





所別：光機電工程研究所碩士班 不分組 科目：機械設計

在答案卷作答時，請務必寫明題號！

一、選擇題。每題 2 分，共 10 分，答錯不倒扣

- 一結構桿件承受側向力，當力作用在剪力中心 (shear center 或 flexural center) 時，此結構件剖面承受 (A) shearing 及 bending stress; (B) shearing 及 torsional stress; (C) torsional 及 bending stress; (D) shearing, torsional 及 bending stress; (E) 僅 bending stress; (F) 僅 shearing stress; (G) 僅 torsional stress。
- 不同車種所需使用機油黏滯性有所差異，可從 (A) SAE; (B) AGMA; (C) ANSI; (D) ISO; (E) CNS 的號數得知。
- 齒輪設計製造的標準及規範主要可從 (A) SAE; (B) AGMA; (C) ANSI; (D) ISO; (E) CNS 學會/組織查知。
- 以下敘述何者為非
(A) 合金鋼 SCM420 可進行滲碳，但 SCM440 卻不應用為滲碳鋼，主要原因為 SCM440 含碳量較高； (B) FC10 的抗拉強度低於 FC20； (C) 構造用軋鋼 SS41 中的 41 表示含碳量為 0.41%； (D) S45C 的含碳量比 S35C 高。
- 為達成輕量化的設計，若不限制軸徑，您會選擇下列那種斷面來設計僅受高扭力的傳動軸？
(A) ; (B) ; (C) ; (D) .

參考用

二、問答題。以下各題包括選擇題、問答題形式，共 40 分，配分請見各題，答錯不倒扣。

第 6 題及第 7 題為題組

圖 1(a) 為兩段式正齒輪減速機佈置圖，各齒輪軸 (shaft 1, 2, 3) 位於 X-Y 平面上；又圖 1(b) 為齒輪旋轉方向示意；兩齒輪啮合時，齒面作用力如圖 1(c) 所示，請問：

- 當此減速機運轉時，各齒輪軸所產生的偏位(deflection)方向為 (A) X 及 Y; (B) Y 及 Z; (C) Z 及 X; (D) X, Y, Z 均有; (E) 僅 X; (F) 僅 Y; (G) 僅 Z。 (3 分)
- 依前小題所答，請繪出各齒輪軸不同方向偏位示意圖，並請註明偏位方向、及標註各齒輪啮合力作用方向。(9 分)

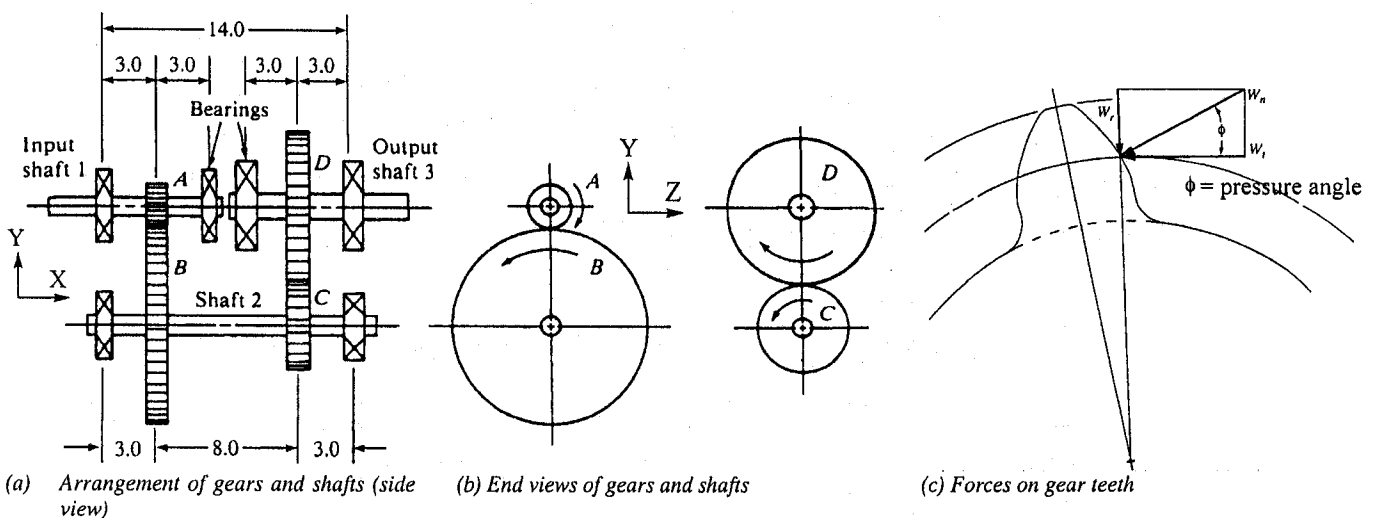


圖 1: 齒輪減速機。(a) 兩段式正齒輪減速機佈置圖(請注意座標軸方向定義); (b) 減速機各齒輪旋轉方向示意; (c) 齒輪啮合齒面受力圖示意。

注意：背面有試題

所別：光機電工程研究所碩士班 不分組 科目：機械設計

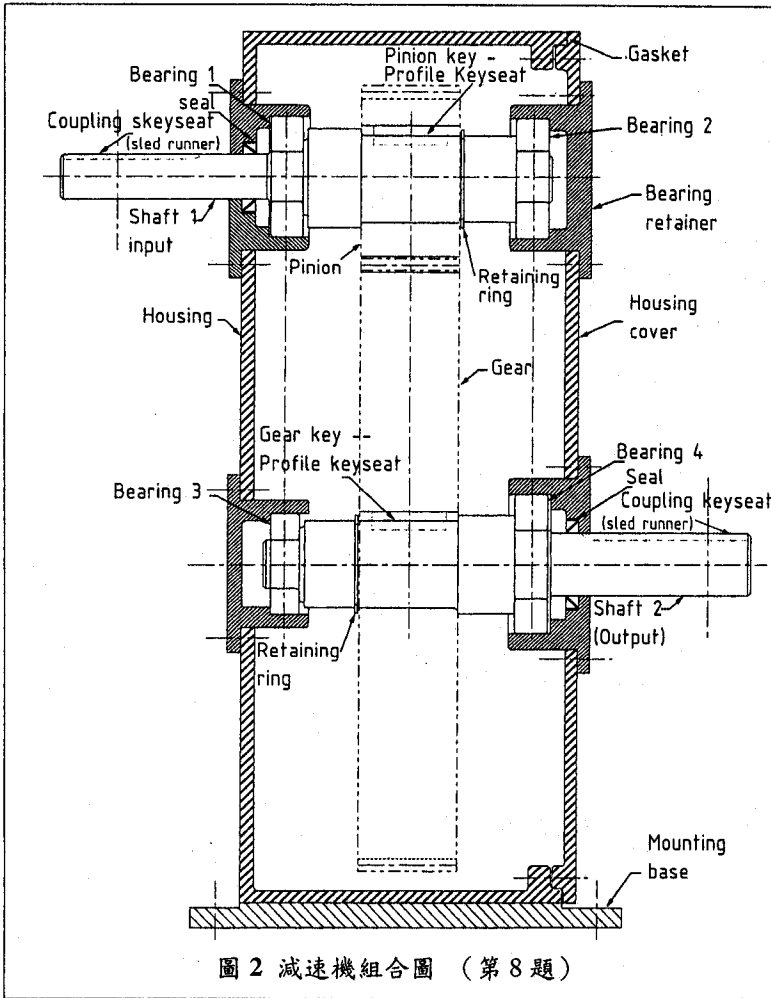


圖 2 減速機組合圖 (第 8 題)

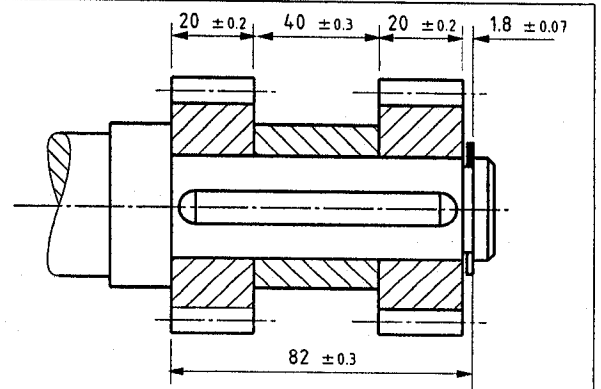


圖 3 齒輪組合 (第 9~10 題)

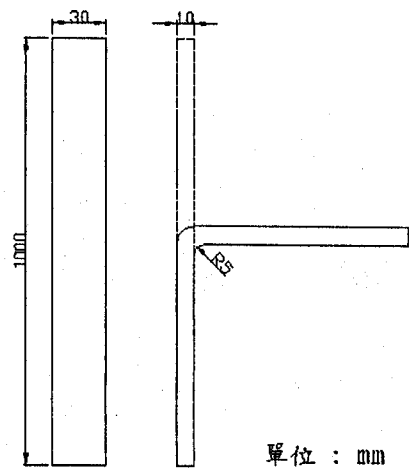


圖 4 鋼尺變形前後外形尺寸 (第 11 題)

8. 圖 2 所示為一減速機組合圖，請問完成此減速機之設計及製造，在設計計算書中需進行哪些主要計算？其中那些元件為 加工/製作件？那些為採購件？(請重點概要說明) (12 分)

第 9 題及第 10 題為題組

9. 圖 3 為一組零件，係由兩個齒輪、一個間隔套筒與一個扣環組裝在一軸上。個別零件長度尺寸與軸肩部到扣環槽尺寸與公差如圖中所示，請問此一組合所產生的間隙值為何？(6 分。註：間隙值為負表示組零件產生干涉)

10. 如果要消除各零組件之累積公差所造成間隙或干涉，可以藉由變更圖 3 的設計來達成。請您在答案卷上畫出您的達成「零間隙」之變更設計方案，並另以文字簡短說明您的解決方案。(10 分)

三、計算題。以下各題包括計算演算題、問答題等形式，共 50 分，配分請見各小題，答錯不倒扣。

11. 一金屬 1212 (HR) 鋼材所作成之直尺，尺寸如圖 4 所示。若將尺彎曲成 90°，則此鋼尺在最大應力處是否會裂開？請提出您的計算加以說明。其中鋼材之 Yield strength: 193 MPa; Fracture strain: $\epsilon_f = 0.85$ 。(20 分)

參考用

所別：光機電工程研究所碩士班 不分組 科目：機械設計

第 12 題至第 14 題為題組

圖 5 為減速機輸入軸部份之配置圖。傳動齒輪採直接在軸上加工而得（齒輪軸，Pinion shaft），軸兩端軸承係選用錐形滾子軸承（Taper roller bearing），型號均為 33116。請問：

- 軸在軸承座部位的外徑應採用下列那一個標註最為合理？為什麼？請舉出您的理由。（6分）
 (A) $\varnothing 80 e6$; (B) $\varnothing 80 m6$; (C) $\varnothing 80 H7$; (D) $\varnothing 80 h6$; (E) $\varnothing 116 m6$; (F) $\varnothing 116 H7$; (G) $\varnothing 116 e6$; (H) $\varnothing 80 M6$ 。
- 此處軸承係採用何種配置（Bearing Arrangement；請寫出全名）？採用此種配置的原因為何？（8分）
- 若傳動軸僅受到齒輪傳動作用力之負載，並無再受到其他外力作用。而此齒輪作用力可視為作用在 P 點之點負載，依圖示座標定義，齒輪力之分量分別為 $F_x = 20 \text{ kN}$; $F_y = 50 \text{ kN}$; $F_z = -5 \text{ kN}$ 。而 P 點位於直徑為 120 mm 之節圓上。請問軸承 A 與 B 之等效徑向負載（Equivalent Radial Load）分別為多少？（16分）

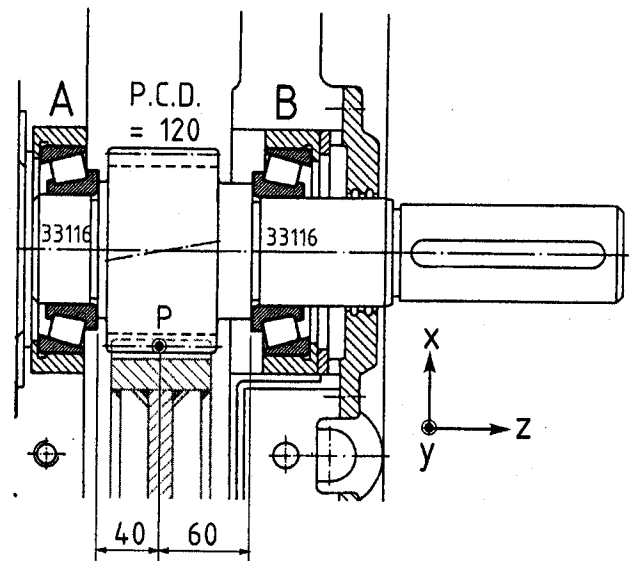


圖 5 減速機輸入軸部份配置圖（第 12~14 題）

【提示】

軸承在軸上軸向配置尺寸如圖所示；軸承 33116 之外部幾何尺寸數據請參考表 1，其中內、外徑值因與題目相關故不顯示。計算軸承之軸向負載與等效（徑向）負載，可參考表 2 軸承廠商提供之表格，其中徑向係數 $X = 0.4$ ，止推係數 $Y = 1.44$ 。在應用表 2 時請注意：公式中所使用之 F_a 為正值，因此請您務必考慮本題軸向力之方向後，決定題目中軸承 A 與 B 是相對於表 2 中之軸承 I 或 II，再根據表 2 相對應的計算式進行計算。

表 1 軸承外部尺寸

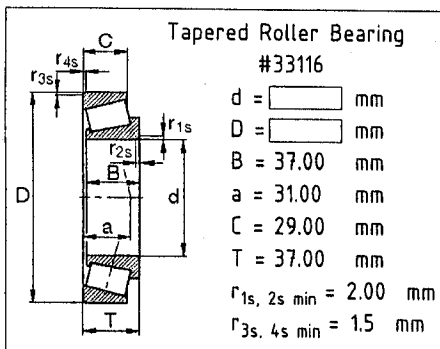


表 2 錐形滾子軸承軸向負載與等效負載計算公式

Bearing arrangement	Load condition	Axial load	Equivalent radial load
DB arrangement 	$\frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}} \leq \frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}} + F_a$	$F_{ai} = \frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}}$ $F_{aii} = \frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}} + F_a$	$P_{ri} = F_{ri}$ $P_{rii} = XF_{rii} + Y_{ii}F_{aii}$
DF arrangement 	$\frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}} > \frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}} + F_a$	$F_{ai} = \frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}} - F_a$ $F_{aii} = \frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}}$	$P_{ri} = XF_{ri} + Y_{ii}F_{ai}$ $P_{rii} = F_{rii}$
DB arrangement 	$\frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}} \leq \frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}} + F_a$	$F_{ai} = \frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}} + F_a$ $F_{aii} = \frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}}$	$P_{ri} = XF_{ri} + Y_{ii}F_{ai}$ $P_{rii} = F_{rii}$
DF arrangement 	$\frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}} > \frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}} + F_a$	$F_{ai} = \frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}}$ $F_{aii} = \frac{0.5F_{ri}}{Y_{ii}} - F_a$	$P_{ri} = F_{ri}$ $P_{rii} = XF_{rii} + Y_{ii}F_{aii}$

Note: 1) The above are valid when the bearing internal clearance and preload are zero.
 2) Radial forces in the opposite direction to the arrow in the above illustration are also regarded as positive.

參考用