顺义区平原生态林“生态敏感性-游憩价值”耦合评价及功能导向*

李博健 田晔林 付 军

（北京农学院园林学院，北京 100930）

摘要：【目的】针对北京市平原生态林生态保护与游憩利用的空间矛盾，立足现有研究对二者功能协同耦合关注不足的问题，构建生态敏感性-游憩价值双维度耦合评价体系，识别平原生态林功能导向类型及核心驱动因子，为顺义区平原生态林精细化治理提供科学支撑。【方法】以顺义区平原生态林为对象，结合层次分析、空间自相关分析、随机森林算法等方法，开展平原生态林功能导向识别研究，系统梳理研究区概况及数据特征，并进行评价模型设计与分析。【结果】平原生态林生态敏感性与游憩价值呈明显空间分异且错位分布，高生态敏感性区集中于水域及远郊，高游憩价值区分布于建成区；植被覆盖率、水系距离为生态敏感性核心驱动因子，可达性、基础设施分布为游憩价值核心驱动因子；基于双维度耦合评价可将平原生态林划分为 3 类功能导向区域，即重点保护更新区、提质增效建设区、重点修复规划区。【结论】平原生态林生态与游憩功能的空间耦合关系受自然本底与人为干预双重影响，核心驱动因子存在差异化特征，功能导向区划可实现生态保护与游憩利用的空间适配，为其精细化治理、响应政策要求及高质量发展提供科学依据。

关键词：平原生态林；功能导向识别；生态敏感性；游憩价值；北京市顺义区

DOI：10.12169/zgcsly.2026.01.19.0003

Coupling Evaluation of Ecological Sensitivity and Recreational Value and Functional Orientation Identification for Plain Ecological Forests in Shunyi District

Li Bojian Tian Yelin Fu Jun

（School of Landscape Architecture, Beijing University of Agriculture, Beijing 100093, China）

Abstract：【Objective】To address the spatial trade-offs between ecological protection and recreational utilization of plain ecological forests in Beijing, and to increase attention to the synergistic coupling of these two functions in existing studies, this study develops a two-dimensional coupling evaluation system of ecological sensitivity and recreational value, in order to accurately identify the types of functional orientation and their key driving factors, and to provide scientific supports for the targeted management of plain ecological forests.【Method】With the plain ecological forest in Shunyi District as the study object, we adopt the methods including Analytic Hierarchy Process (AHP), Spatial Autocorrelation analysis, and random forest algorithm to identify the functional orientation of plain ecological forests. It systematically reviews the conditions of the study area and data characteristics, and carries out designs and analyses of

收稿日期：2026-01-19

* 基金项目：北京顺义张镇集体林场林下经济建设（横 20230108）；林下药材仿野生种植高效栽培技术研发与推广示范（2022YFXZ0026）

第一作者：李博健，男，1999 年生，硕士生，研究方向为风景园林规划设计。E-mail：1476065696@qq.com

通信作者：付军，女，1967 年生，博士，教授，研究方向为风景园林规划设计。E-mail：fujun6711@163.com

the evaluation model.【Result】The plain ecological forest exhibits a spatial agglomeration distribution: areas with high ecological sensitivity are primarily concentrated near water bodies and suburban areas, while areas with high recreational value are mainly located in built-up areas. Vegetation coverage and distance to water systems are the primary driving factors of ecological sensitivity, and accessibility and infrastructure distribution are the key driving factors of recreational value. The forests are therefore classified into three functional zones based on the dual-dimension coupling evaluation, including the key protection and renewal area, the quality improvement and efficiency enhancement area, and the key restoration and planning area.【Conclusion】The spatial coupling relationship between the ecological and recreational functions of plain ecological forests is influenced by both the natural conditions and human interventions, exhibiting different characteristics in its key driving factors. Functional orientation zoning enables the spatial adaptation of ecological protection and recreational utilization, thereby providing a scientific basis for the targeted management of plain ecological forests, the alignment with policy requirements, and the promotion of high-quality development.

Keywords: plain ecological forest; functional orientation identification; ecological sensitivity; recreational value; Shunyi District in Beijing

平原生态林是以生态防护为主导功能的平原地区森林[1]。北京市多项规划均明确平原生态林需兼顾生态防护与游憩服务功能，推动从单一生态保护向保护-利用协同转型：《北京市城市森林发展规划（2018—2035 年）》提出向近自然、可进入、多功能转型；《北京花园城市专项规划（2023—2035 年）》强调绿量-绿质协同，提升生态服务价值与宜居性；《北京市林地保护利用规划（2021—2035 年）》明确分级保护、差别化管理，支持低等级林地拓展游憩业态。《北京市十四五时期园林绿化发展规划》则将推进平原城市森林品质提升，增强生态服务与游憩体验功能列为重点任务，要求细化平原生态林的功能分类与精准管控。国家层面也提出拓展生态旅游、自然教育等多元经营方向，强化优质生态产品供给[2]。多重规划指向平原生态林需在保障生态防护基础上拓展多元价值，生态与游憩功能协同耦合成为其高质量发展的核心挑战。

现有平原生态林研究多围绕生态功能展开量化评估，研究内容主要涵盖造林工程绩效、生态服务价值、碳汇能力、景观优化设计等方面[3-8]。但研究重心多集中于功能评价与保护策略，对生态保护与游憩利用的功能耦合关系关注不足。生态敏感性是衡量平原生态林生态承载能力的核心指标[9]，其与游憩价值的耦合机制，是破解平原生态林保护与利用协同难题的关键。当前，生态敏感性研究已形成多源数据耦合分析的技术路径[10-12]，揭示了生态本底对功能发挥的重要约束[13]；游憩价值评估虽已引入社交媒体数据挖掘方法，但多数研究未充分考虑生态约束对游憩活动的实际限制，难以化解平原生态林游憩拓展中生物多样性保护与人为干扰的博弈、高生态效益与高游憩适宜性空间错位的结构性矛盾[14]，凸显了当前保护与利用协同优化的理论研究滞后于实践需求。

综上，转型背景下平原生态林功能导向的科学识别的系统优化已成为亟待解决的关键问题。本研究以北京市顺义区平原生态林为实证对象，构建生态敏感性-游憩价值双维度耦合评价体系，精准识别平原生态林功能导向类型，提出差异化提升策略。

1 研究区概况

北京市顺义区位于北京市东北部，以平原为主，地势较为平坦，东部为低山丘陵，西部属京津冀平原（图 1）。自 20 世纪末，顺义区的平原造林工作已逐步展开，并在近年成效显著。自 2012 年起，顺义区完成两轮百万亩造林，累计造林 28 万亩（1.87 万 hm^2），形成“城市青山环抱、周边森林环绕”的生态格局。截至 2022 年，顺义区林木覆盖率达 38.94%，城区绿化覆盖率达 72.19%。然而，顺义区造林工作仍面临生态保护与游憩需求的冲突，设施建设与管理不完善、游客需求与生态文化传播不畅等挑战，亟待进一步完善与提升。

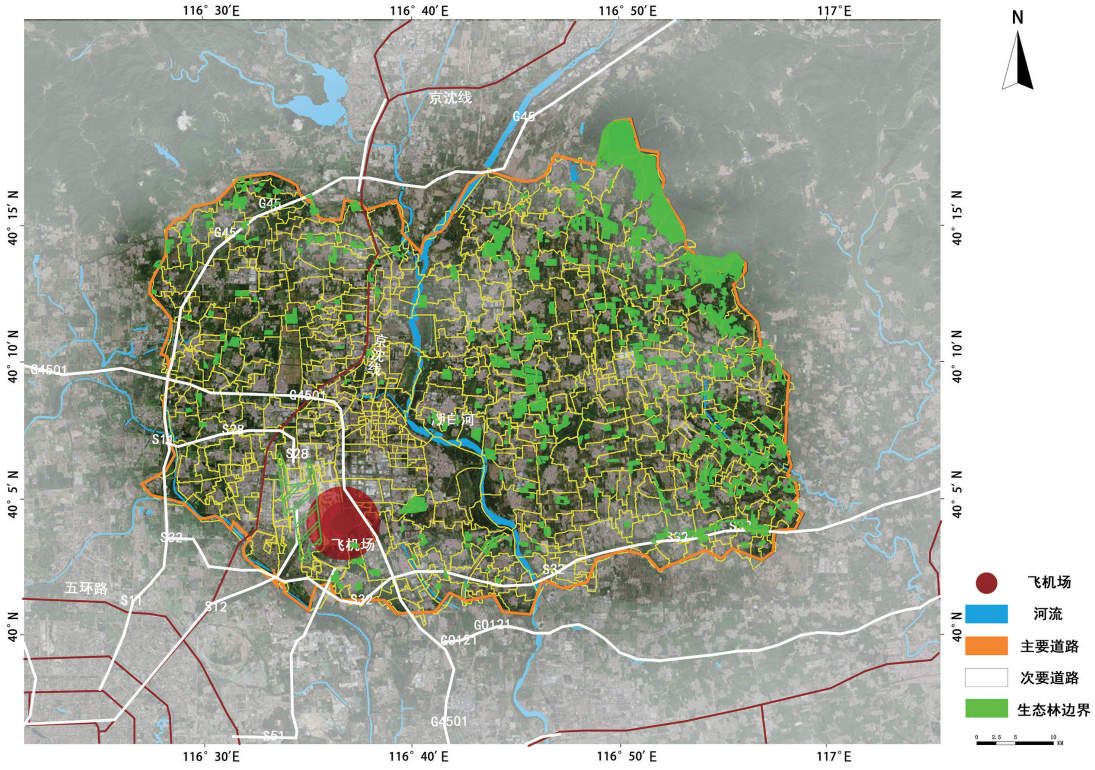


图 1　顺义区平原生态林边界示意图

2　研究方法

首先，完成研究区概况及数据的处理，筛选并构建顺义区平原生态林生态敏感性评价因子体系，按预设等级标准完成单因子敏感性分级评价；随后，结合层次分析法（AHP）确定因子权重，借助 ArcGIS 10.8 软件的空间分析技术开展多因子加权叠加；最终生成生态敏感性空间分布结果。采用相同技术路径，完成游憩价值评价因子体系构建、单因子分级与多因子综合分析，明确游憩价值空间分布特征；基于双维度评价结果，通过耦合矩阵分析与 ArcGIS 10.8 软件的空间叠加技术，实现平原生态林功能导向区划；最后运用随机森林模型量化各评价因子的贡献度，结合区划结果与因子作用机制，提出差异化规划优化策略。

2.1　数据来源

本研究使用的数据包括北京市顺义区指示物种名录及分布数据、2020 年顺义区卫星遥感影像数据、1990—2020 年中国人工林与天然林分布数据集、DEM 数字高程数据，以及北京市路网数据（表 1）。所有空间数据均在 ArcGIS 10.8 软件中完成预处理。

表 1　研究使用数据及数据来源

数据类型	数据年份	数据来源	时空分辨率	数据用途
北京市顺义区指示物种出现记录	2015—2020	物种名录：《北京鸟类志》(1998)、《北京兽类志》(2002)；物种空间分布：全球生物多样性信息网络(https://www.gbif.org/)	矢量点数据	确定顺义区平原生态林区域内指示物种出现频次，为生物多样性提供佐证
北京市顺义区 2020 年卫星影像	2020	地理空间数据云 https://www.gscloud.cn/	空间分辨率 30 m	采用 ENVI5.3 平台对遥感影像进行辐射定标、裁剪、赋值等处理，得到植被覆盖度数据
1990—2020 年中国人工林与天然林分布数据集[15]	1990—2020	国家生态科学数据中心(https://www.nesdc.org.cn/)	空间分辨率 30 m	确定平原生态林的边界
DEM 数字高程数据	2020	地理空间数据云 https://www.gscloud.cn/	空间分辨率 30 m	提取顺义区地形因子，解算得到坡度、坡向及水文相关数据
北京市路网数据	2020	OpenStreetMap	矢量线数据	构建网络拓扑，通过 OD 成本矩阵完成研究区的空间可达性分析

注：结合《北京市平原地区造林工程总体规划》对《1990—2020 年中国人工林与天然林分布数据集》在 ArcGIS 10.8 软件中进行校正，校正后数据空间位置误差小于 50 m。

2.2 生态敏感性评价模型构建

2.2.1 评价指标选取

顺义区自然本底特征为：平原占比95.7%、地势北高南低、海拔起伏较小（最高637 m、平均35 m）、整体坡度平缓。基于顺义区上述自然本底特征和生态系统稳定性的核心影响机制，选取高程、坡度、坡向、水域缓冲区、植被覆盖率和生物多样性6个生态因子构建顺义区平原生态林生态敏感性评价模型[16-21]。

2.2.2 评价因子敏感等级划分与权重确定

将生态敏感性划分为不敏感、轻度敏感、中度敏感、高度敏感和极度敏感5个等级，按数值1、3、5、7、9进行赋值，（表2）。其中：1）将水源本体设置为最敏感等级，并以60 m、120 m、200 m为梯度，随距离增加敏感性逐级递减。2）在全球生物多样性信息网络数据库（Global Biodiversity Information Facility，GBIF）上对北京市区域的代表物种池鹭（*Ardeola bacchus*）、东北刺猬（*Erinaceus amurensis*）、黑斑侧褶蛙（*Pelophylax nigromaculatus*）、黄钩蛱蝶（*Polygonia c-aureum*）等的出现记录进行检索，并在ArcGIS 10.8软件中筛选位置进行点密度分析，判断物种分布的多样性，以900 m^2为单位，指示物种出现0~3只为不敏感等级；3~10只为低敏感等级；10~28只为中度敏感等级；28~55只为较高敏感等级；55~67只为极度敏感等级[16]。其他指标及方法见表2。

表2 顺义区平原生态林生态敏感性评价指标因子

指标层	不敏感	轻度敏感	中度敏感	高度敏感	极度敏感	权重
高程/m[20]	<30	30~80	80~180	180~330	≥330	0.105 6
坡度/(°)[19]	<5	5~15	15~20	20~25	≥25	0.088 9
坡向[21]	正南	东南、西南	正东、正西	东北、西北	正北	0.092 2
水体缓冲距离/m(水文条件)[16]	≥200	120~200	60~120	0~60	水源	0.245 0
植被覆盖率[18]	<0.001	0.001~0.1	0.101~0.3	0.301~0.5	≥0.5	0.240 2
生物多样性[16]	0~3	3~10	10~28	28~55	55~67	0.228 2
赋值	1	3	5	7	9	

由于各评价指标对生态敏感性的影响程度存在差异，为完成多评价因子的综合定量评价，采用层次分析法（Analytic Hierarchy Process，AHP）计算各评价因子的权重[22]。具体操作如下：基于各单因子对生态环境的影响重要性，采用五分制标度进行两两比较与赋值，构建判断矩阵；对所得矩阵开展一致性检验，结果显示一致性比率CR=0.029，小于0.1的一致性检验阈值，表明判断矩阵通过一致性检验，所确定的权重分配科学合理。

2.3 游憩价值评价模型构建

2.3.1 评价指标选取

选取可达性、基础设施空间分布、水体缓冲距离、植被覆盖度、生物多样性5个指标进行游憩价值评价模型构建[16-21,23-24]。

2.3.2 评价因子敏感等级划分与权重确定

将所有二级指标按数值1、3、5、7、9进行赋值，等级依次为极低游憩价值、较低游憩价值、中游憩价值、较高游憩价值和极高游憩价值（表3）。

使用OD成本矩阵进行可达性分析[16]，在ArcGIS 10.8软件中以北京市主要道路为基础，以车行时间为分析参数。以车行时间15~18 min的区域为极高游憩价值等级；18~20 min的区域为较高游憩价值等级；20~22 min的区域为中游憩价值等级；22~25 min的区域为较低游憩价值等级；25~32 min的区域为极低游憩价值等级。

使用百度地图拾取坐标系统确定基础设施的数据获取餐饮设施、住宿设施、游憩设施、公共卫生等基础设施的坐标，在ArcGIS 10.8软件中进行核密度分析。以1 km^2的基础设施数量在80~140个的区域为极高游憩价值等级；40~80个的区域为较高游憩价值等级；20~40个的区域为中游憩价值等级；5~20个的区域为较高游憩价值等级；0~5个的区域为极低游憩价值等级。

同样使用层次分析法构建判断矩阵并进行一致性检验，得到CR=0.001 4<0.1，表明通过一致性校验，权重分配合理。

表 3　顺义区平原生态林游憩价值评价指标因子

指标层	极低游憩价值	较低游憩价值	中游憩价值	较高游憩价值	极高游憩价值	权重
可达性/min[16]	25~32	22~25	20~22	18~20	15~18	0.229 3
基础设施分布/个[20]	<5	5~20	20~40	40~80	80~140	0.310 9
水体缓冲距离/m[16]	≥200	120~200	60~120	0~60	水源	0.137 6
植被覆盖率[18]	<0.001	0.001~0.1	0.101~0.3	0.301~0.5	≥0.5	0.165 9
生物多样性[16]	0~3	3~10	10~28	28~55	55~67	0.156 3
	1	3	5	7	9	

2.4　生态敏感性与游憩价值综合评价

先对生态敏感性各单因子评价结果进行归一化处理，结合层次分析法确定的因子权重，借助 ArcGIS 10.8 软件实施加权叠加运算，生成生态敏感性综合评价结果；采用相同技术流程，完成游憩价值各单因子评价结果的归一化处理与加权叠加分析，最终得到游憩价值综合评价结果。

2.5　耦合矩阵分析

通过生态敏感性与游憩价值双维度评价体系耦合，构建耦合分析矩阵（图 2），将顺义区平原生态林划分为 3 类功能导向区域：生态保护导向型（重点保护更新区）；提质增效导向型（提质增效建设区）；修复提升导向型（重点修复规划区）。

项目	生态不敏感（E1）	生态轻度敏感（E2）	生态中度敏感（E3）	生态高度敏感（E4）	生态极度敏感（E5）
极低游憩价值（R1）	E5-R1	E4-R1	E3-R1	E2-R1	E1-R1
低游憩价值（R2）	E5-R2	E4-R2	E3-R2	E2-R2	E1-R2
中游憩价值（R3）	E5-R3	E4-R3	E3-R3	E2-R3	E1-R3
较高游憩价值（R4）	E5-R4	E4-R4	E3-R4	E2-R4	E1-R4
极高游憩价值（R5）	E5-R5	E4-R5	E3-R5	E2-R5	E1-R5

图 2　顺义区平原生态林耦合矩阵

2.6　随机森林评估

将生态敏感性评价和游憩价值评价作为因变量，高程、NDVI 指数（植被覆盖率）等评价因子作为自变量建构模型，分析各个自变量在模型中的重要性。计算 IncMSE（基于均方误差的增加）和 IncNodePurity（基于节点纯度的增加）两种变量重要性指标，进而得出各个自变量在模型中的贡献程度。

3　结果与分析

3.1　生态敏感性与游憩价值评价

顺义区平原生态林生态敏感性呈“边缘集聚、中部较为分散”的空间格局（图 3）。高敏感（高度+极度）区域主要集聚于水域邻近区及远郊，该区域自然本底条件好、人为干扰少，生态系统脆弱性较高；中低敏感区域则分散分布于城乡过渡带及城区周边，受人为活动影响较深，生态基底稳定性相对较强。总体上，轻度敏感区占比为主导（46.4%），中度敏感区次之（29.6%），即敏感性整体中等偏低。

游憩价值空间分布与可达性、基础设施密度呈正相关（图 4），其中高游憩价值（较高+极高）区域集中于建成区及交通干线周边，这类区域可达性优、设施配套完善，能有效匹配公众游憩需求；低游憩（极低+较低）价值区域广泛分布于远郊及城乡过渡带，受可达性不足、设施短缺限制，游憩功能难以发挥。高游憩价值区域与游憩低价值区域呈错位分布，形成保护与利用的空间博弈，其中低游憩价值区占比较多（48%），服务能力整体较弱。

3.2　顺义区平原生态林功能导向区划

基于耦合矩阵分析结果，3 类功能导向区域空间分异特征明显（图 5）：

1）重点保护更新区（占比 78.7%）：分布于

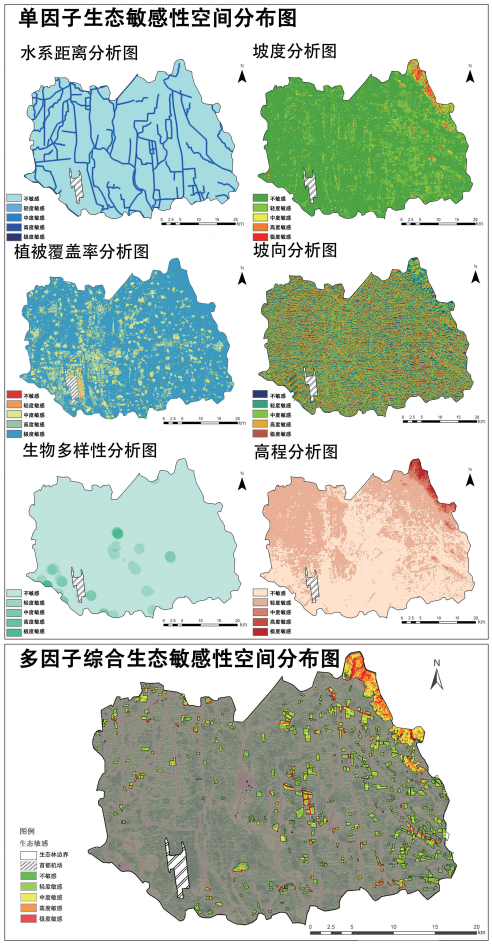


图 3 生态敏感性单因子评价分析与多因子综合分析

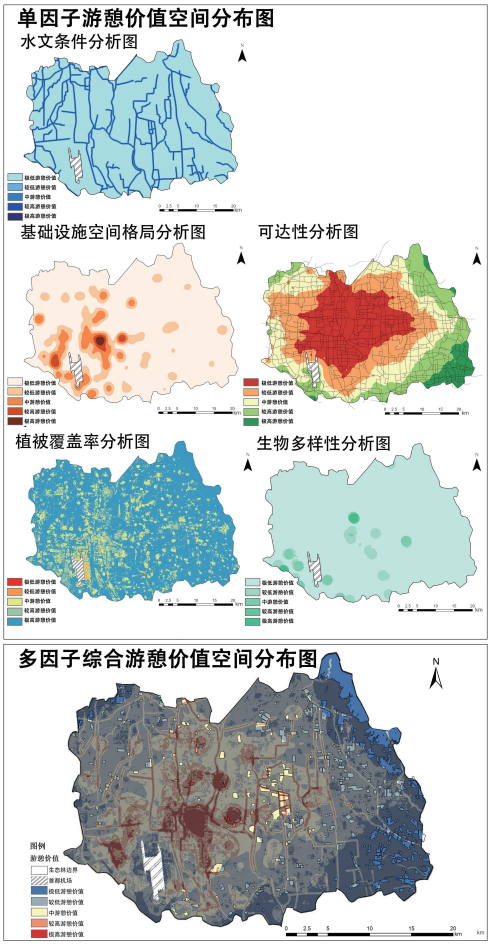


图 4 游憩价值单因子评价分析与多因子综合分析

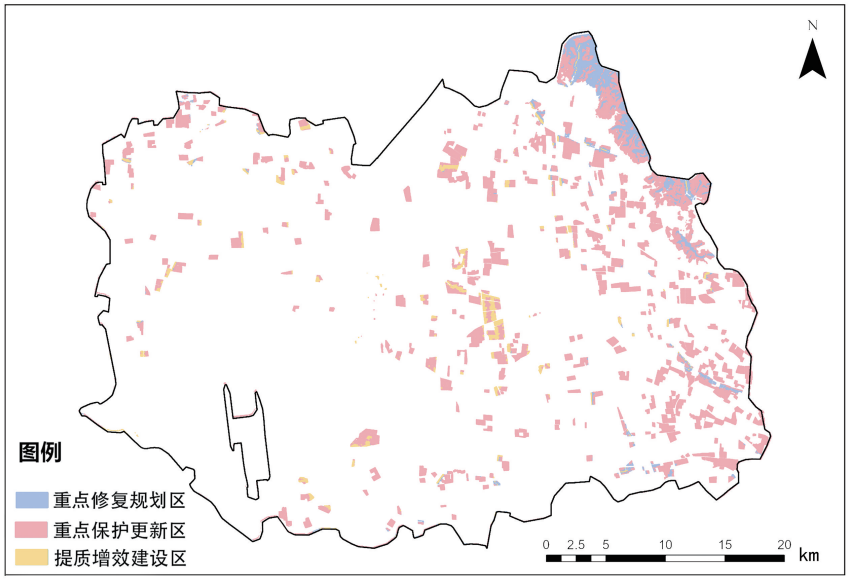


图 5 顺义区平原林场功能导向区划

区域边界，可达性弱、生态完整性强，核心是严控人为干扰。2）提质增效建设区（占比 5.6%）：呈斑块状镶嵌于重点保护更新区全域，兼具生态承载与游憩服务双重潜力，核心是优化设施、提升协同效能。3）重点修复规划区（占比 15.7%）：集中于研究区北部及东北边缘，少量零

星分布，生态本底薄弱，核心是同步修复生态与完善设施，为差异化治理提供靶向。

3.3　因子贡献度分析

根据随机森林模型评估结果，生态敏感性与游憩价值核心驱动因子差异较大。生态敏感性维度中，植被覆盖率（IncMSE = 35.47、IncNodePurity = 58.89）与水系距离（IncMSE = 30.25、、IncNodePurity = 67.41）贡献度最高，主导生态稳定性；游憩价值维度中，可达性（IncMSE = 58.88、IncNodePurity = 128.65）贡献度最高，基础设施（IncMSE = 25.87、IncNodePurity = 59.93）次之，二者是决定研究区游憩价值高低的关键因素。

图 6 显示，可达性与游憩价值呈极强正相关，基础设施空间分布、植被覆盖率与游憩价值呈明显正相关；水体缓冲距离、植被覆盖率与生态敏感性呈强正相关，与前文随机森林模型的贡献度分析结果一致。

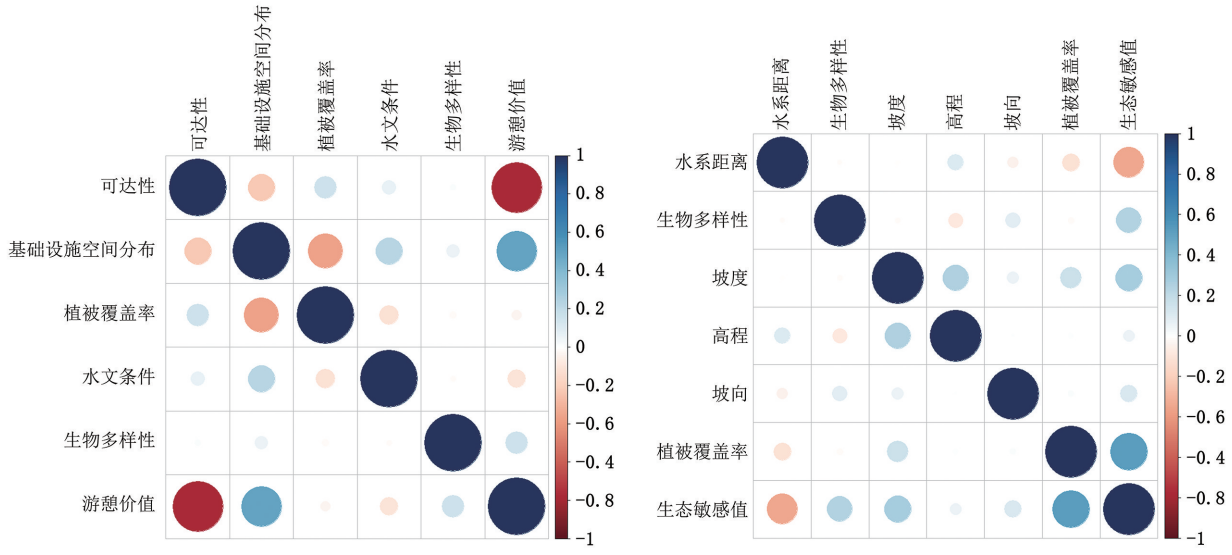


图 6　贡献度分析矩阵图

4　讨论

本研究发现，顺义区平原生态林生态敏感性与游憩价值呈明显空间错位分布，该特征与王成等[3-4]、黄杰龙等[5]针对北京平原造林区的研究结论相吻合，共同印证了平原生态林建设中生态本底优越区域多远离人类活动核心区、游憩需求集中的建成区周边生态基底相对薄弱的普遍性矛盾。从空间分异的形成机理来看，自然本底条件与人为活动干预是核心驱动因素：生态敏感性高值区多集中于水域周边及远郊，源于该区域人为干扰少，植被与水文条件维持了较好的生态状态，生态脆弱性更高，这与赵丹[16]在桑干河流域研究中得出的水系与植被主导生态敏感性空间分异的结论相契合。游憩价值高值区集中于建成区周边，可达性与基础设施配套是核心影响因子，这是城市发展中公共服务向人口密集区倾斜的必然结果。

相较于现有研究，本研究的特色主要体现在两方面：一是构建了生态敏感性-游憩价值双维度耦合评价体系，更贴合平原生态林多功能协同发展的现实需求；二是引入随机森林模型量化各因子贡献度，明确了不同功能导向区域的核心驱动差异，相较于传统层次分析法（AHP），提升了因子分析的客观性。

本研究仍存在两方面不足：一是基础数据以 2020 年为主，时效性存在一定局限，未能覆盖 2020 年后顺义区造林工程与城市发展的最新变化，部分评价结果可能与现状存在偏差；二是耦合作用机制分析深度不足，虽明确了各因子贡献度，但对生态敏感性与游憩价值的非线性耦合关系、二者相互作用的动态过程，仍缺乏更深入的探讨。未来研究可从 3 个方面推进：一是拓展时间维度，结合最新遥感影像与实地数据，动态追踪生态与游憩功能的变化规律；二是深化机制研究，引入空间面板模型等前沿方法，揭示二者非线性耦合的内在机理；三是拓展研究尺度，将顺

义区的研究结论推广至整个北京平原区，通过多区域对比，提炼不同区位条件下平原生态林的功能协同模式，增强研究的普适性。

5 结论

顺义区平原生态林生态敏感性与游憩价值呈明显空间错位分布。生态敏感性高值区多集中于自然本底优越、人为干扰较弱的区域，游憩价值高值区则与建成区、交通干线高度重合，二者空间分离构成了区域生态保护与游憩利用的核心矛盾。

生态敏感性与游憩价值的核心驱动因子存在明显分异。植被覆盖与水文条件是生态敏感性的主导因素，可达性与基础设施配套水平则直接决定游憩价值高低，该结果明确了自然本底与人为干预对平原生态林双重功能的差异化作用机制，可为同类区域的功能协同评价提供理论参考。

基于双维度耦合评价初步划分的 3 类功能导向区域，可以初步解决生态保护与游憩利用的空间适配。通过明确不同区域差异化的治理方向，为顺义区平原生态林精细化管护提供科学导向，也为北京平原区同类生态林的保护利用规划提供参考。

参考文献

[1]北京市园林绿化局.北京市平原生态林养护经营管理办法[Z].2021.

[2]国家发展改革委,国家林草局.关于加快建设现代化国有林场的意见[Z].2025.

[3]王成.北京平原区造林增绿的战略思考[J].中国城市林业,2012,10(1):7-11.

[4]王成,贾宝全,郄光发,等.北京平原造林的成效与发展对策研究[J].中国城市林业,2017,15(6):6-11.

[5]黄杰龙,幸绣程,彭秋原,等.基于生态文明视角的北京平原造林工程绩效评价[J].林业经济,2017,39(9):37-42.

[6]胡腾云,李雪草,宫鹏,等.北京市平原造林遥感监测与未来空间适宜性评价模拟[J].中国科学(地球科学),2020,50(10):1455-1467.

[7]于海群.华北地区平原造林工程碳汇能力及碳汇价值研究:以北京市东郊森林公园为例[J].生态经济,2022,38(2):110-115.

[8]王迎.风景园林视角下北京大兴区平原造林景观提升策略[J].林业资源管理,2022(6):37-43.

[9]ABATE D,BOTEQUIM B,MARQUES S,et al.Recreational and aesthetic values of forest landscapes (RAFL): quantifying managementimpacts and trade-offs with provisioning and regulatory ecosystem services[J].Forest Ecosystems,2025,13:100318.

[10]傅伟聪.基于感官体验的福州国家森林公园环境质量多维度评价、构建及可视化呈现研究[D].福州:福建农林大学,2017.

[11]郝泽周.深圳羊台山城市森林生物声景变化特征及影响因素研究[D].北京:中国林业科学研究院,2021.

[12]董熙,周静平,胡海棠,等.北京延庆平原区主要造林树种生态需水估算[J].西部林业科学,2018,47(1):74-79.

[13]ZOU J Y,LUO Y H,SEIDL R,et al.No generality in biodiversity-productivity relationships along elevation in temperate and subtropical forest landscapes[J].Forest Ecosystems,2024,11:100187.

[14]范竞成,朱铮宇,冯育青.苏州湿地公园鸟类多样性与影响因子相关性研究[J].湿地科学与管理,2016,12(4):52-55.

[15]程凯,郭庆华.1990—2020 年中国人工林和天然林空间分布数据集[DS/OL].国家生态科学数据中心,2024.

[16]赵丹.基于多元价值的桑干河流域(张家口段)风景道体系景观规划设计[D].北京:北京林业大学,2021.

[17]徐强渭.基于生态敏感性评价的湿地管控研究:以西溪湿地为例[J].中国园林,2024,40(S2):11-14.

[18]丁金华,刘筠琰.基于“重要性-敏感性”综合评价的苏南水网乡村生态规划[J].中国城市林业,2023,21(5):57-64.

[19]袁领兄,李坤,范舒欣,等.基于 GIS 的太原市土地生态敏感性评价[J].中国城市林业,2021,19(3):19-24.

[20]张子灿,张云路.基于 GIS 适宜性评价的城市山地公园选址研究[J].中国城市林业,2021,19(1):101-106.

[21]黄含吟.基于 GIS 的惠东县寨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.

[22]刘万里,刘三阳.AHP 中群决策判断矩阵的构造[J].系统工程与电子技术,2005,27(11):1907-1908,1913.

[23]李兰莉,杨阿莉,王纪云.国家公园语境下森林公园游憩价值感知评估及优化:以马蹄寺森林公园为例[J].林业资源管理,2022(2):164-171.

[24]李光子,蔡君.基于可达性分析的游憩服务流与服务级联研究:以秦皇岛碣石山风景区为例[J].中国城市林业,2024,22(2):72-78.