

混合非机动车交通流路段的车道宽度设计方法

Lane width design method for mixed non-motor vehicle traffic flow section

孟创

Meng Chuang

(四川省成都市西华大学 610039)

(Xihua University, Chengdu, Sichuan Province 610039)

摘要: 本文主要对混合非机动车道交通流路段的车道宽度设计方法进行研究。为得到真实可靠的数据信息,选取某市区6个路段进行数据收集,以此为基础进行数据的处理与参数分析,并对各数据之间的具体关系进行深入讨论,最后得出混合非机动车交通流路段的车道宽度设计方案。本文提出了两种车道宽度设计方案,分别是速度-流率模型和流率-密度模型,并对两种设计方案结果进行分析,基于结果数据显示,上述两种方法在车道宽度设计中的实际结果相近,但是综合分析下,速度-流率模型的设计方案在实际应用中能够取得相对较好的效果。

Abstract: This article mainly studies the lane width design method for mixed non motorized vehicle lane traffic flow sections. In order to obtain true and reliable data information, 6 road sections in a certain urban area were selected for data collection. Based on this, data processing and parameter analysis were carried out, and the specific relationships between each data were discussed in depth. Finally, a design plan for lane width of mixed non-motorized traffic flow sections was obtained. This article proposes two lane width design schemes, namely the speed flow rate model and the flow rate density model, and analyzes the results of the two design schemes. Based on the results of the data, the actual results of the above two methods in lane width design are similar. However, based on comprehensive analysis, the design scheme of the speed flow rate model can achieve relatively good results in practical applications.

关键词: 混合非机动车; 交通流路段; 车道宽度; 设计方法

Keywords: hybrid non-motorized vehicles; Traffic flow sections; Lane width; Design method

前言: 新时期背景下,共享电动车、共享自行车一经推出便深受到社会群众的喜爱,逐渐成为一种新的发展趋势。但是电动车、自行车数量的增加,使得非机动车道出现了明显的混合行驶现象,如果仍使用传统的非机动车流思想开展交通管理工作,必然会出现管理与需求不符的问题,所以,有必要对混合非机动车道交通管理模式进行改善优化。在此过程中应注重对混合非机动车道交通流特性的深入研究,以此为基础制定科学合理的车道宽度设计方法,这样才能够保证交通运输到的畅通、安全效果。

1. 混合非机动车交通流路段数据采集

为保证本次研究使用数据信息的真实性、精准性,能够对理论内容起到有效支撑作用,选取X市区6个路段的交通情况研究对象,对其交通流数据进行收集整理。选取路段设计有非机动车道与机动车道分离;附近位置并不存在多余出入点位,避免机动车行驶对数据产生影响;非机动车的流量相对较大^[1]。与此同时,为保证收集数据信息的有效性与多样性,针对不同路段数据采集时间进行了适当的调整变动,数据采集时段包括早高峰、晚高峰、平峰三种时段,具体情况如下表1所示。

表1 交通流数据采集时间地点表

编号	地点	时段
1	A路	早高峰、晚高峰
2	B路北段	早高峰、晚高峰、平峰
3	B路南段	早高峰、晚高峰、平峰
4	C路1段	早高峰、晚高峰
5	C路2段	早高峰、晚高峰
6	D路	早高峰、晚高峰

在数据采集过程中,利用实地勘测方法获取道路物理条件和相关参数,主要包括机动车道与非机动车道的宽度、道路位置、分隔带种类、交叉路口的摄像头距离等。利用视频录像方法对交通流相关参数进行调查收集,包括非机动车交通密度、速度和流率三种参数,主要工具为三脚架相机,对道路实时交通情况进行记录。近距离拍摄能够对非机动车骑行人员的具体特征进行全面检测,如性别、年龄和是否违法等。

2. 混合非机动车交通流路段数据处理与分析

获取到观测点位的交通流视频文件后,需要对其中的混合非机动车交通流特性相关数据信息进行有效提取。其中包括非机动车骑行人员的特征、交通相关参数等。本文研究主要利用Premiere Pro进行具体操作,并保证数据的精准性。

2.1 速度数据提取

速度参数是反应混合非机动车交通流特性的重要参数之一,在数据采集期间获取的非机动车的骑行速度属于瞬时速度,

即在观测前提前设置好两个标志线,间隔距离为L(最大距离控制在2.5m之内),非机动车在到达标志线1时的时间为 t_1 ,在到达标志线2时的时间为 t_2 ^[2]。两者相减能够得到非机动车经过L的实际使用时间,以此能够得到对应到的瞬时速度。具体情况如下图1所示。

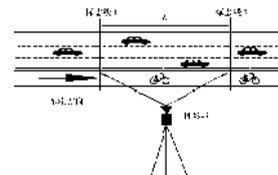


图1 瞬时速度观测示意图

2.2 流率数据提取

流量是指在单位时间内通过车道或者道路断面的非机动车的总数量,流率是指将不足1小时条件下通过的非机动车总量换算为单位时间内通过的车辆总数,可用 q 代表。在实际摄像期间将时间间隔设置为30s,对混合非机动车通过的数量进行总计。

2.3 密度数据提取

在交通道路中的密度是指单位路段场地中的车辆总数,又叫做线密度。但是非机动车道与机动车道不同,在研究过程中采用面密度参数进行分析,即单位面积中存在的非机动车的数量,用 k 代表,具体计算公式如下:

$$K=N/(L \times W)$$

其中, N 代表观测面积中的总车辆数; L 代表观测面积的长度; W 代表观测面积的宽度。

上述公式代表静态下的密度情况,基于实际情况考虑需要对动态密度进行分析,具体公式如下:

$$k = \left[\left(\sum_{i=1}^{30} k_i \right) / 30 \right] \times [N / (L \times W)]$$

其中, k_i 代表30s内每秒时间刻度对应非机动车数量。

2.3 非机动车混合比

X市区道路交通中的非机动车的种类主要为电动车与自行车,为进一步简化道路交通数据分析流程,提高分析计算效率,对非机动车数据采集期间存在的三轮车与其他车辆的数据忽略处理。同时,电动车与自行车在动力性能与空间体积等参数也存在一定的差异,因此需要对其进行具体分析。不同车辆混合比例的情况下,对应的交通流的特征也会存在差异效果。基于此,本文对x市观测的6个路段中到的非机动车的混合情况进行调查分析,具体如下表2所示。

表2 各路段非机动车混合比(单位: %)

编号	地点	电动车	自行车
1	A路	87	13
2	B路北段	83	17
3	B路南段	85	15
4	C路1段	88	12
5	C路2段	86	14
6	D路	82	18

通过上述数据分析能够发现,自行车与电动车的占比整体波动幅度相对较小,电动车占比在82%~88%之间浮动变化,自行车占比在12%~18%之间浮动变化。本次调查观测时间跨度相对较长,且对大量样本数据进行观测记录,因此能够认为本次研究得到的混合比数据与真实概况符合,可以作为本次研究使用数据。

2.4 非机动车换算系数比

在对电动车与自行车分析过程中,由于其动力性能与空间体积参数存在较大的差距,数据计算相对复杂。为方便后续研究分析,需要将交通流中的非机动车交通量转换成标准自动车的实际交通量,转换的当量值就是非机动车换算系数^[5]。在不同状态下的非机动车换算系数并不相同,本次研究主要对动态化的交通流特征关系进行分析,所以在对非机动车流率参数计算的过程中需要依据动态化计算方法科学换算。基于综合分析后能够得到不同种类非机动车的具体换算系数,电动车的换算系数为1.24、自行车换算系数为1、三轮车换算系数为2。

3. 混合非机动车交通流路段数据关系分析

对实地采集的全部数据分组研究,对交通混合非机动车流特征中的速度、密度和流率的参数关系具体分析。其中,速度采用时间平均车速;密度和流率采用换算后的标准自行车交通量。

3.1 流率和密度的关系分析

混合非机动车的流率随着密度变化而变化。当混合非机动车密度参数接近0时,对应的混合非机动车流率也接近0,流率与密度之间具有正相关关系,即混合非机动车交通流的密度增加,对应的流率也增加^[4]。进一步分析能够发现,流率密度散点图的模型和线性以及二次多项式之间存在相似关系,基于两类回归方程的拟合处理,能够得到良好的拟合效果,具体情况如下图2所示。在综合分析后选择较大R²值对应的二次回归方程作为最终拟合模型。

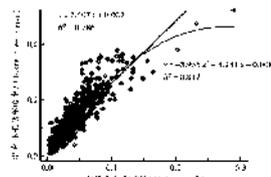


图2 流率-密度拟合曲线

对拟合模型的实际精准性验证分析,基于t检验与F检验方法,具体结果如下表3所示。

表3 流率-密度二次回归模型检验

R	R ²	调整 R ²	估计值标准误差		
0.904	0.817	0.817	0.036		
ANOVA					
	平方和	df	均方	p	F
回归	3.901	2	1.951	<0.001	1505.418
残差	0.873	674	0.001	/	/
总计	4.775	676	/	/	/
	未标准化系数		标准化系数		
	B	标准误差	Beta	P	t
密度	3.281	0.093	1.208	<0.001	35.309
密度*2	-5.935	0.553	-0.375	<0.001	-10.725
常数	0.008	0.003	/	0.005	2.830

基于表中数据能够得知,混合非机动车交通流路段的流率-密度二次回归方程的R²值等于0.817,拟合性相对良好,因此说明两者之间具有明显的二次关系。模型的t检验与F检验对应的p值均在0.05以下,因此表明该模型具有明显的统计学意义。

混合非机动车的流率-密度二次回归方程具体如下:

$$q = -5.935k^2 + 3.281k + 0.008$$

3.2 速度和流率的关系分析

对混合非机动车的速度与流率关系分析,当流率较小时,车速在1~7m/s时的分布相对密集,且分布跨度比较大,当流率参数达到一定范围后,速度会随着流程增加而降低。观测样本密度低于临界密度,结合上文信息得知,流率与密度之间具有正相关关系^[5]。流率q=0.2bikes/sm属于临界点,综合分析后将临界点以上的流率进行拟合,具体情况如下图4所示。

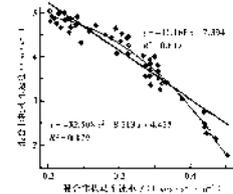


图4 速度与流率的拟合曲线

对图中信息能够发现,拟合效果相对良好,选择较大R²值对应的二次回归方程作为最终拟合模型。对其进行t检验和F检验。在计算分析后能够得知速度-流率的R²值为0.879,拟合性良好,且t检验和F检验的p值小于0.05,因此具有统计学意义。

混合非机动车的速度-流率二次回归方程具体如下:

$$v = -32.508q^2 + 8.213q + 4.435 (q > 0.2 \text{ bikes/sm})$$

$$v = 4.777 (q \le 0.2 \text{ bikes/sm})$$

4. 混合非机动车交通流路段车道宽度设计

根据《城市道路工程设计规范》中规定能够将自行车道的服务水平分成四个等级,具体情况如下表4所示。

表4 自行车道服务水平等级

服务等级	1级	2级	3级	4级
骑行速度 (km/h ⁻¹)	>20	20-15	15-10	10-5
占用面积 (m ²)	>7	7-5	5-3	0-3
负荷度	<0.4	0.55-0.7	0.7-0.85	>0.85

4.1 流率-密度模型的车道宽度设计方法

基于流率-密度模型的函数特性能够得知,当密度k取值为-b/2a时,此时流率q_{max}值最大。单位宽度的每秒流率转变为单小时的流量,此时的q_{max}为单位宽度的非机动车最高通行水平。以上表4数据能够得到车道的负荷度γ,同时计算出非机动车道道的单位宽度设计通行水平q_d,综合分析建设需求设计的交通量Q_d能够得到最终的非机动车道宽度^[6]。

最大流率对应的密度k_m=0.2764,进一步计算能得到单位宽度的最大流率值q_{max}=0.461,在换算后得到q_{max}=1659.6bikes/hm。对不同设计服务水平的道路负荷度γ分析,能够得知单位宽度下的设计通行能力为q_d=q_{max}×γ,最终得到非机动车道宽度: D=Q_d/q_d+0.5。

其中,D代表实际建设车道宽度;q_d代表建设路段预测的非机动车交通量;q_d代表设计速度下的非机动车交通量。

4.2 速度-流率模型的车道宽度设计方法

基于速度-流率模型的车道宽度设计方法与基于流率-密度模型方法流程相似,在得到对应服务水平的设计速度V_d后,计算对应的单位宽度的设计通行能力q_d,结合需求交通量Q_d计算最终的非机动车道宽度D。当q≤0.2时,混合非机动车交通量为自由流,因此选择q>0.2的情况对车道宽度计算分析。

结论:综上所述,本文结合实际情况提出了两种不同的混合非机动车道交通流路段的车道宽度设计方案,分别是速度-流率模型和流率-密度模型。并结合X市区6个路段实际交通情况数据为支持,为理论研究提供了有力支持。同时,为进一步验证本文提出方法的可行性,选择某非机动车设计需求进行验证,验证结果表明本文提出的两种方法均具有可行性,但是综合对比下速度-流率模型具有更高的应用效果。

参考文献:

[1]张卫华,王雅斋,周畅.混合非机动车交通流路段的车道宽度设计方法[J].公路工程,2021,11(02):022.
 [2]赵可可.大型道路交叉口非机动车交通组织研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(11):4.
 [3]胡月豪.单车道人机驾驶混合交通流建模与仿真[J].黑龙江科技信息,2021(017):000.