

112年公務人員普通考試試題

類 科：機械工程

科 目：機械設計概要

陳廣明老師解題

一、有一直徑 $d = 25\text{mm}$ 之實心圓桿，承受一穩定彎矩 $M = 120\text{ N}\cdot\text{m}$ ，已知該圓桿材料之降伏強度 $S = 170\text{ MPa}$ ，試計算：

(一)此圓桿在受彎矩下之「安全因子」為多少？(10分)

(二)若此圓桿除承受彎矩外，同時也受到一穩定扭矩 $T = 80\text{ N}\cdot\text{m}$ ，則圓桿所受之「最大主應力」為多少？此時安全因子為何？(15分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》本題為軸承受穩定負載的破壞分析，為傳統考題。

【擬答】

$$(一)\sigma = \frac{32M}{\pi d^3} = \frac{32 \times 120 \times 10^3}{\pi \times 25^3} = 78.2\text{ MPa}$$

$$\text{最大剪應力 } \tau = \frac{\sigma}{2} = 39.1\text{ MPa}$$

以最大應力破壞理論設計

$$\text{安全因子 } FS = \frac{0.5 \times 170}{39.1} = 2.17$$

$$(二)\tau = \frac{16}{\pi d^3} \sqrt{M^2 + T^2} = \frac{16}{\pi \times 25^3} (\sqrt{120^2 + 80^2}) \times 10^3 = 47\text{ MPa}$$

以最大剪應力破壞理論設計

$$\text{安全因子 } FS = \frac{0.5 \times 170}{47} = 1.80$$

二、有一徑向滑動軸承內孔與轉軸採「基孔制」H7/e7之配合，已知軸承內孔直徑之基本尺寸為115 mm，試查詢表一及表二回答以下問題：

(一)軸承內孔直徑與轉軸直徑之最大及最小實體尺寸分別為多少？(10分)

(二)最大及最小之干涉(或餘隙)分別為多少？(10分)

(三)配合方式是屬於「干涉配合」、「過渡配合」或「餘隙配合」？(5分)

表一公差等級 (單位：0.001 mm)

公差等級 基本尺寸 (mm)	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10
50~80	13	19	30	46	74	120
80~120	15	22	35	54	87	140
120~180	18	25	40	63	100	160
180~250	20	29	46	72	115	185

表二軸之標準上偏差

基本尺寸 (mm)	上偏差 (單位：0.001mm)					
	c	d	e	f	g	h
60~80	-150	-100	-60	-30	-10	0
80~100	-170	-120	-72	-36	-12	0
100~120	-180	-120	-72	-36	-12	0
120~140	-200	-145	-85	-43	-14	0
140~160	-210	-145	-85	-43	-14	0

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★
2. 《破題關鍵》本題為公差配合考題，考生須確實了解公差位置的意義，才能正確解題。

【擬答】

(一) 孔尺寸為 $\phi 115_{+0}^{+0.035}$ ，軸尺寸為 $\phi 115_{-(0.072+0.035)}^{-0.072} = \phi 115_{-0.107}^{-0.072}$

內孔直徑最大實體尺寸為 $115+0=115\text{mm}$

內孔直徑最小實體尺寸為 $115+0.035=115.035\text{mm}$

轉軸直徑最大實體尺寸 $115-0.072=114.928\text{mm}$

轉軸直徑最小實體尺寸 $115-0.107=114.893\text{mm}$

(二)

1. 最大餘隙為最大孔減最小軸

$$115+0.035-(115-0.107)=0.142\text{mm}$$

2. 最小餘隙為最小孔減最大軸

$$115-(115-0.072)=0.072$$

(三) H 搭配 e 級為餘隙配合

三、今欲選用某一型單列深溝滾珠軸承用以承載徑向負載 $F_r = 5000\text{ N}$ 及軸向負載 $F_a = 2500\text{ N}$ ，已知軸承轉速 $n = 1500\text{ rpm}$ 、基本額定動負載 $C = 105\text{ kN}$ 、基本額定靜負載 $C_0 = 68\text{ kN}$ ，試求該軸承壽命 L 為多少小時？(25 分)

補充公式及說明：

(1) 滾珠軸承負載 P 與壽命 L 之關係為 $P^3 L = \text{常數}$ ；

$$P = X F_r + Y F_a \quad (X \text{ 及 } Y \text{ 由表三查詢})$$

(2) 基本額定動負載 C 對應 10^6 轉之軸承額定壽命。

表三徑向負載係數 X 及軸向負載係數 Y

F_a/C_0	e	$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
		X	Y	X	Y
0.014	0.19	1	0	0.56	2.30
0.028	0.22				1.99
0.056	0.26				1.71
0.084	0.28				1.55
0.11	0.30				1.45
0.17	0.34				1.31
0.28	0.38				1.15
0.42	0.42				1.04
0.56	0.44				1.00

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★
2. 《破題關鍵》

本題考承受徑向及軸向力的軸承，但卻稱單列深溝滾珠軸承，有點不太適合。本題雖有給公式，但負載係數需自行用內插法求得，較為麻煩。

【擬答】

$$\frac{F_a}{C_0} = \frac{2500}{68 \times 10^3} = 0.036$$

由內插法

$$\frac{0.056 - 0.036}{0.056 - 0.028} = \frac{0.26 - e}{0.26 - 0.22}, e = 0.231$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{2500}{5000} = 0.5$$

$$\frac{F_a}{F_r} > e, x \text{ 取 } 0.56$$

$$\frac{1.71 - 1.99}{0.26 - 0.22} = \frac{1.71 - Y}{0.26 - 0.231}, Y \text{ 取 } 1.913$$

$$P = 0.56 \times 5000 + 1.913 \times 2500 = 7582.5(N) = 7.5825kN$$

$$10^6 \times 105^3 = (1500 \times h \times 60) \times 7.5825^3$$

$$h = 29504.5 \text{ 小時}$$



志光保成學儒 陪你

站上工科巔峰

電力工程 電子工程
機械工程 資訊處理

- 【全國狀元】111 高 考 電子工程 洪○銓
- 【全國榜眼】111 普 考 資訊處理 羅○昌
- 【台北市榜眼】111 地特三等 電子工程 郭○瑞
- 【台北市榜眼】111 地特四等 電力工程 張○境
- 【金門縣榜眼】111 地特三等 資訊處理 李○杰
- 【台北市探花】111 地特四等 電子工程 楊○榮
- 【高雄市探花】111 地特四等 電子工程 何○宇
- 【全國第五】112初 等 考 電子工程 陳○豪

- 【台北市第五】111 地特三等 電子工程 薛○文
- 【全國第七】111 普 考 電子工程 卓○倫
- 【全國第八】111 高 考 機械工程 江○禾
- 【全國第八】111 普 考 電力工程 陳○璋
- 【全國第八】111 普 考 電子工程 李○穎
- 【台北市第八】111 地特四等 資訊處理 吳○進
- 【全國第九】111 普 考 機械工程 施○佑

各類考試優秀考取

高考電力工程 丁○翔; 高考電力工程 陳○璋; 普考電力工程 梁○豐; 普考機械工程 金○璋; 高考資訊處理 陳○廷; 普考資訊處理 吳○翰; 普
 考資訊處理 褚○華
 高考電力工程 王○甯; 高考電力工程 曾○倫; 高考電子工程 王○榕; 高考資訊處理 于 ○; 高考資訊處理 陳○明; 普考資訊處理 李○庭; 普
 考資訊處理 劉○廷
 高考電力工程 吳○哲; 高考電力工程 葛○宇; 高考電子工程 卓○倫; 高考資訊處理 李○庭; 高考資訊處理 曾○瑄; 普考資訊處理 張○偉; 普
 考資訊處理 劉○銘
 高考電力工程 吳○瑋; 高考電力工程 蔡○昇; 高考電子工程 莊○雪; 高考資訊處理 胡○紘; 高考資訊處理 黃○迪; 普考資訊處理 張○慧; 普
 考資訊處理 鄭○然
 高考電力工程 吳○顯; 高考電力工程 蔡○鎮; 普考電子工程 馮○恩; 高考資訊處理 張○偉; 高考資訊處理 廖○仲; 普考資訊處理 陳○明; 普
 考資訊處理 賴○全
 高考電力工程 李○源; 高考電力工程 鄧○駿; 普考電子工程 蔣○霖; 高考資訊處理 許○傑; 高考資訊處理 劉○廷; 普考資訊處理 陳○堂; 地特三等 資訊處理 龍○穎
 高考電力工程 席○棠; 普考電力工程 吳○哲; 高考機械工程 黃○榮; 高考資訊處理 郭○哲; 高考資訊處理 賴○全; 普考資訊處理 曾○瑄; 初 等 考 電子工程 楊○榮
 高考電力工程 梁○豐; 普考電力工程 吳○瑋; 普考機械工程 江○禾; 高考資訊處理 郭○楷; 高考資訊處理 羅○昌; 普考資訊處理 黃○迪; 初 等 考 電子工程 楊○文

版面有限 無法一一刊登

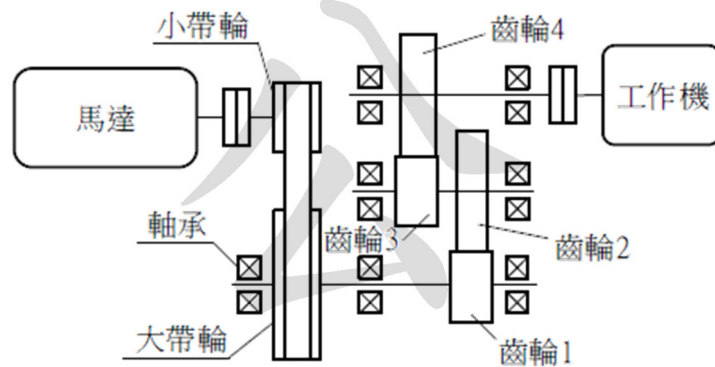
公職王歷屆試題 (112年普考)

四、有一機械傳動系統之配置如下圖所示，動力由馬達輸出至皮帶傳動系統，再經齒輪傳動系統輸送至工作機；已知馬達輸出轉速為 $n_m = 1800 \text{ rpm}$ ，工作機需求轉速 $n_w = 120 \text{ rpm}$ 及功率 $P_w = 10 \text{ kW}$ ，大帶輪及小帶輪之直徑比為 2.5、齒輪 1 齒數 $z_1 = 17$ 、齒輪 2 齒數 $z_2 = 51$ 、齒輪 3 齒數 $z_3 = 17$ ，試計算：

(一)若不考慮傳遞功率損失，則馬達轉矩 $T_m = ?$ (7分)

(二)齒輪 4 之齒數 z_4 應設計為多少？(10分)

(三)若已知齒輪 1 及齒輪 2 為標準正齒輪、且標準中心距 $C = 119 \text{ mm}$ ，則齒輪模數 $m = ?$ 基圓節距 $P_b = ?$ (8分)



機械傳動系統之配置簡圖

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★

2. 《破題關鍵》本題為輪系及齒輪參數的計算，為兩題併成一題的題型。

【擬答】

(一)

$$10 \times 10^3 = T \times \frac{2\pi \times 1800}{60}, \text{ 得 } T = 53.05(N - m)$$

(二)大帶輪轉速 n_1

$$\frac{n_1}{1800} = \frac{d}{2.5d}, n_1 = 720 \text{ rpm} = \text{齒輪 1 轉速}$$

$$\frac{120}{720} = \frac{17 \times 17}{51 \times Z_4} \text{ 得齒輪 4 齒數 } Z_4 = 34.68 \text{ 取 } 35 \text{ 齒}$$

(三)

$$119 = \frac{m(17 + 51)}{2} \text{ 得模數 } m = 3.5$$

CNS 標準正齒輪壓力角 20°

周節 $P_c = \pi m = 3.5\pi = 11(\text{mm})$

$$\begin{aligned} \text{基圓節距(周節)} &= P_c \times \cos 20^\circ \\ &= 11 \times \cos 20^\circ \\ &= 10.33(\text{mm}) \end{aligned}$$