

中外不同规范停车视距的计算与分析

陆钰彬, 谢忠涛

(四川公路桥梁建设集团有限公司勘察设计分公司, 四川 成都 610041)

摘要: 随着越来越多的中国工程企业走向海外, 加强国内外规范标准的对比分析研究, 对项目的顺利实施至关重要。以坦桑尼亚高速公路设计项目为例, 通过对比分析中、坦、美三国规范在停车视距计算及参数取值等方面的异同, 提出了适用于坦桑尼亚项目的基于规范最小横净距的停车视距分析方法, 并通过对多种视距改善措施的对比分析, 提出了适用于该项目视距不良曲线路段的视距保障措施, 用于指导项目路线平面设计, 为国内外公路设计人员提供借鉴与参考。

关键词: 中国规范; 坦桑尼亚规范; 美国规范; 停车视距; 横净距; 路线设计

中图分类号: U412

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)10-0032-05

0 引言

近年, 随着我国“一带一路”、“走出去”等倡议的持续推进, 越来越多的中国工程企业走向海外, 但由于各国标准体系、法律法规、经济发展水平各异, 深入理解和应用国外规范, 对项目能否顺利实施至关重要。尤其在非洲大部分国家基础设施建设均处于开发建设前期或者初期阶段, 相关技术标准尚未完善或者建立, 部分国家虽然考虑了本国环境特点和经济水平, 在参考英国、美国、法国等发达国家公路规范的基础上编制了本国的公路设计手册, 但是这些手册一般仅实践运用于指导本国的低等级公路设计, 内容上不够完善, 在使用中仍需要参考相应的国外规范。本文以正在开展勘察设计的坦桑尼亚高速公路设计项目为实例, 对中、坦、美三国规范中关于停车视距的计算与参数取值进行对比分析研究。

1 视距

公路视距是保证交通安全的重要因素, 是指车辆在正常行驶中, 驾驶员从正常驾驶位置能连续看到公路前方行车道范围内路面上一定高度目标(或障碍物), 或者看到公路前方交通设施、路面标线的最远距离。公路视距一般分为停车视距、会车视距和

超车视距。高速公路由于设置有中央分隔带, 无对向车流, 因此只需要考虑停车视距。因为该项目位于非洲东部沿海地区, 为典型的平原浅丘地貌, 项目以填方为主, 所以停车视距主要受护栏及防眩板设置的影响。由于大货车一般靠外侧车道行驶, 且视线高于护栏, 因此该项目平曲线半径取值及护栏设置主要以小客车停车视距为控制依据。

2 各国停车视距计算与参数取值

2.1 中国规范停车视距计算

(1)《公路路线设计规范》(JTG D20—2017)(以下简称《路线规范》)

在《路线规范》中, 视距计算采用的目高为 1.2 m, 物高为 0.1 m, 停车视距由两部分组成: 一是驾驶者在反应时间内行驶的距离; 二是刹车制动距离。另外, 应增加 5~10 m 安全距离^[2]。计算公式见式(1)^[2]:

$$S_{\text{停}} = \frac{v}{3.6}t + \frac{(v/3.6)^2}{2gf_1} \quad (1)$$

式中: $S_{\text{停}}$ 为停车视距, m; v 为设计速度, km/h; f_1 为摩擦系数; t 为驾驶员反应时间, 取 2.5 s; g 为重力加速度, 取 9.8 m/s²。

由于 f_1 的取值与路面的干燥程度相关, 按不利情况考虑, 路面处于潮湿状态的小客车停车视距见表 1^[2]。其中行驶速度取值与日本规范一致, 采用折减后的设计速度, 设计速度低于 40 km/h 时不折减。

(2)《公路项目安全性评价规范》(JTG B05—2015)(以下简称《安全评价规范》)

收稿日期: 2024-04-19

作者简介: 陆钰彬(1986—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事道路桥梁设计咨询工作。

通信作者: 谢忠涛(1994—), 男, 硕士, 工程师, 从事道路设计工作。电子信箱: 414693147@qq.com

表 1 《路线规范》停车视距					
设计速度 / 行驶速度 / (km·h ⁻¹)	摩阻 系数 f_1	设计速度 计算值 /m	行驶速度 计算值 /m	《路线规范》 取值 /m	
120	0.29	278.9	212.0	210	
100	0.30	200.7	153.7	160	
80	0.31	136.9	105.9	110	
60	0.33	84.7	73.2	75	
40	0.38	44.4	38.3	40	
30	0.44	28.9	28.9	30	
20	0.44	17.3	17.3	20	

《安全评价规范》认为运行速度与实际行车速度更加接近,推荐采用运行速度对停车视距进行核算^[3]。基于运行速度的小客车停车视距见表 2^[3]。

表 2 《安全评价规范》小客车停车视距				
运行速度 / (km·h ⁻¹)	反应 时间 /s	摩阻 系数 f_1	制动停车 距离 /m	视距 取值 /m
120	2.5	0.29	279	280
110	2.5	0.29	241	245
100	2.5	0.30	201	205
90	2.5	0.30	169	170
80	2.5	0.31	137	140
70	2.5	0.32	109	110
60	2.5	0.33	85	90

通过分析发现,《路线规范》采用行驶速度计算停车视距,与车辆实际运行速度差异较大,计算值往往偏小,对行车安全非常不利。因此,国内一般在满足《路线规范》停车视距要求下,采用运行速度对停车视距进行检验,对于视距出现不足的段落须采取安全措施。

2.2 坦桑尼亚规范停车视距计算

在 *Road Geometric Design Manual 2011*(以下简称坦桑规范)中,视距计算采用的目高为 1.07 m,停车视距物高为 0.15 m,超车视距物高为 1.30 m。停车视距计算亦是考虑了驾驶员反应时间和停车所需的距离。计算公式见式(2)^[2]:

$$S = 0.278 \times t \times V + \frac{V^2}{254(f + G)}$$

(2)

式中: S 为停车视距, m; t 为驾驶员反应时间, 取 2.5 s; V 为设计速度, km/h; f 为摩阻系数; G 为路线纵向坡度, %。

坦桑规范停车视距取值及按式(2)的计算值见表 3^[4]。

表 3 坦桑规范停车视距计算表($G=0$)				
设计速度 / (km·h ⁻¹)	摩阻 系数 f	停车视距 计算值 /m	坦桑规范 停车视距 /m	修正坦桑规范 停车视距 /m
30	0.40	29.71	30	30
40	0.38	44.38	45	45
50	0.35	62.87	63	63
60	0.33	84.65	85	85
70	0.31	110.88	110	111
80	0.30	139.59	130	140
90	0.30	168.85	169	169
100	0.29	205.26	205	205
110	0.28	246.58	247	247
120	0.28	285.87	285	286

通过对比,式(2)与式(1)在纵向坡度 $G=0$ 时,完全相同。本文 2.1 节中两个中国规范停车视距的计算无论是驾驶员的反应时间还是制动停车距离取值都较富余,且还增加了一定的安全距离,因此小客车的停车视距计算可以忽略纵坡影响,只是针对大型货车比例较高的路段要求采用下坡货车停车视距进行检验。另外,通过分析对比表 1 至表 3,发现坦桑规范摩阻系数的取值较我国偏低,且不同于我国采用设计速度折减后的行驶速度,而是直接采用设计速度,因此停车视距较我国《路线规范》采用值更大。表 3 中坦桑规范停车视距是根据停车视距计算值经四舍五入取整后所得,但是通过对比发现:设计速度 70 km/h 时,计算停车视距应为 110.88 m,四舍五入应为 111 m;设计速度 120 km/h 时,计算停车视距应为 285.87,四舍五入应为 286 m。该两处不同实为计算精度不同而导致的误差。但是,设计速度 80 km/h 时计算停车视距应为 139.59,四舍五入应为 140 m,而坦桑规范取值 130 m,应为错误所致。因此,表 3 依据计算停车视距对坦桑规范停车视距取值进行了部分修正。

2.3 美国规范停车视距计算

在 *A Policy on Geometric Design of Highway and Streets 2011*(以下简称美国规范)中,视距计算采用的目高为 1.08 m,物高为 0.6 m,停车视距的计算亦是考虑了驾驶员反应时间和制动停车所需的距离。计算公式见式(3)^[5]:

$$S = 0.278Vt + 0.039 \frac{V^2}{a}$$

(3)

式中: S 为停车视距, m; V 为设计速度, km/h; t 为驾驶员反应时间, 取 2.5 s; a 为平均减速度, 取值 3.4 m/s²。

美国规范停车视距取值及式(3)计算值见表 4^[5]。

表 4 美国规范停车视距

设计速度 / ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	减速度 a / ($\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)	停车视距 计算值 /m	美国规范 停车视距 /m
20	3.4	18.49	20
30	3.4	31.17	35
40	3.4	46.15	50
50	3.4	63.43	65
60	3.4	82.99	85
70	3.4	104.86	105
80	3.4	129.01	130
90	3.4	155.46	160
100	3.4	184.21	185
110	3.4	215.24	220
120	3.4	248.58	250
130	3.4	284.20	285

由于摩阻系数受不同车辆的轮胎条件、制动条件以及行使路面状况、天气环境状况等因素影响,不同车辆、不同地区、不同道路摩阻系数不尽相同,变化范围较大,且与设计速度的关系亦难以确定^[6],因此美国规范采用经统计能满足大多数情况下大多数车辆制动停车的最小减速度 a 来确定车辆制动距离,在对影响车辆制动性能的各种因素相互关系尚不清晰的情况下,更易于操作,且便于通过实验测定确定较为合理的车辆制动距离。

综上,通过对中、坦、美三国关于停车视距计算及参数取值的分析,发现相同设计速度下中国《路线规范》规定的停车视距最小,美国规范次之,坦桑规

范最大。其中:中、坦两国规范虽然计算方法相同,但是由于参数取值不同导致计算结果差异较大;美国对于停车制动距离的计算不同于中、坦两国,它将影响车辆制动性能的所有因素统一采用减速度 a 来表示。

3 坦桑尼亚项目停车视距计算结果及视距保障

3.1 坦桑尼亚项目标准横断面

该项目采用设计速度 120 km/h 的双向 4 车道高速公路技术标准,路基宽度 28.3 m(0.9 m 土路肩 + 3.0 m 右侧硬路肩 + 7.0 m 行车道 + 0.9 m 左侧硬路肩 + 4.7 m 中央分隔带 + 0.9 m 左侧硬路肩 + 7.0 m 行车道 + 3.0 m 右侧硬路肩 + 0.9 m 土路肩),正常路拱横坡为 2.5%,土路肩横坡为 4.0%,最大超高 6%。标准横断面见图 1。

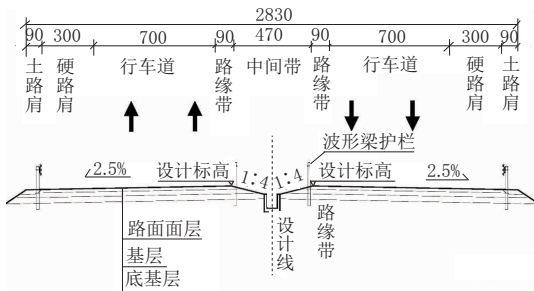


图 1 坦桑尼亚项目标准横断面图(左行右舵)(单位:cm)

3.2 横净距计算及视距保障

3.2.1 横净距计算

坦桑规范为了满足各设计速度对应的较小曲线半径下停车视距的要求,规定了内侧车道中心线至障碍物的最小距离(见表 5)^[4]。

表 5 坦桑规范内侧车道中心线至障碍物的最小距离

平曲线 半径 /m	不同设计速度下最小横净距 /m									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
30	3.7									
40	2.8	4.9								
50	2.2	3.9								
60		3.3	6.2							
70		2.8	5.3							
80			4.7							
100			3.8	7.0						
110			3.4	6.3	12.0					
130			2.9	5.4	11.2					
150				4.7	10.0					
200				3.5	6.5	8.2				
250					5.8	6.6				

表 5 (续)

平曲线 半径 /m	不同设计速度下最小横净距 /m									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
300					4.5	5.5	10.5	10.6		
350						4.7	8.2	9.1		
400						4.1	6.1	8.0	10.6	
450							5.1	7.1	9.5	
500							4.1	6.4	8.5	11.0(20.31)
600							3.8	5.3	7.1	9.2(16.96)
700							3.5	4.6	6.1	7.9(14.56)
800								4.0	5.3	6.9(12.75)
1 000									4.3	5.5(10.21)
1 200									3.6	4.6(8.51)
1 500										3.7(6.81)

注:括号内数据为满足表 3 停车视距时各曲线半径所需的横净距。

由于该项目除半径大于等于 5 000 m 的平曲线外,其余所有平曲线均设置缓和曲线,且圆曲线长度均大于停车视距长度,因此依据图 2,横净距 Z 计算见式(4)^[7]:

$$Z = R_s(1 - \cos \frac{\gamma}{2})$$
$$\gamma = \frac{S}{R_s} \times \frac{180}{\pi}$$

(4)

式中: Z 为横净距, m; R_s 为内侧车道中心线处的曲线半径, m; S 为视距, m; γ 为视距 S 所对应的曲线圆心角, °。

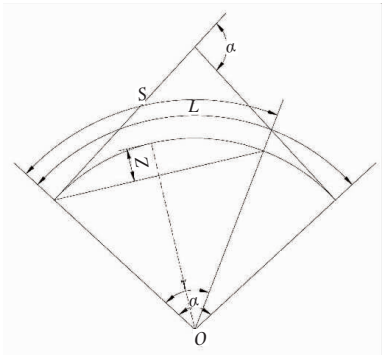


图 2 横净距计算示意图

根据表 3,设计速度 120 km/h 时,停车视距为 286 m,依据式(4)计算各曲线半径所需的横净距(见表 5 括号内数据),其值远大于规范规定数值。依据表 5 坦桑规范规定的最小横净距,通过反算得到设计速度 120 km/h 时对应的停车视距为 210 m,与中国《路线规范》采用值一致,即坦桑规范对最小横净距的规定亦是采用将设计速度折减 85%后所对应的停车视距。坦桑规范虽然同时规定了各设计速度及

曲线半径下的停车视距值和最小横净距,但是通过以上分析发现两者并不一致,而通过上述对中、坦、美规范停车视距的对比分析,发现坦桑规范停车视距值明显偏大,无疑会造成工程及拆迁规模的增加,而其最小横净距取值规定与中国《路线规范》一致,且通过国内大量的工程项目实践,利用设计速度折减后的行驶速度确定的停车视距,可以满足高速公路行车的安全需求。因此,该项目为控制工程规模,减少拆迁,采用坦桑规范中的最小横净距来控制停车视距。

3.3.2 视距保障

该项目标准横断面内侧车道所能提供的横净距为 1.75 m(行车道一半)+0.9 m(路缘带)+0.5 m(C 值)=3.15 m,外侧车道所能提供的横净距为 1.75 m(行车道一半)+3.0 m(硬路肩)+0.4 m(余宽)=5.15 m。该项目最小平曲线半径为 800 m,依据式(4)计算满足视距的最小横净距为 6.881 m,远大于曲线外侧的内侧车道所能提供的横净距 3.15 m,亦大于曲线内侧的外侧车道所能提供的横净距 5.15 m。利用式(4)计算分析,该项目半径小于 1 740 m(对应行车道曲半径 1 745 m)的平曲线路段均视距不良,主要是由于护栏及防眩设施的遮挡影响,一般采取增大曲线半径、加宽中分带宽度、移动护栏设置位置、局部加宽路面、移画标线、限制车辆速度等措施保障视距要求。由于该项目路权已经确定,无法完全通过增大平曲线半径满足视距要求,而加宽中分带宽度、局部加宽路面、移画标线等方法不但会增加工程规模,还会降低线形舒适性,若采取限制车速措施,则更会降低路

段通行效率。因此,该项目首先通过合理优化护栏位置增大横净距,然后适当增大平曲线半径以减小路段横净距需求,充分利用中间带的宽度减小停车视距曲线半径,从而在满足路权要求的前提下控制工程规模。如图3所示,停车视距不满足路段通过优化标准横断面护栏设置位置,横净距可以增大至1.75 m(行车道一半)+0.9 m(路缘带)+1.85 m(含C值)=4.5 m,依据式(4)反算,满足此横净距的最小平曲线半径为1 220 m(对应行车道曲半径1 225 m)。

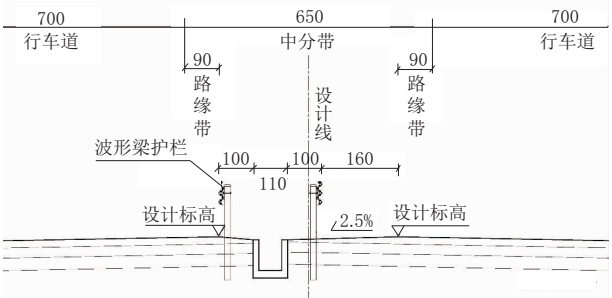


图3 压缩中分带宽度示意图(单位:cm)

4 结 语

经过对中、坦、美三国停车视距计算及参数取值的对比分析,发现中外规范在设计理念、计算方法、参数选取上不尽相同。

(1)中国规范采用行驶速度及摩阻系数确定停车视距;坦桑规范计算方法与中国相同,只是采用设计速度以及不同的摩阻系数;美国规范计算方法不同于中、坦两国,采用设计速度和减速度计算确定。在相同设计速度下中国《路线规范》规定的停车视距

最小,美国规范次之,坦桑规范最大。

(2)坦桑规范在规定了停车视距的同时又规定了各设计速度及曲线半径对应的最小横净取值,通过计算分析,设计速度120 km/h时最小横净距对应的停车视距为210 m,与中国《路线规范》规定的停车视距相同。

(3)不同项目不同曲线段视距与路段具体情况相关,因此视距检验和可采用的保障措施不尽相同,应结合项目及具体路段需求,合理选取视距保障措施。

(4)各国规范设计理念、计算方法以及参数选取各不相同,因此海外项目应充分结合当地人文、经济、地理、经验习惯等综合确定设计方法及参数取值,满足项目合同及规范要求、线形平顺、适应地形、安全经济、舒适和谐。

参考文献:

[1] JTG B01—2014,公路工程技术标准[S].
[2] JTG D20—2017,公路路线设计规范[S].
[3] JTG B05—2015,公路项目安全性评价规范[S].
[4] The United Republic of Tanzania Ministry of Works.Road Geometric Design Manual[M]. Dodoma: The United Republic of Tanzania Ministry of Works , 2011.
[5] American Association of Sate Highway and Transportation Officials.A Policy on Geometric Design of High-way and Streets[M].Washington: American Association of Sate Highway and Transportation Officials, 2011.
[6] 可加银.基于中外规范对比的公路视距安全性分析[J].交通科技, 2021,304(1):108-110.
[7] 张金水.道路勘测与设计[M].上海:同济大学出版社,2009.

(上接第16页)

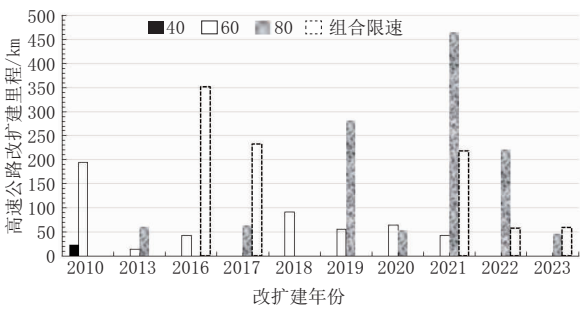


图23 不同保通车速年分布特征

建项目为基础,首先从高速公路改扩建规模、建设时差、改扩建方式、保通速度与车道数变化等方面分析改扩建高速公路的发展特征,其次对改扩建交通组织方式、保通方向、保通车道数、保同车型和保通速

度进行分析总结,可供同行业类似工程项目提供学习和参考。

参考文献:

[1] JTG/T L11—2014,高速公路改扩建设计细则[S].
[2] JTG/T 3392—2022,高速公路改扩建交通组织设计规范[S].
[3] 倪静哲.高速改扩建工程交通组织研究—以京藏高速宁夏过境段为例[D].重庆:重庆交通大学,2017.
[4] 王选仓,傅珍,李宏志,等.高速公路改扩建方式对比研究[C]// 高速公路改扩建方式对比研究.北京:中国科学技术协会声像中心,2007.
[5] 付裕,隆海健.高速公路改扩建工程加宽方式的研究[J].公路交通科技(应用技术版),2015,11(7):88-91.
[6] 韩熠,李杰.高速公路改扩建工程施工交通组织研究[C]// 高速公路改扩建工程施工交通组织研究.武汉:《交通科技》杂志社,2007.