

DOI: 10.5846/stxb201905181028

刘孟浩, 席建超, 陈思宏. 多类型保护地生态承载力核算模型及应用. 生态学报, 2020, 40(14): 4794-4802.

Liu M H, Xi J C, Chen S H. Ecological carrying capacity accounting model and application in multi-type protected areas. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(14): 4794-4802.

多类型保护地生态承载力核算模型及应用

刘孟浩^{1, 2}, 席建超^{1, *}, 陈思宏^{1, 2}

1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

2 中国科学院大学, 北京 100049

摘要:生态承载力核算是进行保护地科学保护和有效利用的重要基础。多类型保护地是多种类型的保护地分布集中、相邻相连、交叉重叠的地理空间。研究将多类型保护地功能空间与生态系统服务相对应, 划分为生态空间、生产空间、生活空间和游憩空间, 在此基础上将多类型保护地生态承载力定义为生态系统在这四类空间中维持其重要生态系统服务功能的能力, 并将其划分为自然基础承载力、社会经济活动承载力以及游憩承载力, 构建了适用于多类型保护地的生态承载力核算框架模型。以三江源国家公园黄河源园区为案例区, 进行了生态承载力核算。研究能够为多类型保护地经济建设规模、结构与布局优化调控研究提供科学依据。

关键词:多类型保护地; 生态承载力; 核算模型

Ecological carrying capacity accounting model and application in multi-type protected areas

LIU Menghao^{1, 2}, XI Jianchao^{1, *}, CHEN Sihong^{1, 2}

1 Institute of Geographic Sciences and Natural Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

2 University of China Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: Ecological carrying capacity accounting is an important foundation of scientific protection and effective use of the protected areas. Multi-type protected areas are geographically distributed, adjacently connected, and overlapped areas. This study relates the functional space of multiple types of protected areas and the ecosystem services, and divides them into the ecological space, production space, living space and recreation space. On this basis, the ecological carrying capacity of multiple types of protected areas is defined as the ecosystem's ability to maintain its ecosystem services in those four types of space. The ecological carrying capacity of multiple types of protected areas is divided into natural foundational carrying capacity, socio-economic activity carrying capacity, and recreational carrying capacity. An ecological carrying capacity accounting framework model suitable for multi-type protected areas is constructed. This study takes the Yellow River Source Park of Sanjiangyuan National Park as a case area to evaluate its ecological carrying capacity. This study can provide a scientific foundation for research on the economic construction scale, structure and layout optimization of multi-type protected areas.

Key Words: multi-type protected areas; ecological carrying capacity; accounting model

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFC0506403); 国家自然科学基金项目(41671151)

收稿日期: 2019-05-18; 网络出版日期: 2020-04-28

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xijc@igsnr.ac.cn

建设以国家公园为主体的自然保护地体系是推动我国保护地体系改革的基本导向和关注重点^[1]。我国目前已形成包括自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、湿地公园、国家公园体制试点等保护地在内的多类型自然保护地体系^[2]。生态承载力将生态资源和环境问题统一考虑,将社会经济发展与生态系统联系起来,是进行自然保护地科学保护和有效利用的基础。确定适宜经济增长和自然保护和谐发展的生态承载力阈值,是保护地生态系统健康与可持续发展的重要保证。

各类型保护地的生态承载力是近年来学者们研究的热点问题之一。关于生态承载力的定义根据研究视角的不同而各有差异^[3],但总体而言,生态承载力的概念经历了物种^[4]、人口^[5]、资源^[6]、环境^[7]、资源环境^[8]、生态系统^[9]等视角的演变过程,逐步完善为对“自然资源-生态环境-社会经济”的复合生态系统综合承载能力和对承载对象所施加压力的反映^[10],具有多样性和综合性的特征^[11]。现有生态承载力的计算方法包括生态足迹法、状态空间法、人类净初级生产力占用法、指标评价法、系统动力学模型法和生态系统服务消耗评价法等,每种方法都有其各自的特点、侧重点、适用对象和适用范围^[3]。在国内保护地生态承载力的研究上,各学者利用不同的方法分别在国家公园^[12]、自然保护区^[13-14]、森林公园^[15]、地质公园^[16-17]、湿地公园^[18]、风景名胜区^[19]等不同类型保护地进行应用,丰富了生态承载力核算在保护地体系中的实证研究。

2019年6月,中共中央办公厅、国务院办公厅出台了《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》,指出要整合各类交叉重叠自然保护地,解决自然保护地区域交叉、空间重叠的问题,归并优化相邻自然保护地,实现对自然生态系统的整体保护。然而,现有的保护地生态承载力理论和实证研究大多针对单一类型保护地,并且根据保护目标侧重于核算其某一类承载力,尤其以旅游和环境承载力为多,且计算方法且以指标评价为主,定量核算较少。目前缺少一个适用于多类型保护地生态承载力核算的分析框架,能够对原有单一类型保护地生态承载力核算方法进行梳理与整合。因此,本研究尝试在理论分析的基础上,明确多类型保护地生态承载力的概念和内涵,建立适用于多类型保护地生态承载力的核算框架和模型,并以三江源国家公园黄河源园区为例,对保护地生态系统的生态承载力进行核算。

1 概念内涵

世界自然保护联盟将保护地定义为具有明确边界,经过法律或其他有效的方式得到认可、承诺和管理,以实现对自然及生态系统服务与文化价值进行长期保护的地理空间^[20]。基于研究目标,本文将“多类型保护地”定义为:存在多个类型的保护地分布集中、相邻相连、交叉重叠现象的地理空间。在这一概念下,多类型保护地生态承载力核算需要解决的问题是:如何对这些交叉重叠的地理空间中的生态承载力进行合理分类与整合。

前人所提出的生态承载力的概念根据研究问题的侧重点而有所不同^[3]。但根据相关研究的梳理,生态承载力的核算逐渐侧重于将生态系统作为一个整体考虑,即“自然资源-生态环境-社会经济”复合生态系统承载能力与承载对象压力的反映^[10]。从生态系统整体的角度来说,保护地是生态系统服务价值较高和较为敏感的区域^[21],即便不同类型保护地的保护对象、资源品质和利用强度有所差异^[22],其最终目标都可以归为对生态系统服务价值的保护和管理。因生物多样性的自然属性差异,在一定地理空间内会有某一类生态系统服务处于优势地位,因此,保护地的地理空间可以依据不同优势生态系统服务进行分类^[23]。在确定主导生态系统服务的地理空间范围之后,就可以根据不同地理空间承载对象的活动特征,识别出该空间内起主导作用的生态承载力。基于以上分析,本研究选择从生态系统服务的视角,对多类型保护地的地理空间进行基于主导功能的划分,将已有的保护地生态承载力核算方法进行整合,提出适用于多类型保护地生态承载力核算的框架。

生态系统服务是指人类从生态系统中所获得的效益和福祉,包括供给服务、调节服务、文化服务和支持服务四大类^[24]。其中支持服务是其他服务的基础^[25]。在国土空间规划理论中,生态系统的功能空间包括生态、生产和生活“三生空间”^[26],分别对应生态系统的生态功能、生产功能、生活功能。其中生态功能是指生

态系统与生态过程所形成的、维持人类生存的自然条件及其效用,对应于生态系统服务中的支持服务和调节服务;生产功能是指土地作为劳作对象直接获取或以土地为载体进行社会生产而产出各种产品和服务的功能,对应于供给服务;生活功能是指土地在人类生存和发展过程中所提供的各种空间承载、物质和精神保障功能,其中空间承载和物质保障对应于供给服务,精神保障对应于文化服务^[27]。此外,相对于其他类型的国土空间来说,保护地的游憩功能是其主导功能之一,对应于文化服务。综上,保护地的功能空间可以与生态系统服务相对应,从而划分为四类:生态空间、生产空间、生活空间和游憩空间。

保护地生态系统以提供生态系统服务为核心,具有一定的自我调节能力^[8],当外力与人为干扰的程度超过生态系统本身的承载与调节能力范围时,系统平衡和生态系统服务功能会被破坏。因此,保护地内所承载的一切活动都必须限制在生态系统所能承载干扰的阈值之内,这一承载阈值即保护地生态系统的承载力。本研究将多类型保护地生态承载力的定义为生态系统在保护地生态空间、生产空间、生活空间和游憩空间当中维持其重要生态系统服务功能的能力。如图 1 所示。

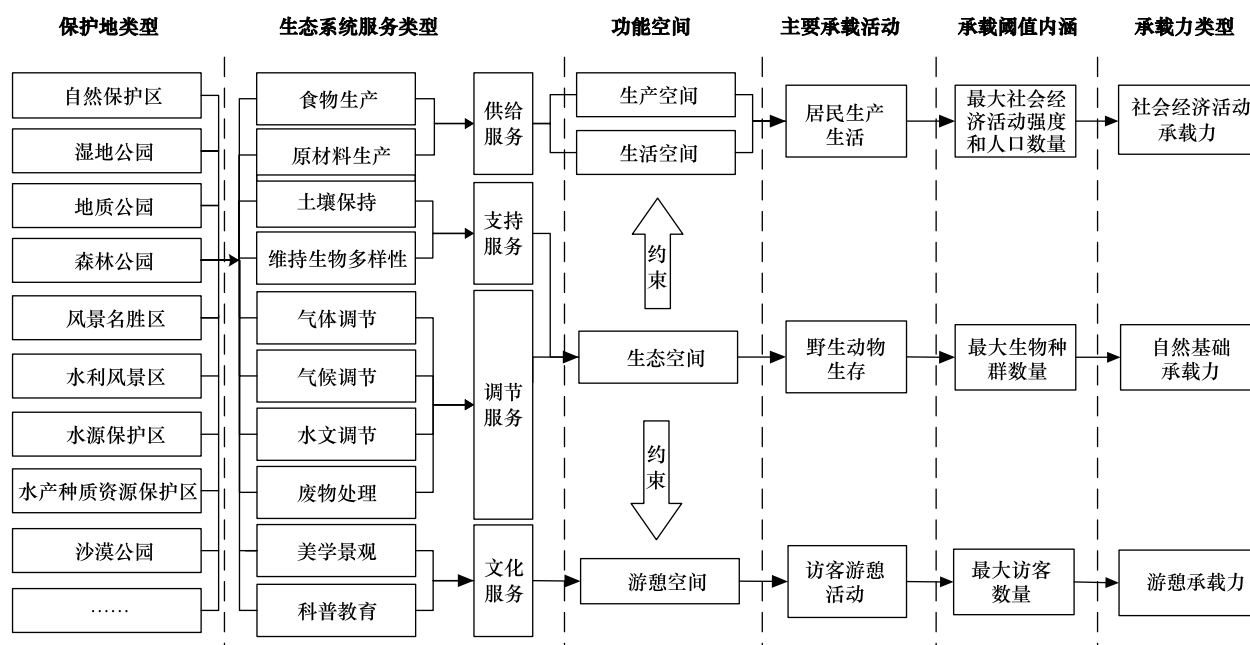


图 1 多类型保护地生态承载力核算框架

Fig.1 Accounting framework of multi-type protected areas ecological carrying capacity

其中,生态空间是各类型保护地的核心保护区域,是保护地维持生态系统原真性、维持生物多样性、水源涵养和水土保持功能的重要分区,是保护地珍稀野生动物的主要栖息地。生态空间主要提供支持服务和调节服务,是划分生产、生活、游憩空间的基础,对其他三类空间的分布起到约束作用。由于人类活动在此受到严格限制,生态空间主要承载对象及其活动为野生动物的生存活动,一旦野生动物种群数量超过阈值,可能会造成植被的破坏和生物多样性的降低,从而影响保护地生态系统的支持和调节服务功能。因此,承载阈值的内涵是保护地维持野生动物生存的最大种群数量,生态承载力的类型为自然基础承载力。

生产空间和生活空间为原住民居住的区域,生态系统主要提供食物生产和原材料生产的供给服务,承载的活动为原住民的日常生产生活活动,生产活动对于供给服务的消费不能超过生态系统提供的上限,以此限定社会经济活动的规模。同时,生产和生活空间受生态空间的约束,人类生产、生活产生的废气、废水、废物排放不能对生态系统产生破坏,以此限定区域的人口规模。由于生产空间和生活空间均以供给服务为主导,在承载力核算时可以合并为一类。因此在生产空间和生活空间,承载阈值的内涵是当地主要产业类型的最大生产规模,以及满足一定生活水平条件下的原住民人口数量。生态承载力的类型为当地社会经济活动承载力。

游憩空间是在不损害生态系统功能前提下开展游憩活动的区域,主要提供文化服务,包括美学景观的观赏和科普教育。游憩空间承载的活动为访客的游憩活动,受生态空间的约束。但与生产空间和生活空间所不同的是,由于多类型保护地以保护自然生态系统为主要目的,游憩活动取决于项目和线路设计,呈点、线状分布,游憩功能可以同时存在于生态、生产、生活空间之中,因此游憩空间是同时叠加在三者之上的一类空间(图2)。游憩空间内承载阈值的内涵为特定的游览区域面积和线路所能容纳的最大访客容量,生态承载力的类型为游憩承载力。

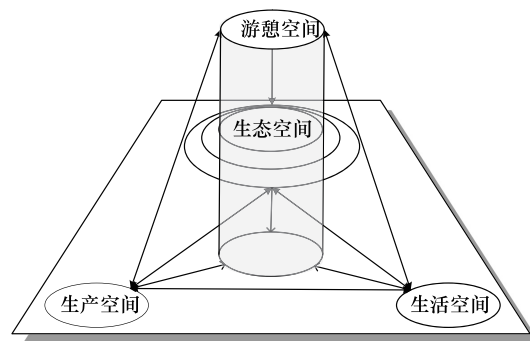


图2 保护地四类空间分布模式

Fig.2 Spatial distribution patterns of protected areas

2 模型架构

多类型保护地生态承载力核算模型(MPECC)可以表示为:

$$\text{MPECC} = f(\text{NCC}, \text{SCC}, \text{RCC}) \quad (1)$$

式中,NCC为自然基础承载力;SCC为当地社会经济承载力;RCC为游憩承载力。 $f(x)$ 是NCC、SCC和RCC的内部逻辑关系的数学表达式。

2.1 自然基础承载力

参考国际通用的环境容纳量计算公式^[28],根据计算野生动物栖息地内营养供应量和个体的需求量计算自然基础承载力(NCC),可以表示为:

$$\text{NCC} = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i \times F_i)}{R_q \times D} \times \theta \quad (2)$$

式中, n 为主要食物种类; B_i 为主要食物*i*的可食食物量(kg), F_i 为主要食物*i*的营养含量; R_q 为野生动物个体每天需要摄入的营养量(kg/d), D 为野生动物占据栖息地的天数(d)。考虑到季节因素、野生动物栖息地适宜度的不同与保护地保护目标的差异,将 θ 设为野生动物对栖息地食物资源的占有率^[29]。

2.2 社会经济活动承载力

参考基于生态系统服务的生态承载力评估模型^[30],根据保护地生态系统服务的供给量和人类活动(生活和生产)对供给服务的消耗量,取第*i*类供给服务所能支撑的人口数量的最小值及其对应的经济规模作为社会经济活动承载力(SCC)。计算公式如下:

$$\text{SCC}_{pi} = \frac{\text{TES}_i}{\text{ESP}_i} = \frac{\text{TES}_i}{\text{LESP}_i + \text{PESP}_i} = \frac{\text{TES}_i}{\text{LESP} + \text{PGDP} \times \text{PPESP}_i} \quad (3)$$

$$\text{SCC}_p = \min(\text{SCC}_{p1}, \text{SCC}_{p2}, \text{SCC}_{p3}, \dots, \text{SCC}_{pi}) \quad (4)$$

$$\text{SCC}_E = \text{SCC}_p \times \text{PGDP} \quad (5)$$

其中: SCC_{pi} 为第*i*类供给服务的生态承载力的人口规模; SCC_E 为基于生态系统服务的生态承载力的经济规模; TES_i 为第*i*类供给服务总量; ESP_i 为人类活动(生活和生产)对第*i*类供给服务的人均消耗; LESP_i 为人类生活对第*i*类供给服务的人均消耗; PESP_i 为人类生产活动对第*i*类供给服务的人均消耗; PGDP 为人均生产总值; PPESP_i 为区域单位产值对应的生产活动对第*i*类供给服务的消耗量。

2.3 游憩承载力

参考国家标准中的旅游容量计算方法^[31],采用面积法、卡口法、游路法三种测算方法,因地制宜加以选用或综合运用,计算游憩空间访客容量,并结合各游憩空间所在区域的保护目标计算保护地总游憩承载力

(RCC), 计算公式如下:

$$C_s = D \times N = \frac{t_1}{t_3} \times N = \frac{(H - t_2) \times N}{t_3} \quad (6)$$

$$C_t = C_{t1} + C_{t2} = \frac{M_1}{m} \times D + \frac{M_2}{m + m \times E/F} \times D \quad (7)$$

$$C_a = \frac{A}{a} \times D \quad (8)$$

$$RCC = \frac{t}{T} \times C \quad (9)$$

式中, C_s 为卡口法计算出的访客容量; D 为日周转率, D = 游憩空间开放时间/游览所需时间。 N 为每批游客人数(人次); t_1 为每天游览时间(h), $t_1 = H - t_2$; t_3 为两批游客相距时间(h); H 为景区每天的开放时间(h); t_2 为游完全程所需时间(h)。 C_t 为线路法计算出的访客容量, 即完全游道和不完全游道的访客容量之和; C_{t1} 为完全游道法, 其中 M 为游道全长(m); m 为每位游客(或车辆)占用合理游道(或线路)长度(m); C_{t2} 为不完全游道法, 其中 F 为游完不完全游道所需时间; E 为沿不完全游道返回所需时间。 C_a 为面积法计算的日环境容量, A 为游憩空间的可游览面积(m^2); a 为每位游人应占有的合理面积(m^2)。 RCC 为该区域日游憩承载力(人次/d); t 为游完某观光区或游道所需的时间; T 为游客每天游览最合理的时间; C 为日访客容量(人次)。

2.4 适用范围与参数设定

多类型保护地的原有功能分区存在交叉重叠的现象。自然保护区按被保护的重要性和可利用性, 通常划分为核心区、缓冲区、实验区或游憩区^[32]。因此, 在进行生态承载力核算时, 空间范围的界定可以在各类保护地现有功能分区的基础上, 以保持生态系统完整性为原则, 遵从保护面积不减少、保护强度不降低、保护性质不改变的总体要求, 将功能分区对应于相应的生态、生产、生活、游憩功能空间, 合理确定承载力核算的边界范围。

对于三类承载力, 分别参照相关文献中的方法^[30, 33-34]; 搜集统计数据、调查数据, 计算出每一类生态系统服务的供给量和承载对象的个体消耗量。由于不同类型保护地的保护目标和社会经济发展现状不一, 达到承载力的精确核算较为困难, 因此需要根据案例区的自然属性、生态价值和管理目标对承载力核算中生态系统服务消耗量设置相应的约束参数。部分参数可能会因保护地类型的不同而有所差异, 在实际应用中应根据保护目标进行合理赋值。其中, 在进行自然基础承载力的核算时, 需要根据季节设定野生动物对食物资源占有率的3种情景, 即50%(低)、70%(中)、90%(高); 社会经济活动承载力的核算以当地人民生活水平发展目标作为约束条件; 在游憩承载力的核算中, 游憩活动的开展必须以服从生态保护目标为前提, 因此游憩承载力的约束参数弹性较大, 应结合保护地保护目标和生态系统服务的实际情况进行合理设定(表1)。

3 案例研究——以三江源国家公园黄河源园区为例

3.1 案例区概况

三江源地区是青藏高原生态系统的典型代表区域, 是青藏高原特有物种的物种多样性、遗传多样性和生态系统多样性保护的重要区域。是青藏高原生态屏障重要的组成部分。三江源国家公园是中国首个国家公园体制试点区, 包括黄河源、长江源、澜沧江源3个子园区。黄河源园区位于果洛州玛多县境内, 占玛多县面积的80%, 介于东经97°1'20"—99°14'57", 北纬33°55'5"—35°28'15"之间, 面积1.91万 km^2 。在其范围内有扎陵湖、鄂陵湖2处国际重要湿地、自然保护区核心区和缓冲区、扎陵湖-鄂陵湖国家级水产种质资源保护区、黄河源水利风景区等, 属于多类型保护地。园区内包含19个行政村, 居民以藏族为主, 经济结构单一, 主体产业仍为传统畜牧业。黄河源园区中核心保育区面积0.86万 km^2 ; 生态保育修复区0.24万 km^2 , 传统利用区面积0.81万 km^2 。其中核心保育区和生态保育修复区是野生动物的重要栖息地, 植被类型以高寒草原和高寒草甸

为主。草地面积为 8057.64 km²^[35]。

表 1 多类型保护地生态承载力数据获取与参数设定

Table 1 Accounting method and parameter setting of ecological carrying capacity in protected areas				
承载力类型 Type of carrying capacity	承载活动 Carried activities	供给量获取方法 Supply acquisition method	消耗量获取方法 Consumption acquisition method	参数设定 Parameter setting
自然基础承载力 Natural foundational carrying capacity	野生动物生存活动	实地调样、遥感法计算保护地植被生物量	通过采集野生动物粪便分析其食性和摄入量	根据季节、食物共享等情景设置不同食物资源占有率: 50% (低)、70% (中)、90% (高)
社会经济活动承载力 Socio-economic activity carrying capacity	当地原住民生产生活活动	调查收集当地食物、原材料产量;废物回收能力	调查统计当地居民生产生活对各类资源的消耗水平,废物排放量	根据当地人均 GDP 或人均纯收入目标进行经济规模计算
游憩承载力 Recreational carrying capacity	访客游憩活动	调查收集保护地游憩空间面积、游览线路长度、开放时间	调查人均游览时间、线路占用长度	根据游憩空间所在区域的保护目标设定合理人均占有面积和线路长度

3.2 模型与数据

本文构建了三江源国家公园黄河源园区生态承载力核算模型,通过对保护地生态系统供给能力的计算和承载对象消耗量的统计,计算自然基础承载力、社会经济活动承载力和游憩承载力。由于黄河源园区内的原住民主要为农牧业人口,且平均人口密度仅 0.5 人/km²,畜牧业是为生态系统提供供给服务的主要来源,因此社会经济活动承载力模型也进行相应简化。相关数据来自遥感图像解译、青海省统计年鉴、玛多县统计资料及年鉴、三江源国家公园规划以及相关文献(表 2)。

表 2 数据内容及来源
Table 2 Data and source

承载力类型 Type of carrying capacity	保护地空间 Type of space	对应功能分区 Functional division	供给量 Supply amount	消耗水平 Consumption level	参考文献 References
自然基础承载力 Natural foundational carrying capacity	生态空间	核心保育区、生态保育恢复区	野生动物适宜栖息地面积、产草量	野生动物食性	[36]
社会经济活动承载力 Socio-economic activity carrying capacity	生产空间、生活空间	传统利用区	草畜平衡区面积、产草量	牧民牲畜自食量、人均纯收入、牲畜出栏率	[37]
游憩承载力 Recreational carrying capacity	游憩空间	核心保育区、生态保育恢复区、传统利用区	景区面积、道路长度	人均合理面积、合理游道长度	[35]

3.3 结果与分析

3.3.1 自然基础承载力

黄河源园区内的核心保育区和生态保育修复区是野生动物的重要栖息地,植被类型以高寒草原和高寒草甸为主。草地面积为 8057.64 km²,占黄河源区总面积的 57.67%。黄河源园区的平均产草量为 339.10 kg/hm²^[33]。黄河源园区内广泛分布的大型食草野生动物为藏野驴和藏原羚,其在栖息地的分布密度之比约为 3:1^[38]。每只藏野驴换算为 4 个羊单位,每只藏原羚换算为 0.5 个羊单位^[36]。经计算可得,黄河源区可以承载的野生动物为 283993 个羊单位。由此可得黄河源区在不同食物占有率情况下两种野生动物的承载力。根据三江源国家公园规划中植被覆盖率目标,分别计算出 2020、2025 和 2035 年不同食物占有率下的自然基础

承载力(表3)。

表3 自然基础承载力核算结果
Table 3 Natural foundation carrying capacity

年份 Year	野生动物数量/羊单位 Number of wild animals	代表性野生动物/头 Population numbers	食物占有率 Occupancy rate of food		
			50%	70%	90%
2020	397590	藏野驴	47711	66795	85880
		藏原羚	15904	22265	28627
2025	556627	藏野驴	66795	93513	120231
		藏原羚	22265	31171	40077
2035	779277	藏野驴	93513	130919	168324
		藏原羚	31171	43640	56108

3.3.2 社会经济活动承载力

黄河源园区传统利用区面积为 8708.5 km²,产草量 339.10 kg/hm²。根据维持草畜平衡的要求,由载畜量计算公式^[39]可得,传统利用区的供给量,即可以承载的家畜数量为 134843 羊单位。2017 年一个羊单位售价 1000 元,青藏高原牧民平均每人每年食用肉类 80 kg,约合 5.5 个羊单位,人均其他日常用品消费支出 3793.89 元,合 3.79 羊单位,由此得出 2017 年当地牧民生活成本为 9.3 个羊单位。2017 年玛多县牲畜出栏率为 30%。按照三江源国家公园规划,2017 年三江源国家公园牧民人均纯收入应达到 7500 元,经人均消费占有量公式^[37]计算后,得到规划目标下牧民人均消费占有量为 32.75 个羊单位。结合上文计算出的黄河源园区理论载畜量,可得黄河源园区 2017 年的合理牧业人口承载力为 3112 人。根据三江源国家公园植被覆盖率和牧民人均纯收入的目标,结合玛多县统计公报和相关文献数据^[36]分别计算出 2020、2025 和 2035 年的载畜量(经济规模)与合理牧业人口承载力(表4)。

表4 社会经济活动承载力核算结果
Table 4 Carrying capacity of social and economic activity

年份 Year	牧业载畜量/羊单位 Grazing capacity				牧民人均纯 收入/元 Herdsmen's per capita income	人均消费占 有量/羊单位 Per capita consumption	牧业人口 承载力/人 Population of livestock
	总量	藏羊	家牦牛	马			
	Total number	Tibetan sheep	Yak	horse			
2020	188780	102194	70846	1156	10500	53.33	3540
2025	264291	143072	99184	1618	14000	65.00	4066
2035	370008	200300	138858	2266	25000	101.67	3639

3.3.3 游憩承载力

本研究以黄河源园区生态空间内重要的游憩空间——扎陵湖和鄂陵湖保护分区核心区为例,计算其游憩承载力。由于海拔因素和生态保护的要求,设定三江源国家公园的生态体验方式为乘坐车辆,按既定线路进行游览。该区域同时为国家公园的核心保育区、自然保护区的核心区和缓冲区、国际及国家重要湿地、国家水产种质资源保护区和国家水利风景区^[35],属多类型保护地。核心区道路长度 98.06 km。根据世界各国国家公园的相关规定,园区内车速一般控制在 40 km/h 以内,车辆容量为 8 人/车次。景区日开放时间为 8 h。设核心保育区合理车距为 5 km,则通过线路法计算可得,该区域日游憩承载力约 200 人次/d。在确定保护地游憩空间和游览路线之后,保护地整体游憩承载力可以依托各空间内生态体验与环境教育项目和线路进行具体核算。

4 结论和讨论

4.1 结论

研究以建立适用于多类型保护地的生态承载力核算方法为目标,通过分析生态系统服务与保护地功能空

间的对应关系发现,多类型保护地虽然空间上交叉重叠,但是从空间功能出发,可以划分为生态空间、生产空间、生活空间和游憩空间,分别对应于生态系统的支持和调节服务、供给服务以及文化服务。在此基础上,研究将多类型保护地的生态承载力划分为自然基础承载力、社会经济活动承载力以及游憩承载力,通过对现有方法的比对和选择,构建了适用于多类型保护地的生态承载力核算框架,进一步提出了模型。并以三江源国家公园黄河源园区为案例区,根据规划设定的目标,对其 2020、2025 和 2035 年的自然基础承载力和社会经济活动承载力,以及当前的游憩承载力进行了核算。本研究解决了目前多类型保护地的生态承载力缺少基础理论分析和统一核算框架的情况,为多类型保护地经济建设规模、结构与布局优化调控的科学基础,对于建设以国家公园为主体的多类型保护地体系具有重要意义。

4.2 讨论

本研究构建的多类型保护地生态承载力核算模型,是在当前“建立以国家公园为主体的自然保护地体系”对交叉重叠和相邻的各个类型保护地进行整合和归并优化的需求下提出的。与传统的单类型保护地生态承载力核算方法相比,本研究将生态系统服务与多类型保护地的功能空间相对应,将多类型保护地的生态承载力核算方法整合到同一框架中,作为一个整体空间进行分析,具有综合性和创新性。本研究从生态系统服务出发提出多类型保护地生态承载力的概念,既考虑了不同类型保护地的共性特征以及核算方法的普适性,避免了以往保护地生态承载力核算中各有侧重和计算空间重叠的现象,又在参数设定中体现了空间差异性,使其适用于多类型保护地的实际情况。

本研究提供了一个概念框架模型,根据多类型保护地的特征,选取了每一类承载力中比较成熟且具备普适性的方法进行计算,并未将现有生态承载力核算方法进行整体梳理,因此在每一类承载力核算方法选择标准和依据上,还有待进一步拓展和创新;此外,由于数据获取的限制,本研究案例应用中对于游憩承载力的核算不够详细,在后续的研究中,有待根据多类型保护地的实际情况对模型进行完善。

参考文献 (References):

- [1] 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.
- [2] 钟林生, 邓羽, 陈田, 田长栋. 新地域空间——国家公园体制构建方案讨论. 中国科学院院刊, 2016, 31(1): 126-133.
- [3] 赵东升, 郭彩霞, 郑度, 刘磊, 吴绍洪. 生态承载力研究进展. 生态学报, 2019, 39(2): 399-410.
- [4] Decker D J, Purdy K G. Toward a concept of wildlife acceptance capacity in wildlife management. Wildlife Society Bulletin, 1988, 16(1): 53-57.
- [5] Catton Jr W R. Carrying capacity and the death of a culture; a tale of two autopsies. Sociological Inquiry, 1993, 63(2): 202-223.
- [6] Wackernagel M, Rees W E. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: economics from an ecological footprint perspective. Ecological Economics, 1997, 20(1): 3-24.
- [7] 王中根, 夏军. 区域生态环境承载力的量化方法研究. 长江职工大学学报, 1999, 16(4): 9-12.
- [8] 高吉喜. 可持续发展理论探索: 生态承载力理论、方法与应用. 北京: 中国环境科学出版社, 2001: 219-225.
- [9] 谢高地, 曹淑艳, 鲁春霞. 中国生态资源承载力研究. 北京: 科学出版社, 2011: 21-30.
- [10] 叶菁, 谢巧巧, 谭宁焱. 基于生态承载力的国土空间开发布局方法研究. 农业工程学报, 2017, 33(11): 262-271.
- [11] 王开运, 邹春静, 张桂莲. 生态承载力复合模型系统与应用. 北京: 科学出版社, 2007: 146-163.
- [12] Nahonyo C L, Sangu G. Ecological carrying capacity of Saanane Island proposed National Park, Mwanza, Tanzania. Tanzania Journal of Science, 2017, 43(1): 123-137.
- [13] 蔡海生, 朱德海, 张学玲, 赵小敏. 鄱阳湖自然保护区生态承载力. 生态学报, 2007, 27(11): 4751-4757.
- [14] 刘庄, 沈渭寿, 车克钧, 邹长新, 张慧. 祁连山自然保护区生态承载力分析与评价. 生态与农村环境学报, 2006, 22(3): 19-22, 75-75.
- [15] 陈丽军, 赵希勇, 苏金豹, 万志芳. 中国森林公园旅游发展水平与生态承载力关系分析. 世界林业研究, 2019, 32(3): 106-111.
- [16] 郭文栋, 梁雪石, 魏延军, 郑福云, 聂晶, 乔磊, 袁红梅, 崔玲. 五大连池国家地质公园生态承载力综合评价指标体系研究. 国土与自然资源研究, 2018, (4): 58-60.
- [17] 方璐, 崔彬. 我国地质公园资源承载力综合评价指标体系研究. 资源与产业, 2017, 19(1): 66-72.
- [18] 汪辉. 基于生态旅游的湿地公园规划[D]. 南京: 南京林业大学, 2007.
- [19] 王群, 章锦河, 杨兴柱. 黄山风景区水生态承载力分析. 地理研究, 2009, 28(4): 1105-1114.

- [20] 朱春全. IUCN 自然保护地管理分类与管理目标. 林业建设, 2018, (5): 19-26.
- [21] Borrini-Feyerabend G, Dudley N, Jaeger T, Lassen B, Broome N P, Phillips A, Sandwith T. Governance of Protected Areas: From Understanding to Action. Gland, Switzerland: IUCN, 2013.
- [22] 赵智聪, 彭琳, 杨锐. 国家公园体制建设背景下中国自然保护地体系的重构. 中国园林, 2016, 32(07): 11-18.
- [23] 吕偲, 曾晴, 雷光春. 基于生态系统服务的保护地分类体系构建. 中国园林, 2017, 33(8): 19-23.
- [24] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 曹淑艳, 肖玉. 生态系统服务的供给、消费和价值化. 资源科学, 2008, 30(1): 93-99.
- [25] 傅伯杰, 于丹丹, 吕楠. 中国生物多样性与生态系统服务评估指标体系. 生态学报, 2017, 37(2): 341-348.
- [26] 黄金川, 林浩曦, 漆潇潇. 面向国土空间优化的三生空间研究进展. 地理科学进展, 2017, 36(3): 378-391.
- [27] 李广东, 方创琳. 城市生态—生产—生活空间功能定量识别与分析. 地理学报, 2016, 71(1): 49-65.
- [28] Hobbs N T, Swift D M. Estimates of habitat carrying capacity incorporating explicit nutritional constraints. The Journal of Wildlife Management, 1985, 49(3): 814-822.
- [29] 董世魁, 武晓宇, 刘世梁, 苏旭坤, 吴娱, 石建斌, 李晓文, 张翔, 许东华, 翁晋. 阿尔金山自然保护区基于野牦牛、藏野驴、藏羚羊适宜栖息地的生态容量估测. 生态学报, 2015, 35(23): 7598-7607.
- [30] 曹智, 闵庆文, 刘某承, 白艳莹. 基于生态系统服务的生态承载力: 概念、内涵与评估模型及应用. 自然资源学报, 2015, 30(1): 1-11.
- [31] 住房和城乡建设部. GB/T 50298—2018 风景名胜区总体规划标准. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
- [32] 黄丽玲, 朱强, 陈田. 国外自然保护地分区模式比较及启示. 旅游学刊, 2007, 22(3): 18-25.
- [33] 杨淑霞, 冯琦胜, 孟宝平, 高金龙, 葛静, 梁天刚. 三江源地区高寒草地地上生物量时空动态变化. 草业科学, 2018, 35(5): 956-968.
- [34] 陈良, 鲍毅新. 野生动物环境容纳量的研究现状. 浙江师范大学学报: 自然科学版, 2006, 29(4): 448-454.
- [35] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 三江源国家公园总体规划. (2018-01-12). http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbghwb/201801/t20180117_874117.html/.
- [36] 杨帆, 邵全琴, 郭兴健, 李愈哲, 王东亮, 张雅娴, 汪阳春, 刘纪远, 樊江文. 玛多县大型野生食草动物种群数量对草畜平衡的影响研究. 草业学报, 2018, 27(7): 1-13.
- [37] 朱夫静. 基于遥感模型的三江源区合理牧业人口规模测算[D]. 南昌: 东华理工大学, 2016.
- [38] 蔡振媛, 覃雯, 高红梅, 吴彤, 迟翔文, 杨俊东, 苗紫燕, 张婧捷, 宋鹏飞, 连新明, 苏建平, 张同作. 三江源国家公园兽类物种多样性及区系分析. 兽类学报, 2019, 39(4): 410-420.
- [39] 中华人民共和国农业部. NY/T 635—2002 天然草地合理载畜量的计算. 北京: 中国标准出版社, 2003.