

基于视距的城市道路线形指标及优化措施研究

欧阳昭

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘 要: 城市道路由于受到建设条件制约经常会采用较小的平、纵线形指标,其中地下道路和高架道路的曲线路段由于受到中隔墙、侧墙、结构顶板或防撞墙、防眩设施、声屏障等结构物的影响,易造成视距不足,为道路运营带来了安全隐患。在总结分析行车视距验算方法及规范要求值的基础上,采用数值解析法计算得到城市道路不同设计速度和视距要求下的平曲线、竖曲线半径对应值,并提出了视距不足时的优化设计措施,以期日后的相关工作提供参考。

关键词: 停车视距;视距验算;线形指标;视距优化措施

中图分类号: U412

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2023)06-0037-04

0 引言

视距是道路设计的主要技术指标之一,直接影响行车安全。在道路平面内侧有障碍物的弯道处,道路纵断面的凸形竖曲线顶部处,地下道路和立交桥下道路的凹形竖曲线底部处,地道洞口处,以及立交分流鼻、汇流鼻处,均可能存在视距不足的问题,在设计时应加以验算。城市道路因为受到规划、用地、管线、环保等建设条件的制约,经常采用较小的圆、竖曲线半径,易出现视距不足现象,特别是城市地下道路和城市高架道路,由于中隔墙、侧墙、结构顶板以及防撞墙、防眩设施、声屏障等结构物的存在,会对驾驶员视线形成阻挡,更易造成视距不足,引发安全隐患。

本文对行车视距的验算方法进行了分析总结,根据规范的视距要求计算了不同设计速度下的平、纵线形指标对应值,并提出了视距不足时的建议改善措施,供设计人员参考。

1 视距及相关规定

1.1 视距定义

视距是指在车辆正常行驶中,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障碍物,或者看到公路前方交通设施、路面标线的最远距离,此距离为沿车道中心线量得的长度^[1],

见图1。视距包括停车视距、会车视距、错车视距和超车视距等,在城市道路设计中,主要考虑停车视距^[2]。

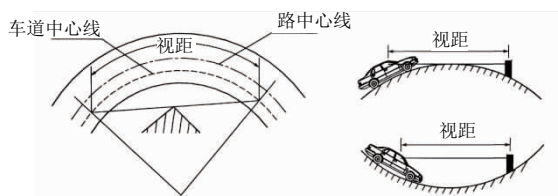


图1 视距示意图^[1]

停车视距是指汽车行驶时,驾驶员自看到前方障碍物时起,至达到障碍物前安全停车止,所需的最短行车距离。本文中,停车视距以 S 表示。

1.2 视点位置的确定

在进行停车视距验算时,小客车采用的驾驶员视点高度对于平曲线和凸形竖曲线为1.2 m,对于凹形竖曲线为1.9 m;载重货车采用的驾驶员视点高度为2.0 m;视点前方路面上障碍物顶点高度为0.1 m。

对于视点轨迹线的位置,国外一般将其定为曲线内侧车道中心线处,如《美国国家公路与运输协会标准》(AASHTO)、《日本高速公路设计要领》等。我国早期的《城市道路设计规范》(CJJ 37—1990)^[3]和《公路路线设计规范》(JTJ 011—1994)^[4]中将视点轨迹线位置定为曲线内侧行驶轨迹的半径,其值为未加宽前路面内缘半径加1.5 m;新版《城市道路工程设计规范》(2016年版)《(CJJ 37—2012)》未对视点轨迹线位置作出规定,而新版《公路路线设计规范》(JTG D20—2017)^[5]、《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)以及《城市地下道路工程设计规范》(CJJ 221—2015)^[6]均将视点轨迹线位置定为内侧车道中心线处。综合上述

收稿日期: 2022-09-27

作者简介: 欧阳昭(1991—),女,硕士,工程师,从事道路与交通工程设计工作。

情况,建议取内侧车道中心线处作为视点轨迹线位置进行验算。

1.3 现行规范对于停车视距的规定

现行规范对城市道路停车视距的规定见表1。

表1 停车视距

设计速度/(km·h ⁻¹)	100	80	60	50	40	30	20
停车视距/m	160	110	70	60	40	30	20

由于城市地下道路洞口处亮度的急剧变化会使驾驶人产生视觉障碍,延长认知反应时间,易导致交通事故,规范规定进出城市地下道路洞口处的停车视距宜采用主线路段的1.5倍^[6]。

立交范围受匝道设置及进出口影响,为提高行驶安全性,规范对视距也提出了更高的要求。对于进出立交的主线路段,其行车视距宜大于或等于1.25倍的停车视距^[2]。城市地下道路主线分流鼻前的识别视距不宜小于2倍的主线停车视距,条件受限时不应小于1.5倍的主线停车视距,主线汇流鼻前的识别视距不应小于1.5倍的主线停车视距^[6]。

2 平曲线段停车视距验算方法及线形指标

2.1 验算方法

平曲线段通常采用横净距法或视距曲线法进行视距验算。在实际设计中,停车视距通常小于圆曲线长度,此时采用数值法计算横净距进行验算较为便捷。对于停车视距大于圆曲线长度的情况,以及平曲线含有缓和曲线的情况,采用公式计算尤为复杂,在设计中通常采用图解法绘制视距曲线图。

(1)横净距法(数值法)

在进行平曲线停车视距验算时,可通过计算最大横净距与实际横净距进行比较,或根据实际横净距反算求出满足视距要求的平曲线半径与实际曲线半径进行比较。图2为停车视距小于圆曲线长度时的横净距计算示意图,式(1)为对应的横净距计算公式。

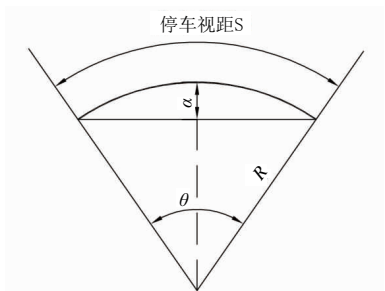


图2 横净距计算示意图

$$a = R(1 - \cos \frac{\theta}{2}), \theta = S \frac{180}{\pi R} \quad (1)$$

式中: R 为平曲线内侧汽车行驶轨迹半径(m); θ 为视距线所对应的圆心角(°); S 为停车视距(m)。

(2)视距曲线法(图解法)

视距曲线的绘制方法见图3,从视点轨迹线间隔一定距离引出一系列弧长等于视距 S 的视线(图3中1-1'、2-2'、3-3'……),与这些视线相切的曲线所形成的包络线即视距曲线^[7]。通过视距曲线判断圆曲线路段是否满足视距要求,或对视距曲线范围内的障碍物予以清除。

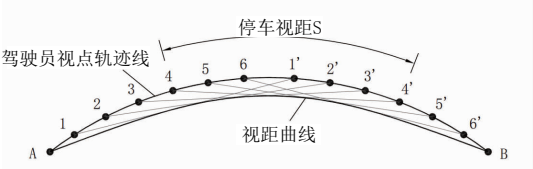


图3 视距曲线示意图

2.2 横净距法反算最小圆曲线半径

现行规范在推导圆曲线最小半径时,仅考虑了横向力因素,未考虑行车视距的要求。因此,若能够基于视距要求对圆曲线最小半径的取值进行修正,则设计时可直接选用而无需再进行验算。

本文采用解析法按式(1)对不同视距要求所对应的最小圆曲线半径进行了反算,结果见表2。实际设计中,由于视点轨迹线位置、侧向净宽、结构横断面布置等差异,会产生不同的计算结果。

表2 根据视距反算圆曲线最小半径

控制标准	以下设计速度/(km·h ⁻¹)对应的圆曲线最小半径/m						
	100	80	60	50	40	30	20
设超高一般值	650	400	300	200	150	85	40
设超高极限值	400	250	150	100	70	40	20
停车视距 S	1 280	605	245	200	89	50	22
1.25 倍 S	2 000	945	382	312	139	78	34
1.5 倍 S	2 880	1 361	551	450	200	112	50
2 倍 S	5 120	2 420	980	800	355	200	89

注:本表计算车道宽取3.5 m,视点轨迹线取内侧车道中心线处,按最不利条件计算不考虑车道加宽,当设计速度小于60 km/h时,侧向净宽取0.5 m,当设计速度不小于60 km/h时,侧向净宽取0.75 m。

3 竖曲线段停车视距验算方法及线形指标

3.1 凸形竖曲线最小半径

现行规范规定的凸形竖曲线极限最小半径系根据停车视距要求按式(2)计算得到。因此,对于一般路段,凸形竖曲线半径采用规范极限值即可满足视距要求。

$$R_v = \frac{S}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2} \tag{2}$$

式中: S 为停车视距 (m); h_1 为驾驶员视点高,取 1.2 m; h_2 为障碍物高,取 0.1 m。

对于地道洞口、立交区等视距要求较高的特殊路段,本文按式(2)对不同视距要求所对应的凸形竖曲线半径进行了验算,结果见表 3。

表 3 凸形竖曲线最小半径

控制标准	以下设计速度(km·h ⁻¹)对应的 凸形竖曲线最小半径 /m						
	100	80	60	50	40	30	20
规范极限值	6 500	3 000	1 200	900	400	250	100
停车视距 S	6 423	3 036	1 229	903	401	226	100
1.25 倍 S	10 036	4 744	1 921	1 411	627	353	157
1.5 倍 S	14 452	6 831	2 766	2 032	903	508	226
2 倍 S	25 692	12 144	4 918	3 613	1 606	903	401

由表 3 可以知,除一般路段外,满足视距要求所需的凸形竖曲线半径均远高于规范一般值,道路设计中可能因为建设条件受限而难以满足。

以设计速度 60 km/h 为例,计算分析停车视距、凸形竖曲线半径与障碍物高之间的关系,见图 4。由图 4 可知,视距所需凸形竖曲线半径对障碍物高度较敏感,相比物高 0.1 m,当物高提高至 0.8 m 时,竖曲线半径可减少一半,因此,可通过增设交通安全设施进行警示,提高立交区障碍物的识别高度。

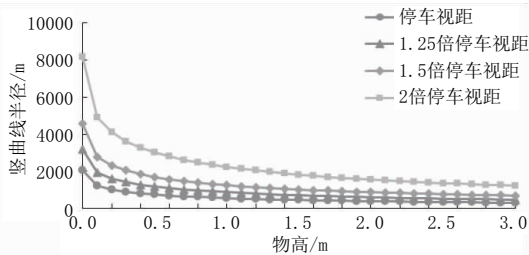


图 4 设计速度 60 km/h 下物高与视距所需凸形竖曲线半径的关系

表 4 凹形竖曲线满足视距所需最小净高

控制标准	以下设计速度(km·h ⁻¹)对应的最小净高 /m						
	100	80	60	50	40	30	20
规范一般半径 所需最小净高	停车视距 S	2.00	1.92	1.90	1.90	1.99	1.94
	1.25 倍 S	2.29	2.11	1.96	1.97	1.90	1.91
	1.5 倍 S	2.73	2.42	2.14	2.17	1.96	2.02
	2 倍 S	3.92	3.33	2.76	2.83	2.32	2.49
规范极限半径 所需最小净高	停车视距 S	2.26	2.08	1.94	1.96	1.90	1.91
	1.25 倍 S	2.79	2.47	2.17	2.21	1.99	2.04
	1.5 倍 S	3.48	3.00	2.53	2.59	2.21	2.31
	2 倍 S	5.31	4.42	3.53	3.65	2.91	3.10

3.2 凹形竖曲线最小半径

规范对凹型竖曲线最小半径进行规定时,仅考虑了离心力的作用,未考虑视距要求。对于地下道路以及下穿桥梁的凹形竖曲线路段,由于道路顶部存在构筑物遮挡行车视线,易造成安全隐患,因此,需要对上述路段进行视距验算。

图 5 为凹形竖曲线保证停车视距所需的道路最小净高计算示意图,对应的最小净高计算方法见式(3)^[7]。

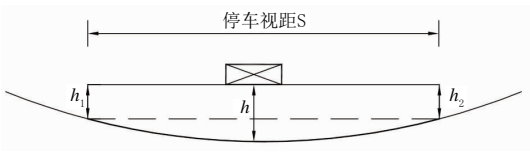


图 5 凹形竖曲线视距示意图

$$h = h_1 + \frac{1}{2R} \left[\frac{R(h_2 - h_1)}{S} + \frac{S}{2} \right]^2 \tag{3}$$

式中: S 为停车视距(m); R 为竖曲线半径(m); h_1 为驾驶员视点高,取 1.9 m; h_2 为障碍物高,取 0.1 m。

根据式(3)计算得到不同设计速度下凹形竖曲线半径规范值满足视距所需的道路最小净高,结果见表 4。

由表 4 可以看出,通常情况下,凹形竖曲线半径规范值满足视距所需的道路净高均小于 4.5 m,即满足凹形竖曲线规范值即可符合视距要求。但对于设计速度不小于 50 km/h、净高不大于 3.5 m 的小客车专用地下道路,洞口处以及地下立交主线分流鼻、汇流鼻前路段仅满足半径规范值可能出现视距不足的情况,应采取视距改善措施。

采用解析法按式(4)对上述情况下不同道路净高、不同视距要求所对应的最小凹形竖曲线半径进行了反算,结果见表 5,设计时可参考表 5 选择合适的竖曲线半径值。

表 5 凹形竖曲线最小半径

控制标准		以下设计速度(km·h ⁻¹)对应的 凹形竖曲线最小半径 /m			
		100	80	60	50
规范极限值		3 000	1 800	1 000	700
3.5 m 净高	1.5 倍 S	2 980	1 408	570	419
	2 倍 S	5 298	2 626	1 014	745
3.2 m 净高	1.5 倍 S	3 423	1 617	655	481
	2 倍 S	6 084	2 876	1 165	856

4 视距不良路段优化设计措施

道路设计中,经验算视距不足时,可采用如下措施进行优化:

(1)增大曲线半径

对于平曲线路段,可以通过增大圆曲线半径、增加缓和曲线长度等措施改善视距条件;对于竖曲线路段,可以通过增大竖曲线半径改善视距条件。设计时,可参考本文表 2、表 3 及表 5,根据不同的视距要求,选取合适的设计指标。

(2)调整结构尺寸

对于平曲线路段,可通过压缩地道侧墙装饰板厚度,声屏障结构外挑等方式增大横净距,改善视距条件。如上述措施所增加的横净距仍不能满足视距要求,则可通过调整桥梁及地道的结构宽度来保证视距。整幅桥结构宜向两侧对称加宽;两幅桥宜向中分带侧加宽,以减少行车轨迹的偏移程度;地道结构可通过压缩地道中间仓宽度、外移地道侧墙等方式进行加宽。

对于凹形竖曲线路段,可通过局部抬高地道顶板、增大净空来改善视距条件。

(3)限制速度

当条件受限,无法通过优化线形、调整结构尺寸等方式改善视距时,可以采取限速措施,降低路段运

行速度,保证视距要求。由于路段速度不一致易引发超速问题导致交通事故,在采取限速措施的同时应做好标志标线的提示和引导,并配合设置超速抓拍设施。

(4)其他安全措施建议

a. 视距不良路段可采用不同色彩的路面对驾驶员进行提醒,并通过增设诱导设施提前告知驾驶员前方的线形变化情况。

b. 强化立交区鼻端前标志标线设置,做好提前引导,可利用地道侧壁和桥梁防撞墙涂刷立面标记,提高识别高度。

c. 立交鼻端位置设置有声屏障时,可采用清晰度高的透明隔声屏,且隔声屏下缘距路面不大于 1.2 m。

d. 在地道洞口特别是曲线段洞口处设置光过渡段,缓解洞口处因亮度急剧变化所引发的白洞效应。

5 结 语

本文基于视距对城市道路平、纵线形指标进行研究,主要结论如下:

(1)通过解析法给出了不同设计速度、不同视距要求下的平曲线、竖曲线半径建议值,道路设计时可根据设计速度、所处路段等因素综合选取满足视距要求的线形指标。

(2)对于视距不良路段,可通过增大曲线半径、调整结构尺寸、限制速度等措施进行改善。

参考文献:

[1] JTG B01—2014,公路工程技术标准[S].
[2] CJJ 37—2012,城市道路工程设计规范(2016 年版)[S].
[3] CJJ 37—1990,城市道路设计规范[S].
[4] JTJ 011—1994,公路路线设计规范[S].
[5] JTG D20—2017,公路路线设计规范[S].
[6] CJJ 221—2015,城市地下道路工程设计规范[S].
[7] 许金良.道路勘测设计(第五版)[M].北京:人民交通出版社,2018.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com