

建筑测量工程技术

● 《建筑工人》杂志编辑部 编



建筑工人学习丛书

中国计划出版社

建筑工人学习丛书

建筑测量工程技术

《建筑工人》杂志编辑部 编



中国计划出版社

1999 北 京

内 容 提 要

本书为“建筑工人学习丛书”之一。建设部总工程师姚兵同志为本丛书写了序言。本书作者庄如三、唐敏等同志，多为从事建筑设计、施工和科研第一线的工程技术人员，他们从不同的角度，介绍了建筑工程测量技术方面的宝贵经验和先进技术。具体内容包括：圆弧曲线、椭圆形建筑、高层建筑、电梯井筒以及不通视建筑红线的测设、轴线控制，还介绍有一些放样、找平、定位等的简易方法和简易测量尺的制作。这些内容知识性强，通俗易懂，可操作性强，非常实用。本书的主要读者对象为：建筑设计、施工、科研单位以及工程质量监督、房地产开发、工程建设监理和各建设单位的工程技术人员、工人班组技术骨干，建筑中专、建筑职业高中的师生也可作为自学的参考书。

序 言

建筑工人是我敬重的同行,《建筑工人》是我和同行们特别喜欢阅读和收藏的期刊。最近,《建筑工人》编辑部编辑、中国计划出版社出版的《建筑工人学习丛书》即将同广大读者见面了,这是一件非常有意义的事。它传播了专业技术知识,推广了新技术、新经验,同时也促进了建筑科学技术的进步。

《建筑工人学习丛书》的出版,从某种意义上讲,也反映了近年来我国建筑技术发展的水平与现状。我国的建筑业是一个非常庞大的国民经济支柱产业。它在国民经济五大物质生产部门中,年总产值仅低于工业和农业,居第三位。目前,全行业共拥有等级内企业 9.4 万家,从业人员达 3 200 万人,其中工程技术人员为 450 多万人。

自改革开放以来,随着整个国民经济的持续发展,建筑规模空前巨大,建筑技术也有了长足的进步,基本具备了解决工程实践中各种复杂技术问题的能力,有一些单项技术已达到或接近国际先进水平。但是,我国建筑技术的整体水平与经济发达国家相比,仍有相当大的差距,集中反映在管理水平较低,工艺技术较落后;建筑队伍素质较差;企业拥有的现代机械装备数量较少,利用率也不高;施工现场手工作业多,用工量大,湿作业多,工作效率较低;原材料与制品质量较差,品种规格不理想,致使一些工程质量差,整体效益不佳;劳动生产率和年人均完成的实物工作量都低于经济

发达国家。

国民经济的持续发展和人民生活水平的日益提高，对建筑业的需求更加旺盛，建筑业面临着广阔的发展前景，主要包括国家重点建设项目繁重，住宅建设、城乡建设量增大，农村建筑市场有巨大的潜力。面对这样繁重的建设任务，各级建设主管部门、各类建筑企业要认真贯彻《建筑法》、《建筑业产业政策》和《1996~2010年建筑技术政策》，努力实现《建筑业发展纲要》的目标。要提高建筑功能质量，向社会提供满意的建筑产品，振兴支柱产业，就必须积极推广先进、实用的建筑技术，提高工艺技术水平，建立和发展工业化建筑体系；就必须提高企业的装备水平和劳动生产率；就必须造就一支高素质的建筑科技队伍和建筑企业的职工队伍；就必须广泛使用计算机，提高企业管理现代化水平，就必须建立新型的科研体制，加速企业技术积累和投入，培育与发展技术信息市场。

《建筑工人学习丛书》的知识性、实用性很强，书中介绍的很多具体做法、小窍门和操作绝活，都是一般教科书中见不到的，而且文字通俗，易懂易学。这套丛书的出版，为广大建筑职工特别是青年职工学习专业技术知识，提供了一套好教材，必将受到众多建设者和设计、施工、科研单位的欢迎。

姚兵

1998年1月27日

目 录

圆弧曲线施工放线的简易方法	(1)
平面控制点快速测设的方法	(6)
不通视建筑红线的引测	(9)
施工测量平行移动法	(13)
折板楼梯简易放线的方法	(15)
椭圆形建筑物的实用放线法	(18)
简易抄平法	(20)
高层建筑施工的两种测量方法	(21)
任意水平角的简便测设方法	(26)
道路平曲线的测设	(28)
水准仪与平面镜配合测量法	(32)
椭圆形建筑物的施工放线	(31)
施工测量的坐标正算与坐标反算	(36)
电梯井筒偏差的控制	(42)
高层建筑的轴线控制	(44)
建筑施工测量的管理	(46)
水准仪视准轴与水准轴不平行 对高程放样的影响	(50)
工程测量的质量监控	(53)

水平控制线测设的精度分析	(55)
经纬仪快速调平对中法	(59)
建筑工程中钢尺量距的误差分析	(60)
用靠尺检测平整度的方法	(63)
放线器	(65)
巧测屋脊夹角	(66)
经纬仪的对中与整平方法	(67)
一种新型比例尺	(68)
巧使垂球	(70)
木屋架放样差错的预防	(74)
计算简图	(76)
用叠加法作剪力图和弯矩图	(80)
金属结构折算面积的计算	(83)
截面核心的建立与应用	(88)
楼梯踏步的简捷画法	(92)
等截面长柱两点斜吊吊点位置的计算	(94)
等截面预制构件两点绑扎吊点位置的 计算	(98)
钢桁架杆件以大代小对结构节点 受力的影响	(101)
斜面弯头角度的计算	(105)
桁架吊装柔性加固设计与施工	(107)
溶液稀释的简易计算方法	(110)

大面积地面施工锯齿式找平法	(112)
怎样消除标高差错	(114)
建筑物快速测量定位“射线法”	(117)
建筑施工中的 50 线	(121)
双面刻度的活动测尺	(124)
冷却塔筒体模板放样	(129)
无圆心圆弧的放样方法	(131)
椭圆形建筑简易放线法	(134)
闭合三角形测量	(136)
自制建筑施工测量标尺	(138)
建筑施工抄平工作的管理	(143)
预制柱无风缆校正稳定性计算	(147)
抄平木标杆	(149)
双曲线梁模板的配制计算	(150)
倒拔式滑模中操作平台的标杆调平法	(153)
清水砖墙控游尺	(155)

圆弧曲线施工放线的简易方法

输水工程、河道治理、公路和拱桥建设及城镇规划中，常常遇到大的圆弧弯道施工放样的问题。弯道放样往往受地形、地貌及建筑物的限制，不能按设计要求找到圆心进行施工放样。按《测量学》课本所讲，需用经纬仪测偏转角 2α ，经计算后施工放样。在基层工作，由于遇到弯道放样较多，而经纬仪又少甚至没有，角度的测量较为困难。现介绍两种仅用尺子在工程踏勘时量取切线长及弦线长就可测设、放样弯道的简易方法，这种方法也可推广到其他曲线（如椭圆、双曲线和悬链线等）的测设及放样。

一、圆方程法

1. 计算。利用已知上下直线段确定的工程中心线交点 P ，根据实际地形定出两个转折点，即圆弧线的两个切点 B 、 C ，如图 1 所示，用尺子量得切线长 $BP = CP = T$ ，弦长 $BC = 2b$ 。

令圆弧外转折半角为 φ ，利用直角三角形的关系，求得：

$$\varphi = \arcsin \frac{b}{T}$$

$$R = T \operatorname{tg} \varphi$$

若求得 R 不符合规范要求，可在原基础上，在室内重定。渠道中 R 不小于设计水面宽的 5~8 倍，公路允许转弯最小半径见表 1。

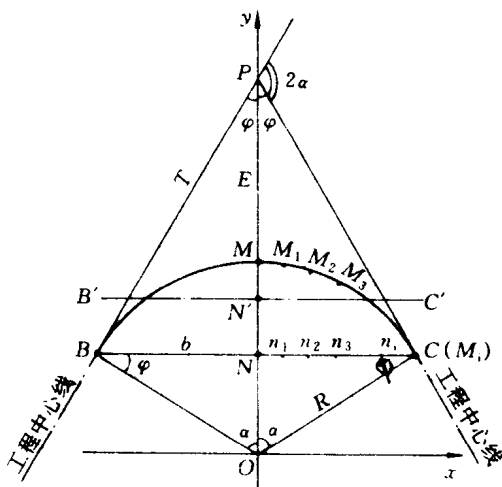


图1 圆方程法示意

允许转弯最小半径 (mm)

表 1

公路等级	Ⅳ级	Ⅲ级	Ⅱ级	Ⅰ级	高速公路
平原微丘	60	125	250	400	650
中 丘	15	30	60	125	400
山 岭					125

$$ON = \sqrt{R^2 - b^2} = R \sin \varphi$$

矢高: $f = MN = R - ON = R (1 - \sin \varphi)$

取圆弧转折角为 2α , 则: $\alpha = 90 - \varphi$.

$$\text{弧长: } BM=MC=\frac{\alpha}{360}2\pi R=\frac{\pi}{180}\alpha R$$

由此可知 B 、 M 、 C 三个控制点的桩号。

2. 施工放样。

方法一：以圆心 O 为坐标原点，以通过 O 点且平行于弦 BC 的直线为 X 轴，建立直角坐标系。则圆的方程式为：

$$x^2 + y^2 = R^2$$

把弦线 BC 从中点 N 向两侧分别分成 i 段，从 N 到 C 每段长为： n_1 、 n_2 、 n_3 …… n_i

$$(n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i = b)$$

$$\text{令: } x_1 = n_1 \quad \text{则: } y_1 = \sqrt{R^2 - x_1^2} = \sqrt{R^2 - n_1^2}$$

$$x_2 = n_1 + n_2 \quad y_2 = \sqrt{R^2 - x_2^2} = \sqrt{R^2 - (n_1 + n_2)^2}$$

$$x_3 = n_1 + n_2 + n_3 \quad y_3 = \sqrt{R^2 - x_3^2} = \sqrt{R^2 - (n_1 + n_2 + n_3)^2}$$

.....

.....

$$\begin{aligned} x_i &= n_1 + n_2 + \dots + n_i \\ y_i &= \sqrt{R^2 - x_i^2} \\ &= \sqrt{R^2 - (n_1 + n_2 + \dots + n_i)^2} \end{aligned}$$

特殊点： $x=O$ ， $y=R$

$$x=b, \quad y=ON=\sqrt{R^2-b^2}=R\sin\varphi$$

用各纵坐标 y_1 值分别减去 ON ，即得：

$$Y_1 = y_1 - ON = y_1 - R\sin\varphi$$

$$Y_2 = y_2 - ON = y_2 - R\sin\varphi$$

.....

$$Y_i = y_i - ON = y_i - R\sin\varphi$$

特殊点： $x=O$ $Y=R-ON=MN=f$

$$x=b \quad Y=O$$

在 BC (或 NC) 上放一尺具, 找到中点 N , 从 N 到 C 依次找到 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i$, 可得 $M_1, M_2, M_3, \dots, M_i$, 插上测钎, 用石灰水平圆滑连接 $M_1, M_2, M_3, \dots, M_i$, 即得 MC 圆弧曲线; 同理得 MB 圆弧曲线, BC 即为所求圆弧段工程的中心线, 于 BC 上每点切线的垂线两侧等距离找出工程的平面宽度即可。

方法二: 把尺具平行于弦线 BC , 固定在其圆弧段一侧 $B'C'$ 上, 距弦线 BC 为一可量得常数 a , 则:

$$Y_1 = \pm (a - y_1) \dots\dots$$

$$Y_2 = \pm (a - y_2)$$

$\dots\dots$

$$Y_i = \pm (a - y_i)$$

负数说明 M 点在 $B'C'$ 与弦线 BC 之间。

其他同方法一。

二、切线支距法

该法与教科书上讲到的不同之处在于, 不用经纬仪测量转折角 2α 。

如图 2 所示, 把切线 BP 作为 x 轴, 过 B 点的半径作 y 轴。由圆方程法求得外转折半角 $\varphi = \arcsin \frac{b}{T}$, 圆弧半径 $R = T \cdot \operatorname{tg} \varphi$, 利用直角三角形二锐角互余关系可得转折半角:

$$\alpha = 90^\circ - \varphi$$

$$= 90^\circ - \arcsin \frac{b}{T}$$

把内转折半角 α 等分成 i 份, 每份为 β , 则:

$$\beta = \frac{1}{i} (90^\circ - \operatorname{arctg} \frac{R}{T})$$

所以, $M_1, M_2, M_3, \dots, M_i$ 的坐标值分别为:

$$\begin{cases} x_1 = R \sin \beta \\ y_1 = R - R \cos \beta = 2R \sin^2 \frac{\beta}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_2 = R \sin 2\beta \\ y_2 = R - R \cos 2\beta = 2R \sin^2 \beta \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_3 = R \sin 3\beta \\ y_3 = R - R \cos 3\beta = 2R \sin^2 \frac{3\beta}{2} \end{cases}$$

.....

$$\begin{cases} x_i = R \sin i\beta \\ y_i = R - R \cos i\beta = 2R \sin^2 \frac{i\beta}{2} \end{cases}$$

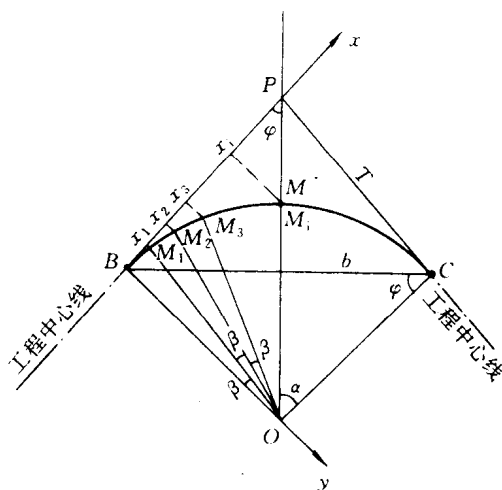


图2 切线支距法示意

用尺具从切点 B 沿切线方向量出 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i$, 插上

测钎，再分别作垂直于 BP 的垂线，并在其垂线上分别量取 $y_1、y_2、y_3、\dots y_i$ ，即得圆弧曲线上各细部点 $M_1、M_2、M_3、\dots M_i$ 的位置，用平滑的曲线连接即得圆弧线 MB ，同理可得圆弧线 MC 。

(庄如三)

平面控制点快速测设的方法

根据总平面图的平面坐标施测建(构)筑物的平面位置，是建筑施工测量的基本任务，但实际工作中往往遇到以下两种情况：

1. 新建的建筑物附近无平面控制点或距离比较远；
2. 没有总平面图，只给出新建筑物与原有建筑物的相互关系。

本人根据实际工作的经验，找到一种利用原有比较重要建筑物快速测设平面控制点，从而进行放样工作的方法。

一、工作原理

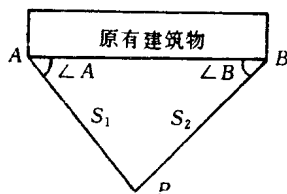


图1 两边交汇示意

1. 两边交汇。如图1所示， $A、B$ 两点为已知平面坐标的建筑物角， P 为欲设平面控制点， $A、B$ 之间的距离用钢尺丈量或由坐标反算， $S_1、S_2$ 用钢尺实测。 $\angle A、\angle B$ 由余弦定理求出：

$$\cos \angle A = \frac{S^2 + S_1^2 - S_2^2}{2SS_1} \quad (1)$$

$$\cos \angle B = \frac{S^2 + S_2^2 - S_1^2}{2SS_2} \quad (2)$$

计算出 $\angle A$ 、 $\angle B$ 后，由下式计算 P 点坐标：

$$x_p = \frac{x_A \operatorname{ctg} \angle B + x_B \operatorname{ctg} \angle A - y_A + y_B}{\operatorname{ctg} \angle A + \operatorname{ctg} \angle B} \quad (3)$$

$$y_p = \frac{y_A \operatorname{ctg} \angle B + y_B \operatorname{ctg} \angle A + x_A - x_B}{\operatorname{ctg} \angle A + \operatorname{ctg} \angle B} \quad (4)$$

2. 三边交汇。我们知道，只要两个已知点到待定点的距离即可求出待定点平面坐标。为了检查错误、提高精度，用第三已知点的距离作为多余观测，以求待定点的平差位置。如图 2 所示，计算 P 点坐标时可由 S_1 、 S_2 和 S_3 分两组分别计算，如果两组成果相近，说明测设成果可靠，取平均值作为最后成果。本文给出另外一个经严密平差求 P 点坐标的方法。

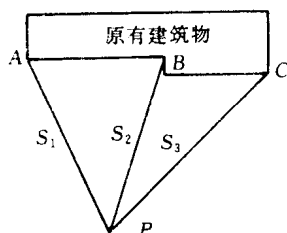


图 2 三边交汇示意

P_{12} ——从 A 、 B 两点坐标和 S_1 、 S_2 两条边长计算而得 P 点的位置；

P_{13} ——从 A 、 C 两点坐标和 S_1 、 S_3 两边长计算而得 P 点的位置；

P_{23} ——从 B 、 C 两点坐标和 S_2 、 S_3 两边长计算而得 P 点的位置。

根据三个 P 点的位置求出三条边的新长度：

S_{12} ——从 P_{12} 到 C 的边长；

S_{13} ——从 P_{13} 到 B 的边长；

S_{23} ——从 P_{23} 到 A 的边长。

然后确定三个平面位置的权，它们是：

$$P_{12} : W_{12} = (S_3 - S_{12})^{-2} \quad (5)$$

$$P_{13} : W_{13} = (S_2 - S_{13})^{-2} \quad (6)$$

$$P_{23} : W_{23} = (S_1 - S_{23})^{-2} \quad (7)$$

最后取 P_{12} 、 P_{13} 和 P_{23} 坐标的加权平均值，即为 P 点的平差坐标：

$$x = \frac{x_{12}W_{12} + x_{13}W_{13} + x_{23}W_{23}}{W_{12} + W_{13} + W_{23}} \quad (8)$$

$$y = \frac{y_{12}W_{12} + y_{13}W_{13} + y_{23}W_{23}}{W_{12} + W_{13} + W_{23}} \quad (9)$$

二、工作程序

1. 在总平面图上图解或在测绘成果中找出建筑物角的坐标，并根据用钢尺实测的建筑物边长对坐标值进行检核、修正；若无平面图资料，先假定房角一点的坐标和一边长的方位，再利用实测边长值及建筑物各边长间的几何关系，推算其他点的坐标。

2. 在通视良好、易于保存、距房角距离大致相等的地点设置控制点 P 。

3. 用钢尺实测控制点至房角的距离。量距时，钢尺铺地丈量时的拉力一般为 10 kg，悬空丈量时拉力为 15 kg。一般丈量两组，测距相对精度小于 $\frac{1}{2000}$ 。

(于庆和 张惠清)

不通视建筑红线的引测

建筑红线是新建建筑物测量定位的依据。在实际工程中,往往会遇到由规划部门提供的建筑红线点间不通视的情况,造成不能通过红线点直接引测。

我们在上海某工地 19[#]住宅楼定位中遇到了类似情况,根据总图设计要求,19[#]住宅楼的定位必须平行于某路 BC 两红线点,且距离为 174.46 m。在现场测量中,规划部门提供的 BC 两点,分别位于未搬迁的老式居民房建筑群中,两点不通视,而且 19[#]住宅楼距该路红线的 174.46 m 之间,也都是居民建筑群,引测非常困难。按照要求,19[#]住宅楼必须精确地保证设计要求,因为 19[#]住宅楼建起后,其他的 10 多栋楼房待老居民房拆除后也需依次以 19[#]住宅楼为准进行定位。我们在施测中明确了问题的关键在于怎样将 BC 两点的方位角引测出来,只有这样,才能保证建筑物与 BC 直线的平行和间隔距离的准确。施测方案定在该路红线南侧约 35 m 远的一条宽 1.5 m 的人行胡同中,布设假定基线(图 1)。以假定基线 $\overline{O1}$ 为起始零方位,布设成一条附和导线,用 DH₂ 红外测距仪配 J₂-1 型经纬仪置于 O 点上,依次测得各边的边长和水平角。实测的边长、水平角见表 1、表 2。

通过实测,各点的假定坐标计算见图 2。

通过坐标反算法计算出 BC 两点的距离为:

$$L_{BC} = \sqrt{(X_B - X_C)^2 + (Y_B - Y_C)^2}$$