

# 第七章 道路定线

本章主要介绍纸上定线和实地定线的概念、内容与操作方法。



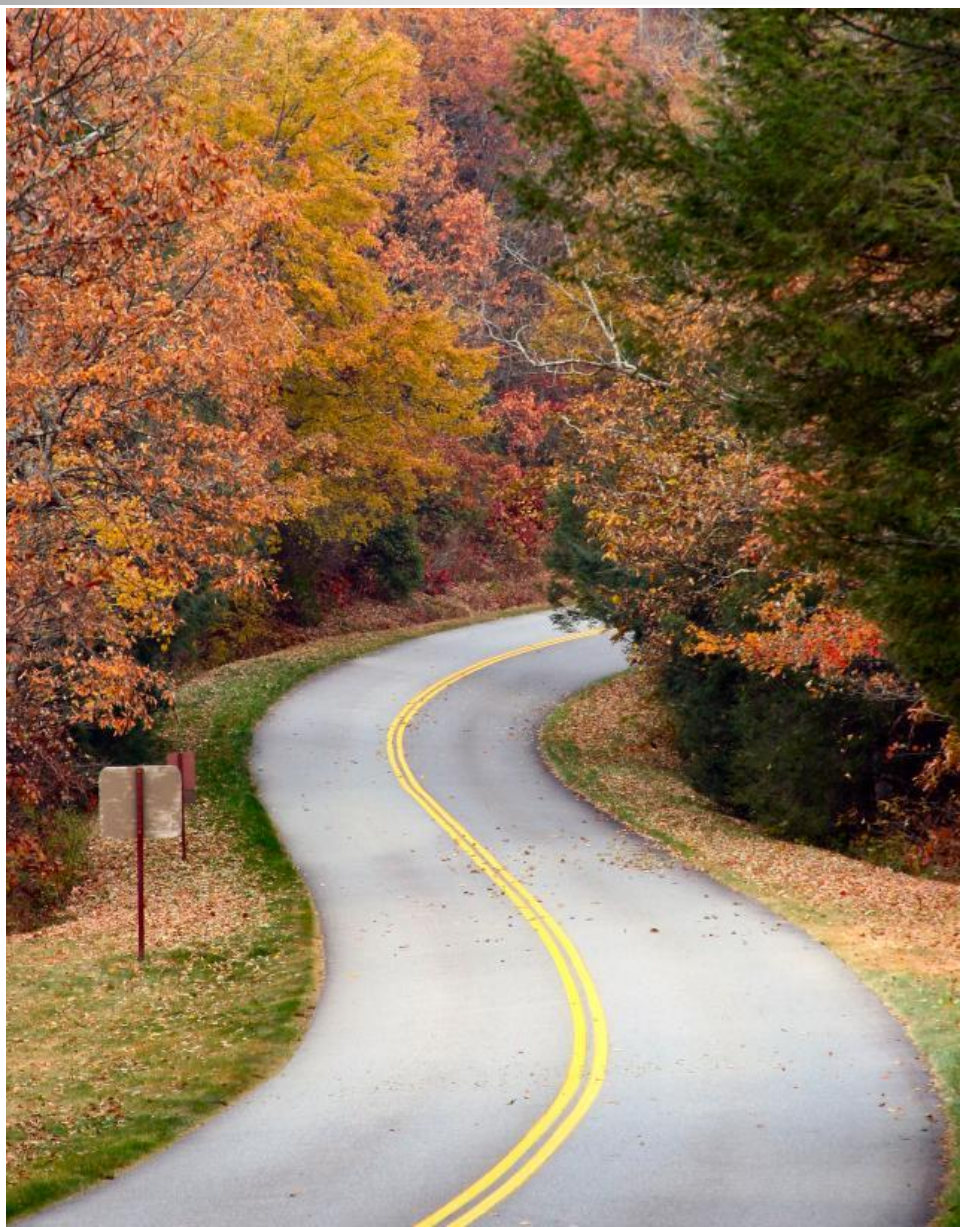
# 第七章 道路定线

第一节 纸上定线

第二节 纸上定线操作方法

第三节 实地放线

第四节 直接定线





# 第一节 纸上定线

公路定线的任务:

按照已定的技术标准，在选线布局阶段选定的路线带范围内，结合细部地形、地质条件，综合考虑平、纵、横三方面的合理安排，确定出公路中线的确切位置。

公路定线的方法:

① 纸上定线（技术等级高，地形、地质条件复杂的路线）

② 实地定线（公路等级较低和地形条件简单的路线）。

③ 航测定线（利用航摄像片、影像地图等资料，借助于航测仪器建立与实地完全相似的光学模型，在模型上直接定线）。



# 第一节 纸上定线

纸上定线：在大比例尺（一般以1:2000为宜）地形图上确定道路中线的位置的过程。

本节以越岭线为例介绍纸上定线的方法：

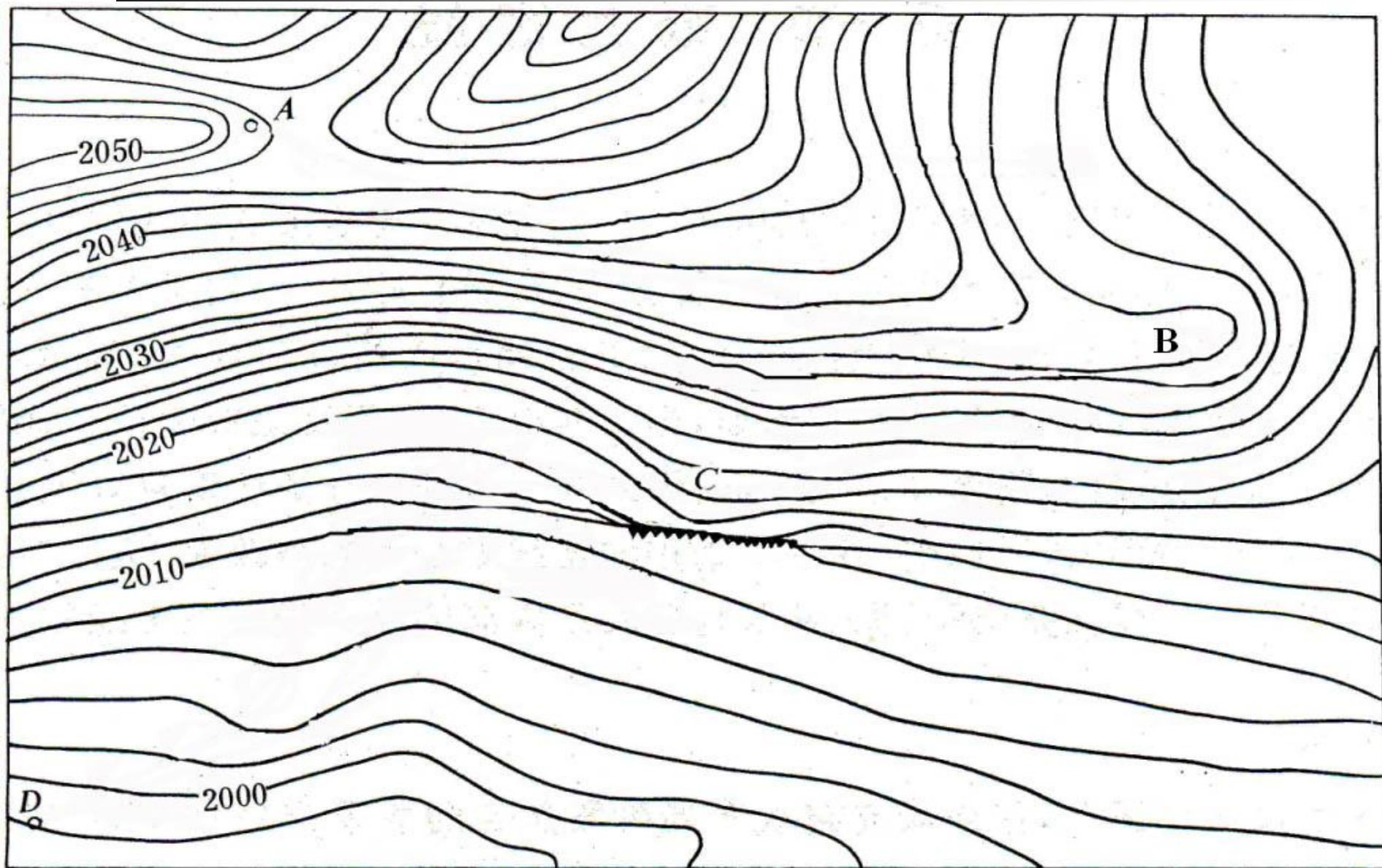
## 一. 定导向线

### 1. 确定路线方案。

在大比例尺地形图上，仔细研究路线布局阶段选定的主要控制点间的地形、地质情况，选择有利地形如平缓顺直的山坡，开阔的侧沟，利于回头的地点等，拟定路线可能方案，选定合适方案。



# 第一节 纸上定线





# 第一节 纸上定线

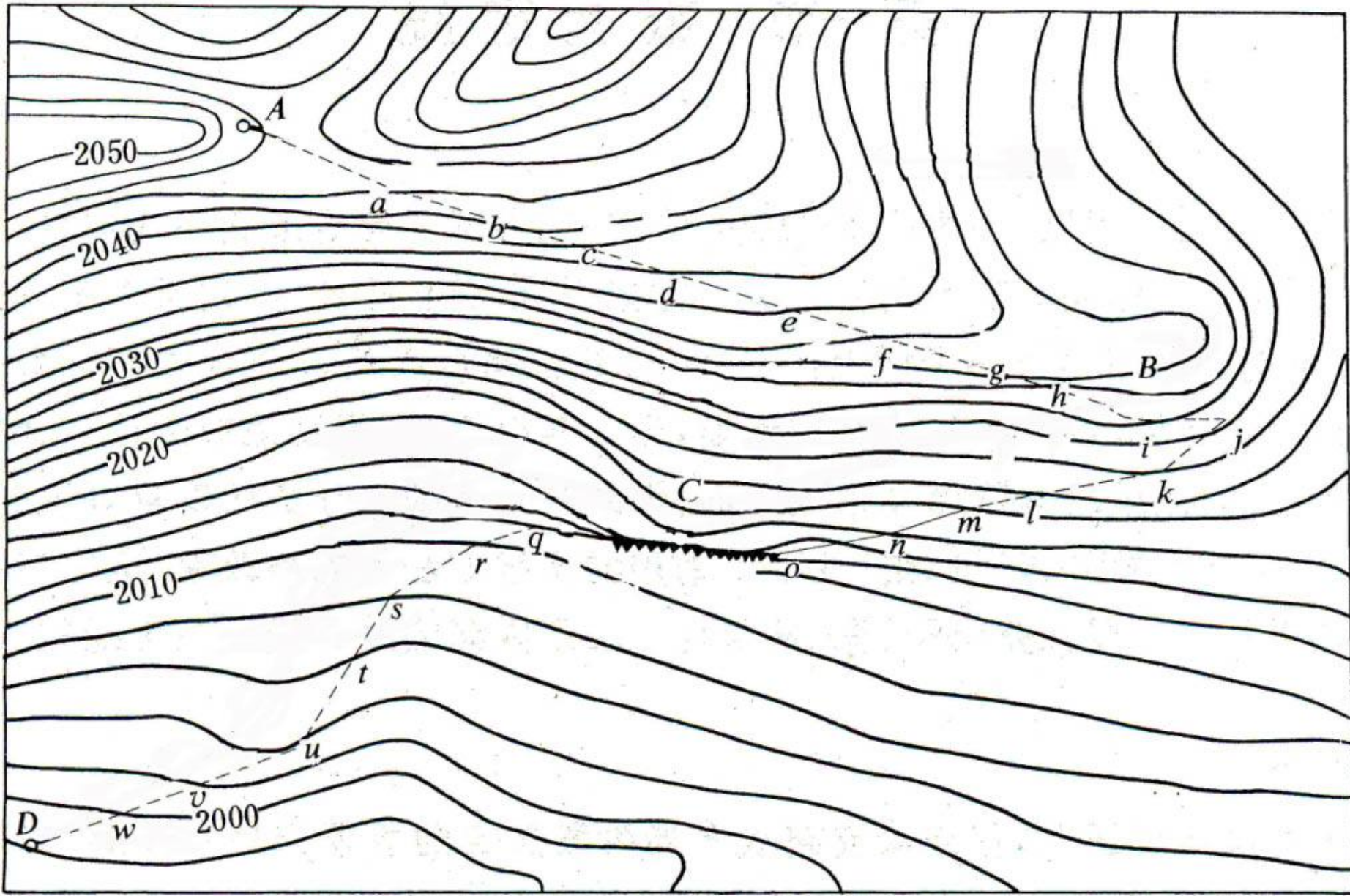
## 一. 定导向线

1. 确定路线方案
2. 绘均坡线

根据等高线间距 $h$ 及选用的平均坡度（5.0% - 5.5%），计算出等高线间距，等高线间平距： $a = h/i_{\text{平均}}$



# 第一节 纸上定线





# 第一节 纸上定线

---

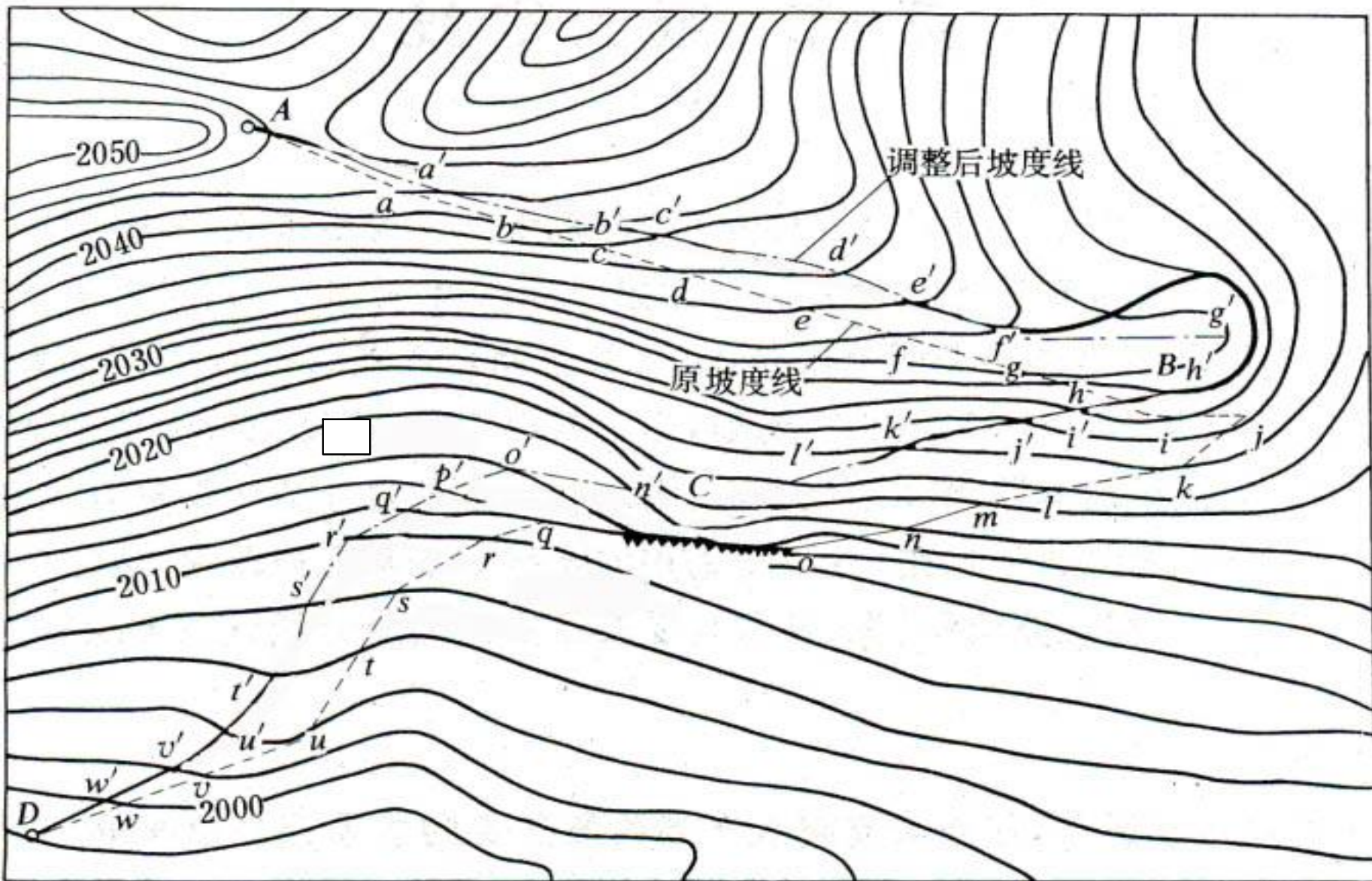
## 一. 定导向线

1. 确定路线方案
2. 绘均坡线
3. 定导向线

将坡度线根据地形情况，移动线位，确定中间控制点，调整坡度重新放坡得到折线，该折线也称为“导向线”。



# 第一节 纸上定线





# 第一节 纸上定线

一. 定导向线

二. 修正导向线

1. 点绘纵断面草图。

2. 纵断面修正导向线。根据纵断面设计的填挖情况，对纵断面地面高程进行修正，在平面试线的对应路段进行平面线位调整，称为修正导向线。

3. 横断面修正导向线（横断面校核）。



# 第一节 纸上定线

---

一. 定导向线

二. 修正导向线

三. 定线

经过几次修正导向线后，最终确定出满足《标准》、平纵线形都比较合理的路线导线，最终定出交点位置。

(一) 直线型法（传统法）；

(二) 曲线型法。



# 第一节 纸上定线

---

一. 定导向线

二. 修正导向线

三. 定线

(一) 直线型法 (传统法);

1. 交点坐标确定:

2. 确定曲线半径和缓和曲线参数

3. 逐桩坐标计算:





# 第一节 纸上定线

---

## 1、交点坐标确定:

### (1) 直接采集法

在绘有网格的地形图上直接读取各交点坐标。适用于交点前后直线方向和位置限制不严的情况。

### (2) 定前后直线间接推算交点坐标

在相邻的前后两条直线边上各取两个点的坐标，再用相邻直线相交的解析法计算交点坐标。



## 第一节 纸上定线

- 交点前直线上两点:  $(x_1, y_1)$  和  $(x_2, y_2)$ ,
- 交点后直线上两点:  $(x_3, y_3)$  和  $(x_4, y_4)$ ,
- 则交点坐标  $(x, y)$  为:

$$x = \frac{k_1 x_1 - k_2 x_3 - y_1 + y_3}{k_1 - k_2}$$

$$y = k_1(x - x_1) + y_1$$

$$k_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad k_2 = \frac{y_4 - y_3}{x_4 - x_3}$$



# 第一节 纸上定线

---

## 三. 定线

(一) 直线型法 (传统法);

1、交点坐标确定:

2、确定曲线半径和缓和曲线参数

(1) 试算

(2) 反算



# 第一节 纸上定线

---

## 三. 定线

### (一) 直线型法 (传统法);

- 1、交点坐标确定:
- 2、确定曲线半径和缓和曲线参数

### (2) 反算

- I、单交点曲线反算
- II、双交点曲线反算



# 第一节 纸上定线

## I、单交点曲线

已知切线长反算半径

$$\tan \frac{\alpha}{2} R^2 + \left( \frac{L_s}{2} - T \right) R + \frac{L_s^2}{24} \tan \frac{\alpha}{2} = 0$$



## 第一节 纸上定线

已知外距反算半径

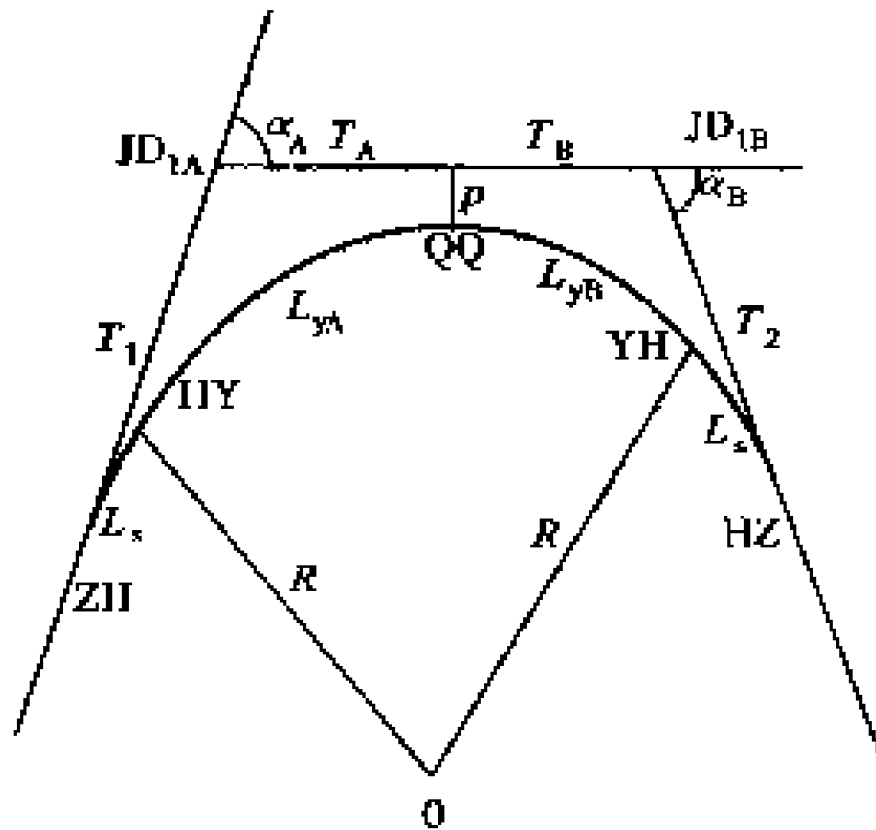
根据转角和控制外距，先试定缓和曲线长都，取  $p \approx L_s^2/24$ ，)

然后根据下式反算半径

$$\left( \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) R^2 - ER + \frac{L_s^2}{24} \sec \frac{\alpha}{2} = 0$$

# 第一节 纸上定线

## II、双交点曲线





## 第一节 纸上定线

,已知基线长  $AB$ 、转角  $\alpha_A$  和  $\alpha_B$ ,试定  $L_s$ ,则

$$R^2 - \frac{AB}{\left(\tan \frac{\alpha_A}{2} + \tan \frac{\alpha_B}{2}\right)} R + \frac{L_s^2}{24} = 0$$



## 第一节 纸上定线

$$p = \frac{L_s^2}{24R} \quad q = \frac{L_s}{2} - \frac{L_b^3}{240R^2} \quad AB = T_A + T_B \quad \beta_0 = 28.6479 \frac{L_b}{R} (\text{度})$$

$$T_A = (R + p) \tan \frac{\alpha_A}{2} \quad T_B = (R + p) \tan \frac{\alpha_B}{2}$$

$$T_1 = T_A + q \quad T_2 = T_B + q$$

$$L_{yA} = (\alpha_A - 2\beta_0) \frac{\pi}{180} R + \frac{L_s}{2} \quad L_{yB} = (\alpha_B - 2\beta_0) \frac{\pi}{180} R + \frac{L_s}{2}$$



# 第一节 纸上定线

---

## 三. 定线

(一) 直线型法 (传统法);

1、交点坐标确定:

2、确定曲线半径和缓和曲线参数

3. 逐桩坐标计算:

(1) 交点间距、偏角交角计算

(2) 逐桩坐标计算:



# 第一节 纸上定线

---

## 三. 定线

(一) 直线型法 (传统法);

1. 交点坐标确定:

2. 确定曲线半径和缓和曲线参数

3. 逐桩坐标计算:

(1) 交点间距、偏角交角计算



# 第一节 纸上定线

---

■ 设起点坐标为  $JD_0 (X_0, Y_0)$ ，第  $i$  个交点坐标为  $(X_i, Y_i)$ ， $i=1, 2, \dots, n$ ，则

■ 坐标增量： $DX = X_i - X_{i-1}$ ， $DY = Y_i - Y_{i-1}$

■ 交点间距： $S = \sqrt{DX^2 + DY^2}$

■ 计算方位角： $\theta = \arctan \left| \frac{DY}{DX} \right|$



# 第一节 纸上定线

$$DX > 0, DY > 0, \quad A = \theta$$

$$DX < 0, DY > 0, \quad A = 180 - \theta$$

$$DX < 0, DY < 0, \quad A = 180 + \theta$$

$$DX > 0, DY < 0, \quad A = 360 - \theta$$

- 公路偏角:  $\alpha_i = A_i - A_{i-1}$

- 如果  $\alpha_i > 0$ , 路线为右偏;

- 如果  $\alpha_i < 0$ , 路线为左偏。



# 第一节 纸上定线

---

## 三. 定线

(一) 直线型法 (传统法);

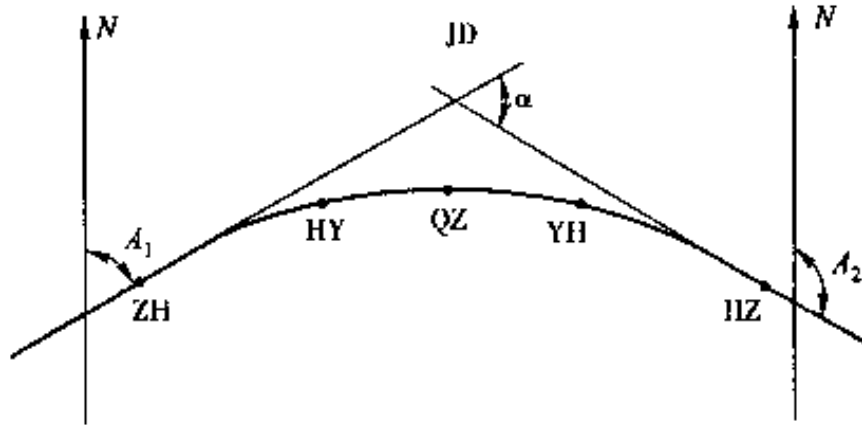
1. 交点坐标确定:

2. 确定曲线半径和缓和曲线参数

3. 逐桩坐标计算:

(2) 逐桩坐标计算:

# 第一节 纸上定线



设交点坐标为  $JD(XJ, YJ)$  交点相邻直线的方位角分别为  $A_1$  和  $A_2$  则  $ZH$  (或  $ZY$ ) 点坐标:

$$\left. \begin{aligned} X_{ZH} &= XJ + T \cos(A_1 + 180) \\ Y_{ZH} &= YJ + T \sin(A_1 + 180) \end{aligned} \right\}$$

# 第一节 纸上定线

HZ(或 YZ) 点坐标:

$$\left. \begin{aligned} X_{HZ} &= XJ + T \cos A_2 \\ Y_{HZ} &= YJ + T \sin A_2 \end{aligned} \right\}$$

设直线上加桩里程为L, ZH、HZ表示曲线起、终点里程,  
则前直线上任意点坐标 (  $L \leq ZH$  )

$$\left. \begin{aligned} X &= XJ + (T + ZH - L) \cdot \cos(A_1 + 180) \\ Y &= YJ + (T + ZH - L) \cdot \sin(A_1 + 180) \end{aligned} \right\}$$

后直线上任意点坐标 (  $L > HZ$  )

$$\left. \begin{aligned} X &= XJ + (T + L - HZ) \cdot \cos A_2 \\ Y &= YJ + (T + L - HZ) \cdot \sin A_2 \end{aligned} \right\}$$

# 第一节 纸上定线

## 单曲线内中桩坐标计算

### I、不设缓和曲线的单曲线

设曲线起终点坐标分别为  $ZY(X_{zy}, Y_{zy}), YZ(X_{yz}, Y_{yz})$

则圆曲线上任意点坐标为:

$$\left. \begin{aligned} X &= X_{zy} + 2R \sin\left(\frac{90l}{\pi R}\right) \cdot \cos\left(A_1 + \xi \frac{90l}{\pi R}\right) \\ Y &= Y_{zy} + 2R \sin\left(\frac{90l}{\pi R}\right) \cdot \sin\left(A_1 + \xi \frac{90l}{\pi R}\right) \end{aligned} \right\}$$

式中:

$l$  ——圆曲线内任意点至ZY点的曲线长;

$R$  ——圆曲线半径;

$\xi$  ——转角符号, 右转为“+”, 左转为“—”, 下同。



# 第一节 纸上定线

## II、设缓和曲线的单曲线

### 缓和曲线上任意点的切线横距

$$x = l - \frac{l^5}{40R^2L_s^2} + \frac{l^9}{3456R^4L_s^4} - \frac{l^{13}}{599040R^6L_s^6} + \dots$$

式中： $l$  ——缓和曲线上任意点至ZH（或HZ）点的曲线长；

$L_s$  ——缓和曲线长度。

### ①第一缓和曲线（ZH ~ HY）任意点坐标

$$\left. \begin{aligned} X &= X_{ZH} + x / \cos\left(\frac{30l^2}{\pi RL_s}\right) \cdot \cos\left(A_1 + \xi \frac{30l^2}{\pi RL_s}\right) \\ Y &= Y_{ZH} + x / \cos\left(\frac{30l^2}{\pi RL_s}\right) \cdot \sin\left(A_1 + \xi \frac{30l^2}{\pi RL_s}\right) \end{aligned} \right\}$$

# 第一节 纸上定线

## ② 圆曲线内任意点坐标 由HY ~ YH时

$$\left. \begin{aligned} X &= X_{HY} + 2R \sin\left(\frac{90l}{\pi R}\right) \cdot \cos\left[A_1 + \xi \frac{90(l + L_s)}{\pi R}\right] \\ Y &= Y_{HY} + 2R \sin\left(\frac{90l}{\pi R}\right) \cdot \sin\left[A_1 + \xi \frac{90(l + L_s)}{\pi R}\right] \end{aligned} \right\}$$

式中： $l$  ——圆曲线内任意点至HY点的曲线长；

$X_{HY}$   $Y_{HY}$  ——HY点的坐标，

由YH ~ HY时

$$\left. \begin{aligned} X &= X_{YH} + 2R \sin\left(\frac{90l}{\pi R}\right) \cdot \cos\left[A_2 + 180 - \xi \frac{90(l + L_s)}{\pi R}\right] \\ Y &= Y_{YH} + 2R \sin\left(\frac{90l}{\pi R}\right) \cdot \sin\left[A_2 + 180 - \xi \frac{90(l + L_s)}{\pi R}\right] \end{aligned} \right\}$$

# 第一节 纸上定线

式中：  $l$  ——圆曲线内任意点至YH点的曲线长。

(3) 第二缓和曲线（HZ ~ YH）内任意点坐标

$$\left. \begin{aligned} X &= X_{HZ} + x / \cos\left(\frac{30l^2}{\pi RL_s}\right) \cdot \cos\left(A_2 + 180 - \xi \frac{30l^2}{\pi RL_s}\right) \\ Y &= Y_{HZ} + x / \cos\left(\frac{30l^2}{\pi RL_s}\right) \cdot \sin\left(A_2 + 180 - \xi \frac{30l^2}{\pi RL_s}\right) \end{aligned} \right\}$$

式中：  $l$  ——第二缓和曲线内任意点至HZ点的曲线长。



# 第一节 纸上定线

---

## 三. 定线

### (二) 曲线型定线法;

#### ■ 1. 定线步骤

#### 2. 回旋线参数的确定



# 第一节 纸上定线

## 三. 定线

### (一) 曲线型定线法;

- 1. 定线步骤
- (1) 根据路线走向、地形和地物约束条件及技术要求，在地形图上绘制若干直线段和圆弧段，控制路线的总体线位，并形成线形骨架。
- (2) 根据直线与圆弧、圆弧与圆弧之间的相对位置关系，利用图解法或解析法配置缓和曲线，并确定其参数值，同时考察各种线形元素之间的协调性和均衡性。
- (3) 判断曲线组合类型，并按曲线类型输入数据，进行曲线计算、敷设和调整。



# 第一节 纸上定线

## 三. 定线

### (二) 曲线型定线法;

#### 2、回旋线参数的确定

1) 回旋曲线尺法 (现在一般都是软件设计, 这种方法基本不用了)

2) 近似计算法

3) 解析计算法:



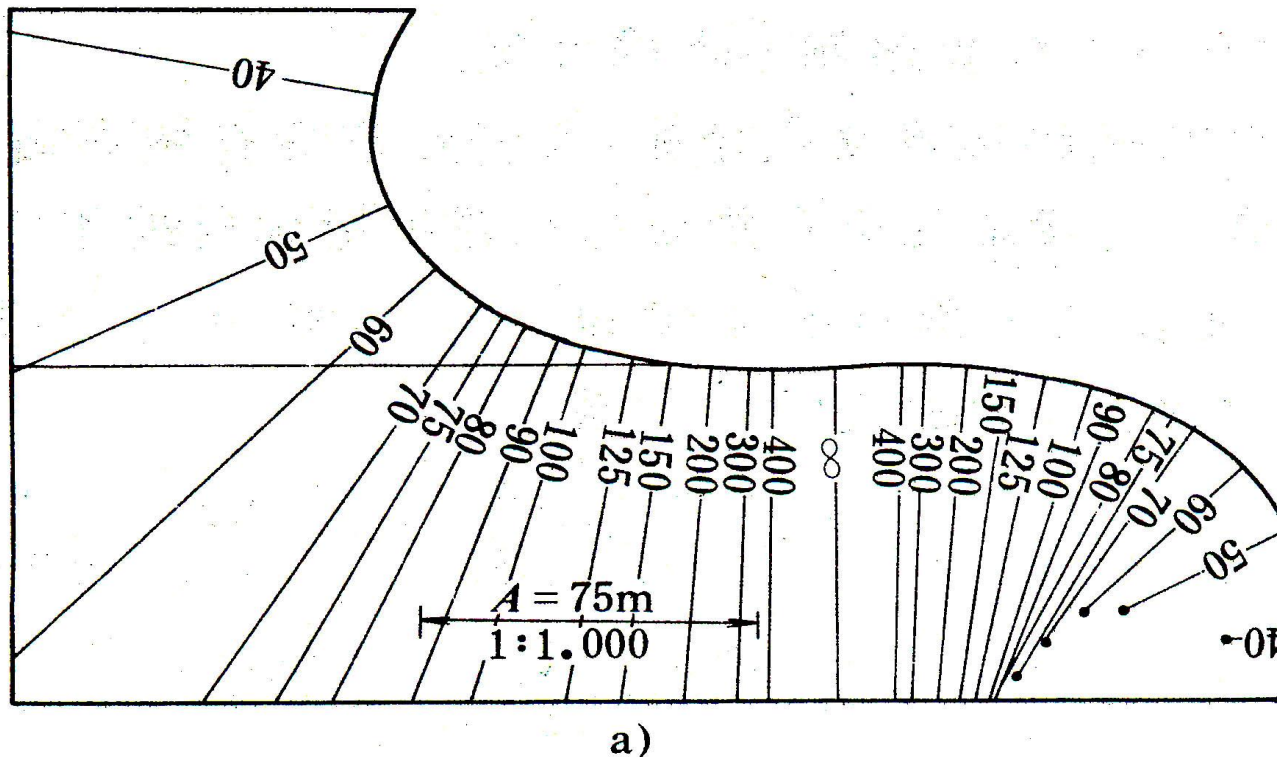
# 第一节 纸上定线

## 三. 定线

### (二) 曲线型定线法;

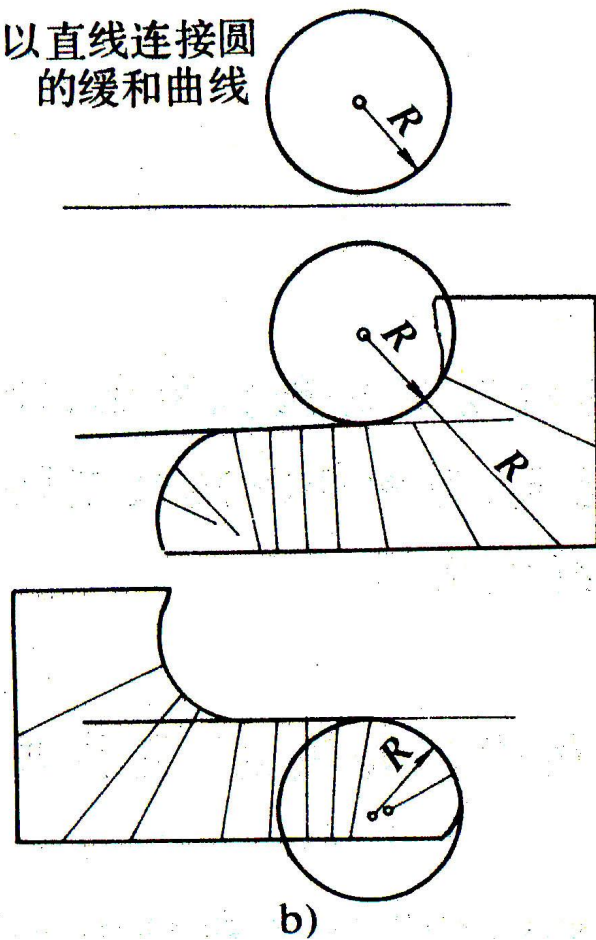
#### 2. 回旋线参数的确定

##### 1) 回旋曲线尺法

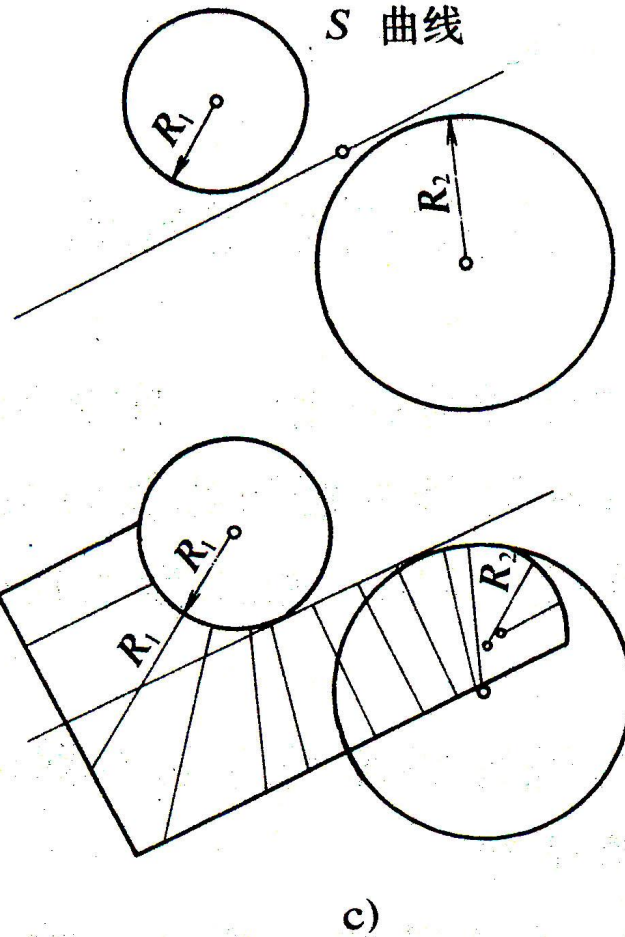


# 第一节 纸上定线

以直线连接圆的缓和曲线



# 第一节 纸上定线





# 第一节 纸上定线

---

## 三. 定线

### (二) 曲线型定线法;

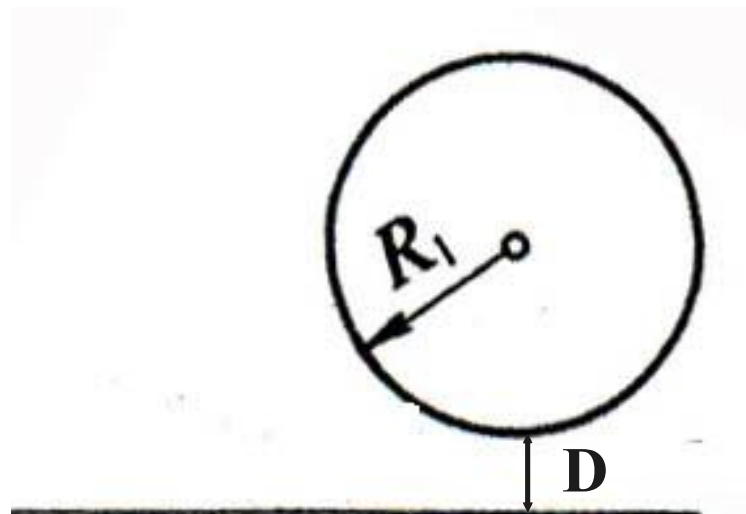
#### 2、回旋线参数的确定

##### (2) 近似算法

# 第一节 纸上定线

- ① 直线与圆曲线间用缓和曲线连接:
- 回旋线参数A可用下式计算:

$$A = \sqrt[4]{24DR^3}$$



- 式中:  $D$ ——圆弧与直线或圆弧与圆弧之间距离;
- $R$ ——换算半径。
- ② S型、卵型曲线: (公式同上)

- S型曲线: 
$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

- 卵型曲线: 
$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 - R_2}$$



# 第一节 纸上定线

## 三. 定线

### (二) 曲线型定线法;

#### 2、回旋线参数的确定

#### ■ 3) 解析计算法:

曲线型定线的解析方法有很多，例如：曲直法、拟合法、积木法、综合法、弦切线法、闭合导线法、神经网络法、CBR法、圆弧移动法等。曲直法兼具曲线型定线法和直线型定线法的特点，容易操作，下面以曲直法为例对曲线型定线法做介绍



# 第一节 纸上定线

---



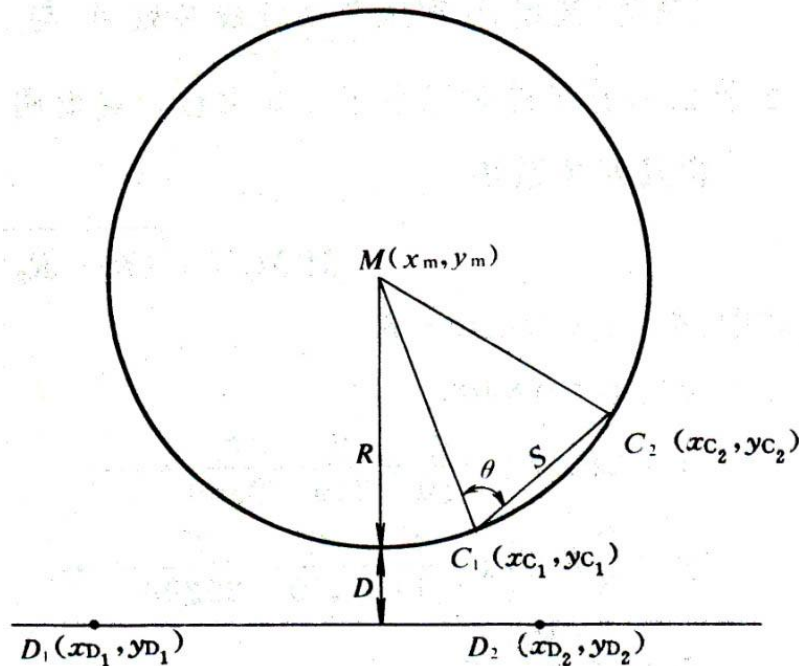
# 第一节 纸上定线

## (1) 直线与圆曲线连接

已知直线上两点 $D_1(x_{D1}, y_{D1})$ 和 $D_2(x_{D2}, y_{D2})$ ，圆曲线上两点 $C_1(x_{C1}, y_{C1})$ 和 $C_2(x_{C2}, y_{C2})$ ，

圆曲线半径为 $R$ 。

要求设计缓和曲线 $L_s$ 连接圆曲线并与直线 $D_1D_2$ 相切。



# 第一节 纸上定线

① 圆心坐标  $M(x_m, y_m)$

$C_1C_2$  两点之间距离:

$$S = \sqrt{(x_{C1} - x_{C2})^2 + (y_{C1} - y_{C2})^2}$$

$C_1C_2$  和  $C_1M$  的夹角

$$\theta = \arccos \frac{S}{2R}$$

$C_1C_2$  的方位角

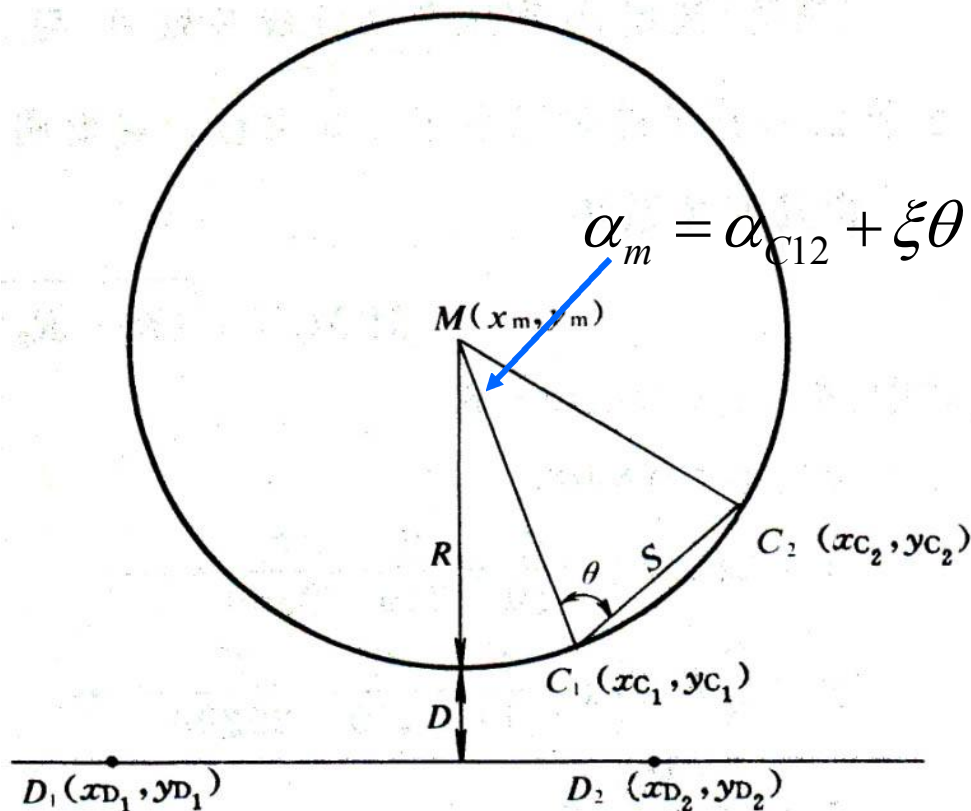
$$\alpha_{C12} = \arctan \frac{y_{C1} - y_{C2}}{x_{C1} - x_{C2}}$$

$C_1M$  的方位角

$$\alpha_m = \alpha_{C12} + \xi\theta$$

$$x_m = x_{C1} + R \cos \alpha_m$$

$$y_m = y_{C1} + R \sin \alpha_m$$



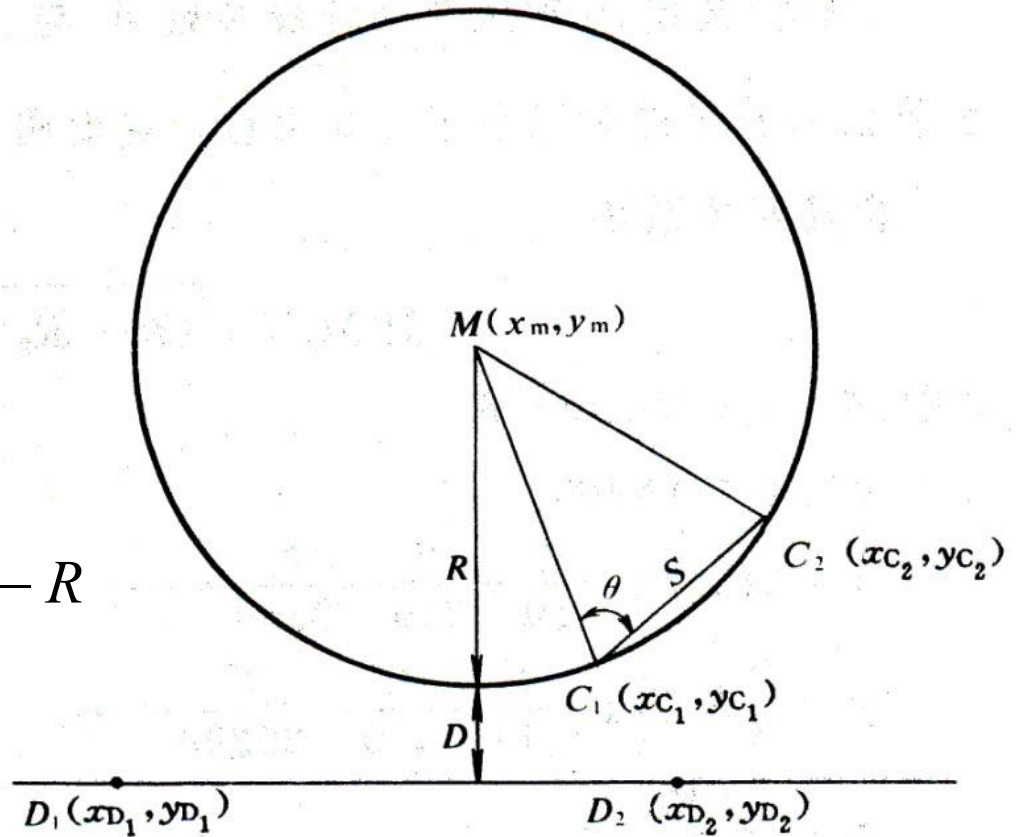
# 第一节 纸上定线

② 圆心到直线的距离D

直线 $D_1D_2$ 斜率:

$$k = \frac{y_{D2} - y_{D1}}{x_{D2} - x_{D1}}$$

$$D = \frac{|k(x_m - x_{D1}) - (y_m - y_{D1})|}{\sqrt{1 + k^2}} - R$$





# 第一节 纸上定线

---

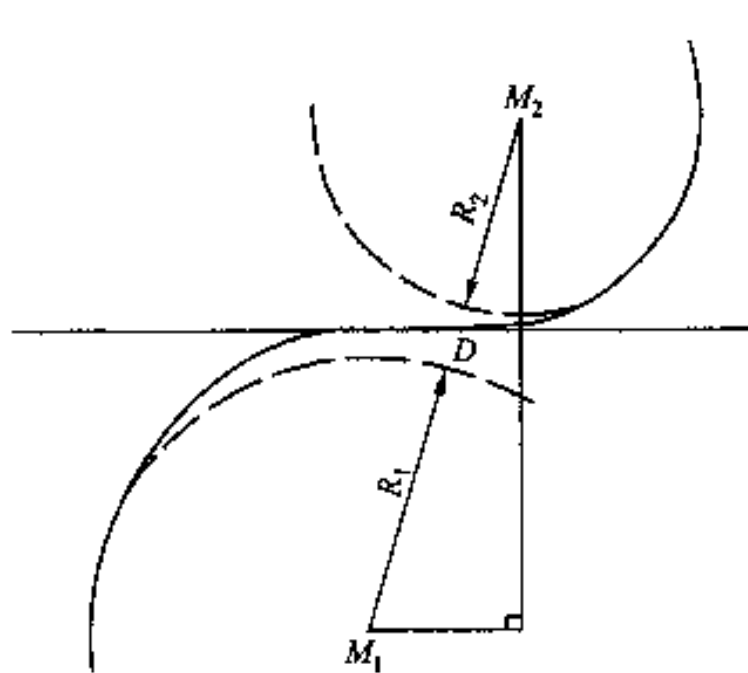
- ③回旋线参数A及长度L<sub>s</sub>

$$L_s = \sqrt{24RD}$$

$$A = \sqrt[4]{24R^3D}$$

# 第一节 纸上定线

- (2) S型曲线
- 已知相邻两圆的半径 $R_1$ ,  $R_2$  及其上各两点的坐标, 用上述计算方法求出两圆心坐标 $M_1 (X_{M_1}, Y_{M_1})$  和 $M_2 (X_{M_2}, Y_{M_2})$  后, 可按下述步骤计算参数A值:





# 第一节 纸上定线

I、计算间距D 如图所示，有

$$D = |M_1M_2 - R_1 - R_2| = \sqrt{(x_{M_2} - x_{M_1})^2 + (y_{M_2} - y_{M_1})^2} - R_1 - R_2$$

令K表示回旋线参数的比值，即  $k = \frac{A_1}{A_2}$

《规范》规定，S型两个回旋线参数A1与A2宜相等。  
当采用不同参数时，A1与A2之比宜小于2.0，有条件时应小于1.5。

由几何关系知

$$M_1M_2 = \sqrt{(R_1 + R_2 + p_1 + p_2)^2 + (q_1 + q_2)^2}$$



## 第一节 纸上定线

---

又因  $M_1M_2 = R_1 + R_2 + D$  则

$$(R_1 + R_2 + p_1 + p_2)^2 + (q_1 + q_2)^2 - (R_1 + R_2 + D)^2 = 0$$

采用数值解法（如牛顿求根法）可求得缓和曲线参数 $Ls_1$ 和 $Ls_2$ 进而可求得 $A1$ 与 $A2$ 。

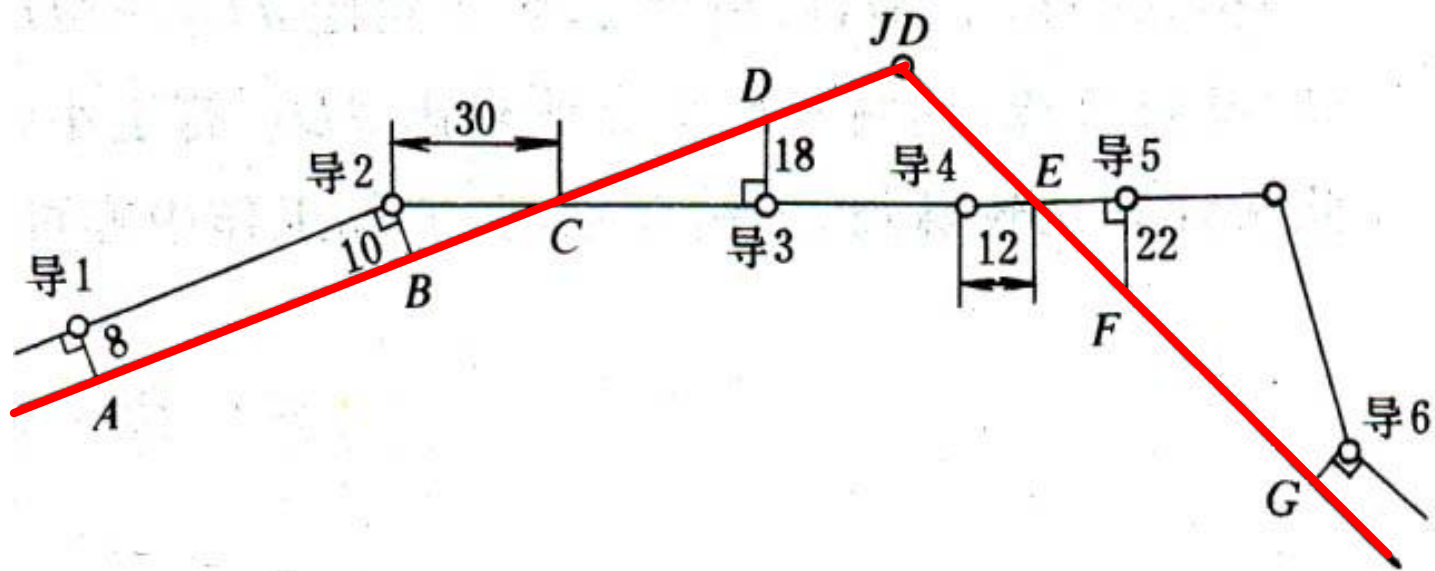


## 第二节 实地放线

### 一. 穿线交点法

穿线交点法是根据平面图上路线与实测地形时敷设的控制导线的关系，把纸上路线的每条边逐一而独立地放到实地上去，延伸这些直线支出交点，构成路线导线

#### 1. 支距法

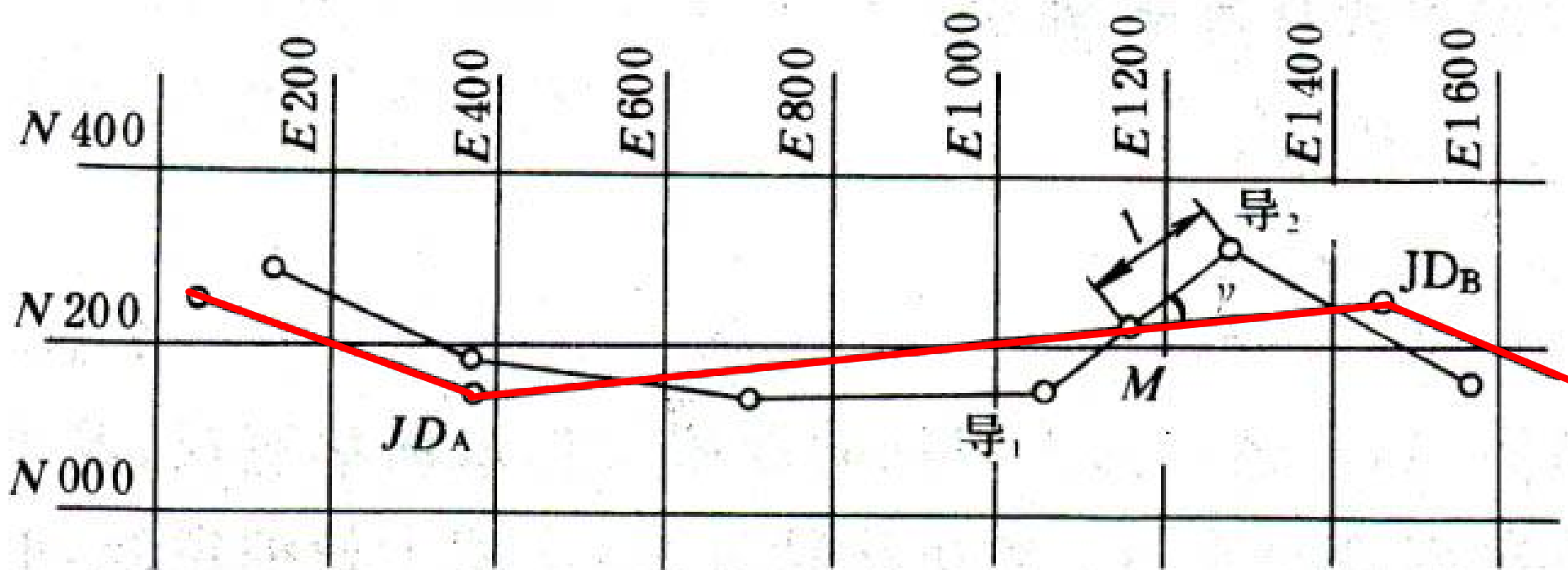


## 第二节 实地放线

### 一. 穿线交点法

1. 支距法

2. 解析法





## 第二节 实地放线

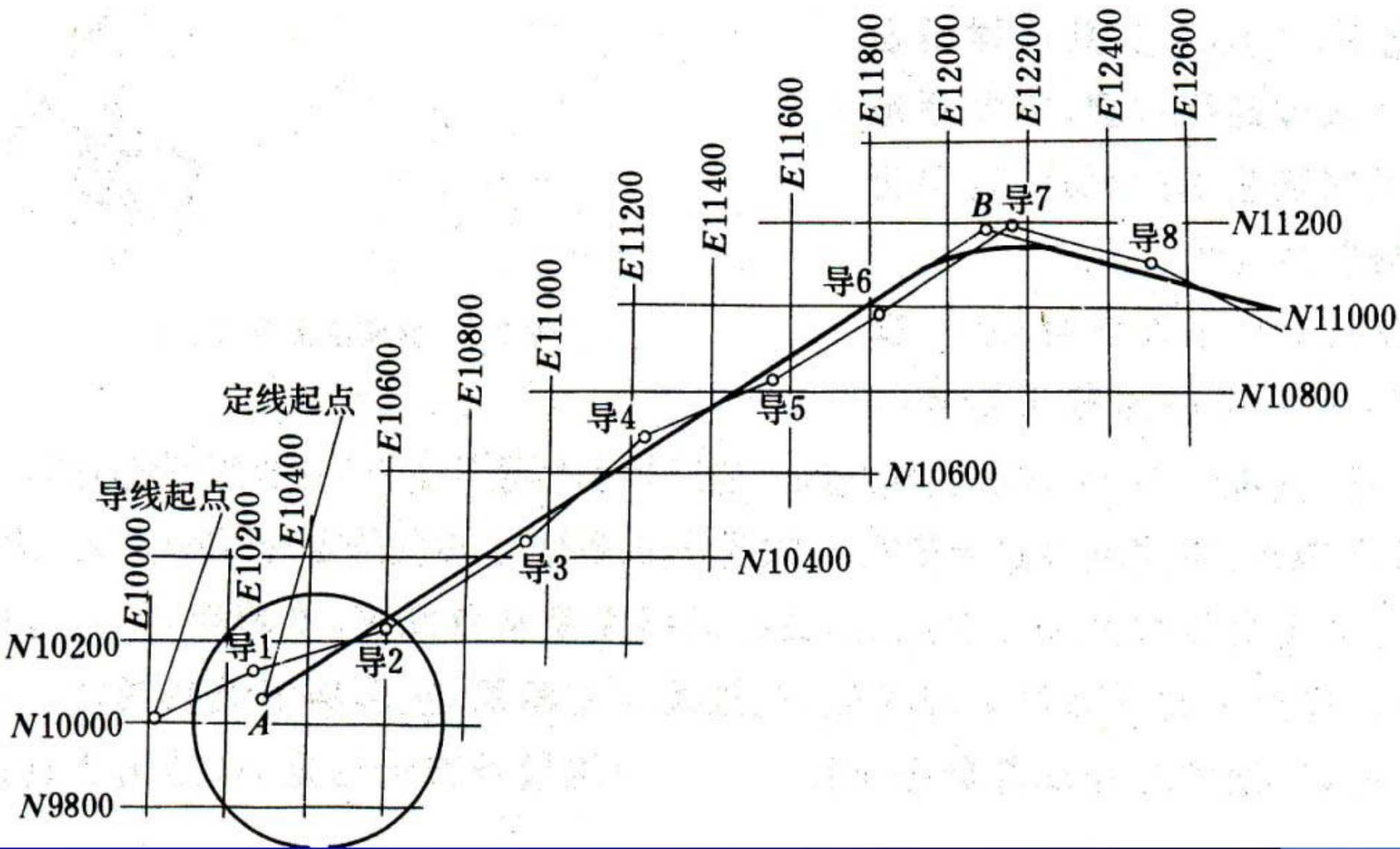
---

一. 穿线交点法

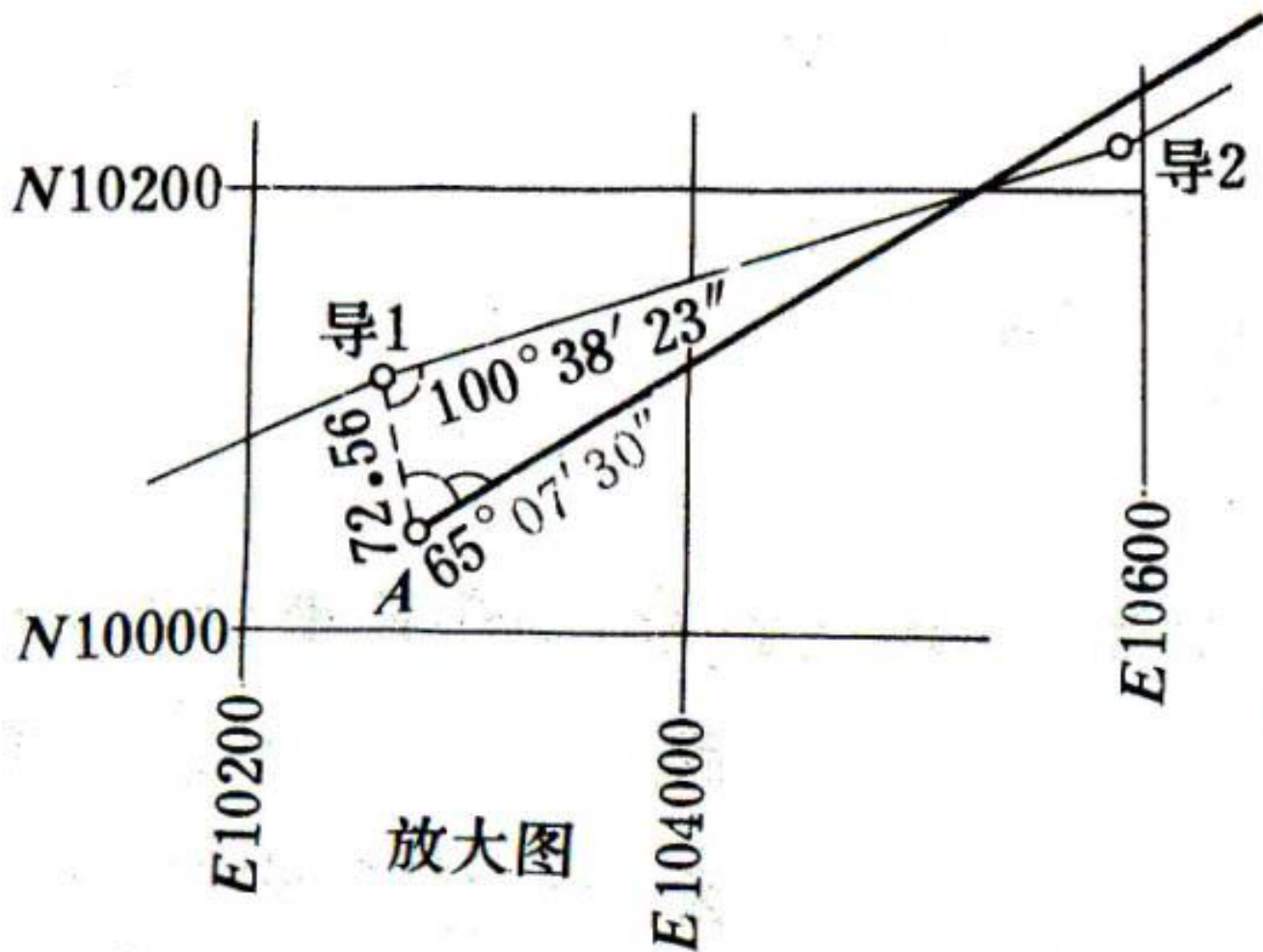
二. 拨角法

根据纸上路线在平面图上的位置与导线的关系，用坐标计算每一条线的距离、方向、转向角和各控制桩的里程，放线时就按照这些资料直接拨角量距。

## 第二节 实地放线



## 第二节 实地放线





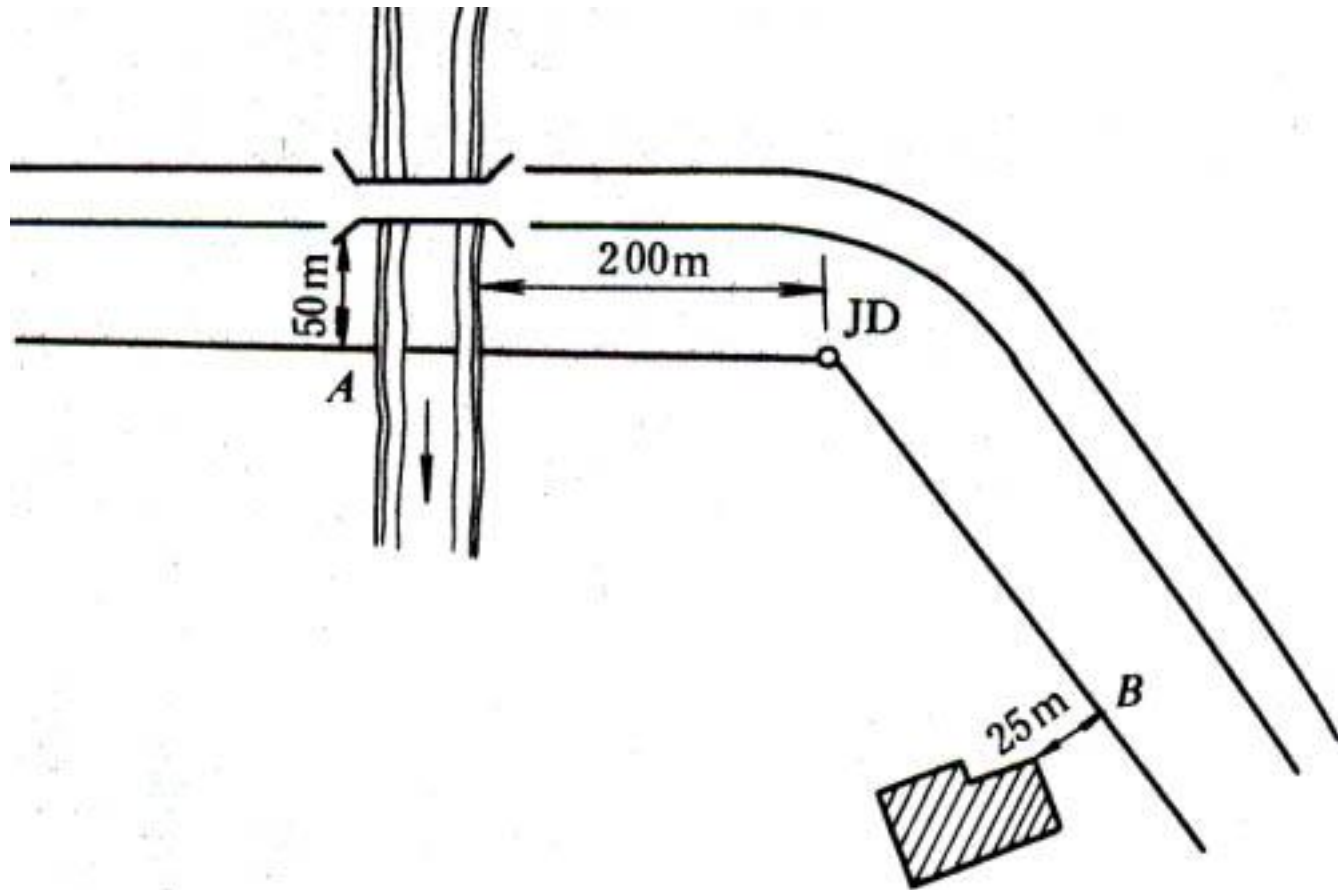
## 第二节 实地放线

---

- 一. 穿线交点法
- 二. 拨角法
- 三. 直接定交点法

在地形平坦，视线开阔，路线受限不十分严，路线位置能根据地面目目标明显决定的地区；可依纸上路线和地貌地物的关系，现场直接将交点定出。

## 第二节 实地放线





## 第二节 实地放线

一. 穿线交点法

二. 拨角法

三. 直接定交点法

四. 坐标法

1. 采用统一的坐标系对路线导线进行坐标计算（计算导线点坐标）。

2. 实测地形图，进行纸上定线后，计算路线中线上各桩号的坐标（逐桩坐标）。

3. 按路线逐桩坐标表进行实地放线。

4. 采用极坐标法进行坐标放线。（即拨角测距法，至少需要两个导线点，采用全站仪）。



## 第二节 实地放线

