在理解中应用 在应用中深化

——剪应力公式应用与剪应力分析方法应用中的释疑解惑

问题——薄壁截面杆弯曲时横截面上剪应力流如何确定？

这一问题涉及到剪应力分析方法的应用和剪应力公式的应用。

一、弯曲剪应力公式应用中的难点：

应用弯曲剪应力公式

$$\tau=\frac{F_{\mathrm{Q}}S_z^*\left(A^*\right)}{\delta I_z}$$

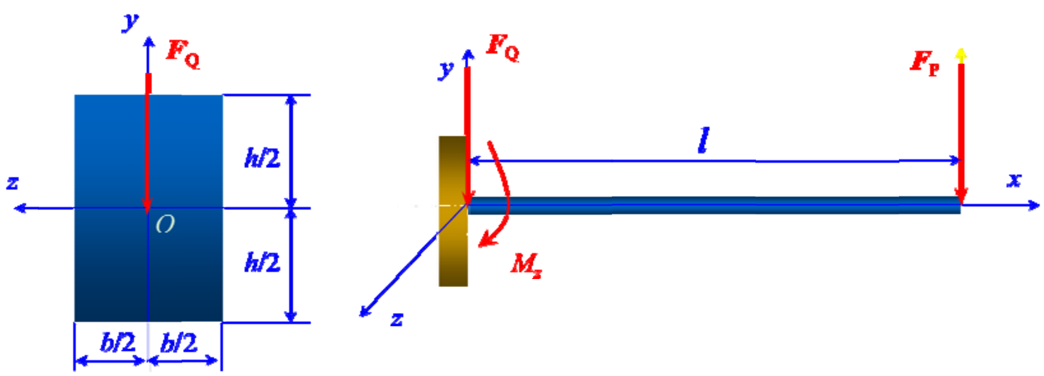
其中的截面厚度 δ 为已知；剪力 F_{Q} 由截面法或力系简化方法确定；横截面对于中性轴的惯性矩 I_z 也不难计算；难点是面积 A^* 对于中性轴的静矩 $S_z^*\left(A^*\right)$。

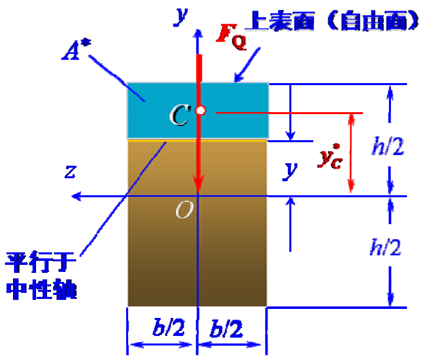
化解这一难点的关键在于微段局部的选取以及所选取的微段局部的横截面面积 A^* 的确定。为此需要注意两点：

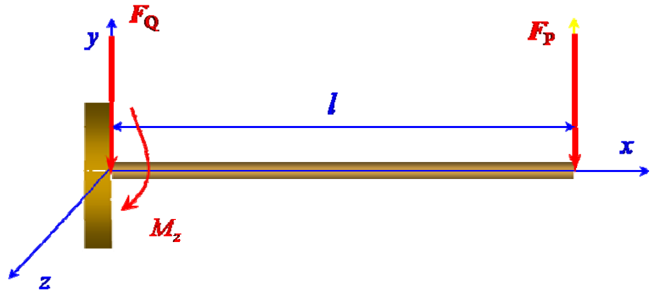
1.所选取的微段局部上的自由表面；

2.过横截面上所要求剪应力作用点作平行于中性轴的平行线；

上述二者之间的面积即为公式中的 A^*；将 A^* 的面积乘以其形心到中性轴的距离得到所需要的静矩 $S_z^*\left(A^*\right)$。







$$y_C^*=\frac{1}{2}\left(\frac{h}{2}-y\right)+y=\frac{1}{2}\left(\frac{h}{2}+y\right)$$

$$S_z^*\left(A^*\right)=A^*\times y_C^*=\left(b\times\left(\frac{h}{2}-y\right)\right)\times y_C^*=\left(b\times\left(\frac{h}{2}-y\right)\right)\times\frac{1}{2}\left(\frac{h}{2}+y\right)=\frac{b}{2}\left[\left(\frac{h}{2}\right)^2-y^2\right]$$

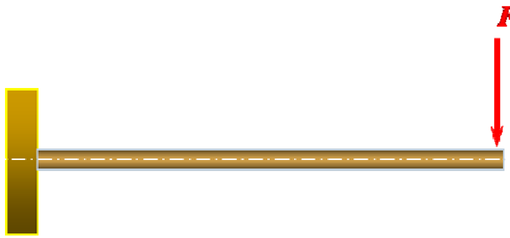
$$I_z=\frac{bh^3}{12}$$

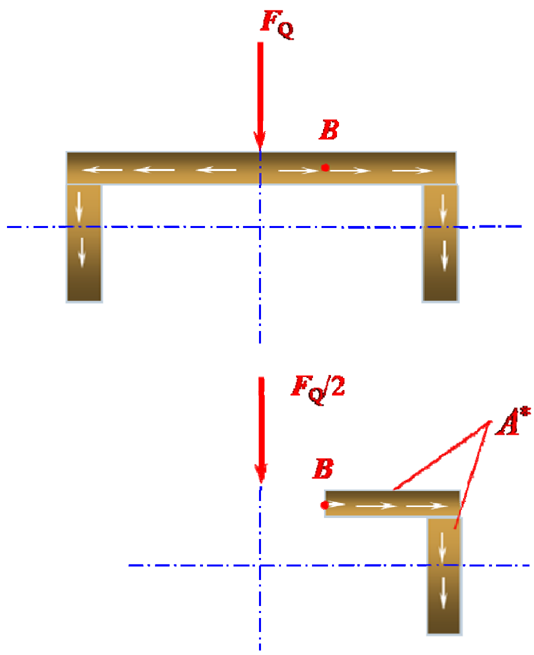
二、与剪力方向不一致的剪应力（例如水平剪应力）怎样确定：

1. 依然是从没有作用力的自由面开始从 dx 微段上截取微段局部；

2. 截取微段时，从横截面上所要求剪应力点处，不是作平行于中性轴的直线，而是作垂直于横截面边界线的直线；

3. 应用弯曲剪应力公式的要点与上述“一”中所述完全相同。

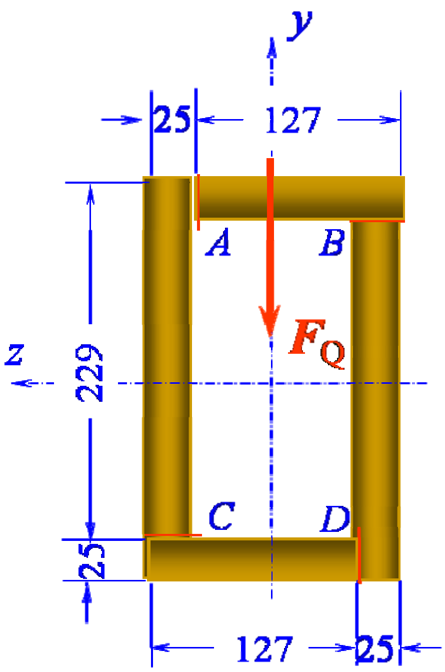


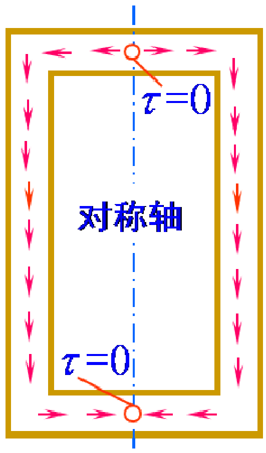


三、对于闭合薄壁截面，弯曲剪应力如何确定：

应用“直接”与“间接”的转换关系，寻找纵向对称面，根据对称与反对称分析，对称的纵向面上的剪应力为零。因此，根据剪应力互等定理，横截面上与纵向对称面交界处的剪应力等于零。由此截取微段局部，应用弯曲剪应力公式即可计算弯曲剪应力。

微段截取与应用公式的注意事项与上述完全相同。





四、横截面上的剪应力流如何确定：

1. 首先根据剪力与剪应力的关系，确定横截面与剪力方向相同的剪应力；
2. 然后按照上述“二”中所介绍的确定与剪力方向不一致的剪应力方向；
3. 如果需要同样可以应用上述“二”中所介绍的方法计算剪应力的数值。