

## 浙江工业大学期终考试命题稿

2020/2021 学年第 2 学期

课程名称	机械原理	使用班级	机械
教师份数	10	学生份数	
命题人	王 晨	审核人签字	
命题总页数	页	每份试卷 需用白纸	1 大张
AB 卷、近四年试卷内容雷同度（不得超过 15%）			是
试卷中一部分试题是否达到中上等及以上难度，试卷是否具有一定的考试区分度？			是
试卷考核的内容是否满足课程的达成度评价要求？考点是否覆盖课程目标？			是

## 命题注意事项

- 一、命题稿请用 A4 纸电脑打印，或用教务处印刷的命题纸用黑色水笔书写，保持字迹清晰，页码完整。
- 二、AB 卷必须难度相当、覆盖面相同，卷面上不注明 A、B 字样，由教务处抽取其中一套作为期终考试卷。
- 三、命题稿必须经基层教学组织负责人或系主任审核签字，并在考试前两周交教务处。

## 浙江工业大学 2020/2021 学年

## 第 2 学期试卷

班级\_\_\_\_\_

姓名\_\_\_\_\_

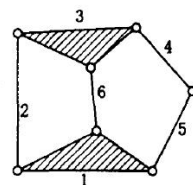
学号\_\_\_\_\_

任课教师\_\_\_\_\_

题序	一	二	三	四	五	六	七	八	九	总评
计分										

## 一、填空题（每空 1 分，共 12 分）

1. 在图示平面运动链中,若构件 1 为机架、构件 5 为原动件,则成为 III 级机构;若以构件 2 为机架,3 为原动件,则成为 II 级机构。



2. 当两构件组成转动副时,其相对速度瞬心在 转动中心 处,当两构件组成移动副时,其相对速度瞬心在 垂直于导路无穷远 处。

3. 串联机器的数目越多,机组的总效率越 低。

4. 在转子平衡问题中,偏心质量产生的惯性力可以用 质径积 相对地表示。

5. 飞轮调速时,其他条件不变,则要求的速度不均匀系数越小,飞轮转动惯量将越 大。  
在满足同样的速度不均匀系数条件下,为了减小飞轮的转动惯量,应将飞轮安装在 高速 轴上。

6. 铰链四杆机构 ABCD, 已知各杆长  $AB = 60\text{mm}$ ,  $BC = 140\text{mm}$ ,  $CD = 120\text{mm}$ ,  $AD = 90\text{mm}$  以 AB 为机架得 双曲柄 机构。

7. 直动从动件盘形凸轮机构,当从动件运动规律一定时,欲同时降低升程和回程的压力角,可采用的措施是 加大基圆半径。

8. 直齿锥齿轮的几何尺寸通常都以 大端 作为基准。

9. 行星轮系具有 1 个自由度。

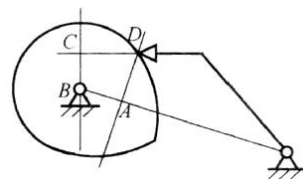
## 二、选择答案（每空 1 分，共 12 分）

1. 两构件之间以线接触所组成的平面运动副，称为（ C ）

A. 转动副                      B. 移动副                      C. 高副

2. 利用速度瞬心法对图示凸轮机构的速度进行分析时，凸轮与推杆的速度瞬心位于（ A ）点。

A. A                      B. B                      C. C                      D. D



3. 具有转动副的机构中，若生产阻力加大，则摩擦圆半径将（ C ）。

A. 增大                      B. 减少                      C. 不变                      D. 都有可能

4. 机械运转中，转子动平衡的条件是：回转件各不平衡质量产生的离心惯性力系的（ C ）。

A. 合力等千零                      B. 合力偶矩等千零  
C. 合力和合力偶矩均为零                      D. 合力和合力偶矩均不为零

5. 平面机构的平衡问题，主要是讨论机构惯性力和惯性力矩对（ C ）的平衡。

A. 曲柄                      B. 连杆                      C. 机座

6. 使用飞轮可以（ B ）机械的周期性速度波动。

A. 消除                      B. 减轻                      C. 减轻或消除

7. 在周期性速度波动中，一个周期内机械的盈亏功累积值（ C ）。

A. 大于 0                      B. 小于 0                      C. 等于 0

8. 曲柄摇杆机构，以摇杆为原动件时机构出现死点的位置在（ C ）。

A. 摇杆和连杆成一直线处                      B. 摇杆和机架成一直线处  
C. 曲柄和连杆成一直线处                      D. 曲柄和机架成一直线处

9. 与连杆机构相比，凸轮机构的最大优点是（ C ）。

A. 便于润滑                      B. 制造方便，易获得较高精度  
C. 可实现各种预期的运动规律                      D. 从动件的行程可较大

10. 渐开线直齿圆柱齿轮传动的重合度是实际啮合线段与（ B ）的比值。

A. 齿距                      B. 基圆齿距                      C. 齿厚                      D. 齿槽宽

11. 具有确定运动的差动轮系中其原动件数目（ C ）。

A. 至少应有 2 个                      B. 最多有 2 个                      C. 只有 2 个                      D. 不受限制

12. 家用自行车中的“飞轮”是一种超越离合器，是一种（ C ）。

A. 凸轮机构                      B. 擒纵轮机构                      C. 棘轮机构                      D. 槽轮机构

三、如图所示，试计算平面机构的自由度。若

存在复合较链、局部自由度及虚约束，请指出。

并判断机构是否有确定运动（共 10 分）

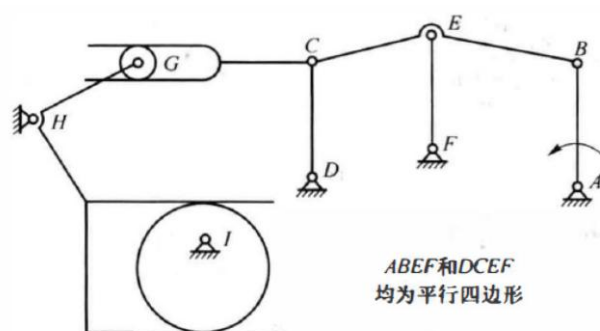
复合较链 C 处（1 分）；局部自由度 G 处；（1

分）虚约束为 EF 杆及其两端的转动副（1 分）。

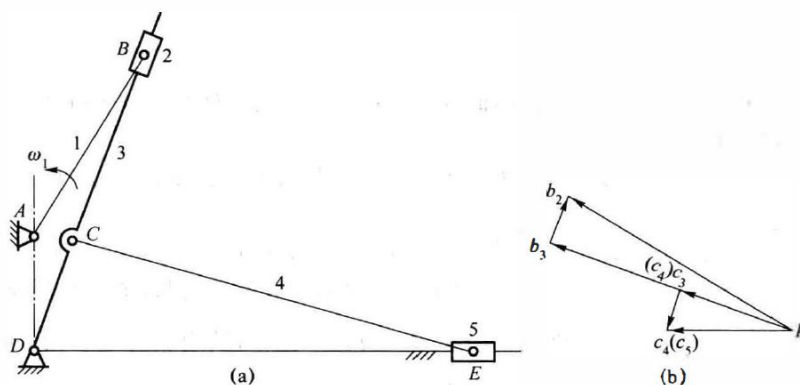
需约束计算  $p' = 2P_l' - 3n' = 2 \times 2 - 3 \times 1 = 1$ （可不计算）

$F = 3n - (2P_l + P_h - p') - F' = 3 \times 8 - (2 \times 10 + 2 - 1) - 1 = 2$ （5 分）

因原动件只有 1 个，小于自由度数，运动不确定。（2 分）



四、在图示结构中，已知各构件的长度，构件 1 以等角速度  $\omega_1$  逆时针方向回转。现已给出用矢量方程图解法求解机构在图示位置时构件 5 上 E 点的速度  $V_E$  的速度多边形图。试分步骤写出求解  $V_E$  的详细过程（包括求解时所用的矢量方程式，各矢量的方向及大小的表达式）。（共 12 分）



解：

(1) 在  $ADB$  构成的导杆机构中，构件 2 与构件 3 组成移动副，故可由 2、3 两构件重合点间的速度关系来求解。由相对运动原理可知，重合点  $B_2$  及  $B_3$  有：

$$\begin{array}{lcl}
 v_{B2} & = & v_{B3} + v_{B2B3} \\
 \text{方向} & \perp AB & \perp BD \quad // BD \\
 \text{大小} & \omega_1 l_{AB} & ? \quad ? \\
 \Rightarrow v_{B3} = pb_3 \cdot u
 \end{array}$$

(2) 利用速度影像法求解  $V_{C3}$ ，这也能够得到  $V_{C4} = V_{C3}$ 。

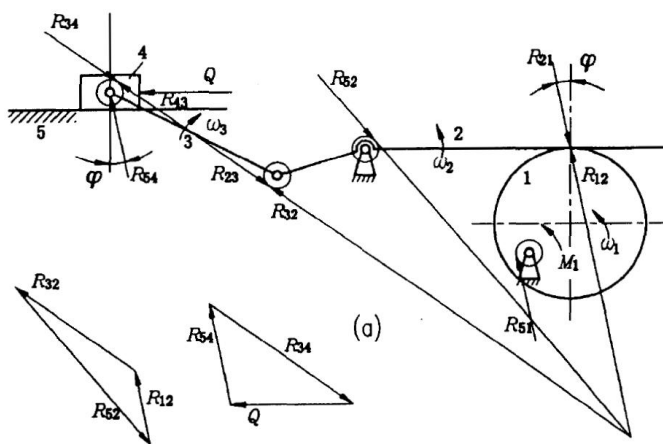
(3) C 点和 E 点为同一构件 5 上的两点，这样用同一构件两点间的关系来求解 E 点速度。

$$\begin{array}{lcl}
 v_{E5} = v_{E4} & = & v_{C4} + v_{E4C4} \\
 \text{方向} & \text{水平} & \perp BD \quad \perp EC \\
 \text{大小} & ? & pc_4 \cdot u \quad ? \\
 \Rightarrow v_E = pe_5 \cdot u
 \end{array}$$

五、图示的机构运动简图中，已知生产阻力  $Q$ ，各转动副的摩擦圆（以细线圆表示）及滑动摩擦角已示于图中，试：

(1) 在图中画出各运动副反力的作用线及方向；

(2) 列出构件 2、4 的力平衡方程式，并画出力多边形。（共 12 分）



(1) 各运动副反力作用线及方向见图

(2) 构件 2 的力平衡方程式： $F_{R12} + F_{R52} + F_{R32} = 0$  力多边形草图如图示

构件 4 的力平衡方程式： $F_{R34} + F_{R54} + Q = 0$  力多边形草图如图示

六、在图示曲柄滑块机构中，已知  $L_{AB}$ ， $L_{BC}$ ， $e$  长度，试用作图法确定：

(1) 滑块的行程  $H$ ；

(2) 极位夹角  $\theta$ ；

(3) 机构出现最小传动角的位置及最小传动角  $\gamma_{\min}$ ；

(4) 如果该机构用作曲柄压力机，滑块向右运动是冲压工件的工作行程，请确定曲柄的合理转向和传力效果最好的机构瞬时位置，并说明最大传动角  $\gamma_{\max}$  的大小。（共 12 分）

解 如图 所示。

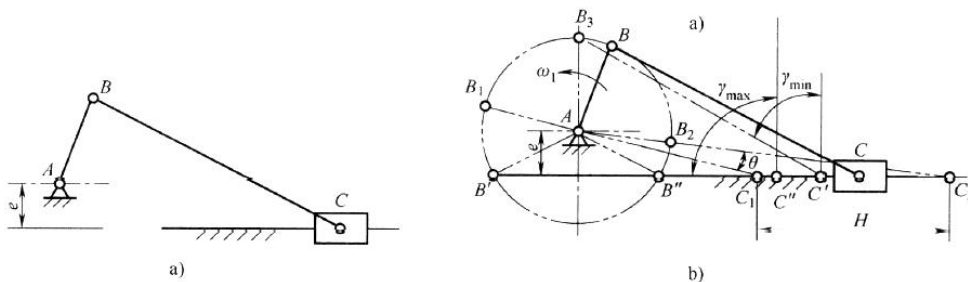
(1) 滑块的行程  $H$  即滑块移动的最大距离，对应偏置曲柄滑块机构，它出现在曲柄连杆两次共线位置时。

(2) 机构的极位夹角  $\theta$  为滑块处于两极限位置时，曲柄对应所夹锐角。

(3) 偏置曲柄滑块机构最小传动角  $\gamma_{\min}$  出现在曲柄与导路垂直的位置时。

(4) 使滑块朝右运动是冲压工件的工作行程，工作行程曲柄的转角  $\varphi_1 = 180^\circ + \theta$ ，曲柄应该逆时针方向转动。

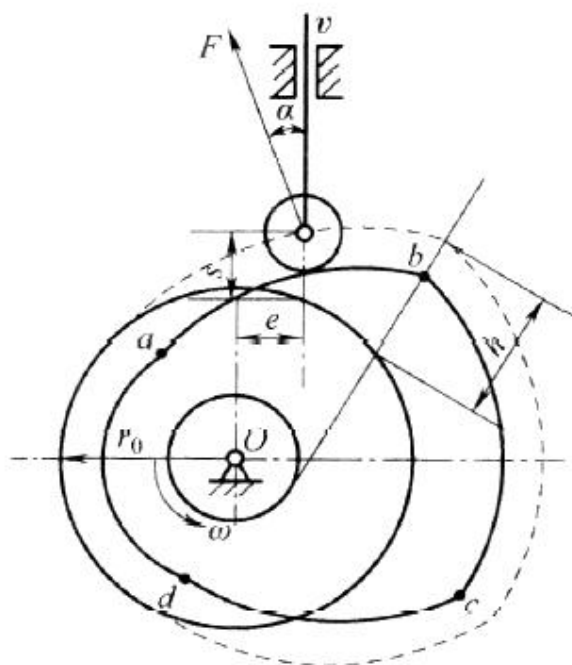
(5) 机构传力效果最好的瞬时位置是有效分力为最大的位置。当曲柄转至  $B'$ 、 $B''$  位置，即机构的传动角  $\gamma_{\max} = 90^\circ$  时，机构的传力效果最好。



七、在图示的凸轮机构中，已知凸轮以角速度 $\omega$ 逆时针方向转动，凸轮基圆半径以 $r_0$ 表示，行程以 $h$ 表示，压力角以 $\alpha$ 表示，推杆位移以 $s$ 表示， $a$ 为实际廓线推程起始点， $b$ 为实际廓线推程终止点， $c$ 为实际廓线回程起始点， $d$ 为实际廓线回程终止点。 $ad$ 为近休止圆弧， $bc$ 为远休止圆弧，试作图表示：

- (1) 凸轮基圆，并标注基圆半径 $r_0$ ；
- (2) 推杆的行程 $h$ 。
- (3) 图示位置的壓力角 $\alpha$ 和位移 $s$ 。（共9分）

如图示



八、已知一对标准外啮合直齿圆柱齿轮传动,  $m = 2\text{mm}$ ,  $\alpha = 20^\circ$ , 齿数  $z_1 = 40$ ,  $z_2 = 72$ 。试求:

- (1) 当标准安装时, 中心距  $a$ 、分度圆半径  $r_1$ 、 $r_2$ 、顶隙  $c$  及啮合角  $\alpha'$ ;
- (2) 当安装中心距  $a' = 114\text{mm}$ , 啮合角  $\alpha'$ 、节圆半径  $r_1'$ 、 $r_2'$ 、及顶隙  $c$ ;
- (3) 当安装中心距  $a' = 115\text{mm}$ , 为保证无侧隙啮合, 改用一对标准斜齿圆柱齿轮传动, 齿数不变, 此时两个斜齿轮的螺旋角  $\beta_1$ 、 $\beta_2$  各为多少? 螺旋方向如何确定? (共 12 分)

解: (1) 正常齿标准直齿圆柱齿轮  $h_a^* = 1$ ,  $c^* = 0.25$

当标准安装时, 两轮的中心距  $a = m(z_1 + z_2)/2 = 112\text{mm}$

两轮的分度圆半径  $r_1 = mz_1/2 = 40\text{mm}$ ,  $r_2 = mz_2/2 = 72\text{mm}$

顶隙  $c = c^* m = 0.25m = 0.5\text{mm}$

啮合角  $\alpha' = \alpha = 20^\circ$

(2) 当安装中心距  $a' = 114\text{mm}$  时

由  $a \cos \alpha = a' \cos \alpha'$

啮合角  $\alpha' = 22.60^\circ$

节圆半径  $r_1' = r_1 / \cos \alpha' = 40.714\text{mm}$ ,  $r_2' = r_2 / \cos \alpha' = 73.286\text{mm}$

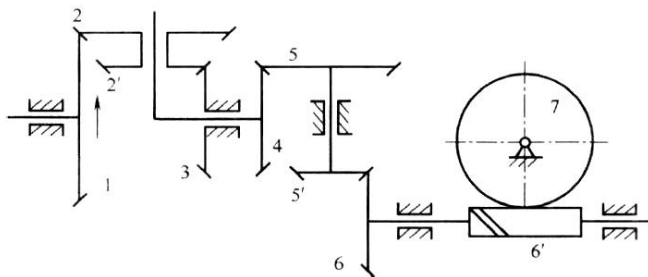
顶隙  $c = a' - r_{a1} - r_{a2} = (114 - 42 - 69.5)\text{mm} = 2.5\text{mm}$

(3) 正常齿标准斜齿圆柱齿轮:  $h_{an}^* = 1$ ,  $c_n^* = 0.25$

$a = m_n(z_1 + z_2) / (2 \cos \beta) = 115\text{mm}$

解得  $\beta_1 = -\beta_2 = 13.116^\circ$ , 螺旋角方向相反

九、图示轮系中, 已知各轮齿数:  $z_1 = 60$ ,  
 $z_2 = 40$ ,  $z_{2'} = z_3 = 20$ ,  $z_4 = 20$ ,  $z_5 = 40$ ,  
 $z_{5'} = z_6 = 30$ ,  $z_7 = 60$ ,  $z_{6'}$  为单头蜗杆, 旋向



如图。若轮 1 按图示方向转动, 求传动比  $i_{17}$

的大小并在图中标出蜗轮 7 的转动方向。(共 9 分)

解 分析轮系: 这是一个复合轮系。

周转轮系 2-2'-H(4)、1,

3(行星轮、系杆、中心轮)

$$i_{13}^H = \frac{n_1 - n_H}{n_3 - n_H} = -\frac{z_2}{z_1} \frac{z_3}{z_{2'}} = -\frac{40}{60} \times \frac{20}{20} = -\frac{2}{3}$$

$$1 - \frac{n_1}{n_H} = -\frac{2}{3}, \frac{n_1}{n_H} = 1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3}, \text{系杆 } H \text{ 与轮 } 1 \text{ 转向相同}$$

定轴轮系 4、5、5'、6、6'、7

$$i_{47} = \frac{n_4}{n_7} = \frac{z_5}{z_4} \frac{z_6}{z_{5'}} \frac{z_7}{z_{6'}} = \frac{40}{20} \times \frac{30}{30} \times \frac{60}{1} = 120$$

代入条件  $n_3 = 0$ ,  $n_4 = n_H$  得

$$i_{17} = i_{14} i_{47} = \frac{5}{3} \times 120 = 200, \text{蜗轮 } 7 \text{ 的转向为顺时针方向}$$