

文章编号:1671-8879(2014)05-0042-07

# 山区高速公路超车道小客车停车视距安全性

杨永红<sup>1</sup>, 吴传海<sup>2</sup>, 葛 婷<sup>1</sup>, 符铎<sup>1</sup>

(1. 华南理工大学 土木与交通学院, 广东 广州 510640;

2. 广东华路交通科技有限公司, 广东 广州 510420)

**摘 要:**行车视距是道路设计一个重要的控制指标。山区高速公路行车时,超车道上左转弯因车速高和距离中央分隔带近,驾驶人视距常受限,对行车安全造成较大影响。针对现有二维停车视距模型参数选择不够合理问题,采用运行速度预测和实际速度测试相结合,以运行速度和制动减速度综合修正小客车二维停车视距模型,根据不同纵坡值计算超车道小客车停车视距。在山区高速公路横净距一般设计值为 2.45 m 和 2 m 条件下,计算得出满足超车道左转弯停车视距的最小圆曲线半径。最后建立了考虑横断面和超车道左侧影响因素的三维动态视距模型。研究结果表明:现有山区高速公路超车道小客车停车视距设计值偏小,对于设计速度为 100 km/h 和 80 km/h,超车道小客车停车视距相应推荐为 200 m 和 170 m;建议在左转弯视距不足处加宽横净距和增设视线诱导安全设施,以保证实际超车道小客车行车安全。

**关键词:**道路工程;山区高速公路;超车道;停车视距;横净距;三维动态视距

**中图分类号:**U412

**文献标志码:**A

## Safety of stop sight distance of freeway passing lane for passenger car in mountainous area

YANG Yong-hong<sup>1</sup>, WU Chuan-hai<sup>2</sup>, GE Ting<sup>1</sup>, FU Xin-sha<sup>1</sup>

(1. School of Civil Engineering and Transportation, South China University of Technology, Guangzhou 510640, Guangdong, China; 2. Guangdong Hualu Transport Technology Co Ltd, Guangzhou 510420, Guangdong, China)

**Abstract:** Stop sight distance (SSD) is an important control parameter in highway design. The freeway sight distance is always blocked because the passenger car turns left with high speed and is very close to the medians in mountainous area, which has great impact on safety. Since the parameters of SSD model are adopted unreasonably, the combination operating speeds prediction and the field test was taken into consideration, and operating speed and braking deceleration were synthesized to modify the SSD model of passenger car. The SSD values were calculated based on different longitudinal gradients. Adopting design value of horizontal sightline offset of 2.45 m or 2 m, the minimum left curve radii were calculated to satisfy the need of SSD. Highway 3D dynamic sight distance model was established with consideration of influencing factors of cross section and passing lane. The results show that the design values of horizontal sightline offset are always not long enough, and SSD are 200 m and 170 m for the design speeds of 100 km/h and 80 km/h. In addition, the horizontal sightline offset should be improved and sight guiding

收稿日期:2014-05-20

基金项目:国家自然科学基金项目(51278202);广东省交通运输厅科技项目(2013-02-077)

作者简介:杨永红(1977-),女,河南驻马店人,讲师,工学博士,E-mail: yangyh@scut.edu.cn.

safety facilities should be added when left turn sight distance is not long enough to ensure the actual driving safety in freeway passing lane in mountainous area. 7 tabs, 3 figs, 16 refs.

**Key words:** road engineering; freeway in mountainous area; passing lane; stop sight distance; horizontal sightline offset; highway 3D dynamic sight distance

## 0 引言

道路几何线形影响行车速度和事故率。美国联邦公路局 FHWA 提出了道路设计的 13 项设计控制标准,其研究表明道路设计与事故率紧密相关<sup>[1]</sup>。行车视距是一个重要的设计指标,影响道路交通安全。行车视距主要是指停车视距,停车视距是指在公路上行驶的汽车司机发现前方障碍物,紧急刹车制动至障碍物前完全停车的最短距离<sup>[2]</sup>。目前世界各国的视距标准相差较大,这是由于各国采用了不同的视距模型和参数<sup>[3-4]</sup>。通常认为停车视距影响因素有人、车、路和环境,是一个复杂的问题。因此,国际上对停车视距相关的数学模型研究一直在进行。中国对视距提出了不同的概念,有设计视距、运行视距、空间视距<sup>[5]</sup>,以及相应的视距检验。视距计算的相关研究可分为传统的二维视距优化计算模型、图形仿真法和几何解析法<sup>[6-7]</sup>。中国研究者多将研究重点放在视距计算自动化,而视距模型影响参数研究不全面,对视距模型本身的准确性及参数的合理性研究较少,而且研究主要考虑的是行车道、路面对行车视距的影响,没有全面考虑横断面和超车道道路侧影响<sup>[8-11]</sup>。

山区高速公路行车时,超车道上左转弯因车速高和距离中央分隔带近,驾驶人视距通常受限,对行车安全造成较大影响。作者在某山区高速公路事故原因分析中发现,左转弯视距不足的路段事故较多,中央分隔带护栏和防眩板遮挡行车视线引起的交通事故率在逐年增加,左侧车道(中分带一侧)视距比右侧车道(边坡一侧)视距问题严重。为此,本文针对现有二维停车视距模型参数选择不够合理问题,采用运行速度预测和实际速度测试相结合,以运行速度和制动减速度综合修正小客车二维停车视距模型,根据不同纵坡值计算超车道小客车停车视距。对比分析目前山区高速公路设计中常采用超车道左侧横净距一般设计值和计算值,研究考虑横断面和超车道左侧影响因素的三维动态视距计算模型,并进行模型实地应用,以保证实际超车道小客车行车安全。

## 1 小客车停车视距计算规范取值差异

停车视距值的规范取值目前不一致,《公路路线设计规范》(JTG D20—2006)和《公路项目安全性评价指南》(JTJ/T B05—2004)对停车视距给出了不同的视距标准取值。在道路设计和运营项目安全审计及评价时,对于视距检验,常因规范给出不一致,难以遵循,因此有必要对停车视距的计算进行详细研究。

《公路路线设计规范》的小客车停车视距计算公式为

$$S_T = \frac{vt}{3.6} + \frac{(v/3.6)^2}{2gf_1} \quad (1)$$

式中:  $v$  为行驶速度(km/h),取值为设计速度的 85%(当  $v \geq 80$  km/h);  $f_1$  为潮湿状态下的纵向摩擦系数;  $t$  为反应时间;  $g$  为重力加速度。

《公路项目安全性评价指南》提出小客车停车视距采用路段运行速度计算值计算,按照运行车速进行视距验算,提出停车视距计算公式为

$$S_T = \frac{v_{85}t}{3.6} + \frac{(v_{85}/3.6)^2}{2g(f_1 + i)} \quad (2)$$

式中:  $v_{85}$  为运行速度计算值(km/h);  $i$  为纵坡坡度。

比较 2 个《规范》可知,计算模型基本相同,都是从力学原理推导而来,但速度计算值选用不同,且同一运行速度对应着不同的摩擦系数。《公路路线设计规范》中视距模型的计算速度,仅取设计速度的 85%~90%,与实际运行速度不一致。对于目前中国高速公路交通,小客车性能好,取值偏低,按此速度进行视距验算是偏于不安全的<sup>[12]</sup>。《公路项目安全性评价指南》虽采用运行速度,但预测速度与实际行车速度相差较大,使得按照《公路项目安全性评价指南》进行停车视距验算时,满足此停车视距要求的路线平曲线半径很大,难于进行视距安全检验。

## 2 小客车二维停车视距计算模型修正

### 2.1 考虑运行速度的修正

运行速度指驾驶人根据实际道路条件、交通条件和良好气候条件等能保持安全运行的最高速度。停车视距计算模型中,小客车在超车道运行速度快,

建议采用测定的 85%车速作为运行车速,接近实际运行速度进行计算。85%位车速是指所有行驶车辆中,有 85%的车辆行驶速度在此速度以下,只有 15%的车辆行驶速度高于此值。

通过实地测试超车道小客车的运行速度,并结合项目组开发的“高速公路安全性评价系统”进行运行速度预测。作者对广东某山区高速公路左线小客车进行运行速度预测,采用雷达测速仪 VELOCITY (10-1911CM)进行实地测速。结合平纵线形,在超车道视距不足引起事故数比较高的地点设置速度观测点。预测条件如表 1 所示。

表 1 小客车运行速度预测条件

Tab. 1 Operating speed prediction conditions for passenger car

路段编号	桩号	设计速度/ (km·h <sup>-1</sup> )	初始速度/ (km·h <sup>-1</sup> )	期望速度/ (km·h <sup>-1</sup> )
1	K54+446~K85+729	100	110	125
2	K85+729~K112+807	80	95	110

表 2 国外路线指南中制动减速度参考

Tab. 2 An assumed mean deceleration rates of other geometric design guidelines in Germany, USA and Australia

参数	美国指南(AASHTO, 2011 6th Edition)	德国指南(RAA, 2008)	澳大利亚指南(Austrroads, 2009)	
平均制动减速度/(m·s <sup>-2</sup> )	3.40	3.70	2.55	舒适制动
			3.53	舒适紧急制动
			4.51	紧急制动
纵向摩阻系数	0.35	0.38	0.26	舒适制动
			0.36	舒适紧急制动
			0.46	紧急制动

其中美国 Green Book<sup>[13]</sup>提出停车视距计算公式为

$$S_{SD}=0.278Vt+0.039\frac{V^2}{a_{max}}\tag{3}$$

式中: $V$ 为设计速度(km/h); $t$ 为反应时间(一般取 2.5 s); $a$ 为制动减速度(m/s<sup>2</sup>)。

研究表明,90%的驾驶人意外发现前方障碍物时需要紧急停车所采用的减速度大于 3.4 m/s<sup>2</sup><sup>[14]</sup>。本文从运动学原理出发,结合国内外汽车安全技术领域的研究成果,选用合适的制动减速度代表值 3.4(m/s<sup>2</sup>),用于停车视距建模<sup>[15]</sup>。

2.3 综合修正小客车二维停车视距计算模型

通过上述研究,对小客车停车视距计算模型可从运行速度和制动减速度参数 2 个方面,进行综合修正,计算更为准确合理。修正模型为

$$S_{SD}=0.278v_{85}t+0.039\frac{v_{85}^2}{a_{max}}\tag{4}$$

通过对山区高速公路评价路段进行运行速度测速与预测可知,设计速度 100 km/h 路段,小客车的平均运行速度为 105 km/h;设计速度 80 km/h 路段,小客车的平均运行速度为 95 km/h。

2.2 考虑减速度的制动距离修正

目前车辆安全性有较大的提高,轮胎、路面材料和 ABS 防抱死制动系统的出现使得规范推荐的纵向摩阻系数(《公路路线设计规范》推荐值  $f_1=0.29\sim0.44$ )不再能准确反映停车制动的实际情况<sup>[9]</sup>。

另外,因纵向摩阻系数测定需要考虑车辆行驶速度,而且是完全制动,车轮锁定。而实际当大多数驾驶人遇到前方危险时,采用的是“舒适的制动减速度”减速。当前德国、美国和澳大利亚路线设计指南中,纵向摩阻系数已经被大多数驾驶人采用的制动减速度代替,忽略道路状况和车辆初始速度的影响,取值范围在 3.40~3.70 m/s<sup>2</sup>,如表 2 所示。

式中: $v_{85}$ 为采用运行速度预测和调查相结合的方式得到的运行速度计算值(km/h); $a$ 为制动减速度(参考前述,取 3.4 m/s<sup>2</sup>)。

由此计算得到山区高速公路超车道小客车停车视距(平坡),如表 3 所示。

表 3 推荐山区高速公路超车道小客车停车视距(平坡)

Tab. 3 Recommended SSD for passenger car on freeway passing lane in mountainous area(zero slope)

设计速度/ (km·h <sup>-1</sup> )	运行速度/ (km·h <sup>-1</sup> )	《公路路线设计规范》 $S_{SD}$ /m	综合修正 $S_{SD}$ /m
100	105	160	200
80	95	110	170

由表 3 可以看出,计算结果比《公路路线设计规范》中停车视距取值偏大。另外由于山区高速公路左转弯与纵向上下坡组合路段,尤其是纵坡较大路段,常因设置比较高的防眩板高度和种植较高绿化带,出现视距不良。故有必要对小客车上下坡停车视距进行研究。

根据式(2)和式(4),对超车道小客车,考虑坡度修正的  $S_{SD}$  计算公式为

$$S_{SD}=0.278v_{85}t+\frac{v_{85}^2}{254[(a_{max}/9.81)\pm i]} \tag{5}$$

表 4 推荐山区高速公路超车道小客车停车视距(有纵坡)

Tab. 4 Recommended SSD for passenger car on freeway passing lane in mountainous area(longitudihal slope)

设计速度/ (km·h <sup>-1</sup> )	运行速度/ (km·h <sup>-1</sup> )	下坡 $S_{SD}$ /m				上坡 $S_{SD}$ /m			
		纵坡 3%	纵坡 4%	纵坡 5%	纵坡 6%	纵坡 3%	纵坡 4%	纵坡 5%	纵坡 6%
100	105	210	215	220		188	185	182	
80	95	178	182	186	190	160	158	156	154

3 左侧横净距计算和圆曲线半径推荐

在弯道各点的横断面上,汽车轨迹线与视距曲线之间的距离称为横净距。中央分隔带外侧超车道的横向偏移值(horizontal sight line offset,简称 HSO)一般取视点距护栏的距离,包括左侧路缘带宽度和路缘石距离防撞护栏的宽度两部分。

3.1 左侧横净距设计值

中国山区高速公路设计时,左侧路缘带一般宽度为 0.75 m(或 0.5m),而左侧路缘石距离防撞护栏为 0.50 m。路基护栏从路面到护栏顶部的高度为 70 cm,而美国新泽西护栏的高度一般

计算得到山区高速公路超车道小客车停车视距(有纵坡),推荐如表 4 所示。本文因篇幅所限,只计算设计速度为 100 km/h 和 80 km/h 停车视距值,表 4 数据为取整后的值。

为 81 cm。视点一般定在距离左侧路缘带 1.2 m 的位置,视高对小客车取 1.2 m,对货车取 2 m,物高取 0.1 m。

中央分隔带护栏有半刚性护栏和刚性护栏。山区高速公路桥梁多,用地受限,中央分隔带常采用刚性护栏,且当没有设置中墩或埋设管线时,宽度可采用最小值 1 m,这样中间带宽度最小值为 2 m,如图 1 所示。

本文总结设计中常采用的中间带和左侧路缘带宽度,根据山区高速公路一般情况下横断面各组成部分宽度采用值,计算得到中央分隔带外侧超车道的横净距设计值,如表 5 所示。

表 5 中央分隔带外侧超车道的横净距一般设计值

Tab. 5 HSO design values for passing lane at outside of central medians

设计速度/ (km·h <sup>-1</sup> )	中间带宽度/m		左侧路缘带宽度/m		中国高速公路左侧横净距一般设计值/m	
	一般值	最小值	一般值	最小值	半刚性护栏(主要是波形梁护栏)	刚性护栏(主要是混凝土护栏)
120	4.5	2.5	0.75	0.75	2.45	2.45
100	3.5	2.0	0.75	0.50	2.45	2.20
80	3.0	2.0	0.50	0.50	2.20	2.20

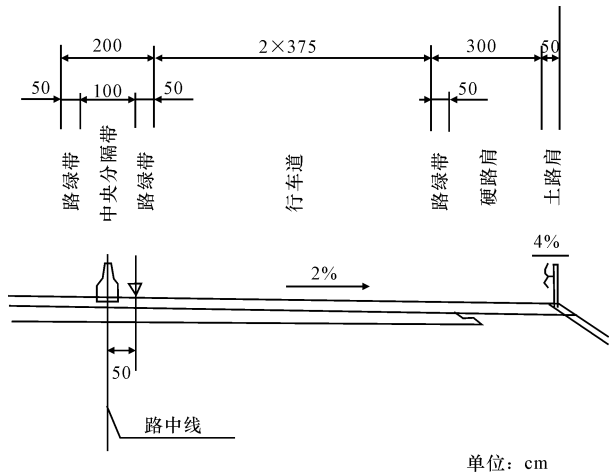


图 1 混凝土护栏横净距计算

Fig. 1 HSO calculation for concrete guardrail

3.2 左侧横净距计算值

横净距可根据视距  $S$ 、弯道的曲线长  $L$  和行驶

轨迹曲线半径  $R_s$  计算得到。当弯道的曲线长  $L>S$  时,与美国路侧设计指南提出的平曲线侧向横净距,由内侧车道中心到侧向边部障碍物的距离计算公式一致<sup>[16]</sup>。

$$S_{HSO}=R_s\left[1-\cos\left(\frac{28.65S}{R_s}\right)\right] \tag{6}$$

其中

$$R_s=R+\frac{W_{ZY}}{2}+W_{ZC}+1.2$$

而  $\frac{W_{ZY}}{2}+W_{ZC}+1.2=2/2+0.75+1.2=2.95$  m(当

设计速度为 80 km/h,其值为 2.7 m)

式中: $S_{HSO}$ 为横净距计算值; $R_s$ 为行驶轨迹曲线半径,也即视点所处半径; $R$ 为平面设计中心线半径; $W_{ZY}$ 为中央分隔带宽度; $W_{ZC}$ 为左侧路缘带宽度。

利用综合修正的停车视距计算模型,采用式(6),对于《公路路线设计规范》中推荐极限最小半径和一般最小半径,求出所需要的最小横净距,如表 6

表 6 推荐山区高速公路左转弯横净距

Tab. 6 Recommended freeway HSO of left turn in mountainous area

设计速度/ (km·h <sup>-1</sup> )	综合修正(平坡) S <sub>SD</sub> /m	极限最小半径			一般最小半径		
		极限最小半径/m	视点所处半径 R <sub>s</sub> /m	横净距/m	一般最小半径/m	视点所处半径 R <sub>s</sub> /m	横净距/m
100	200	400	402.95	12.33	700	702.95	7.09
80	170	250	252.70	14.15	400	402.70	8.93

3.3 满足山区高速公路超车车道小客车左转弯停车视距的最小圆曲线半径

利用式(6),反算求出满足左侧横净距设计值所需要的圆曲线最小半径,如表 7 所示。

由此可得出,在山区高速公路路段平面线形设计时,因左侧横净距窄,视距不良,左转弯半径应该

表 7 满足左侧横净距设计值所需要的圆曲线最小半径

Tab. 7 Minimum radius of curve to satisfy left HSO

设计速度/ (km·h <sup>-1</sup> )	综合修正 S <sub>SD</sub> / m(平坡)	半刚性护栏(主要是波形梁护栏)		刚性护栏(主要是混凝土护栏)	
		左侧横净距一般设计值/m	所需左转弯半径/m	左侧横净距一般设计值/m	所需左转弯半径/m
100	200	2.45	2 037	2.2	2 267
80	170	2.20	1 637	2.2	1 637

当地形受限,左转弯半径不能选用本文推荐值以上时,建议增加中央分隔带宽度,使护栏后移或者增宽左侧路缘带,以增加横净距。另外在局部左转弯半径较小路段加强交通标志信息预告,提高良好视线诱导,以及采取限速等安全措施,以弥补原有几何设计的不足。对阻碍行车和交通标志视线位置,应采用定期修剪树木和清除杂物等技术手段提高安全视距。

4 左转弯三维动态视距计算模型

4.1 公路线形和行车轨迹线三维拟合

根据逐桩坐标表,可得到中桩二维  $x$ 、 $y$  坐标,高程计算值  $z$  根据纵断面图和路基设计表得到。对于测量长链和短链,需要先进行修正,使桩号连续和三维坐标计算唯一。根据得到的固定间隔桩号的地面中桩三维坐标  $(x_j, y_j, z_j)$ ,假定视点在距离左侧路缘带 1.2 m 的位置,考虑  $R_s$  半径,可得出驾驶人视点的三维坐标。

汽车行驶轨迹与弯道半径和转弯速度有关,构造一条连续曲线,通过上述已知固定间隔的三维坐标。根据文献的研究成果<sup>[6]</sup>,以 4 个连续的控制点为步长,采用 3 次 B 样条曲线拟合三维公路线形,4 个控制点坐标分别为  $(x_{j-1}, y_{j-1})$ 、 $(x_j, y_j)$ 、 $(x_{j+1},$

所示。对比分析可知,目前中国采用的横净距设计值偏小,尤其左转弯超车道上行车速度高,视线易受限,影响行车安全。

增大。对于设计速度 100 km/h,采用波形梁护栏,左转弯半径应在 2 000 m 以上,大于《公路路线设计规范》一般最小值 700 m;混凝土护栏,左转弯半径应在 2 300 m 以上。对于设计速度 80 km/h,左转弯半径应在 1 600 m 以上,大于《公路路线设计规范》一般最小半径 400 m。

$y_{j+1})$ 和 $(x_{j+2}, y_{j+2})$ 。按照步长  $t \in [0, 1)$  计算各点的  $x(t)$ 、 $y(t)$ 、 $z(t)$  坐标,如式(7)所示,进而生成拟合线形点的三维坐标序列。该方法拟合的线形最大误差小于 0.2 m,满足视距计算要求。

$$x(t), y(t), z(t) = \frac{1}{6} [t^3 \ t^2 \ t \ 1] \cdot$$
$$\begin{bmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -3 & 0 & 3 & 0 \\ 1 & 4 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{j-1} & y_{j-1} & z_{j-1} \\ x_j & y_j & z_j \\ x_{j+1} & y_{j+1} & z_{j+1} \\ x_{j+2} & y_{j+2} & z_{j+2} \end{bmatrix} \quad (7)$$

4.2 左转弯三维动态视距计算模型

在三维道路空间实体中,车辆以一定速度行驶,沿车辆行驶方向,驾驶人能看到的第 1 个点至最远视线受阻点间的道路距离,即为驾驶人在此运行速度下该点的三维动态视距。

下页图 2 为三维视距计算和横向约束示意图。驾驶人驾车左转弯,沿车辆行驶方向,驾驶人视点 A 处和路左侧遮挡设施相切所对应的视线距离,即视距  $S_{AQ}$

$$S_{AQ} = R_s \theta \frac{\pi}{180} \quad (8)$$

式中: $\theta$  为视距计算点和目标验算点连线与视线中

心线的夹角。

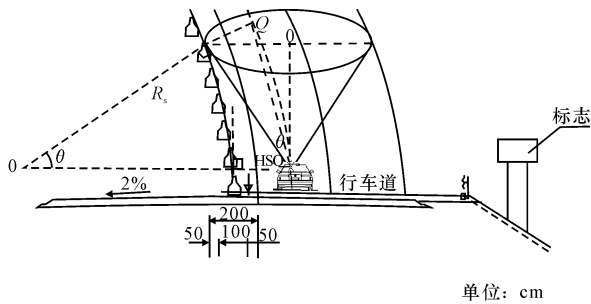


图2 三维视距计算和横向约束示意

Fig. 2 3D dynamic sight distance calculation and constraints on horizontal curve

三维视距应是在以下3项中取最小值,即驾驶人能辨识物体的最远距离  $S_{\max}$ ,驾驶人视点和路左侧遮挡设施相切对应最大动态视角  $\theta_{\max}$  的视距  $S_{AQ_{\max}}$ ,以及视点和沿行驶方向目标点的距离。根据图2,采用驾驶人视高1.2 m,物高0.1 m。在文献[6]模型基础上,研究得到考虑横断面和超车道左侧影响因素的左转弯三维动态视距模型计算式

$$S = \min(S_{\max}, R_s \theta_{\max} \frac{\pi}{180},$$

$$\sum_{k=i}^{j-1} \sqrt{(x_{k+1} - x_k)^2 + (y_{k+1} - y_k)^2 + [(z_{k+1} + 0.1) - (z_k + 1.2)]^2}) \quad (9)$$

约束条件为

$$\begin{cases} \theta'_{i,j} \leq \theta_{\max} \\ \theta'_{i,j+1} > \theta_{\max} \\ j > m \end{cases}$$

式中: $S_{\max}$ 为理想行车条件下驾驶人能辨识物体的最远距离,可取400 m; $i'$ 为沿车辆行驶方向视距动态计算起点的标号; $j$ 为行车方向视距目标点的标号; $m$ 为采用迭代法搜索第1个视线能看到点的标号; $\theta_{i,j}$ 为视距计算点和目标验算点连线与视线中心线的夹角; $\theta_{\max}$ 为视距目标验算点方向上驾驶人的最大动态视角。

驾驶人横向视野与视野横向角度和车前灯横向扩散角度有关。横向约束的临界判定条件为

$$|\theta_{i,j} - \min(\alpha, \epsilon)| < \delta \quad (10)$$

式中: $\epsilon$ 为车前灯横向扩散角度,左右可取 $10^\circ$ ; $\delta$ 为误差限,可取0.001; $\alpha$ 为驾驶人视野最大横向角度,左右可取 $12^\circ$ 。

驾驶人在路上行车,经常移动视线,使目标置于视力清晰的视野范围之内,因此可将 $12^\circ$ 设定为空间视野范围中的最大横向角度。

### 4.3 模型应用示例

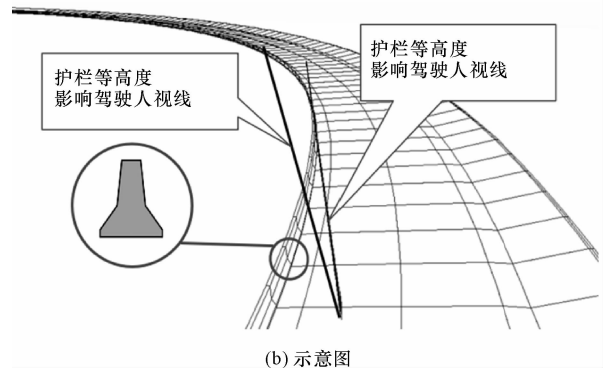
广东某山区高速公路,双向4车道,其中一段设计速度为80 km/h,该路段于2003年正式通车使用。在某左转弯交点处,偏角为 $29^\circ 17''$ ,半径 $R = 800$  m,缓和曲线长 $L_s = 105$  m。

采用三维动态视距计算参数为:视距目标验算点方向上驾驶人的最大动态视角 $\theta_{\max} = 12^\circ$ , $S_{\max} = 400$  m, $\frac{W_{ZY}}{2} + W_{ZC} + 1.2 = 2.7$  m,可得到 $R_s = R + 2.7 = 802.7$  m。

根据视距约束条件,采用迭代计算,可得到该交点处动态视距最小值为168.12 m。利用计算机技术编程,便捷计算。与前述研究建议的停车视距设计值170 m(设计速度80 km/h)相比,视距偏小,驾驶人视线受阻,影响行车安全。图3为作者调研某山区高速公路左转弯视距不足的示例。



(a) 实景图



(b) 示意图

图3 某山区高速公路左转弯视距不良示例

Fig. 3 Improper sight distance of freeway passing lane in mountainous area

## 5 结 语

(1)研究停车视距模型基础参数,提出采用实际运行速度和制动减速度综合修正二维停车视距模型,得出平坡和其他纵坡值相应超车道小客车停车视距值。研究表明现有山区高速公路超车道小客车停车视距设计值偏小,对于设计速度为100 km/h和80 km/h,超车道小客车停车视距相应为200 m

和170 m。

(2)对比分析目前山区高速公路设计中常采用超车道左侧横净距一般设计值和计算值,表明目前中国采用的左侧横净距设计值偏小。计算得出满足超车道左转弯停车视距的最小圆曲线半径值,比现行路线设计规范推荐一般最小半径值大。本文推荐的设计值,如因地形等原因不满足时,建议加宽超车道左侧横净距和增设视线诱导安全设施,提供驾驶人合理的视线空间。

(3)提出考虑横断面和超车道左侧影响因素的三维动态视距模型,进一步为山区高速公路视距安全评价提供了理论基础。

## 参考文献:

## References:

- [1] Karlaftis M G, Golias I. Effects of road geometry and traffic volumes on rural roadway accident rates[J]. Accident Analysis and Prevention, 2002, 34(3): 357-365.
- [2] 刘远才, 游润卫, 杨永红. 道路勘测设计[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.  
LIU Yuan-cai, YOU Run-wei, YANG Yong-hong. Road surveying and design[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2010. (in Chinese)
- [3] Mohamed S, Yasser H. Consideration of sight distance in placement of road concrete barriers on horizontal curves [C]//TRB. 2012 Annual Meeting. Washington DC: TRB, 2012: 1-15.
- [4] Alfredo G, Mario A, R. Discussion of 3D calculation of stopping sight distance from GPS data, by girish nehate and malgorzata rys[J]. Journal of Transportation Engineering, 2007, 133(11): 694-695.
- [5] 王 佐, 刘建蓓, 郭腾峰. 公路空间视距计算方法与检测技术[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2007, 27(6): 44-47.  
WANG Zuo, LIU Jian-pei, GUO Teng-feng. Calculating method and appraising technique of highway 3D-view sight distance[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2007, 27(6): 44-47. (in Chinese)
- [6] 廖军洪, 邵春福, 郭洪波, 等. 公路三维动态视距计算方法及评价技术[J]. 吉林大学学报: 工学版, 2013, 43(3): 640-645.  
LIAO Jun-hong, SHAO Chun-fu, WU Hong-bo, et al. Calculation and assessment technique of highway 3D dynamic sight distance[J]. Journal of Jilin University: Engineering and Technology Edition, 2013, 43(3): 640-645. (in Chinese)
- [7] 刘向阳, 周 森, 郭腾峰. 公路行车视距分析与验证[J]. 中国公路学报, 2010, 23(S2): 36-41.  
LIU Xiang-yang, ZHOU Miao, GUO Teng-feng. Analysis and verification of highway sight distance[J]. China Journal of Highway and Transport, 2010, 23(S2): 36-41. (in Chinese)
- [8] 彭余华, 杨少伟, 石飞荣. 道路横净距计算的新方法[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2003, 23(6): 33-35.  
PENG Yu-hua, YANG Shao-wei, SHI Fei-rong. New method for calculating net-transverse distance[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2003, 23(6): 33-35. (in Chinese)
- [9] 刘 江, 刘世杰, 荣 建, 等. 视距自动计算在仿真系统中的实现[J]. 北京工业大学学报, 2006, 32(11): 1011-1016.  
LIU Jiang, LIU Shi-jie, RONG Jian, et al. Realization of sight distance's automatic calculation in simulation system[J]. Journal of Beijing University of Technology, 2006, 32(11): 1011-1016. (in Chinese)
- [10] 袁 浩, 史桂芳, 黄晓明, 等. 停车视距制动模型[J]. 东南大学学报: 自然科学版, 2009, 39(4): 859-862.  
YUAN Hao, SHI Gui-fang, HUANG Xiao-ming, et al. Braking model of stopping sight distance[J]. Journal of Southeast University: Natural Science Edition, 2009, 39(4): 859-862. (in Chinese)
- [11] Wu Y H, Yu D, Yu W, et al. Double-layer ramp-metering model for incident congestion on expressway[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering: English Edition, 2014, 1(2): 129-137.
- [12] 王永平, 赵胜林, 周 磊. 高速公路停车视距研究[J]. 交通标准化, 2010(9): 129-138.  
WANG Yong-ping, ZHAO Sheng-lin, ZHOU Lei. Stopping sight distance of expressway[J]. Transport Standardization, 2010(9): 129-138. (in Chinese)
- [13] AASHTO, A policy on geometric design of highways and streets, 6th edition[S].
- [14] Roussiamanis K, Vardaki K. A review of stopping sight distance in road design guidelines[J]. Transport, 2013, 166(5): 305-312.
- [15] 李 霖, 贺锦鹏, 刘卫国, 等. 基于驾驶员紧急制动行为特征的危险估计算法[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2014, 42(1): 109-114.  
LI Lin, HE Jin-peng, LIU Wei-guo, et al. Threat assessment algorithm based on characteristics of driver emergency braking behavior[J]. Journal of Tongji University: Natural Science, 2014, 42(1): 109-114. (in Chinese)
- [16] AASHTO, Roadside design guide, 4th edition[S].