

第9章 弯曲应力

目录

CONTENTS

- ▲ 9.1 纯弯曲
- ▲ 9.2 弯曲正应力的强度条件及其应用
- ▲ 9.3 提高梁弯曲强度的一些措施

9.3 提高梁弯曲强度的一些措施

弯曲正应力是控制梁的主要因素。

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma]$$

调整 σ_{\max} 尽可能小，两大途径：

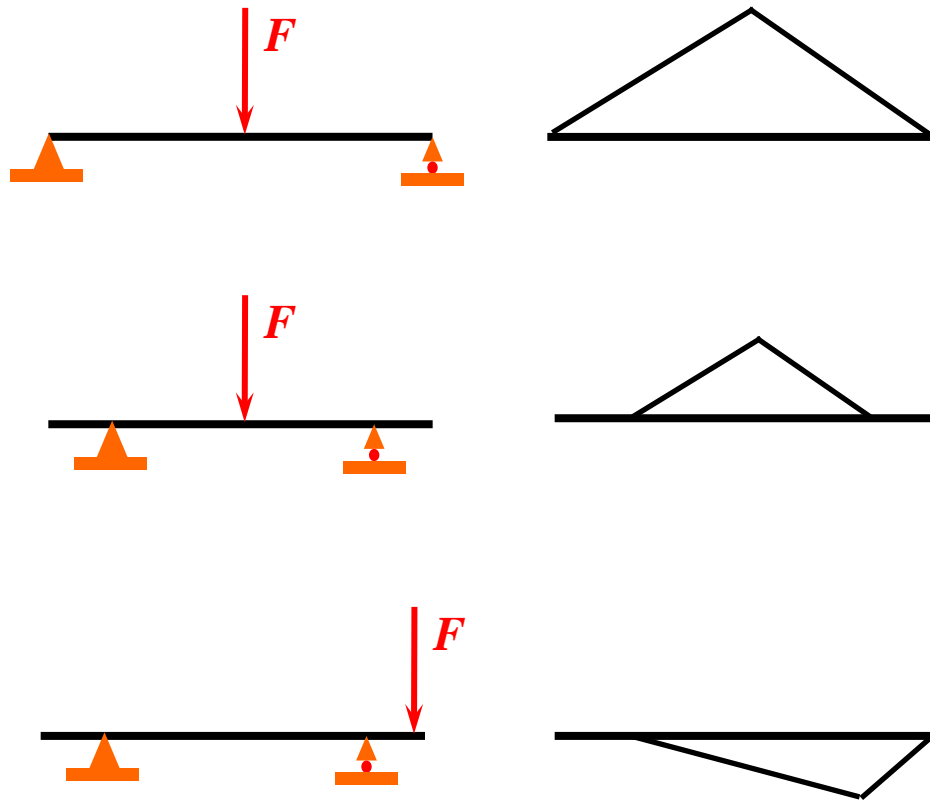
1. 降低 M_{\max}
2. 增大 W

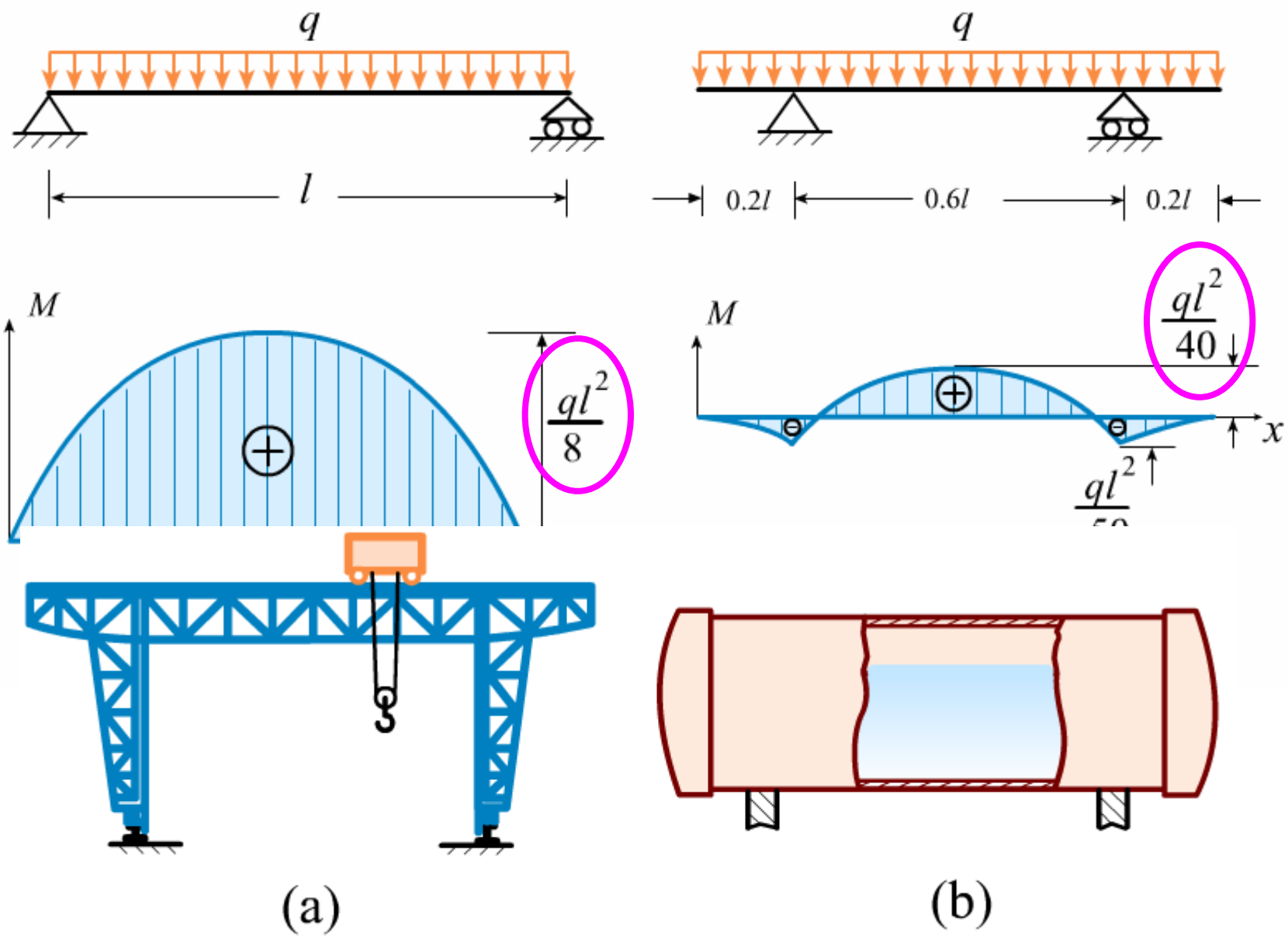
1. 降低 M_{\max} $\left\{ \begin{array}{l} \text{合理布置支座} \\ \text{合理布置载荷} \end{array} \right.$

合理布置支座

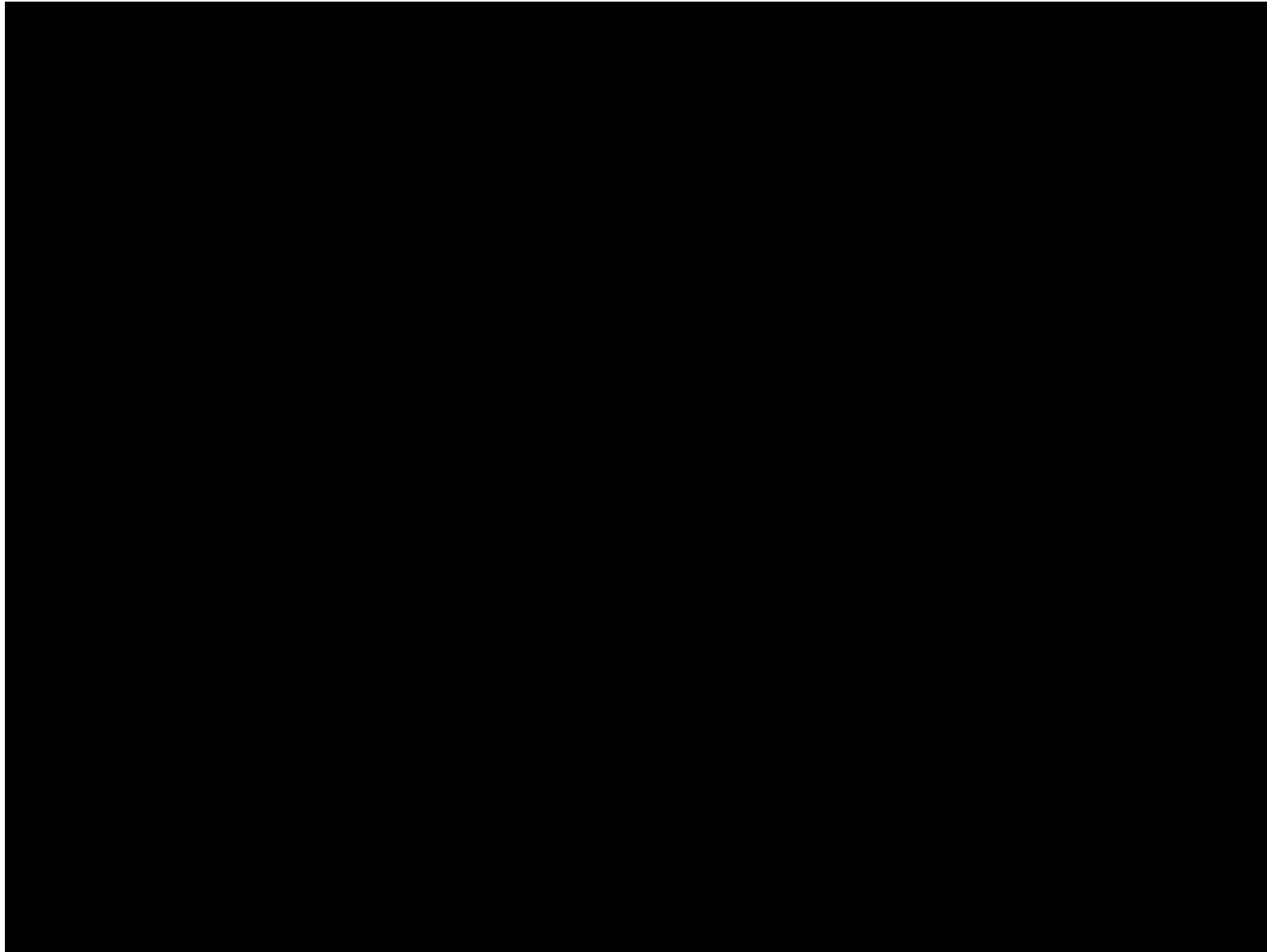


门式起重机

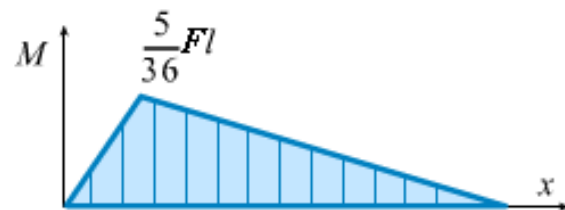
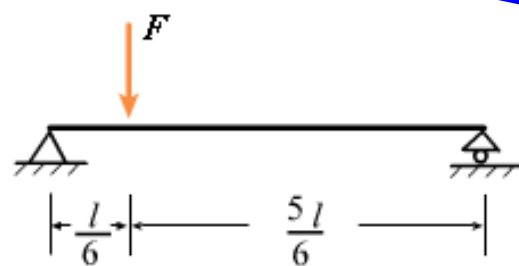
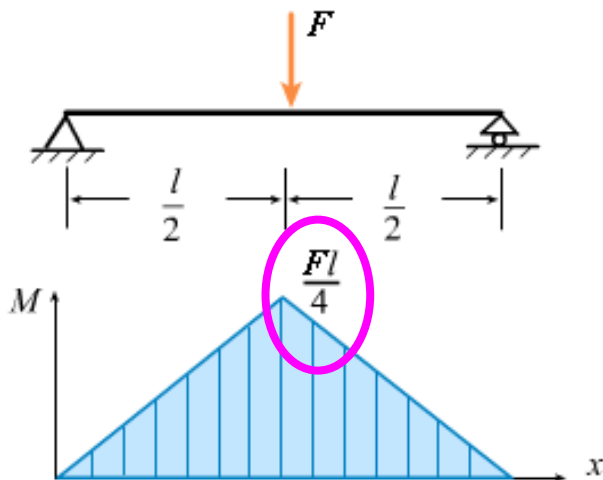
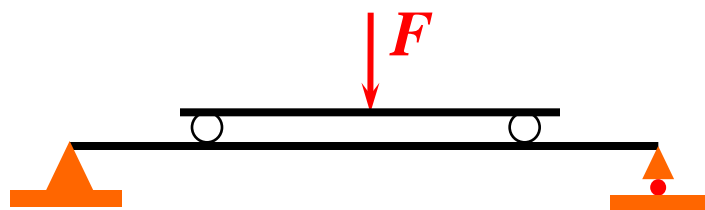




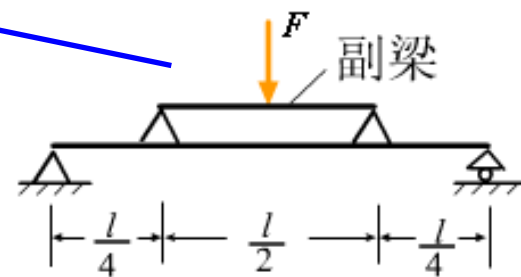
减小最大弯矩的工程实例



合理布置載荷



(b)



(c)

改变加载的位置或
加载方式以减小最大弯矩

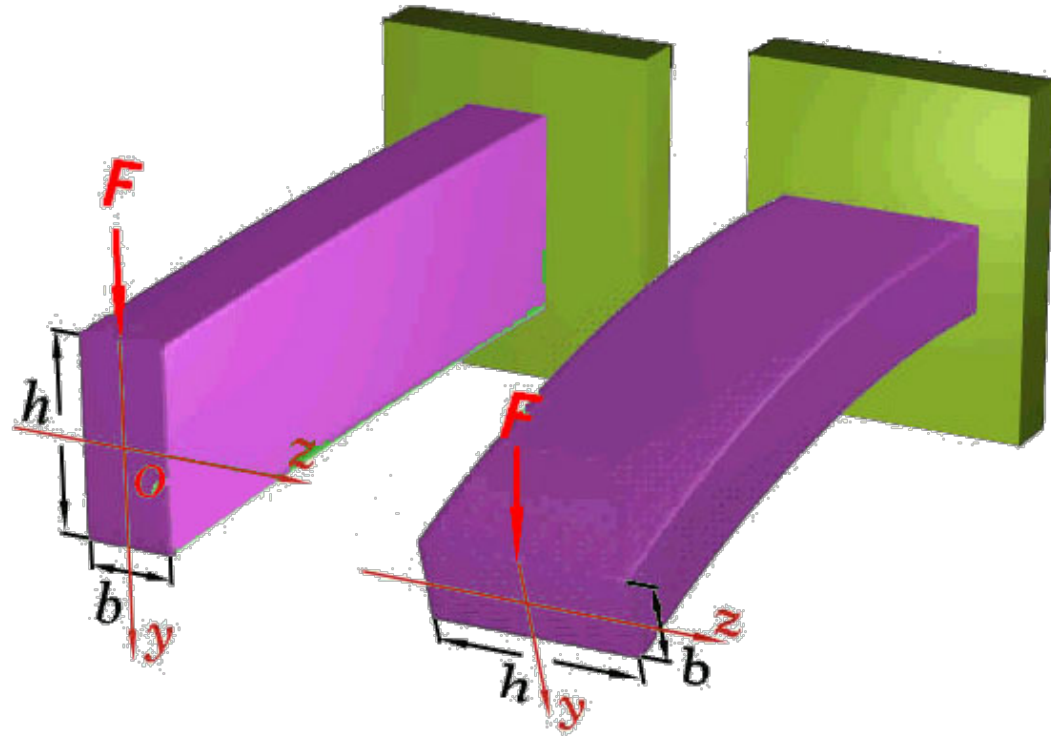
$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma]$$

调整 σ_{\max} 尽可能小，两大途径：

1. 降低 M_{\max}
2. 增大 W $\left\{ \begin{array}{l} \text{合理放置截面} \\ \text{合理设计截面} \end{array} \right.$

合理放置截面

在面积相等的情况下，选择大的抗弯截面系数



$$W_{z左} = \frac{bh^2}{6}$$

$$W_{z右} = \frac{hb^2}{6}$$

竖放时（左），抗弯截面系数大，承载能力强，不易弯曲；
平放时（右），抗弯截面系数小，承载能力差，易弯曲。

房屋等建筑物中的矩形截面梁，一般都是竖放。

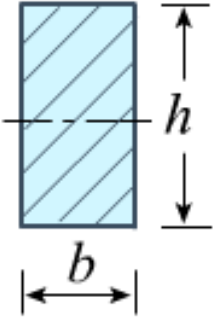
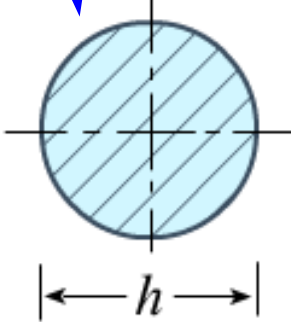
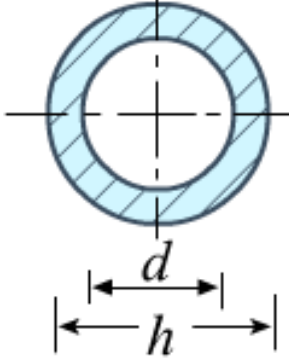
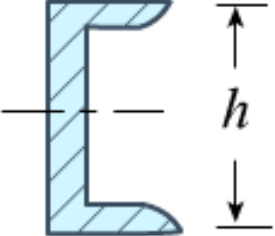
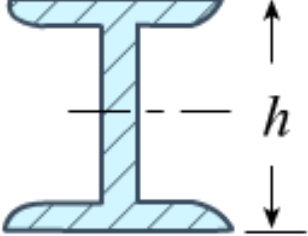
合理设计截面 用比值 $\frac{W_z}{A}$ 来衡量截面形状的合理性和经济性。

比值越大，越经济合理

$$\frac{W}{A} = \frac{bh^2}{6bh} = \frac{1}{6}h$$

$$\frac{W}{A} = \frac{\frac{\pi d^3}{32}}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{1}{8}d$$

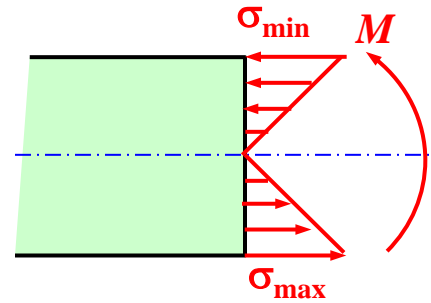
常见截面的W/A值

矩形	圆形	环形	槽钢	工字钢
		 <p>内径 $d=0.8h$</p>		
$0.167h$	$0.125h$	$0.205h$	$(0.27-0.31)h$	$(0.29-0.31)h$

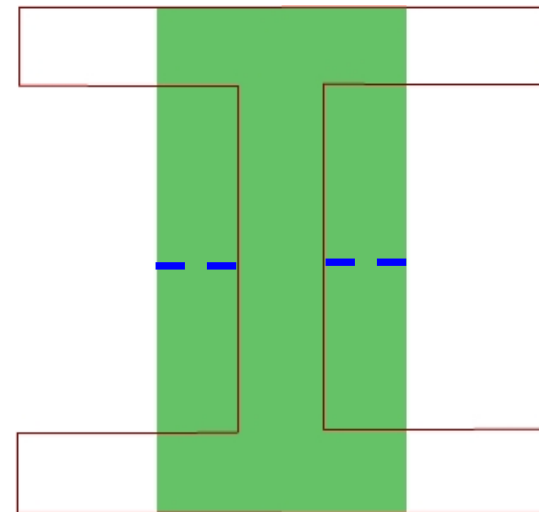
工字形、槽形截面比矩形截面合理，矩形截面比圆形截面合理

因为弯曲正应力沿截面高度线性分布，中性轴附近的应力较小，该处的材料不能充分发挥作用，将这些材料移置到离中性轴较远处，则可使它们得到充分利用，形成“合理截面”。

$$\sigma = \frac{My}{I_z}$$

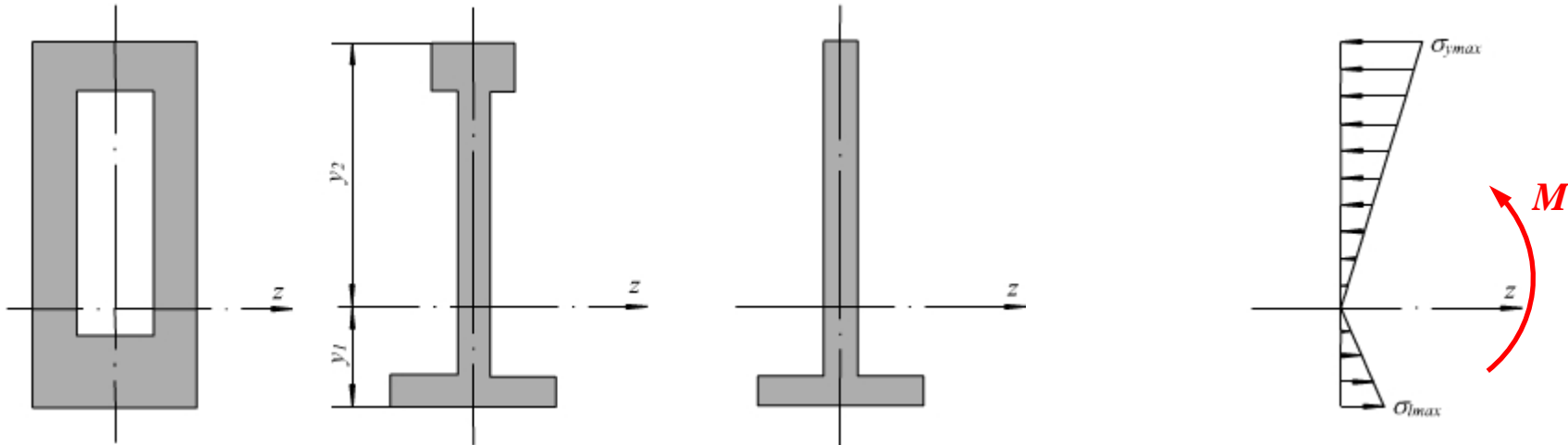


对于矩形截面，则可将中性轴附近的材料移置到上、下边缘处而形成工字形截面。



对于脆性材料（因抗拉强度小于抗压强度），宜采用中性轴偏向受拉一侧的截面形状。（缩短受拉的最大距离 y_{max} ）

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max} y_{\max}}{I_z}$$



3、采用变截面梁

对于**等截面梁**来说，一般只有在弯矩最大值的截面，最大应力才有可能接近许用应力。而其余位置截面弯矩较小，应力也较低，材料没有充分利用。

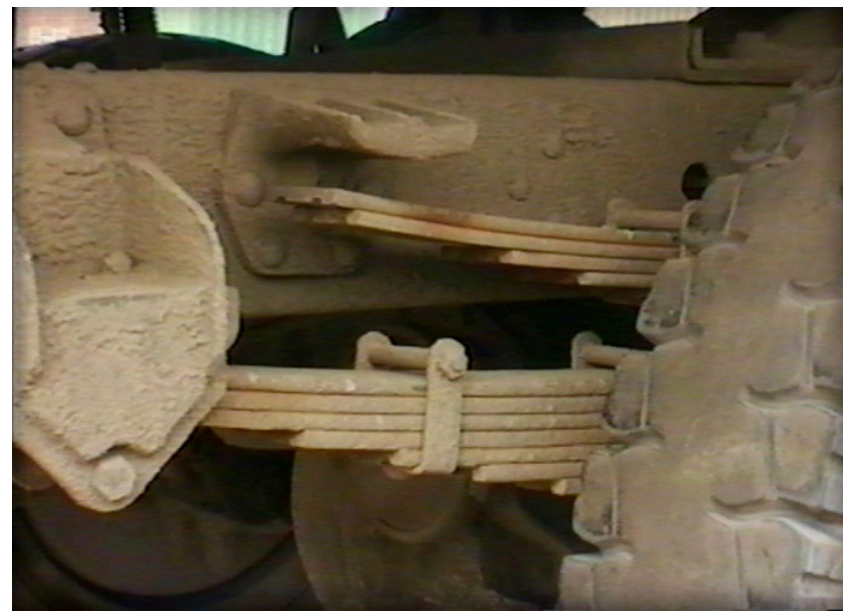
为节约材料，减轻自重，可改变截面尺寸，在弯矩较大位置采用较大截面，而在弯矩较小位置采用较小截面。

等强度梁 ——各截面最大正应力都等于许用应力

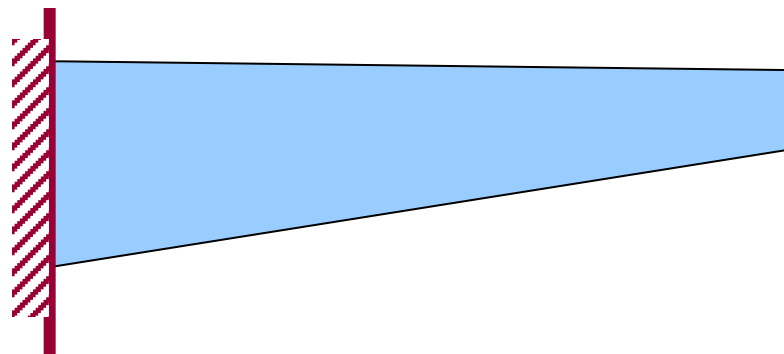
$$\sigma_{\max} = \frac{M(x)}{W(x)} = [\sigma] \qquad W(x) = \frac{M(x)}{[\sigma]}$$

由上式，可根据弯矩变化规律来确定等强度梁的截面变化规律。

变截面梁（阶梯轴）

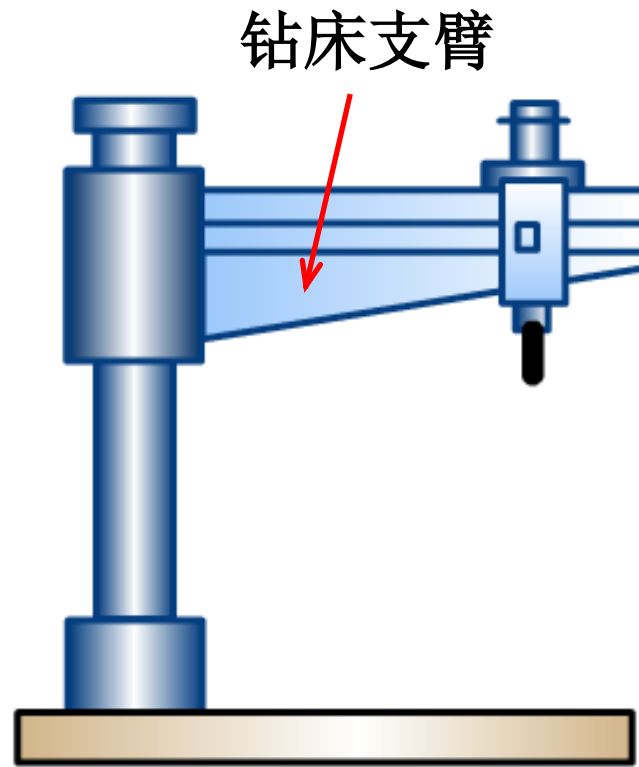


叠板弹簧





(b)



(c)

变截面梁的工程实例

本讲小结

- ▲ 9.1 纯弯曲
- ▲ 9.2 弯曲正应力的强度条件及其应用
- ▲ 9.3 提高梁弯曲强度的一些措施