

杭州中心城区非机动车过江交通优化研究

高 奖, 徐聪聪

(浙江数智交院科技股份有限公司, 浙江 杭州 310030)

摘 要: 随着城市拥江发展战略的深入实施和居民电动自行车保有量的增长, 杭州中心城区居民跨越钱塘江的非机动车出行需求不断增长。分析了杭州中心城区非机动车过江交通设施现状及存在的问题, 结合城市非机动车过江交通发展的新趋势, 提出了扩建非机动过江通道、丰富非机动车过江方式和优化两岸衔接模式的优化策略, 并提出了三种非机动车上下桥的衔接模式, 为杭州及其它拥江发展城市改善非机动车过江交通、完善非机动车道网络提供参考借鉴。

关键词: 非机动车; 过江交通; 优化策略; 过江模式

中图分类号: U491.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)07-0184-04

Research on Optimization of Non-motorized Vehicle Traffic Crossing River in Central Urban Area of Hangzhou

GAO Jiang, XU Congcong

(Zhejiang Institute of Communications Co., Ltd., Hangzhou 310030, China)

Abstract: With the in-depth implementation of the urban development strategy along the river and the increase in the number of resident-owned electric bicycles, the demand for non-motorized vehicle travel across the Qiantang River among residents in the central urban area of Hangzhou is constantly increasing. The current situation and existing problems of non-motorized vehicle traffic facilities crossing the river in the central urban area of Hangzhou are analyzed. Combined with the new development trends of urban non-motorized vehicle traffic crossing the river, the optimization strategies including expanding non-motorized river-crossing channels, enriching non-motorized river-crossing modes and optimizing the connection modes of two river banks are proposed, and three connection modes for non-motorized vehicles to get on and off the bridges are put forward, which provides reference for Hangzhou and other cities developing along the river to improve the traffic of non-motorized vehicles crossing the river and perfect the network of non-motorized vehicle lanes.

Keywords: non-motorized vehicles; river-crossing traffic; optimization strategy; cross-river mode

0 引 言

在城市经济实力增强与工程技术进步的双重驱动下, 20世纪90年代以来, 武汉、南京、济南、杭州等城市相继建成一批跨江、跨河特大桥梁(总长超过1 000 m), 显著提升了两岸机动车通行效率。然而, 受限于步行及非机动车出行距离短、过江意愿弱的传统认知, 许多桥梁建设以机动车通行效率为核心, 忽视了对非机动车过江需求的系统性考量^[1-3], 导致非机动车交通网络跨江“断链”, 而在不能提供便利过江通道的情况下, 非机动车往往违章利用机动车道行驶, 存在较大安全隐患^[4]。

随着电动自行车保有量的增长, 居民采用电动自行车从特大桥梁骑行过江的现实需求显著增强。本文以杭州钱塘江中心城区段为例, 系统梳理非机动车过江需求特征与设施短板, 分析非机动车过江交通发展趋势, 提出非机动车过江交通组织优化策略。

1 通道分布

本文研究的杭州中心城区(特指杭州绕城公路围合范围)钱塘江长约40 km, 江面宽1.5~2.0 km, 现状过江通道总计18处, 即城市轨道交通通道6处(隧道型式)、高速公路过江通道2处(桥梁型式)、铁路轨道与城市道路复合通道3处(桥梁型式)、城市快速路通道4处(桥梁型式)、城市主干路通道3处(隧道型式)。上述12处机动车过江通道中, 6处过江桥梁配置了非机动车道, 如图1所示, 主要分布在杭州

收稿日期: 2025-12-22

作者简介: 高奖(1980—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事城市交通规划与管理工作。

西湖区、上城区与萧山区、滨江区之间,即分布在上游之江大桥至下游九堡大桥之间,非机动车过江通道平均间距约 4.6 km。



图 1 杭州中心城区过江通道分布图

1.1 基本情况

现状配置了非机动车通道的桥梁为之江大桥、钱塘江大桥、复兴大桥、西兴大桥、新彭埠大桥和九堡大桥。其中,之江大桥原为高速公路桥,后期作为城市快速路功能使用,桥梁设置了 3 m(单向宽度,下同)的慢行道;钱塘江大桥为公铁两用双层桥,非机动车在上层桥借用 1.5 m 宽的人行道骑行;复兴大桥为双层桥梁,非机动车在下层桥借用 2.5 m 的人行道骑行;西兴大桥为公路桥,后期作为城市快速路功能使用,非机动车借用 1.5 m 的人行观光道骑行;九堡大桥为城市快速路桥梁,非机动车使用 3.0 m 宽慢行道骑行过江;最新建成的新彭埠大桥为双层桥梁,下层桥开辟了总宽 5.5 m 的慢行空间,其中非机动车专用道宽 4.0 m。

据统计,现状杭州市区居民日过江客流约 205 万人次,其中过江非机动车交通量约 6.3 万人次,占比约 3.1%。从出行空间分布来看,过江非机动车出行起讫点主要分布在距离钱塘江 6.0 km 范围内,如图 2 所示,其平均出行距离约 8.4 km,远高于市区居民的非机动车出行平均距离(杭州市区自行车出行平均距离约 2.2 km、电动自行车出行平均距离约 3.0 km)。

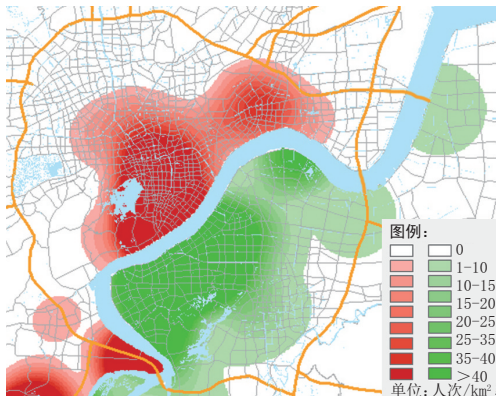


图 2 杭州中心城区跨江往来非机动车分布密度图

从车流量看,西兴大桥高峰时段过江非机动车交通量最大,约 4 000 bic/h,其次是复兴大桥约 2 000 bic/h、钱塘江大桥约 1 100 bic/h,而九堡大桥、之江大桥和新彭埠大桥的交通量较少,在 1 000 bic/h 左右。西兴大桥处于饱和和运行状态,而复兴大桥、钱塘江大桥受借用人行道非混行及人行道瓷砖铺装对通行能力的影响,也趋于饱和状态运行;相对而言,九堡大桥、之江大桥和新彭埠大桥的非机动车交通量较低,慢行道较宽、通行能力较高,非机动车交通压力不大。需要说明的是,过江非机动车交通中的电动自行车占比越来越高,已从 2010 年的 63.4% 提高至目前的 92.9%。

1.2 存在问题

(1)非机动车过江绕行距离大。现状杭州中心城区过江道路平均间距约 4 km(彭埠大桥、新彭埠大桥按同属一处核算),而孔令斌等^[5]对 50 余个城市、80 余条河流的现状与规划桥隧间距统计表明,宽度大于 500 m 的河道现状桥隧间距为 2.5 ~ 8 km,规划桥隧间距为 2.5 ~ 6 km,相比之下,杭州中心城区过江桥隧分布并不算密集。非机动车过江交通系统依附于过江桥梁,因此非机动车过江通道数量不多,必然导致非机动车过江存在较大的绕行,彭然等^[6]的研究印证了上述判断,即杭州的非机动车过江绕行指数要高于长江沿岸的武汉。

(2)非机动车道通行能力不足。出于造价控制要求以及对非机动车过江需求预测的不足,除了 2022 年新建成新彭埠大桥外,其余 5 座过江桥梁均未考虑非机动车专用道,而采用人非混行,且慢行道宽度均不超过 3 m。尽管钱塘江的江面较宽、桥梁跨度大,但钱塘江大潮会吸引大量市民、游客上桥观潮,因此人非混行的慢行道不仅通行能力低,还会带来一定的安全隐患。

(3)非机动车上下桥不够便捷。根据相关规范^[7-8],如表 1 所示,非机动车道纵坡宜小于 2.5%,当大于或等于 2.5% 时,纵坡最大坡长应满足表 1 中规定。考虑到钱塘江作为内河Ⅲ航道的通航要求(通航净空 10 m),接线纵坡按 3%、3.5% 展线则非机动车道长度达 330、280 m,远超出表 1 中非机动车道最大坡长,因此过江桥梁两端骑行设置条件非常困难。

目前钱塘江大桥、复兴大桥和新彭埠大桥可直接骑行上桥(坡度均在 4% 左右,自行车骑行上桥难度较大,但电动自行车可骑行上桥),九堡大桥原采用升降电梯搭载行人、非机动车上桥,效率过低,于

表 1 非机动车道最大坡长

纵坡/%	最大坡长/m	
	自行车	三轮车
3.5	150	—
3.0	200	100
2.5	300	150

2023 年增设了螺旋式坡道桥(坡度 3%)方便骑行上桥;西兴大桥原采用楼梯坡道、非机动车推行上桥,于 2016 年在原人行楼梯外侧设置“之”字形非机动车缓坡坡道供非机动车骑行上桥(宽 2.5 m、坡度为 6%~7%);之江大桥设置了升降电梯和上下楼梯,非机动车推行上桥。

(4)非机动车过江方式单一。虽已建成下穿钱塘江的庆春隧道、博奥隧道、望江隧道,但考虑到隧道较长(均超过 1 km)以及隧道内汽车尾气污染、消防应急疏散较难等因素,上述隧道均未配置非机动车过江功能。此外,2007 年五堡渡口轮船停运后,杭州中心城区仅剩袁浦一闻堰的轮渡,每天往返 32 趟,但该轮渡位置较偏,且速度慢、收费不低(电动自行车 4 元/辆、自行车 2 元/辆),无法有效满足非机动车的过江通勤交通需求。

2 非机动车过江发展趋势

2.1 过江需求仍将增长

随着城市拥江发展战略的深入实施,两岸人员交往将更为频密,根据《杭州市综合交通专项规划(2021—2035 年)》预测中心城区日过江需求将增长至 320 万人次以上。此外,当前杭州主城上城、拱墅、西湖、滨江四区电动自行车保有量总计已超过 420 万辆(人均接近 1 辆),其中 2020—2024 年间保有量增幅更是达到 46.4%,随着未来中心城区人口规模的增长,电动自行车保有量还会增长,而 2025 年底电动自行车新国标全面落地实施后,新一代电动自行车电池容量和续航能力将进一步提升。在上述背景下,未来杭州中心城区的电动自行车的过江交通需求增长,即使考虑到过江城市轨道交通、机动车过江隧道的增加、过江交通中的非机动车占比降低至 2.5%,非机动车日过江交通需求也将增长至 8 万人次,其中绝大部分为电动自行车过江。

2.2 过江方式更加多元

从国内外大城市发展趋势看,非机动车由于健康、环保的特点正在回归市民的出行,而跨越城市江河的非机动车交通也开始逐步引起各地重视。

纽约布鲁克林大桥、皇后区大桥先后开辟了非机动车专用道;武汉长江大桥在保留双向 4 车道的基础上,通过合理调整机动车道宽度,开辟出 2 m 宽非机动车道;广州珠江大桥西桥拆除原钢结构火车路轨,改为沥青铺设的双向非机动车;上海黄浦江公铁大桥将下层废弃铁路改造为非机动车及行人专用通道;南京、武汉在长江主城区段则运营可载运行人、非机动车过江的轮渡。借鉴上述城市的经验,未来钱塘江的杭州中心城区段可探索发展更为多元的非机动车过江方式,作为非机动车通过桥梁过江的补充。

3 非机动车过江交通优化策略

3.1 扩建非机动车通道

根据《杭州市综合交通专项规划(2021—2035 年)》,中心城区未来将增加 5 处城市道路过江通道,即九堡大桥上下游增加新城路、同协路过江通道,在之江大桥与绕城高速公路袁浦大桥之间增加梧桐路、军师路、亚太路过江通道。新增过江通道基本位于中心城区的边缘地带,通道平均间距将从现状的 4 km 缩小至 2.7 km。上述道路过江通道或与城市轨道交通过江线路合建,或位于潮涌景观地带,采用桥梁方式建设的可行性较低,为此,重点考虑既有桥梁改建时配置非机动车道:一是结合西兴大桥、绕城高速公路(涉及袁浦大桥、下沙大桥)改扩建,增设非机动车专用道,如图 2 所示,现状绕城高速公路过江桥梁两岸非机动车跨江需求较大,建议按不低于 3 m 宽配置,且尽量避免人非共板,即人行道、非机动车道单独设置;二是加快推进铁路望江门隧道建设,将钱塘江大桥的铁路过江功能转移至望江门隧道,而钱塘江大桥可借鉴上海黄浦江公铁大桥^[9]等模式,在保护文物的前提下,拓宽非机动车骑行空间;三是西兴大桥改建完成后,恢复复兴大桥下层桥的非机动车专用道,实现行人、非机动车道各行其道,提高非机动车通行能力。

3.2 探索多元过江方式

一是在下沙大桥—九堡大桥之间、彭埠大桥—西兴大桥之间、西兴大桥—复兴大桥之间探索恢复轮渡,服务游客体验轮船观赏钱塘江美景的同时,兼顾服务非机动车的过江交通需求;二是借鉴上海黄浦江复兴东路隧道启用电动自行车夜间越江功能的经验,探索庆春隧道、博鰲隧道夜间开放电动自行车过江功能,两隧道间距不到 1 km,可选取其中 1 条隧

道在夜间临时将整体或半幅机动车道改为电动自行车过江专用道,既不会对两岸机动车过江造成较大压力或绕行,也方便市民、快递员等群体的过江;三是探索开放纯人力驱动两轮自行车在非高峰时段上地铁,通过开放指定车厢、指定站点、人车同行等措施,减少对其他地铁乘客的干扰、降低运营风险。

3.3 优化两岸交通衔接

目前之江大桥仍未能骑行上下桥,建议今后实施上下桥骑行道改造或新改建桥梁时,按不超过3%的坡度进行控制。在实施条件确为局促的情况下,考虑到绝大多数过江非机动车为电动自行车的实际情况,参考相关研究^[10-12],可适当加大骑行道的坡度至4%,或采用主梁悬挑即非机动车道悬挂在机动车桥梁结构下方,以降低非机动车的爬坡高度^[13-15]。

对于非机动车上下桥,提出三种非机动车道展线骑行衔接模式。一是长引桥坡道,即非机动车道沿桥梁机动车道降坡落地后,与地面道路非机动车道接顺,如图3所示;二是螺旋式坡道,即在江边防护绿地内设置多层螺旋坡道,如图4所示;三是折返式坡道,即设置垂直于桥梁的折返坡道,如图5所示。其中长引桥坡道模式的上下桥非机动车可在交叉口实现转向,而螺旋式坡道、折返式坡道模式,可在桥底设非机动车过街通道和过街信号灯,使上下桥的非机动车汇集于一处,既避免非机动车远距离绕行或直接过街与机动车冲突,也避免上下桥的非机动车在沿江道路的非机动车道逆行。

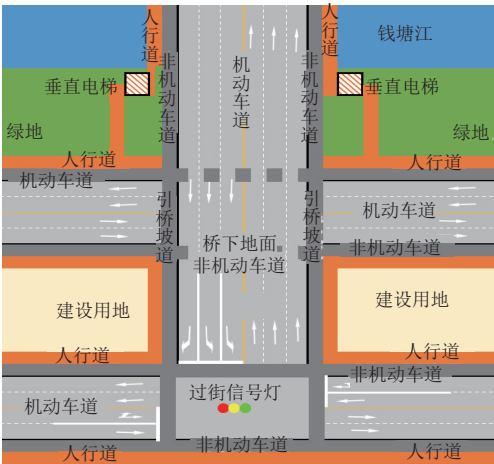


图3 跨江桥梁非机动车道长引桥坡道示意图

上述三种非机动车道展线骑行衔接模式各有优缺点,以10 m净空、4%坡度、净宽4 m的非机动车道坡道(含结构5 m)为例,其立面如图6所示,通行能力、占地面积等对比如表2所示。

可见,长引桥模式通行能力最大、占地最集约,

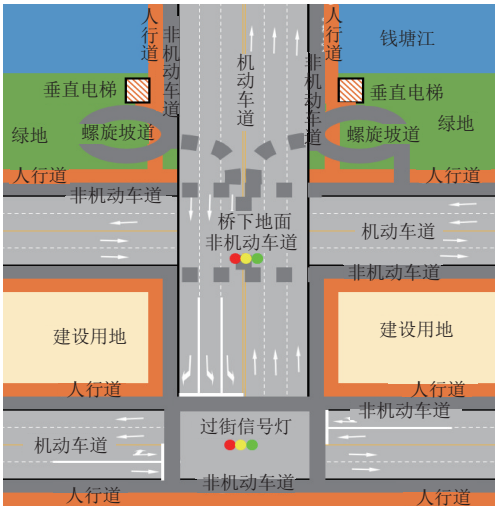


图4 跨江桥梁非机动车道螺旋式坡道示意图

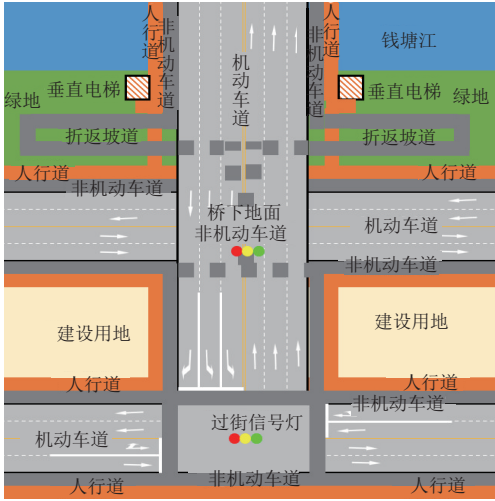


图5 跨江桥梁非机动车道折返式坡道示意图

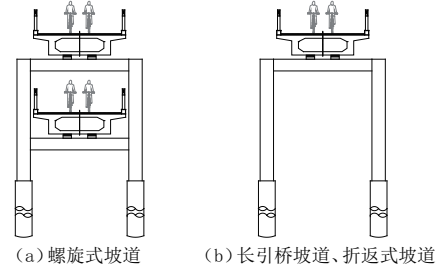


图6 跨江桥梁非机动车道骑行坡道立面示意图

表2 骑行坡道指标对比

纵坡/%	长引桥	螺旋式	折返式
通行能力/(bic·h ⁻¹)	6 000	4 550	4 500
占地面积/m ²	1 250	1 358	1 375

注:螺旋式坡道按长轴(51.6 m)为短轴(25.8 m)的2倍、双层坡道考虑;长引桥坡道的非机动车单车道通行能力1 500 bic/h,螺旋式、折返式坡道的通行能力参考徐雅洁^[16]等人研究成果,按曲率最大处取值。

但对衔接道路要求较高,适合两岸衔接道路较宽、相邻交叉口间距较大的情形,而螺旋式坡道、折返式坡道的通行能力差异不大,螺旋式坡道所围合面积难以利用,实际用地面积与折返式坡道差距不大,适合

(下转第202页)