

城市道路隧道洞口线形一致性设计探讨

廖勇刚, 刘燕

(广州市市政工程设计研究总院有限公司, 广东 广州 510060)

摘要: 隧道洞口存在的光线明暗变化, 给驾驶者安全驾驶带来一定影响, 基于此因素, 规范对于隧道洞口线形均有严格要求, 但对于线形一致性的理解存在一定分歧。结合工程实例, 对隧道洞口行驶轨迹、视距进行分析, 对洞口线形一致性设计提出了新的思路, 力求隧道洞口行驶更加安全。

关键词: 隧道洞口; 线形一致性; 设计; 行驶安全

中图分类号: U412

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)08-0024-03

0 引言

目前, 我国城市隧道建设正在迎来高速发展期, 但由于隧道洞口内外行车环境存在差异, 洞口处的光线明暗变化强烈, 给驾驶者带来视觉影响, 因此隧道洞口成为交通事故多发地。为避免或减少此类情况发生, 除了在洞口设置光过渡段, 各类规范均对洞口线形一致性进行了明确规定。《城市道路路线设计规范》(CJJ 193—2012)8.3.2: “隧道洞口内侧和外侧在不小于3 s设计速度的行程长度范围内, 均应保持一致的平纵线形”^[1]。《城市地下道路工程设计规范》(CJJ 221—2015)5.2.6: “城市地下道路洞口内外各3 s设计速度行程长度范围内的平纵线形应一致”^[2]。但是, 规范均未明确规定线形一致性的具体含义, 导致设计者在具体设计时存在一定分歧, 特别是洞口3 s行程范围位于缓和曲线、洞口内外侧分别采取不同线形单元争议较大, 在实际的洞口线形设计中难以把握, 对项目安全、规模带来一系列影响。因此, 本文拟通过对隧道洞口视距和行驶轨迹进行分析, 对洞口线形一致性设计提出新的设计思路, 力求隧道洞口交通更加安全。

1 线形一致性设计指标分析

1.1 基于行驶轨迹分析

隧道洞口存在强烈的光线明暗变化, 导致驾驶员的辨别时间加长, 而洞口存在的线形变化又会导致车辆行驶轨迹发生变化, 从而引发安全事故。因此, 可以根据洞口采用的线形标准, 分析车辆行驶

轨迹的变化, 检验洞口线形一致性是否合理。

由图1可知, 平曲线的线形单元中, 直线、圆曲线均是曲率不变的线形单元, 该类情况行驶轨迹不会发生变化, 因此着重研究洞口处存在缓和曲线段的行驶轨迹情况。

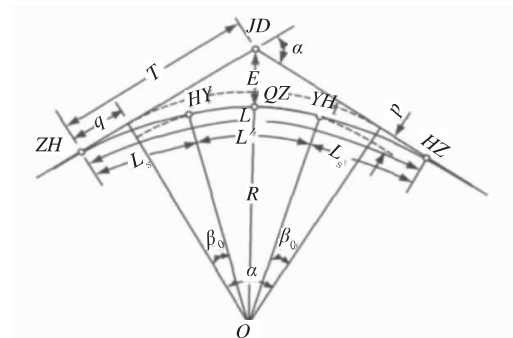


图1 标准线形示意图

根据《城市道路工程设计规范》(CJJ 37—2012)(2016年版)6.2.2和6.2.4, 按照60 km/h的速度, 不设超高的平曲线半径 $R=600\text{ m}$, 缓和曲线取 50 m ^[3], 可由式(1)计算出内移值 p 为 0.174 m 。《城市道路路线设计规范》(CJJ 193—2012)规定, 直线和圆曲线之间设置缓和曲线, 与直线和圆曲线直接相连进行比较, 产生内移值以 0.2 m 为界限, 内移值不小于 0.2 m 须设置缓和曲线。因此, 可取整 0.2 m 作为控制指标, 行驶轨迹偏差不大于 0.2 m , 可认为行驶轨迹无较大偏差, 洞口线形一致^[4]。

$$p = \frac{l^2}{24R} - \frac{l^4}{2688R^3} \quad (1)$$

式中: P 为内移值, m ; l 为回旋线缓和曲线长度, m ; R 为回旋线所连接的圆曲线半径, m 。

结合曲线一致性建立坐标系, 设置洞口位置为 A , 行车道中心线上距洞口3 s设计速度行程终点为

收稿日期: 2020-12-18

作者简介: 廖勇刚(1978—), 男, 学士, 高级工程师, 从事道路设计工作。

B ,继续按设计时速行驶3 s后的位置为 C ^[5]。通过计算驾驶员行驶3 s后 B 、 C 间的距离 ΔL ,就可判断出行驶轨迹的偏差。 ΔL 与内移值 p 比较,若 $\Delta L \leq 0.2$ m,可以认为隧道洞口内外各3 s设计速度行程长度范围的平面线形基本上保持一致,反之则不满足要求。

图2中,洞口位置 A 位于直线、圆曲线均有可能, L_0 存在正负关系,结合模型回旋线各点的坐标:

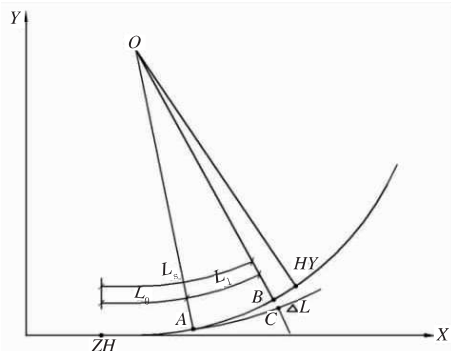


图2 曲线一致性坐标系

$$x = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} + \frac{L_s^5}{3456R^4} - \dots \quad (2)$$

$$y = \frac{L_s}{6R} + \frac{L_s^3}{336R^3} + \frac{L_s^5}{42240R^5} + \dots \quad (3)$$

式中: x 为回旋线上任意点的横坐标; y 为回旋线上任意点的纵坐标; L_s 为回旋线长度,m; R 为回旋线上任意点的曲率半径^[6]。

1.2 视距检验

通过对行驶轨迹的判断,对洞口线形一致性进行了分析,为确保行车安全,须通过停车视距对其进行再检验。驾驶员从发现障碍物或车辆,采取措施防止撞击所需的最短行车距离为停车视距,停车视距由反应距离、制动距离及安全距离组成。

$$S_s = S_r + S_b + S_a \quad (4)$$

式中: S_s 为停车视距,m; S_r 为反应距离,m; S_b 为制动距离,m; S_a 为安全距离,m,取5 m。

$$S_s = \frac{Vt}{3.6} + \frac{\beta_s V^2}{254(\mu_s \pm i)} + S_a \quad (5)$$

式中: V 为设计速度,km/h; t 为反应时间,取1.2 s; β_s 为安全系数,取1.2; μ_s 为路面摩擦系数,取0.4(按路面潮湿状态计算); i 为纵坡度,%(上坡为+,下坡为-)。

纵坡为0时,根据式(5)计算停车视距取整(见表1)。

洞口曲线段视距与视点位置、曲线半径、曲线长度、车辆行驶轨迹半径、横净距等因素有关,根据视点的位置计算横净距,小客车视点高1.2 m(货车取

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

2.0 m),曲线段视距如图3所示。

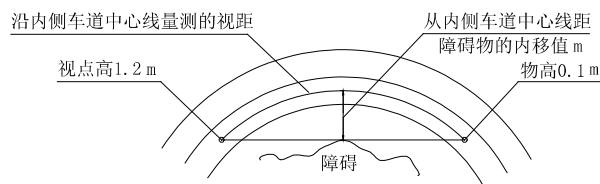


图3 视距计算参数示意图

其计算公式如下:

$$m = R[1 - \cos(\frac{S}{2R})] = S^2/(8R) \quad (6)$$

式中: m 为横净距,m; $m = W/2 + L + C$,其中 W 为行车道宽度,m; L 为路缘带宽度,m; C 为侧向净宽或检修道宽度,m; R 为平曲线半径,m; S 为视距,m。

2 应用实例分析

2.1 案例概况

某城市道路,设计速度60 km/h,平面设计受沿线建筑、地铁、河涌等条件限制,隧道洞口位于缓和曲线处,曲线桩号关系见表2。

表2 曲线参数表

第一缓和 曲线起点 ZH	第一缓和 曲线 终点HY	圆曲线 半径 /m	第二缓和 曲线起点 YH	第二缓和 曲线终点 HZ	A值	纵坡I
K3+ 305.397	K3+ 405.397	2 000	K3+ 655.49	K3+ 755.49	447.21	3.8%

2.2 行驶轨迹分析

结合实际运行方向分析,最不利的位置出现在洞口明暗过渡段,因此,只需要分析行驶前进方向通过洞口后的行驶轨迹。根据设计曲线要素,计算分析结果见表3。

表3 行驶轨迹分析表

行驶方向	洞口位置	不利位置	ΔL /m	一致性判断
出口	缓和曲线 K3+688	缓和曲线 K3+738	0.052	满足
进口	缓和曲线 K3+688	HY点 K3+655.49	0.022	满足

经分析,该处洞口行驶轨迹变化较小,可认为线形一致性满足要求。当曲线半径越大、缓和曲线长度较长、洞口的行驶轨迹变化越小时,洞口行驶就越安全。

2.3 视距分析

驾驶员在行车过程中,视距条件若发生显著变

化,会立即做出刹车、转向等操作,避免发生碰撞。如果视距良好,驾驶员在隧道出入口发现前方道路条件变化时,完全可以从容不迫地完成必要的驾驶操作。由此可见,视距是基础的控制性要素。

根据横断面设计(见图4),小客车的视高取1.2 m,左侧横净距 $m=3.5/2+0.5=2.25$ m,右侧净距 $m=3.75/2+0.5=2.375$ m,平曲线半径 $R=2\ 000$ m,根据式(6)进行计算后,视距 S 分别为189.74 m、194.94 m,视距满足要求。

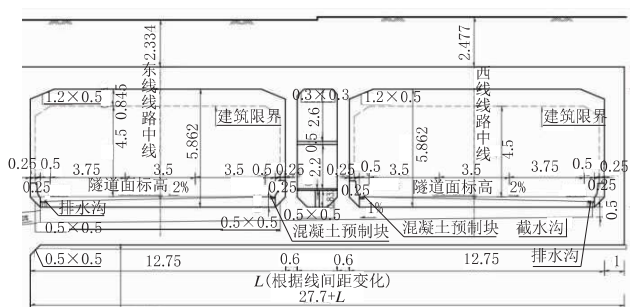


图4 横断面设计图(单位:m)

3 结语

设计中,洞口落在缓和曲线段位置,其内外各3s设计速度行程长度位于缓和曲线内时,在平、纵指标较高的路段,其行驶轨迹偏差较小,视距良好,此情况洞口的线形一致性一般均满足要求。但是,对于受条件所限的路段,只要通过其行驶轨迹分析,偏差在一定范围内,就可认为洞口线形一致性满足要求。鉴于洞口路段为事故多发路段,还应做好视距检验,尽量避免和减少事故发生。

参考文献:

- [1] CJJ 193—2012,城市道路路线设计规范[S].
- [2] CJJ 221—2015,城市地下道路工程设计规范[S].
- [3] CJJ 37—2012,城市道路工程设计规范(2016年版)[S].
- [4] 杨轶,唐莹,唐磊.隧道出入口平面线形一致性[J].同济大学学报(自然科学版),2012(4):553-558.
- [5] 庞小冲,唐学军.公路隧道出入口平面线形一致性检验研究[J].隧道建设,2011(5):566-568.
- [6] JTG D20—2017,公路路线设计规范[S].

(上接第16页)

下,有时不得不降低一些次要指标的要求,因此在设计过程中如何把握平衡,成为设计人员需要学习和思考的重要方面。希望通过本项目的设计,能够给后续的地下环路设计提供一些思路。

参考文献:

- [1] 金兆丰.浅析地下道路在城市中央商务区中的应用[J].交通与运输,2017(21):166-169,165.
- [2] 游克思,俞明健,刘艺.多点进出型城市地下道路出入口匝道设计研究[J].地下空间与工程学报,2015,11(6):1383-1389.
- [3] 司徒炳强,靳文舟,胡郁葱,等.地下道路地面出入口与交叉口最小间距的研究[J].华南理工大学学报(自然科学版),2009,37(7):10-14.
- [4] 陈劼.地下环路交通组织与内部出入口布置研究[J].交通与运输,2018(21):32-36.
- [5] 章华金,余朝玮.地下环路外部出入口布置位置研究[J].城市道桥与防洪,2017(7):24-28.