

DOI: 10.16799/j.cnki.esdqyfh.250076

连续流主干路通行能力分析方法的探究

——以杨高北路改造为例

陈景亮

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要: 连续流主干路工程因受周边区域服务要求影响,其出入口间距往往较小,出入口区段的交织交通是影响连续流主干路通行能力的重要因素。在现行规范中,还没有能够完全匹配这种交通特性的通行能力计算方法,因此,准确计算连续流主干路出入口交织区的通行能力,合理控制出入口间距,是连续流主干路设计的重要内容。结合杨高北路(洲海路—金海路)改建工程,对连续流主干路出入口区段的通行能力进行了探析,通过简化交织段通行能力计算,提出了一种关于交织长度与通行能力的简化计算模型,利用该模型对杨高北路(洲海路—金海路)改建工程的建设规模进行了验证。结果表明,该计算模型能较好地模拟交通的实际运行状况,由此计算结果确定的建设规模基本符合工程实际,可用于无法获取交织交通量情况下的连续流交织区通行能力计算。

关键词: 连续流主干路;通行能力;交织交通
中图分类号: U412.37 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2025)08-0058-04

Study on Analysis Method of Traffic Capacity for Continuous Flow Arterial Road in North Yanggao Road

CHEN Jingliang

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: The continuous flow arterial road project is affected by the service requirements of surrounding areas, and the distance between its entrances and exits is often small. The interwoven traffic in entrance and exit sections is a critical factor affecting the traffic capacity of continuous flow arterial roads. In the current specifications, there is no calculation method for traffic capacity that can fully match this traffic characteristic yet. Therefore, the accurate calculation of the traffic capacity of the interwoven area at the entrances and exits of continuous flow arterial roads and the reasonable control of the distance between entrances and exits are important contents in the design of continuous flow arterial roads. Combined with the North Yanggao Road (Zhouhai Road - Jinhai Road) Reconstruction Project, the traffic capacity of entrance and exit sections in continuous flow arterial roads is analyzed. By simplifying the calculation of traffic capacity in the interwoven section, a simplified computational model correlating interwoven length and traffic capacity is proposed. This model is used to verify the construction scale of the North Yanggao Road (Zhouhai Road - Jinhai Road) Reconstruction Project. The results show that the computational model can simulate the actual traffic operation conditions better. The construction scale determined by these calculations results basically conforms to the actual engineering situation, which can be used to calculate the traffic capacity of continuous flow interwoven areas when the interwoven traffic volume cannot be obtained.

Keywords: continuous flow arterial road; traffic capacity; interwoven traffic

0 引言

在道路设计中,通行能力和服务水平是确定道路路段规模的关键指标。《城市道路工程设计规范(2016 版)》(CJJ 37—2012)将城市道路分为快速路

和其他道路两个等级,并针对快速路的分合流区、交织区以及其他道路的不同交叉口提出了相应的通行能力和服务水平分析方法,但规范并未给出具体的计算方法。《城市道路设计规程》(DGJ 08-2106—2012)同样按快速路和其他道路两个等级区分通行能力的计算方法,对于快速路交织区提出了理论上的计算方案,但仍未明确具体的计算方法,对于其他等级道路则提供了相关影响系数,对道路通行能力进

收稿日期: 2025-01-22
作者简介: 陈景亮(1991—),男,硕士,工程师,从事道路交通设计工作。

行折减。连续流主干路的主要特点是主线连续且无信号灯控制,其交通特征与快速路相近,但由于出入口间距通常较近,其交织段的通行能力往往是主线通行能力的控制因素。现行规范缺乏能够较好匹配连续流主干路交通特性的通行能力计算方法,为此,对连续流主干路交织区的通行能力开展研究,以进一步完善连续流交通通行能力的计算方法^[1-2]。

1 杨高北路工程概况

杨高北路(洲海路—金海路)改建工程全长约6.6 km,工程北起洲海路北侧,南至金海路立交。道路规划红线宽度50 m,按城市主干路标准实施改建。道路采用“节点跨线桥+地面道路”的敷设形式:跨线桥横断面采用双向6车道,设计速度60 km/h;地面道路采用双向4~6快2慢布置,设计速度50 km/h。图1所示为杨高北路横断面布置图。

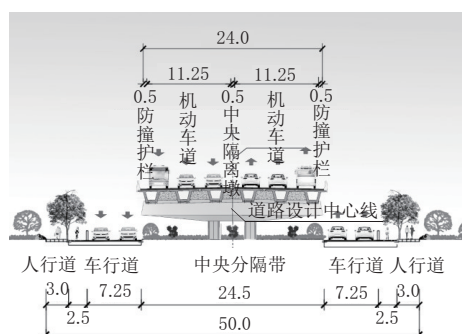


图1 杨高北路横断面布置图(单位:m)

该工程于2022年12月底开工建设,2023年底全线竣工通车。

全线共设置5座跨线桥,分别为东陆路跨线桥、巨峰路跨线桥、东靖路跨线桥、俱进路跨线桥以及洲海路跨线桥,其中东陆路跨线桥一并跨越凌河路、佳林路落地。跨线桥起桥位置均设置出入口以转换交通。图2所示为杨高北路(洲海路—金海路)改建工程总体方案图^[3]。

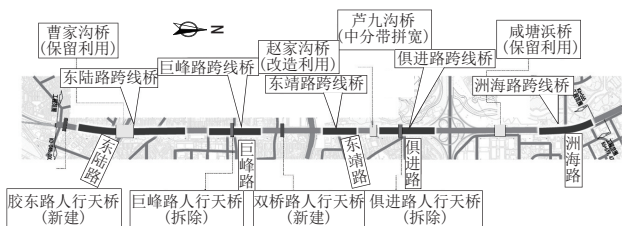


图2 杨高北路(洲海路—金海路)改建工程总体方案图

根据《杨高北路北段节点改造(金海路—外环)流量预测与交通分析》,远景年主要路段的流量情况详见表1。项目通车后,东陆路跨线桥的实际交通流量远高于预测结果,故东陆路跨线桥的交通流量数

据已根据通车后的实际情况进行了修正,以确保结论的准确性和可靠性。

表1 2033年杨高北路预测流量情况

路段	类型	方向	高峰小时流量/(pcu·h ⁻¹)
洲海路—五洲大道	洲海路跨线桥	南向北	1 931
		北向南	1 971
	并板	南向北	3 752
		北向南	3 906
五洲大道—俱进路	并板	南向北	2 586
		北向南	2 577
	俱进路跨线桥	南向北	2 256
		北向南	2 210
俱进路—东靖路	并板	南向北	3 735
		北向南	3 586
	东靖路跨线桥	南向北	2 975
		北向南	2 819
东靖路—巨峰路	并板	南向北	3 223
		北向南	3 158
	巨峰路跨线桥	南向北	1 940
		北向南	2 046
东陆路—胶东路	并板	南向北	3 553
		北向南	3 512
	东陆路跨线桥	南向北	2 505
		北向南	2 550
胶东路—金海路	并板	南向北	3 002
		北向南	3 069

2 路段通行能力分析

2.1 规范分析方法一

根据《城市道路设计规程》(DGJ 08-2106—2012),在60 km/h快速路设计车速条件下,单车道的设计通行能力为1 400 pcu/h。各跨线桥的车道规模推荐见表2。

表2 规范分析方法一结论

位置	单向最大流量/(pcu·h ⁻¹)	单向推荐规模/条	饱和度
洲海路跨线桥	1 971	2	0.70
俱进路跨线桥	2 256	2	0.81
东靖路跨线桥	2 975	3	0.70
巨峰路跨线桥	2 046	2	0.73
东陆路跨线桥	2 550	2	0.91

2.2 规范分析方法二

参考《城市道路设计规程》(DGJ 08-2106—2012),在60 km/h主干路设计车速条件下,不受平面交叉口影响的机动车道设计通行能力按以下公式计算调整:

$$N_m = f_c \times f_n \times f_w \times f_p \times f_b \times N_p \quad (1)$$

式中: N_m 为不受平面交叉口影响的路段设计通行能

力, pcu/h ; f_c 为机动车道的道路等级系数, 主干路取 0.8; f_n 为机动车道数修正系数, 2 车道取 1.85, 3 车道取 2.6; f_w 为机动车道宽度修正系数, 3.25 m 取 0.94; f_p 为驾驶员修正系数, 取 1; f_b 为自行车修正系数, 取 1; N_p 为基本通行能力, 取 1 800 pcu/h 。

计算得到 2 车道的设计通行能力为 2 504 pcu/h , 3 车道的设计通行能力为 3 519 pcu/h 。各跨线桥的车道规模推荐见表 3。

表 3 规范分析方法二结论

位置	单向最大流量/ ($\text{pcu} \cdot \text{h}^{-1}$)	单向推荐 规模/条	饱和度
洲海路跨线桥	1 971	2	0.78
俱进路跨线桥	2 256	2	0.90
东靖路跨线桥	2 975	3	0.85
巨峰路跨线桥	2 046	2	0.82
东陆路跨线桥	2 550	3	0.72

2.3 简化分析方法

一般情况下, 连续流主干路路段的实际通行能力并不会受到交叉口间距的直接影响, 但由于受周边区域服务要求的影响, 其出入口间距往往较小, 出入口区段的交织交通是影响连续流主干路通行能力的重要因素。例如, 杨高北路跨线桥的长度 L_q 约为 500 m, 而 L_b 则约为 300 m (见图 3), 这些出入口的间距远未达到不受交织影响的出入口间距的要求, 因此在桥上以及并板段都存在着较为严重的车辆交织现象。在主线上行驶的车辆, 更容易受到频繁进出的车辆的影响, 其中内侧车道受到的影响相对较小, 外侧车道则受到较大的影响。

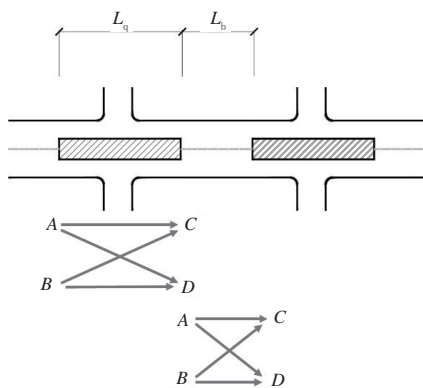


图 3 连续流交织示意图

结合交通管理方案, 将跨线桥上的车流交织形式简化为无约束自由交织模型, 并板段车流交织形式简化为有约束自由交织模型。在进行交织区的计算时, 常规的算法都需要明确 $A \rightarrow C$ 、 $A \rightarrow D$ 、 $B \rightarrow C$ 、 $B \rightarrow D$ 之间的相关流量。然而, 在交通预测和流量调查中, 这些数据几乎是无法准确获得的。因此, 在规范中,

关于交织段通行能力的计算方式在实际应用中有一定的局限性。

基于实际情况, 结合外侧车道交织影响大, 内侧车道交织影响小, 通行能力相对更强的特点, 将连续流主干路的交织模型简化为约束型的 A 型交织类型, 连续流主干路的内侧车道采用《城市道路设计规程》(DGJ 08-2106—2012) 规定的机动车道设计通行能力进行计算。这种通行能力不受平面交叉口影响。最外侧车道作为交织车道, 需要对其通行能力进行折减和换算以确保通行能力分析更接近实际。图 4 为交织车道位置图。

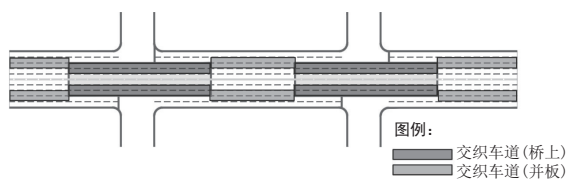


图 4 交织车道位置图

根据《道路通行能力手册(HCM2000)》、《上海市高快速路交通分析及评估指南》中的约束型 A 型交织类型计算模型进行简化推导, 可以得到关于交织车道的单车道通行能力 Q 与交织段长度 L 的一个简化计算式^[4-5]:

$$Q = \alpha + \frac{\beta L^d}{\gamma L^d + 1} \quad (2)$$

式中: α 、 β 、 γ 为固定参数; d 为约束型 A 型交织类型的取值, 取值为 0.8。

参考相关规范和交通运行状况, 可得到如下边界条件:

(1) 当 L 为 0 时, 车辆无法交织, 即交织车道的单车道通行能力 Q 为 0。

(2) 根据《城市快速路设计规程》(CJJ 129—2009) 第 7.2 节, 在主线设计速度 60 km/h 的条件下, 相邻出入口端部间距大于 760 m 时, 主线交通不受分合流交通影响, 即当 $L=760$ m 时, 交织车道的单车道通行能力 Q 为设计通行能力 1 400 pcu/h 。

(3) 根据《城市快速路设计规程》(CJJ 129—2009) 第 7.4.1 节、《城市道路设计规程》(DGJ 08-2106—2012) 第 7.3.7 节, 当加速车道末端距离减速车道前端小于 500 m 时, 需要设置辅助车道。规范认为在 $L=500$ m 时, 交织区的车流密度普遍达到设计极限, 小于该值时需要增加车道来增加交织能力。此时的车流密度接近 25 $\text{pcu}/(\text{km} \cdot \text{ln})$, 此时的平均车速为 30 km/h , 换算得到此时交织车道的车道通行能力 Q 为 750 pcu/h 。

根据以上情况确定边界条件如下:

$$\begin{cases} L = 0, Q = 0 \\ L = 500, Q = 750 \\ L = 760, Q = 1400 \end{cases}$$

代入计算得到:

$$\begin{cases} Q = \frac{3.187L^{0.8}}{1 - 0.0027L^{0.8}} \\ Q_{\max} = 1400 \end{cases}$$

主线非交织车道的单向通行能力不受平面交叉口影响,其机动车道设计通行能力取值为 1 400 pcu/h。结合不受平面交叉口影响的机动车道设计通行能力计算式,考虑车道间行车影响、车道宽度影响,修正后的路段通行能力公式如下:

$$N_m = \frac{f_{2+n}}{2+n} \times f_w \times (2Q + n \times 1400) \quad (3)$$

式中: n 为非交织车道数; f_{2+n} 为机动车道数修正系数,3 车道取 2.6,4 车道取 3.2,5 车道取 3.7; f_w 为机动车道宽度修正系数; Q 为单车道通行能力。

简化分析方法结论见表 4。

表 4 简化分析方法结论

位置	单向最大流量/ (pcu·h ⁻¹)	交织段长度/ m	单向推荐规模/ 条	饱和度	备注
洲海路跨线桥	1 971	630	3	0.69	
并板	3 906	1 330	4	0.90	
俱进路跨线桥	2 256	620	3	0.81	
并板	3 735	220	5	1.05	饱和度大于 1,自由交织无法满足通行需求,通过在 2、3 车道间设置实线的方式分离交织,保障主线通行
东靖路跨线桥	2 975	490	3	1.27	
并板	3 223	670	4	0.79	
巨峰路跨线桥	2 046	600	3	0.75	
并板	3 553	250	5	0.98	
东陆路跨线桥	2 550	1 320	3	0.72	

经各阶段专家评审,最终杨高北路按上述规模进行建设。

3 通车后交通运行情况

杨高北路于 2023 年底建成通车,目前交通情况已趋于稳定。根据百度数据提取的杨高北路各段道路高峰时段通行时间,得到各路段的高峰时段运行速度(见表 5)。

表 5 各路段的高峰时段运行速度情况(2024 年 12 月)

路段	方向	里程/ km	通行时间/ min	运行速度/ (km·h ⁻¹)
洲海路桥北—俱进路	南向北	3.0	5	36
	北向南	3.0	7	26
俱进路—巨峰路	北向南	2.1	4	32
	南向北	2.1	3	42
东靖路—凌河路	北向南	2.2	4	33
	南向北	2.2	5	27
巨峰路—胶东路	北向南	2.2	7	19
	南向北	2.2	5	26
洲海路—胶东路	北向南	6.2	12	31
	南向北	6.2	9	41

杨高北路改造后,高峰小时的路段运行速度在 19~42 km/h,全线的高峰小时平均运行速度北向南为 31 km/h,南向北为 41 km/h。整体运行速度符合四级(饱和流)水平,负荷度在 0.77~1 之间,与本文第 2.3 节中简化分析方法的分析结果基本吻合。东陆路跨线桥受杨高中路与台儿庄路相交位置瓶颈段的影响,达到四级(强制流)服务水平。

4 结 语

一般情况下,连续流主干路路段的实际通行能力并不会受到交叉口间距的直接影响,但受周边区域服务要求的影响,其出入口间距往往较小,出入口区段的交织交通是影响连续流主干路通行能力的重要因素。行驶车辆更容易受到车辆频繁进出连续流主线的影响,其中内侧车道所受影响较小,而外侧车道则受影响较大。本文结合杨高北路(洲海路—金海路)改建工程对连续流主干路出入口区段的通行能力进行了探析,通过简化交织段通行能力计算,提出了一种关于交织长度与通行能力的简化计算模型,利用该模型对杨高北路(洲海路—金海路)改建工程的建设规模进行了验证。结果表明,该计算模型能较好地模拟交通的实际运行状况,由此计算结果确定的建设规模基本符合工程实际。该简化计算方法可延伸应用于无法获取交织段交通量情况下的高、快速路交织区通行能力分析。

参考文献:

- [1] DGJ 08—2106—2012,城市道路设计规程[S].
- [2] CJJ 129—2009,城市快速路设计规程[S].
- [3] 上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司.杨高北路(洲海路—金海路)改建工程可行性研究报告[R].上海:上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,2020.
- [4] 城建设计集团.上海市高快速路交通分析与评估指南[Z].上海:上海市交通委员会,2024.
- [5] 美国交通委员会.道路通行能力手册(HCM2000)[S].华盛顿:美国交通委员会,2000.