

公路工程施工现场

技术与管理丛书

# 桥梁墩台施工技术 要点



郑益民 主编  
于敦荣 主审

 人民交通出版社  
China Communications Press

45.55

57

华北水利水电学院图书馆



2010271605

U445.55

Z457

公路工程施工  
技术与  
管理丛书

# 桥梁墩台施工技术

## 要点



郑益民 主编

于敦荣 主审



2014/5/05

人民交通出版社  
China Communications Press

1027160

## 内 容 提 要

本书共分七章,内容包括:桥梁墩、台施工放样,混凝土及钢筋混凝土墩、台施工,砌石及混凝土砌块墩、台施工,墩台帽施工,桥台附属结构施工,桥墩的防撞设施及缓冲设施施工等。本书较全面地反映了国内公路桥梁墩台施工的实用技术。

本书可供公路、城市道路,桥涵施工、检测、监理人员作为工具书使用,也可供大专院校相关专业师生学习参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

桥梁墩台施工技术要点 / 郑益民主编. - 北京: 人民交通出版社, 2004.4

ISBN 7-114-04988-9

I. 桥… II. 郑… III. ①桥墩 工程施工②桥台 工程施工 IV. U445.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 015300 号

公路工程施工现场技术与管理丛书

Qiaoliang Duntai Shigong Jishu Yaodian

桥梁墩台施工技术要点

郑益民 著

于敦荣 主审

正文设计: 彭小秋 责任校对: 刘 萍 责任印制: 杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100011 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号)

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本: 787×960 1/16 印张: 13.25 字数: 224千

2004年5月 第1版

2004年5月 第1版 第1次印刷

印数: 0001-4000册 定价: 20.00元

ISBN 7-114-04988-9

公路工程施工现场技术与  
管理丛书  
编写委员会

主任委员	梁志锐				
常务副主任委员	孙 玺				
副主任委员	于敦荣	文德云	刘元炜	刘 涛	
	李荣富	柴金义	黄腊泉	(以姓氏笔画为序)	
秘书处	陈志敏				

# 出版说明

由于公路工程项目具有施工周期长、专业分工明确等特点,工程技术人员很难在短期内积累公路、桥梁各类型工程的实践经验。为帮助公路工程技术人员克服现场实践经验有限,施工中处理实际问题能力不足的困难,人民交通出版社组织出版了本套“公路工程施工现场技术与管理丛书”,以期帮助现场技术人员解决实际问题。

本丛书为技术应用指导型图书,编写内容贴近现场实际情况,真实地反映了现场技术人员的深层需求,避免过多空洞、抽象的程序性理论阐述,注重实用性、可操作性和示范意义;以现场管理的控制点及关键环节为中心,以技术要点为主线,对常用技术、关键技术从广度和深度两方面进行分析、阐述,具有重点突出,详略得当,文字简洁的特点。

本丛书为开放型图书系列,首期推出以下书目,敬请关注。

- . 预应力混凝土桥梁施工技术要点
- . 新编公路建设项目竣工资料编制指南
- . 公路工程现场勘察与测量技术
- . 公路工程施工现场控制要点
- . 隧道工程现场施工技术
- . 路基工程现场施工技术
- . 城市道路工程施工监理要点
- . 公路工程施工常见地质病害处治技术
- . 公路工程施工测量
- . 公路工程安全生产指南
- . 桥梁墩台施工技术要点

在此,我们也借机表达一个希望,希望工程界人士能够积极自荐或推荐相关选题纳入本套丛书,以使该丛书日臻完善,为普及推广工程技术的实际运用、提高工程技术人员解决问题的能力作出贡献。

(联系方式 Email:tumu@pcph.sina.net)

人民交通出版社

2004年4月

## 前言

随着我国改革开放和经济建设的快速发展,公路建设投资力度逐年增大,规模前所未有,因此需要大量能反映工地实际情况的施工技术丛书。基于这个原因,本书的内容侧重于桥梁施工现场的实用性和可操作性。

本书在章节的处理上,将墩、台施工放样单独列于第一章,该章较详细地介绍了曲线桥梁的墩、台施工放样的计算公式及方法。按材料种类将墩、台分为混凝土及钢筋混凝土墩、台和砌石及混凝土砌块墩、台两类,分别在第二章、第三章中论述。高桥墩的施工在模板制作、安装及施工工艺上都要难于普通桥墩,单独列于第四章中阐述,同时配以滑模施工实例,以增加可读性。

本书共分七章,其中第一、二、七章由烟台师范学院交通学院郑益民编写;第三、四章由烟台师范学院交通学院刘智儒编写;第五、六章由烟台师范学院交通学院崔旭忠编写。全书由郑益民统稿,烟台师范学院交通学院于敦荣主审,并作最后校核。

本书可供公路,城市道路,桥涵施工、检测、监理人员作为工具书使用,也可供大专院校相关专业师生学习参考。

本书在编写和定稿过程中得到了多所高校的学者和工程设计、施工单位的专家们热忱指导和帮助,尤其是得到烟台公路局李荣富研究员、青岛交通监理公司乔国忠高级工程师的支持和帮助,于此一并表示诚挚的谢意。

在本书编写的过程中,虽经多次修改和校核,但限于编者的学术水平,加之时间紧迫,书中定有谬误和不当之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2003年12月

# 目 录

第一章 桥梁墩、台施工放样 .....	1
第一节 桥梁墩、台定位 .....	1
一、直线桥梁的墩、台定位 .....	1
二、曲线上桥梁的墩、台定位 .....	8
第二节 桥梁墩、台的纵、横轴线测设 .....	22
一、直线桥梁墩、台的纵、横轴线测设 .....	22
二、曲线桥梁墩、台的纵、横轴线测设 .....	23
第二章 混凝土及钢筋混凝土墩、台施工 .....	24
第一节 模板的类型和构造 .....	24
一、固定式模板 .....	24
二、拼装式模板 .....	26
三、整体吊装模板 .....	32
四、组合式定型钢模板 .....	34
五、模板荷载、技术要求及设计要点 .....	43
六、模板、拱架和支架的拆卸 .....	47
七、常用模板隔离剂 .....	47
第二节 混凝土的拌制和运送 .....	49
一、混凝土拌制的要求 .....	49
二、混凝土运输的要求 .....	50
三、水平运输 .....	52
四、垂直运输 .....	53
第三节 钢筋加工和安装要点 .....	53
一、钢筋的一般规定和要求 .....	53
二、钢筋加工的注意要点 .....	54
三、钢筋骨架(网)的组成和安装 .....	56
四、钢筋施工的容许偏差 .....	57
第四节 混凝土及钢筋混凝土墩、台施工要点 .....	58

第五节	片石混凝土墩、台施工要点	63
第六节	施工的容许偏差	64
第七节	结构混凝土的现场检测和修补	64
一、	结构混凝土现场检测方法 with 测定内容	64
二、	混凝土墩、台表层缺陷的类型及其产生的原因	65
三、	混凝土表面缺陷的常用修补方法	66
<b>第三章</b>	<b>石料及混凝土砌块墩、台施工</b>	<b>69</b>
第一节	施工所需材料要求	69
一、	石料	69
二、	混凝土预制块	70
三、	砂浆	70
第二节	石砌墩、台施工	74
一、	墩、台砌筑的定位放样	74
二、	墩、台砌筑	75
第三节	石料及混凝土砌块墩、台施工要点	76
第四节	质量检验及质量标准	78
第五节	施工脚手架	79
一、	脚手架	79
二、	材料提升设备	92
<b>第四章</b>	<b>高桥墩施工</b>	<b>99</b>
第一节	高桥墩的模板	99
一、	滑升模板	99
二、	滑模施工举例	112
三、	提升模板	124
四、	滑升翻模	125
五、	爬升模板	127
六、	翻板钢模	131
第二节	施工测量与控制	134
第三节	人员、脚手架和小型构件的运送机械	136
第四节	混凝土配制、浇筑和养护	137
第五节	主要机械及设备	144
<b>第五章</b>	<b>墩、台帽施工</b>	<b>157</b>
第一节	墩、台帽施工定位测量	157
一、	墩、台帽中心的定位	157
二、	墩、台帽的施工测量	157



第二节 墩、台帽施工立模方法 .....	158
一、石砌桥台台帽 .....	158
二、悬臂墩帽 .....	159
三、桩墩墩帽 .....	160
第三节 钢筋网、预埋件施工 .....	160
一、钢筋网的设置 .....	160
二、支座垫板的安设 .....	160
三、支座的安装 .....	161
四、墩、台帽施工注意事项 .....	170
<b>第六章 桥台附属结构施工</b> .....	<b>172</b>
第一节 锥坡的施工 .....	172
一、桥(涵)台锥坡放样 .....	172
二、桥台锥体护坡施工要点 .....	181
三、台后填土要求 .....	181
四、台后泄水盲沟施工 .....	182
第二节 锥体护坡体积计算 .....	182
一、锥体坡度自顶至底为同一坡比 .....	182
二、锥体坡度自顶至底有变坡 .....	183
<b>第七章 桥墩的防撞与缓冲设施</b> .....	<b>184</b>
第一节 桥墩的防撞设施 .....	184
第二节 桥墩的缓冲设施 .....	194
<b>参考文献</b> .....	<b>200</b>

# 第一章

## 桥梁墩、台施工放样

墩台与基础的施工,是整个桥梁施工中的重要工作环节,它直接影响到整个桥梁建设的质量、速度和费用。基础、墩台的施工测量是指施工前确定其平面和空间位置的测量工作,它包括测量桥梁轴线控制桩和测定桥梁墩、台中心位置。

### 第一节 桥梁墩、台定位

在桥梁施工测量中,测设墩、台中心位置的工作称为桥梁墩、台定位。

#### 一、直线桥梁的墩、台定位

直线桥梁的墩、台定位,是根据已确定的桥轴线控制桩的里程桩号和桥梁墩、台的设计桩号,算出它们之间的距离,以此距离确定墩、台的中心位置,并用桩志固定下来。

如图 1-1,直线桥梁的墩、台中心都位于桥轴线的方向上,知道了桥轴线控制桩  $A$ 、 $B$  及各墩、台中心的桩号,由相邻两点的桩号相减,即可求得其间的距离。墩、台定位的方法,可视河宽、河深及墩、台位置等具体情况而定。根据条件可采用直接丈量、光电测距及交会法。

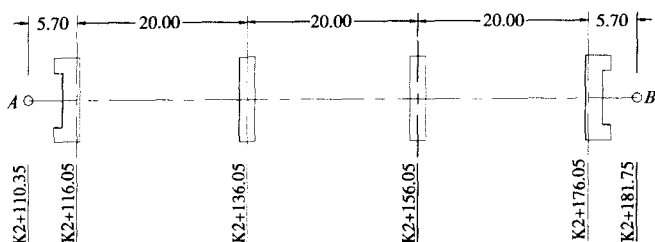


图 1-1 直线桥梁墩台布置(尺寸单位:m)

### (一)直接丈量

当桥梁墩、台位于无水的河滩上,或河流水面较窄,用钢尺可以丈量时,可采用钢尺直接丈量。丈量所使用的钢尺必须经过检定,丈量的方法与测定桥轴线的的方法相同。由于河床地面高低起伏不平,丈量的距离不是测设设计的长度(水平距离),所以应根据现场的地形情况先进行倾斜改正,此外还要进行尺长改正和温度改正。

为保证测设精度,丈量时施加的拉力应与检定钢尺时的拉力相同,同时丈量的方向亦不应偏离桥轴线的方向。当墩台之间的距离大于尺长时,应分尺段丈量,在稍短于一个尺长的位置上用木桩标定出中间的点位,在桩顶钉一小钉,或沿桥轴线方向刻一十字,在每一个要设出的墩台点位上用大木桩进行标定,并在桩顶部钉一小钉以准确标出点位。

测设墩、台的顺序最好从一端到另一端,并在终端与桥轴线的控制桩进行校核,也可从中间向两端测设。因为,按照这种顺序,容易保证每一跨都满足精度要求。只有在不得已时,才从桥轴线两端的控制桩向中间测设,因为这样容易将误差积累在中间衔接的一跨上。所以如果这样做,一定要对衔接的一跨设法进行校核。

直接丈量的精度要求如下:

- (1)桥梁中线位置桩间的距离在 200m 以内为 1/5000。
- (2)桥梁中线位置桩间的距离在 200m 以上 500m 以内为 1/10000。
- (3)桥梁中线位置桩间的距离在 500m 以上为 1/20000。

丈量工作一般由 5 人进行,前尺、后尺各 1 人,观尺读数 2 人,指挥兼记录 1 人。丈量时将尺两端以重锤拉好并将尺边对准桩顶十字,观尺员在统一的口令下同时读出两端尺数,精确至 0.5mm 并记录手簿(见表 1-1)。每尺端要前后稍微移动位置 2~3 次,各次测得长度之差不得超过 2mm,超过时要重新测量。如在限差以内,取各次测量结果的平均值作为此尺段的观测成果。

精密量距记录计算表(格式)

表 1-1

钢尺 号码:_____		钢尺膨胀 系数:_____		钢尺检定时 温度 $t_0$ :_____		计算者:_____						
钢尺定额 长度:_____		钢尺检定 长度 $L$ :_____		钢尺检定时 拉力 $P_A$ :_____		日期:_____						
尺段 编号	实测 次数	前尺 读数 (m)	后尺 读数 (m)	尺段 长度 (m)	温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	高差 (m)	尺长改 正 $\Delta l$ (mm)	温度改 正 $\Delta t$ (mm)	拉力改 正 $\Delta p$ (mm)	垂度改 正 $\Delta f$ (mm)	倾斜改 正 $\Delta h$ (mm)	改正后 尺段长 (mm)
	1											
	2											
	...											
	平均											

最后应该指出的是,距离测设不同于距离丈量。距离丈量是先用钢尺量出两固定点之间的尺面长度(根据尺面分划注记所得),然后加上钢尺的尺长、温度及倾斜等项改正,最后求得两点间的水平距离。距离测设是根据给定的水平距离,结合现场情况,先进行各项改正,算出测设时的尺面长度,然后按这一长度从起点开始,沿已知方向定出终点位置。因此,测设时各项改正数的符号,与丈量时恰好相反。

如图 1-1,桥台至桥墩的距离为 20.00m,在现场量距离后,用水准测量测得两点间高差为 0.523m,测设时的温度为 28 $^{\circ}\text{C}$ 。所用钢尺经过检定的尺长方程为

$$L = 50\text{m} - 7\text{mm} + 0.000012(t - 20^{\circ}\text{C})\text{m}$$

三项改正数为:

$$\text{尺长改正 } \Delta L = -0.007 \times 20.00/50 = -0.0028\text{m}$$

$$\text{温度改正 } \Delta t = 0.000012 \times (28 - 20) \times 20.00 = 0.00192\text{m}$$

$$\text{倾斜改正 } \Delta h = -(0.523^2/2 \times 20.00) = -0.006838\text{m}$$

测设时以上各项改正数应取相反的符号,以求出测设时的尺面读数:

$$20.00 + 0.0028 - 0.00192 + 0.0068 = 20.0077\text{m}$$

## (二)光电测距

光电测距是采用全站仪或测距仪直接测距来定位桥梁墩台位置,它具有快捷、简便、精确的特点。放样时可将全站仪安置在桥轴线的一个控制桩上,并后视另一个控制桩,这样就确定了桥轴线的方向。在桥轴线上移动棱镜,测出各墩台与控制桩之间的距离,从而定出墩台的中心位置。如果桥轴

线上遇有障碍不通视,也可将仪器置于桥位附近与墩台能够通视的其它控制点上,采用坐标放样的方法进行测设。

### (三)前方交会法

当沿桥轴线直接丈量有困难或不能保证测设精度、也没有条件采用光电测距时,可采用角度交会法测设桥墩中心位置。交会法也称三角网法,首先在岸边测定两条基线,基线的设置、丈量方法及精度应符合相关的规定。

采用角度交会法测设桥墩中心的方法如图 1-2 所示。控制点  $A$ 、 $C$ 、 $D$  的坐标为已知,桥墩中心  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  为设计坐标,由设计文件直接提供或通过计算得知。故可以计算出用于测设的角度  $\alpha_i$ 、 $\beta_i$ ,计算公式如下:

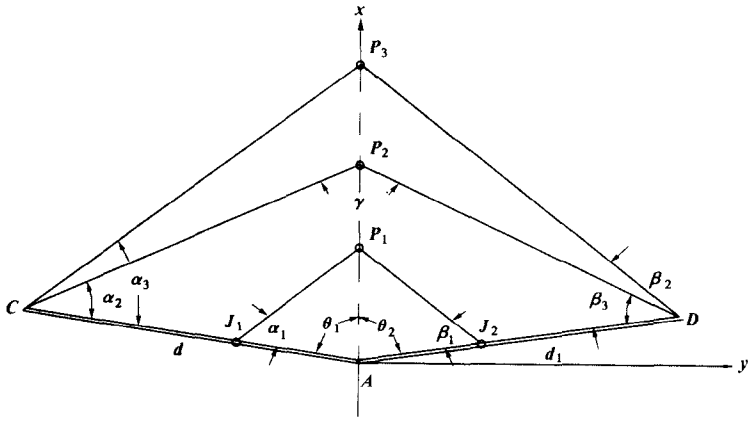


图 1-2 用角度交会法测设桥墩中心

$$\alpha_i = \tan^{-1} \frac{x_a - x_c}{y_a - y_c} - \tan^{-1} \frac{x_{pi} - x_c}{y_{pi} - y_c}$$

$$\beta_i = \tan^{-1} \frac{x_{pi} - x_d}{y_{pi} - y_d} - \tan^{-1} \frac{x_a - x_d}{y_a - y_d}$$

当已知各墩、台与  $A$  点的距离及  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  值时,交会角  $\alpha_i$ 、 $\beta_i$  也可通过下式计算:

$$\alpha_i = \tan^{-1} \frac{l_i \sin \theta_1}{d - l_i \cos \theta_1}$$

$$\beta_i = \tan^{-1} \frac{l_i \sin \theta_2}{d_1 - l_i \cos \theta_2}$$

式中:  $l_i$ ——中线控制点  $A$  至各墩中心之距离,  $m$ ;

$d$ 、 $d_1$ ——基线长度,  $m$ (见图 1-2);

$\theta_1, \theta_2$ ——基线与桥中线之夹角(见图 1-2)。

采用前方交会法设置桥梁墩台中心时,应至少选择三个以上方向交会,其交会角及误差三角形最大边长限值见表 1-2。

前方交会法设置桥梁墩台中心

表 1-2

交会方式	交会角 $\alpha_i, \beta_i$	交会线夹角 $\gamma$	交会位置	示误三角形在中线上的最大边长(mm)
一岸交会	30° ~ 120°	90° ~ 150°	墩台底部	< 25
			墩台顶部	< 15
两岸交会	30° ~ 120°	60° ~ 110°	墩台底部	< 25
			墩台顶部	< 15

### 1. 设角法一岸交会

放样时将经纬仪分别安置在  $C$  点和  $D$  点上,后视  $A$  点,分别拨角  $\alpha_i, \beta_i$  即可交会出桥墩中心位置。为了保证交会的精度,在桥墩轴线上再增加一个交会方向,用三个方向来交会桥墩中心位置。

### 2. 视标法一岸交会

如图 1-3,于基线上各设置镜点,使点与墩台数目相等并使

$$\frac{BD_2}{BO_1} \approx \frac{BD}{BO_2} \approx \frac{BD}{BO_3}$$

从而算出  $\alpha, \beta$  角。

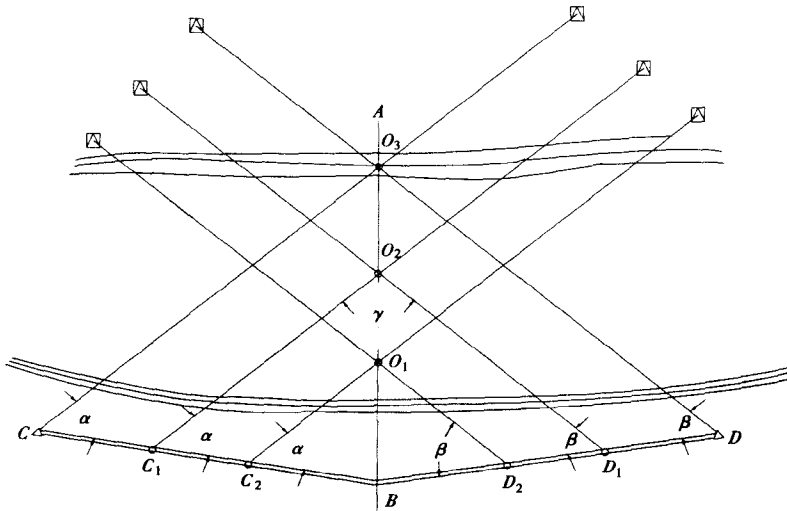


图 1-3 视标法一岸交会图示 1

另在对岸设立视标板,用视距法测出视距距离  $l$ ,再重测  $\alpha, \beta$  角(至少

复测四次),并与计算值比较,其差值  $\Delta\alpha$ 、 $\Delta\beta$  甚微。为求准确,可根据角差  $\Delta\alpha$ 、 $\Delta\beta$  与  $l$  按弧度值重新调整视标线。此法的优点在于施工中可免设叫读,当墩台随施工而升高挡住视线时,可将视标移至已完工部分的墩台。

当交会靠近基线端的墩台,彼岸的视线太长,设置视标有困难时,可按图 1-4 的方法进行设置。

视标板安设要点:

- (1)打入长木桩至露出地面 1m,其上钉木板。
- (2)板面漆黑底,竖向白线条。
- (3)调整对准后的标板,再校核一遍,使实测的  $\alpha$ 、 $\beta$  值与计算值之差不大于  $\pm 3'' \sim \pm 4''$  即可。

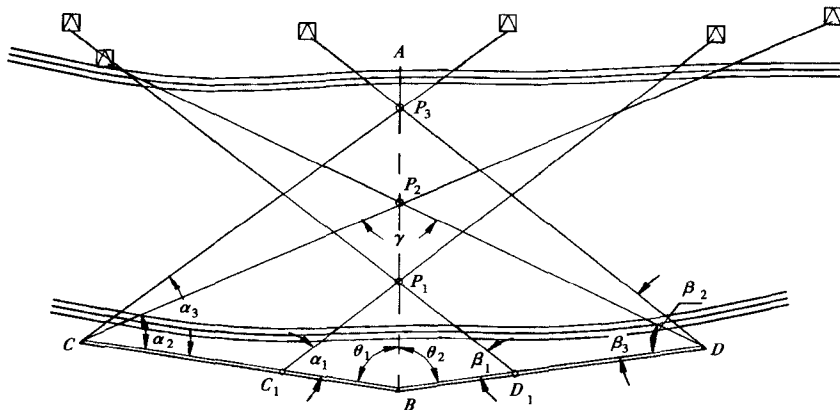


图 1-4 视标法一岸交会图示 2

### 3. 设角法两岸交会

按图 1-5 所示计算出各墩台交会角  $\alpha$ 、 $\beta$ 。施测时置镜  $C$ 、 $D$  和  $A$ (或  $B$ ) 交会出误差三角形,取其一点作为欲求之墩台中心。

不论一岸交会还是两岸交会,最好使用 3 台经纬仪同时三个方向交会,以加快速度。

### 4. 交会误差的改正与检查

由于存在测量误差,三个方向交会会形成示误三角形,如图 1-6 所示。示误三角形在桥轴线上的距离  $C_2C_3$  在定基础位置时不宜超过 2.5cm,在定墩顶位置时不宜超过 1.5cm。再由  $C_1$  点对桥轴线作投影线  $C_1C$ ,  $C$  点即为桥墩中心位置。

在交会过程中,为了提高放样的精度还应注意交会角度不宜过小,如图

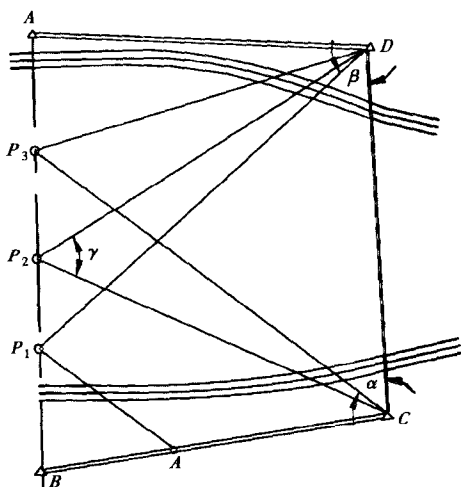


图 1-5 设角法两岸交会图示

1-2 中交会  $P_1$  桥墩时宜在  $j_1$ 、 $j_2$  点上交会。为了获得好的交会角,不一定要在同岸交会,应充分利用两岸的控制点,选择最为有利的观测条件。

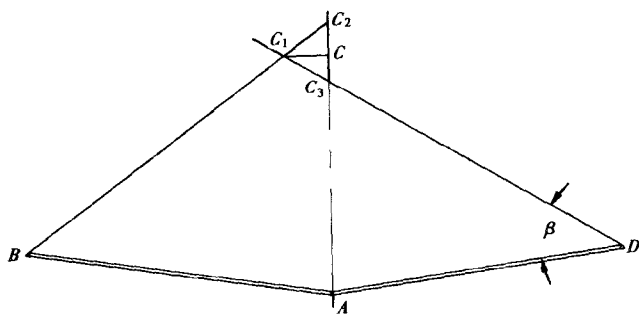


图 1-6 示误三角形

### 5. 交会精度

采用前方交会法放样点位,其影响放样点位精度的主要因数是测角误差,即交会精度与交会角  $\gamma$  有关。

(1) 当  $\gamma > 90^\circ$ ,  $\gamma$  为钝角时,对称交会将使待定点的点位中误差最小,最为有利。 $\gamma$  角在  $90^\circ \sim 110^\circ$  范围内时,交会精度最高。

(2) 当  $\gamma = 90^\circ$ ,  $\gamma$  为直角时,不论  $\beta_1$  与  $\beta_2$  的值如何改变,其点位中误差不变,即中误差的大小与  $\beta_1$  与  $\beta_2$  的值无关。

(3) 当  $\gamma < 90^\circ$ ,  $\gamma$  为锐角时,对称交会将使待定点的点位中误差最大,这是最不利的情况。



## 二、曲线上桥梁的墩、台定位

在建造曲线桥梁时,为了便于设计和施工,虽然路线中线是曲线,但所用的梁是直的,因此路线中线与梁的中线不能完全吻合。梁在曲线上的布置,是使各跨梁的中线联结起来,成为与路线中线基本相符的折线,这条折线称为桥梁的工作线,如图 1-7 所示。墩、台中心一般就位于这条折线转折角的顶点上。测设曲线墩、台中心,就是测设这些顶点的位置。

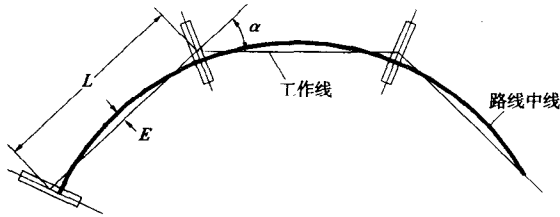


图 1-7 桥梁工作线

曲线桥梁墩台中心放样的方法主要有偏角法、支距法、坐标法、交会法和综合法。

### (一)偏角法

如图 1-8 所示,在桥梁设计中,梁中心线的两端并不位于路线中线上,而是向外侧移动了一段距离  $E$ ,这段距离  $E$  称为偏距,墩台中心距离为  $L$ 。定位时自桥梁一端的后台开始,按顺序逐个墩台量取墩台中心距离  $L$  和偏角,最后闭合至另一台后的控制点上。其角度偏差应不大于  $\pm 10''\sqrt{n}$  ( $n$  为跨数),距离偏差不大于  $1/5000$ 。

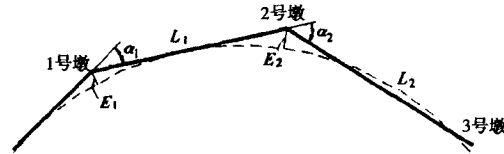


图 1-8 偏角法测定墩台位置

### (二)坐标法

沿桥中线附近布设一组导线,根据各墩、台中心的理论坐标与邻近的导线点坐标差(应为同一坐标系),求出导线点与墩台中心连线的方位和距离。置镜该导线点拨角测距,即可定出墩、台中心(见图 1-9),并可用偏角法进行复核。

### (三)交会法

位于水中的曲线桥墩台中心,可采用交会法测定,交会方法同直线桥。

### (四)综合法

1. 桥梁一部分为直线,一部分为曲线,且曲线在岸上(如图 1-10)。直