

# “桂-阳”区域郊野型旅游绿道网选线适宜性评价\*

Evaluation on the Suitability of Route Selection of Country Tourism Greenway Network in “Gui-Yang” Area

胡英爽 黄淑娟 蔡荣\*

HU Ying-shuang, HUANG Shu-juan, CAI Rong\*

**摘要:** 基于全域旅游理念和适宜性评价理论,对桂林城区至阳朔县区域绿道网选线规划展开重点研究。采用实地踏勘、问卷调查等方法,首先对区域现有旅游资源状况和绿道建设可行性进行分析,提出绿道网规划选线目标,即南拓北线漓东绿道,同步建设漓西绿道,并结合桂阳绿道、漓西绿道两条主干绿道,打造中部绿道网,构建“桂-阳”全域旅游郊野型绿道网。其次采用层次分析法、德尔菲法等定量方法构建适宜性评价结构模型,确定地貌、景点资源、水资源、村镇、商业资源5个一级因子指标及权重,利用GIS技术生成综合适宜性分析图,结合已有道路和资源进行修正后获得绿道网选线布局。最后对绿道分级、驿站站点间距、配套服务、综合道宽度等建设提出技术要求。

**关键词:** 郊野型绿道;绿道选线;全域旅游;适宜性分析;漓江

**中图分类号:** TU985

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-2641 (2023) 04-0018-07

**收稿日期:** 2022-07-03

**修回日期:** 2022-11-30

**Abstract:** This study focuses on the planning of the route selection of the regional greenway network from Guilin urban area to Yangshuo County, based on the idea of appropriateness evaluation and the concept of holistic tourism destinations. Firstly, the current situation of the region's resources and the feasibility of greenway construction are assessed using field research and questionnaire surveys, and then the objectives of greenway network planning and route choice are proposed, that is, to simultaneously expand the greenway on the east riverbank of the Lijiang River, build the Lixi Greenway on the west riverbank of the Lijiang River, combine the two main greenways of the Guiyang Greenway and the Lixi Greenway to create a greenway network in the center of the “Gui-Yang” Area, and construct a country tourism greenway network throughout the entire “Gui-Yang” Area. Secondly, a suitability evaluation structure model is constructed using quantitative techniques like Analytical Hierarchy Process (AHP) and Delphi method to determine weights of five first-level factor indicators, including geomorphology, attraction resources, water resources, villages and towns, and commercial resources. Then, following the creation of a thorough suitability analysis map using GIS technology and corrections made by combing available resources and roads, the route selection layout of the greenway network is acquired. Finally, the technical specifications are proposed for the graded construction of greenways, station spacing, tourist support services, the width of the integrated road, etc.

**Key words:** Country greenway; Routes selection; Holistic tourism destinations; Suitability evaluation; Lijiang River

中国“十四五”规划纲要明确提出,科学规划布局城市绿环、绿廊、绿楔、绿道,建设自行车道、步行道等慢行网络<sup>[1]</sup>。绿道结合全域旅游发展正在成为一种新的模式,通过打破传统景区景点的限制,将整个区域综合构建成一个完整的旅游目的地,带来新的产业带和经济增长点<sup>[2]</sup>。绿道(Greenway)是以自然要素为依托和构成基础,串联城乡绿色开敞空间,以游憩、健身为主,兼具市民绿色出行和生物迁徙等功能的廊道<sup>[3]</sup>。绿道网又由绿道串联公园绿地、自然保护区、风景名胜区、历史古迹和城乡居民聚居区等而形成<sup>[4]</sup>。绿道规划建设始于欧美国家<sup>[5-7]</sup>,中国起步晚但发展较快,2009年广东编制的《珠江三角洲绿道网总体规划纲要》<sup>[4]</sup>标志着中国绿

道建设的开端,之后其他地方也陆续制定了地方规划纲要<sup>[8-10]</sup>。2016年颁布的《绿道规划设计导则》<sup>[3]</sup>(以下简称“《导则》”)将绿道分为区域级、市县级、社区级3级和城镇型、郊野型2类。随后相关研究大量出现。但目前国内绿道研究以区域级、社区级的城镇型绿道为主,研究范围多集中在城市建成区,对郊野型全域旅游绿道关注不多。同时,绿道的服务对象也侧重于城市居民。

2012年11月,经国务院同意,国家发展和改革委员会正式批复《桂林国际旅游胜地建设发展规划纲要2012—2020》,标志着桂林国际旅游胜地建设正式上升为国家战略。该纲要提出支持低碳旅游,倡导徒步旅游和自行车旅游。2019年广西壮族自治区人民政府决策部署<sup>[2]</sup>

\*基金项目:国家重点研发计划项目(原863/973计划):漓江流域喀斯特湿地水资源调控关键技术与试验示范(2019YFC0507502);广西建筑新能源与节能重点实验室开放基金资助项目:人居环境品质提升的传统村落低碳规划引导—基于漓江风景名胜区的思考(桂科能18-J-21-2)

中又提出“运动桂林·健康绿道”“尽快建成漓江东岸百里休闲健身步道”的建设意见。这些为桂林市旅游绿道的开发和建设提供了政策支持。近年来,通过漓江与阳朔县相连的桂林市市辖区雁山区也在加快推进国家全域旅游示范区创建,积极融入桂林世界级旅游城市建设。目前,桂林市城区至阳朔县(以下简称“桂-阳”)区域的整体绿道网络系统并未形成。绿道网的选线规划是首要任务,需要先对用地开发条件进行研究。而适宜性分析是对土地的特定开发活动进行分析,研究其是否能满足使用者需求的评价方法,适用于绿道选线内容。

因此,本文运用适宜性分析理论,结合实地踏勘、问卷调查结果和GIS技术等,重点对“桂-阳”区域的郊野型全域旅游绿道网进行选线适宜性分析,以期对相关绿道规划和建设提供借鉴。

## 1 区域绿道现状

“桂-阳”区域交通路线包括G65包茂高速、国道G321广成线桂林至阳朔路段(桂阳公路)和漓江水路。其中,桂阳公路建设较为完整,是桂林中心城区通往阳朔县的最近路线,使用频率较高;漓江水路是漓江风光的精华路段,拥有世界上规模最大、独特而又秀甲天下的喀斯特山水地貌,以及国家5A级旅游景区和多个大小自然景点、农田、村落等,具备良好的沿岸绿道建设条件。故桂阳公路和漓江水路是绿道的选线重点。

依附桂阳公路的旅游绿道(以下简称“桂阳绿道”)自象山区九美桥起,沿桂阳公路东侧自北向南,途经多个村镇和景点,拥有驿站15个,全程50.8 km(图1~2)。桂阳绿道是“桂-阳”旅游的热门交通路线,其沿线环境呈现“三多”特点——高校多、大型旅游重点项目多、车流量多,其周边旅游资源整体呈现“北聚南散”。这些条件提高了游客流量和绿道使用效率,但也使绿道的使用热度集中在靠近桂林市城区的北端,而绿道的中、南段呈现弱“亏空”状态。总体上,桂阳绿道南线东侧自然生态资源更佳,远期开发潜力较大。

北线漓东绿道(由灵川绿道和草坪绿道首尾相接而成,总长约20 km,图1~2)起于大圩大桥,全程毗邻带状漓江风景区,沿漓江东岸蜿蜒南下,途经多个著名景点与码头,兼具得天独厚的绿道建设和水路交通条件。但该绿道的建设长度不足,自桂林城区向阳朔县进程不过半,早早收尾于草坪乡。而草坪乡南下至阳朔县路段的优质景观资源更加丰富,如冠岩景区、九马画山等,江岸的简易自行车土路也能为后期规划绿道提供建设条件。

此外,在桂阳绿道和北线漓东绿道之间尚有已开发或正在开发的多个景点,但二者相距10~15 km,不仅相互缺乏联系,而且转换使用困难,难以实现“绿道+景

点”的旅游模式。构建桂阳绿道和漓东绿道之间的郊野型绿道网,能促进沿途景区开发,对建设“桂—阳”全域旅游具有现实意义。

## 2 绿道网建设可行性分析

### 2.1 区域旅游方式、特点

桂林自古享有“山水甲天下”的美誉,以“山清、水秀、洞奇、石美”著称。漓江风景区和阳朔是桂林旅

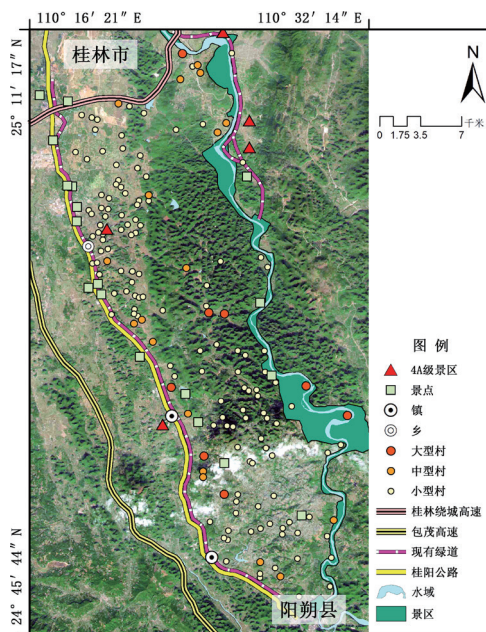


图1 现有绿道沿线村镇分布



图2 现有绿道沿线高校和旅游资源分布

游的重点区域。目前，在漓江风景区的主要旅游交通工具（表1）中，徒步/骑行旅游方式最自由，不受时间和地点限制，景点通达性强，低碳环保节能，是其他方式的有力补充，可依托绿道实现。但漓江水域已建成绿道的里程短，很多著名景点未覆盖，漓江两岸目前仍以自行车简易土路为主，受众面窄。因此，“桂-阳”全域旅游绿道进一步开发的潜力巨大。

### 2.2 绿道使用者意向调查

为进一步了解绿道使用者意向，本文采用现场踏勘和线下问卷调查方式进行研究。多组人员在桂林城区至阳朔县路段的重点景区、桂林车站、机场等20个站点对游客和市民发放问卷共计545份，回收510份，回收率93.58%。从出行方式、旅游资源和景点选择等角度分析绿道网建设的可行性，也为后续的绿道网选线合理性分析提供参考。

在旅游交通工具选择方面（图3），非机动车（电动车、步行、自行车，共占77.9%）和自驾（占69.5%）占

比较高，表明多数人希望通过自驾或慢行方式自由掌控旅游节奏，“自驾+绿道”的旅游模式符合游客的偏好。此为绿道的发展带来机遇。

在旅游资源类型和景点偏好方面（表2~3），多数游客向往山水景观资源，偏好以漓江风景区为代表的自然风光类景点。“桂-阳”区域拥有较多此类景点，以漓江自然风光为主的热门景区密布，此为绿道的进一步开发利用带来了有利条件。

此外，普适性强的怡情活动内容易受大众欢迎，如游览生态园林、主题公园或民俗景点，品尝风味美食。能让人身体力行、体验感充足的活动也备受青睐，如乡村旅游、外景拍摄、采摘野营、户外探险（图4）。“桂-阳”区域拥有以上大部分旅游资源，具有不少潜在的使用者，建设郊野型绿道有助于增加沿途景点的吸引力，因此在后续路线的规划上应该丰富“绿道+旅游”模式的内容。

总之，“桂-阳”郊野区域具备的潜在游客资源、水

表1 漓江风景区旅游交通工具选择途径及特点

旅游交通工具	服务提供主体	优点	缺点	受众面
游轮	政府主导	快速、省力，可远观峰峦起伏的自然山水景点，属于全龄友好型	不自由，路线固定，与景点距离太远，景点内容和数量受限，时间短，无法体验漓江亲水项目	较广，国内外游客的主要选择
班车	政府主导	速度快，桂林城区直达阳朔县	受路线、时间和地点限制较大，无法实现景点自由选择，站点周边景点数量偏少	窄
自驾	游客自助	速度快、自由、方便	停车难，路线和景点限制较大	窄
竹筏	当地村民	休闲，近距离体验水景效果最佳	漓江沿途景点分散，需借助其他交通工具到达景点，故项目多集中在靠近阳朔的漓江段，服务多由当地村民提供，旅游质量不能保证，评价褒贬不一	较广
徒步/骑行	游客自助	自由、不受时间和地点限制、景点通达性强、低碳节能环保，是其他方式的有力补充	需要自备装置，最耗体力，对游客年龄、身体素质和经验要求较高。由于现有建成绿道里程短，以自行车土路为主，道路简易、质量较低，缺乏配套设施，存在一定安全隐患	较窄

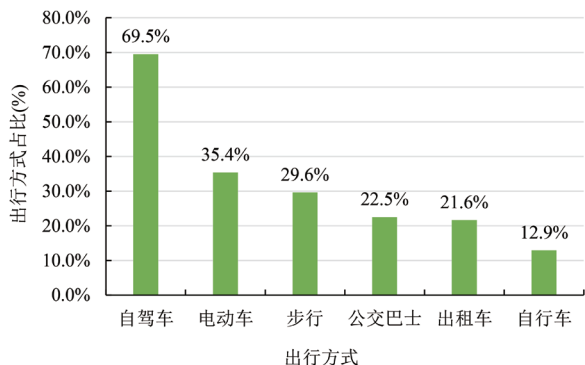


图3 旅游交通工具选择 (多选)

表2 旅游资源类型偏好 (多选)

序号	类型划分	占比
1	自然风光	88.2%
2	名胜古迹	55.7%
3	民俗风情	46.3%
4	休闲娱乐	32.9%
5	文化艺术	26.5%
6	购物旅游	14.1%
7	刺激冒险	15.5%
8	节庆活动	12.0%

表3 热门景区偏好 (多选)

序号	景区名称	占比
1	漓江景区	52.2%
2	阳朔西街	46.1%
3	遇龙河	42.5%
4	百里画廊	36.1%
5	世外桃源	18.4%
6	杨堤码头	14.1%
7	月亮山	10.6%
8	冠岩码头	6.9%

资源、景点资源等优良条件,是支持绿道网建设的基础。基于全域旅游理念,发展“桂-阳”全域绿道网,对完善城市旅游交通、景区道路及重点配套有积极作用;提供以步行或骑行为主的服务,以空间环境、服务设施相配套组成安全、便捷、舒适的绿色慢行系统,是倡导绿色低碳交通的需求;利用区域得天独厚的自然景观和现有基础设施,做好绿道网的规划建设,是建设漓江5A级景区亮点工程,助力提振当地旅游经济的有效举措。

### 3 绿道网选线研究

#### 3.1 绿道分类及选线目标

“桂-阳”区域距离城市居民聚居区较远,规划绿道网主要沿狭长型漓江水体及山谷线布置,服务对象主要为国内外游客,以长途步行和骑行为主。根据该区域现有资源状况和《导则》设计规定,旅游绿道除了休闲健身和绿色出行功能,重点突出旅游与经济功能。这点与国内其他主流绿道服务附近居民和突出休闲功能不太相同,因此在选线主要影响因素上有所侧重。根据地域范围分级,“桂-阳”绿道网属于市(县)级绿道,又因连接漓江风景名胜、旅游度假区、特色乡村等,又分类为郊野型绿道。

根据《导则》绿道选线基本要求,“桂-阳”区域绿道网选线应优先考虑水系、景观资源,优先利用现有道路或条件适宜的路面,使绿道整体呈现网状布局。桂阳公路和漓江水路是绿道的选线重点,考虑南拓北线漓东绿道,同步建设漓江西岸绿道(漓西绿道),并结合桂阳绿道、漓西绿道两条主干绿道,打造中部绿道网,串联区间重要景点和村镇,构建“桂-阳”全域旅游郊野型绿道网。

#### 3.2 选线分析流程

由于绿道网选线影响因素众多、结构复杂,需要应用适宜性评价理论,结合层次分析法和德尔菲法,建立多要素、多层次的评价体系。其次,利用91卫图助手软件进行兴趣点(Point of Interest, POI)矢量数据的爬取,在GIS软件中实现多要素加权处理,实现定性信息的量化<sup>[11]</sup>(图5)。

#### 3.3 构建适宜性评价模型

评价因子及权重是进行适宜性评价研究的基础。本文以“桂-阳”绿道网综合选线布局为目标层,设置包含两级因子指标的准则层,构建绿道网选线适宜性评价模型。

首先,对“桂-阳”区域资源状况、相关绿道研究成果、绿道建设可行性分析结果和《导则》设计规定进行综合判断,确定了5个一级因子指标内容,即地貌、景点资源、水资源、村镇、商业资源。

然后,确定一级因子指标对目标层影响的权重。需

要先对各指标进行重要性打分。为增加定性问题的科学性,采用德尔菲法<sup>[12]</sup>,利用腾讯问卷星小程序对高校和设计院的多位专家(涵盖城乡规划、风景园林、人文地理等专业)和资深驴友进行线上问卷调查,内容针对调研对象的年龄、职业、专业、职称,绿道坡度、周边景点、村镇、水系、现道(县道、乡道、村道等)、驿站间距对绿道的影响,提高绿道使用效率和安全性措施等进行设计。从回收的60份问卷中筛选出23份具有高级职称的专家的评分数据进行处理,获取专家对5个一级因子指标的重要性评分(取1~9的整数)。对分值进行统计,采用算术平均法计算各单因子权重,公式如下:

$$\bar{X}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ij}; \quad i=1,2,\dots,n; \quad j=1,2,\dots,k \quad (1)$$

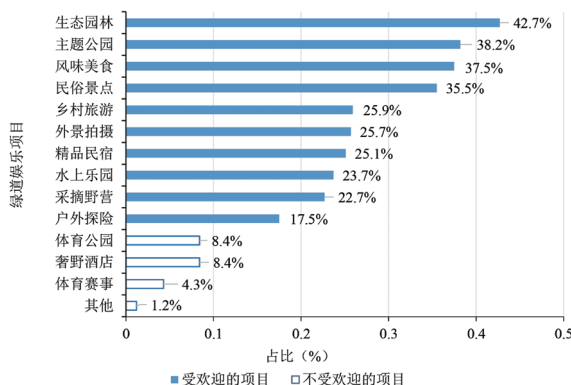


图4 绿道娱乐项目偏好(多选)

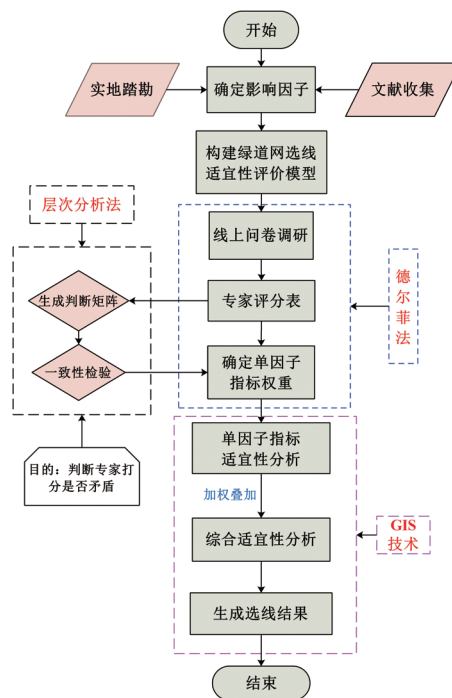


图5 绿道网选线分析流程

$$Y_j = \frac{\bar{X}_j}{\sum_{j=1}^k \bar{X}_j}; \quad i=1,2,\dots,n; \quad j=1,2,\dots,k \quad (2)$$

式中， $\bar{X}_j$ 为第j个一级因子的专家打分的平均值； $a_{ij}$ 表示第i位专家对第j个一级影响因子的评分； $Y_j$ 为第j个一级因子的权重。其中， $n$ 取专家总人数23， $k$ 取一级影响因子总数5。

为了判断专家打分是否存在矛盾，采用层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, 简称AHP) 进行检验。经过计算，一致性检验通过 (一致性比率CR<0.1)，证明专家打分有效。

最后，根据5个一级因子指标内容和权重，进一步细化和确定出14个二级因子指标的内容、赋值权重和最终权重。1) 地貌因子：结合区域地质条件，选坡度为二级因子指标，权重为1。2) 景点资源因子：该区域景点众多，将二级因子指标分类为5A级、4A级、3A级及以下景区，并根据景区级别进行权重打分。3) 水资源因子：该区域拥有漓江、湖泊、水库等资源，权重按等权赋值。4) 村镇因子：该区域密布镇、乡、村，按照建成区面积大小划分二级因子指标的权重。5) 商业资源点因子：使用POIKit工具对研究区域进行POI选取，以“餐饮服务”和“购物服务”2项作为二级因子指标，等权赋值。

经计算，得到“桂-阳”绿道网选线适宜性评价模型的所有因子指标权重 (表4)。

表4 “桂-阳”绿道网选线适宜性评价模型及指标权重

目标层	一级因子指标		二级因子指标		最终权重
	项目	权重	项目	赋值权重	
“桂-阳”绿道网综合选线布局	地貌	0.195	坡度	1.000	0.195
			5A级景区	0.417	0.085
	景点资源	0.203	4A级景区	0.333	0.068
			3A级及以下景区	0.250	0.051
			江河	0.333	0.070
水资源	0.211	湖泊	0.333	0.070	
		水库	0.333	0.070	
		镇	0.787	0.149	
		乡	0.079	0.015	
村镇	0.189	大型村	0.079	0.015	
		中型村	0.039	0.007	
		小型村	0.016	0.003	
商业资源点	0.202	餐饮服务	0.500	0.101	
		购物服务	0.500	0.101	

### 3.4 因子适宜性分析

通过91卫图助手软件下载地理高程数据、卫星影像数据，在GIS软件内将卫星图与DEM (Digital Elevation Model) 的高程数据进行地理配准。然后进行如下操作：1) 根据《导则》和对南宁市青秀山景区绿道的调研，基于安全和骑行体验，将坡度划分为“高适宜”(0~2.5%)、“较高适宜”(2.5%~5%)、“中适宜”(5%~8%)、“低适宜”(8%~12%)、“不适宜”(12%以上) 5类。将高程数据转换为投影坐标，根据坡度因子指标分类赋值 (适宜度从高

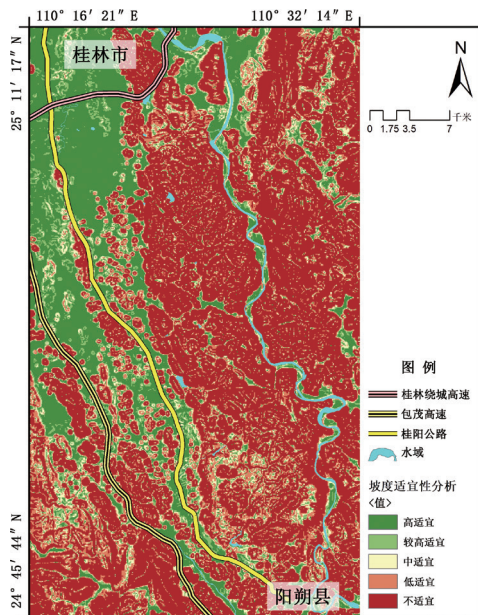


图6 坡度适宜性分析图

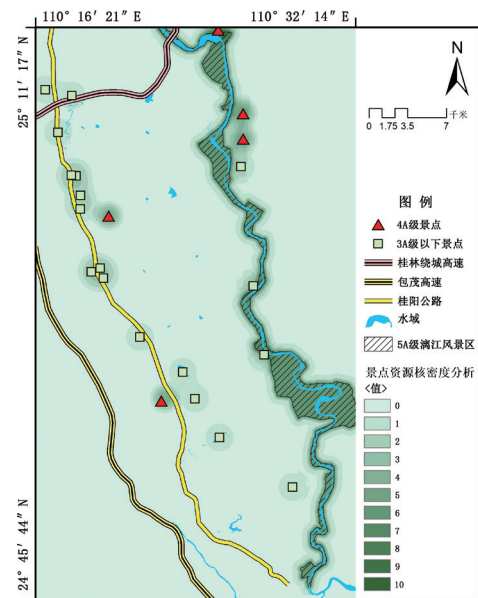


图7 景点资源缓冲区分析图

到低依次对应值10、8、5、2、0），生成坡度适宜性评价图（图6）。2）编辑其余13项二级因子的点、面要素，同类叠加后将栅格结果进行加权叠加，生成剩余4个一级因子的适宜性评价图（图7~10）。

### 3.5 综合选线结果

将5个一级因子指标的栅格数据进行加权叠加，获得绿道选线综合适宜性评价图（图11）。图中地势坡度越平缓、距离各资源点或村镇越近的区域，适宜性越高，红色越深，反之蓝色越深。

郊野型绿道线路规划需要根据现状地理条件合理布局。根据《导则》中绿道连接线的设计要求，绿道宜借县道、乡道、村道等非干线公路或城市次干路、支路等道路建设。考虑郊野区域存在较多村镇，绿道选线还需优先考虑利用县道、乡道、村道和简易土路等现有道路。同时，依据绿道网布局整体性和绿道规划建设系统性、协调性、经济性原则，对绿道选线适宜性结果进行人工修正和优化，得到最终的绿道网选线布局（图12），其中超过90%的绿道路线利用了已有道路。

## 4 绿道分级建设

### 4.1 驿站分级

绿道网总线路较长，游客体力有限，应合理分段配置休息区，增设绿道与机动车、大小景点的接驳点、驿站等。根据《导则》设计要求，利用已建成的漓江周边大型景点、大型村镇现有的服务中心作为一级驿站，间距15~20 km；选择中型景点和村落作为二级驿站，间距5~10 km。驿站可利用现有的交通换乘点和食宿服务，

增设非机动车租赁和维修服务。线上问卷调查得到驿站最佳间距是5 km，这个距离能够较好地兼顾游客体力与建设成本，因此选择小型景点或部分有条件的村庄作为三级绿道驿站，间距为5 km。大部分驿站能够共用现有旅游资源和村镇资源，建设成本较低，项目实施的可行性高。

### 4.2 绿道分级

根据《导则》中的设计要求，郊野型绿道的步行骑行综合道建设宽度至少为3 m。对此，为提高绿道综合服务能力，将绿道进行分级：一级绿道面向全龄游客（亲子游、全家游等），围绕大型著名景点设置，方便交通接驳，步行骑行综合道宽度可适当放松，为8~10 m；三级绿道为远郊型，主要针对青壮年骑行游客，宽度最低3 m<sup>[3]</sup>；二级绿道介于前两者之间（结合驿站分级内容，主要针对成年人、中型景点和村落、步行骑行设置），宽度约5 m。漓江流域的客运码头可以配置摆渡船、非机动车租赁点，建立水、陆交通转换枢纽，完成漓江两岸绿道间的转换需求，调动换乘经济效益。

## 5 结论

桂林城区至阳朔县郊野区域旅游绿道的开发潜力较大，对发展“桂-阳”全域旅游具有积极推动作用。由此，基于郊野型绿道网的规划发展目标，采用线上问卷调查方法、层次分析法、德尔菲法、POI矢量数据爬取、GIS技术等定量研究方法，对研究区域绿道网选线进行适宜性评价，确定郊野型旅游绿道影响因子指标及权重，获得最终的绿道选线布局结果。

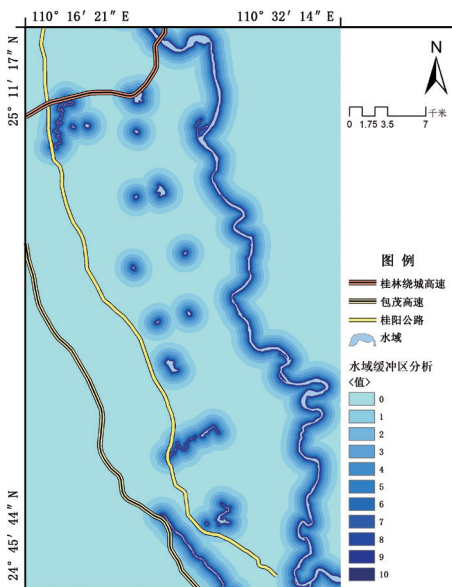


图8 水域缓冲区分析图

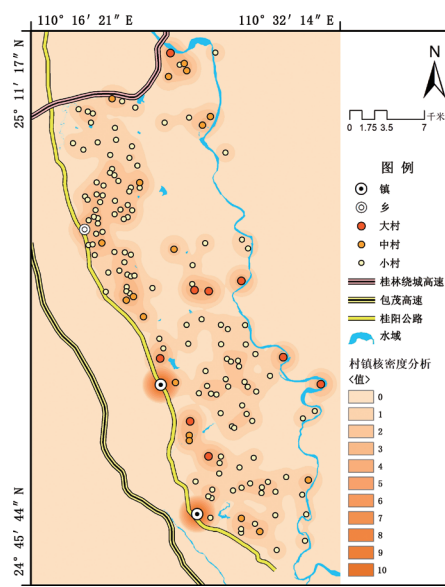


图9 村镇核密度分析图

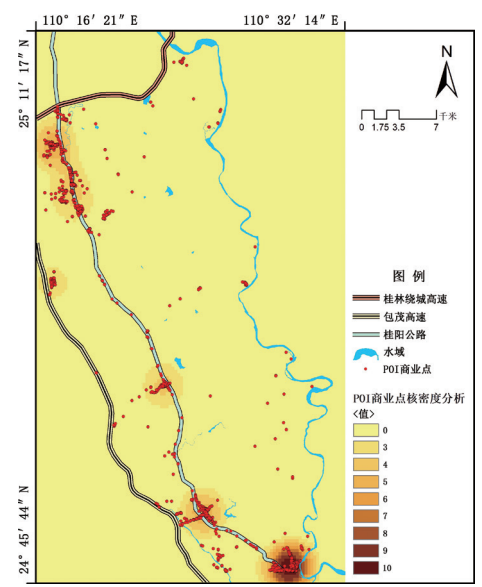


图10 商业资源点核密度分析图

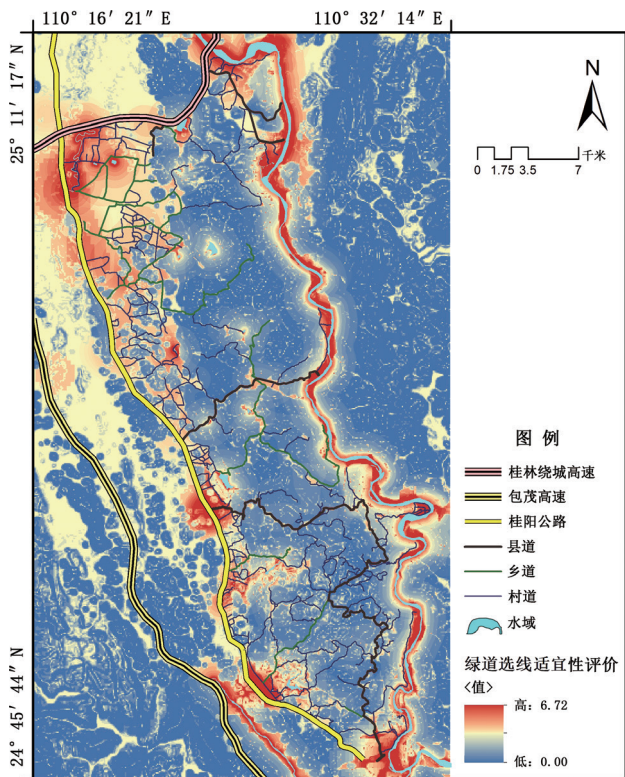


图11 绿道网选线综合适宜性评价图

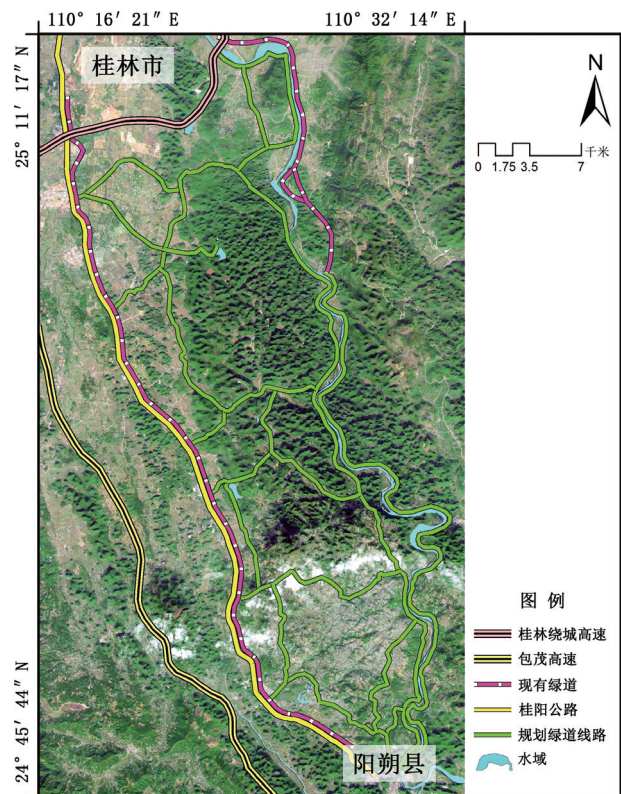


图12 “桂—阳”绿道网综合选线布局图

提供以步行或骑行为主的绿色慢行系统倡导了绿色低碳交通理念，是对游轮、班车、自驾、竹筏、徒步等现有漓江旅游方式的有力补充和衔接，对完善城市旅游交通、景区道路及重点配套方面有积极推动作用。“绿道+村镇”“绿道+景区”的开发模式会促进企业和村民的参与，在增加当地旅游经济收益，提升用地价值及区域品牌，实现城乡空间融合和统筹城乡一体化发展等方面能发挥较大作用。

本研究采用定性和定量相结合的研究方法，提高了绿道网选线的科学性和合理性；借用已有道路和资源进行绿道网的规划，提高了绿道建设的可行性。后期有关绿道分期建设具体目标、投资估算、资金运作模式、企业参与运营模式等内容还需要进一步细化。

注：图片均为作者自绘，其中地图参考了百度地图（含卫星图）

参考文献：

[1] 全国人大财政经济委员会，国家发展改革委员会.《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》释义[M].北京：中国计划出版社，2021.

[2] 广西壮族自治区人民政府办公厅关于支持桂林市加快文化旅游产业发展的意见（桂政办发〔2019〕109号）[Z].2019.

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部.绿道规划设计导则[M].北京：中国建筑工业出版社，2016.

[4] 广东省住房和城乡建设厅.珠江三角洲绿道网总体规划纲要[J].建筑监督检测与造价，2010，3（3）：10-70.

[5] FABOS J G. Introduction and overview: the greenway movement, uses and potentials of greenways[J]. Landscape and Urban Planning, 1995, 33（1-3）：1-13.

[6] CONINE A, XIANG W, YOUNG J, et al. Planning for multi-purpose greenways in Concord, North Carolina[J]. Landscape and Urban Planning, 2004, 68（2-3）：271-287.

[7] 庄荣，陈冬娜.他山之石——国外先进绿道规划研究对珠江三角洲区域绿道网规划的启示[J].中国园林，2012，28（6）：25-28.

[8] 杨易，李嘉琦.“三山五园”绿道：北京绿道的规划与设计[J].北京规划建设，2018（5）：100-102.

[9] 邹小燕.2020年，沿着绿道走遍福建——《福建省绿道网总体规划纲要（2012-2020）》发布[J].福建林业，2013（1）：10.

[10] 杜伊，金云峰，周晓霞，等.景观设计策略——绿道促进城市新城功能与风貌提升[J].广东园林，2016，38（5）：16-20.

[11] 汪应洛.系统工程（第4版）[M].北京：机械工业出版社，2008.

[12] 高军，裴春光，刘宾，等.强制性要素对城市规划的影响机制研究[J].城市规划，2007（1）：57-62.

作者简介：

胡英爽/1997年生/男/广西南宁人/桂林理工大学土木与建筑工程学院（桂林 541004）/在读硕士研究生/专业方向为城乡规划

黄淑娟/1971年生/女/广东肇庆人/博士/桂林理工大学土木与建筑工程学院（桂林 541004）/副教授/硕士研究生导师/研究方向为城乡规划与设计

（\*通信作者）蔡荣/1970年生/女/甘肃兰州人/博士/广西财经学院管理科学与工程学院（南宁 530007）/正高级工程师/研究方向为数据分析与建模/E-mail: rong2014xd@hotmail.com