# 练习 · 螺旋传动 · 题目卷

> **范围**：机械设计 第16章 螺旋传动（考纲 ③ 连接 · 螺旋传动）
> **题量**：判断题 28、填空题 13、简答题 3、计算题 10
> **对应知识点**：知识点-螺旋传动
> **使用**：先独立作答，再对 练习-螺旋传动-答案卷。
> 计算统一取 $\pi = 3.14$；$1\ \mathrm{N\cdot m} = 10^3\ \mathrm{N\cdot mm}$。

姓名：_____　　日期：_____　　用时：_____ 分钟

## 一、判断题

> 判断下列说法是否正确，正确的打"√"，错误的打"×"，填在题后括号内。

**1.** 螺旋传动既能将回转运动变为直线运动，又能同时传递动力。（　　）

**2.** 传力螺旋主要用于传递运动并要求较高的传动精度，常在较长时间内连续工作。（　　）

**3.** 调整螺旋的特点是经常转动、转速高，一般不要求自锁。（　　）

**4.** 滑动螺旋的传动效率通常只有 30%~40%，而滚动螺旋可达 90% 以上。（　　）

**5.** 静压螺旋的传动效率通常只有 30%~40%，因此应用受到限制。（　　）

**6.** 滚动螺旋结构简单、制造容易，并且能够自锁。（　　）

**7.** 滑动螺旋的主要失效形式是螺纹磨损，磨损主要发生在螺母上。（　　）

**8.** 螺母材料一般比螺杆材料软，因此螺纹牙的强度只需验算螺母。（　　）

**9.** 精密传导螺旋受力后螺距的变化对传动精度影响很小，可以忽略不计。（　　）

**10.** 耐磨性计算的目的是限制螺纹工作面上的压强，使其不超过许用值。（　　）

**11.** 耐磨性计算求出的是螺纹大径，求出后可直接作为公称直径使用。（　　）

**12.** 矩形螺纹和梯形螺纹的工作高度取 $h = 0.5P$，锯齿形螺纹取 $h = 0.75P$。（　　）

**13.** 整体螺母因磨损后间隙不能调整，取 $\varphi = H/d_2 = 1.2 \sim 1.5$；剖分式螺母可取 $2.5 \sim 3.5$。（　　）

**14.** 螺纹旋合圈数越多，各圈受载越均匀，承载能力按圈数线性增长。（　　）

**15.** 有自锁要求的螺旋副应满足 $\psi \le \rho_v$，其形式与螺纹联接的自锁条件一致。（　　）

**16.** 螺纹牙危险截面的弯曲应力按宽度为 $\pi D$ 的悬臂梁计算，其力臂为 $(D - D_2)/2$。（　　）

**17.** 梯形螺纹的牙根厚度取 $b = 0.5P$，矩形螺纹取 $b = 0.65P$。（　　）

**18.** 螺杆工作时同时承受轴向力和转矩，应按第四强度理论计算当量应力。（　　）

**19.** 螺杆强度计算中把拉应力乘 1.3 来近似计入扭转的影响，这与螺栓联接的做法相同。（　　）

**20.** 受压螺杆的长细比 $\lambda = \mu l/i$，其中惯性半径 $i = d_1/2$。（　　）

**21.** 长细比很小时（$\lambda < 80 \sim 90$），受压螺杆的临界载荷仍按欧拉公式计算。（　　）

**22.** 淬火钢螺杆在 $\lambda < 85$ 时所用的临界载荷公式中，系数为 480。（　　）

**23.** Q275 钢螺杆当 $\lambda < 40$ 时不必校核稳定性。（　　）

**24.** 受拉的螺杆同样需要校核稳定性，只是安全因数可以取得小一些。 ☐

**25.** 滚动螺旋的公称直径是指钢球中心所在的圆柱直径。 ☐

**26.** 双圆弧截面滚道的滚动螺旋理论上轴向间隙与径向间隙均为零，接触角稳定。 ☐

**27.** 滚动螺旋的内循环方式螺母径向尺寸较小，但不宜用于重载传动。 ☐

**28.** 滚珠丝杠可以承受一定的径向载荷与弯矩载荷，对寿命影响不大。 ☐

## 二、填空题

> 在横线上填出关键术语、数字或式子，不必抄题。

**1.** 按用途分，螺旋传动可分为 _____ 螺旋、 _____ 螺旋和 _____ 螺旋三类。

**2.** 按摩擦性质分，螺旋传动可分为 _____ 螺旋、 _____ 螺旋和 _____ 螺旋三类。

**3.** 滑动螺旋的效率通常为 _____ ，滚动螺旋为 _____ 以上，静压螺旋可达 _____ 。

**4.** 滑动螺旋的四种失效形式是：螺纹磨损、 _____ 、螺杆失稳和 _____ 。

**5.** 耐磨性计算的判据是 $p=\dfrac{F}{\pi d_2 h Z}\le[p]$ ，其中 $Z$ 为 _____ ，且不宜超过 _____ 圈。

**6.** 耐磨性设计式为 _____ ，其中 $\varphi$ 的含义是 _____ 。

**7.** 自锁条件为 _____ ，其中当量摩擦角与牙型角的关系为 _____ 。

**8.** 螺母螺纹牙的抗剪强度条件为 _____ ，抗弯强度条件为 _____ 。

**9.** 螺杆的当量应力按第四强度理论计算，其表达式为 _____ ，式中 $T$ 的计算式为 _____ 。

**10.** 受压螺杆的稳定性条件为 _____ ，稳定性安全因数通常取 _____ 。

**11.** 当长细比 $\lambda\ge 80\sim 90$ 时，临界载荷按 _____ 公式计算；钢的弹性模量取 _____ MPa。

**12.** 滚动螺旋的公称直径指 _____ 的直径；其精度分为 _____ 个等级，其中 _____ 级最高。

**13.** 滚动螺旋不能自锁，设计中必须设置 _____ 装置；同时不允许承受 _____ 载荷和 _____ 载荷。

## 三、简答题

> 只保留三道最能拉开差距的题，要求写出机理而不是堆砌条文。

**1.** 耐磨性计算为什么是"定尺寸"的判据，而螺纹牙强度与螺杆强度只是"校核"？旋合圈数为什么不宜超过 10 圈？

**2.** 受压螺杆的稳定性为什么要按长细比分段选公式？欧拉公式为什么不能用于中小柔度？

**3.** 滚动螺旋效率高、精度好，为什么在传力螺旋（如千斤顶）中反而很少用？设计时要注意什么？

## 四、计算题

> 写出计算过程，注明所用公式。

**1.** 某螺旋千斤顶采用单线梯形螺纹 Tr40×7，中径 $d_2 = 36.5\ \text{mm}$，小径 $d_1 = 32.5\ \text{mm}$，螺母高度 $H = 70\ \text{mm}$，承受轴向载荷 $F = 50\ \text{kN}$。摩擦因数 $\mu = 0.1$，牙型角 $\alpha = 30^\circ$，许用压强 $[p] = 20\ \text{MPa}$。① 求旋合圈数与工作面压强并校核耐磨性；② 求螺纹升角与当量摩擦角，判断能否自锁；③ 求传动效率。

解：

**2.** 承上题，螺母螺纹大径 $D = 40\ \text{mm}$，牙根厚度按梯形螺纹取 $b = 0.65P$，许用剪应力 $[\tau] = 40\ \text{MPa}$，许用弯曲应力 $[\sigma_b] = 60\ \text{MPa}$。校核螺母螺纹牙的抗剪强度与抗弯强度。

解：

**3.** 承第 1 题，螺杆材料为 45 钢，许用应力 $[\sigma] = 118\ \mathrm{MPa}$。① 求螺杆所受转矩；② 按第四强度理论校核螺杆强度。

解：

**4.** 承第 1 题，螺杆计算长度 $l = 500\ \mathrm{mm}$，两端铰支取长度系数 $\mu = 1$，稳定性安全因数 $[S_s] = 3.5$。① 求长细比；② 选择公式求临界载荷；③ 判断稳定性是否合格。

解：

**5.** 设计一传力螺旋，轴向载荷 $F = 30\ \mathrm{kN}$，采用单线梯形螺纹，螺距取 $P = 6\ \mathrm{mm}$，螺母为整体式取 $\varphi = 1.5$，许用压强 $[p] = 20\ \mathrm{MPa}$。① 求所需螺纹中径；② 若已有 Tr30×6（$d_2 = 27$、$P = 6$）与 Tr32×6（$d_2 = 29$、$P = 6$）两种规格，选哪一种？

解：

**6.** 某精密传导螺旋要求传动精度高，采用整体螺母，$d_2 = 30\ \mathrm{mm}$，螺距 $P = 4\ \mathrm{mm}$，若取 $\varphi = 2.0$，问：① 螺母高度为多少；② 旋合圈数是否满足要求；③ 若不满足，应如何调整并说明理由。

解：

**7.** 某滚珠丝杠副基本额定动载荷 $C_a = 25\ \mathrm{kN}$，承受轴向载荷 $F_a = 5\ \mathrm{kN}$，转速 $n = 1000\ \mathrm{r/min}$，载荷系数 $K_F = 1.2$，硬度系数 $K_H = 1.0$。① 求额定寿命（以 $10^6$ r 计）；② 求寿命小时数 $L_h$。

解：

**8.** 某螺旋副要求可靠自锁，摩擦因数 $\mu = 0.12$，牙型角 $\alpha = 30^\circ$。若螺纹中径 $d_2 = 24\ \mathrm{mm}$，问：① 当量摩擦角为多少；② 满足自锁的最大螺距（单线）约为多少？

解：

**9.** 某升降机构分别可用滑动螺旋（效率 $\eta_1 = 0.35$）与滚动螺旋（效率 $\eta_2 = 0.90$）实现，输入功率均为 $2\ \mathrm{kW}$。① 求两种方案的输出功率与功率损失；② 若连续工作 8 h，滑动方案多损失多少电能；③ 说明滚动螺旋在长期连续工作场合的优势。

解：

**10.** 某受压螺杆 $d_1 = 20\ \mathrm{mm}$，计算长度 $l = 600\ \mathrm{mm}$，两端铰支（$\mu = 1$），材料为未淬火钢，承受轴向压力 $F = 15\ \mathrm{kN}$，$[S_s] = 3.0$。① 校核稳定性；② 若不合格，求所需最小小径（取整到整数）并说明工程上还可采取哪些措施。

解：

## 五、公式速查

| 检查项 | 公式 |
| --- | --- |
| 耐磨性 | $p=\dfrac{F}{\pi d_2 h Z}\le[p]\ ,\ Z=H/P$ |
| 耐磨设计式 | $d_2\ge\sqrt{\dfrac{FP}{\pi h\varphi[p]}}$ |
| 自锁 | $\psi\le\rho_v\ ,\ \rho_v=\arctan\dfrac{\mu}{\cos(\alpha/2)}$ |
| 效率 | $\eta=\dfrac{\tan\psi}{\tan(\psi+\rho_v)}$ |
| 螺纹牙剪切 | $\tau=\dfrac{F}{\pi D b Z}\le[\tau]$ |
| 螺纹牙弯曲 | $\sigma_b=\dfrac{6Fl}{\pi D b^2 Z}\le[\sigma_b]\ ,\ l=\dfrac{D-D_2}{2}$ |
| 螺杆强度 | $\sigma=\sqrt{\left(\dfrac{4F}{\pi d_1^2}\right)^2+3\left(\dfrac{T}{0.2d_1^3}\right)^2}\le[\sigma]$ |
| 传动转矩 | $T=F\dfrac{d_2}{2}\tan(\psi+\rho_v)$ |
| 稳定性 | $\dfrac{F_{cr}}{F}\ge S_s\ ,\ \lambda=\dfrac{\mu l}{i}\ ,\ i=\dfrac{d_1}{4}$ |
| 欧拉公式 | $F_{cr}=\dfrac{\pi^2 E I_a}{(\mu l)^2}\ ,\ I_a=\dfrac{\pi d_1^4}{64}$ |
| 中柔度（未淬火钢） | $F_{cr}=\dfrac{340}{1+0.00013\lambda^2}\cdot\dfrac{\pi d_1^2}{4}$ |
| 中柔度（淬火钢） | $F_{cr}=\dfrac{480}{1+0.0002\lambda^2}\cdot\dfrac{\pi d_1^2}{4}$ |
| 滚动螺旋寿命 | $L=\left(\dfrac{C_a}{F_a}\right)^3\times10^6\ \mathrm{r},\ L_h=\dfrac{10^6}{60n}\left(\dfrac{C_a}{K_F K_H F_a}\right)^3$ |
| *共 54 题。建议限时：判断题 22 分钟、填空题 12 分钟、简答题 15 分钟、计算题 80 分钟。* | |