



01

任务四 直梁 的弯曲



任务四 直梁的弯曲

主要内容：

1. 直梁平面弯曲的概念
2. 梁的类型及计算简图
3. 梁弯曲时横截面上的内力（剪力和弯矩）
4. 梁纯弯曲时横截面上的应力与强度条件



★ 直梁平面弯曲的概念

1. 梁弯曲的工程实例

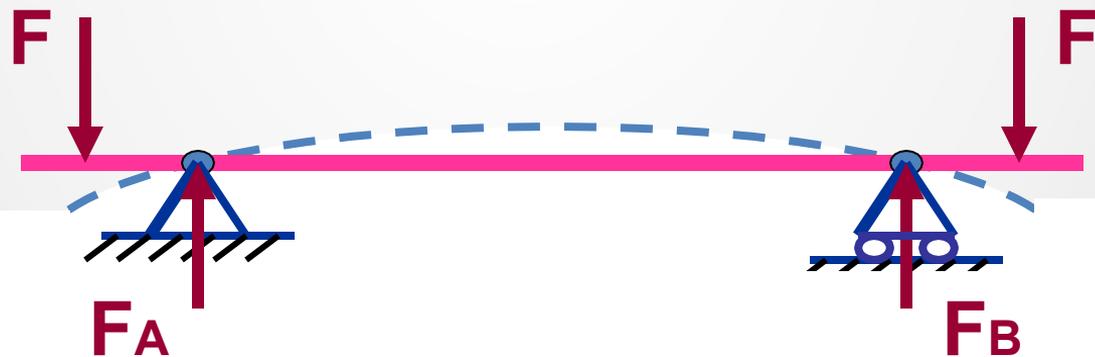
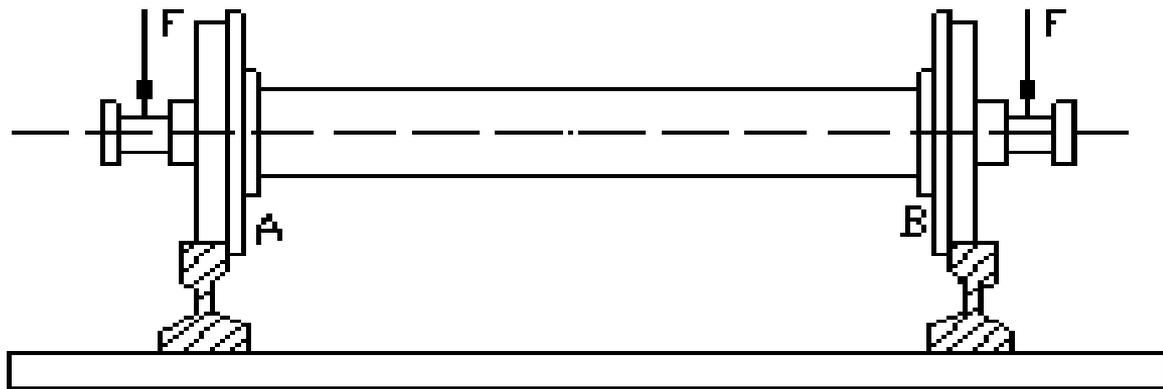
2. 直梁平面弯曲的概念：

弯曲变形：作用于杆件上的外力垂直于杆件的轴线，使杆的轴线由直线变为曲线。

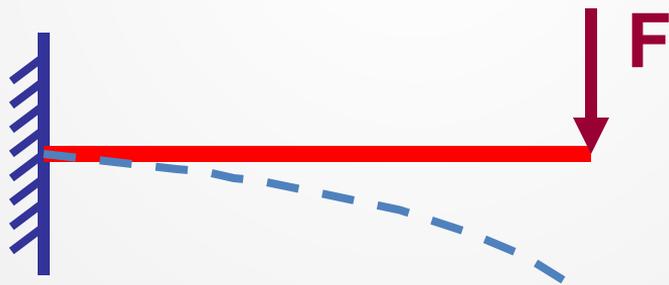
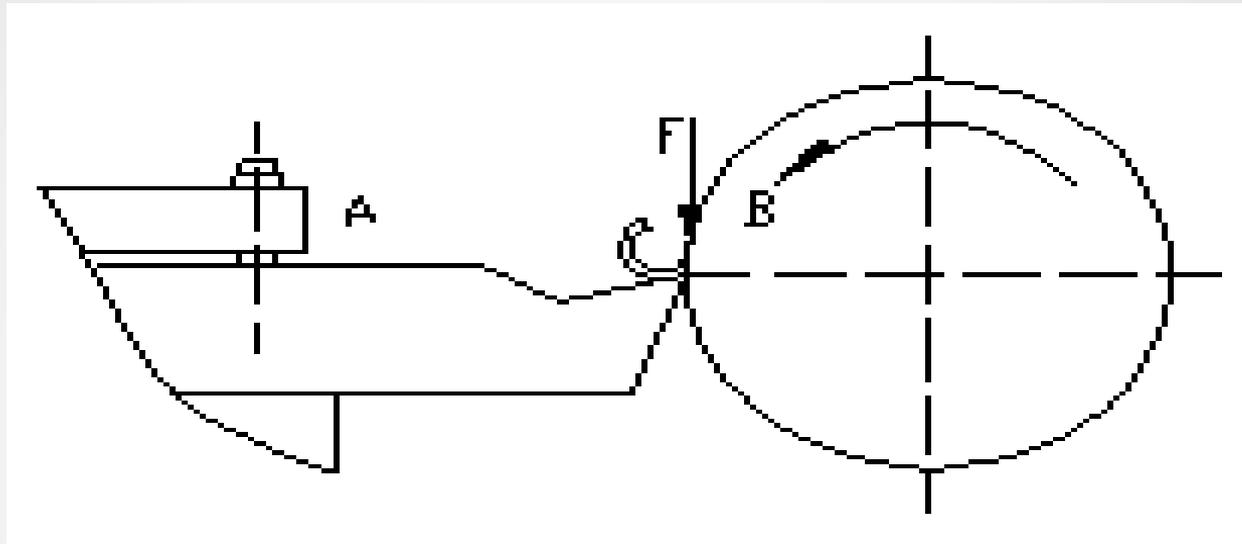
平面弯曲：梁的外载荷都作用在纵向对称面内时，则梁的轴线在纵向对称面内弯曲成一条平面曲线。

以弯曲变形为主的直杆称为**直梁**，简称**梁**。

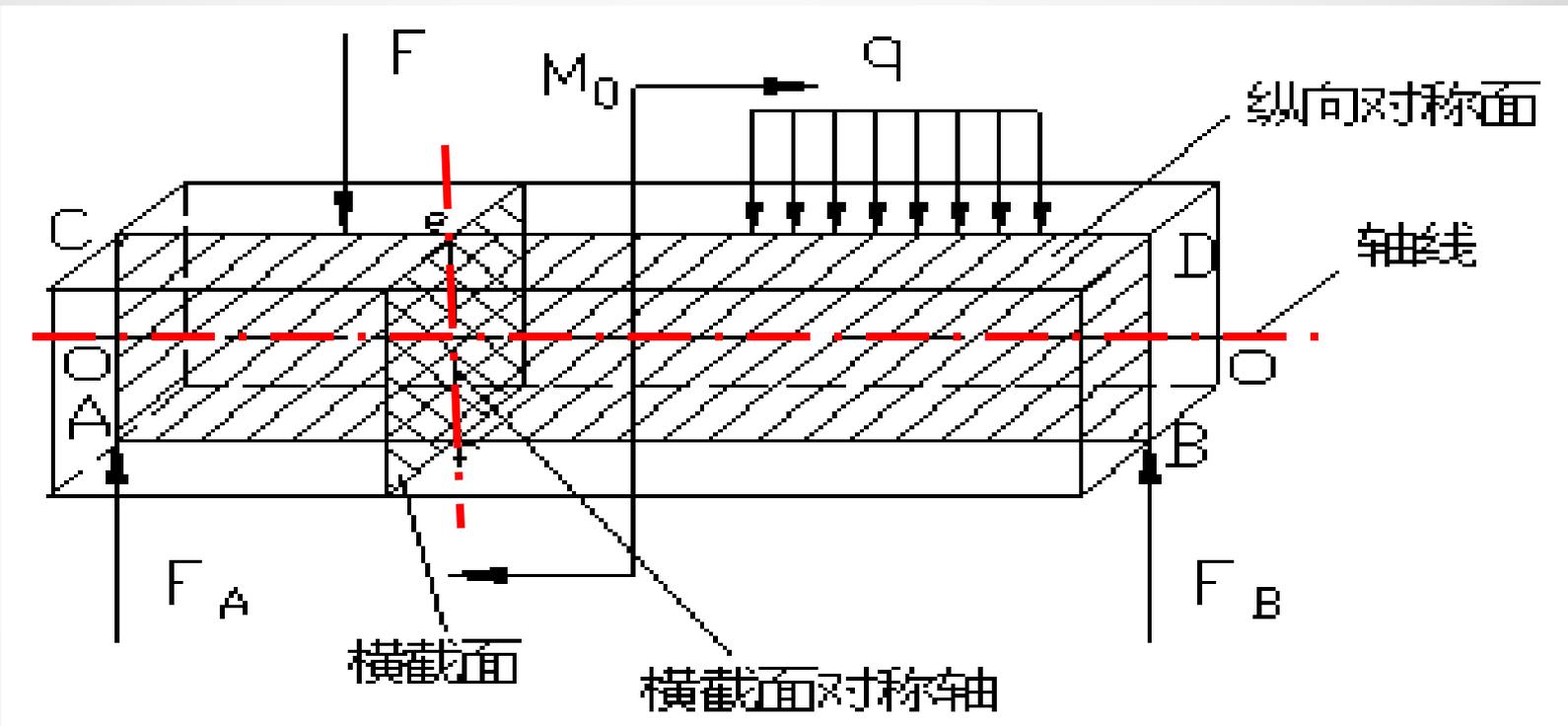
梁弯曲的工程实例1



梁弯曲的工程实例2



梁的轴线和横截面的对称轴构成的平面称为纵向对称面。





★ 梁的计算简图

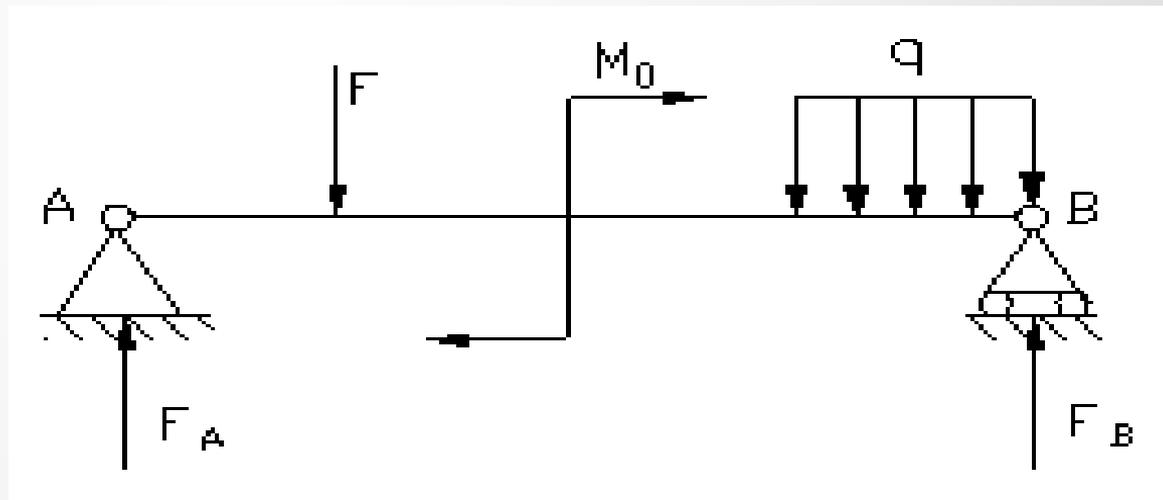
在计算简图中，通常以梁的轴线表示梁。作用在梁上的载荷，一般可以简化为三种形式：

1. 集中力：

2. 集中力偶：

3. 分布载荷
(均布载荷)

单位为N/m



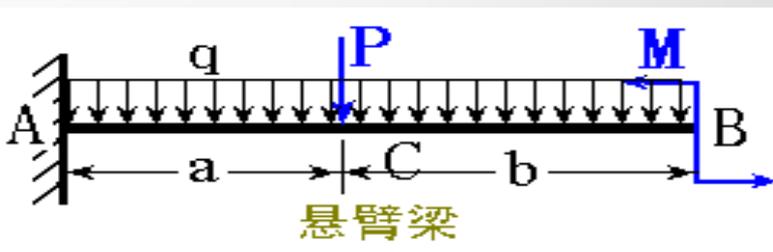
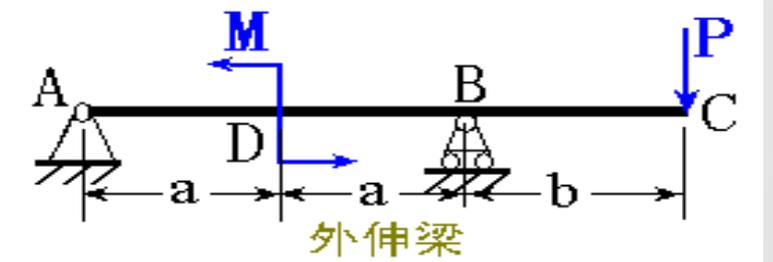
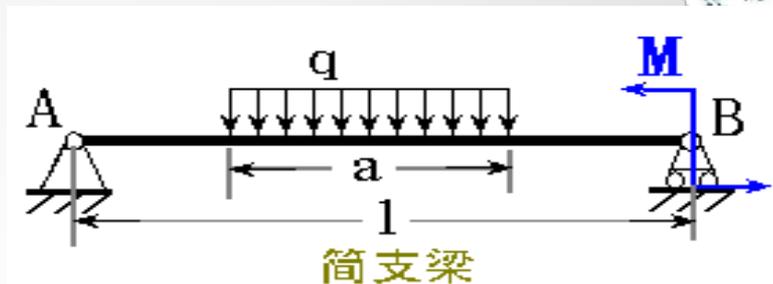


★ 梁的类型

简支梁：一端为活动铰链支座，另一端为固定铰链支座。

外伸梁：一端或两端伸出支座之外的简支梁。

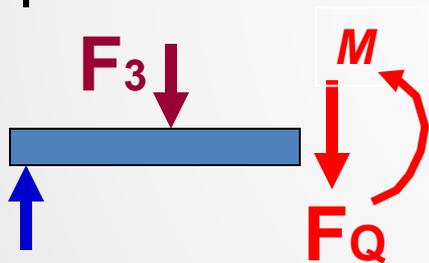
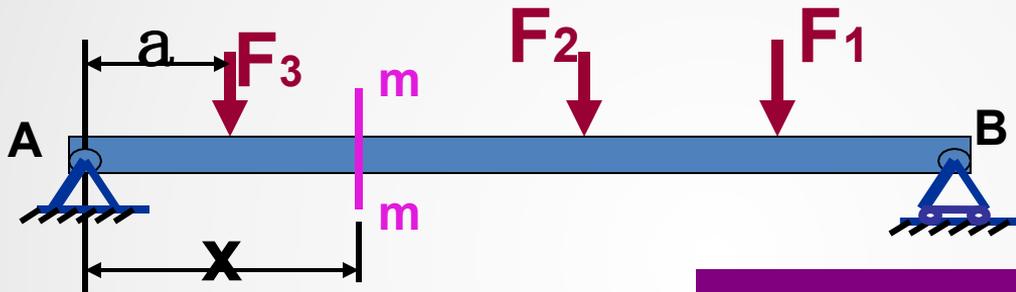
悬臂梁：一端为固定端，另一端为自由端的梁。



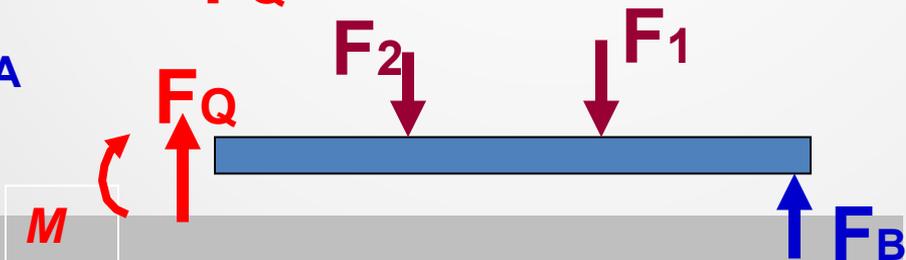


★ 梁弯曲时的内力：剪力和弯矩 Δ

求梁的内力的方法仍然是**截面法**。



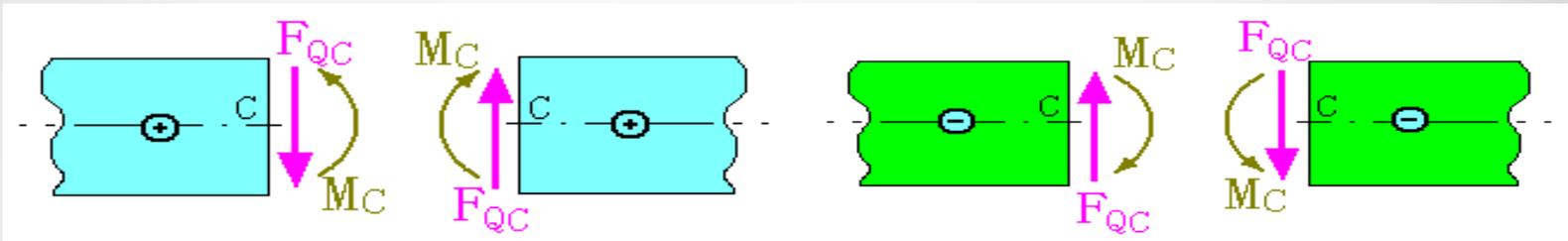
$$F_Q = F_A - F_3$$
$$M = F_A x - F_3 (x - a)$$



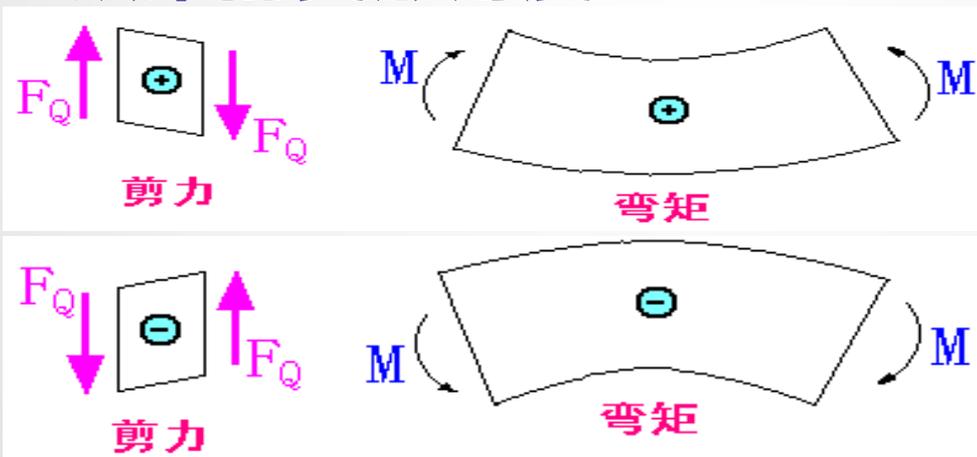
梁内力的正负号规定



1.规定：



2.从梁的变形角度



剪力：

顺时针为正
逆时针为负

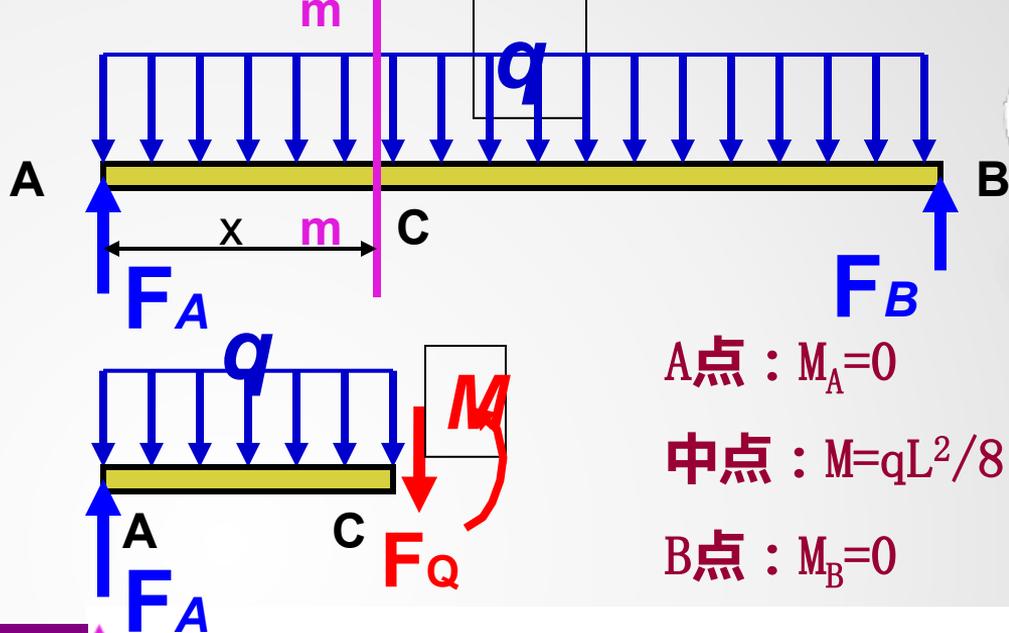
弯矩：

上凹为正下凹为负



例：如图，任取一截面m-m，距离A端x，则m-m截面内力为：

$$(0 \leq x \leq L)$$

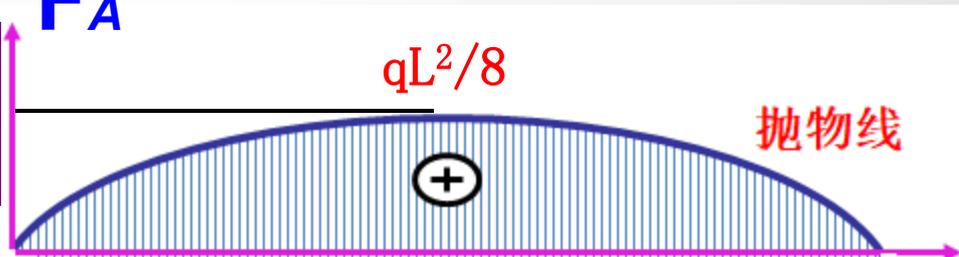


A点： $M_A=0$

中点： $M=qL^2/8$

B点： $M_B=0$

$$F_Q(x) = F_A - qx = \frac{qL}{2} - qx$$



$$M(x) = F_A \cdot x - qx \cdot \frac{x}{2} = \frac{qL}{2}x - \frac{q}{2}x^2$$



★ 剪力方程和弯矩方程

一般情况下，梁横截面上的剪力和弯矩随截面位置不同而变化。若以横坐标 x 表示截面在梁轴线上的位置，则各横截面上的剪力和弯矩都可表示为 x 的函数，即：

$$FQ = FQ(x)$$

—剪力方程

$$M = M(x)$$

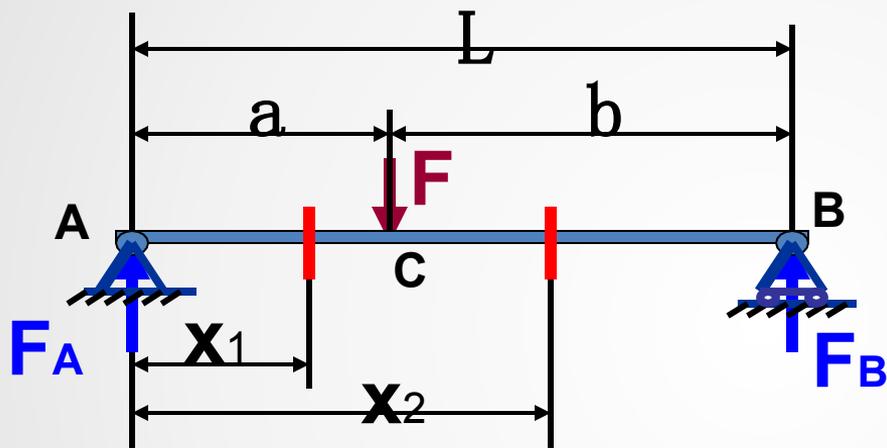
—弯矩方程

★ 弯矩图

画法：以与梁轴线平行的 x 坐标表示横截面位置，纵坐标 y 按一定比例表示各截面上相应弯矩的大小，正弯矩画在轴的上方，负弯矩画在轴的下方。



例2：如图所示的简支梁AB，在点C处受到集中力F作用，尺寸a、b和L均为已知，试作出梁的弯矩图。



解：1. 求约束反力

$$\Sigma M_A = 0$$

$$F_B = \frac{a}{l} F$$

$$\Sigma M_B = 0$$

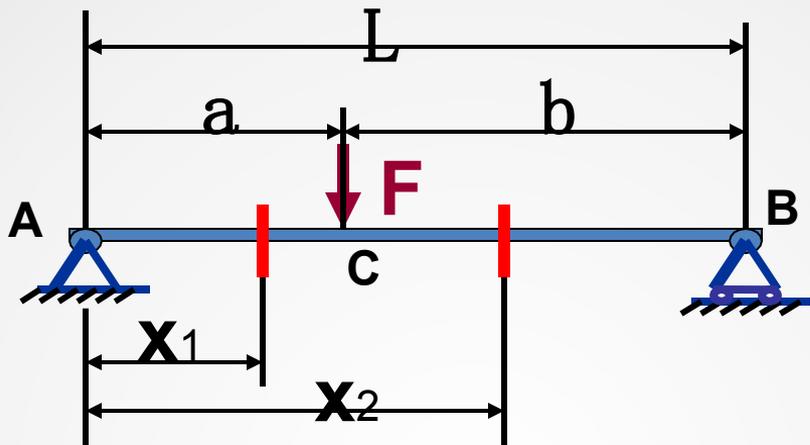
$$F_A = \frac{b}{l} F$$

2. 分两段建立弯矩方程

AC段：
$$M_1 - F_A x_1 = 0$$

$$M_1 = F_A x_1 = \frac{b}{l} F x_1$$

$$0 \leq x_1 \leq a$$



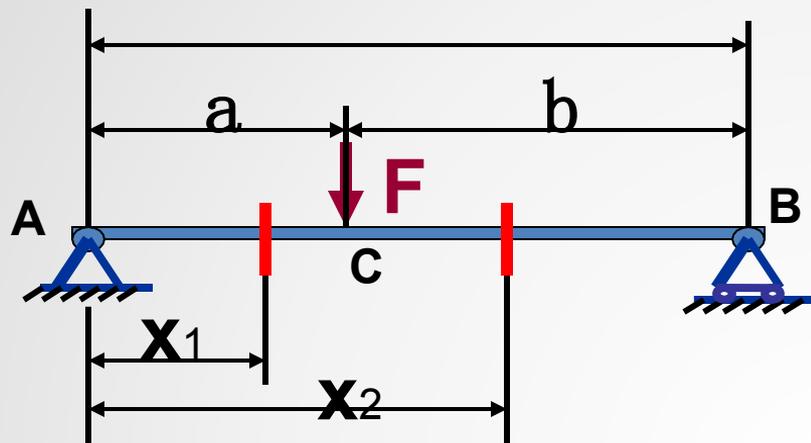
BC段: $M_2 - F_A x_2 + F(x_2 - a) = 0$

$$M_2 = F_A x_2 - F(x_2 - a) = -\frac{a}{l} F x_2 + aF$$

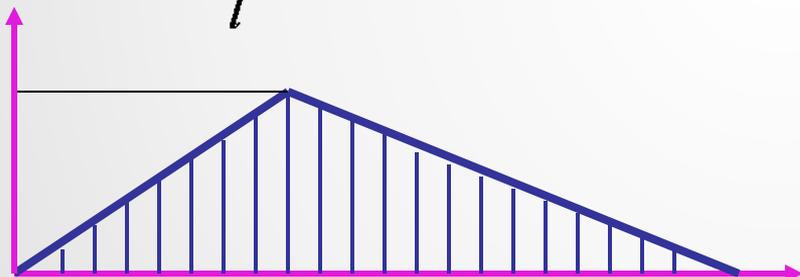
$$a \leq x_2 \leq l$$



3. 画弯矩图



$$M = \frac{ab}{l} F$$



直线

$$M_1 = F_A x_1 = \frac{b}{l} F x_1$$
$$0 \leq x_1 \leq a$$

$$x_1 = 0 \text{ 时, } M_1 = 0$$

$$x_1 = a \text{ 时, } M_1 = \frac{ab}{l} F$$

$$M_2 = -\frac{a}{l} F x_2 + aF$$

$$a \leq x_2 \leq l$$

$$x_2 = a \text{ 时, } M_2 = \frac{ab}{l} F$$

$$x_2 = l \text{ 时, } M_2 = 0$$



例3：如图所示的简支梁AB，在点C处受集中力偶 M_0 作用，尺寸 a 、 b 和 L 均为已知，试作此梁的弯矩图。

解：1. 求约束反力

$$F_A = F_B = \frac{M_0}{l}$$

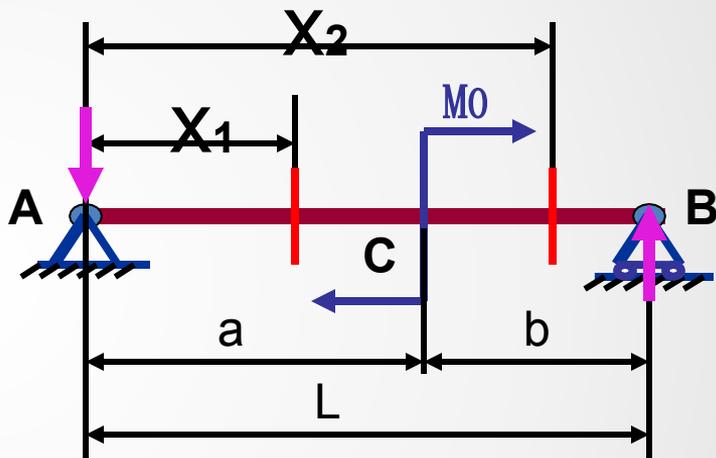
2. 分两段建立弯矩方程

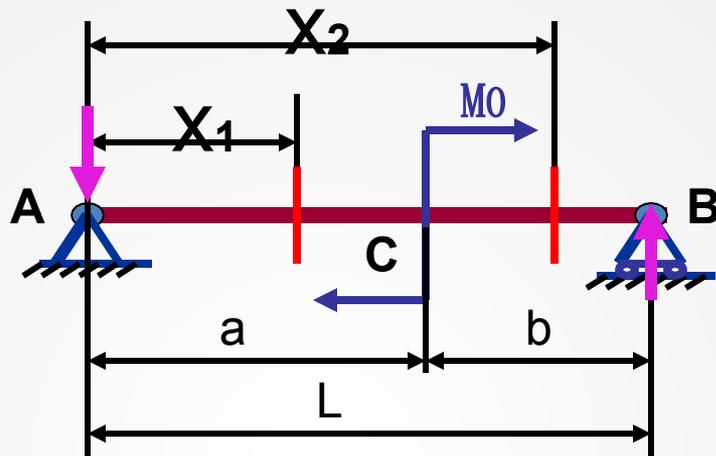
AC段：

$$M_1 + F_A x_1 = 0$$

$$M_1 = -F_A x_1 = -\frac{M_0}{l} x_1$$

$$0 \leq x_1 \leq a$$





BC段：

$$M_2 - M_0 + F_A x_2 = 0$$

$$M_2 = M_0 - F_A x_2 = M_0 - \frac{M_0}{l} x_2$$

$$a \leq x_2 \leq l$$



3. 画弯矩图

$$M_1 = -F_A x_1 = -\frac{M_0}{l} x_1$$
$$0 \leq x_1 \leq a$$

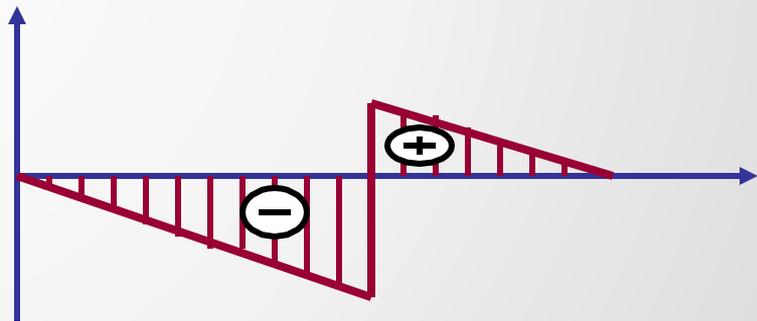
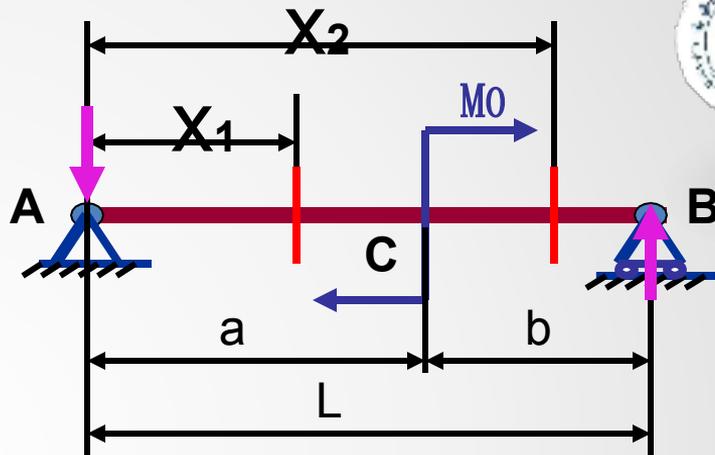
$$x_1 = 0 \quad M_1 = 0$$

$$x_1 = a \quad M_1 = -\frac{a}{l} M_0$$

$$M_2 = M_0 - F_A x_2 = M_0 - \frac{M_0}{l} x_2$$
$$a \leq x_2 \leq l$$

$$x_2 = a \quad M_2 = \frac{b}{l} M_0$$

$$x_2 = l \quad M_2 = 0$$



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/987046160145006114>