

八达岭秋季景观整体色彩组成对美景度的影响

马冰倩,徐程扬*,崔义

(北京林业大学 省部共建森林培育与保护教育部重点实验室,干旱半干旱地区森林培育和生态系统国家林业局重点实验室,北京 100083)

摘要:从整体景观色彩的组成角度评价了八达岭林场秋季景观,以期探究视觉色彩对景观美学质量影响,进一步提出提升美学质量的方法。利用 Python 等软件从像素角度解译色彩信息,筛选与美景值有显著相关关系的因素,并以色彩组成因子为自变量,公众喜好度的 SBE 值为因变量,构建景观质量评价模型。结果表明:1)依据美景值将八达岭林场整体景观质量从高到低划分为 5 个等级(等级 I、等级 II、等级 III、等级 IV、等级 V),美景值集中在等级 II 和等级 III 中,可见公众比较偏爱八达岭秋季景观;2)色彩组成因素与美景值方差分析中,明度指数(\bar{V})、邻近色(R_N)、互补色比例(R_C)、色彩多样性(H_L)和色彩均匀度(E_L)与美景度之间有显著或极显著差异;3)模型结果表明,二次多项式逐步回归模型较其他 3 种模型(回归模型、逐步回归模型和二次回归模型)的拟合程度高($R^2=56.48\%$, $P<0.001$),能较好地描述景观整体色彩与美景度之间的关系,且美景值与 \bar{V} 、 R_N 、 R_C 、 H_L 呈负相关关系,与 E_L 呈正相关关系。对此,在八达岭景观质量提升改造中,可降低整体色彩明度指数、色彩多样性指数、邻近色和互补色比例,增加色彩均匀度指数来提高美景度。

关键词:森林景观;色彩组成;美景度

中图分类号:S731.3

文献标志码:A

文章编号:1001-7461(2018)06-0258-07

Effects of Color Composition in Badaling Forests on Autumn Landscape Quality

MA Bing-qian, XU Cheng-yang*, CUI Yi

(Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Key Laboratory for Silviculture and Ecological System of Arid and Semi-arid Region of State Forestry Administration, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to explore the effect of visual color on the quality of landscape aesthetics, this paper evaluated the autumn landscape of Badaling Forestry Farm from the view of the composition of landscape color as a whole and put forward a method to improve the quality of aesthetics. Python and other softwares were used to interpret color information from pixel angle and screen factors that had a significant correlation with the beauty value and regard color composition factor. SBE value of public preference degree was used as independent variable and dependent variable to construct the landscape quality evaluation model. The results were as follows. 1) The overall landscape quality of Badaling Forestry Farm was divided into 5 grades according to the beauty value (grade I to V). The beauty values were focused in grade I and grade II, indicating that the public preferred the autumn landscape in Badaling. 2) Variance analysis showed that there existed significant or extremely significant differences between SBE values and the factors of lightness index, the adjacent color, the complementary color ratio, the color diversity and the color uniformity and the SBE. 3) The model showed that the two order polynomial stepwise regression model had a higher fitting degree than the other three models (regression model, stepwise regression model and two regression model) ($R^2=56.48\%$, $P<0.001$). There was a significant or extremely significant negative correlation trend

收稿日期:2018-01-10 修回日期:2018-04-20

基金项目:林业公益性行业重大项目(201404301)。

作者简介:马冰倩,女,博士,研究方向:城市林业。E-mail:18810975270@163.com

*通信作者:徐程扬,男,教授,博士,研究方向:城市林业。E-mail:cyxu@bjfu.edu.cn

between the beauty and the \bar{V}, R_N, H_L and R_C , and positive correlation trend between the beauty and E_L . It was suggested that in the improvement and transformation of Badaling landscape quality, relative factors could be reduced, such as brightness index of the whole color, the color diversity index, the adjacent color and the proportion of complementary color, and the color uniformity index could be increased.

Key words: forest landscape; color composition; SBE

城市森林建设快速发展的今天,尚有一些以风景游憩为主的林分存在“有林缺景”等问题,八达岭因长城盛名已久,每年都汇集大量的游客,但长城周边的林分多以生态服务功能为主^[1],风景吸引力不高,因此提高景观美学质量可促进森林旅游。研究表明,植物色彩是影响森林美学质量和促进公众身心健康的重要影响指标^[2],相较听觉、嗅觉和触觉等感觉,视觉是景观美学质量评价中最主要的途径,而色彩是刺激最强烈的视觉语言,在传达景观视觉特征时要比景观的其他要素更加直接和重要^[3]。公众通过色彩引起的视觉反映和心理联想来表达和评价对景观的喜好程度^[4],可见,景观色彩是连接公众审美和美学质量提升的重要纽带。

国内外对城镇森林色彩的研究主要包括植物变色机理及影响因素^[5-9]、景观色彩搭配和运用^[10]、景观色彩传达尺度^[3]、色彩斑块特征^[11-12]、景观色彩主色相三要素^[13]等对美学质量的影响,总体来说,较大尺度、色彩组合较为复杂的景观色彩对公众心理影响的研究不足。其次,各研究中色彩解译的方法也不尽相同,主要是目视对照^[14]、仪器测量^[15]以及软件提取^[13,17]。且尽管国内外学者在色彩提取等方面做了许多探索与尝试,但每种方法的研究力度不够,重复度不高^[3]。基于以上原因,本文从整体景观色彩角度出发,利用 Python 软件提取八达岭林场秋季景观色彩像素^[16]、非等额划分色彩空间^[17],构建色彩组成和比例关系等指标并解释美景度,将色彩美学、色彩心理学融入景观质量评价中,探讨八达岭景观整体美学质量的提升策略。研究结果可为其他城镇森林景观质量提升和可持续管理^[18]提供科学依据。

1 研究区概况

八达岭林场位于北京市延庆县境内,地理坐标为 $116^{\circ}11'12''-116^{\circ}11'33''E, 39^{\circ}57'38''-39^{\circ}58'12''N$,平均海拔 780 m,年均气温 $10.8^{\circ}C$,无霜期 160 d 左右,年均降水量为 454 mm,多集中在 7、8 月,且多暴雨,年均相对湿度 56.2%,年均风速约 3.1 m/s。林场土壤主要是山地褐土,土层厚度 30 cm 左右,腐殖质层 2~4 cm。

研究区森林覆盖率约为 93.57%,各林分群落

郁闭度都在 0.7~1.0。乔木层中占绝对优势的树种是侧柏、油松,其次为山桃、刺槐、黄栌等树种,据植物调查统计:蕨类植物有 8 科 18 种、裸子植物有 3 科 8 种、被子植物 83 科 513 种。研究区植被多为 20 世纪 50~60 年代营造的人工林,由于当时造林的出发点是考虑国际观瞻需要,主要目的是调节区域气候、净化城市空气、减轻大气污染、阻隔风沙危害、控制水土流失、涵养山区水源,观赏效果考虑的少,林分美景度相对较低。八达岭是著名旅游区,人流量大,但现阶段的景观配置吸引力不高,因而对秋季景观整体美学质量的合理性研究十分有必要。

2 研究方法

2.1 照片拍摄、筛选与评判

拍摄八达岭林外景观作为美景度评价及色彩量化分析的基础资料。拍摄原则:晴天,8:30-10:30,由同一个拍摄者使用同一台相机,从不同观测点拍摄研究样地,顺光拍摄;拍摄者直立拍摄,镜头位置与双眼等高,一律采用横拍。遵循以上原则并结合 Photoshop@处理图像,最终选择 54 张景观照片作为试验样本。

2.2 照片的评价方法及美景度等级划分

2.2.1 美景度 SBE 计算方法 照片的视觉美学评价采用 Daniel & Boster(1976)^[19]的美景度评判法(scenic beauty estimation, SBE),评判者均来自网络(<https://www.wjx.cn/jq/18039909.aspx>),通过问卷星平台发放问卷并进行打分,共发放 114 份问卷,回收 114 份,有效问卷 110 份。

每个景观的美景度值按照 Daniel^[19]等方法计算如下:

1)按等级值大小顺序统计各等级值得频数(f);2)计算各等级值得累计频数(cf);3)计算累计概率(cp);4)根据累计概率查正太分布单侧分位数(z);5)计算 z 的平均值(\bar{Z})。随机选取 1 张照片作为对照景观,其 SBE_i 值计算式:

$SBE_i = (\bar{Z}_i - \bar{Z}_i) \times 100 = 0$;其他景观美景度值 $SBE_n = (\bar{Z}_n - \bar{Z}_i) \times 100$ 。

式中, $n \in [1, 27], n \neq i, \bar{Z}_i$ 为对照景观的平均值, \bar{Z}_n 为其他景观平均值。 SBE_n 绝对值越大,与对照景观的景观质量差距就越大。

2.2.2 景观美学质量等级划分为直观表达景观色彩因子与美景度之间的关系,采用等差法将美景度划分为5个等级^[20],I、II、III、IV和V分别代表景观质量最好、好、一般、差和最差,各景观分类范围如下:

$$X_i = [(SBE_{\max} - SBE_{\min}) (A_i - 20\%) + SBE_{\min}, (SBE_{\max} - SBE_{\min}) A_i + SBE_{\min}]$$

式中, X 为等级, i 分别取值I、II、III、IV、V, A_i 为等差数, $A_I = 100\%$ 、 $A_{II} = 80\%$ 、 $A_{III} = 60\%$ 、 $A_{IV} = 40\%$ 、 $A_V = 20\%$, SBE_{\max} 为美景度最大值, SBE_{\min} 为美景度最小值。

2.3 照片色彩采样方法与色彩量化

2.3.1 样点采集 照片均为4200像素×2800像素,分辨率为72dpi,采用网格法(100像素×100像素)布设采样点,提取像素点的H(色相)、S(饱和度)、V(明度)及每个像素点的坐标值,每张景观照片采集1247个样点。为避免极端像素(白色天空和照片中过暗像素)对景观色彩数据造成影响,在计算时需要将其剔除^[17]。

2.3.2 色彩量化理论依据 本文采用HSV色彩空间来描述图像的整体颜色特征。HSV色彩模式是基于人眼的一种颜色模式,主要依据人眼的视觉接受体系来进行色彩空间描述,其中H代表色相;S代表饱和度;V代表明度,一幅图的颜色一般很多,直接用HSV描述色彩比较复杂,本文量化3个颜色分量,合为一维特征矢量,具体方法参照田玉敏^[17],并依据八达岭秋季景观色彩特征,本研究把色调 h 分为16份,饱和度 s 和亮度 v 分别分成4份,量化后的色相、饱和度和明度值分别为 H 、 S 、 V 。

$$H = \begin{cases} 0, & \text{如果 } h \in (108, 140], \\ 1, & \text{如果 } h \in (140, 165], \\ 2, & \text{如果 } h \in (165, 190], \\ 3, & \text{如果 } h \in (190, 220], \\ 4, & \text{如果 } h \in (220, 255], \\ 5, & \text{如果 } h \in (255, 275], \\ 6, & \text{如果 } h \in (275, 290], \\ 7, & \text{如果 } h \in (290, 316], \\ 8, & \text{如果 } h \in (316, 330], \\ 9, & \text{如果 } h \in (330, 345], \\ 10, & \text{如果 } h \in (345, 15], \\ 11, & \text{如果 } h \in (15, 25], \\ 12, & \text{如果 } h \in (25, 45], \\ 13, & \text{如果 } h \in (45, 55], \\ 14, & \text{如果 } h \in (55, 80], \\ 15, & \text{如果 } h \in (80, 108], \end{cases}$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{如果 } s \in (0, 0.15], \\ 1, & \text{如果 } s \in (0.15, 0.4], \\ 2, & \text{如果 } s \in (0.4, 0.75], \\ 3, & \text{如果 } s \in (0.75, 1], \end{cases}$$

$$V = \begin{cases} 0, & \text{如果 } v \in (0, 0.15], \\ 1, & \text{如果 } v \in (0.15, 0.4], \\ 2, & \text{如果 } v \in (0.4, 0.75], \\ 3, & \text{如果 } v \in (0.75, 1], \end{cases}$$

h 、 s 、 v 取值区间均为前开后闭,按照以上的量化级把3个颜色分量合为一维特征矢量,即

$$L = H \times Q_s \times Q_v + S \times Q_s + V \quad (1)$$

式中, Q_s 、 Q_v 分别是 S 、 V 的量化级数,取 $Q_s = 4$ 、 $Q_v = 4$,因此,最终表达式为:

$$L = 16H + 4S + V \quad (2)$$

从权重分布来看,色相是区分色彩特点的主要因素^[5]。

2.3.3 色彩组成特征指标量化 本研究选择色相指数、饱和度指数、明度指数、主色相比例、邻近色比例、互补色比例、冷、暖色调比例、色彩多样性、色彩均匀度和天空比例等^[3,13,21-23]量化整体景观色彩(表1)。

2.4 数据处理

使用辅助软件Python3.6从景观照片中提取景观色彩像各像素点的色相、明度和饱和度,利用R3.4.2和Orgin9.0进行数据的描述性统计分析和ANOVA分析及绘图。

3 结果与分析

3.1 景观美学质量评价及等级划分

八达岭不同观赏视点的景观美学质量得分范围为-45.47~46.30,均值为6.22(图1),变异系数为3.744% < 15%,柯尔莫哥罗夫-斯米尔诺夫检验(Kolmogorov-Smirnov test)表明分析数据是正态分布的($D=0.089$, $P=0.358 > 0.05$),可直接进行统计分析。

从美景度等级划分特点来看(图1),美景值各等级箱线图无特异值,表明该美景值分级方法适用,分级效果较合理;美景值散点主要分布在等级II和等级III中,I、IV和V等级分布较少,研究样地中美景值最高为46.30,最低为-45.47;数量分布曲线峰值略偏左,可见美学质量评价多为一般及以上等级。综合来看,评价者中多数比较喜爱八达岭秋季景观。

3.2 色彩指标与景观美学质量之间的关系

3.2.1 ANOVA分析 不同等级景观的美景值与景观色彩因子的方差分析表明,景观色彩明度($P=$

0.031)、色彩邻近色 ($P=0.039$)、互补色比例 ($P=0.025$)、色彩多样性指数 ($P=0.042$) 与色彩均匀度指数 ($P=0.029$) 对美景度值有显著影响,而不同美景度等级之间的色彩色相 ($P=0.148$)、饱和度 ($P=$

0.377)、主色相比例 ($P=0.790$)、冷暖色调比 ($P=0.935$) 和天空比例 ($P=0.305$) 对景观美学质量无显著影响。后续仅探究与美景度有显著差异的景观色彩因子。

表 1 八达岭秋季景观色彩组成特征量化指标

Table 1 Quantization of color composition indicators in Badaling autumn landscape

景观要素	公式表达	参数含义
色相指数 \bar{H}	$\bar{H} = \sum_{i=1}^n (H_i \times R_{hi})$	H_i 为第 i 种色相值, R_{hi} 为第 i 种色相的比, $i=1, 2, \dots, 16$
饱和度指数 \bar{S}	$\bar{S} = \sum_{i=1}^n (S_i \times R_{si})$	S_i 为第 i 种饱和度值, R_{si} 为第 i 种饱和度的比, $i=1, 2, \dots, 4$
明度指数 \bar{V}	$\bar{V} = \sum_{i=1}^n (V_i \times R_{vi})$	V_i 为第 i 种明度值, R_{vi} 为第 i 种明度的比例, $i=1, 2, \dots, 4$
主色相比 R_M	$R_M = S_M / S_H$	S_M 为主色相像素, S_H 为色相总像素
邻近色比 R_N	$R_N = S_N / S_H$	S_N 为邻近色像素, S_H 为色相总像素
互补色比 R_C	$R_C = S_C / S_H$	R_C 为互补色像素, S_C 为色相总像素
冷暖色比 R_T	$R_T = S_F / S_W$	S_F 为冷色调像素, S_W 为暖色调像素
色彩多样性 H_L	$H_L = -\sum P_i \ln P_i$	P_i 为第 i 个色彩个数占总色彩个数的比, $i=1, 2, \dots, 256$
色彩均匀度 E_L	$E_L = H_L / \ln(S_L)$	H_L 为色彩多样性指数, S_L 为景观中色彩总个数
天空比例 R_S	$R_S = S_S / S_{\text{总}}$	S_S 为天空总面积, $S_{\text{总}}$ 为景观总面积

注: (1) 主色相比例 R_M : 主色相即林分色相面积比重最大的色相; (2) 邻近色比 R_N : 色相环中相距 60° 或相隔五六个数位的两色为邻近色关系, 本文取主色相的邻近色; (3) 互补色比 R_C : 互补色指在色环上间隔 180° 的 2 种颜色, 本文取主色相的互补色; (4) 冷、暖色调比 R_T : 红、橙色给人以温暖的感觉, 而蓝、青色则让人觉得寒冷, 因此常把红、橙等颜色称为暖色, 而把青、蓝等颜色当作冷色^[15], 本文中冷色调和暖色调像素点取值分别为 $135^\circ \sim 285^\circ$ 和 $345^\circ \sim 135^\circ$; (5) 天空比例 R_S : 通过 Photoshop[®] 软件将景观中的天空均处理为白色 ($h=0, s=0, v=1$) 并提取总面积。

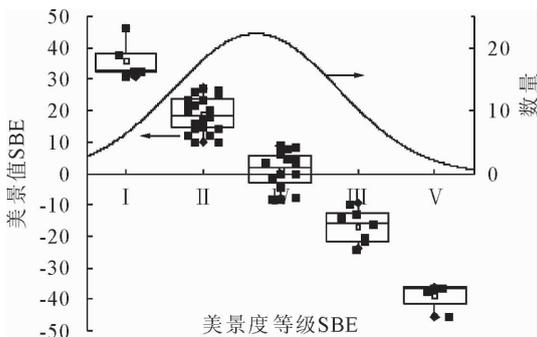


图 1 八达岭秋季景观各等级美景值特点

Fig. 1 Characteristics of SBE grade in Badaling autumn landscape

多重比较表明(图 2), R_V 在等级 I 和 II 时差异不显著, 而与其他等级之间有显著差异, 可见高明度景观更受公众喜爱; R_N 在等级 I 时其值最低, 且与其他等级之间有显著差异, R_C 在等级 I、II 时差异不显著与其他 3 个等级之间差异显著, 整体上这两个色彩指数随着美景度等级降低, 其值增加, 从色彩心理学和色彩美学角度来看, 在景观主色调确定的情况下, 适量的邻近色和互补色可以提高色彩的醒目度, 对比适宜, 主次得当, 而不喧宾夺主, 过高的邻近色和互补色, 使整个景观趋于平和一致, 缺乏视觉吸引力; H_L 和 E_L 变化趋于一致, 具体表现为随美景度等级先降后升的特点, 由此可见, 多样且均匀的色彩可以提高景观美学质量, 但色彩过于繁多的景观, 视觉感知复杂, 抓不到重点, 反而降低了美景值。

3.2.2 景观模型构建 利用 R. 3.4.2 中回归分析法构建景观模型。为了确保结果的可信度, 在回归

分析之前进行了数据多重共线性检验。检验结果表明: 当 $k < 100$, 说明共线性程度小, 如果 $100 < k < 1000$, 有较强的多重共线性, $k > 1000$, 存在严重的多重共线性, 本研究中, $k = 39.678 < 100$, 可见模型解释变量之间共线程度小。

分别用线性回归、逐步线性回归、二次多项式和二次多项式逐步回归进行模型拟合。不同的回归模型中, 二次多项式模型的确定系数远远高于线性模型(表 2), 而二次多项式逐步回归模型优于二次多项式模型, 其确定系数 $R^2 = 56.48, P < 0.001$, 方程线性 F 检验中, $F = 10.83$, 检验结果达到极显著水平, 本模型可作为八达岭秋季景观色彩组成美学质量预测模型。

3.2.3 景观模型分析 拟合的景观预测模型中, 保留的景观色彩组成因子几乎全部达到显著或极显著水平, 其中, $\bar{V} (P=0.047)$ 、 $R_N (P=0.001)$ 、 $H_L (P < 0.001)$ 和 $R_N^2 (P=0.000)$ 、 $R_C^2 (P=0.017)$ 、 $E_L^2 (P=0.000)$ 等因子对景观美学质量有显著或极显著影响(表 3)。

根据预测模型的各项因子的系数值可得到各因子对美景值的贡献率(表 3), 进一步得到各因子影响景观美学质量的影响程度大小。其中, H_L 对美景度的贡献率最大, 为 26.21%。 E_L^2 对美景度的影响紧随其后, 达到 21.96%。对美景值贡献最低的是 \bar{V} , 贡献率仅为 4.10%。

结合模型中各因子对应系数符号来看(表 3), 美景度与 \bar{V} 、 R_N 、 H_L 以及 R_C^2 呈显著或极显著的负

相关趋势,与 E_L^2 呈正相关趋势,本研究已对原始数据进行 0~1 标准化,在不考虑其他因素的情况下,美景值随色彩明度指数、色彩多样性指数、邻近色和互补色比例的减少而提高,随色彩均匀度指数的增加而增加。研究区为黄栌等落叶树种与油松等常绿

树种混交景观,色彩均很丰富,色彩丰富的景观能提高公众的好感^[23],但该模型表明,在色彩丰富度高的八达岭林场秋季景观,公众喜好色彩多样性低且色彩均匀度高的景观。此外,适量点缀邻近色和互补色的景观提高视觉感官刺激,公众喜爱度越高。

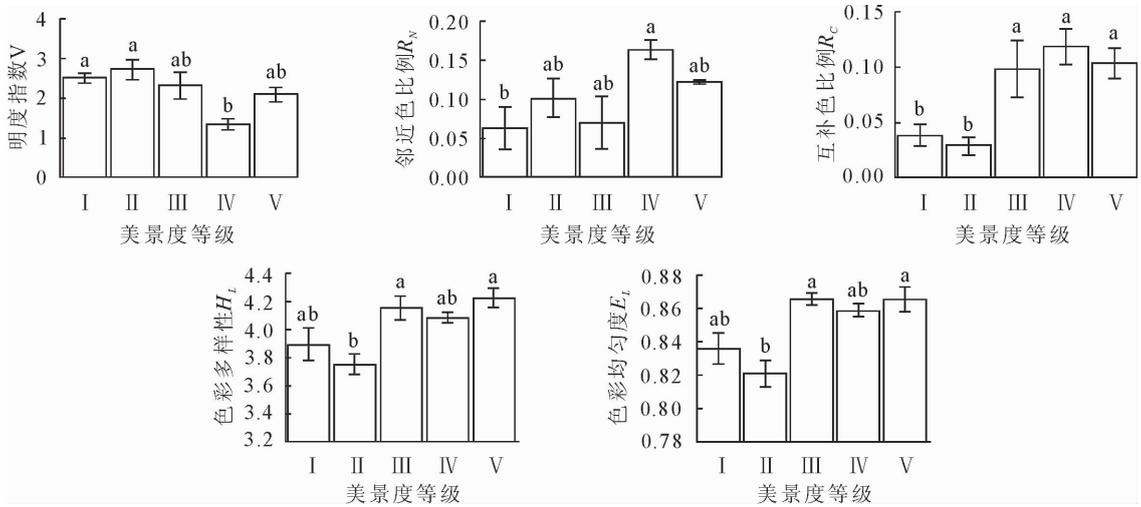


图 2 景观色彩斑块与美景度之间的关系

Fig. 2 Relationship between SBE grade and indicators of the color of landscapes

表 2 基于色彩组成指数的美景度预测模型

Table 2 Established SBE models based on the complement indicators of color

模型类型	模型表达式	R^2	F	P	
线性模型	回归模型	$SBE=1.014-0.168\bar{V}-0.312R_N-0.438R_C-0.402H_L+0.186E_L$	36.16	7.00	0.000
	逐步回归模型	$SBE=0.969-0.305R_N-0.288R_C-0.315H_L$	35.50	10.73	0.000
二次多项式模型	回归模型	$SBE=1.421-0.705\bar{V}-1.036R_C-0.238H_L+0.553E_L-2.237R_N+0.356\bar{V}^2+0.736R_C^2+0.054H_L^2-0.613E_L^2+1.859R_N^2$	55.09	7.50	0.000
	逐步回归模型	$SBE=1.272-0.324\bar{V}-1.338R_N+0.624R_C-2.074H_L+1.061R_N^2-0.754R_C^2+1.738E_L^2$	56.48	10.83	0.000

表 3 二次多项式逐步回归法分析结果

Table 3 Results of stepwise regression analysis of quadratic polynomial

色彩指标	回归系数	标准误差	t	显著水平	贡献率/%	K 值
	1.272	0.172	7.406	0.000		39.678
明度指数 \bar{V}	-0.324	0.159	-2.045	0.047	4.10	
邻近色比例 R_N	-1.338	0.362	-3.694	0.001	16.91	
互补色比例 R_C	0.624	0.361	1.728	0.091	7.88	
色彩多样性 H_L	-2.074	0.382	-5.431	0.000	26.21	
邻近色比例 ² R_N^2	1.061	0.354	3.000	0.004	13.40	
互补色比例 ² R_C^2	-0.754	0.306	-2.468	0.017	9.53	
色彩均匀度 ² E_L^2	1.738	0.361	4.808	0.000	21.96	

4 讨论

在美景度评价中,公众对八达岭秋季景观的评价主要集中在等级 II 和等级 III,这可能是因为八达岭秋季景观以暖色调为主,目前公认的色彩心理学说表示,暖色调比冷色调更具有生理刺激性^[24],对比秋季的萧条,暖色给人以活力和亲切感,人在心理

上更愿意接近^[25],因而 SBE 美景度评价等级偏高。

不同的色彩组成要素对八达岭林场景观整体色彩美学质量的影响不同。公众是景观质量评价的参与者,心理学家认为,人的第一感觉就是视觉,视觉可以感知物体的形态、纹理和色彩,而色彩是视觉重要的传达语言^[26],本研究从整体景观色彩出发,解译景观色彩像素,基于色彩三属性构建了一维色彩

参数,将色彩分为非等额 256 类,构建了整体色彩结构要素与美景值之间的二次逐步回归模型,模型解释力达 56.48%。研究表明,整体景观色彩的综合因子(色彩多样性、色彩均匀度等)较单个色彩要素(色相、饱和度和明度)而言,前者对美景度的贡献大。八达岭景观色彩跨度大,多样性普遍偏高,在这一情况下,再提高景观的色彩数量,反而会降低景观质量,而随着色彩均匀度的提高,整体美学质量呈上升趋势,从公众对色彩感知角度来看,一定数量的色彩保证了视觉美学体验,但过多的色彩会造成视觉的破碎,这时均匀分布的色彩会对景观美学质量有提升效果,简言之,相对破碎、不连续的色彩,人们更偏爱色彩聚集、层次均匀的整体景观。另外两个对美学质量有显著影响的色彩组成要素是主色相的邻近色比例和互补色比例,在景观整体基调色彩相对确定的情况下,较高比例的邻近色和互补色会降低视觉美学效果,可见,适量的点缀邻近色和互补色,可以引起视觉反差,形成视觉刺激和对比^[3],而占比较多的景观,观赏效果降低,这种结果反映了公众心理上对互补色对比效果的认可,但却无法接受景观中有大片的视觉对比,会造成视觉的疲惫和审美焦点不清晰^[23]。研究中,明度指数对视觉美学质量的影响最小,仅为 4.10%,但它是视觉美学的负向影响因素,这可能是由于八达岭秋季景观主要由黄栌及油松等树种组成,同一树种的色相和饱和度相对一致^[17],而明度受光照影响比较明显。

基于色彩组成的角度,进行景观视觉美学质量改造和提升,需重视色彩的对比和调和^[27]。对于整体景观而言,营造色彩数量适宜且色彩斑块均匀的景观可以提高美学质量。此外,在确定景观基调色的前提下,如北方秋季景观林的橙红色系,增加黄色系,形成了弱对比,让人感觉柔和;增加绿色系,形成了强对比,让人感觉兴奋,这两种对比不仅构成色彩的调和,还丰富色彩多样性,营造了一种活泼欢快的氛围,在萧瑟秋景中,增添一份暖意。研究地八达岭景区中,黄栌、红枫等树种可以确定秋季景观色彩基调,起主要观赏作用,辅以国槐(邻补色)、辅以油松、侧柏(互补色)可实现视觉对比,但面积不宜过大,以防喧宾夺主。

此外,本研究仅从视觉色彩组成特性研究讨论了八达岭整体色彩对美学质量的影响,尚未考虑色彩结构和森林生态功能等方面的影响,这些将在后续研究中进一步讨论。

5 结论

视觉景观用色彩刺激公众感官,公众又通过

SBE 评价结果反馈了景观的喜好程度,从美景值分布特点来看,等级 II 和等级 III 的景观较多,大部分的评价者还是比较喜欢八达岭秋季景观林整体景观色彩,方差分析和二次多项式拟合结果表明, \bar{V} 、 R_N 、 R_C 、 H_L 、 E_L 等因子对美景值有显著的影响。从构建的美景度模型来看,随着 \bar{V} 、 R_N 、 R_C 和 H_L 等因子的增大,美景值降低;随着 E_L 等因子的增加,观赏效果也会提升。由此来看,八达岭林场低质量景观观赏效果不佳的原因在于:1) 色彩数量过多,分布不均,配置过于复杂、视觉感知连续性差;2) 秋季景观主要以暖色为主,若此时邻近色和互补色过高,对比强烈,心理联想表现为景观过于膨胀、过于活泼和热闹^[25],不仅喧宾夺主,还易造成情绪上的烦躁。

八达岭秋季景观整体色彩质量提升建议:1) 基于公众评价:融合主色相、邻近色和互补色并伴随明度和饱和度变化的景观,基本能满足公众对色彩数量的要求,过多的使用色彩,反而会适得其反,造成景观的重点不突出,无法激发人们的美感体验;2) 基于色彩调和理论:适量点缀互补色和邻近色可以提高景观质量,但这些对比色的色块应均匀分布,不宜过于破碎,合理配置这几种色彩关系,最终达到视觉的对比协调,实现整体景观美学质量的提升。

参考文献:

- [1] 蒲婷婷. 人工黄栌混交林色彩空间异质性与美景度的关系研究[D]. 北京:北京林业大学,2016.
- [2] JIN H Y, ZHU Z W. Design of household multi-function vacuum cleaner[J]. *Advanced Materials Research*, 2014, 945-949: 266-269.
- [3] 张喆, 郗光发, 王成, 等. 多尺度植物色彩表征及其对人体响应的关系[J]. *生态学报*, 2017, 37(15): 5070-5079.
ZHANG Z, QIE G F, WANG C, *et al.* Plant colors at multiple scales and effects on humans[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2017, 37(15): 5070-5079. (in Chinese)
- [4] 张立雷, 乔洁. 产品包装设计中视觉语言的绿色设计[J]. *包装工程*, 2015, 36(4): 26-28.
ZHANG L L, QIAO J. Green design of visual language in product packaging design[J]. *Packaging Engineering*, 2015, 36(4): 26-28. (in Chinese)
- [5] KAUFMAN A J, LOHR V I. Does plant color affect emotional and physiological responses to landscapes? [J]. *Acta Horticulturae*, 2004, 639: 101-103.
- [6] ROMERO J, LUZÓN-GONZÁLEZ R, NIEVES J L, *et al.* Color changes in objects in natural scenes as a function of observation distance and weather conditions [J]. *Applied Optics*, 2011, 50(28): 112.
- [7] ARMITAGE A M, CARLSON W H. The effect of quantum flux density, day and night temperature and phosphorus and potassium status on anthocyanin and chlorophyll content in marigold leaves[J]. *Hort. Sci.*, 1981, 106(5): 639-641.

- [8] 陈建芳. 温湿度及外源蔗糖对元宝枫秋叶变色的影响研究[D]. 北京:北京林业大学,2014.
- [9] 于晓南,张启翔. 观赏植物的花色素苷与花色[J]. 林业科学, 2002,38(3):147-153.
YU X N,ZHANG Q X. Anthocyanin in ornamental plant and color express[J]. Scientia Silvae Sinicae,2002,38(3):147-153. (in Chinese)
- [10] 唐小清,崔煜文,陈洪锋. 多色彩调和在广州生态景观林带中的应用研究[J]. 中国园林,2017,4(33):97-102.
TANG X Q,CUI Y W,CHEN H F. Application of harmonious multi-color schemes in eco-landscape forest belts of Guangzhou [J]. Chinese Landscape Architecture,2017,4(33):97-102. (in Chinese)
- [11] 毛斌,彭立群,李乐,等. 侧柏风景林美景度的林内色彩斑块非线性模型研究[J]. 北京林业大学学报,2015,37(7):68-75.
MAO B,PENG L Q,LI L, et al. Non-linear scenic beauty model of scenic *Platycladus orientalis* plantations based on in-forest color patches [J]. Journal of Beijing Forestry University,2015,37(7):68-75. (in Chinese)
- [12] 刘畅,刘亚,刘海轩,等. 游憩型城镇景观林内景观斑块类型特征研究[J]. 西北林学院学报,2016,31(4):305-311.
LIU C,LIU Y,LIU H X, et al. Characteristics of in-forest landscape patch type of recreational landscape forest in urban and suburban area[J]. Journal of Northwest Forestry University,2016,31(4):305-311. (in Chinese)
- [13] 郑宇,张炜琪,吴倩楠,等. 陕西金丝大峡谷国家森林公园秋季景观林色彩量化研究[J]. 西北林学院学报,2016,31(3):275-280.
ZHENG Y,ZHANG W Q,WU Q N, et al. The color quantization of the fall scenic forest in Jinsi Canyon National Forest Park in Shaanxi Province [J]. Journal of Northwest Forestry University,2016,31(3):275-280. (in Chinese)
- [14] HONDO T,YOSHIDA K,NAKAGAWA A, et al. Structural basis of blue-colour development in flower petals from *Commelina communis*[J]. Nature,1992,358(6386):515-518.
- [15] 孙百宁. 基于风景园林色彩数值化方法的应用研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2010.
- [16] 孙亚美. 北京地区常用秋色叶树种色彩量化与评价研究[D]. 北京:北京林业大学,2015.
- [17] 田玉敏,林高全. 基于颜色特征的彩色图像检索方法[J]. 西安电子科技大学学报:自然科学版,2002,29(1):43-46.
TIAN Y M,LIN G Q. Retrieval technique of color image based on color features [J]. Journal of Xidian University; Nat. Sci. Edi.,2002,29(1):43-46. (in Chinese)
- [18] FILOVA L,VOJAR J. The effect of landscape type and landscape elements on public visual preferences: ways to use knowledge in the context of landscape planning [J]. Journal of Environmental Planning & Management,2016,58(11):2037-2055.
- [19] DANIEL T C,BOSTER R S. Measuring landscape aesthetics: The scenic beauty estimation method[R]. Colorado, US; Department of Agriculture. Forest Service, Rocky mountain forest and range Experiment Station,1976.
- [20] 章志都. 京郊低山风景游憩林质量评价及调控关键技术研究[D]. 北京:北京林业大学,2010.
- [21] 李效文,贾黎明,郝小飞,等. 森林景观 SBE 评价方法[J]. 中国城市林业,2007,5(8):33-36.
LI X W,JIA L M,HAO X F, et al. The application procedures of scenic beauty estimation method in evaluation of forest landscape [J]. Journal of Chinese Urban Forestry,2007,5(8):33-36. (in Chinese)
- [22] 邵娟. 南京市秋季植物色彩的定量研究与应用——以南京市老山国家森林公园植物色彩为例[D]. 南京:南京林业大学,2012.
- [23] 周璞,王瑞辉,周阳超,等. 基于 SBE 法的杜鹃景观质量评价[J]. 西北林学院学报,2017,32(5):289-293.
ZHOU P,WANG R H,ZHOU Y C, et al. Evaluation on plantscape value of *Rhododendron simsii* by SBE method[J]. Journal of Northwest Forestry University,2017,32(5):289-293. (in Chinese)
- [24] ANDREWS T. How to Heal with Color[M]. Woodbury: Llewellyn Worldwide,1992:20-34.
- [25] 衣晓霞,王崑. 浅谈色彩心理效应在园林中的应用[J]. 现代农业科技,2007(3):29-31.
YI X X,WANG K. Application of color psychological effect in architecture [J]. Modern Agricultural Science and Technology,2007(3):29-31. (in Chinese)
- [26] 梁纯. 浅谈寒地地区秋色叶植物的运用[J]. 艺术科技,2014(4):327.
LIANG C. Application of autumn leaf plants in cold area [J]. Art Science and Technology,2014(4):327. (in Chinese)
- [27] NISHIYAMA M,OKABE T,SATO I, et al. Aesthetic quality classification of photographs based on color harmony [C]. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR),2011(7):33-40.