

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2023.07.016

邹诚, 李霄鹤, 玄锦, 等. 多元数据支持的福州市自驾游风景道选线研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2023, 45(7): 183-198.

多元数据支持的福州市自驾游风景道选线研究

邹诚^{1,2}, 李霄鹤^{1,2}, 玄锦¹,
周银茁^{1,2}, 王巧云^{1,2}, 陈冰滢^{1,2}

1. 福建农林大学 风景园林与艺术学院, 福州 350002; 2. 海峡美丽乡村人居环境研究中心, 福州 350002

摘要: 自驾游是疫情常态化背景下的主导式旅游出行方式, 自驾游风景道的构建承担着推动区域旅游经济的恢复和促进旅游资源优化配置的重任。基于此, 以福州市为例, 融合自驾游游客的旅游数字足迹、OSM 道路网络数据和风景点的经纬度信息等多元数据, 借助 ArcGIS 10.2, 运用最邻近指数、Ripley's K 函数、栅格计算器等分析方法, 分析了福州市旅游风景点和自驾游游客兴趣点的空间分布特征, 探索了福州市单一风景资源和多种风景资源的主线—副线—支线的三级自驾游风景道选线方案。结果显示: ① 福州市风景点整体呈聚集状态, 在不同行政区域内分布的非均衡性特点突出, 具有随距离增加聚集强度不断弱化的“空间衰退”规律; 可达性空间分布呈“中心—外围”特征, 市域边缘形成多个可达性低谷区。② 自驾游游客兴趣点沿道路分布明显, 沿西北—东南方向延伸, 整体呈“大分散, 小聚集”分布状态, 表现为“大核—次核—小核”的格局。③ 分别提出了自然风景道、红色文化道、历史人文道特色的“一主一副多分支”的自驾游风景道选线策略。④ 提出了上述包含 2 类或 3 类风景资源的复合型风景道, 串联了 21 个和 19 个节点景区, 覆盖 123 个风景点, 以期能够为市域自驾游风景道体系构建与提升自驾游服务品质提供理论与方法借鉴。

关键词: 多元数据; 福州市; 自驾游; 风景道选线; 旅游

中图分类号: F592.99

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2023)07-0183-16

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research on Scenic Route Selection for Fuzhou City Self-Driving Tour with Multidimensional Data Support

ZOU Cheng^{1,2}, LI Xiaohe^{1,2}, XUAN Jin¹,
ZHOU Yinzhao^{1,2}, WANG Qiaoyun^{1,2}, CHEN Bingying^{1,2}

1. College of Landscape Architecture and Art, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;

2. Research Center for the Strait Human Settlements Environment, Fuzhou 350002, China

Abstract: Self-driving tourism has become the dominant mode of travel in the context of the normalization of the pandemic. The construction of self-driving scenic roads bears the responsibility of promoting the re-

收稿日期: 2022-07-24

基金项目: 国家自然科学基金项目(31800401); 福州市社会科学规划重点项目(2022FZB11); 福建农林大学杰青项目(xjq2020S2); 福建农林大学大学生创新创业项目(202110389121)。

作者简介: 邹诚, 硕士研究生, 主要从事风景资源保护、规划与开发研究。

通信作者: 李霄鹤, 博士, 副教授。

covery of regional tourism economy and optimizing the allocation of tourism resources. Based on this, taking Fuzhou City as an example, this study integrated multiple data including the digital footprint of self-driving tourists, OSM road network data, and the latitude and longitude information of scenic spots. Using ArcGIS 10.2 and analysis methods such as nearest neighbor index, Ripley's K function, and raster calculator, this study analyzed the spatial distribution characteristics of tourism scenic spots and self-driving tourist interest points in Fuzhou City, and explored the three-level self-driving scenic road selection scheme of main line, branch line, and sub-branch line for single and multiple scenic resources in Fuzhou City. The results showed that :① Fuzhou City's scenic spots were generally agglomerated, and the non-uniform distribution characteristics in different administrative regions were prominent. The agglomeration intensity weakened with the increase of distance, showing the "spatial recession" law. The accessibility spatial distribution showed a "center-periphery" pattern, and multiple accessibility low valleys were formed at the city's edge. ② Self-driving tourist interest points were distributed along the road and extended along the northwest-southeast direction. The overall distribution pattern was "large dispersion, small agglomeration," showing the pattern of "large nucleus-secondary nucleus-small nucleus". ③ This study proposed a self-driving scenic road layout with "one main line, one subsidiary line, and multiple branches" featuring natural scenic road, red cultural road, and historical and cultural road. ④ A composite scenic road containing 2 or 3 types of scenic resources was proposed, connecting 21 and 19 node scenic spots, covering 123 scenic spots. It is expected to provide theoretical and methodological references for the construction of self-driving scenic road system and enriching the self-driving tourism experience in Fuzhou City.

Key words: multivariate data; Fuzhou City; self-driving tourism; scenic route selection; trip

疫情防控常态化背景下,旅游业在时间与空间尺度上迎来前所未有的冲击。据各省市文化和旅游管理部门发布的 2022 年上半年文旅市场情况调研可见:城市近郊的历史人文类、红色旅游类和自然风景旅游类等风景点受到游客欢迎;短途游、近郊游和城市休闲游等自驾旅游模式正掀起新的旅游热潮。随着“旅游+”“交通+”“生态+”发展规划的推行,为了迎合自驾旅游需求,促进各风景点发展、道路建设与旅游游憩、产业振兴等深度融合^[1],构建市域自驾游风景道体系^[2],成为完善都市圈旅游服务功能的重要举措。自驾游风景道是以道路为载体,以地域文化和自然资源为基础的旅游廊道,能有效整合沿线风景点,具有交通、旅游、景观、文化等复合功能,在资源大整合、区域大协同、发展大融合中呈现出良好的经济、社会与文化效益^[3]。它的建设将成为疫情常态化背景下自驾游个性化出行的重要基础保障和依托。然而当前自驾游风景道的建设仍然在探索中,缺乏对风景点服务功能、道路交通、游客偏好等多元数据的统筹分析,使得当前自驾游风景资源点面临无序分散,自驾游线路主题特色缺失等问题^[4],这些问题亟需解决。

针对上述问题,国内外学者已进行了相关研究。研究内容上,国外学者主要聚焦于自驾游风景道的评估体系^[5]、规划设计^[6]、游憩价值^[7]、认识及偏好^[8]、景观特征^[9]等视角。国内学者则主要以风景道为研究对象,围绕内涵研究^[10]、景观评价^[11]、风景道体系构建^[12]、分类与资源配置^[13]、设计策略^[14]等研究方向深入探索。研究方法上主要应用等距离专家目测法^[15]、CSS 理念^[16]、定性与定量分析法^[17]、层次分析法^[18]、网络文本分析^[19]、核密度分析^[20]、游客感知^[21]等。研究视角上则主要围绕风景道开发潜力^[22]、风景道规划^[18]、线型旅游体验空间^[23]、旅游产品谱系^[24]等层面。已有研究虽在评价体系、规划方法、价值评估等理论和实践方面有了丰富的成果,但是鲜有从市域层面进行自驾游风景道体系的研究,且研究数据较为传统,难以全面涵盖游客偏好等市场需求信息。随着网络空间信息大数据的发展,以旅游数字足迹为代表的地理空间大数据在旅游轨迹^[25]、风景点识别与偏好^[26]、风景旅游资源空间格局^[27]等方面体现出传统数据所不具备的优势。因此,本研究以福州为例,搜集福州自驾游客的旅游数字足迹,梳理福州市域范围内自驾游客兴趣点和已有风景点的经纬度信息,融合 OSM 道路路网数据等,借助 ArcGIS 10.2 空间分析工具,探索福州市旅游风景点和自驾游客兴趣点的空间分布格局,并以此为依据提出福州自驾游风景道选线方案,以期能够为市域自驾游风景道体系构建与提升自驾游服务品质提供理论与方法借鉴。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区概况

福州, 别称榕城, 是中国优秀旅游城市. 福州自然资源禀赋、红色基因丰饶与历史文化悠久, 拥有国家 A 级景区 61 个, 红色旅游风景点 60 余处, 全国重点文物保护单位 25 处, 市级以上非物质文化遗产 189 项. 2020—2021 年, 福州旅游总人数由 4 669 万人增加至 9 654 万人, 旅游总收入由 537 亿元提高至 1 450 亿元, 占全省旅游总收入的 29.63%. 福州市新规划的“四纵三横四联”国省道网络中, “四纵”里程达 818 km, “三横”里程达 507 km, “四联”里程达 205 km, 道路网络覆盖面积大, 交通便捷, 为自驾游提供了便利的路网设施, 可见自驾游风景道建设的意义重大. 自驾游风景道建设是疫情防控常态化背景下旅游经济转型升级、乡村振兴和生态文明建设的重要保障, 通过对福州市道路沿线风景旅游资源整合, 以道路为媒介, 有序串连各个景区, 形成以线串点来适应多样化旅游需求的发展格局, 为实现福州全域联动旅游发展带来新的吸引点.

1.2 数据来源

本研究数据选取了 2019—2021 年福州地区自驾游客在两步路(户外助手)与六只脚户外旅游分享交流平台中发布的脚印 2 752 个与轨迹 328 条, 爬取了游客在旅途中带有经纬度信息的兴趣点(POI) 3 586 个, 构成游客自驾游数据库. 上述平台记录了自驾游客在旅途中主动上传的照片、文字脚印和自动记录的游客移动轨迹等 GPS 信息, 以此提取出游客途中的足迹点, 即兴趣点和轨迹, 这些信息能反映游客的出行轨迹与风景点偏好信息, 具有较高研究价值. 其次, 为充分发挥福州市现有风景点的旅游功能, 服务风景道选线方案的构建, 根据福州市文化和旅游局《旅游资源分类》与百度平台对旅游资源的分类, 界定了福州市旅游资源包含 3 个主类、12 个亚类与 35 个基本型(图 1); 从福建省文化和旅游厅、福州市文化和旅游局以及各区县政府官网获取了福州市现有的自然风景点 85 处、红色文化点 62 处及历史人文点 117 处, 共 264 处风景点, 利用谷歌地图对风景点进行坐标定位(图 2), 构成风景点数据库. 在进行风景点坐标定位时, 若风景点面积较大, 则优先选取入口为定位点, 在风景点有多个出入口的情况下, 则尽可能选取临近停车场入口处为该风景点的定位点. 第三, 借助 OSM 网站获取福州市道路数据, 利用 ArcGIS 10.2 软件对其进行裁剪, 区分出国道、省道、县道和环城快速道, 构成路网系统数据库.



图 1 福州市旅游资源分类体系

1.3 研究方法

1.3.1 最邻近指数

最邻近指数是用于分析点状要素邻近程度的重要方法,常用于农产品地域分异特征^[28]、旅游景点分布规律^[29]等领域。本研究将 3 类风景点作为点状要素,用以辨识其空间分布格局,计算公式如下:

$$R = \frac{r_1}{r_E} = \frac{2}{n} \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sqrt{\frac{A}{n}}} \tag{1}$$

式中, R 为最邻近指数, r_1 与 r_E 分别表示 3 类风景点的实际最邻近距离和预期平均距离, n 为风景点个数, d_i 为 i 风景点到最邻近风景点的距离, A 为研究区总面积。若 $R > 1$,代表 3 类风景点在空间上呈分散状态; $R = 1$,代表 3 类风景点在空间上呈随机分布; $R < 1$,代表 3 类风景点在空间上呈聚集状态。

1.3.2 Ripley's K 函数

Ripley's K 函数是分析点要素在不同空间尺度分布格局的常规手段,探究分布规律,其计算公式为:

$$K(d) = A \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{d_{ij}(d)}{n^2} \quad i, j = 1, 2, \cdots, n, i \neq j, d_{ij} \leq d \tag{2}$$

式中, A 为研究区总面积, n 为 3 类风景点个数, d 为距离尺度, d_{ij} 是景区 i 到 j 的距离。为确保方差稳定性,Besag 对 $K(d)$ 进行重新标准化,构造了 $L(d)$ 函数^[30],公式如下:

$$L(d) = \sqrt{\frac{K(d)}{\pi}} - d \tag{3}$$

式中,借助蒙特卡洛模拟法对 $L(d)$ 函数显著性进行检验,并生成其置信区间,即上、下包线。若 $L(d)$ 观测值在上包线之上,说明风景点呈聚集状态;若位于上、下包线之间,说明风景点呈随机分布;若位于下包线之下,说明风景点呈分散状态。

1.3.3 标准差椭圆法

采用标准差椭圆法分析离散数据集的分布特征,可以从椭圆中心、分布范围、方向和形状等多个角度分析游客兴趣点的空间演变过程。椭圆中心表示游客兴趣点分布重心,长半轴代表分布方向,短半轴代表分布范围,长短半轴的值差距越大,表示游客兴趣点方向性越明显。

1.3.4 核密度估计法

核密度估计法是判断点要素聚集性的重要方法,能够反映不同空间点要素的分布特征,本研究借助其识别福州市游客兴趣点的分布规律,其公式如下:

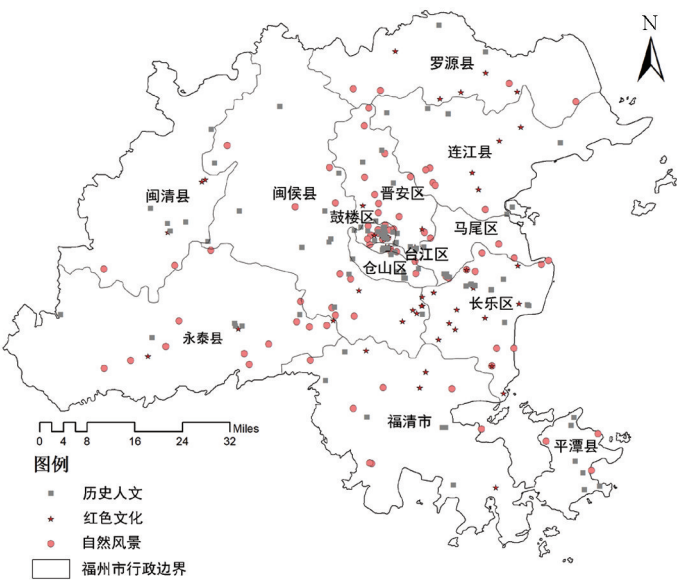
$$f(x, y) = \frac{1}{nr} \sum_{i=1}^n k \frac{d}{r} \tag{4}$$

式中, $f(x, y)$ 为福州市自驾游客兴趣点在空间位置 (x, y) 处的核密度值, r 为半径, n 为半径 r 内的游客兴趣点个数。

1.3.5 栅格化处理法

(1) 构建栅格

基于游客兴趣点、风景点及道路网络对福州市风景道选线的潜力空间进行选择。借助 ArcGIS 10.2 软



审图号为 GS(2020)4619 号。以下同。
图 2 福州市主要风景点分布图

件中的邻域分析与转换工具对游客兴趣点(足迹点与旅游轨迹)、福州市 3 类风景点(自然、红色和历史人文)和道路网络(国、省、县道及环城快速通道)进行缓冲区建立和栅格化处理, 然后通过栅格计算器叠加, 最终构建的栅格交集区作为福州市自驾游风景道节点与选线依据。

(2) 选取节点

风景点不论发展潜力、吸引力、风景资源特色, 都具备成为旅游风景道节点的资格。本文利用最终所构建的栅格交集区, 综合考虑交集区附近风景点的质量等级、年游客量及知名度等信息, 以国家级、省级以及市级公园, 国家 A 级风景名胜区, 传统村落, 中国历史文化名村, 文物保护单位, 红色旅游景点等风景资源为优先, 选取最合适的风景点作为节点景区。

(3) 自驾游风景道构建

本研究将所获得的栅格数据作为自驾游风景道选线的基础, 根据福州市现有道路网络与节点景区的耦合协调关系及分布状况(图 3), 综合考虑风景点的空间分布特征与可达性、游客兴趣点的方向性、空间结构形态和分布趋势、线路的便利性与流畅性等因素, 结合《全国生态旅游发展规划(2016—2025 年)》等国家风景道政策, 最终构建出福州市自驾游风景道网络结构(图 4)。

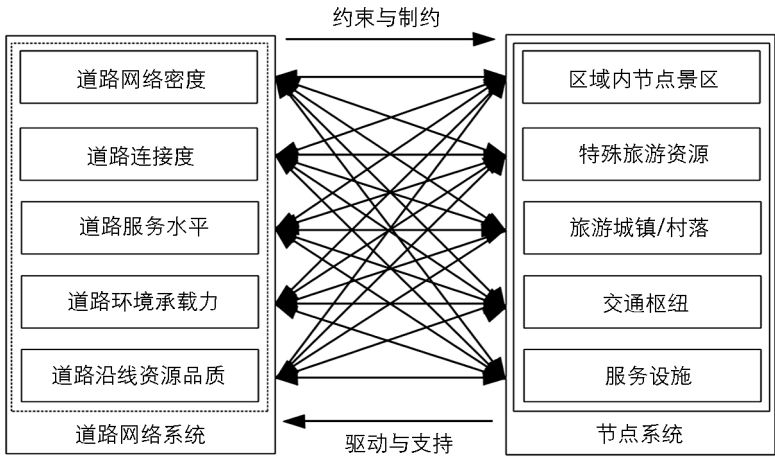


图 3 道路与节点耦合协调关系

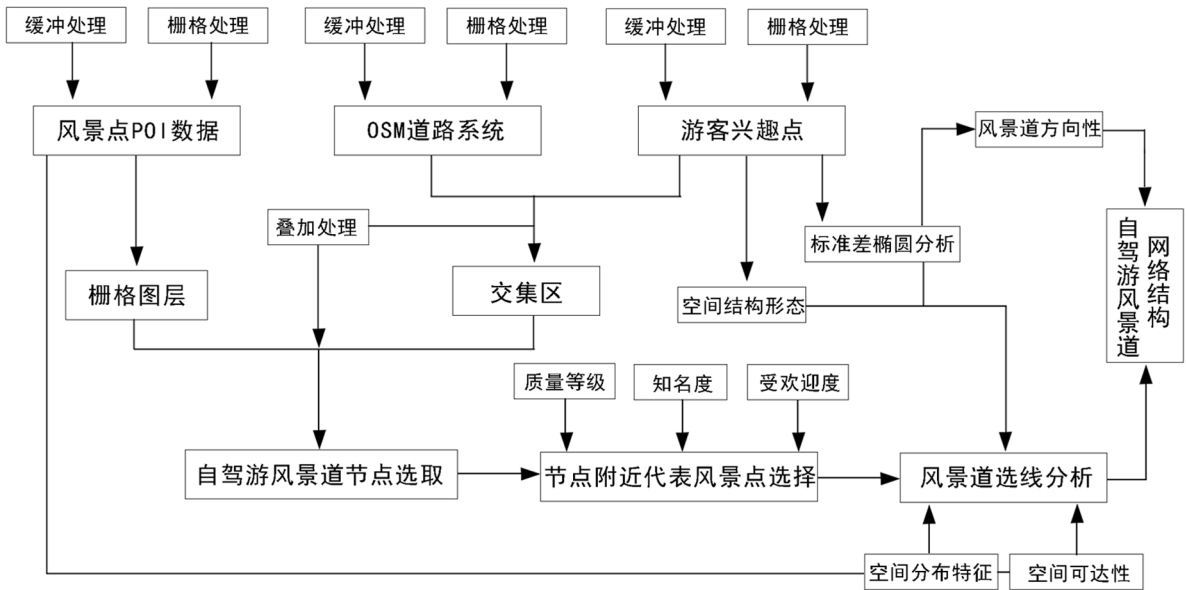


图 4 构建流程

2 结果与分析

2.1 福州市旅游风景点空间分布格局

2.1.1 空间分布特征

基于 ArcGIS 10.2 中的平均最近邻分析工具,对福州市及其各区县内的 3 类风景点进行平均观测距离、预期平均距离与最邻近比率等计算,结果如表 1 所示.福州市区域内风景点空间分布整体表现为聚集状态,拥有的 13 个区域板块中有 7 个板块在空间上呈聚集特征,6 个呈分散特征,风景点局部分散状态是影响全市自驾游风景道选线的重要因素.其中鼓楼区、晋安区、闽侯县、长乐区、永泰县、福清市、台江区空间板块旅游风景点最邻近比率小于 1,其结果通过显著性检验,表明以上板块中 3 类风景点空间分布具有聚集特征,且不同板块内风景点聚集强度存在明显差异,空间单元聚集度从强到弱依次为:鼓楼区、台江区、晋安区、永泰县、闽侯县、长乐区、福清市.最邻近比率最高的为福清市,该空间板块面积大,3 类风景点数量相比于其他聚集板块较少,整体分布呈空间疏离特性;最邻近比率最低的为鼓楼区,板块中 3 类风景点分布数量最多,邻近发育特征显著,形成福州市旅游风景点的重要聚集单元.此外,连江县、仓山区、闽清县、马尾区、罗源县与平潭县等 6 个板块的最邻近比率大于 1,且通过显著性检验,板块中风景点格局呈分散状态,其平均观测距离皆大于预期平均距离,表明此 6 个板块风景点间实际距离过大,空间分散程度从强到弱依次为:闽清县、连江县、仓山区、马尾区、平潭县、罗源县,最邻近比率最低的为闽清县,这是由于该地区山体结构复杂,导致风景点过于分散;最邻近比率最高的为罗源县,景区整体分布相对均衡分散.

表 1 福州市 3 类风景点空间分布模式及区际差异

区域	平均观测距离/ 预期平均距离/		最邻近比率	Z 得分	P 值	空间分布类型
	km	km				
福州市	8.96	15.37	0.588 968	−12.679 253	0.000 000	聚集分布
鼓楼区	5.05	9.43	0.374 770	−19.660 499	0.000 000	聚集分布
晋安区	6.37	8.60	0.648 010	−30.268 810	0.000 000	聚集分布
闽侯县	10.72	13.43	0.798 540	−27.609 279	0.000 000	聚集分布
长乐区	15.60	24.74	0.826 976	−4.453 226	0.000 008	聚集分布
永泰县	15.12	24.74	0.711 390	−13.560 303	0.000 000	聚集分布
福清市	13.95	23.66	0.889 570	−14.735 932	0.000 000	聚集分布
台江区	5.12	11.18	0.597 289	−4.119 904	0.000 038	聚集分布
连江县	23.33	16.38	1.200 132	1.105 457	0.000 026	分散分布
仓山区	11.40	13.70	1.272 804	1.451 680	0.000 014	分散分布
闽清县	15.88	11.86	1.154 435	1.790 182	0.000 007	分散分布
马尾区	21.71	11.29	1.520 260	9.247 281	0.000 000	分散分布
罗源县	25.41	10.60	1.607 174	3.673 198	0.000 024	分散分布
平潭县	14.16	9.06	1.535 277	3.072 066	0.000 126	分散分布

最邻近指数对于区域内点要素聚集分布状态的识别存在缺陷,为进一步验证福州市 3 类旅游风景点分布的空间聚集模式,借助 Ripley's K 函数分析工具,通过蒙特卡洛模拟法对其显著性进行检验,得到福州市多尺度聚集分布特征,如图 5. 3 类旅游风景点 $L(d)$ 观测值曲线一部分位于上包轨迹左上方,另一部分向下包轨迹右下方延伸,再次证明其呈聚集与分散分布模式,但左上方 $L(d)$ 观测

值曲线随着距离的增加逐渐与上包轨迹交汇、右下方 $L(d)$ 观测值曲线与下包轨迹形成的开口越来越大, 表明福州市 3 类旅游风景点的聚集性强度具有随距离增加而不断弱化的“空间衰减”特征。从 $L(d)$ 观测值曲线的峰值可以看出, 3 类旅游风景点在 20 km 附近时聚集强度最高, 在 90 km 附近时开始趋于分散分布, 由此说明福州市 3 类风景点具有小尺度聚集特性, 风景点集群与邻近发育特征突出, 这对推进自驾游风景道连片选线与开发、打造旅游空间共生体具有重大指导意义。

2.1.2 空间可达性分异格局

基于 ArcGIS 10.2 平台克里金插值法, 对福州市 264 个自然、红色与历史风景点可达性格局进行空间插值模拟, 以地图可视化方式分析 3 类风景点可达性空间分异状况, 结果如图 6 所示: 福州市 3 类风景点可达性分布呈现典型的“中心—外围”结构, 平均通行时间由中心区向四周边缘区逐渐增加, “圈层状”特征鲜明。其中, 3 类风景点高可达性地域分布在鼓楼区、晋安区、长乐区、福清市、马尾区与连江县等地区, 以上区域多位于福州市国道辐射核心区, 对福州市经济发展起带动作用。区域

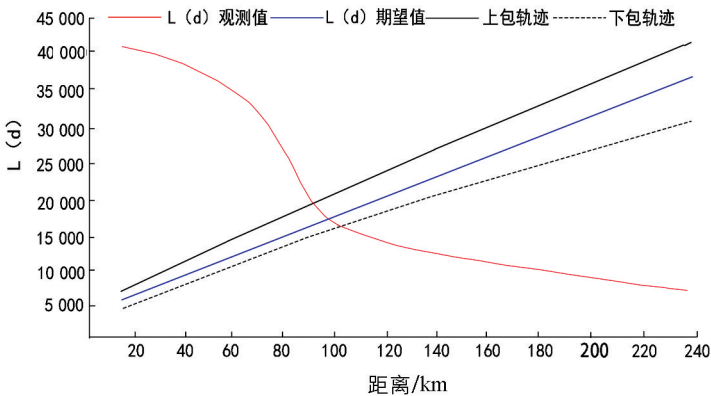


图 5 福州市 3 类风景点空间分布 Ripley's K 分析

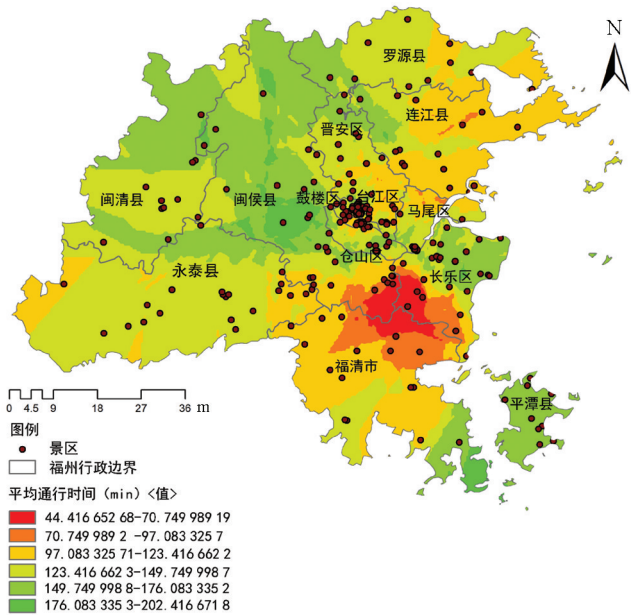


图 6 福州市 3 类风景点可达性空间分异格局

内覆盖 G104、S52、G228、S11、G3 等重要交通枢纽, 呈“井字状”交汇, 游客量较大, 国道、省道等不同等级的交通系统发达, 进而成为全市 3 类风景点可达性分布的“中心高地”。3 类风景点低可达性以罗源县、闽侯县、闽清县、永泰县为典型代表。以上区域多包含多个国家 A 级景区、全国文物保护单位以及红色革命老区, 多位于山脉纵横、起伏较大、路网密度低的区域, 交通设施落后, 对外连接度差, 与市经济发展重心脱节, 发展相对迟缓, 呈典型的“老、少、边、穷”等地域特征, 成为 3 类风景点可达性分布的“边缘洼地”。此外, 福州市 3 类风景点可达性分布具有明显的交通指向性, 并主要沿 G228、G15W3、G15、G355、G316、S1531、S81、G1505 等交通主线呈“网状”延展交织态势, 沿线景观资源基础好, 人口密度大, 路网系统发达, 风景点对外连通性强, 为自驾游风景道选线提供重要的硬件支撑与设施载体。

2.2 福州市自驾游客兴趣点分布规律

2.2.1 标准差椭圆分析

本文主要采用标准差椭圆法分析游客兴趣点的空间演变过程, 结果如图 7 所示。椭圆长半轴沿西北—东南方向延伸, 且长短半轴差距较大, 说明福州市自驾游客兴趣点沿西北—东南延伸的方向性更明显, 由

此可作为福州市自驾游风景道的线路走向依据。

2.2.2 空间结构形态分析

为更直观揭示福州市游客兴趣点空间分布格局，并借助 ArcGIS 10.2 软件“核密度分析”工具，对游客兴趣点空间分布的结构形态进行地图可视化表达，通过刻画核密度分布的空间异质性，结果如图 8 所示。福州市游客兴趣点分布呈现明显的空间非均衡性，局部聚集特征鲜明，游客兴趣点分布盲区与聚集群落相互交错，整体上呈“大分散、小集聚”特征，表现为“大核一次核—小核”的格局。其中，游客兴趣点高密度分布区域主要位于以鼓楼区、晋安区、仓山区、长乐区、平潭县与永泰县等景区数量与类型较多的区域，游客兴趣点聚集区呈现显著的“圈层状”结构，核密度由中心向外围区域逐级递减。同时，在闽侯县、闽清县、福清市、马尾区、罗源县与连江县等区域，形成多个具有连绵集群特征的“中低密度”游客兴趣点空间组团，分布较为稀疏分散，缺乏明显集聚核心，核密度分布呈现较强的空间均质性。

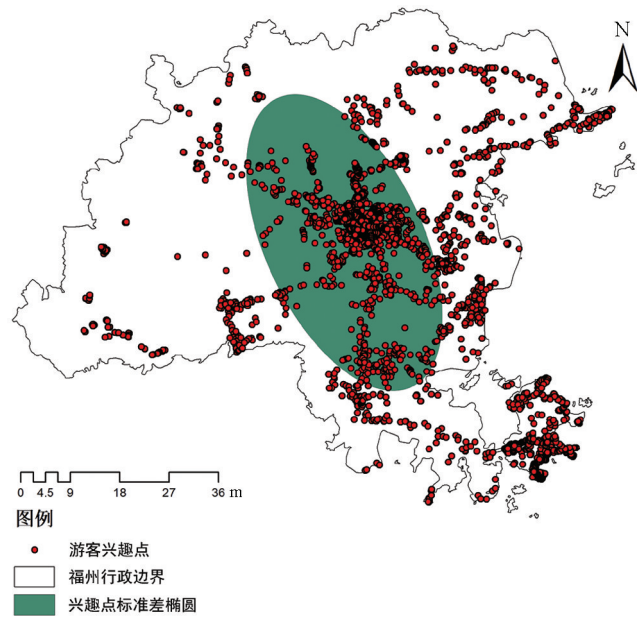


图 7 标准差椭圆分析

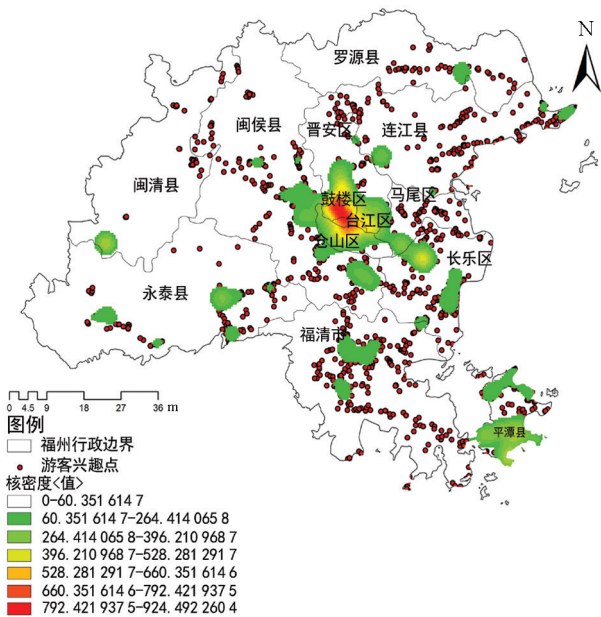


图 8 福州市游客兴趣点空间分布核密度

2.3 福州市自驾游风景道选线步骤

2.3.1 构建节点景区栅格

利用 ArcGIS 10.2 软件的邻域分析工具对所有风景点和兴趣点建立缓冲区。根据兴趣点空间分布特征，在风景点 2 km 范围之内分布集中度较高，涵盖 35.3% 以上的兴趣点，因此对风景点 2 km 缓冲区进行栅格化处理，并对其进行重分类，赋值为 1。通过前期研究发现福州市自驾游游客兴趣点沿道路分布现象明显，在路网 3 km 范围之内分布集中度较高，涵盖 47% 以上的兴趣点，因此对游客兴趣点建立 3 km 缓冲区，并进行重分类，赋值为 1；对福州市道路网络进行栅格化处理，赋值为 1。利用 Spatial Analyst 中的栅格计算器对所获得的道路网络与游客兴趣点栅格数据进行叠加处理，对栅格值大于 2 的进行可视化，得到二者的交集区选线栅格，再将其与福州市 3 类景区栅格进行叠加处理，同样将栅格值大于 2 的部分进行可视化，最终得到 3 类风景点的节点栅格，如图 9 所示。

2.3.2 节点景区选取

借助栅格计算器获取自然风景道、红色文化道与历史人文道节点栅格数据，对各节点进行标记并将其附近风景点进行可视化处理。若节点附近风景点大于 2 个，则通过比较其知名度、受欢迎程度、质量等级与游客量等指标来确定最终节点景区。

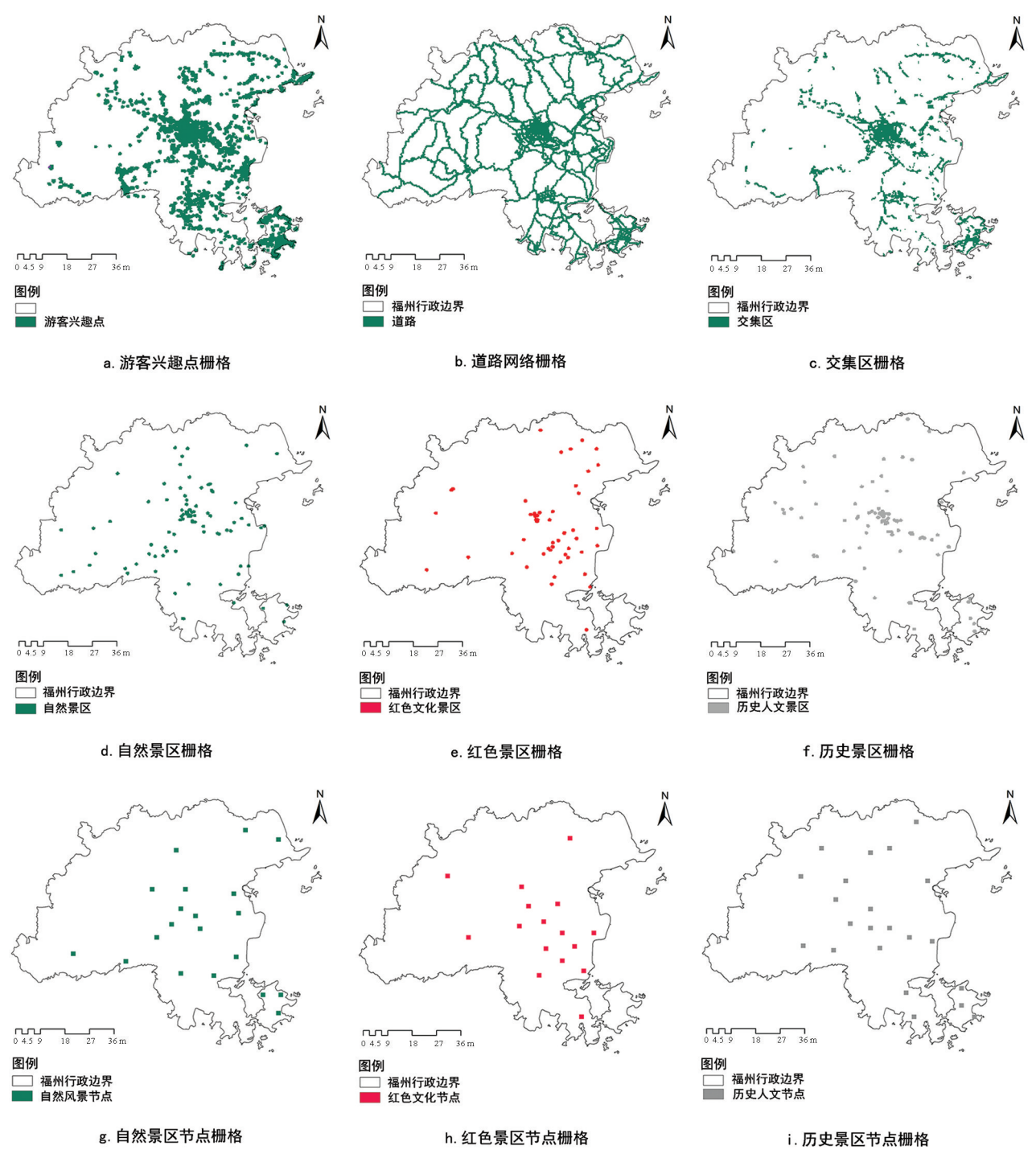


图 9 福州市交集区选线栅格与节点栅格构建

(1) 自然风景类节点景区选取

从 A-T 对自然风景道各节点进行标记(图 10), 并将附近风景点进行可视化(图 11), 发现图 10 的节点 A-T 分别对应图 11 的 a-t. 根据节点景区选取依据, 将大明谷温泉城、罗源湾海洋世界、中国畬山水景区、三叠井森林公园等 20 个风景点作为节点 A-T 的最终节点景区, 如图 12.

(2) 红色文化类节点景区选取

将红色文化道沿线各节点从 A2 至 Q2 进行标记, 对其附近风景点进行可视化处理(图 13、图 14). 发现图 13 的节点 A2-Q2 分别对应图 14 的 a2-q2. 根据节点景区选取依据, 将透堡红色革命遗址群、中共福建省委南阳旧址、宏琳厝等 17 个风景点作为节点 A2-Q2 的最终节点景区, 如图 15.

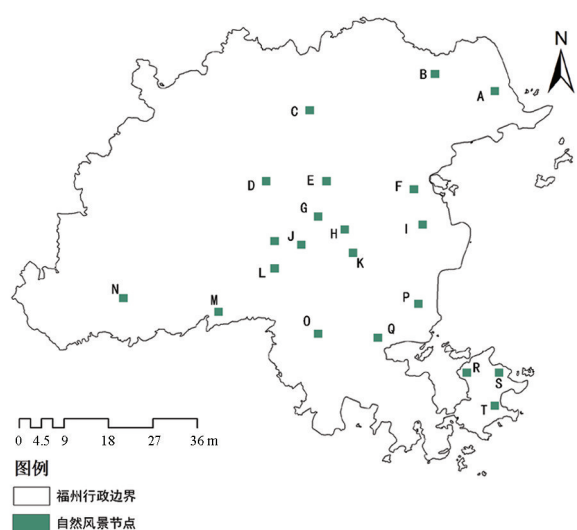


图 10 自然风景道节点



图 11 自然风景道节点附近风景点



图 12 自然风景道最终节点景区

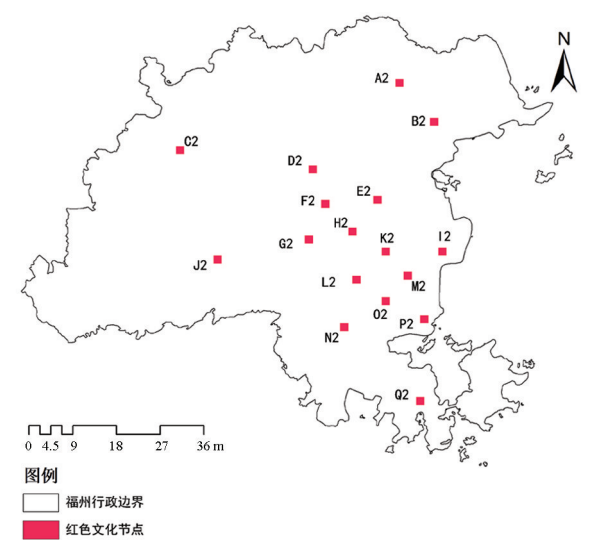


图 13 红色文化道节点



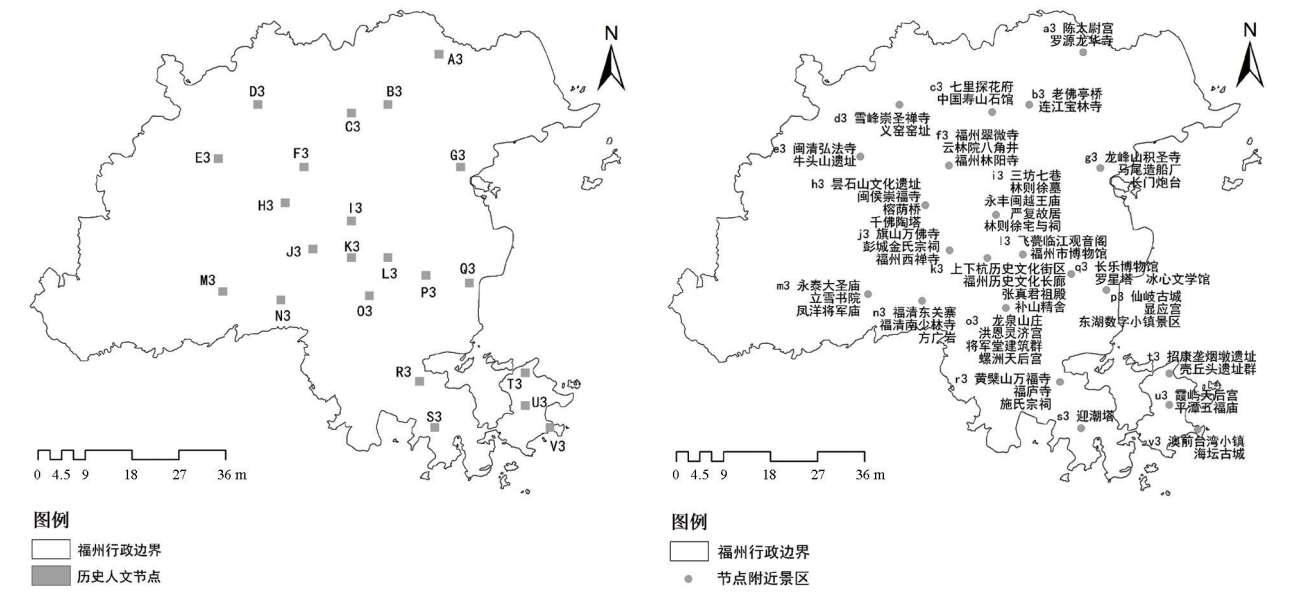
图 14 红色文化道节点附近风景点



图 15 红色文化道最终节点景区

(3) 历史人文类节点景区选取

从 A3 至 V3 对历史人文道沿线所有节点进行标记(图 16), 对节点附近风景点进行可视化(图 17), 可见图 16 的节点 A3-V3 分别对应图 17 的 a3-v3. 根据节点景区选取依据, 将陈太尉宫、连江宝林寺、中国寿山石馆等 22 个风景点作为节点 A3-V3 的最终节点景区, 如图 18.



2.4 风景道选线分析

根据前文分析, 借助道路网络系统、游客兴趣点及风景点信息所选出的 3 类风景道节点, 反映出其具备的市场吸引力、开发潜力和基础条件. 本研究自驾游旅游风景道选线将以此为基础, 依据风景点的空间分布特征与路网可达性、游客兴趣点的方向性与空间结构形态、线路便利性和流畅性, 构建福州市自驾游旅游风景道网络结构. 结合国家及地方政府有关风景道建设指导意见, 仅考虑福州市域内的国道、省道、县道与环城快速路为通道将节点景区相连, 乡道等不包括在研究范围内.

2.4.1 主线风景道选线

在对风景道主线进行选择时, 优先考虑国道、省道作为目标, 将节点景区按照游客兴趣点分布趋势与椭圆长轴延伸方向进行连接. 此外, 还要与国家风景道建设等政策相衔接, 遵循整体流畅性好、连接节点景区具有代表性等原则. 结果如表 2 所示, 自然风景点主线风景道以自然资源为特色, 主要向南北方向延伸(图 19 W-W), 南起平潭县, 途经海坛岛风景区、石竹山风景区与福州国家森林公园等国家 A 级景区, 拥有 9 个主要节点景区, 全长约 194.6 km, 沿线道路依次为 G104、G1505、S1531、G324、S52、G228、G502 等, 其 5 km 缓冲区内包含 25.8% 的游客兴趣点与 23 个风景点. 红色文化点主线风景道以红色基因作为特色, 主要向西南方向发展(图 20 Z-Z), 南起福清市, 经余长钺烈士陵园、邓拓故居、宏琳厝等文物保护单位, 包含 6 个主要节点景区, 全长约 156.4 km, 沿线道路依次为 G316、S1531、S81、S1521、G15 等, 其 5 km 缓冲区内



包含 17.5% 的游客兴趣点与 18 个风景点。历史人文点主线风景道以历史遗址、遗迹为特色，主要方向为东西向(图 21 Y-Y)，西接永泰县，东连平潭县，以凤洋将军庙、罗星塔与壳丘头遗址群等节点景区构建，串连 9 个主要节点景区，全长约 180.4 km，沿线道路依次为 S203、G1523、G1505、G3 等，其 5 km 缓冲区内包含 21.7% 的游客兴趣点与 22 个风景点。

表 2 福州市自驾游主线风景道线路特征

主线风景道	主要特色	线路走向				
		区域	主要节点景区	5 km 缓冲	5 km 缓冲	主线长度/ km
				区内兴趣 点占比/%	区内覆盖 风景点/个	
自然风景道	以自然资源为特色	罗源县、晋安区、鼓楼区、台江区、仓山区、福清市、长乐区、平潭县	中国畬山水景区、福州国家森林公园、于山风景区、芦际潭森林公园、石竹山风景区、弥勒岩风景区、平潭石牌洋景区、海坛岛风景区、平潭海岛国家森林公园	25.8	23	194.6
红色文化道	以红色革命为特色	闽清县、闽侯县、鼓楼区、台江区、仓山区、福清市	宏琳厝、文林山革命烈士陵园、邓拓故居、福州马尾船政文化遗址群、玉田和桃源党支部旧址、余长铎烈士陵园	17.5	18	156.4
历史人文道	以历史文化为特色	永泰县、闽侯县、长乐区、平潭县	凤洋将军庙、福清东关寨、福州西禅寺、福州文庙、罗星塔、显应宫、壳丘头遗址群、平潭五福庙、澳前台湾小镇	21.7	22	180.4

2.4.2 副线风景道选线

副线风景道选线注重道路通达性，要求沿线风景点知名度较高、景观具有地域代表性及游客兴趣点较多，其选线按游客兴趣点分布走向进行连接，结果如表 3 所示。

表 3 福州市自驾游副线风景道线路特征

副线风景道	主要特色	线路走向				
		区域	主要节点景区	5 km 缓冲	5 km 缓冲	主线长度/ km
				区内兴趣 点占比/%	区内覆盖 风景点/个	
自然风景道	以自然资源为特色	永泰县、闽侯县、仓山区、长乐区	百漈沟生态风景区、永泰青云山风景名胜区、旗山国家森林公园、福州烟台山公园、鼓山风景区、九龙山景区	15.1	18	148.1
红色文化道	以红色革命为特色	永泰县、闽侯县、福清市	永泰县革命烈士陵园、福建省委旧址纪念馆、中共闽浙赣区委会议遗址、玉田和桃源党支部旧址、中共福建省委南阳旧址	11.9	11	141.9
历史人文道	以历史文化为特色	罗源县、晋安区、闽侯县、鼓楼区、台江区、仓山区、福清市	陈太尉宫、宝林寺、中国寿山石馆、云林院八角井、三坊七巷历史文化街区、上下杭历史文化街区、福州文庙、洪恩灵济宫、黄粟山万福寺、迎潮塔	20.4	26	180.4

自然风景点副线风景道以自然资源为特色，主要在东西方向进行延伸(图 19 W1-W1)，东起长乐区，西接永泰县，途经九龙山景区、鼓山风景区与百漈沟生态风景区等旅游风景区，拥有 6 个主要节点景区，全长约 148.1 km，沿线道路由 G1517、G1523、G228 构成，5 km 缓冲区内包含 15.1% 的游客兴趣点与 18 个风景点。红色文化点副线风景道以红色基因作为特色，主要向东西方向发展(图 20 Z1-Z1)，西起永泰县，东接福清市，经永泰县革命烈士陵园、福建省委旧址纪念馆、中共闽浙赣区委会议遗址等

红色景区, 包含 5 个主要节点景区, 全长约 141.9 km, 沿线道路依次为 G1523、G355、S203、G228 等, 5 km 缓冲区内包含 11.9% 的游客兴趣点与 11 个风景点. 历史人文点副线风景道以历史遗址、遗迹为特色, 主要方向为南北向(图 21 Y1-Y1), 南接福清市, 北连罗源县, 以迎潮塔、洪恩灵济宫、下杭历史文化街区与陈太尉宫等节点景区构建, 串连 10 个主要节点景区, 全长约 180.4 km, 沿线道路依次为 S201、X143、G1505、G15、G104 等, 其 5 km 缓冲区内包含 20.4% 的游客兴趣点与 26 个风景点.

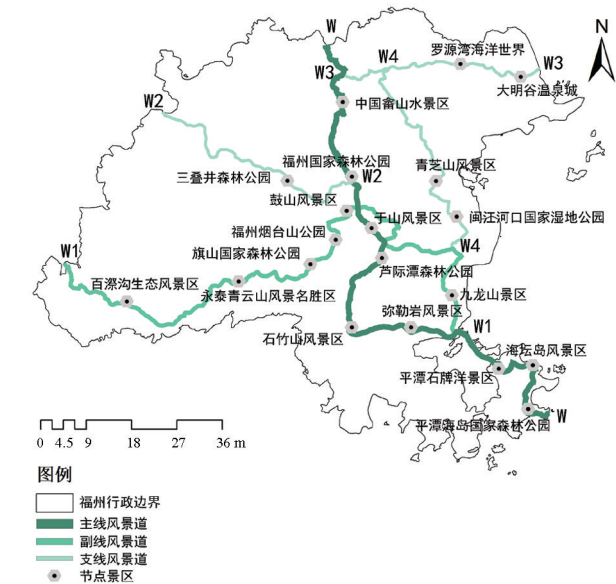


图 19 福州自然风景点自驾游风景道体系

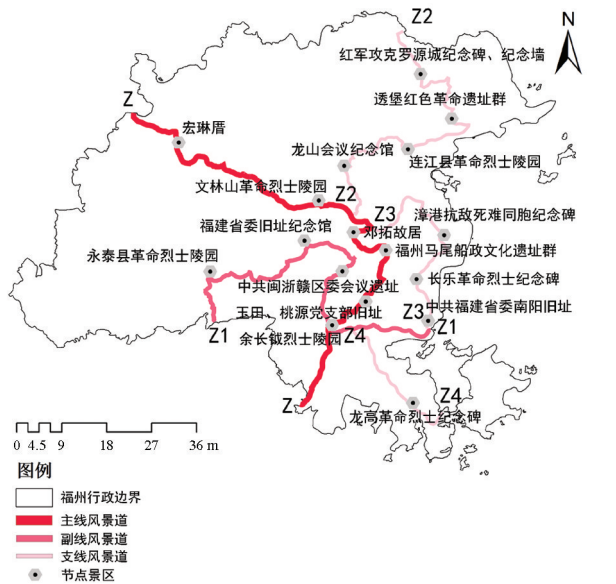


图 20 福州红色风景点自驾游风景道体系

2.4.3 支线风景道选线

支线风景道选线依据为沿线有适量游客兴趣点分布, 线路辐射范围内有景点支撑, 但两者都不及主线副线分布密集, 结果如表 4 所示. 自然风景点支线风景道包含 3 支, 均以自然资源为特色, 第一支(图 19 W2-W2)主要在东西方向进行延伸, 途经三叠井森林公园自然保护区, 拥有 1 个主要节点景区, 全长约 76.7 km, 沿线道路主要由 G316 等构成; 第二支(图 19 W3-W3)主要向东西方向发展, 经大明谷温泉城、罗源湾海洋世界等国家 A 级景区, 包含 2 个主要节点景区, 全长约 105.7 km, 沿线道路依次为 G104 等; 第三支(图 19 W4-W4)主要方向为南北向, 以青芝山风景区与闽江河口国家湿地公园等节点景区构建, 串连 2 个主要节点景区, 全长约 122.4 km, 沿线道路依次为 G228 等. 3 支自然景区支线风景道 5 km 缓冲区内包含 11.8% 游客兴趣点与 9 个风景点. 红色文化点支线风景道包含 3 支, 皆以红色基因的特色且呈南北方向延伸趋势, 第一支(图 20 Z2-Z2)途经透堡红色革命遗址群、龙山会议纪念馆等革命根据地, 拥有 4 个主要节点景区, 全长约 80.4 km, 沿线道路主要由 S201、G228 等构成; 第二支(图 20 Z3-Z3)经漳港抗敌死难同胞纪念碑、长乐革命烈士纪念碑等革命纪念碑, 包含 3 个主要节点景区, 全长约 72.5 km, 沿线道路依次为 G104、S201 等; 第三支(图 20 Z4-Z4)以龙高革命烈士纪念碑等节点景区构建, 串连 1 个主要节点景区, 全长约 32.4 km, 沿线道路依次为 S304、G228 等, 3 支红色支线风景道 5 km 缓冲区内包含 13.7% 游客兴趣点与 15 个风景点. 历史人文点支线风景道由 3 条支路构成, 皆以历史文化为特色且向东西方向进行发展, 第一支(图 21 Y2-Y2)途经三坊七巷文化街区、长门炮台等遗址, 拥有 2 个主要节点景区, 全长约 44.4 km, 沿线道路主要由 G104、S201 等构成; 第二支(图 21 Y3-Y3)经牛头山遗址与昙石山文化遗址等全国文物保护单位, 包含 2 个主要节点景区, 全长约 80.7 km, 沿线道路依次为 G316 等; 第三支(图 21 Y4-Y4)以义窑窑址等节点景区构建, 串连 1 个主要节点景区, 全长约 59.4 km, 沿线道路依次为 X194、X111 等, 3 支历史人文支线风景道 5 km 缓冲区内包含 10.2% 游客兴趣点与 11 个风景点.

表 4 福州市自驾游支线风景道线路特征

支线风景道	主要特色	分支	线路走向		5 km 缓冲	5 km 缓冲	主线长度/ km
			区域	主要节点景区	区内兴趣 点占比/%	区内覆盖 风景点/个	
自然风景道	以自然资源为特色	第一支	闽清县、闽侯县、罗源	三叠井森林公园、大明谷温泉城、罗源			76.7
		第二支	县、连江县、马尾区、	湾海洋世界、青芝山风景区、闽江河口	11.8	9	105.7
		第三支	长乐区	国家湿地公园			122.4
红色文化道	以红色革命为特色	第一支	罗源县、连江县、晋安	红军攻克罗源城纪念碑、透堡红色革			80.4
		第二支	区、马尾区、长乐区、	命遗址群、连江革命烈士陵园、龙山会	13.7	15	72.5
		第三支	福清市	议纪念馆、漳港抗敌死难同胞纪念碑、 长乐革命烈士纪念碑、中共福建省委 南阳旧址			32.4
历史人文道	以历史文化为特色	第一支	闽清县、闽侯县、罗源	三坊七巷文化街区、长门炮台、牛头山			44.4
		第二支	县、连江县	遗址、昙石山文化遗址、义窑窑址	10.2	11	80.7
		第三支					59.4



图 21 福州历史人文点自驾游风景道体系

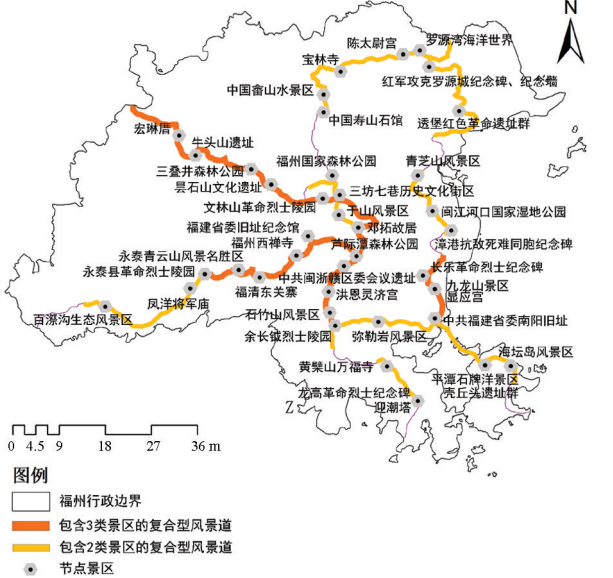


图 22 福州复合型自驾游风景道体系

2.4.4 复合型风景道选线

复合型风景道是新时代游客需求逐渐多元化背景下在功能较单一的风景道基础上进一步优化的结果，通过对自然资源、红色文化与历史人文等多种性质的风景道整合，从而构建利于开展复合型旅游活动的线性廊道，是景观资源的有机结合，亦是旅游经济发展的体现。借助 ArcGIS 10.2 软件中的栅格计算器对自然、红色、历史风景道选线进行叠加计算，将栅格值大于 2 与 3 的部分进行可视化处理，最终获得包含 2、3 类景区的复合型风景道，结果如图 22、表 5 所示。涵盖 2 类风景点的复合型风景道主要在南北方向进行延伸，分布在罗源县、连江县、马尾区、长乐区、永泰县、平潭县等区域，途经陈太尉宫、中国畬山水景区、福州国家森林公园、于山风景区等旅游风景区，拥有 21 个主要节点景区，全长约 182.4 km，沿线道路由 S201、G104、X143、G228 构成，5 km 缓冲区内包含 52.8% 的游客兴趣点与 66 个风景点。覆盖 3 类风景点的复合型风景道主要向东西方向发展，分布在闽清县、闽侯县、仓山区、晋安区、永泰县等区域，以宏琳厝、文林山革命烈士陵园、三坊七巷历史文化街区等节点景区构建，串连 19 个主要节点景区，全长约 367.3 km，沿线道路依次为 G316、G1505、S1531、G228 等，其 5 km 缓冲区内包含 36.2% 的游客兴趣点与 57 个风景点。

表 5 福州市自驾游复合型风景道线路特征

复合型风景道	主要特色	线路走向				
		区域	主要节点景区	5 km 缓冲	5 km 缓冲	主线长度/ km
				区内兴趣 点占比/%	区内覆盖 风景点/个	
包含 2 类 景区复合 风景道	以自然、 红色与历史人文资源为特色	罗源县、连江县、马尾区、长乐区、福清市、永泰县、平潭县、鼓楼区	陈太尉宫、中国畬山水景区、福州国家森林公园、于山风景区、透堡红色革命遗址群、永泰烈士陵园、弥勒岩风景区等	52.8	66	182.4
包含 3 类 景区复合 风景道	以自然、 红色与历史人文资源为特色	闽清县、闽侯县、鼓楼区、晋安区、仓山区、永泰县、长乐区	宏琳厝、文林山革命烈士陵园、三坊七巷历史文化街区、邓拓故居、芦际潭森林公园、永泰青云山风景名胜區等	36.2	57	367.3

3 结论与讨论

3.1 结论

本研究借助福州市自驾游游客的旅游数字足迹、道路系统与福州市已有的风景点数据，利用 ArcGIS 10.2 空间分析技术对福州市自驾游风景道进行了选线分析，以期为顺应疫情常态化背景下兴起的自驾游、短途游热潮，融合自驾游客偏好，统筹规划市域风景旅游资源，完善福州都市圈自驾游旅游服务功能，提升自驾游服务品质等方面具有重要的现实意义。主要结论如下：（1）福州市拥有自然、红色与历史人文 3 类风景旅游资源点，整体上空间分布具有明显的聚集特征，在不同行政区域内风景点分布的非均衡性特点突出，且随距离增加聚集强度具有“空间衰退”的显著特征。3 类风景点可达性空间分布呈“中心—外围”特征，平均通行时间由中心区向四周边缘区逐渐增加；“圈层状”形态特征鲜明，国道辐射核心区成为全市 3 类风景点可达性分布的“中心高地”，而市域边缘则形成多个可达性低谷区。（2）自驾游客兴趣点沿道路分布明显，且在西北—东南方向延伸，整体呈“大分散，小聚集”分布状态，表现为“大核—次核—小核”的分布格局；聚集区呈现明显的“圈层状”结构，核密度由中心向外围区域逐级递减。（3）通过对兴趣点、路网、风景点进行缓冲区建立、栅格处理与叠加计算分析，考虑附近节点景区影响力、基础设施和空间格局，最终得到 20 个自然风景节点景区、19 个红色文化节点景区及 24 个历史人文节点景区，3 类风景点各自形成了“一主一副多分支”的风景道网络布局。（4）融合 2 类或 3 类风景点的复合型风景道分别在南北与东西方向进行延伸，沿线串联了 21 个和 19 个节点景区，覆盖 123 个风景点，道路依次为 G316、G1505 与 G104、G228 等。

3.2 讨论

疫情防控常态化背景下，自驾游、短途游成为主导式的旅游方式，也成为旅游产业经济转型升级的契机。自驾游风景道的构建可以交通系统为驱动，有效统筹福州市域内的各类风景点和游客兴趣点，形成游客青睐、自主性强且特色鲜明的自驾游风景道路线。基于此，福州市应以自驾游风景道体系为依据，完善沿途客运枢纽和高速公路服务区旅游服务功能，完善沿途驻停游憩点的旅游服务基础设施建设，尤其是停车场、公厕点、休憩点等设施，做好自驾游客出行的基础保障；强化各自自驾游风景道选线的主题特色，呼应福州市现有的 3 类风景资源，顺应自驾游客的出行偏好，打造遗产文化观光、自然生态观光、露营度假游、康体健身游、乡村休闲游与滨海生态游等专项旅游品牌，提升自驾游服务品质；协同两步路（户外助手）、六只脚等户外旅游分享交流平台，搭建福州市自驾游风景道信息管理中心平台，完成线上解说系统的构建，及时推送景点流量实时信息，结合游客的自驾游出行偏好，准确推送特定自驾游风景道线路，提高福州市自驾游风景道的智能服务。本研究融合旅游数字足迹与现有风景点、道路交通系统等多元数据进行了福州市自驾游的风景道选线分析，但由于旅游数字足迹获取的两平台用户信息不足，很难区分游客的基本特征差异，且自驾游风景道串联的沿途风景点和兴趣点因从属于不同的行政管理部门，其自驾游服务质量参差不齐，因此基于不同自驾游客特征的自驾游风景道选线和不同自驾游风景道选线的服务质量评价等问题，仍需要在进一步的研究中予以解决。

参考文献:

- [1] 戢晓峰, 张力丹, 陈方, 等. 云南省自驾游发展水平与旅游交通可达性的空间分异及耦合 [J]. 经济地理, 2016, 36(5): 195-201.
- [2] 尹秀秀, 叶持跃, 林雄斌, 等. 基于全域自驾游可达性的青海省旅游空间结构研究 [J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2019, 53(2): 298-308.
- [3] 姚朋, 孙一豪, 奚秋蕙, 等. 耦合多元价值的生态风景道规划研究——以乌兰察布四横交通带风景道为例 [J]. 中国园林, 2019, 35(4): 101-106.
- [4] 朱高儒, 衷平, 徐洪磊, 等. 试论中国国家风景道体系的构建 [J]. 公路, 2015, 60(9): 156-162.
- [5] HUANG Z F, CAO F D, JIN C, et al. Carbon Emission Flow from Self-Driving Tours and Its Spatial Relationship with Scenic Spots—a Traffic-Related Big Data Method [J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 142: 946-955.
- [6] STANIEK M. Road Pavement Condition as a Determinant of Travelling Comfort [C] // Intelligent Transport Systems and Travel Behaviour. Cham: Springer, 2017: 99-107.
- [7] BLUMENTRATH C, TVEIT M S. Visual Characteristics of Roads: A Literature Review of People's Perception and Norwegian Design Practice [J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2014, 59: 58-71.
- [8] KLEIN L R, HENDRIX W G, LOHR V I, et al. Linking Ecology and Aesthetics in Sustainable Agricultural Landscapes: Lessons from the Palouse Region of Washington, U. S. A [J]. Landscape and Urban Planning, 2015, 134: 195-209.
- [9] DENSTADLI J M, JACOBSEN J K S. The Long and Winding Roads: Perceived Quality of Scenic Tourism Routes [J]. Tourism Management, 2011, 32(4): 780-789.
- [10] 杨星, 余青, 杨智生. 风景道路网耦合性评价与系统优化研究 [J]. 公路交通科技, 2020, 37(11): 150-158.
- [11] 娄思元, 明庆忠, 陈颖, 等. 自驾旅游线路分类空间功能分析——以保山、德宏两地为例 [J]. 经济地理, 2018, 38(3): 217-224.
- [12] 曹胜昔, 张涛, 薛蕊, 等. 基于地理信息系统的崇礼冬奥风景道景观规划研究 [J]. 工业建筑, 2021, 51(10): 62-65.
- [13] 李东和, 吴润华, 张莹. 我国风景道研究综述 [J]. 资源开发与市场, 2018, 34(2): 292-296.
- [14] 演克武, 陈瑾. 长江三角洲区域风景道一体化建设推进机制研究 [J]. 江苏社会科学, 2021(2): 224-231, 244.
- [15] 李磊, 徐婷, 王涵, 等. 风景道的交通文化价值: 挖掘、整合与重构——以哈密东天山风景道规划为例 [J]. 公路交通科技, 2020, 37(51): 96-102.
- [16] 王海凤. 基于 CSS 理念的主题型风景道规划设计 [D]. 北京: 北京交通大学, 2012.
- [17] 刘军胜, 马耀峰. 西安秦岭自驾游旅游服务质量评价研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2014, 28(12): 197-202.
- [18] 胡传东, 李露苗, 罗尚焜. 基于网络游记内容分析的风景道骑行体验研究——以 318 国道川藏线为例 [J]. 旅游学刊, 2015, 30(11): 99-110.
- [19] 杨晴晴, 杨效忠. 基于网络文本的廊道型旅游地意象研究——以皖南“川藏线”为例 [J]. 热带地理, 2022, 42(4): 674-684.
- [20] 刘艳平, 保继刚, 黄应淮, 等. 基于 GPS 数据的自驾车游客时空行为研究——以西藏为例 [J]. 世界地理研究, 2019, 28(1): 149-160.
- [21] 李龙, 杨效忠. 风景道旅游发展的社区居民感知与影响因素——以大别山国家风景道为例 [J]. 四川师范大学学报(社会科学版), 2020, 47(6): 84-92.
- [22] 李果, 钟静玲. 全域旅游背景下长株潭地区风景道开发潜力评价 [J]. 公路, 2021, 66(12): 288-295.
- [23] 张圆刚, 陈希, 余润哲, 等. 线型旅游体验空间: 风景道的体验性逻辑嬗变 [J]. 自然资源学报, 2020, 35(2): 284-296.
- [24] 余青, 邱海莲. 基于词频的风景道产品谱系——以美国蓝岭风景道为例 [J]. 北京交通大学学报(社会科学版), 2014, 13(1): 44-49, 86.
- [25] 周成, 冯学钢, 张旭红. 中国旅游科技创新的时空结构、重心轨迹及其影响因素研究 [J]. 世界地理研究, 2022, 31(2): 418-427.
- [26] 郑群明, 黄雨晴, 杨小亚, 等. 大湘西风景道选线研究——基于旅游数字足迹 [J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2021, 44(4): 9-16.
- [27] 宋楠楠, 张建国. 浙江省景区村庄空间分布特征与可达性研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(10): 2353-2363.
- [28] 李裕瑞, 卜长利, 王鹏艳. 中国农产品地理标志的地域分异特征 [J]. 自然资源学报, 2021, 36(4): 827-840.
- [29] 王洪桥, 袁家冬, 孟祥君. 东北地区 A 级旅游景区空间分布特征及影响因素 [J]. 地理科学, 2017, 37(6): 895-903.
- [30] 杨友宝, 邓巧. 湖南省红色村落空间分布格局及公路可达性研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2022, 31(4): 793-804.