

# 缓和曲线上桥梁的施工放样

张区旺<sup>1</sup>, 张明杰<sup>2</sup>

(1 中煤国际工程集团 北京华宇工程有限公司, 北京 100011;

2 中国保利建设开发总公司, 北京 100038)

**摘要:** 介绍了缓和曲线上桥梁的坐标计算方法以方便基础及墩台身(帽)等下部结构放样, 讨论了梁长等尺寸以方便上部结构施工放样。对施工单位桥梁施工测量放样能起一定的参考作用。

**关键词:** 缓和曲线桥梁; 轴线定位桩; 施工放样

**中图分类号:** TU198 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-0959(2004)04-0029-03

## 1 概述

随着公路交通事业的发展, 高等级公路将成为未来公路发展的主流。在高等级公路中勘测和设计人员为了提高线型标准, 普遍采用了以曲线为主的平面线型, 因而不可避免地需要建造大量的弯桥梁。设计图一般只给出了路线的有关参数和桥梁施工图, 测量人员需要根据具体的路线里程和施工图进行再计算, 计算出坐标用仪器放样, 目前在公路上应用最广的是预制装配式的钢筋混凝土简支梁的几何尺寸。因此本文首先讨论缓和曲线桥梁任一点坐标的计算以指导基础及墩台身、墩台帽施工放样, 然后讨论每片梁的长度等尺寸。

## 2 坐标计算

1) 如图1建立以ZH为坐标原点, 过ZH点的

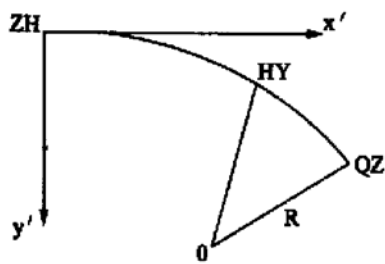


图1

缓和曲线切线为X轴, ZH点上缓和曲线的半径为Y轴的直角坐标系。则缓和曲线(中线)任一点坐标可用下式计算:

$$\begin{aligned} x' &= l - l^5 / (40R^2 l_0^2) + l^9 / (3456R^4 l_0^4) \\ y' &= 13 / (6Rl_0) - 17 / (336R^3 l_0^3) \end{aligned}$$

$$x = x_0' - y' \sin \alpha + x' \cos \alpha$$

$$y = y_0' + y' \cos \alpha + x' \sin \alpha$$

式中  $x'$ 、 $y'$  —以ZH为原点的假定坐标;

$x$ 、 $y$  —用于放样的北京坐标系坐标;

$R$  —圆曲线半径;

$l$  —任一点至ZH点的曲线长度;

$l_0$  —缓和曲线长度;

$\alpha$  —ZH至交点连线方向的方位角。

2) 基础及墩台轴线如果和桥中线正交计算起来相对比较简单, 但由于要照顾原有沟渠及道路, 所以二者往往斜交。如图2桥台中心桩为 $n$ , 相邻

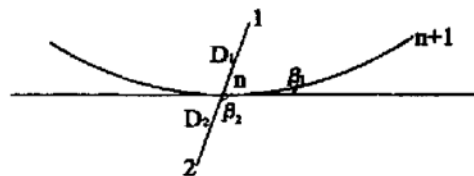


图2

中桩为 $n+1$ , 轴线设计交角为 $\beta_2$ , 弦切角为 $\beta_1$ , 桥台轴线桩1、2与 $n$ 的平距为 $D_1$ 、 $D_2$ , 则轴线定位桩的坐标为:

$$x_1 = x_n + D_1 \cos (\alpha_{n-n+1} + \beta_1 + \beta_2 + 180^\circ)$$

$$y_1 = y_n + D_1 \sin (\alpha_{n-n+1} + \beta_1 + \beta_2 + 180^\circ)$$

$$x_2 = x_n + D_2 \cos (\alpha_{n-n+1} + \beta_1 + \beta_2)$$

$$y_2 = y_n + D_2 \sin (\alpha_{n-n+1} + \beta_1 + \beta_2)$$

要放出任意点的计算如下: 点1至桩 $n$ 的平距为 $D_1$ , 点1距路中线平距为 $D'_1$ , 设1点的弦切角为 $\delta'_1$ ,  $1'$ 至1点的弧长为 $l'_1$ , 曲线半径为 $R$ , 缓和曲线长度为 $l_0$ ,  $1'$ 至1点的弦长为 $L'_1$ , 通过近

收稿日期: 2004-02-05

作者简介: 张区旺(1963-), 呼和浩特人, 高级工程师, 1985年毕业于中国矿业大学, 现从事煤炭工程测量工作。

似公式可以计算出弦切角  $\delta'_1$  及弦长  $L'_1$ 。

$$\text{则 } \delta'_1 = \arctg(A/B)$$

$$L'_1 = l'_1 + [(2D_1 - D'_1) l_1^2 / (2Rl_0)]$$

其中:

$$A = (2D_1 - D'_1) [l - \cos(l'_1 / (2Rl_0))] + l_1^3 / (6Rl_0)$$

$$B = (2D_1 - D'_1) \sin(l'_1 / (2Rl_0)) + l'_1 - l_1^5 / (40R^2 l_0^2)$$

点  $I'$  的坐标为:

$$x'_1 = x_1 + L'_1 \cos(\alpha_{n-n+1} + \delta'_1)$$

$$y'_1 = y_1 + L'_1 \sin(\alpha_{n-n+1} + \delta'_1)$$

若能用电子计算机编出相应的程序, 推算缓和曲线上桥梁任一点坐标将不会很困难。

### 3 桥梁长度

目前我国公路建设中中线的缓和曲线采用的是辐射螺旋线, 如不考虑由于超高而加宽及变速车道等因素弯桥各片梁的中线应为桥中线缓和曲线的平行线, 为了简化计算我们近似地将平行线作为缓和曲线(参照某些参数)参加计算。

设缓和曲线总长为  $l_0$ , 缓和曲线某点至  $ZH$  点曲线长  $l$ , 该点对与过  $ZH$  点切线的偏角为  $\delta$ 。则有近似公式:

$$\delta = 180^\circ l^2 / (6\pi R l_0)$$

设某片梁中心线至桥轴线距离为  $L$ , 梁板两端  $A$ 、 $B$  位于相邻两墩台上, 则由  $A$ 、 $B$  墩台桩号及  $ZH$  点桩号可以求出曲线长  $l$ , 进而由上式求出偏角  $\delta$ , 梁板两端所对应的偏角是相等的。

上式可以化为:

$$l^2 = 6\pi R \delta_0 / 180^\circ$$

则任一片梁中心线上一点至  $ZH$  曲线长:

$$l_{\text{梁}}^2 = 6\pi (R \pm L) \delta_0 / 180^\circ$$

或将  $\delta$  计算公式代入, 则:

$$l_{\text{梁}} = \sqrt{(R \pm L) / R l}$$

计算出对应  $A$ 、 $B$  处梁端点至  $ZH$  处相应位置的曲线长  $l_{\text{梁}A}$  以及  $l_{\text{梁}B}$ , 就可以计算出每片梁的弧长  $l_{\text{梁}AB} = l_{\text{梁}A} - l_{\text{梁}B}$ 。

对于斜交桥梁板两端点所对应的偏角已不再是  $A$ 、 $B$  所对应的偏角了, 设梁中心线距  $A$ 、 $B$  距离  $L$ , 墩台轴线与桥中线的交角  $\theta$ ,  $A$  ( $B$ ) 位移距离  $L'$ :

$$L' = L \cos \theta$$

因高等级公路曲线半径都比较大, 特别是当靠近  $ZH$  点时曲率为  $\infty$  接近直线, 所以上式近似将曲线当做直线看待。则每片梁中心线端点至  $ZH$  的曲线长度:

$$l = \sqrt{(R \pm L) / R} (l_0 \pm L') \\ = \sqrt{(R \pm L) / R} (l \pm L \cos \theta)$$

知道了每片梁的长度就可以加工拼装模板了, 在梁厂安装模板时可以用切线支距测缓和曲线的方法求出  $I-x$  及  $y$ , 以龙门吊轨道或其他标志假做  $ZH$  切线平行线用钢尺放样若干点, 来确定模板的弧度。如果用组合模板, 可在模板间隙用厚木条调整梁内外侧长度。用半圆仪或根据几何计算用钢尺量出尺寸确定交角, 安装端模。

### 4 几何尺寸

桥梁共分梁式、拱式和悬吊式三种基本体系, 公路常用的以梁式桥较多, 应用最广的是预制装配式的钢筋混凝土桥梁, 其主梁横截面形式分为以下几种: ①实心板梁; ②矮肋板梁; ③空心板梁; ④  $T$  形梁; ⑤带马蹄形  $T$  形梁; ⑥多室箱形梁; ⑦大挑臂箱形梁; ⑧带横肋的箱梁; ⑨具有金属板的组合箱梁; ⑩具有钢管混凝土下弦的三角形箱梁。①、②一般用于小跨径 (6~16m) 的现浇结构, ③ (12~30m) 和 ④、⑤ (20~50m) 多用于预制装配式结构, ⑥-⑩常用于需承受正、负弯矩的悬臂式或连续式的梁桥。

梁的横截面几何尺寸在设计图上均可查到, 按规范制作安装模板及浇筑混凝土, 只要不超出“梁的预制和浇筑允许偏差”即可。

对于缓和曲线上的弯桥梁超高的做法有两种形式: 一种是梁为等截面, 采用不同高度的支座垫石或桥墩来实现; 另一种通过变截面高面高度的梁来实现。

当采用变截面梁时, 设内侧 (靠近桥中线) 边梁高程 (高度) 为  $H_{\text{内}}$ , 外侧边梁高程 (高度)  $H_{\text{外}}$ , 任一片中梁的高程 (高度) 为  $H_n$ , 桥一侧梁数为  $m$ 。则  $H_n = H_{\text{内}} + (H_{\text{外}} - H_{\text{内}}) (n-1) / m$ 。在超高加宽过渡段, 其宽度可用  $b_x = (4k^3 - 3k^4) b$  来计算, (式中  $k = -l_x/l$ ),  $b_x$  为过渡段任一点加宽值,  $b$  为圆曲线部分加宽值,  $l_x$  为该点到加宽段起点距离,  $l$  为加宽过渡段全长。对于过渡段由超高坡度过渡到路拱坡度也要注意各片梁

# 大断面岩巷快速施工

楚俊选<sup>1</sup>, 王志甫<sup>2</sup>

(1. 平顶山煤业集团物资供应处, 河南 平顶山 467000; 2. 平顶山工业职业技术学院, 河南 平顶山 467000)

**摘 要:** 平顶山煤业集团八矿通过采用岩巷施工机械化配套设备、中深孔光面爆破技术和优化辅助系统, 改变了作业环境, 大大提高了施工进度, 加大了循环进尺, 降低了工程成本, 减轻了工人劳动强度。从 2001 年 10 月至 2002 年 9 月平均循环进尺 129.9m, 其中 2001 年 11 月单巷月进尺为 155.0m, 创平顶山矿区近年来大断面单巷月进尺最高记录。

**关键词:** 岩巷; 大断面; 中深孔光面爆破技术; 岩巷施工机械化配套设备

**中图分类号:** TD263.5<sup>+</sup>8 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671- 0959(2004)04- 0031- 02

平顶山煤业集团八矿- 693 水平丁戌组西大巷是二水平西翼采区的主要运输、通风巷道, 巷道工程量 2557.4m, 半圆拱形状, 设计净宽 4.6m、净高 4.0m、净断面 15.2m<sup>2</sup>, 掘进断面 17.4m<sup>2</sup>, 锚喷支护, 选用  $\phi 20\text{mm}$ ,  $L=2.2\text{m}$  树脂锚杆, 间排距 700mm  $\times$  700 mm, 围岩条件较差时增加  $\phi 6\text{mm}$  钢筋网, 规格为 1800mm  $\times$  800mm, 喷射混凝土厚 120mm, 强度为 C 18。

巷道所穿过的岩层倾角为 6 $^{\circ}$ ~ 12 $^{\circ}$ , 以砂质泥岩、细中粒岩为主, 岩性变化较大, 不时有小的构造出现, 节理层理发育, 易破碎呈小块, 加以开挖部位较深, 地应力增加, 围岩变形量加大, 增加了顶板管理的难度, 巷道支护也更加困难。但没有大的涌水, 只是个别构造地段出现顶板淋水现象。

## 1 施工方案和机械设备

巷道施工采用 YF-28 型风动凿岩机打眼, 全断面分两次放炮、预留光爆层, 中深孔光面爆破, “三八”制作业, 一掘一锚、两掘一喷施工方法,

采用 PB-6 型耙斗机装岩, 后跟调车盘系统调车, 5t 蓄电池电机车牵引一列 1t 矿车运输排矸。施工机械设备见表 1。

表 1 施工机械设备			台
名称	数量	备注	
YF-28 凿岩机	12	5 台备用	
转 V 型喷浆机	3	1 台备用	
P-60B 耙斗机	1		
调车盘	1		
5t 蓄电池电机车	2		
1t 矿车	60		
激光指向仪	1		
2 $\times$ 30kW 局扇	2	1 台备用	
28kW 局扇	1		

## 2 钻爆施工

### 2.1 爆破原始条件

表 2 爆破原始条件					
矿井瓦斯等级	岩石硬度系数	钻眼机具	掘进断面/ m <sup>2</sup>	炸药类别	雷管类别
突出矿井	$F=6\sim 8$	YF-28	17.4	2 $^{\#}$ 岩石炸药	毫秒电雷管

的高程变化, 这个问题相对比较简单, 由于篇幅关系在此不作为问题讨论。

## 5 结 语

本文介绍的计算公式简便可行, 且满足规范的精度要求, 坐标计算公式对桥墩台基础、墩台身及盖梁施工放样有一定参考价值, 梁长 (高) 等尺寸对梁的预制、现浇工程的模板加工安装、钢筋加工及混凝土浇筑放样有一定参考价值。

## 参考文献

[1] 刘延伯. 工程测量 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1984.  
[2] 刘秋江, 等. 缓和曲线上桥梁几何要素的计算方法 [J]. 公路, 1997, (7).  
[3] 池样敏, 等. 曲线桥梁中线施工放样的一种计算方法 [J]. 公路, 1999, (11).  
[4] 山东省京福高速公路工程曲阜至界河段: 招标文件第 2 卷《技术规范》. 1998.

(责任编辑 章新敏)

收稿日期: 2003- 11- 06

作者简介: 楚俊选 (1965- ), 1990 年毕业于焦作工学院矿山机械专业, 工程师, 现在平顶山煤业集团物资供应处从事专业技术工作。