

高速公路改扩建工程中主线出入口净距研究

吴维

(中交第二公路勘察设计研究院有限公司, 湖北 武汉 430074)

摘要: 为研究高速公路改扩建工程中主线出入口间的最小间距, 以京港澳(北京—香港—澳门)高速公路湖北北段改扩建项目为依托, 通过行车轨迹研究, 提出单向车道转换带的概念, 构建既有高速公路双向行驶改为单向行驶段落主线出入口净距计算模型, 提出既有高速公路主线入口与出口间的最小净距推荐值和极限值, 并结合工程实践, 提出相应安全保障措施。

关键词: 公路; 高速公路; 主线出入口净距; 改扩建

中图分类号: U412.3

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2020)02-0066-03

高速公路改扩建工程中, 既有高速公路由双向行驶改为单向行驶后, 同向车道间存在隔断, 内侧车道与外侧车道间无法实现变道需求。JTJ/T L11-2014《高速公路改扩建设计细则》规定, 改扩建工程中, 既有公路由双向行驶改为单向行驶后, 路基段中央分隔带改造为同向车道转换带, 且与主线出入口间的最小净距不小于 2 km, 车道转换带长度不小于 2 km。这一条件在部分高速公路改扩建项目中难以满足。基于这个情况, 在确保车辆运行安全的情况下, 构建既有高速公路双向行驶改为单向行驶段落的主线出入口净距计算模型, 确定合理的安全行车距离具有较大意义。

1 依托工程概况

京港澳(北京—香港—澳门)高速公路湖北北段改扩建项目起于鄂豫两省交界点九里关, 止于军山长江大桥北岸武汉西枢纽以南, 全长 157.77 km, 路基宽度 28 m, 双向四车道(见图 1)。采用“两侧拼宽为主、局部分离为辅”的方式进行扩建, 扩建后为双向八车道(见图 2)。



图 1 老路路基横断面(单位: cm)



图 2 改建后老路路基横断面(单位: cm)

府河互通—灯塔枢纽段经过武汉市东西湖区的府沦河特大桥, 根据河道现状及通航防洪要求, 该段

落只能采用西侧新增分离四车道方式进行扩建, 现有四车道由双向行驶改为单向行驶。如图 3 所示, 府河互通与灯塔枢纽之间净距为 7.23 km, 其中府沦河特大桥全长 5.94 km, 府河互通南端距离府沦河特大桥北段 1 038 m(净距 793 m), 灯塔枢纽北端距离府沦河特大桥南端 1 485 m(净距 494 m), 互通间距离满足现行规范要求的 4.5 km, 但无法满足 JTJ/T L11-2014《高速公路改扩建设计细则》中车道转换带长度及距离主线出入口的净距要求。如何保证主线出入口间车辆安全行驶并实现车道转换是该改扩建工程的重要影响因素之一。

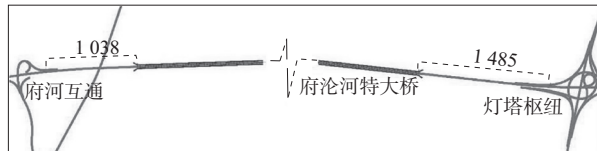


图 3 项目位置示意图(单位: m)

2 单向车道转换带

既有高速公路由双向行驶改为单向行驶后, 形成同向 2+2 车道, 为便于北上车辆从府河互通下高速公路, 需将灯塔枢纽至府河互通段路基段落的中中央分隔带开口并改造为车道转换带。传统意义上的车道转换带可满足车辆双向转换, 鉴于灯塔枢纽至府沦河特大桥南端的路基段长度较短, 无法满足车道转换带要求, 提出单向车道转换的概念, 即北上车辆经车道转换带变道至外侧车道, 经府沦河特大桥下高速公路, 而灯塔枢纽入口车辆只能直行, 不能变道(见图 4)。采取单向车道转换可减少交织, 降低行车风险, 缩短变道所需长度。

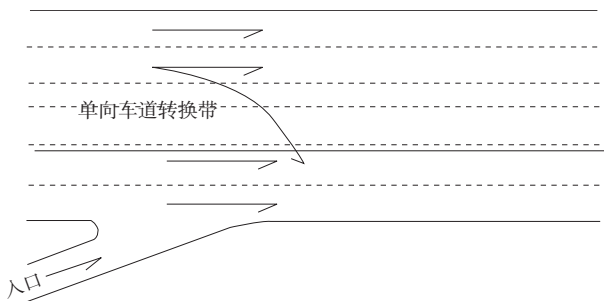


图 4 单向车道转换带示意图

3 主线出入口净距分析

车道转换带一般设置在公路同向中央分隔带处,实现内外侧车辆双向自由转换车道的功能。当互通间同向中央分隔带长度无法满足设置车道转换带时,可考虑采用单向车道转换的方式。参照 JTG/T D21—2014《公路立体交叉设计细则》中隧道与前方主线出口之间的净距要求,高速公路改扩建项目主线双向行驶改为单向行驶后,互通间净距在满足 4.5 km 的基础上,还需满足车道单向转换要求,即互通间同向中央分隔带长度满足车道单向转换要求。按 JTG/T D21—2014 中隧道与前方主线出口之间最小净距计算模型建立高速公路改扩建项目主线出入口净距计算模型,既有高速公路由双向行驶改为单向行驶后,车辆由车道开始转换至确认前方主线出口之间的净距 L 主要由四部分组成,分别为读取预告标志所行驶的距离 L_1 、寻找间隙过程中行驶的距离 L_2 、变换车道过程中行驶的距离 L_3 、确认出口过程中行驶的距离 L_4 。

该项目中,在灯塔枢纽区,主线车辆读取预告标志 1,经路基段由同向中央分隔带改造的车道转换段实现车道转换,与灯塔枢纽汇入车辆经府河特大桥运行至府河互通南端,再读取预告标志 2 确认出口距离,并驶离主线,即第一阶段车辆实现车道转换,第二阶段车辆确认出口安全距离。

(1) 读取预告标志所行驶的距离。根据相关研究成果,车辆认读标志的时间一般为 2~3 s,车辆判断并采取措施的时间为 2~2.5 s,即车辆从发现标志到采取措施的时间为 4~5.5 s,取中间值 4.5 s(见表 1)。

表 1 不同设计速度下读取标志的时间

设计速度/(km·h ⁻¹)	行驶距离/m
120	150
100	125
80	100

(2) 寻找间隙过程中行驶的距离。车辆在寻找间隙过程中,不同设计速度下行驶的距离见表 2。

表 2 寻找间隙过程中行驶的距离

设计速度/(km·h ⁻¹)	行驶距离/m
120	179.719
100	146.104
80	113.268

(3) 变道距离。车辆变道过程中,车辆匀速行驶。根据文献[4]、[5],变道车辆行驶距离与横向间距和运行速度有关,计算表达式见式(1)。如图 5 所示,京港澳高速公路由双向车道四车道改为单向车道四车道后,内侧两车道与外侧两车道间距 7 m,第 1 车道变道至第 3 车道的横向间距为 14.5 m,第 2 车道变道至第 3 车道的横向间距为 10.75 m,即 B 的推荐值为 14.5 m,极限值为 10.75 m。当既有高速公路由双向行驶改为单向行驶时,根据既有公路的横断面类型确定 B 值(见表 3)。由式(1)及表 3 可计算出不同设计速度下车辆变道过程中行驶的距离(见表 4)。

$$L_b = B \cdot \cot \left(\frac{17.066 \ 76 - 0.067 v_b}{180} \right) \quad (1)$$

式中: L_b 为车辆变道行驶的距离(m); B 为变道过程中行驶的横向宽度(m); v_b 为车辆变道速度(km/h),根据文献[6], $v_b = 0.76v$ 。

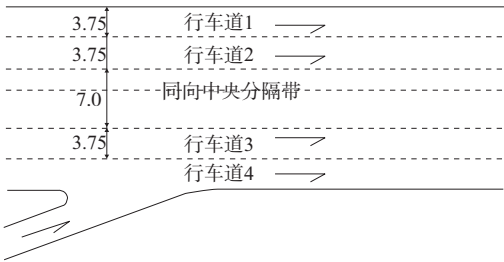


图 5 行车道间距示意图(单位:m)

表 3 变道过程中行驶的横向距离 B

设计速度/(km·h ⁻¹)	路基宽度/m	B /m
120	26.0	13.25(9.50)
	28.0	14.50(10.75)
100	24.5	12.50(8.75)
	26.0	13.25(9.50)
80	24.5	12.50(8.75)

注:括号内为极限值。下同。

表4 变道过程中行驶的距离

设计速度/ ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	路基宽 度/m	行驶距离/m
120	26.0	217.412(155.88)
	28.0	237.920(176.39)
100	24.5	187.618(131.33)
	26.0	198.875(142.59)
80	24.5	172.870(121.00)

(4) 确认出口安全距离。车辆变道成功后,在自由流状态下确认出口匝道的过程中车辆安全行驶的距离一般为100 m。

根据上述四阶段车辆安全行驶的距离,计算出不同设计速度下主线入口与出口之间的最小净距值见表5。

表5 主线入口与出口之间最小净距值

设计速度/($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	最小净距/m
120	667.64(606.11)
100	569.98(513.69)
80	486.14(434.27)

4 安全措施优化

当两个互通间路基段长度不能满足所验算的最小长度要求时,可从以下方面进行优化,提高车辆行驶的安全性:

(1) 优化互通方案,以满足互通间的路基段长度要求。改扩建项目中,既有互通一般均采取原位改造方案,移位重建的可能性较低。当互通间路基段长度不能满足所验算的最小长度要求时,调整主线出入口鼻端位置,加大互通间间距,以满足车辆实现内外侧车道单边转换的最低要求。

(2) 设置减速措施。在中央分隔带开口前设置减速标志及振动减速标线,提醒司机减速并控制车速。

(3) 设置交通标志。除正常设置的出口预告外,可考虑在中央分隔带开口前的路面上设置文字标记“XX出口”及导向箭头,引导主线出口车辆提前由最内侧第1车道转换至最内侧第2车道,并在中央分隔带开口处设置黄闪灯等导流标识。

(4) 采用减速措施并设置交通标志。

5 结语

该文通过分析车辆的行驶轨迹,提出单向车道转换带的概念,构建改扩建高速公路中主线由双向行驶改为单向行驶后互通间中央分隔带开口段的净距计算模型。通过分析车辆读取预告标志、寻找间隙及变道等过程行驶的距离,提出不同设计速度与不同车道数下互通间车道转换段的最小长度推荐值及极限值。结合工程实例及净距计算模型,提出高速公路改扩建项目中互通间车道转换段的最小长度,为今后其他项目的设计与实施提供参考。

参考文献:

- [1] JTG/T L11—2014,高速公路改扩建设计细则[S].
- [2] JTG/T D21—2014,公路立体交叉设计细则[S].
- [3] 吕纪云,陈瑾,章坤鹏.互通式立交与隧道出入口安全净距研究[J].中外公路,2019,39(2).
- [4] 黄治炉,陈宽民.基于车道变换的立交最小净距模型[J].长安大学学报:自然科学版,2015,35(5).
- [5] 崔洪军,贾俊波,李霞,等.安全变道概率条件下高速公路立交最小净距研究[J].中国安全科学学报,2016,26(9).
- [6] 刘子剑.互通式立体交叉设计原理与应用[M].北京:人民交通出版社,2015.
- [7] 姚晶.主线分合流与隧道及主线出入口最小间距研究[D].西安:长安大学,2017.
- [8] 杨少伟,赖泓志,潘兵宏,等.高速公路主线相互合流至出口最小间距的研究[J].深圳大学学报:理工版,2018,35(6).
- [9] 蒋飞.互通式交叉匝道连续出入口最小间距研究[D].西安:长安大学,2018.
- [10] 吴朝阳.高速公路主线分岔、合流连接部关键技术指标研究[D].西安:长安大学,2016.
- [11] 邵阳,潘兵宏,王云泽.高速公路互通式立交连续出口和入口间距研究[J].铁道科学与工程学报,2016,13(8).
- [12] 陈瑾.高速公路互通式立交出口和入口设置相关技术指标研究[D].西安:长安大学,2016.
- [13] 温铿航.高速公路立交变速车道长度及安全间距研究[D].广州:华南理工大学,2014.
- [14] 郑伟.基于运行速度的隧道出入口与主线出入口净距控制及设计对策研究[D].广州:华南理工大学,2019.
- [15] 王灵利,李新伟,潘兵宏,等.高速公路主线侧连续出口最小间距研究[J].铁道科学与工程学报,2016,13(4).
- [16] 潘兵宏,余小龙.高速公路主线同侧连续入口最小间距研究[J].公路,2017(6).

收稿日期:2019-10-14