

公路与城市道路部分平面设计参数对比分析

宋玉婷,梁庆学,梅朝,卜鑫德,李令晗,熊文琪

(中国市政工程中南设计研究总院有限公司,湖北武汉430010)

摘要:为方便道路设计者厘清公路与城市道路在平面设计上的区别,对比分析了《公路路线设计规范》(JTG D20—2017)和《城市道路路线设计规范》(CJJ 193—2012)中平面线形设计参数。通过对比得知:公路规范和城道规范的设计参数在计算中计算公式相同,但部分变量取值不同;变量取值不同的原因是公路与城市道路在建设时追求的侧重点不相同,公路规范更侧重于安全、平顺、经济,城道规范更侧重于舒适、安全、环境协调性。因此,设计人员在进行计算时需根据道路种类,依据侧重要点进行取值。

关键词:设计规范;平面设计参数;城市道路设计;公路设计

中图分类号: U412.34

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)04-0043-04

0 引言

《公路路线设计规范》(JTG D20—2017)^[1](以下简称“公路规范”)由交通运输部制定发布,《城市道路路线设计规范》(CJJ 193—2012)^[2](以下简称“城道规范”)由住建部制定发布。虽然两者设计方法、指标计算基本相同,但是公路与城市道路交通特性不同,导致设计指标考虑重点不同,设计方法也有差异。

为深入研究设计参数存在差异的原理,郭腾峰等^[3]对《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)新公布内容进行了系统性概述。吕贵春^[4]从运行车速的角度,对平面线形设计进行了分析。董一楠^[5]对海外公路工程采用的中国公路技术标准和欧美标准进行了比较,在把握中国公路技术标准和指标运用问题的同时,探讨了指标和标准的合理运用方法。林水珍等^[6]简要介绍法国道路设计规范,并与国内规范对比分析。

本文在深入研究公路规范、城道规范的基础上,对公路与城市道路平面设计参数进行了对比分析,方便设计人员理解设计参数的采用原理。

1 一般规定

1.1 规定内容对比分析

城道规范为行业标准,在平面线形设计方面均为非强制性条文。公路规范在平面线形设计方面为强制性条文。

城市道路与公路在设计环境上的不同,导致公路规范和城道规范在横断面设计内容上也有所差异,具体设计内容如图1所示。

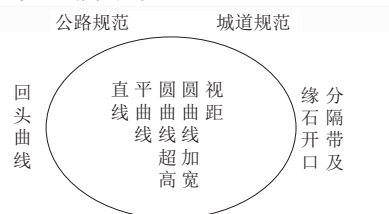


图1 公路规范和城道规范平面设计参数内容

根据图1可知,公路与城市道路平面设计参数基本相同,都包括直线、平曲线、圆曲线超高、圆曲线加宽和视距设计参数。但由于公路设计地形环境复杂,山地公路还包含回头曲线。城市道路地形较为平坦,因此没有回头曲线的设计规定。城市道路为保障安全,在互通式立交交叉出口上游与入口下游等位置设置中间分隔带紧急出口,因此城市道路平面线形设计增加了分隔带及缘石开口的规定。

本文主要针对公路规范和城道规范共有设计参数进行分析。

1.2 一般规定对比分析

公路规范中,路线平面设计一般规定仅有2条,分别对平面线形的组成要素、设计中与外部环境的协调性及连续性进行了规定。

城道规范中,路线平面设计的规定有4条,分别对设计符合规划、外部环境协调、平面线形的组成要素及交通组织设计进行了规定。内容涵盖面丰富,与公路规范相比较,城市道路平面设计在考虑地形、气候条件的基础上,综合考虑管线布设、路网规划、交通

收稿日期:2023-04-24

作者简介:宋玉婷(1995—),女,硕士,助理工程师,从事道路设计工作。

组织设计等内容,设计环境复杂。

2 直线设计参数对比分析

2.1 直线长度对比分析

在设计直线路段时,公路路线的主要影响因素是地形条件。平原地区受地形限制条件较小,但长距离的直线行驶会导致驾驶员疲劳驾驶,因此会对直线最大长度进行规定。目前,国内多以设计车速行驶72 s 的距离为最大直线长度,但也可根据地形灵活调整。例如成都天府大道直线行驶距离超过72 s,该路段通过增设安全标志等方式,缓解驾驶疲劳。

在路网规划阶段,城市路线走向基本确定,因此设计人员一般会保留原有走向设计。由于道路交叉口较多,沿线街景变化丰富,道路设施设置密集,因此驾驶员在长直线上驾驶时不易产生驾驶疲劳。综上,城道规范仅仅对道路两相邻平曲线间的最小直线长度进行了规定。

2.2 圆曲线间直线长度对比分析

为了方便驾驶员的驾驶操作,公路规范和城道规范都对两圆曲线间直线长度进行了规定。当 v 不小于60 km/h 时,两规范对反向与同向圆曲线间的最小直线长度规定相同,分别为不宜小于 $6v$ 与 $2v$ 。该设计参数选取的目的主要是保障行车视距、提供超车环境,因此,设计人员须严格执行。

当 v 小于60 km/h 时,城道规范规定,城市道路平面设计可以不受上述内容限制。这主要是由城道周围建筑密集、线路调整范围较小导致的。设计人员在条件允许时尽量向公路规范看齐。

3 平曲线设计参数对比分析

3.1 圆曲线

根据车辆在转弯行驶时的受力分析,公路规范和城道规范推导得出对圆曲线的计算公式如式(1)所示。

$$R = \frac{v^2}{127(\mu + i)}$$
 (1)

式中: R 为圆曲线半径,m; v 为设计车速,km/h; μ 为横向力系数; i 为路面的横向坡度。

由式(1)可知,当设计速度 v 确定时, R 取值与 μ 和 i 有关。其中 μ 的取值不仅影响到车辆行驶的稳定性和乘客乘坐的舒适性,也影响到车辆的燃油消耗及轮胎磨损。公路规范和城道规范对其具体取值范围的规定见表1。

表1 公路规范与城道规范横向力系数

设计参数	规范种类	μ	i
不设超高圆曲线最小半径	公路规范	0.035	—
	城道规范	0.067	-2%
设超高圆曲线最小半径一般值	公路规范	0.05 ~ 0.06	—
	城道规范	0.067	2% ~ 6%
设超高圆曲线最小半径极限值	公路规范	0.1 ~ 0.17	6% ~ 10%
	城道规范	0.14 ~ 0.16	2% ~ 6%

通过对比表1可知,城道 μ 值略大于公路。这是因为汽车在城市道路行驶过程中交叉口密集,车流量较大,实际运行车速往往低于设计车速。而研究表明, μ 值越大,越不利于行车的安全性与舒适性。因此,在实际设计工作中,公路与城市道路需分别严格遵守其相应规范。在城市道路郊区附近,若地形等环境条件允许,可参考公路规范进行设计。

3.2 缓和曲线

3.2.1 直线与圆曲线相接

缓和曲线一般设置在直线与圆曲线相接处,以减小离心率变化,保障乘客乘坐舒适性。我国一般采用回旋线作为缓和曲线。

在特殊情况下,道路可不设置缓和曲线。例如公路规范规定,四级及以下公路 R 小于不设超高缓和曲线半径时,或当 R 大于表2圆曲线半径时,可不设置。

表2 公路规范与城道规范不设缓和曲线的最小圆曲线半径

设计速度/(km·h ⁻¹)	120	100	80	60	50	40	30
城市道路不设缓和曲线的最小圆曲线半径/m	—	3 000	2 000	1 000	700	500	—
公路复曲线中小圆临界圆曲线半径/m	2 100	1 500	900	500	—	250	130

3.2.2 同向圆曲线径向相连

在半径不同的同向圆曲线径向相连时,如图2所示情况,也需设置缓和曲线。



注: R_1 表示小圆曲线半径, R_2 表示大圆曲线半径。

图2 同向圆曲线径向相连示意图

城道规范规定,在图2线形条件下,当 V 不小于40 km/h 时,应设置缓和曲线,其他设计速度下可用直线代替缓和曲线。公路规范未对同向圆曲线径向相连进行规定。

对于可不设缓和曲线的情形,公路规范和城道规范也存在异同,具体可查阅公路规范7.4.2与城道规范6.3.3。通过以上对比可发现,相同设计速度下,公路不设缓和曲线的小圆半径大于城市道路的数

值,在与圆曲线相交时,公路平面线形比城市道路平面线形更为舒缓。这是因为城市道路规划及限制条件较多。

3.2.3 缓和曲线最小长度

通过实验的方法,得到检验缓和曲线的缓和性指标 α_p 的计算公式如式(2)所示。城道规范和公路规范均采用 $\alpha_p=0.6\text{ m/s}^3$,将其代入式(2),得到由乘客舒适性决定的缓和曲线最小长度计算公式,具体如式(3)所示。

$$\alpha_p = 0.0215 \frac{V^3}{RL_s} \tag{2}$$

$$L_s = 0.035 \frac{V^3}{R} \tag{3}$$

式中: α_p 为检验缓和曲线的缓和性指标; V 为设计速度,km/h; R 为圆曲线半径,m; L_s 为缓和曲线长度,m。

为方便驾驶员操纵方向盘,在缓和曲线段行驶时间不宜过短,城道规范和公路规范均规定最短行驶时间为3s。

公路规范和城道规范规定缓和曲线多采用回旋线,因此,其长度可通过式(4)求得。

$$A^2 = R \times L_s \tag{4}$$

式中: A 为回旋线参数。

由式(4)可知, A 的取值与圆曲线半径密切相关。城道规范不仅规定缓和曲线半径宜满足 $R/3 \leq A \leq R$ 的要求,还规定了缓和曲线切线角的变化区间,计算公式如式(5)所示。

$$\beta = \frac{L_s}{2R} = \frac{A^2}{2R^2} \tag{5}$$

将 $R/3 \leq A \leq R$ 代入式(5),可得 $3^\circ \leq \beta \leq 29^\circ$ 。

4 圆曲线超高与加宽

4.1 圆曲线超高过渡段

城道规范规定的最大超高横坡度与公路规范车

表3 最大超高渐变率

设计速度 $V/(\text{km}\cdot\text{h}^{-1})$	120	100	80	60	50	40	30	20
绕中线旋转	1/250	1/225	1/200	1/175	1/160	1/150	1/125	1/100
绕边线旋转	1/200	1/175	1/150	1/125	1/115	1/100	1/75	1/50

4.3 圆曲线加宽

为保障车辆在转弯行驶过程中,车辆始终行驶在原车道界限中,需要在圆曲线路段进行加宽。公路规范规定,二级及以下道路,当 R 小于250m时,需要设置加宽。城道规范则规定,只要 R 不大于250m,就应设置加宽,其计算公式如式(7)、式(8)所示。

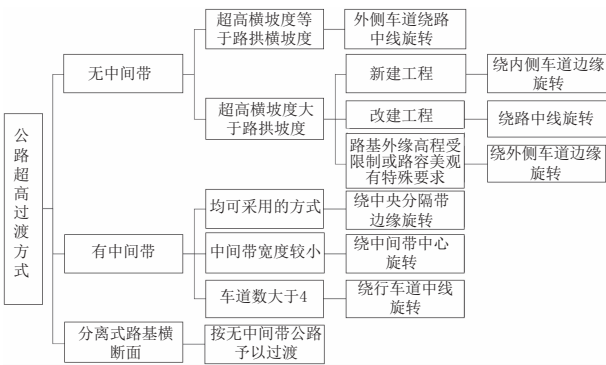


图3 公路超高过渡方式

速受限时规定的最大超高值相同。

在路线平面设计时,直线与设置超高圆曲线间需设置超高过渡段。公路规范主要根据道路是否具有中间带的方式选取超高过渡方式,其选取方式如图3所示。

而城市道路则根据道路路幅情况对超高过渡方式进行了规定,单幅路及三幅路横断面形式超高旋转轴宜采用中线,双幅及四幅路则采用中间分隔带边缘线。

4.2 超高过渡段缓和长度

公路规范和城道规范对超高缓和段长度计算公式相同,具体如式(6)所示。

$$L_e = b \frac{\Delta i}{\varepsilon} \tag{6}$$

式中: L_e 为超高缓和段长度,m; b 为超高旋转轴至路面边缘的宽度,m; Δi 为超高横坡度与路拱坡度的代数差,%; ε 为超高渐变率。

公路规范及城道规范对超高渐变率的规定都是相同的,具体规定见表3。

在此基础上,公路规范和城道规范均规定,1/330为道路超高过渡段的纵向渐变率的最小值。此外,还规定超高过渡段位置应在缓和曲线全长范围内进行。

$$b_w = b_{w1} + b_{w2} = \frac{a_{gc}^2}{2R} + \frac{0.05V}{\sqrt{R}} \tag{7}$$

$$b'_w = b'_{w1} + b'_{w2} = \frac{a_{gc}^2 + a_{cr}^2}{2R} + \frac{0.05V}{\sqrt{R}} \tag{8}$$

式中: a_{gc} 为小客车、大型车轴距加前悬的距离,m; a_{cr} 为铰接车后轴距的距离,m; V 为设计速度,km/h; R

为设计超高最小半径, m ; b_w 为小客车及大型车行驶所需要的加宽值; b'_w 为铰接车所需要的加宽值。

将车辆宽度代入式(7)、式(8),通过计算可得每条车道的加宽值。具体数值可查看城道规范中表 6.5.1 与公路规范中表 7.6.1。

通过对比可发现,同类加宽值中,城市道路加宽值大于公路加宽值。造成以上现象的原因主要是设计车速和设计车辆外廓尺寸不同。其中,城道规范和公路规范对铰接列车外廓尺寸的要求具体见表 4。

表 4 铰接列车外廓尺寸 单位: m

车辆类型	总长	总宽	总高	前悬	轴距	后悬
公路规范	18.1	2.55	4	1.5	3.3+11	2.3
城道规范	18	2.5	4	1.7	5.8+6.7	3.8

城道规范和公路规范还有许多差异性规定。例如公路规范规定双车道公路在分向行驶时,内外车道加宽值可不相同;城道规范规定在环境复杂路段,道路线形条件受限制时,支路及次干路可在道路圆曲线的两侧进行加宽。

对于加宽过渡段长度,当道路未设缓和曲线时,公路规范和城道规范均规定,其长度与超高过渡段长度相同。若未设缓和曲线,公路规范规定其长度应按渐变率为 1:15,且不小于 10 m 的要求设置;城道规范则规定应按 1:15~1:30 计算。因此,公路规范线形更加舒缓,城市道路在进行设计时,在环境条件允许的情况下,可向公路规范靠拢。

表 5 视距

设计速度 $v/(km \cdot h^{-1})$		120	100	80	60	50	40	30	20
公路规范	停车视距 / m	210	160	110	75	—	40	30	20
	会车视距 / m	—	—	220	150	—	80	60	40
	超车视距最小值 / m	一般值	—	550	350	—	200	150	100
		极限值	—	350	250	—	150	100	70
	城道停车视距 / m	—	160	110	70	60	40	30	20

通过表 5 对比分析可知,公路规范与城道规范对视距计算的公式虽参数表达形式不同,但最终结果除 $v=60 km/h$ 时的视距外,其余都相同。

城道规范中的货车停车视距除各设计速度下最大纵坡度小于公路规范外,其他数据完全相同。

6 结 论

通过对比城道规范与公路规范平面线形设计参数,得到了以下主要结论:

5 视距

公路规范根据公路的等级、道路功能等因素,设置了多种视距,具体类型如图 4 所示。城道规范仅规定了停车视距及下坡段货车停车视距。

公路规范规定的停车视距的计算公式如式(9)所示,城道规范规定的停车视距计算公式如式(10)所示。

$$S_{停} = \frac{vt}{3.6} + \frac{(\frac{v}{3.6})^2}{2gf_1} \tag{9}$$

$$S_{停} = \frac{vt}{3.6} + \frac{\beta_s V^2}{254(\mu_s \pm i)} + S_a \tag{10}$$

式中: f_1 为纵向摩阻系数; t 为驾驶者反应时间; β_s 为安全系数,取 1.2; μ_s 为路面摩擦系数,取 0.4; i 为纵坡度,%,上坡为“+”,下坡为“-”; S_a 为安全距离,通常取 5 m。

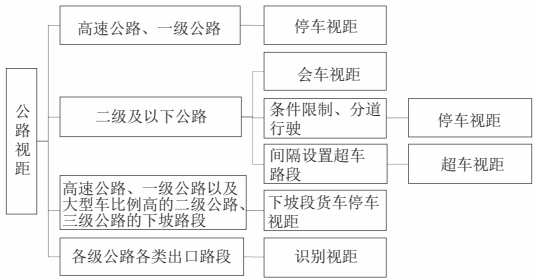


图 4 公路视距设置类型

公路规范中 t 为 2.5 s,城道规范则为 1.2 s。将 v 代入式(9)、式(10),得到停车视距数据见表 5。

(1)计算参数不同,导致设计参数不同。公路规范与城道规范在圆曲线半径、缓和曲线最小长度、超高缓和段长度计算公式相同,但代入的计算参数略有不同。例如圆曲线半径,计算公式相同,但横坡度及横向摩擦力系数取值各不相同,最终导致圆曲线半径取值各不相同。

(2)设计车辆外轮廓尺寸不同,导致平面设计参数不同。由于城道规范和公路规范设计车辆外轮廓尺寸的不同,对圆曲线加宽宽度值取值造成了一定

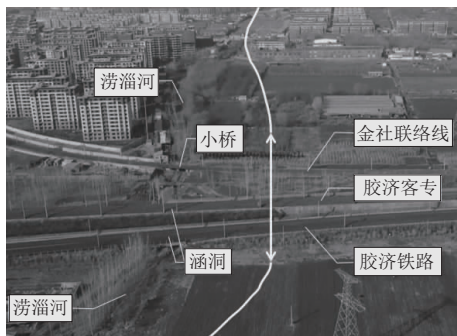


图 12 跨胶济铁路现状

工难度较大,采用 2 座单索面双排索独塔斜拉桥(见图 13)。主路布置于每座斜拉桥内侧,辅路布置于斜拉桥外侧,以同时满足主路和辅路跨铁路需求。

6 结 语

(1)淄博市一环快速路之宝山路项目的建设对于拓展城市建设和完善路网结构、提升城市品质、促进各组团间交通联系、推动淄博地区发展和带动社

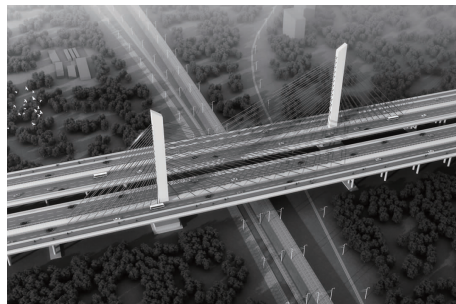


图 13 跨胶济铁路桥

会经济发展具有重要意义。

(2)本文通过对淄博市一环快速路之宝山路项目的定位分析和交通预测,确定了道路规模和技术标准,并对项目总体设计和重要节点布置进行了介绍,可以为城市快速路网的设计、施工提供工程经验和参考。

参考文献:

- [1] CJJ 152—2010,城市道路交叉口设计规程[S].

(上接第 46 页)

的影响。

(3)城道规范与公路规范在设计时侧重点不同导致取值不同。公路规范更侧重于安全,城道规范在此基础上对舒适度的要求更高,如圆曲线半径的计算取值。

(4)城市道路与公路所处的环境不同,导致许多设计参数的要求也不相同,如直线长度的规定。

以上研究仅对城市道路与公路平面设计参数进行了对比分析,后续将会深入研究参数存在差异的具体原因,以及平纵组合设计。

参考文献:

- [1] JTG D20—2017,公路路线设计规范[S].
 [2] CJJ 193—2012,城市道路路线设计规范[S].
 [3] 郭腾峰,汪晶.《公路工程技术标准》(2014 版)修订概述[J].工程建设标准化,2015,198(5):48-49,54.
 [4] 芮贵春.浅谈我国公路路线设计规范的应用[J].科技创新与应用,2015,123(11):209.
 [5] 董一楠.海外公路工程技术标准和指标的合理运用探析[J].工程建设与设计,2022,475(5):166-169.
 [6] 林水珍,郭天龙.法国公路路线设计规范简介及与国内规范的比较[J].水利水电工程设计,2019,147(2):35-37.