

基于多源数据和适宜性评价的北京郊区旅游风景道选线研究

叶俊凡

北京交通大学建筑与艺术学院, 北京

收稿日期: 2025年11月15日; 录用日期: 2025年12月8日; 发布日期: 2025年12月23日

摘要

在文旅融合与自驾游兴起的背景下, 风景道作为复合型线性空间已成为提升区域旅游品质的关键。本研究以北京郊区为实证案例, 综合运用多源数据, 通过“源地识别-适宜度评价-廊道模拟”的技术路径, 系统性地完成了从资源评估到网络生成的全过程。核心方法包括: 利用核密度分析与夜间灯光数据识别景观与交通源地; 采用AHP与熵值法相结合的主客观组合赋权模型, 构建包含11个指标的评价体系以生成景观效益阻力面; 最终运用Linkage Mapper廊道模拟工具, 生成北京郊区风景道最优廊道网络。本研究紧密结合国家最新发布的《旅游风景道等级划分》标准, 为规划实践提供了科学参考。研究成果不仅为北京郊区旅游升级提供了科学的规划方案, 也为其他区域提供了一套基于多源数据与空间分析技术的风景道路网规划方法论。

关键词

景道评价体系, 多源数据, 适宜性评价, 旅游风景道选线

Study on Route Planning of Tourism Scenic Byways in Beijing's Suburban Areas Based on Multi-Source Data and Suitability Evaluation

Junfan Ye

School of Architecture and Design, Beijing Jiaotong University, Beijing

Received: November 15, 2025; accepted: December 8, 2025; published: December 23, 2025

文章引用: 叶俊凡. 基于多源数据和适宜性评价的北京郊区旅游风景道选线研究[J]. 可持续发展, 2025, 15(12): 220-235.
DOI: 10.12677/sd.2025.1512352

Abstract

Under the backdrop of integrated transportation and tourism development and the rise of self-driving tours, scenic byways, as composite linear spaces, have become key to enhancing regional tourism quality. Taking Beijing's suburban areas as a case study, this research comprehensively employs multi-source data and systematically completes the entire process from resource assessment to network generation through a technical pathway of "source identification-suitability evaluation-corridor simulation." Core methodologies include: utilizing kernel density analysis and nighttime light data to identify landscape and transportation sources; adopting a combined weighting model integrating the Analytic Hierarchy Process (AHP) and entropy method to construct an evaluation system comprising 11 indicators for generating a landscape benefit resistance surface; and finally, applying the Linkage Mapper corridor simulation tool to generate the optimal scenic byway network in Beijing's suburbs. This study closely aligns with the newly released national standard, Classification and Grading of Tourism Scenic Byways (LB/T 025-2025), providing scientific references for planning practice. The results not only offer a scientifically grounded planning scheme for tourism upgrading in Beijing's suburbs but also provide a methodology for scenic byway network planning based on multi-source data and spatial analysis techniques that can be applied to other regions.

Keywords

Scenic Route Evaluation System, Multi-Source Data, Suitability Assessment, Tourism Scenic Route Selection

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

国民旅游消费模式的转型与交通强国战略的推进,共同催生了对于高质量旅游交通设施的迫切需求。在自驾游占比超过 70%的散客化、个性化时代背景下,传统的“通道式”道路已难以满足需求[1]。风景道作为一种融合交通、景观、游憩、生态与文化等多重功能的复合型线性空间,正成为推动文旅融合与旅游业高质量发展的关键载体[2]。近年来,国家层面相继出台多项纲要规划,明确提出建设国家旅游风景道体系的战略目标。特别是文化和旅游部于 2025 年 10 月最新发布的《旅游风景道等级划分》(LB/T 025-2025)行业标准[3],标志着我国风景道建设进入了标准化、等级化的新阶段,也为相关规划研究提供了明确的政策依据。

北京郊区作为首都的生态屏障与都市居民的休闲游憩核心区,其旅游业发展对服务首都功能、促进京津冀协同发展具有重要意义。然而,尽管北京市已推出多条京郊旅游精品线路,现有规划仍多侧重于“点”上的资源推介与线路串联,缺乏从“网”的层面对道路体系本身进行系统性的景观效益评估与空间结构优化。

因此,本研究的核心命题在于:如何构建一套科学、定量且可操作的风景道路网规划方法,使其既符合国家最新标准,又能有效应用于北京郊区的实践,以期为我国风景道的规划实践提供可资借鉴的方法范本。

2. 文献综述与研究意义

2.1. 国外研究现状

国外风景道研究起步较早，已形成相对成熟的理论与方法体系。早期研究多源于景观美学，沿用了专家学派和心理物理学派的评价方法。随着技术发展，地理信息系统与多准则决策辅助技术被广泛集成应用于风景道评价与选线。

在风景道功能价值的理论认知方面，Little 较早地指出，风景道并非单一的交通载体，而是融合了景观美学与游憩体验的双重功能空间[4]。随着研究深入，学者们逐渐从供给导向转向需求导向，例如 Richard 等人基于游客偏好视角，探讨了风景道在满足旅游者视觉体验与行为需求方面的功能性作用[5]。Brown 进一步提出，风景道的价值评估应立足于主客体融合的视角，即综合考量在地居民与外来游客的感知价值，以确定其功能定位与发展方向[6]。

在规划设计原则层面，Jolley 等人系统性地提出风景道开发的四项基本原则，强调其规划建设不应局限于传统道路工程范畴，而应突出其作为复合型线性空间所特有的资源整合与体验优化价值[7]。这为后续实践提供了理论支撑。

从管理运作机制来看，多元协同与公众参与已成为风景道治理的重要特征。研究显示，多部门联合管理机制能够有效整合交通、文旅、生态等资源，提升综合治理效能[8][9]。在具体管理措施方面，Johnson 以美国蓝岭风景道为例，构建了涵盖基础设施维护、旅游运营服务、生态环境保护等内容的系统性管理方案，为风景道的可持续运营提供了制度性保障[10]。

2.2. 国内研究现状

国内研究在引进消化国外理论的同时，积极开展了本土化探索。学者们致力于构建适用于中国语境的评价指标体系。余青团队从政策层面剖析了国家风景道体系的建设路径，强调了完善政策框架的必要性[11][12]。技术方法上，GIS 空间分析已被应用于区域实践，如溧阳全域风景道网络的模拟，为选线提供了科学依据[13]。同时，空间生产理论为理解风景道建设中的权力关系和主体权益提供了新视角[14]。

《旅游风景道等级划分》(LB/T 025-2025) [1]的发布，是中国风景道发展史上的一个重要里程碑。该标准由文化和旅游部提出，将风景道划分为三个等级(一级、二级、三级)，并规定了各等级在交通设施、服务设施、解说系统、安全管理等方面的具体条件。这为风景道的规划、建设与评定提供了统一技术依据，使得研究从“探索性实践”逐步迈向“标准化应用”。

2.3. 文献评述

风景道评价研究长期聚焦于景观评价、资源价值与评价方法。国内外研究均将景观评价作为重点，成果较为丰富。由于风景道作为线性空间具有独特性和复杂性，其研究方法在数据、手段与分析上均需创新：数据来源趋于多元，整合了调查、统计与大数据；研究手段广泛运用地理信息技术、数据挖掘与可视化；分析方法也从早期以定性为主，转向数理模型与统计分析等定量方法，并呈现出从供给导向向需求导向拓展的趋势。

然而，现有研究仍存在以下局限：在评价视角上，对风景道基础概念与多功能性的系统性探讨不足；在评价内容上，国内研究仍集中于传统景观与资源价值，对供给端和需求端的综合考量相对缺乏，评价指标的全面性与丰富性亦有待提升。

3. 研究区域与数据

研究区域：北京郊区地处华北平原西北边缘，四面与河北省接壤，东面与天津市接壤，交通便利，

地理位置较为优越。北京郊区包括大兴区、顺义区、昌平区、门头沟区、房山区、怀柔区、平谷区、密云区以及延庆区。共 9 个区。

本研究所涉及的全部空间栅格及矢量数据，均从相关政府机构的官方门户网站获取(数据时效截至 2023 年 12 月)。其中，各景区景点、旅游配套设施的地理位置以及旅游数字足迹等信息，是依托于各类网站提供的 Web API 服务进行采集的。此数据调取过程严格遵循了规范的申请与授权步骤，确保了接口调用权限的合法性，并严格遵守了相关的数据保密条款。

数据主要包括(见表 1)：旅游景点数据：从携程在线旅游平台获取 A 级及以上景区的空间位置、用户评分和月均游客量。基础地理数据：行政区划数据、30 米分辨率 DEM、土地利用数据、NDVI 植被指数、水系数据、路网数据、国家风景名胜区 POI 等。社会人口分布数据：NPP/VIIRS 夜间灯光数据，作为人口分布与经济活跃度的代理指标，用于识别客源出发地。所有空间数据均统一至 WGS_1984_UTM_Zone_50N 坐标系。

Table 1. Data content and sources
表 1. 数据内容及来源

| 序号 | 数据内容 | 数据网址 | 数据类型 | 数据精度 |
|----|---------------------------------------|--|------|------|
| 1 | 植被覆盖数据 | 资源环境数据云平台： http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=279 | 栅格数据 | 30 m |
| 2 | 基础地理信息数据 (行政区划、路网、 水系，部分 POI 等) | 全国地理信息资源目录服务系统： (http://www.webmap.cn/main.do?method=index) | 矢量数据 | - |
| 3 | 地形数据(DEM) | 地理空间数据云： http://www.gscloud.cn/ | 栅格数据 | 30 m |
| 4 | 国家风景名胜区 | 国家文化和旅游厅 - 数据服务栏目 https://sjfw.mct.gov.cn/site/dataservice/home | 文本数据 | - |
| 5 | 景点游客量以及评分 | 携程： https://vacations.ctrip.com/ | 文本数据 | - |
| 6 | NPP/VIIRS 夜间灯光数据 | EOG (Earth Observation Group) https://eogdata.mines.edu/download_dnb_composites.html | 栅格数据 | 30 m |

4. 研究步骤与结果

4.1. 源地识别

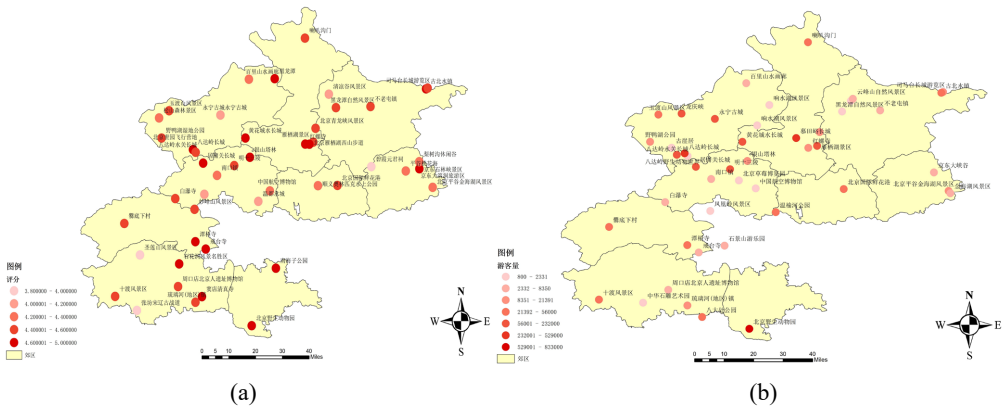


Figure 1. (a) Scenic spot rating chart; (b) Visitor distribution map for tourist attractions
图 1. (a) 景点评分图; (b) 景点游客量分布图

景观源地识别：首先，筛选 A 级以上且携程评分高(见图 1(a))、热度大(见图 1(b))的景区。其次，运

用 ArcGIS 中的核密度分析工具, 可视化景观资源的空间集聚规律(见图 2(b))。最终, 综合核密度高值区与游客量数据, 科学遴选出 21 个核心景区与 6 个特色旅游乡镇作为景观源地(见图 3、表 2), 视为风景道网络需要优先连接的“景观斑块”。此步骤对应国家标准中对高价值旅游资源整合的要求。

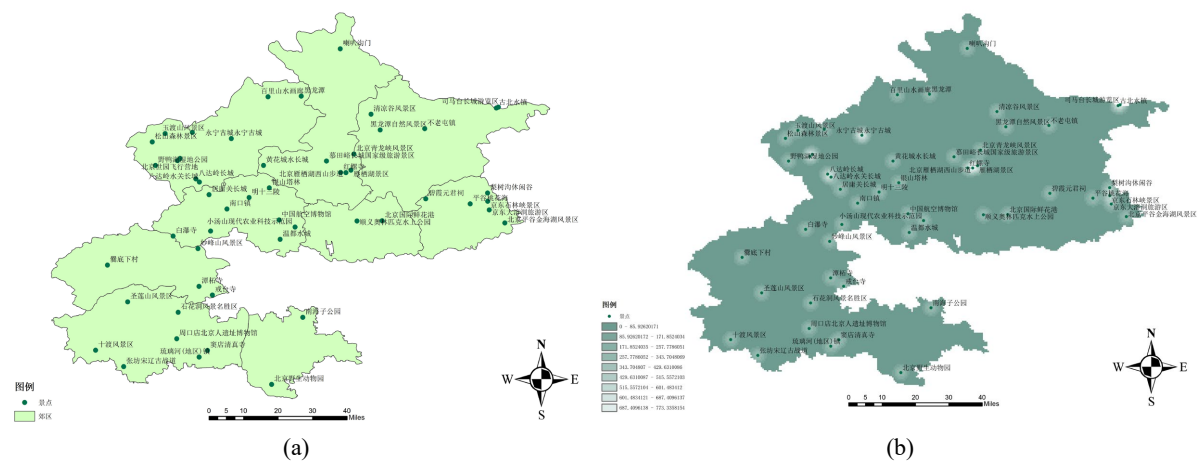


Figure 2. (a) Map of tourist attractions; (b) Tourism spatial aggregation map
图 2. (a) 景点分布图; (b) 旅游空间聚集度图

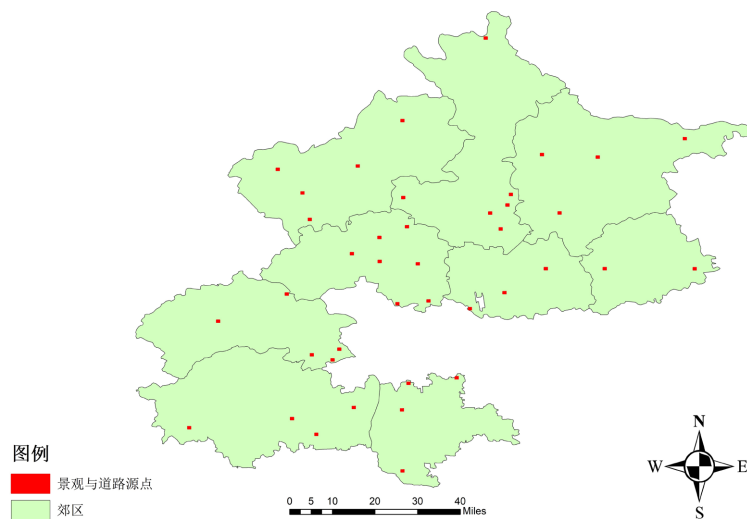


Figure 3. Distribution map of scenic origin points
图 3. 景观源点分布图

Table 2. Landscape source location form
表 2. 景观源地表格

| 景区名称 | 类别 | 保护类型 |
|---------|----------|-------------|
| 八达岭长城 | 人文景源 | 文物保护单位(国家级) |
| 古北水镇 | 自然, 人文景源 | 历史文化名镇(国家级) |
| 北京野生动物园 | 自然景源 | 旅游景区(4A 级) |
| 明十三陵 | 自然景源 | 文物保护单位(国家级) |
| 雁栖湖景区 | 自然, 人文景源 | 旅游景区(4A 级) |

续表

| | | |
|-------------|---------|-------------|
| 北京平谷金海湖风景区 | 自然，人文景源 | 风景名胜區(市級) |
| 十渡風景區 | 自然景源 | 地質公園(國家級) |
| 中國航空博物館 | 人文景源 | 旅游景区(4A 級) |
| 黃花城水長城 | 自然，人文景源 | 文物保護單位(國家級) |
| 北京國際鮮花港 | 人文景源 | 旅游景区(4A 級) |
| 潭柘寺 | 自然，人文景源 | 文物保護單位(國家級) |
| 北京青龍峽風景區 | 自然景源 | 旅游景区(4A 級) |
| 戒台寺 | 自然，人文景源 | 文物保護單位(國家級) |
| 黑龍潭自然風景區 | 自然，人文景源 | 自然保護區(國家級) |
| 銀山塔林 | 自然，人文景源 | 風景名勝區(國家級) |
| 司馬台長城遊覽區 | 自然，人文景源 | 文物保護單位(國家級) |
| 紅螺寺 | 人文景源 | 文物保護單位(市級) |
| 周口店北京人遺址博物館 | 人文景源 | 文物保護單位(國家級) |
| 玉渡山風景區 | 自然景源 | 自然保護區(國家級) |
| 白瀑寺 | 自然，人文景源 | 文物保護單位(市級) |
| 麋底下村 | 人文資源 | 文化保護單位(國家級) |
| 永寧古城 | 人文資源 | 文物保護單位(國家級) |
| 琉璃河鎮 | 自然，人文景源 | 文物保護單位(國家級) |
| 南口鎮 | 自然，人文景源 | 重點保護單位(國家級) |
| 不老屯鎮 | 自然，人文景源 | 水溫保護區 |
| 北京喇叭溝原始森林公園 | 自然景源 | 國家級森林公園 |
| 百里山水畫廊 | 自然，人文景源 | 國家地質公園 |

交通源地识别：对夜间灯光数据进行密度分析(见图 4(a))，将亮度最高、范围最广的区域(对应北京中心城区及各区中心城镇)识别为主要的交通源地，代表自驾游客的主要出发地，即网络的“源点”(见图 4(b))。这确保了规划网络与主要客源市场的有效衔接。

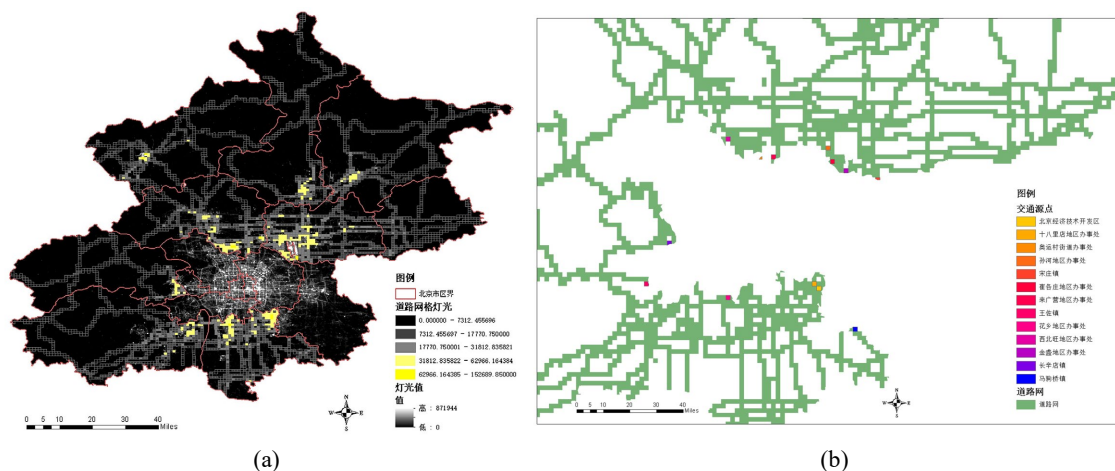


Figure 4. (a) Reviews of scenic spots in Beijing's Suburbs; (b) Distribution map of traffic sources
图 4. (a) 夜间灯光分析图; (b) 北京郊区景点游客量

4.2. 阻力面构建与旅游道路适宜度评价

评价指标体系构建(见图 5): 选取自然生态条件、旅游开发条件、交通区位条件 3 方面景观效益因素, 选取坡度, 土地利用类型, 滨水距离, 植被覆盖度, 景点数量, 景点游客量, 景点最高评分, 视域分析、路网密度、交通通达性、区位优势度 11 个指标。其中, “景点游客量”、“景点评分”等指标呼应了游客感知价值研究中关于旅游服务价值和情感价值的考量; 而“视域分析”、“滨水距离”等则直接关系到景观环境价值和驾驶体验价值。



Figure 5. Landscape benefit evaluation indicator system
图 5. 景观效益评价指标体系

组合赋权法确定权重: 为克服单一赋权法的偏差, 本研究创新性地采用 AHP-熵值法组合赋权。① AHP 法(主观赋权): 邀请 6 位来自城市规划、旅游地理、景观设计等领域的专家, 通过两两比较构建判断矩阵, 计算主观权重并通过一致性检验($CR < 0.1$)。② 熵值法(客观赋权): 基于 23245 个 $500\text{ m} \times 500\text{ m}$ 渔网单元提取的指标初始数据, 计算各指标的信息熵。熵值越小, 表明指标值的变异程度越大, 提供的信息量越多, 其客观权重也越大。

组合权重(见表 3): 将主客观权重取算术平均值, 得到最终组合权重。此法兼顾了专家经验与数据本身的信息量, 使权重分配更为科学、合理。

Table 3. Combined weightings for each indicator in landscape benefit assessment
表 3. 景观效益评价各指标组合权重

| 指标 | AHP 权重(%) | 熵值权重(%) | 组合权重(%) |
|--------|-----------|---------|----------|
| 坡度 | 12.33275 | 1.132 | 6.732375 |
| 土地利用类型 | 4.285 | 6.143 | 5.214 |
| 滨水距离 | 11.816 | 6.695 | 9.2555 |
| 植被覆盖度 | 9.4075 | 1.267 | 5.33725 |
| 景点数量 | 5.551 | 9.08 | 7.3155 |
| 景点游客量 | 8.7665 | 8.816 | 8.79125 |
| 景点评分 | 10.539 | 8.249 | 9.394 |
| 视域分析 | 14.006 | 41.934 | 27.97 |
| 路网密度 | 4.60825 | 3.66 | 4.134125 |
| 交通通达性 | 7.19375 | 7.728 | 7.460875 |
| 区位优势度 | 11.49425 | 5.294 | 8.394125 |

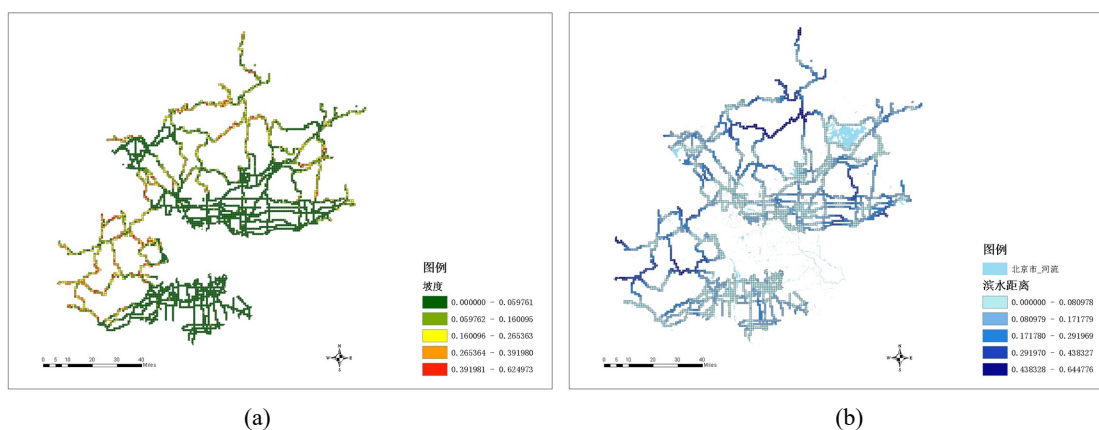


Figure 6. (a) Slope analysis chart; (b) Waterfront distance analysis diagram
图 6. (a) 坡度分析图; (b) 滨水距离分析图

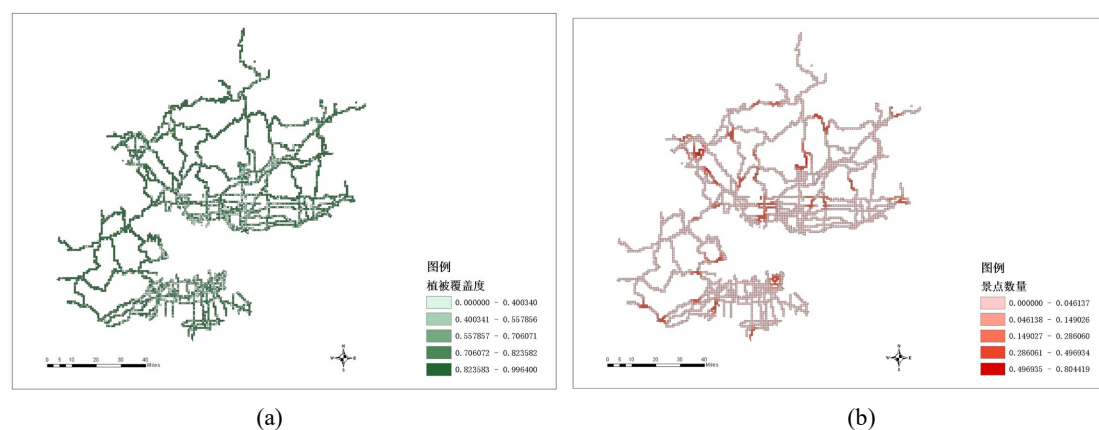


Figure 7. (a) Vegetation cover analysis map; (b) Analysis chart of attraction quantity
图 7. (a) 植被覆盖度分析图; (b) 景点数量分析图

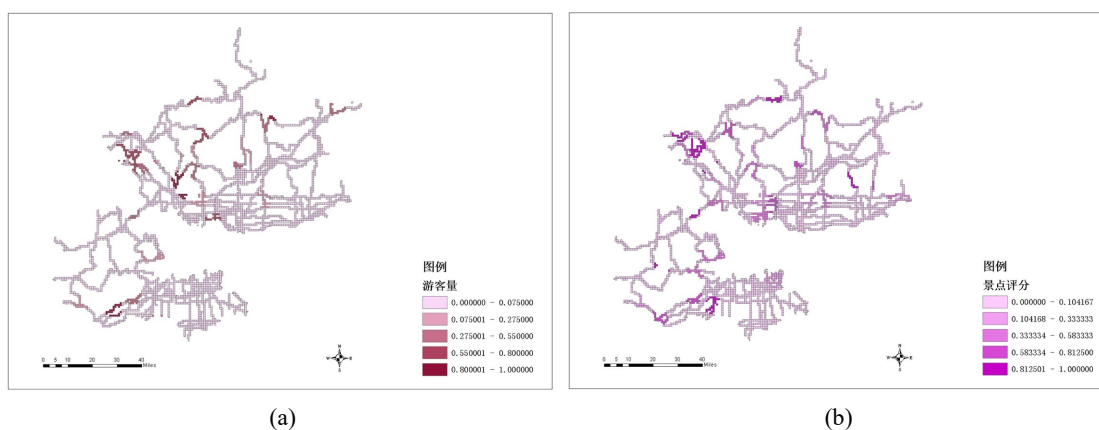


Figure 8. (a) Attraction visitor volume analysis chart; (b) Scenic spot rating chart
图 8. (a) 景点游客量分析图; (b) 景点评分图

渔网分析：首先提取出北京市郊区的主次干道，并提取道路中心线，再建立 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 的渔网网格，将提取道路通过渔网呈现，在此基础上再通过 GIS 软件的各种分析方法对进行 11 个指标分析(见图 6(a)~11(b))。

阻力面生成：将每个指标的栅格数据按组合权重进行加权叠加，生成北京郊区风景道景观效益综合得分图。为符合廊道模拟的“成本”逻辑，将效益得分进行反向处理，即效益越高，通行阻力越低，最终得到用于廊道模拟的综合阻力面(见图 11(b))。

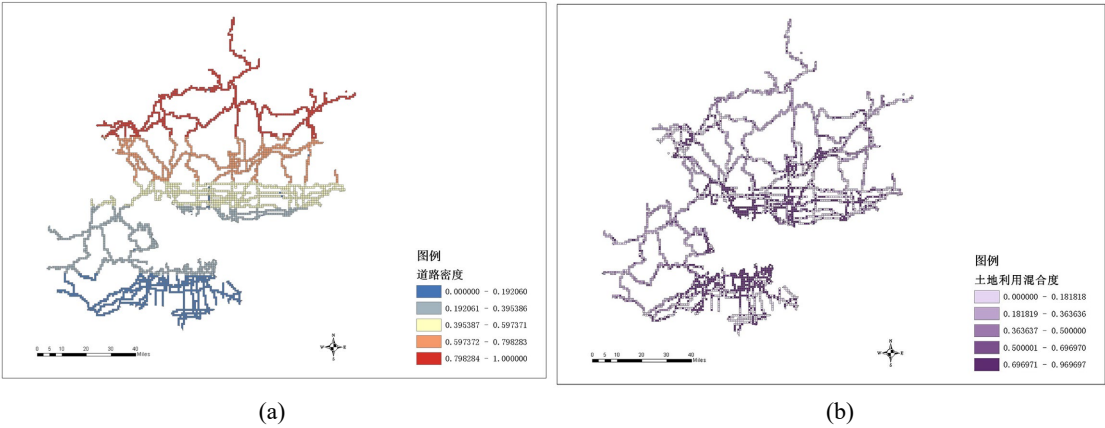


Figure 9. (a) Road network density analysis map; (b) Scenic spot rating chart
图 9. (a) 路网密度分析图; (b) 土地利用混合度分析图

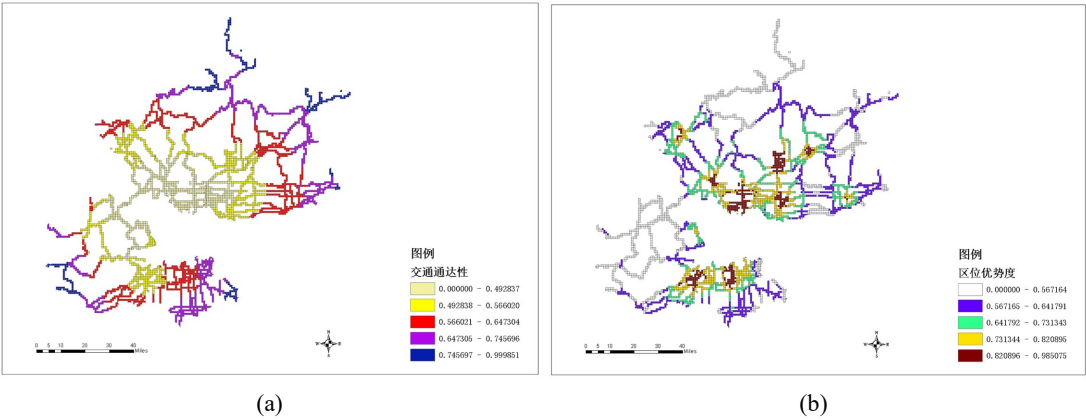


Figure 10. (a) Transport accessibility analysis map; (b) Location advantage analysis chart
图 10. (a) 交通通达性分析图; (b) 区位优势度分析图

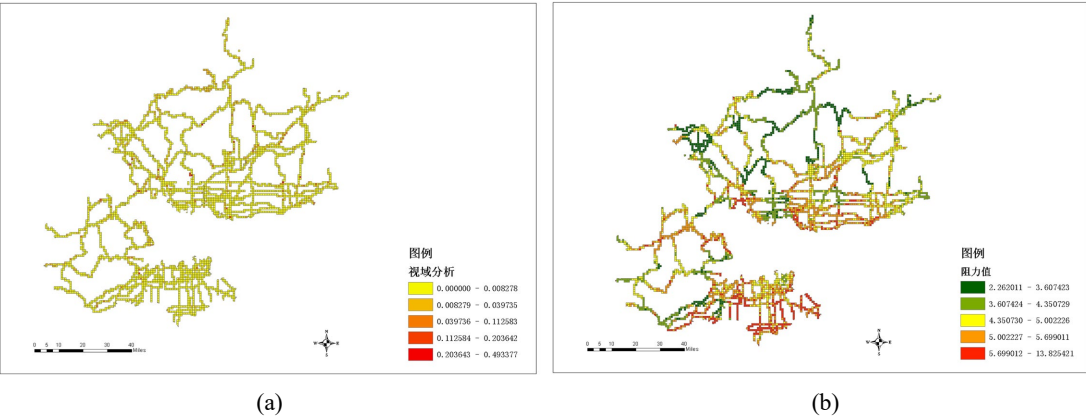


Figure 11. (a) Field of view analysis diagram; (b) Road resistance value analysis chart
图 11. (a) 视域分析图; (b) 道路阻力值分析图

4.3. 风景走廊道网络模拟

首先按照就近原则, 将景观源点与交通源点落到距离源点最近的道路网络上(见图 12(a))。再使用 ArcGIS 的 Linkage Mapper 工具箱进行廊道模拟(见图 12(b))。该工具基于电路理论与最小成本路径方法。我们将识别出的景观源地和交通源地作为“节点”, 将构建的综合阻力面作为“成本表面”, 运行工具后, 即可模拟出连接这些节点的、通行阻力最低(即景观效益最优)的潜在风景走廊道网络。模拟生成的廊道, 为后续依据国家标准进行等级划分和配套设施规划奠定了空间基础。

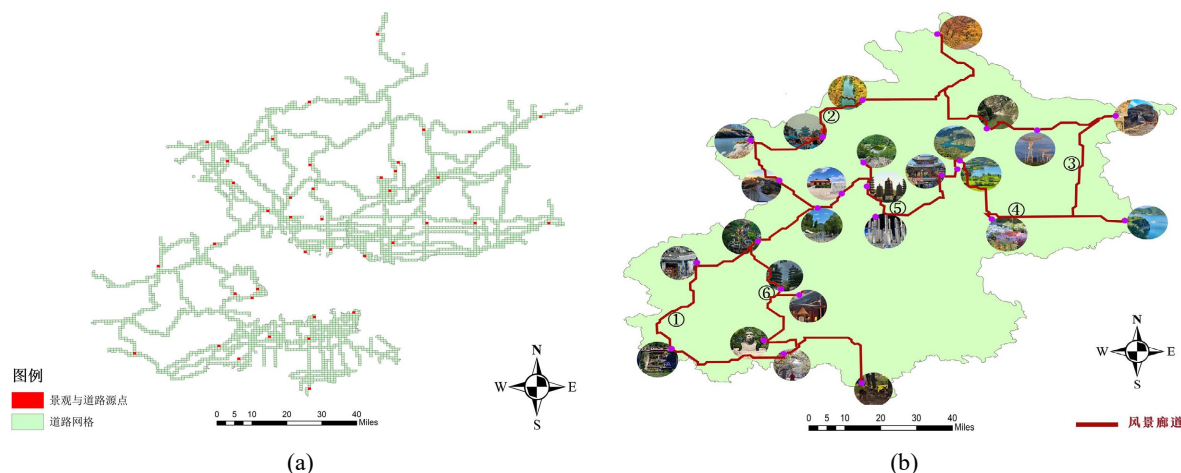


Figure 12. (a) Landscape and traffic source distribution map; (b) Landscape corridor construction diagram

图 12. (a) 景观源点与交通源点分布图; (b) 风景廊道构建图

5. 风景廊道的主题规划与案例分析设计

5.1. 风景廊道的主题规划

在基于多源数据识别景观源地、构建阻力面并模拟出风景道主干廊道网络的基础上, 本研究进一步对廊道沿线景观特征与旅游资源进行系统性整合与分类。通过深入分析各廊道段所串联景点的资源类型、文化内涵与自然禀赋, 结合区域历史文化脉络与生态功能定位, 本研究规划设计了六大主题旅游线路(见图 13)。具体规划如下。

野趣古韵之旅: 该主题线路主要贯穿西山永定河文化带及西南部山区。线路重点串联潭柘寺、戒台寺等历史名刹, 以及房山周口店遗址等古人类文化遗迹。未来可通过设置文化解说节点, 引导游客体验从佛教禅意到史前文明的“时空穿越”, 感受京西历史层积的“古韵”。

风光畅游之旅: 此线路聚焦于为游客提供纯粹的自然风光享受与顺畅愉悦的驾驶体验, 主要分布于怀柔、密云北部的低阻力核心廊道。线路依托安四路、滦赤路等视域开阔、线形优美的现有公路, 有机串联喇叭沟门原始森林公园、云蒙山国家森林公园、密云水库等标志性生态景区。

乡情长城之旅: 该主题深度整合了世界文化遗产长城与沿线古朴的乡村生活。线路精准覆盖了京畿长城国家风景道的主线及支线, 特别是延庆-怀柔-密云长城集聚区。它不仅引导游客游览八达岭、慕田峪、金山岭等著名长城关口, 更注重将游客引入长城脚下的石峡村、古北口村等传统村落, 未来可通过发展民宿、提供乡村美食体验、展示非遗手工艺等方式, 促进地方文旅发展。

山水画卷之旅: 线路始于顺义区的北京国际鲜花港, 继而延伸至平谷区的金海湖风景区, 最终抵达怀柔区的青龙峡。该主题线路的设计, 充分利用了从平原到山地的地形过渡, 通过车行视角将人工花海、

壮丽湖景与深邃峡谷三大主题景观有机串联。

古今穿越之旅：该主题旨在创造一种从现代都市文明向古代皇家文化过渡的强烈对比体验。线路起始于昌平区等城市拓展区，沿京藏高速(G6)等交通干道向北延伸，最终抵达明十三陵世界文化遗产。线路不仅参观十三陵，还可结合居庸关长城，形成完整的“明代皇家陵寝与防御体系”文化叙事线。

遗迹探秘之旅：该主题路线主要分布于房山世界地质公园范畴内。线路串联了石花洞、银狐洞等喀斯特溶洞景观，以及上方山国家森林公园等。未来可通过完善地质遗迹解说系统、设计安全的探洞路线等方式，引导游客深入探索地球演变的历史痕迹与大自然鬼斧神工造就的地下秘境。



Figure 13. Thematic route planning map for scenic corridors
图 13. 风景廊道主题路线规划图

5.2. 案例分析与设计

为验证本研究规划主题线路的实际可行性并展示其具体应用，本节选取“风光畅游之旅”主题下的“百里山水画廊 - 北京喇叭沟门原始森林公园”段作为典型案例，进行深入的规划设计分析。该路段位于模拟生成的“北部核心环线”上，是连接延庆百里山水画廊与怀柔喇叭沟门两大核心景观源地的关键纽带，具备极高的景观效益与开发潜力。下文将结合实地踏勘，首先评估该路段的路况基础，继而选取关键节点进行观景平台的深化设计，以期对未来风景道的精细化规划设计提供具象参考。

5.2.1. 路况分析与评估

该线路主干由国道 G111、省道 S323 与 S309 以及县道 X017 构成。其中，G111 京加路与 S323 京莫线作为区域性交通干道，路基宽度普遍在 10~12 米以上，设计行车速度分别为 80 公里/小时与 60~80 公里/小时，道路线形流畅，能够满足旅游大巴和自驾车流的安全、快速通行需求。S309 滦赤路与 X017 喇叭碾路作为集散性与景区联络性道路，部分路段(尤其是喇叭碾路)穿行于深山峡谷，存在路基宽度不足(部分路段低于 7 米)、弯道半径过小、连续急弯较多等瓶颈(见图 14)。



Figure 14. Baili mountain and water gallery-Beijing laba gorge primeval forest park route survey analysis map
图 14. 百里山水画廊 - 北京喇叭沟原始森林公园路线踏勘分析图

5.2.2. 俯山观景平台的展望设计

观景台选址位于百里山水画廊安四路观景台(见图 15), 坐东朝西, 是个观赏山间日落的绝美地点, 位于盘山公路一侧, 居高临下, 眺望远方(见图 16)。

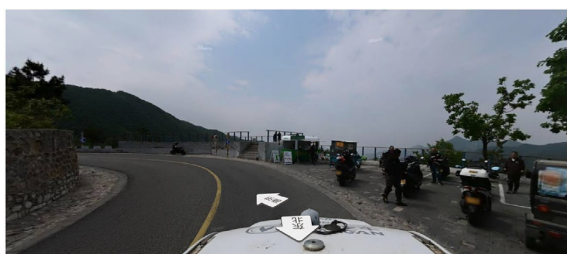


Figure 15. Site Selection map for the mountain viewing platform
图 15. 俯山观景平台选址实地图

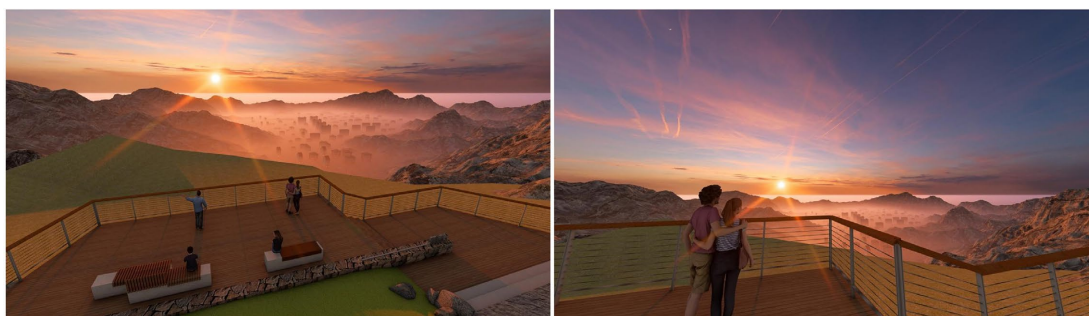


Figure 16. Design rendering of the hillside viewing platform
图 16. 俯山观景平台设计效果图

5.2.3. 滨水观景平台的展望设计

观景台选址 - 百里山水画廊 - 滦赤路(见图 17), 滨水栈道将滨水观景平台相连接, 打造依山傍水的

风景格局(见图 18)。



Figure 17. Site selection plan for waterfront viewing platform
图 17. 滨水观景平台选址实景图



Figure 18. Rendering of the waterfront viewing platform design
图 18. 滨水观景平台设计效果图

6. 结果与分析

6.1. 景观与交通源地空间格局

核密度分析结果显示,北京郊区的景观资源呈现出“北密南疏,西多东少”的显著空间分异规律。高密度集聚区主要集中在怀柔-密云-延庆一线的北部山区,以及房山-门头沟的西南部山区,这与北京长城文化带、西山永定河文化带的资源分布高度契合。最终选定的 21 个景区与 6 个乡镇精准地覆盖了这些资源富集区。夜间灯光分析清晰地识别出北京中心城区为绝对的强光核心,其次是昌平、顺义、通州等区域中心。较为精确地刻画了自驾游市场的主要客源分布,为风景道网络的“源-汇”关系提供了清晰的依据。

6.2. 道路适宜度与阻力面分析

本研究构建的景观效益阻力面,是风景道廊道模拟的核心基础,其本质反映了北京郊区不同空间单元建设风景道的适宜程度。阻力面构建遵循“效益-阻力”转化逻辑,即景观效益越高的区域,其通行阻力越低。本研究通过 AHP-熵值法组合赋权模型,对 11 个景观效益指标进行加权叠加,生成景观效益综合得分图,进而通过反向处理(即“1-标准化得分”)将其转化为综合阻力面。

阻力面分析结果显示(见图 11(b)),北京郊区风景道建设阻力呈现出显著的“北低南高、西优东限”的空间分异格局。具体而言:① 低阻力区:集中分布于怀柔-密云-延庆一线的北部生态涵养区及房山-门头沟的西南部山区。这些区域不仅是高等级景区(如八达岭-十三陵、慕田峪长城、云蒙山等)的密集区,而且植被覆盖度高($NDVI>0.7$)、视域开阔、土地利用类型以林地和草地为主,综合景观效益得分最

高，因而通行阻力最低，是风景道廊道布局的最优潜在空间。② 中阻力区：主要位于昌平、顺义、平谷等区的部分区域，以及主要交通干线(如 G6、G45)沿线。这些区域通常具备一定的旅游资源本底和较好的交通基础设施，但受城镇建设用地扩张、景观破碎化或生态质量一般等因素影响，景观效益与阻力水平平均处于中等。③ 高阻力区：则主要分布在中心城区、大兴区东部及通州区等城市化高度集中的区域。这些区域以建设用地为主，自然景观资源匮乏，人口与经济活动的密集导致其景观效益极低，因而被赋予极高的通行阻力值，不适合作为风景道建设的主要考虑区域。

6.3. 风景道廊道网络评估

10 条官方“京郊醉美公路”中有 8 条与本研究的模拟网络存在“高度吻合”或“有效覆盖”关系(见表 4)，且主要集中在模型识别的“北部核心环线”及“西南射线”上。这证明本研究所构建的“源地 - 廊道”模型能够极为精准地捕捉到北京郊区最具景观与游憩价值的风景道骨架。

未能完全对应的两条线路(通州、大兴)揭示了模型与官方规划在出发点上的微妙差异。本研究模型更侧重于从宏观区域尺度识别由核心景观资源驱动的自驾游主干廊道；而官方推荐则在此基础上，进一步纳入了服务于城市近程休闲的优质绿道和步道系统，体现了更全面的“全域旅游”视角。

Table 4. Validation of scenic corridor networks and the most scenic roads in the Beijing Suburbs
表 4. 风景道廊道网络与京郊醉美公路的匹配验证

| 官方“京郊醉美公路” | 对应程度 | 在本研究模拟网络中的对应关系 |
|----------------|------|--|
| 昌赤路(S212)延庆段 | 高度吻合 | 是模拟网络中“北部核心环线”与“古今穿越之旅”主题线的关键骨干路段 |
| 怀柔区喇叭路(X017) | 高度吻合 | 是模拟网络中“北部核心环线”连接喇叭沟门原始森林公园的重要支线，属于“风光畅游之旅”主题 |
| 密云区密云水库环南线 | 高度吻合 | 是模拟网络中“北部核心环线”的重要组成部分，属于“风光畅游之旅”与“山水画卷之旅”的交叠区域 |
| 昌平区百里环廊线路 | 高度吻合 | 与模拟网络中“古今穿越之旅”主题线及连接“北部核心环线”的放射线高度重叠 |
| 门头沟区潭王路 | 有效覆盖 | 位于模拟网络“西南射线”的覆盖范围内，是“野趣古韵之旅”主题串联潭柘寺等文化景点的重要路径 |
| 平谷区胡关路 | 有效覆盖 | 是模拟网络中“东南射线”通往金海湖等景区(“山水画卷之旅”主题)的重要组成部分 |
| 房山区六石路 | 有效覆盖 | 位于模拟网络“西南射线”范围内，服务于“遗迹探秘之旅”与“野趣古韵之旅”主题 |
| 顺义区舞彩浅山登山步道 | 局部对应 | 位于模拟网络“东南射线”的起始辐射区域，连接“山水画卷之旅”的起点(北京国际鲜花港) |
| 通州区大运河森林公园两岸环线 | 存在差异 | 未在本次模拟的风景道主干网络中被重点呈现 |
| 大兴区左堤路 | 存在差异 | 未在本次模拟的风景道主干网络中被重点呈现 |

7. 讨论：方法论价值与普适性

7.1. 方法论的科学性与创新价值

本研究成功地将景观生态学中的“源地 - 廊道”理论范式，创造性地应用于区域旅游规划领域，实现了从生态保护到游憩功能开发的理论迁移。本方法论的核心价值在于：

系统性与标准化：提供了从资源识别、路段评价到网络生成的完整技术流程，形成了规划闭环，并

且该流程的产出可与国家最新的等级划分标准直接对接。

科学性：AHP-熵值法组合赋权有效平衡了主观经验与客观数据，使权重分配和阻力面构建更为精确。同时，引入的游客量、景点评分等需求端数据，使规划更贴近市场实际。

可视化与可操作性：廊道模拟技术将复杂的空间决策问题转化为直观的可视化图谱，极大提升了规划成果的可沟通性与可实施性。

7.2. 方法的普适性与可移植性

本研究构建的方法论框架具有强大的普适性与可移植性。其核心三步走策略——“源地识别→适宜性评价(阻力面构建)→廊道模拟”——构成了一个通用的“方法论工具箱”。不同地区在应用时，仅需根据本地实际情况进行参数化调整。

因此，本研究不仅为北京郊区提供了具体的规划方案，更为中国乃至其他发展中国家开展科学化、定量化的风景道路网规划提供了一个可复制、可验证的技术蓝本。

8. 结论与展望

8.1. 主要结论

本研究以北京郊区为例，系统构建并实践了一套基于多源数据与空间分析技术的风景道路网规划方法。所构建的 AHP-熵值法组合赋权模型，能科学地平衡主客观因素，生成的景观效益阻力面合理可靠，且评价指标与新国标要求及游客感知价值维度相契合。本研究成功地将学术研究方法与国家行业标准、游客需求研究相结合，展示了一套从“数据”到“方案”的全流程的风景道路网规划方法。基于 Linkage mapper 工具，以 21 个景观源地和 6 个主要交通源地为节点，以上述综合阻力面为成本表面模拟生成了北京郊区风景道主干廊道网络(见图 12(b))。该网络形成了一个清晰的多层级拓扑结构。

“一环”：北部核心景观环线。此环线构成了网络的骨架，主要依托昌赤路(昌平-赤城)、安四路(安翔里-四海)等现有道路，串联了怀柔、密云、延庆三个区的核心景观源地，形成了资源富集、联系紧密的风景道闭合回路。

“多射”：放射状连接廊道。由核心环线向外辐射出多条分支廊道，分别指向不同的功能方向：① 西南射线：连接房山-门头沟旅游资源集聚区，如十渡、潭柘寺等。② 东南射线：通向平谷区的金海湖、京东大峡谷等景区。③ 中心城区连接线：多条廊道指向昌平、顺义等区域中心，有效衔接主要客源市场。

8.2. 局限与不足

本研究的局限性在于：游客量数据主要来源于在线平台，对细分客群的覆盖可能存在偏差；廊道模拟侧重于景观效益最大化，实际建设中还需综合考量工程成本、征地拆迁等现实约束。

未来研究可在以下方面继续深化：引入手机信令、社交媒体照片等更丰富的时空行为大数据，动态感知游客偏好；结合最新发布的《北京市绿道系统高质量建设指南》[15]中关于打造消费新场景、分类指导等理念，探索风景道与绿道体系的融合发展与活力激发；并开展风景道建成后对区域社会、经济、环境的综合影响评估。

参考文献

- [1] 黄书波, 王雪冰, 蒋彤, 等. 自驾游市场火爆消费需求升级[N]. 新华每日电讯, 2023-09-11(008).
- [2] 尹治文. 基于旅游资源开发利用的川西风景道路网布局与优化研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆交通大学, 2024.
- [3] 文化和旅游部关于发布《旅游风景道等级划分》等 4 项文化和旅游行业标准的公告[EB/OL]. 2025.

- https://zwgk.mct.gov.cn/zfxxgkml/hybz/202510/t20251020_962845.html, 2025-10-17.
- [4] Linden-Ward, B. (1992) Greenways for America. *Landscape Journal*, **11**, 196-197. <https://doi.org/10.3368/lj.11.2.196>
- [5] Kent, R.L. and Elliott, C.L. (1995) Scenic Routes Linking and Protecting Natural and Cultural Landscape Features: A Greenway Skeleton. *Landscape and Urban Planning*, **33**, 341-355. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(94\)02027-d](https://doi.org/10.1016/0169-2046(94)02027-d)
- [6] Brown, G. (2003) A Method for Assessing Highway Qualities to Integrate Values in Highway Planning. *Journal of Transport Geography*, **11**, 271-283. [https://doi.org/10.1016/s0966-6923\(03\)00004-8](https://doi.org/10.1016/s0966-6923(03)00004-8)
- [7] Bwa, J.H. (1985) Blue Ridge Parkway: The First 50 Years. Appalachian Consortium Press.
- [8] 孙盼盼, 余青. 美国风景道政策演进: 历程、特征及启迪[J]. 热带地理, 2020, 40(6): 1136-1149.
- [9] 孙盼盼, 余青. 基于政策文本量化分析的我国风景道政策演进特征研究[J]. 公路交通科技, 2021, 38(2): 146-158.
- [10] Siry, J.P., Bettinger, P., Merry, K., *et al.* (2015) Forest Plans of North America. Academic Press.
- [11] 蔡晗, 余青. 风景道游客感知价值对行为意向的影响研究——以草原天路为例[J]. 地域研究与开发, 2025, 44(3): 103-109.
- [12] 余青, 吴必虎, 刘志敏, 等. 风景道研究与规划实践综述[J]. 地理研究, 2007(6): 1274-1284.
- [13] 严军, 刘嘉晖, 吴皓琪. 基于 MCR 的溧阳全域风景道选线研究[J]. 生态科学, 2023, 42(1): 56-66.
- [14] 路梦西, 王婷, 王甫园. 旅游风景道空间生产与优化[J]. 中国生态旅游, 2022, 12(6): 1067-1079.
- [15] 陈雪柠. 北京发布绿道系统高质量建设指南 鼓励打造消费新场景[N]. 北京日报, 2025-07-26(005).