

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.06.007

基于生态敏感性评价的森林公园生态保护及利用研究

——以福州国家森林公园为例

邱雯¹, 黄启堂²

(1. 福建林业职业技术学院, 福建 南平 353000; 2. 福建农林大学, 福建 福州 350000)

摘要:对福州国家森林公园生态因子进行选取和等级划分,从地形因子、气象因子和地表因子方面对森林公园进行生态敏感性调查分析,构建森林公园生态敏感性评价体系。采用自然间断法将所得数据划分为生态极度、重度、中度、轻度和不敏感区域5个等级,对森林公园整体生态敏感性进行分析。结果表明,福州国家森林公园表现出较高的生态敏感性,大部分处于生态重度至轻度敏感区域。对2015—2020年福建省生态敏感性分布进行调查分析。结果表明,福建省不同森林公园生态极度、重度、轻度和不敏感4个方面的森林面积整体保持增长趋势,不敏感和轻度生态敏感的森林面积约占总面积的10%,中度生态敏感森林面积呈下降趋势。建议在今后森林公园资源开发利用中注重对生态敏感性的调查分析,对生态中度敏感区域进行基础设置优化和特色开发,减少对生态极度和重度敏感区域的开发,实现对森林公园生态的进一步保护。

关键词:生态敏感性;森林公园;生态保护;自然间断法;生态因子;福州国家森林公园

中图分类号:S759.91;Q142.8 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2023)06-0034-07

引文格式:邱雯,黄启堂.基于生态敏感性评价的森林公园生态保护及利用研究——以福州国家森林公园为例[J].林业调查规划,2023,48(6):34-40. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.06.007

QIU Wen, HUANG Qitang. Ecological Protection and Utilization of Forest Park Based on Ecological Sensitivity Evaluation [J]. Forest Inventory and Planning, 2023, 48(6): 34-40. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.06.007

Ecological Protection and Utilization of Forest Park Based on Ecological Sensitivity Evaluation

——A Case Study of Fuzhou National Forest Park

QIU Wen¹, HUANG Qitang²

(1. Fujian Forestry Vocational & Technical College, Nanping, Fujian 353000, China;
2. Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350000, China)

Abstract: The ecological factors of Fuzhou National Forest Park were selected and classified to conduct ecological sensitivity investigation from topographic factors, meteorological factors and surface factors, and construct an ecological sensitivity evaluation system for the forest park. Using the natural discontinuity method, the obtained data was divided into five levels of ecological extreme, severe, moderate, mild sensitivity and insensitivity areas to analyze the overall ecological sensitivity of the forest park. The results

收稿日期:2022-04-05.

基金项目:2021福建省教育厅中青年教师教育科研项目(JAT210769).

第一作者:邱雯(1989-),女,福建南平人,硕士,讲师.主要从事园林规划设计、康复性景观规划研究.

责任作者:黄启堂(1963-),男,福建尤溪人,教授,硕士生导师.主要从事风景园林规划设计、园林植物应用研究.

showed that Fuzhou National Forest Park showed high ecological sensitivity, and most of the ecological sensitivity was between severe and mild. The survey and analysis of the distribution of ecological sensitivity in Fujian Province from 2015 to 2020 showed that the forest area of different forest parks maintained an overall growth trend in terms of ecological extreme, severe, mild sensitivity and insensitivity, the forest area of insensitivity and mild sensitivity accounted for about 10% of the total area, while the forest area of moderate sensitivity showed a downward trend. This paper recommended to pay attention to the investigation and analysis of ecological sensitivity in the future development and utilization of forest park resources, optimize the basic settings and characteristic development of ecologically moderately sensitive areas, reduce the development of ecologically extremely and severely sensitive areas, and further protect the ecology of forest parks.

Key words: ecological sensitivity; forest park; ecological protection; natural discontinuity method; ecological factor; Fuzhou National Forest Park

福建省位于我国沿海地区,因雨量充足、气候适宜,造成当地森林资源及其丰富,目前已成为我国重要的生态屏障之一。福建历来依靠沿海发展经济贸易,尤其是改革开放以来,福建省经济得到飞速发展,促使生活在山区的大量福建人口牵往沿海城市,造成福建沿海城市人口密度过大,超出原有城市的最大饱和,促使大量基础设施拔地而起,占据了原有的森林植被区^[1]。虽然在一定程度上缓解了人口压力,但却给福建的生态环境带来严重影响,例如环境污染、水土流失加重等。福建的地理环境较为特殊,每年都会遭到洪涝、台风等极端天气的影响,其自身生态环境本身就很脆弱,再加之人为因素的影响,使福建地区的森林环境遭到极其严重的破坏^[2]。为了进一步响应国家生态文明建设号召,对福建省沿海生态环境展开生态环境脆弱性调查研究,以恢复南方沿海地区生态并提出更科学的生态治理措施,旨在通过相关研究建立生态环境保护机制,为处于海陆过渡带和气候过渡带地区生态修复提供指导^[3]。虽然目前越来越多的国内外学者关注生态环境敏感性研究,但大多是通过一些自然因素分析其对生态环境敏感性的影响,如气象、地形等,鲜见将城市化因素或社会经济因素考虑到其中,一定程度使所得结论不利于表达出生态环境敏感性与自然和人为因素之间的关系^[4]。

以福州国家森林公园为研究对象进行生态敏感性评价分析,可实现对森林公园的保护和利用。通过对福州国家森林公园进行 5 种敏感区域分析,提出相应的生态保护和资源利用措施。此次研究方案的创新点为采用自然间断法,设置极度、重度、中度、轻度和不敏感区域对森林公园各种地形进行深入分析,以期对福州国家森林公园的保护提供帮助。

1 研究方案设计

1.1 建立生态敏感性评价体系

以气象因子、地表因子和地形因子为基础,对福州国家森林公园生态因子进行选取和等级划分,开展生态敏感性调查分析,构建福州国家森林公园生态敏感性评价体系(图 1)。

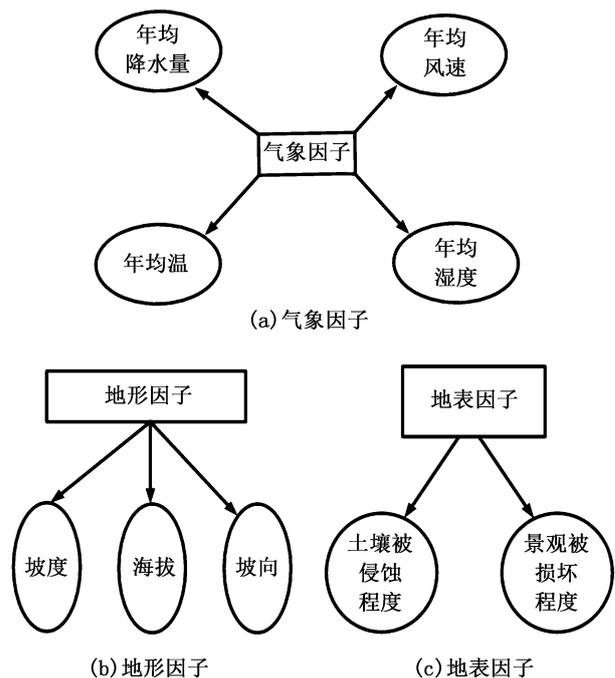


图 1 福州国家森林公园生态敏感性评价体系
Fig. 1 Ecological sensitivity evaluation system of Fuzhou National Forest Park

1.1.1 地形因子

选取地形因子主要包括高程、坡度、坡向等因子,上述因子均是利用数字高程模型通过 ArcGIS

10.2 软件分析获取,经对国家测绘地理信息的学习,将数字高程模型的分辨率设置为 $30\text{ m}^{[5]}$ 。该模型中的 ArcGIS 10.2 软件具有较好的重分类功能,可实现对高程、坡向、坡度等生态环境因子的重分类。

1.1.2 气象因子

气象因子数据来自中国气象数据共享网络,其中温度、降水、相对湿度、平均风速等气象数据为月尺度点数据,时间年限为 2015—2020 年^[6]。为保证气象因子的准确性,剔除数据的异常值,并以均值代替。为充分体现气象因子对生态环境脆弱性的影响,通过 ArcGIS 10.2 软件中插值功能实现对月气象点数据的权重法插值,从而获取福州国家森林公园 2015—2020 年间各类气象因子相关栅格数据,对其栅格数据进行计算,其结果即为福州国家森林公园最近 6 年间气象因子数据集,该数据集中包含森林公园年均风速、温度、湿度和降水量^[7]。

1.1.3 地表因子

地表因子主要分为两部分,分别为景观破碎度和土壤侵蚀敏感度。这两大类数据分别来源于中国环境科学数据中心和地球系统科学数据共享网。

实验中利用土壤流失方程模型实现对福州国家森林公园土壤侵蚀强度的计算,其计算公式为:

$$S_e = \sqrt[4]{w_1 k \cdot w_2 LS \cdot w_3 R \cdot w_4 C} \quad (1)$$

式中: R 为降雨侵蚀因子; C 为植被覆盖因子; S_e 为森林公园土壤被侵蚀后敏感性因子; LS 为坡度坡长因子; k 为土壤可侵蚀因子; w_1 、 w_2 、 w_3 、 w_4 分别为不同指标的权重系数。

利用层次分析法对福州国家森林公园的土壤侵蚀影响因子进行计算,权重系数分别为:0.52、0.05、0.15、0.28。

降雨侵蚀因子 R 的计算公式为:

$$R = \sum_{i=1}^{12} (-2.6398 + 0.3046P_i) \quad (2)$$

式中: P_i 为森林公园月降雨量。

土壤可蚀因子 K 的计算公式为:

$$K = MP/RP \quad (3)$$

式中: RP 为实测时段森林公园的降雨侵蚀力因子; MP 为实测时段森林公园土壤流失量。

坡度坡长因子是影响区域土壤侵蚀的主要地形因素^[8]。考虑到福州国家森林公园的山高坡陡,便采用公式 4 进行坡度坡长因子计算,公式为:

$$LS = \left(\frac{\lambda}{22.1}\right)^m \cdot (65.41 \cdot \sin^2\theta + 4.56\sin\theta + 0.065) \quad (4)$$

式中: LS 为坡度坡长因子; λ 为坡长; θ 为坡度。

森林中的植被覆盖因子用 C 来表示,该因子主要是用来体现不同地表环境下森林中植被覆盖率对水土流失产生的影响,一般情况下,如果森林公园的植被覆盖率较高,说明该地区的水土保持效果好。

1.2 不同生态因子的等级划分

通过对相关文献的学习,结合福州国家森林公园自身综合特征,最终完成对生态因子的分类和筛选,主要分为六大类,分别为:土地利用类型、高程、植被覆盖度、坡度、水体和坡向。并把这 6 个生态因子作为此次对该森林公园进行生态敏感性研究的主要数据分析指标,对各生态因子进行分级和相应赋值,以便于最终的叠加分析^[9]。单因子生态敏感性分为 A、B、C、D、E 5 个等级,分别表示:不敏感、轻度敏感、中度敏感、重度敏感、极度敏感,分别以 1、3、5、7、9 进行评分(表 1)。

表 1 生态敏感性评价因子分级标准

Tab. 1 Classification criteria of ecological sensitivity evaluation factors

级别	高程 /m	坡度 /($^{\circ}$)	坡向	植被覆盖率 /%	土地利用类型	水域缓冲区 /m
A	40~135	0~5	南部	>75	住房建筑	>50
B	135~240	5~15	东南、西南	60~75	公路交通	30~50
C	240~346	15~25	东部、西部	45~60	灌木林	10~30
D	345~443	25~35	东北、西北	30~45	森林	0~10
E	>443	>35	北部	<30	水域	水域

1.3 空间叠加分析

ArcGIS 10.2 软件具有空间分析功能,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^[10]。在模型的重分类工具选择中利用自然间断法将所得的分布数据依次分为极度、重度、中度、轻度和不敏感区域^[11]。生态敏感性数学模型计算公式为:

$$P = \sum_i^n A_i \cdot W_i \quad (5)$$

式中: i 为生态敏感性评价指标编号; n 为生态敏感性评价指标总数; A_i 为各评价指标的生态敏感性赋

值(1,3,5,7,9); W 为生态因子指标的权重值; P 为生态敏感性指数。

2 结果与分析

2.1 高程对生态敏感性的影响

对福州国家森林公园进行不同敏感区域的高程生态敏感性调查,结果见图 2。

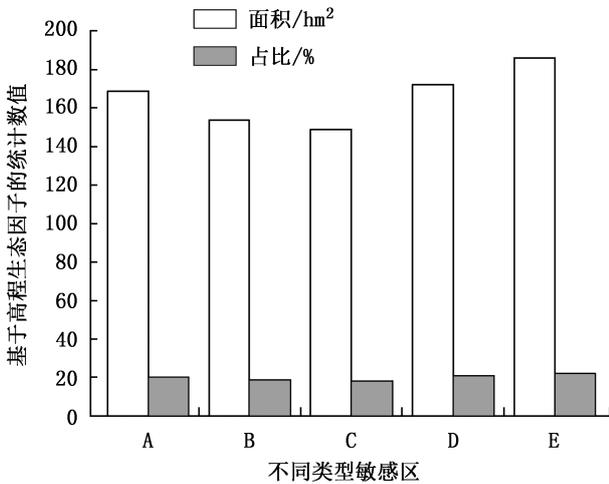


图 2 不同敏感区域的高程生态敏感性调查结果
Fig. 2 Ecological sensitivity survey results of elevation in different sensitive areas

从图 2 高程生态因子对福州国家森林公园的敏感性调查统计结果可以发现:极度敏感区占森林公园总面积的 22.41%,这部分区域林地植被种类相比其他区域要简单,且还有部分面积被用于耕地;轻度、中度、重度敏感区分别占森林公园总面积的 18.56%、17.94%、20.76%。从实际考察中可以发现:这些区域主要分布在森林公园的东北、北部和西南方向,这些区域植被很丰富,不仅有天然林,还有人工林;而森林公园中的平原和园区入口区域主要为不敏感区域,占森林公园总面积的 20.33%。所以,从高程生态因子方面分析福州国家森林公园的生态敏感性,该森林公园属于重度敏感。

2.2 坡度对生态敏感性的影响

对福州国家森林公园进行不同敏感区域的坡度生态敏感性调查,结果见图 3。

由图 3 可以发现:极度敏感区域占森林公园总面积的 17.61%,这部分区域主要为东北和西北方向山体的上坡区域;重度敏感区占森林公园总面积的 39.69%,主要分布在西北、西南和东北方向山体

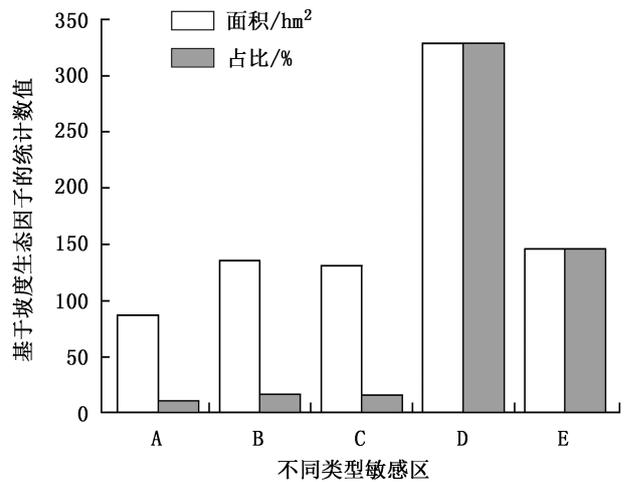


图 3 不同敏感区域的坡度生态敏感性调查结果
Fig. 3 Ecological sensitivity survey results of slope in different sensitive areas

的局部山腰区域,该区域坡度在 25°~35°范围;轻度和中度敏感区域主要分布在公园西北方向山体和南部水库周围,该区域坡度在 5°~25°范围,占森林公园总面积的 16.37%和 15.79%;公园的东部入口为不敏感区域。因坡度是影响地表承受能力和物质流动的因素之一,对森林自我生产的空间布局至关重要,由统计数据可以看出,随坡度的升高森林公园生态敏感性呈降低趋势。

2.3 坡向对生态敏感性的影响

对福州国家森林公园进行不同敏感区域的坡向生态敏感性调查,结果见图 4。

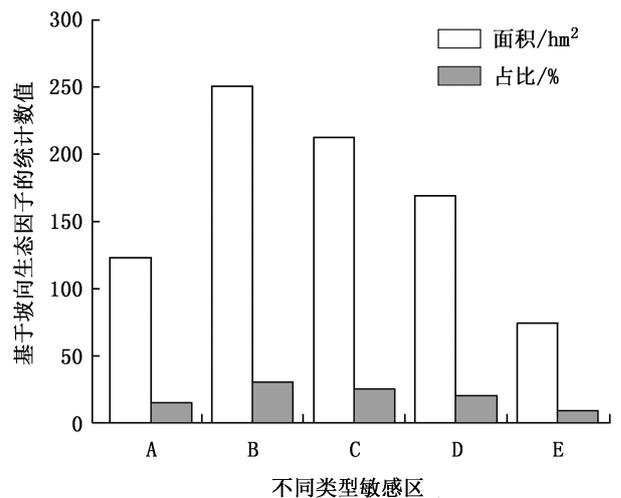


图 4 不同敏感区域的坡向生态敏感性调查结果
Fig. 4 Ecological sensitivity survey results of slope direction in different sensitive areas

由图 4 生态敏感性调查结果可以发现:森林公园的南面以及平原因受到更加充足的光照,这部分区域的敏感性极低,为不敏感区域;森林公园西部和西北方向区域受坡向影响,接收光照很少,敏感性较高,其中 8.96% 的面积为极度敏感区,20.39% 的区域为重度敏感区;森林公园中有 25.62% 区域为中度敏感区,主要分布在公园的西南部、西部和西北部山区。因森林公园中不同区域的坡向不同,导致所受日照时间和光照辐射强度不同,造成敏感区域的明显划分。

2.4 植被覆盖度对生态敏感性的影响

对福州国家森林公园进行不同敏感区域的植被覆盖度生态敏感性调查,结果见图 5。

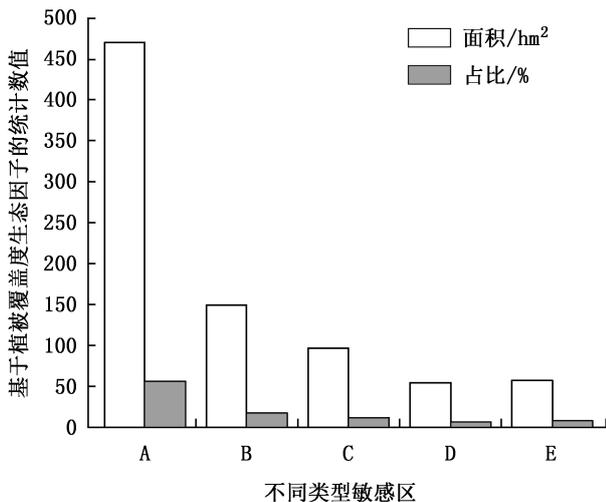


图 5 不同敏感区域的植被覆盖度生态敏感性调查结果

Fig. 5 Ecological sensitivity survey results of vegetation coverage in different sensitive areas

由图 5 生态敏感性调查结果可以发现:植被覆盖度对福州国家森林公园生态敏感性影响较低,其不敏感区域占森林面积的 56.77%,轻度敏感区占森林公园总面积的 18.05%,由此表明,伴随着植被覆盖度的增高,森林公园生态敏感性呈降低趋势,在受到外在因素破坏后,自我恢复能力较差,最终使得森林生态环境受到影响,从植被覆盖度层面分析福州国家森林公园的生态敏感性,该森林公园属于轻度敏感。

2.5 土地利用类型对生态敏感性的影响

对福州国家森林公园进行不同敏感区域的土地利用类型生态敏感性调查,结果见图 6。

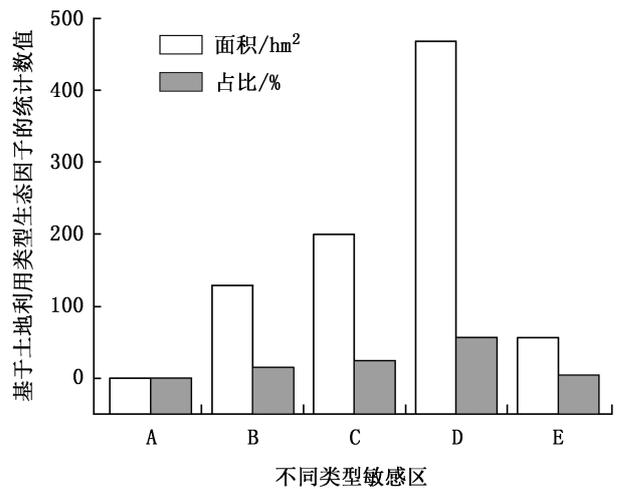


图 6 不同敏感区域的土地利用类型生态敏感性调查结果

Fig. 6 Ecological sensitivity survey results of land use types in different sensitive areas

由图 6 生态敏感性调查结果可以发现:福州国家森林公园中有 56.38% 区域为重度敏感,轻度和中度敏感区域占森林公园总面积的 15.49% 和 24.06%。因森林公园的土地利用类型为水体、林地和灌木林,主要分布在西北和南部登山线一带。从土地利用类型角度分析福州国家森林公园的生态敏感性,该森林公园属于重度敏感。

2.6 水域缓冲生态敏感性分析

对福州国家森林公园进行不同敏感区域的水域缓冲生态敏感性调查,结果见图 7。

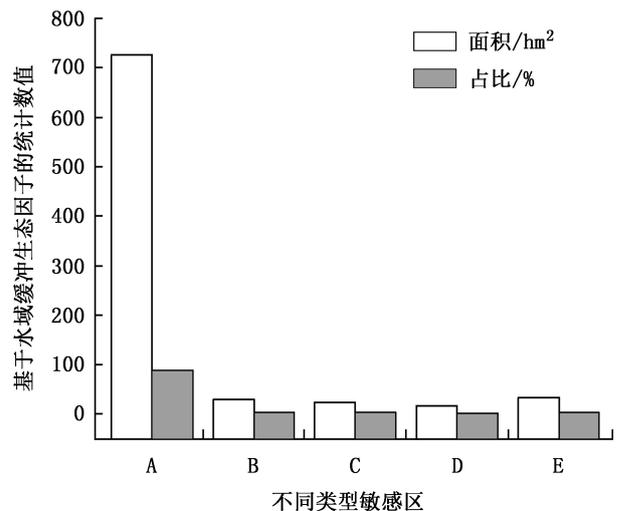


图 7 不同敏感区域的水域缓冲生态敏感性调查结果

Fig. 7 Ecological sensitivity survey results of water buffer in different sensitive areas

由图 7 生态敏感性调查结果可以发现:极度敏感区占森林公园总面积的 4.07%,重度、中度和轻度敏感区占森林公园总面积的 8.43%,而且大部分分布在河流周围。从水域缓冲角度分析福州国家森

林公园的生态敏感性,该森林公园属于轻度敏感。

2.7 福建省生态敏感性等级分布面积

对 2015—2020 年福建省森林生态敏感性进行调查,结果见图 8。

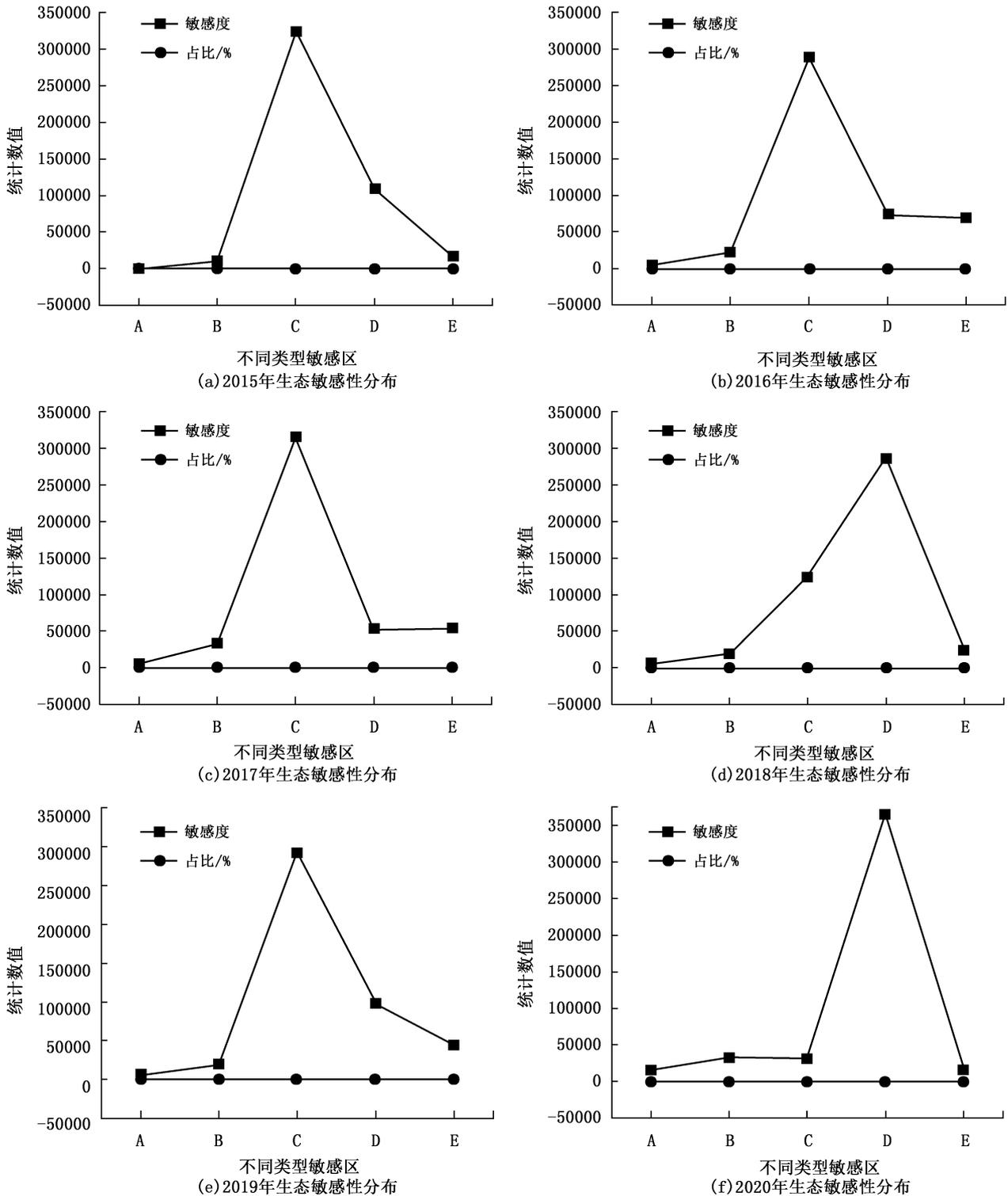


图 8 2015—2020 年福建省生态敏感性分布调查结果

Fig. 8 Survey results of ecological sensitivity distribution in Fujian from 2015 to 2020

对 2015—2020 年福建省生态敏感性分布进行调查分析,结果表明,福建省不同森林公园在生态敏感性极度、重度、轻度和不敏感 4 个方面的森林面积整体保持增长趋势,不敏感和轻度生态敏感的森林面积约占总面积的 10%,中度生态敏感的森林面积表现出下降趋势。纵观 6 年间中度生态敏感森林面积的发展,表现出 N 字型的变化趋势,发生了较大变化。

3 结 论

通过选取 6 个生态因子对福州国家森林公园的生态敏感性进行调查,结果表明,生态极度和重度敏感区域主要分布在东北、西北和西南的山坡上;生态中度敏感区域主要分布在海拔不高的山腰附近;生态轻度和不敏感区域主要分布在公园的入口和河流附近。因此,在森林资源开发利用中,应主要对生态中度敏感区域进行基础设置优化和特色开发,减少对生态极度和重度敏感区域的开发。此次研究还存在一定局限性:只考虑自然因素对森林公园的生态敏感性影响,未将人为因素考虑其中。在以后的研究中,如果将人为因素结合自然因素展开研究,会使结论更具说服力。

参考文献:

- [1] 李振亚,魏伟,周亮,等. 中国陆地生态敏感性时空演变特征[J]. 地理学报,2022,77(1):150-163.
- [2] 魏婵娟,蒙吉军. 中国土地资源生态敏感性评价与空间格局分析[J]. 北京大学学报(自然科学版),2022,58(1):157-168.
- [3] 彭琳玉,胡希军. 基于 GIS 的湖南省植物园生态敏感性分析[J]. 绿色科技,2021,23(18):9-14
- [4] VOGT M. Correction: Ecological sensitivity within human realities concept for improved functional biodiversity outcomes in agricultural systems and landscapes[J]. Palgrave Communications,2021,8:12-15.
- [5] 彭宏杰,花磊,张雪松,等. 基于生态敏感性评价的城市用地扩张模拟研究[J]. 长江流域资源与环境,2022,31(1):83-92.
- [6] 王李睿,邓西鹏,王晨,等. 基于生态系统服务重要性与生态敏感性的生态空间划划——以福建省永春县为例[J]. 生态学杂志,2022,41(1):166-173.
- [7] POMBO-AYORA L, COKER D J, CARVALHO S, et al. Morphological and ecological trait diversity reveal sensitivity of herbivorous fish assemblages to coral reef benthic conditions[J]. Marine Environmental Research,2020,162:105102.
- [8] 李亚茹,李静. 基于 GIS 的成都东部新区生态敏感性分析[J]. 智能建筑与智慧城市,2021(12):78-81.
- [9] 汪晓锋,朱圻,向波. 九寨沟地震生态敏感区评估与道路重建方案论证[J]. 中国地质灾害与防治学报,2020,31(5):70-78.
- [10] 李晶,王海星. 生态敏感的中国区域人类发展指数构建及空间收敛性研究[J]. 西北人口,2020,41(4):27-37.
- [11] 娄云. 长春莲花山生态旅游度假区生态景观敏感性评价[J]. 绿色科技,2019(18):43-47.

责任编辑:许易琦