

绿色交通理念下的厦门自行车专用高架桥 建设方案研究

刘学森

(中交三航(厦门)工程有限公司, 福建 厦门 361003)

摘要:结合我国首条空中自行车快速道,综述了国内外城市绿色交通和自行车交通的发展现状及趋势,以出行需求和自行车系统分布为依据,分析厦门市建设自行车快速道项目的必要性,基于城市发展现状和存在问题研究该项目的选址、建设形式、路网关系和设置方案,并对该项目的功能定位进行分析,评价该项目的建设意义。研究表明,厦门市自行车快速道可利用既有 BRT 桥下空间建设拥有独立路权的自行车高架桥,以节约土地资源,提供一种与 BRT、地面公交相并行的通勤方式,缓解 BRT 车辆及地面公交车运力不足的现象,对于地面自行车交通而言,它是一种新的观念突破,为后续厦门市或其他城市的自行车高(快)速路骨干网成型起指导作用。

关键词:绿色交通;自行车出行;高架桥;建设方案;建设意义

中图分类号: U 448.15

文献标志码: B

文章编号: 1009-7767(2019)06-0088-08

Study on the Construction Scheme of Xiamen Bicycle Bridge under the Concept of Green Transportation

Liu Xuesen

随着城市化进程的加快,城市交通拥堵、空气污染等问题日趋严重,绿色交通正是在这种背景下提出的解决当今城市交通问题的一种有效手段,以与城市环境相协调^[1-2]。绿色交通是一种与环境、未来、社会、资源和谐的可持续的城市交通系统^[3],其核心是倡导步行、自行车等慢行交通及优先发展公共交通^[4]。2016 年发布的《中共中央、国务院关于加强城市规划建设管理工作的若干意见》^[5]明确提出加强自行车道和步行道的系统建设,倡导绿色出行。其中“自行车交通”对于城市中短距离出行具有难以替代的优势。欧美发达国家经过数十年的努力,自行车道系统的建设日趋完善,自行车出行比例也逐年提高。然而我国各城市由于行人和机动车对自行车出行的干扰较大,出行安全和速度都受到了很大影响。因此建立拥有独立“路权”的自行车专用道,能够最大限度地避免机动车和行人的干扰,提供“快速、安全、舒适”的骑行环境。

笔者简要介绍了国内外绿色交通和自行车交通的发展概况及趋势,并以我国第一条自行车专用高架桥工程为背景,分析厦门市自行车出行需求及系统分布,从建设形式、选址、桥梁方案等方面研究、分析、论证

厦门市自行车快速道的建设方案。

1 国内外城市绿色交通发展

1.1 国内外城市绿色交通概况及规划

1) 国外城市绿色交通概况及规划

西方发达国家“绿色交通”的具体实践主要表现在实施“公交优先”战略、土地使用与交通联合规划、交通环保等方面。近年来,欧盟为推动绿色交通发展,制订了 2030 年“零排放城市物流”战略,推进城市交通一体化发展,开发欧盟城市道路收费框架,实现低碳出行^[6]。

2) 我国城市绿色交通概况及规划

“十二五”期间,我国绿色交通基础设施体系不断完善,先后组织实施了 4 个绿色交通省、27 个绿色交通城市、20 条绿色公路、11 个绿色港口试点建设、23 个公路港口生态修复试点等相关项目,形成了绿色交通成套技术和管理模式;加强绿色交通科技创新,重点研究了废旧路面材料、建筑垃圾等资源循环利用技术,路面材料循环利用率达到 40%;加快智能化信息技术的应用,提升交通运输运行效率和节能减排效能;初步建立制度、政策体系和一系列指导性文件以完善绿色

交通能力体系;强化管理能力建设,发布了 20 余项绿色交通标准和规范^[7]。

《国务院关于城市优先发展公共交通的指导意见》^[8]明确提出,完善公交基础设施服务网络,推动自行车道建设,力争到 2020 年,全国城市公共交通优先车道总里程达到 15 000 km,营造“低碳交通、绿色出行”的城市公共交通文化。为加快实现可持续发展,发展“绿色交通”已刻不容缓。

1.2 绿色交通出行方式

从交通方式来看,绿色交通体系包括步行交通、自行车交通、常规公共交通和轨道交通。1994 年,Bradshaw^[9]据不可再生能源消耗确定优先级,将绿色交通工具依次分为步行、自行车、公共运输工具、共乘车,见图 1。其中,自行车的出行方式既能最大化利用公共道路的通过率,又能减少车辆尾气排放和能源消耗,缓解机动车道拥堵情况,同时还可起到健身作用,是一种绿色环保、健康经济、节能减排的绿色出行方式。

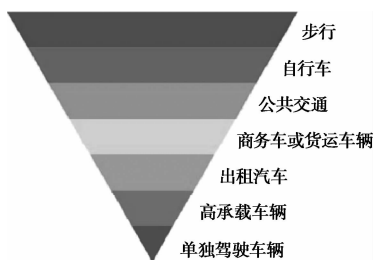


图 1 绿色交通出行方式的等级排序

2 国内外城市自行车交通发展

2.1 国外城市自行车交通概况

西方各国家为鼓励自行车使用,通过制定许多的规划、指南手册、设计标准和加大投资建设,来帮助各城市发展自行车交通^[9-12]。

1)荷兰。荷兰大约 27%的居民出行率都是通过自行车完成(在美国和英国其比例仅为 1%)^[13]。首都阿姆斯特丹市政厅在 20 世纪 70 年代就制定了自行车系统建设政策,该城市人均自行车占有量近 1 辆。阿姆斯特丹自行车路网发达,拥有超过 800 km 的自行车专用道,日均总骑行里程 200 万 km。2014 年 11 月,在阿姆斯特丹北部郊区克罗曼尼,面向民众开放了世界首条“太阳能自行车道”,路长约 70 m。

阿姆斯特丹政府将于 2020 年再投资 12 亿欧元,用于新增停车设施、繁忙路段自行车道改造和新建自

行车道连接线的建设。

2)丹麦。丹麦是世界公认的自行车王国,首都哥本哈根市自称欧洲环境之都和全球环境领导者城市^[14]。哥本哈根人均拥有量超过 1 辆,日均总骑行里程 134 万 km,出行比例约占 45%。哥本哈根于 2014 年 6 月开通“自行车蛇形桥”,该桥状如蛇一样弯曲穿越海港,连接 Vesterbro 区和 Brygge 群岛及购物中心,日交通量超过 1.15 万辆/d。

3)德国。德国自行车总数约为德国轿车的 1.6 倍以上,自行车交通出行率稳定在 9%~10%。目前德国已规划建设自行车高速路长 100 km,连接德国西部 10 座城市,服务 200 多万人口,其路线沿着废弃的铁轨,时速可达 50 km/h。

在德国弗莱堡市,2.2 万市区居民中大约有 1/3 的居民选择骑车出行,自行车通行道路总长度 410 km。

在欧洲最大的金融中心德国法兰克福市,城市中心区不仅形成了穿越性自行车道路网络,还有许多进入城市的长途自行车路线也被纳入城镇综合交通网络体系,并设有“自行车专用道”,拥有优先权。在不影响骑自行车者通行的前提下,允许机动车低速通行,最高时速 30 km/h。

2.2 国内城市自行车交通发展与规划

1)天津。天津滨海新区为提供郊区居民的自行车入城通道,服务中长距离(15 km 之内)的骑行入城,提出修建自行车高速路的思路,规划 9 条自行车入城高速路,总长 90 km,目前尚未进入实施阶段^[15]。

2)杭州。杭州规划建成了世界上运营规模最大的公共自行车系统^[16]。该系统自 2008 年初开始建设,于 2008 年 5 月 1 日投入试运行。2016 年 7 月,滨江闻涛路“最美跑道”11 km 贯通,骑行段 6.4 km,沿线修建大草坪和绿地公园;桐庐绿道 3 号线全长 18 km 左右。

3)深圳。深圳市 2014 年底颁布《福田中心区及周边片区慢行系统规划》,拟以福田中心区作为试点,展开慢行系统规划。福田中心区未来自行车主要出行通道(设有独立自行车道)包括对外出行通道及内部出行通道 2 个部分。计划从梅林至福田中心区修建 2 条自行车高架专用车道。其中,对外自行车通道主要包括 4 条通道,总长度约 18 km;内部自行车通道主要包括 5 条道路,总长度约 7.5 km,目前尚未进入实施阶段^[17]。

4)北京。截至 2016 年,北京已建成 700 km 的自行车专用道,2019 年将完成 300 km 的自行车道的治理工作,计划到 2020 年,五环内建成 3 200 km 连续成网的

彩色自行车专用道路^[18]。

此外,北京市首条自行车专用路(回龙观—上地软件园)于2018年9月开工建设,2019年5月底竣工并开通试运行,2019年7月15日正式全线开通。该条专用道全长约6.5 km,设计速度20 km/h,路面净宽6 m,成功串起回龙观、上地、中关村等区域,未来或将继续实施二期、三期延伸建设项目。

3 厦门市自行车出行需求及系统分布

3.1 厦门市自行车出行需求分析

为掌握厦门市自行车出行的需求特点,需对厦门市的自行车交通进行调查和分析,了解厦门市交通流的特性和构成,掌握各个道路交通流量、流向及车辆构成等基础资料。

1)出行总量。随着社会经济的发展,城市化水平以及人们生活水平的提高,居民的弹性出行总量及占整个出行的比重都保持着持续增长,从而导致居民人均出行次数的增加;与此同时,城市人口规模和用地规模的扩张对居民的出行次数有着一定的制约作用,出行者的出行比例也将有所下降。

根据《2015年厦门市居民出行调查》,厦门市岛内居民全日出行次数为2.6次/(人·d),出行次数总量约为520万次/(人·d)。

2)出行比例。厦门岛交通出行方式比例划分图见图2。

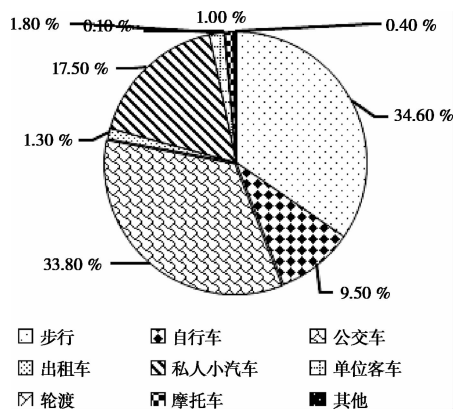


图2 厦门岛交通出行方式比例划分图(2015年调查数据)

由图2可知,厦门岛自行车出行比例仅占9.5%,比例较低,但随着岛内地铁的陆续建成,公共自行车系统的不断完善,自行车的出行比例将会提高。

3)出行分布。厦门岛自行车出行分布以居住与就业分布为基础,结合城市POI密度,厦门岛主要出行

产生与吸引点分布图见图3。



图3 厦门岛主要出行产生与吸引点分布图

4)出行模拟。以厦门岛现状路网为基础,结合自行车出行分布,对自行车出行进行道路流量分配模拟,计算厦门岛自行车高峰小时出行量。模拟预测前提包括:①地面公共自行车系统已趋于完善;②自行车专用路建设完成投入使用;③基于自行车的道路交通管理基本到位;④岛内电动自行车禁行。厦门岛自行车高峰小时出行分配图见图4。

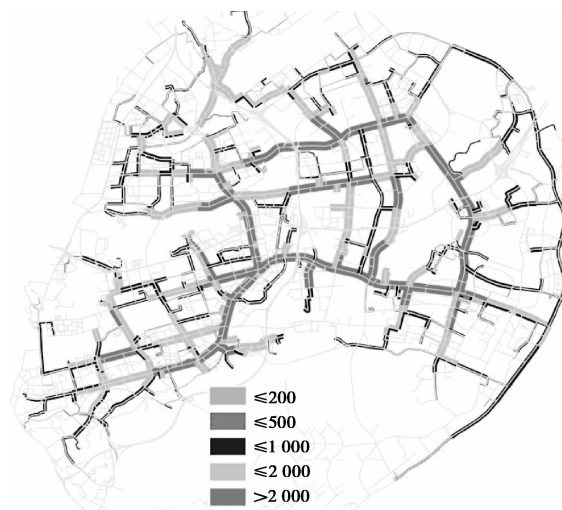


图4 厦门岛自行车高峰小时出行分配图

3.2 厦门市自行车系统工程分布

目前厦门市岛内基本建成的地面自行车道路线路

总长 136.2 km,共投用 7 000 多辆公共自行车,与之形成配套 355 个站点,自行车系统工程涵盖 5 个片区(见图 5),已初具规模。



图 5 厦门岛内自行车系统工程分布图

3.3 设置自行车专用路权的必要性

现行厦门自行车道系统虽已初具规模,但主要以道路两侧的路侧带空间为主。相当多的自行车路段没有连续,与行人交织混行大,经常被机动车违规停放,导致自行车骑行受干扰严重且行车不安全,还存在交叉口等候信号灯时间较长等一系列问题,自行车路权无法保障。因此,厦门市决定规划建设拥有独立路权且能够快速骑行的自行车骨架道路,与一般自行车道形成网络,降低自行车出行总耗时,减少安全隐患,提升自行车道在城市道路中的地位。

4 厦门市自行车快速道建设方案

4.1 自行车快速道的选址

为确定自行车快速道的选址,厦门市政府通过对各相关规划以及岛内公共自行车出行热力分布图(见图 6)进行解读。

从图 6 可以看出,岛内公共自行车的出行主要集中在“筭筭湖片区”及“湖边水库片区”。由于厦门地铁施工,“筭筭湖片区”交通情况较为复杂,实施条件较差,且该片区为较成熟的生态公园,实施建设对生态环境影响较大,而“湖边水库片区”路幅较宽,两侧用地充裕。因此选择“湖边水库片区”作为自行车快速道的建设位置。

4.2 自行车快速道的建设形式

“湖边水库片区”已建设了一条 BRT 高架桥,桥下



图 6 厦门岛公共自行车出行热力分布图(红色线路为自行车快速道)

可利用空间富余,积极利用高架下的剩余空间一方面可以美化丰富城市空间,另一方面也能为市民活动空间开发一种舒适宜人的独特区域,从而对城市公共空间的发展起到积极的作用。

基于此,结合厦门市空间资源已非常有限的现状,选择在“湖边水库片区”既有 BRT 高架桥下设置独立的自行车高架桥已是必然的优选方案,如此不仅能够节约土地资源,提供一种与 BRT、地面公交相并行的通勤方式,也缓解了 BRT 车辆及地面公交车运力不足的现象。

就此,全国首个空中自行车专用高架桥项目——厦门云顶路自行车快速道项目建设方案形成。

4.3 自行车交通网络的构建

自行车交通网络的构建主要通过独立的自行车高架系统与现状地面自行车系统相结合,自行车快速道的路网关系图见图 7。

从图 7 可以看出,厦门云顶路自行车快速道项目线路起点位于 BRT 某站点,沿“莲前东路”BRT 向西至“云顶中路”交叉口右转,并沿 BRT 一直向北,终于 BRT 某站点;成功将“莲前西路”、“吕岭路”、“仙岳路”、“枋湖路”和“枋湖北二路”串联起来,提高了该片区的交通能力。

4.4 自行车高架桥设置方案

4.4.1 桥梁结构选型

厦门云顶路自行车快速道项目线位基本沿着 BRT 高架桥布置,考虑现状道路交通车流量巨大,为尽量减少对现状交通流的影响,选用的桥梁结构必须具有易安装的特点,桥梁下部的墩柱和桩基应尽量少,且考虑 BRT 桥下桥梁净空有限,桥梁梁高应尽量小,综合

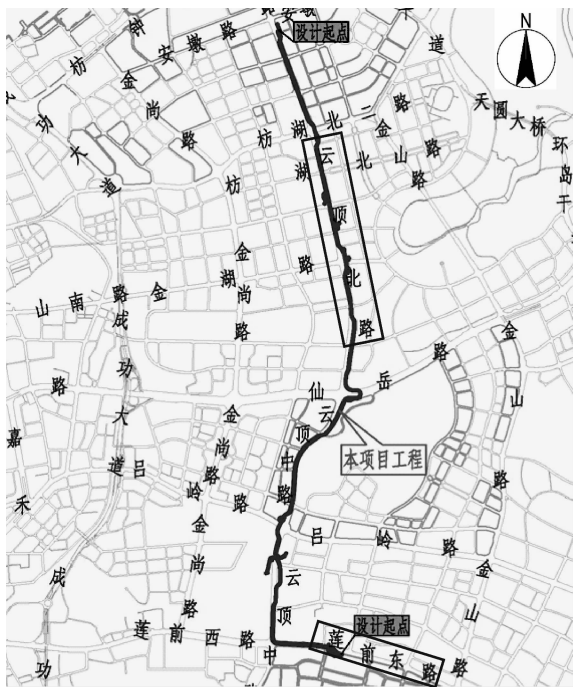


图7 自行车快速道示范段路网关系图

考虑以上限制条件,考虑钢结构可在工厂预制现场焊接,现场施工时间短,钢结构自重较轻,且跨越能力强等优点,因此选定自行车高架桥采用钢结构方案。

4.4.2 桥梁跨径选择

自行车高架桥桥梁跨径选用主要考虑下列因素:
①考虑施工工期影响;②考虑地面交通组织需要,避免过小的行车视距影响行车安全;③避开难以改造的地下构造物或管线;④立面布置布跨比例均衡;⑤考虑BRT桥墩跨径;⑥选用经济跨径,综合考虑下部结构造价。基于上述原则,桥梁标准跨径控制在30m左右。

4.4.3 桥梁梁型选定

由于自行车高架桥线路布设在既有BRT桥梁下,为尽量减少新增用地,其桥梁梁型及高度都必须满足桥下空间要求。通过与欧洲自行车组织机构、事务所及咨询公司进行咨询与交流,同时参考国外和我国台湾地区的类似规范标准,拟定桥上自行车道净空 ≥ 2.5 m,桥下机动车道净空要求 ≥ 5.0 m,后建桥梁纵梁梁高限制在1.0 m左右。因此,在确定桥梁梁型时应考虑以下因素。

1)重新设立桥墩。该项目自行车桥为新建桥,既有BRT桥的下部结构未考虑后建桥梁的荷载,因此该自行车桥需重新设计桥墩且与既有高架桥错开。

2)设计先横梁后纵梁的结构体系。考虑到既有桥

墩和桥下车行道的影 响,自行车桥应设计为分幅式,即沿BRT桥梁两侧布置,墩柱设置在中分带内,同时设置横梁结构作为纵梁支撑,以构成先横梁后纵梁的结构体系。

4.4.4 与既有桥的空间位置关系

既有BRT桥横向总宽为10 m,为保证其平面投影时自行车道桥位于正下方,需合理设置自行车桥的结构位置和尺寸等。根据《中华人民共和国道路交通规则》规定,1辆自行车道宽度为1.5 m,每增加1辆自行车道就增加1.0 m的车道宽度。因此,考虑到既有桥墩的尺寸,自行车高架桥在分幅式的基础上,应设置为单侧单向2车道,标准横断面图见图8,单向2车道的净宽为2.5 m,双向4车道的净宽为4.5 m。该桥至今已运营2年,2条车道的设置足以满足使用功能和出行需求。

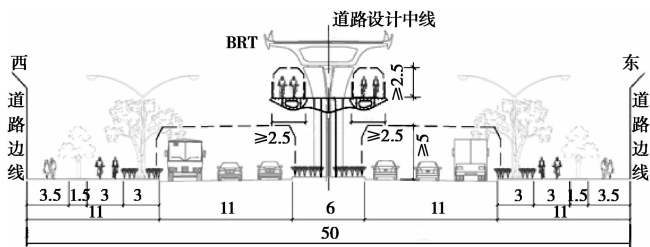


图8 自行车快速道主线标准横断面图(m)

4.4.5 自行车的出入口及停车平台

该自行车高架桥项目位由于处于城市中心,服务节点较多,主要沿着既有BRT高架桥下布置,自行车停放点可根据BRT高架桥的各个出入口节点进行布置,同时要处理好与周边道路、重要交通、商业、办公节点的衔接关系,合理设置各类交通转换设施。

为了充分发挥拟建道路的功能,每隔1 km左右设置1个出入口,全线出入口共设置11处。全线与公交实现衔接换乘,平接BRT站点天桥5处,与人行过街天桥衔接3处,与商业、办公建筑衔接4处。出入口及交通转换设计方案一览表见表1。

根据预测,自行车专用道单向高峰每小时约1238辆,双向为2476辆,高峰每小时出行比例为20%,则全天可达12380辆。其中,利用自行车停车平台停用的自行车辆约占总自行车辆的55%,停车泊位周转率按5次/d计算(现有厦门公共自行车停车周转率3.7~5次/d),预测需设置平台停车泊位合计1367个,将这些需求数量根据沿线自行车出行产生与吸引点分配到各站点,然后每个站点按所预测停驻数量设计平台规模。

表1 出入口及交通转换设计方案一览表

出入口 序号	出入口 形式	相交设施	交通转换设计
1	十字交叉	坡道	新建,平接 BRT 站点天桥
	T 字交叉	坡道	新建,分别与 2 个商业广场衔接
2	十字交叉	人行天桥	现状
3	十字交叉	人行天桥	新建,与本项目一体实施
4	十字交叉	坡道	新建,平接 BRT 站点天桥
	T 字交叉	坡道	新建
5	T 字交叉	坡道	新建,衔接管理房
6	十字交叉	人行天桥	现状
7	T 字交叉	坡道	新建
	T 字交叉	坡道	新建
8	T 字交叉	坡道	新建,衔接商业广场二楼
	T 字交叉	坡道	新建
9	十字交叉	人行天桥	现状,平接 BRT 站点天桥
	T 字交叉	坡道	新建,衔接市政政务中心二楼
10	T 字交叉	坡道	新建
	T 字交叉	坡道	新建,平接 BRT 站点天桥
11	T 字交叉	坡道	新建,平接 BRT 站点天桥

停车平台采用全钢结构,主要设计成圆盘形,其直径大小通过停车泊位数量来确定。在停车平台设置电梯和楼梯(梯道),电梯可供自行车调运使用,梯道则供骑行者上下。同时设计为独柱大悬挑结构,减少地面占用,视野通透,平台下空间可利用,且整体设计风格和主桥协调统一。停车平台平面布置示意图和效果图见图 9、10。

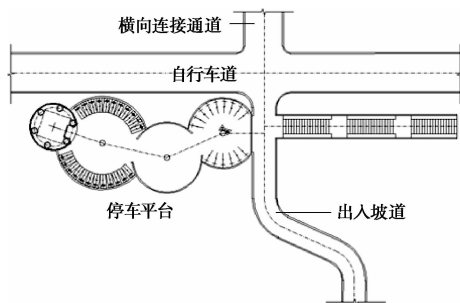


图9 停车平台布置示意图

4.4.6 自行车骑行安全保障系统

为确保行车安全,在自行车快速路沿线应结合该路段的工程自身特点,设置交通标志、标线及信号系统。此外,这些安全保障措施应尽可能与道路的整体效果相配合,并尽量减少交通标志和信号灯数量,简化交通标线。



图10 停车平台效果图

其中交通标志和标线依据国家标准 GB51038—2015《城市道路交通标志和标线设置规范》和 GB 5768.1—2009《道路交通标志和标线》等规范有关规定执行。车道标线由车道边缘线(实线)、车道分界线(虚线)组成。所有地面标线和标记均采用白色(或黄色)热熔反光材料;交通标志的结构形式为单柱式或悬臂式,标志杆为镀锌无缝钢管,标志面板为铝合金材料,板面采用定向反光材料—高强级反光膜。交通指示示意图见图 11。值得一提的是,在交叉路口段前设置了“警示段”,自行车桥桥面采用绿色铺装,在路口段前 30 m 则采用橙色铺装,以达到警示作用,见图 12。

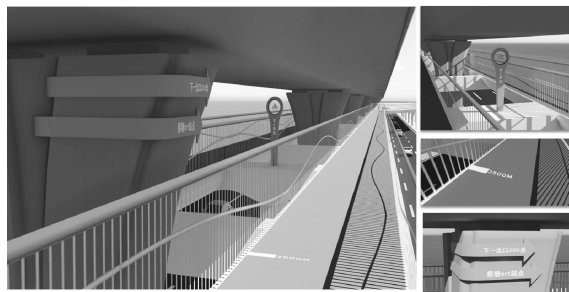


图11 交通指示系统

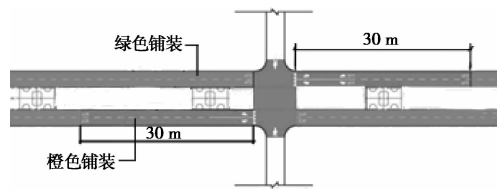


图12 出入口与人行天桥平接段平面图

信号系统方面包括出入口控制系统、视频监控系统、广播系统设计、锁车桩及应急中心设计。其中,出入口控制系统是指在自行车快速路匝道及与天桥平交的出入口位置安装分隔栏杆,设置卡口闸机,通过“3D 立体摄像机检测模型装置”实现对进入的车辆进行识别和分类。如果为自行车,实现放行,同时对通过的自

行车类型、通过时间、通过数量进行统计;如果为非自行车(包括电动自行车、滑板车、摩托车和行人等),禁止通行并对其进行劝导和疏散分离。出入口识别系统示意图见图 13。

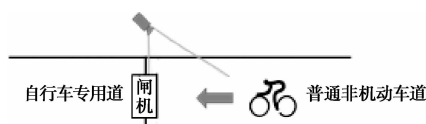


图 13 出入口识别系统示意图

另外,拟在部分出入口设置应急车专用通道,并在对应站点设置应急电动三轮车,以确保在高速自行车道上发生意外或人员事故时应急专用车能快速到达运送事故人员。

5 厦门市自行车高架桥功能定位

厦门市自行车专用高架桥是一条具有独立路权的自行车高(快)速路,是一种对出行理念引导的全新尝试,它最大限度避免机动车和行人的干扰,提供快速、安全、舒适的骑行环境,实现中长距离(5 km)通勤功能的自行车专用道。该项目的实施承担了示范先行作用,为后续厦门市或其他城市的自行车高(快)速路骨干网成型起指导作用。

6 厦门市自行车高架桥建设的重要意义

1)构建生态、绿色低碳城市。建设自行车专用桥,有助于转变居民出行观念和习惯,吸引中长距离出行,提高自行车出行比例,适度缓解轨道建设期间所带来的交通压力,完善自行车交通系统,打造骑行文化、发展绿色健康出行,符合“美丽厦门”战略规划的发展目标和国家“绿色交通”的发展理念,构建生态、绿色低碳城市。

2)提高社会经济效益。项目的实施有利于繁荣地方的经济,取得较大的社会经济效益,将提高区域内道路的通行能力和通达深度,缓解这一地区道路交通对国民经济发展的“瓶颈”制约,促进各类资源的尽早开发,将资源优势转化为经济优势,从而带动区域内经济的腾飞。

3)促进社会综合事业发展。项目的建设有利于扩大内需,增加就业,促进社会综合事业发展,带动诸多产业的逐渐兴起和发展,为社会就业提供更多的机会,发挥更大的经济和社会效益,为区域农民脱贫致富创造条件。沿线对基础设施的需求将不断上升,为满足社会需求,促进社会综合事业、通信、文教、卫生等事业

迅速发展。

7 结论

根据厦门市自行车出行需求和系统分布情况,论证了自行车专用快速道项目建设的必要性,考虑路权问题、行车安全和自行车出行热力分布等因素,确定采用于既有桥下设置自行车专用高架桥方案的合理性,并从桥梁结构、跨径、梁型、与 BRT 桥的空间位置关系、出入口及停车平台、安全保障措施等方面研究了该自行车专用道的建设方案。

厦门市自行车高架桥充分利用了既有桥下的空间,缓解城市用地压力,为道路交通拥堵问题提供了解决方案,具有很高的推广价值。该项目完善了厦门市自行车交通系统,发展绿色健康出行,符合国家绿色交通理念,产生了良好的社会效益,促进了社会综合事业发展,也可作为厦门市后续相关项目或其他城市的自行车高(快)速路骨干网成型起指导和借鉴作用。MET

参考文献:

- [1] 秦茜,袁振洲,田钧方. 绿色交通理念下的慢行系统规划方法研究[J]. 规划师, 2012, 28(Sup2): 5-10.
- [2] 杨新苗,王亚华,田中兴. 中国特色绿色交通城市发展战略与对策研究[J]. 城市发展研究, 2018, 25(5): 19-24.
- [3] 何玉宏. 城市绿色交通论[M]. 北京: 光明日报出版社, 2016.
- [4] 尹怡晓,钟朝晖,江玉林. 绿色出行——中国城市交通发展之路[J]. 科技导报, 2016, 34(17): 25-32.
- [5] 中共中央、国务院. 关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见[EB/OL]. (2016-02-06)[2019-01-26]. http://www.gov.cn/zhengce/2016-02/21/content_5044367.htm.
- [6] 刘芳,杨淑君. 欧盟绿色交通发展新趋势[J]. 工程研究-跨学科视野中的工程, 2017, 9(2): 148-155.
- [7] 中华人民共和国交通运输部. 2015 绿色交通发展报告[M]. 北京: 人民交通出版社, 2017.
- [8] 国务院. 国务院关于城市优先发展公共交通的指导意见[EB/OL]. (2012-12-29)[2019-01-26]. http://www.gov.cn/jzwgk/2013-01/05/content_2304962.htm.
- [9] CHRIS BRADSHAW. Green transportation hierarchy: A guide for personal and public decision-making[R/OL]. (2009-02-10)[2019-01-26]. <http://www.sierraclub.org/sprawl/articles/trips.asp>.
- [10] European Conference of the Ministers of Transport. National policies to promote cycling[R]. France, Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development, 2004.
- [11] TODD L, ROBIN B, BILL D, et al. Pedestrian and bicycle planning—a guide to best practices[R]. Canada: Victoria Transport Policy Institute, 2006.

(下转第 106 页)

(上接第 94 页)

- [12] U.S Development of transportation. National bicycling and walking study: Ten year status report[R]. USA, Washington DC: Federal Highway Administration, 2004.
- [13] Netherlands Ministry of Transport. Passenger kilometers of cycling and fatality rates (data gathered directly from the ministry of transport)[M]. Ministry of Transport, Public Works, and Water Management, 2007.
- [14] City of Copenhagen Technical and Environmental Administration. Eco-metropolis our vision for copenhagen[EB/OL]. (2017-11-20)[2019-01-26]. http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/674_CFbnhMePZr.pdf.
- [15] 熊文, 黎晴, 邵勇, 等. 向世界级城市学习: 天津市滨海新区 CBD 慢行交通规划[J]. 城市交通, 2012, 10(1): 38-53.
- [16] 杭州市城市规划设计研究院. 杭州市公共自行车交通系统发展专项规划[R]. 2010.
- [17] 深圳市交通运输委员会, 深圳市福田区人民政府. 福田中心区及周边片区慢行系统规划[EB/OL]. (2015-01-30)[2019-01-26]. <http://www.docin.com/p-1046766796.html>.
- [18] 北京市人民政府办公厅. 北京市“十三五”时期重大基础设施发展规划[EB/OL]. (2016-09-02)[2019-01-26]. <http://zhengwu.beijing.gov.cn/gh/dt/t1449303.htm>.

收稿日期: 2019-01-29

作者简介: 刘学森, 男, 工程师, 学士, 主要从事道路桥梁、隧道方面的施工及研究。