

文章编号: 1671-7244(2008)03-0221-03

不对称缓和曲线的计算原理和测设

底 国 民

(宁夏大学 土木与水利工程学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要: 我国现行公路设计规范规定, 三级和三级以上公路在公路路线转弯时, 要设置曲线, 对于一般地形通常设置为对称曲线, 但在特殊地形或受地物限制时, 可设置不对称缓和曲线。关于不对称曲线的计算, 相关书籍都有各自的算法, 根据对缓和曲线构成原理的理解并结合选线测设的实践经验, 给出不对称缓和曲线的计算原理和具体的测设方法, 以解决困难地形条件下的曲线测设。

关键词: 缓和曲线; 测设; 曲线要素; 坐标; 选线

中图分类号: U412.34 文献标志码: A

我国现行公路设计规范规定^[1], 三级和三级以上公路直线和圆曲线相接处应设缓和曲线。一般情况下, 在路线转折处设置的曲线型为对称的缓和曲线——圆曲线, 但遇特殊地形或受地物限制时, 可设置为两边两个不相等的缓和曲线, 既为不对称缓和曲线。关于不对称曲线的计算, 相关书籍都有各自的算法, 笔者根据对缓和曲线构成原理的理解及选线测设的实践经验, 给出不对称缓和曲线的计算原理和测设方法, 供同行参考。

1 新方法与现有方法的比较

1.1 现有的计算方法

关于不对称缓和曲线的计算和测设, 各有关勘测书籍都有介绍。其计算原理是按对称缓和曲线方法考虑内移值不对称, 进行拟合, 然后计算各主点元素和桩号, 再计算圆曲线和缓和曲线上各中桩坐标。测设时亦是按对称缓和曲线设置时选定的交点进行详测。由于两侧的内移值不相等, 还要在实地进行交点和曲线移动, 极为繁琐, 并容易出错。

1.2 新方法的特点

本文所介绍的方法事先在图上移动了由于设置不对称缓和曲线而造成的切线移动和交点变化, 给出变化后的主点元素计算公式和曲线上各中桩点的坐标计算公式, 实际测设时交点不用移动, 只须按本文方法按部就班地测设即可, 极大地提高了测设效率, 减少了曲线测设时间和出错率, 是一种高效简捷的方法。

2 新方法的计算原理

图1为一个对称和不对称缓和曲线的拼合图, 其中: AJC 为对称曲线的测设框架, B_1J_1C 为不对称曲线的测设框架。右侧是对称设置的缓和曲线, 长度为 l_{h1} 、内移值为 p_1 、交点为 J , 切线为 AJ 和 JC ; 左侧为不对称设置的缓和曲线, 长度为 l_{h2} 、内移值为 p_2 , 设 $l_{h2} > l_{h1}$, 则 $p_2 > p_1$, 保持圆心不变, 为使缓和曲线 l_{h2} 与中间圆曲线在这一点同半径曲线相接和公切, 则其切线必须平行下移, 此时圆心 O 至新切线 BB_1 的距离为 $R + p_2$, 移动距离为 $(R + p_2) - (R + p_1) = p_2 - p_1$ 。设置左侧缓和曲线后, 与切线 BB_1 相切于 HZ 点, 另一端与半径为 R 的圆曲线相接并公切于 YH 点, 与左侧的对称缓和曲线及中间圆曲线构成一个复合曲线整体。延长 CJ 线与 BB_1 线交于 J_1 点, 形成新的路线框架 B_1J_1C 。

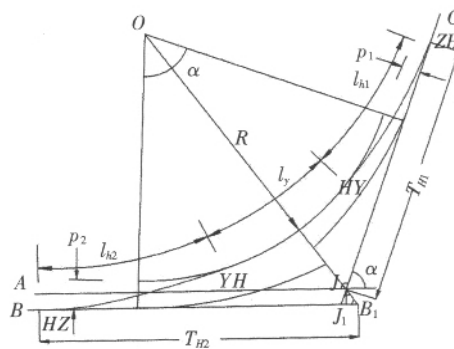


图1 对称和不对称缓和曲线的拼合图

Fig.1 combined chart of symmetry and asymmetrical transition curve

收稿日期: 2008-01-09

作者简介: 底国民 (1964—), 男, 副教授, 主要从事公路勘测、路基路面方面的教学和研究。

3 曲线要素和主点桩号的计算

在图1中, 令 $p=p_2-p_1$, $m=J_1J_2$, 因为 $AJO=CJO$, 又 $AJO=B_1J_1O$, $CJO=J_1JB_1$; 所以 $B_1J_1O=J_1JB_1$, $J_1J_1=J_1B_1$ (等腰三角形). 而 $J_1B_1=p/\sin\alpha$, 故 $m=J_1J_2=J_1B_1=p/\sin\alpha$.

3.1 曲线元素

按对称缓和曲线的基本公式计算两边不同半径的内移值和切线长^[2-3]为

$$p_1=\frac{l_{h1}^2}{24R}, q_1=\frac{l_{h1}}{2}-\frac{l_{h1}^3}{240R^2}, \beta_1=\frac{90}{\pi R}l_{h1};$$

$$p_2=\frac{l_{h2}^2}{24R}, q_2=\frac{l_{h2}}{2}-\frac{l_{h2}^3}{240R^2}, \beta_2=\frac{90}{\pi R}l_{h2};$$

对于对称缓和曲线, 切线长为

$$T_{H1}=(R+p_1)\tan\frac{\alpha}{2}+q_1, T_{H2}=(R+p_2)\tan\frac{\alpha}{2}+q_2.$$

对于不对称缓和曲线, 切线长为

$$T_1=T_{H1}+m, T_2=T_{H2}-m;$$

$$\alpha_y=\alpha-(\beta_1+\beta_2), l_y=\frac{\pi}{180}R\cdot\alpha_y, L_H=l_{h1}+l_y+l_{h2}.$$

3.2 主点桩号计算^[4-5]

对于新的交点 J_1 , 桩号为 JD , $ZH=JD-T_1$, $HY=ZH+l_{h1}$, $QZ=ZH+L_H/2$, $YH=HY+l_y$, $ZH=ZH+l_{h2}$.

4 曲线上点的坐标计算

设交点 J_1 的坐标为 X_{J_1} , Y_{J_1} , 第一切线 CJ_1 的方位角为 A_1 .

4.1 ZH 点—HY 点段

直缓点坐标为

$$X_{ZH}=X_{J_1}+T_1\cos(A_1+180^\circ), Y_{ZH}=Y_{J_1}+T_1\sin(A_1+180^\circ).$$

第一缓和曲线上任一点的坐标为

$$X=X_{ZH}+x_h\cos A_1+y_h\cos(A_1\pm 90^\circ),$$

$$Y=Y_{ZH}+x_h\sin A_1+y_h\sin(A_1\pm 90^\circ).$$

式中: x_h , y_h 分别为缓和曲线上任一点相对起点的切线距和支距; “+”为右转曲线, “-”为左转曲线, 其中

$$x_h=l-\frac{l^5}{40R^2l_{h1}^2}, y_h=\frac{l^3}{6Rl_{h1}}-\frac{l^7}{336R^3l_{h1}^3}, l \text{ 为缓和曲线上任一点相对起点的弧长.}$$

4.2 HY 点—YH 点段

圆曲线上任一点的坐标公式为

$$X=X_{HY}+x_y\cos(A_1\pm\theta)+y_y\cos(A_1\pm\theta\pm 90^\circ);$$

$$Y=Y_{HY}+x_y\sin(A_1\pm\theta)+y_y\sin(A_1\pm\theta\pm 90^\circ);$$

式中: x_y , y_y 分别为圆曲线上任一点相对起点的切线距和支距, “+”为右转曲线, “-”为左转曲线, 其中

$$x_y=l-\frac{l^3}{6R^2}, y_y=\frac{l^2}{2R}-\frac{l^4}{24R^2}, l \text{ 为圆曲线上任一点相对}$$

起点 HY 的弧长.

4.3 YH 点—HZ 点段

第二切线的方位角 A_2 为

$$A_2=A_1\pm\alpha.$$

缓直点的坐标计算公式为

$$X_{HZ}=X_{J_1}+T_2\cos A_2, Y_{HZ}=Y_{J_1}+T_2\sin A_2.$$

第二缓和曲线上任一点的坐标为

$$X=X_{HZ}+x_h\cos(A_2+180^\circ)+y_h\cos(A_2\pm 90^\circ),$$

$$Y=Y_{HZ}+x_h\sin(A_2+180^\circ)+y_h\sin(A_2\pm 90^\circ).$$

式中: x_h , y_h 分别为缓和曲线上任一点相对起点 HZ 的切线距和支距, “+”为右转曲线, “-”为左转曲线.

5 测设方法

一般等级公路选线时, 在转弯处测设对称缓和曲线的过程为: 首先定出路线的交点, 在现场确定路线的走向、线位和转折; 其次, 根据路线规范选定半径和缓和曲线长度, 经过计算求出曲线要素和主点桩号, 由交点沿路线来向和去向量出切线长 T , 定出切点; 最后可选择切线支距或偏角法定出曲线上各中桩.

对于不对称缓和曲线, 则存在一个交点变换问题, 即图1中 J 点为测设对称缓和曲线时的交点. 如果把它当作不对称缓和曲线测设的框架, 那么路线的来向边就要往下平行移动一个 p 值, 这将改变已经选定的路线, 影响前一个交点的去向边, 顺次逆推将造成整个路线的改变, 这是不可能的. 为避免这个问题, 可采用的办法为: 把相对于对称缓和曲线移动后的来向边视为选线时确定的路线框架边, 即为图1中 B_1C 折线, 此时 J_1 点为选线时确定的交点. 通过简单的数学计算可导出新交点 J_1 至切点的距离, 根据本文计算原理中求出的 m 值在测设第一缓和曲线时, 从 J_1 点沿 J_1C 方向量取长度 $T_{H1}+m$ 得到 ZH 点; 测设第二缓和曲线时, 从 J_1 点沿 J_1B 方向量取长度 $T_{H2}-m$ 得到 HZ 点. 两缓和曲线上点及中间圆曲线上各点的测设同对称缓和曲线.

6 结 语

随着公路和城市道路的发展, 对于一些困难和特殊地形或受建筑物限制的地段, 不对称缓和曲线能很好地适应这类地形和地段. 本文介绍的新方法能够简洁地计算曲线的相关技术参数, 方便地测设曲线, 给广大技术人员提供一种较快捷的测设手段.

参考文献:

- [1] 中交第一公路勘察设计研究院. JTG D20—2006 公路路线设计规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 2006.

- [2] 路线设计手册编写组. 公路设计手册: 路线[M]. 北京: 人民交通出版社, 1985.
- [3] 孙家驹. 道路勘测设计[M]. 北京: 人民交通出版社, 1994.
- [4] 朱永明. 公路勘测设计[M]. 北京: 人民交通出版社, 1995.
- [5] 孙家驹. 道路设计资料集[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.

Computation principle and surveys of asymmetrical transition curve

DI Guomin

(School of Civil and Hydraulic Engineering, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: Our country present highway design standard stipulated that third-level and above third-level road when the highway route makes a turn, must setting the curve. Usually, establishes the common terrain as the symmetrical curve, but in extreme terrain or terrain feature limit time, may establish the asymmetrical transition curve. About symmetrical curve's computation, the correlation technique books respective algorithm, according to the experience which the transition curve constitution principle's understanding the route selection surveys, gives the asymmetrical transition curve the computation principle and concrete surveys the method, solves under difficult ground condition ranging of curve.

Key word: transition curve; survey; curve essential factor; coordinate; route selection

(责任编辑、校对 王德平)

《宁夏工程技术》征稿启事

《宁夏工程技术》是国家科学技术部和新闻出版总署于 2001 年 12 月 4 日正式批准创办的公开发行的科技期刊; 由宁夏大学主办, 宁夏回族自治区教育厅主管。

办刊宗旨: (1) 及时向社会报道工程界的新材料、新工艺、新技术应用和新产品开发等方面的研究和实践成果;

(2) 为工程技术人员提供交流经验和探讨问题的场所。

主要栏目: (1) 应用技术基础理论研究;

(2) 新材料、新工艺、新技术研究与应用;

(3) 新产品开发与设计;

(4) 实验研究;

(5) 规划与发展;

(6) 工程实录。

主要刊登煤炭、电力、电气、石油、化工、冶金、建筑、机械、通信、纺织、造纸、食品、水利工程、生物技术、交通运输、城市环境等领域中的研究和实践成果。

本刊为季刊, 每季度末月中旬出版。欢迎研究人员和工程技术人员踊跃投稿。