

低干预生态导向下的森林步道规划设计与实践——以广州帽峰山森林公园为例

Planning, Design and Practice of Forest Trails under Low-intervention Ecological Orientation: A Case Study of Guangzhou Maofeng Mountain Forest Park

廖信春 蔡宇杰 陈晓玲 林权 杨燕华*

LIAO Xinchun, CAI Yujie, CHEN Xiaoling, LIN Quan, YANG Yanhua*

摘要

在生态文明建设与“绿美广东”战略实施背景下,城市森林公园步道普遍面临生态保护与游憩利用失衡、体验功能与教育功能脱节、低干预设计落地不足等突出问题。为缓解上述矛盾,以广州帽峰山森林公园森林步道为案例,采用文献梳理、实地调研、问卷调查等方法,基于低干预生态设计核心思路,开展森林步道总体布局与要素设计研究。结果表明,通过确立生态优先设计原则,落实生态敏感区避让、生态分级管控、仿生融境建设以及生态教育融合等措施,帽峰山森林公园规划形成 20 km 的森林步道,有效保护了原生环境,并在生态舒适性、景观宜人性、教育适宜性、通行与设施便捷性方面获得了较高的满意度,且短缺度均在可控范围内。

Abstract

Against the backdrop of ecological civilization construction and the implementation of the 'Green and Beautiful Guangdong' strategy, trails in urban forest parks commonly face prominent conflicts, including an imbalance between ecological protection and recreational use, a disconnect between experiential and educational functions, and insufficient adoption of low-intervention design. To address these issues, this study takes the forest trail of Maofeng Mountain Forest Park in Guangzhou as a case study. Employing literature reviews, field investigations, and a questionnaire survey, and grounded in the core concept of low-intervention ecological design, this paper investigates the overall layout and elemental design of the forest trails. The results indicate that by establishing a design principle system prioritizing ecology and implementing measures such as avoiding ecologically sensitive areas, hierarchical ecological control, biomimetic and environmentally integrated construction, and the integration of ecological education, the park planned and constructed a 20 km forest trail. This approach effectively protected the native environment and achieved high satisfaction ratings in terms of ecological comfort, landscape amenity, educational suitability, and facility accessibility, with all deficiency indicators remaining within a controllable range.

文章亮点

1) 研究总结了生态优先、功能融合、低扰动落地的森林步道设计范式,为亚热带城市森林公园步道规划建设提供参考。2) 建立 5 个一级指标、18 个二级指标的满意度-短缺度评价体系,为森林步道建设成效评估提供量化工具。

关键词

森林步道; 低干预; 生态设计; 生态保护; 森林游憩

Keywords

Forest trail; Low-intervention; Ecological design; Ecological protection; Forest recreation

收稿日期: 2025-09-28

修回日期: 2026-03-02

人类对自然环境具有天生的亲近感与适应性。随着社会发展与人们生活水平的提高, 人们对游憩空间的选择已不再局限于日常生活的城市环境, 而是倾向于与自然连接更紧密的森林生态旅游, 后者已成为当前旅游产业的发展热点与经济增长点。步道作为连接人与自然生态系统的关键界面, 其规划设计理念正经历从人类中心主义向生态中心主义的范式转变。1968年美国颁布《国家步道系统法案》(National Trails System Act), 但同期建设的风景步道仍以工程建设为核心导向, 不仅对原生生态系统造成了结构性破坏, 也反映了当时欧美国家的步道系统建设普遍存在生态考量不足的问题^[1]。亚洲地区的步道系统建设实践也展现出生态意识的觉醒, 如中国台湾地区提出了生态工法建设标准^[2]。当前, 我国的森林步道建设正处于关键转型期, 2017年启动的5条国家森林步道建设标志着规模化发展的开始。近年来随着森林康养兴起, 利用森林生态资源、景观资源等开展保健养生、健康养老等服务活动, 已成为林业与健康产业融合发展的新业态^[3]。

森林步道是森林康养的重要物质载体, 科学合理的规划设计能够让游客通过五感(视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉)^[4]充分体验森林环境。温全平等^[5]详细阐述了森林康养步道的概念、功能及构成要素; Yozo Yamada^[6]与乔丽霞^[7]均认为森林康养步道的选线与设计应结合不同的森林景观特点, 以提升康养效益; 郝亮等^[8]引入“认知程度”调节变量构建结构方程模型, 说明潜在游客的触觉体验对五感体验的影响最大; 王月容^[9]等以五感体验因子对9种秋季植物空间结构进行综合评价, 发现“乔-灌-草”覆盖空间的景观质量远高于“灌-草”与纯草结构, 为步道景观推荐了适宜类型。

随着公众生态文明意识的逐渐增强, 自然教育也成为新的社会需求^[10], 这为森林步道的功能拓展提供了重要机遇。自然教育以自然为主题, 以儿童、学生、亲子家庭以及教育工作者为主要参与者^[11], 其开展需依托丰富的自然资源。森林步道所在的森林通常拥有多样化的生物群落, 包括珍稀动植物, 为自然教育奠定了坚实基础^[12-13]。当前, 自然教育已经成为部分园林景观空间的核心运营内容^[14], 如台北关渡自然公园设立湿地声景体验教学工坊, 制作声音地图创意彩绘^[15]; 北京八达岭国家森林公园设计“五感观察”自然体验教育课程, 并设有森林五感体验径和杏花沟自然观察径^[16]。

国内关于森林康养的研究尚未形成系统的理论体系与建设标准, 相对美国的“森林医疗”、日本的“森林浴”等典型模式而言较为滞后^[17], 相关法案及研究成果与森林步道规划设计之间缺乏有效衔接。森林步道面临生态保护与游憩利用失衡、体验功能与教育功能脱节等问题。因此, 将自然教育主题与森林步道设计进行深度融合, 成为兼具生态价值与社会需求的突破方向。本文以广州帽峰山森林公园森林步道项目为例, 采用文献梳理、实地调研、问卷调查等方法,

尝试构建系统的针对性理论和建设体系, 基于低干预生态设计核心思路, 营造面向全龄人群、生态友好、选线合理、具有良好五感体验的自然学堂康养步道。

1 广州帽峰山森林公园资源条件分析

广州市帽峰山森林公园位于广州市白云区东北部, 总面积为2 978.27 hm², 由头陂、铜锣湾、帽峰山、禾场岭、茶头窝、柯树坳、沙罗区7个片区组成^[18]。项目依托帽峰山自然森林资源, 打造集森林游憩、自然教育、森林康养于一体, 且与森林环境融合的低干预森林步道。

1.1 森林游憩资源条件

帽峰山森林公园距广州市区约25 km, 最高海拔534.9 m, 最低海拔39 m^[19], 以低山丘陵地形为主, 地势中间高、四周低, 形成了陡峭山坡与幽深沟谷。公园主要植被类型为常绿阔叶林, 面积为35.2 km², 森林覆盖率约82.8%^[20], 是广州市重要的生物资源库。经统计, 区域内维管植物约有610种(含种下等级), 隶属于146科398属^[19]; 鸟类74种, 隶属于13目33科。

公园内分布有2座水库及众多溪涧, 可通过村落与白云山、莲花顶等公园连通, 山水景观资源丰富(图1)。在户外徒步轨迹分享平台“两步路”检索帽峰山相关线路, 徒步轨迹记录超1 500条, 这说明帽峰山已形成成熟的徒步游憩网络, 具备较强的公众吸引力。

1.2 自然教育资源条件

从植物资源方面看, 公园内分布有6种重点保护及珍稀濒危野生植物, 其中国家二级重点保护植物金毛狗 *Cibotium barometz*、黑桫欏 *Gymnosphaera podophylla* 等极具科研与教育价值。在动物资源方面, 褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*、画眉 *Garrulax canorus* 等被列入《中国物种红色名录》, 属于近危鸟类物种; 普通鵟 *Buteo japonicus*、领角鸮 *Otus lettia*、斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*、画眉和红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea* 五种被列入CITES附录II的鸟类也在此栖息^[21]。地质资源方面, 帽峰山地区是广州市优质矿泉水的重要分布区域, 山顶区域以花岗岩为主, 山腰和山脚区则以粉砂岩和砂质砾岩为主^[22]。这些丰富的动植物及地质资源, 为开展植物认知、动物生态观察、地质地貌研究等自然教育活动提供了良好的客观条件。

1.3 森林康养资源条件

高森林覆盖率使公园的负氧离子浓度显著高于市区, 形成天然“森林氧吧”环境^[23]。经实地监测, 林间噪声(30~40 dB)低于城市环境(65~75 dB) 20~30 dB, 溪流声、鸟鸣声等自然白噪声有助于缓解压力。相关研究表明, 区域内植物释放的植物精气含有萜烯类物质, 对人体呼吸系统、神经系统具有潜在保健作用^[24]。可见, 依托优质自然环境, 设计长度与坡度合理的森林步道, 能为徒步者提供适度运动空间, 满足公众身心康养的需求。



图1 帽峰山资源分布情况

Fig.1 Distribution of resources on Maofeng Mountain

2 帽峰山森林步道规划设计

2.1 生态优先的规划设计原则

基于帽峰山独特的生态系统本底和现有的森林游憩活动特征,项目以“生态完整性优先、自然过程主导”为根本准则,构建游憩功能与生态安全有机统一的全生命周期的森林步道体系。该项目提出“生态为基、自然为导、最小介入”的设计原则体系,采用全过程生态优先技术体系,使原生植被保护率达95%以上,塑造华南地区森林步道生态建设的典范。

2.1.1 生态敏感性导向的智能选线系统

帽峰山森林步道设计建立了智能选线系统:1)采用“敏感避让”机制,避让金毛狗等保护植物的集中分布区域、近危鸟类等物种的栖息地,以及饮用水水源地等敏感区域。2)运用多源遥感数据构建生态敏感性三维评估模型,实现步道选线的数字化决策^[25~26]。3)优先利用历史巡护路径等既有痕迹,在必要的新建段实施“生态仿形”技术,确保线形与地形等高线、植被分布格局及动物迁徙路径高度契合。4)设立30m生态管控廊道,建立生物通行监测反馈系统。

2.1.2 生态系统服务分级的建设标准体系

帽峰山作为广州市“九片生态片区”之一,承担着重要的生态保育功能^[27]。项目基于生态系统服务功能,制定了分级建设标准体系:1)核心生态区(一级管控)采用可逆式架空系统,最低离地高度设为1.5m,并配备野生动物通道。2)生态缓冲区(二级管控)应用本土材料透水结构,采用“石笼+植生”复合基础。3)适度利用区(三级管控)限定改造强度不超过15%;实施“材料生态护照”制度,所有建材需通过碳足迹评估,并优先使用林区自然凋落物;推行无人机吊装等无痕施工工艺,作业面控制在3m以内。

此外,所有区域均植入生态演替监测模块,建立动态适应性管理机制,以保障生态系统的自我修复能力。

2.1.3 生态过程主导的空间组织模式

帽峰山森林步道构建了三级生态网络:一级生态主干环线(12~18km)沿生态安全格局布设;二级生态缓冲环线(5~8km)形成生态敏感区防护带;三级生态微循环线(1~3km)作为生态修复示范段。此外,步道设计运用景观生态学原理布局服务设施,在每个节点设置100m²的生态补偿区;在水系交互界面采用仿生设计,并研发了随水位变化的浮动式栈道系统。

2.1.4 生态教育融合的全龄体验系统

为融合生态教育理念,打造全龄体验的生态步道,帽峰山森林步道设计构建了“四维生态体验”体系:

1)在垂直维度上,项目结合地形与植被垂直带谱,对步道坡度进行分级设计。观山揽水段以架空木栈道和缓坡将主要通行坡度控制在25°以内,为老年人、儿童及行动不便者提供平稳、安全的步行界面;科普探秘段顺应8°~45°自然地形设置台阶、休息平台和科普停留点,方便青少年研学与亲子共学;山林远足段保留15°~60°原始山脊线,为中青年徒步者提供适度体能挑战。不同高程段对应山麓常绿阔叶林、山腰针阔混交林、山顶灌草带的植被群落变化,步道沿线解说内容随植被垂直带谱调整,使全龄游客在自身能力范围内感知山地生态梯度。

2)在水平维度上,调整步道宽度适配群落边缘效应,主干道净宽控制在1.2~1.5m,支线控制在0.6~0.9m,既减少对林缘生境的切割,又满足主要游线上轮椅、儿童推车及双向通行的基本需求。在边缘效应较弱、视野开阔处

设置会车平台、休息节点和自然观察站，避免人群在敏感群落边缘滞留。面向亲子家庭和低龄儿童，科普探秘段设置低矮解说牌、可触摸的自然材料展示桩及轮椅停留空间，使信息获取高度与儿童视线相匹配，同时兼顾行动不便者的使用需求。

3) 在时间维度上，沿线设置物候观测教育节点，依托金毛狗、黑桫欏等珍稀植物及鸟类资源，建立不同季节观测点。针对不同年龄群体设计差异化的自然观察任务：儿童通过图形化任务卡记录开花、结果、落叶等物候现象；青少年可参与公民科学数据采集，记录物种出现时间与位置；成年人和老年人则可开展慢行观鸟、植物摄影、自然笔记等活动。节点采用低干预设计，仅配置小型标识、原木座椅或观测框，不设大体量构筑物，最大程度保持自然过程的可读性。

4) 在感知维度上，设置多感官生态解说系统，通过视觉框景、声景聆听、触觉体验与嗅觉感知，满足不同年龄和感官偏好的需求。观山揽水段结合香花植物营造嗅觉景观；科普探秘段保留溪流声、鸟鸣声，并设置“声音地图”互动标识；部分路段采用风化岩砾石、原木等可赤足行走的铺装，提供触觉体验。针对老年人与儿童，沿线每隔150~200 m设置休息座椅和扶手，在陡坡段增设简易扶手绳索，兼顾安全性与体验感。通过上述设计，步道将生态

教育由单一科普牌示转化为全感官、全季节、全龄参与的自然体验过程，实现了低干预建设与全龄友好使用的协同。

2.2 路线规划

项目基于前期实地调研，从帽峰山现有徒步线路中挑选出20 km线路，形成一条贯穿帽峰山森林公园全域的森林步道，并划分为3条主题游线，分别为观山揽水、科普探秘、山林远足（图2，表1）。

观山揽水游线西起九节茶停车场，途经九节茶林间步道、蟾蜍石观日出平台、春池，止于华坑村入口，主线长度为0.9 km，设支线1条，长度为0.2 km（图3）。本段线路以观山揽水为主题，串联帽峰山奇石、山谷、水潭、白花油麻藤 *Mucuna birdwoodiana* 林等景观资源点，以架空栈道形式穿越九节茶林间，通行难度较低，适合家庭出游与山水观光客。

科普探秘游线北起自然科普馆，途经杜英 *Elaeocarpus decipiens* 林、红锥 *Castanopsis hystrix* 林、红锥林自然科普馆，止于蕨类植物园，主线长度为2 km，设支线4条，长度为1.2 km（图4）。本段线路以科普探秘为主题，依托帽峰山自然教育基地建设，串联科普节点，穿越红锥林森林景观，采用风化岩砾石路面，森林步行体验感强。该游线通行难度适中，适合研学与轻户外运动人群。

山林远足游线西起风流窝入口，途经石吉山顶、龙角



图2 帽峰山森林步道主题游线

Fig.2 Themed trails on the Maofeng Mountain Forest Trail

表 1 帽峰山森林步道规划信息

Tab.1 Summary of planned routes for the Maofeng Mountain Forest Trail

主题 游线	起点	终点	长度 /km	主线长度 /km	支线长度 /km	支线条数 /条	游览时间 /h	海拔高差 /m	坡度 范围	现状路 面情况	路面材质	适宜人群	综合难 度分级
观山 揽水	九节茶 停车场	华坑村入 口	1.1	0.9	0.2	1	1	50.5	0°~25°	土路、石 板路	架空木栈道、 石板路、原木	家庭出游与 山水观光客	低
科普 探秘	自然科 普馆	蕨类植物 展示园	3.2	2.0	1.2	4	1.5	64.5	8°~45°	土路	风化岩砾石	研学与轻户 外运动人群	中
山林 远足	风流窝 入口	铜锣湾水 库	15.7	8.6	7.1	8	6~10	124.4	15°~60°	山脊土路、 石板路	风化岩砾石	森林徒步越 野活动人群	高

顶、梁洞岗、园洞，止于铜锣湾水库，主线长度为 8.6 km，设支线 8 条，长度为 7.1 km（图 5）。本段线路以山林远足为主题，以现有徒步爱好者步行线路为基础规划，最大程度减少对原生植被与地形地貌的改动。该线路海拔高差为 124.4 m，通行难度较高，适合对森林徒步活动有高层次需求的人群。

3 森林步道要素设计

森林步道由步道本体、森林景观和配套设施等要素构成。低干预的森林步道建设需要充分考虑山体的自然环境和生态特点，科学合理地进行构成要素的设计和施工，最大程度保护原生植被和生态环境。

3.1 步道本体

步道本体是森林步道设计的重要组成部分。帽峰山森林步道以低干预、生态工法为指引，采用亲自然、可循环的生态材料，保持森林环境的自然

纹理，有效促进森林生态环境可持续发展。项目以“无痕手作”形式打造步道，首先夯实步道基础，保持原始垫层的稳定性和透水性；面层则采用风化岩砾石、石板、原木、卵石等可赤足行走的铺装材料；材料色彩贴近森林环境，最大程度减少人工痕迹。

帽峰山森林步道在保证通行安全的基础上，适当保留线路坡度起伏，以延续自然原真性。在坡度大于 25°的区域设置台阶，采用条石板或原木架设；台阶踏面铺设碎石，避免径流对路面的冲刷，踢面则以木桩和竹竿加固。部分坡度大于 60°的路段，在支线设置简易的扶手绳索，以增强体验感。此外，步道上的生态边坡就地采用石块和树枝加固，回填泥土后种植原生蕨类植物，通过植物弱化森林步道建设痕迹，使步道更好地与环境融为一体。

3.2 森林景观

在营造自然森林步道景观的同时，

也应保护森林原生植物群落。项目对森林步道本体及周边区域的植物景观进行了适当清理与修整：首先清除步道沿线的灌木丛、树枝、荆棘、杂草等障碍物（图 6），保证步道的畅通；接着修整步道两侧植物，修剪乔灌木，使步道两侧水平距离 0.4~1 m 范围内乔灌木的第一个分枝点高度不低于 2.0 m，同时对步道两侧宽度不小于



图 3 观山揽水径建设现状
Fig.3 Construction status of the Mountain and Water View Trail



图 4 科普探秘径建设现状
Fig.4 Construction status of the Science Popularization and Exploration Trail

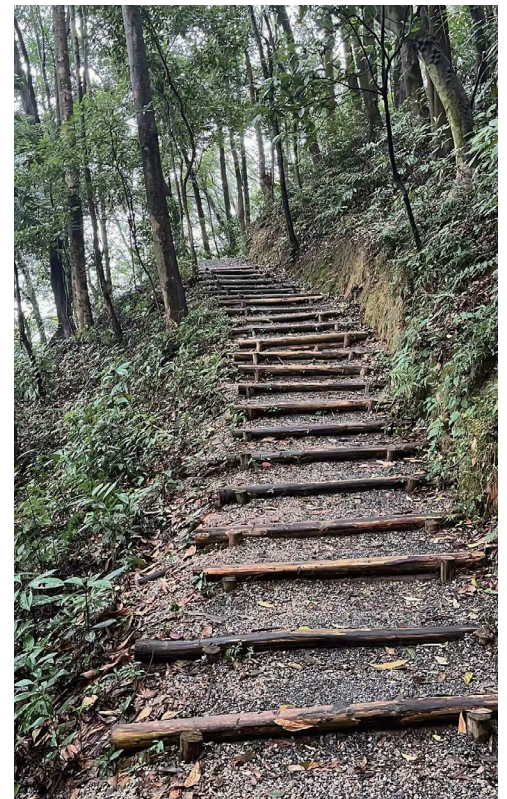


图 5 山林远足径建设现状
Fig.5 Construction status of the Mountain Hiking Trail

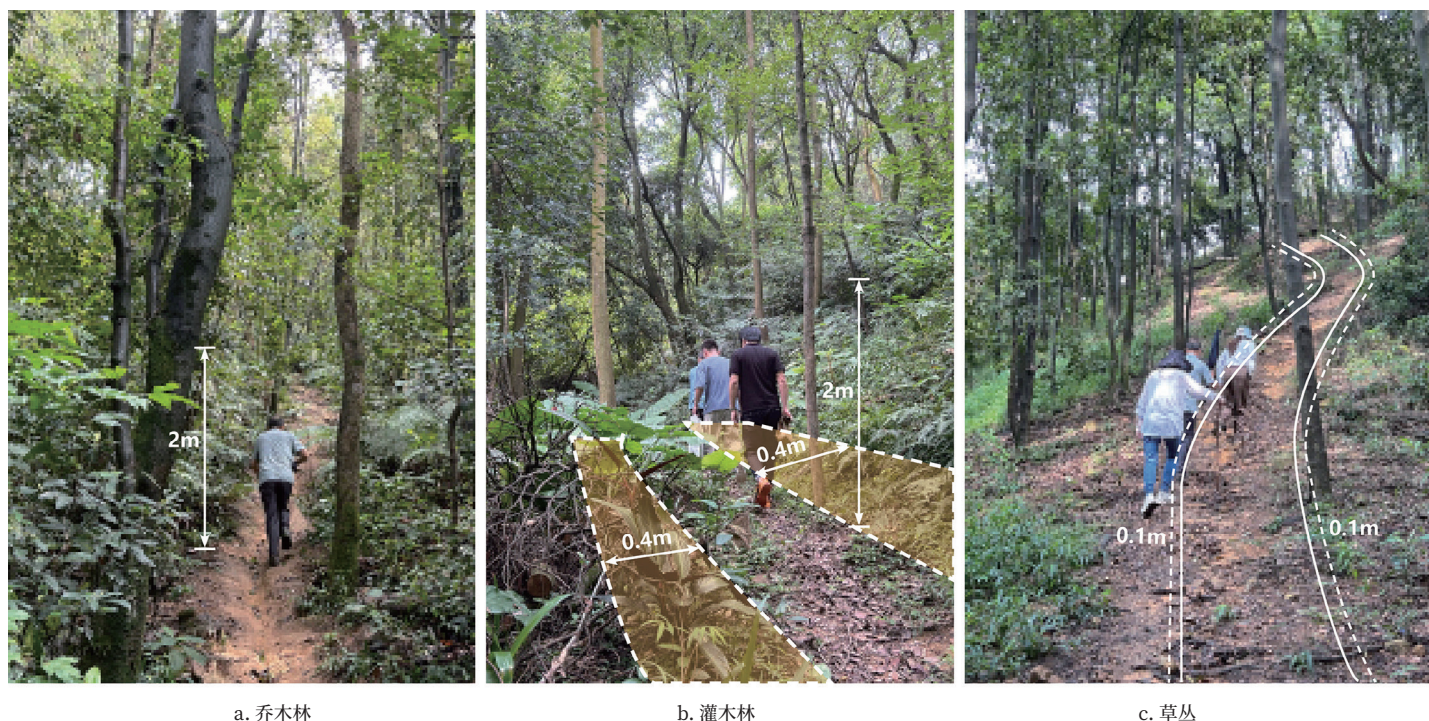


图6 森林步道沿线植物规整范围

Fig.6 Scope of plant regulation along the forest trail

0.1 m 范围内的草本植物进行修整,使林冠线规整有序。修整后,项目选用原生乡土植物适当补充种植下层地被,如翠云草 *Selaginella uncinata*、肾蕨 *Nephrolepis cordifolia*、山麦冬 *Liriope spicata* 等,促进稳定、自然的植物群落景观形成。此外,步道沿线种植的四季桂 *Osmanthus fragrans* ‘Semperflorens’、白兰 *Michelia × alba* 等香花植物丰富了嗅觉体验,也吸引了鸟类在周围栖息。

对于帽峰山森林中的珍稀植物群落,如金毛狗群落,森林步道选线时划定 7~10 m 的保护范围进行合理回避,最大程度减少游憩活动对其的影响。此外,可保留与利用特殊的自然现象,如“倒木”现象,结合科普设施向公众展现真实的森林生境:森林中的倒木为微生物提供了栖息地,微生物分解倒木产生的有机质使得幼苗从倒木上生长起来。

3.3 景观配套设施

3.3.1 服务类设施

为营造高品质的森林徒步体验,

充分考虑自然环境、游客需求以及生态可持续性等因素,帽峰山森林步道沿线布置了救援补给、休闲停留、科普教育、环境卫生等一系列服务类基础设施。救援补给设施主要布置在主线路出入口和下撤点位置,为游客提供饮水、食物补给、报警、医疗救援等服务。在落差较大或路况复杂的区段,还额外增设安全报警柱、救助箱等救援补给设施。

休闲停留设施、科普设施、环卫设施等采用与自然环境相似的色彩和纹理,选用木桩等具有森林元素的仿生境造型设计,使其与周围环境相互映衬。设施载体就地取材于森林中的树枝、山石、粗大树木等;部分无法使用天然材料的设施,则采用节能环保的材料,减少对环境的破坏。

3.3.2 标识系统

帽峰山森林步道沿线设置了方向指引、示距柱、警示牌等标识系统,对游客进行良性引导。标识系统采用自然、耐用的材料,如木桩、石块等,具备防水、防晒、耐蚀、坚固的特性,

可降低更换成本;其文字与图案以绿色、棕色等自然色系为基调,局部采用高反差色彩元素,以便游客识别。游憩活动在一定程度上会对原动物产生干扰,动物对道路也有回避行为^[26]。因此,项目根据原动物习性,在生物通道设置警示标识,以减少游憩活动对原动物的影响,保证野生动物能安全通过。

4 森林步道建设成果调查

参考前人研究^[28-30]中对森林步道满意度的评价指标,本研究建立了森林步道设计建设成果评价指标体系,该体系包括 5 个一级指标,18 个二级指标,以游客满意度评价反映帽峰山森林步道的建设成效。研究采用李克特五级量表法,邀请游客对每个指标的重要性和满意度进行评价。2026 年 1 月,研究团队在帽峰山森林公园开展“一对一”面谈调研,并结合线上问卷形式,随机发放问卷 180 份,收回有效问卷 160 份,问卷有效率为 88.9%。各指标得分情况如表 2 所示,其中短

缺度为重要性均值和满意度均值之差，短缺度越大说明该指标对应要素的供给与游客需求之间的差距越大。

受访游客对各指标的重视程度相仿，所有指标的重要性均值均处于较高水平，说明这些方面均是游客高度关注的核心体验。其中，一级指标通行便捷性的重要性均值最高，为4.711，表明受访游客对于步道的通行便捷性较为重视。在满意度方面，一级指标设施便捷性的均值最高，景观宜人性的均值次之，说明该步道在配套设施和景观体验上的建设成效明显，游客认可度较高。此外，短缺度总体较低，说明游客对于森林步道的需求基本得到满足。

在二级指标层面，出入口设置便捷性指标的表现最为突出，其满意度最高且短缺度最低。这说明帽峰山森林步道的主入口规划、交通接驳或人

流引导较为合理，为游客提供了极佳的“第一印象”和“最后印象”。嗅觉景观效果、林冠线的观赏效果、景观特征的地域性和选材质地舒适度的满意度较高且短缺度较低，说明项目较好保留或者营造了独特的地域风貌，注重五感体验，在环境治理和宏观视野上表现优异，为游客提供了舒适的游赏体验。此外，自然教育课程完善度与科普教育趣味性指标的良好表现，也反映出帽峰山森林步道的规划设计满足教育适宜性的要求。

5 结语

本研究以广州帽峰山森林公园森林步道项目为例，围绕生态优先理念，在总体设计上构建了“生态为基、自然为导、最小介入”的原则体系。帽峰山森林公园通过生态敏感性导向的智能选线、基于生态系统服务的分级

建设标准、生态过程主导空间组织，以及生态教育融合体验系统，规划形成20 km森林步道，并划分观山揽水、科普探秘、山林远足3条主题游线，适配不同人群需求。在要素设计层面，步道本体采用砾石、原木等亲自然材料与低干预施工方式，森林景观注重原生植被保护与珍稀植物群落避让，服务设施与标识系统以仿生设计融入自然，最终形成自然性与体验性共存的森林游憩空间，为国内森林步道建设提供了可推广的实践范式。帽峰山森林步道实现了森林游憩、自然教育与森林康养的深度耦合，打造了全龄友好的自然学堂康养步道。

本研究以广州帽峰山森林公园为单一案例，其亚热带常绿阔叶林生态系统与低山丘陵地形具有区域特殊性，研究结论在其他生态类型区域的适用性仍需进一步验证与调整。研究主要聚焦规划设计层面，对公众需求调研与参与机制设计不够深入，未充分考虑民间自发徒步线路（如“两步路”平台1500余条轨迹），可能导致部分设计与实际使用需求存在偏差。未来可从以下方面深化：一是扩大案例覆盖范围，针对不同气候带与生态系统类型的森林步道开展对比研究，提炼具有普适性的生态设计原则；二是建立长期生态监测网络，运用红外相机、土壤传感器等设备，跟踪植被群落、土壤理化性质与野生动物活动等指标，构建“设计-建设-运维-评估”的闭环体系；三是引入公众满意度评价与生态效益量化模型（如碳汇能力、负氧离子浓度变化），提升建设成果的科学性与实用性；四是加强与林业部门、社区及环保组织的合作，建立公众参与机制，将民间徒步线路智慧与社区生态保护经验纳入设计优化方案；五是将研究成果转化为地方或行业技术规范，通过学术交流与案例推广等方式，推动国内森林步道建设从资源消耗型向生态友好型转变，助力生态文明与“绿美广东”建设。

注：图片均为作者自摄自绘。

表2 调查问卷统计结果

Tab.2 Statistical results of the questionnaire

一级指标	二级指标	重要性均值	平均值	满意度均值	平均值	短缺度
生态舒适性	选材质地舒适度	4.622		4.125		0.497
	与环境的融合程度	4.667	4.667	4.000	4.063	0.667
	通行安全感	4.733		3.875		0.858
	景观特征的地域性	4.644		4.250		0.394
景观宜人性	视觉舒适度	4.622		4.000		0.622
	听觉景观效果	4.689	4.689	4.125	4.188	0.564
	林冠线的观赏效果	4.733		4.250		0.483
	嗅觉景观效果	4.711		4.375		0.336
教育适宜性	科普设施的完善度	4.667		4.000		0.667
	自然教育课程完善度	4.689	4.661	4.250	4.094	0.439
	科普教育趣味性	4.600		4.125		0.475
	科普教育易读性	4.689		4.000		0.689
通行便捷性	与地形的适应程度	4.711		4.125		0.586
	通行舒适感	4.711	4.711	4.000	4.083	0.711
	长距离通行轻松感	4.711		4.125		0.586
设施便捷性	出入口设置便捷性	4.689		4.375		0.314
	配套设施的完善度	4.711	4.696	4.000	4.208	0.711
	休憩设施的人性化	4.689		4.250		0.439

参考文献:

- [1] 贾真. 基于 CiteSpace 中美步道学术发展现状比较研究 [D]. 福建: 福建农林大学, 2020.
- [2] 殷利华, 万敏, 姚忠勇. 道路生态学研究及其对我国道路生态景观建设的思考 [J]. 中国园林, 2011, 27 (9): 56-59.
- [3] 国家林业和草原局, 民政部, 国家卫生健康委员会, 等. 关于促进森林康养产业发展的意见 [EB/OL]. (2019-03-06) [2025-09-28]. <https://www.forestry.gov.cn/c/www/gkzfwj/272396.jhtml>.
- [4] 李雨. 基于五感体验的临沂市武河国家湿地公园康养研究 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2023.
- [5] 温全平, 宋婉. 森林康养步道设计理论探讨 [J]. 工业设计, 2019 (11): 79-81.
- [6] YAMADA Y. Sound scape-based forest planning for recreational and therapeutic activities[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2006, 5 (3): 131-139.
- [7] 乔丽霞. 森林疗养基地规划建设研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2017.
- [8] 郝亮, 林涛, 何侃, 等. 森林康养步道五感体验需求与潜在游客体验意愿分析 [J]. 台湾农业探索, 2020 (1): 62-68.
- [9] 王月容, 舒健骅, 金莹杉, 等. 基于五感体验的北京西山国家森林公园康养步道景观质量 [J]. 科学技术与工程, 2024, 24 (31): 13295-13303.
- [10] 林昆仑, 雍怡. 自然教育的起源、概念与实践 [J]. 世界林业研究, 2022, 35 (2): 8-14.
- [11] UZUN FV, KELES O. The effects of nature education project on the environmental awareness and behavior[J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2012 (46): 2912-2916.
- [12] 梁桂东. 基于自然教育理念的森林公园改造设计途径与实践分析 [J]. 农村科学实验, 2024 (24): 129-131.
- [13] 彭蕾, 尹豪. 自然教育课程体系及场地设施需求 [J]. 中国城市林业, 2021, 19 (2): 110-114.
- [14] 钱佳怡, 晓华. 自然教育在现代园林设计中的体现研究: 以浙江长乐国家林木种质公园规划设计为例 [J]. 中国城市林业, 2018, 16 (2): 43-47.
- [15] 闫淑君, 曹辉. 城市公园的自然教育功能及其实现途径 [J]. 中国园林, 2018, 34 (5): 48-51.
- [16] 张秀丽, 杜健, 狄隽. 北京八达岭国家森林公园自然教育实践与发展对策探索 [J]. 国土绿化, 2019 (7): 55-57.
- [17] 于小航, 赵祎琳, 李小勇, 等. 美国森林康养实践及启示 [J]. 世界林业研究, 2024, 37 (1): 117-122.
- [18] 广州日报. 广州帽峰山晋级国家 3A 级旅游景区 [EB/OL]. (2023-04-25) [2025-09-28]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1764158121783749530>.
- [19] 吴永彬, 张伟良, 陈锡沐. 广州帽峰山森林公园植物区系研究 [J]. 华南农业大学学报, 2006, 27 (2): 83-87.
- [20] 张璐, 谢正生, 陈北光, 等. 广州帽峰山主要常绿阔叶林植物区系成分分析 [J]. 生态科学, 2002, 21 (4): 320-323.
- [21] 唐璇, 陈泽茹, 余文华, 等. 广州帽峰山森林公园鸟类物种多样性调查 [J]. 广州大学学报 (自然科学版), 2018, 17 (4): 52-57.
- [22] 张明珠, 朱嵩, 曾慧, 等. 帽峰山地区地下水化学时空分布特征分析与污染评价 [J]. 环境工程, 2018, 36 (10): 135-139.
- [23] 朱舒欣, 何茜, 苏艳, 等. 不同地理空间城市森林空气负离子浓度及其影响因素研究 [J]. 北京林业大学学报, 2023, 45 (11): 66-77.
- [24] 张帅, 胡海波. 不同环境中植物与空气负离子关系研究 [J]. 中国城市林业, 2010, 8 (4): 48-50.
- [25] 方大风, 张昌贵, 雷和涛. 太白山国家森林公园游道对太白红杉林植物多样性的影响 [J]. 陕西农业科学, 2013, 59 (5): 169-173.
- [26] 龚明昊, 侯盟, 简琛, 等. 基于野外痕迹点和 GIS 技术定量评估步道对大熊猫活动的影响 [J]. 生物多样性, 2012, 20 (4): 420-426.
- [27] 广州市人民政府. 广州市人民政府关于印发广州市生态环境分区管控方案 (2024 年修订) 的通知 (穗府规〔2024〕4 号) [EB/OL]. (2024-11-08) [2025-09-28]. https://www.gz.gov.cn/gfxwj/szfgfxwj/gzsrnzf/content/mpost_9985232.html.
- [28] 汤文奇. 基于消费者感知的森林步道满意度评价体系研究——以江苏省南京市栖霞山森林步道为例 [J]. 西部旅游, 2023 (13): 36-38.
- [29] 张良以. 城市山林步道综合评价体系研究及应用——以厦门市山海健康步道为例 [J]. 福建建筑, 2021 (2): 62-65.
- [30] 吴元晶, 费馨慧, 郑涵青, 等. 冠顶式步道环境感知评价体系构建 [J]. 中国城市林业, 2022, 20 (6): 139-145.

作者简介:

廖信春/1976 年生/男/江西赣州人/本科/广东生态工程职业学院风景园林学院 (广州 510000)/教授级高级工程师/研究方向为风景园林规划与设计、风景园林工程与技术

蔡宇杰/1991 年生/男/广东广州人/硕士/广州市城建规划设计院有限公司 (广州 510000)/工程师/专业方向为风景园林设计

陈晓玲/1984 年生/女/广东普宁人/硕士/广州市城建规划设计院有限公司 (广州 510000)/正高级工程师/专业方向为风景园林规划与设计

林权/2002 年生/男/广东河源人/大专/广东生态工程职业学院风景园林学院 (广州 510000)/专业方向为风景园林工程与技术

杨燕华 (* 通信作者)/1987 年生/女/福建莆田人/硕士/广东生态工程职业学院风景园林学院 (广州 510000)/讲师/研究方向为风景园林规划与设计、风景园林工程与技术/E-mail: 351791566@qq.com