

文章编号:1671-8879(2012)04-0031-07

八车道高速公路互通式立交最小净距计算模型

吴明先¹, 潘兵宏^{1,2}, 王 佐¹, 孔令臣², 郭腾峰¹

(1. 中交第一公路勘察设计研究院有限公司, 陕西 西安 710075;
2. 长安大学 特殊地区公路工程教育部重点实验室, 陕西 西安 710064)

摘 要:为解决目前路线设计规范中互通式立交最小净距规定值不适应八车道高速公路的问题,避免因互通式立交间距设置过近造成的交通紊乱和交通安全问题,通过分析八车道高速公路小间距互通式立交间车辆的运行特征和变道行为,构建了八车道高速公路互通式立交最小净距计算模型;运用概率论、微积分、可接受间隙理论及运动学相结合的方法,从等待和追赶可插入间隙角度分析了车辆从外侧车道换道至内侧车道、从内侧车道换道至外侧车道所需的长度,并结合现场调查数据对模型的关键参数进行了界定。结果表明:八车道高速公路互通式立交最小净距值宜为 2.2 km。

关键词:道路工程;八车道高速公路;最小净距;可接受间隙;概率论;微分法;动力学

中图分类号:U491 **文献标志码:**A

Calculation model of minimum net distance between interchanges on eight-lane expressway

WU Ming-xian¹, PAN Bing-hong^{1,2}, WANG Zuo¹, KONG Ling-chen², GUO Teng-feng¹

(1. CCCC First Highway Consultants Co Ltd, Xi'an 710075, Shaanxi, China;
2. Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of the Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: To solve the problem that the specified value of minimum net distance between interchanges on design specification for highway alignment can't adapt to the eight-lane expressway, and avoid traffic disorder and safety issues caused by the short distance between interchanges, the traffic operation characteristics and lane changing maneuvers were analyzed, the calculation model of minimum net distance between interchanges on eight-lane expressway was constructed. Combining probability theory, calculus, gap acceptance theory and kinematics, the necessary lengths that drivers change to the inside lane from the outside lane and change to the outside lane from the inside lane were respectively analyzed in terms of waiting and running for the gap acceptance, the key parameters were defined based on field survey. The results show that the minimum net distance between interchanges on eight-lane expressway is 2.2 km. 3 tabs, 3 figs, 11 refs.

Key words: road engineering; eight-lane expressway; minimum net distance; gap acceptance; probability theory; calculus; kinematics

0 引言

随着中国经济快速发展和交通量的持续增长,早期修建的四车道高速公路在通行能力、服务水平和安全等方面显现不足,部分地区四车道高速公路已经或将改扩建成八车道高速公路。因八车道高速公路具有路基宽度大、车道数多、适应交通流量大等特点,在八车道高速公路互通式立交区,驾驶人需要根据道路条件和交通条件,寻找可插入间隙进行多次车道变换,实现车辆驶出或驶入。若互通式立交间距过短,会导致交通流频繁交织,易引起交通流紊乱,从而引发交通事故。目前,国内外有关互通式立交最小间距的研究成果较多,如贺玉龙等通过对城市快速路详细分析,提出了互通式立交最小间距算法^[1];肖忠斌等采用可接受间隙理论,从系统的角度构建了互通式立交最小间距模型^[2];李爱增等综合运用数学分析方法、交通流理论、汽车动力学原理等,建立了互通式立交最小间距模型^[3];TRB 在《HCM2000》中,对高速公路基本路段、交织区、匝道与匝道连接点进行了详细研究^[4];Aashto 在《公路与城市道路几何设计》(2001)第 10 章中,对高速公路互通式立交的间距做了具体规定^[5];日本道路公团在《日本高速公路设计要领》中,考虑设置一系列出口预告标志的需求,对高速公路互通式立交最小间距做了详细的研究^[6];杜尔特在《联邦德国道路设

计》中考虑出口预告标志、道路交通量及分合流车辆运行需求等主要因素,对互通式立交最小间距做出详细合理规定^[7]。上述文献中,各国最小间距界定不一,参考值相差较大。中国《公路路线设计规范》参考日本道路设计规范,且针对四车道高速公路至少设置三级出口预告标志的要求而设定最小净距为 1 km,尚未对八车道高速公路进行研究^[8]。为此,本文从交通流理论出发,考虑车辆的汇入、车道的变换及车辆的分流等主要因素,结合中国已建八车道高速公路互通区车辆运行特性调查分析,研究八车道高速公路互通式立交的最小净距计算模型,并提出八车道高速公路互通式立交最小净距建议值。

1 定义

通常所说的互通式立交最小间距,是指相邻互通式立交被交线与主线交叉处中心桩号的差值。但高速公路相邻立交形式不同,对应单侧匝道长度也不同,在中心桩号差值一定的情况下,前互通式立交加速车道渐变段末端与后互通式立交减速车道渐变段起点间的距离相差较大。从研究的普遍性和通用性,本文按匝道布置最不利的情况考虑,即先合流后分流、对基本路段车流影响最大的情况下,相邻互通式立交间加速车道渐变段终点与同一侧的减速车道渐变段起点之间的距离,定义为高速公路互通式立交最小净距,如图 1 所示。

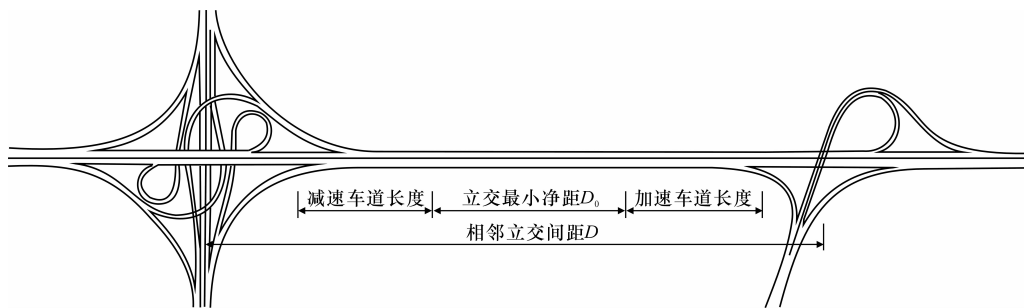


图 1 互通式立交最小净距

Fig. 1 Minimum net distance between interchanges

高速公路互通式立交最小净距是保证互通式立交区交通安全的一项控制性指标。互通式立交最小净距应满足前一个互通式立交驶入匝道渐变段末端与后一个互通式立交驶出匝道渐变段起点之间车辆安全、非交织运行要求;同时应满足后一个互通式立交设置预告标志所需的前置距离要求。

2 互通式立交最小净距分析

因八车道高速公路车道数较多,单向 4 个车道

分别进行车速和车型限制,由里向外依次是小型车道(1 车道)、中小型车道(2 车道)、大中型车道(3 车道)、大型车道(4 车道)。通过对中国已建成八车道高速公路(沪宁(上海—南京)、沈大(沈阳—大连)、京港澳(北京—香港—澳门)、连霍(连云港—霍尔果斯))上各车道车辆运行情况调查发现,因最内侧车道车速较高,多为超车行驶,且中央分隔带对驾驶人具有压迫感,一般情况下,刚驶入主线的车辆不会急于驶入最内侧车道;小客车最理想的行驶车道是 2

车道,重型货车因车辆本身加速性能较小客车差,一般期望行驶车道为3车道。基于上述车辆行驶情况

和互通式立交间距满足车辆非交织安全运行的要求,提出了如图2所示最小净距计算模型。

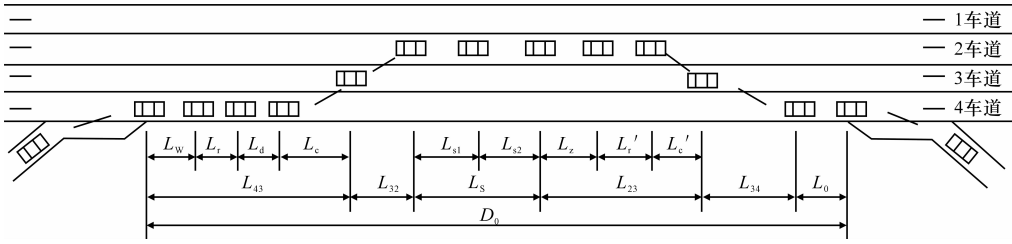


图2 互通式立交最小净距计算模型

Fig. 2 Calculation model of minimum net distance between interchanges

根据八车道高速公路分车道限车速和限车型的管理方式,图2中可能存在的最不利情况有2种:第1种是大型车辆从加速车道驶入4车道后,为了快速顺畅行驶变换一次车道至3车道,此时驾驶人发现了出口预告标志,并判断得知下一出口即为目标出口,再次变换车道至4车道,安全行驶至减速车道;第2种是小客车由加速车道驶入4车道后,为了快速顺畅行驶,连续变换车道至2车道时,驾驶人发现出口标志,并判断得知下一出口即为目标出口后,连续变换车道至4车道,安全行驶至减速车道。以上2种情况的对比,显然第2种情况下车辆行驶的距离更长,即需要的互通式立交净距更大。

3 八车道高速公路互通式立交最小净距模型

3.1 小客车由4车道变换到内侧2车道所行驶距离

3.1.1 小客车由4车道变道至3车道所行驶距离

(1)小客车等待3车道可插入间隙所行驶距离。车辆到达服从泊松分布,则在稳定流情况下,车头时距服从 K 阶爱尔朗分布^[9]。当爱尔朗分布用于单车道交通流的车头时距时,理论上会得出大量的0~1.2s的车头时距,但实际上这种情况不可能出现,因为车头间距至少为一个车身长加上一定的安全间隔。为了改正这种不合理情况,将爱尔朗分布曲线从原点 O 沿水平轴向右移一个最小间隔长度,得到修正后的移位二阶爱尔朗分布曲线,二级服务水平下 $K=2$,其概率密度函数为

$$f(t) = \lambda^2(t - \tau)e^{-\lambda(t - \tau)} \quad (1)$$

式中: $f(t)$ 为移位二阶爱尔朗分布概率密度函数; t 为时间(s); τ 为车头时距最小值(s),通常为1.0~1.5s,考虑到高速公路车速较高,本文取1.2s; λ 为单位时间平均到达率(veh/s), $\lambda/2 = Q/3\ 600$, Q 为单车道最大服务交通量(veh/h/lane)。

其车头时距大于等于 t 的概率为

$$P(h \geq t) = [\lambda(t - \tau) + 1]e^{-\lambda(t - \tau)} \quad (2)$$

式中: $P(h \geq t)$ 为车头时距大于等于 t 的概率; h 为大于等于 t 的车头时距。

车辆在等到一个可插入间隙之前,必然拒绝了 j 个不可插入间隙,其概率为

$$P(j) = \{1 - [\lambda(t_c - \tau) + 1]e^{-\lambda(t_c - \tau)}\}^j \cdot [\lambda(t_c - \tau) + 1]e^{-\lambda(t_c - \tau)} \quad (3)$$

式中: $P(j)$ 为拒绝 j 个不可插入间隙的概率; j 为拒绝不可插入间隙的个数; t_c 为车辆可插入临界间隙(s),其均值一般为3~4s,本文取3.5s。

则拒绝间隔的平均个数为

$$\bar{n} = \sum_{j=0}^{\infty} j \{1 - [\lambda(t_c - \tau) + 1]e^{-\lambda(t_c - \tau)}\}^j \cdot [\lambda(t_c - \tau) + 1]e^{-\lambda(t_c - \tau)} \quad (4)$$

式中: \bar{n} 为拒绝间隔的平均个数。

该级数绝对收敛为

$$\bar{n} = \frac{1 - [\lambda(t_c - \tau) + 1]e^{-\lambda(t_c - \tau)}}{[\lambda(t_c - \tau) + 1]e^{-\lambda(t_c - \tau)}} \quad (5)$$

而拒绝间隔的平均长度为

$$\bar{H} = \frac{\int_0^{t_c} t \lambda^2(t - \tau)e^{-\lambda(t - \tau)} dt}{1 - [\lambda(t_c - \tau) + 1]e^{-\lambda(t_c - \tau)}} = \frac{\tau + 2/\lambda - [\lambda(t_c + 1/\lambda)^2 + 1/\lambda - \tau\lambda t_c - \tau]e^{-\lambda(t_c - \tau)}}{1 - [\lambda(t_c - \tau) + 1]e^{-\lambda(t_c - \tau)}} \quad (6)$$

式中: \bar{H} 为拒绝间隔的平均长度(m)。

平均等待时间为拒绝间隔的平均个数与平均长度的乘积,则

$$t_w = \bar{H}\bar{n} = \frac{\tau + 2/\lambda - [\lambda(t_c + 1/\lambda)^2 + 1/\lambda - \tau\lambda t_c - \tau]e^{-\lambda(t_c - \tau)}}{[\lambda(t_c - \tau) + 1]e^{-\lambda(t_c - \tau)}} \quad (7)$$

式中: t_w 为平均等待时间(s)。

根据实际观察八车道高速公路各车道交通组成,基本路段最外侧多为大型车。所以可近似认为,在此过程中,小客车以最外侧大型车运行速度匀速行驶,则从 4 车道进入 3 车道的小客车在等待可插入间隙时行驶的距离为

$$L_w = \frac{V_{4T}}{3.6} t_w \quad (8)$$

式中: L_w 为 4 车道小客车在等待可插入间隙过程中行驶的距离(m); V_{4T} 为 4 车道大型车运行速度(km/h)。

(2) 驾驶人判断可插入间隙的反应时间内所行驶的距离。因外侧车道车速小于内侧车道车速,欲变换车道车辆须等待目标车道后方的可插入间隙,在变换车道前须判断间隙的可插入性。反应时间是指驾驶人从感知信号到采取行动这一过程所需要的时间。驾驶人对可能出现一般性的注意物,其反应时间可采用 1.5 s。但在高速公路复杂的交通环境中,驾驶人在等待可插入间隙出现的过程中,在观察后视镜中目标车道后方车辆的同时,还必须与同一车道前方车辆保持相应的安全距离,驾驶人所摄取的信息量大,反应时间也将增长,总的反应时间为 0.5 ~ 4.0 s。在这一反应时间内,小客车所行驶距离为

$$L_r = \frac{V_{4T}}{3.6} t_r \quad (9)$$

式中: L_r 为 4 车道小客车判断可插入间隙的反应时间内所行驶的距离(m); t_r 为反应时间(s),从安全角度考虑, t_r 取 4.0 s。

(3) 小客车与可插入间隙平行所行驶的距离。当 4 车道小客车判断后视镜中某个间隙为可插入间隙后,驾驶人开启变换车道的左转向灯,提示后面来车,并调整车头位置,等待可插入间隙与之平行,以便利用此间隙并入目标车道^[10]。

4 车道小客车从欲变换车道开始,一直以 V_{4T} 跟驰本车道前方大型车匀速行驶,等待并判定为可插入间隙的过程中,小客车已行驶距离为

$$L_y = L_w + L_r = \frac{V_{4T}}{3.6} (t_w + t_r) \quad (10)$$

式中: L_y 为 4 车道小客车等待并判定为可插入间隙的时间内行驶的距离(m)。

而 3 车道可插入间隙以运行速度 V_{3C} 移动的距离为

$$L_k = \frac{V_{3C}}{3.6} t_r \quad (11)$$

式中: L_k 为可插入间隙移动的距离(m); V_{3C} 为 3 车道小型车运行速度(km/h)。

则小客车与可插入间隙位置的相对距离为

$$L_x = L_w + L_r - L_k = \frac{V_{4T}}{3.6} (t_w + t_r) - \frac{V_{3C}}{3.6} t_r \quad (12)$$

式中: L_x 为小客车与可插入间隙的相对距离(m)。

而与此同时,3 车道可插入间隙正以 V_{3C} 匀速行驶,4 车道行驶的小客车与 3 车道可插入间隙的相对速度为

$$\Delta V = V_{3C} - V_{4T} \quad (13)$$

式中: ΔV 为 4 车道小客车与 3 车道可插入间隙的相对速度(km/h)。

欲换道车辆须等到 3 车道可插入间隙移动到与之平行时,才会进行插入。车辆从判定某一间隙为可插入间隙到与此间隙并行的过程中所需的时间为

$$t_d = \frac{L_x}{\Delta V / 3.6} = \frac{V_{4T} (t_w + t_r) - V_{3C} t_r}{(V_{3C} - V_{4T})} \quad (14)$$

式中: t_d 为小客车与可插入间隙平行的过程中所需的时间(s)。

则小客车与可插入间隙平行所行驶的距离为

$$L_d = \frac{V_{4T}}{3.6} t_d = \frac{V_{4T} [V_{4T} (t_w + t_r) - V_{3C} t_r]}{3.6 (V_{3C} - V_{4T})} \quad (15)$$

式中: L_d 为小客车与可插入间隙平行的过程中所需的距离(m)。

(4) 小客车从 4 车道横移至 3 车道所行驶的距离。车辆横移一个车道所需时间应为车道宽度除以车辆横移速度,即该时间随着车道宽度的不同而变化。根据相关研究,车道横移速度一般可取 1 m/s,

车道宽一般为 3.75 m,所以,取车道横移时间为 3.75 s 是安全合理的。在车辆横移过程中,车辆以纵向速度 V_{4T} 匀加速行驶,并以 V_{3C} 汇入 3 车道,此过程所行驶距离为

$$L_c = \frac{V_{4T} + V_{3C}}{2 \times 3.6} t_c' \quad (16)$$

式中: L_c 为小客车从 4 车道横移至 3 车道行驶的距离(m); t_c' 为车道横移时间(s)。

则小客车由 4 车道变换车道到 3 车道所行驶的总距离为

$$L_{43} = L_w + L_r + L_d + L_c \quad (17)$$

式中: L_{43} 为小客车由 4 车道变道到 3 车道所行驶的总距离。

3.1.2 小客车由 3 车道变道至 2 车道行驶距离

小客车由 3 车道变换车道到 2 车道所行驶的总距离 L_{32} 的计算方法同 L_{43} ,只是将 L_{43} 中涉及到的 V_{4T} 、 V_{3C} 分别变成 V_{3T} 、 V_{2C} 即可。

则小客车从 4 车道变换车道到 2 车道所行驶的总距离 L_{42} 为

$$L_{42} = L_{43} + L_{32} \tag{18}$$

式中: L_{42} 为小客车从 4 车道换道至 2 车道行驶的总距离; L_{32} 为小客车由 3 车道换道至 2 车道行驶的距离; V_{3T} 为 3 车道大型车运行速度(km/h); V_{2C} 为 2 车道小型车运行速度(km/h)。

3.2 小客车判读标志所行驶的距离

当行驶在 2 车道的驾驶人发现标志时,从开始读取标志的信息到读完标志内容所行驶的距离称为阅读距离。读完标志后,应做出采取行动的决策,在决策过程中车辆行驶的距离称为决策距离^[11]。

标志阅读距离采用的计算式为

$$L_{s1} = \frac{V_{2C}}{3.6} t_1 \tag{19}$$

式中: L_{s1} 为标志阅读距离(m); t_1 为阅读完标志牌上内容所必需的时间(s),它取决于标志牌上的字数和语言种类,可根据下式计算

$$t_1 = t_1' \omega_1 \omega_2 \tag{20}$$

式中: t_1' 为读完一定数量拉丁字母所必需的时间(s),取值参考表 1; ω_1 为文种修正系数,根据日本土木研究所试验结果,汉字(9 划)时 $\omega_1 = 2$; ω_2 为汉字复杂性修正系数,以标志板上最复杂的汉字为对象,取值参考表 2。

表 1 认读标志牌上拉丁字母所需时间

Tab. 1 Necessary time of reading Latin letters

字数	5	10	15	20	25
t_1'/s	1.3	1.5	1.9	2.5	3.2

表 2 汉字复杂性修正系数

Tab. 2 Correction factor of complex characters

汉字笔划	10 划以下	10~15 划	超过 15 划
ω_2	1	1.1	1.2

行动决策距离计算式为

$$L_{s2} = \frac{V_{2C}}{3.6} t_2 \tag{21}$$

式中: L_{s2} 为行动决策距离(m); t_2 为决策时间(s),一般为 2 ~ 2.5 s,取 2.5 s。

则小客车判读标志所行驶的距离为

$$L_s = L_{s1} + L_{s2} \tag{22}$$

式中: L_s 为小客车判读标志所行驶的距离(m)。

3.3 小客车由内侧 2 车道变换到最外侧 4 车道所行驶的距离

3.3.1 小客车由 2 车道变道至 3 车道所行驶距离

(1) 小客车追赶 3 车道可插入间隙所行驶距离。因内侧 2 车道上车辆运行速度较外侧 3 车道上车辆

运行速度高,所以内侧车道车辆不是被动的等待外侧车道上出现可插入间隙,而是追赶前方的可插入间隙,可认为每隔 t_w 时间前方目标车道出现可插入间隙。

实测八车道高速公路可以发现,内侧车道车辆较易利用小型车与大型车及两大型车之间的间隙,可以认为,可插入间隙以大型车的运行速度 V_{3T} 匀速行驶,则从 2 车道小客车欲变换车道开始,小客车与可插入间隙的相对距离为

$$L_x' = \frac{V_{3T}}{3.6} t_w \tag{23}$$

式中: L_x' 为 2 车道小客车与 3 车道可插入间隙的相对距离(m)。

而 2 车道行驶的小客车与 3 车道可插入间隙的相对速度为

$$\Delta V' = V_{2C} - V_{3T} \tag{24}$$

式中: $\Delta V'$ 为 2 车道小客车与 3 车道可插入间隙的相对速度(km/h)。

则追赶可插入间隙时所行驶的时间为

$$t_z = \frac{L_x'}{\Delta V'/3.6} = \frac{V_{3T} t_w}{V_{2C} - V_{3T}} \tag{25}$$

式中: t_z 为 2 车道小客车追赶可插入间隙时所行驶的时间(s)。

则追赶可插入间隙所行驶的距离为

$$L_z = \frac{V_{2C}}{3.6} t_z \tag{26}$$

式中: L_z 为 2 车道小客车追赶可插入间隙所行驶的距离(m)。

(2) 小客车判断可插入间隙所行驶的距离。当车辆追赶并与可插入间隙平行后,在准备横移至目标车道之前,为了安全起见,目视后视镜,判断目标车道上后方来车,并开启右转向灯,提示后面来车,以安全利用这个间隙并入目标车道。此过程所需时间参见上述反应时间 t_r ,但由于小客车在追赶前方 3 车道可插入间隙过程中,就已经在判断此间隙的可插入性,且无需一直观察后视镜,所以最后确认间隙可插入性的时间较 t_r 短。则判断可插入间隙所行驶的距离为

$$L_r' = \frac{V_{2C}}{3.6} t_r' \tag{27}$$

式中: L_r' 为 2 车道小客车判断可插入间隙所行驶的距离(m); t_r' 为反应时间(s),取 1.5 s。

(3) 小客车横移至 3 车道所行驶的距离。此时驾驶人目标明确,想快速驶入最外侧车道,以便于进入减速车道,但同时考虑安全行车,小客车在横移过程

中以纵向速度 V_{2c} 匀减速行驶,并以 V_{3c} 汇入 3 车道。车道横移所行驶的距离 L_c' 的计算方法同 L_c ,可用下式表达

$$L_c' = \frac{V_{2c} + V_{3c}}{2 \times 3.6} t_c$$

(28)

式中: L_c' 为 2 车道小客车横移至 3 车道所行驶的距离(m)。

则小客车由 2 车道变换车道至 3 车道所行驶的总距离为

$$L_{23} = L_z + L_r' + L_c'$$

(29)

式中: L_{23} 为小客车由 2 车道变换车道到 3 车道所行驶的总距离(m)。

3.3.2 小客车由 3 车道变道至 4 车道所行驶距离

小客车由 3 车道变换车道到 4 车道所行驶的总距离 L_{34} 的计算方法同 L_{23} ,只是将 L_{23} 中涉及到的 V_{2c} 、 V_{3c} 、 V_{3T} 分别变成 V_{3c} 、 V_{4c} 、 V_{4T} 即可。

则小客车从车道 2 换道至车道 4 所行驶的总距离为

$$L_{24} = L_{23} + L_{34}$$

(30)

式中: L_{24} 为小客车由 2 车道变换车道到 4 车道所行驶的总距离(m); L_{34} 为小客车由 3 车道变换车道到 4 车道所行驶的总距离(m)。

3.4 小客车在到达出口之前再次确认出口的安全距离

驶出车辆为安全顺利地驶出主线,需要通视整个出口端部直至鼻端。《公路路线设计规范》规定:主线分流鼻之前应保证判断出口所需的识别视距,当主线设计速度为 120 km/h 时,其对应的识别视距为 350 ~ 460 m,均值为 405 m,而对应的单车道出口匝道长度为 245 m。则车辆在进入减速车道渐变段起点前所需的最小安全距离为出口识别视距与出口匝道长度的差值,即 160 m。

则小客车在变换车道整个过程中所需的最小净距为

$$D_0 = L_{42} + L_s + L_{24} + L_0$$

(31)

式中: D_0 为八车道高速公路互通式立交最小净距(m); L_0 为确认出口的安全距离(m)。

4 八车道高速公路互通式立交最小净距计算

由最小净距计算模型分析可知,为求出最小净距 D_0 ,需调查计算八车道高速公路分车道分车型的运行速度。本文实测沪宁、沈大、京港澳、连霍高速公路互通式立交前后 2 km 范围内车辆速度,其观测数

据整理结果如图 3 所示。

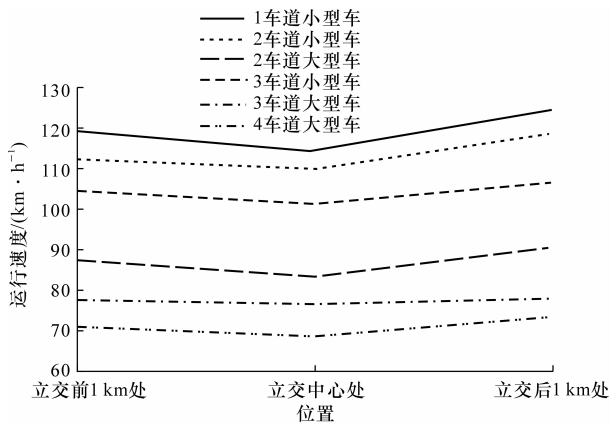


图 3 分车道分车型运行速度分布

Fig. 3 Operating speed distribution of different models on different lanes

通过对实测数据分析发现,1 车道主要供小型车行驶,4 车道主要供大型车行驶,2 车道为客车、货车混合行驶,3 车道亦为客车、货车混合行驶,但 2 车道小型车所占的比重较大,3 车道大型车所占的比重较大。从分断面来看,立交前 1 km 处、立交中心处、立交后 1 km 处 3 个断面的车辆运行速度先减后增,这是因为分合流车辆影响直行车辆的正常行驶,为了行车安全,直行车辆先减速驶离立交区,之后再加速至正常速度;从分车道来看,由于大型车混入率的影响,内侧车道各类车型的车辆运行速度都较外侧车道相应车辆运行速度高;从分车型来看,由于车辆本身性能的影响,小型车的运行速度较大型车高。综合分析,确定最小净距计算模型中运行速度值见表 3。

表 3 分车道分车型运行速度值

Tab. 3 Operating speed values of different models on different lanes km/h

车型	车道			
	1 车道	2 车道	3 车道	4 车道
小型车	120	115	100	
大型车		90	85	75

二级服务水平下设计速度为 120 km/h 的高速公路最大服务交通量为 1 600 pcu/h/lane。按照上述计算模型,计算得出设计速度为 120 km/h 的八车道高速公路互通式立交最小净距为 2 146 m,与德国规定的一般公路高交通量路段期望立交最小净距 2.2 km 较为接近(德国规定的净距定义同本文)。因此,建议设计速度为 120 km/h 的八车道高速公路互通式立交最小净距为 2.2 km,同时也满足设置出口预告标志

的要求。

5 结 语

(1)提出了八车道高速公路互通式立交最小净距计算模型。

(2)基于多条八车道高速公路互通式立交区的调查分析,确定了八车道高速公路互通式立交最小净距计算模型中关键参数的取值。

(3)提出了八车道高速公路互通式立交最小净距宜为 2.2 km 的建议值;现行路线设计规范中规定的互通式立交最小净距值偏小,不适合八车道高速公路。

(4)因本文调查数据有限,只给出了设计速度为 120 km/h 的八车道高速公路互通式立交净距,对不同设计速度的多车道高速公路互通式立交最小净距是下一步研究需要解决的问题。

参考文献:

References:

[1] 贺玉龙,刘小明,任福田.城市快速路互通式立交的最小间距[J].北京工业大学学报,2001,27(1):8-11.
HE Yu-long, LIU Xiao-ming, REN Fu-tian. The minimum distance between interchanges on urban expressways[J]. Journal of Beijing University of Technology, 2001, 27(1): 8-11. (in Chinese)

[2] 肖忠斌,王 炜,李文权,等.城市快速路互通立交最小间距模型[J].公路交通科技,2007,24(11):105-108.
XIAO Zhong-bin, WANG Wei, LI Wen-quan, et al. Model of minimum distance between interchanges on urban expressways[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2007, 24(11): 105-118. (in Chinese)

[3] 李爱增,李文权,王 炜.城市快速路互通立交最小间距[J].公路交通科技,2008,25(6):104-110.
LI Ai-zeng, LI Wen-quan, WANG Wei. Minimum inter-

change spacing of urban expressway[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2008, 25(6): 104-110. (in Chinese)

[4] Transportation Research Board. Highway capacity manual 2000[R]. Washington DC: National Research Council, 2000.

[5] Aashto A. Policy on geometric design of highways and streets 2001[M]. Washington DC: AASHTO, 2001.

[6] 日本道路公团.日本高速公路设计要领[M].西安:陕西旅游出版社,1991.
Japan Highway Public Corporation. Essentials of Japan expressway design[M]. Xi'an: Shaanxi Tourism Press, 1991. (in Chinese)

[7] 杜尔特 W. 联邦德国道路设计[M].北京:人民交通出版社,1987.
Duarte W. The Federal Germany road design[M]. Beijing: China Communications Press, 1987. (in Chinese)

[8] JTG D20—2006,公路路线设计规范[S].
JTG D20—2006, Specification for highway alignment design[S]. (in Chinese)

[9] 中国公路学会.交通工程手册[M].北京:人民交通出版社,1996.
China Highway Society. Traffic engineering manual [M]. Beijing: China Communications Press, 1996. (in Chinese)

[10] 徐秋实,任福田,孙小端,等.高速公路互通式立交加速车道长度的研究[J].北京工业大学学报,2007,33(3):298-301.
XU Qiu-shi, REN Fu-tian, SUN Xiao-duan, et al. Research on the length of acceleration lane at freeway interchange[J]. Journal of Beijing University of Technology, 2007, 33(3): 298-301. (in Chinese)

[11] JTG D82—2009,公路交通标志和标线设置规范[S].
JTG D82—2009, Specification for layout of highway traffic signs and markings[S]. (in Chinese)