

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.07.012

# 自行车专用路设计要点分析

葛诚

(北京路桥瑞通养护中心有限公司,北京市101500)

**摘要:**近年来绿色、低碳交通是国际发展趋势,是世界范围内发展的共识。国内也正在大力推进绿色交通发展,完善绿色低碳交通体系,打造绿色交通示范工程。北京市修建了昌平回龙观至海淀上地地区自行车专用路工程,道路开通运营后,以其安全舒适的出行环境、便捷高效的通勤效率、以人为本的设计理念,迅速成为一条“网红”道路,得到广大市民和国内外舆论的高度认可。在国内相关规范标准并不完善的情况下,通过昌平回龙观至海淀上地地区自行车专用路工程实践,对设计要点进行系统梳理分析和总结。针对自行车专用路设计要点,详细说明了自行车专用路的交通需求分析、线型关键指标的选取、交叉口设计原则、标识指引系统的分级分类以及配套的助力系统、停车设施、休息驿站、监控、广播、计数、求助报警对讲系统的设计思路,尤其是关键线型指标的选取,并对国内外相关规范进行了整理罗列。

**关键词:**自行车专用路;线型;交叉;指引系统

**中图分类号:**U412.37

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-7716(2023)07-0052-06

## 0 引言

20世纪80年代,上下班高峰期间络绎不绝的自行车长龙曾是北京街头的标志性景象。近年来由于机动车迅猛发展,以往的“自行车王国”早已不复存在,甚至在步行、自行车衔接服务圈内,出行者也开始转用机动车出行。同时步行和自行车的通行空间不断受到挤压,路权受到侵占,自行车出行比例逐年下降,1986至2015年间北京市自行车出行的比例已由63%下降到了12.4%。

近年来绿色、低碳交通是国际发展趋势,是世界范围内发展的共识。国内也正在大力推进绿色交通发展,完善绿色低碳交通体系,打造绿色交通示范工程。《北京城市总体规划(2016年-2030年)》提出“建设步行和自行车友好城市”,构建连续安全的自行车网络体系,保障自行车路权,到2020年自行车出行比例不低于10.6%,到2035年不低于12.6%。随着互联网+产业的兴起,OFO、摩拜单车等共享单车陆续进入交通市场,在政策和市场的导向下,自行车开始重新进入人们的视线。

2019年6月,昌平回龙观至海淀上地地区自行车专用路开通运营,该道路具有不受机动车干扰、连续、便捷的特点,对加强两地区域交通联系,优化交通组织结构,解决两地自行车连通性差、通勤效率低

的问题具有重要作用。道路开通运营后,以其安全舒适的出行环境、便捷高效的通勤效率、以人为本的设计理念,迅速成为一条“网红”道路,得到广大市民和国内外媒体的高度认可。

本文结合昌平回龙观至海淀上地地区自行车专用路的设计实践,对其设计要点进行分析总结,提出技术先进,功能完备的系统设计方案,从而为自行车专用路的建设提供借鉴和示范作用。

## 1 国内外自行车交通现状

### 1.1 国外典型案例

#### (1) 丹麦

丹麦首都哥本哈根的自行车文化堪称举世闻名,被正式命名为世界“自行车之都”、“自行车最佳城市”和“世界最适宜居住城市”。在丹麦出行距离5km之内约60%的人使用自行车,超过5km有20%的人使用自行车。建设自行车高速路的初衷是为鼓励居民使用自行车出行,主要服务于通勤距离在5~15km之间的自行车通勤者。

2012年4月17日,丹麦出现第一条自行车高速公路Cycle Superhighways——从哥本哈根到阿尔贝特斯隆市(见图1)。这条自行车“高速路”全长22km,使用特殊交通信号系统,最大限度减少路口处通行延误。据统计,道路建成后该路段的骑车人数量增加30%,也就是1.5万人。

图2为著名的丹麦哥本哈根“蛇形自行车桥”,该

收稿日期:2022-08-23

作者简介:葛诚(1983—),男,大专,助理工程师,从事道路与桥梁设计施工工作。



图 1 丹麦第一条自行车高速路图

桥建成后, Bryggebrøne 跨港大桥的自行车流量增长了 30%, 桥梁高出海面 6~7 m, 长 230 m, 采用橙色铺装的钢结构, 造型轻巧优雅, 成为世界闻名示范工程。



图 2 丹麦蛇形自行车桥图

目前丹麦哥本哈根的自行车高速道路系统覆盖了 21 座城市, 共计 28 条, 总长 500 km。自行车高速路建设取得成功的关键在于从骑自行车者的角度出发, 在道路规划的各个层面均为自行车骑行者提供路权保障, 真正使自行车出行便捷而舒适。

(2) 荷兰

荷兰可以说是世界上自行车交通系统最完善的国家。它拥有一个世界上最密的自行车交通网, 全长 22 000 km, 此长度是其高速公路长度的 10 倍(见图 3)。在荷兰自行车占据了人们出行的 30%~50%, 它已成为人们生活中不可或缺的一部分。



荷兰下穿机动车道的自行车道 荷兰霍温因自行车环线立交

图 3 荷兰自行车桥图

除道路设施外, 自行车指路系统等配套设施建设的也非常完善, 随处可见为单车出行的人们提供方向、地点等信息的指示牌与自行车专用停车场, 此举也大大促进了人们骑车出行的积极性和便捷性。

1.2 国内典型案例

(1) 厦门自行车专用路

2017 年国内第一条具有通勤功能的厦门自行车

高速路建成通车, 采用的是全高架模式, 同时禁止行人、电动车、三轮车等进入, 并与其他交通方式隔离, 拥有完全独立的自行车路权(如图 4)。该高速路因地制宜地利用厦门 BRT(快速公交)高架桥底空间建造离地面净空 5 m、单侧净宽 2.5 m 的全线双向自行车专用路, 全长约 7.6 km, 连接多个大型居住社区、重要公共建筑、公园和中学等。截止 2017 年 7 月, 骑行量共计达 41 万人次, 日均约 4 000 人次, 日最高骑行量达 12 000 人次。2017 年 11 月该项目荣获“中国人居环境奖”范例奖。



图 4 厦门自行车专用路图

(2) 北京昌平回龙观至海淀上地地区

项目位于北五环昌平及海淀两个区之间, 服务于回龙观社区与上地高科技园区通勤交通。该项目紧密连接大型居住区、商业大厦、交通枢纽以及高科技园区。项目建成后极大地改善出行条件, 节省出行时间约 40%。对分流短程通勤交通, 缓解轨道交通压力, 改善社区环境, 提升城市品质具有重要的作用(见图 5)。



图 5 北京自行车专用路图

路线全长 6.5 km, 其中桥梁长度占比 42%, 设计速度 20 km/h, 路面净宽 6 m, 双向 5 车道(中间设置为潮汐车道)。沿线设置养护工区 1 处、驿站 1 处、进出口 8 处, 同步设置自行车驻车系统。

## 2 自行车专用路的设计要点

### 2.1 自行车专用路交通需求分析

为分析某一自行车专用路项目的建设需求,需要在分析区域出行情况和区域现状交通情况的基础上,采用居民出行意愿调查和流量调查等方式,获取区域居民出行的特征数据和道路流量的分布数据。再通过轨道和公交 IC 卡监测数据,分析区域居民利用轨道和公交出行的特征,并基于自行车专用路沿线相关土地数据和人口统计数据,采用四阶段法构建自行车专用路需求预测模型。利用整体区域分析和具体预测相结合的方法,提出不同情景下通道的出行量预测结果和各个出入口的出行结构。

具体预测思路如图 6 所示。

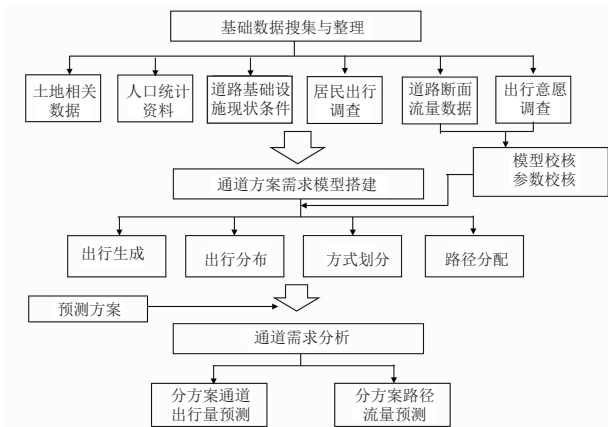


图 6 需求预测研究思路图

### 2.2 自行车专用路线型关键指标

#### (1)设计速度

各国学者在相当长一段时期内对自行车的运行速度进行相关研究,例如美国的 Smith 及 Opeiela 在 1976 年至 1980 年,在不同的环境下测定了自行车的行驶速度分布,Forester J 在 1994 年对自行车的速度分布进行了研究,我国的陶志兴、张水潮、周旦分别在 2007 年、2011 年及 2016 年对自行车速度分布、自行车横向速度特征进行了相关研究。

根据《HCM2000》中文版手册 8.1.4 章节中关于自行车的交通特性的描述,自行车和骑车人与机动车的交通特性大相径庭。自行车的速度一般为 25 km/h,一些国家和地区自行车道设计速度如表 1 所示。

根据以上研究和统计表明,自行车专用路设计速度建议取 15~25 km/h 较为合适。

#### (2)线形指标

自行车专用路关键技术指标包括平面、纵断面及横断面等指标。平面线形指标主要指圆曲线半径、

表 1 自行车道设计速度统计表

国家或地区	设计速度 / (km·h <sup>-1</sup> )
中国	15~20
日本	15 或 30
丹麦	25
美国	32
英国	19 或 32
台湾	20 或 30

超高、加宽等;纵断面线形指标包括纵坡的坡度、坡长以及竖曲线的半径和长度。线形指标是否合理,直接影响自行车专用路的运行安全和行驶舒适性,需满足以下几个方面的要求:

一是保证自行车行驶稳定性

自行车在道路上行驶,为了保证行车安全,在平曲线上行驶应不发生横向滑移,应设置合理的纵坡度。

二是保证行驶稳定性

自行车在行驶过程中,希望以基本恒定的速度行驶,不希望速度升降过大,线形设计时圆曲线的半径尽可能选取较大值,防止半径过小产生急弯致使速度骤降。纵坡坡度尽量平缓,过大的纵坡会导致骑乘者体力不支而速度下降过大。

三是满足行车舒适性

道路在线形设计时,要充分考虑行车舒适性,自行车行驶在圆曲线上会受到离心力的影响,需要限制平曲线的最小半径,防止离心力过大引起骑乘者的不适。平、纵面的线形的设计还要与周围的景观相协调,给骑乘者的骑行带来视觉和心理的舒适感。

通过研究一些国家和地区相关规范中对自行车专用路线型指标的规定,对设计工作具有较强的指导意义(见表 2)。

### 2.3 自行车专用路交叉设计

自行车专用路交叉设计区别于机动车交叉设计,在交叉方式选择过程中,自行车专用路交叉设计中除了考虑相交道路等级、交通流量、城市道路在城市路网中的功能特点、工程投资外,还应重点对自行车专用路的功能定位、周边道路建设环境、周边规划路网及地下管网等进行分析研究,充分论证,选择合理经济的交叉形式。

#### 2.3.1 平面交叉

(1)平面交叉存在的问题

一是自行车交通与机动车交通存在冲突,主要为直行及左转自行车与右转机动车之间的

表 2 自行车道路线形指标统计表

序号	项目	中国	台湾地区					日本自行车道设计标准					丹麦	美国	英国							
1	单车道宽度 /m	1.0						1.0					1.5~2	1.5~1.8 m	1.5~2							
2	单向最小宽度	2.5	1.2										1.5	1.5(理想宽度 1.8)	1.5							
3	双向最小宽度	3.5	2.5					3(0.5+1+1+0.5)					2.5	2.4(理想宽度 3.7)	3							
4	两侧路缘带宽度 /m	0.25	0.25					0.5					0.2	0.6~0.9	0.25							
5	平曲线最小半径 /m		30	15	3	10(最小 5 m)	30(最小 10 m)	特殊 16	最小 10	一般 60	推荐 210				15	25						
6	转弯半径 /m													27.4	15~25							
7	横坡度		0.5%~2%										2%~4%	1%~2%	1%~2.5							
8	超高率		2%~3%					5%					3~4.5%(R<50)			2.5%						
9	净空 /m	2.5	2.5					2.5						3	2.4(2.7, 超过 23 m)							
10	纵坡 /%	2.5/300 m	<5					<5					<5	一般<5%	≤3							
11	极限纵坡 /%		<8					5					5	不做要求	<5%(推荐), 8%							
12	坡度与坡长的关系	坡度 /%	2.5	3	3.5	3	4	5	6	7	8	3	4	5	3	3.5	4	4.5	5	>5%	5%(推荐)	7%
13		坡长 /m	300	200	150	500	200	100	65	40	35	500	200	100	500	300	200	100	50	<50	100	30

冲突、左转自行车与直行机动车之间冲突。

二是路口自行车路权得不到保障

随着机动车发展,道路交叉口越来越大,机动车通行速度越来越快,非机动车路权逐渐被压缩,导致自行车在路口的路权得不到保障,路口通行效率及安全性较差,同时自行车过街存在让行等问题。

三是交通信号灯影响出行连续性

为保障出行安全及出行有序性,平面交叉口一般设置信号灯控制出行,道路交叉口影响自行车出行的连续性,降低骑行效率,影响骑行体验。

(2)主要应对措施

一是在路口设置彩色铺装保障自行车路权

在道路平面交叉口,对于自行车与机动车行驶轨迹有冲突的地方或者自行车有分流的路段,宜采用彩色铺装,明确自行车行驶方向,并警示机动车减速让行(如图 7)。

二是路口自行车优先

在保障通行安全方面,区分车行道与左转自行车通道,避免机非交叉混行,保障通行安全。

在通行路径便捷方面,布置自行车左转过街通道,满足直接左转需求,通行路径便捷畅通。

在提高通行效率方面,合理布局路口空间,优化布置左转通行路径,考虑待行区,提升路口通行效率。



图 7 路口彩铺装图

在降低路口影响方面,考虑现行机动车出行模式,优化自行车左转,降低对机动车通行影响。

三是路口绿波

为提高路口通行效率,减少路口等待时间,在路口设置周边通过设置摄像头、蓝牙传感器,并在路口一定范围内设置绿波信号灯,通过摄像头观测周边交通流量,调整交叉信号灯(如图 8、图 9),提升自行

车交通通行效率。



图8 交叉口自行车信号灯图



图9 交叉口图

### 2.3.2 立体交叉

当自行车专用路与高速公路、快速路主路、主干路主路相交的情况下,为了提升出行效率,减少自行车绕行,可采用立体交叉的形式,自行车专用路立体交叉在设计过程中应遵循以下几个方面的原则:

- (1)应尽量避免立体交叉,若设置立体交叉应连续跨越,避免出现连续上下坡,降低骑行舒适性;
- (2)立体交叉设计应降低对现状路网及规划路网的影响,为规划路网预留建设施工条件;
- (3)立体交叉设计应处理好交叉位置自行车专用路与现状慢行系统之间的衔接,便于快速实现转换;
- (4)立体交叉设计应处理好桥梁墩柱或隧道与地下管线之间的关系,避免桥梁墩柱或隧道施工影响地下管网的使用和建设;
- (5)立体交叉设计应充分论证路桥现阶段坡度与坡长的关系,尽可能降低骑行坡度,减少骑行坡长,提升骑行舒适度;
- (6)立体交叉应设计处理好新增自行车道路与现状环境的融合,避免自行车桥梁或隧道的设置影响周边景观。

### 2.4 自行车专用路标识指引系统设计

自行车专用路的骑行者对标识的依赖程度相当高。骑行者在密度大、多岔道、多方向的封闭设施空间中行进时,需要瞬间做出判断。不熟悉环境的骑行者需要短暂停留,迅速寻找自己的目标或查询到

应该去往的方向线路信息<sup>[1]</sup>。此时标识指引系统帮助他们区分环境,起着安全、高效、方便的指南和导向作用。

标识指引系统信息应分级提示,一级信息主要包括主要区域信息、交通枢纽等。二级信息主要包括周边街道名称,公交车站、地铁站等。标识系统还应按照地点方向、入口类、出口类、咨询及服务类进行分类提示(见图10)。

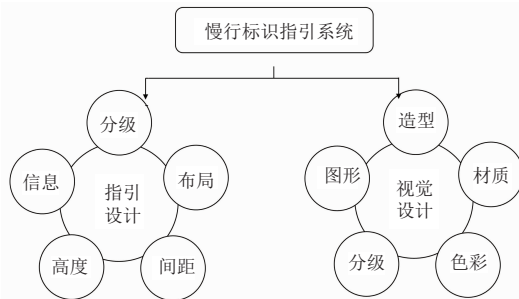


图10 标识指引系统

标识从表现形式上可分为文字标识和图形标识。随着技术进步以及视频显示设备成本的下降,也可采用LED及LCD显示器作为标识系统的显示模块,该模块具有信息显示的可调整性,因此又出现了将导向标识分类为动态标识与静态标识的分类形式<sup>[2]</sup>。

标识指引是一个系统工程,设计时最应关注城市弱势群体,体现“以人为本”服务理念。

### 2.5 自行车专用路的服务设施设计

#### 2.5.1 助力系统

如果自行车专用路采用高架的形式,在上下坡的时候一般坡度为1:10~1:12,如果将坡度缩减到1:8可减少造价,配合助力系统可以大大提高自行车上下推行的舒适性。在北京市第一条自行车专用路里首次应用了荷兰的助力系统,自行车专用路全程设置8个出入口,为方便骑行者上下道,其中6个桥梁出入口坡道设置了自行车助力装置,在专用路开通运营初期,交通部门还将安排专人在坡道上帮助、指导市民使用自行车助力装置(见图11)。

#### 2.5.2 监控、广播、计数、求助报警对讲系统

监控系统可实现自行车专用路监控全覆盖,监控中心运管人员可实时监测自行车专用路上的情况。广播系统的功能主要体现在当有特殊情况时,运管人员可在监控中心实时对现场进行广播。网络求助报警对讲系统可实现自行车专用路上骑行人员遇到特殊情况时向监控中心管理人员发出求救。计数系统是针对自行车专用开发的专用系统,可实现双向计数,并提供每日、每月、每年的自行车流量数据以



图 11 助力系统

及高峰小时、高峰日、高峰年等数据,为自行车专用管理和建设提供数据支持。

### 2.5.3 停车设施

停车设施主要考虑与交通接驳的关系,选择最接近换乘点的区域设置停车设施。一般在预估停车量前需要做现场调研,按照早中晚、工作日和周末做详细的数据统计,同时根据共享单车、私家车、电动车分类来进行整理分析。总之,要根据停车需求来布设停车设施,既得考虑美观的效果,还要达到实用的需求。停车场地可设置停车亭、停车架、维修点和自助充电设施(如图 12)。



图 12 停车设施

### 2.5.4 驿站

服务型驿站(如图 13)占地面积约  $130 \text{ m}^2$  或可同时容纳 30 人以上。主要设施有自行车租赁点、自行车停车场与维修点、厕所、便利店、健身场地、信息咨询亭、治安点、消防点等。



图 13 自行车驿站

休憩型驿站占地面积约  $50 \text{ m}^2$  或同时可供 10 人驻足。主要设施有休息亭廊、自行车停车位、坐凳、垃圾箱、标识标牌等。

## 3 结 语

自行车专用路是一项崭新的系统工程,是多专业秉持协同设计、创新设计和匠心设计的精品力作,是“安全、舒适、便捷、高效”的绿色交通出行方式,能有效缓解了传统交通方式的压力,对鼓励市民绿色出行,构建精品城市,推动绿色交通体系建设具有积极的促进作用和良好的示范意义。在目前国内相关规范标准并不完善的情况下,本文通过昌平回龙观至海淀上地地区自行车专用路工程实践,对设计要点进行系统梳理分析和总结,期望对类似工程起到抛砖引玉的作用。

#### 参考文献:

- [1] 戴克平,郭北苑.城市轨道交通导向标识系统的建设管理[J].都市轨道交通,2016,29(2):31-36.
- [2] 张晓瑾.广州白云国际机场道路交通指路标识系统改善研究与设计[J].城市道桥与洪,2011(5):31-35.