

doi: 10.16006/j.cnki.twnt.2021.01.014

## 基于 GIS 和层次分析法的福州国家森林公园生态敏感性评价

彭 特, 刘健行, 邓传远

(福建农林大学园林学院, 福建 福州 350002)

**摘 要:**【目的/意义】生态敏感性分析对于生态建设规划有着重要的意义, 在综合分析福州国家森林公园生态敏感性的基础上, 针对不同敏感区提出相应优化建议策略, 为福州国家森林公园今后生态规划建设提供参考。【方法/过程】以福州国家森林公园为研究区域, 根据福州国家森林公园的特征, 选取坡度、高程、坡向、土地利用类型、植被覆盖度、水域缓冲 6 个因子作为生态敏感性的评价指标, 利用层次分析法 (AHP) 得到评价因子权重, 结合 GIS 的加权叠加工具完成研究区的生态敏感性综合评价。【结果/结论】结果表明: 福州国家森林公园不敏感区、轻度敏感区、中度敏感区、重度敏感区、极度敏感区占研究区总面积分别为 0.71%、27.68%、35.20%、27.18%、9.23%。可见研究区域敏感性主要集中在轻度敏感到重度敏感, 并根据分析结果提出相应规划建议。

**关键词:** 生态敏感性; 福州国家森林公园; 敏感性评价; GIS; 层次分析法 (AHP)

**中图分类号:** P208; X826

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1637-5617 (2021) 01-0079-07

### Ecological Sensitivity Evaluation of Fuzhou National Forest Park Based on GIS and Analytic Hierarchy Process Method

PENG Te, LIU Jian-xing, DENG Chuan-yuan

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

**Abstract:** 【Objective/Meaning】 The analysis of ecological sensitivity is of great significance for the ecological construction planning. Based on the comprehensive analysis of the ecological sensitivity of Fuzhou National Forest Park, the corresponding optimization strategies for different sensitive areas were put forward, so as to provide reference for the future ecological planning and construction of Fuzhou National Forest Park. 【Methods/Procedures】 By taking Fuzhou National Forest Park as the research area, according to the characteristics of Fuzhou National Forest Park, six factors including slope, elevation, aspect, land use type, vegetation coverage, and water buffer were selected as the evaluation indicators of ecological sensitivity. Then, the Analytic Hierarchy Process (AHP) was used to get the weight of evaluation factors, and the comprehensive evaluation of the ecological sensitivity of the research area was completed by combining with the weighted overlay tool of GIS. 【Results/Conclusions】 The results showed that the insensitive area, lightly sensitive area, moderately sensitive area, severely sensitive area, and extremely sensitive area in Fuzhou National Forest Park accounted for 0.71%, 27.68%, 35.20%, 27.18%, and 9.23% of the total research area. It could be seen that the sensitivity of the research area was mainly concentrated in the light sensitivity to the severe sensitivity, and the corresponding planning suggestions were put forward according to the analysis results.

**Key words:** ecological sensitivity; Fuzhou National Forest Park; sensitivity evaluation; GIS; Analytic Hierarchy Process (AHP)

收稿日期: 2020-10-12

作者简介: 彭特 (1997-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 风景园林规划与设计。E-mail: 18238018020@163.com

通讯作者: 邓传远 (1971-), 男, 副教授, 博士, 研究方向: 海岛植物资源与海岛生态优化。E-mail: dengchuan yuan@163.com

基金项目: 福建省区域发展科技项目计划 (2018Y3006); 福建农林大学科技创新专项基金 (CXZX2019086); 2019 年度福建省科技特派员项目 (KTP19186A)

森林公园作为城市生态资源较为重要的一部分，具有重要的生态价值和旅游价值。近年来随着人民生活水平的提高以及国家对于加强生态文明建设的号召，森林旅游业也得到了迅猛的发展，为了更好地建设森林公园，对其进行科学分析并合理的规划显得尤为重要，利用地理信息技术结合生态敏感性分析就是一种高效科学的方法。生态敏感性是生态系统对内外因素综合作用所引起的环境变化响应程度，反映了生态环境对外界干扰的敏感程度，生态敏感性分析是通过分析研究生态因子对外界干扰适应的能力，来预测评估其区域生态环境敏感性的高低<sup>[1]</sup>，敏感性越高则代表生态系统越脆弱，极易因为人为或不可控的自然因素带来生态负面影响。国内也日益重视景区公园生态敏感性评价，如刘澜等<sup>[2]</sup>基于 GIS 的空间分析功能并以地形地貌、土地利用类型、交通等为指标评价要素，科学地评估苏南水网地区乡村自然景观生态敏感性，为乡村自然景观保护性的开发建设提供参考；翟端强等<sup>[3]</sup>基于 GIS 和多因素叠加分析法，选取自然环境、生态安全等生态敏感因子，获得浏阳市生态敏感性空间分布并进行景观格局优化；张寒等<sup>[4]</sup>利用 GIS 对蔡家沟村的生态敏感性进行研究，从而获得蔡家沟村在不同空间位置上其生态敏感性具有显著差别，提出相关生态规划措施，以期推动乡村生态可持续发展；舒波等<sup>[5]</sup>以国家园林城市乐山市为研究对象，利用 GIS 获得乐山市生态敏感空间分布图，根据不同生态敏感区划定生态服务区并提出相应策略。本研究以福州国家森林公园为研究分析对象，根据区域综合特征结合专家咨询，确定坡度、高程、坡向、植被覆盖度、土地利用类型这 6 个不同生态敏感性因子作为评价指标，基于 GIS 的空间分析和层次分析法（AHP），进行各因子单独分析和多因子加权叠加综合分析，并划分相应敏感等级，以期为福州国家森林公园生态环境建设和规划设计提供一定的科学依据。

## 1 研究区概况

福州国家森林公园位于具有“八山一水一分田”“国家园林城市”等之称的福建省福州市晋安区（N26°8′56″~26°11′29″，E119°15′24″~119°17′56″）。整个森林公园形状呈长方形，其三面是连绵不断的山体，一面临水库。东以福飞路为界，西至湖顶与叶洋村接壤，南至八一水库北岸堤坝，北至岭头乡与笔

架山毗邻<sup>[6]</sup>。公园所处位置属于亚热带海洋性季风气候，常年较为温暖湿润，年平均的温度范围 20~25℃，年平均相对湿度 79%，区域内的植被种类丰富，林被覆盖度高，森林游憩价值高<sup>[7]</sup>。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据获取与处理

2.1.1 数据获取 福州国家森林公园数字高程模型（DEM）数据来源于地理空间数据云 GDEM V2 30 m 分辨率数字高程数据索引图；植被覆盖影像数据来源于地理空间数据云 Landsat 8 影像数据，时间为 2020 年 3 月且挑选影像中云雾干扰最少的图片，空间分辨率为 30 m；土地利用数据来源于 GlobeLand 30 全球地表覆盖数据（分辨率为 30 m），结合研究区多次实地游览，并与谷歌地图遥感影像对比，土地利用现状变化不大<sup>[8]</sup>。

2.1.2 数据处理 利用 ENVI 4.8 遥感影像处理平台对通过 Landsat 8 下载的遥感影像数据进行大气校正、辐射定标等处理，得到 NDVI（植被指数）并带入相应公式得到 P<sub>v</sub>（植被覆盖度）。将 DEM 数据、土地利用数据和植被覆盖数据在 ArcGIS 10.5 软件中进行裁剪、转换为相同投影坐标，水文通过土地利用数据在 GIS 软件中提取。

利用 ArcGIS 10.5 的空间分析模块功能对不同因子进行分级赋值，完成单因子的生态敏感性分级图。根据相关专家打分结果通过 Yaahp 10.0 软件计算出各因子权重，最后将每个因子加权叠加生成其研究区域的生态敏感性分析总图。

### 2.2 研究方法

2.2.1 生态因子选取与等级划分 依据参考有关森林公园生态敏感性研究分析方向的文献，并结合 2015 年颁布的《全国生态功能区划（修编版）》中的生态敏感性评价方法使用指标，以及通过向从事生态学和福州国家森林公园的专家教授进行咨询，结合研究区域实地综合特征完成最终森林公园生态因子数据的筛选和分级，把高程、坡度、坡向、植被覆盖度、土地利用类型、水体这 6 个生态因子作为研究评价该区域生态敏感性的主要指标，并对各生态因子进行分级和相应赋值以便最终的叠加分析<sup>[9-10]</sup>。单因子生态敏感性分为 5 个等级，分别指定数值为 1、3、5、7、9，对应代表着不敏感、轻度敏感、中度敏感、重度敏感、极度敏感<sup>[11-13]</sup>。具体分级标准见表 1。

表1 生态敏感性评价因子分级标准

生态因子	级别				
	不敏感	轻度敏感	中度敏感	重度敏感	极度敏感
高程(m)	40~135	135~240	240~346	346~443	>443
坡度(°)	0~5	5~15	15~25	25~35	>35
坡向	南/平地	东南/西南	东向/西向	东北/西北	北向
植被覆盖率(%)	>75	60~75	45~60	30~45	<30
土地利用类型	建筑用地	交通用地、其他用地	灌林草地	林地	水体
水域缓冲区(m)	>50	30~50	10~30	0~10	水体

2.2.2 评价因子权重的确定 采取层次分析法(AHP)结合专家打分法以确定各类评价因子权重值,该方法于20世纪70年代初提出至今依然在各领域分析中普遍运用,客观上有助于提高研究分析结果的准确性、有效性。通过网络问卷的方式邀请邓传远教授、闫淑君教授、刘兴诏教授等5位森林旅游与园林生态方向研究的专家参照评价标准(表2)对生态因子间的相对重要性进行评估打分,在Yaahp 10.0软件中构建生态因子的对比矩阵,通过比较各矩阵求得结果选出最佳,得出各因子权重<sup>[14-15]</sup>(表3)。为了验证矩阵求得权重的结果是否合理,还需要执行一致性检验,当 $CR < 0.1$ 时则符合一致性检验<sup>[16]</sup>,公式如下:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

式中: $\lambda_{max}$ 表示矩阵的最大特征根; $CI$ 表示为一致性指标; $RI$ 为平均随机的一致性指标; $CR$ 为一致性比率; $n$ 表示项目数, $CR < 0.1$ ( $CR = \frac{CI}{RI}$ , $RI$ 值如表4所示)

表2 层次分析法判断矩阵标度及含义

标度	含义
1	两个因子比较,具有相同的重要性
3	两个因子比较,前者比后者略重要
5	两个因子比较,前者比后者重要
7	两个因子比较,前者比后者很重要
9	两个因子比较,前者比后者极为重要
2,4,6,8	两相邻判断的中间值

注:若因素*i*与因素*j*重要性之比为 $a_{ij}$ ,那么因素*j*与因素*i*重要之比为 $\frac{1}{a_{ij}}$ 。

表3 层次分析法判断矩阵评分标准

生态因子	高程	坡度	坡向	植被覆盖率	土地利用	水域缓冲	$W_i$
高程	1	1/5	3	1/3	1/2	2	0.0924
坡度	5	1	9	2	3	7	0.4217
坡向	1/3	1/9	1	1/5	1/4	1/2	0.0379
植被覆盖率	3	1/2	5	1	2	4	0.2388
土地利用	2	1/3	4	1/2	1	3	0.1516
水域缓冲	1/2	1/7	2	1/4	1/3	1	0.0576

表4 RI 指标值

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI 值	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

注:最大特征根 $\lambda_{max} = 6.0725$ ;一致性检验, $CI = 0.0145 < 0.15$ , $CR = 0.0145/1.24 = 0.0117 < 0.1$ ,说明此权重的判断结果可用。

2.2.3 空间叠加分析 利用 ArcGIS 10.5 软件空间分析模块中的加权叠加工具,对生成的各因子生态敏感性分布图赋予对应的权重值并叠加得到福州国家森林公园的生态敏感性分布总图。在重分类工具中采用自然间断法将数值结果分级为不敏感、轻度敏感、中度敏感、重度敏感、极度敏感<sup>[17]</sup>。计算生态敏感性数学模型,公式如下:

$$P = \sum_i^n A_i \cdot W_i \quad (3)$$

式中: $P$ 为生态敏感性指数, $n$ 为评价指标总数, $i$ 为评价指标编号, $A_i$ 为各评价指标的生态敏感性赋值(1,3,5,7,9), $W_i$ 为因子指标的权重值。

### 3 结果与分析

#### 3.1 生态敏感性单因子分析

##### 3.1.1 高程敏感性分析 福州国家森林公园内山

体连绵，最高处达到海拔 643 m，地势整体呈西北高，东南低，高程的不同会影响着相应温度、风力、湿度值等自然环境因素，进而间接影响着生态状况和植被生长分布。从高程敏感性分析图和因子敏感性分级面积可以看出极度敏感区分布在西北和西方向山体，占总面积的 22.41%，该区林地植被种类简单且有部分耕地；从重度到轻度敏感区分别

占总面积的 20.76%、17.94%和 18.56%，主要分布在北、西南、西和东北邻近的山体，这些区域分布着天然林和人工林地，植被种类也较为丰富；不敏感区主要分布在海拔较低的中心平原区以及园区入口处，占总面积的 20.33%。因此，福州国家森林公园高程敏感性处于重度敏感（图 1，表 5）。

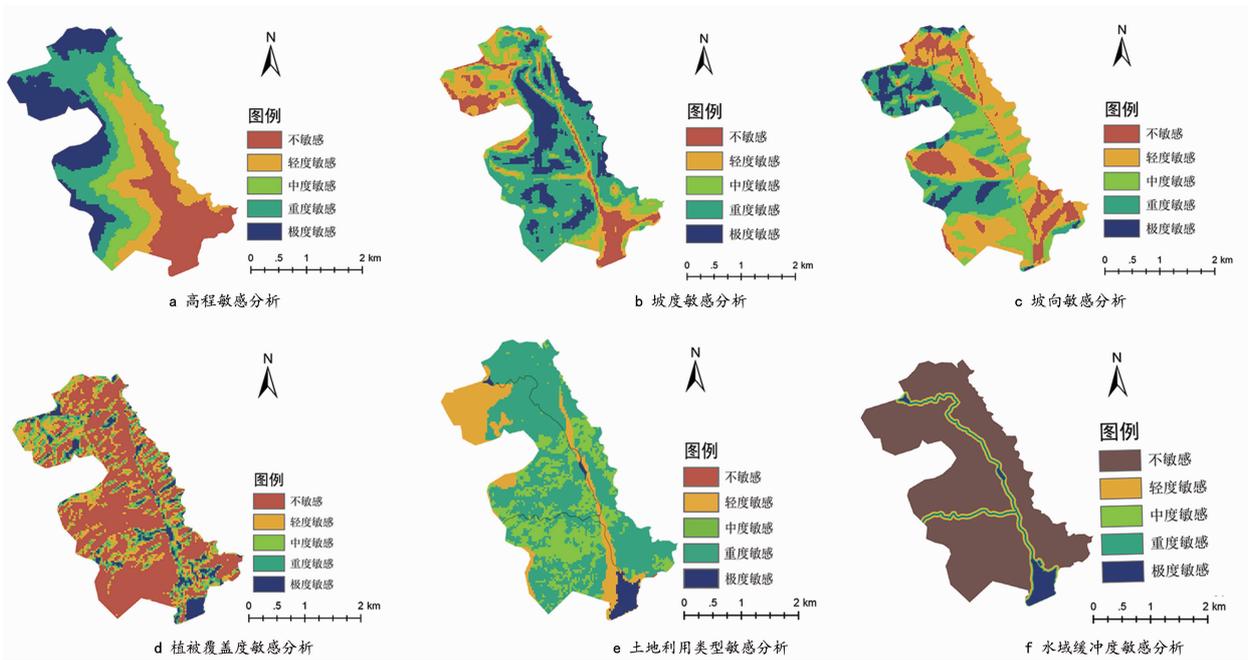


图 1 福州国家森林公园各因子生态敏感性区域分析

表 5 福州国家森林公园单因子生态敏感性分级面积及占比

生态因子	不敏感区		轻度敏感区		中度敏感区		重度敏感区		极度敏感区	
	面积 (hm <sup>2</sup> )	占比 (%)								
高程	168.59	20.33	153.95	18.56	148.70	17.94	172.14	20.76	185.87	22.41
坡度	87.36	10.54	135.74	16.37	130.88	15.79	329.07	39.69	146.04	17.61
坡向	123.26	14.86	250.25	30.17	212.50	25.62	169.10	20.39	74.31	8.96
植被覆盖度	470.69	56.76	149.68	18.05	96.63	11.65	54.34	6.55	57.97	6.99
土地利用类型	0.45	0.05	128.43	15.49	199.53	24.06	467.52	56.38	33.34	4.02
水域缓冲	725.57	87.50	29.52	3.56	23.78	2.87	16.65	2.00	33.75	4.07

3.1.2 坡度敏感性分析 坡度可以影响地表物质流动和承受能力，制约生产力空间布局，坡度越大其相应的敏感性就越弱<sup>[18]</sup>。公园内极度敏感区分布在西北和东北部分山体的上坡处以及西南方向的局部山腰处，占总面积的 17.61%，该敏感区所分布的位置坡度陡，起伏大；重度敏感区占总面积的

39.69%，其敏感区分布面积占比最大，主要分布在西北、东北以及西南附近山体的中上坡、中坡和中下坡，坡度在 25°~35°；中度敏感区和轻度敏感区主要分布在南部水库周边和西北附近的山体，坡度主要在 5°~25°，占总面积的 15.79%和 16.37%；不敏感区主要在南部的水库、东部入口

以及登山路附近, 占总面积 10.54%。因此福州国家森林公园坡度生态敏感性处于重度敏感(图 1, 表 5)。

3.1.3 坡向敏感性分析 坡向的不同其对应所受到光照辐射强度和日照时间长短也有很大的差异, 光辐射也影响着山体植被的生长, 对于北半球而言, 辐射收入南坡、东南坡、东坡和西南坡相对较多<sup>[19]</sup>。极度敏感区和重度敏感区主要分布在西和西北方向以及附近的山体, 占总面积的 8.96%和 20.39%, 该处因为坡向原因, 受到光照的辐射相对较少, 植被的生长会受到间接影响, 林被相对阳坡种类较少、覆盖密度低; 中度敏感区占总面积的 25.62%, 主要分布在西、西北和西南部的山区; 轻度敏感区占总面积的 30.17%, 分布在西、西南、北、东北和东部附近的山体, 该处的坡向为东南和西南, 光照辐射充足, 林被的种类多, 覆盖密度较大; 不敏感区占总面积的 14.86%, 主要为平面和南面, 光照更加充足。由此看出福州国家森林公园坡向生态敏感性多处于轻度敏感(图 1, 表 5)。

3.1.4 植被覆盖度敏感性分析 福州国家森林公园林被覆盖度整体水平较高且种类繁多, 依据《福州植物园植物名录》统计出福州国家森林公园共有蕨类植物 63 科 123 种, 裸子植物 11 科 115 种, 被子植物 332 科 4741 种, 天然分布的乔木主要有青冈、杜英、椴木石楠、化香树、柯、黑壳楠、罗浮锥、木油桐等; 人工种植的乔木主要有木荷、刺桐、乌桕、水东哥、枫香、朴树、杨桃等; 天然分布的灌木主要为茜树、木蜡树、赛山梅、山胡椒、朱砂根、密花山矾、小果珍珠花等。植被覆盖度越低, 其生态敏感性高, 受到破坏后因为自我修复能力较弱, 恢复过程较为缓慢, 其生态环境也不可避免地受到相应程度影响<sup>[20]</sup>。极度敏感区、重度敏感区和中度敏感区共占总面积的 25.19%, 主要分布在南部水库、登山路两侧山脚处和西北山体附近, 多为一些已建设用地、山体落差较大和坡向较阴处, 这些位置的林被覆盖度相对低, 林被的群落组成较为简单, 自身的稳定性比较差, 受到人为和自然因素的破坏后生态自我恢复速度较慢, 局部极度敏感地方可能会出现生态恢复不可逆现象; 轻度敏感区为 18.05%; 不敏感区占总面积的 56.76%, 这部分植被覆盖度整体达到了 75% 以上覆盖度, 林被种类丰富, 所分布的位置距离登山入口较远,

受人为干预影响不是很大, 林被群落生态稳定性更强。因而得出福州国家森林公园植被覆盖度生态敏感性处于低敏感(图 1, 表 5)。

3.1.5 土地利用类型敏感性分析 研究区域内部土地利用类型主要分为林地、水体、灌林草地、交通用地和其他用地、建筑用地 5 大类。重度敏感区占比最大, 占总面积的 56.38%; 中度敏感和轻度敏感分别占 24.06%、15.49%, 主要分布在研究区南和西北以及山谷内的登山线附近, 这部分还分布着人工开发的景点以及人工种植林; 极度敏感区占 4.02%, 主要是森林公园内的河塘以及山间河道; 不敏感区域比例最低, 占总面积的 0.05%, 主要为研究区内的一些建筑。因此福州国家森林公园中土地利用类型的生态敏感性处于重度敏感(图 1, 表 5)。

3.1.6 水域缓冲区敏感性分析 森林公园内部河流、湖泊较少, 主要选取了最大的湖泊八一水库以及山体中主要的河道, 并以距离水体本身 10 m、30 m、50 m 和 50 m 以外划分为相应缓冲区。极度敏感区占总面积的 4.07%; 重度敏感区、中度敏感区和轻度敏感区共占总面积的 8.43%, 主要为河流水库周围的缓冲区。因而, 福州国家森林公园水域缓冲区敏感性处于低度敏感(图 1, 表 5)。

### 3.2 生态敏感性综合评价

综合各生态因子的敏感性分析图, 在 ArcGIS 10.5 空间分析功能中利用栅格计算工具将上述 6 个因子进行加权叠加, 得到福州国家森林公园生态敏感性综合指数在 1.3032~8.2360 范围, 并在重分类工具中用自然间断点分级法(Jenks)分为 5 类, 即不敏感、轻度敏感、中度敏感、重度敏感、极度敏感(图 2, 表 6)。

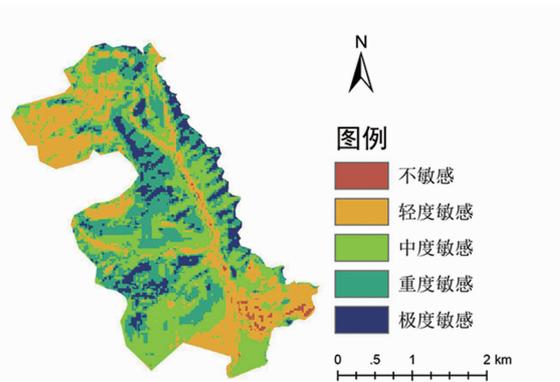


图 2 福州国家森林公园生态敏感性综合评价区域分布

表 6 福州国家森林公园生态敏感性综合评价结果

敏感性等级	敏感性指数 分级赋值	面积 (hm <sup>2</sup> )	占比 (%)
不敏感	1	5.90	0.71
轻度敏感	3	228.80	27.68
中度敏感	5	290.98	35.20
重度敏感	7	224.52	27.18
极度敏感	9	76.27	9.23

福州国家森林公园的生态敏感性多集中在轻度敏感到重度敏感范围内（表 6）。不敏感区和极度敏感区分别占总面积的 0.71%、9.23%，不敏感区主要分布在东南公园入口部分，这部分开发建设相对完善，植被覆盖度略低一些。轻度敏感区主要分布在南、西北和登山道附近，这部分由水域、覆盖率低的灌林草地和已建成的多种类型植物主题园组成，如珍稀植物园以及以各种观赏类植物为主题的桃花园、紫薇园、樱花园等。其中珍稀植物园人工引进栽培的珍稀植被种类较多，包括国家一级保护植物水杉、桫欏、望天树等；国家二级保护植物如槿棕、连香树、夏腊梅、普陀鹅耳枥、杜仲、银杏、云南山茶、荔枝等。中度敏感区多分布在西、西南和登山道两侧较近范围内，该区域林被覆盖度较大，野生植物不同种类数量较多，为加强在该地区的生态保护，提高生态稳定性，可以增加人工林的种类。极度敏感区和重度敏感区分别占总面积的 9.23% 和 27.18%，主要分布在西南、东北和西北附近的山体上坡处，这些地方植被覆盖率低和海拔也较高，山体的坡度和地势起伏变化较大，生态敏感性较高，很容易因为人类的干扰和其他不定性自然因素干扰而受到破坏，应作为生态核心区应加强保护。

#### 4 不同生态敏感区的用地策略

由生态敏感性综合性分析图可知福州国家森林公园不同程度敏感性分布位置，敏感性的强弱代表着该处生态环境出现问题的可能性大小。针对不同程度的敏感区域提出相应合理的改善策略，按照生态保护、因地制宜、合理规划、适地适树原则将极度敏感区到不敏感区划定成生态保育区、生态适度开发区、生态游览发展区，在一定程度上可以提高生态环境的稳定性和促进生态环境的建设。

(1) 极度敏感区和重度敏感区作为高度敏感区

占总面积的 36.41%，主要分布在东北、西北和西南附近山体中上坡位，也是森林较深处部位，此处区域森林植被覆盖度高且距离各登山入口较远，人为干扰性相对较低应划定为森林生态保育区。优先生态保护，该部分作为生态核心保护区域，拥有着丰富的自然资源，现有植被类型为针阔混交林、毛竹林地、针叶混交林和阔叶混交林，应通过生态保育，合理利用乡土植被种植以提高群落稳定性；紧抓生态修复，采取相应的自然护坡工程等方式对坡度较陡和地质不稳定区域进行生态修复，结合植被种植最大程度地减少水土流失；严格管控，加大对重度敏感区、极度敏感区已有珍稀或价值高植物的挂牌保护，检测记录仪器的铺设也应尽可能地减小对原生态环境的破坏，尤其在极度敏感区严格控制管理无关人员进入，重度敏感区局部在不破坏生态的原则下可以适当地开展低强度的观光游览以及生态保护、植物调查等为主题的科研活动，给植物爱好者们提供一定的学习和观赏机会。

(2) 中度敏感区占地面积较大，占比为 35.20%，多集中在山体的中坡和中下坡位，可以划定为生态适度开发区。该区位有天然林和人工林 2 种类型，植被覆盖度也相对较高，离登山入口近，针对该敏感区应打造以生态保护和旅游开发相结合的发展模式。优化基础设施，在旅游开发时人工开辟的游览登山道要顺应地形，对野生动物出没的区域建设生态廊道，同时要合理地与外部道路相衔接，不随意堆填和挖土，减少非必需设施的建设；提升生态景观，梳理溪流河道，加强对山林中的溪流河道保护的同时积极发展风景林、经济林、防护林以达到固土蓄水和提高生态景观的目的；开发特色内涵，在对该敏感区内特色景点开发的同时尽量减少人为设施的建设，还可以开展植树造林、植物保护夏令营等主题性活动，在生态保护的同时做到人与自然的结合。

(3) 轻度敏感区和不敏感区分布在西北、东南和公园主要游览道路附近，占总面积的 28.39%，该部分可以划定为生态游览发展区。该敏感区也是现有景点资源较为集中，建设较为完善的区位，建成有竹类观赏园、珍稀植物园、阴生植物园、樱花园等，针对该敏感区可继续围绕景点生态环境、景点配套设施、特色景点进行优化提升，采取更高效、先进的优化技术和管理方式，可结合互联网技术打造成智能化生态建设，在原始湖泊河道基础上

进行水质改善和局部梳理整治,进一步完善优化内部以及周边的生态环境;对该区域的闲置用地在生态保护原则下进行适度开发,以满足游客的需求;继续引进和培育观赏价值高的特色植物,结合相应景点建设,既可美化环境又能提高生态稳定性。

## 5 结论

本研究以福州国家森林公园为研究分析对象,在通过对研究区的实地游览调研,参考相关文献和专家咨询的基础上,选取高程、坡度、坡向、植被覆盖度、土地利用类型和水域缓冲6个生态因子作为生态敏感性评价的指标。通过 ArcGIS 中的空间分析功能结合层次分析法(AHP),完成福州国家森林公园最终的生态敏感性综合评价分析图,并进行定量分析。

结果表明:福州国家森林公园整体生态敏感性较高,敏感性多集中在轻度敏感到重度敏感范围内,极度敏感区和不敏感区分别占总面积的9.23%和0.71%,重度敏感到轻度敏感区分别占总面积的27.19%、35.20%和27.68%。极度敏感区和重度敏感区多分布在东北、西南和西北山体中上坡附近,山高坡陡,林区植被覆盖整体60%以上,应划定为生态保育区加强生态保护和生态修复,严控人为活动的影响;中度敏感区占总面积的35.20%,分布在海拔不高,坡度变化较小的山腰及以下附近,应划定为生态适度开发区,围绕生态景观提升、基础设施优化、开发特色来发展;轻度敏感区和不敏感区占总面积28.39%,该区域人文景观开发相对集中,可以进一步加强提升生态环境建设和景观优化。要重视不同区域的生态敏感性,今后采取更合理有针对性的生态规划开发建设措施,对森林公园生态环境加以科学性保护。

### 参考文献:

- [1] 欧阳志云,王效科,苗鸿.中国生态环境敏感性及其区域差异规律研究[J].生态学报,2000(1):10-13.
- [2] 刘澜,唐晓岚,熊星,等.基于GIS的苏南乡村自然景观的生态敏感性分析[J].南京林业大学学报(自然科学版),2018,42(4):159-164.
- [3] 翟端强,叶强,何玮琪.湖南丘陵城市土地生态敏感性评价及景观生态格局优化研究[J].中国园林,2019,35(1):133-138.
- [4] 张寒,王浩程,王琳.基于ArcGIS的山东省潍坊市蔡家沟村生态敏感性差异分析[J].山东农业科学,2020,52(5):92-99.
- [5] 舒波,何洲历,王玲,等.生态服务因子影响下的乐山地区生态敏感性研究[J].生态科学,2020,39(4):184-192.
- [6] 洪昕晨,池梦薇,肖玥,等.基于模糊层次分析法的森林公园雨声景评价研究——以福州国家森林公园为例[J].江西农业大学学报,2017,39(1):127-133.
- [7] 刘兴诏,林丽丽,董建文,等.国家森林公园生态系统服务评估——以福州国家森林公园为例[J].石河子大学学报(自然科学版),2019,37(5):596-603.
- [8] 张广创,王杰,刘东伟,等.基于GIS的锡尔河中游生态敏感性分析与评价[J].干旱区研究,2020,37(2):506-513.
- [9] 屈赛,林爱文,黎斌,等.基于生态敏感性的庐山区生态旅游用地策略[J].生态科学,2018,37(1):164-170.
- [10] 王佳利,胡希军,陈存友.基于GIS的上杭县袍岭山地公园生态敏感性评价研究[J].林业资源管理,2019(1):85-92.
- [11] 黄含吟.基于GIS的惠东县赛场山森林公园生态敏感性分析[D].长沙:中南林业科技大学,2016.
- [12] 宋晓龙,李晓文,白军红,等.黄河三角洲国家级自然保护区生态敏感性评价[J].生态学报,2009,29(9):4836-4846.
- [13] 吴金华,李纪伟,朱鸿儒.基于ArcGIS区统计的延安市土地生态敏感性评价[J].自然资源学报,2011,26(7):1180-1188.
- [14] 张蜜,陈存友,胡希军.苍南县玉苍山风景区生态敏感性评价[J].林业资源管理,2019(4):92-100,150.
- [15] 李德旺,李红清,雷晓琴,等.基于GIS技术及层次分析法的长江上游生态敏感性研究[J].长江流域资源与环境,2013,22(5):633-639.
- [16] 瞿英,路亚静,刘紫玉,等.基于AHP-DEMATEL法的权重计算方法研究[J].数学的实践与认识,2016,46(7):38-46.
- [17] 祝玲,林爱文,陈飞燕.基于生态敏感性和生态系统服务价值的生态安全格局构建与优化[J].国土与自然资源研究,2019(3):58-63.
- [18] 汤巧英,戚德辉,宋立旺,等.基于GIS和RS的延河流域植被覆盖度与地形因子的相关性研究[J].水土保持研究,2017,24(4):198-203.
- [19] 陈闪,蒋文伟,陈尧,等.地理信息系统支持下富阳区建成区生态敏感性分析[J].浙江农林大学学报,2015,32(6):837-844.
- [20] 欧阳志云,王效科,苗鸿.中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J].生态学报,1999(5):19-25.