

# 基于数码影像的林木景观美学价值评价

汪光胜, 储雪梅, 梁勤, 邢菊, 王琪 (滁州学院地理信息与旅游学院, 安徽滁州 239000)

**摘要** 为了丰富林木景观评价方法, 促进林木景观评价研究, 通过对琅琊山森林景观的研究, 提出了一种基于数码影像的林木景观美学价值评价的方法。按照数据获取、数据处理、计算评价的研究思路进行了方法论述, 提出采用评分转换法消除评价指标正、负向作用和单位差异, 采用层次分析法构建评价指标的权重体系, 建立评价模型, 并针对评分转换标准中可能出现的3种情况进行了探讨。该方法具有一定的实用性。

**关键词** 景观评价; 数码影像; 林木景观; 琅琊山

中图分类号 S731.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)12-0157-03

## The Evaluation for Forest Landscape Aesthetic Quality Based On Digital Image

WANG Guang-sheng, CHU Xue-mei, LIANG Qin et al (Geography Information and Tourism College, Chuzhou University, Chuzhou, Anhui 239000)

**Abstract** In order to enrich forest landscape evaluation methods and promote the research of forest landscape evaluation, based on the study of forest landscape in Langya Mountain, a method based on digital image was proposed to evaluate the aesthetic value of forest landscape. The feasibility of this method was expounded by data acquisition, data processing and evaluation of calculation in sequence, and then grades converting method was put forward to eliminate both the positive and the negative effects as well as unit difference in evaluation indexes. Analytic Hierarchy Process (AHP) was used to construct the evaluation index system and to establish assessment model. In addition, three conditions that may appear in grades converting were discussed. The method was applied to the Langya Mountain National Forest Park and the feasibility of the method was validated.

**Key words** Landscape evaluation; Digital image; Forest landscape; Langya Mountain

林木景观作为森林景观的主体部分, 在森林景观中占有重要地位。随着经济的发展, 人们对森林景观关注度日益提升。国内外学者在森林景观方面进行了大量研究, 其中就研究方法而言, 国外研究较多, 形成了四大学派<sup>[1]</sup>, 并逐渐发展出了3种主要研究方法<sup>[2-4]</sup>。国内学者多在国外四大学派研究的基础上进行进一步的研究, 取得了丰富的成果<sup>[5-7]</sup>, 也有部分学者进行了方法创新<sup>[8-9]</sup>, 丰富了森林景观的研究方法。在具体的研究方法上, 除了四大学派的研究方法外, 近些年, 随着计算机技术的发展, 利用计算机建立景观模型进行可视化的方法在森林景观研究中得以应用<sup>[10]</sup>, 但是这种现实景观模拟的方法目前还不够成熟, 存在诸多问题<sup>[10-11]</sup>。传统的研究方法多是现场评价、放映照片等, 参与者较多, 耗时费力<sup>[12]</sup>。如今, 各种数码摄影产品低价易操作, 而且图像编辑技术已经相当成熟。因此, 笔者在考虑各种方法优缺点的基础上, 基于对滁州市琅琊山林木景观的研究, 提出了一种基于数码影像的林木景观美学价值评价的研究方法, 以期为更加科学简便地评价林木景观提供新思路。

## 1 研究区概况

琅琊山国家森林公园位于安徽省滁州市东南部琊山区, 是国家4A级风景名胜区。琅琊山为皖东第一名山, 安徽省五大风景区之一。琅琊山森林面积约为240 km<sup>2</sup>, 最高峰海拔317 m。琅琊山处于亚热带和暖温带的过渡区, 季风气候明显, 山林间气候温和, 降雨充沛, 四季分明, 无霜期长, 气候条件良好, 适宜于林木生长, 现有各类植物150多科, 其中乔灌木60科左右。另外还有琅琊榆、醉翁榆等特有的珍贵树

种, 景区林地植被为天然次生林和人工林、针叶林和阔叶林相互交错呈块状、带状混交体系。混交的树种繁多, 各具特色, 有很高的观赏和科研价值。

## 2 基于数码影像的评价方法

### 2.1 数据获取与预处理

**2.1.1 数据获取。**基于数码影像评价林木景观, 其数据获取应采用数码产品拍摄的方式, 主要是使用数码相机。但是数码产品拍摄的影像易受自然环境和人为因素影响, 为保证影像数据的可比性, 应考虑各种影响因素。为了能够提供较好的数据获取方案, 在林木研究经验的基础上, 咨询摄影及林木等相关专业的专家, 对各种影响因素进行了分析, 并给出相关解决方案(表1)。

**2.1.2 数据预处理。**逐一检查每幅影像, 对效果较差的影像进行重拍或更换样区。使用专业修图软件, 对影像中多余的数据进行清除。对处理后的影像按照拍摄的顺序进行重新编号, 保存为常用的图片格式(JPG、PNG等), 按样区编号保存在不同的文件夹中。目前, 国内使用较好的修图软件是Photoshop软件, 主要是对影像中目标物以外的背景物进行清理。

### 2.2 构建评价模型

**2.2.1 评价因子选取。**林木景观美学评价是笼统复杂的概念, 需要将其具体化、简单化, 因而需要选取具体的评价因子和评价指标, 通过建立一个层次结构实现评价的目的。在国内学者的研究中, 评价指标的选择主要是进行问卷调查<sup>[13]</sup>和咨询专家<sup>[7]</sup>, 再结合研究区的实际情况进行确定。问卷调查的对象主要是游客、学生, 对林木景观的认识多从主观印象出发, 与林木景观美学评价的目标相契合, 在林木景观美学价值评价中较为实用。专家意见多从专业经验出发, 但不同研究方向的专家之间的评判结果存在较大差异。不同地

**基金项目** 安徽省大学生创新创业训练计划资助项目(201610377046); 滁州学院大学生创新创业训练计划资助项目(2016CXX1052)。

**作者简介** 汪光胜(1995—), 男, 安徽安庆人, 本科生, 专业: 地理科学。

**收稿日期** 2017-03-22

区,由于其条件的差异,林木景观差异也较大,因而根据研究区的实际情况进行评价指标调整是必要的辅助措施。

**2.2.2 评分转换标准。**由于不同指标之间存在正、负向作用和单位上的差异,无法进行统一评价,因此需要使用某种方法对评价因子进行处理,使评判结果能够进行运算使用。该研究提出采用较为简单的评分转换的方法,将不同单位的

评价结果转换到统一的评分评价体系中,按百分制进行评分计算。但是,在具体指标评价结果转换时会出现最佳值确定问题,也就是每个指标一百分确定问题,所以在建立评分转换标准之前,需要对最佳值进行判定,而前人的研究并没有直接讨论过这个问题。因此,笔者对可能存在的3种情况进行了探讨,为以后的研究提供借鉴。

表1 林木景观数据获取影响因素

Table 1 Influencing factors of forest landscape data acquisition

影响因素 Influencing factors	影响分析 Impact analysis		解决方案 Solution
自然环境因素 Natural environmental factors	天气状况 光线变化 物体遮挡	阴雨、多云天气拍摄的影像会模糊不清 在不同光线条件下拍摄的影像会呈现不同的效果 一些人工建造物或自然物体会对拍摄物有遮挡,无法获取完整影像	选取晴朗天气进行拍摄 拍摄时尽量保证光线基本一致 更改样点或样地
人为因素 Human factor	拍摄角度 拍摄工具 目标物距离	拍摄角度的改变会引起目标物反射光线变化,间接影响拍摄效果 不同数码产品拍摄出的影像大小分辨率会有差异 距离远近会带来景观差异,并且不利于评价因子计算	确定统一的(垂直和水平)拍摄角度 选用同一数码产品或型号相同的数码产品 确定统一的拍摄距离

(1)评判指标以比值形式计算,计算结果在0~1,且其美景度与比值呈线性相关时,按下列公式计算。

正向作用指标:

$$X'_i = 100 \times X_i \quad (1)$$

负向作用指标:

$$X'_i = 100 \times (1 - X_i) \quad (2)$$

式中, $X'_i$ 为转换后的评分, $X_i$ 为评价指标原始计算值。

(2)不以比值形式出现,但可以简单判断时,直接赋予评分值,进行评分转换,例如整体林木评价中的层次丰富度因子和层次组合指标,根据乔木、灌木、草被的组合情况结合专家意见直接给定评分转换标准。

(3)无法简单判断时,笔者提出采取对各个因子进行测试的方法寻找各指标最佳值,具体方法如下:提取某一指标,按一定变化顺序(递减或递增)逐步改变指标的自变量,直到指标因变量达到最大(正向作用指标)或是最小(负向作用指标)时,即可得到最佳值。然后根据指标值变化情况计算或直接确定评分标准。

通过评分转换,将定性指标也转换为定量指标,与定量指标相结合,从而做到对林木景观美学价值的定量评价。

**2.2.3 权重系数。**该研究的定量综合评价中,评价指标较多,对指标权重的确定就十分必要。目前,地理学研究中,应用于简化评分标准、确定指标权重的方法较多,该研究以层次分析法为例进行探讨。

层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)将复杂问题分解为多个因素,是多因素定量综合评价中使用较为普遍、有效的方法。运用层次分析法构建一个3层次结构的评价指标体系,即A目标层(林木景观美学价值)、B准则层、C因子层,构造判断矩阵。根据判断矩阵,求出其最大特征根所对应的特征向量W,得到权重分配,为确定得到的权重分配是否合理,需要对判断矩阵进行一致性检验,最终得到各层次指标的权重值<sup>[14]</sup>。

**2.2.4 美学价值模型。**基于处理好的数码影像,结合部分

实地调查数据,对各个指标进行评判,由指标评分结果和权重系数计算林木景观的美学价值。采用逐层递进的计算方法,由因子层计算准则层,再计算得到目标层评分结果,具体计算过程见公式(3)(4)。

$$B_q = \sum_{m=1}^s c_m C_m \quad (3)$$

$$Z = \sum_{q=1}^t b_q B_q \quad (4)$$

式中, $s$ 为因子的个数, $t$ 为准则的个数, $B_q$ 表示第 $q$ ( $q=1,2,\dots,t$ )个准则的得分值, $C_m$ 表示第 $m$ ( $m=1,2,\dots,s$ )个因子的得分, $c_m$ 表示第 $m$ 个因子的权重, $b_q$ 表示第 $q$ 个准则的权重, $Z$ 表示最终得分值。将公式(3)(4)结合,即得到林木景观美学价值评价的评价模型。

将原始得分数据代入林木景观美学价值评价模型中,即可计算各样点林木景观美学价值的最终得分值,为进一步研究林木景观相关问题提供定量参考。

### 3 琅琊山森林景观评价

基于数码影像的林木景观评价方法进行景观价值评价,考虑表1中的影响因素,实地获取60处整体林木景观的数码影像,其中40处数据用于模型构建,20处用于模型验证。通过阅读文献及问卷调查等方法确定整体林木景观评价指标并进行修正,得评价指标及评分转换标准(表2)。通过问卷调查(实际问卷数为374份,主要调查对象为在校本科生及琅琊山游客),并使用层次分析软件yaahp进行权重确定。其中方案层以假设同样重要的P、Q代替,具体权重见表2,进而构建了林木景观美学价值评价模型,模型公式见公式(5)。

$$Z = 0.101 5c_{11} + 0.033 8c_{12} + 0.033 8c_{12} + 0.033 8c_{13} + 0.100 1c_{21} + 0.055 5c_{22} + 0.034 1c_{23} + 0.176 8c_{24} + 0.021 0c_{25} + 0.061 9c_{31} + 0.041 4c_{32} + 180 1c_{33} + 0.077 1c_{34} + 0.117 4c_{35} \quad (5)$$

式中, $Z$ 为景观评价得分值, $c_{ij}$ 表示对应因子的评分转换得分值。

将 20 处验证数据的评分转换结果代入模型公式中,得出预估美景度值。将 20 幅数码影像编号,随机请琅琊山游客及在校师生采用百分制评分标准进行美景度评价,将各幅数码影像的评分结果取平均值,得到 20 幅数码影像数据对

应的真实美景度值。使用 SPSS 19.0 软件将预估美景度值和实际美景度值进行回归分析,相关性系数为  $R = 0.779$ ,且通过了 0.01 的显著性水平检验。图 1 为真实值与预测值的散点图。

表 2 评价指标和权重级评分转换标准

Table 2 Evaluation index and weight grade conversion standard

目标层 Target layer	准则层 Criterion layer	权重值 Weight	因子层 Factor layer	权重值 Weight	最终权重 Final weight	因子说明 Factor description	评分转换标准 Score conver- sion standard
A 林木景观 美学价值 Aesthetic value of forest landscape	B <sub>1</sub> 林上层景观	0.169 2	C <sub>11</sub> 冠层整齐度	0.600 0	0.101 5	整齐冠层面积与冠层面积之比 $x_1$	$x_1 \times 100$
			C <sub>12</sub> 冠层密度	0.200 0	0.033 8	冠层实际覆盖面积与冠层最大面积之比 $x_2$	$x_2 \times 100$
			C <sub>13</sub> 绿度	0.200 0	0.033 8	绿色冠层面积与冠层面积之比 $x_3$	$x_3 \times 100$
			C <sub>21</sub> 草被覆盖度	0.258 3	0.100 1	地表植被覆盖面积与地面面积之比 $x_4$	$[1 -  (0.7 - x_4)/0.7 ] \times 100$
			C <sub>22</sub> 树干形态	0.143 2	0.055 5	干顶垂直距离与树干长度之比 $x_5$	$x_5 \times 100$
	B <sub>2</sub> 林下层景观	0.387 4	C <sub>23</sub> 水平通透性	0.088 0	0.034 1	$[>2h, >h, <h]$ (定性) $y_1$	$[94, 63, 37]$
			C <sub>24</sub> 枯枝落叶	0.456 4	0.176 8	枯枝落叶面积与林分面积之比 $x_6$	$(1 - x_6) \times 100$
			C <sub>25</sub> 树干显示度	0.054 1	0.021 0	独立显示的树干与可见树干之比 $x_7$	$x_7 \times 100$
			C <sub>31</sub> 层次组合	0.061 9	0.027 4	$[乔, 乔 - 灌, 乔 - 草, 乔 - 灌 - 草]$ (定性) $y_2$	$[30, 65, 75, 100]$
			C <sub>32</sub> 林分密度	0.093 4	0.041 4	$[密集, 中等, 稀疏]$ (定性) $y_3$	$[67, 75, 34]$
B <sub>3</sub> 整体景观	0.443 4	C <sub>33</sub> 枯倒木	0.406 1	0.180 1	可见枯倒木与可见林木数量之比 $x_8$	$(1 - x_8) \times 100$	
		C <sub>34</sub> 林内光线强度	0.173 8	0.077 1	$[强烈, 柔和, 暗淡]$ (定性) $y_4$	$[61, 86, 28]$	
		C <sub>35</sub> 林木分布	0.264 8	0.117 4	$[均匀, 随机, 集聚]$ (定性) $y_5$	$[65, 72, 13]$	

注:  $x_i (i = 1, 2, \dots, 8)$  表示定量因子计算值,  $y_i (i = 1, 2, \dots, 5)$  表示定性因子评判数据,  $h$  表示平均树高,  $[a, b, \dots]$  表示评判标准对应关系

Note:  $x_i (i = 1, 2, \dots, 8)$  is calculated value of quantitative factor,  $y_i (i = 1, 2, \dots, 5)$  is evaluation data of qualitative factor,  $h$  means average tree height,  $[a, b, \dots]$  is corresponding relation of evaluation criteria

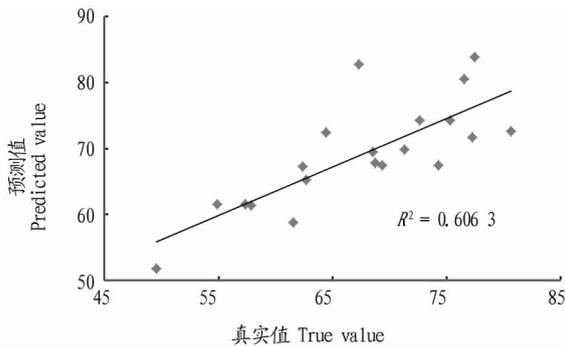


图 1 真实值与预测值散点

Fig. 1 Scatter plot of real value and prediction value

由图 1 可知,该景观评价模型得到的预测值与人们评价的真实值之间存在明显的正向相关性,但预测值整体上大于真实值,有一部分值存在较大的偏差,差值最大的达到了 15.41。其偏差的主要原因可能有如下 2 个方面:①模型构建过程中存在一定的不完善的地方,特别是因子选择与权重选择上存在较大的主观性;②由于个体在审美上的差异,对同一景观的评价可能会出现较大差异,导致最终评价价值偏移。

#### 4 研究总结与展望

**4.1 研究总结** 研究提出的基于数码影像的林木景观美学价值评价的方法,在原有的关于林木景观评价方法的基础上,着重突出数码影像的优势特点,结合定量与定性的评价方法进行景观评价,并以琅琊山国家森林公园为例进行了景观评价,相关性系数为 0.779,且通过了 0.01 的显著性水平检验,说明该方法具有实用性。

**4.2 研究展望** 研究提出林木景观评价方法,虽然较传统

研究方法节省了人力和时间,但是也无法完全脱离实地调查,并且在实际研究过程中仍然存在大量不确定因素和难以克服的问题,特别是评分转换标准建立中无法简单判断因子最佳值时,最佳值寻找可能会耗费较多精力,增加研究成本,或者不存在确定的最佳值。因此,进一步解决评分转换标准问题、研究模型相关误差、验证本研究方法科学性、适用性将是下一步研究的重点。

在实际的研究过程中也发现,由于自然森林内部的复杂性,基于数码影像对个体林木的评价较难实现,宜从整体角度进行评价,而人工林或半人工林的林木组成较为单一,可以很好地对个体林木进行评价,为林木建设提供科学决策的依据。因此,将在后续研究中将该方法应用到个体林木景观价值评价中。

目前计算机使用普遍,各种软件开发技术也较为成熟,而且数码影像便于在计算机中处理,因此结合林木景观评价方法,开发专门的林木景观评价软件,充分发挥计算机的客观、快速的优势,实行人机交互的方式评价林木景观价值,也是一个值得研究的方向。

#### 参考文献

- [1] 翟明普,张荣,阎海平. 风景评价在风景林建设中应用研究进展[J]. 世界林业研究,2003,16(6):16-19.
- [2] BUHYOFF G J, LEUSCHNER W A, ARNDT L K. Replication of a scenic preference function[J]. Forest science, 1980, 26(2): 227-230.
- [3] DANIEL T C. Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century[J]. Landscape and urban planning, 2001, 54(1): 267-281.

(下转第 162 页)

动,最终造成游客的游玩滞留时间很短,无法引发游客的二次消费,对地方经济的拉动作用不足。

长清区旅游景区管理体制主要有3种类型:政府专营管理模式、国有景区租赁模式、企业运作经营模式。3种模式中虽然企业运作的景区所占比例最少,但经营效益是最好的。政府部门应及时进行改革和旅游市场整顿,实现长清区旅游业的快速发展。

**3.3 面临的机遇分析** 随着全球经济一体化的发展和国家可持续发展战略的实施,生态旅游将成为传统大众旅游的替代品,是旅游业可持续发展的必然选择,将备受人们关注和欢迎。作为省城的西翼,长清区的发展和提升空间较大。从长清地区旅游资源的禀赋来看,其资源丰富、环境优美、地杰人灵、交通便利、宜居宜业。长清科技创新谷有50多家大中型企业入驻,具备了一定的产业创新、科技研发能力;特别是大学城科技园,共汇集了11所高校,拥有省部级实验室28个、博士后流动站46个、博士点46个,聚集了国家级突出贡献人才2500多人,具备了雄厚的人才储备优势;同时,历史文化和自然资源底蕴深厚的灵岩寺、五峰山、莲台山等优秀景区,都将在建设美丽大长清的进程中发挥积极的推动作用。

**3.4 挑战分析** 随着旅游业的快速发展,受经济利益的驱使,各地区都加大了对旅游业的投入与开发,未来旅游市场的竞争日益激烈,客源必然分流。长清地区的主要挑战来自周边地区、城市的竞争,内部的压力主要是对现有旅游市场进行的经营运作改革。只有在经营管理模式、旅游区建设与旅游产业发展上下足功夫,通过政府部门积极有效的引导,才能加快本地区旅游产业的发展步伐,开创一条创新而有效的旅游经营管理路子。

生态环境、山水风光和浓郁的乡土气息是长清生态旅游发展的生命线,但随着旅游业的不断发展和游客的增加,生态环境和社会文化将遭到一定程度的破坏,部分富有本地特色的风俗、民俗将日益弱化甚至消失,所以在今后的运作中,应实施发展与保护并行,以实现长清生态旅游产业的可持续发展。

## 4 结论与展望

综上所述,长清区旅游资源具有独特的优势和条件,且不受外界影响,其劣势则具有普遍性,关键是把握机遇,建立起旅游发展的长期战略,并精心策划,逐步实施,特别要把握好对旅游市场的定位和发展方向,在区域核心城市——济南市的辐射带动下,力求在旅游前景规划、关键要素配置、旅游交通铺设、旅游信息服务、市场营销策略等方面与省会同步,实现济南、长清一体化发展,实现无障碍旅游区,把潜在的原生态优势转化成现实优势,将占据优势的生态旅游产业作为长清区的主导产业来发展,打造国际旅游品牌,体现长清生态旅游的独特魅力。

## 参考文献

- [1] 魏媛,苏庆华.基于SWOT分析的贵州省生态旅游发展研究[J].江苏农业科学,2012,40(3):392-395.
  - [2] 克雷格·弗莱舍,芭贝特·本苏桑.战略与竞争分析:商业竞争分析的方法与技巧[M].北京:清华出版社,2004:93-104.
  - [3] 赵菁奇,史玉民.基于SWOT分析的我国环境NGO发展战略研究[J].科技管理研究,2009(2):67-70.
  - [4] 闫顺,仇家琪,史佳丽,等.新疆喀什地区旅游资源开发构思[J].干旱区地理,2002,25(4):364-37.
  - [5] 马书红,周伟,王元庆.基于SWOT分析和熵权决策的大城市-卫星城间交通模式配置研究[J].华中科技大学学报(城市科学版),2009,26(2):29-33.
  - [6] 张宇,杨玉娟,郭志超,等.基于SWOT分析法对黑龙江参与东北亚经济区域合作战略定位的研究[J].产业与科技论坛,2012,11(20):38-39.
  - [7] 黄波,杨增雄,张强.云南省元江旅游资源开发的SWOT分析[J].生态经济,2009(12):179-183.
  - [8] 石满乾,马伟,王卫国,等.新疆阿合奇县旅游资源的SWOT分析[J].地质通报,2014,33(1):135-142.
  - [9] 张晓妮,王志贤.长白山自然保护区生态旅游开发的SWOT分析[J].西北林学院学报,2011,26(1):199-204.
  - [10] 殷亚杰,晏春雨,袁改霞,等.大庆市湿地生态旅游发展SWOT分析[J].中国农业通报,2011,27(14):296-300.
  - [11] 加央旦培,杨改河.西藏自然保护区生态旅游SWOT分析与开发对策[J].西北林学院学报,2011,26(2):225-231.
  - [12] 汤焰,王磊,代勋,等.三江口自然保护区生态旅游开发的SWOT分析[J].安徽农业科学,2014,42(21):7114-7116.
  - [13] 杨韩涛,李才.藏北羌塘自然保护区生态-特种旅游开发的SWOT分析[J].地质通报,2010,29(12):1884-1890.
  - [14] 黎国强,张君侠.轿子山自然保护区生态旅游的SWOT分析及开发构想[J].福建林业科技,2011,38(2):117-121.
- 
- (上接第159页)
- [4] RODIEK S D, FRIED J T. Access to the outdoors: Using photographic comparison to assess preferences of assisted living residents[J]. Landscape and urban planning, 2005, 73(2/3): 184-199.
  - [5] 杨鑫霞,亢新刚,杜志,等.基于SBE法的长白山森林景观美学评价[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,40(6):86-90,98.
  - [6] 毛斌,徐程扬,陈瑜,等. AHP法在风景林内景观质量评价中的应用[J].西北林学院学报,2014,29(3):204-209.
  - [7] 董冬,何云核,周志翔.基于AHP和FSE的九华山风景区古树名木景观价值评价[J].长江流域资源与环境,2010,19(9):1003-1009.
  - [8] 胡欣欣,王李进,陈平留.基于投影跟踪模型的森林景观评价[J].江西农业大学学报,2009,31(2):306-310.
  - [9] 陈秋华.森林旅游资源P-R评价法的研究[J].福建林学院学报, 2003,23(1):57-60.
  - [10] 奚为民,戴尔阜,贺红土.森林景观模型研究新进展及其应用[J].地理科学进展,2016,35(1):35-46.
  - [11] PERRY G L W, ENRIGHT N J. Spatial modelling of vegetation change in dynamic landscapes: A review of methods and applications[J]. Progress in physical geography, 2006, 30(1): 47-72.
  - [12] 王超,翟明普,金莹杉,等.森林景观质量评价研究现状及趋势[J].世界林业研究,2006,19(6):18-22.
  - [13] 夏莲. AHP法在莽山森林公园内景观质量评价中的应用[J].山东农业大学学报(自然科学版),2015,46(1):86-90.
  - [14] 常建娥,蒋太立.层次分析法确定权重的研究[J].武汉理工大学学报(信息与管理工程版),2007,29(1):153-156.