

Viewshed Analysis Based on DEM in Laoshan National Forest Park

Xiaoyan Li, Mioxian Mu, Jing Liu, Jinming Yang*

School of Landscape Architecture and Forestry, Qingdao Agricultural University, Qingdao Shandong
Email: 3161566793@qq.com, 312661652@qq.com, 1655055532@qq.com, jinming0221@163.com

Received: Feb. 7th, 2018; accepted: Feb. 20th, 2018; published: Feb. 27th, 2018

Abstract

This paper evaluated the landscape quality of some scenic spots of Laoshan National Forest Park by using the SBE (Scenic Beauty evaluation) method. At the same time, viewshed analysis for routes of the eastern line Yangkou, Middle line Beijiushui and the southern line Jufeng was carried out based on the ArcGIS software and DEM (Digital Elevation Model) data, and factors such as the visual area, the number of spots in the visual range and the overlapping degree between adjacent spots were calculated. The result showed that only 42% of the scenic spots reached the average scenic value of beauty in all similar landscapes, and the average scenic value of most of the landscapes fluctuated at the average. The distribution of scenic spots is reasonable, 80% of scenic spots with wide field of vision have greater than 100 hm² sights area, which can bring tourists with open-minded feelings. The sight overlapping degree of the adjacent spots on the tourist trail is below 40%, indicating that the effect of the step-by-step change of scenery is better. The overlapping area between the tourist attractions is small, and the complementarity of the landscape between scenic areas is high. Scenic landscapes have their own characteristics, of which, Beijiushui is dominated by the view of water and beauty flowers, Jufeng has the characteristics of the high and distance, and the mountain and the sea are connected and the sea melted into the sky within Yangkou scenic spot. This study can provide tourists with different consults. At the same time, it can adjust and rebuild existing scenic spots and offer gauge for the development of new scenic spots in the future.

Keywords

Viewshed Analysis, SBE, Laoshan, Tourist Road

基于DEM的崂山国家森林公园视域分析

李晓燕, 牟淼先, 刘 菁, 杨金明*

青岛农业大学园林与林学院, 山东 青岛

*通讯作者。

Email: 3161566793@qq.com, 312661652@qq.com, 1655055532@qq.com, jinming0221@163.com

收稿日期: 2018年2月7日; 录用日期: 2018年2月20日; 发布日期: 2018年2月27日

摘要

本文利用SBE美景度评价方法,对崂山国家森林公园部分景点的景观质量进行了评价;同时基于ArcGIS软件和DEM数据对东线仰口、中线北九水和南线巨峰三条游览路线及其景点进行了视域分析,统计了可视域面积、可视范围内景点数量及相邻景点间的重叠度等指标。结果表明:仅有42%的景点的美景度在所有同类景观中处于平均值以上,大部分景观的美景度处于平均值上下。景区内景点分布较为合理,80%的景点视域面积在100 hm²以上,视野开阔,具有较好的观赏效果,可以带给游客以心胸开阔的感受。游道上相邻景点的视域重叠度均在40%以下,说明移步换景的效果较好。各景区之间游道的视域重叠面积较小,景区之间景观的互补性高。景区景观各具特色,其中,北九水以观水赏花为主,巨峰具有登高望远之特色,仰口沿海游道山海相连,海天一色。本研究可为崂山游客提供不同的游览参考,同时能够为景区现有景点的调整改建,未来对新景点的开发提供依据。

关键词

视域分析, 美景度, 崂山, 游道

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

对景观视觉感知的研究是景观评价的重要依据,同时也是旅游区规划与设计的重要科学依据。20世纪60年代中期,美国开展景观评价的研究,此后国内外很多学者开始对景观评价进行一系列的探索[1][2][3][4]。很多学者运用量化的分析方法,通过统计数据、数学模型等来定量分析评价景观资源,为风景旅游区规划设计提供重要依据[5][6][7][8]。近些年来旅游业发展迅速,而人地关系却越发紧张,如何利用有限的美景资源去提升景区的吸引力就显得尤为重要。在崂山森林公园的规划和开发过程中,如何充分利用与发掘景观资源,对现有的景点进行调整与改进,其核心问题便是评价景点对于游客视觉感知的影响程度。现在的旅游本身就是景观与游客和谐统一的整体,并不再仅仅局限于景观本身的存在,而逐渐重视人作为观赏主体的重要性。森林公园中景点被游客观看到的次数与范围直接决定着景观的利用程度和效率,关系到景观的美学价值能否充分实现,而景点分布与游道的位置走向决定着游人在游览过程中欣赏美景的角度、范围以及次数。游客对景点的视觉感知除了视域范围及景色变化程度的大小外,可达视域内景观的美景度也是一个影响游客观景心理的重要因素之一[9]。因此,从游客本身出发,通过分析游客在游览过程中所看到的景点和游道的视域特征,能够为景区的详细规划和充分发掘景观资源提供科学依据,为游客游览路线的选择提供参考。

本文利用DEM的视域分析技术,对游客游览崂山国家森林公园过程中的视域进行分析与研究,科学合理地确定景区的规划范围。对现有景观的现状进行评价,提醒开发者对景区视域分析的重视,为景点的规划提供建议,适当地对景区进行进一步开发,保护性、高效性地开发景区并稳定提升景区质量。

在对各景点与游道视域分析的同时,借助 SBE 法对景点与游道上观景效果较好的区域的美景度进行评价,从人对美景的理解和景观对人内心的触动来认识景观的特征,并对其分类,探索景观发展的协调性。

2. 研究区概况

崂山国家森林公园是中国重要的海岸风景名胜区,地处山东半岛南部,青岛市区东北部的黄海之滨,北纬 36°03' (36°24', 东经 120°07' (120°43', 总面积 446 hm²。崂山是山东半岛的主要山脉,最高峰巨峰(俗称“崂顶”)海拔 1127.3 米,是中国海岸线第一高峰,有着“海上第一名山”之称。山区东南二面濒临大海,西部自南而北与青岛市区的市南区、市北区、四方区、李沧区、城阳区接壤,北部与即墨市相邻。山海相连,山光海色,正是崂山风景的特色。崂山有陆路游览路线三条,分别是南线,由香港东路或东海东路向东经沙子口去巨峰景区,也可去往流清河奔太清宫,主要游览太清景区;中线,经北宅,乌衣巷赴北九水景区;东线,经由惜福镇,王哥庄到仰口,主要游览仰口景区,可向南游览棋盘石景区或直奔太清景区由南线返回,3 条游览路线见图 1。三条路线各具特色,本文以主观 SBE 法与客观视域分析法来评价三条游览路线的景观质量。

3. 研究方法

3.1. 数据来源

中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云平台(<http://www.gscloud.cn>)下载的青岛市崂山风景区 30 米分辨率 DEM 数据;2017 年 4 月进行的野外调查数据,包括各景区主要景点的坐标和游览路线数据,美景度评价照片。

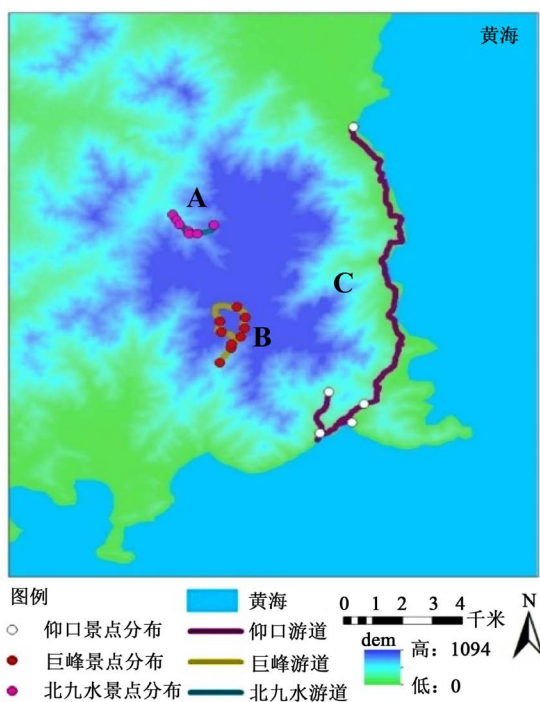


Figure 1. Distribution of three touring routes and scenic spots in Laoshan, among them: A indicates middle line of Beijiushui touring route; B indicates southern line of Jufeng touring route; and C is eastern line of Yangkou touring route, the same below **图 1.** 崂山三条游览路线及景点分布,其中, A 为中线北九水游览路线, B 为南线巨峰游览路线, C 为东线仰口游览路线,下同

3.2. 美景度评价

游客的情感需要和心理感受是对风景区景观质量的直观反映,为了借助 SBE 法定量化评价这种反映,本文对崂山风景名胜区三条游览路线上的主要景点以相同的拍摄手法拍摄了若干照片,最后筛选出了拍摄效果最佳、质量最好,最能代表景点特色的照片共计 12 张。因为以专业学生作为取样本进行景观美景度评价较为方便,且专业人员景观审美评价的一致性更好[10] [11] [12]。所以本文请青岛农业大学林学和园林专业 105 名学生为专业人员,利用“标准化说明” [13],以十分制的评价标准,八秒的时间间隔对随机排列的 12 张照片进行打分,对有效打分数据按照传统的标准化方法计算评判值:

$$Z_{ij} = (R_{ij} - R_j) / S_j \tag{1}$$

$$Z_i = \sum_j Z_{ij} / N_i \tag{2}$$

式中: Z_{ij} ——第 j 个评判者对第 i 个景观的评判标准化值;

R_{ij} ——第 j 个评判者对第 i 个景观的评判值;

R_j ——第 j 个评判者对同一类景观所有景观评判值的平均值;

S_j ——第 j 个评判者对同一类景观所有景观评判值的标准差;

Z_i ——第 i 个景观的标准化得分值均值(美景度值);

N_i ——第 i 个景观评判人员的数量。

计算结果若为正,说明此景观的美景度在所有同类景观中处于平均值以上,值越大,则高于平均值越多;负值则说明此景观的美景度在所有同类景观中处于平均值以下,值越小,则低于平均值越多。

3.3. 视域分析

将崂山三条游览路线南线、中线和东线分别以巨峰景区、北九水景区和仰口景区代替,三条游览路线共 22 处景点,其中巨峰景区 10 处,北九水景区 7 处,仰口景区 5 处。利用 DEM 数据及 ArcGIS 的视域分析(viewshed analysis)功能,以 5 km 最大可视半径分别对崂山三条游览路线及路线上 22 处主要景点进行游道视域分析和景点视域分析,利用 ArcGIS 的叠加分析功能统计各景点的视域面积,各景点可视范围内的景点数量和相邻景点间视域重叠面积等指标。

4. 结果与分析

4.1. SBE 美景度评价

本次评价共收回 105 份结果,实际有效数据 100 份。12 个景点的美景度值见表 1。

Table 1. Evaluation values of SBE for main scenic spots in Laoshan National Forest Park

表 1. 崂山国家森林公园主要景点 SBE 评价值表

序号	SBE 值	序号	SBE 值
1	-0.095	7	-0.119
2	-0.125	8	-0.595
3	0.349	9	-0.192
4	-0.21	10	-0.401
5	0.437	11	0.268
6	0.164	12	0.501

由表 1 结果可知, 序号 1、2、4、7、8、9、10 景点的 SBE 值均为负值, 序号 3、5、6、11、12 景点的 SBE 值为正值。其中, 评价价值最高的为 12 号景点, 该处景观是太清宫广场海边的一处海景, 左景为延伸出来的长堤, 紧挨着的小山丘上林木茂密, 郁郁葱葱, 给人生机勃勃之感; 右景为汪洋大海, 一望无际, 与蓝天白云相连, 更显辽阔无边, 令人视野开阔, 心旷神怡, 因此, 不同专业学生对其评价价值普遍较高。除 12 号景点外, 3 号和 5 号景点的 SBE 值也相对较高, 都大于 0.3, 景观分别为水景和桥景, 视野开阔, 给人开阔的视觉体验。评价价值最低的是 8 号景点, 此处景观为巨峰一处高耸入云的山石, 景观过于单一, 色彩也较单调, 山石之上树木较少, 且枝条较为杂乱, 影响了景观的美景度值。另外 10 号景点的 SBE 值也相对较低, 低于-0.3, 因为该处景观为巨峰的一条石阶路, 周围山石放置较为杂乱, 枝条密集且杂乱无章, 影响了人们的视觉享受。

4.2. 景点的视域特征

22 处景点的视域分析结果见表 2。

Table 2. Viewshed analysis results for 22 scenic spots among three touring routes in Laoshan
表 2. 崂山三条游览路线 22 处景点视域分析结果

序号	景点名称	可视景点数	视域面积/hm ²	相邻景点间重叠面积/hm ²	重叠度/%
1	无极潭	1	166.4	—	—
2	崂泉铭	1	49.86	38.82	17.95
3	得鱼潭	1	105.47	4.15	2.67
4	不滞潭	2	71.2	20.35	11.52
5	狮子头	2	46.47	33.45	28.43
6	潮音瀑	3	109.19	22.01	14.14
7	留韵亭	1	243.91	45.63	12.92
8	巨石	3	114.11	—	—
9	离门	4	197	68.65	22.07
10	海上名山第一	2	88.5	55.47	19.43
11	巽门	5	158.73	57.84	23.4
12	震门	4	212.55	112.3	30.25
13	艮门	4	372.41	170.78	29.2
14	坎门	1	403.36	0	0
15	乾门	1	385.69	0	0
16	兑门	1	448.54	197.42	23.17
17	坤门	2	231.06	0	0
18	仰口	1	2280.84	—	—
19	垭口	1	905.97	0	0
20	上清宫	1	116.78	0.3	0.02
21	太清宫	1	1464.91	877.11	37
22	八水河	1	1623.96	0	0

表 2 中序号 1~7 为北九水景区内的景点, 北九水因山有九折, 水有九曲而得名。在这 7 个景点中, 有 3 个景点的视域面积在 100 hm^2 以下, 其中狮子头的视域面积最小, 仅为 46.47 hm^2 , 主要是因为狮子头坐落在群山之中而且地势较低, 游客在该点的视线遭到很大的阻挡。其余 4 个景点的视域面积均在 100 hm^2 以上, 最大的是留韵亭, 其视域范围为 243.91 hm^2 , 因为该景点位于北九水景区的山顶, 海拔较高且四周无遮挡, 视野开阔。景点间的视域重叠面积均在 60 hm^2 以下, 最小的是狮子头和潮音瀑, 两处的视域面积均不大, 加之有山体阻挡且有一定距离, 所以重叠面积最小。留韵亭的视域包含了相邻景点, 因此和潮音瀑的重叠面积最大。因游览路线曲折, 7 个景点的可视景点数都相对较少。

巨峰景区为崂山最高最险峻的景区, 其主要景点是接近“崂顶”的八卦门, 包括离门、巽门、震门、艮门、坎门、乾门、兑门、坤门, 这八处景点由一条环形游道所连接, 其最低的离门也有海拔 522 m 。更高的观景点带来的是更开阔的视野, 因此巨峰景区内的景点视域面积均较大。兑门和坎门背山而立, 三面没有任何阻挡, 视域面积能够分别达到 448.54 hm^2 和 403.36 hm^2 , 虽然两处景点相距较远但重叠面积仍然是整个巨峰景区最大的, 能够达到 197.42 hm^2 。海上第一名山为一处石刻景观, 三面环山仅有石刻一面没有山体阻挡, 该景点的视域面积仅为 55.47 hm^2 。海上第一名山为一处石刻景观, 三面环山仅有石刻一面没有山体阻挡, 该景点的视域面积仅为 55.47 hm^2 。坎门虽海拔较高, 但是因其处在游道拐弯处, 背山而立, 且艮门和坎门被山体阻隔, 相距较远, 所以两景点的视域面积没有重叠。各景点的视野范围内可视景点数在 4 个及以上的有离门、巽门、震门、艮门四处景点, 其它景点视域范围内的可视景点数较少, 在 1~3 个之间。

东线仰口游览路线主要包括仰口、上清宫、垭口、太清宫、八水河 5 处景点, 这些景点均处在海边, 海拔相对较低, 视野开阔, 景点分散, 视域范围内可视景点数较少, 均为 1 个。除上清宫视域面积小于 120 hm^2 外, 其余 4 处景点的视域面积均在 900 hm^2 以上, 最大的是仰口, 为 2280.84 hm^2 。因上清宫处于山内幽谷中, 周围被山体和树木遮挡, 所以视域面积最小, 为 116.78 hm^2 。太清宫与垭口相距较近, 视野开阔, 视域的重叠面积最大, 为 877.11 hm^2 。

4.3. 游道的视域特征

由图 2 可以看出, 三条游览路线的长度差异较为明显, 其中线北九水景区游道长度最短, 为 2.05 km , 且视域面积也是三条路线中最小的, 为 690.19 hm^2 , 主要是由于北九水景点大多处于山谷之中, 游道两侧有高山阻隔, 且林木茂密, 所以视线受阻, 游道可视范围最小。南线巨峰景区的游道长度达到 4.42 km , 海拔较高, 即使有较多的树木也很难将视线阻挡, 甚至能够在高处远眺海景, 总视域面积为 1289.29 hm^2 。东线仰口景区游道沿海游览, 路线最长, 为 18.48 km , 虽海拔较低, 但视野开阔, 可视面积达到 7173.89 hm^2 , 平均可视面积为 $388.20 \text{ hm}^2/\text{km}$, 大于北九水的 $336.68 \text{ hm}^2/\text{km}$ 和巨峰的 $291.69 \text{ hm}^2/\text{km}$ 。

图 3(a)为北九水游览路线上各景点视域面积的变化情况, 可以看到, 北九水入口景点视野开阔, 视域面积相对较大, 为 166.40 hm^2 , 继续前行, 受山体的阻挡, 在距入口距离 291 m 处, 视域面积减少到 49.86 hm^2 , 随后视野范围出现先增加再减少的趋势, 在距入口 1035 m 处视域面积下降至 46.47 hm^2 , 此后视域面积迅速增大, 在游览路线的最后一个景点达到最大的 243.91 hm^2 。北九水游览路线上视域面积的变化表明, 游客在沿溪流游览时, 视野时而开阔, 时而狭窄, 在曲折中体验景域的变化之美。

图 3(b)为南线巨峰游览路线上各景点视域面积的变化情况, 在距入口 697 m 处, 视域面积为 197 hm^2 , 接下来视域范围逐渐变小, 离门景点处达到最低值 88.50 hm^2 , 随后视域面积逐渐增大, 在兑门景点处视域面积达到最高值 448.54 hm^2 , 此处海拔较高, 山体阻挡较小, 可视范围大, 适合观赏云海、奇石景观, 此后沿环形路向山下行走, 受到山体等的阻挡, 视野范围又逐渐缩小。在沿山路向上爬行过程中, 总体来说视野是逐渐开阔的, 但在蜿蜒曲折的山路和茂密的树丛之中, 视域面积也偶有波动, 可以在爬山过

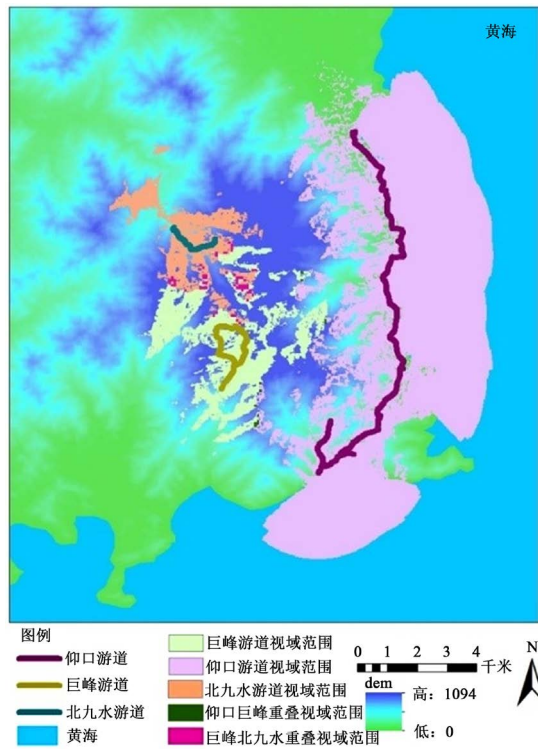


Figure 2. Field of view and overlapped area of three touring routes in Laoshan
图 2. 崂山三条游览路线的视域范围及重叠视域范围

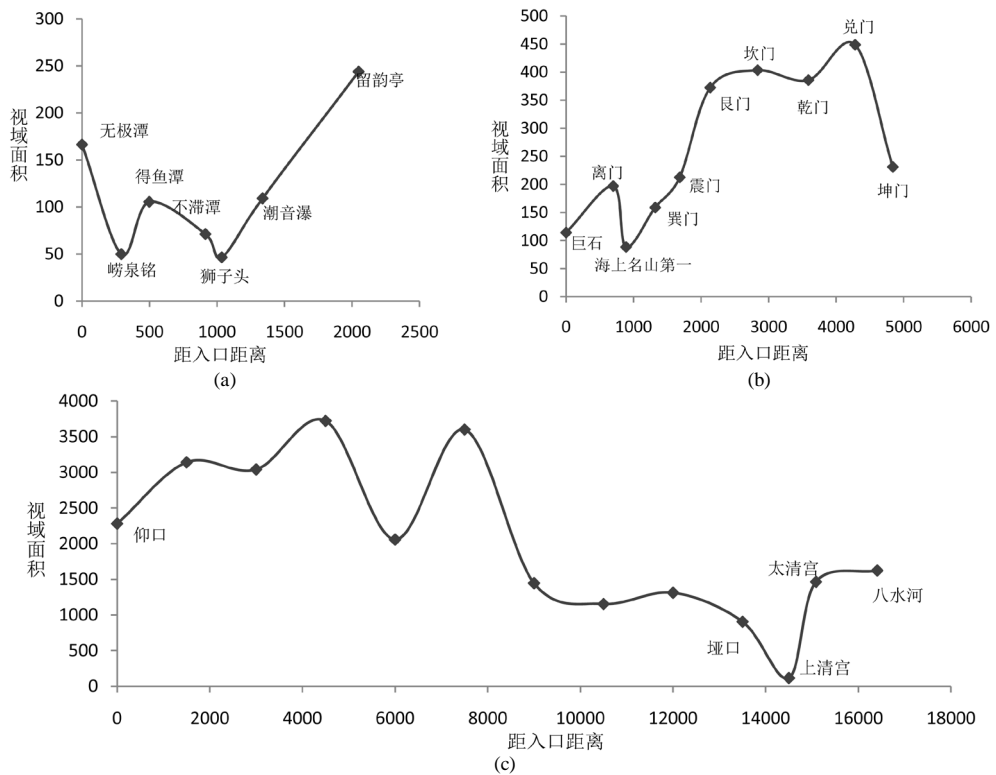


Figure 3. Viewshed area changes of scenic spots among three touring routes in Laoshan
图 3. 崂山三条游览路线各景点的视域面积变化

程中体验山林之乐。

图 3(c)为东线仰口游览路线上各景点视域面积的变化情况,在距仰口景点 4500 m 处,游道的视域面积达到最大值 3722.31 hm²,在之后的 7500 m 处,视域面积同样也较大,为 3600.84 hm²,随后视域面积骤降,到上清宫景点处,视域面积降到整个游览路线的最低值 116.78 hm²,太清宫与八水河的视域面积几乎相当,均在 1450 hm² 以上。在全长 18,480 m 的游道上,除上清宫视域面积较小外,其余地点视域面积均远远大于南线与中线的平均视域面积。

5. 结论与讨论

本研究利用美景度评价法和 ArcGIS 的视域分析方法,对崂山三条游览路线进行景观质量评价和视域分析,结果表明:仅有 42% 的景点的美景度在所有同类景观中处于平均值以上,大部分景观的美景度处于平均值上下。景区内景点分布较为合理,其中 80% 的景点视域面积在 100 hm² 以上,28% 的景点视域面积达到了 400 hm² 以上,仰口景点更是达到了 2280 hm²,视野开阔,具有较好的观赏效果,可以带给游客以心胸开阔的感受。游道上相邻景点的视域重叠度均在 40% 以下,说明移步换景的效果较好。各景区之间游道的视域重叠面积较小,景区之间景观的互补性高。游道的视域面积均在 600 hm² 以上,最大可以达到 7000 hm² 以上,可视性较好。

通过对以上分析,可以看出,景点的视域面积与地形密切相关。以北九水景区的狮子头为例,该景点左右两侧均为山体,加上地势比较低,群山环绕,游客的视线仅能从游道的进出处远望出去,视野内都是树木,受到很大的局限,视域面积仅为 46.47 hm²。这种景点多处于幽谷当中,给游客以曲径通幽、神秘宁静的感觉。巨峰景区内景点多能够远眺海景,令人心胸豁达,但巽门景点相比其他几处景点,视域面积要小的多,视野的大幅度减少难免影响游客的观赏体验。因此,景点的设计和空间布局在变化的同时,也应该注意整个景区的游览风格和特色,注重与其他景点的和谐,重视游客作为观赏主体的重要性。对于美景度评价价值较低的景点,应该在尊重自然的基础上适当地开发,增加趣味性和观赏性,逐渐提升整个景区的景观质量。

本文对崂山国家森林公园的研究充分利用了 ArcGIS 软件对于地理信息和多要素处理的便捷性,最后得出的视域分析和美景度的景观评价,能够为崂山游客选择不同的游览路线提供一定的参考,为景区内现有景点的调整改建、未来新景点的开发提供依据。

基金项目

青岛农业大学国家级大学生创新创业训练计划项目“崂山风景区视域分析”,201710435017。

参考文献 (References)

- [1] 吴必虎,李咪咪.小兴安岭风景道旅游景观评价[J].地理学报,2001,56(2):214-222.
- [2] 王保忠,王保明,何平.景观资源美学评价的理论与方法[J].应用生态学报,2006,17(9):1733-1739.
- [3] 刘礼,李明阳.空间视域分析在风景区旅游服务设施规划中的应用——以中山陵风景区为例[J].林业调查规划,2006,31(6):134-137.
- [4] 张林波,王维,吴春旭.基于 GIS 的视觉景观影响定量评价方法理论与实践[J].生态学报,2008,28(6):2785-2792.
- [5] 周锐,李月辉,胡远满,刘森.基于景观敏感度的森林公园景点评价[J].应用生态学报,2008,19(11):2460-2466.
- [6] 刘惠明,杨燕琼,罗富和.基于 3S 技术的景观敏感度测定研究[J].华南农业大学学报,2003,24(3):78-81.
- [7] 王晓辉,黄勇.基于 GIS 的风景区索道建设项目空间视域分析方法研究[J].安徽农业科学,2013,41(25):10386-10388,10512.
- [8] 李月辉,周锐,冯秀,胡志斌,牛剑锋,谭振军.基于 DEM 的辽宁省猴石森林公园的视域分析[J].林业科学,

2008, 44(1): 95-100.

- [9] 王雁, 陈鑫峰. 心理物理学方法在国外森林景观评价中的应用[J]. 林业科学, 1999, 35(5): 110-117.
- [10] 俞孔坚. 自然风景质量评价研究——BIB-LCJ 审美评判测量法[J]. 北京林业大学学报, 1988, 10(2): 1-8.
- [11] 李效文, 贾黎明, 郝小飞, 吴南生, 李广德. 森林景观 SBE 评价方法[J]. 中国城市林业, 2007, 5(3): 33-36.
- [12] 俞孔坚, 吉庆萍. 专家与公众景观审美差异研究及对策[J]. 中国园林, 1990, 6(2): 19-23.
- [13] 杨亚玲. 泰山登山景区风景林资源分类及景观评价初步研究[D]: [硕士学位论文]. 泰安: 山东农业大学林学院, 2007.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5762, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: gser@hanspub.org