练习 · 螺纹联接 · 题目卷

> **范围**：机械设计 第 14 章（考纲 ③ 连接 · 螺纹联接部分）
> **题量**：判断题 28、简答题 15、计算题 10
> **对应知识点**：知识点-螺纹联接
> **使用**：先独立作答，再对 练习-螺纹联接-答案卷。
> 计算取 $\pi = 3.14$；粗牙螺栓小径 d_1 查表：M10 $= 8.376$、M12 $= 10.106$、M16 $= 13.835$、M18 $= 15.294$、M20 $= 17.294$、M24 $= 20.752$、M27 $= 23.752$、M30 $= 26.211$（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. 导程与螺距的关系为 $S = nP$，n 为螺纹线数。（　　）

2. 单线螺纹的导程等于螺距，多线螺纹的导程大于螺距。（　　）

3. 螺纹的公称直径是小径 d_1，强度计算也按小径进行。（　　）

4. 传动螺纹常采用多线螺纹，以增大升角、提高传动效率。（　　）

5. 螺纹升角越大，自锁性能越好。（　　）

6. 螺纹的自锁条件是 $\lambda \geq \psi_v$，即升角不小于当量摩擦角。（　　）

7. 普通（三角）螺纹牙型角大，当量摩擦系数 $f_v = f/\cos\beta$ 被放大，因而自锁性好、效率低。（　　）

8. 普通螺栓连接中，被连接件上开的是带螺纹的孔，孔与螺栓杆紧密配合无间隙。（　　）

9. 铰制孔用螺栓连接中，螺栓杆与孔为过渡配合、无间隙，靠抗剪和抗挤压传力。（　　）

10. 双头螺柱连接适用于被连接件之一较厚、需要经常拆卸的场合，拆卸时只拧螺母。（　　）

11. 螺钉连接适用于被连接件之一较厚、不经常拆卸的场合，经常拆装会磨损螺纹孔。（　　）

12. 螺栓性能等级 8.8 表示抗拉强度极限为 $800\ \text{MPa}$、屈服点为 $640\ \text{MPa}$。（　　）

13. 螺栓性能等级 10.9 对应 $\sigma_b = 1000\ \text{MPa}$、$\sigma_s = 900\ \text{MPa}$。（　　）

14. 与 8.8 级螺栓配套的螺母应取 10 级，因为螺母受力更大、等级须更高。（　　）

15. 拧紧力矩的经验式为 $M = K_1 F' d$，工程上 K_1 一般取 0.2。（　　）

16. 控制预紧力最准确的方法是使用测力矩扳手。（　　）

17. 螺纹连接松动的根本原因是螺栓被拉长。（　　）

18. 弹簧垫圈属于机械防松。（　　）

19. 对顶螺母（双螺母）属于摩擦防松。（　　）

20. 采用串联钢丝防松时，钢丝的穿绕方向应使各螺栓趋于拧紧。（　　）

21. 永久防松（端焊、粘接、冲点）最可靠，而且可以反复拆卸使用。（　　）

22. 紧螺栓连接强度计算中的系数 1.3，是考虑拧紧时扭转剪应力的当量拉应力系数。（　　）

23. 松螺栓连接（如吊环螺栓、起重吊钩）也要乘 1.3。（　　）

24. 受轴向工作载荷的紧螺栓，其总拉力可写为 $F_0 = F' + F$ 。 （　　）

25. 受轴向工作载荷的紧螺栓，残余预紧力 $F'' = F' - \dfrac{k_m}{k_b + k_m} F$ ，且恒有 $F_0 = F + F''$ 。 （　　）

26. 加软垫片会使被连接件刚度 k_m 减小、相对刚度增大，螺栓分担的载荷增多。 （　　）

27. 为减小螺栓的应力幅，应尽量增大螺栓刚度 k_b 。 （　　）

28. 加厚螺母能有效改善螺纹牙间的载荷分配，从而提高连接强度。 （　　）

二、简答题

> 简明扼要作答。

1. 螺距与导程有什么区别？写出升角与导程的关系式，并说明升角对自锁和效率的影响。

2. 为什么普通（三角）螺纹自锁性能最好而效率最低？

3. 连接螺纹与传动螺纹在性能要求、牙型、线数、主要失效形式上有何不同？

4. 螺纹连接有哪五种基本类型？各适用于什么场合？（可用选型口诀概括）

5. 螺纹连接为什么要预紧？预紧力有哪几种控制方法？哪一种最准确？

6. 螺纹连接松动的本质是什么？松动有哪两种情形，各由什么引起？

7. 防松方法分为哪三类？每类举两例，并说明各自的可靠性评价。

8. 紧螺栓强度计算中系数 1.3 是怎么来的？哪些情况不乘 1.3？

9. 受轴向工作载荷的紧螺栓，为什么 $F_0 \neq F' + F$？写出变形协调关系与 F_0 的表达式。

10. 相对刚度 $\dfrac{k_b}{k_b + k_m}$ 的典型值是多少？螺栓的粗细长短、垫片的软硬如何影响它？

11. 残余预紧力 F'' 为什么必须大于零？一般连接、载荷不稳定、压力容器三种工况的推荐值各是多少？

12. 螺栓组结构设计应遵循哪五条原则？

13. 螺栓组承受轴向载荷、横向载荷、转矩、翻转力矩四种基本载荷时，单个螺栓的最大工作载荷各如何求？

14. 螺栓组承受翻转力矩时，为什么除了算 $F_{\max}$ 还要做接合面校核？写出两个校核条件。

15. 提高螺纹连接强度有哪三方面措施？为什么单纯加厚螺母是无效的？

三、计算题

> 写出计算过程，注明所用公式。

1. 某 M20 粗牙普通螺纹，中径 $d_2 = 18.376\ \mathrm{mm}$，螺距 $P = 2.5\ \mathrm{mm}$，单线；螺纹副摩擦系数 $f = 0.15$，牙型角 $\alpha = 60^\circ$。求螺纹升角 λ、当量摩擦角 ψ_v，判断能否自锁，并估算螺旋副效率 η。

解：

2. 某 M16 螺栓性能等级为 8.8 级，装配要求预紧力 $F' = 40\ \mathrm{kN}$，拧紧力矩系数 $K_1 = 0.2$。① 求所需拧紧力矩 M；② 按 1.3 当量系数校核螺栓是否会被拧断；③ 若改用 M10 螺栓施加同样的预紧力，会是什么结果？

解：

3. 某铰制孔用螺栓连接承受横向载荷 $F_s = 12\ \mathrm{kN}$，接合面数 $m = 1$，较薄被连接件厚度 $h_{\min} = 12\ \mathrm{mm}$，许用剪应力 $[\tau] = 90\ \mathrm{MPa}$，许用挤压应力 $[\sigma_p] = 150\ \mathrm{MPa}$。分别按抗剪和抗挤压条件确定螺栓孔直径 d_0，并取标准值后校核。

解：

4. 某普通螺栓连接承受横向载荷，单个螺栓分担 $F_s = 5\ \mathrm{kN}$，接合面摩擦系数 $\mu_s = 0.2$，可靠性系数 $K_s = 1.2$，许用拉应力 $[\sigma] = 120\ \mathrm{MPa}$。① 按 $m = 1$ 求所需预紧力 F' 与螺栓小径 d_1；② 若改为双接合面（$m = 2$），重算 F' 与 d_1，说明结论。

解：

5. 某紧螺栓连接预紧力 $F' = 20\ \mathrm{kN}$，承受轴向工作载荷 $F = 10\ \mathrm{kN}$，相对刚度 $\dfrac{k_b}{k_b + k_m} = 0.25$。求螺栓拉力增量 ΔF、总拉力 F_0 与残余预紧力 F''，并用恒等式验算。

解：

6. 某气缸盖用 $z = 8$ 个螺栓联接，缸内径 $D = 200\ \mathrm{mm}$，工作压力 $p = 1.2\ \mathrm{MPa}$，要求残余预紧力 $F'' = 1.5F$（有密封要求），相对刚度取 0.25，螺栓许用拉应力 $[\sigma] = 80\ \mathrm{MPa}$。求单个螺栓的工作载荷 F、总拉力 F_0、预紧力 F'，并确定螺栓小径。

解：

7. 某螺栓承受轴向循环载荷 $F = 0 \sim 20\ \mathrm{kN}$，螺栓小径 $d_1 = 17.294\ \mathrm{mm}$，相对刚度 0.3，许用应力幅 $[\sigma_a] = 20\ \mathrm{MPa}$。① 求应力幅 σ_a 并校核；② 若改用腰杆（柔性）螺栓使相对刚度降为 0.15，σ_a 变为多少？

解：

8. 某法兰用 4 个铰制孔螺栓均布在直径 $D = 200\ \mathrm{mm}$ 的圆周上，传递转矩 $T = 800\ \mathrm{N\cdot m}$。① 求受力最大螺栓的剪切力 $F_{s\max}$；② 若 $d_0 = 11\ \mathrm{mm}$、$m = 1$、$[\tau] = 90\ \mathrm{MPa}$，校核抗剪强度。

解：

9. 某支架用 4 个螺栓固定在矩形接合面上（宽 $b = 200\ \mathrm{mm}$、长 $L = 400\ \mathrm{mm}$），螺栓沿长度方向对称布置，各距翻转轴 $l_i = 150\ \mathrm{mm}$。接合面上作用翻转力矩 $M = 6 \times 10^{6}\ \mathrm{N \cdot mm}$，预紧力 $F' = 30\ \mathrm{kN}$，被连接件许用挤压应力 $[\sigma_p] = 4\ \mathrm{MPa}$，螺栓 $[\sigma] = 100\ \mathrm{MPa}$，相对刚度 0.3。① 求受力最大螺栓的工作载荷 $F_{\max}$；② 校核接合面是否张开、是否被压溃；③ 求该螺栓所需小径。

解：

10. 某起重吊环采用松螺栓连接，承受轴向拉力 $F = 30\ \mathrm{kN}$，螺栓许用拉应力 $[\sigma] = 60\ \mathrm{MPa}$。求所需螺栓小径并选标准规格；若误按紧螺栓乘 1.3 计算，会选到多大的螺栓？

解：

四、公式速查

用途	公式
导程与升角	$S=nP$，$\tan\lambda=\dfrac{nP}{\pi d_2}$
当量摩擦角	$f_v=\dfrac{f}{\cos\beta}$，$\psi_v=\arctan f_v$
自锁条件	$\lambda\le\psi_v$
螺旋副效率	$\eta=\dfrac{\tan\lambda}{\tan(\lambda+\psi_v)}$
拧紧力矩	$M=K_1F'd$，$K_1\approx0.2$
铰制孔抗剪	$\tau=\dfrac{F_s}{m\pi d_0^2/4}\le[\tau]$
铰制孔抗挤压	$\sigma_p=\dfrac{F_s}{d_0h_{\min}}\le[\sigma_p]$
横向载荷所需预紧力	$F'\ge\dfrac{K_sF_s}{\mu_sm}$（多螺栓：$F'\ge\dfrac{K_sF_\Sigma}{\mu_smz}$）
紧螺栓拉应力	$\sigma=\dfrac{1.3\times4F_0}{\pi d_1^2}\le[\sigma]$
总拉力	$F_0=F'+\dfrac{k_b}{k_b+k_m}F=F+F''$
残余预紧力	$F''=F'-\dfrac{k_m}{k_b+k_m}F$
螺栓疲劳应力幅	$\sigma_a=\dfrac{k_b}{k_b+k_m}\cdot\dfrac{2F}{\pi d_1^2}\le[\sigma_a]$
转矩下铰制孔螺栓	$F_{s\max}=\dfrac{Tr_{\max}}{\sum r_i^2}$
翻转力矩	$F_{\max}=\dfrac{Ml_{\max}}{\sum l_i^2}$
接合面不张开	$\sigma_{\min}=\dfrac{zF'}{A}-\dfrac{M}{W}>0$
接合面不压溃	$\sigma_{\max}=\dfrac{zF'}{A}+\dfrac{M}{W}\le[\sigma_p]$
性能等级	$\sigma_b=$首位$\times100$，$\sigma_s=\sigma_b\times$次位$/10$
共 53 题。建议限时：判断题 25 分钟、简答题 50 分钟、计算题 80 分钟。	

姓名：_____　　日期：_____　　用时：_____ 分钟