

武汉大学

二〇〇八年招收硕士研究生入学考试试题(答案)

考试科目及代码: 机械原理 代码: 859

适用专业: 机械制造及其自动化、机械电子工程、机械设计及理论、车辆工程

说明: 1. 可使用的常用工具: 直尺, 圆规, 计算器

2. 答题内容写在答题纸上, 写在试卷或草稿纸上一律无效。考完后试题随答题纸交回。

3. 考试时间 3 小时, 总分值 150 分。

一、选择题 (20 分)

1) 机构中只有一个 D。

A. 闭式运动链 B. 原动件 C. 从动件 D. 机架

2) 曲柄摇杆机构中, 当曲柄与 C 处于两次共线位置之一时出现最小传动角。

A. 连杆 B. 摇杆 C. 机架

3) 正变位齿轮的齿距 (周节) p A。

A. $= \pi m$ B. $> \pi m$ C. $< \pi m$ D. $\geq \pi m$

4) 当一对渐开线齿轮制成后, 即使两轮的中心距稍有改变, 其角速度比仍保持原值不变, 原因是 D。

A. 节圆半径不变 B. 压力角不变 C. 啮合角不变 D. 基圆半径不变

5) 考虑摩擦的转动副, 不论轴颈在加速、等速、减速不同状态下运转, 其总反力的作用线 A 切于摩擦圆。

A. 都不可能 B. 不全是 C. 一定都

6) 蜗杆蜗轮传动的标准中心距 $a =$ C。

A. $\frac{m}{2}(Z_1 + Z_2)$ B. $\frac{m}{2}(q + Z_1)$ C. $\frac{m}{2}(q + Z_2)$

7) 当凸轮机圆半径相同时, 采用适当的偏置式从动件可以 A 凸轮机构推程的压力角。

A. 减小 B. 增加 C. 保持原来

8) 在机器中安装飞轮, 可以 B 机器的周期性速度波动。

A. 根除 B. 减轻 C. 增大

9) 质量分布在同一个回转平面内的静平衡的刚性转子 A 是动平衡的。

A. 一定 B. 一定不 C. 不一定

10) 速度瞬心是两刚体上 C 为零的重合点。

A. 瞬时角速度 B. 瞬时加速度 C. 瞬时相对速度 D. 瞬时绝对速度

解: $n = 7, P_1 = 9, P_h = 1$

$$F = 3n - 2P_1 - P_h = 2$$

$F \neq$ 原动件数

故没有确定运动。

五、已知直齿圆柱齿轮机构的传动比 $i_{12} = 4.5$, 模数 $m = 3.5\text{mm}$, 实际中心距 $a' = 250\text{mm}$, 试合理确定齿数 Z_1, Z_2 并求啮合角 α' 。设变位系数 $x_1 = 1.5$, 试确定 $x_2 = ?$ 并求分离系数 y , 齿顶高降低系数 σ 。(数据精确到小数点后四位)(15分)

$$\text{(提示: } \text{inv}\alpha' = \frac{2 \tan \alpha (x_1 + x_2)}{z_1 + z_2} + \text{inv}\alpha \text{)}$$

解: (1) 计算齿数 Z_1, Z_2 (5分)

$$Z_1^0 = \frac{2a'}{m(1+i_{12})} = \frac{2 \times 250}{3.5 \times (1+4.5)} = 25.974$$

取 $Z_1 = 25$

$$Z_2 = Z_1 \times i_{12} = 25 \times 4.5 = 112.5$$

若取 $Z_2 = 112, a = 239.75$

若取 $Z_2 = 113, a = 241.50$

可见应取 $Z_2 = 113$, 其标准中心距与 a' 较接近。

(2) 计算啮合角 α' (3分)

$$\alpha' = \arccos\left(\frac{a \cos \alpha}{a'}\right) = \arccos\left(\frac{241.5 \cos 20^\circ}{250}\right) = 24.8047^\circ$$

(3) 计算变位系数之和 (3分)

$$\Sigma x = x_1 + x_2 = \frac{(Z_1 + Z_2)(\text{inv}\alpha' - \text{inv}\alpha)}{2 \tan \alpha} = \frac{(25 + 113)(\text{inv}24.8047^\circ - \text{inv}20^\circ)}{2 \tan 20^\circ} = 2.7179$$

$x_1 = 1.5$, 所以 $x_2 = 1.2179$

(4) 计算系数 y, σ (4分)

$$y = (a' - a)/m = (250 - 241.5)/3.5 = 2.4286$$

$$\sigma = x_1 + x_2 - y = 2.7179 - 2.4286 = 0.2893$$

六、如图 2 所示机构，已知 $l_1=1000\text{mm}$ ，曲柄销 B 的速度 $V_B=2\text{m/s}$ ($\omega_1=20\text{rad/s}$ ，方向如图所示)，用瞬心法求 $\varphi_1=30^\circ$ 时构件 3 的速度 $V_3=?$ (15 分)

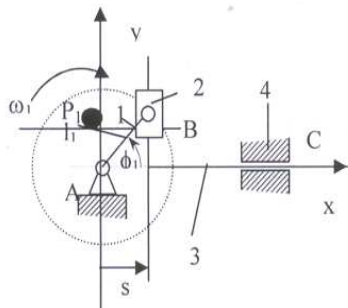


图 2

解：速度瞬心如上图所示。

$$V_3 = V_1 = \omega_1 l_{AP_{13}} = 20 \times 500 = 10\text{m/s}$$

$$l_{AP_{13}} = l_1 \sin 30^\circ = 1000 \times 0.5 = 500\text{mm}$$

七、已知作用在导杆 3 上的生产阻力矩 $M_3=100\text{Nm}$ ， $a=200\text{mm}$ ， $d=400\text{mm}$ ， $\varphi_1=60^\circ$ ，(此时， $\varphi_3=80.1039^\circ$ ， $s=581.8626\text{mm}$)。不计各运动副的摩擦。求构件 1 上的平衡力矩 M_b 及各运动副反力。(15 分)

解：

受力分析如上图所示：

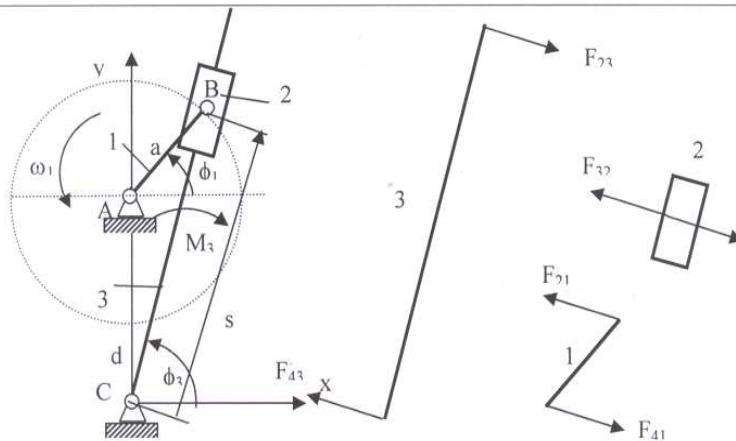
$$F_{23} = \frac{M_3}{s} = \frac{100}{0.582} = 171.8$$

$$F_{32} = F_{12} = 171.8$$

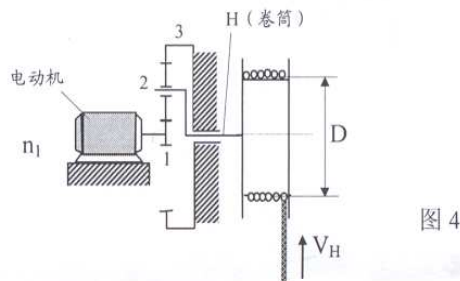
$$M_b = F_{12} \times h = 171.8 \times 0.2 \times 0.939 = 32.264\text{N} \cdot \text{m}$$

图 3

$$h = a \times \cos 20.1039^\circ = 0.2 \times 0.939 = 0.188$$



八、如图 4 所示，为起重卷扬装置，电动机带动齿轮 1。各轮齿数 $z_1=18$, $z_2=36$, $z_3=90$, 卷筒的直 $D=0.2\text{m}$, 要求起升重物的线速度 $V=75.36\text{ (m/min)}$. 求电动机的转速 $n_1=?$ (15 分)



[解]: $V = \omega_H \cdot \frac{D}{2}$ 则 $\omega_H = \frac{2V}{D} = \frac{2 \times 75.36}{0.2 \times 60} = 12.56\text{ (rad/s)}$

$$n_H = \frac{30\omega_H}{\pi} = 119.94\text{ (r/min)}$$

$$i_{1H} = 1 - i_{13}^H = 1 - \left(-\frac{Z_3}{Z_1}\right) = 1 + \frac{90}{18} = 6$$

$$n_1 = i_{1H} \cdot n_H = 719.64\text{ (r/min)} \approx 720\text{ (r/min)}$$

九、偏置曲柄滑块机构中，已知连杆的长度为 100mm，偏心距 $e=20\text{mm}$ ，曲柄为原动件。试求：(15 分)

(1) 曲柄长度的取值范围；

(2) 若给定曲柄的长度为 40mm，那么滑块行程速比系数 $K=?$

解：(1) 有曲柄的条件是： $b \geq a + e$ ，所以 $a \leq b - e = 100 - 20 = 80\text{mm}$
 故曲柄的取值范围是： $0 \leq a \leq 80\text{mm}$

(2) $\phi_1 = \frac{20}{100 - 40} = \frac{1}{3}$, $\phi_1 = 18.433^\circ$ (19.472°)

$$\varphi_2 = \frac{20}{100+40} = \frac{1}{7} \varphi_1 = 8.13^\circ \quad (8.213^\circ)$$

$$\theta = \varphi_1 - \varphi_2 = 10.303^\circ \quad (11.258^\circ)$$

$$k = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta} = 1.12 \quad (1.1334)$$