

類 科：機械工程  
科 目：機械設計概要  
考試時間：1 小時 30 分

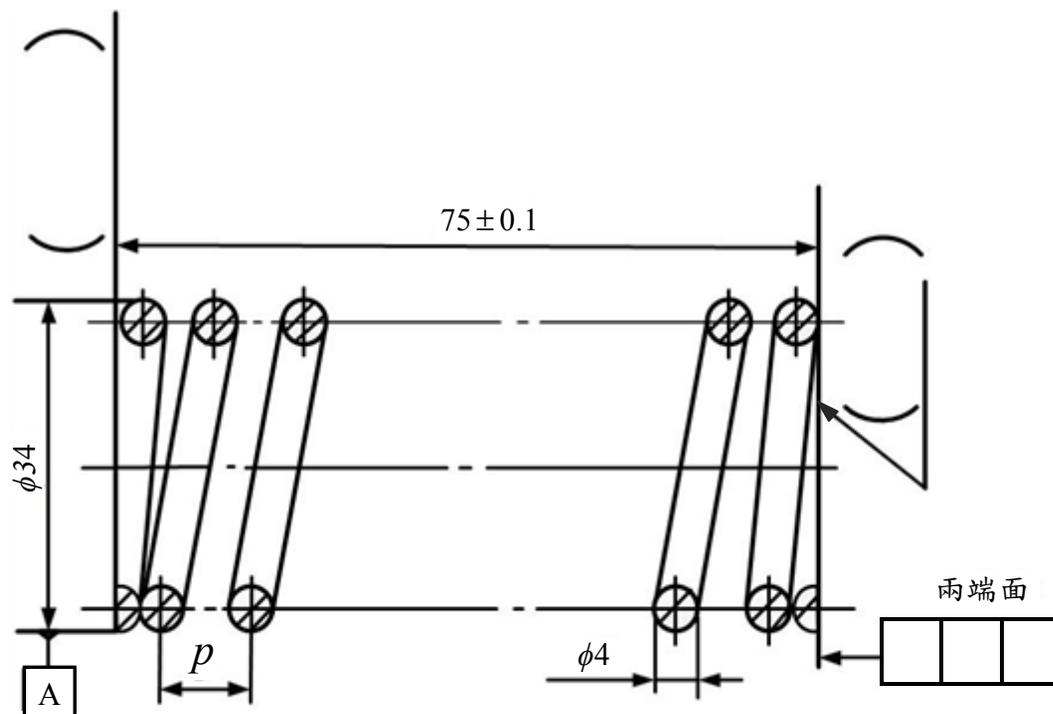
座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

- 一、一螺旋彈簧如圖所示尚未完成製圖的尺寸及精度標註，此彈簧線徑 4 mm，自由高度  $75 \pm 0.1$  mm，外徑 34 mm，總圈數  $N = 8.5$ ，有效圈數  $N_a = 6.5$ ，兩端平口且研磨。  
(一)求壓實高度。(4 分) (二)求節距  $p$ 。(4 分) (三)此彈簧受軸向力 292 N 作用時，長度被壓縮至 55 mm，求彈簧常數，(4 分) 以及作用軸向力為 525 N 時，求彈簧長度。(3 分) (四)兩研磨端面之完工粗糙度被要求上限為  $12.5 \mu\text{m}$ ，則應在圖中小括號內的精度如何標註？(2 分) (五)兩端面同樣以外徑 34 mm 之軸線為基準的垂直度誤差不超過 1.8 mm，在圖中右下端幾何精度的標註？(3 分)



- 二、轉速 3,000 rpm，設計壽命為 30,000 小時，軸承所受徑向負荷為 2,150 N，求：
- (一)所選擇的軸承，在壽命期間可靠度為 0.9 之基本動額定負荷  $C_{10}$  (basic dynamic load rating，或稱為動容量 dynamic capacity) 須至少為多少？(10 分)
- (二)固定的軸承負荷作用在相同的一羣軸承時，隨著運轉數增加，逐漸增加損壞數，未損壞的比例為可靠度  $R$  到達額定壽命  $10^6$  rev 時，損壞數占 10%，此時的可靠度為 0.9，軸承可靠度與壽命轉數的關係為  $R = \exp\left[-\left(\frac{x - 0.02}{4.439}\right)^{1.483}\right]$ ，其中  $x = \frac{L}{10^6}$  壽命數比值，基本動額定負荷之可靠度修正係數  $a_R$ ，使所需的基本動額定負荷  $C_R = a_R C_{10}$ ，其中  $C_{10}$  為  $R = 0.9$  的基本動額定負荷，求  $a_R$  與  $R$  之關係式。(6 分)
- (三)設計要求軸承在壽命期間  $R = 0.99$  時，試求前述軸承條件所需選擇至少的基本動額定負荷。(4 分)

補充公式及說明：

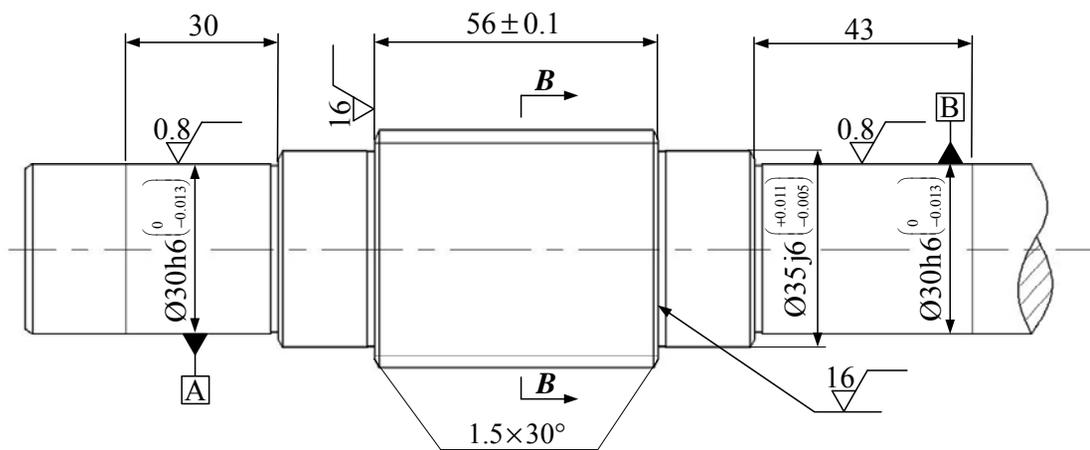
- (1)可靠度  $R = 90\%$  之負荷-壽命公式， $F^3 L = \text{常數}$   
(2)基本動額定負荷對應  $10^6$  次 (revolution) 的額定壽命 (rating life)

(請接第二頁)

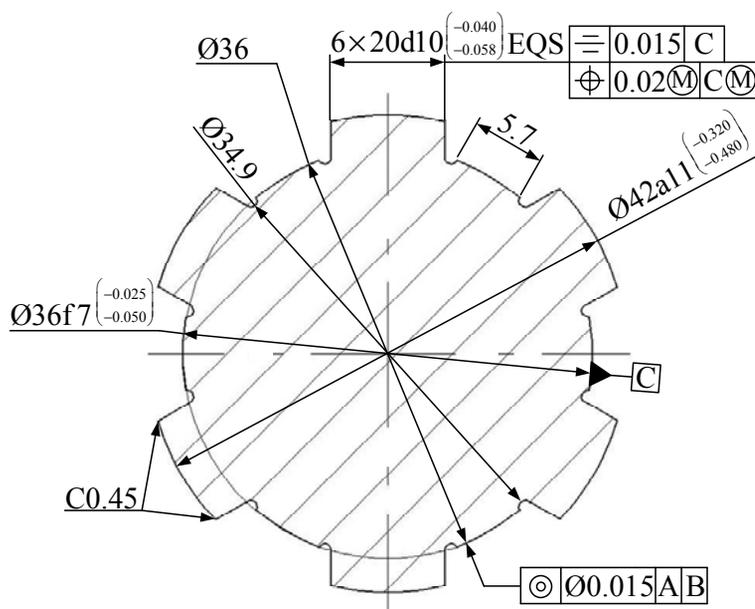
類 科：機械工程  
科 目：機械設計概要

三、如圖所示的齒輪軸作成方栓鍵及鍵槽，矩形方栓鍵（花鍵）B-B剖面圖上，請回答下列問題：

- (一)標註的三個幾何精度，分別是什麼意義？（9分）
- (二)左側下方標註的C0.45指的是什麼？（3分）
- (三)以標示在花鍵上的尺寸公差及幾何精度，可以判斷控制迴轉精度採用的是外徑定心或內徑定心或側面定心？（2分）理由是什麼？（2分）
- (四)根據標註的尺寸公差，輪殼與軸的結合是滑動還是固定？（2分）理由是什麼？（2分）



B-B(2:1)



四、旋轉軸的（rotating shaft）的臨界點（應力最糟的位置，最易產生疲勞損壞的位置），受到彎矩  $M = 125 \text{ N} \cdot \text{m}$ ，以及扭矩  $T = 80 \text{ N} \cdot \text{m}$  之作用，採用的軸材料具有降伏強度  $S_y = 560 \text{ MPa}$ ，抗疲勞之忍耐限  $S_e = 210 \text{ MPa}$ ，此位置拉應力之應力集中因數為  $K_f = 2.2$ ，剪應力之應力集中因數  $K_{fs} = 1.8$ ，使用 von Mises 應力強度： $\sigma_{vM} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2}$ ，安全

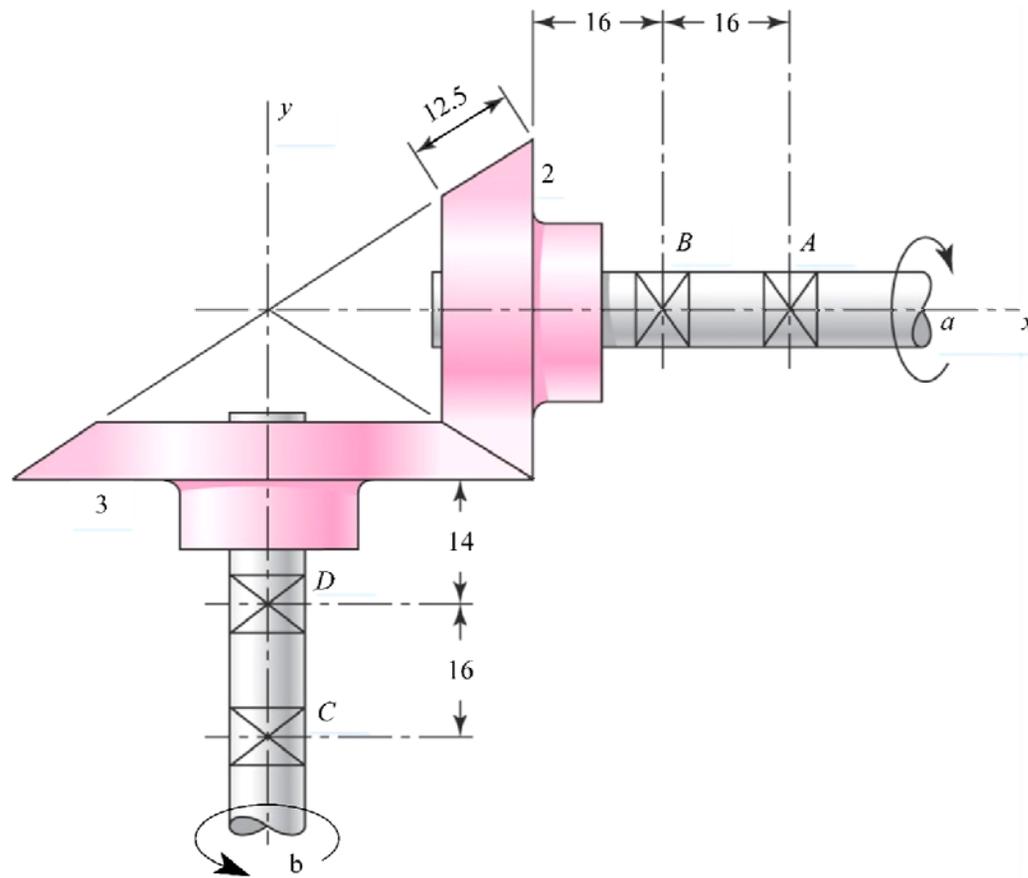
係數定為 2，使用 ASME 橢圓限界破壞準則： $\left(\frac{n\sigma_a}{S_e}\right)^2 + \left(\frac{n\sigma_m}{S_y}\right)^2 = 1$ ，求所需最小直徑。

（20分）

（請接第三頁）

類 科：機械工程  
科 目：機械設計概要

- 五、如圖所示軸  $a$  輸入力矩  $T_a = 2.62 \text{ N}\cdot\text{m}$ ，兩直齒傘(圓錐)齒輪的齒輪大端模數  $m = 3 \text{ mm}$ ，壓力角  $20^\circ$ ，大、小齒輪齒數分別為 30 及 18，求：
- (一)作用在大齒輪切向力 (5 分) 及徑向力。(5 分)
  - (二) $C$  為徑向軸承， $D$  為雙向軸承，求作用在軸承  $D$  之軸向力 (5 分) 及徑向力。(5 分)



(長度單位：mm)