

南部非洲几何设计规范平面线形设计综述

李起伟, 安冠宇

(中交第一公路勘察设计研究院有限公司, 陕西 西安 710065)

摘要: 为了加强与国外标准对接, 该文系统梳理了南部非洲几何设计规范的直线、圆曲线、超高和圆曲线加宽的设计条件及要求。相对于中国公路路线设计方法, 南部非洲几何设计强调在公路项目设计中评估直线路形的走向, 减小眩目现象对驾驶者的影响; 圆曲线最大长度的极限值不应大于1 000 m; 当圆曲线超高小于等于最大超高值的60%时, 宜设置缓和曲线; 当设置缓和曲线时, 超高曲线过渡段与缓和曲线重合, 超高直线过渡段设置在直线上; 当不设置缓和曲线时, 习惯做法是将2/3的超高曲线过渡段设置在直线上, 将1/3的超高曲线过渡段设置在圆曲线上。

关键词: 南部非洲; 几何设计; 平面线形; 超高

“标准是国际合作、互联互通的通用语言, 是全球治理体系和经贸合作发展的重要技术基础。‘一带一路’沿线各国基础设施标准体系各异, 有的尚未建立标准体系, 对基础设施互联互通形成制约。互联互通、标准先行, 加强沿线各国标准对接, 推动标准互通, 形成无空白、无交叉、无冲突的标准规范, 将为‘一带一路’沿线国家基础设施互联互通、安全运行提供强有力的

保障”。南部非洲作为丝绸之路的历史和自然延伸, 是“一带一路”建设的重要方向。在发挥中国优势、加快中国公路工程技术标准“走出去”的基础上, 积极与国外标准对接, 掌握国外的设计理念和方法, 设计出符合当地情况的高质量人文生态公路, 助力“一带一路”建设, 意义重大。

为了加强与国外标准对接, 该文以适用于南共体

高值由线性内插计算确定。公路等级、设计速度、圆曲线半径、公路条件、自然条件等为中国《路线规范》超高取值依据, 而且规定了超高的最大值及各半径对应的超高值。

(5) 法国规范最大纵坡都比中国《路线规范》规定的宽松些, 对应速度下指标高于1%。两国规范的凹凸曲线半径值基本一致, 但法国对R60型公竖曲线半径比较严格。

参考文献:

- [1] 王志军. 法国公路路线设计规范与中国规范的对比[J]. 中外公路, 2014(2).
- [2] Contrat 2016-003Tx/MATGT/DGGT-CT-CEP, Travaux d'aménagement et de Bitumage de la Route SEMBE-NTAM lot 2 avec la bretelle NTAM-ATALI [Z], 2016.
- [3] JTGD20-2017 公路路线设计规范[S].

- [4] Martine Veret et Sylvain Giausserand - Sétra/CSTR, Comprendre Les Principaux Paramètres de Conception Géométrique Des Routes[Z], 2006.
- [5] 法国“公路高速公路研究所”(SETRA), 公路设计指南[Z], 1994.
- [6] JTGB01-2014 公路工程技术标准[S].
- [7] SETRA, Aménagement des Routes Principales (ARP) - Instruction Sur Les Conditions Techniques d'Aménagement des Routes Nationales (ICTARN)[Z], 1994.
- [8] SETRA, ICTAAL: Instruction Sur Les Conditions Techniques d'Aménagement Des Autoroutes De Liaison[Z], 2000.
- [9] CERTU, Instruction Sur Les Conditions Techniques d'Aménagement Des Voies Rapides Urbaines (ICTAVRU) [Z], 2009.
- [10] CERMA, Instruction Sur les Conditions Techniques d'Aménagement Voies Structurantes d'Agglomération (ICTAVSA)[Z], 2015.

收稿日期: 2019-05-17

作者简介: 李起伟, 男, 硕士, 工程师. E-mail: 3316116762@qq.com

的 2001 年版南部非洲几何设计规范为基础,围绕公路的平面线形设计,论述直线、圆曲线、超高和圆曲线加宽的设计条件及要求,以期为从事公路几何设计的人员提供参考和借鉴。

1 直线

1.1 直线长度

直线是平面线形的基本要素之一。一方面,长直线易使驾驶者感到单调和厌倦,并导致出现超速行驶状态,进而降低行车安全度;另一方面,短直线将使相邻曲线间没有足够长的距离进行超高过渡。更为重要的是,直线的长度与行车安全密切相关(直线包括曲率为 0 的直线和大于在 120 km/h 的设计速度下不设超高圆曲线半径的圆曲线)。随着直线长度的增加,车辆碰撞事故率先下降再增加,以近似对称抛物线的方式变化。最低事故率出现在直线长度约等于 12 km 时的位置。当直线长度达到 20 km 时,事故率大致等于直线终点处曲线的曲率值。因此,推荐 12 km 作为直线最大长度。当交通量调查和预测夜间行驶车辆较多时,直线长度宜小于 12 km。

直线最小长度应满足相邻圆曲线间设置超高的需要。根据经验,直线最小长度可取值 200 m。

1.2 直线方位

在日出和日落时分,东西走向的直线线形会导致驾驶者出现眩目现象,因此应控制东西走向的直线长度,限制有效眩目的距离。

直线方位和纵坡的组合导致眩目现象在一天的不同时刻出现。其中,正西向北偏 5°的直线和 6%的纵坡组合,会使太阳在下午 16:00 左右径直照射在道路中心线上,所造成的眩目现象最为严重。

具体公路项目设计中,应评估直线方位,找出潜在的可能发生眩目现象的位置,通过改变直线方位及纵坡大小,降低眩目的危险。因条件限制,不能通过改变直线方位及纵坡大小消除眩目现象时,应增设必要的提醒和警示标志。

2 圆曲线

2.1 圆曲线最小半径

圆曲线最小半径是给定设计速度下采用的极限值,由最大超高值和最大允许横向力系数确定,具体见表 1。

表 1 圆曲线最小半径

设计速度/ (km·h ⁻¹)	最大超高(%)对应的圆曲线半径/m		
	6	8	10
50	90	85	80
60	140	125	110
70	190	175	160
80	250	230	210
90	330	300	270
100	420	380	350
110	530	475	430
120	650	580	530

2.2 圆曲线最小长度

对于小转角路线,可设置足够长度的曲线,避免路容出现扭折,其长度不小于 300 m。当条件受限时,曲线最小长度可减少到 150 m。当路线转角小于 5°时,路线转角每减少 1°,曲线最小长度应在 150 m 的基础上相应地增加 30 m。

2.3 圆曲线最大长度

长曲线,特别是半径接近于最小值的长曲线,会使车辆实际行驶速度与设计速度之差大于 20 km/h,易导致追尾。长曲线引起的另外一个主要问题是限制了超车的机会。因此,不管对两车道公路,还是多车道公路,圆曲线最大长度的极限值不应大于 1 000 m,一般值不大于 800 m。

3 缓和曲线

当圆曲线超高大于等于最大超高值的 60%时,宜设置缓和曲线。缓和曲线推荐使用回旋线,其长度宜等于从外侧车道路拱横坡度值为 0 的位置到全超高断面位置所需要的超高过渡长度。回旋线的长度计算公式参见式(1):

$$L=0.070\ 2V^3/(R\times C) \quad (1)$$

式中: L 为回旋线长度(m); V 为设计速度(km/h); R 为回旋线终点的半径(m); C 为向心加速度增长率(m/s^3)。

向心加速度增长率 C 的取值范围为 1.0~3.0 m/s^3 。当 C 值分别取 1.0、3.0 m/s^3 时,计算得到回旋线长度的最大值、最小值。

4 超高

4.1 超高计算公式

根据力学定律,汽车在曲线上行驶时有以下公式:

$$e+f=V^2/127R$$
 (2)

式中: e 为超高; f 为横向力系数; V 为设计速度 (km/h); R 为曲线半径 (m)。

根据最大超高值和最大横向力系数,可以确定给定速度下圆曲线最小半径。

对于一般地区公路,圆曲线部分的最大超高可采用 10%;对于泥结碎石路面公路,因其易在最大超高值为 10%时受到冲刷,应选用较低的最大超高。

4.2 最大横向力系数

在公路设计中最大横向力系数应按式(3)计算:

$$f_{\max}=0.19-V/1\ 600$$
 (3)

式中: f_{\max} 为最大横向力系数; V 为设计速度 (km/h)。

4.3 超高分布

推荐的超高分布,是由超高抵消在平均运行速度下产生的所有离心力,由横向力系数抵消在较高速度下产生的额外的离心力。图 1 为在最大超高值为 10%时超高率和圆曲线半径的关系。

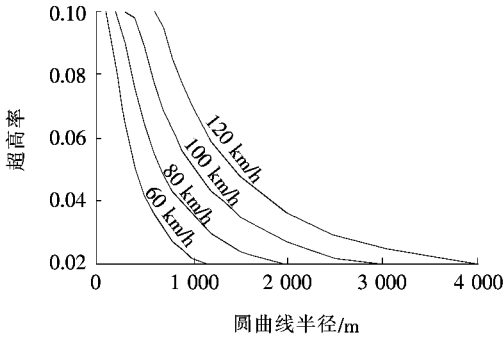


图 1 最大超高值 10%时不同设计速度和超
高率对应的圆曲线最小半径

4.4 超高曲线过渡段长度

超高从外侧车道路拱横坡度值为 0 过渡到到全超高断面所需要的过渡长度,称为曲线过渡段长度。从正常路拱横坡度过渡到外侧车道路拱横坡度值为 0 的距离,称为直线过渡段长度。从当前设计实践的角度来讲,控制超高曲线过渡段长度的主要因素是道路外观。路面旋转角速度过大,使路面边缘产生看起来有些曲折似的缺欠。

4.4.1 超高渐变率

根据实践经验,宜采用表 2 中列出的超高渐变率计算超高曲线过渡段长度。

4.4.2 超高曲线过渡段长度的计算方法

超高曲线过渡段长度的计算方法为全超高断面的车道边缘与旋转轴之间的高差除以超高渐变率,计算公式见式(4):

$$L_r=ewl/s$$
 (4)

式中: L_r 为超高曲线过渡段长度 (m); w 为车道宽度 (m); e 为超高值 (%); s 为超高渐变率 (%); l 为车道系数 (m),见表 3。

表 2 超高渐变率

设计速度/ (km · h ⁻¹)	超高渐 变率/%	设计速度/ (km · h ⁻¹)	超高渐 变率/%
40	0.7	100	0.4
60	0.6	120	0.3
80	0.5		

表 3 车道系数

横断面形式	车道数	中间带宽度/m	车道系数
非分开式	2	—	1.0
	3	—	1.2
	4	—	1.5
分开式	2	< 4.6	1.5
	3	< 4.6	2.0
	2	4.6~12.2	1.0 或 1.5
	3	4.6~12.2	1.2 或 2.0
	2	> 12.2	1.0
	3	> 12.2	1.5

注:非分开式公路是标准横断面为整体式,且无中间带的公路;分开式公路是准横断面为整体式且有中间带或为分离式的公路。

直线过渡段长度的计算方法与曲线过渡段相同,正常路拱横坡度可取值 2%。

4.4.3 超高曲线过渡段最小长度

两车道道路的超高曲线过渡段最小长度,是按表 2 中列出的超高渐变率增加 50%后,经代入公式(4)计算,整理得出的结果(表 4)。虽然超高曲线过渡段最大长度没有限制,但是太长的超高曲线过渡段可能导致超高曲线过渡段起点附近排水不畅,在公路设计时需予以考虑。

表 4 两车道道路的超高曲线过渡段最小长度

设计速度/ (km · h ⁻¹)	最小长度/ m	设计速度/ (km · h ⁻¹)	最小长度/ m
40	30	100	50
60	35	120	70
80	40		

4.4.4 超高方式

当设置缓和曲线时,超高曲线过渡段与缓和曲线重合,超高直线过渡段设置在直线上。

当不设置缓和曲线时,直线和圆曲线上必须同时包含超高曲线过渡段。全超高断面布设在直圆点(或圆直点),或者直圆点(或圆直点)不设置超高,两者皆不可取。习惯做法是将 $2/3$ 的超高曲线过渡段设置在直线上,将 $1/3$ 的超高曲线过渡段设置在圆曲线上。这种做法符合车辆的实际行驶轨迹(图 2)。

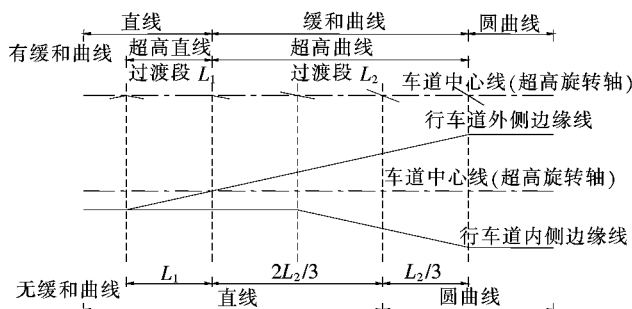


图 2 超高方式图

5 圆曲线加宽

车辆在小半径的圆曲线上行驶时,后轮的轮迹在前轮的内侧,导致车辆占据更大的空间,且驾驶者难以保持车辆在车道的中心位置,为了给车辆提供合理的空间,需要在圆曲线路段进行加宽。圆曲线加宽方法引用 AASHTO 的规定,见式(5):

$$W_c = N(U+C) + (N-1)F_A + Z \quad (5)$$

式中: W_c 为曲线上行车道的总宽度(m); N 为车道数; U 为设计车辆的轮迹宽度(m); C 为横向净距; F_A 为内侧车道上车辆的前悬宽度(m); Z 为附加宽度。

从结构角度来说,圆曲线加宽影响路容美观,而且造价高,设计中采用过小的加宽值将得不偿失。因此圆曲线加宽值不宜小于 0.6 m。如果计算得到的加宽值小于 0.6 m,则忽略圆曲线加宽。根据式(5)计算后整理得到的行车道总宽度见图 3。

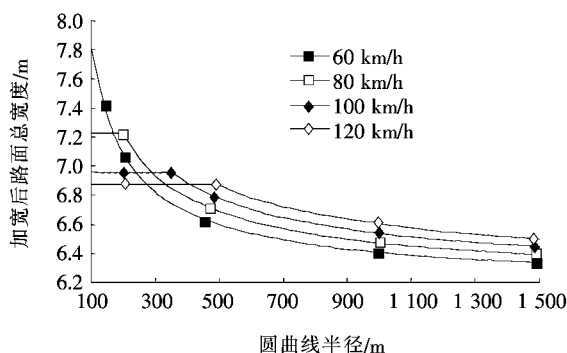


图 3 不同圆曲线半径的加宽值

6 结论

相对于中国公路路线设计理论和方法,南部非洲几何设计规范的平面线形设计有以下特点:

(1) 在公路项目设计中应评估直线线形的走向,减小眩目现象对驾驶者的影响。

(2) 圆曲线最大长度的极限值不应大于 1 000 m,一般值不大于 800 m。

(3) 当圆曲线超高小于等于最大超高值的 60% 时,宜设置缓和曲线。

(4) 当设置缓和曲线时,超高曲线过渡段与缓和曲线重合,超高直线过渡段设置在直线上;当不设置缓和曲线时,习惯做法是将 $2/3$ 的超高曲线过渡段设置在直线上,将 $1/3$ 的超高曲线过渡段设置在圆曲线上。

参考文献:

- [1] 舒印彪. 加快中国标准“走出去”,助力“一带一路”建设[N/OL]. 人民日报, 2017-05-03. http://www.china.com.cn/news/2017-05/03/content_40736690.htm.
- [2] JTG B01-2014 公路工程技术标准[S].
- [3] 徐占磊. 中马城市道路主要几何设计指标对比分析[J]. 中外公路, 2017(3).
- [4] SATCC Code of Practice for the Geometric Design of Trunk Roads[S].
- [5] South African National Roads Agency Limited Geometric Design Guidelines[S].
- [6] JTG D20-2017 公路路线设计规范[S].