复杂建筑施工放线

邓 学 才 编著

中国建筑工业出版社

复杂建筑施工放线

邓 学 才 编著

中国建筑工业出版社

本书主要介绍各种复杂建筑平面和高层建筑的施工放线技术。其中包括圆弧形、椭圆形、双曲线形、抛物线形、正三角形、正五边形、正六边形、正八边形等复杂平面及螺旋形楼梯、扇形楼梯等施工放线内容，还介绍了高层建筑轴线竖向传递测量楼面定位的几种常用放线方法。书中例举了大量的放线实例，内容详尽实用。

本书可供建筑施工工程技术人员、工长、放线工阅读使用。

* * *

责任编辑　余永祯

复杂建筑施工放线

邓学才　编著

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行　各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷（北京阜外南礼士路）

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：5¼插页：1 字数：140 千字

1988年5月第一版　1988年5月第一次印刷

印数：1—51,590册　定价：1.80元

ISBN7—112—00112—9/TU.69

统一书号：15040·5424

前　言

建筑施工放线，是建筑施工的第一道工序，也是一道极为重要的工序。不仅要符合设计图纸本身的平面位置、尺寸、标高等，而且要符合城市规划的要求。建筑施工放线的基本知识和技能，是每个工程技术人员乃至技工应该熟悉和掌握的。

在土木和建筑工程的施工中，经常碰到的建筑物和构筑物的平面图形是比较简单的，如矩形、方形等。这类工程的建筑施工放线工作比较简单。随着近年来旅游建筑、公共建筑的发展，还常遇到各种平面图形比较复杂的建筑物和构筑物，例如圆弧形、椭圆形、双曲线形、抛物线形、平面图形以及各种正多边形平面图形等。这些平面图形的建筑施工放线工作，比起矩形等简单几何图形来要复杂得多。但是，这些图形毕竟还是由有规律的平面曲线所组成的，所以只要掌握其曲线变化的基本原理，通过适当的数学计算，还是能够顺利地完成施工放线任务的。

高层建筑的兴起，对正确进行轴线的竖向传递测量和楼面定位放线也提出了新的要求，放线的精确度直接影响到高层建筑施工的质量。

本书主要介绍各种复杂平面的建筑施工放线和高层建筑的轴线竖向传递测量与楼面定位放线方法。为便于读者理解和掌握，对每一种平面曲线首先作了基本数学知识的介绍，然后叙述各种不同的施工放线方法，并列举放线实例。对高层建筑的轴线竖向传递测量，则简要介绍了目前国内常用的几种方法。

本书编写力求通俗易懂、图文并茂、计算简便、举例全面。写作过程中，参考引用了“建筑学报”、“建筑技术”、“建筑施工”和“施工技术”等杂志的有关图例和资料。浙江省第一建筑工程公司的谢介言、周辛如同志帮助提供了椭圆形平面施工放

目　　录

第一章　圆弧形平面图形的施工放线

圆弧形平面图形的建筑物应用较为广泛，住宅建筑、办公楼建筑、旅馆饭店建筑、医院建筑、交通性建筑等常有采用，形式也极为丰富多样，有的是整个建筑物为圆弧形平面图形，如某塔式圆弧形住宅楼见图1-1所示、某天文台观察楼见图1-2所示、某公共汽车总站建筑见图1-3所示。有的是建筑物平面为一组圆弧曲线形，如某实验婴儿院建筑见图1-4所示，深圳的西丽饭店(图1-5)则是两组圆弧曲线形建筑合抱组成的平面图形。有的是圆弧形平面与其他平面的组合平面图形，如某航空站平面图形见图1-6所示，还有的是建筑物局部采用圆弧曲面形，如中国南海石油中心的"珠江帆影"建筑见图1-7所示。在影剧院建筑中，局部采用圆弧曲面形处理的就更多了，如乐池、座位排列、楼层挑台、顶棚天花等。

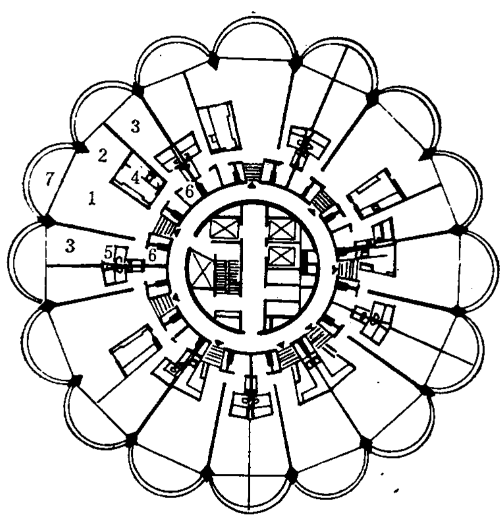

图 1-1　某塔式圆弧形住宅平面图

1—起居室；2—餐室；3—卧室；4—厨房；5—浴室；6—储存室；7—阳台

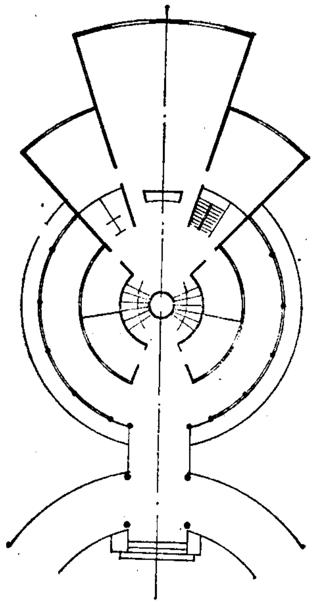

图 1-2 某天文台观察楼平面图

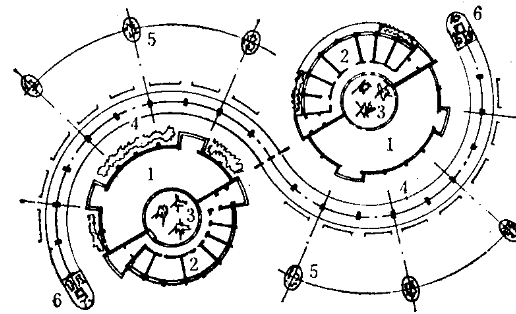

图 1-3 某公共汽车总站平面图

1—候车室；2—业务用房；3—绿化庭园；4—候车廊；5—绿化分车岛；6—宣传牌

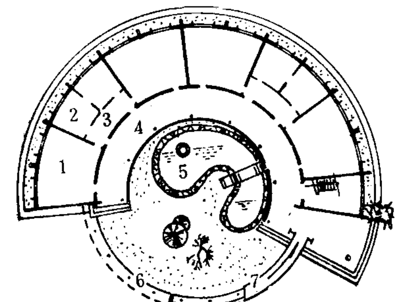

图 1-4 某实验婴儿院平面示意图

1—活动室；2—餐室；3—盥洗室；4—走廊；5—水池；6—外廊；7—坡道

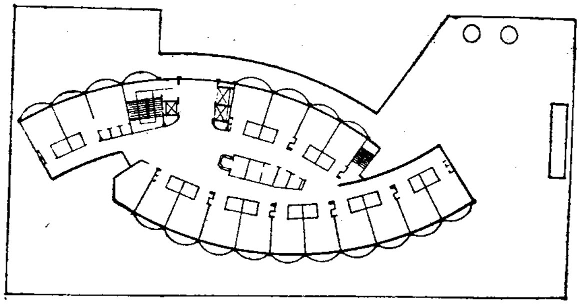

图 1-5　深圳西丽饭店平面示意图

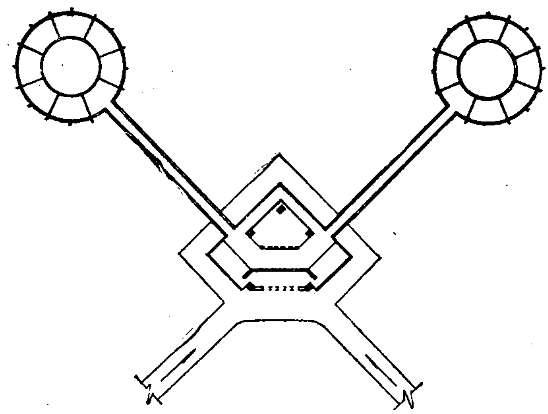

图 1-6　某航空站平面示意图

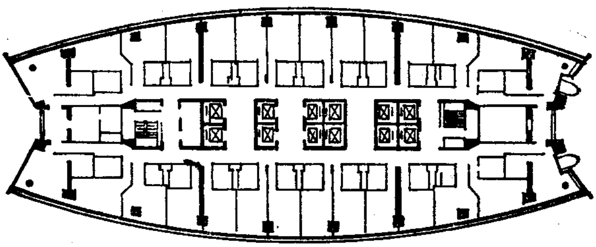

图 1-7　中国南海中心“珠江帆影”方案平面示意图

第一节 圆弧形平面曲线的数学方程式

圆的数学定义：平面上与一定点（中心）有一定距离(半径)的点的轨迹，叫做圆。

如图1-8所示，在直角坐标系里，圆上任意一点$M(x、y)$与中心$O'(a、b)$的距离$O'M$等于R，即

$$\overline{O'M} = R$$

如果用点O'及M的坐标来表示$O'M$的距离，则可以以$O'M$为斜边，作一直角三角形$O'MN$，根据勾股定理，可得方程：

$$O'M = \sqrt{(O'N)^2 + (MN)^2}$$

因为 $O'N = x - a$，$MN = y - b$

代入上式，可得

$$R = \sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2}$$

去根号，便可得到圆的标准方程式

$$R^2 = (x-a)^2 + (y-b)^2$$

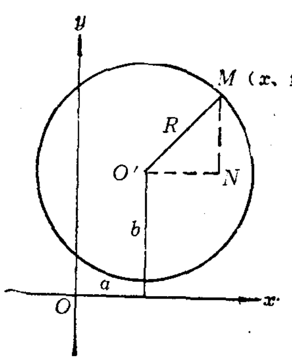

图 1-8

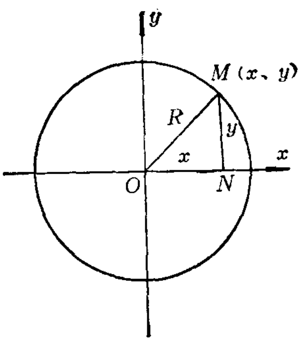

图 1-9

当O'与O点重合时，成为特殊情况，如图1-9所示，即$a = 0$，$b = 0$，此时圆的方程式成为如下形式：

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

由上可知，圆弧形平面曲线是一组二次曲线。当R一定时，变量x和y只要知道其中的一个数值，便可求得圆弧曲线上任何一个数值，即

$$y=\sqrt{R^2-x^2}$$

$$x=\sqrt{R^2-y^2}$$

在大半径圆弧形平面曲线的施工放线中，常采用等分圆弧所对的弦后，再求取各点相应的矢高值的方法来确定圆弧形平面曲线，当弦的等分点越多，放线时所求得的圆弧形曲线越精确。

【例 1】 已知一半圆形曲线，半径R为5 m，求在半径5等分处（即x分别为±1、±2、±3、±4、±5 m处）各点的矢高值y。

解：1.如图1-10所示，以半径$R=5$ m，圆心O为原点作圆，并建立直角坐标，在ox轴上作等分点1（－1）、2（－2）、3（－3）、4（－4）、5（－5），引垂直线向上交圆弧于M点。

2.在直角三角形$O1M$中：

$$\text{因为}\quad O1^2+M1^2=OM^2$$

$$\text{所以}\quad M1=\sqrt{OM^2-O1^2}=\sqrt{5^2-1^2}$$

$$=\sqrt{24}=4.899\text{m}$$

3.用同样方法可求得

$$M2=4.583\text{m}$$

$$M3=4.000\text{m}$$

$$M4=3.000\text{m}$$

$$M5=0\text{ m}$$

4.根据对称性质，可知当$x=-1$、-2、-3、-4、-5时，其y值是对应相等的。

5.将上述各数列成一表格，如表1-1所示，以圆心O为中心两边对称。

【例 2】 已知一段半径为10m的圆弧曲线，其弦长为10m，

求在弦上10等分处各点的矢高值 y 。

解：1.如图1-11所示，作圆弧曲线 $\widehat{AB}$，其半径 $OB = 10\text{m}$，弦长 $AB = 10\text{m}$。

2.以圆心 O 为原点建立直角坐标， y 轴交 AB 弦于 N ，交 $\widehat{AB}$ 于 M。

3.以 MN 为对称轴线，将 AB 弦作10等分，其等分点分别为 1、2、3、4、B 和 -1、-2、-3、-4、A。

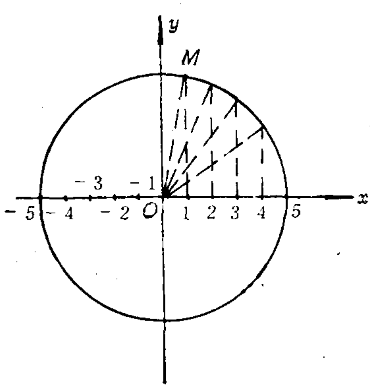

图 1-10

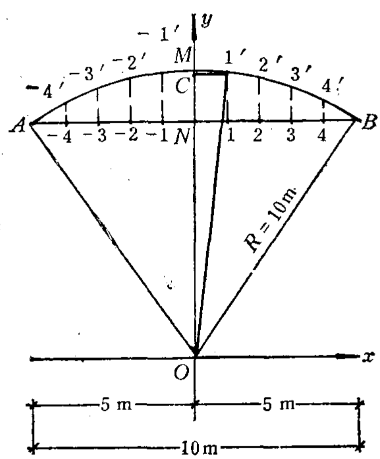

图 1-11

表 1-1

x(m)	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
y(m)	0	3.000	4.000	4.583	4.899	5	4.899	4.583	4.000	3.000	0

4.由各等分点作 AB 弦的垂直线，分别交 $\widehat{AB}$ 弧于 1′、2′、3′、4′和 -1′、-2′、-3′、-4′各点。

5.由 1′点向 y 轴作垂直线，交 y 轴于 C 点，在直角三角形 ONB 中，根据勾股定理可得

$$ON = \sqrt{(OB)^2 - (NB)^2} = \sqrt{10^2 - 5^2} = \sqrt{75}$$
$$= 8.660(\text{m})$$

$$MN = OM - ON = 10 - 8.660 = 1.340(\mathrm{m})$$

MN即为AB弦上的最大矢高值。

6.在直角三角形$OC1'$中，根据勾股定理可得

$$OC = \sqrt{(O1')^2 - (C1')^2} = \sqrt{10^2 - 1^2} = \sqrt{99}$$

$$= 9.950(\mathrm{m})$$

因为$11' = NC = OC - ON$

所以 $11' = 9.950 - 8.660 = 1.290(\mathrm{m})$

7.用同样方法可求得

$$22' = 1.138\mathrm{m}$$

$$33' = 0.879\mathrm{m}$$

$$44' = 0.505\mathrm{m}$$

8.根据对称性质，可知

$$-1-1' = 11' = 1.290\mathrm{m}$$

$$-2-2' = 22' = 1.138\mathrm{m}$$

$$-3-3' = 33' = 0.879\mathrm{m}$$

$$-4-4' = 44' = 0.505\mathrm{m}$$

9.将上述各数列成一表格，如表1-2所示，以NM为中心两边对称。

表 1-2

x(m)	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
y(m)	0	0.505	0.879	1.138	1.290	1.340	1.290	1.138	0.879	0.505	0

在半径较大的圆弧形平面曲线的施工放线中，有时AB弦在现场难于作出，这时可采用以等分过圆弧顶点切线的方法，求取切线到圆弧的垂直距离来求作圆弧曲线。

【例 3】 已知直径为80m的一段圆弧曲线$\overset{\frown}{AB}$，其弦长AB为30m，求作圆弧曲线。

解：1.如图1-12所示，作圆弧曲线$\overset{\frown}{AB}$，其半径$OB = 80$ m，弦长$AB = 30$m。

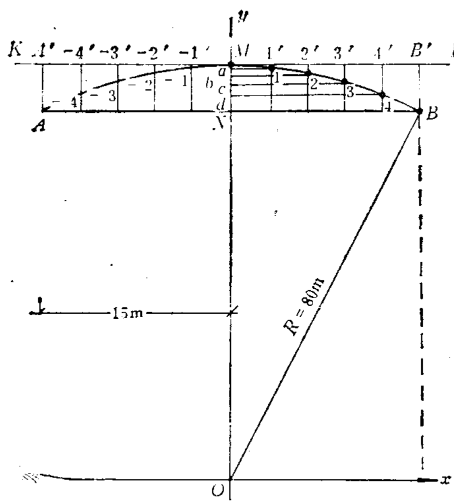

图 1-12

2.以圆心O为原点，建立直角坐标，y轴分别交AB弦于N，交$\overset{\frown}{AB}$于M点。

3.过M点作圆弧切线KL。

4.将AB弦长度内的切线作若干等分点（例如10等分，当弦的长度较大时，等分点可适当增加，以保证所作圆弧曲线的精确度。作等分点时，应使各点间距以整数为宜，以使计算简便。如等分后带有小数时，可将小数集中于边端的一个间距上，而其他间距为整数），其等分点为$1'$、$2'$、$3'$、$4'$、B'和$-1'$、$-2'$、$-3'$、$-4'$、A'。

5.过各等分点作切线KL的垂直线(此垂线亦垂直于弦AB)，分别交$\overset{\frown}{AB}$于1、2、3、4、B和-1、-2、-3、-4、A各点。

6.由图可知

$$BB' = NM = OM - ON$$

在直角三角形OBN中，根据勾股定理可知

$ON = \sqrt{OB^2 - NB^2} = \sqrt{80^2 - 15^2} = 78.581(\text{m})$

所以$BB' = 80 - 78.581 = 1.419(\mathrm{m})$

7.用同样方法可求得

$$44' = 0.905\mathrm{m}$$
$$33' = 0.508\mathrm{m}$$
$$22' = 0.223\mathrm{m}$$
$$11' = 0.056\mathrm{m}$$

8.根据对称性质，可得

$$AA' = 1.419\mathrm{m}$$
$$-4-4' = 0.905\mathrm{m}$$
$$-3-3' = 0.508\mathrm{m}$$
$$-2-2' = 0.223\mathrm{m}$$
$$-1-1' = 0.056\mathrm{m}$$

9.将上述各数列成表格，如表1-3所示，以NM为中心两边对称。

表 1-3

点	A'	$-4'$	$-3'$	$-2'$	$-1'$	M	$1'$	$2'$	$3'$	$4'$	B'
y'(m)	1.419	0.905	0.508	0.223	0.056	0	0.056	0.223	0.508	0.905	1.419

注：y'为切线到圆弧的距离。

10.根据表1-3中各点数值，可求作所需的圆弧曲线。当等分点越多，求作的圆弧曲线精确度就越高。

第二节　圆弧形平面曲线图形的现场施工放线

圆弧形平面曲线图形的现场施工放线，其方法较多，有直接拉线法、几何作图法、坐标计算法以及经纬仪测角法等，现分述如下。

一、直接拉线法

这种施工放线方法大多在圆弧半径较小的情况下采用。在定

出建筑物（或构筑物）的中心桩位置后，即可进行施工放线操作。这种放线方法比较简单，一般操作工人都能掌握。

用直接拉线法进行圆弧形平面曲线图形的施工放线时，应注意以下几个问题：

1. 中心桩位置应根据总平面图的要求，设置正确。

2. 中心桩应稳固，中心处应钉一圆丁（中心桩为木桩时）或埋设一短头钢筋（中心桩为水泥管、砖砌或混凝土桩时），如图1-13所示。

3. 应用丈杆或钢尺套住圆丁或钢筋头后进行画图操作。钢尺应松紧一致，不允许有时松时紧的现象。不宜用皮尺进行画图操作。

4. 整个施工过程中，中心桩须多次使用，应妥善保护。同时，四周应分设辅助桩，如图1-14所示。当中心桩因发生碰撞或因挖土等原因被损坏或挖去后，可由辅助桩加以复核校对，重新设置中心桩，以保证中心桩的位置正确。

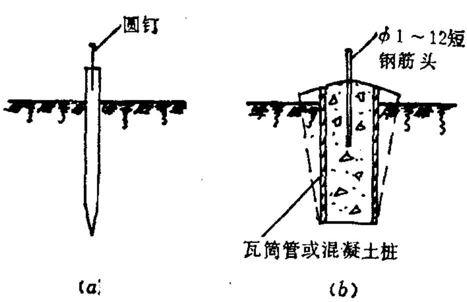

图 1-13

（a）木桩；（b）水泥管或混凝土桩

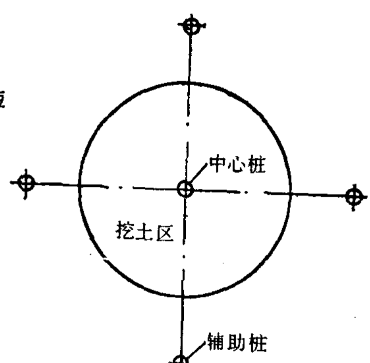

图 1-14 辅助桩

【例 4】某一工厂幼儿园建筑为半圆形平面图形，其总平面位置及主要尺寸如图1-15所示，试用直接拉线法进行现场施工放线。

放线步骤：

1. 根据厂区道路中心线确定圆弧形建筑物的圆心点O，并按

照图1-13所示要求，设置较为稳固的中心桩。

2.置经纬仪于O点，后视A点（或B点），然后转角45°，确定圆弧形建筑物的中轴线。

3.在中轴线上从O点量取R_1（8400mm）、R_2(11400mm)和R_3（18000mm），定出建筑物柱廊、前沿墙和后沿墙的轴线尺寸。

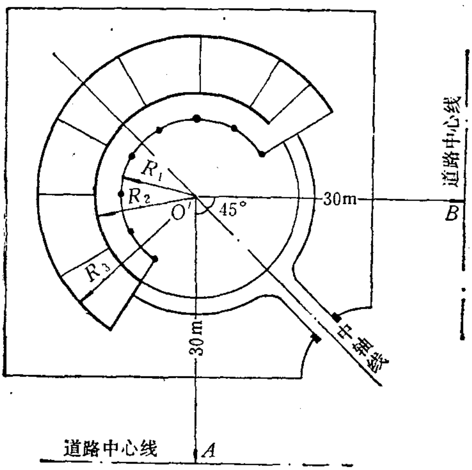

图 1-15 某幼儿园平面

4.用钢尺套住中心桩上的圆钉或钢筋头，分别以R_1、R_2、R_3画圆，所画出之三道圆弧即为柱廊、前沿墙和后沿墙的轴线位置。

5.置经纬仪于O点，根据半圆中柱廊六等分的设计要求，定出各开间的放射形中心轴线。

6.在各放射中心轴线的内、外侧钉好龙门板（桩），然后再定出挖土、基础、墙身等结构尺寸和局部尺寸。

二、几何作图法

几何作图法，又可叫直接放样法、弦点作图法，即在施工现场采用几何作图工具（直尺、角尺等）直接进行圆弧形平面曲线的放样作图。

图1-16所示为影剧院观众厅的座位排列图，它是一组同心圆弧曲线，其半径R较大，圆心已越出建筑物之外，因而不能采用直接拉线法进行施工放线，而采用几何作图法，则可以收到良好的效果。

用几何作图法作圆弧形平面曲线，不需要进行任何计算，就能在施工现场直接放出具有一定精度的圆弧形平面曲线的大样。一般放线人员容易掌握。

【例 5】 设图1-16中某排座位的圆弧曲线$\overset{\frown}{AB}$的弦长为$2L_0$，拱高为h_0，见图1-17，求作该圆弧曲线●。

据图1-17，当h_0为未知时，可根据已知R、L_0的情况下计算出h_0来，$h_0 = R - \sqrt{R^2 - L_0^2}$。

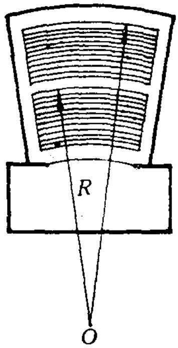

图 1-16 影剧院观众席排列图

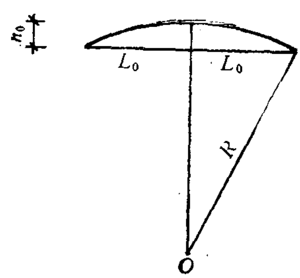

图 1-17

（一）作图步骤（图1-18）

1.作$AB = 2L_0$，$OC = h_0$，并垂直平分AB。

2.确定$\overset{\frown}{AB}$的四分之一分点，即$\overset{\frown}{AC}$、$\overset{\frown}{BC}$的二分之一分点G、F。

3.过B点作AB的垂直线，并与AC的延长线相交于D。

● 参阅《建筑学报》1974年第3期22页。