

基于生态系统服务视角的西藏自然景观美学评估及空间分异特征

刘汉初¹, 孙中瑞¹, 吴佳雨^{2*}, 虞 虎³, 杨显明⁴, 周道静¹

(1. 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190; 2. 浙江大学园林研究所, 杭州 310058;
3. 中国科学院地理科学与资源研究所区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101;
4. 青海师范大学地理科学学院, 西宁 810016)

摘 要:景观美学作为一种重要的生态系统服务功能的价值体现,对于人类健康和福祉有着极大的积极作用,也是基于自然旅游开展国家公园建设的前置条件。景观美学评价是国内外学术研究中公认的难题,目前尽管诸如国家公园等一些景观规划和决策都是在区域范围内进行的,国内研究仍缺乏关于区域尺度的景观美学价值评价。论文基于生态系统服务视角,从景观的自然性、多样性和独特性3个维度,尝试从区域尺度评估西藏自然景观美学价值。结果显示:西藏自然景观美学价值处于低、较低、中等、较高和高等级的面积占比分别为12.2%、20.2%、32.4%、21.4%和13.8%。空间上表现出显著的区域差异,总体上呈现出东南高、西北低的分布格局。高值区集中分布于藏东的喜马拉雅山脉东段和横断山脉、喜马拉雅山脉中段的珠峰区域以及藏北羌塘高原区域;低值区除集中分布于那曲—阿里高原高寒荒漠草原和干旱荒漠以外,还广泛分散分布于中部的东部地区。多样性、自然性和独特性对西藏自然景观美学价值的影响程度逐次降低。西藏4个国家公园备选地中,雅鲁藏布大峡谷自然景观美学价值最高,冈仁波齐和羌塘相对较低。研究结果可为大尺度空间景观价值评估以及青藏高原国家公园建设、景观规划管理与生态保护提供有益参考。

关 键 词:自然景观美学;生态系统服务;国家公园;西藏

自然景观美学被认为是一种重要的生态系统服务功能(文化服务功能),对人类健康和福祉具有显著的积极影响^[1-2]。在高质量的自然景观环境中,可使人们获得愉悦的心情和积极的情绪、提高认知能力,促进儿童的智力和运动发育等^[3]。因其在土地利用、生态环境规划、管理和保护中的作用,景观美学价值评估逐渐得到认可并成为重要的政策工具,如《世界遗产公约》和《欧洲景观公约》等^[4],从而越来越受到学术界和决策管理部门的高度关注。青藏高原自然景观资源极为丰富,近年来国内外游

客规模快速增长,仅西藏2000—2019年旅游人次便从379万迅猛增长至3958万,旅游业已经成为带动当地经济发展的支柱性产业。此外,目前青藏高原正在大力推进国家公园群建设,旨在严格保护脆弱生态环境的同时发挥生态旅游的经济价值,实现生态保护与地区发展的协同^[5-6]。其中,关键问题包括大尺度景观价值的空间分布、景点和旅行路线的优选与管理决策以及如何规避可能带来的生态风险。显然,在区域性尺度开展景观美学价值评价对解决上述问题具有基础性的作用,一方面充分利用

收稿日期:2023-02-14;修订日期:2023-06-08。

基金项目:第二次青藏高原综合科学考察研究项目(2019QZKK0406);国家自然科学基金项目(42001139)。[Foundation: The Second Tibetan Plateau Scientific Expedition and Research Program, No. 2019QZKK0406; National Natural Science Foundation of China, No. 42001139.]

第一作者简介:刘汉初(1989—),男,四川内江人,博士,助理研究员,主要从事国家公园与区域可持续发展研究。

E-mail: liuhanchu@casisd.cn

*通信作者简介:吴佳雨(1989—),男,内蒙古乌海人,副教授,博导,主要从事城市绿色空间治理研究。

E-mail: wujiayula@zju.edu.cn

引用格式:刘汉初,孙中瑞,吴佳雨,等.基于生态系统服务视角的西藏自然景观美学评估及空间分异特征[J].地理科学进展,2023,42(10): 1961-1972. [Liu Hanchu, Sun Zhongrui, Wu Jiayu, et al. Evaluation of natural landscape aesthetic value and its spatial differentiation in Tibet from the perspective of ecosystem services. Progress in Geography, 2023, 42(10): 1961-1972.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2023.10.008

景观美学价值作为观景点和景观路线规划的指引,另一方面将景观美学价值评价与地区生态脆弱性相结合,有助于决策者科学地进行生态系统服务功能的空间权衡。

关于景观美学的探索由来已久,但相关实践评估成果主要集中于国外研究。学者们从美的本质开始探索,认为景观只是众多审美对象之一,是主体感知到的空间场域^[7],强调景观的物质要素和实体形态。由于大部分景观美感是通过视觉信号传导的,因而对于视觉感知的景观美学价值评价方法研究成果最为丰硕^[8]。基于景观偏好(感知)的评估思路是运用最早也是最为广泛的路径,核心是将景观的生物物理特征与人们主观审美偏好进行联系,探索人们在不同景观场景中对特定有形景观的感知^[9-10]。最常见的具体方法是对照片评价,使用风景照片作为真实风景体验的替代品^[11],评价主体既可以是专家,也可以是居民或游客,而感知标准受到不同人群的文化和价值观影响^[12-13]。许多研究侧重于对特定景观的分析,如森林、海岸带、农业、河流、高山峡谷、雪山、城市公园等^[14]。近年来,随着景观生态学理论的完善,同时考虑到空间尺度的差异,为了更客观、更广泛、更具可比性的方式来评估景观美学价值,景观美学被纳入生态系统服务框架中作为文化服务类型,景观格局、功能及景观多样性等是影响景观美学价值的重要维度^[8,15]。通过科学手段获取公众普遍认同的景观因子^[16],如土地利用因子,其不同类型、结构和组合模式是促进景观感知和价值形成的重要信息来源^[17],从而建立起景观美学评价量化的指标体系,采用GIS等分析手段,将表征物理属性的地理数据空间化进行景观美学价值评估^[18]。这实现了从特定地方到区域尺度的评估,以及不同地区的可比性,从而更好地支撑地方和区域尺度开展游憩规划与公共管理决策^[19]。

相较于国外研究成果,国内的景观美学价值评估起步较晚,在评估方法、指标体系和空间尺度的多样性融合等方面还存在着较大的差异^[8,20]。国内评估方法偏向于主观性较强的景观偏好(感知)途径,研究对象偏向于单一类型或小尺度景观。显然,西藏具有大尺度空间、景观类型多样化的特征。在这样的区域开展自然景观美学价值的科学评估,国内学者还鲜有探讨,而且已有的相关评价模型和方法也难以适用。因此,本文基于生态系统服务视角,从自然性、多样性和独特性3个维度构建

自然景观美学价值评估指标体系,融合多源数据对西藏进行综合评估,以期为区域层面的景观价值评估方法研究以及西藏旅游发展与生态保护、国家公园建设与管理等方面提供有益参考。

1 研究区域

西藏自治区总面积为122.8万km²,约占中国总面积的1/8,东处于横断山脉,西连克什米尔高原,北靠昆仑山—唐古拉山脉,南部横亘喜马拉雅山脉。地处北半球中纬度地带,区域平均海拔超过4000 m,空气稀薄,太阳辐射强烈,但气温低且日较差大,气温随高度和纬度的升高而降低,年平均气温由东南的20℃,向西北递减至-6℃以下。降雨量也少,且空间分布极为不均匀,由于南部的海洋暖湿气流受多重高山阻留,年降水量也相应由2000 mm递减至50 mm以下。作为“亚洲水塔”和世界生物多样性保护的热点,同时又因为脆弱的生态系统非常容易受到干扰,因而受到了广泛关注^[21]。与此同时,在广袤的高原上,拥有高山、深谷、冰川、湖泊、森林、草原等类型丰富、景观独特的地形地貌和生态系统,构成了全球罕见的自然景观资源,成为极具吸引力的世界旅游目的地。生态地理区划中,西藏被分为7个大区^[22],分别是昆仑山高寒荒漠草原生态区、藏北高原高寒荒漠草原生态区、那曲高寒草甸草原生态区、阿里山地温性干旱荒漠生态区、藏南山地高寒草甸草原生态区、藏东寒温性针叶林生态区、藏东南热带雨林季雨林生态区(图1)。

2 方法与数据

2.1 概念内涵及评估视角

景观这一概念涉及多个学科领域,尽管学术界对其定义未达成共识,但通常认为景观是由各类土地单元镶嵌而形成的地理实体,具有明显的主观视觉特征的生态系统功能,可通过广泛的服务来提高人们的生活质量,包括美学价值、户外休闲机会、水和气候调节等^[23]。美学则是一个接近艺术哲学的宽泛而模糊的概念,景观美学被理解为特定地点的“感官参与和享受”^[7],通常是指视域范围内所呈现的景象,更多具有视觉美学方面的意义,这与文化传统、感官特征或人类意识的进化印记相关^[24]。另外,根据心理物理学基础,一些学者从客观世界的自

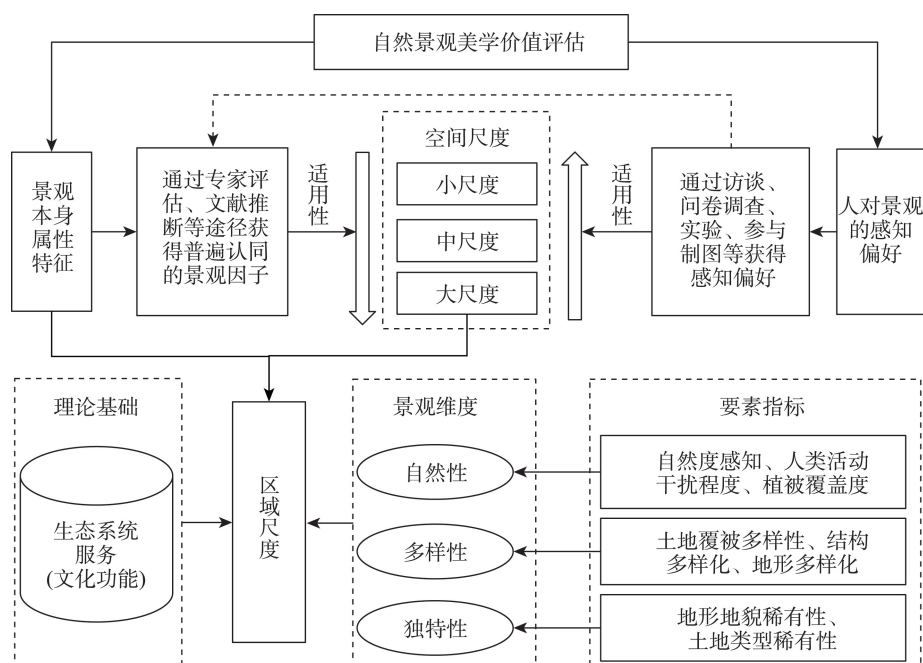


图2 区域尺度自然景观美学价值评估框架

Fig.2 A framework for evaluating the natural landscape aesthetic value at the regional scale

表1 基于土地覆盖的感知自然度得分

Tab.1 Perceived naturalness score based on land cover types

类型	得分	类型	得分
水田、旱地、城镇用地、农村居民点、其他建设用地	1	疏林地、低覆盖度草地、河渠、水库、坑塘、盐碱地	5
裸土地、裸岩石质地	2	灌木林、中覆盖草地	6
沙地、戈壁	3	有林地、高覆盖度草地、湖泊、永久性冰川雪地、滩涂、沼泽地	7
其他林地、滩地	4		

指标,植被覆盖率越高的地方景观自然性越强,具备更高的游憩吸引力^[34]。本文采用归一化植被指数(NDVI)来表征地表植被的覆盖程度。

景观多样性选取的指标包括土地覆被多样性、结构多样化、地形多样化。土地覆被多样性采用香农多样性指数(SHDI)进行刻画^[35],该指数表征了区域土地覆盖类型的数量及空间比例关系,数值随着土地覆盖类型数量和更均匀的比例分布增加而增加。结构多样化分析斑块形状的复杂性、斑块的密度和自然景观要素的多样性,本文借鉴 Sowińska-Świerkosz^[36]的研究,采用斑块边缘密度指数来表征。地形多样化通常采用地形起伏度来测度,指在特定区域内最高点海拔与最低点海拔的差值,起伏的地形有利于增加景观美学价值^[37]。

景观独特性选取地形地貌稀有性和土地类型

稀有性两个指标。稀有的地貌类型是促进景观感知和价值形成的重要信息来源,能够在区域尺度较好地表征景观独特性,根据 Hou 等^[38]的研究,采用低频(高分)和高频(低分)地形地貌特征进行分类,根据面积份额和组间差异,采用 50%、30%、10%、6%、3%、1% 的分数阈值定义了 7 个稀有度级别,并依次赋值为 1~7。土地覆被稀有性,罕见的土地覆盖类型容易形成高自然景观价值。在排除所有人工表面基础上,根据西藏各土地利用类型的比重,提取了低于 3% 的非典型土地覆盖类型,包括滩地、永久性冰川雪地、沼泽地、河渠、高寒荒漠。

2.3 指标权重与计算步骤

指标权重参考已有学者研究结果^[14,30]。首先,将景观自然性、多样性和独特性 3 个维度视作等权重。其次,关于具体指标因子的权重,景观自然性测度中自然度感知、人类活动干扰程度、植被覆盖的权重分别为 0.66、0.17、0.17。景观多样性的测度中将土地覆被多样性、结构多样化、地形多样化设置为等权重。同样,景观独特性的测度将地形地貌稀有性和土地类型稀有性设置为等权重(表 2)。

鉴于西藏面积广袤,本文选取 1 km×1 km 的栅格为基本评价单元,采用 ArcGIS 10.7 空间数据分析平台,评价得到全藏每个栅格单元的自然景观美学价值指数,在此基础上解析西藏自然景观美学价

表2 西藏自然景观价值评估指标体系

Tab.2 Evaluation indicator system of natural landscape aesthetic value in Tibet

景观维度	一级权重	指标项	二级权重	指标因子	指标属性
景观自然性	0.33	自然度感知	0.66	基于土地覆盖的自然度感知得分	正
		人类活动干扰程度	0.17	人类活动强度指数	负
		植被覆盖度	0.17	归一化植被指数(NDVI)	正
景观多样性	0.33	土地覆被多样性	0.33	香农多样性指数	正
		结构多样化	0.33	斑块边缘密度	正
		地形多样化	0.33	地形起伏度	正
景观独特性	0.33	地形地貌稀有性	0.50	地形地貌分级得分	正
		土地类型稀有性	0.50	低于3%的非典型土地覆盖类型	正

值的空间分异特征。计算过程分为4步:第一步,将空间分辨率不同的各类数据重采样为1 km×1 km的栅格,计算出各单指标的得分,并将结果归一化处理;第二步,根据指标项的权重,将各单指标加权求和分别得到景观自然性、多样性和独特性的得分,并绘制各维度指数图;第三步,采用景观自然性、多样性和独特性3个维度等权重求和,得到自然景观美学价值指数;第四步,根据自然断裂法将自然景观美学价值指数分为低、较低、中等、较高和高5个等级,并对其特征进行空间可视化分析。

其中,关于评价指标标准化。自然景观美学价值评价指标单位不一,不能直接进行比较与计算,需要将各指标进行归一化处理。评价指标分为正向指标和负向指标,其中,正向指标是指对自然景观美学价值具有积极促进作用的,其值越大,自然景观美学价值越高;负向指标则是对自然景观美学价值具有消极影响作用的指标,其值越大,自然景观美学价值越低。具体的标准化计算公式如下:

正向指标归一化公式

$$X' = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$
 (1)

负向指标归一化公式

$$X' = \frac{X_{\max} - X}{X_{\max} - X_{\min}}$$
 (2)

式中: X' 为归一化后无量纲数值, X 为原始数值, X_{\min} 为原始数值最小值, X_{\max} 为原始数值最大值。

本文将采用综合指数法对西藏自然景观美学价值进行综合评价,计算自然景观美学价值指数:

$$NLAV = \sum_{i=1}^n w_i X'_i$$
 (3)

式中: NLAV 为自然景观美学价值指数, n 为指标个数, w_i 为第 i 个指标的权重值, X'_i 为第 i 个指标归一化值。NLAV 越大,表明自然景观美学价值越高。

2.4 数据来源

土地利用数据来自中国科学院资源环境科学数据中心(<https://www.resdc.cn/>);该数据集以 Landsat TM/ETM/OLI 和 HJ 等遥感影像为主要数据源,通过人工交互目视解译生成。选取年份为2020年,包括6个一级分类和25个二级分类,空间分辨率100 m。西藏人类活动强度数据、归一化植被指数(NDVI)、地形起伏度等数据来自国家青藏高原科学数据中心(<http://data.tpdc.ac.cn>)。其中,人类活动强度采用的是青藏高原人类足迹数据集,由人口密度、土地覆被、放牧密度、夜间灯光、铁路和道路等共6种代表人类活动的空间数据综合计算所得,空间分辨率1 km。高程数据(DEM)来源于地理空间数据云网站(<http://www.gscloud.cn/>),空间分辨率1 km。中国西部1:100万地貌类型空间分布数据来自地球大数据科学与工程数据共享服务系统(<http://data.casearth.cn/>)。行政区划矢量数据来自国家基础地理信息中心(<http://www.ngcc.cn>)。

3 结果分析

3.1 景观自然性、多样性与独特性的格局特征

如图3所示,西藏景观自然性程度总体较高,低、较低、中等、较高和高等级的面积占比分别为22.8%、8.8%、25.9%、21.8%和20.7%。景观自然性空间上呈现出由西北向东南逐渐升高的趋势。藏东南热带雨林季雨林生态区的较高和高等级面积合计占比为84.9%,远高于其他生态区;藏东寒温性针叶林生态区、那曲高寒草甸草原生态区该比重也超过了50%,分别为58.7%和53.5%。而藏西地区的昆仑山高寒荒漠草原生态区、藏北高原高寒荒漠草原生态区和阿里山地温性干旱荒漠生态区较高

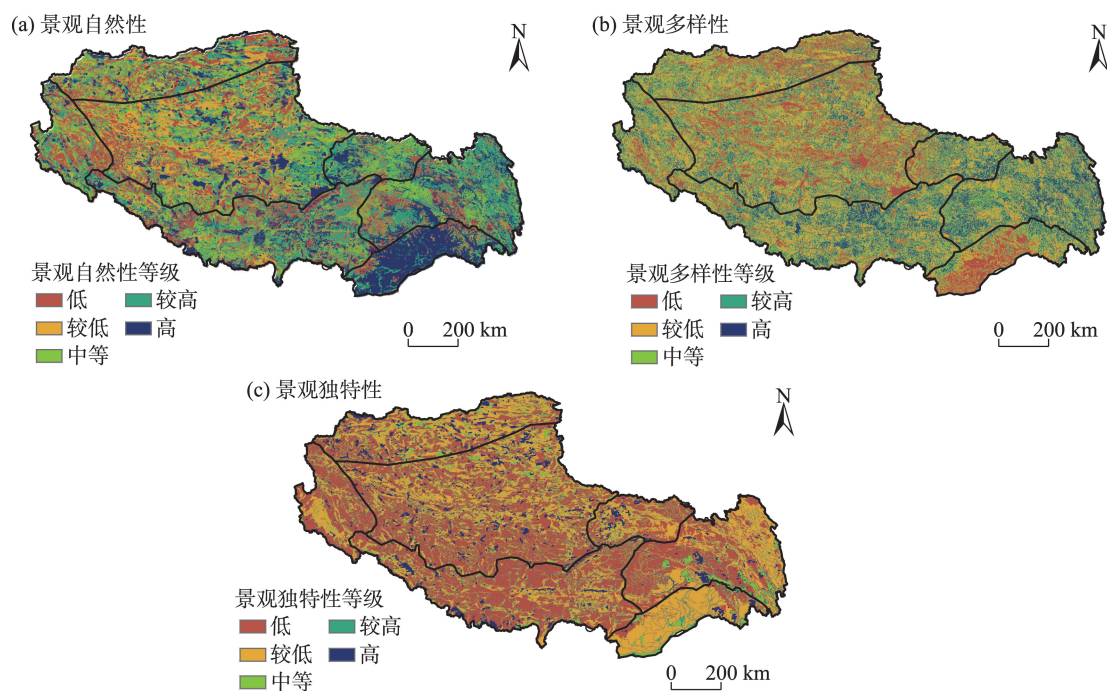


图3 西藏景观自然性、多样性与独特性评估结果及空间分布

Fig.3 Evaluation results and spatial distribution of landscape naturalness, diversity and uniqueness

和高等级面积合计占比仅30%左右,显著低于全藏平均值。主要原因是,在气候地形影响下,西北地区植被稀疏,虽然湖泊数量较多,但土地类型以裸土地、裸岩石质地、戈壁、低覆盖度草地为主,而东南地区植被茂密,土地类型以高覆盖度草地、灌木林、有林地为主。另外,虽然东南地区人类活动强度远高于西北地区,但人类活动占据的空间远少于广大的自然地区,因而对西藏景观自然性的影响很小。

西藏景观多样性空间分异特征显著。评价结果显示景观多样性低、较低、中等、较高和高等级的面积占比分别为16.2%、27.7%、23.9%、19.7%和12.5%。空间上呈现出“中间高、南北低”的分布格局。中间地带的藏东寒温性针叶林生态区、藏南山地高寒草甸草原生态区和那曲高寒草甸草原生态区景观多样性突出,较高和高等级面积合计占比分别为47.4%、41.0%和38.1%。该区域从喜马拉雅山脉延伸到横断山,地形起伏度大且垂直地带性强,土地类型多样化程度高,包括雪山、草地、森林、河流等。北部的昆仑山高寒荒漠草原生态区、藏北高原高寒荒漠草原生态区、阿里山地温性干旱荒漠生态区和南部的藏东南热带雨林季雨林生态区,较高和高等级面积合计占比均低于全藏平均值。北部地区主要是地势相对平坦,土地类型相对单一,以

草地、沙地和戈壁等为主;南部地区虽然地形起伏度较高但土地利用为单一的林地。

西藏景观独特性高值区的面积较少。评价结果显示景观独特性低、较低、中等、较高和高等级的面积占比分别为47.6%、29.3%、9.2%、8.2%和5.7%。昆仑山高寒荒漠草原生态区、藏东寒温性针叶林生态区的独特性景观最为丰富,前者突出表现为拥有数量众多的高原湖泊湿地景观、冰川景观、高寒荒漠景观等独特景观,后者在突出的极大起伏中山、极大起伏高山等地形地貌特征下,形成了数量众多独特的雪山景观、冰川景观、峡谷景观。另外,识别出具有独特性景观还包括珠穆朗玛峰及周边的大起伏极高山地貌和雪山冰川、札达土林的高海拔台地地貌景观、羌塘高原的高原湖泊湿地景观以及广泛分布的中低海拔江河景观(图3)。

3.2 自然景观美学价值空间分异

西藏自然景观资源十分丰富,评价结果显示自然景观美学价值的高值区,即高、较高等级的面积占比分别为13.8%、21.4%。低值区,即低、较低等级的面积占比分别为12.2%、20.2%。空间上表现为东南高、西北低的总体分布格局(图4)。从生态区划来看,东南地区的藏东寒温性针叶林生态区、那曲高寒草甸草原生态区、藏东南热带雨林季雨林生态区,高值区面积比重均超过了45%,明显高于全藏

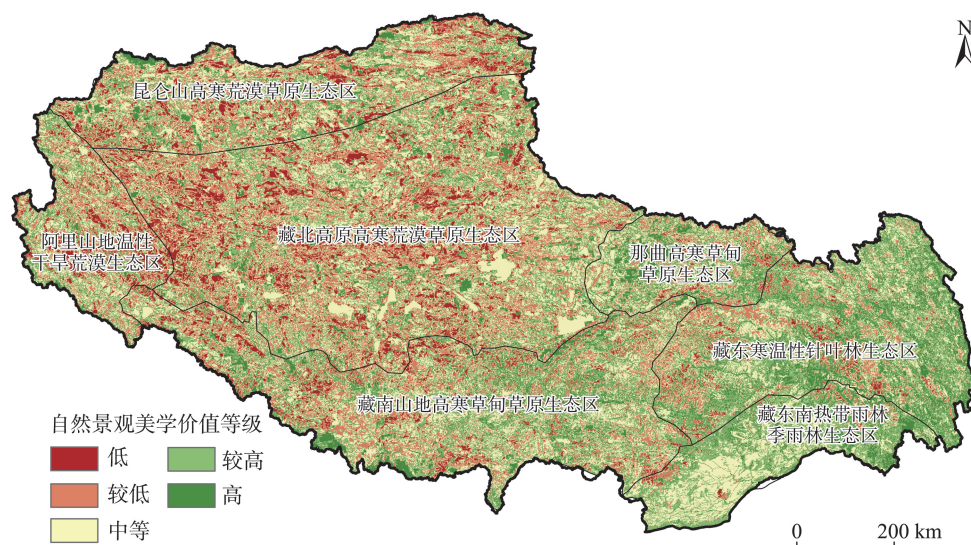


图4 西藏自然景观美学价值评估结果及空间分布

Fig.4 Evaluation results and spatial distribution of natural landscape aesthetic value in Tibet

平均值(35.2%)。而西北地区的藏北高原高寒荒漠草原生态区和阿里山地温性干旱荒漠生态区,高值区面积比重不到25%。

自然景观美学价值高值区集中分布于3个区域。一是喜马拉雅山脉中段的珠峰区域,这里以著名的山地景观珠穆朗玛峰为中心的雪峰林立,广泛分布着冰斗冰川和悬冰川。另外,从高到低的垂直自然带谱系明显,在几十公里的范围内就分布着雪山、草原、盆地、灌木丛、湖泊、森林、河谷等立体式组合景观。二是藏东地区的喜马拉雅山脉东段、横断山脉和那曲高寒草甸草原区域,该区域地形起伏度大、河谷深切,植被覆盖率高、生物资源极其丰富,是全球景观差异性和生物多样性最丰富的地区之一,包括森林景观、江河流域景观、峡谷生态景观、高寒草甸景观和河谷景观等。拥有南迦巴瓦峰、雅鲁藏布大峡谷、密集的高原海洋性冰川、众多的温泉和瀑布、“西藏江南”美称的鲁朗林海森林等著名景观资源。三是藏北羌塘高原区域,最为凸显的是景观独特性。该区域地势平缓开阔,保存着较为原始的自然风貌,拥有世界上数量最多的高海拔湖泊,也有世界上最珍稀的野生动物群落和独特的动物区系。

自然景观美学价值中等区广泛分布于全藏,主要位于高值区与低值区之间的过渡地带。在各生态区中,中等区面积占比在藏东南热带雨林季雨林生态区中最为突出,为39.4%,主要的原因是该区域土地类型虽然是以森林为主导,基于土地覆盖的感

知自然度得分较高,但土地类型多样化、稀有性以及结构多样化的得分较低。其他生态区中的中等区面积占比大体相当,比重均在26%~35%之间。土地覆盖多为疏林地、低覆盖度草地、滩地、沙地、戈壁,亦有部分为灌木林、中覆盖草地等感知自然度得分较高的土地类型,但因地形多样化、土地覆被多样性和景观类型的稀有性评分较低,导致自然景观美学价值处于中等水平。

自然景观美学价值低值区主要分布于西部地区的藏北高原高寒荒漠草原生态区、阿里山地温性干旱荒漠生态区,二者低值区面积占比分别为41.7%、42.9%,远高于全藏平均值(32.4%)。该区域植被类型十分简单,以高寒荒漠植被和灌丛草原为主,归一化植被指数极低;土地类型多为裸土地、裸岩石质地、沙地、戈壁和低覆盖度草地,土地覆被多样性总体较低;地势相对高度不大,多为低山丘陵;地表径流匮乏,河网稀疏,多季节性河流。另外,低值区也广泛分散分布于中部的东部地区:一是人类活动强度水平较低的农牧地区,包括以点状分布的乡村聚落,以及受农牧民影响较大的面状分布的耕地和牧草地;二是人类活动强度水平较高的城市、城镇及其周边地区,以及干线公路及其两侧人工建筑较多的地方,景观自然性程度较低;三是广泛分布于高值区和中等区之间,主要土地类型为感知自然度得分较低的裸土地、裸岩石质地、沙地等。

3.3 国家公园群备选区的自然景观美学价值比较

建设第三极国家公园群是西藏落实主体功能

区大战略、走绿色发展之路的科学抉择。在第二次青藏高原综合科学考察研究初始阶段,樊杰等^[39]便提出地球第三极国家公园群概念,将国家公园作为青藏高原地区大尺度优化国土空间开发保护格局、协调青藏高原人地耦合系统的新型地域功能。根据国家第二次青藏科考方案,共遴选了13个国家公园备选区,组成全球分布集中、覆盖面大、生态特色鲜明、游憩观光科普研究价值突出的国家公园群。其中,西藏共有4个备选区,分别是冈仁波齐、雅鲁藏布大峡谷、珠穆朗玛和羌塘。评估结果显示,4个国家公园备选区的自然景观美学价值高值区面积比重为41.2%,显著高于全藏平均水平,表明国家公园备选区在自然景观资源方面有较好的优越度(图5)。

分国家公园来看,按照自然景观资源优越度等

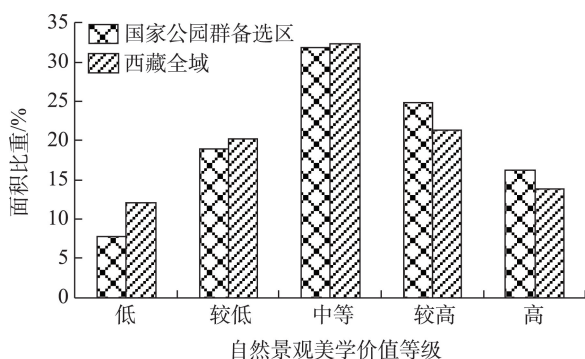


图5 国家公园备选区与西藏全域景观美学价值评价等级比较

Fig.5 Comparison of natural landscape aesthetic values of potential national parks and Tibet as a whole

级序列,第一为雅鲁藏布大峡谷国家公园备选地,该区自然景观美学价值极为突出,高值区面积占比为61.9%,景观自然性、多样性与独特性评价结果均为高值,拥有世界级的景观资源,以世界最深最长的峡谷森林景观和海洋性冰川群为核心,高价值景观包括高山峡谷、垂直地带生态系统景观、雪山冰川。第二为珠穆朗玛国家公园备选地,该区自然景观美学价值高值区面积占比为37.8%,以世界第一高峰和7000余米完整的垂直地带性景观为核心,高价值景观包括雪山冰川、高山湖泊、高原河流、高原草甸景观。第三包括冈仁波齐国家公园备选地和羌塘国家公园备选地,二者景观美学价值相对较低,高值区面积占比均为30%左右。冈仁波齐国家公园备选地中的神山圣湖片区是聚雪山、湖泊、湿地、草原、荒漠为一体的典型高原自然景观,札达土林片区自然性以及多样性水平较低,但景观独特性突出,这里的水平岩层地貌经洪水冲刷、风化剥蚀而形成的独特地貌,形成了全球独一无二的土林规模和形态,具有大尺度景观的宏伟气势。羌塘国家公园备选地虽景观自然性与独特性较高,但景观多样性不足,拥有全藏第一大湖泊核心的高寒湿地生态景观,以及以普若岗日冰原为核心的世界上中低纬度最大的冰川群景观(图6)。

4 讨论与启示

不同维度和各要素对西藏自然景观美学价值的影响程度差异明显。根据各维度和各要素自身

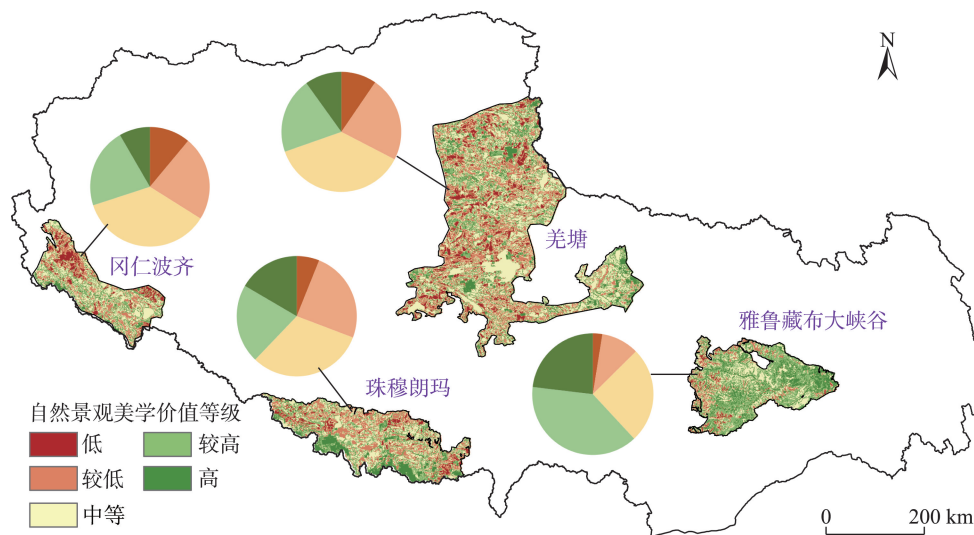


图6 西藏国家公园备选区自然景观美学价值评估结果

Fig.6 Evaluation result of natural landscape aesthetic value of potential national parks in Tibet

差异程度和贡献分析,维度层面影响程度从高到低分别是景观多样性、景观自然性、景观独特性。关于景观多样性,西藏自然地理条件特殊,地形上就形成了青藏高原边缘地带的高山峡谷与高原中部地区的高山平原之间巨大的地形差异性;与此同时,伴随着地形和气候作用,西藏东南地区和西北地区的土地覆被多样性也产生了巨大的差异,西北地区为高寒荒漠草原或干旱荒漠区,地势平坦,土地覆被单一,而东南地区海拔高度差极大,垂直地带性突出,土地覆被多样性极为丰富。其次是景观自然性,其中自然感知度与植被覆盖度的作用强度较大,特别是在不同生态区之间的差异性极为显著;但人类活动干扰程度作用较小,这主要因为西藏人类活动规模极低,2020年全藏建设用地比重仅为0.05%左右^[40],远低于其他省区。最后,景观独特性存在尺度上的差异,大尺度空间层面景观类型的稀有性因地形地貌而影响程度高,小尺度空间范围内的土地类型稀有性面积较小,而且与自然性感知度的评价结果部分重叠,因而表现出的影响程度不高。

区域层面的自然景观美学价值评估是探索大尺度的国家公园景观空间组织规则的重要基础。青藏高原大尺度景观价值突出,探索国家公园体系建设则是实现区域绿色资本增值与生态保护的重要路径^[39]。可以将景观美学价值评估及其在利用保护、规划、管理等方面的运用作为重要前提。全域的景观价值评估可为国家公园边界划定提供依据,确保重要的高价值自然景观资源能够纳入国家公园体系,而且实现了不同国家公园整体层面的价值比较,确定国家公园资源优越度等级序列,根据不同等级规模、区位等因素确定各国家公园的景观资源利用模式。单个国家公园层面的景观评价可为具体的开发利用空间选择、生态旅游路线设计、游憩设施布局等决策提供帮助,一方面保障公园景观的连接性与完整化等为游客提供丰富的景观价值服务,另一方面有助于选准具体的景观点(路线)实现通过小部分的开发利用,达到区域生态保护和经济发展的双赢。

开展自然景观美学价值评估,并与生态脆弱性进行空间权衡,是在区域尺度解决旅游发展与生态保护的有效途径。目前,基于自然的旅游正在全球范围内快速增长^[41],特别是新冠疫情之后,可以预见,进入西藏的旅游人口将大规模增加,对地方脆

弱的生态环境和自然景观资源的保护会产生极大的风险。因此,亟需在全域尺度实施有效的策略,加强生态和自然景观受损风险管控。旅游是否对生态产生负面影响实质上取决于旅游压力与生态脆弱性之间的耦合。生态脆弱性越强的地方越容易受到人类活动不可逆的干扰,而旅游压力往往又与自然景观价值高度相关,研究表明,自然景观价值越高的地方往往越容易吸引更多的游客前往^[42]。因此,可持续的旅游空间策略必须要同时考虑自然景观价值和生态脆弱性。遗憾的是,在大尺度空间上,已有研究更多的只关注了其中一个维度,倾向在高自然景观价值的地方开发布局旅游设施或是在生态脆弱性高的地区实施严格保护措施^[43]。因此,本文提出可尝试按照自然景观美学价值的高低和生态脆弱性的强弱,划分为4种类型区,并提出管理方向:第一是显著冲突倾向型,即自然景观价值和生态脆弱性都高的地方,需要做充分的生态风险评估,谨慎发展旅游业;第二是生态优先型,生态脆弱性高而景观价值低,适宜严格的生态保护;第三是景观优先型,这些地方景观价值较高而生态脆弱性较低,适宜作为未来重点发展自然旅游的备选地;第四是无冲突倾向型,即自然景观价值和生态脆弱性都较低的地方,适宜建设住宿、道路交通等配套自然旅游的基础设施。

5 结论与展望

西藏自然景观资源极为丰富,是青藏高原国家公园群建设的重点区域。本文基于自然景观美学价值的内涵,从自然性、多样性和独特性3个维度构建了自然景观美学价值评估指标体系,对西藏进行了区域层面的综合评估。评价结果显示,景观自然性、多样性与独特性的空间分异特征显著,这是自然景观美学价值区域差异性的重要基础。西藏自然景观美学价值处于低、较低、中等、较高和高等级的面积占比分别为12.2%、20.2%、32.4%、21.4%和13.8%,空间上呈现出东南高、西北低的总体分布格局,多样性、自然性、独特性影响程度逐次降低。高值区集中分布于藏东的喜马拉雅山脉东段和横断山脉、喜马拉雅山脉中段的珠峰地区、藏北羌塘国家级自然保护区3片区域。国家公园备选区中,自然景观美学价值从高到低分别是雅鲁藏布大峡谷、珠穆朗玛、冈仁波齐和羌塘。从区域层面进行的自然景

观美学价值评价结果,对西藏整体的旅游发展与生态保护的空间权衡、国家公园层面的景观利用与管理等问题的决策支持,均能提供一定的科学依据。

本文还存在一定的局限性,需要未来进一步探索。首先,本文从自然性、多样性和独特性开展评估,但景观美学价值的内涵丰富,还有一些维度并未涉及,如声景观、嗅觉景观等,有待于深入研究。其次,因数据可获得性等原因,一些指标相对简单,代表性不够,空间分辨率不同的各类数据在转换过程中也会产生误差。未来需要融合高精度遥感数据、地形数据、地面调查等多元数据,采用新技术、新方法为评估提供新路径。再次,西藏的气候类型特殊,季节性征十分明显,与此同时,旅游活动存在淡旺季的显著差异,因此,将季节性纳入评估中对揭示该地区的景观特征以及实际决策支持都具有重要意义。最后,大尺度区域尺度的评价应该与小尺度的典型区评估进行有机融合。区域评价结果为高景观价值区(典型区)的选择提供指引,在典型区则可开展视域分析、个体偏好分析、高精度数据分析等深入研究,一方面可验证区域尺度的评价结果,另一方面有益于改进和提升区域尺度的评价方法。

致谢:真诚感谢匿名评审专家在论文评审中所付出的时间和精力,专家对本文的结构完整性、结论凝练性以及政策必要性等方面提出丰富建议,使本文获益匪浅。

参考文献(References)

- [1] 邬建国. 景观生态学: 格局、过程、尺度与等级 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2007. [Wu Jianguo. Landscape ecology: Pattern, process, scale and hierarchy. Beijing, China: Higher Education Press, 2007.]
- [2] Abraham A, Sommerhalder K, Abel T. Landscape and well-being: A scoping study on the health-promoting impact of outdoor environments [J]. *International Journal of Public Health*, 2010, 55(1): 59-69.
- [3] Plieninger T, Dijks S, Oteros-Rozas E, et al. Assessing, mapping, and quantifying cultural ecosystem services at community level [J]. *Land Use Policy*, 2013, 33: 118-129.
- [4] Termorshuizen J W, Opdam P. Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development [J]. *Landscape Ecology*, 2009, 24(8): 1037-1052.
- [5] 樊杰, 钟林生, 黄宝荣, 等. 地球第三极国家公园群的地域功能与可行性 [J]. *科学通报*, 2019, 64(27): 2938-2948. [Fan Jie, Zhong Linsheng, Huang Baorong, et al. Territorial function and feasibility of the Earth's Third Pole National Park cluster. *Chinese Science Bulletin*, 2019, 64(27): 2938-2948.]
- [6] 曾瑜哲, 钟林生, 虞虎. 国家公园群建设的层级结构识别: 以青藏高原国家公园群为例 [J]. *地理科学进展*, 2022, 41(6): 972-984. [Zeng Yuxi, Zhong Linsheng, Yu Hu. Hierarchical structure identification of national park groups: Taking the Qinghai-Tibet Plateau national park group as an example. *Progress in Geography*, 2022, 41(6): 972-984.]
- [7] Lothian A. Landscape and the philosophy of aesthetics: Is landscape quality inherent in the landscape or in the eye of the beholder? [J]. *Landscape and Urban Planning*, 1999, 44(4): 177-198.
- [8] 王玉婷, 王书建, 张洵赫, 等. 生态系统服务视角下的景观美学研究进展 [J]. *生态科学*, 2022, 41(1): 262-272. [Wang Yuting, Wang Shujian, Zhang Xunhe, et al. Research progress of landscape aesthetics from the perspective of ecosystem service. *Ecological Science*, 2022, 41(1): 262-272.]
- [9] Arriaza M, Cañas-Ortega J F, Cañas-Madueño J A, et al. Assessing the visual quality of rural landscapes [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2004, 69(1): 115-125.
- [10] Ha S C, Yang Z P. Evaluation for landscape aesthetic value of the natural world heritage site [J]. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2019, 191(8): 483. doi: 10.1007/s10661-019-7607-9.
- [11] Daniel T C. Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2001, 54: 267-281.
- [12] Schaich H, Bielting C, Plieninger T. Linking ecosystem services with cultural landscape research [J]. *GAIA: Ecological Perspectives for Science and Society*, 2010, 19(4): 269-277.
- [13] 齐童, 王亚娟, 王卫华. 国际视觉景观研究评述 [J]. *地理科学进展*, 2013, 32(6): 975-983. [Qi Tong, Wang Yajuan, Wang Weihua. A review on visual landscape study in foreign countries. *Progress in Geography*, 2013, 32(6): 975-983.]
- [14] Kalinauskas M, Mikša K, Inácio M, et al. Mapping and assessment of landscape aesthetic quality in Lithuania [J]. *Journal of Environmental Management*, 2021, 286: 112239. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.112239.
- [15] Brown G, Fagerholm N. Empirical PPGIS/PGIS mapping of ecosystem services: A review and evaluation [J]. *Ecosystem Services*, 2015, 13: 119-133.
- [16] Uuemaa E, Mander Ü, Marja R. Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: A review

- [J]. *Ecological Indicators*, 2013, 28: 100-106.
- [17] Zube E H. Perceived land use patterns and landscape values [J]. *Landscape Ecology*, 1987, 1(1): 37-45.
- [18] Hauck J, Görg C, Varjopuro R, et al. "Maps have an air of authority": Potential benefits and challenges of ecosystem service maps at different levels of decision making [J]. *Ecosystem Services*, 2013, 4: 25-32.
- [19] Stephenson J. The cultural values model: An integrated approach to values in landscapes [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 84(2): 127-139.
- [20] 徐琳琳, 虞虎. 国外国家公园景观评价与保护利用研究进展及对中国的启示 [J]. *资源科学*, 2022, 44(7): 1520-1532. [Xu Linlin, Yu Hu. Research progress of international landscape evaluation, protection, and utilization of national parks and implications to China. *Resources Science*, 2022, 44(7): 1520-1532.]
- [21] 苗毅, 卢文清, 戴特奇, 等. 青藏高原市域综合交通优势度评价及空间特征: 以林芝市为例 [J]. *地理科学进展*, 2021, 40(8): 1332-1343. [Miao Yi, Lu Wenqing, Dai Teqi, et al. Comprehensive traffic advantage degree and its spatial characteristics at the prefecture level on the Qinghai-Tibet Plateau: A case study of Linzhi City. *Progress in Geography*, 2021, 40(8): 1332-1343.]
- [22] 傅伯杰, 刘国华, 欧阳志云. 中国生态区划研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2013. [Fu Bojie, Liu Guohua, Ouyang Zhiyun. Study on ecological regionalization in China. Beijing, China: Science Press, 2013.]
- [23] Tveit M, Ode A, Fry G. Key concepts in a framework for analysing visual landscape character [J]. *Landscape Research*, 2006, 31(3): 229-255.
- [24] Marshall N, Marshall P, Curnock M, et al. Identifying indicators of aesthetics in the Great Barrier Reef for the purposes of management [J]. *PLoS One*, 2019, 14(2): e0210196. doi: 10.1371/journal.pone.0210196.
- [25] Scholte S S, Van Teeffelen A J, Verburg P H. Integrating socio-cultural perspectives into ecosystem service valuation: A review of concepts and methods [J]. *Ecological Economics*, 2015, 114: 67-78.
- [26] Zoderer B M, Tasser E, Carver S, et al. An integrated method for the mapping of landscape preferences at the regional scale [J]. *Ecological Indicators*, 2019, 106: 105430. doi: 10.1016/j.ecolind.2019.05.061.
- [27] Ode A, Fry G, Tveit M S, et al. Indicators of perceived naturalness as drivers of landscape preference [J]. *Journal of Environmental Management*, 2009, 90(1): 375-383.
- [28] Zoderer B M, Tasser E, Erb K H, et al. Identifying and mapping the tourists' perception of cultural ecosystem services: A case study from an Alpine region [J]. *Land Use Policy*, 2016, 56: 251-261.
- [29] Solecka I, Rinne T, Martins R C, et al. Important places in landscape-investigating the determinants of perceived landscape value in the suburban area of Wroclaw, Poland [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2022, 218: 104289. doi: 10.1016/j.landurbplan.2021.104289.
- [30] Hermes J, Albert C, von Haaren C. Assessing the aesthetic quality of landscapes in Germany [J]. *Ecosystem Services*, 2018, 31: 296-307.
- [31] Walz U, Stein C. Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany [J]. *Journal for Nature Conservation*, 2014, 22(3): 279-289.
- [32] Boll T, von Haaren C, von Ruschkowski E. The preference and actual use of different types of rural recreation areas by urban dwellers: The Hamburg case study [J]. *PLoS One*, 2014, 9(10): e108638. doi: 10.1371/journal.pone.0108638.
- [33] Luo L H, Duan Q T, Wang L X, et al. Increased human pressures on the alpine ecosystem along the Qinghai-Tibet Railway [J]. *Regional Environmental Change*, 2020, 20(1): 1-13. doi: 10.1007/s10113-020-01616-7.
- [34] 钟林生, 曾瑜哲, 虞虎. 青藏高原国家公园群游憩功能的自然基础与实现路径 [J]. *生态学报*, 2021, 41(3): 861-873. [Zhong Linsheng, Zeng Yuxi, Yu Hu. The natural foundation and realization path of the recreation function of the Qinghai-Tibet Plateau national park group. *Acta Ecologica Sinica*, 2021, 41(3): 861-873.]
- [35] Dramstad W E, Tveit M S, Fjellstad W J, et al. Relationships between visual landscape preferences and map-based indicators of landscape structure [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 78(4): 465-474.
- [36] Sowińska-Świerkosz B. Critical review of landscape-based surrogate measures of plant diversity [J]. *Landscape Research*, 2020, 45(7): 819-840.
- [37] Riley S J, DeGloria S D, Elliot R. A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity [J]. *Intermountain Journal of Sciences*, 1999, 5: 23-27.
- [38] Hou Y Z, Zhao W W, Hua T, et al. Mapping and assessment of recreation services in Qinghai-Tibet Plateau [J]. *Science of the Total Environment*, 2022, 838: 156432. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.156432.
- [39] 樊杰, 钟林生, 李建平, 等. 建设第三极国家公园群是西藏落实主体功能区大战略、走绿色发展之路的科学抉择 [J]. *中国科学院院刊*, 2017, 32(9): 932-944. [Fan Jie, Zhong Linsheng, Li Jianping, et al. Third pole national park group construction is scientific choice for implementing strategy of major function zoning and green development in Tibet, China. *Bulletin of Chinese Academy*

- of Sciences, 2017, 32(9): 932-944.]
- [40] 西藏自治区第三次全国国土调查领导小组办公室. 西藏自治区第三次全国国土调查主要数据公报 [EB/OL]. 2021-12-24 [2022-12-06]. http://zrzyt.xizang.gov.cn/dt/gsgg/202112/t20211224_276279.html. [Office of the Third National Land Survey Leading Group of the Tibet Autonomous Region. Bulletin of the main data of the third national land survey of the Tibet Autonomous Region. 2021-12-24 [2022-12-06]. http://zrzyt.xizang.gov.cn/dt/gsgg/202112/t20211224_276279.html.]
- [41] Pergams O R W, Zaradic P A. Evidence for a fundamental and pervasive shift away from nature-based recreation [J]. PNAS, 2008, 105(7): 2295-2300.
- [42] Kim Y J, Lee D K, Kim C K. Spatial tradeoff between biodiversity and nature-based tourism: Considering mobile phone-driven visitation pattern [J]. Global Ecology and Conservation, 2020, 21: e00899. doi: 10.1016/j.gecco.2019.e00899.
- [43] Zeng Y X, Filimonau V, Wang L E, et al. The role of seasonality in assessments of conflict tendency between tourism development and ecological preservation in protected areas: The case of protected areas in China [J]. Journal of Environmental Management, 2022, 304: 114275. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.114275.

Evaluation of natural landscape aesthetic value and its spatial differentiation in Tibet from the perspective of ecosystem services

LIU Hanchu¹, SUN Zhongrui¹, WU Jiayu^{2*}, YU Hu³, YANG Xianming⁴, ZHOU Daojing¹

(1. Institutes of Science and Development, CAS, Beijing 100190, China; 2. Institute of Landscape Architecture, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China; 3. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 4. College of Geographical Science, Qinghai Normal University, Xining 810016, China)

Abstract: As an important ecosystem service function, natural landscape aesthetics has great impact on human health and well-being, which is a prerequisite for nature-based tourism and national park construction activities. At present, although some landscape planning and decision making, such as developing national parks, are carried out on a regional scale, the existing research lacks the evaluation of the landscape aesthetic value on the regional scale. From the perspective of ecosystem services and based on an examining of the landscape naturalness, diversity, and uniqueness dimensions, this study evaluated the natural landscape aesthetic value (NLAV) in Tibet at the regional scale. The results show that the areas with low, relatively low, medium, relatively high, and high NLAV in Tibet accounted for 12.2%, 20.2%, 32.4%, 21.4% and 13.8%, respectively. Natural landscape aesthetic values showed significant regional differences, with an overall distribution pattern of high in the southeast and low in the northwest. The high value areas are concentrated in the eastern part of the Himalayas and the Hengduan Mountains in eastern Tibet, the Qomolangma region in the middle of the Himalaya Mountains, and the Qiangtang Plateau region in northern Tibet. The low value areas are mainly distributed in the Naqu-Ngari Plateau alpine desert steppe and arid desert region, and widely dispersed in the central and eastern parts of Tibet. The impacts of diversity, naturalness, and uniqueness on the NLAV in Tibet are in a decreasing order. Among the four national park candidates in Tibet, Zangbo Grand Canyon has the highest NLAV, while Kailash Pozi and Changtang are relatively low. The results of this study provide useful references for the spatial evaluation of large-scale landscape values, as well as the construction of national parks, landscape planning and management, and ecological protection on the Qinghai-Tibet Plateau.

Keywords: natural landscape aesthetic value; ecosystem services; national park; Tibet