

基于景观安全格局的武夷山风景名胜区旅游 干扰敏感区判识与保护

游巍斌^{*} 何东进^{*} 洪伟 巫丽芸 纪志荣 游惠明 谭勇 郑晓燕

(福建农林大学林学院 福建 福州 350002)

摘 要: 世界双遗产地独有的文化和自然景观过程与其景观格局相互作用机制特殊且复杂, 构建这类区域景观安全格局并识别其敏感区, 对有效开展景观生态规划与建设以及实现遗产地的精细化保护与管理有重要现实意义。以武夷山双遗产地中受自然和人类生态过程作用最为强烈且频繁的武夷山风景名胜区为研究对象, 基于景观生态学和相关规划理论, 从自然、生物和人文过程着手, 运用 3S 技术构建了风景区的防洪、生物保护、自然与文化遗产保护、视觉保护和游憩体验 5 大景观安全格局, 形成综合生态基础设施, 判识旅游干扰敏感区, 并就各景观安全格局与敏感区提出相应保护措施。维持景区低、中、高 3 种等级水平安全格局的生态基础设施分别占风景区总面积的 17.1 %、19.1 % 和 40.6 %; 九曲溪沿线、天游峰景区、武夷宫景区等区域最为敏感脆弱, 遗产保护和旅游发展矛盾最为突出, 山北景区东北部、九曲溪景区南部区域茶园种植密集区的敏感性次之。景区敏感区遗产保护不能仅停留于不建设的被动状态, 而应针对不同敏感区保护级别的优先性, 主动寻求关键问题的保护技术手段, 并制定精细化管理细则。

关键词: 景观安全格局; 敏感区; 判识; 保护; 遗产地; 武夷山

中图分类号: P901, Q149; TU98

文献标志码: A

景观生态学这门新兴横断学科把生态过程与景观空间格局作为研究对象, 因其尤为注重决策为中心与规划的可辩护性思想的特点^[1], 为生态规划与生态建设领域指明了发展方向的同时, 也给生态规划和建设理论提出了更高要求。由于我国独特的自然资源与社会历史背景, 景观生态规划、建设和景管理等方面逐步形成了以格局 - 过程关系为中心的生态空间、以有序人类活动为中心的景观生态建设和以发挥景观多重价值为中心的景观规划的理论特色^[2], 进而不断丰富着景观生态规划与建设的理论

基础和应用领域。景观安全格局 (Pattern Security Pattern) 这一在人类尺度上探索且以解决人类赖以存在与发展的生态环境健康与安全问题的研究领域的, 自然成为关注热点^[3]。有关安全格局的定义、理论基础和构建方法等已有诸多卓有成效的研究成果^[4-7], 且在不同尺度或不同区域的关键生态地段的辨识和生态安全格局的构建中得到不少应用^[7-8]。其中, 生态安全格局的构建方法既是研究的重点, 也是难点^[2-3], 因而最显活力。鉴于生态安全格局研究所具有的综合性 and 复杂性, 多重干扰过

收稿日期 (Received date) : 2013 - 06 - 12; 修回日期 (Accepted) : 2013 - 12 - 01。

基金项目 (Foundation item) : 国家自然科学基金资助项目 (41301203; 30870435) ; 教育部博士学科点专项基金项目 (20133515120007) ; 福建农林大学林学院青年科学基金资助项目 (6112C035F) ; 福建农林大学 A 类毕业生科研启动基金 (132130012) 。 [Supported by the National Natural Science Foundation of China (41301203; 30870435) , the Ph. D. Programs Foundation of Ministry of Education of China (20133515120007) , Forestry College Youth Foundation of Fujian Agriculture and Forestry University (6112C035F) , and Research Start - up Funds for Class A talents of Fujian Agriculture and Forestry University (132130012) .]

作者简介 (Biography) : 游巍斌 (1984 -) 男, 汉族, 博士, 讲师, 研究方向: 景观生态学与森林生态学。 [Weibin You (1984 -) , Ph. D. , lecturer. Research interests: landscape ecology and forest ecology.] E - mail address: youweibin@163.com

^{*} 通信作者 (Corresponding author) : 何东进 (1969 -) 男, 汉族, 教授、博士生导师。研究方向: 森林生态学与景观生态学。 [Dongjin He (1969 -) , Ph. D. , doctoral supervisor. Research interests: forest ecology and landscape ecology.] E - mail address: fjhdj1009@126.com

程对格局中的安全状态的影响同样是综合且复杂的,要更好的开展和实现基于区域安全格局研究的景观生态建设,就需加强区域景观安全格局对景观过程干扰的敏感性问题的研究,充分了解安全格局对景观干扰的异质响应机制。

武夷山作为世界文化与自然遗产地,其特殊的自然和人文生态过程形成了景区独有的景观格局^[9-11]。对武夷山这一特殊的有机整体,要实现保护的目不仅应确保遗产地内的文物古迹和自然生境得以存留,而且是要建立遗产地与整个区域的景观功能的联系^[12],既在保障区域生态安全的同时为体验真实而完整的遗产内涵创造机会,又促进旅游经济和遗产保护的协调发展。从这点出发,俞孔坚曾对武夷山市的区域保护的生态基础设施途径^[6](ecological infrastructure,简称EI)有过探讨;但在更为精细尺度内对武夷山中受自然和人类生态过程作用最为强烈且频繁的风景名胜区的景观安全格局的构建方面有待细化,且在风景区生态安全格局对旅游干扰(特别是游客旅游活动)的响应及其干扰敏感区判别问题上并未涉及。因此,选择武夷山风景名胜区为研究对象,基于双遗产地特点,构建景区生态安全格局,并进一步结合游客干扰扩散过程识别干扰敏感区,以期引起管理层对敏感区域保护工作的重视,也为景区景观生态建设提供参考。

1 研究区概况

武夷山世界文化与自然遗产地位于我国福建省北部,117°24'12"~118°02'50"E,27°32'36"~27°55'15"N,总面积99 975 hm²,包括东部风景名胜区、中部九曲溪生态、西部生物多样性以及城村闽越王城遗址等4个保护区,它是全球同纬度带最完整、最典型、面积最大的中亚热带原生性森林生态系统,是世界生物多样性保护的关键地区。其中,武夷山风景名胜区面积约70 km²,地质地貌属红色砂砾岩低山丘陵地域,海拔100~700 m,主景峰海拔512 m,最高峰(三仰峰)海拔717.7 m。气候属典型的中亚热带湿润季风气候;年平均气温17.9℃,1月平均气温8.3℃,7月平均气温26.7℃,降水充沛多雾,年均降水量2 000 mm以上,年均相对湿度78%,有雾日超过60 d。景区内主要溪流有崇阳溪、黄柏溪和九曲溪,属闽江水系。自然景观以秀、拔、奇、伟为特色,山水花木、云雨岚雾、飞鸟鸣虫相互结合,构成景区

绝妙的自然风光图画,被誉为“人间仙境”,是武夷山遗产地中集自然和文化景观精华于一体的最具特色的区域。研究区其他概况详见文献[9-11,13-14]。

2 研究方法

2.1 相关理论与研究框架

生态基础设施是城市所依赖的自然系统,是城市及其居民能持续地获得自然服务的基础^[15-17]。生态基础设施的构建可以通过构建景观安全格局(security pattern,简称SP)途径实现^[15]。景观安全格局是指景观中有某些潜在作用空间格局^[18],通过景观过程的分析和模拟,来判别那些对过程的健康与安全具有关键意义的景观格局。构建生态基础设施的直接目的就是保护这种基本安全格局的生态过程功能及作用不受削弱。一个典型的安全格局包含以下几个景观组分:源(source);缓冲区(buffer zone);源间联接(inter-source linkage);辐射道(radiating routes);战略点(strategic point)。以生物保护为例对各组分概念解释如下^[19]:1. 源:现存的乡土物种栖息地,是物种扩散和维持的元点;2. 缓冲区:环绕源的周边地区,是物种扩散的低阻力区;3. 源间联接:相邻两源之间最易联系的低阻力通道;4. 辐射道:由源向外围景观辐射的低阻力通道;5. 战略点:对沟通相邻源之间联系有关键意义的“跳板”^[15-18]。武夷山风景名胜区的生态基础设施具体则包含一切能提供自然服务的自然保护地、林业及农业系统、城市绿地系统、水系以及与之交融的文化遗产和生态游憩系统等,需要作为非建设用地严格保护。

2.2 数据来源

以“十一五”期间武夷山风景名胜区范围内森林资源二类调查小班矢量图及数据库、中国科学院地理信息数据平台获取的数字高程模型(DEM)、武夷山风景名胜总体规划图(2000—2010年)、课题组前期研究得到的风景区景观类型生态分类图(图1)为基础资料^[14]。武夷山风景名胜区景观类型包括:裸地、杉木林、马尾松林、阔叶林、竹林、灌草层、经济林、茶园、农田、建设用地、水体等11类^[9,14]。

2.3 构建方法

根据以上规划理论并结合武夷山风景名胜区的实际情况,运用ARCGIS软件中的水文分析模块

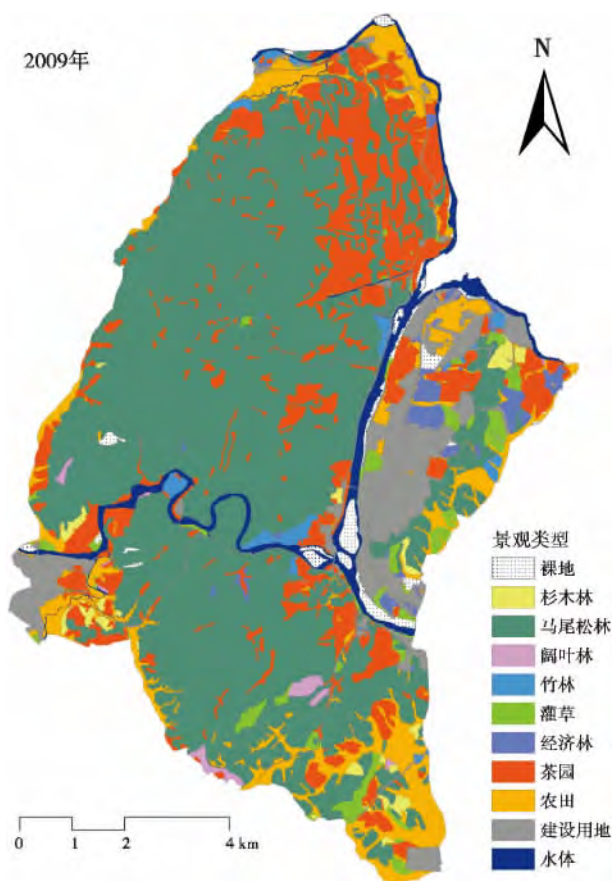


图1 武夷山风景名胜区景观类型图

Fig. 1 Landscape pattern in Wuyishan Scenery District

(Hydrology)、最小累计阻力模型(Minimum cost resistance, MCR)、视域分析(Viewshed)及缓冲区(Buffer)、Editor等相关工具,从自然、生物和人文过程角度,判别出风景区的防洪、生物保护、文化遗产保护、

视觉保护和游憩体验五大景观安全格局,叠加获得武夷山风景名胜区的综合生态安全格局,也即景区生态基础设施。旅游干扰敏感区格局的构建,借鉴安全格局组分“源”“辐射道”的概念,以集散地(停车场)作为旅游干扰扩散源,游憩廊道视为旅游干扰的辐射道,运用最小阻力面法构建游客干扰强度格局。通过识别出的游客干扰强度格局与生态基础设施进行图层逻辑运算,判别出风景区内受到旅游干扰的敏感区域,判别流程详见图2。其中,最小累积阻力模型由Knaapen于1992年提出^[20],其公式如下

$$MCR = f_{\min} \sum_{j=n}^{i=m} (D_{ij} \times R_i) \quad (1)$$

式中 MCR 是最小累积阻力值; f 是某未知的正函数,反映空间中任一点的最小阻力与其穿越的某景观单元 i 的空间距离和景观单元特征的正相关关系; \sum 表示单元 i 与源 j 之间穿越所有单元的距离和阻力的累积; D_{ij} 是从源 j 到空间某一点所穿越的某景观单元 i 的空间距离; R_i 表示景观单元 i 对某物种运动的阻力系数。因此,计算最小累积阻力值,首先要确定“源”;其次确定阻力面,赋予每个阻力因子相应的阻力值;最后计算源与阻力面之间的最小累积阻力值。

2.4 权重确定

目前多采用主观赋权法来确定指标权重(如层次分析法、Delphi法等),该方法分析得到的结果主观性强,缺乏科学性。为得到严谨客观的分析结果,采用变异系数法来确定闽东地区各景观要素的权重指标。变异系数法是一种客观赋权法,它根据各个指

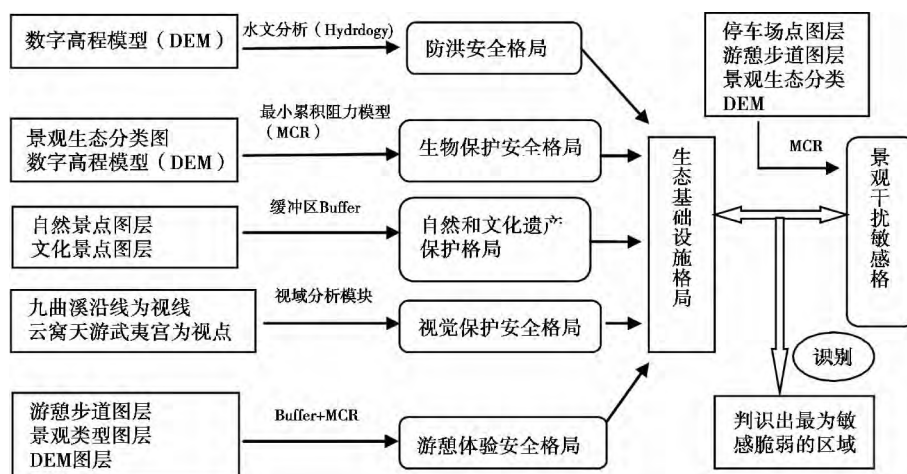


图2 武夷山风景名胜区生态基础设施构建及敏感性判别流程图

Fig. 2 Flow chart of EI construction and sensitive area identification

标在所有被评价对象上观测值的变异程度大小,对其进行赋值。观测值变异程度大的指标,说明其影响力较大,赋予较大的权数;反之,则赋予较小的权数,即该方法得到的权重结果是由指标变量值来确定的。变异系数法确定指标权重的基本步骤^[21]如下:

1. 计算第 j 项评价指标的标准差

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - x_j)^2 / (m - 1)} \quad (2)$$

式中 x_j 是第 j 项评价指标的平均值。

2. 计算第 j 项评价指标的变异系数

$$c_j = D / x_j \quad (3)$$

3. 对各指标的变异系数进行归一化处理,得到各指标的权重

$$w_j = c_j / \sum_{j=1}^n c_j \quad (4)$$

进而每个指标的权重向量为: $W = (w_1, w_2, \dots, w_m)$, $w_j > 0, j = 1, 2, \dots, m$ 。

3 结果与分析

3.1 单一景观过程安全格局构建与保护策略

3.1.1 防洪安全格局

构建生态防洪的安全格局是以恢复天然水文过程和维护风景区雨洪安全为目标,避免洪灾甚至将山洪转换成可利用的水资源。运用 ARCGIS 软件的水文分析应用模块 Hydrology,在风景区数字高程模型(Dem)的基础上,对自然洼地进行填充后模拟自然径流方向,以 5 a、20 a、50 a 一遇的洪水水位为参考依据设置防洪阈值,分别以大于各阈值累积汇水量形成水系网,依据洪水阈值分级生成对应潜在排水量的水网径流(图 3),形成不同程度的防洪安全格局。图中安全级别越低,排水量越大,是景区防洪格局的生命底线,对防洪格局具有关键意义,需要重点保护。低安全格局主要位于两条主干河流(南北走向为崇阳溪;东西走向为九曲溪)及其周边区域,这些区域地势低洼,两溪周边既是居民主要生活区,亦是旅游服务设施密集区。因而对于这些区域应该采取严格的管理和保护措施进行适应性的洪水管理:首先要改善河道、堤防构成的常规防洪工程体系,保护相关水利工程的良好状态;其次要加强非工程防洪体系的建立,制定洪水应急预案。中、高安全水平格局,主要位于景区不同海拔部分小流域内的山涧水系,其对维护景区水循环和生态系统养分

循环有重要意义;这些小流域内较为密集分布了农田和茶园,亦是面源污染的重要策源地,应该通过限制或禁止农药、化肥使用,发展生态农、茶业等方式加以保护。

3.1.2 生物安全保护格局

生物迁徙总是趋于朝破碎程度小,对其生存、觅食等生命活动有利的生境条件优良的景观类型中运动。建立连通各栖息地斑块的景观格局将保证生物过程的连续性和完整性,有利于生物多样性保护^[22]。生物的空间运动和栖息地的维护需要克服景观阻力来完成。一般将生物的核心栖息地作为物种扩散和动物活动过程的源,阻力面表示从源(栖息地)到空间某一点的易达程度,模拟生物物种水平扩散的行为模式,阻力越小,越利于生物在其内的移动。运用 ARCGIS 软件中的最小累计阻力模型(MCR)分别模拟生物穿越不同地形和景观类型表面(土地覆盖)的过程,建立最小累积阻力面。不同景观类型和地形因子对生物迁移的阻力不同。参考有关研究结果^[23],将风景区景观类型、坡度、海拔作为阻力因子进行赋值(表 1),加权叠加景观类型、坡度、海拔等阻力图层构建生物迁移阻力面,得到不同程度安全水平的生物保护安全格局(图 4)。生物保护安全格局可为生物提供适宜的栖息地和活动区域,在各层次上维持生物的多样性。风景区北部、中西部、南部有较高海拔(512 ~ 674 m)且森林覆盖度高的地方有 3 个低生物安全区域,是景区生物保护的底线关键格局;这些区域因地势较高,人类可达性低、人为干扰强度低^[11],为生物提供了安全和适宜的完整栖息地,动、植物于此能获得自身生存所需的较大内部生境面积,同时也保护了景区生物多样性。对于中安全水平区域,建议建立动物迁移的生物(网络)廊道,加强 3 个生物保护关键点内物种(动物)交流及生物信息传递。而高安全格局区域则作为最大化景区生物安全保护效果的理想格局状态,在与其他用地目的(如建设用地、农茶种植)发生矛盾时应加强科学研究与分析,需权衡利弊予以决策。

3.1.3 自然和文化遗产保护安全格局

武夷山风景名胜区不仅有优美奇特的自然景观,而且蕴含着诸如古闽越文化、朱子理学、岩茶文化和宗教文化以及与之相呼应的民间乡土文化等。风景区内山景、水景、风景建筑等旅游景点无不渗透着自然和人文内涵,直接或间接的向游客传递双遗

表 1 武夷山风景名胜区生物扩散相对阻力值
Table 1 Relative resistance values for security pattern of biological conservation

阻力因子	权重	阻力等级	相对阻力值	阻力因子	权重	阻力等级	相对阻力值
景观类型	0.4	裸地	40	坡度/°	0.3	< 10	0
		杉木	1			10 ~ 20	5
		马尾松	1			20 ~ 30	10
		阔叶林	1			30 ~ 40	20
		竹林	1			40 ~ 60	40
		灌草	15	海拔/m	0.3	> 60	80
		经济林	15			< 100	90
		茶园	20			< 200	60
		农田	30			200 ~ 400	30
		建设用地	70			400 ~ 600	10
		水体	5			> 600	5

产地的独特魅力信息。参考《武夷山风景名胜总体规划图(2000—2010年)》,运用 ARCGIS 软件把风景区内的主要山景、水景、建筑遗迹等进行矢量化,生成点图层文件,以此作风景区文化遗产的“源”,把遗产体验活动作为一种沿“源”向外扩散的空间过程,分别以缓冲区辐射半径大小划分文化遗产保护安全等级,通过建立并连接所有自然和文化景点缓冲区构建遗产保护安全格局(图 5)。遗产保护低安全水平区域,是武夷山双遗产文化景观核心区,承载着遗产地丰富的历史文化,是景区文化价值传承和发扬的关键区,必须严格保护,避免因自然因素(如酸雨、风暴等)、游客因素(如刻画、破坏)及其他因素(如偷盗)等造成无法挽回的损失,确保自然遗产保护的完整性和历史文化信息感知的连续性^[7]。应加强监管强度和巡视频率,配备业务水平高的文化保护技术人员,适时进行修缮和维护。应在中安全水平区域建设自然和文化遗产廊道,加强各遗产实物之间的有机联系,一方面使得自然和文化遗产蕴含的科学、美学、教育价值相互映衬、相得益彰,另一方面实现自然和文化遗产旅游资源的空间联系,缓解旅游精华景区的游客压力,在对游客进行分流的同时,也让游人对武夷山其他具有重要人文价值景观有新的感知和认识。

3.1.4 视觉安全格局

人们旅游的最直观的认知是从对旅游地景观美学价值感受上获得的。视觉质量对一个旅游区的整体形象有着最直观最重要的作用,因此寻找出风景区影响视觉美学价值关键区域至关重要。武夷山风

景名胜区九曲溪景区几乎是游客来此必游之地,乘坐竹筏顺流而下,丹霞地貌、奇峰怪石、自然植被、名人笔墨、历史典故等武夷之精华尽收眼底。运用 ARCGIS 软件中的视域分析(Viewshed)工具,选择武夷山精华旅游线路九曲溪沿线作为视域分析的路径,识别出沿九曲溪游览游人所能看见的视域范围;同时以云窝、天游和武夷宫等核心景区作为视域分析的另一视点,识别出位于这些核心景点处所能看见的景区视域范围。进而通过取大(∧)逻辑运算识别出风景区内视觉最为敏感的区域,进而形成视觉保护的安全格局(图 6)。低安全水平视觉区内是景区视觉保护的红线区,九曲溪沿线的自然和人文景观的完整性和真实性必须着重保护,重点在于对沿线本身的景观改造和对线路两侧可视范围内村落、建筑物进行景观风貌控制和景观生态恢复,以实现现代交通廊道在区域景观结构中具有积极意义的景观引导和景观过渡功能。此外,因中、高水平区域具有大面积马尾松森林景观,马尾松作为景区的景观基质不仅对维持生态系统环境效应具有积极意义,同时马尾松林的视觉风貌(健康状况、树高胸径、层次结构、四季林相等)均能对游人的旅游体验造成一定影响,因而应加强对该区域森林景观的经营管理,重点加强对森林病虫害(马尾松毛虫、松材线虫等)、林火(主要为人为火源)等自然和人为干扰的防治。

3.1.5 游憩廊道安全格局

具有休闲游憩价值的线性景观元素如水系、山路等,对连接着丰富的自然景观和文化景观及遗产

地网络构建具有重要价值。游憩廊道安全格局对确保旅游资源欣赏的完整性和历史信息感知的连续性有着积极意义。运用 ARCGIS 软件 Editor(编辑)工具把风景区内的主要游憩步道矢量化形成游憩廊道线状图层,距离游憩廊道越近的区域,景观受人为干扰越大,越需要重点关注与保护,则安全级别越低。在游憩廊道分布格局的基础上,通过建立游憩廊道缓冲区进而构建游憩廊道安全格局(图 7)。游憩安全格局联系景区中的自然旅游资源、人文旅游资源以及游憩休闲价值高的空间,游憩廊道格局的构建以游人的旅游需求为出发点,发掘自然和文化遗产、视觉、游憩等格局中的优质旅游资源,并以旅游廊道(公路和步道)的形式进行功能连接。保护过程应从空间组合、道路布局、景观风貌、人文特色等着眼,将风景廊道按功能分区,可划分为生态旅游拓展廊道、遗产精华体验廊道、内外交通引导廊道 3 个功能廊道区^[11]。分别提出规划设计要点: 1. 生态旅游拓展廊道(以探索自然、亲近自然、沐浴山林为主并以提高风景区旅游潜力为目标): 规划设计应因势而为,形式上要有曲直变化以求贴近自然,同时考虑游道长度与坡度,恰当间距设休憩点,以免游人易产生疲乏感而降低继续旅游的意愿。生态旅游拓展廊道多铺设于森林繁茂处,游道宽度上宜窄不宜宽,使对生物活动的阻隔降至最低。2. 遗产精华体验廊道(以集中体验双遗产武夷山最精华的人文景观内涵及丹霞地貌特色的景观为目的): 规划设计上要与景点人文与自然景观相协调,拆除一切不符景观协调性的构件,在条件许可的范围内对某些道路适当拓宽,增加与其他景区的连通度,缓解游客超负荷时对精华景区的影响,特别在游客密集的廊道结点处,可适当建设栅栏和缓冲区以减少游客对草坪及景区小品的践踏与破坏。增设旅游文明提示牌,提高游人文明旅游的感知频率。3. 内外交通引导廊道(以科学引导景区内外车辆交通并兼具动态欣赏武夷山总体风貌功能为目的): 道路选址上需结合地形地势,尽可能利用老路保持原貌,最大程度发挥廊道通道作用,同时降低廊道阻碍对生物的负面影响,必要结点处设置架桥、涵洞。道路靠山体一侧易发生崩塌、滑坡等山地灾害的路段,要有护坡、挡墙,结合斜坡绿化进行分段分层设计,避免高大水泥灰墙破坏自然景观美感。宜适地适树选择道路绿化树种,考虑树种季相变化、科学设置树种配置的高矮与间隔,以免对游客欣赏武夷风貌视觉受阻。特色景源

处更需如此。

3.2 生态基础设施建立与干扰敏感区判识

3.2.1 生态基础设施的建立

生态基础设施(EI)核心结构是承载遗产价值和维护区域生态安全的关键空间,其格局决定了哪里可以建设,哪里不可以建设,通过优先保护这些重要的生态空间来避免城市建设对遗产区域整体环境的破坏;它把遗产保护区和整个区域的景观过程有机联系起来,为遗产价值的保护、利用和城镇发展等多利益关系的交互博弈提供了空间架构^[6]。将以上防洪、生物保护、文化遗产保护、视觉和游憩廊道等单一景观过程安全格局,采用变异系数法确定指标权重,加权叠加图层并经逻辑运算取最大值,最终形成武夷山风景名胜综合生态基础设施(图 8)。综合生态基础设施体现了连续而完整的景区生态安全格局,为生态系统服务的安全和健康提供了保障。

武夷山风景名胜区 EI 格局主要分布于武夷宫景区、天游云窝桃源洞景区、九曲溪景区、西南景区及部分山北景区,几乎涵盖了所有精华景区和未来大力发展的新景区。而溪东旅游服务区仅南部小部分纳入 EI 格局。风景区 EI 总体格局由基质、斑块、廊道的景观要素构成。基质包括风景区内承担自然风景风貌、生态保育和水源涵养等功能的森林植被;廊道在景区各斑块间组成了遗产区域的生态网络,承担着生物迁徙、游憩体验等多种功能,是遗产区域内各种生态流的通道。以 Natural breaks 分类方式将武夷山风景名胜区生态基础设施分为三个等级水平(见图 8)。其中,低安全水平区域是风景区的底线安全格局,是风景区自然和文化景观生态安全的最基本保障,是旅游发展建设中不可逾越的生态底线,需要重点保护和严格限制不合理建设的区域。中等安全水平是需要限制开发,实行保护措施,保护与恢复生态系统区域。高安全水平包括区域内可以根据具体情况进行有条件的开发建设活动。为维持低、中、高 3 个水平的景区生态安全格局,实施生态基础设施建设,涉及面积分别为 11.97 km²、13.37 km²、28.42 km²,占景区总面积的 17.1%、19.1%和 40.6%。从安全格局的组分上看,除了溪东旅游服务区外的整个景区范围,从南到北几乎均是需要维护的安全格局区域,源、缓冲区、源间联接的结构并不容易识别。鉴于九曲溪、天游等精华景区的突出作用,以及其位于景区从南到北的中间过渡区域,同时这里亦是低安全格局密集区域,战略点

意义明显。景区的旅游廊道则作用人为干扰输出的辐射道。

3.2.2 旅游干扰敏感区的判识

正如上文所述,景区EI格局安全格局各组分不容易识别,为能进一步识别出安全格局中的敏感区域,分析景区生态安全格局与人为干扰区域的相关关系,借鉴“源”、“辐射道”等组分概念进行旅游干扰敏感区判识。考虑到停车场是游人抵达旅游地的集散地,游客从停车场顺着各类游憩廊道向风景区内其他地方扩散,游憩廊道可视作旅游干扰的辐射道。故以风景区内各主要停车场所在位置作为人为旅游干扰向外输出的“点干扰源”,进而结合游憩廊道辐射道,运用MCR构建游客干扰强度格局(图9)。从图9可知,游客干扰强度较大区域主要位于

风景区内的溪东旅游服务区、星村镇区、山北景区的东部以及九曲溪沿线等地。这里将干扰强度最大区域与生态基础设施级别最低区域的重叠区视为敏感值最高的区域,依次类推计算其他区域敏感值。以此为基础,叠加游客干扰强度格局图层与综合生态基础设施图层,确定出风景区内敏感区域的格局分布(图10)。图10所示,武夷山风景名胜区内九曲溪沿线、天游、武夷宫景区等精华景区最为敏感,遗产保护和旅游发展的矛盾最为突出,山北景区东北部、九曲溪景区南部区域茶园种植密集区的敏感性次之。旅游干扰敏感区判识结果与风景区的实际情况极为吻合,即敏感等级越高表示在对景区进行综合保护时这些区域的优先性越高,需要严格保护或重点管理。

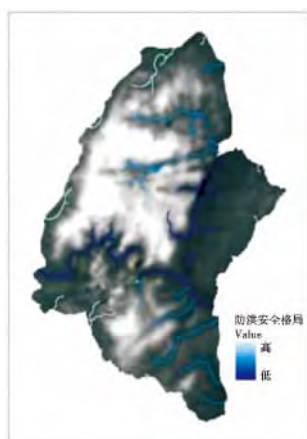


图3 防洪安全格局

Fig.3 The security pattern of flood prevention



图4 生物安全保护安全格局

Fig.4 The security pattern of biological conservation

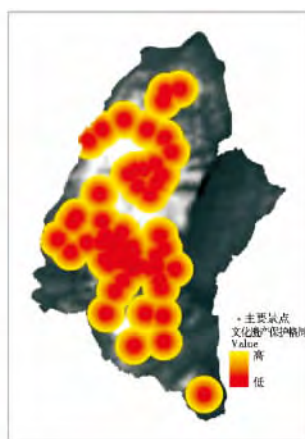


图5 文化遗产保护安全格局

Fig.5 The security pattern of cultural heritage protection

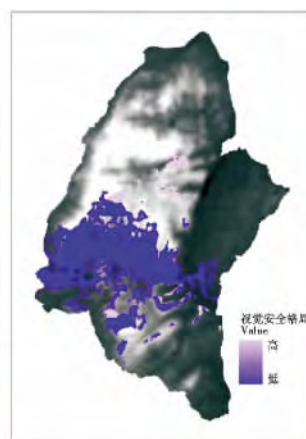


图6 视觉安全格局

Fig.6 The security pattern of vision



图7 游憩廊道安全格局

Fig.7 The security pattern of recreational corridor



图8 生态基础设施

Fig.8 Ecological infrastructure

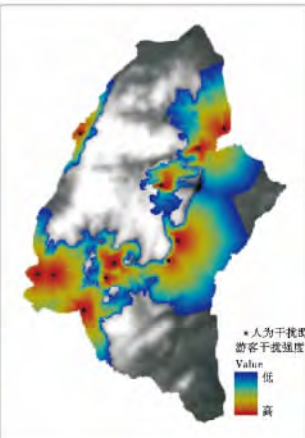


图9 游客干扰强度格局

Fig.9 The security pattern of tourists interference

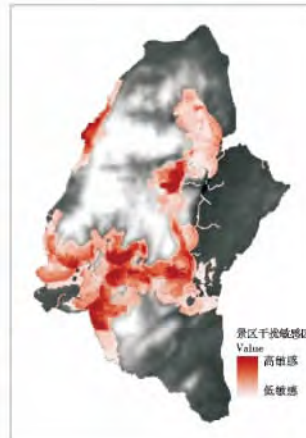


图10 景观旅游干扰敏感区格局

Fig.10 The security pattern of landscape tourism sensitive area

为缓解并改善不同等级敏感区的干扰现状和生态环境问题,应进一步对景区实施更为精细化的分区管理,一方面既要精华景区采取必要的游客限流措施,又要通过在软、硬件方面加大科技投入来提升精华景区承载力。以历史文化底蕴、地域文化特色、自然景观风貌为一体的武夷山风景名胜区,旅游资源丰富多样,下一步应深入发掘双遗产地及其周边地区的茶文化、宗教(儒释道)文化、朱子理学文化等极为宝贵的历史文化景观资源旅游价值,既缓解精华景点巨大的旅游压力,又为景区乃至武夷山周边区域旅游发展确定了新的旅游增长点的短期目标;实现增加旅游收入的同时,更使武夷山的人文底蕴与内涵得以充分彰显和更好地传承。针对景区的茶园蔓延问题,建议在控制总量的前提下,采取“退、控、改”等控制措施,尤其注重九曲溪流域及核心景区的茶园面积控制,重点地段必须退茶还林,原则上不再新增生产型茶园。退茶还林以普通人工茶园为退、控重点,同时注重维持现存的名特优茶园数量;允许根据展示和旅游的需要将现有茶园改造为展示型茶园;加强现有茶园的生态化改造,大力发展禁用化肥和农药的生态茶园。通过合理配置茶园径流下游区域林带景观,防治水土流失。尽量减少和控制茶叶生产加工实体在景区的规模,转向注重茶文化的传承和展示,如“印象大红袍”、“武夷山茶博园”等就是很好的成功案例。

4 结语与讨论

运用遗产保护和景观生态学理论构建武夷山风景名胜区生态基础设施,进而识别安全格局中的敏感区域,结果表明风景区内九曲溪沿线、天游峰、武夷宫景区等精华景点最为敏感脆弱,这些区域遗产保护和旅游发展的矛盾极为明显,应受政府与管理者的足够重视。景观旅游干扰敏感区判识区与景区的现实情况基本吻合。武夷山风景名胜区是自然和文化遗产相结合形成的典型区域,自然、生物、人文以及游客活动和城镇扩张等过程在风景区内相互交织,生态、社会、经济等利益关系于此相互博弈,共同构成复杂的大尺度系统。通过建立综合生态基础设施,能找出风景区内控制或影响风景区格局的生态过程关键区,从而保障风景区自然和人为生态流,保障遗产安全;通过识别出的旅游干扰敏感区有利于发现潜在的人类行为风险格局,对游客旅游或开发

建设可能带来的风险起到积极的控制作用。

武夷山风景名胜区生态基础设施的构建思路实为一种“反规划”理论思想^[24],即应用在旅游开发中不是不规划或反对规划,而是通过先规划出不适宜建设的用地,从而再进行空间规划的方式。它首先考虑的是遗产保护和维持生态过程的的需要,将规划和设计的目光聚焦于不应或不适宜建设的区域上来,再开展景观生态规划和建设。然而,我们认为针对判识出的敏感区域不仅仅是简单的采取不建设的行为就一劳永逸的了,而更要尝试在不同敏感区应寻求更为具体的技术保护措施和管理手段来有效维持敏感或脆弱区域系统的健康及其功能稳定。本文基于EI的游客干扰敏感区判识的初步探讨,为拓展景观安全格局或生态基础设施的研究内容、探索敏感区判识方法提供思路,而关于敏感区的精细保护和管理细则方面的实践技术手段或政策法规制定有待进一步研究。

参考文献(References)

- [1] Forman RTT, Godron M. Landscape ecology [M]. New York: Wiley and Sons, 1986.
- [2] Xiao Duning, Li Xiuzhen, Gao Jun, et al. Landscape ecology (Version 2) [M]. Beijing: Science Press, 2010. [肖笃宁, 李秀珍, 高峻, 等. 景观生态学(第2版) [M]. 北京: 科学出版社, 2010.]
- [3] Fu Bojie, Lv Yihe, Chen Liding, et al. The latest progress of landscape ecology in the world [J]. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(2): 798-804 [傅伯杰, 吕一河, 陈利顶, 等. 国际景观生态学研究新进展 [J]. 生态学报, 2008, 28(2): 798-804]
- [4] Ma Keming, Fu Bojie, Li Xiaoya, et al. The regional pattern for ecological security (RPES): the concept and theoretical basis [J]. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(4): 761-768 [马克明, 傅伯杰, 黎晓亚, 等. 区域生态安全格局: 概念与理论基础 [J]. 生态学报, 2004, 24(4): 761-768]
- [5] Li Xiaoya, Ma Keming, Fu Bojie, et al. The regional pattern for ecological security (RPES): designing principles and method [J]. 2004, 24(5): 1055-1062 [黎晓亚, 马克明, 傅伯杰, 等. 区域生态安全格局: 设计原则与方法 [J]. 生态学报, 2004, 24(5): 1055-1062]
- [6] Yu Kongjian, Li Bo, Li Dihua. Ways of ecological infrastructure in cultural and natural heritage protection region—case of Mount Wuyi [J]. Urban Planning, 2008, (10): 88-91 [俞孔坚, 李博, 李迪华. 自然与文化遗产区域保护的生态基础设施途径——以福建武夷山为例 [J]. 城市规划, 2008, (10): 88-91]
- [7] Yu Kongjian, Wang Shishi, Li Dihua. The function of ecological security patterns as an urban growth framework in Beijing [J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(3): 1189-1204 [俞孔坚, 王思思, 李迪华, 等. 北京市生态安全格局及城市增长前景 [J]. 生态学

- 报,2009,29(3):1189-1204]
- [8] Yu Kongjian. Landscape ecological security pattern in biological conservation[J]. *Acta Ecologica Sinica*,1999,19(1):8-15[俞孔坚. 生物保护的景观生态安全格局[J]. *生态学报*,1999,19(1):8-15]
- [9] You Weibin, He Dongjin, Huang Dehua, et al. Spatial Pattern and Driving Mechanism in Wuyishan Scenery District[J]. *Mountain Research*,2011,29(6):677-687[游巍斌,何东进,黄德华,等. 武夷山风景名胜区景观格局演变与驱动机制[J]. *山地学报*,2011,29(6):677-687]
- [10] You Weibin, He Dongjin, Wu Liyun, et al. Temporal-spatial differentiation and its change in the landscape ecological security of Wuyishan Scenery District[J]. *Acta Ecologica Sinica*,2011,31(21):6317-6327[游巍斌,何东进,巫丽芸,等. 武夷山风景名胜区景观生态安全度时空分异规律分析[J]. *生态学报*,2011,31(21):6317-6327]
- [11] You Weibin, He Dongjin, Wu Liyun, et al. Temporal-spatial dynamics of scenic corridors and their ecological impacts in the Wuyishan Scenery District, in southeastern China[J]. *Chinese Journal of Applied & Environmental Biology*,2011,17(6):782-790[游巍斌,何东进,巫丽芸,等. 武夷山风景名胜区风景廊道时空分异特征及其生态影响[J]. *应用与环境生物学报*,2011,17(6):782-790]
- [12] UNESCO World Heritage Center. Operational guidelines for the implementation of the World Heritage Convention[M]. Paris: World Heritage Center,2005:83-91
- [13] He Dongjin, Hong Wei, Hu Haiqing et al. Patch size distribution pattern and its hierarchical effect of main landscape types in the Wuyishan Scenery District[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*,2004,15(1):21-25[何东进,洪伟,胡海清,等. 武夷山景区主要景观类型斑块大小分布规律及其等级尺度效应分析[J]. *应用生态学报*,2004,15(1):21-25]
- [14] You Weibin, He Dongjin, Wu Liyun, et al. Spatial-temporal variation of landscape service value and its correlation with ambient environmental factors in mountain resorts: A case study of Wuyishan Scenery District[J]. *Mountain Research*,2012,30(1):113-120[游巍斌,何东进,巫丽芸,等. 山岳旅游地生态服务价值时空分异及其与环境因子关系研究——以武夷山风景名胜区为例[J]. *山地学报*,2012,30(1):113-120]
- [15] Liu Hailong, Li Dihua, Han Xili. Review of ecological infrastructure: concept and development[J]. *City Planning Review*,2005,(09):70-75[刘海龙,李迪华,韩西丽. 生态基础设施概念及其研究进展综述[J]. *城市规划*2005,(9):70-75]
- [16] Daily G C. Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems[M]. Washington DC: Island Press,1997.
- [17] Fabos J G, Ryan R L. International greenway planning: an introduction. *International Greenway Planning*[J]. *Landscape and Urban Planning*,2004,68(2-3):143-146
- [18] Yu K-J. Security patterns and surface model in landscape ecological planning[J]. *Landscape and Urban Planning*,1996,36(5):1-17
- [19] Benedict M A, McMahon E T. Green infrastructure: linking landscape and communities[M]. Washington, D. C.: Island Press,2006:8-12
- [20] Knappen J P, Scheffer M, Harms B. Estimating habitat isolation in landscape planning[J]. *Landscape and Urban Planning*,1992,23(1):1-16
- [21] Chu Sha, Chen Lai. Evaluation of energy saving and emission reduction of Anhui based on variance coefficient approach[J]. *China Population, Resources and Environment*2011,21(3):512-516[储莎,陈来. 基于变异系数法的安徽省节能减排评价研究[J]. *中国人口·资源与环境*2011,21(3):512-516]
- [22] Xu Haigen, Bao Haosheng. On the methods of ecological security design for nature reserves[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*,2004,15(7):1266-1270[徐海根,包浩生. 自然保护区生态安全设计的方法研究[J]. *应用生态学报*,2004,15(7):1266-1270]
- [23] Li Yonghua, Zhao Ningsheng. Conservation planning method of architectural heritage groups in ecologically sensitive areas: The conservation planning study of Zhijiang Campus[J]. *Journal of Zhejiang University: Science Edition*,2008,35(6):707-713[李咏华,赵宁生. 生态敏感区建筑遗产群保护规划方法探索——以浙江大学之江校区为例[J]. *浙江大学学报:理学版*,2008,35(6):707-713]
- [24] Yu Kongjian, Li Dihua, Liu Hailong. Approach of anti-planning[M]. Beijing: China Architecture and Building Press,2005.[俞孔坚,李迪华,刘海龙. “反规划”途径[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2005.]

Identification for Tourism Disturbance Sensitive Areas and Their Protection Based on Landscape Security Pattern in World Mixed Heritage Site Wuyishan Scenery District

YOU Weibin , HE Dongjin , HONG Wei , WU Liyun , JI Zhirong , YOU Huiming ,
TAN Yong ZHENG Xiaoyan

(Forestry College of Fujian Agriculture and Forestry University Fuzhou 350002 , China)

Abstract: There is an interactive mechanism of uniqueness and complexity between natural or cultural landscape process and landscape pattern in the world mixed heritage site. Construction of landscape security pattern and further identification of susceptibility areas have a positive significance for realizing the fine protection and management and then carrying effectively on landscape ecological planning and landscape ecological construction. The paper takes Wuyishan Scenery District of China as a case study , which has been more severely disturbed than the other three regions in the mixed heritage site Mount Wuyi. On basis of nature , living beings and humanistic processes , and related planning theory , 3S technology was used to construct five types of landscape security pattern including security pattern of flood prevention , biological conservation , cultural heritage , vision protection , and recreational corridor , and to establish ecological infrastructure ultimately in study area. Security pattern of tourists interference was further combined with the ecological infrastructure to identify and get the sensitive areas. According to results , the areas of security pattern of low , moderate , and high in three different levels accounted for 17.1 % , 19.1 % and 40.6 % of the total scenery district. Areas of the most susceptibility and vulnerability were located on both sides of Jiuquxi Stream , Tianyou , and Wuyi Palace Scenic Zone , where tourism development was conflicting with protection most severely. The susceptible and vulnerability regions obtained were consistent with practical situation. It would be best if more targeted technology and fine management rules are asked to protect the sensitive regions on administrator's own initiative , not just on the stage of no building.

Key words: landscape security pattern; sensitive areas; identification; protection; heritage Sites; Mount Wuyi