

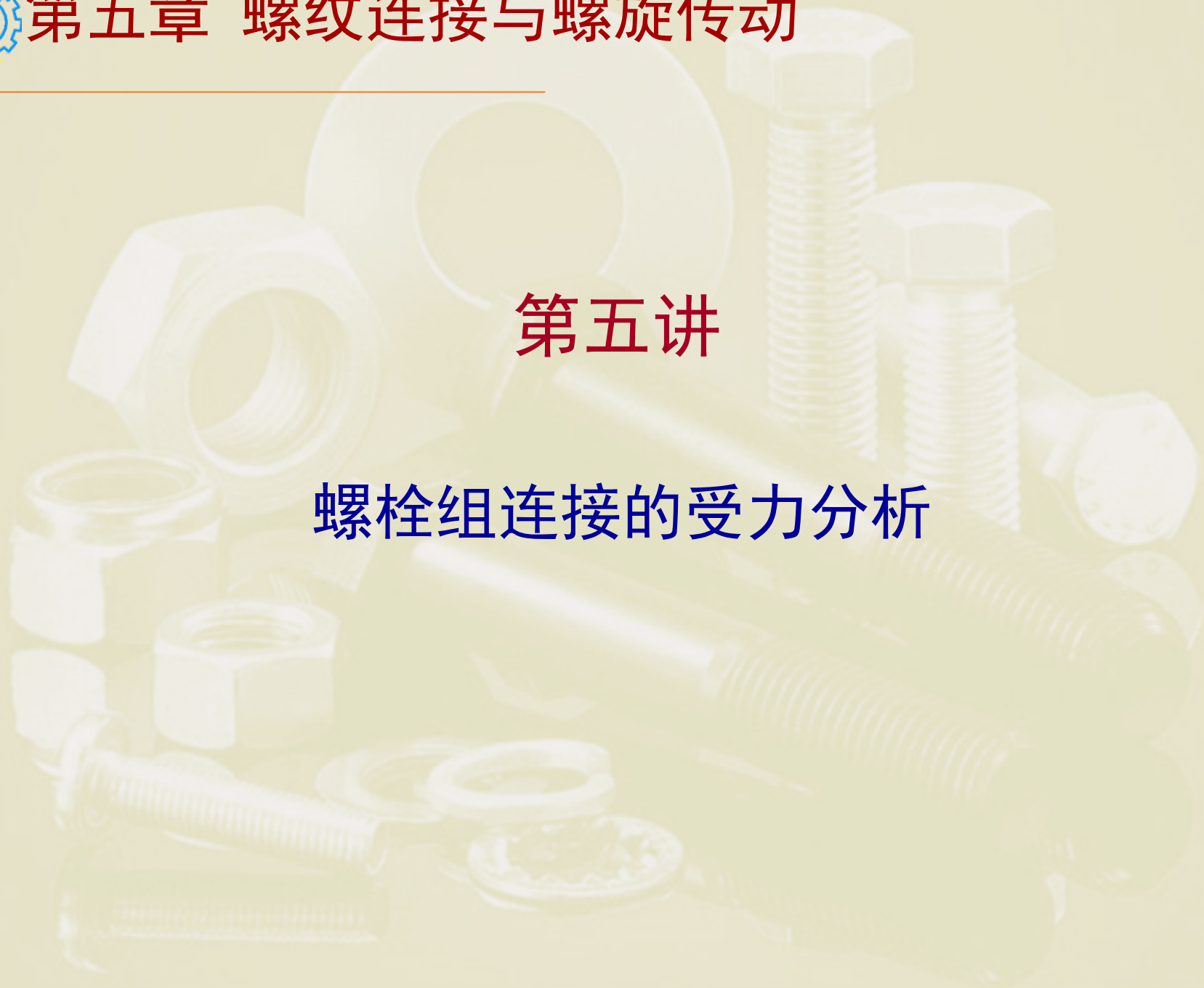


# 第五章 螺纹连接与螺旋传动

起始页

## 第五讲

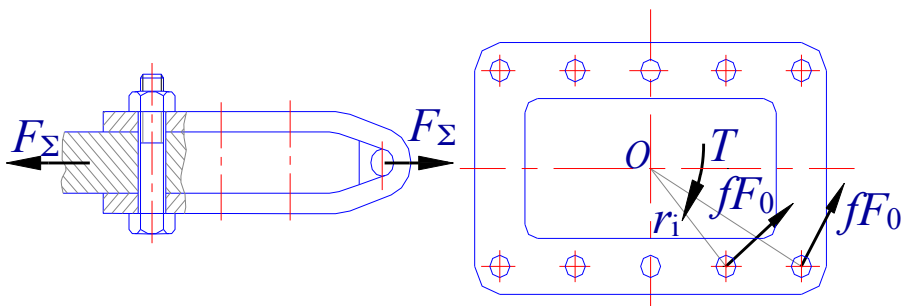
### 螺栓组连接的受力分析



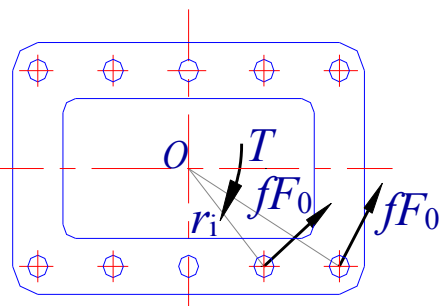


# 第五讲 螺栓组连接的受力分析

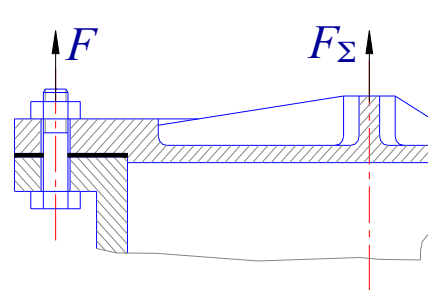
- 受力分析的目的：根据连接的结构和受载情况，求出受力最大的螺栓及其所受的力，以便进行螺栓连接的强度计算。
- 受力分析时所作的假设：
  - 所有螺栓的材料、直径、长度和预紧力均相同；
  - 螺栓组的对称中心与连接接合面的形心重合；
  - 受载后连接接合面仍保持为平面。
- 受力分析的类型：



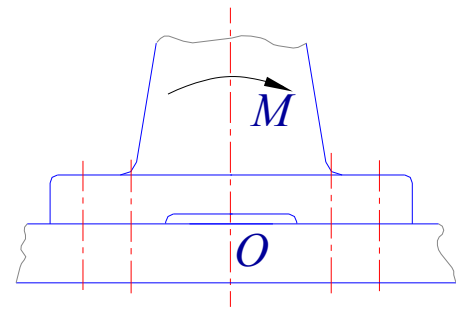
受横向载荷



受转矩



受轴向载荷



受倾覆力矩



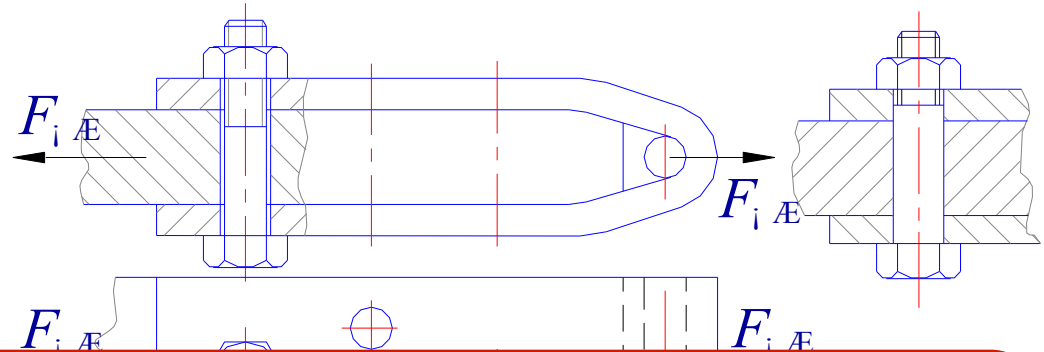


# 第五讲 螺栓组连接的受力分析

图示为由四个螺栓组成的受横向载荷的螺栓组连接。

(1) 对于铰制孔用螺栓连接（图b），每个螺栓所受工作剪力为：

$$F = \frac{F_{\Sigma}}{4}$$



问题：

在受横向载荷的螺栓组联接中，什么情况下宜采用铰制孔用螺栓？

大摩擦力必须大于或等于横向载荷的要求，有：

$$fF_0zi \geq K_S F_{\Sigma} \quad \text{或} \quad F_0 \geq \frac{K_S F_{\Sigma}}{fzi}$$

式中， $K_S$ 为防滑系数，设计中可取 $K_S=1.1\sim 1.3$ 。

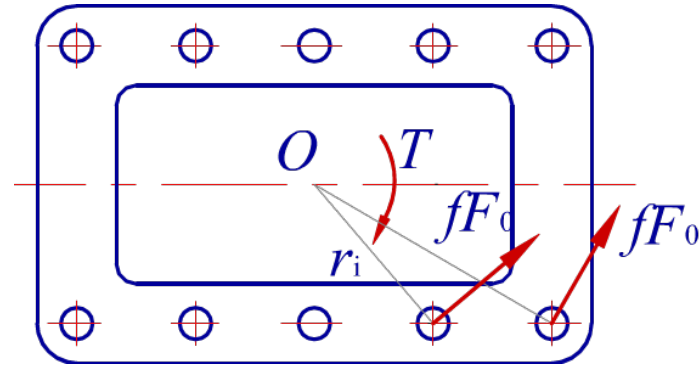




# 第五讲 螺栓组连接的受力分析

采用普通螺栓和铰制孔用螺栓组成的螺栓组受转矩时的受力情况是不同的。

采用普通螺栓，是靠连接预紧后在接合面间产生的摩擦力矩来抵抗转矩 $T$ 。



受转矩的螺栓组连接

假设各螺栓的预紧程度相同，各螺栓连接处产生的摩擦力相等且集中作用在螺栓中心处。

根据作用在底板上的力矩平衡和连接强度的条件，有：

$$F_0 f r_1 + F_0 f r_2 + \cdots + F_0 f r_z \geq K_s T$$

$$F_0 \geq \frac{K_s T}{f \sum_{i=1}^z r_i}$$

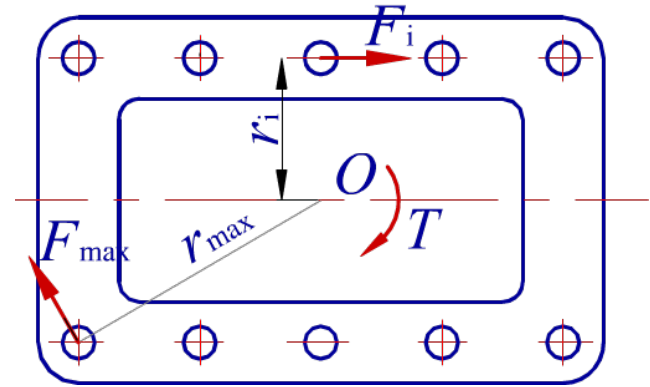




# 第五讲 螺栓组连接的受力分析

采用铰制孔用螺栓，是靠螺栓的剪切和螺栓与孔壁的挤压作用来抵抗转矩  $T$ 。

假设底板为刚体，受载后接合面仍保持为平面，则各螺栓的剪切变形量与该螺栓轴线到螺栓组对称中心  $O$  的距离成正比。



受转矩的螺栓组连接

若各螺栓的剪切刚度相同，则螺栓的剪切变形量越大，其所

问题：

受转矩作用的螺栓组连接，其螺栓一定受剪切作用吗？

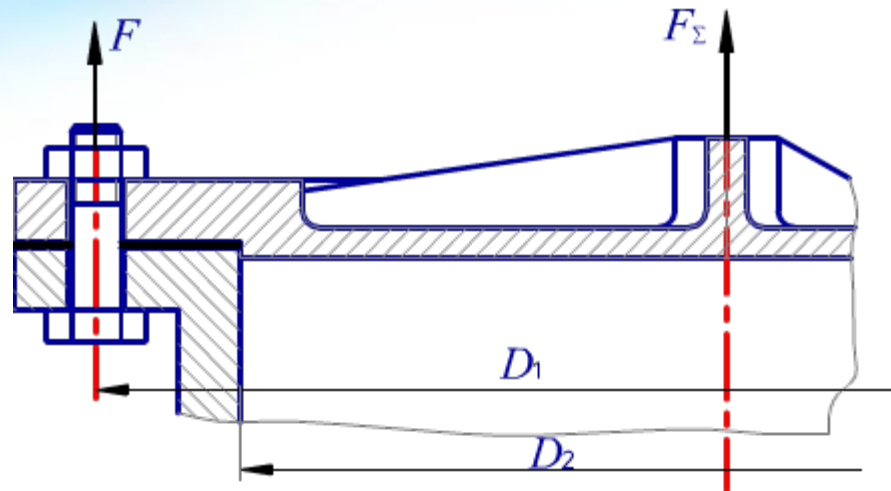
根据作用在底板上的力矩平衡条件，有：
$$\sum_{i=1}^z F_i r_i = T$$

受力最大的螺栓的工作剪力  $F_{\max}$  为：
$$F_{\max} = \frac{T r_{\max}}{\sum_{i=1}^z r_i^2}$$





# 第五讲 螺栓组连接的受力分析



受轴向载荷的螺栓组连接

若作用在螺栓组上轴向总载荷 $F_{\Sigma}$ 作用线与螺栓轴线平行，并通过螺栓组的对称中心，则各个螺栓受载相同，每个螺栓所受轴向工作载荷为：

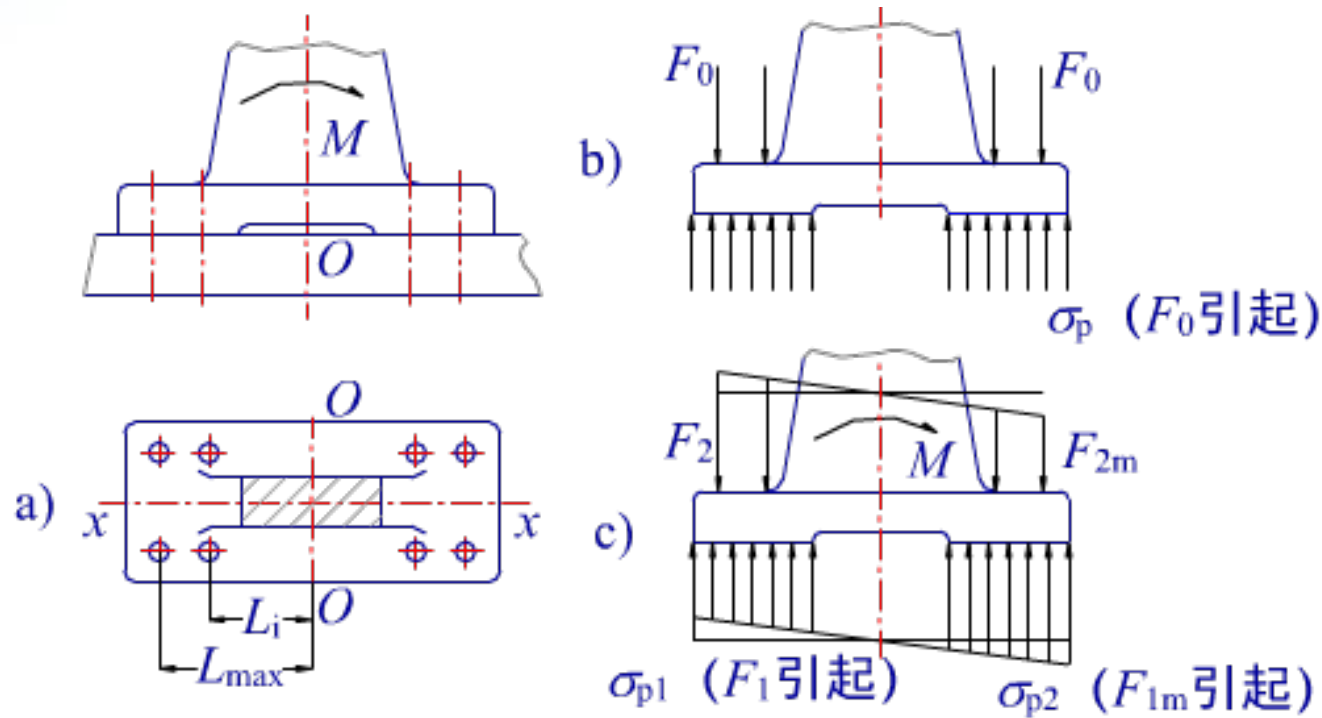
$$F = \frac{F_{\Sigma}}{z}$$





# 第五讲 螺栓组连接的受力分析

倾覆力矩 $M$ 作用在连接接合面的一个对称面内，底板在承受倾覆力矩之前，螺栓已拧紧并承受预紧力 $F_0$ ，这时地基受压。



当底板受到倾覆力矩作用后：

在轴线 $O-O$ 左侧，地基被放松，螺栓被进一步拉伸；

在轴线 $O-O$ 右侧，螺栓被放松，地基被进一步压缩。

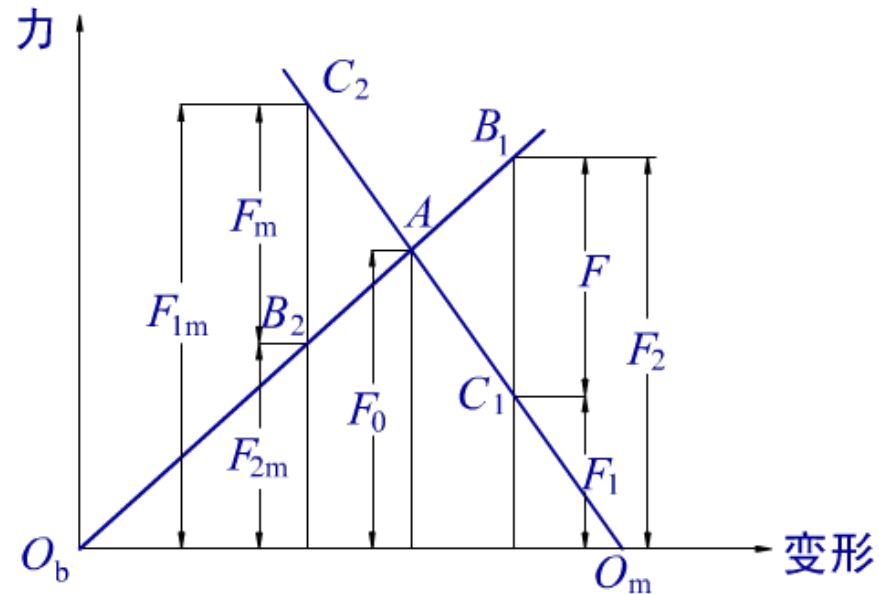




# 第五讲 螺栓组连接的受力分析

受倾覆力矩的底板螺栓组连接的受力过程可用右图表示。

在倾覆力矩作用前，螺栓和地基的工作点都处于点 $A$ 。



底板受倾覆力矩后，在轴线  $O-O$  左侧，螺栓与地基的工作点分别移至 $B_1$ 和 $C_1$ ，两者作用在底板上的合力为 $F$ 。

在轴线 $O-O$ 右侧，螺栓与地基的工作点分别移至 $B_2$ 和 $C_2$ ，两者作用在底板上的合力为  $F_m$ 。





## 第五讲 螺栓组连接的受力分析

作用在底板两侧的合力矩与倾覆力矩 $M$ 平衡，即：

$$M = \sum_{i=1}^z F_i L_i$$

假设底板在工作载荷作用下仍保持为平面，各螺栓的变形量与其到轴线 $O-O$  的距离成正比，若各螺栓刚度相同，则螺栓和地基所受工作载荷与该螺栓至轴线 $O-O$  的距离也成正比，即：

$$\frac{F_{\max}}{L_{\max}} = \frac{F_i}{L_i}$$

由此可以求出最大工作载荷：
$$F_{\max} = \frac{ML_{\max}}{\sum_{i=1}^z L_i^2}$$





# 第五讲 螺栓组连接的受力分析

为防止结合面受压最大处被压碎或受压最小处出现间隙，应该满足以下要求：

$$\sigma_{P\max} \approx \frac{zF_0}{A} + \frac{M}{W} \leq [\sigma_P]$$

问题：

对上述四种螺栓组连接进行受力分析时，作了哪些简化假设？为什么？

吊钩按各面材料的许用挤压应力值可查下表。

材料	钢	铸铁	混凝土	砖(水泥浆缝)	木材
$[\sigma_P] / \text{MPa}$	$0.8\sigma_S$	$(0.4\sim 0.5)\sigma_B$	2.0~3.0	1.5~2.0	2.0~4.0

