

doi: 10.3969/j.issn.1002-0268.2011.12.021

高速公路互通式立交桥卵形曲线 匝道的坐标计算方法

张玲玲

(西南科技大学 土木工程与建筑学院, 四川 绵阳 621010)

摘要: 高速公路互通式立交桥匝道一般为卵形曲线, 是指在2个半径不等的圆曲线间插入一段非完整缓和曲线, 为了方便坐标的计算, 将插入的非完整缓和曲线视为完整缓和曲线的一部分。另外, 实际施工所需放样中, 通常需要根据与边桩及控制点位对应的中桩坐标、中桩切线方位角及横向距离计算所需点位坐标, 因此针对卵形曲线段任意中桩坐标及中桩切线方位角的计算、测设问题, 将卵形曲线转化为完整缓和曲线的一部分, 进而推导了简洁、实用、易懂的计算公式。并结合工程实例, 对所推导公式的实用性及可行性进行了验证, 证明所得公式计算精度能够满足施工要求。且互通式立交桥中S形曲线匝道坐标计算和测设也可参照卵形曲线的计算和测设方法来实现。

关键词: 交通工程; 高速公路; 卵形曲线; 公式推导; 坐标; 匝道

中图分类号: U491.2⁺1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0268(2011)12-0123-04

Calculation Method of Coordinates of Interchange Oval Curve Ramp on Expressway

ZHANG Lingling

(School of Civil Engineering and Architecture, Southwest University of Science and Technology,
Mianyang Sichuan 621010, China)

Abstract: Interchange ramp of expressway is generally oval curved, that is, inserting a non-holonomic transition curve between two circular curves of different radii, to calculate the coordinates conveniently, it is considered as a part of whole transition curve. In addition, in practical construction lofting, the demanded coordinates are generally calculated according to the coordinate, tangent orientation angle of the middle stake corresponding to the side stakes and the controlled point position, and the distance between demanded point and the middle stake. To calculate and survey the middle stake coordinate and tangent orientation angle of a random point on oval curve, the oval curve was translated to a part of the whole transition curve, and the simple and applied calculation expressions were derived. By verifying the practicality and the feasibility of the formula through an engineering example, it is proved that the calculation precision can meet the construction requirement. Moreover, the coordinate calculating and surveying method of interchange oval curve ramp could be a reference to calculate and survey interchange S curve ramp.

Key words: traffic engineering; expressway; oval curve; formula derivation; coordinate; ramp

0 引言

随着我国经济的发展, 国内高速公路网规模日益扩大, 为了解决平面交叉带来的交通瓶颈问题,

高速公路互通式立交桥得到了广泛的应用。互通式立交桥平面布置复杂, 匝道半径小, 卵形曲线为互通式立交匝道中常见的线型之一。所以, 如何计算卵形曲线的坐标和切线方位角, 在实际施工测量中就

式中, 圆曲线左偏取 “-”, 反之取 “+”。

求得卵形曲线起点 Q 至 ZH (HZ) 点的弦长 $\bar{l}_1$ 和方位角 $\alpha_{Q-ZH(HZ)}$ 后, 便可利用以下公式求得 ZH (HZ) 点的坐标:

$$\begin{cases} X_{ZH(HZ)} = X_Q + \bar{l}_1 \cos \alpha_{Q-ZH(HZ)} \\ Y_{ZH(HZ)} = Y_Q + \bar{l}_1 \sin \alpha_{Q-ZH(HZ)} \end{cases}, \quad (11)$$

2.2 卵形曲线任意点坐标和方位角计算

得出 ZH (HZ) 点的坐标和切线方位角, 便可利用完整缓和曲线段上任意一点坐标和切线方位角的计算方法来求得卵形曲线段上任意一点的坐标和切线方位角。

如图 2 所示, 缓和曲线起点 ZH (HZ) 点桩号 l_0 、坐标 (X_0, Y_0) 、起点切线方位角 α 和缓和曲线参数 A 均为已知。现以缓和曲线起点 ZH (HZ) 点为坐标原点、起点的切线为 x 轴、过原点的半径为 y 轴建立坐标系, 则缓和曲线上桩号为 l_i 的任意一点 i 的切线支距坐标 (x_i, y_i) 可通过以下公式求得:

$$\begin{cases} x_i = l - \frac{l^5}{40A^4} + \frac{l^9}{3\,456A^8} - \frac{l^{13}}{599\,040A^{12}} + \frac{l^{17}}{17\,542\,600A^{16}} \cdots, \\ y_i = \frac{l^3}{6A^2} - \frac{l^7}{336A^6} + \frac{l^{11}}{42\,240A^{10}} - \frac{l^{15}}{9\,676\,800A^{14}} + \frac{l^{19}}{3\,530\,097\,000A^{18}} \cdots, \end{cases} \quad (12)$$

式中 $l = |l_i - l_0|$ 。

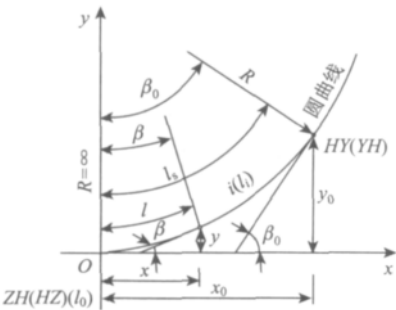


图 2 回旋线型缓和曲线
Fig. 2 Convolute transition oval curve

利用坐标平移和旋转, 该点在大地平面直角坐标系 XOY 中的坐标 (X_i, Y_i) 可由以下公式求得:

$$\begin{cases} X_i = X_0 \pm x_i \cos \alpha - y_i \sin \alpha \\ Y_i = Y_0 \pm x_i \sin \alpha + y_i \cos \alpha \end{cases}, \quad (13)$$

式中 α 为 ZH (HZ) 点沿线路前进方向的切线方位角。

当起点为 ZH 点时, 取 “+”, $l_0 = l_{ZH}$, $X_0 = X_{ZH}$, $Y_0 = Y_{ZH}$, 曲线为左偏时应以 $y_i = -y_i$ 代入; 当起点为 HZ 点时, 取 “-”, $l_0 = l_{HZ}$, $X_0 = X_{HZ}$, $Y_0 = Y_{HZ}$, 曲线为左偏时应以 $y_i = -y_i$ 代入。

3 算例

作为今后虹桥综合交通枢纽 “一纵三横” 快速路网的重要组成部分, 某高架路项目中 WN 匝道中一段卵形曲线如图 3 所示, 有关参数如表 1 所示。

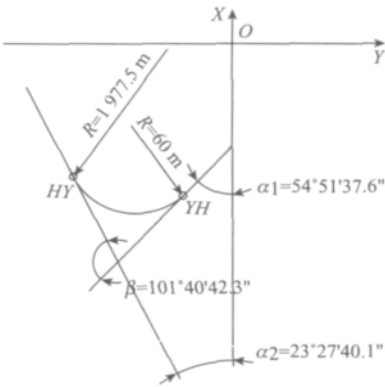


图 3 卵形曲线实例
Fig. 3 Example of oval curve

表 1 卵形曲线参数
Tab. 1 Parameters of oval curve

控制点名称	控制点桩号	坐标/m		切线方位角	备注
		X	Y		
YH	K0+966.100	-4 109.488	-15 675.708	234°51'37.6"	卵形曲线为
HY	K1+172.784	-4 012.949	-15 826.857	336°32'19.9"	右偏曲线

利用所推导公式, 通过计算, 可将 $K0+966.100-K1+172.784$ 之间 $l_F=206.684$ m 的卵形曲线段转化为 $K0+966.100-K1+179.251$ 之间 $l_S=213.251$ m 的完整缓和曲线的一部分。现以计算 $K1+096.739$ 中桩坐标和切线方位角为例来验证所推导公式。计算可得 $K1+096.739$ 中桩在大地坐标系中的坐标为:

$$\begin{cases} X = -4\,079.335 \text{ m}, \\ Y = -15\,790.243 \text{ m}. \end{cases}$$

设计坐标为 $(-4\,079.334, -15\,790.244)$, 计算所得坐标与设计坐标比较结果为:

$$\Delta X = 0.001 \text{ m} \quad \Delta Y = 0.001 \text{ m}.$$

$K1+096.739$ 中桩处沿线路前进方向切线方位角: $\beta_{K1+096.739} = 336^\circ 21' 58.6''$ 。

利用求得的中桩坐标与切线方位角, 则可计算桩号为 $K1+096.739$, 与法线方向成任意角度、距中桩任意距离处的坐标, 例如, 左幅桥面法线方向距中桩 3 m 处坐标计算结果为:

$$\begin{cases} X = -4\,080.538\text{ m}, \\ Y = -15\,792.991\text{ m}. \end{cases}$$

4 具体测设

使用全站仪进行坐标放样时,需先求得放样点坐标,然后置全站仪于导线点或支点,后视另一导线点定向,定向后输入放样点坐标,则全站仪自动计算测站至放样点的水平方位角和水平距离。将水平角差调至 $0^{\circ}0'0''$,最后通过全站仪光电测距功能调整前视点至测站距离定位放样点。

5 结束语

(1) 在进行道路勘察设计和施工放样时,卵形曲线的计算可利用完整缓和曲线的计算方法来完成,即把卵形曲线视为完整缓和曲线的一段。其计算过程直观、清晰、易懂。

(2) 利用式(12)计算支距坐标时,在非异常情况下取其前3项是完全能够满足坐标和切线方位角计算精度的。如果应用计算机编程来进行计算建议取其前5项,这样就可以满足各种类型缓和曲线段的计算精度。

(3) 互通式立交桥中S形曲线匝道坐标计算和测设也可参照卵形曲线的计算和测设方法来实现。

参考文献:

References:

- [1] 宋文. 公路施工测量 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2000.
SONG Wen. Highway Construction Measurement [M]. Beijing: China Communications Press, 2000.
- [2] 张玥. 导线法布设卵形曲线的计算方法 [J]. 包头钢铁学院学报, 2004, 23 (2): 182-185.
ZHANG Yue. Computing Method for Setting the Multiple-curve with Traverse Method [J]. Journal of Baotou University of Iron and Steel Technology, 2004, 23 (2): 182-185.
- [3] 张家平, 崔旭光, 赵德龙. 卵形曲线测设与计算要点解析 [J]. 黑龙江工程学院学报, 2008 (3): 29-32.
ZHANG Jiaping, CUI Xuguang, ZHAO Delong. Analysis of the Key to Setting out and Calculation of Oval Curve [J]. Journal of Heilongjiang Institute of Technology,

2008 (3): 29-32.

- [4] 罗新宇. 道路交叉圆曲线的测设 [J]. 辽宁省交通高等专科学校学报, 2004 (6): 32-33.
LUO Xinyu. The Method of Stakeout of Circle Curve in Intersection of Road [J]. Journal of Liaoning Provincial College of Communications, 2004 (6): 32-33.
- [5] 方琴, 纪为祥, 严春林. 卵型曲线等距线的弦距法放样 [J]. 重庆交通学院学报, 2001, 20 (4): 73-75.
FANG Qin, JI Weixiang, YAN Chunling. Equidistance Lines of Spawn-like Curve Chord-distance Method for Construction Location [J]. Journal of Chongqing Jiaotong Institute, 2001, 20 (4): 73-75.
- [6] 王健. 公路卵形曲线中线及边线坐标的计算 [J]. 河北理工学院学报, 2006, 28 (3): 126-129.
WANG Jian. Calculation of Coordination on the Midline and Sideline of Oviform Curve Road [J]. Journal of Hebei Institute of Technology, 2006, 28 (3): 126-129.
- [7] 张玲玲, 张志伟. 公路卵形曲线任意点坐标和切线方位角的计算方法 [J]. 兰州交通大学学报, 2007, 26 (1): 86-88.
ZHANG Lingling, ZHANG Zhiwei. Computing Method of Coordinate and Tangent Orientation Angle of Arbitrary Points on Highway Oval Curve [J]. Journal of Lanzhou Jiaotong University, 2007, 26 (1): 86-88.
- [8] 郑丽娜, 马学武, 李龙梅. 立交桥卵形曲线的中、边线点位坐标计算及测设 [J]. 黑龙江水专学报, 2002, 29 (2): 6-8.
ZHENG Lina, MA Xuewu, LI Longmei. Calculation and Survey and Design of Overpass Oval Middle and Border Coordinate Points [J]. Journal of Heilongjiang Hydraulic Engineering College, 2002, 29 (2): 6-8.
- [9] 张正辉, 李海鹏, 何方海. 卵形曲线的坐标计算 [J]. 交通标准化, 2007 (2): 129-131.
ZHANG Zhenghui, LI Haipeng, HE Fanghai. Computing Coordinates of Egg-shaped Curves [J]. Communications Standardization, 2007 (2): 129-131.
- [10] 张玥, 杨根义, 武文清. 卵形曲线中间缓和曲线的放样计算 [J]. 内蒙古公路与运输, 1999 (1): 14-15.
ZHANG Yue, YANG Genyi, WU Wenqing. A Calculation of Coordinates of Mid-spiral within the Multiple Curve for Setting out [J]. Highways & Transportation in Inner Mongolia, 1999 (1): 14-15.