

第七章 蜗杆传动

一、简答题：

- (1) 在材料铸铁或 $\sigma_b > 300MPa$ 的蜗轮齿面接触强度计算中,为什么许用应力与齿面相对滑动速度有关?
- (2) 说明蜗杆头数 z_1 及蜗轮齿数 z_2 的多少对蜗杆传动性能的影响?
- (3) 闭式蜗杆传动为什么要进行热平衡计算?
- (4) 蜗杆传动有哪些特点? 应用于什么场合?
- (5) 蜗杆导程角 γ 大小不同时,其相应的蜗杆加工方法有何特点? 蜗杆传动以什么面定义标准模数?
- (6) 为什么要引入蜗杆直径系数? 如何选用? 它对蜗杆传动的强度、刚度、啮合效率及尺寸有何影响?
- (7) 蜗杆传动的正确啮合条件是什么? 自锁条件是什么?
- (8) 影响蜗杆传动效率的主要因素有哪些? 导程角 γ 的大小对效率有何影响?
- (9) 为什么蜗杆传动只计算蜗轮齿的强度,而不计算蜗杆齿的强度? 在什么情况下需要进行蜗杆的刚度计算? 许用应力如何确定?
- (10) 蜗杆传动的热平衡如何计算? 可采用哪些措施来改善散热条件?

二、填空题：

- (1) 减速蜗杆传动中,主要的失效形式为____、____、____,常发生在____。
- (2) 普通圆柱蜗杆传动变位的主要目的是____和____。
- (3) 有一标准普通圆柱蜗杆传动,已知 $z_1 = 2$, $q = 8$, $z_2 = 42$, 中间平面上模数 $m = 8mm$, 压力角 $\alpha = 20^\circ$, 蜗杆为左旋,则蜗杆分度圆直径 $d_1 =$ ____mm, 传动中心距 $a =$ ____mm, 传动比 $i =$ ____。蜗杆分度圆柱上的螺旋线角升 $\gamma = \arctan$ ____ 蜗轮为 ____ 旋, 蜗轮分度圆柱上的螺旋角

$\beta =$ _____。

- (4) 蜗杆传动中，蜗杆导程角为 γ ，分度圆圆周速度为 v_1 ，则其滑动速度 v_s 为_____，它使蜗杆蜗轮的齿面更容易发生_____和_____。
- (5) 两轴交错角为 90° 的蜗杆传动中，其正确的啮合条件是_____，_____和_____（等值同向）。
- (6) 闭式蜗杆传动的功率损耗，一般包括三个部分：_____，_____和_____。
- (7) 在蜗杆传动中，蜗杆头数越少，则传动效率越低，自锁性越好，一般蜗杆头数取 $z_1 =$ _____。
- (8) 阿基米德蜗杆传动在中间平面相当于_____与_____相啮合。
- (9) 变位蜗杆传动只改变_____的尺寸，而_____尺寸不变。
- (10) 在标准蜗杆传动中，当蜗杆为主动时，若蜗杆头数 z_1 和模数 m 一定时，增大直径系数 q ，则蜗杆刚度_____；若增大导程角 γ ，则传动效率_____。
- (11) 蜗杆传动发热计算的目的是防止_____而产生齿面_____失效，热平衡计算的条件是单位时间内_____等于同时间内的_____。
- (12) 蜗杆传动设计中，通常选择蜗轮齿数 $z_2 > 26$ 是为了_____； $z_2 < 80$ 为了防止_____或_____。

三、选择填空：

- (1) 在标准蜗杆传动中，蜗杆头数一定，加大蜗杆特性系数，将使传动效率_____。
- | | |
|--------|-----------|
| A. 增加； | B. 减小； |
| C. 不变； | D. 增加或减小； |
- (2) 为了提高蜗杆的刚度，应_____。
- | | |
|--------------------|-------------------|
| A. 增大蜗杆的直径系数； | B. 采用高强度合金钢作蜗杆材料； |
| C. 增加蜗杆硬度，减小表面粗糙值。 | |
- (3) 蜗杆传动中，当其它条件相同时，增加蜗杆头数，则传动效率_____。
- | | |
|--------|--------|
| A. 降低； | B. 提高； |
|--------|--------|

(d) $d_1 = mz_2 / (i \cdot \tan \lambda)$, (e) $d_1 = 2a / i + 1$, 其中有___是错误的。

A. 1 个;

B. 2 个;

C. 3 个;

D. 4 个;

E. 5 个。

(11) 对蜗杆传动的受力分析, 下面的公式中___有错误。

A. $F_{t1} = -F_{t2}$;

B. $F_{r1} = -F_{r2}$;

C. $F_{t2} = -F_{a1}$;

D. $F_{t1} = -F_{a2}$ 。

(12) 起吊重物用的手动蜗杆传动, 宜采用___蜗杆。

A. 单头、小导程角;

B. 单头、大导程角;

C. 多头、小导程角;

D. 多头、大导程角。

四、判断题:

(1) 由于蜗轮和蜗杆之间的相对滑动较大, 更容易产生胶合和磨粒磨损。

()

(2) 在蜗杆传动中比 $i = z_2 / z_1$ 中, 蜗杆头数 z_1 相当于齿数, 因此, 其分度圆直

径 $d_1 = z_1 m$ 。

()

(3) 蜗杆传动的正确啮合条件之一是蜗杆端面模数和蜗轮的端面模数相等。

()

(4) 蜗杆传动的正确啮合条件之一是蜗杆与蜗轮的螺旋角大小相等、方向相同。

()

(5) 为了提高蜗杆的传动效率, 可以不另换蜗轮, 只需要采用直径相同的双头蜗杆代替原来的单头蜗杆。

()

(6) 为使蜗杆传动中的蜗轮转速降低一倍, 可以不用另换蜗轮, 而只需用一个双头蜗杆代替原来的单头蜗杆。

()

(7) 蜗杆传动的正确啮合条件之一是蜗杆的导程角和蜗轮的螺旋角大小相等, 方向相反。

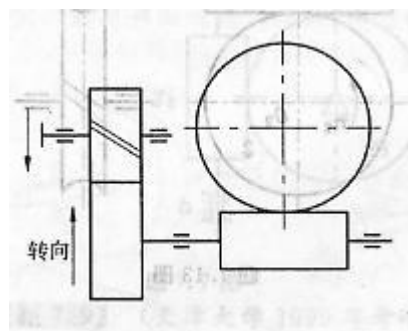
()

- (8) 在蜗杆传动中, 如果模数和蜗杆头数一定, 增加蜗杆分度圆直径, 将使传动效率降低, 蜗杆刚度提高。 ()

五、计算题:

1、如图所示为蜗杆传动简图, 已知条件如图示。试分析:

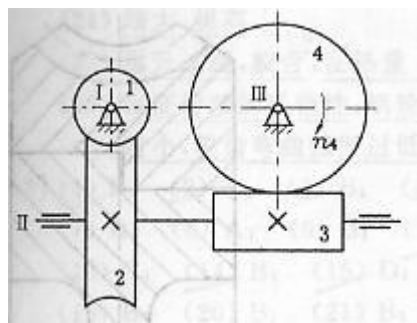
- (1) 在图 (b) 上用箭头表示蜗杆、蜗轮所受各力的方向 (F_t —圆周力, F_r —径向力, F_a —轴向力; 脚标: 蜗杆用“1”, 蜗轮用“2”)。
- (2) 在图 (b) 上标明蜗轮的转动方向及其轮齿的螺旋线方向。



题 7-1 图

2、图示为二级蜗杆传动, 已知蜗杆 3 的导程角的螺旋线方向为右旋, 蜗轮 4 的转向如图所示, 轴 I 为输入轴。试求:

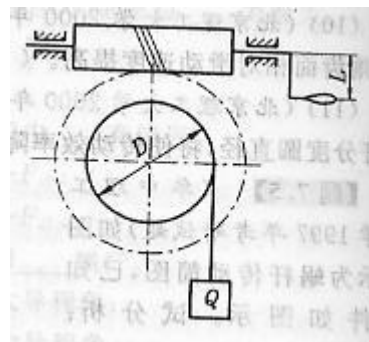
- (1) I 和轴 II 的转向;
- (2) 蜗杆、蜗轮的螺旋线方向 (所有的);
- (3) 蜗轮 2 和蜗杆 3 的所受各分力的方向。



题 7-2 图

(注: 要求蜗轮 2 与蜗杆 3 的轴向力方向相反)

3、绞车采用蜗杆传动（如图所示）， $m = 8\text{mm}$ ， $q = 8$ ， $z_1 = 1$ ， $z_2 = 40$ 卷筒直径 $D = 200\text{mm}$ ，问：



题 7-3 图

(1) 使重物 Q 上升 1m ，手柄应转多少圈？

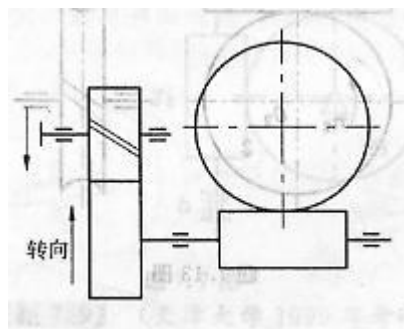
并在图上标出重物上升时手柄的转向。

(2) 若当量摩擦系数 $f_v = 0.2$ ，该机构是否自锁？

(3) 设 $Q = 1000\text{Kg}$ ，人手最大推力为 150N 时，手柄长度 L 的最小值。

（注：忽略轴承效率）

4、图示斜齿圆柱齿轮—蜗杆传动，主动齿轮转动方向和齿的旋向如图示，设要求蜗杆轴的轴向力为最小时，试画出蜗杆的转向和作用在轮齿上的力（以三个分力表示），并说明蜗轮轮齿螺旋方向。



题 7-4 图

第七章 蜗杆传动答案

一、简答题:

略

二、填空题:

- (1) 齿面胶合、疲劳点蚀、磨损和轮齿折断，蜗杆齿上。
- (2) 凑中心距和提高承载能力及传动效率。
- (3) 64，200，21， $\frac{z_1}{q}$ ，左旋，14.036°。
- (4) $v_1 / \cos \gamma$ ，胶合和磨损。
- (5) 两轴交错角为 90° 的蜗杆传动中，其正确的啮合条件是 $m_{a1} = m_{t2} = m$ ，
 $\alpha_{a1} = \alpha_{t2} = \alpha$ 和 $\gamma_1 = \beta_2$ (等值同向)。
- (6) 闭式蜗杆传动的功率损耗，一般包括三个部分：啮合功率损耗，轴承摩擦损耗和搅油损耗。
- (7) 在蜗杆传动中，蜗杆头数越少，则传动效率越低，自锁性越好，一般蜗杆头数取 $z_1 = 1 \sim 4$ 。
- (8) 阿基米德蜗杆传动在中间平面相当于齿条与齿轮相啮合。
- (9) 变位蜗杆传动只改变蜗轮的尺寸，而蜗杆尺寸不变。
- (10) 在标准蜗杆传动中，当蜗杆为主动时，若蜗杆头数 z_1 和模数 m 一定时，增大直径系数 q ，则蜗杆刚度增大；若增大导程角 γ ，则传动效率提高。
- (11) 蜗杆传动发热计算的目的是防止温升过高而产生齿面胶合失效，热平衡计算的条件是单位时间内发热量 H_1 等于同时间内的散热量 H_2 。
- (12) 蜗杆传动设计中，通常选择蜗轮齿数 $z_2 > 26$ 是为了保证传动的平稳性；
 $z_2 < 80$ 为了防止蜗轮尺寸过大引起蜗杆跨距大，弯曲刚度过低或模数过

小，轮齿弯曲强度过低。

三、选择填空：

- (1) B (2) A (3) B (4) C (5) D
 (6) C (7) B (8) B (9) D (10) C
 (11) A (12) A

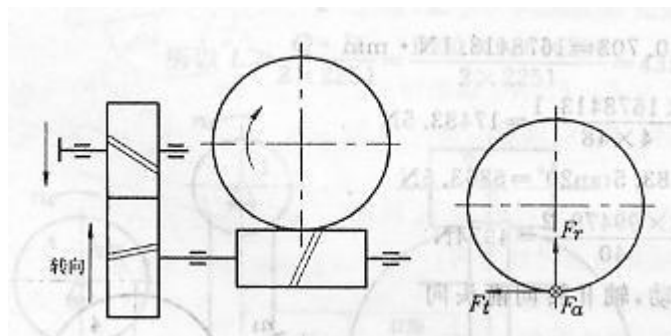
四、判断题：

- (1) × (2) × (3) × (4) × (5) ×
 (6) × (7) × (8) √

五、计算题：

1、解：(1) 所受个力方向如图示。

(2) 蜗轮旋向为右旋。

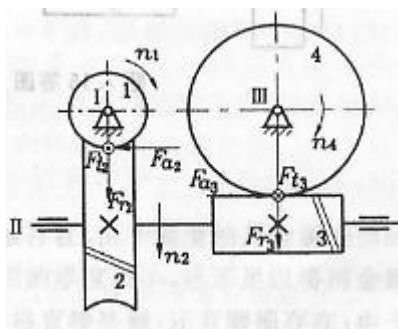


题 7-1 解图

2、解：(1) 轴 I 顺时针方向转动，轴 II 转向箭头向下；

(2) 所有蜗杆、蜗轮的螺旋线方向均为右旋；

(3) 蜗轮 2 和蜗杆 3 的所受各力方向如图示。



题 7-2 解图

3、 解：（1） Q 上升 h ：

$$h = n_2 \pi D = 1000 \text{ mm}$$

$$n_2 = \frac{h}{\pi D}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = 40$$

$$\text{所以 } n_1 = 40 n_2 = 40 \times \frac{1000}{\pi \times 200} = 63.7 \text{ 圈}$$

蜗杆转向箭头向下（从手柄端看为逆时针方向）。

$$(2) \tan \gamma = \frac{z_1}{q} = \frac{1}{8} = 0.125 < f_v = 0.2$$

所以 $\gamma < \psi_v$

故该机构自锁

$$(3) T_1 = P_1 L$$

$$T_2 = T_1 \cdot i \cdot \eta = T_1 \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{\tan \gamma}{\tan(\gamma + \psi_v)}$$

$$= P_1 L \cdot 40 \cdot \frac{\tan \gamma}{\tan(\gamma + \psi_v)}$$

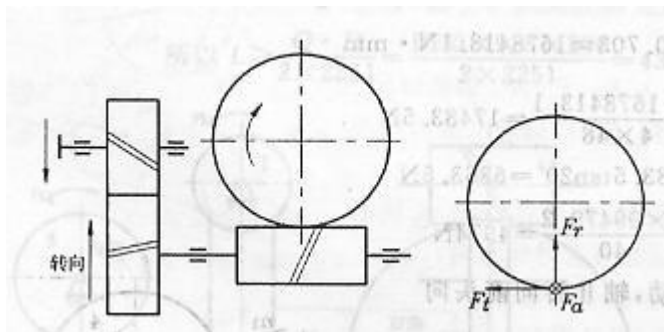
$$= 40 P_1 L \frac{0.125}{\tan(7.125^\circ + 11.31^\circ)} \leq 40 \times 150 \times L \times \frac{0.125}{\tan(7.125^\circ + 11.31^\circ)}$$

$$= 2251 L$$

$$\text{又 } T_2 = Q \cdot \frac{D}{2} \leq 2251L$$

$$\text{所以 } L \geq \frac{Q \cdot D}{2 \times 2251} = \frac{1000 \times 9.8 \times 200}{2 \times 2251} = 435.6 \text{ mm}$$

4、解：蜗轮左旋，顺时针转动。



题 7-1 解图