖息地是不存在的;假定系统处于平衡态,只能应用于斑块数量很多的栖息地网络;当前集合种群的生存可能具有欺骗性。
景观生态学理论 (1933)	通过研究景观格局对生态过程的影响,在景观分析、综合评价的基础上提出景观资源合理利用的方案,在生物多样性保护中具有重要作用。	把空间相互作用的横向生态区的机能相互作用的纵向研究结合为一体;景观结构量化研究,非常重视开发量化景观结构的方法,并已采用用户生成的计算机程序进行分析。	量化指标众多,在实际操作过程中对于生态功能和生态过程的分析缺乏科学性;自身的理论有待进一步完善。

## 2 划界分区理论存在的问题

通过以上研究背景阐述和研究现状分析可以看出,目前对于国家公园划界分区方法的研究存在以下不足和需要深入研究的内容:

(1)已有的研究,保护地的分区方法多数是单纯从保护对象物种的角度出发,探讨的是以保护对象生存和发展为基础的功能区划,忽视了保护地自然生态系统、生态过程和生态影响。分区理论中的岛屿生物地理理论和集合种群理论,分区方法中的种群生存力分析法、栖息地分布模型法与最小费用距离模型分区法,这些基于保护目标物种栖息地面积与边界研究的理论和方法对于保护地环境缺乏相应的研究。对保护地内在的生态资源属性研究缺乏,如生态系统的稳定性和敏感性、保护对象的食物链以及行为空间等情况。

(2)国家公园体系为了适应不同国家的特殊国

情而进化成不同形式,其类型特征也不尽相同,但尚未见构建在对国家公园资源分类情景下的划界分区方法研究。保护对象是明确的,但是保护对象所处的保护地资源类型是不同的和多样化的,如具有热带雨林生态系统特征的国家公园(如海南热带雨林国家公园)和以文化遗产保护为目标的国家公园(如长城国家公园)。只研究其中一种或者几种类型的国家公园,并不能说明已经全面掌握了分区方法,保护地的划界分区方法应依据资源类型而有所不同。

(3)国家公园是公益性的保护地,并且保护地内部和周边地区还存在一定数量的社区和居民,在试点的国家公园中公益性和“加盟的社区”能动性如何通过分区边界的确定在管理机制中体现还没有较好的示范。保护地生态游憩影响和居民社区影响是分区完成后的滞后式反馈机制,景点资源和居民社区两者经济社会活动所诱发的生态影响对生态资

源和保护对象所产生的作用是保护与利用矛盾的关键所在, 如何通过划界分区方法的研究寻求合理实现国家公园管理机制的公益性是保护地必须解决的问题。

(4) 国家公园是以管理目标为分类标准的保护地类型, 分区指标体系应该随着管理目标与保护对象的不同而变化。划界分区方法指标体系到底对哪些参数变化比较敏感? 需探讨基于资源类型、管理目标和保护对象独特性的评价指标变量因子。在自然保护地系中我国国家公园的研究刚起步, 而风景

名胜区和自然保护区的分区理论、方法以及模式并不适合国家公园。

正是由于国家公园是个复杂的有机系统, 它的可持续性发展需要环境生态系统、自然资源系统和社会经济系统的有机协调作用, 而边界的合理划定又是发挥保护地多重功能的保障。各系统因子之间的耦合作用使得对它的研究相对于单纯保护某种或者某一类型目标要复杂的多, 这些导致其理论求解变得异常困难。

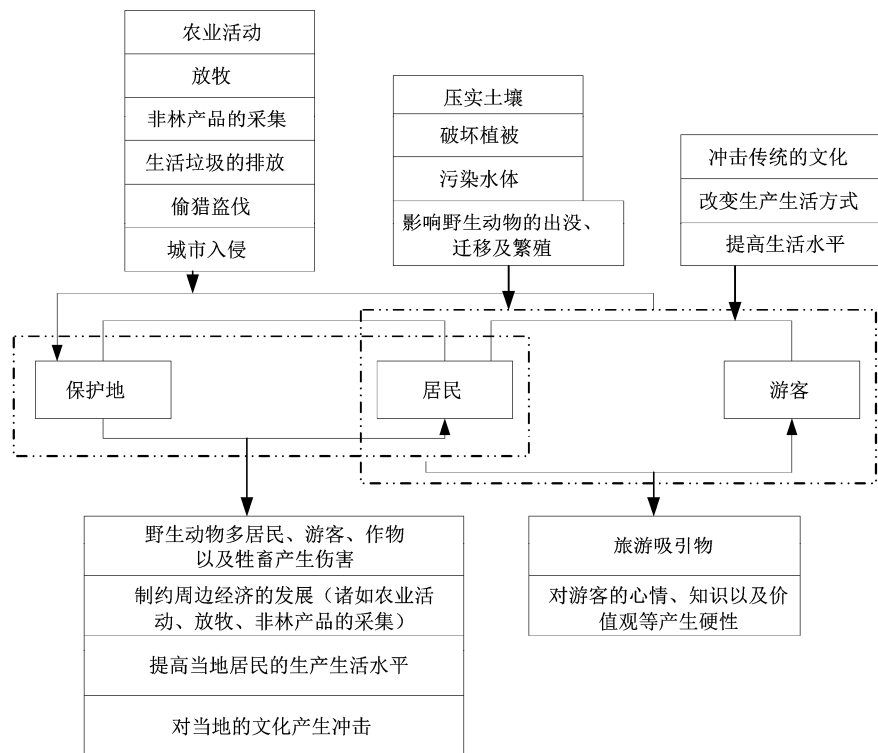


图 1 国家公园保护地内的“人地”关系

Figure 1 "Man-land" relationship of national park

### 3 国家公园划界分区的研究思路

唯物辩证法认为在复杂事物之中, 存在着许多矛盾, 主要矛盾在事物发展过程中处于支配地位, 起决定作用, 矛盾的主要方面决定事物的性质, 国家公园可持续发展的主要矛盾就是保护与利用之间的冲突。本文主要探讨的是以自然资源为保护对象的国家公园划界分区方法, 其主要矛盾本质上是生态系统安全格局与生态影响之间对立。既要保护好自然资源, 又要发展社会经济, 从而实现国家公园的可持续性发展, 则是否具有能够科学性和实际操作性的分区理论和方法技术是最为关键的因素。如何实现在生态保护第一的原则下合理的利用? 求解这个问题首先需要理顺保护地矛盾冲突的本质——

生态系统的有限供给与经济活动的无限需求, 以下两方面则是需要考虑的重点。

#### 3.1 生态系统安全性与生态影响之间的耦合关系

国家公园始终突出自然生态系统的严格保护、整体保护和系统保护。因此分区指标首先考虑的是保护对象和保护地的自然生态系统原真性与生态过程完整性。在自然状况下, 各种生态过程维持着一种相对稳定的耦合关系(这种稳定性是指生态系统保持正常动态的能力), 以此保证着生态系统的相对稳定, 而当外界干扰超过一定限度时, 这种耦合关系将被打破, 某些生态过程就会趁机膨胀, 导致出现严重的生态环境问题。

划界分区保证生态安全格局的“生态边界”阈

值，核心是调控生态影响在生态系统安全格局“可接受的”范围之内。在此过程中一是需要考虑到保护地生态系统的稳定性、敏感性以及旗舰物种栖息地的适宜性；二是核心保护对象的独特性，不同类型特征的国家公园只有针对核心保护对象独特性研究才能实现更好的保护与合理利用。以“生态短板”理论探求生态系统安全格局的边界阈值，确保“生态保护第一”。

### 3.2 公益性服务与由景点资源和居民社区经济活动诱发的生态影响作用机制

将国家公园作为一个有机的系统整体，其包含着以自然资源和生态系统为承载体的客体以及由人类和人类活动构成的主体。作为客体，它指的是保护地内的野生动植物的基因、物种、种群以及整个生态系统等客观存在的物质所构成的实体；而主体则是指保护区内的人类，包括保护区内的居民、旅游者、科研人员和管理者。从图1可以看出，作为环境承载力的客体，它能够对人类和人类活动提供其所需要的空间、能量、物质、场地以及美景，而主体以及主体所进行的活动则会对客体造成一定干扰和生态影响，这也正是保护地保护与发展的症结和瓶颈。

划界分区的目的是明确管理权限、兼顾保护与利用、平衡不同利益主体的冲突。国家公园提供公益性的活动，景点资源和居民社区经济活动诱发的生态影响使得生态系统的过程、功能或者自然资源发生改变，实质是经济社会活动对自然生态资源需求的无限性与相对稳定的自然生态系统对自然资源供给的有限性之间的矛盾。通过生态影响评估划界分区的合理性是影响发生之后的反馈机制，是一种滞后的调控方式。在生态保护优先的原则下，生态影响时间、区域、类型和强度对划界分区的制约机制。如何通过划界分区实现国家公园管理机制的公益性？分区管理导致不同区域保护与利用的强度不同从而引发生态影响类型和强度的不同。

## 4 划界分区的“生态边界”策略

国家公园划界分区管理涉及到各个层面问题，众多的影响因子使问题纠结在一起很难进行分析、判断及解决。抓住生态保护与公益性服务主要矛盾解决关键问题，将问题层次化脉络化，梳理一个清晰可操作的方法体系。

### 4.1 “生态短板”边界效应

划界分区如果要平衡生态保护与合理利用的和谐关系，则需要保证生态系统在绝对安全状态下提

供公益性的服务。国家公园能在什么时间和区域提供什么类型和强度的服务，关键在于找到“生态系统安全的短板”，短板的边界亦可称之为“生态安全格局的边界阈值”。基于“生态短板效应”对土地单元集合进行有机划分，使得各个主体的活动都能在各自相适应的客体区域内从事可以接受的活动，进而构建国家公园生态系统的安全格局，最终实现可持续性发展。短板的限制性因素是依据保护地内土地生态资源、生态系统的属性和目标物种的生态特性进行评估，如图2所示。

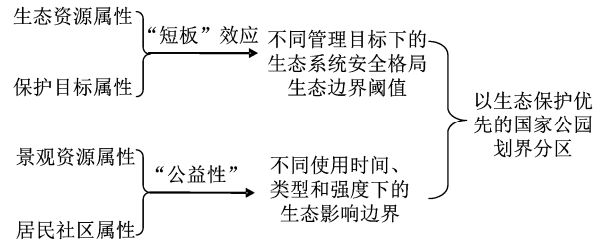


图2 国家公园“生态短板”边界图解

Figure 2 The diagram about national park boundary of "ecological short board"

由以上分析可知，国家公园划界分区中生态系统安全格局“生态边界”规划方法是关于生态系统安全性、保护对象独特性、景点资源影响性以及居民社区影响性的空间布局结构，可以表达为：

$$f(e) = f[(e', p), l, v] \tag{1}$$

式(1)中， $e$ 为生态平衡指数， $e'$ 为生态系统安全性指数， $p$ 为保护对象独特性， $l$ 为景点资源诱发的生态影响指数， $v$ 居民社区生态影响等级性指数。根据“短板”理论推导出生态安全格局的阈值，即以生态保护优先的国家公园“生态边界”。基于景点资源属性和居民社区价值属性评估国家公园区域内公益性服务价值等级，并依据不同管理目标和保护对象独特性内涵调整变量因子的评价指标体系，则可以获得不同情景下分区边界。

### 4.2 方法与技术流程

为了量化探讨以自然资源为保护对象的国家公园分区方法和技术，划界分区以生态系统管理为纽带，以RS和GIS技术为支撑，探讨以自然资源为保护对象的国家公园划界分区的方法。具体过程如图3所示。

(1)根据栖息地分布模型和栖息地适宜性的评价指标体系对国家公园内旗舰物种栖息地适宜性进行评估；

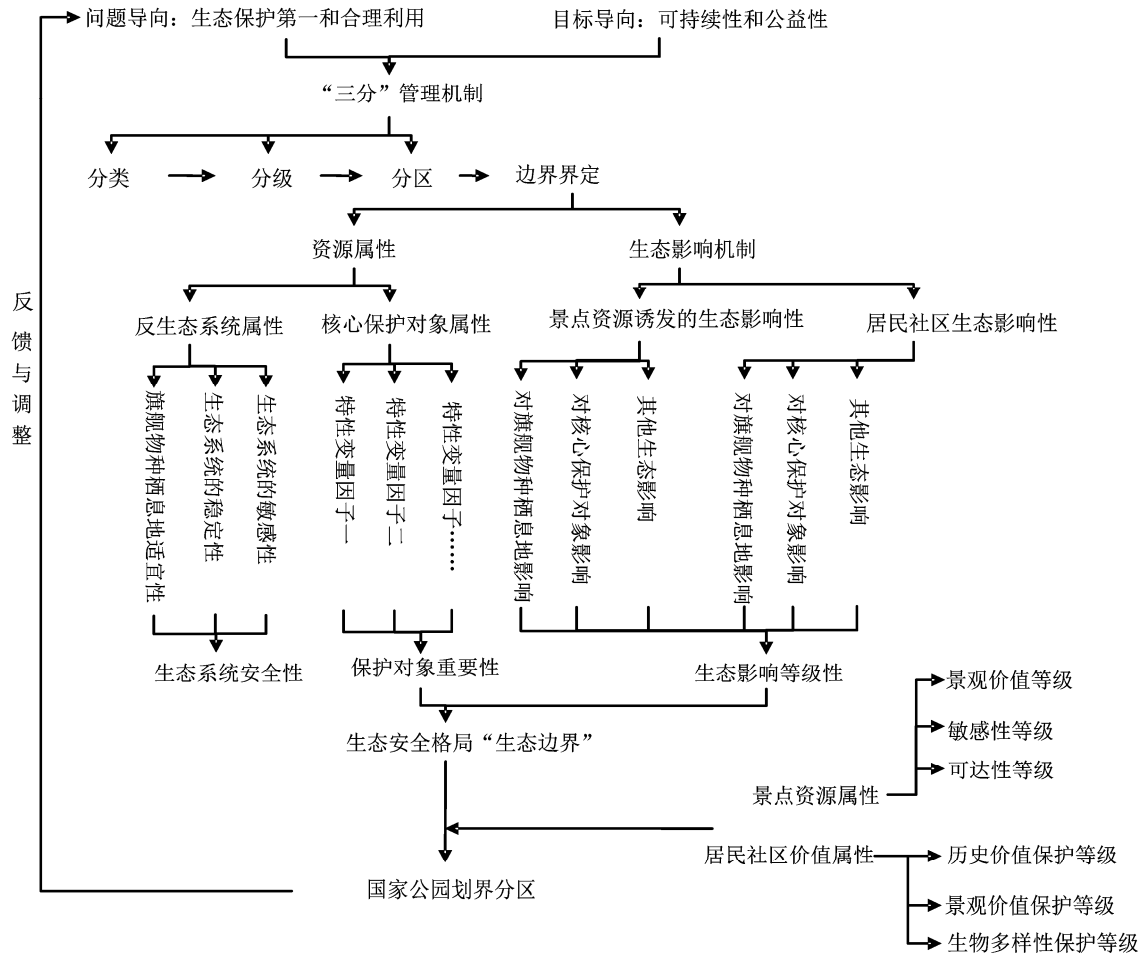


图 3 国家公园边界划分流程

Figure 3 The process of boundary dividing factors of national park

(2)依据生态演替序列和保护地植被现状对生态系统稳定性进行评估;

(3)建立区域内生态敏感性评价指标体系,采用多因子叠加评价法和等间距评价法对保护地的生态系统敏感性进行评估;

(4)通过对旗舰物种栖息地的适宜性、生态系统的稳定性和敏感性叠加分许评估国家公园生态系统资源属性空间分布格局;

(5)依据实际案例建立针对保护对象独特性的价值评估因子指标体系,并对案例保护对象空间分布区域重要性等级进行评估;

(6)基于第4)和第5)推导保护地的生态安全格局的“生态边界”阈值;

(7)模拟景点资源和社区居民经济活动诱发的生态影响与“生态边界”之间的关联关系,以及生态影响的空分布(不同时间、区域、类型和强度);

(8)正向推导以景点资源属性和居民社区价值属性的公益性,评估“公益性服务”空分布,以及它们与“生态边界”之间的关系;

(9)通过叠加分析完成针对保护目标特性的动态划界分区调控规划。

国家公园是守护生态安全文明底线的最有效手段,也是维护生物多样性最为有效的措施。本文阐述了保护地划界分区的岛屿地理学、集合种群及景观生态学3种基本理论,论述了现有划界分区理论和方法存在的问题。同时通过研究国家公园生态系统安全性与由景点资源和社区居民经济活动诱发的生态影响在划界分区中的关联性关系,探讨基于生态保护优先的原则下建立以自然资源为保护对象的国家公园划界分区的方法和技术体系,揭示基于资源类型和保护目标独特性情景下划界分区指标体系的动态变化,以及通过划界分区协调生态保护与公益性服务管理机制。

参考文献:

[1] 中共中央办公厅,国务院办公厅.建立国家公园体制总体方案[EB/OL].(2017-09-26).[2018-12-21].http://www.gov.cn/zhengce/2017-09/26/content\_5227713.htm.

- [2] 吴承照, 刘广宁. 中国建立国家公园的意义[J]. 旅游学刊, 2015, 30(6): 14-16.
- [3] 苏杨. 事权统一、责权相当, 中央出钱、指导有方: 解读《建立国家公园体制总体方案》之一[J]. 中国发展观察, 2017(Z3): 95-102.
- [4] 严国泰, 张杨. 构建中国国家公园系列管理系统的战略思考[J]. 中国园林, 2014, 30(8): 12-16.
- [5] 苏杨. 规划、划界、分区, 利益如何划分?: 解读《建立国家公园体制总体方案》之六[J]. 中国发展观察, 2018(17): 42-47.
- [6] 束晨阳. 论中国的国家公园与保护地体系建设问题[J]. 中国园林, 2016, 32(7): 19-24.
- [7] 王蕾, 苏杨. 中国国家公园体制试点政策解读[J]. 风景园林, 2015(11): 78-84.
- [8] 吴婧洋, 严利洁, 韩笑, 等. 基于我国现行自然保护地制度构建国家公园管理体系[J]. 城市发展研究, 2018, 25(3): 152-156.
- [9] 张振威, 杨锐. 中国国家公园与自然保护地立法若干问题探讨[J]. 中国园林, 2016, 32(2): 70-73.
- [10] 杨锐. 论中国国家公园体制建设中的九对关系[J]. 中国园林, 2014, 30(8): 5-8.
- [11] 庄优波, 杨锐, 赵智聪. 国家公园体制试点区试点实施方案初步分析[J]. 中国园林, 2017, 33(8): 5-11.
- [12] CONNOR E F, MCCOY E D. The statistics and biology of the species-area relationship[J]. *Am Nat*, 1979, 113(6): 791-833.
- [13] DIAMOND J M. Island biogeography and conservation: strategy and limitations[J]. *Science*, 1976, 193(4257): 1027-1029.
- [14] CONNOR E F, ABELE L G. Application of island biogeography theory to refuge design: making the right decision for the wrong reason[C]// Conference of scientific research in the national parks. San Francisco, 1979.
- [15] 刘小明. 岛屿生物地理学理论在物种保育方面的应用误区[J]. 生物学通报, 2012, 47(6): 5-9.
- [16] HANSKI I, PAKKALA T, KUUSSAARI M, et al. Metapopulation persistence of an endangered butterfly in a fragmented landscape[J]. *Oikos*, 1995, 72(1): 21.
- [17] MCCOY E D. The application of island-biogeographic theory to patches of habitat: How much land is enough?[J]. *Biol Conserv*, 1983, 25(1): 53-61.
- [18] 赵淑清, 方精云, 雷光春. 物种保护的理论基础: 从岛屿生物地理学理论到集合种群理论[J]. 生态学报, 2001, 21(7): 1171-1179.
- [19] MCCAULEY D E. Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution[J]. *Trends Ecol Evol*, 1997, 12(6): 241-242.
- [20] DIAMOND J M. The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves[J]. *Biol Conserv*, 1975, 7(2): 129-146.
- [21] MEYER A H, SCHMIDT B R, GROSSENBACHER K. Analysis of three amphibian populations with quarter-century long time-series[J]. *Proc R Soc Lond B*, 1998, 265(1395): 523-528.
- [22] BLAKE J G. Nested subsets and the distribution of birds on isolated woodlots[J]. *Conserv Biol*, 1991, 5(1): 58-66.
- [23] 吕一河, 陈利顶, 傅伯杰. 景观格局与生态过程的耦合途径分析[J]. 地理科学进展, 2007, 26(3): 1-10.
- [24] 陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(1): 121-125.
- [25] 陈利顶, 傅伯杰, 刘雪华. 自然保护区景观结构设计与物种保护: 以卧龙自然保护区为例[J]. 自然资源学报, 2000, 15(2): 164-169.
- [26] 王翠玲, 臧振华, 邱月, 等. 湖北神农架国家级自然保护区森林和川金丝猴栖息地的保护成效[J]. 生物多样性, 2017, 25(5): 504-512.
- [27] 岳邦瑞, 费凡. 从生态学语言向景观生态规划设计语言的转化途径[J]. 风景园林, 2018(1): 21-27.
- [28] 王志芳, 梁春雪. 基于不同视角与方法的北京市密云区生境规划对比[J]. 风景园林, 2018(7): 90-94.
- [29] 郭子良, 张曼胤, 崔丽娟, 等. 陆域自然保护区选址与规划设计研究进展[J]. 世界林业研究, 2018, 31(1): 29-34.