

武汉理工大学

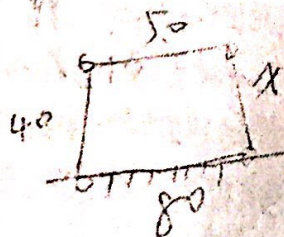
武汉理工大学 2005 年研究生入学考试试题

课程代码 857 课程名称 机械设计基础

(共 4 页，共 七 题，答题时不必抄题，标明题目序号)

一、填空题 (每空 1 分，共 30 分)

- 键宽  $b$ ，键高  $h$  按 轴的轴径 从标准中选取，键长  $L$  可根据 轮毂的宽度  $B$  确定。
- 键联接需用两个键时，普通平键两键相隔  $180^\circ$ ，楔键两键相隔  $90^\circ \sim 120^\circ$ ；切向键两键相隔  $120^\circ \sim 130^\circ$ 。
- 螺纹联接的主要类型：螺栓联接，双头螺栓联接，螺钉联接，紧钉螺钉联接
- 选择 V 带型号是根据 计算功率  $P_c$ ，小带轮转速  $n_1$ 。
- 滚子链传动中，当链速  $V \geq 0.6\text{m/s}$  时，按 疲劳曲线 设计计算，当  $V < 0.6\text{m/s}$  时，按 静强度 设计计算。
- 闭式硬齿面齿轮传动主要失效为：轮齿折断 闭式软齿面齿轮传动主要失效为：齿面疲劳点蚀 开式齿轮传动主要失效为：齿面磨损和轮齿折断
- 圆锥齿轮的强度计算方法是以 大端 处当量圆柱齿轮为计算基础。
- 蜗杆的直径系数  $q$  增大，会使蜗杆刚度 增加，使传动效率 下降。
- 轴上零件的周向固定常用 键联接，过盈配合联接，销联接
- 形成液体摩擦动压径向滑动轴承油膜的必要条件是 轴颈与轴瓦间有收敛楔形油腔，充分条件是 轴颈与轴瓦间有润滑油。
- 同时能承受较大的径向力和轴向力的滚动轴承为 圆锥滚子轴承，角接触球轴承
- 联轴器类型的选择，一般对低速、刚性大的短轴可选用 固定式 联轴器，对低速、刚性小的长轴宜选用 可移式 联轴器。



$30 + 80 = 110$





二、问答题 (每题 6 分, 共 36 分)

1. 齿面点蚀为什么首先出现在节线附近靠近齿根的表面?
2. 某带传动, 主动轴上传递转矩为  $T$ , 两带轮直径  $d_1=100\text{mm}$ ,  $d_2=150\text{mm}$ , 工作时发生了打滑现象, 后将两带轮直径改为  $d_1=150\text{mm}$ ,  $d_2=225\text{mm}$ , 打滑现象消失, 传动正常, 试问其主要原因何在?
3. 试述非液体摩擦滑动轴承的主要失效形式及其设计准则。
4. 蜗杆传动变位特点与目的是什么?
5. 紧联接螺栓强度计算时, 将拉伸载荷增加到原来的 1.3 倍, 是什么原因?
6. 有一传动系统, 拟采用齿轮传动、链传动、带传动, 试合理安排传动顺序, 并说明理由。

小红上有

解: 载荷向螺栓组中心简化得:  $Q=F=12000\text{N}$

如下图所示为普通螺栓联接, 钢板用 4 个螺栓固定在支架上, 螺栓的布置有 (a)、(b) 两种方案。已知螺栓的许用应力  $[\sigma]=95\text{MPa}$ , 接合面间摩擦系数  $\mu=0.15$ , 可靠性系数  $K=1.2$ , 载荷  $F=12000\text{N}$ 。

- (1) 试比较 (a)、(b) 两种方案。
- (2) 按合理的方案求出螺栓的小径  $d_1$ 。(共 15 分)

方案 a: 受力最大的螺栓 3, 4

$$F_{23}=F_{24}=\frac{T}{4r}=\frac{48000}{4 \times 100\sqrt{2}}\text{ (N)}$$

$$R_3=R_4=\frac{1}{2}R=3000\text{ (N)}$$

$$F_{\max}=\sqrt{F_{23}^2+R_3^2+2F_{23}R_3\cos 45^\circ}$$

方案 b: 受力最大的螺栓 3

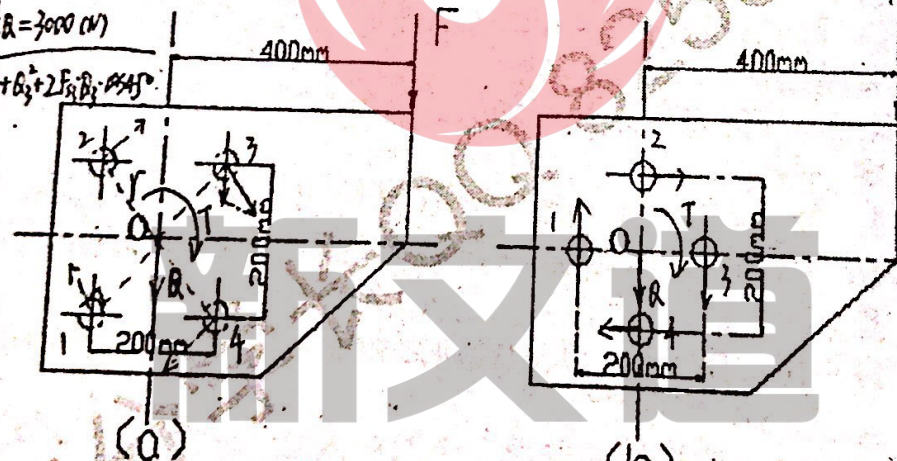
$$T=FL=48 \times 10^3\text{ (N}\cdot\text{mm)}$$

$$R_3=\frac{1}{2}R=3000\text{ (N)}$$

$$F_{23}=\frac{T}{4r}=\frac{48000}{400}$$

$$=1.2 \times 10^4$$

$$F_{\max}=R_3+F_{23}=15000\text{ (N)}$$



比较:  $F_{\max a} < F_{\max b}$   
 ∴ 方案 a 合理

②  $KF \leq k F_{\max a}$

$$F \leq \frac{1.3 \times 4 F}{[\sigma]}$$

3. 非液体摩擦滑动轴承的失效形式: 磨损、胶合。设计准则:  $p < [p]$ ;  $p v < [pv]$ ;  $v < [v]$
4. 蜗杆传动的变位利用刀具相对蜗轮齿顶的径向移动实现的。它的特点是只对蜗轮进行变位, 而蜗杆保持不变。目的: 凑中心距或凑传动比, 而强度方面的考虑是次要的
5. 因为紧螺栓连接装配时将螺母拧紧, 在拧紧力矩的作用下, 螺栓不仅受拉应力, 而且受扭剪应力的作用, 即拉应力和扭剪应力的复合应力。根据第四强度理论计算得到的当量应力为拉应力的 1.3 倍。所以...
6. 传动顺序: 带传动 → 齿轮传动 → 链传动  
 目的: 带传动放在高速级能起到过载保护作用; 而链传动受速度影响, 波动较大, 一般放在低速级



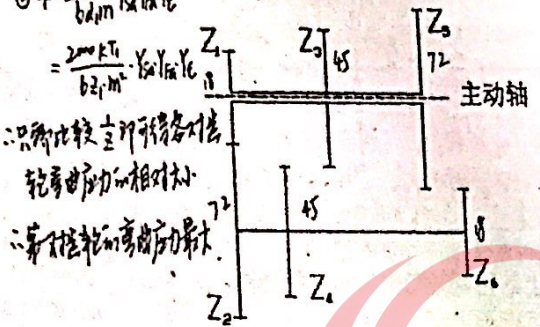
$$\frac{\sigma_{H12}}{\sigma_{H36}} = \frac{\sqrt{\frac{U_{12}+1}{U_{12}}}}{\sqrt{\frac{U_{36}+1}{U_{36}}}} = \frac{72 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2}}{45 \cdot \frac{1}{2}} = 2 > 1 \quad \therefore \sigma_{H12} > \sigma_{H36}$$

$d_1 = m z_1 = 18m$   
 $d_3 = m z_3 = 45m$   
 $d_6 = m z_6 = 72m$

$u_{12} = \frac{z_2}{z_1} = 4$   
 $u_{24} = \frac{z_4}{z_3} = 1$   
 $u_{56} = \frac{z_6}{z_5} = \frac{1}{4}$

四、如图所示为变速箱的齿轮传动。Z<sub>1</sub>=18, Z<sub>2</sub>=72, Z<sub>3</sub>=45, Z<sub>4</sub>=45, Z<sub>5</sub>=72, Z<sub>6</sub>=18; 若个齿轮模数 m, 齿宽 b, 材料及热处理相同, 主动轴上传递的转矩为 T, 试分析:

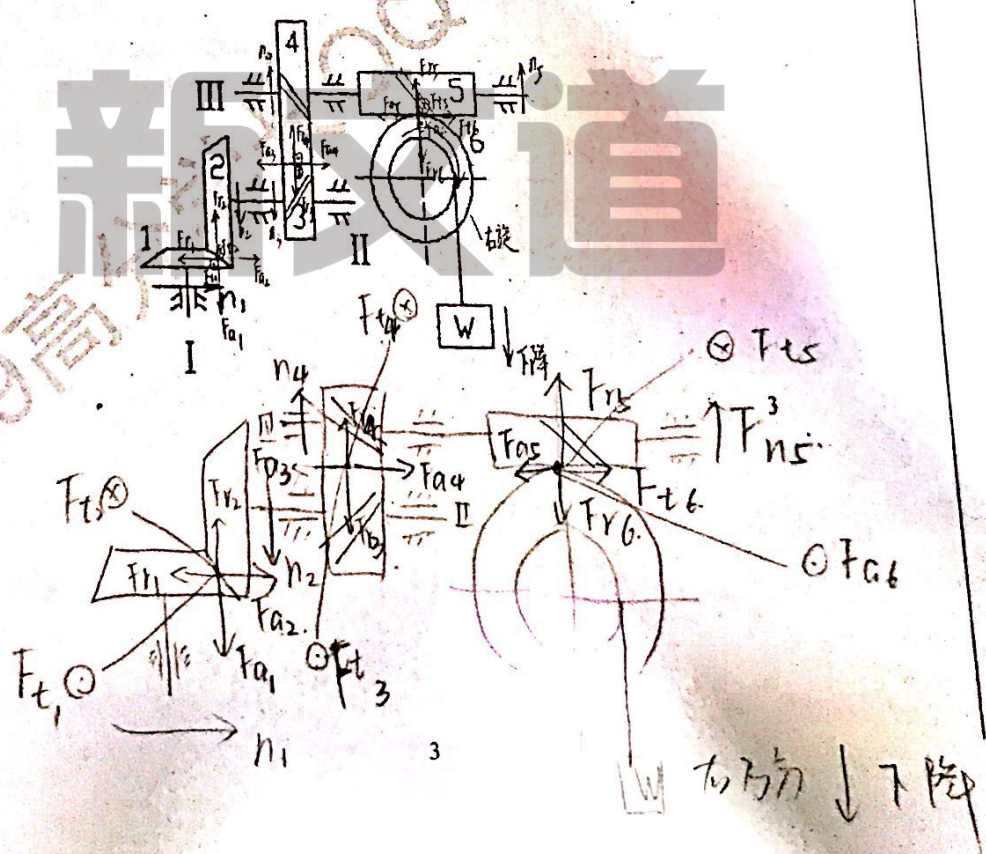
- (1) 哪一对齿轮的接触强度最高。
  - (2) 哪一个齿轮的弯曲应力最大。
- (不计 Y<sub>sa</sub>, Y<sub>s</sub>, Z 的影响; 共 15 分)



解:  $\sigma_H = 2u \sqrt{\frac{KT}{bd^3} \frac{u+1}{u}}$   
 $\therefore z_1 \cdot z_2 \cdot z_3 \cdot \frac{2000KT}{b} \frac{u+1}{u}$  阶数相同  
 $\therefore$  只需比较  $\frac{u+1}{u}$  的值  
 又 m 相同  
 $\therefore$  只需比较  $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{u+1}{u}}$  的相对大小  
 $\frac{\sigma_{H12}}{\sigma_{H34}} = \frac{45}{18} \sqrt{\frac{5}{4} \cdot \frac{1}{2}} = \left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{3}{2}} > 1$   
 $\frac{\sigma_{H12}}{\sigma_{H56}} = \frac{72}{18} \sqrt{\frac{5}{4} \cdot \frac{1}{2}} = 2$   
 $\therefore$  第一对齿轮的接触应力最高

1、轴主动轮

五、如图所示为某起重机卷筒由直齿圆锥齿轮 1、2; 斜齿圆柱齿轮 3、4; 和蜗杆蜗轮 5、6 三级传动组成。已知主动轴 I 的转向 n<sub>1</sub>。(1) 欲使 II、III 轴上的轴向载荷最小, 试确定斜齿轮 3、4, 蜗杆蜗轮 5、6 的螺旋线方向。(2) 画出各轮圆周力 Ft, 径向力 Fr, 轴向力 Fa 的方向。(3) 指出重物 W 的运动方向。(共 15 分)





①  $L_{inh} = \frac{10^6}{60n} \left( \frac{C}{P} \right)^{\frac{10}{3}}$   
 $= \frac{10^6}{60 \times 960} \left( \frac{32200}{1920} \right)^{\frac{10}{3}}$   
 $= 209616.916 (h)$

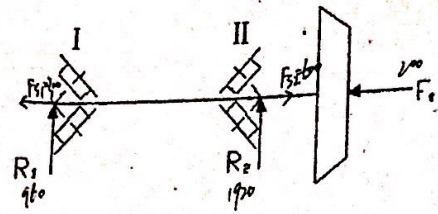
②  $\frac{A_1}{R_1} = \frac{400}{960} = 0.417 > e$   
 $P_1 = f_t f_l (X_1 R_1 + Y_1 A_1) = 0.4 \times 960 + 1.6 \times 400 = 1024$   
 $\frac{A_2}{R_2} = \frac{600}{1920} = 0.31 < e$   
 $P_2 = f_t f_l (X_2 R_2 + Y_2 A_2) = R_2 = 1920$   
 $\therefore P_1 < P_2 \therefore$  按 2 轴承进行寿命计算

①  $S_1 = \frac{F_1}{2f} = \frac{360}{2 \times 1.6} = 300 N$   
 $S_2 = \frac{F_2}{2f} = \frac{1920}{2 \times 1.6} = 600 N$

②  $A_1 = \begin{cases} S_1 = 300 N \\ S_2 - F_a = 400 N \end{cases}$   
 取最大值  $A_1 = 400 N$

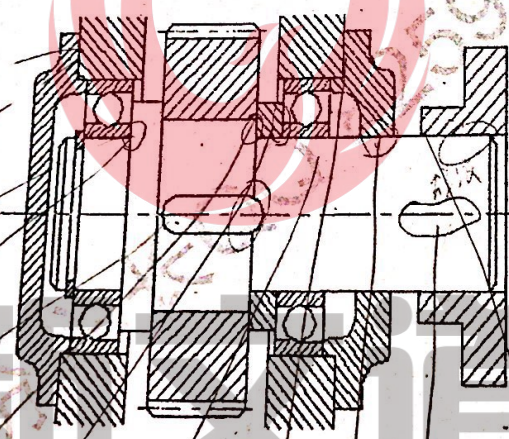
$A_2 = \begin{cases} S_2 = 600 N \\ S_1 + F_a = 500 N \end{cases}$   
 取最大值  $A_2 = 600 N$

六、如图所示为一圆锥齿轮轴系，已知  $R_1=960N$ ,  $R_2=1920N$ ,  $F_a=200N$ , 轴转速  $n=960r/min$ , 工作时带有轻微冲击，试求该轴承的寿命。(30205 轴承,  $C_r=32200N$ ,  $Y=1.6$ ,  $e=0.37$ ,  $S=R/2Y$ ; 当  $A/R \leq e$ ,  $x=1$ ,  $y=0$ ; 当  $A/R > e$ ,  $x=0.4$ ,  $y=1.6$ ;  $f_t=1$ ,  $f_p=1$ ) (15分)



解:  $F_1 = \frac{R_1}{2f} = \frac{960}{2 \times 1.6} = 300(N)$   
 $F_2 = \frac{R_2}{2f} = \frac{1920}{2 \times 1.6} = 600(N)$   
 $F_3 + F_a = 500 < F_2$   
 $\therefore$  1 轴为从动轴, 2 轴为主动轴  
 $\therefore A_1 = F_2 - F_a = 400(N)$   
 $A_2 = F_3 = 600(N)$   
 $\frac{A_1}{R_1} = \frac{400}{960} = 0.417 > e$ ,  $x=0.4$ ,  $y=1.6$

七、分析下图轴系结构上的错误(指出错误、简述原因)并画出正确的结构图(可仅画一半), 齿轮用油润滑, 轴承用油脂润滑。(24分)



$\frac{A_2}{R_2} = \frac{600}{1920} = 0.31 < e$ ,  $x=1$ ,  $y=0$   
 $\therefore R_2 = f_t f_l (X_2 R_2 + Y_2 A_2) = R_2 = 1920(N)$   
 $\therefore R_2 > P_1$   
 $L_h = \frac{10^6}{60n} \left( \frac{C_r}{P} \right)^{\frac{10}{3}}$   
 $= \frac{10^6}{60 \times 960} \left( \frac{32200}{1920} \right)^{\frac{10}{3}}$

- ① 轴承盖与箱体无密封垫块
- ② 没有挡油面与轴加护套
- ③ 轴肩超过轴承内圈定位高度
- ④ 没有留有砂轮走边余量
- ⑤ 键过长, 使轴套挤入
- ⑥ 轴段过长, 出现过定位现象, 使其定位不可靠
- ⑦ 轴套高度超过轴承内圈定位高度, 没有挡油盘
- ⑧ 精加工面过长, 装卸轴承不便

- ⑨ 缺少键, 没有轴向定位
- ⑩ 轴与端盖直接接触, 且没有密封装置
- ⑪ 缺少键, 没有轴向定位
- ⑫ 缺少轴向定位



武汉理工大学

武汉理工大学 2006 年研究生入学考试试题

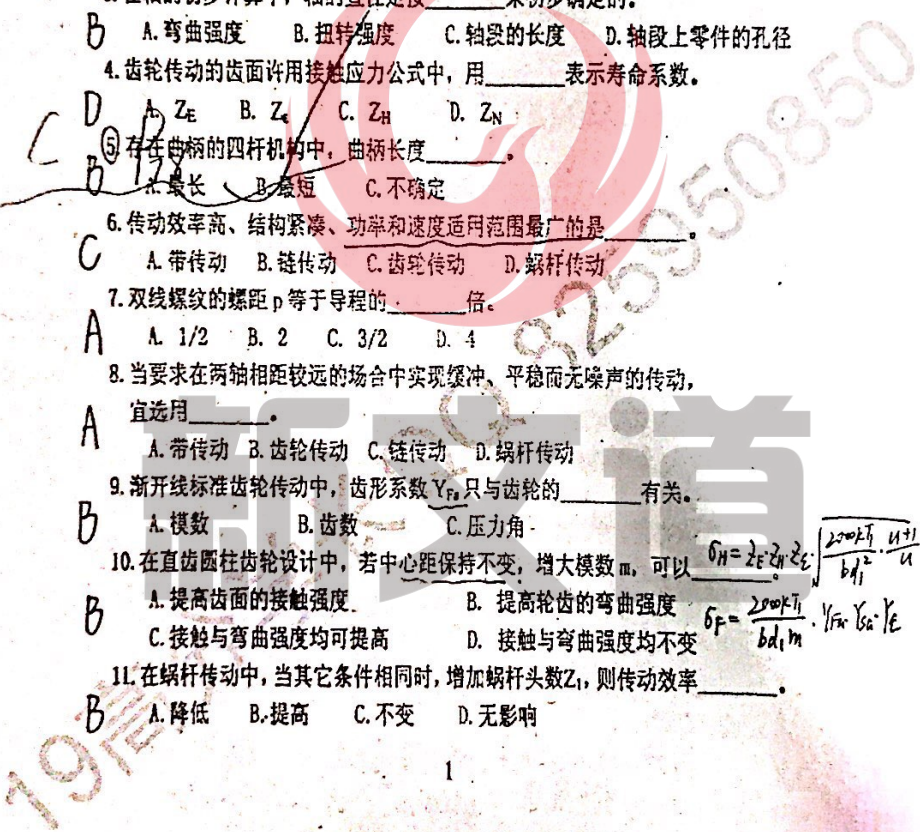
课程代码 857 课程名称 机械设计基础

(共 6 页，共 11 题，答题时不必抄题，标明题目序号。

第五、六、十、十一题可直接做在该试题纸上)

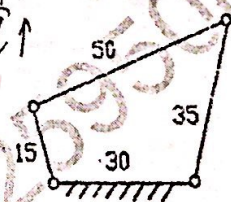
一. 选择题 (每题 2 分，共 40 分)

1. 对于  $HB \leq 350$  的齿轮传动，当采取同样钢材来制造时，一般将 C 处理。  
 C A. 小齿轮淬火，大齿轮调质 B. 小齿轮淬火，大齿轮正火  
 C. 小齿轮调质，大齿轮正火 D. 小齿轮正火，大齿轮调质
2. 键联接的主要作用是使轴与轮毂之间\_\_\_\_\_。  
 C A. 沿轴向固定并传递轴向力 B. 沿轴向可做相对滑动并具有导向作用  
 C. 沿周向固定并传递扭矩 D. 安装与拆卸方便
3. 在轴的初步计算中，轴的直径是按\_\_\_\_\_来初步确定的。  
 B A. 弯曲强度 B. 扭转强度 C. 轴段的长度 D. 轴段上零件的孔径
4. 齿轮传动的齿面许用接触应力公式中，用\_\_\_\_\_表示寿命系数。  
 C D A.  $Z_E$  B.  $Z_\epsilon$  C.  $Z_H$  D.  $Z_N$
5. 存在曲柄的四杆机构中，曲柄长度\_\_\_\_\_。  
 C B A. 最长 B. 最短 C. 不确定
6. 传动效率高、结构紧凑、功率和速度适用范围最广的是\_\_\_\_\_。  
 C A. 带传动 B. 链传动 C. 齿轮传动 D. 蜗杆传动
7. 双线螺纹的螺距  $p$  等于导程的\_\_\_\_\_倍。  
 A A. 1/2 B. 2 C. 3/2 D. 4
8. 当要求在两轴相距较远的场合中实现缓冲、平稳而无噪声的传动，宜选用\_\_\_\_\_。  
 A A. 带传动 B. 齿轮传动 C. 链传动 D. 蜗杆传动
9. 渐开线标准齿轮传动中，齿形系数  $Y_{Fa}$  只与齿轮的\_\_\_\_\_有关。  
 B A. 模数 B. 齿数 C. 压力角
10. 在直齿圆柱齿轮设计中，若中心距保持不变，增大模数  $m$ ，可以\_\_\_\_\_。  
 B A. 提高齿面的接触强度 B. 提高轮齿的弯曲强度  
 C. 接触与弯曲强度均可提高 D. 接触与弯曲强度均不变
11. 在蜗杆传动中，当其它条件相同时，增加蜗杆头数  $Z_1$ ，则传动效率\_\_\_\_\_。  
 B A. 降低 B. 提高 C. 不变 D. 无影响





12. 在被联接件之一太厚且需要经常装拆的场合，宜采用\_\_\_\_\_。
- B. A. 普通螺栓联接 B. 双头螺栓联接  
C. 螺钉联接 D. 紧定螺钉联接
13. 带传动的主要失效形式是带的\_\_\_\_\_。
- A. A. 疲劳断裂和打滑 B. 磨损和打滑  
C. 胶合和打滑 D. 磨损和疲劳断裂
14. 渐开线齿轮的齿根圆\_\_\_\_\_。
- D. A. 总是小于基圆 B. 总是等于基圆  
C. 总是大于基圆 D. 有时小于基圆，有时大于基圆
15. 在非液体摩擦径向滑动轴承的设计中，限制  $p_v$  值的主要目的是防止轴承\_\_\_\_\_。
- D. A. 过度磨损 B. 塑性变形 C. 疲劳破坏 D. 温升过高
16. 蜗杆传动中，将蜗杆分度圆直径  $d$  定为标准值是为了\_\_\_\_\_。
- D. A. 提高传动效率 B. 得到标准中心距  
C. 增加蜗杆刚度 D. 减少蜗轮滚刀数量
17. 标准蜗杆传动中，蜗杆头数  $Z_1$  一定，如增大蜗杆的直径系数  $q$  将使传动的效率\_\_\_\_\_。
- B. A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 不一定
18. 带的最大应力发生在\_\_\_\_\_。
- A. A. 紧边进入小轮处 B. 松边进入小轮处  
C. 松边进入大轮处 D. 紧边进入大轮处
19. 右图所示的四杆机构是\_\_\_\_\_机构。
- A. A. 曲柄摇杆 B. 双曲柄 C. 双摇杆 D. 转动导杆
20. 既传递转矩又承受弯矩的轴称为\_\_\_\_\_。
- C. A. 光轴 B. 传动轴 C. 转轴 D. 心轴



- 二. 判断题 (每题1分, 共15分) (正确打√, 错误打×)
- (X) 1. 如需在轴上布置一对半圆键, 则应将它们布置在相隔  $180^\circ$  的位置 **同轴上**
- (X) 2. 当轴的刚度不足时, 可改选合金钢代替碳钢加以解决。
- (X) 3. 螺母工作高度越大 (即螺母越厚), 则螺母每圈牙的受力越小。
- (X) 4. 模数大, 弯曲强度也大, 那么一对齿轮传动的  $m$  必为相等, 故弯曲强度也应相同。
- (√) 5. 用范成法加工渐开线标准直齿圆柱齿轮时, 齿数少于 17 时会产生根切。  
**仿形法修**



- (X) 6. 受横向载荷的普通螺栓联接中，螺栓的失效形式是被剪断。*塑性变形或断裂*
- (X) 7. 带传动中的弹性滑动和打滑都是可以避免的。
- (√) 8. 链的节距愈大，链轮齿数愈少，动载荷就愈大。
- (X) 9. 为了使啮合齿轮齿面接触强度一致，小齿轮的齿宽应该稍大于大齿轮的齿宽。
- (X) 10. 一批同型号的轴承在相同的条件下运转能达到基本额定寿命的轴承有 100%。
- (√) 11. 链条的基本参数是节距。
- (X) 12. 带传动中，若增大小带轮的包角，带传动的承载能力减小。
- (X) 13. 闭式硬齿面齿轮传动中，主要的失效形式为齿面点蚀。
- (√) 14. 转速一定的某球轴承，若将当量动负荷 P 增加一倍，寿命变为原来的  $L_{10} \propto (\frac{1}{P})^3$  1/8 倍。
- (√) 15. 蜗轮与蜗杆的正确啮合条件之一是它们的螺旋线方向相同。

三、求下列机构的自由度。若有复合铰链、局部自由度或虚约束，请指出来（共 12 分）。

解 1:

$$n=5$$

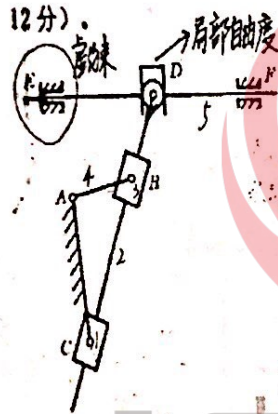
$$P_L=6$$

$$P_H=1$$

$$F=3n-2P_L-P_H$$

$$=3 \times 5 - 2 \times 6 - 1$$

$$=2$$



解 2:

$$n=6$$

$$P_L=7$$

$$P_H=3$$

$$F=3n-2P_L-P_H$$

$$=3 \times 6 - 2 \times 7 - 3$$

$$=14-3$$

$$=11$$

$$a = \frac{m(z_1+z_2)}{2 \cos \beta} \Rightarrow m = \frac{2a \cos \beta}{z_1+z_2}$$

当  $\beta = 8^\circ$  时

$$m_1 = \frac{2 \times 200 \times \cos 8^\circ}{98} = 4.04$$

当  $\beta = 12^\circ$  时

$$m_2 = \frac{2 \times 200 \times \cos 12^\circ}{98} = 3.99$$

$$m_2 \leq m_n \leq m_1$$

$$\therefore m_n = 4$$

$$\beta = \arccos \frac{m(z_1+z_2)}{2a} = \arccos 0.98 = 11.48^\circ$$

$$d_1 = \frac{m z_1}{\cos \beta} = \frac{4 \times 25}{0.98} = 102.04 \text{ (mm)}$$

$$d_2 = \frac{m z_2}{\cos \beta} = \frac{4 \times 73}{0.98} = 297.96 \text{ (mm)}$$

四、现有一单级标准斜齿圆柱齿轮减速器，其齿轮齿数  $Z_1=25, Z_2=73$ ，测得中心距  $a=200\text{mm}$ ，试用计算方法确定该斜齿轮传动的标准模数  $m$ 、分度圆上的螺旋角  $\beta$ （范围在  $8^\circ \sim 12^\circ$  间）以及分度圆直径  $d_1, d_2$ （精确到小数点后两位）。（标准模数值：2、2.5、3、3.5、4、4.5、5、6，单位为 mm）。（6 分）

$$a = \frac{m}{2} (z_1+z_2) = \frac{m_n}{2 \cos \beta} (z_1+z_2)$$

$$m_n = \frac{2a \cos \beta}{z_1+z_2} = \frac{2 \times 200 \cos \beta}{25+73} = 4.98 \cos \beta$$

$$\therefore 4.0 \text{ mm} \leq m_n \leq 4.98 \text{ mm}$$

$$\therefore m_n = 4$$

$$\beta = \arccos \frac{m_n(z_1+z_2)}{2a} = \arccos \frac{4 \times 98}{2 \times 200} = \arccos 0.98$$

$$d_1 = \frac{m_n}{\cos \beta} z_1 = \frac{4}{0.98} \times 25 = 102.04 \text{ (mm)}$$

$$d_2 = \frac{m_n}{\cos \beta} z_2 = \frac{4}{0.98} \times 73 = 297.96 \text{ (mm)}$$

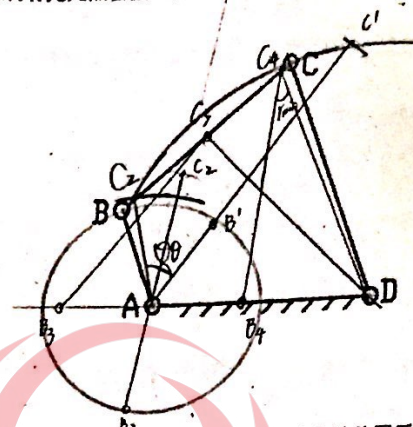




- 五. 在图示的曲柄摇杆机构中, 已知原动件 AB 为曲柄. 试:
1. 在图上标出该机构的极位夹角  $\theta$  和最小传动角  $\gamma$ ...
  2. 算出该机构的行程速比系数 K.
  3. 该机构有无死点位置? 若有, 请在图上标出来. (共 12 分)

$$K = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta} = \frac{180^\circ + 27^\circ}{180^\circ - 27^\circ} = 1.38$$

③ 当以曲柄 AB 为原动件时, 该机构无死点.



- 六. 试在图 1 上标出凸轮的基圆半径  $r_0$ . 当凸轮从图示位置转过  $45^\circ$  时, 标出凸轮机构的压力角  $\alpha$ . (6 分)

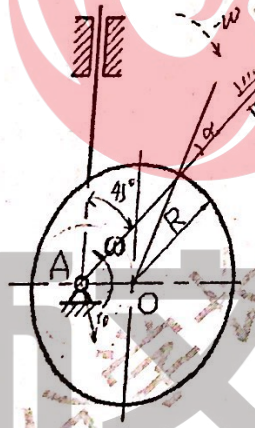


图 1

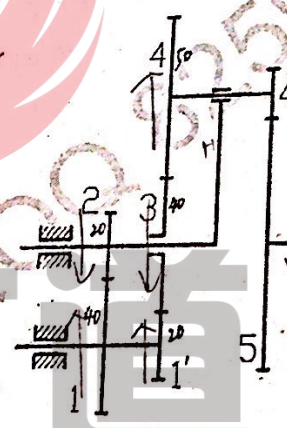


图 2

解:  $z_2 + z_3 = 24 + 20 = 44$   
 $z_4 + z_5 = 15 + 40 = 55$   
 $i_{15}^{11} = \frac{n_1 n_4}{n_5 n_1} = \frac{z_4 z_5}{z_2 z_3} = \frac{55 \times 15}{44 \times 15} = \frac{25}{4}$   
 $i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = -\frac{z_2}{z_1} = -\frac{1}{2}$   
 $i_{13} = \frac{n_1}{n_3} = \frac{n_1'}{n_3} = -\frac{z_3}{z_1} = -2$

3 → 4 = 4' → 5 同轴  
 1 = 1' 定轴  
 L → 2

∴ 24 4, 4' 5 啮合且同轴  
 ∴  $z_4 + z_3 = 24 + 20 = 44$

联立以上各式:  
 $\frac{-\frac{1}{2}n_1 + 2n_1}{n_5 + 2n_1} = \frac{25}{4}$   
 $\therefore i_{15} = \frac{n_1}{n_5} = -\frac{25}{44}$

$$i_{135}^{11} = \frac{\omega_3}{\omega_5} = \frac{n_3 - n_H}{n_5 - n_H} = \frac{z_4 \cdot z_5}{z_2 \cdot z_3} = \frac{50 \times 15}{40 \times 15} = \frac{25}{4} \quad (*)$$

$$i_{13} = \frac{n_1}{n_3} = -\frac{z_3}{z_1} = 1 \quad \therefore n_1 = n_3 = n_H \quad \text{代入 (*) 式}$$

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = -\frac{z_2}{z_1} = \frac{1}{2} \quad \therefore n_2 = -2n_1 = -n_H \quad \text{代入 (*) 式}$$

$$\frac{-\frac{1}{2}n_1 + 2n_1}{n_5 + 2n_1} = \frac{25}{4} \Rightarrow$$



七. 图2所示轮系中，已知各轮模数相等，齿数为： $Z_1 = Z_3 = 40$ ， $Z_2 = Z_4 = 20$ ， $Z_5 = 50$ ， $Z_6 = 15$ ，求齿轮5的齿数 $Z_5$ 和传动比 $i_{51}$ 。(12分)

①  $S_1 = 0.7R_1 = 700N$

$S_2 = 0.7R_2 = 1400N$

②  $A_1 = S_1 = 700N$

$S_2 - (F_{A1} - F_{A2}) = 1000N$

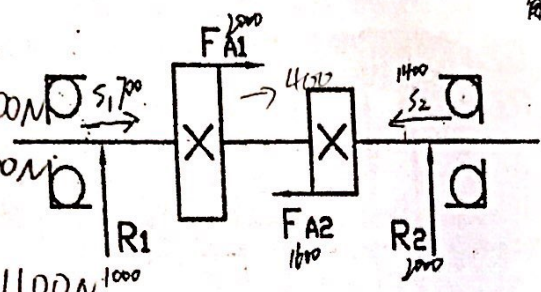
取其最大值： $A_1 = 1000N$

$A_2 = S_2 = 1400N$

$S_1 + (F_{A1} - F_{A2}) = 1100N$

取其最大值  $A_2 = 1400N$

八. 一对正装的角接触球轴承，轴承径向载荷分别为  $R_1 = 1000N$ ， $R_2 = 2000N$ ，轴上的外载荷  $F_{A1} = 2000N$ ， $F_{A2} = 1600N$ ，轴承的内部轴向力  $S = 0.7R$ ，求各轴承所受的轴向载荷  $A_1$ 、 $A_2$ ，并在图上标出  $S_1$ 、 $S_2$  的方向。(10分)



解： $S_1 = 0.7R_1 = 0.7 \times 1000 = 700(N)$

$S_2 = 0.7R_2 = 0.7 \times 2000 = 1400(N)$

$S_1 + (F_{A1} - F_{A2}) = 700 + 2000 - 1600 = 1100(N)$

$< S_2$

∴ 左端为压紧端，右端为放松端

∴  $A_1 = S_2 - (F_{A1} - F_{A2}) = 1400 - 400 = 1000(N)$

$A_2 = S_2 = 1400(N)$

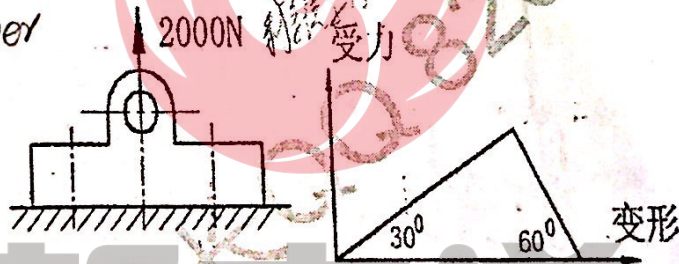
九. 某滑动轴承由4个对称布置的普通螺栓与基座相联，每个螺栓受预紧力为500N，预紧后的受力变形图如图所示，工作时轴承上作用的垂直拉伸载荷为2000N，轴承座面积为  $200mm^2$ ，问：

1. 此时每个螺栓所受的总拉力为多大？

2. 螺栓的小径  $d_1$  至少应为多少？(45#钢， $\sigma_s = 360N/mm^2$ ， $s = 1.5$ )

③ 轴承座与基座上所受单位面积的压力为多少？(共15分)

no answer



单个螺栓受力变形图

解：1.  $F_0 = F' + \frac{q}{c_1 + c_2} F$   
 $= 500 + \frac{\tan 10^\circ}{\tan 10^\circ + \tan 60^\circ} \times 2000 \times \frac{1}{4}$   
 $= 500 + \frac{1}{4} \times 2000 \times \frac{1}{4}$   
 $= 625(N)$

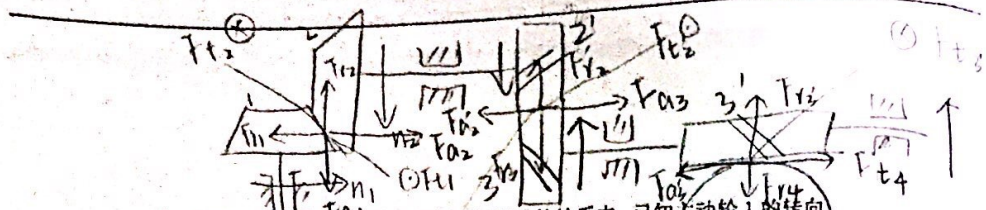
2.  $d_1 \geq \sqrt{\frac{1.3 \times 4 \times F_0}{\sigma_s \times 1.5}} = \sqrt{\frac{1.3 \times 4 \times 625}{360 \times 1.5}} = 2.08 (mm)$

3.

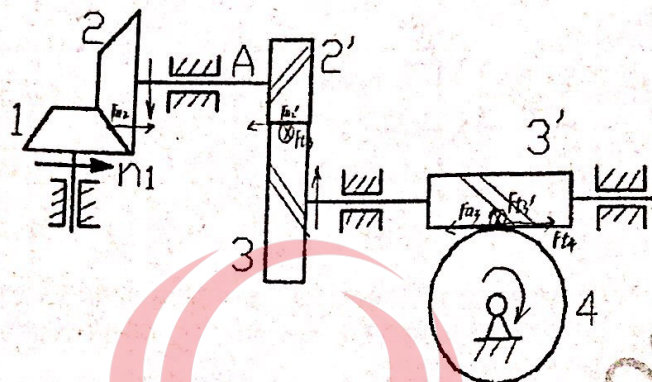
预紧力指的是两个被联接件之间的挤压力







十. 在下图锥齿轮—斜齿轮—蜗轮蜗杆组成的轮系中，已知主动轮 1 的转向试决定：  
 1. 蜗轮的转向。  
 2. 要求 A 轴上轴向力较小时，斜齿轮 3 的螺旋线方向。  
 3. 画出齿轮 3 和蜗杆 3' 的圆周力  $F_t$  的方向。（共 12 分）



十一. 指出下图中的结构错误之处（依次标上①②③……），并说明原因（指出 5 处即可）（10 分）。



- ① 轴承盖与轴直接接触，且无密封装置。轴承盖为静止件，轴为运动件，二者不能直接接触，须留有必要的间隙，而且用毡圈密封进行密封
- ② 轴套外径过大，超过了滚动轴承内圈的高度，导致轴承无法拆卸
- ③ 键的长度过长，并且尺寸与轴上另一键的尺寸不一致，导致加工不便。当轴段直径相差较大时，应尽量采用相同宽度的键槽，以减少换刀的次数。
- ④ 轴的磨加工面过长，而且不利于轴承和其它轴上零件的装配，应做成阶梯轴。
- ⑤ 轮毂的宽度与轴段宽度相同，轮毂定位不可靠。应使轮毂的宽度略大于轴段长度，以保证轴端能够顶住轮毂
- ⑥ 轴承无轴向定位 ⑦ 轴承盖与箱体间无调整垫片，无法调整轴承游隙。



武汉理工大学

武汉理工大学2007年研究生入学考试试题

课程代码 857 课程名称 机械设计基础

(共4页，共10题，答题时不必抄题，标明题目序号)

一、正误判断题(正确者在题号前标√；错误者在题号前标×)(10分)

- ×1. 代号为61206的轴承，轴承类型为角接触球轴承。(1分)
- √2. 当轴承承受径向载荷和轴向载荷联合作用时，可以选用圆锥滚子轴承。(1分)
- √3. 只传递转矩不承受弯矩或弯矩很小的轴，称为传动轴。(1分)
- √4. 提高轴的强度应该减小应力集中。(1分)
- √5. 弹性联轴器有缓冲减振的能力。(1分)
- √6. 受横向载荷的螺栓可采用铰制孔螺栓提高承载能力。(1分)
- √7. 链传动工作时，链速越高，链轮齿数越少，其运动不均匀性越明显。(1分)
- √8. 相对于链传动，带传动适合于高速。(1分)
- √9. 带传动有过载保护功能。(1分)
- ×10. 齿轮强度与其模数没有关系。(1分)

二、选择题(14分)

- 1. 工作条件与型号一定的V带，其弯曲应力随小带轮直径的增大而\_\_\_\_\_。(2分)  
B A) 增大； B) 降低； C) 无影响； D) 不一定
- 2. 在蜗杆传动设计时，除进行强度计算外，还需进行\_\_\_\_\_。(2分)  
B A) 磨损计算； B) 热平衡计算； C) 振动计算； D) 稳定性计算
- 3. 离合器与联轴器的基本用功的不同之处是\_\_\_\_\_。(2分)  
D A) 传递运动； B) 传递转矩； C) 联接两轴； D) 随时使两轴接合或分离
- 4. 传递动力时，带传动中弹性滑动是\_\_\_\_\_。(2分)  
B A) 由过载引起； B) 由拉力差和带本身为弹性体所引起； C) 因初拉力F<sub>0</sub>过小引起； D) 因速度高所引起
- 5. 一般被联接件之一较厚，装配位置有限，而且经常装拆的地方，宜用\_\_\_\_\_联接。(2分)  
C A) 普通螺栓； B) 铰制孔螺栓； C) 双头螺栓； D) 螺钉
- 6. 平键的剖面尺寸通常根据\_\_\_\_\_按标准选择。(2分)  
C A) 传递功率大小； B) 转速的大小； C) 轴的直径； D) 轮毂长度
- 7. 为了提高蜗杆刚度，当模数一定时，蜗杆直径系数q宜选择\_\_\_\_\_为好。(2分)  
A A) 大； B) 小； C) 适中

三、简答题(12分)

- 1. 闭式软齿面齿轮传动的计算准则是什么?(4分)
- 2. 某一滚动轴承代号“7312”，其为何轴承类型，内径多少?(4分)
- 3. 按转矩估算轴径时，若功率不变，转速增加一倍，则轴径为原来的多少倍?(4分)

① 闭式软齿面齿轮传动主要失效形式齿面疲劳点蚀  
按齿面接触疲劳强度设计，按齿根弯曲疲劳强度校核

② 角接触球轴承，内径为60mm(中系列)

③  $d = C \sqrt[3]{\frac{P}{n}}$  当转速增加一倍，轴径为原来的 $\sqrt[3]{2}$ 倍。





选取比例尺  $\mu = 2\text{mm/mm}$

$$\theta = 180^\circ \cdot \frac{F_1}{F_1 + F_2} = 36^\circ$$

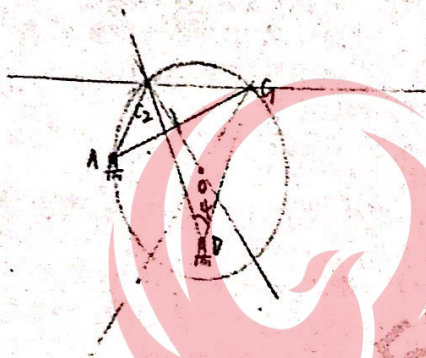
$$L_{AG} = AG \cdot \mu = 14 \times 2 = 28 (\text{mm})$$

$$L_{AG} = AG \cdot \mu = 28.5 \times 2 = 57 (\text{mm})$$

$$\begin{cases} L_{BC} + L_{AB} = 57 \\ L_{BC} - L_{AB} = 28 \end{cases}$$

$$L_{BC} = 42.5 (\text{mm})$$

$$L_{AB} = 14.5 (\text{mm})$$



新文道





$$i_{26} = \frac{\omega_2}{\omega_6} = \frac{n_2}{n_6} = \frac{z_3 \cdot z_5}{z_2 \cdot z_4} = \frac{40 \times 100}{40 \times 20} = 5 \quad (X)$$

$$1-2-3-4-5-6 \Rightarrow \frac{n_1 - n_H}{-n_1 - n_H} = 5$$

$$i_{13} = \frac{n_1}{n_3} = \frac{n_1}{n_2} = -\frac{z_2}{z_1} = -1 \Rightarrow n_2 = -n_1 \Rightarrow i_{17} = \frac{n_1}{n_7} = -16$$

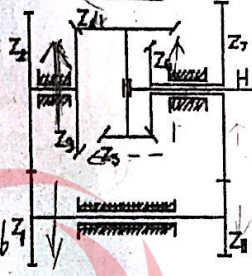
$$i_{67} = \frac{n_6}{n_7} = \frac{n_6}{n_8} = -\frac{z_8}{z_7} = -\frac{1}{4} \Rightarrow n_6 = -\frac{1}{4}n_1$$

八、分析轮系

系杆所在轮 + 该轮(2个)的啮合轮为周转轮系且同轴  
方向

1. 图示轮系中，已知各轮齿数分别为  $z_1 = z_2 = z_3 = z_4 = 40, z_5 = 20, z_6 = 100, z_7 = 80, z_8 = 20$ ，求传动比  $i_{16}$ 。(18分)

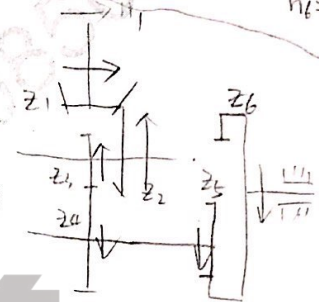
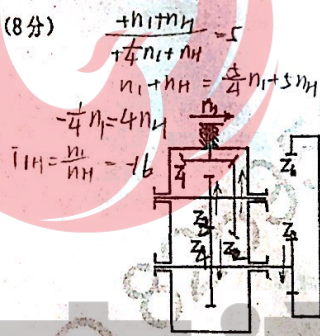
解：定轴轮系： $1-4-5-6$   
 $i_{14} = \frac{n_1}{n_4} = -\frac{z_4}{z_1} = -1$   
 $n_1 = n_4, n_6 = n_7, n_8 = n_9$   
 $i_{45} = \frac{n_4}{n_5} = -\frac{z_5}{z_4} = -1$   
 $i_{56} = \frac{n_5}{n_6} = -\frac{z_6}{z_5} = -5$   
 联立以上各式得： $i_{16} = -5, i_{17} = -16, i_{67} = -\frac{1}{4}$



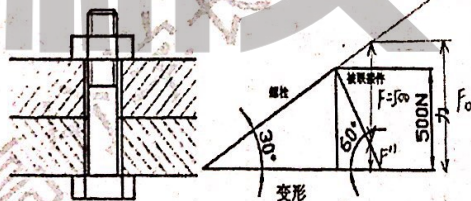
周转轮系： $1-2-3-4-5-6$   
 $i_{16} = \frac{\omega_1}{\omega_6} = \frac{n_1 - n_H}{n_6 - n_H} = \frac{z_4 \cdot z_6}{z_2 \cdot z_5} = 5$   
 $i_{13} = \frac{n_1}{n_3} = \frac{n_1}{n_2} = -\frac{z_2}{z_1} = -1 \Rightarrow n_3 = -n_1$   
 $i_{67} = \frac{n_6}{n_7} = \frac{n_6}{n_8} = -\frac{z_8}{z_7} = -\frac{1}{4} \Rightarrow n_6 = -\frac{1}{4}n_1$

2. 已知图示轮系中各轮齿数为： $z_1 = 18, z_2 = 24, z_3 = 17, z_4 = 51, z_5 = 20, z_6 = 40$ 。试求传动比  $i_{16}$ 。(8分)

解： $i_{16} = \frac{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6}{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5} = \frac{24 \times 51 \times 40}{18 \times 17 \times 20} = 8$



九、图示为一普通螺栓联接，预紧后的受力一变形图已知。如预紧力为 500N，然后承受轴向拉伸工作载荷 500N，问此时螺栓及被联接件受载各为多少？(14分)



$$1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6$$

$$i_{16} = \frac{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6}{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5}$$

$$C_1 = \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}, C_2 = \tan 60^\circ = \sqrt{3}$$

$$\text{解： } F_0 = F + \frac{C_1}{C_1 + C_2} F = 500 + \frac{\frac{\sqrt{3}}{3}}{\frac{\sqrt{3}}{3} + \sqrt{3}} \times 500 = 500 + \frac{1}{4} \times 500 = 625(N)$$

$$F'' = F_0 - F = 625 - 500 = 125(N)$$

$$F' = 500 N \quad F = 500 N$$

$$\begin{cases} F_0 = F + F'' \\ F_0 = F' + \frac{C_1}{C_1 + C_2} F \end{cases}$$

被联接件所受载荷为残余预紧力  $F''$

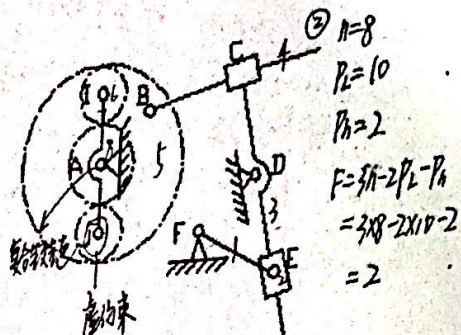
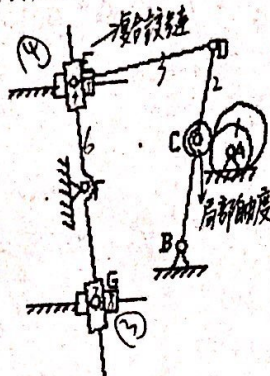
螺栓受载为总拉伸载荷  $F_0$





四、求下列机构自由度，指出复合铰链、局部自由度、虚约束。(20分)

①  $n=8$   
 $P_L=11$   
 $P_H=1$   
 $F=3n-2P_L-P_H$   
 $=3 \times 8 - 2 \times 11 - 1$   
 $= 1$



②  $n=8$   
 $P_L=10$   
 $P_H=2$   
 $F=3n-2P_L-P_H$   
 $=3 \times 8 - 2 \times 10 - 2$   
 $= 2$

(1)

(2)

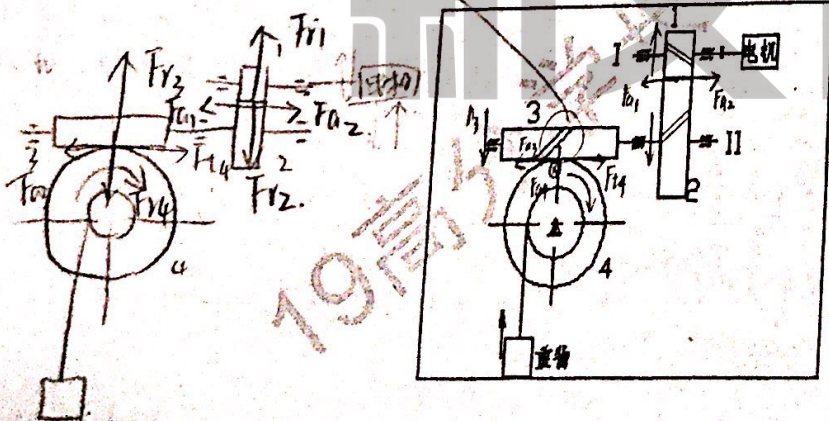
五、已知曲柄摇杆机构 ABCD 中摇杆长  $L_{CD}=50\text{mm}$ ，摇杆摆角  $\psi=45^\circ$ ，行程速度变化系数  $K=1.5$ ，机架长  $L_{AD}=40\text{mm}$ ，试用作图法求出该机构的曲柄和连杆长  $L_{AB}$ 、 $L_{BC}$ 。(14分)

六、有一对无侧隙安装， $Z_1=20$ ， $Z_2=40$ ， $m=4\text{mm}$ ， $\alpha=20^\circ$  的正常齿标准直齿外啮合圆柱齿轮传动，拟用一对标准斜齿圆柱齿轮来替代，并要求原中心距，模数(法面)，传动比不变，螺旋角  $\beta < 20^\circ$ 。试设计这对斜齿圆柱齿轮，确定其齿数  $z_1$ 、 $z_2$ ，螺旋角  $\beta$ ，计算小齿轮的齿顶圆直径  $d_{a1}$  和当量齿数  $z_{v1}$ 。(14分)

七、分析题 (12分)

图示圆柱齿轮-蜗杆传动装置，欲使重物上升，要求保持中间轴 II 受力最小。

- (1) 试说明斜齿轮 1、2 的螺旋线方向 (左或右旋)。  
 (2) 说明轮 3、4 轴向力的方向 (水平向左或右；垂直纸面向内或外)。



解：  $a = \frac{1}{2}m(z_1 + z_2) = \frac{1}{2} \times 4 \times 60 = 120(\text{mm})$

$a = \frac{1}{2}m_n(z_1 + z_2) = \frac{m_n}{2 \cos \beta} (z_1 + z_2)$   
 $= \frac{m_n}{2 \cos \beta} \cdot 32$

$\cos \beta = \frac{3m_n z_1}{2a} > \cos 20^\circ$

$\therefore z_1 > 18.7$

$\therefore z_1 = 19, z_2 = 38$

$\therefore \beta = \arccos \frac{19}{20} = 18.19^\circ$

$d_{a1} = d_1 + 2h_{a1}^* m_n = \frac{m_n}{\cos \beta} z_1 + 2h_{a1}^* m_n$

$= \frac{4}{\cos 18.19^\circ} \times 19 + 2 \times 1 \times 4$

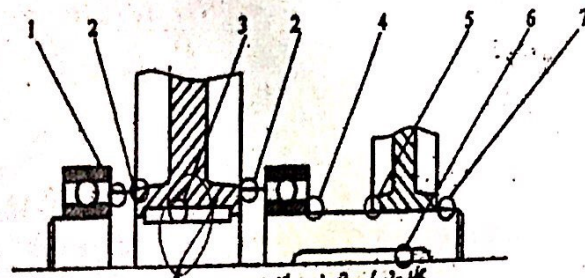
$= 88(\text{mm})$

$z_{v1} = \frac{z_1}{\cos \beta} = \frac{19}{\cos 18.19^\circ} = 22.17$





十、图中结构设计错误处已经标出序号，按序号一一说明错误原因。(14分)。



① 能装的轴槽与轴是一个通槽

②

19 新文道 QQ 825950850

新文道





武汉理工大学

武汉理工大学 2008 年研究生入学考试试题

课程代码 890 课程名称 机械设计基础

(共 5 页, 共 10 题, 答题时不必抄题, 标明题目序号, 三、六、七、九、十题需要标示说明的可以直接标在试题纸上)

一、选择题 (每小题 2 分, 共 20 分)

- 链传动中, 高速重载时宜取\_\_\_\_。  
B A) 单列大节距; B) 多列小节距; C) 多列大节距; D) 单列小节距
- 滚动轴承的基本额定寿命是指同一批轴承, 在相同运转条件下\_\_\_\_的轴承所能达到的寿命。  
B A) 80%; B) 90%; C) 95%; D) 99%
- 设计一滚子从动件盘状凸轮, 当发现实际轮廓曲线出现尖点时, 应该\_\_\_\_。  
B (A) 加大滚子半径 (B) 加大基圆半径 (C) 减少基圆半径  $p_{min} - r_f > 0$
- 开式齿轮传动的主要失效形式是\_\_\_\_。  
A A) 齿面磨损; B) 齿面点蚀; C) 齿面胶合; D) 轮齿折断。
- 带传动在工作时产生弹性滑动是由于\_\_\_\_。  
C (A) 带的初拉力偏小 (B) 带与带轮间的摩擦力偏低  
(C) 带的松边与紧边拉力不等 (D) 带绕过带轮时产生离心力
- 在非液体摩擦滑动轴承中, 校核  $pv$  值的主要目的是\_\_\_\_。  
A A) 防止轴承衬材料过度发热; B) 防止轴承衬材料发生塑性变形;  
C) 防止轴承衬材料过度磨损。
- 既传递转矩又承受弯矩的轴称为\_\_\_\_。  
C (A) 光轴 (B) 传动轴 (C) 转轴 (D) 心轴
- 斜齿轮是以\_\_\_\_模数为标准值。  
C (A) 端面; (B) 轴面; (C) 法面; (D) 横截面
- 平键的剖面尺寸通常根据\_\_\_\_按标准选择。  
A (A) 轴的直径 (B) 轮毂长度 (C) 传递功率大小
- 要满足蜗杆轴刚度情况下, 当模数一定时, 蜗杆直径系数  $q$  宜选择\_\_\_\_为好。  
A (A) 大 (B) 小 (C) 适中  $\tan \alpha = \frac{d}{q} \quad d = m q$

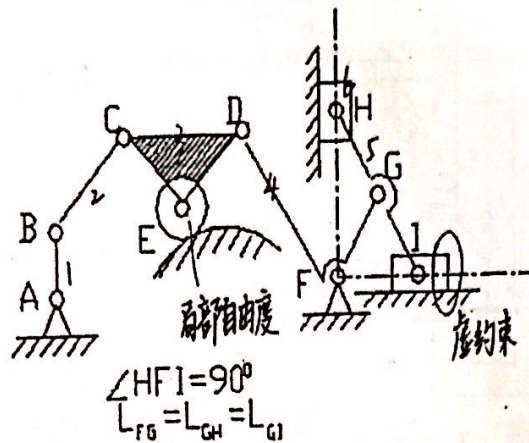
二、简答题 (每小题 4 分, 共 16 分)

- 对于只受预紧力的紧螺栓联接, 在计算螺栓强度时, 为什么将拉伸载荷加大 30% 后, 按纯拉伸问题进行计算?
- 试述径向滑动轴承动压油膜形成的必要与充分条件。
- 用示意图形式, 表示出摩擦型带传动工作时带各个横剖面上的应力分布情况。
- 试述闭式硬齿面齿轮传动的计算准则。  
① 因为紧螺栓联接在装配时将螺母拧紧, 螺栓不仅受预紧力, 还受到拧紧力矩的作用, 即螺栓处于拉伸应力和扭转应力的复合应力作用, 根据第四强度理论计算得到的当量应力为拉应力的 1.3 倍。  
② 闭式硬齿面齿轮传动的主要失效形式: 轮齿折断, 其次是齿面疲劳点蚀。  
: 闭式硬齿面齿轮设计 按接触疲劳强度设计



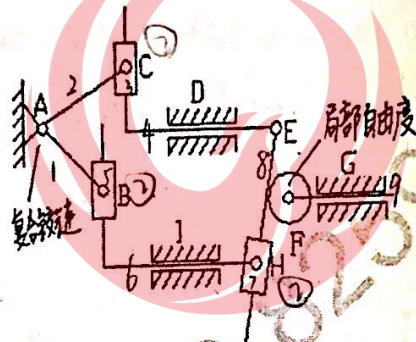


三、求下列机构自由度？指出复合铰链、局部自由度、虚约束。(20分)



$$\begin{aligned}
 n &= 6 \\
 P_L &= 8 \\
 P_H &= 1 \\
 F &= 3n - 2P_L - P_H \\
 &= 3 \times 6 - 2 \times 8 - 1 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

(1)



$$\begin{aligned}
 n &= 9 \\
 P_L &= 12 \\
 P_H &= 1 \\
 F &= 3n - 2P_L - P_H \\
 &= 3 \times 9 - 2 \times 12 - 1 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

(2)

四、某双联直齿圆柱齿轮 1、3 可分别与齿轮 2、4 相啮合，齿数如图所示，各齿轮的材料、热处理、模数均相同，两对齿轮重合度系数相同，主动轴输入转矩  $T_1$  不变，单向旋转，若模数  $m=4\text{mm}$ ，齿宽  $B_{12}=80\text{mm}$ ，试用公式计算

说明，当两对齿轮要求接触强度相等时，其 3、4 对齿轮的齿宽  $B_{34}$  应为多少？(14分)

$$\begin{aligned}
 \sigma_{H12} &= Z_H \cdot Z_E \cdot Z_\epsilon \cdot \sqrt{\frac{2000KT_1}{B_{12}d_1^2} \cdot \frac{u_{12}+1}{u_{12}}} \\
 \sigma_{H34} &= Z_H \cdot Z_E \cdot Z_\epsilon \cdot \sqrt{\frac{2000KT_1}{B_{34}d_3^2} \cdot \frac{u_{34}+1}{u_{34}}} \\
 \frac{\sigma_{H12}}{\sigma_{H34}} &= \frac{B_{34}d_3^2}{B_{12}d_1^2} \cdot \frac{u_{12}+1}{u_{12}} \cdot \frac{u_{34}}{u_{34}+1} = 1 \\
 \text{即 } \frac{B_{34}}{B_{12}} \left(\frac{z_3}{z_1}\right)^2 \cdot \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{1}{3} &= 1 \\
 \therefore B_{34} &= 40(\text{mm})
 \end{aligned}$$

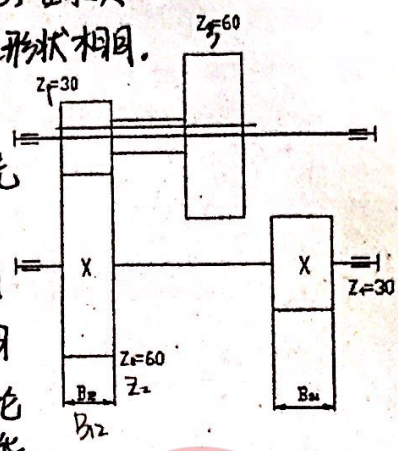




	基圆	齿厚、齿槽宽	齿顶高	齿根高
齿轮1	$18.774$	$\pi$	2	2.5
齿轮2	$46.985$	$\pi$	2	2.5
齿轮3	$46.985$	$2.5\pi$	5	6.25

(2). 用同一把铣刀加工标准齿轮, 要求其刀的形状和被切齿轮的齿槽形状相同。即  $s, e, ha, hf$  都相同。所以3个齿轮不能用同一把成形铣刀加工。

(3). 只要被加工齿轮的  $m$  和  $\alpha$  相同, 即可以相互啮合, 就可以用同一把刀加工, 它与齿数无关。故轮1和2可以用同一把刀, 但轮3不能。

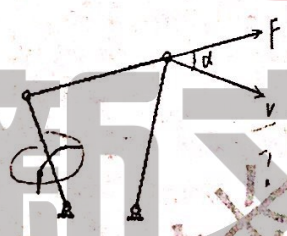


(五). 有三个压力角都为  $20^\circ$  的标准齿轮, 其模数和齿数分别为  $m_1 = 2mm, Z_1 = 20$ ;  $m_2 = 2mm, Z_2 = 50$ ;  $m_3 = 5mm, Z_3 = 20$ . 问这三个齿轮的齿形有何不同? 可以用同一把成形铣刀加工吗? 又, 如用同一把滚刀加工可以吗? (14分)

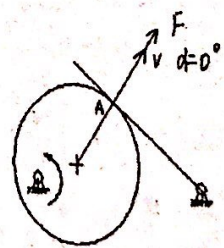
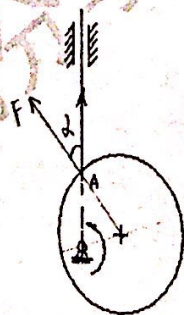
六、图示各机构, 标有箭头的为主动件。试标出各机构在图示位置时的压力角。(12分)

- 1) 双曲柄机构
- 2) 摆动导杆机构

???



3) 凸轮机构

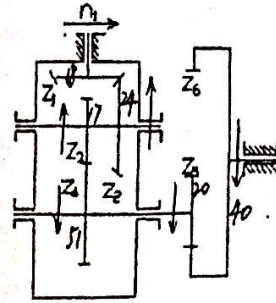




七、分析轮系 (18分)

1. 已知图示轮系中各轮齿数为： $z_1=18, z_2=24, z_3=17, z_4=51, z_5=20, z_6=40$ 。试求传动比  $i_m$ ；又若  $n_1$  方向如图，试在图中标出  $n_6$  的方向？

解： $i_6 = \frac{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6}{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5} = \frac{24 \times 51 \times 40}{18 \times 17 \times 20} = 8$



2. 在图示轮系中，已知各轮齿数分别为  $z_1=40, z_2=30, z_3=20, z_4=40, z_5=20, z_6=100, z_7=80$ ，试求该轮系的传动比  $i_m$ ？(10分)

解：定轴轮系： $1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6$

差动轮系： $2 \rightarrow 8 \rightarrow 7$

$i_{17} = \frac{n_1 - n_H}{n_7 - n_H} = -\frac{z_2 \cdot z_7}{z_1 \cdot z_8} = -\frac{8}{3}$

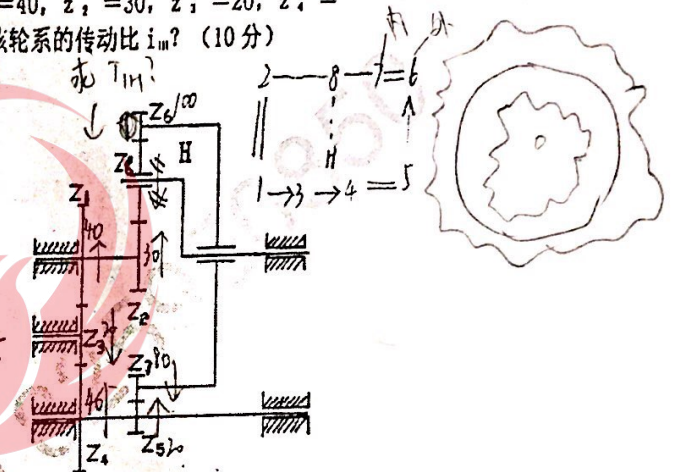
$n_2 = n_1, n_6 = n_7$

$i_{16} = \frac{n_1}{n_6} = -\frac{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6}{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5} = -\frac{20 \times 40 \times 100}{40 \times 20 \times 20} = -5$

联立已各式，得：

$\frac{n_1 - n_H}{-n_H - n_H} = -\frac{8}{3}$

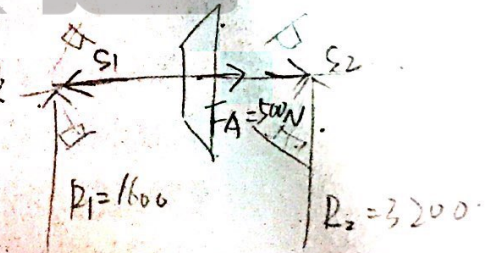
$i_{1H} = \frac{11}{7}$



八、图示圆锥齿轮轴由一对反装（背靠背）的圆锥滚子轴承支承，已知两支承的径向力分别为  $R_1=1600N, R_2=3200N$ ，锥齿轮产生的轴向力  $F_A=500N$ ，试求两轴承所受的轴向负荷  $A_1$  和  $A_2$  的大小？（已知： $S=R/2Y, Y=1.6$ ）(8分)

图略

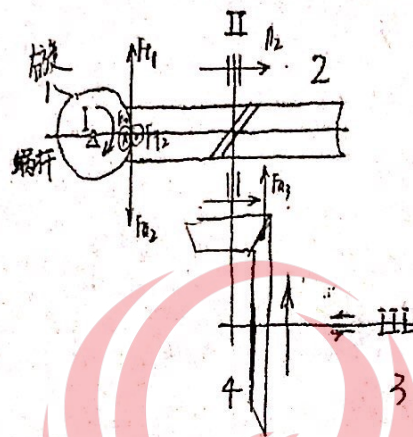
解：奉做，题目有问题





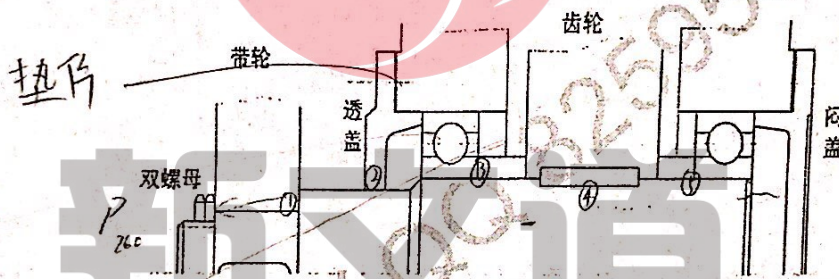
九、下图是蜗杆—圆锥齿轮组合的传动装置，已知输出轴III的转向，试决定：  
(10分)

1. 要使轴II上的轴向力最小，蜗杆轴I的转向以及蜗杆，蜗轮的螺旋线方向应如何？(5分)
2. 在图上画出蜗轮2和齿轮3的轴向力。(5分)



④ 结构改错 (18)

指出下列轴系结构上的错误，标明具体位置，并且用文字指出错误原因。



缺不缺档圈

- ① 带轮轴向固定不可靠，带轮轮毂宽度应略大于轴段长度，以便轴肩可以顶住带轮轮毂
- ② 盖盖与轴直接接触，而静止件与静止件不能直接接触，二者之间应有适当间隙，同时用毡圈等密封件进行密封
- ③ 轴套外径过大，超过滚动轴承内圈高度，导致轴承无法拆卸
- ④ 轴上键应位于同一母线上，以便加工；同时键上表面与轮毂键槽之间应有适当间隙





武汉理工大学

武汉理工大学 2009 年研究生入学考试试题

课程代码 892 课程名称 机械设计基础

(共 4 页，共九题；答题时不必抄题，标明题目序号。八、九题做在试题纸上)

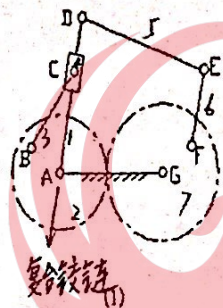
一、简答题（每小题 4 分，共 16 分）

1. 按转矩估算轴径时，若功率不变，转速增加一倍，则轴径为原来的多少倍？
2. 试述滚动轴承代号“7312”中数字“7”、“12”的含义？
3. 摩擦型 V 带传动工作时，何处带的应力最大？
4. 试述闭式软齿面齿轮传动的计算准则？

二、求下列机构自由度？指出复合铰链、局部自由度、虚约束。(20 分)

$d \propto \sqrt{\frac{P}{n}}$

①  $n=7$   
 $k=9$   
 $p_1=1$   
 $F=3n-2p_1-p_1$   
 $=3 \times 7 - 2 \times 1 - 1$   
 $=2$



解 1. 由按转矩初估轴径的公式  $d = C \sqrt[3]{\frac{P}{n}}$  知，当  $n$  增加一倍时， $d = (\frac{1}{2})^{1/3} d_0$ ，即轴径变为原来的  $\frac{1}{\sqrt[3]{2}}$  倍。

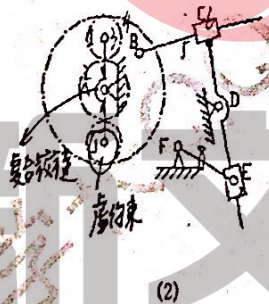
2. “7”代表角接触球轴承

“12”代表轴承内径 60mm

3. 紧边带绕上小带轮处的应力最大

4. 闭式软齿面齿轮的主要失效形式为齿面点蚀，所以按齿面接触疲劳强度设计按齿面弯曲疲劳强度校核。

②  $n=8$   
 $k=10$   
 $p_1=2$   
 $F=3n-2p_1-p_1$   
 $=3 \times 8 - 2 \times 2 - 2$   
 $=2$



新文道

19 年高考

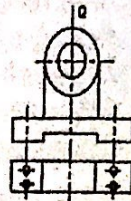




三、设计一偏置曲柄滑块机构，已知偏距  $e=20\text{mm}$ ，原动件曲柄长  $L_{AB}=50$ ，机构的最大压力角  $\alpha_{\max}=30^\circ$ ，试用图解法求连杆长  $L_{BC}$ ，滑块最大行程  $S$ ，并标明极位夹角  $\theta$ 。(12分)

四、图示滑动轴承由四个对称布置的普通螺栓与机座相联，如每个螺栓受的预紧力为  $800\text{N}$ ，轴承的刚度是螺栓的两倍，轴承上承受的径向载荷  $Q$  为  $4000\text{N}$ ，问：

- 1) 每个螺栓所受到的总载荷是多少？(5分)
- 2) 螺栓的小径至少多少？( $[\sigma]=120\text{N/mm}^2$ ) (7分)



解：(1)  $F_0 = F + \frac{Q}{4} = 800 + \frac{1}{4} \times 4000 = 1133.3(\text{N})$   
 (2)  $d_1 \geq \sqrt{\frac{4F_0}{\pi[\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \times 1133.3}{3.14 \times 120}} = 3.95(\text{mm})$

五、(1)  $d_1 = m z_1 = 30\text{mm}$   
 $d_2 = m z_2 = 160\text{mm}$ ,  $i = \frac{z_2}{z_1} = 2$   
 $d_{b1} = d_1 \cos \alpha = 15.175$   
 $d_{b2} = d_2 \cos \alpha = 150.351$   
 $d_{a1} = d_1 + 2h_a^* m = 36\text{mm}$   
 $d_{a2} = d_2 + 2h_a^* m = 168\text{mm}$   
 $a = \frac{d_1 + d_2}{2} = 120\text{mm}$

五、有一对无侧隙安装， $z_1=20, z_2=40, m=4\text{mm}, \alpha=20^\circ$  的正常齿标准渐开线直齿外啮合圆柱齿轮传动。试：

- 1) 计算该对齿轮的分度圆直径、基圆直径、齿顶圆直径和中心距；(8分)
- 2) 若用一对标准斜齿圆柱齿轮来替代，并保持原中心距、模数(法面)、传动比不变，要求螺旋角  $\beta < 20^\circ$ ，试确定这对斜齿圆柱齿轮齿数、螺旋角  $\beta$ 。(10分)

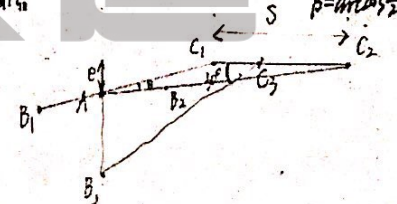
解：(1)  $d_1 = m z_1 = 4 \times 20 = 80(\text{mm})$   
 $d_2 = m z_2 = 4 \times 40 = 160(\text{mm})$   
 $d_{b1} = d_1 \cos \alpha = 80 \cos 20^\circ = 75.9(\text{mm})$   
 $d_{b2} = d_2 \cos \alpha = 160 \cos 20^\circ = 150.3(\text{mm})$   
 $d_{a1} = d_1 + 2h_a^* m = 80 + 8 = 88(\text{mm})$   
 $d_{a2} = d_2 + 2h_a^* m = 160 + 8 = 168(\text{mm})$   
 $a = \frac{1}{2} m (z_1 + z_2) = 120(\text{mm})$

六、分析轮系

1) 已知双头右旋蜗杆的转速  $n_1=900$  转/分，转向如图，各轮齿数为  $z_1=60, z_2=20, z_3=25, z_4=25, z_5=20, z_6=30, z_7=35, z_8=35, z_{11}=135$ 。求轮 10 的转速及转向(用箭头标于图上)。(8分)

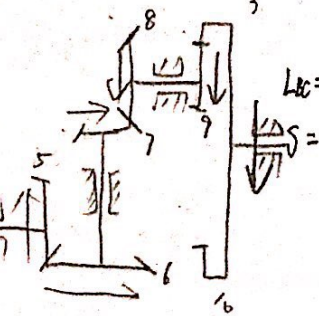


首先选比例尺  $4\text{mm/mm}$



解： $i_{10} = \frac{n_1}{n_{10}} = \frac{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6 \cdot z_8 \cdot z_{11}}{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5 \cdot z_7 \cdot z_9} = \frac{20 \cdot 25 \cdot 20 \cdot 30 \cdot 135}{60 \cdot 25 \cdot 20 \cdot 35 \cdot 35} = 135$   
 $\therefore n_{10} = \frac{n_1}{135} = \frac{900}{135} = 6.67(\text{r/min})$   
 $\beta = \arccos 0.95 = 18.19^\circ$

六(1)  
 $i_{10} = \frac{n_1}{n_{10}} = \frac{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6 \cdot z_8 \cdot z_{11}}{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5 \cdot z_7 \cdot z_9} = 135$   
 $\Rightarrow n_{10} = \frac{n_1}{135} = \frac{900}{135} = 6.67(\text{r/min})$



$L_{BC} = B_1 C_1 \cdot u = 35\text{mm} \times 4\text{mm/mm} = 140\text{mm}$   
 $S = C_1 C_2 \cdot u = 26\text{mm} \times 4\text{mm/mm} = 104\text{mm}$



解

$$i_{14} = \frac{\omega_1}{\omega_4} = \frac{n_1 - n_H}{n_4 - n_H} = \frac{z_2 \cdot z_4}{z_1 \cdot z_3} = \frac{16 \times 25}{30 \times 25} = \frac{8}{15}$$

$$i_{14} = \frac{n_1}{n_H} = 1 - i_{H4} = 1 - \frac{8}{15} = \frac{7}{15} \Rightarrow n_H = n_5 = \frac{1711}{9} \quad (n_H \text{ 与 } n_1 \text{ 方向相同})$$

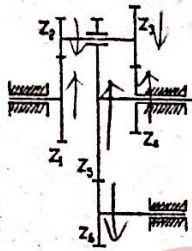
$$i_{56} = \frac{n_5}{n_6} = \frac{z_6}{z_5} = \frac{4}{25} \Rightarrow n_6 = 4 n_5 = \frac{4 \times 1711}{9} = \frac{6844}{9} = 760.44 \text{ r/min}$$

4.5 同相

2) 在图示轮系中，已知  $z_1=34, z_2=16, z_3=z_4=25, z_5=100, n_1=280$  转/分，求齿轮 6 的转速  $n_6$  的大小，并判断齿轮 6 与齿轮 1 的方向是否相同。(14 分)

解：定轴轮系 5-6

定轴轮系 1-2-3-4



$$i_{14} = \frac{n_1 - n_H}{n_4 - n_H} = \frac{z_2 \cdot z_4}{z_1 \cdot z_3} = \frac{16 \times 25}{34 \times 25} = \frac{8}{17}$$

$$n_4 = 0, n_H = n_5$$

$$i_{56} = \frac{n_5}{n_6} = -\frac{z_6}{z_5} = -\frac{4}{25}$$

$$\text{联立以上两式得: } n_6 = -\frac{17}{100} n_1$$

齿轮 6 的转向与齿轮 1 的转向相反。

七、已知如图，一对正装的角接触球轴承，轴承径向数分别为  $R_1=500N, R_2=1000N$ ，轴上轴向力  $F_a=400N$ ，试求两轴承所承受的轴向力  $A_1, A_2$ 。(内部轴向力  $S=0.5R$ ) (16 分)

$$S_1 = 0.5R_1 = 250N$$

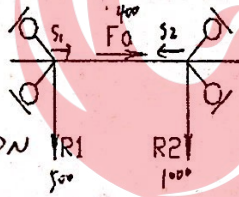
$$S_2 = 0.5R_2 = 500N$$

$$A_1 = 250N = A_1 = S_1 = 250N$$

$$S_2 - F_a = 500 - 400 = 100N$$

$$A_2 = 650N = A_2 = S_2 = 500N$$

$$S_1 + F_a = 650N$$



$$\text{解: } S_1 = 0.5R_1 = 250(N), S_2 = 0.5R_2 = 500(N)$$

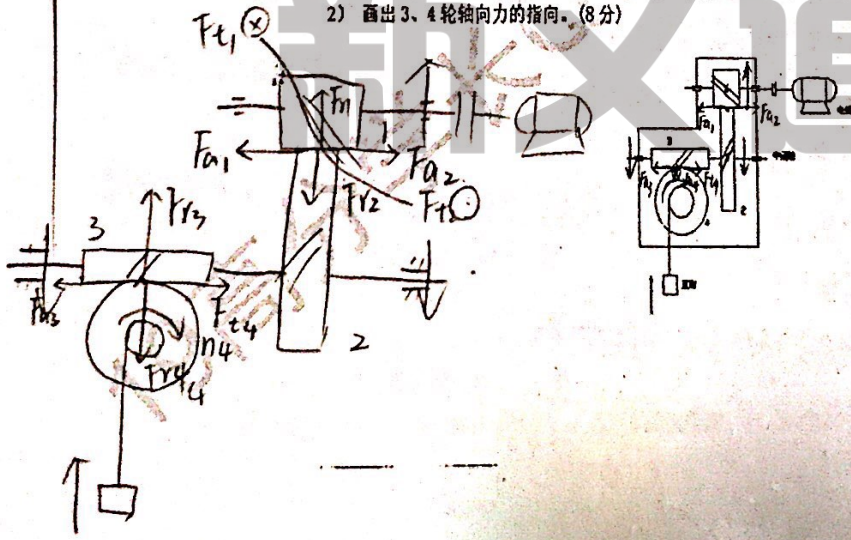
$$S_1 + F_a = 650 > S_2$$

∴ 左端为压紧端，右端为放松端

$$\therefore A_1 = S_1 = 250(N), A_2 = S_1 + F_a = 650(N)$$

八、图示圆柱斜齿轮—蜗杆传动装置，欲使重物上升，要求保持中间轴受力最小。

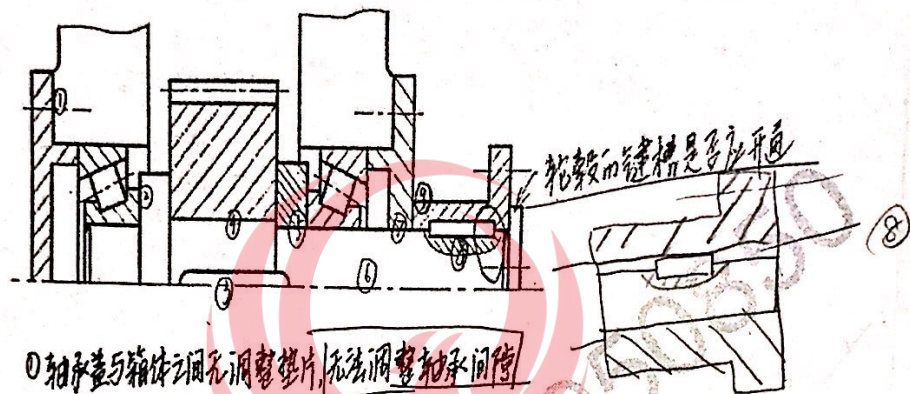
- 1) 试用箭头画出斜齿轮 1、2 的螺旋线方向。(6 分)
- 2) 画出 3、4 轮轴向力的指向。(8 分)





九、结构改错 (20分)

指出下列轴系结构上的错误，标明具体位置，并且用文字指出错误原因。指出10处即全对。



- ① 轴承盖与箱体之间无调整垫片，无法调整轴承间隙
- ② 轴肩过高，无法拆卸轴承
- ③ 键过长，套筒无法安装到对应位置
- ④ 轮毂定位不可靠，出现过定位，应使轮毂的宽度略大于轴段长度，以便套筒能顶住轮毂
- ⑤ 套筒外径过大，超过滚动轴承内圈高度，导致其无法拆卸
- ⑥ 精加工面过长，且轴承装拆跨径长，装拆不方便
- ⑦ 轴承盖与轴直接接触，为静止件与运动件直接接触，是不允许的。两者之间应有适当间隙，常用毡圈等进行密封
- ⑧ 同一根轴上的键应布置在同一母线上，且键的上表面与联轴器上的键槽之间应留有间隙
- ⑨ 联轴器与轴承盖端面直接接触





武汉理工大学

武汉理工大学2010年研究生入学考试试题

课程代码 892 课程名称 机械设计基础

(共4页，共十题，答题时不必抄题，标明题目序号。四、七、八、九题必须抄图在试题纸上，以便说明)

一、正误判断题(正确在对应小题号前打√，错误在对应小题号前打×)(共16分)

- √1. 三角形螺纹常用于联接。
- ×2. 工作条件与型号一定的V带，其弯曲应力随小带轮直径的增大而增大。
- √3. 在选择滚动轴承类型时，当轴承承受较大的径向载荷和轴向载荷联合作用时，一般可以选用角接触球轴承。
- √4. 滚动轴承额定寿命计算是防止其产生疲劳点蚀破坏。
- ×5. 链传动工作时，链速越低，链轮齿数越多，其运动不均匀性越明显。
- √6. 一对相啮合的大小齿轮，两者齿面的接触应力是相等的。
- √7. 在蜗杆传动设计时，除进行强度计算外，还需进行热平衡计算。
- ×8. 只承受弯矩的轴称为传动轴。

二、选择题 将正确选择的题号填入空白处 (共18分)

1. 平键联接是靠键的\_\_\_\_\_传递转矩的。

- B A) 上面; B) 两侧面; C) 两窄面; D) 下面

2. 开式齿轮传动的主要失效形式是\_\_\_\_\_。

- A A) 齿面磨损; B) 齿面点蚀; C) 齿面胶合; D) 轮齿折断。

3. 离合器与联轴器的基本功用的不同之处是\_\_\_\_\_。

- D A) 传递运动; B) 传递转矩; C) 联接两轴 D) 随时使两轴接合或分离

4. 滚动轴承的基本额定寿命是指同一批轴承，在相同运转条件下\_\_\_\_\_的轴承所能达到的寿命。

- B A) 80%; B) 90%; C) 95%; D) 99%

5. 平键的剖面尺寸通常根据\_\_\_\_\_按标准选择。

- A A) 轴的直径; B) 轮毂长度; C) 传递功率大小

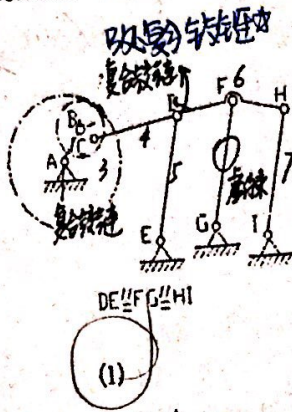
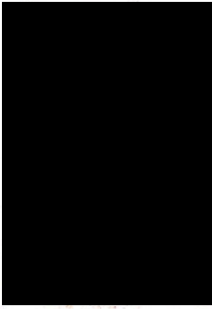
6. 链传动中，高速重载时宜取\_\_\_\_\_链。

- B A) 单排大节距; B) 多排小节距; C) 多排大节距; D) 单排小节距

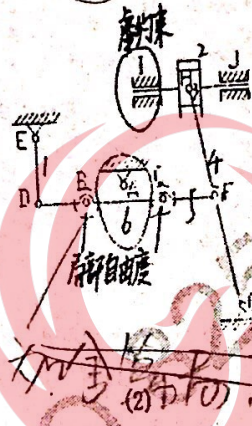




三、求下列机构自由度？指出复合铰链、局部自由度、虚约束。(24分)



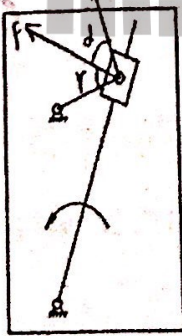
①  $n=6$   
 $k=8$



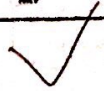
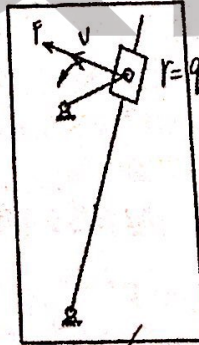
~~如何给分？这不是~~

四、图示四杆机构，标有箭头的为主动件，试标出四杆机构在图示位置时的压力角和传动角？不计摩擦与自重。

(12分)



摆动杆





五、已知一渐开线标准直齿圆柱外齿轮的齿数  $Z=40$ ，模数  $m=5\text{mm}$ ，压力角  $\alpha=20^\circ$ 。试求：

五. 已知  $r_b = r \cos \alpha$   
 $= \frac{1}{2} m z \cos \alpha$   
 $= \frac{1}{2} \times 5 \times 40 \cos 20^\circ$   
 $= 93.97(\text{mm})$

$P_b = P \cos \alpha$   
 $= \pi m z \cos \alpha$   
 $= 1475(\text{mm})$

②  $\rho_k = \text{inv} \alpha_k$   
 $= \tan \alpha_k - d_k$   
 $= 232^\circ - 22^\circ$   
 $= 12^\circ$

$r_k = \frac{r_b}{\cos \alpha_k} = \frac{93.97}{\cos 22^\circ}$  分析轮系

$= 101.37(\text{mm})$

$P_k = r_b \cdot \tan \alpha_k$   
 $= 93.97 \cdot \tan 22^\circ$   
 $= 37.97(\text{mm})$

六. 解①  $a = \frac{1}{2} m (z_1 + z_2)$

$a \cos \alpha' = a' \cos \alpha$

$d' = a' \cos \alpha'$

$r_1' = \frac{r_1}{\cos \alpha'} = \frac{r_1 \cos \alpha}{\cos \alpha'}$

$r_2' = \frac{r_2}{\cos \alpha'} = \frac{r_2 \cos \alpha}{\cos \alpha'}$

②  $a' = \frac{a \cos \alpha}{\cos \alpha'}$

$r_1' = \frac{r_1 \cos \alpha}{\cos \alpha'} = 305$

$r_2' = \frac{r_2 \cos \alpha}{\cos \alpha'} = 406$

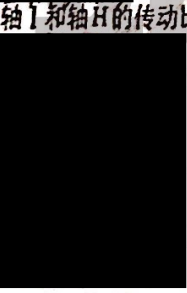
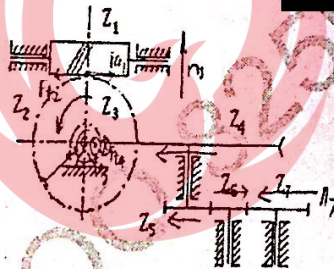
③二者节圆半径比  
 不变。

1) 该齿轮的基圆半径  $r_b$ ，基圆周节  $P_b$ ；(6分)

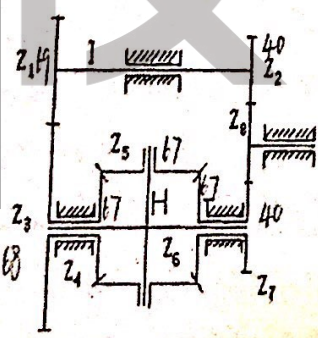
2) 齿廓渐开线上压力角  $\alpha_k = 22^\circ$  处的展角  $\rho_k$ ，向径  $r_k$ ，和渐开线在该点的曲率半径  $\rho_c$ 。(10分)

六、一对外啮合正常齿制直齿圆柱齿轮的齿数  $z_1=30$ ， $z_2=40$ ，模数  $m=20\text{mm}$ ，压力角  $\alpha=20^\circ$ 。试求当中心距  $a'=725\text{mm}$  时，两轮的啮合角  $\alpha'$ ，节圆半径  $r_1'$  和  $r_2'$ 。当  $\alpha'=22.5^\circ$  时，试求其中心距  $a'$ ，节圆半径  $r_1'$  和  $r_2'$ ，顶隙  $c$ 。在这二种情况下其节圆半径的比值是否相等？为什么？(14分)

1) 在图示轮系中，已知各轮的齿数及蜗杆1的转速及转向如图所示；蜗杆3为右旋蜗杆。试求传动比  $i_{17}$  和轮7的转向(转向用箭头表示在图上，传动比用齿数表示)。(8分)



2) 已知  $z_1=69$ ， $z_2=40$ ， $z_3=68$ ， $z_4=z_5=z_6=67$ ， $z_7=40$ ，求轴I和轴H的传动比  $i_{IH}$ 。(14分)



联立以上两式，得： $\frac{-1 \cdot n_1 - n_H}{n_1 - n_H} = -1$

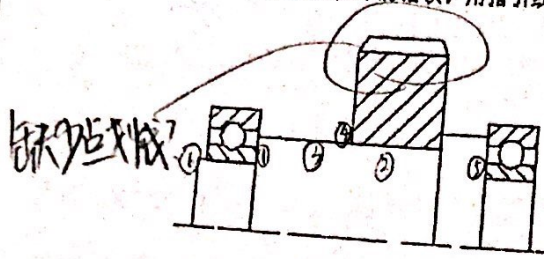
$i_{IH} = -136$





八、结构改错 (10分)

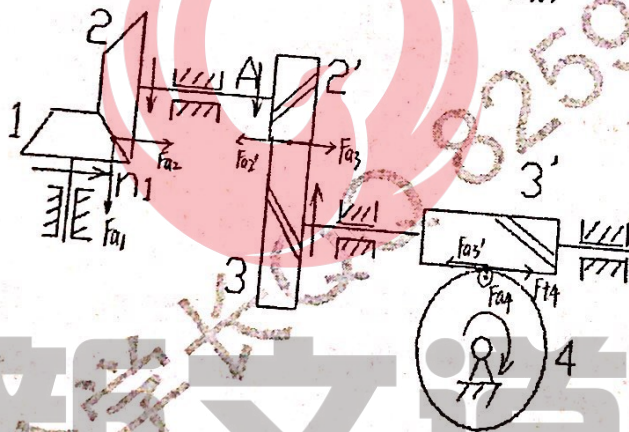
指出图示轴系结构设计的错误，用指引线、序号加以说明，说明错误原因。



- ① 轴肩过高，超过轴承内圈，导致其拆卸不便
- ② 安装轴承的轴段无键槽，未对轴承段进行轴向定位。
- ③ 轴段过长，不仅使得轴承拆卸不方便，而且导致轴承在轴上轴向定位不便
- ④ 轴承左端无轴向定位
- ⑤ 轴肩过高
- ⑥ 轴端伸出太大，且无倒角

九、在下图锥齿轮—斜齿轮—蜗轮蜗杆组成的轮系中，已知主动轮1的转向，试决定：

- 1). 蜗轮的转向。(2分)
- 2). 要求A轴上轴向力较小时，斜齿轮3的螺旋线方向。(2分)
- 3). 画出各齿轮和蜗轮蜗杆的轴向力  $F_a$  的方向。(6分)



十、简答题：带传动为什么要限制最大中心距、最大传动比、最小带轮直径？(8分)

限制最大中心距 ① 因为中心距过大时，带速较高的情况下容易引起带的颤动，降低带的工作能力 ② 中心距过大导致传动装置的尺寸变大

限制最小带轮直径 ① 因为带轮直径过小，带的弯曲应力过大，导致带的疲劳强度降低很多 ② 带轮直径过小，导致带弯曲时弹性滞后引起的内摩擦损耗过大，使传动效率降低

限制最大传动比：传动比越大，中心距小时，导致小带轮包角过小，带的传动能力下降





### 武汉理工大学 2011 年研究生入学考试试题

课程代码 892 课程名称 机械设计基础

(共 6 页，共 11 题，答题时不必抄题，标明题目序号。  
第五、六、十、十一题可直接做在该试题纸上)

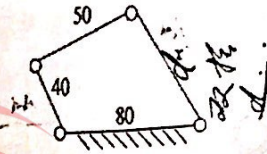
#### 一 选择题 (每题 2 分，共 40 分)

D. 下列铰链四杆机构中，不能实现急回运动的是 。

- A. 偏置曲柄滑块机构
- B. 曲柄摇杆机构
- C. 双曲柄机构
- D. 对心曲柄滑块机构

如图所示，当  $x$  在一定范围内取值时，此四杆机构 。

- A. 只可能是曲柄摇杆机构
- B. 不可能是双摇杆机构
- C. 可能是曲柄摇杆机构或者是双摇杆机构
- D. 可能是曲柄摇杆机构或者是双曲柄机构



A. 开式齿轮传动的主要失效形式是 。

- A. 齿面磨损
- B. 齿面点蚀
- C. 齿面胶合
- D. 轮齿折断

标准斜齿圆柱齿轮传动中，查取齿形系数  $Y_{Fa}$  数值时，应按  查。

- A. 法面模数  $m_n$
- B. 齿宽  $b$
- C. 实际齿数  $Z$
- D. 当量齿数  $Z_v$

对于齿面硬度  $HB \leq 350$  的闭式齿轮传动，设计时一般 。

- A. 先按接触强度条件计算
- B. 先按弯曲强度条件计算
- C. 先按磨损条件计算
- D. 先按胶合条件计算

渐开线标准齿轮的根切现象，发生在 。

- A. 模数较大时
- B. 模数较小时
- C. 齿数较小时
- D. 齿数较多时

B. 对于标准直齿圆柱齿轮传动，其齿根弯曲疲劳强度主要取决于 。

- A. 中心距和齿宽
- B. 中心距和模数
- C. 中心距和齿数
- D. 模数和齿宽

A. 键的剖面尺寸宽度  $b$  和高度  $h$ ，通常是根据  从标准中选取。

- A. 传递的转矩
- B. 传递的功率
- C. 轮毂长度
- D. 轴径

D. 9. 按转矩估算轴径时，若功率不变，转速增加一倍，则轴径为原来的  倍。

- A. 1/8
- B. 1/2
- C.  $\sqrt{2}$
- D.  $\sqrt{1/2}$

B. 10. 下列四种螺纹中，自锁性能最好的是 。

- A. 粗牙普通螺纹
- B. 细牙普通螺纹
- C. 梯形螺纹
- D. 矩形螺纹

按弯扭合成计算轴的强度时，当量弯矩  $M_e = \sqrt{M^2 + (\alpha T)^2}$ ，式中， $\alpha$  是为了

考虑扭矩  $T$  与弯矩  $M$  产生的应力 。

- A. 方向不同
- B. 循环特性可能不同
- C. 大小不同
- D. 位置不同

B. 12. 标准蜗杆传动中，蜗杆头数  $Z_1$  一定，如增大蜗杆的直径系数  $q$ ，将使传动的





效率  $\frac{21}{9}$    
 A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 不一定

D. 13. 蜗杆传动中，将蜗杆分度圆直径  $d_1$  定为标准值是为了  $\frac{21}{9}$    
 A. 提高传动效率 B. 得到标准中心距   
 C. 增加蜗杆刚度 D. 减少蜗轮滚刀数量

B. 14. 在被联接件之一太厚且需要经常装拆的场合，宜采用  $\frac{21}{9}$    
 A. 普通螺栓联接 B. 双头螺柱联接   
 C. 螺钉联接 D. 紧定螺钉联接

B. 15. 带传动的设计准则是保证带在要求的工作期限内  $\frac{21}{9}$    
 A. 不发生过度磨损 B. 不发生打滑和疲劳破坏   
 C. 不发生弹性滑动 D. 不发生磨损又不发生打滑

C. 16. 带传动在工作时产生弹性滑动是由于  $\frac{21}{9}$    
 A. 带的初拉力偏小 B. 带与带轮间的摩擦力偏低   
 C. 带的松边与紧边拉力不等 D. 带绕过带轮时产生离心力

C. 17. 传动效率高、结构紧凑、功率和速度适用范围最广的是  $\frac{21}{9}$    
 A. 带传动 B. 链传动 C. 齿轮传动 D. 蜗杆传动

A. 18. 非液体摩擦滑动轴承，验算压强  $p \leq [p]$  的目的在于避免轴承产生  $\frac{21}{9}$    
 A. 过度磨损 B. 点蚀 C. 胶合 D. 压溃

B. 19. 链传动中，链节数和链轮齿数常分别取为  $\frac{21}{9}$    
 A. 偶数与偶数 B. 偶数与奇数 C. 奇数与偶数 D. 奇数与奇数

D. 20. 在一定转速下，要减轻滚子链传动的不均匀性和动载荷，应该  $\frac{21}{9}$    
 A. 增大节距  $p$  和增加齿数  $Z_1$  B. 增大节距  $p$  和减小齿数  $Z_1$    
 C. 减小节距  $p$  和减小齿数  $Z_1$  D. 减小节距  $p$  和增加齿数  $Z_1$

二. 判断题 (每题1分, 共15分) (正确打√, 错误打×)

(X) 1. 如因强度不够需在轴上布置一对平键，则应将它们布置在轴的不同母线上。X   
 转轴 → 转矩 + 弯矩 传动轴 → 弯矩 心轴 → 弯矩

X. (w) 2. 转轴是指只承受弯矩且转动的轴。X

X. (w) 3. 受横向外载荷的普通螺栓联接中，螺栓的失效形式是被剪断。X   
 螺栓联接失效形式：断裂、松动、变形

(X) 4. 紧螺栓联接要预紧，当拧紧螺母时，螺栓和被联接件都受拉力。X

(X) 5. 正是由于打滑现象，使带传动的瞬时传动比不准确。X   
 弹性滑动

(X) 6. 为了使啮合齿轮齿面接触强度一致，小齿轮的齿宽应该稍大于大齿轮的齿宽。X

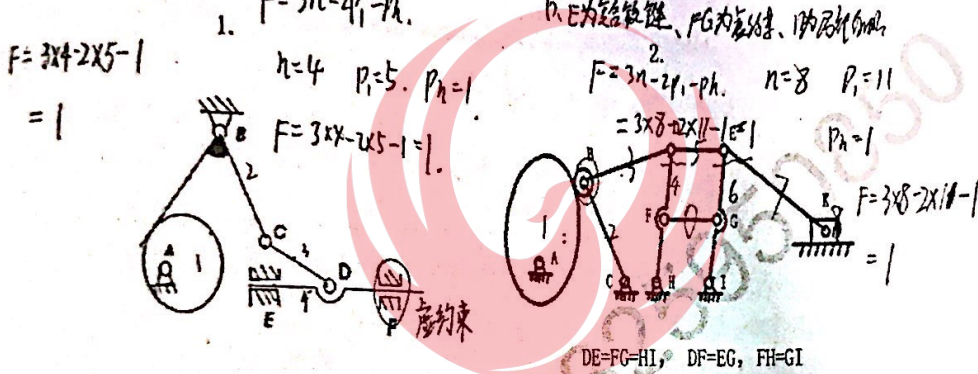
(X) 7. 通常情况下，带传动与链传动中，松边都布置在上边。X

(X) 8. 一批同型号的轴承在相同的条件下运转，能达到基本额定寿命的轴承有 100%。X



9. 工作条件与型号一定的V带，其弯曲应力随小带轮直径的增大而增大。  
 10. 齿轮设计时，选齿宽系数  $\psi_d = 1.5$ ，小齿轮  $d_1 = 100\text{mm}$ ，大齿轮  $d_2 = 200\text{mm}$ ，故大齿轮齿宽  $b_2 = 300\text{mm}$ 。  
 11. 代号为 61206 的轴承，轴承类型为角接触球轴承。  
 12. 蜗杆蜗轮传动的传动比为  $i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1}$ 。  
 13. 一个渐开线圆柱外齿轮，当基圆大于齿根圆时，基圆以内部分的齿廓曲线，都不是渐开线。  
 14. 一对相啮合的大小齿轮，两者齿面的接触应力是相等的。  
 15. 链条的基本参数是节距。

三. 求下列机构的自由度。若有复合铰链、局部自由度或虚约束，请指出来。(共 12分)



四. 一对渐开线标准直齿圆柱齿轮外啮合传动。已知  $z_1 = 40$ ，传动比  $i_{12} = 2.5$ ， $h_a^* = 1$ ， $c^* = 0.25$ ， $\alpha = 20^\circ$ ， $m = 4\text{mm}$ 。(10分)

- 在标准安装时，试求  $r_1$  及中心距  $a$ 。
- 若安装中心距  $a' = 282\text{mm}$ ，试求  $r_2'$  及啮合角  $\alpha'$ 。
- 若改用标准斜齿圆柱齿轮传动，中心距  $a = 285\text{mm}$ ， $m_n = 4\text{mm}$ ，其余参数不变，这对斜齿轮的螺旋角  $\beta$  应为多少？

(1)  $i_{12} = \frac{z_2}{z_1}$  即  $2.5 = \frac{z_2}{40}$   $z_2 = 100$   
 $r_1 = \frac{1}{2} m z_1 = 80$   $r_2 = \frac{1}{2} m z_2 = 200$   
 $a = r_1 + r_2 = 280$

解①  $r_1 = \frac{1}{2} m z_1 = \frac{1}{2} \times 4 \times 40 = 80(\text{mm})$   
 $i_{12} = \frac{z_2}{z_1}$   $z_2 = 2.5 \times 40 = 100$   
 $r_2 = \frac{1}{2} m z_2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 100 = 200(\text{mm})$   
 $a = r_1 + r_2 = 80 + 200 = 280(\text{mm})$

②  $a \cos \alpha = a' \cos \alpha'$   $a = \frac{a' \cos \alpha'}{\cos \alpha}$   
 $r_1' = r_2' \cos \alpha' = a' \cos \alpha'$

(2)  $a' \cos \alpha' = a \cos \alpha$  (2)  $\alpha = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}$   
 $\cos \alpha' = \frac{a \cos \alpha}{a'}$   
 $r_2' = r_2 \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha'}$   
 $M_t = \frac{M_e}{\cos \beta} \Rightarrow \cos \beta = \frac{M_e}{M_t}$

③  $a = \frac{1}{2} \frac{m_n}{\cos \beta} (z_1 + z_2)$   
 $\beta = \arccos \frac{m_n (z_1 + z_2)}{2a}$   
 $= \arccos \frac{4 \times 140}{2 \times 285}$   
 $= 31^\circ$





五. 如图，设计一曲柄摇杆机构。已知：摇杆 DC 和机架 AD 的长度、摇杆的两个极限位置 DC<sub>1</sub> 和 DC<sub>2</sub>。试：用作图法求出曲柄 AB 的长度 l<sub>AB</sub>、连杆 BC 的长度 l<sub>BC</sub>、

以及行程速比系数 K。（取比例尺 μ<sub>l</sub> = 1  $\frac{mm}{mm}$ ）（10分） θ = 180°  $\frac{K-1}{K+1}$

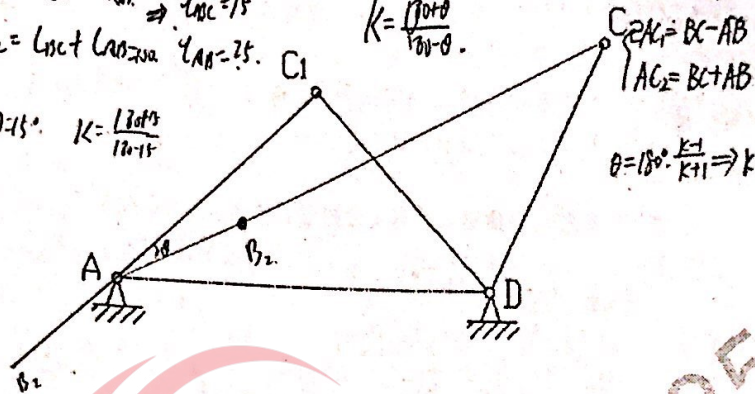
$$AC_1 = l_{BC} - l_{AB} \Rightarrow l_{BC} = 75$$

$$AC_2 = l_{BC} + l_{AB} \Rightarrow l_{AB} = 25$$

$$K = \frac{180+\theta}{180-\theta}$$

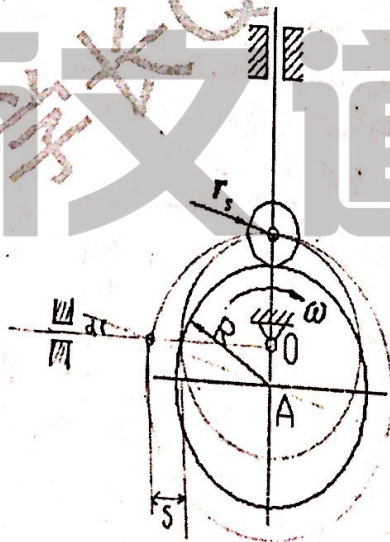
$$\theta = 15^\circ \quad K = \frac{180+15}{180-15}$$

$$\theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1} \Rightarrow K = \frac{180+\theta}{180-\theta}$$



六. 图示为滚子从动件对心直动偏心圆凸轮机构。A 为凸轮的几何中心，O 为凸轮的回转中心，试画出：（8分）

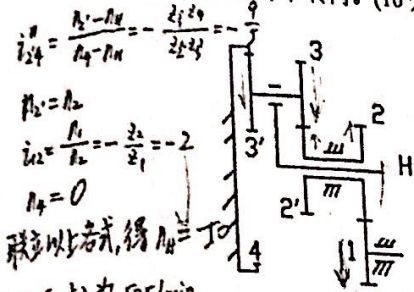
1. 凸轮的基圆及凸轮的理论轮廓曲线；
2. 凸轮自图示位置（从动件最低位置）以顺时针方向回转 90° 时，机构的压力角 α 及从动件的位移 S。



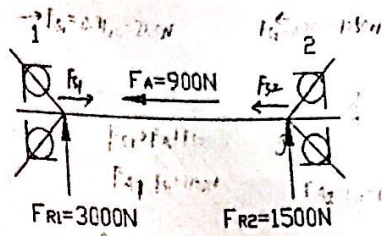


$i_{24} = \frac{n_2}{n_4} = \frac{z_2 z_3 z_4}{z_1 z_2 z_3} = \frac{40 \cdot 15 \cdot 60}{20 \cdot 40 \cdot 25} = -\frac{3}{5}$   
 $i_{24} = \frac{n_2 - n_H}{n_4 - n_H} = -\frac{2}{5}$   
 $n_2 = n_H$   
 $i_{24} = \frac{n_2}{n_4} = -\frac{2}{5} = -\frac{2}{2} = -1$   
 $n_4 = 0$   
 联立以上各式，得  $n_H = 100$   
 即  $n_H$  大小为  $100 \text{ r/min}$   
 方向与  $n_1$  转向相反

七. 图示轮系中， $Z_1=20, Z_2=40, Z_3=15, Z_4=60, Z_5=25, Z_6=20, n_1=280 \text{ r/min}$ ，试求  $n_H$  的大小和转向。(10分)



题七图



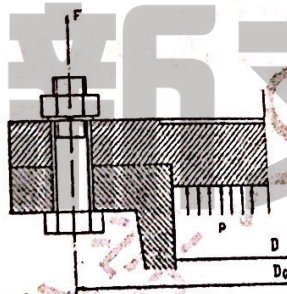
题八图

八. 某轴用一对同型号角接触球轴承支承，受力情况如图所示。已知：内部轴向力  $F_S = 0.7 F_R, e=0.7$ 。当  $\frac{F_A}{F_R} \leq e$  时， $X=1, Y=0$ ；当  $\frac{F_A}{F_R} > e$  时， $X=0.41, Y=0.85$ 。试计算说明哪个轴承的寿命低。(12分)

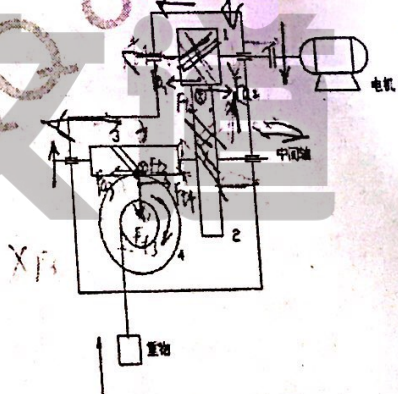
$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{S} = 120 \text{ MPa}$   
 $F = \frac{P \cdot \pi d^2}{4n} = \frac{P \cdot \pi d^2}{4n} = 1682.4$

九. 图示汽缸内径  $D=500 \text{ mm}$ ，气压  $P=1.2 \text{ MPa}$ ， $D_0=640 \text{ mm}$ ，螺栓材料的屈服极限  $\sigma_s=240 \text{ MPa}$ ，安全系数  $S=2$ 。要求螺栓间距不大于  $150 \text{ mm}$ ，单个螺栓残余预紧力  $F'$  是工作载荷  $F$  的  $1.5$  倍，试确定所需最少的螺栓数目和螺纹小径。(13分)

$d_0 \geq \sqrt{\frac{4 \times 1.5 F}{\pi [\sigma]}}$   
 $\frac{\pi D_0^2}{4} P = F$   
 $\frac{\pi D_0^2}{4} \times 1.2 = 21500 \text{ (N)}$   
 $\frac{2 D_0}{n} \leq 150, n \geq \frac{314 \times 640}{150} = 13.4$   
 $\therefore n = 14$



题九图



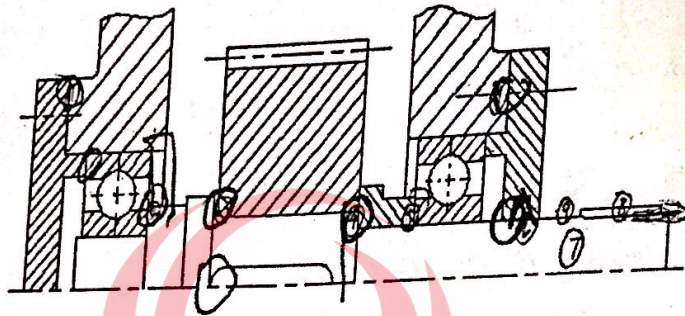
题十图

十. 图示斜齿圆柱齿轮—蜗杆传动，欲使重物上升，要求保持中间轴受力最小。  
 $F'' = 1.5 F$   
 $F'' = F' + F = 2.5 F = 42653.6 \text{ (N)}$   
 $\frac{1.3 \times 4 F_0}{\pi d_1^2} \leq \frac{\sigma_s}{S} \Rightarrow d_1 \geq \sqrt{\frac{1.3 \times 4 F_0}{\pi \cdot \frac{\sigma_s}{S}}}$

双斜齿圆柱——中间轴受力最小  
 蜗杆——蜗杆为最速升  
 蜗轮——蜗轮为最速升



十一. 指出下图中的结构错误之处(依次标上①②③.....), 并说明原因(指出 5 处并说明即可)(10分).



- ① 无垫片, 无法调整轴承游隙
- ② 轴颈过高, 无法拆卸轴承
- ③ 轴环过渡圆角过大, 应使其小于齿根圆角半径 使轴上零件与轴有配合不紧密
- ④ 过定位, 轮毂宽度应略大于轴段长度, 以保证轮毂能够被顶住
- ⑤ 套筒直径过大, 轴承无法拆下
- ⑥ 右端盖与轴直接接触, 应保持间隙
- ⑦ 精加工面过长, 且拆卸轴承不方便, 轴颈右侧应减小直径
- ⑧ 联轴器键槽未开圆, 且应与另一键槽布置在同一母线上
- ⑨ 联轴器轴头未固定

19高分考





### 武汉理工大学 2012 年研究生入学考试试题

课程代码 839 课程名称 机械设计 (A)

(共 6 页, 共 7 大题, 答题时不必抄题, 标明题目序号)

#### 一 单项选择题 (每题 1 分, 共 15 分)

1. 轮齿弯曲强度计算中齿形系数与      无关。  
C a、齿数 b、变位系数 C、模数 d、斜齿轮的螺旋角
2. 要求自锁的低速、轻载的传动, 可选用头数为      的阿基米德圆柱蜗杆传动。  
A a、1 b、2 c、3 d、4
3. 接触角  $\alpha=90^\circ$  的滚动轴承只可以用来承受      载荷。  
B a、径向 b、轴向 c、径向和轴向 d、弯曲
4. 为了提高螺栓的疲劳强度, 减小螺栓上的变应力幅度, 可采取     。  
C a、增大残余预紧 b、增大螺栓刚度 c、增大被联接件刚度 d、减小预紧力
5. 下列答案中, 不是带的截面上的应力的是     。  
B a、拉应力 b、挤压应力 c、弯曲应力 d、离心应力
6. 蜗轮的螺旋角  $\beta$       蜗杆的导程角  $\gamma$ 。  
A a、等于 b、大于 c、小于 d、小于和等于
7. 斜齿轮设计时, 齿轮的螺旋角  $\beta$  一般取为     。  
A a、 $10 \sim 25^\circ$  b、 $8 \sim 35^\circ$  c、 $15 \sim 35^\circ$  d、 $4 \sim 25^\circ$
8. 导向平键联接的主要失效形式是工作面     。  
B a、胶合 b、磨损 c、压溃 d、点蚀
9. 链传动设计时, 为了避免过渡链节, 一般采用      链节。  
B a、奇数 b、偶数 c、自然数 d、质数
10.      为开式链传动的主要失效形式。  
A a、铰链磨损 b、链板的疲劳破坏 c、套筒的胶合 d、点蚀
11.      不适合作为滑动轴承轴瓦的材料。  
D a、铜合金 b、铸铁 c、石墨 d、钢
12. 下面的几个配合中,      不可能是径向滑动轴承的配合。  
D a、H7/g6 b、H7/e8 c、H9/d9 d、H7/r7
13. 若采用普通螺栓联接承受被连接件上所受的横向载荷, 螺栓受      的作用。  
A a、拉应力 b、挤压应力 c、剪应力 d、拉应力和剪应力
14. 当轴的转速较高、负荷较小时, 选择轴承类型时应该选      轴承。  
A a、球 b、滚子 c、圆锥滚子 d、滚针
15. 普通连接螺纹的牙型角  $\alpha$  为     。  
B A、 $55^\circ$  b、 $60^\circ$  c、 $30^\circ$  d、 $0^\circ$





二 填空题：(每空 1 分 共 15 分)

1. 机械零件由于某种原因不能正常工作 (不等于破坏) 称之为 失效。
2. 润滑良好的闭式齿轮传动，当轮齿齿面硬度  $HBS \leq 350$  时，轮齿的主要损伤形式是 齿面疲劳点蚀。
3. 齿轮设计中，试验齿轮齿根的弯曲疲劳极限  $\sigma_{Flim}$  是根据 材料 和 齿形 在图中查取。
4. 普通 V 带的 截面尺寸 大，则剖面尺寸大，带的承载能力就高。
5. 螺栓联接 通常用被联接件不太厚，能从被联接件两边进行装配的场合。
6. 螺纹联接防松的根本目的在于防止 螺旋副 的相对转动。
7. 蜗杆传动的变位是对 蜗轮 进行变位，蜗杆 的尺寸不变。
8. 提高轴承的刚性是滚动轴承 预紧 的目的之一。
9. 链条上相邻两滚子外圆中心之间的距离称之为 链节距。
10. 弹性滑动 是摩擦型带传动正常工作时不可避免的固有特性。
11. 标记：键  $16 \times 100$  GB1096-79 表示得是键宽为 16mm 的 普通平键 A 型。
12. 零件的极限应力图还应考虑零件应力集中、绝对尺寸、表面状态 对零件疲劳强度的影响。

三 判断题 (每题 1 分 共 15 分) (正确打  $\checkmark$ , 错误打  $\times$ )

1. 弹性滑动是局部带在带轮的局部接触弧面上发生的微量相对滑动，是由拉力差引起的，弹性滑动是不可避免的。 ( $\checkmark$ )
2. 粉末冶金材料制造的轴瓦，可贮存润滑油，称为含油轴承。适用于高速重载的场合。 ( $\times$ )
3. 为了提高滑动轴承的承载能力，设计时应该尽可能的加大轴承宽径比  $l/d$ 。 ( $\times$ )
4. 与平带传动相比较，V 带传动的优点是绕曲性好，寿命长，价格便宜。 ( )
5. 阿基米德蜗杆 (ZA 蜗杆) 蜗杆的齿面为阿基米德螺旋面，加工时，车刀切削平面通过蜗杆轴线。常用于多头精密蜗杆传动。 ( $\times$ )
6. 齿面点蚀一般多出现在齿根表面上，然后再向其它部位扩展，这是因为在该处啮合齿对数少，接触应力大。 ( $\checkmark$ )
7. 在影响齿轮接触强度的几个几何参数中，影响最大的是小齿轮直径  $d$  (或中心距  $a$ )。 ( $\checkmark$ )
8. 为了减少蜗轮滚刀的数目，便于刀具的标准化，将蜗杆直径系数  $q$  定为标准  $q = \frac{d}{m}$  值。 ( $\checkmark$ )
9. 普通三角螺纹可分为粗牙螺纹和细牙螺纹，粗牙螺纹用于一般联接，细牙螺纹在相同公称直径时，螺距小，螺纹深度浅，导程和升角也小，自锁性能好，适合用于薄壁零件和微调装置。 ( $\checkmark$ )
10. 几个结构及性能相同的零件承受最大应力的值相等，而应力循环特性  $r$  分别为  $+1$ 、 $0$ 、 $-0.5$ 、 $-1$ ，其中  $r=0$  的零件最易发生失效。 ( )
11. 提高齿面硬度，采用粘度高的润滑油，可防止或减轻齿面产生塑性变形。 ( $\checkmark$ )
12. 链轮齿数  $z$  越大，链条节距  $p$  越大，链传动的运动不均匀性严重 ( $\times$ )。
13. 链传动张紧的目的主要是使松边不致过松，以免影响链条正常退出啮合和产生振动、跳齿或脱链现象，故张紧力比带传动要小。 ( $\checkmark$ )
14. 自行车后轴是一个转轴，因为该轴同时承受扭矩和弯矩作用。 ( )

前轴：心轴

中轴：转轴

后轴：





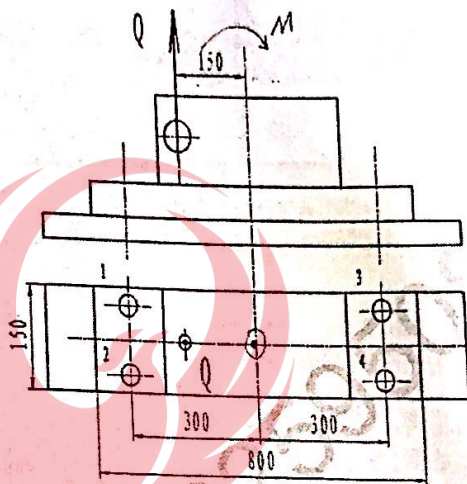
15. 用于将两轴联接在一起，机器运转时两轴不能分离，只有在机器停车时才可将两轴分离的部件称为联轴器 (√)

四 计算题 (38分)

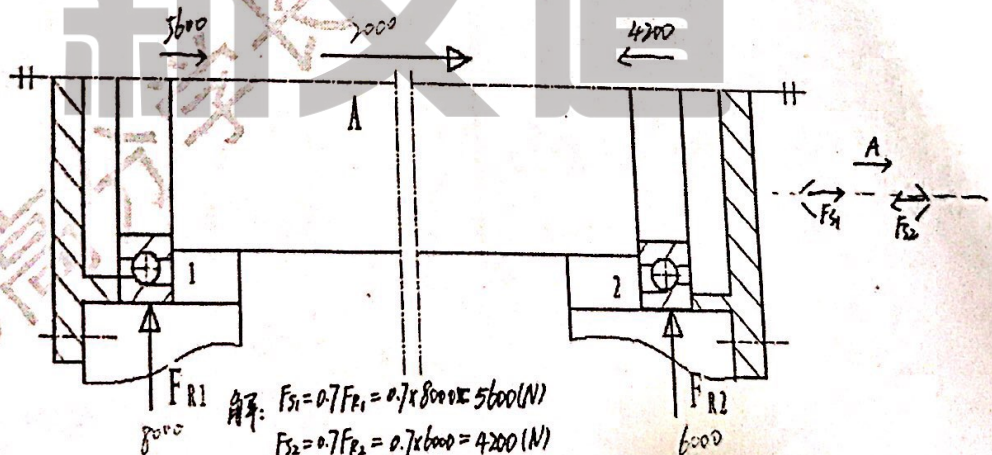
1. 某支承座有四个对称布置的性能级别为 5.6 级的普通螺栓与机座相连，如每个螺栓刚度是机座刚度的 1/4，支座所受到的垂直向上轴向载荷  $Q=4000\text{N}$ 。作用位置如图所示，如果在轴向拉力作用下，要求结合面的残余预紧力  $F'$  与螺栓所承受的载荷  $F$  相等，螺栓的安全系数  $S=4$ 。试求：(16分)

- (1) 该组螺栓所需要的预紧力  $F'$  为多少？
- (2) 该组螺栓所需要的螺栓小径  $d_1$  为多少？
- (3) 该结合面哪点压应力最大？最大压应力  $\sigma_{pmax}$  为多少？

解



2. 图示一对角接触球轴承支承，已知轴承径向载荷为： $F_{R1}=8000\text{N}$ ， $F_{R2}=6000\text{N}$ ，轴向外载荷  $A=2000\text{N}$ 。方向如图，有轻微冲击 ( $f_p=1$ )，(内部轴向力  $F_S=0.7F_R$ ， $e=0.7$ ；当  $F_A/F_R \leq e$ ， $X=1$ ， $Y=0$ ；当  $F_A/F_R > e$ ， $X=0.41$ ， $Y=0.85$ )。试：画出轴承受力示意图并求两轴承的当量动负荷  $P_1$ 、 $P_2$ 。(12分)



解：

$$F_{S1} = 0.7F_{R1} = 0.7 \times 8000 = 5600(\text{N})$$

$$F_{S2} = 0.7F_{R2} = 0.7 \times 6000 = 4200(\text{N})$$

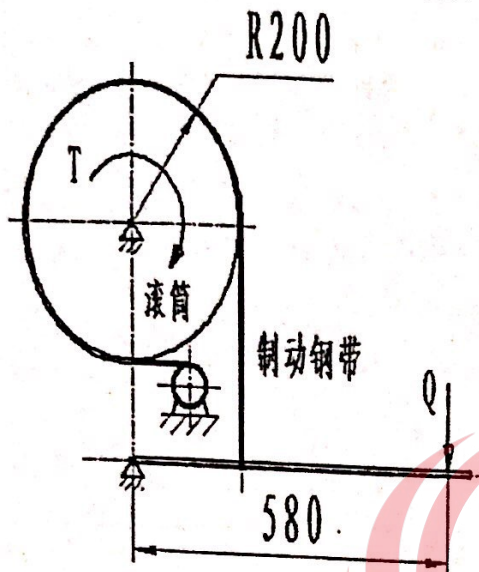
$$F_{S1} + A = 7600(\text{N}) > F_{S2} \quad \therefore \text{左端为放松端，右端压紧端}$$

$$\therefore F_{A1} = F_{S1} = 5600(\text{N}), F_{A2} = F_{S2} + A = 7600(\text{N})$$

$$\frac{F_{A1}}{F_{R1}} = \frac{5600}{8000} = 0.7 \leq e, X_1 = 1, Y_1 = 0, P_1 = f_p X_1 F_{R1} = 8000(\text{N})$$



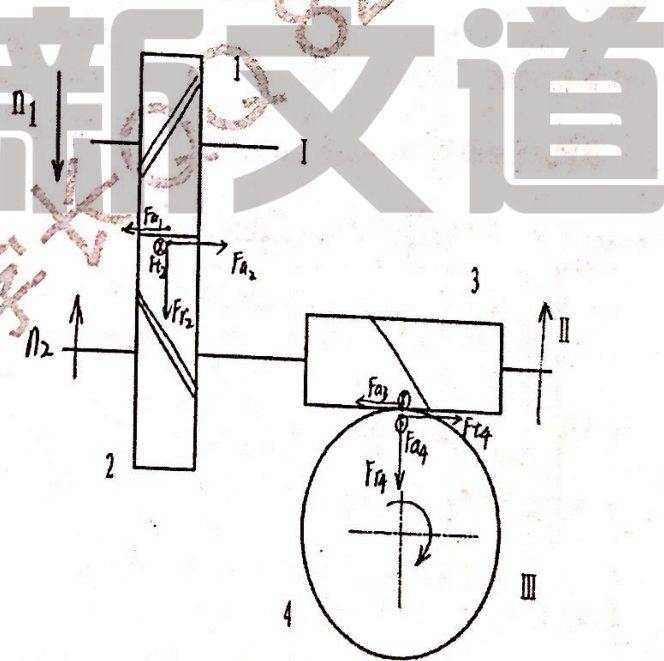
- 3) 图示为一钢带制动装置，滚筒上作用的转动转矩为  $T=500\text{Nm}$ ，滚筒和制动杆尺寸如图所示，滚筒和钢带之间的摩擦系数  $f=0.25$ ，当制动力  $Q$  作用后可使该筒停止转动。求图示情况下使滚筒制动的制动力  $Q$  应该大于多少？（10分）



五、分析题 (12分)

在图示斜齿轮蜗杆减速传动中，已知齿轮1为主动，轮4的螺旋线方向为右旋，轮1转动方向如图所示，如要求II轴上轴向力最小，请：

1. 在图上画出蜗杆螺旋线旋向。
2. 在图上画出蜗轮和齿轮的转动方向和各齿轮的螺旋线方向。
3. 在图上画蜗轮4和齿轮2的受力方向  $F_t, F_r, F_a, F_v$ 。





六、问答题 (30分 每题5分)

1. 试说明滚动轴承代号 33215E 的含义  
 3-圆锥滚子轴承 12-大系列, 宽系列, 多系列  
 15-轴承内径  $d=15 \times 5mm=75mm$  E-加大型 公差等级为G
2. 对于滚动轴承部件的组合设计, 需要解决哪几个方面的问题?  
 滚动轴承的固定、滚动轴承的游隙和轴向游隙的调整、配合、材料、润滑、密封

③ 一对直齿圆柱齿轮传动, 小齿轮直径为 80mm, 齿宽为 88mm, 大齿轮直径为 180mm, 齿宽为 80mm, 问小齿轮齿宽为什么比大齿轮的齿宽宽? 该对齿轮的齿宽系数为多少? 若取大齿轮齿宽为 88, 小齿轮齿宽为 80 会产生什么问题?

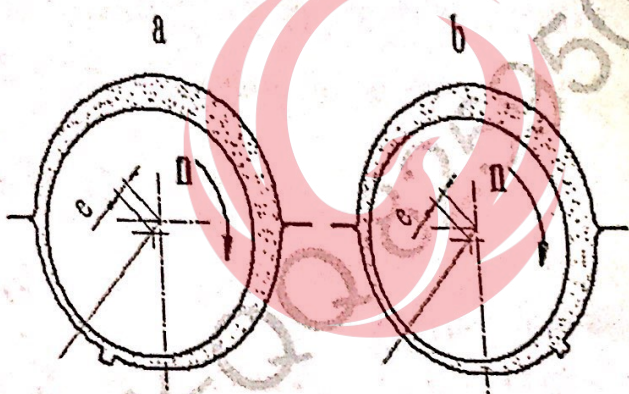
4. 花键、平键、半圆键、楔键、切向键中, 哪些键连接对中性好? 哪些键连接适用于低速大扭矩的重型机械传动上?

花键、平键、半圆键、楔键、切向键  
 花键、平键

5. 提高齿轮齿根弯曲疲劳强度的主要措施有哪些?

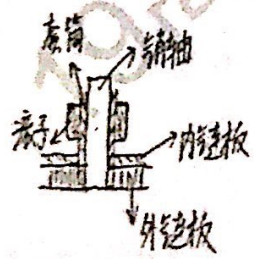
- ① 增大齿根圆角半径
- ② 增大齿根厚度
- ③ 采用较大的变位系数
- ④ 提高齿根制造精度
- ⑤ 改善齿根材料和热处理

6. 图示为两对轴颈尺寸完全相同, 轴瓦是剖分结构滑动轴承, 两轴承在轴瓦的不同位置上开设油沟如图示, 请问哪个结构的轴承承载能力大? 请在图上画出润滑油膜压力分布的示意图。



七 结构题 (25分)

1. 图示为滚子链的组成结构示意图, 请对号写出图中各组成元件名称、各元件间的配合和各元件之间的相对运动情况。(10分)



- 销轴与外链板 } 过盈配合
- 套筒和内链板 } 过盈配合
- 滚子与套筒 } 间隙配合
- 销轴与套筒 } 间隙配合
- 滚子与链节间为滚动摩擦
- 套筒和销轴, 套筒和滚子间为滑动摩擦



### 2013年武汉理工大学机械设计基础 892 回忆版

(考试中用到了量角器、圆规和计算器)

一、判断正误 (10 小题, 书上的知识点基本上都考到了)

二、简答 (4 题, 每题 10 分)

1 蜗杆为什么要进行热平衡计算, 蜗杆常用的散热方法有哪些。

① 由于蜗杆传动效率低, 工作时会产生大量的热, 在闭式蜗杆传动中, 若散热不良, 会因油温不断升高, 使润滑失效而导致齿面胶合。

② 散热片、设置风扇、蛇形冷却管、压力喷油循环润滑。

2 带传动在哪些情况下会发生打滑, 哪些方法可防止打滑。

当传递的圆周力超过了带与带轮间摩擦力的极限时, 发生打滑。

3 大齿轮和小齿轮的抗弯曲疲劳强度, 接触疲劳强度比较。

小齿轮 不易点蚀 易折断

$$\sigma_F = \frac{2000T_k}{b m d} Y_{Fa} Y_{sa} Y_\epsilon$$

$$\sigma_H = Z_\epsilon Z_\beta Z_\eta \sqrt{\frac{F_t u \pm 1}{b d}}$$

4 螺纹为什么要防松, 螺纹的防松方法。

圆螺母和止动垫圈

$$= Z_\epsilon Z_\beta Z_\eta \sqrt{\frac{2000T_k}{b d v} \frac{u \pm 1}{u}}$$

摩擦力防松、机械防松、冲边法防松、粘合法防松。

双螺母、弹簧垫圈

三、选择 (10 小题, 书上的知识点基本上都考到了)

四、自由度的计算 (两小题, 复合铰链、局部自由度、虚约束)

五、凸轮设计 (偏置的直动从动件盘形凸轮机构, 凸轮为一个偏心圆盘, 从动件为尖端从动件) 此题有四问:





1 确定凸轮基圆半径，画出基圆

2 某一位置从动件的位移

3 从动件在某一位置时的压力角

4 若从动件变为滚子从动件，使其运动规律不变，作出凸轮实际轮廓线

六、轮系计算，考到了螺杆传动的受力分析。

七、斜齿轮的受力分析，两级斜齿轮。

八、滚动轴承当量载荷计算。

九、螺纹连接计算，只要求计算预紧力不同情况下的工作载荷和螺栓的总拉伸载荷。

十、曲柄滑块机构设计（第四版书 43 页 2-9 题，基本一样）。

十一、轴结构设计改错，只需指出五处错误。（参考第四版书 249 页图 12-15）





1、选择题 27个 30分 牵涉到的内容都很细，有点偏，没有像10之前那几套题那么熟悉，要做下相关知识点的机械设计和机械原理的习题才有可能拿到高分。

简答题 33分 有个有关带传动的题目听说去年也考了，今年又考了 画了2个带传动的图 一个大带轮驱动，一个小带轮驱动，转速一样，中心距一样，大小带轮的尺寸分别相等。要你比较两个图圆周力的大小，功率的大小，还有谁的寿命更长... 其他的都还比较好写，至少你见过，但不一定能拿高分。该背的一定要背下来，否则你会后悔的~~

2、计算题 53分 一共4个题目

1) 传动比计算 今年难度还是有点的 不知道自己算对了没有 建议大家这个地方要重点注意下，这个地方是每年必考，而且很喜欢出难题，特别喜欢出那种内外啮合混合起来，图上要根据齿轮齿数来判断是哪个是哪个轮的题目。记得10年前有个比较相似，以前的真题出现的每种类型的传动比题目都要弄懂。

2) 齿轮的相关计算，把10年以前的题目弄懂的，今年这个也会写

3) 轴承的寿命设计计算 20分 要根据表格选择  $e$   $X$   $Y$  等参数 公式一定要记得，机械设计的题目难度

4) 自由度计算 今年难度一般，10年前的题目弄懂的基础上，多做点其他题目  
画图题 2个 一个是四杆机构的 另外一个画轴向力 螺旋角的 记得带工具！

改错题 这个是送分的 不过要在答卷上画图

