

互通式立交交织运行改善措施研究

马一娟

(重庆市设计院有限公司, 重庆 400015)

摘要 本文根据互通式立交交织区运行理论, 讨论了互通式立交交织段服务水平与交织段最小长度、交织区断面型式等因素的相互关系, 提出缓解交织区拥堵的优化措施; 以重庆市内环快速茶园立交设计方案为例, 对立立交交织区段交织运行服务水平的优化效果进行验算; 同时, 从增大交织区段长度、改变交织区构造等角度提出改善交织区拥堵现象的多种措施, 以期为相关人员提供借鉴。

关键词 互通式立交; 交织运行; 交织区构造型式

中图分类号: U12

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)07-0007-03

城市快速路立交设计中常采用互通式立交形式, 以满足城市道路通行能力及交通转换需求较大的特点。同时, 由于城市道路建设受用地规划、征地拆迁等具体问题限制, 往往采用不同方向交通量合流后再分流的交通组织方式, 尽可能减少互通式立交的占地, 降低建设成本。然而, 较短距离内的连续分合流使得车辆运行过程中存在严重的交织现象, 使得交织区的道路通行能力及车辆行驶安全性大打折扣。为了有效改善城市快速路互通式立交普遍存在的交织现象, 本文从交织运行理论入手分析讨论交织运行的改善措施。

1 交织区运行理论

在互通式立交交织区运行的相关理论研究中, 交织区服务水平通常采用交织车辆运行速度 S_w 进行评价。根据相关设计规范^[1]要求, 城市道路互通式立交交织区段服务水平应达到四级及以上, 交织车辆运行速度 S_w 应不小于 56 km/h。对于不同的交织区构造类型, 均可通过交织区段长度 L 、交织区段车道数 N 、总交通量 V 及交织交通量比 V_R 进行定量计算。

$$S_w = 24.1 + \frac{80.47}{1 + a(0.3048)^d (1 + V_R)^b (V/N)^c / L^d} \quad (1)$$

式中: S_w ——交织车辆平均行驶速度 (km/h); V_R ——交织交通量比; V ——总交通量 (pcu/h); N ——交织区段车道数; L ——交织区段长度 (m); a 、 b 、 c 、 d ——常数, 假设车辆在交织区段为非约束交织运行, 根据交织区构造型式不同, 取值见表 1。

交织运行一般分为约束交织及非约束交织。理论研究中常假设交织运行为非约束交织, 即参与交织的车辆可以不受限制地在交织区段内自由变换车道。这是一种理想的交织运行状态, 实际情况中的交织运行通常为约束交织运行, 即交织车辆在交织区段变换车

道时受到其他车辆的干扰, 仅能利用较少一部分车道来实现车道变换。对于约束交织和非约束交织, 在计算交织车辆平均行驶速度 S_w 时, 式 (1) 中的常数 a 、 b 、 c 、 d 取值是不同的。

2 交织区构造型式

车道变换是交织区运行的最大特征。交织运行主要受车道变换的极不利影响, 因此, 交织区构造型式成为影响车道变换的一个重要几何特征。交织构造涉及交织区段的入口车道、出口车道的数量及相对位置, 这些都决定了交织区段中车辆运行将会产生的车道转换数。交织区构造型式通过交织车辆在通过交织区段时所必须进行的最少车道变换数来区分。一般分为构造型 A、B、C 型, 如图 1 所示。

3 交织区段长度计算

以重庆市内环快速路茶园立交为例进行交织区服务水平计算。该立交为一座双“Y”型三路全互通枢纽立交。首先, 方案设计阶段通过对早晚高峰交通量调查, 采用“四阶段”法进行交通发生预测、交通分布预测、方式划分预测, 最后运用基于 GIS 的交通规划软件 TRANSCAD 进行交通量分配预测^[2-3]。将交通分配预测结果在项目影响范围内的规划路网上进行交通量分配, 得出茶园立交两条主线道路的远期交通量分别为 12 000 pcu/h、9 000 pcu/h, 根据远期交通量需求, 确定采用复合型枢纽立交。茶园立交为内环快速路、快速路六纵线、茶惠大道三条城市快速路相交形成的全互通立交, 立交匝道全部采用定向、半定向匝道。如图 2 所示, 受周边用地条件限制, 茶惠大道高架右线与地面层 F 匝道合流后再分流为 F 匝道及 G 匝道, 该处存在长度约 120 m 的交织区段。然后, 根据立交交织区段的预测交通量 V 、车道数 N 、交织段长度

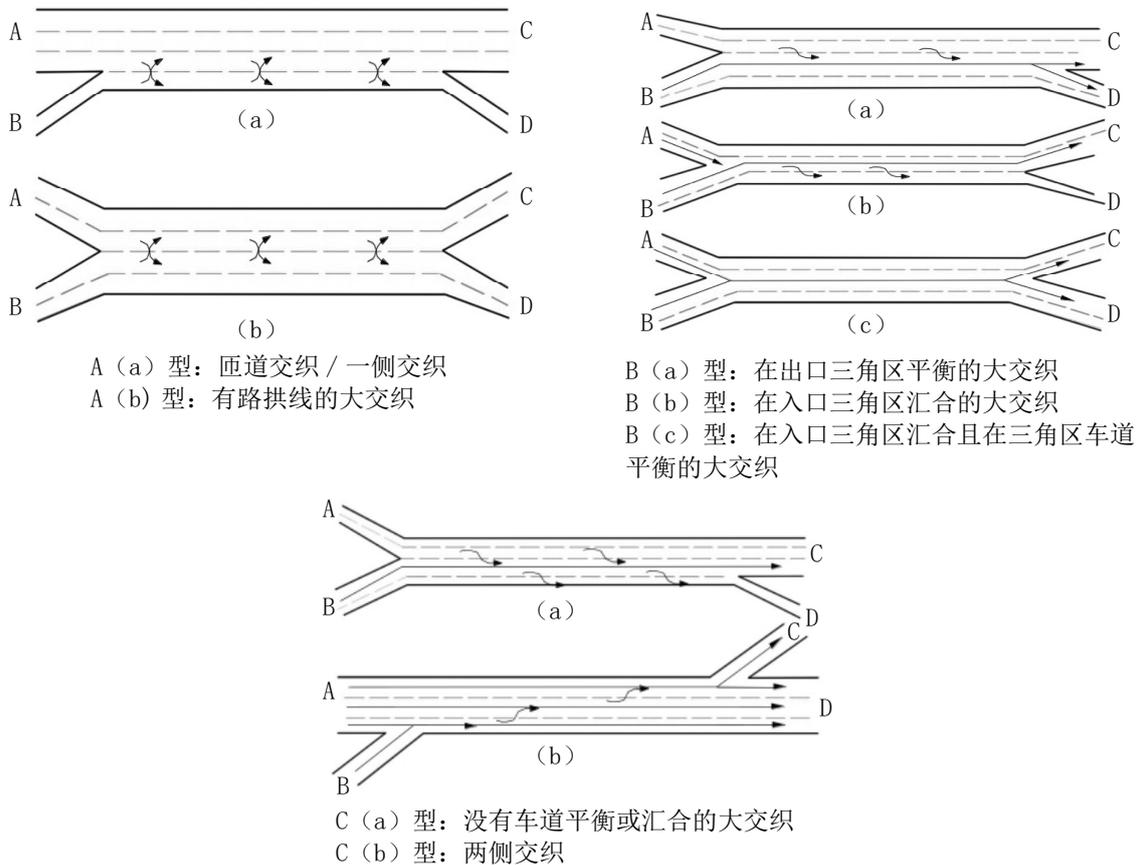


图1 交织区构造型式

L等参数，在相应服务水平下交织车辆的平均行驶速度 S_w ，计算出交织区段最小长度，从而判断交织区运行状况。根据流量预测结果得出，茶园立交F、G匝道交织区段总交通量 V 预测值为3 814 pcu/h，交织交通量比 V_R 计算值为0.34，交织区段车道数 N 取值为4，在四级服务水平下交织车辆的平均行驶速度 $S_w \geq 56$ km/h，根据式(1)计算出交织区段长度最小长度 $L \geq 156.05$ m。由此可见，茶园立交方案设计中F、G匝道交织区段长度为120 m，无法满足四级服务水平要求，存在交通拥堵的可能。

4 交织运行改善措施

根据上述对茶园立交F、G匝道交织区段长度 L 的计算结果，建议增大交织区段长度，以此缓解交织区拥堵现象。然而，由于该立交位于重庆市主城区内的城市建成区，项目周边用地资源紧张，增大交织段长度将造成立交占地面积增加，在实施过程中存在极大的难度。因此，本文从改变交织构造型式的角度分析，提出缓解交织拥堵的改善措施。

根据茶园立交原设计方案中F、G匝道交织区具体

情况判断，该交织区段构造型式属于A(b)型有路拱线的大交织。在满足服务水平四级的前提下，通过改变交织构造型式，利用式(1)分别计算交织区段长度 L 的最小值，计算结果如表1所示。

由表1可知，当服务水平为四级时，只有B(a)型的交织区段最小长度为 $L=105$ m，小于茶园立交F、G匝道交织区段长度120 m。因此，若将茶园立交F、G匝道交织区构造型式改为在出口三角区平衡的大交织类型，相同服务水平下所需的交织区段长度更小，即实际方案采用更长的交织区段长度，对交织区运行效率更为有利^[4]。

采用交织区运行理论计算公式，对改变交织区构造型式的改善效果进行评价。将F、G匝道交织构造型式改为B(a)型对表1中的a、b、c、d常数进行取值，交织区段长度仍取值120 m，交织区段车道数为4车道，计算交织车辆的平均行驶速度 S_w 结果如下：

$$S_w = 24.1 + \frac{80.47}{1 + a(0.3048)^d (1 + V_R)^b (V/N)^c / L^d} = 57.35(\text{km/h}) \geq 56(\text{km/h})$$

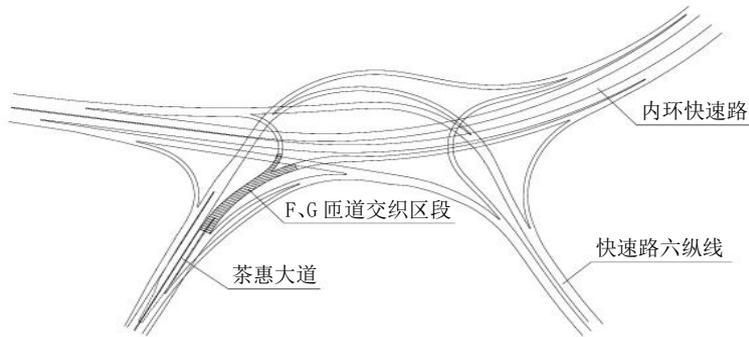


图 2 茶园立交方案平面图

表 1 不同交织区构造型式所需的最小交织区段长度 L

交织区构造型式	交织车速 S_w 的常数值				交织区段车道数 N	交织区段长度 L (m)	
	a	b	c	d		服务水平三级	服务水平四级
A (a)	0.226	2.2	1.00	0.90	4	190	122
A (b)					4	244	156
B (a)					4	233	105
B (b)	0.100	1.2	0.77	0.50	3	365	164
B (c)					3	378	169
C (a)	0.100	1.8	0.85	0.50	4	1 010	450
C (b)					3	1 647	736

其能够满足四级服务水平下的运行速度要求^[5]。

从 B (a) 型交织构造的几何特征可以看出, 交织区入口车道分别为 2 条双车道匝道, 合流后的交织区段为四车道, 合流后的车道数能够平衡。交织区出口则分流为 1 条三车道匝道及 1 条双车道匝道, 使交织区出口匝道增加了一个车道, 相当于增大了出口匝道的道路通行能力, 从而提高了交织车辆的行驶速度, 对交织运行有较大的改善作用。针对茶园立交设计方案中 F、G 匝道交织区段具体情况分析, 采用出口三角区平衡的大交织类型 B (a) 型后, 原本需要通过交织运行由 G 匝道转换至 F 匝道的车辆, 由于出口道增加了一个车道, 就无需跨越交织区内的车行道即可在出口三角区范围直接行驶至 F 匝道出口道, 相当于减少了交织区内参与交织的交通量, 其所需的交织区段长度也相应减少。由此可见, 保持原方案设计的交织区段长度不变的情况下, 只需改变交织区构造型式即可改善 F、G 匝道的交织运行状况。

5 结束语

本文以重庆市内环快速茶园立交设计方案中 F、G 匝道的交织运行为例, 根据互通式立交交织区段运行

理论, 利用茶园立交远期交通流量预测结果, 对 F、G 匝道交织区段最小长度、交织车辆平均行驶速度等指标进行验算, 从理论上论证了改变交织区构造型式对交织区运行的改善效果。同时, 还可采取一些辅助措施, 如在交织区段优化交通标志标线、在分流处设置信号灯等来缓解交织区拥堵。此外, 在施工过程中应注意路面材料的选取, 提高路面平整度, 保证交织车辆的行车安全和速度, 也可达到一定的缓解作用。

参考文献:

[1] 重庆市住房和城乡建设委员会 .DBJ50/T-064-2022, 城市道路交通规划及路线设计标准 [S].2022.
 [2] 马一娟, 饶建成. 城市快速路立交消除交织运行问题的设计方法研究: 以重庆市茶园立交为例 [J]. 工程技术研究, 2022,07(04):39-42.
 [3] 王炜, 陈峻, 过秀成, 等. 交通工程学 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2019.
 [4] 林杰. 高速公路互通立交匝道路段交织区最小长度研究 [D]. 重庆: 重庆交通大学, 2020.
 [5] 孙志远. 交织段对交通流的影响及改善措施研究 [J]. 交通世界, 2022,15(47):117-120.