

DOI: 10.5846/stxb201904140746

马冰然, 曾维华, 解钰茜. 自然公园功能分区方法研究——以黄山风景名胜区为例. 生态学报, 2019, 39(22): - .

Ma B R, Zeng W H, Xie Y X. The Functional Zoning Method for Natural Parks: a Case Study of Huangshan Scenic Area. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(22): - .

自然公园功能分区方法研究 ——以黄山风景名胜区为例

马冰然, 曾维华*, 解钰茜

北京师范大学环境学院, 北京 100875

摘要: 为了推进生态文明和美丽中国建设, 合理利用自然资源, 促进人与自然的和谐, 我国提出“国家公园体制”并要求对保护地体系进行优化完善。功能分区作为保护地规划与管理中最相关的过程, 是保护地体系优化的重要方面。自然公园作为多类型保护地的一个组成部分, 其功能分区还存在着对生态与经济协调发展考虑不充分, 缺乏综合性的分区研究等问题, 不利于保护地的可持续发展。因此, 为了推进保护地体系的优化与完善, 从综合管理的角度出发, 本研究基于不可替代性、生态脆弱性、景观资源评价和经济建设的适宜性等方面提出了自然公园的功能分区方法, 并以黄山风景名胜区为例进行了分区研究。本研究认为, 自然公园的功能分区可包括生态保育区、景观保护区和经济发展区三个一级区, 生态保育区可以分为核心生态保育区和重要生态保育区, 景观保护区可以分为核心景观保护区和重要景观保护区, 经济发展区可以分为游憩区、农业区和居住区。

关键词: 自然公园; 功能分区; 不可替代性; 生态脆弱性; 景观资源评价; 适宜性

The Functional Zoning Method for Natural Parks: a Case Study of Huangshan Scenic Area

MA Bingran, ZENG Weihua*, XIE Yuxi

School of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract: To promote the construction of an ecological civilization and an eco-friendly China, a rational use of natural resources, and harmony between human beings and nature, China has proposed a "national park system", seeking for the optimization and improvement of the complete protected areas system. Functional zoning, the most relevant process in protected area planning and management, is an integral part of the optimization of the system. Natural parks, an important part of these protected areas, also have many problems with functional zoning; for example, the inadequate coordination between the development of both the ecology and economy and the lack of studies for a comprehensive planning have not led to a sustainable development of these protected areas. Therefore, to solve these zoning issues, this study proposes a comprehensive functional zoning method for natural parks, applying it to the Huangshan Scenic Area as an example. The method is based on the assessment of irreplaceability, ecological vulnerability, condition of landscape resources, and ecological suitability. From a functional perspective, natural parks can be first divided into protected ecological, protected landscape, and developmental zones. Both the protected ecological and landscape zones can be further subdivided into core and important zones. In addition, the developmental zone can be further subdivided into recreational, agricultural, and living zones.

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFC0506403)

收稿日期: 2019-04-14; 修订日期: 2019-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zengwh@bnu.edu.cn

Key Words: natural park; function zoning; irreplaceability; ecological vulnerability; ecological suitability

随着生态文明建设的不断深入,党的十八届三中全会上,首次提出了将“国家公园”作为推动生态文明建设、整合自然保护地的重要体制改革内容。2017年9月,中共中央办公厅、国务院办公厅联合印发《建立国家公园体制总体方案》,要求理清各类自然保护地关系,推进“建立以国家公园为主体的自然保护地体系”。2018年国家机构改革,在国家林业和草原局加挂国家公园管理局牌子,这对统一管理各种类型保护地起到了积极作用。根据唐芳林的研究,在建立国家公园体制的背景下,我国的自然保护地可以划分为三类,即国家公园、自然保护区和自然公园^[1]。建设自然公园的主要目的是生态保育,兼顾教育、科研、游憩等功能。自然公园通常具有典型性的自然生态系统、自然遗迹和自然景观,并与人文景观相融合,具有生态、观赏、科学及文化价值,在保护第一的前提下可供人们进行游赏、科学研究或文化活动^[1]。自然公园包括风景名胜区、地质公园、森林公园、湿地公园、沙漠公园、海洋特别保护区、水利风景区、城市湿地公园和草原风景区(公园)等。

进行功能分区是保护地管理的基础,是保护地管理的一个主要规定性工具^[2]。分区就是将具体的用途分配给土地单元,它需要对土地单元的属性进行科学的评估并明确其在空间上的分布,进一步决定在哪里实施保护措施,在哪里限制或加强某些活动^[3-4]。不论是国家公园、自然保护区还是自然公园,分区都是规划中最相关的过程。表1总结了部分国内学者针对不同类型的自然公园所进行的分区研究。这些研究在分区指标、分区类型上都有所不同,并适当参考了相应类型法定文件中对分区的规定。

表1 国内自然公园功能分区研究
Table 1 Studies on function zoning of domestic protected areas

名称 Name	研究学者 Research scholars	研究对象 Research objects	分区指标 Zoning indicators	分区方法/技术 Zoning methods/ techniques	分区类型 Zoning types
风景名胜区 Scenic area	庄优波、 杨锐 ^[5] (2006)	黄山风景名胜区	现状、资源评价、发展战略	—	资源核心保护区、资源低强度利用区、资源高强度利用区、社区协调区(各大区再分小区)
	崔少征 ^[6] (2013)	广西花山风景名胜区	水体、地形、地质、动物、植物、人口、环境污染等	综合评价指数法	危机区、不利区、稳定区、有利区
	张薇 ^[7] (2010)	溱湖风景名胜区	生态敏感评价和景观评价	不同评价等级组合	核心保护区、重点保护区、生态缓冲区、适度开发区、外围协调区
森林公园 Forest park	张瑞 ^[8] (2009)	灵石国家森林公园	景观敏感度和森林公园旅游的客源分析	因子叠加法	森林游览区、游乐区、野营区、接待服务区、生产经营区、管理及生活区
	孙盛楠,田国行 ^[9] (2014)	天池山森林公园	可达性、偏僻程度、视觉特征、场地限制、游客管理、社会相遇、游客冲击	游憩机会类别-综合指数法	生态保育区、核心景观区、一般游憩区、管理服务区
湿地公园 Wetland park	蒋敏 ^[10] (2007)	南沙城市湿地公园	—	—	湿地生态保护区,湿地景观培育区,湿地游览区,外围保护地带
地质公园 Geopark	王兴贵等 ^[11] (2006)	四川万源八台山省级地质公园	地质遗迹、类型、特点、旅游开发现状、紧急发展	综合分析	保护区、旅游观光区和服务区

这些研究对自然公园功能分区进行了有益的探索,但仍存在一定的不足。首先,自然公园中涉及功能分区的研究主要集中在风景名胜区和森林公园,而湿地公园和地质公园的分区研究还较为薄弱,有的研究没有

给出具体的分区指标体系^[10],甚至不清楚具体使用的分区方法^[5,10]。其次,生态保护与经济协调发展的协调性考虑不充分,对生态保护体现不足,如有的研究中不包含生态保护的指标^[9],或者不分配生态保育区^[8]等。此外,自然保护区和国家公园都已出台相应的功能区划规程或规范,而自然公园还没有一套较为完整与普适的功能区划文件。虽然自然公园的类型很多,但为了统一管理和精细化差异管控,促进自然公园生态功能协同提升,一套普适的自然公园功能分区方法和模式就显得尤为重要。因此,本研究针对自然公园缺乏统一普适功能分区方法和模式的问题,从生态保护与经济建设协调发展的角度出发,构建自然公园的功能分区指标体系和方法过程,并以黄山风景名胜区为例进行功能分区研究,以期对自然公园的统一精细化管理提供参考。

1 分区方法

1.1 自然公园属性分析及区域划分

自然公园与国家公园、自然保护区既有联系又有区别。通过对比国家公园定义^[12]、自然保护区定义^[13]和自然公园定义^[1]可以看出,国家公园所保护的生态系统面积较大,注重保护生态系统的原真性和完整性,且坚持国家代表性;自然保护区则注重保护自然生态系统、珍稀濒危野生动植物以及具有特殊意义的自然遗迹,是国家公园的补充^[1]。自然公园面积相对较小,分布更为广泛,是三种保护地类型中与人类最为接近的类型。自然公园依托自然生态系统,具有丰富的生物多样性,对自然公园进行生态保育是必要的。自然公园的景观价值较高,自然景观与人文景观相互融合,具有较高的观赏性和文化特征,不同自然公园的景观又具有其独特性。例如,黄山风景名胜区有大量的地质景观、文化景观、水域景观和古树景观^[14];灵通山地质公园主要地质遗迹 40 余处,同时还有宗教建筑 and 非物质文化遗产等^[15]。利用方面,相比国家公园和自然保护区,自然公园对“利用”的需求更强,利用与保护的冲突更大,更需要科学的分区以实现保护与利用的双赢^[1,4]。根据前文各类型保护地属性的对比分析、已有自然公园功能分区研究以及案例区实地调研访谈,本研究认为自然公园的生态保护、景观保护都是十分重要的内容,需要在分区过程和分区结果中体现。此外,自然公园重要的生态服务功能和独特的景观使得自然公园具有游憩、科研、教育等价值,自然公园内部也存在着一定的原住民,因此在保护第一的前提下,需要设置可以适度发展与利用的区域,以保证原住民生活,同时让非原住民从生态和景观中获益。因此,自然公园的分区可以从生态保护、景观保护和经济发展(利用)三个方面构建指标体系,形成生态保育区、景观保护区和经济发展区三个不同分区,并进一步根据评价结果构建二级分区。

1.2 分区过程

1.2.1 分区单元的确定

分区单元可以是规则的网格或六边形,但为了反映研究区的自然属性特征以及景观的完整性可使用 DEM 数据,利用 ArcGIS 的水文分析功能获得的汇水单元作为分区的基本单元^[16]。

1.2.2 分区指标体系的确定

前文提到,自然公园依托自然生态系统,具有一定的生物多样性,也分布着一定数量的珍稀濒危物种,因此生态保护方面可从珍稀濒危物种情况、生态系统性质和所受的干扰出发,选择不可替代性和生态脆弱性两方面构建分区评价的指标体系。其中,不可替代性的概念来自系统保护规划^[17],它取决于研究区的生物多样性特征(保护对象属性及其空间分布等)和保护目标,体现了一个分区单元在实现整体保护目标中的重要性程度,反映生物多样性保护价值的空间分异规律^[18]。不可替代性的计算有助于明确保护的优先性,有助于通过较少的成本获得较大的生物多样性保护成效。在 marxan 的说明书中提到,不可替代性也被称为选择频率,即在所有最终解决方案中分区单元被选择的次数。选择的次数越多的单元其对保护生物多样性也就越重要,不可替代性值也就越高。不可替代性的计算可通过 C-plan 或 marxan 软件完成。生态脆弱性是指一个系统易受气候变化或人类活动带来的负面影响的程度^[19-20]。由于人类活动不断增强,对自然公园的脆弱性状况需要得到关注,需要在分区过程中体现。目前,比较权威的人地耦合系统脆弱性包括暴露度(Exposure)、敏感性(Sensitivity)和适应力(Adaptive Capability)三个构成要素^[21-22]。

景观保护方面,富有特色的景观资源是自然公园的重要特征,可根据自然公园景观资源的特点,从景点的美观程度、奇特程度、景点的类型、分布情况、数量、历史文化特征等方面来构建指标体系,通过问卷调查和专家打分的方法对景观资源进行评价,以确定景观资源的不同价值。

自然公园在利用上包括诸多方面。原住民需要保证基本生活需求,如居住和一定的农业生产,可以从居住适宜性和农业适宜性等方面构建指标体系;对于非原住民则主要考虑自然公园对游憩、科研和教育的作用,而其中科研和教育在一定程度上可以与游憩功能合并。在考虑利用的分区则主要考虑游憩的适宜性。在具体构建指标体系的过程中,可主要考虑自然公园自身属性以及外界环境情况构建指标体系(图 1)。

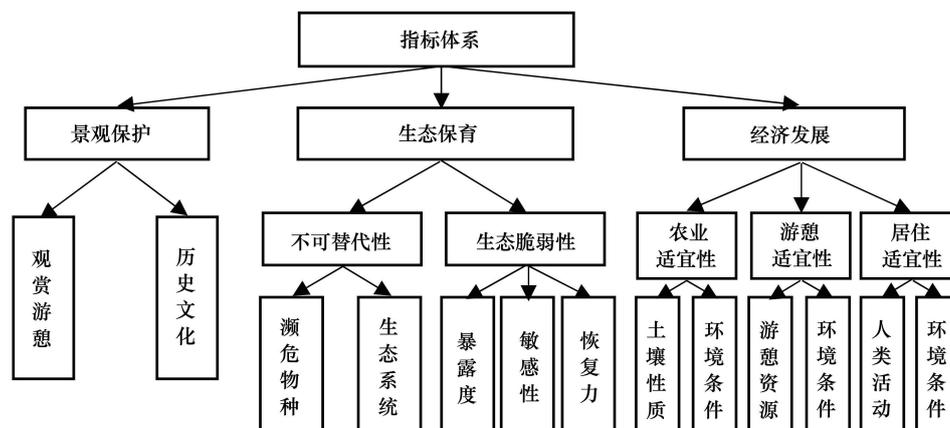


Fig.1 Indicators for natural park zoning

1.2.3 功能分区方法

进行功能分区可以包括自上而下和自下而上两种思路。其中“自下而上”是在最底层按照分区各要素的属性特征的相似性,进行自下而上合并的过程。聚类分析是实现“自下而上”最为常用的方法。而由于自然公园的各个分区单元具有地理位置特征和属性特征,进一步使用空间聚类方法能够将这两个特征结合起来考虑,以实现空间对象的空间邻近性和属性相似性的统一^[23-24]。

2 黄山风景名胜区功能分区

2.1 研究区概况

本研究的研究区如图 2 所示。黄山是世界文化与自然遗产、世界地质公园,也是国家级风景名胜区、全国文明风景旅游区、国家 5A 级旅游景区。黄山风景名胜区位于 $118^{\circ}01'—118^{\circ}17'E$, $30^{\circ}01'—30^{\circ}18'N$ 。黄山具有独特的峰林地貌和冰川遗迹,兼有花岗岩造型石、花岗岩洞室、泉潭溪瀑等丰富的地质景观。黄山植物共计 3463 种,其中重点保护植物 16 种;动物物种共计 297 种,其中重点保护动物 26 种。黄山气候呈垂直变化,局部地形对气候起主导作用,形成特殊的山区季风气候(<http://www.chinahuangshan.gov.cn/>)。基于 ArcGIS 水文分析功能的分区单元划分如图 2 所示。

2.2 数据来源

分区是一项比较综合的过程,因此所涉及的数据较多。本研究所使用的数据包括珍稀濒危物种类别数据、

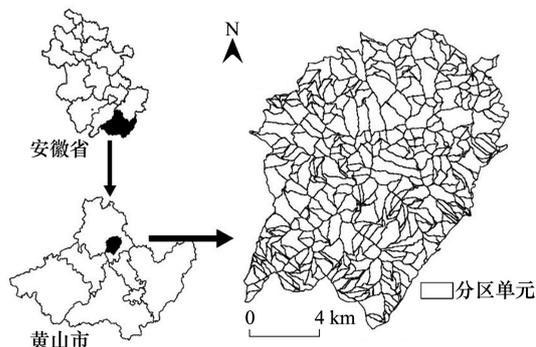


图 2 研究区示意图及分区单元划分

Fig.2 Study area and zoning units

生态系统类型数据、土地利用数据、景观资源分布数据(包括古树、地质景观、水景、文化景观)、景观资源重要性数据、火险等级空间分布数据、土壤类型数据等。以上数据均由黄山风景名胜区管委会提供,其中图件数据通过 ArcGIS 配准并进行矢量化。遥感影像数据和数字高程数据(DEM)来自地理空间数据云,人口分布、GDP 分布、降雨量数据、生态系统服务价值数据、净植被初级生产力(NPP)数据来资源环境数据云平台(<http://www.resdc.cn/>)。黄山市的空气质量数据来自安徽省生态环境厅网站(<http://sthjt.ah.gov.cn/>)。

2.3 指标计算

2.3.1 不可替代性值的计算

本研究中不可替代性的计算通过 C-plan 软件完成,计算时需要准备的数据包括规划单元表、规划单元×保护对象矩阵表和对象属性表^[25]。其中规划单元表在划分分区单元时可一并确定,规划单元×保护对象矩阵表即体现每个规划单元中物种或生态系统的分布情况,保护对象属性表则包含量化的每个保护对象的保护目标。将以上表格导入 C-plan 软件并运行主程序获得不可替代性值的结果。不可替代性值在 0—1 范围内,值越高说明该单元的不可替代性越高。下面是保护对象识别、保护对象分布确定和保护目标量化的步骤。

保护对象的识别与分布确定:对保护对象的识别包括珍稀濒危物种和生态系统两个方面^[18,26-27]。通过查阅《中国珍稀濒危植物信息系统》、《珍稀濒危物种数据库》、《IUCN 红色名录》等网站和数据库,确定珍稀濒危物种的保护等级、IUCN 濒危等级、特有性等属性,以便对保护目标进行量化。确定珍稀濒危物种和生态系统后,通过查阅物种分布的海拔上限、海拔下限和生境等的描述^[28],并利用 ArcGIS 的空间叠置分析方法确定保护物种的空间分布。重要生态系统分布主要通过植被类型确定。

保护目标量化:制定量化的保护目标即是给定各保护对象一定的保护比例,如 IUCN 制定的最小保护 10% 的基本原理^[29-30]。为体现不同物种和生态系统的差异,本研究将每个保护对象的分布面积与每个保护对象综合的评价结果的乘积(式 1 和式 2)作为每一个保护对象的保护目标。保护目标的量化评价指标根据相关参考文献^[25-26,31]、案例保护区的特点以及数据的可获得性制定,如表 2 所示。

表 2 保护目标量化评价指标

Table 2 Quantitative evaluation indicators of protection target

层次 level	指标 Indicators	评价方法 Evaluation methods
物种 Species	保护物种等级	按一级、二级、三级分别赋分 1、0.7 和 0.3
	濒危程度	按极危、濒危、易危、近危、无危分别赋分 1、0.75、0.5、0.25 和 0,未列入同样赋分为 0
	特有性	中国特有赋分 1,非特有赋分 0
生态系统 Ecosystem	生态系统服务价值	价值当量因子法计算,归一化
	分布面积	通过植被类型数据计算其面积,归一化
	特有性	特有生态系统赋分为 1,非特有赋分为 0

指示物种保护目标计算标准:

$$T_{\text{Species}} = (I_{\text{level}} + I_{\text{Endangered}} + I_{\text{Endemic}}) / 3 \quad (1)$$

考虑物种的 3 个方面的特征,即:物种的保护等级 I_{Level} 、濒危程度 $I_{\text{Endangered}}$ 、特有性 I_{Endemic} 。

优先保护生态系统保护目标计算标准:

$$T_{\text{System}} = (I_{\text{Endemic}} + I_{\text{Space}} + I_{\text{Service}}) / 3 \quad (2)$$

式中, T_{System} 为优先保护生态系统的保护目标; I_{Endemic} 是特有性指数,例如黄山松是黄山风景名胜区的特有植被; I_{Space} 指该植被类型的分布面积大小,分布面积较小的植被类型具有更高的保护优先性和保护目标,分布面积较大的植被类型具有较低的保护目标。 I_{Service} 是生态系统服务价值。

2.3.2 脆弱性评价

脆弱性评价的指标如表 3 所示^[32-33],各指标的空间分布情况可以从图 3 中查询。各个指标经过归一化、

按照分区单元统计后再利用 ArcGIS 的组分析工具进行空间聚类获得评价结果。其中,正指标按照式(3)进行归一化,负指标按照式(4)进行归一化。

$$S' = \frac{S - S_{min}}{S_{max} - S_{min}} \quad (3)$$

$$S' = \frac{S_{max} - S}{S_{max} - S_{min}} \quad (4)$$

式中, S 为指标值, S' 为指标归一化结果, S_{max} 为指标中的最大值, S_{min} 为指标中的最小值。

表 3 生态脆弱性评价指标

Table 3 Ecological vulnerability evaluation indicators

一级指标 Primary indicators	二级指标 Secondary indicators	正/负 Positive/Negative
暴露度 Exposure	人口数量	正
	GDP	正
	距道路距离	负
	降水量	负
敏感性 Sensitivity	坡度	正
	高程	正
	火险等级	正
适应力 Adaptive capability	植被净初级生产力(NPP)	负

2.3.3 景观资源评价

黄山以奇松、怪石、云海、温泉、冬雪“五绝”闻名于世,此外还具有丰富的文化资源。根据自然公园景观的特点以及所能够获取到的数据的情况,从景观的重要性、景观类型、分区单元内景观数量、景观的历史感、受破坏所需恢复时间^[34-36]等方面进行评价(表4),景观资源数据为点数据,需要在评价后按照分区单元进行统计。各指标的统计结果可以从图3中查询。

表 4 景观资源评价指标及赋分

Table 4 Landscape resource evaluation indicators and scores

指标 Indicators	评价方法 Evaluation methods
景观重要性 Importance of landscape	黄山风景名胜区管委会提供数据,按五个重要性等级分别赋分 1、0.8、0.6、0.4、0.2;
景观类型 Types of landscape	根据黄山景观特点,古树景观赋分 1,地质景观赋分 0.8,文化景观赋分 0.6,水域景观赋分 0.4
景观数量 Number of landscape	按分区单元统计
历史感 Sense of history	专家打分法,较深的历史感赋分 1、能感受到历史感赋分 0.6、较少的历史感赋分 0.3
受破坏所需恢复时间 Recovery time when damaged	专家打分法,不可恢复赋分 1,很慢恢复赋分 0.6,较快恢复赋分 0.3

2.3.4 经济建设的适宜性评价

适宜性评价包括农业发展适宜性、旅游业发展适宜性和居住适宜性。用于评价的指标如下表5所示^[37-41],各指标的空间分布情况可以从图3中查询。其中农业适宜性评价中的土壤质量指标通过获取的土壤类型数据,查阅土壤数据库,再确定相应类型的土壤质量二级指标值。各个指标需要根据式(3)和(4)进行归一化,按照分区单元进行统计,最后利用 ArcGIS 的组分析工具分别进行空间聚类。

表 5 经济建设适宜性评价指标

Table 5 Economic construction suitability evaluation indicators

经济建设类型 Economic construction types	一级指标 Primary indicator	二级指标 Secondary indicators	正/负 Positive/negative
游憩 Recreation	游憩资源	景源丰富度(数量)	正
		距现有旅游设施距离	负
	环境条件	距水域距离	负
		距道路距离	负
农业 Agriculture	土壤质量	大气环境质量	正
		土壤有机质含量	正
		土壤质地	根据土壤质地打分
		土壤氮含量	正
		速效磷	正
	环境条件	速效钾	正
		降水量	正
		距离水源地距离	负
		距现有种植区距离	负
		坡度	负
居住 Live	人类活动	高度	负
		坡向	北坡赋值低,南坡赋值高
		人口分布	正
		距离道路距离	负
	环境条件	距离现有居住用地距离	负
		大气环境质量	正
		高程	负
		坡度	负
		坡向	北坡赋值低,南坡赋值高

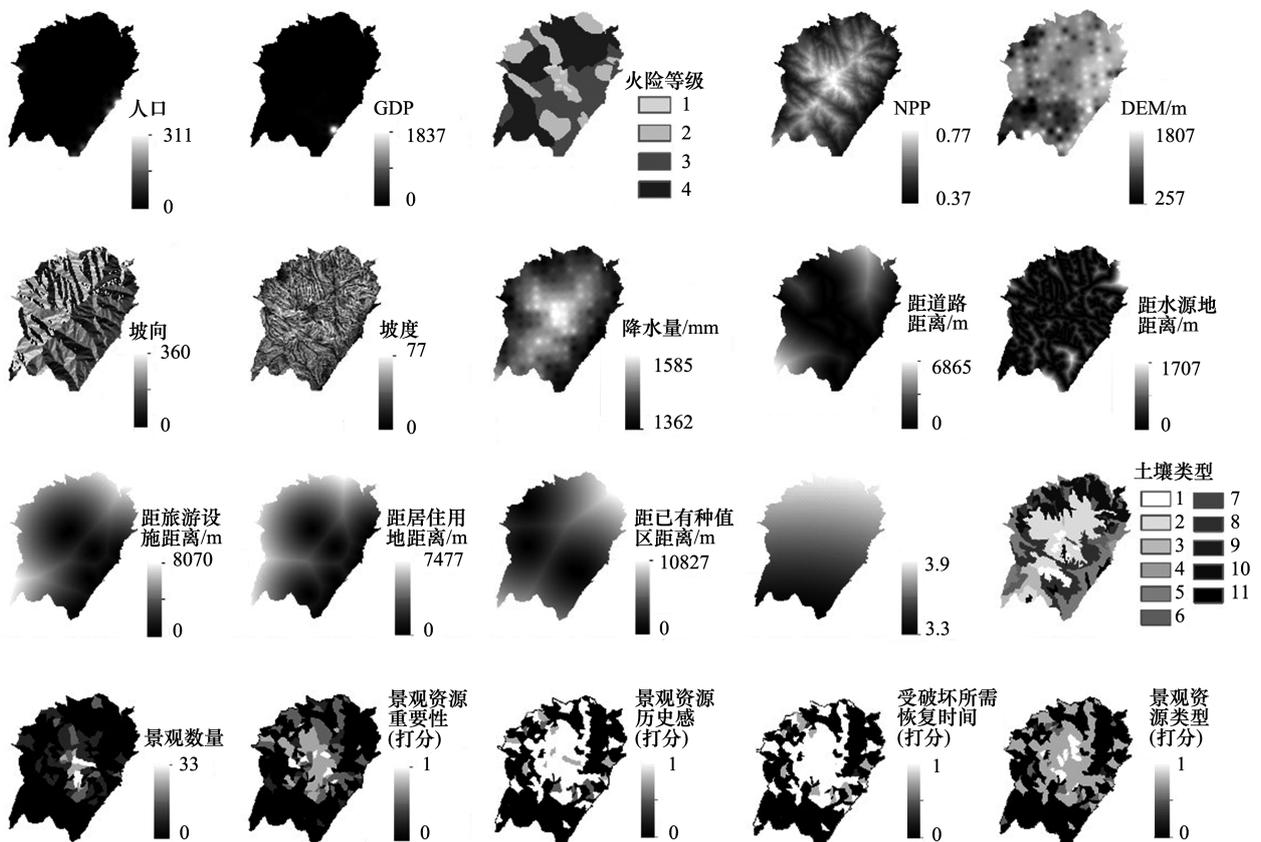


图 3 生态脆弱性、景观资源评价及适宜性所用指标空间分布情况

Fig.3 Impact factors for the evaluation of vulnerability, landscape resources and suitability

其中土壤类型 1 暗黄棕壤; 2 硅铝质粗骨土; 3 硅铝质石质土; 4 红壤性土; 5 黄红壤; 6 黄壤性土; 7 黄棕壤土; 8 山地黄壤; 9 水稻土; 10 铁铝质粗骨土; 11 铁铝质石质土

3 结果与分析

3.1 研究结果

黄山风景名胜区的保护物种具体包括白鹳、豺、赤腹鹰、穿山甲、大鲵、黑熊、红隼、金钱豹、鬣羚、毛脚鹳、梅花鹿、猕猴、雀鹰、勺鸡、乌雕、小灵猫、鸢、鸳鸯、獐、凹叶厚朴、杜仲、鹅掌楸、华东黄杉、黄山花楸、黄山梅、黄山木兰、连香树、领春木、南方铁杉、天目木姜子、天女花、天竺桂、香果树等。黄山风景名胜区的生态系统主要有针叶林、阔叶林、草丛和灌丛。黄山风景区中不但存在着大量的珍稀濒危物种,而且在植物中存在中国特有种,动物中存在国家一级保护动物,需要受到一定的保护。保护物种及生态系统的保护目标量化结果如表 6 和表 7 所示。保护物种和生态系统分布情况如图 4 所示。在物种分布面积的确定过程中,由于未能获得

表 6 保护动植物保护目标量化

Table 6 Quantification of protected animals and plants objectives

物种名称 Species name	保护等级 Protection level	濒危程度 Endangered degree	特有性 Specificity	综合结果 Comprehensive result	物种名称 Species name	保护等级 Protection level	濒危程度 Endangered degree	特有性 Specificity	综合结果 Comprehensive result
白鹳 <i>Ciconia ciconia</i>	1	无危	否	0.33	鸳鸯 <i>Aix galericulata</i>	2	无危	否	0.23
豺 <i>Cuon alpinus</i>	2	濒危	否	0.48	獐 <i>Hydropotes</i>	2	未列入	否	0.23
赤腹鹰 <i>Accipiter soloensis</i>	2	无危	否	0.23	凹叶厚朴 <i>Magnolia officinalis</i>	3	未列入	是	0.43
穿山甲 <i>Manis pentadactyla</i>	2	极危	否	0.57	杜仲 <i>Eucommia ulmoides</i>	2	未列入	是	0.57
大鲵 <i>Andrias Cryptobranchus</i>	2	极危	否	0.57	鹅掌楸 <i>Liriodendron chinensis</i>	2	无危	否	0.23
黑熊 <i>Ursus thibetanus</i>	2	易危	否	0.4	华东黄杉 <i>Pseudotsuga gaussenii</i> Flous	2	未列入	是	0.57
红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	2	无危	否	0.23	黄山花楸 <i>Sorbus amabilis</i>	3	未列入	是	0.43
金钱豹 <i>Panthera pardus</i>	1	濒危	否	0.58	黄山梅 <i>Kirengeshoma palmata</i> Yatabe	2	无危	否	0.23
鬣羚 <i>Capricornis sumatraensis</i>	2	易危	否	0.4	黄山木兰 <i>Magnolia cylindrica</i>	3	未列入	是	0.43
毛脚鹳 <i>Buteo lagopus</i>	2	无危	否	0.23	连香树 <i>Cercidiphyllum japonicum</i>	2	无危	否	0.23
梅花鹿 <i>Cervus nippon</i>	1	无危	否	0.33	领春木 <i>Euptelea pleiospermum</i>	3	未列入	否	0.10
猕猴 <i>Macaca</i>	2	无危	否	0.23	南方铁杉 <i>Tsuga chinensis</i>	3	未列入	是	0.43
雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	2	无危	否	0.23	天目木姜子 <i>Litsea auriculata</i>	3	未列入	是	0.43
勺鸡 <i>Pucrasia macrolopha</i>	2	无危	否	0.23	天女花 <i>Oyama sieboldii</i>	3	未列入	否	0.10
乌雕 <i>Aquila clanga Pallas</i>	2	易危	否	0.4	天竺桂 <i>Cinnamomum japonicum</i>	3	易危	否	0.27
小灵猫 <i>Viverricula indica</i>	2	未列入	否	0.23	香果树 <i>Emmenopterys henryi</i>	2	未列入	是	0.57
鸢 <i>Milvus Korschun</i>	2	未列入	否	0.23					

表 7 生态系统保护目标量化

Table 7 Quantification of protected ecosystems objectives

生态系统 Ecosystem	类型 Types	面积 Area	生态系统服务价值 Ecosystem services value	评价结果 Evaluation results
针叶林 <i>Coniferous forest</i>	特有(黄山松)	高	价值当量因子法	0.65
阔叶林 <i>Broad-leaved forest</i>	非特有	较高	价值当量因子法	0.37
灌丛 <i>Shrubs</i>	非特有	中	价值当量因子法	0.42
草丛 <i>Grass</i>	非特有	较低	价值当量因子法	0.52

物种分布的点位数据,因此本研究是通过查询物种适宜生存的海拔高度和植被类型并使用叠置分析法确定物种分布情况,通过此方法确定的物种分布面积将会大于其实际的分布面积。在后续研究需要进一步获得物种分布数据,通过 MaxEnt 等模型模拟物种分布,以使结果更接近实际情况。

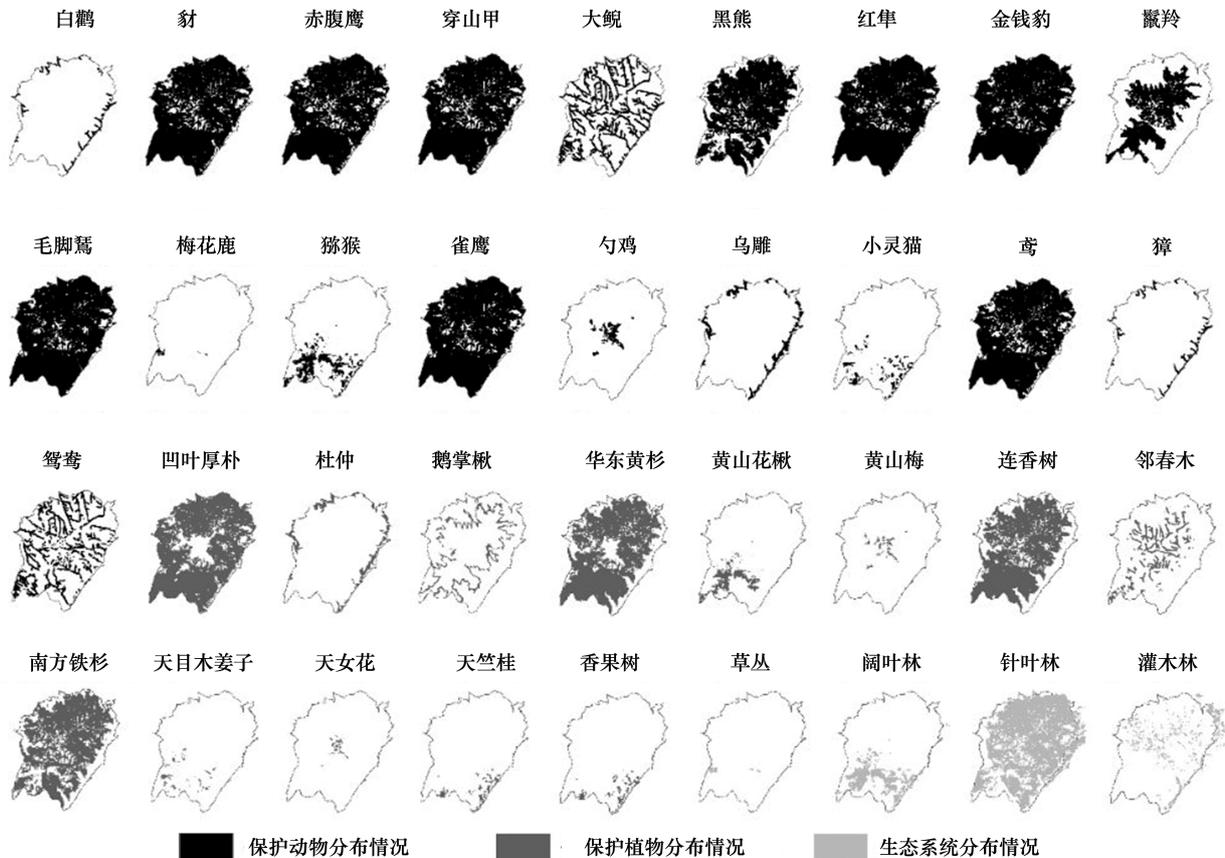


图 4 黄山风景区保护物种及生态系统分布

Fig.4 Distribution of the protected species and ecosystems of the study area

不可替代性值的空间分布情况如图 5 所示。从图 5 中可以看出,不可替代性值最高的区域主要位于黄山风景区的西部,面积 1.92km^2 , 占总面积的 1.2%。生态脆弱性评价通过 ArcGIS 的空间聚类方法根据脆弱性的高低将研究区分成 5 个类别。脆弱性的高值区位于研究区的东南部。主要是由于此处人类活动相对较强导致了暴露度的评价结果较高。不可替代性的评价结果显示此处不可替代性值也较高,本着保护第一的原则,此处应受到保护,较强的人类活动需要采取一定的控制措施。景观资源评价同样通过 ArcGIS 的空间聚类方法根据各个汇水单元中各评价指标的高低将研究区分成 5 个类别。其中景观资源评价的高值区位于研究区的中部,面积为 4.86km^2 , 占总面积的 3.04%。通过查询景点的分布情况,得知中部地区确实分布有黄山的著名景点,如黄山风景区的主峰光明顶。游憩发展适宜性的高值区位于黄山风景区的中部,较高值区和高值区基本覆盖了黄山风景区的大部分区域(71.56%)。最适宜居住的区域主要分布于黄山风景区的东部且面积较小,次一级区位于黄山风景区的南部。农业适宜性的评价结果总体比较高,从一定程度上可以认为黄山风景区的土壤较为适宜作物生长,但本研究只获得了土壤类型的数据,其中营养物质的含量以及土壤性质是通过查阅中国土壤数据库中相应土壤类型确定的,并未获得实测数据,将可能造成一定误差。此外,在自然公园中划定过大的农业区面积也是不合理的,只要满足当地居民的需求即可,因此只将与居住区相邻的区域划为农业区。

通过以上对各个分指标评价结果的分析,将前文不可替代性、生态脆弱性、景观资源评价以及经济建设适

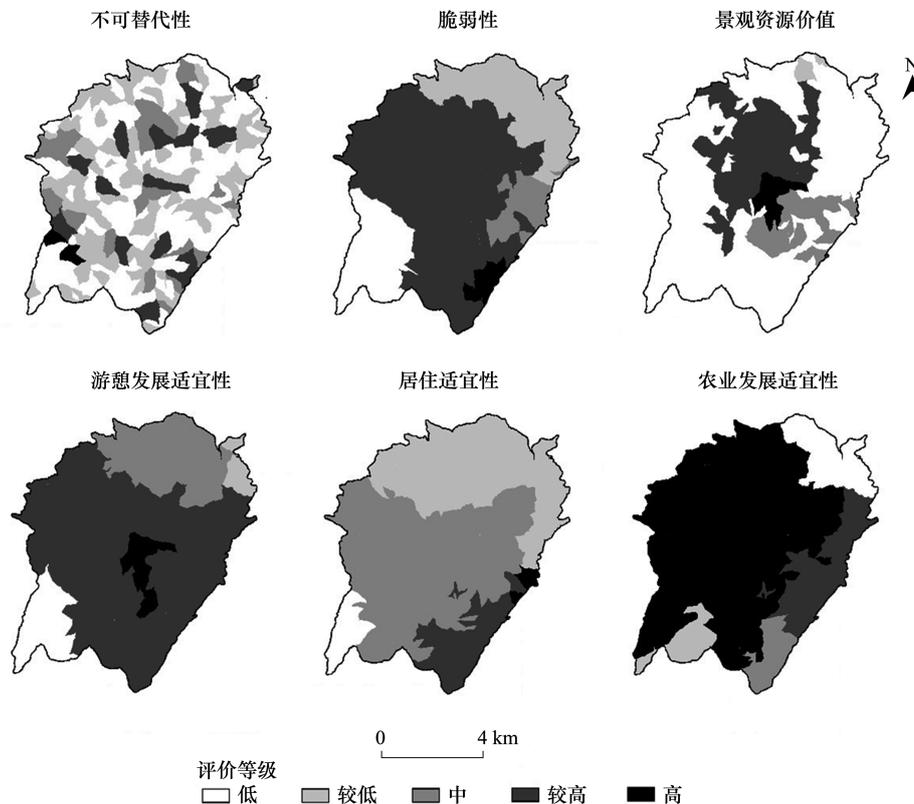


图5 各指标评价结果

Fig.5 Results for each evaluation

宜性评价的结果进行叠置和综合分析,按照生态保护为主经济发展为辅的原则,得到最终的一级功能分区和二级功能分区图(图6)。一级区即生态保育区、景观保护区和经济发展区,面积分别占总面积的57.73%、34.42%和7.85%。二级分区包括核心生态保育区(2.46 km²)、重要生态保育区(54.27 km²)、一般生态保育区(39.78 km²)、核心景观保护区(4.86 km²)、重要景观保护区(52.65 km²)、游憩区(9.82 km²)、农业区(0.89 km²)和居住区(2.41 km²)。其中,核心景观生态保护区内不可替代性值和生态脆弱性值也较高,这说明黄山风景区重要的生态资源和景观资源集中分布,需要结合起来保护。其次,游憩最适宜的区域也位于中部地区,与核心景观保护区有重合,这说明景观最好的区域同样是最适宜旅游的地方,这就需要对游客行为的控制,即保护好此处的景观和自然生态,也能够保证游客对游憩的需求。农业区和居住区面积较小主要是考虑需要在这两个环境影响相对较大的区域进行面积限制。农业区则可以适当发展茶叶种植,但不能破坏周边的生态环境。此外,黄山风景区面积本身并不大,农业和居住也可以安排在风景区的外围。其中,一般生态保育区是所有上述评价中的较低值区,但是其对保持黄山风景区生态完整性、支撑和连通核心保育区和重要保育区具有重要意义。因此将低值区划为一般生态保育区。另外,西南部农业适宜性评价结果较高的区域仍划为一般生态保育区主要是由于其附近为核心生态保育区,为了尽可能的避免人类生产活动对核心生态保育区造成干扰。

3.2 分区管理目标

3.2.1 生态保育区

(1) 核心生态保育区:核心生态保育区应是不可替代性评价的高值区,其目标为保护自然公园内的珍稀濒危动植物的生境,保护生物多样性,需要严格限制人类进入,且不可设置任何与生态保护无关的设施。

(2) 重要生态保育区:重要生态保育区应是不可替代性和生态脆弱性评价的较高值区,其目的为对生物

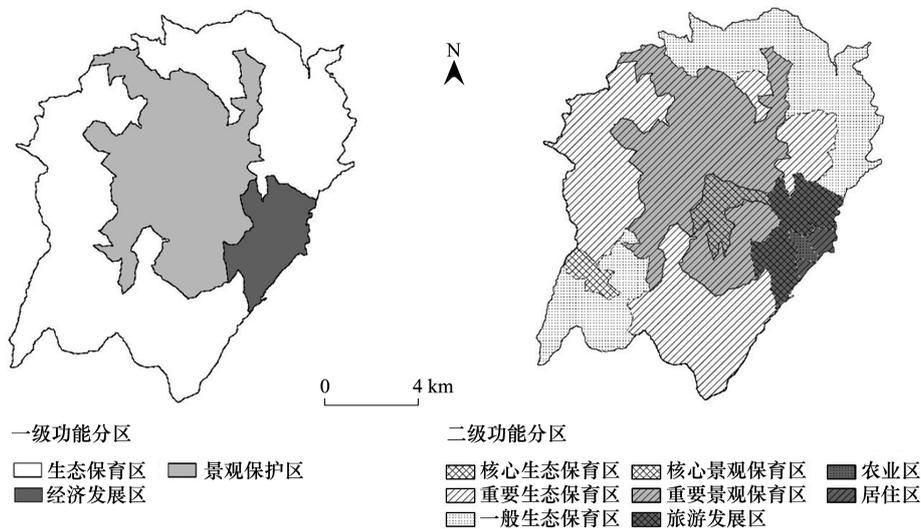


图6 黄山风景区功能分区结果

Fig.6 Function zoning for Huangshan Scenic Spot

多样性以及脆弱的生态系统进行保护。需要在严格的限制条件下才可允许人类进入。由于重要生态保育区与部分景观保护区重叠,因此其设施只能是必要的保护、游憩、解说、安全和环卫等设施。

3.2.2 景观保护区

(1)核心景观保护区:核心景观保护区拥有珍稀奇特的风景资源,需要进行严格保护。在核心景观保护区应需保持景观的原有风貌,对游客开放但需要对游客的活动严格限制,只能设置必要的保护、游憩、解说、安全和环卫等设施。

(2)重要景观保护区:重要景观保护区内具有一定的风景资源,且可以开展一定生态旅游的区域。由于重要景观保护区与重要生态保育区有部分重合,因此重合部分同样需要严格管理。未重合部分可以规划少量的宣教设施以及景区管护站等。

景观保护区是保护地旅游业发展的重要区域,具有生态和人文双重功能。景观保护区既需要获得保护,也需要适度的利用。

3.2.3 经济发展区

(1)游憩区:游憩区可以规划旅游道路、宣教设施、娱乐设施、景区管护站以及餐饮、购物设施等。针对旅游的管理服务设施也需要划定在此区域,包括游客中心,管理和职工生活用房等。

(2)居住区:原住民居住的区域。需要对区域进行严格管理,面积不可扩大。

(3)农业区:原住民从事农业生产的区域。需要选择适宜当地种植的农作物,如茶叶等,其面积同样不可扩大。

此外,在黄山风景区的外围还可以构建协调支撑区。在协调支撑区中可承接部分管理服务、科学调研、旅游接待等功能,也是相应保护地生态保护以及生态旅游所需设备、物资的存放与管理的区域,对保护地的保护与发展起到一定的协调和支撑作用。

4 讨论

在分区方法对自然公园的普适性方面,首先,从一定程度上来说,本研究所提出的生态保育区、景观保护区和经济发展区三个分区可以覆盖现有自然公园规划文本中所提出的分区。例如,在灵通山地质公园规划中,其分区包括自然生态区、地质遗迹保护区以及地质公园服务设施布置区^[15];黄山国家森林公园的功能分区包

括生态保育区、核心景区、一般游憩区和管理服务区^[42]。本研究所提出的分区都可与之对应。其次,从自然公园对保护和发展的需求本身出发,任何一种类型的自然公园都需要将生态保护放在第一位,本研究在确定生态保育区的过程中选择了不可替代性和生态脆弱性这两个指标,以尽可能涵盖对生态保护的需求;设置景观保护区应是自然公园分区的特色。由于自然公园一般比较小,其建立都更多依托了其所包含的景观,因此需要单独设立景观保护区突出对景观的保护;最后,自然公园与人类最为接近,对利用的需求最强,因此,需要设置可以适当利用的区域。由于经济发展区是自然公园中人类活动的主要区域,通过分区单元的属性来进一步探讨某一单元是否适宜人类活动以及适宜开展那种活动是必要的。因此,本研究根据自然公园可能存在的活动,讨论居住、农业和游憩适宜性,主要是为了科学地区分不同适宜性区域以落实更为精细的差异化管控措施,使允许利用的区域得到最为适度且有效的利用。当这些区域的利用得到增强时,人类活动对生态保育区和景观保护区的影响会减小,对自然公园平衡保护和利用具有一定作用。总体来说,本研究所提出的分区是具有一定的普适性的。

自然公园的分区与国家公园和自然保护区分区也是既有联系又有区别的。在自然公园中设置生态保育区是与国家公园和自然保护区管理目标相同的地方,也是设立保护地的首要目标,但是由于自然公园中保护物种种类相对较少,生态系统类型也不够丰富,其保护的严格程度会偏弱;在自然公园中设置景观保护区是必要的,而对于自然保护区来说,其景观价值往往是比较小的,设立景观保护区是不必要的。国家公园面积更大,注重保护生态系统的完整性,就目前所存在的分区来说(如核心保育区、传统利用区和生态修复区)还未突出景观保护,但国家公园中会存在较高价值的景观,是否设立景观保护区可以作为探讨的一个方面;对于经济发展区来说,虽然国家公园和自然保护区也有利用的需求,但它们的利用强度相对来说更小,而自然公园对利用的需求最大。

5 结论

本研究根据自然公园的属性特征,从不可替代性、生态脆弱性、景观资源评价、经济建设适宜性(包括农业适宜性、游憩适宜性和居住适宜性)几个方面构建评价指标体系,进而运用 C-plan 软件和空间聚类模型构建了自然公园的功能分区方法,并以黄山风景名胜为例绘制了功能分区结果。

本研究认为自然公园的功能分区可以包括两个等级。其中一级功能分区包括生态保育区、景观保护区和经济发展区,二级功能分区包括核心生态保育区、重要生态保育区、核心景观保护区、重要景观保护区、一般生态保育区、游憩区、农业区和居住区。其中,核心景观保护区的生态脆弱性值和景观资源评价价值都较高,生态保护和景观保护需要结合起来考虑。其次,游憩适宜性最高的区域也位于中部地区,与核心景观保护区有重合,这说明景观最好的地方同样是最适宜旅游的地方,这就需要对游客行为的控制,同时满足保护和游憩的需求。

参考文献(References):

- [1] 唐芳林. 国家公园体制下的自然公园保护管理. 林业建设, 2018, (4): 1-6.
- [2] del Carmen Sabatini M, Verdiell A, Rodríguez Iglesias R M, Vidal M. A quantitative method for zoning of protected areas and its spatial ecological implications. *Journal of Environmental Management*, 2007, 83(2): 198-206.
- [3] Geneletti D, van Duren I. Protected area zoning for conservation and use: a combination of spatial multicriteria and multiobjective evaluation. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 85(2): 97-110.
- [4] 梅洁人. 青海省自然生态分区初探. 青海草业, 2003, 12(1): 16-20.
- [5] 庄优波, 杨锐. 黄山风景名胜区分区规划研究. 中国园林, 2006, 22(12): 32-36.
- [6] 崔少征. 基于 GIS 技术的风景名胜区生态分区研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2013.
- [7] 张薇. 风景名胜区规划分区的探讨[D]. 南京: 南京林业大学, 2010.
- [8] 张瑞. 基于 GIS 的灵石山国家森林公园功能区划研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2009.
- [9] 孙盛楠, 田国行. 基于 ROS 的森林公园总体规划功能分区研究——以嵩县天池山森林公园为例. 西南林业大学学报, 2014, 34(2):

78-83.

- [10] 蒋敏. 城市湿地公园功能区划分和景观区设计研究[D]. 广州: 广州大学, 2010.
- [11] 王兴贵, 李铁松, 张启春, 薛宗宝, 杨位飞. 地质公园功能分区规划研究——以拟建四川万源八台山省级地质公园为例. 四川地质学报, 2006, 26(3): 160-163.
- [12] 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. 北京: 中共中央办公厅, 国务院办公厅, 2017.
- [13] 国务院. 中华人民共和国自然保护区条例. 北京: 国务院, 1994.
- [14] 黄山市人民政府. 黄山风景名胜区总体规划(2007-2025). 黄山: 黄山市人民政府, 2006.
- [15] 平和县人民政府. 福建平和灵通山国家地质公园规划修编(2018-2030). 平和: 平和县人民政府, 2018.
- [16] 陈利顶, 孙然好, 汲玉河. 海河流域水生生态功能分区研究(第二版). 北京: 科学出版社, 2017.
- [17] Margules C R, Pressey R L. Systematic conservation planning. Nature, 2000, 405(6783): 243-253.
- [18] 曲艺, 王秀磊, 栾晓峰, 李迪强. 基于不可替代性的青海省三江源地区保护区功能区划研究. 生态学报, 2011, 31(13): 3609-3620.
- [19] 黄宝荣, 欧阳志云, 张慧智, 张利华, 郑华. 海南岛生态环境脆弱性评价. 应用生态学报, 2009, 20(3): 639-646.
- [20] 党二莎, 胡文佳, 陈甘霖, 马志远, 陈彬, 陈章群, 刘文华. 基于 VSD 模型的东山县海岸带区域生态脆弱性评价. 海洋环境科学, 2017, 36(2): 296-302.
- [21] 周梦云, 蔡永立, 张瑞峰, 刘健, 宋雪珺. 宁夏贺兰山国家级自然保护区建立前后区域生态脆弱性时空格局变化研究. 生态科学, 2019, 38(5): 1-8.
- [22] 刘小茜, 王仰麟, 彭建. 人地耦合系统脆弱性研究进展. 地球科学进展, 2009, 24(8): 917-927.
- [23] 王艳, 宋振柏, 吴佩林. 城市功能分区空间聚类方法研究及其应用——以济南市为例. 地域研究与开发, 2009, 28(1): 27-31.
- [24] 李丹, 韩书成, 张燕纯, 易森鹏. 基于主成分与聚类分析法的城市土地利用规划分区研究——以广州市为例. 中国农业资源与区划, 2017, 38(6): 130-136, 143-143.
- [25] 曲艺. 青海省三江源地区生物多样性保护规划研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2011.
- [26] 郭柳琳. 基于系统保护规划的我国生物多样性优先保护及空缺分析[D]. 太原: 山西大学, 2015.
- [27] 朱万泽, 王玉宽, 范建容, 申旭红, 田兵伟, 魏宗华. 长江上游优先保护生态系统类型及分布. 山地学报, 2011, 29(5): 520-528.
- [28] 李迪强, 朵海瑞, 郭砾, 冯金朝. 民族地区生态规划——三江源地区系统保护规划研究. 北京: 中国环境科学出版社, 2010.
- [29] 马琳. 长白山地区森林生物多样性保护体系研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2015.
- [30] Margules C R, Sarkar S. Systematic Conservation Planning. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [31] 卢怡萌. 基于系统保护规划的中国野生兰科植物的优先保护研究[D]. 太原: 山西大学, 2014.
- [32] 周梦云. 干旱半干旱区山地生态系统脆弱性评估方法体系与实例研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2017.
- [33] 付刚, 白加德, 齐月, 闫冰, 贺婧, 肖能文, 李俊生. 基于 GIS 的北京市生态脆弱性评价. 生态与农村环境学报, 2018, 34(9): 830-839.
- [34] 宫宾. 城市自然遗留地综合评价方法及实例研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2007.
- [35] 刘佳. 国家地质公园综合评价及分类管理研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2016.
- [36] 欧阳勋志. 婺源县森林景观美学评价及其对生态旅游影响的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2004.
- [37] 姚丹丹, 苗放, 杨文晖, 陈军, 卢涵宇. 基于 GIS 的四川省农业土地适宜性评价研究. 物探化探计算技术, 2015, 37(3): 403-408.
- [38] 邬彬. 基于 GIS 的旅游地生态敏感性与生态适宜性评价研究[D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- [39] 吴艳娟, 杨艳昭, 杨玲, 张超, 游珍. 基于“三生空间”的城市国土空间开发建设适宜性评价——以宁波市为例. 资源科学, 2016, 38(11): 2072-2081.
- [40] 柳冬青, 马学成, 巩杰, 李红璞. 流域“三生空间”功能识别及时空格局分析——以甘肃白龙江流域为例. 生态学杂志, 2018, 37(5): 1490-1497.
- [41] 陶慧, 刘家明, 罗奎, 朱鹤. 基于三生空间理念的旅游城镇化地区空间分区研究——以马洋溪生态旅游区为例. 人文地理, 2016, 31(2): 153-160.
- [42] 国家林业局调查规划设计院, 安徽黄山国家森林公园管理处. 安徽黄山国家森林公园总体规划(2017-2026年). 黄山: 国家林业局调查规划设计院, 安徽黄山国家森林公园管理处, 2018.