

111 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試

類 科：機械工程

科 目：機械設計

陳廣明老師解題

- 一、有一對漸開線螺旋齒輪傳動，小齒輪軸以功率 $P=15\text{ kW}$ 、轉速 $n=1000\text{ rpm}$ 驅動大齒輪軸，兩軸上除了齒輪無其它負載零件。已知小齒輪齒數 $z_1=17$ 、大齒輪齒數 $z_2=37$ ，兩齒輪之法向模數 $m_n=3.0\text{ mm}$ 、法向壓力角 $\alpha_n=20^\circ$ 、節圓螺旋角 $\beta=20^\circ$ ，且均為無轉位之標準齒輪。今欲在大齒輪軸上安裝一軸承以承受所有軸向力，已知該軸承之容許軸向力 $F_A=1454\text{ N}$ ，試問此軸承選用是否適當？若不適當，齒輪節圓螺旋角應小於多少為佳？（25 分）

【解題關鍵】

《考題難易》★★★

《破題關鍵》本題為螺旋齒輪考題，需用到相關公式，若考生沒背公式則無法解答。

【擬答】

(1) 法向周節 $=3\pi$

$$\text{橫向周節} = 3\pi \times \cos 20^\circ = 8.85(\text{mm})$$

$$\text{小齒輪結圓直徑} = \frac{8.85 \times 17}{\pi} = 47.92(\text{mm})$$

$$\text{節圓切線速度} = \frac{\pi \times 47.92 \times 1000}{60} = 2509.3\text{ mm/sec} = 2.509\text{ m/sec}$$

由功率公式

$$15 \times 1000 = F_t \times 2.509, F_t = 5977.7(\text{N})$$

$$\text{軸向力 } F_a = F_t \times \tan \beta = 5977.7 \times \tan 20^\circ = 2175.7(\text{N})$$

2175.7 > 1454，所以該軸承不適當

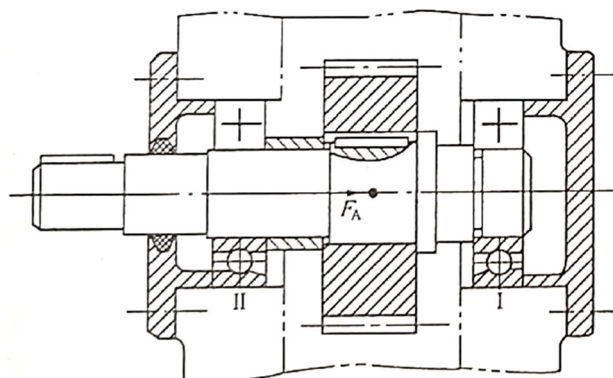
(2) 當取軸向力為 1454(N)時

$$1454 = 5977.7 \times \tan \beta_1$$

$$\text{得 } \beta_1 = 13.67 \text{ 度}$$

齒輪節圓螺旋角應小於 13.67 度

- 二、下圖所示為某一齒輪箱之局部剖視圖，圖中齒輪軸右、左兩端採用兩相同之斜角接觸滾珠軸承 I、II 支承，已知該軸受一向右之軸向力 $F_A=850\text{ N}$ ，軸承 I 之徑向負載為 1200 N、軸承 II 之徑向負載為 2000 N，當軸承受徑向負載 F_r 時會產生內部軸向力 F_s ，關係式為 $F_s=0.68 F_r$ 。試分析軸承 I 及軸承 II 所受之軸向力？若該齒輪軸之轉速為 3600 rpm，軸承之基本額定動負載為 35200 N，已知軸承 I 之徑向負載係數 $X=0.41$ 、軸向負載係數 $Y=0.87$ ，在不考慮衝擊及溫度對軸承的影響下，試計算軸承 I 的使用壽命為多少小時（可靠度 90%）？（25 分）



【解題關鍵】

《考題難易》★★

《破題關鍵》本題為軸承壽命計算，需將此徑向軸向軸承，受力等值為徑向力，再進行壽命計算。

【擬答】

(1) 軸承 I 所受軸向力 $= 0.68 \times 1200 = 816(\text{N})$

軸承 II 所受軸向力 $= 850 - 816 = 34(\text{N})$

(2) 軸承 I 等直徑向力 $= X P_r + Y p_a = 0.41 \times 1200 + 0.87 \times 816 = 1201.9(\text{N})$

$10^6 \times 35200^3 = L \times 1201.9^3$

$L = 2.512 \times 10^{10}(\text{循環})$

$L = N \times \text{hr} \times 60$

$2.512 \times 10^{10} = 3600 \times \text{hr} \times 60$

$\text{hr} = 116297.19(\text{小時})$

三、有一直徑 $d = 30 \text{ mm}$ 的實心圓桿由延性材料製成，材料經拉伸試驗測得之降伏強度 $S_y = 580 \text{ MPa}$ ，已知桿上承受一最大彎矩 $M = 320 \text{ N}\cdot\text{m}$ 及一最大扭矩 $T = 500 \text{ N}\cdot\text{m}$ ，則此桿所承受之「最大剪應力」為多少？試依據「最大剪應力」靜態負荷損壞理論計算此桿之安全因子 N ？(25 分)

【解題關鍵】

《考題難易》★★★

《破題關鍵》本題考靜態破壞。

【擬答】

$$\begin{aligned} (1) \tau_{max} &= \frac{16}{\pi d^3} \sqrt{M^2 + T^2} \\ &= \frac{16}{\pi \times 30^3} (\sqrt{320^2 + 500^2}) \times 10^3 \\ &= 112 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$(2) \text{安全因子 } N = \frac{0.5 S_y}{\tau_{max}} = \frac{0.5 \times 580}{112} = 2.59$$

四、有一開口皮帶傳動系統，皮帶之標稱長度為 1350 mm 、小帶輪直徑為 60 mm 、大帶輪直徑為 250 mm ，請計算安裝完成後之理論中心距離為多少 mm ？此時皮帶在小帶輪上之接觸角 θ 為多少？若小帶輪以 3000 rpm 運轉，已知皮帶及帶輪間摩擦係數為 0.3 、皮帶質量為 0.7 kg/m 、皮帶安裝時之初始拉力為 1200 N ，在考量皮帶離心力下，試求主動輪可傳送之最大動力為多少 kW ？(25 分)

【解題關鍵】

《考題難易》★★★

《破題關鍵》本題為皮帶內容考題，但考慮離心力且僅給初張力，在計算傳送動力時，比較困難。

【擬答】

(1) 開口帶皮帶長度公式

$$L = \frac{\pi(D_A + D_B)}{2} + 2C + \frac{(D_A - D_B)^2}{4C}$$

$$1350 = \frac{\pi(60 + 250)}{2} + 2C + \frac{(60 - 250)^2}{4C}$$

$$863.05 = 2C + \frac{36100}{4C}$$

$$8C^2 - 3452.2C + 36100 = 0$$

由一元二次方程式公式解

$$C = 420.8, 10.72 (\text{不合})$$

取中心距 $C = 420.8 \text{mm}$

(2) 小帶輪接觸角 θ

$$\theta = \pi - 2\sin^{-1}\left(\frac{D_B - D_A}{2C}\right)$$
$$= \pi - 2\sin^{-1}\left(\frac{250 - 60}{2 \times 420.8}\right)$$

$$= 2.636 (\text{rad})$$

$$= 153.9 (\text{度})$$

(3) 設小輪為主動輪，切線速度 $V = \frac{\pi \times 60 \times 3000}{60} = 3000\pi (\text{mm/sec}) = 3\pi (\text{m/sec})$

$$\text{離心力 } F_c = mV^2 = 0.7 \times (3\pi)^2 = 62.18 (\text{N})$$

$$\text{皮帶作用在皮帶輪的正向力} = 2 \times 1200 = 2400 (\text{N})$$

$$\text{運轉時正向力} = 2400 - 62.18 = 2337.82 (\text{N})$$

$$\text{靜摩擦力 } f = 0.3 \times 2337.82 = 701.35 (\text{N})$$

$$\text{功率} = \frac{701.35 \times 3\pi}{1000} = 6.61 (\text{kW})$$

志光保成學儒

真的有輕鬆考取的方法!

掌握上榜8大招

- 法科架構班**
結合實務例子
建構法科概念
- 扎實正規班**
完整堂數
循序漸進
- 工科全科班**
公職+國營
一次到位
- 作文實戰班**
強化寫作架構
理清邏輯概念
- 主題題庫班**
主題教學
考點分析
- 精華總複習**
掌握考點
增強實力
- 全真模擬考**
比照真實考試
檢視應考實力
- 考前關懷講座**
名師最終提點
觀念更加清晰