

- C. 铸铁
D. 碳钢
12. 为连接承受横向工作载荷的两块薄钢板,一般采用_____。
A. 螺栓连接
B. 双头螺柱连接
C. 螺钉连接
D. 紧定螺钉连接
13. 对于普通螺栓连接,在拧紧螺母时,螺栓所受的载荷是_____。
A. 拉力
B. 扭矩
C. 压力和扭矩
D. 拉力和扭矩
14. 斜齿圆柱齿轮的当量齿数为_____。
A. $z_v = z/\cos^3\beta$
B. $z_v = z/\cos^2\beta$
C. $z_v = z/\cos\beta$
D. $z_v = z/\sin\beta$
15. 对于经常正反转的直齿圆柱齿轮传动,进行齿面接触疲劳强度计算时,若 $[\sigma_H]_1 > [\sigma_H]_2$,则接触许用应力应取_____。
A. $[\sigma_H]_1$
B. $[\sigma_H]_2$
C. $0.7[\sigma_H]_2$
D. $([\sigma_H]_1 + [\sigma_H]_2)/2$
16. 螺栓连接中,旋合螺纹牙间载荷分布不均是由于_____。
A. 螺母太厚
B. 螺母与螺栓变形大小不同
C. 应力集中
D. 螺母与螺栓变形性质不同
17. 普通平键连接在选定尺寸后,主要验算其_____。
A. 挤压强度
B. 剪切强度
C. 弯曲强度
D. 耐磨性
18. 蜗杆传动中,强度计算主要是针对_____。
A. 蜗杆的
B. 蜗轮的
C. 蜗杆和蜗轮的
D. 蜗杆和蜗轮中材料强度高的
19. 对于载荷不大、多支点的支承,宜选用_____。
A. 深沟球轴承
B. 调心球轴承
C. 角接触球轴承
D. 圆锥滚子轴承
20. 提高齿轮表面疲劳强度的有效方法是_____。
A. 加大齿轮分度圆直径
B. 分度圆不变,加大齿轮模数
C. 减少齿轮宽度
D. 分度圆不变,增加齿数
21. 某过盈配合连接,若仅将过盈量增加一倍,则传递转矩_____。
A. 增加一倍
B. 增加二倍
C. 不变
D. 增加四倍

二、简答题(16分,每题4分)

- 在对零件进行疲劳强度计算时,首先要确定极限应力,试分析如图1所示的极限应力图适用于什么应力变化规律的零件,并列举一种属于这种应力变化规律的零件。
- 试说明带传动工作时带的应力及其分布,指出最大应力点,并说明影响各应力的因素。
- 试分析动压滑动轴承与静压滑动轴承在形成压力油膜机理上的异同。
- 试分析齿轮传动中为何两齿面要有一定的硬度差。

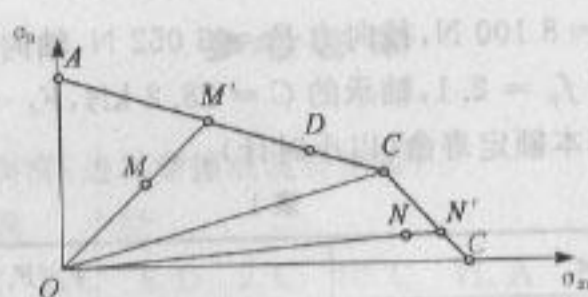


图 1

三、分析题(20分,每题10分)

1. 两级展开式齿轮减速器如图2所示。已知主动轮1为左旋,转向 n_1 如图,为使中间轴上齿轮所受的轴向力互相抵消一部分,试在图中标出各齿轮的螺旋线方向,并在各齿轮分离体的啮合处标出齿轮的轴向力 F_a 、径向力 F_r 和圆周力 F_t 的方向(圆周力的方向用符号 \oplus 或 \otimes 表示)。

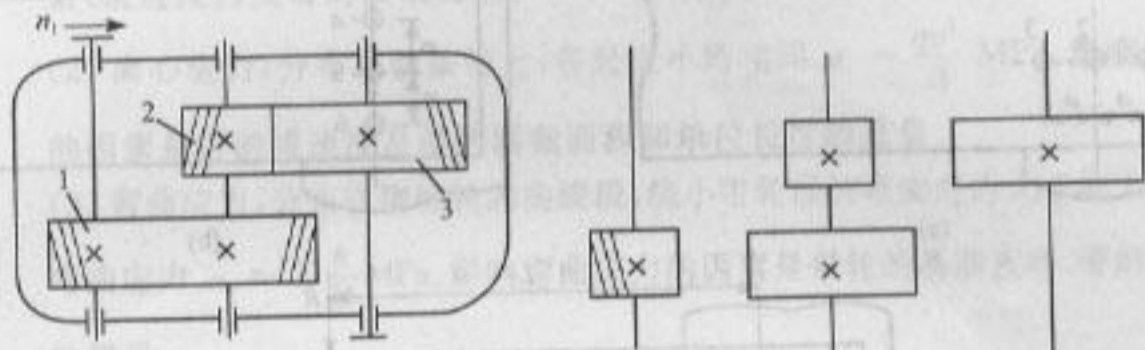


图 2

2. 如图3所示,已知 $z_1 = 28, z_2 = 70, z_3 = 126$,模数 $m_n = 4$ mm,压力角 $\alpha_n = 20^\circ$,中心距 $a_1 = 200$ mm, $a_2 = 400$ mm,输出轴功率 $P_1 = 10$ kW,转速 $n_1 = 1000$ r/min,摩擦不计。

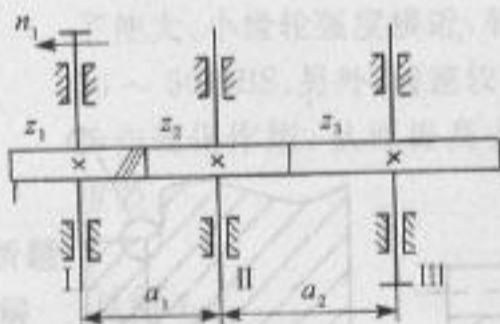


图 3

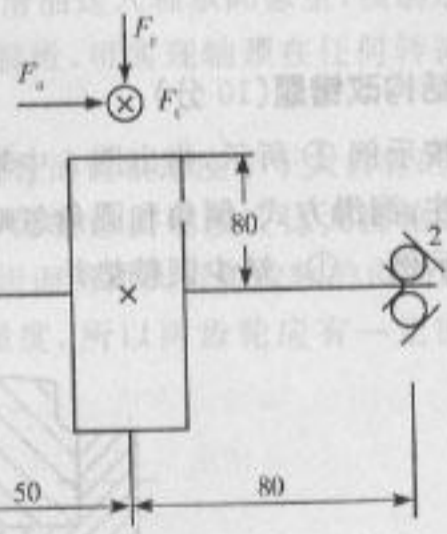


图 4

- (1) 求出各轴所受转矩。
- (2) 分析中间齿轮的受力。

四、计算题(30分,每题15分)

1. 如图4所示,轴上装有一斜齿圆柱齿轮。轴支承在一对正装的7209AC轴承上,齿轮轮

齿上受到圆周力 $F_t = 8100 \text{ N}$, 径向力 $F_r = 3052 \text{ N}$, 轴向力 $F_a = 2170 \text{ N}$, 转速 $n = 300 \text{ r/min}$, 载荷系数 $f_p = 2.1$, 轴承的 $C = 28.2 \text{ kN}$, $F_d = 0.68F_r$ 。
试计算两个轴承的基本额定寿命(以小时计)。

表 1

$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		ϵ
X	Y	X	Y	
1	0	0.41	0.87	0.68

2. 螺栓组连接的三种方案如图 5 所示, 已知 $L = 300 \text{ mm}$, $a = 60 \text{ mm}$, 试分别计算螺栓组三个方案中受力最大螺栓的剪力各为多少? 哪个方案较好?

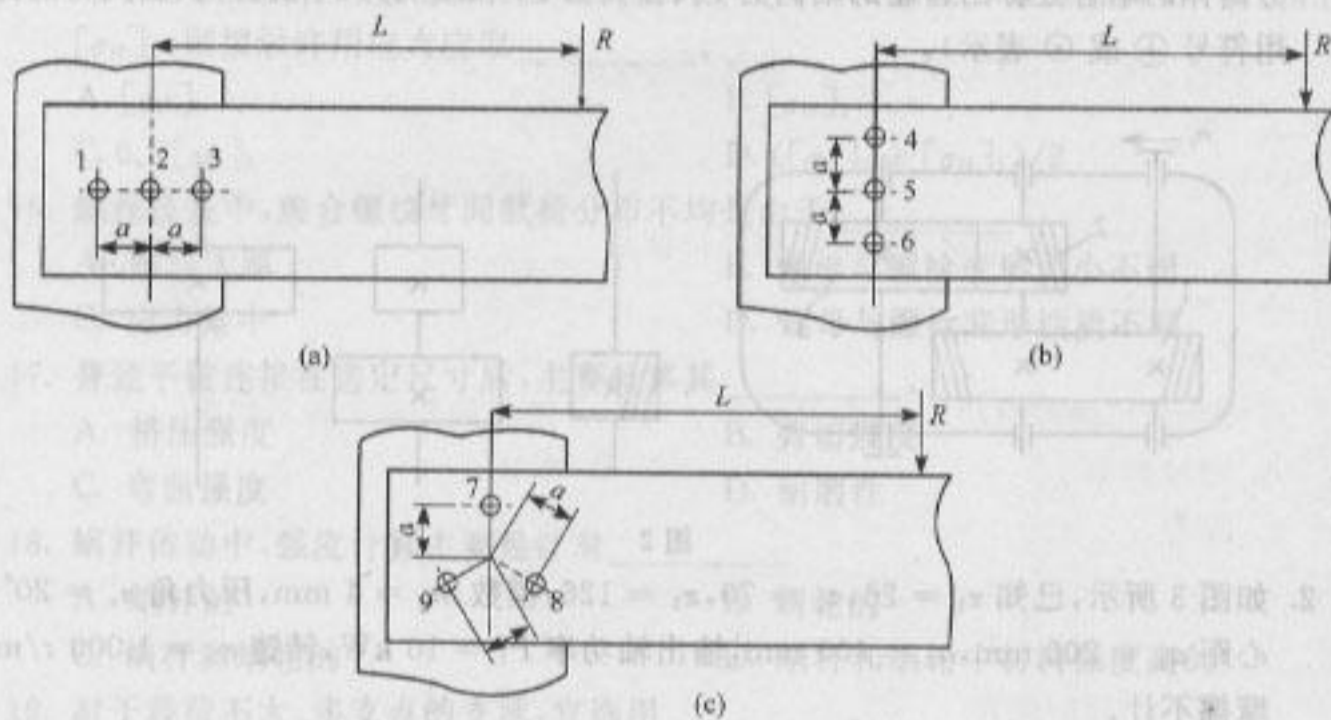


图 5

五、结构改错题(10分)

按示例 ① 所示, 指出图 6 中轴系结构的其他错误(不少于 10 处)。

注: 润滑方式、倒角和圆角忽略不计。

示例 ① - 缺少调整垫片

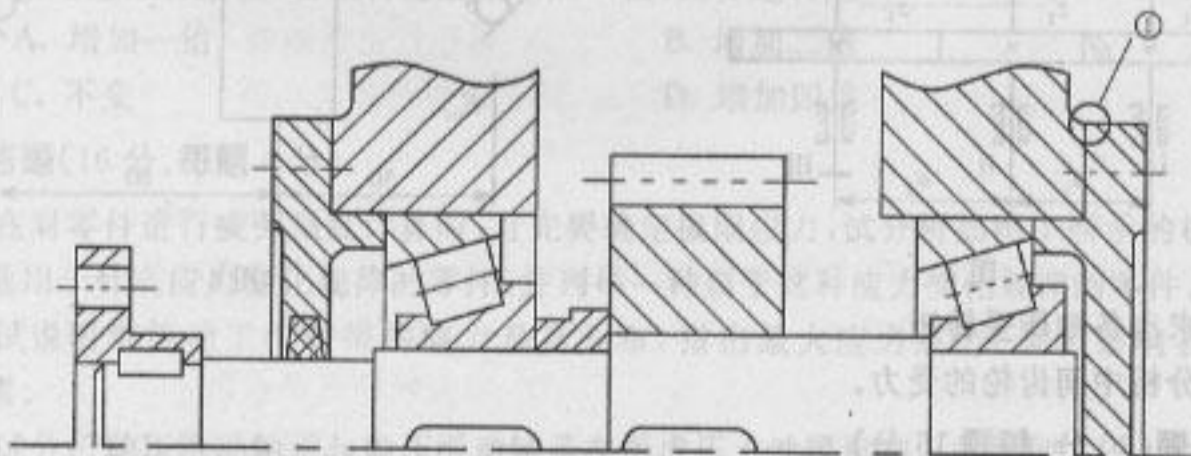


图 6

参考答案

一、填空和选择填空题

1. 整体式不完全液体润滑(边界摩擦或混合摩擦)
2. 小径 大径 键侧 小径
3. B 4. C 5. A 6. C 7. C 8. D 9. C 10. C 11. A 12. A 13. D 14. A 15. B
16. D 17. A 18. B 19. B 20. A 21. A

二、简答题

1. 答 适用于变应力的循环特性不变的零件,如转轴。

2. 答 带传动工作时带的应力有三种,下面分别说明。

(1) 拉应力,分布在整条带上,紧边 $\sigma_1 = \frac{F_1}{A}$ MPa,松边 $\sigma_2 = \frac{F_2}{A}$ MPa, $\sigma_1 > \sigma_2$,带在绕过带轮段的拉应力从紧边到松边由 σ_1 逐渐减到 σ_2 。影响拉应力的因素是紧、松边拉力及带的横截面积。

(2) 离心应力,分布在整条带上,各处大小均相同。 $\sigma_c = \frac{qv^2}{A}$ MPa。影响离心应力的因素是带的线速度及带的横截面积和单位长度的质量。

(3) 弯曲应力,分布在绕带轮的曲线段,绕小带轮段的弯曲应力大于绕大带轮段的弯曲应力。 $\sigma_b \approx E \frac{h}{D}$ MPa。影响弯曲应力的因素是带轮的基准直径、带的高度及弹性模量。

带的最大应力点在带的紧边开始绕上小带轮处。

3. 答 动压滑动轴承利用轴颈与轴承表面间形成的收敛间隙,靠两表面间的相对滑动速度使具有一定粘度的润滑油充满楔形间隙,形成油膜,油膜产生的动压力与外载荷平衡,形成液体润滑。

静压滑动轴承是利用油泵将具有一定压力的润滑油送入轴承间隙里,强制形成压力油膜以完全隔开摩擦表面,形成液体摩擦润滑,可实现轴颈在任何转速下都能得到液体润滑。

4. 答 因为小齿轮的轮齿啮合次数比大齿轮多,且小齿轮的齿根厚度小于大齿轮的,为了使大、小齿轮强度接近,软齿面齿轮配对中小齿轮齿面硬度应比大齿轮的高 30 ~ 50 HBS。另外,转速较高时,小齿轮较硬的齿面将对大齿轮较软的齿面起到冷作硬化作用,从而提高大齿轮齿面的疲劳强度,所以两齿轮应有一定的硬度差。

三、分析题

1. 解 见图 1。

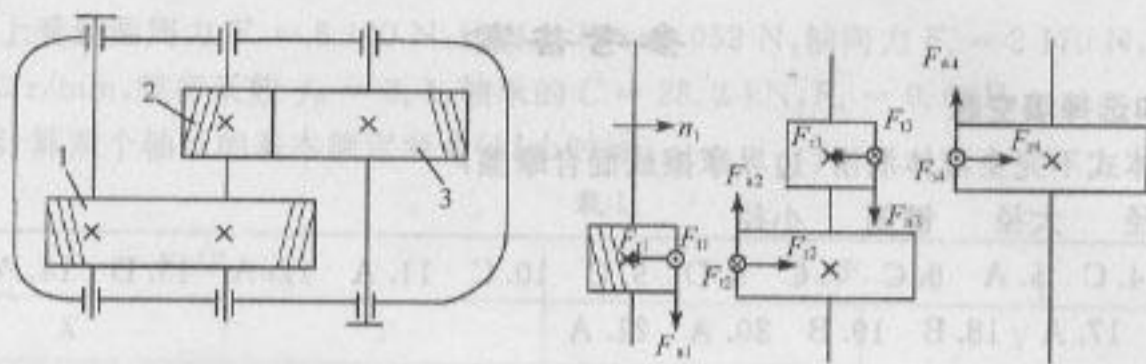


图 1

2. 解：对中间齿轮进行受力分析，其受力情况如图 2 所示。

(1) 求各轴所受转矩

轴 I 所受的转矩为

$$T_1 = \frac{60 P}{2\pi n} = 9\,550 \frac{10}{1\,000} \text{ N} \cdot \text{m} = 95.5 \text{ N} \cdot \text{m}$$

轴 II 所受的转矩为 $T_{II} = 0$

$$\begin{aligned} \text{轴 III 所受的转矩为 } T_{III} &= T_1 i = 95.5 \times \frac{126}{28} \text{ N} \cdot \text{m} \\ &= 429.75 \text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

(2) 求中间齿轮所受的各力

$$a_1 = \frac{m_n (z_1 + z_2)}{2 \cos\beta}, \cos\beta = 0.98$$

$$d_1 + d_2 = \left(1 + \frac{z_2}{z_1}\right) d_1 = 2a$$

$$\text{左侧齿轮的直径为 } d_1 = \frac{2a}{1 + \frac{z_2}{z_1}} = \frac{400}{1 + \frac{70}{28}} \text{ mm} = 114.286 \text{ mm}$$

中间齿轮受的径向力为

$$F_{r2} = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \times 95.5 \times 10^3}{114.286} \text{ N} = 1\,671 \text{ N} = F'_{r2}$$

中间齿轮受的轴向力为

$$F_{a2} = \frac{F_{r2}}{\cos\beta} \tan\alpha_n = \frac{1\,671}{0.98} \times \tan 20^\circ \text{ N} = 621 \text{ N} = F'_{a2}$$

中间齿轮受的轴向力为

$$F_{a2} = F_{r2} \tan\beta = 1\,671 \times \tan(\arccos 0.98) \text{ N} = 339 \text{ N} = F'_{a2}$$

四、1. 分析 本题考查滚动轴承的基本额定寿命，应先对轴承进行受力分析，求出轴承的额定动载荷，然后根据公式计算出寿命。

解 (1) 求两轴承受的径向载荷

$$F_{rIV} = \frac{F_r \times 80 - F_a \times 80}{130} = \frac{(3\,052 - 2\,170) \times 80}{130} \text{ N} = 543 \text{ N}$$

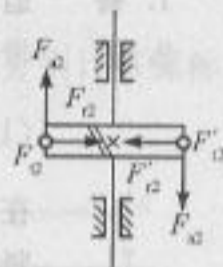


图 2

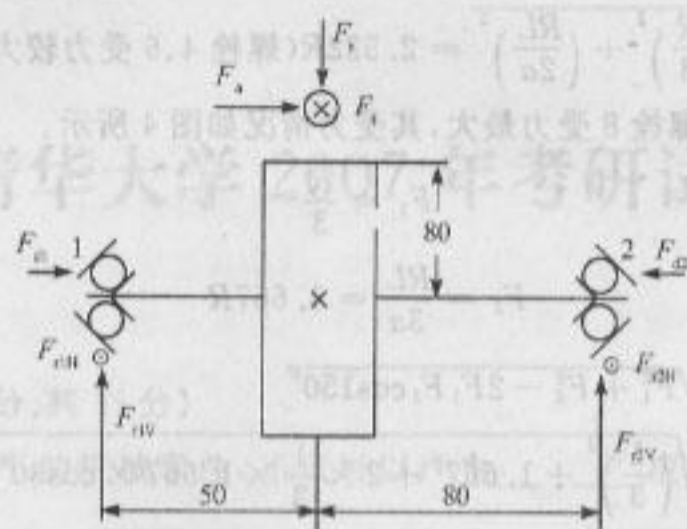


图 3

$$F_{2v} = F_1 - F_{1v} = 3\,052\text{ N} - 543\text{ N} = 2\,509\text{ N}$$

$$F_{2H} = \frac{F_1 \times 80}{130} = \frac{8\,100 \times 80}{130}\text{ N} = 4\,985\text{ N}$$

$$F_{1H} = \frac{F_1 \times 50}{130}\text{ N} = 3\,115\text{ N}$$

$$F_{r1} = \sqrt{F_{1v}^2 + F_{1H}^2} = \sqrt{543^2 + 4\,985^2}\text{ N} = 5\,015\text{ N}$$

$$F_{r2} = \sqrt{F_{2v}^2 + F_{2H}^2} = \sqrt{2\,509^2 + 4\,985^2}\text{ N} = 4\,000\text{ N}$$

(2) 求两轴承的计算轴向力

$$F_{d1} = 0.68F_{r1} = 3\,410\text{ N}$$

$$F_{d2} = 0.68F_{r2} = 2\,720\text{ N}, F_{d1}, F_{d2} \text{ 方向如图 3 所示。}$$

$$F_s + F_{d1} = 2\,170\text{ N} + 3\,410\text{ N} = 5\,580\text{ N} > S_2$$

所以轴承 2 被“压紧”，轴承 1“放松”。

$$F_{s1} = F_{d1} = 3\,410\text{ N}, F_{s2} = F_s + F_{d1} = 5\,580\text{ N}$$

(3) 求轴承当量动载荷

$$\frac{F_{s1}}{F_{r1}} = \frac{3\,410}{5\,015} = 0.68 = e, \frac{F_{s2}}{F_{r2}} = \frac{5\,580}{4\,000} = 1.395 > e$$

所以

$$P_1 = f_p F_{r1} = 2.1 \times 5\,015\text{ N} = 10\,532\text{ N}$$

$$P_2 = f_p (XF_{r2} + YF_{s2}) = 2.1 \times (0.41 \times 4\,000 + 0.87 \times 5\,580)\text{ N} \\ = 13\,639\text{ N}$$

(4) 求轴承寿命

$$L_{h1} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P_1} \right)^3 = \frac{10^6}{60 \times 300} \left(\frac{28.2 \times 10^3}{10\,532} \right)^3 \text{ h} = 1\,066.5\text{ h}$$

$$L_{h2} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P_2} \right)^3 = \frac{10^6}{60 \times 300} \left(\frac{28.2 \times 10^3}{13\,639} \right)^3 \text{ h} = 491\text{ h}$$

2. 分析 本题考虑螺栓组的受力情况，应根据受力分析，找出各方案受力最大的螺栓，并计算其大小。

解 (a) 方案 $F_{\max} = \frac{R}{3} + \frac{RL}{2a} = 2.833R$ (螺栓 3 受力最大)

(b) 方案

$$F_{\max} = \sqrt{\left(\frac{R}{3}\right)^2 + \left(\frac{RL}{2a}\right)^2} = 2.522R \text{ (螺栓 4,6 受力较大)}$$

(c) 方案 螺栓 8 受力最大, 其受力情况如图 4 所示。

$$F_1 = \frac{R}{3}$$

$$F_2 = \frac{RL}{3a} = 1.667R$$

$$F_{\max} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2\cos150^\circ}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{1}{3}\right)^2 + 1.667^2 + 2 \times \frac{1}{3} \times 1.667 \times \cos30^\circ}$$

$$= 1.9624R$$



图 4

(c) 方案的 F_{\max} 最小, 所以 (c) 方案较好。

五、结构改错题

解 见图 5。

- ① 缺少调整垫片;
- ② 右轴承装反了;
- ③ 轴右端太长, 与端盖不能接触, 轴端面到轴承内圈右端面即可;
- ④ 应有箱体内壁粗实线;
- ⑤ 应设一轴环对齿轮轴向定位;
- ⑥ 与齿轮配合轴颈长应比齿轮宽少 1 ~ 2mm;
- ⑦ 此键没有, 取消;
- ⑧ 此键与联轴器应在一条线上;
- ⑨ 端盖与轴颈之间应有间隙;
- ⑩ 轴上键的周边应画局部剖面图;
- ⑪ 联轴器上键槽应是贯通的, 且槽底面与键的上平面间应有间隙;
- ⑫ 缺少调整垫片。

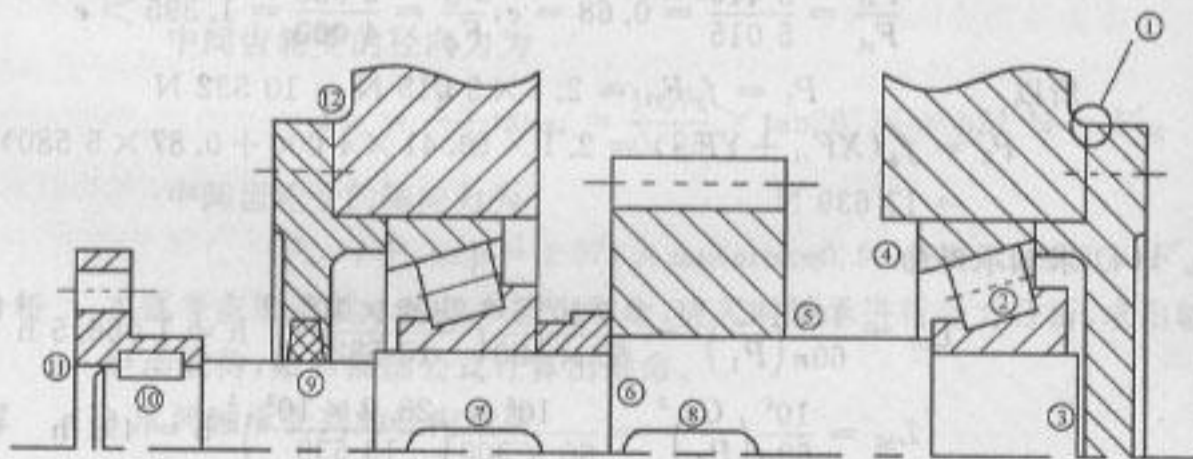


图 5