



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

钢结构设计原理

梁

梁的抗弯强度

主讲：高伟

目录



在线开放课程

- 一、梁的截面形式和分类
- 二、梁的设计计算内容
- 三、梁的抗弯强度计算



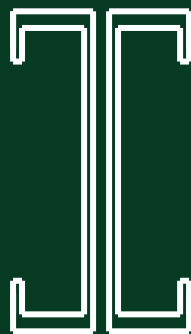
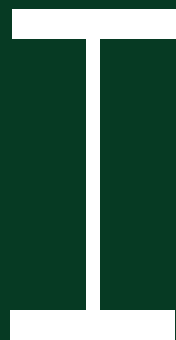
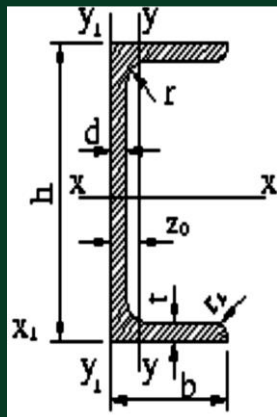
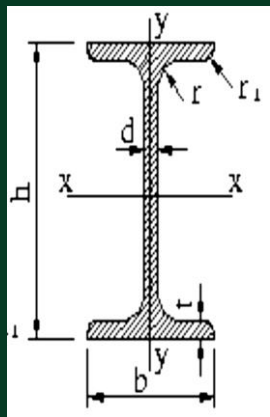
• 一、梁的截面形式和分类

1. 定义：主要用以承受横向荷载的平面结构构件称为受弯构件。

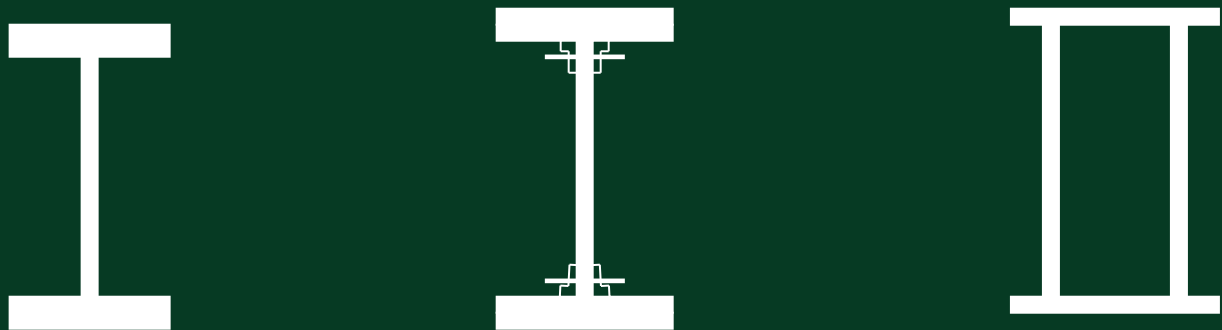
2. 梁的分类

(1) 按制作方法来分

① 型钢梁



②组合梁 由钢板、型钢连接而成



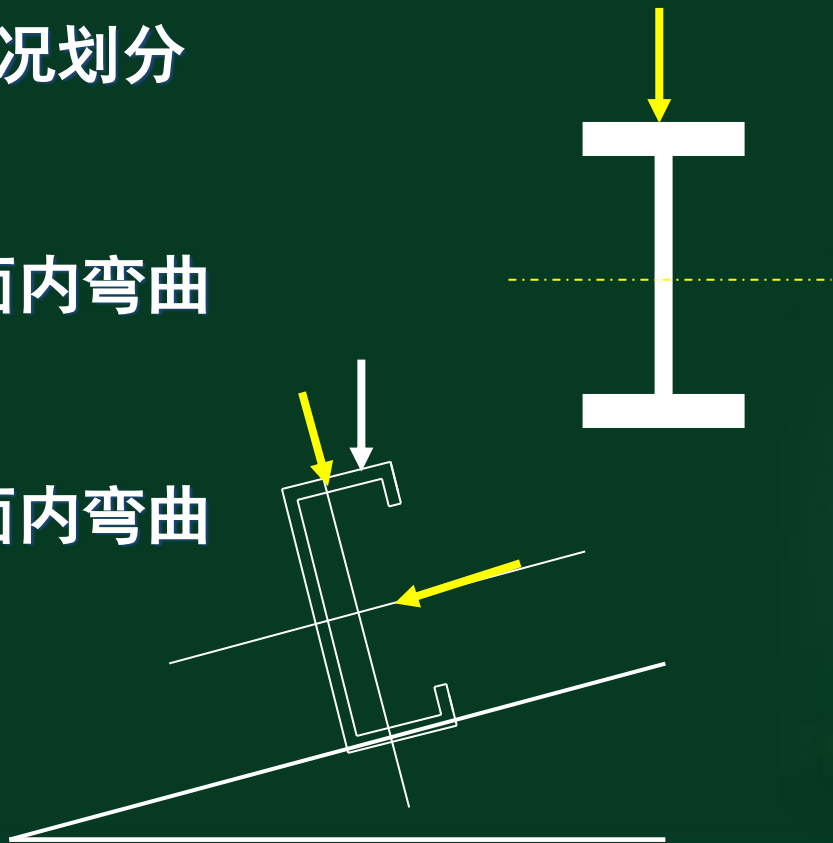
(2) 按弯曲变形状况划分

单向弯曲构件：

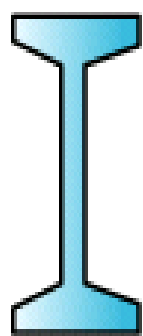
构件在一个主轴平面内弯曲

双向弯曲构件：

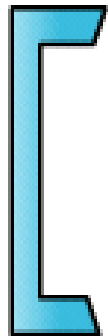
构件在两个主轴平面内弯曲



3. 截面形式



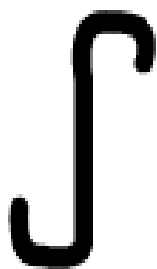
(a)



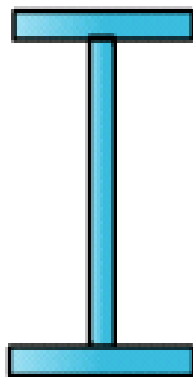
(b)



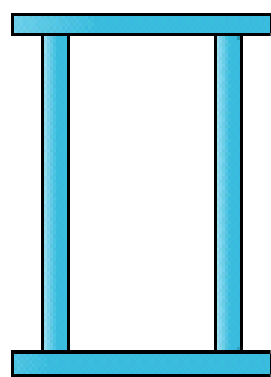
(c)



(d)



(e)



(f)

- (1)中小跨度的梁常采用热轧工字钢和槽钢梁。
- (2)对于荷载和跨度较大时，应采用组合梁。
- (3)对于荷载很大而梁高受限或对梁截面有较大抗扭刚度要求时，可采用箱型截面组合梁。
- (4)檩条和墙架横梁则采用冷弯薄壁型钢梁较为经济。

二、梁的设计计算内容

梁设计中应满足两种极限状态：

承载能力极
限状态

强度 → 抗弯强度、抗剪强度、局部
承压强度、折算应力
稳定性 → 整体稳定性和局部稳定性

正常使用极
限状态

→ 梁的变形 → 刚度计算

疲劳强度计算——当应力循环次数 $\geq 5 \times 10^4$

梁的计算内容还有：

梁截面沿梁跨度方向的改变

翼缘与腹板连接的计算

梁腹板加劲肋的设计

梁的拼接

梁与梁的连接和梁的支座

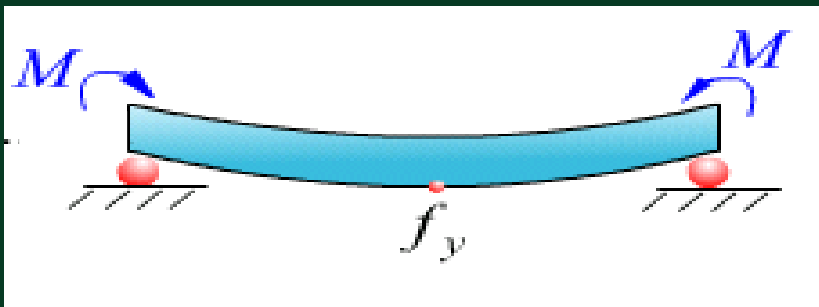
三、梁的强度计算

(一) 梁的抗弯强度 (决定梁的承载力)

1. 弯矩 M 与挠度 δ 之间的关系

(纯弯曲时梁的工作性能)

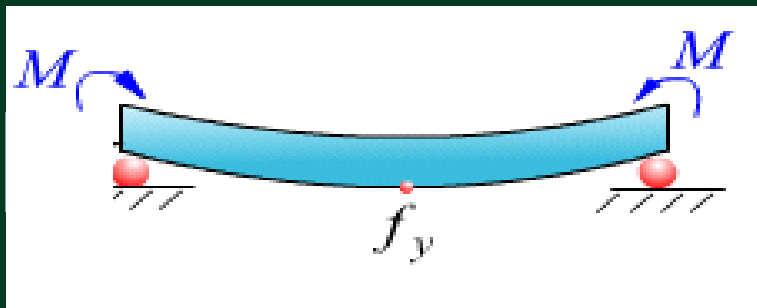
将梁视为理想弹塑性材料



梁在荷载作用下的三个工作阶段

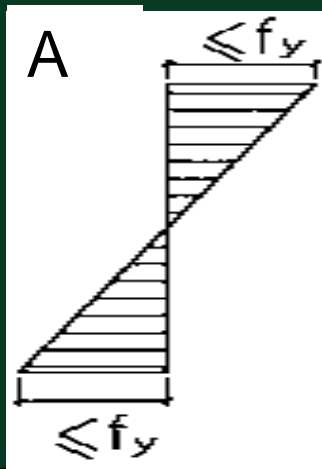
(1)弹性工作阶段:

①**承载力极限状态**:
最外层纤维应力达到
 f_y ，又称为弹性极限
状态。



②**弹性极限弯矩**为弯矩 M_e , 其值为:

$$M_e = W_n f_y$$



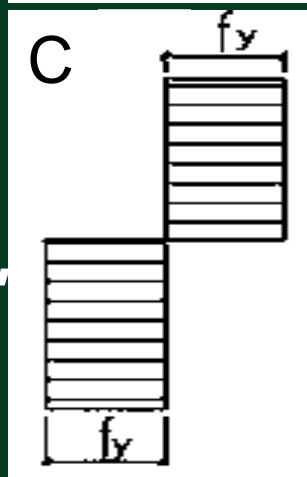
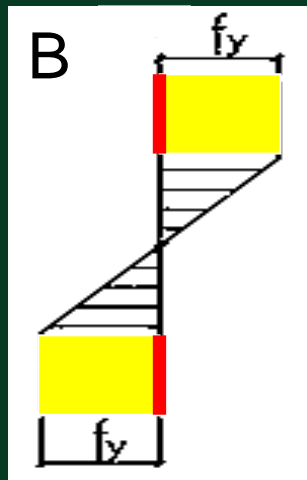
(2)弹塑性工作阶段:

梁截面部分处于弹性, 部分进入塑性。

(3)塑性工作阶段:

弹性区消失, 形成塑性铰。

塑性铰——梁截面全部进入塑性, 正应力均等于屈服点, 变形继续增加, 而弯矩不变, 称结构形成了塑性铰, 此时对应的弯矩为塑性弯矩。



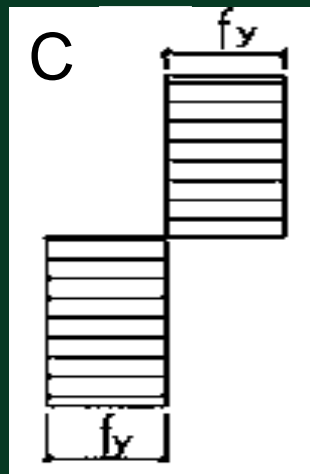
① 塑性极限弯矩

梁截面全部进入塑性，对应的弯矩称为**塑性极限弯矩**。

$$M_p = W_{pn} f_y$$

W_{pn} ---- 塑性净截面抵抗矩；

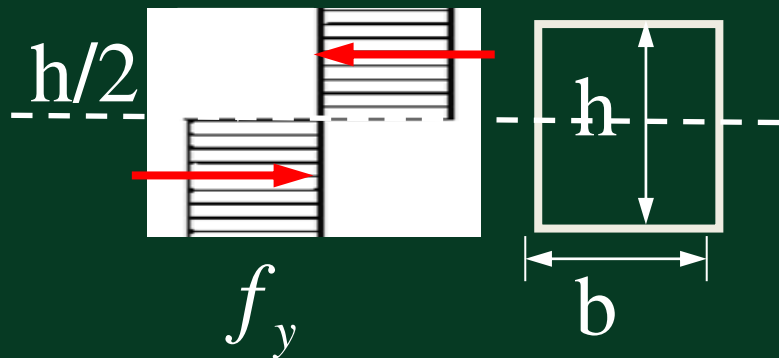
② 关于 W_{pn} 计算



双轴对称矩形：

$$M_p = b \times \frac{h}{2} \times \frac{h}{2} f_y = W_{pn} f_y$$

$$W_{pn} = \frac{bh^2}{4}$$



若为非双轴对称截面时， $W_{pn} = ?$

③截面的形状系数F

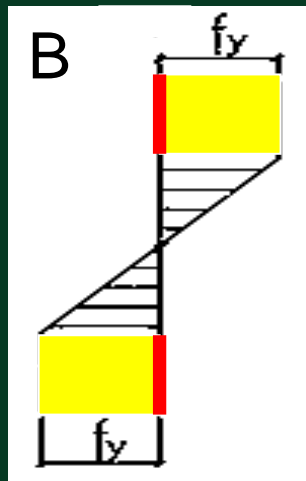
$$F = \frac{M_p}{M_e} = \frac{W_{pnx}}{W_{nx}}$$

对矩形截面, $F = 1.5$; 圆形截面, $F = 1.7$;
圆管截面, $F = 1.27$; 工字形截面(对X轴), F
在1.10和1.17之间

F ——只取决于截面几何形状而与材料的
性质无关的形状系数。

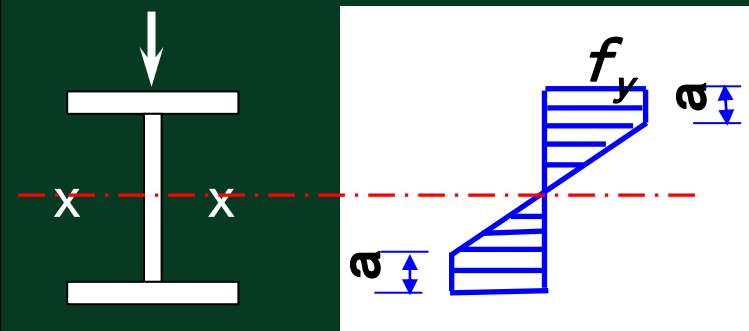
④塑性发展系数 γ_x 、 γ_y

采用塑性极限弯矩设计,可**节省钢材用量**,但实际设计中为了避免过大的非弹性变形,把梁的极限弯矩取在两式之间。GB50017规范考虑**部分发展截面塑性**,用乘以一个小于 F 的塑性发展系数 γ_x 和 γ_y 来实现。



2. 抗弯强度计算公式

梁设计时只是有限制地利用截面的塑性，如工字形截面塑性发展深度取 $a \leq h/8$ 。



(1) 单向弯曲梁

$$\frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} \leq f$$

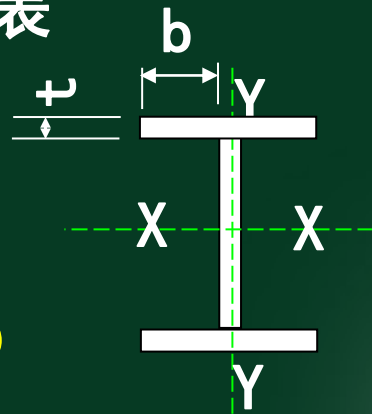
式中：

γ_x, γ_y —— 截面塑性发展系数见附表

➤ 当翼缘外伸宽度 b 与其厚度 t 之比满足：

$$13 \sqrt{\frac{235}{f_y}} < \frac{b}{t} \leq 15 \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad \text{时, } \gamma_x = 1.0$$

f_y 钢材屈服点，不分厚度一律取为牌号后的数值，即Q235取235N/mm²； Q345取345N/mm²



➤ 需要计算疲劳强度的梁： $\gamma_x = \gamma_y = 1.0$

3. 当梁的抗弯强度不够时，应采取何措施？

应增大梁的截面尺寸，增加梁高最有效。

小结:

1. 梁的设计计算内容
2. 梁的强度计算之抗弯强度计算
 - (1) 基本概念: 塑性铰、形状系数、
塑性发展系数
 - (2) 计算公式及条件
 - (3) 不满足时的处理措施