

# 第3章 静定结构的内力分析

## Analysis of Statically Determinate Structures

### 第3章 静定结构的内力分析

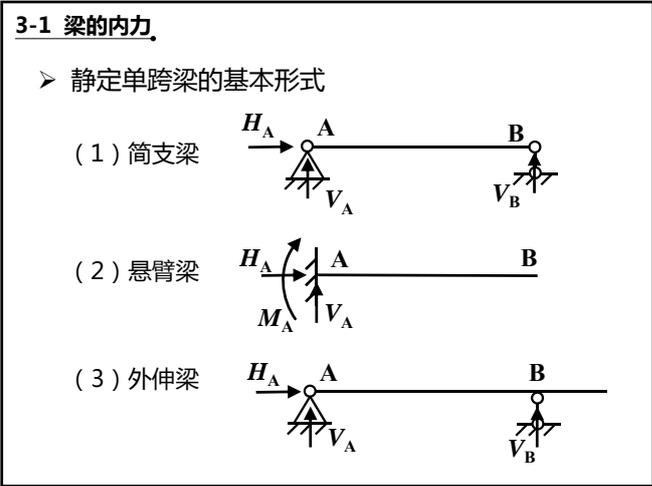
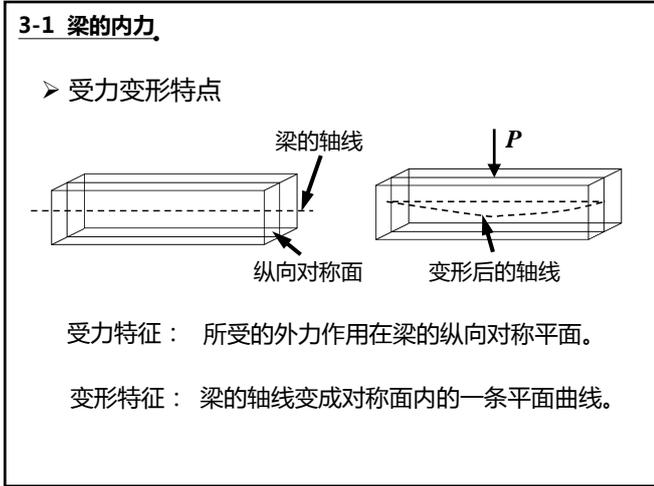
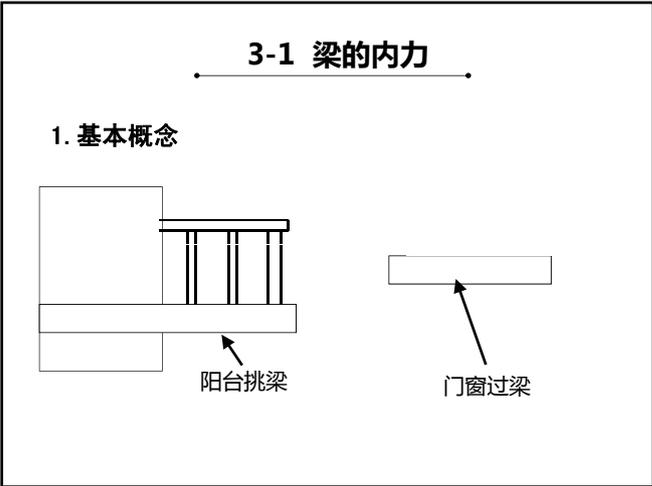
教学目标：

- 掌握常见结构（梁、刚架和桁架）的内力计算方法和内力图的绘制，拱和组合结构的受力特点；
- 理解弯矩、剪力和分布荷载之间的微分关系，拱合理轴线的概念，桁架的零杆的判断方法。

### 第3章 静定结构的内力分析

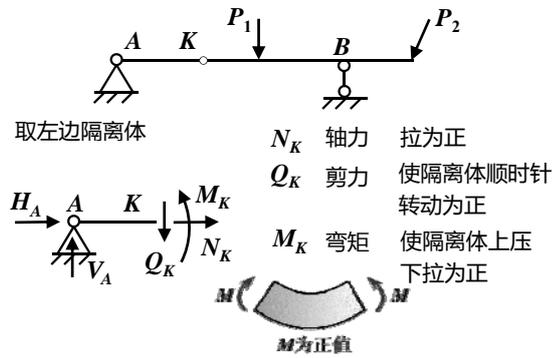
教学内容：

- 3-1 梁的内力
- 3-2 静定多跨梁
- 3-3 静定平面刚架
- 3-4 静定平面桁架
- 3-5 组合结构
- 3-6 三铰拱
- 3-7 静定结构的基本特征

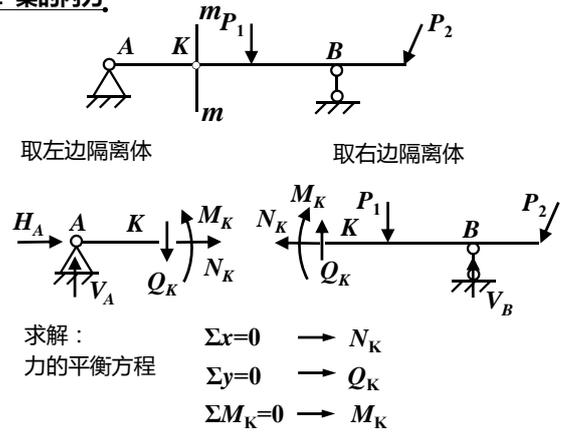


3-1 梁的内力

2. 截面法求平面弯曲梁的内力

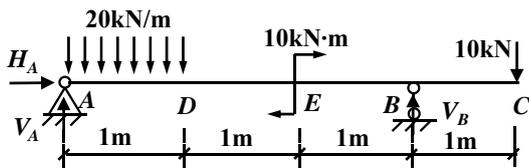


3-1 梁的内力



3-1 梁的内力

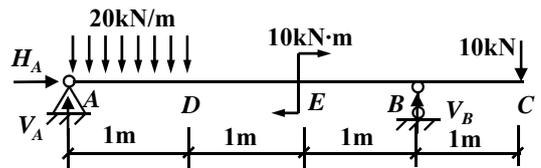
例1：外伸梁如图，求D和B截面的内力。



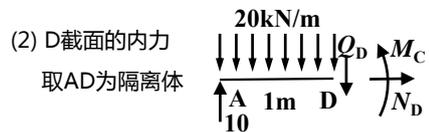
分析：

1. 左边或右边隔离体 都含支座，先求支座反力
2. B截面分左右侧 B点上有力作用，左侧和右侧的隔离体受力不同

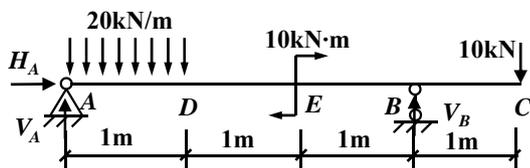
3-1 梁的内力 示例



(1) 支座反力：平衡方程求解

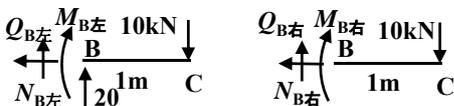


3-1 梁的内力 示例



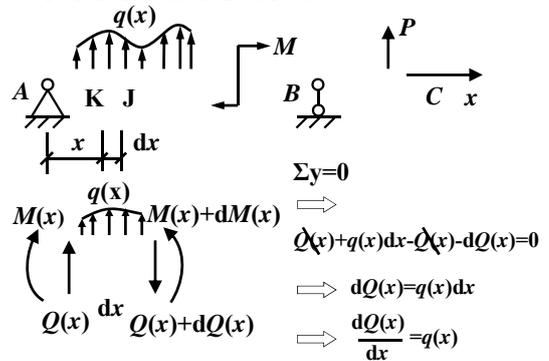
(3) B左和B右截面的内力

- 取B左C为隔离体
- 取B右C为隔离体



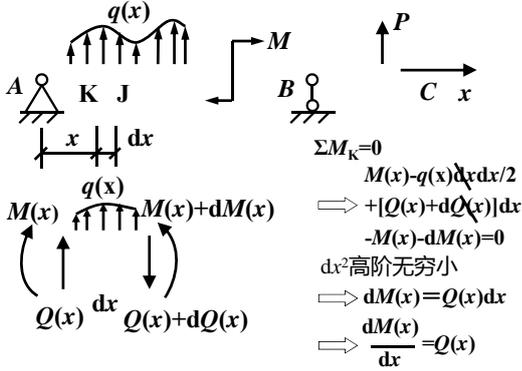
3-1 梁的内力

3. 荷载与内力之间的微分关系



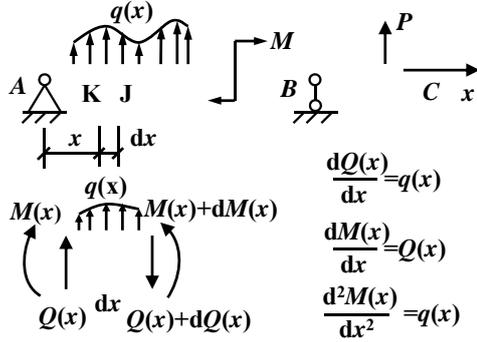
3-1 梁的内力

3. 荷载与内力之间的微分关系



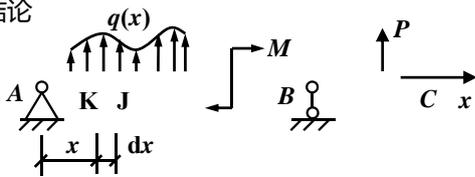
3-1 梁的内力

3. 荷载与内力之间的微分关系



3-1 梁的内力 3. 荷载与内力之间的微分关系

结论

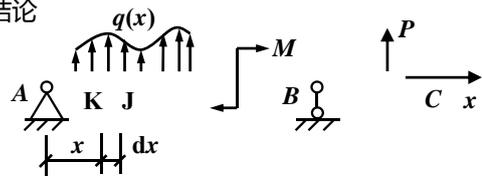


1. 杆件上无荷载  $q(x)=0$

$Q(x)$ 为常数 剪力图为水平直线 一点  
 $M(x)$ 为 $f(x^1)$  弯矩图为斜直线 两点

3-1 梁的内力 3. 荷载与内力之间的微分关系

结论

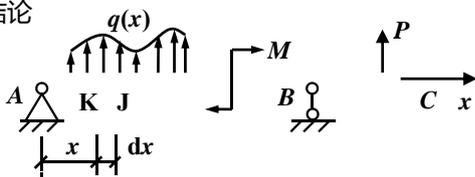


2. 杆件上有分布荷载  $q(x)=\text{常数}$

$Q(x)$ 为 $f(x^1)$  剪力图为斜直线 两点  
 $M(x)$ 为 $f(x^2)$  弯矩图为二次抛物线 三点

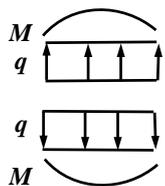
3-1 梁的内力 3. 荷载与内力之间的微分关系

结论



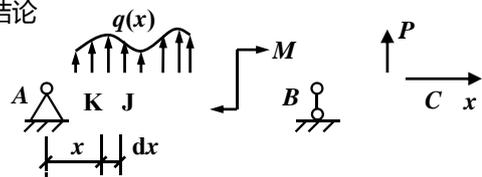
弯矩图为二次抛物线时：

- (1) 分布荷载向上,曲线向上凸
- (2) 分布荷载向下,曲线向下凸



3-1 梁的内力 3. 荷载与内力之间的微分关系

结论

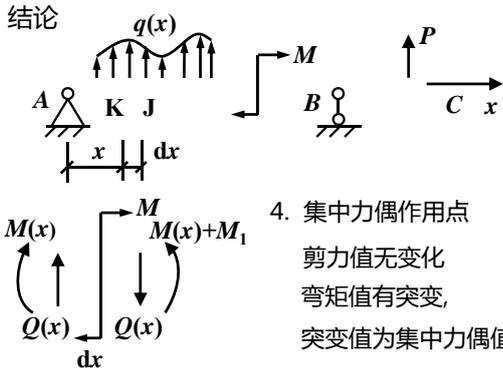


3. 杆件上某一截面的剪力为零  $Q=0$

弯矩图的斜率为零,  
 在这一截面上的弯矩为一极值

3-1 梁的内力 3. 荷载与内力之间的微分关系

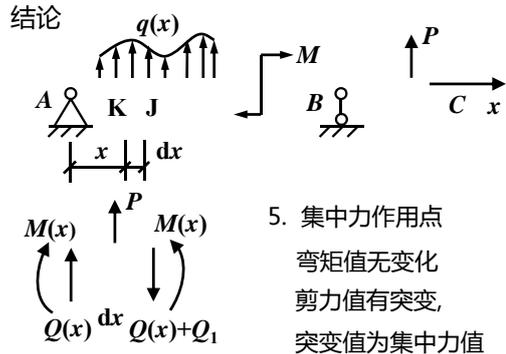
结论



4. 集中力偶作用点  
 剪力值无变化  
 弯矩值有突变,  
 突变值为集中力偶值

3-1 梁的内力 3. 荷载与内力之间的微分关系

结论



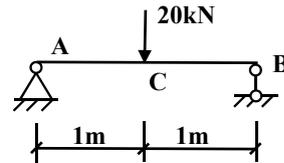
5. 集中力作用点  
 弯矩值无变化  
 剪力值有突变,  
 突变值为集中力值

小结

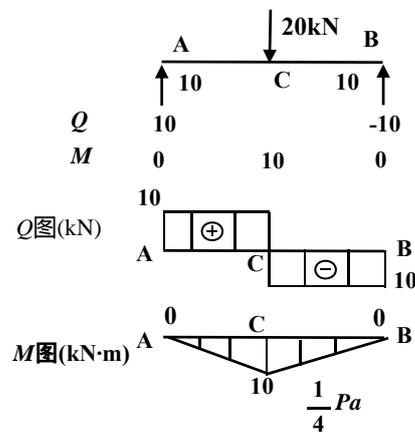
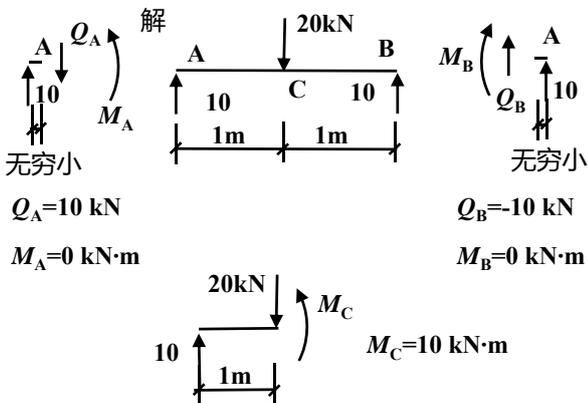
- 杆件上无分布荷载  
 剪力图为水平直线 定一点  
 弯矩图为斜直线 定两点
- 杆件上有分布荷载  
 剪力图为斜直线 定两点  
 弯矩图为二次抛物线 定三点
- 集中力偶作用点  
 剪力值无变化 弯矩值有突变
- 集中力作用点  
 弯矩值无变化 剪力值有突变

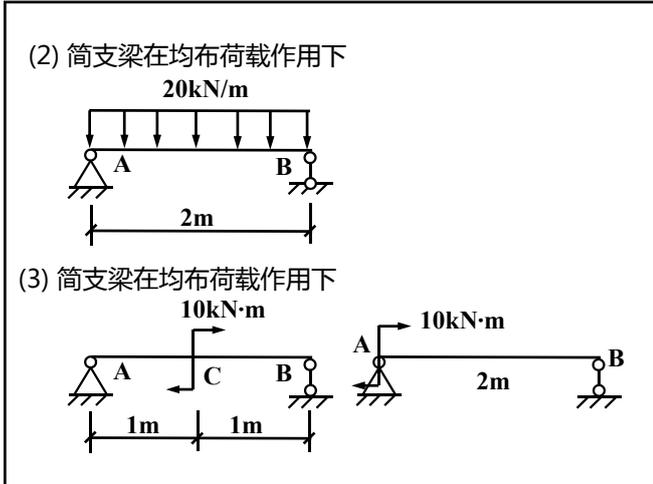
实例

(1) 简支梁在集中荷载作用下



- 分析 a. 先求支座反力  
 b. AC或CB段 无荷载作用 指定截面的内力  
 剪力图: 水平线 (一点)  $Q_A, Q_B$   
 弯矩图: 斜直线 (两点)  $M_A, M_C, M_B$



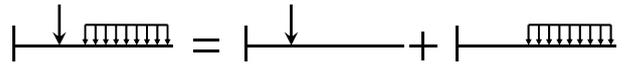


3-1 梁的内力

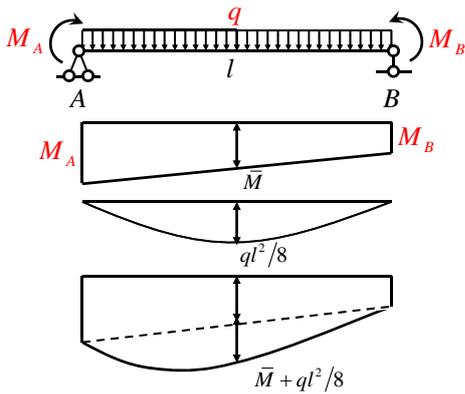
4. 分段叠加法作弯矩图—叠加原理

前提条件：两个线性

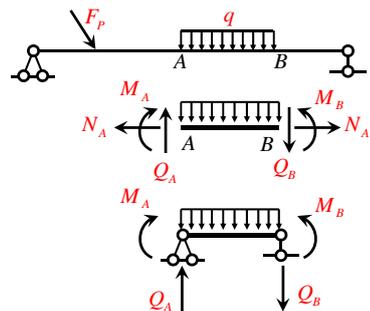
- 几何线性条件——小变形
- 物理线性条件——线弹性



3-1 梁的内力 叠加原理



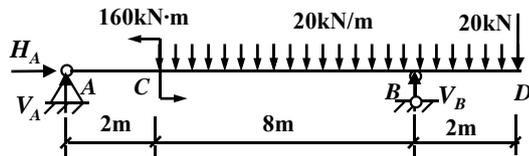
3-1 梁的内力 叠加原理



- 选定外力的不连续点为控制截面；
- 分段画弯矩图。

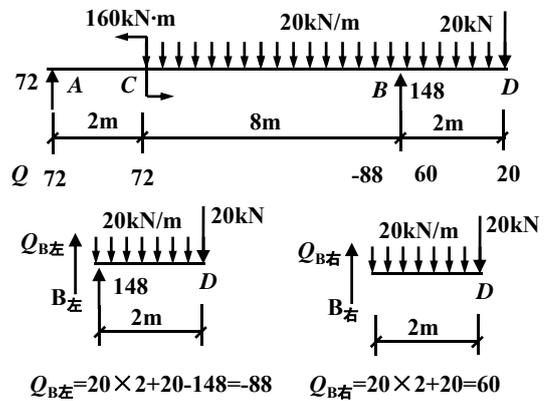
3-1 梁的内力 示例

例：外伸梁，绘此梁的剪力图和弯矩图。

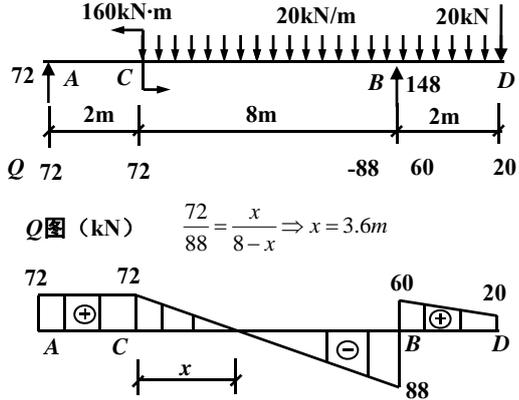


- (1) 求支座反力
- (2) 关键截面内力计算

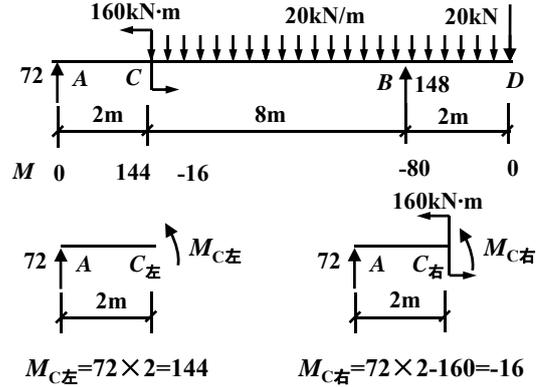
3-1 梁的内力 示例



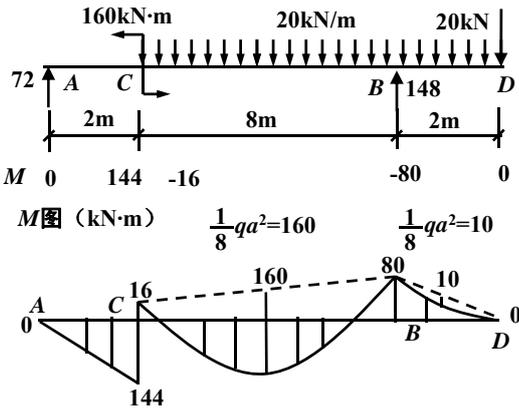
3-1 梁的内力 示例



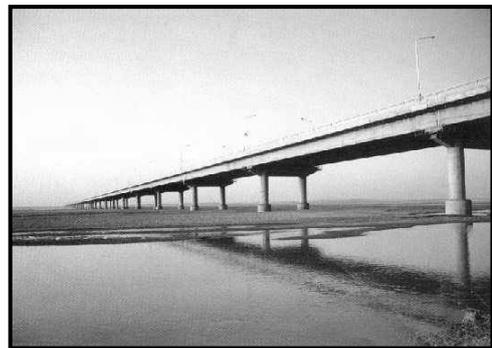
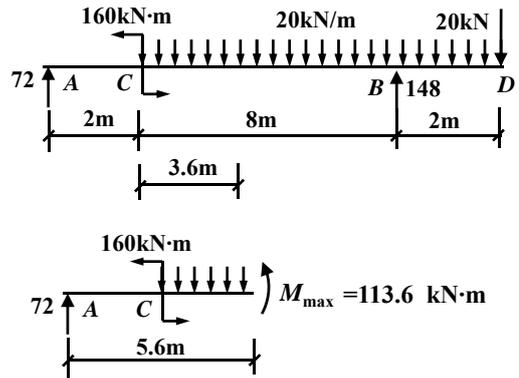
3-1 梁的内力 示例



3-1 梁的内力 示例



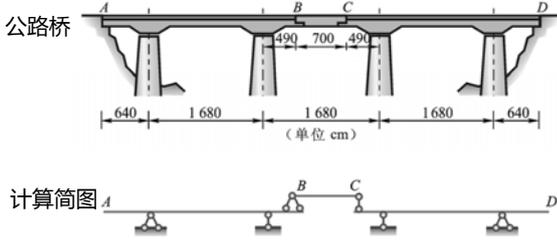
3-1 梁的内力 示例



3-2 静定多跨梁

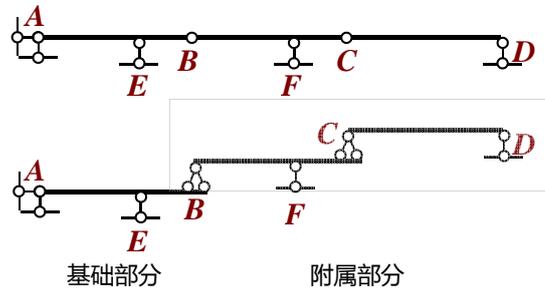
➤ 定义

若干根梁用铰联结，并用若干支座与基础相联结组成的结构。



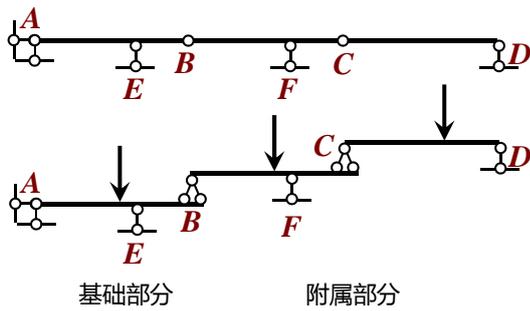
3-2 静定多跨梁

➤ 几何组成分析 先基础，后附属

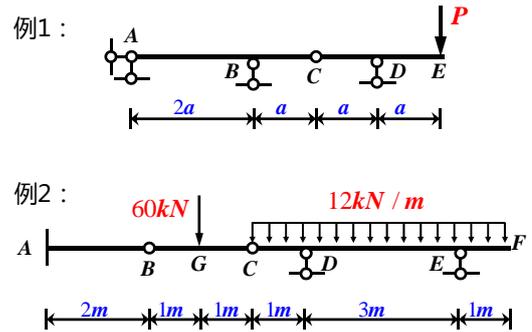


3-2 静定多跨梁

➤ 受力分析 先附属，后基础

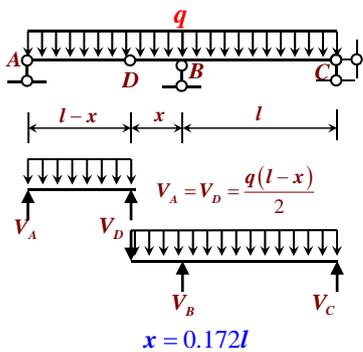


3-2 静定多跨梁 示例



3-2 静定多跨梁 示例

例3：试确定铰D的位置，使梁的正负弯矩峰值相等。



3-2 静定多跨梁

小结

- 基础部分和附属部分
  - 几何分析顺序：先基础后附属
  - 内力计算顺序：先附属后基础
- 内力计算——截面法
- 内力分布比单跨梁合理，但结构形式相对复杂

作业

- 多跨梁：3-5a