

## 108 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：機械製造學(包括機械材料)

一、將兩支直徑 12.5mm、長度 120mm 的不銹鋼棒分別使用拉伸、車削加工兩種加工法製成直徑 12mm 的成品。試計算分別需要作多少功？(材料變形以工程應變計算，材料為理想塑性、材料強度為  $K=1500\text{MPa}$ 、 $n=0$ 、比切削能 $=4W \cdot \text{s/mm}^3$ ) (20 分)

### 【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★。

2. 《破題關鍵》：切削理論與拉伸加工。

### 【擬答】

(一)拉伸加工：

1. 真應變：

$$\varepsilon = \ln \frac{L_1}{L_0} = \ln \frac{A_0}{A_1} = \ln \frac{D_0^2}{D_1^2} = 2 \ln \frac{D_0}{D_1} = \ln \left[ \left( \frac{12.5\text{mm}}{12.0\text{mm}} \right)^2 \right] = 0.0816$$

2. 流變應力：

$$\sigma_\varepsilon = k\varepsilon^n = 1500 \times 0.0816^0 = 1500 \left( \text{MPa} = \frac{Nt}{\text{mm}^2} \right)$$

3. 減變率( $r$ )的定義

$$r = \frac{A_0 - A_1}{A_0} = 1 - \left( \frac{A_1}{A_0} \right) = 1 - \left( \frac{12.0}{12.5} \right)^2 = 0.0784$$

4. 每單位體積變形能量( $U_p$ )，但不考慮摩擦與橫向應變：

$$U_p = \sigma_\varepsilon \times \int d\varepsilon = \int_0^{0.0816} 1500 \times (\varepsilon)^{n=0} d\varepsilon = 1500 \times 0.0816 = 122.4 \left( \frac{\text{mm} - Nt}{\text{mm}^3} \right)$$

5. 將一圓柱線材由面積( $A_0$ )抽到面積( $A_1$ )的情況，所需要的作功  $W_1$ ：

$$\begin{aligned} W_1 &= U_p \times V = U_p \times L_0 \times A_0 = 122.4 \left( \frac{\text{mm} - Nt}{\text{mm}^3} \right) \times \left[ 120(\text{mm}) \times \frac{\pi}{4} \times (12.5\text{mm})^2 \right] \\ &= 1802488.8(\text{mm} - Nt) = 1802.4888(\text{m} - Nt = J) \end{aligned}$$

(二)車削加工：

1. 切削深度( $t$ )：

$$t = \frac{D_0 - D_1}{2} = \frac{12.5 - 12.0}{2} = 0.25(\text{mm})$$

2. 切削體積( $V$ )：

$$V = L_0 \times (A_0 - A_1) = 120(\text{mm}) \times \frac{\pi}{4} \times [(12.5\text{mm})^2 - (12.0\text{mm})^2] = 1154.54(\text{mm}^3)$$

3. 車削需要消耗功( $W_2$ )，比切削能 $S_E = 4W \cdot \text{s/mm}^3$

$$W_2 = S_E \times V = 4(W \cdot \text{s/mm}^3) \times 1154.54(\text{mm}^3) = 4618.14(W \cdot \text{s} = J)$$

ANS：拉伸加工需要作功 1802.49(J)，車削加工需要作功 4618.14(J)

公職王歷屆試題 (108 年地方政府特考)

二、試比較砂模鑄造與壓鑄法之差異，包括模具材料、生產效率及鑄件特徵等。(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。
2. 《破題關鍵》：砂模鑄造與壓鑄法。

【擬答】

比較	砂模鑄造	壓鑄法
鑄模材質	矽砂為主	耐熱合金鋼
模型	需要	不需要
鑄模費用	較低	較高
鑄模重複使用	不能，只能澆注一次	可以重複使用
冒口設計	需要	可不需要
鑄件尺寸	不限制	較小
適合鑄件材質	鑄鐵	低熔點金屬 (銅、鋁、鎂、鋅、鉛、錫)
鑄造壓力	較低	較高
鑄件尺寸精度	較低	較高
鑄件晶粒尺寸	較大	較小
鑄件機械性質	較低	較高
鑄件表面粗造度	較差	較佳
鑄件複雜形狀或細微形狀	不能顯現清楚	顯現清楚
生產效率	較低	較高
流動性較差的金屬液	較困難鑄造	沒問題
鑄件凝固收縮	較大	較小
鑄件的鑽孔，攻絲	需後續切削加工	可以免除

三、試列出軋軋製程時，軋輪高轉速與低轉速分別之優缺點？(20 分)

【解題關鍵】(藍字部分請老師填寫)

以下三點任選一方向項寫

1. 《考題難易》：★★★★。
2. 《破題關鍵》：塑性加工之的滾軋加工。

【擬答】

	軋輪高轉速	軋輪低轉速
優點	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 冷滾軋時，薄板的厚度可以減小。</li> <li>2. 可以減少滾輪與工件間摩擦係數。</li> <li>3. 生產速率可以提高。</li> <li>4. 冷軋時隨著變形速度的增大、工件溫度的升高變形抗力有所降低。</li> <li>5. 高轉速會有較薄的熱滲透深度。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 滾輪較不會扁平與彎曲。</li> <li>2. 可以減少工件產生波浪狀。</li> <li>3. 滾輪扭矩可以提高。</li> <li>4. 慣性力較小。</li> <li>5. 熱軋時隨著軋製速度的降低，變形抗力降低。</li> <li>6. 工件伸長率會增加。</li> </ol>
缺點	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 滾輪可能會扁平與彎曲。</li> <li>2. 工件可能產生波浪狀。</li> <li>3. 滾輪扭矩會減小。</li> <li>4. 產生的慣性力較大。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 冷滾軋時，薄板的厚度無法縮減。</li> <li>2. 增大滾輪與工件間摩擦係數。</li> <li>3. 生產速率可以降低。</li> <li>4. 冷軋時隨著變形速度的降低、工件溫度的升</li> </ol>

<p>5. 熱軋時隨著軋製速度的增加，變形抗力增加。</p> <p>6. 工件伸長率會降低。</p>	<p>高有限，變形抗力有所提高。</p> <p>5. 低轉速會有較後的熱滲透深度。</p>
--	---

四、(一)零件尺寸檢測中  $C_p$  和  $C_{pk}$  為何？如何定義？(10 分)

(二)一零件重要尺寸設計規範為  $100 \pm 0.12\text{mm}$ ，從 100 個成品的量測結果獲得該尺寸平均為  $100.03\text{mm}$ 、標準差為  $0.02\text{mm}$ ，試求該零件之  $C_p$  和  $C_{pk}$  各為何？(10 分)

**【解題關鍵】**

1. 《考題難易》：★★★。
2. 《破題關鍵》：品管統計分析技術。

**【擬答】**

(一)

1.  $C_p$  中文定義為：智能能力指數，即是表示公差(T)與製程分佈(如  $6\sigma$ )的比例大小， $C_p$  值愈高表示製程能力愈好，製程穩定下的產出不良率愈低。 $C_p$  值愈低表示製程能力愈差，製程穩定下的產出不良率愈高。
2.  $C_{pk}$  的中文定義為：製程能力指數，是某個工程或製程水準的量化反應，也是工程評估的一類指標。 $C_{pk}$  是考慮標準中心與實際中心的偏移情況，反映實際的過程能力， $C_{pk}$  值越大表示品質越佳。 $C_{pk}$  值愈高表示製程能力愈好，製程穩定下的產出不良率愈低。
3.  $C_p$  是指過程滿足技術要求的能力，反應工具的穩定性：

$$C_p = \frac{T}{6\sigma} = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

USL 是設定的公差上限，LSL 是設定的公差下限， $\sigma$  是處於穩定狀態下的工序的標準偏差， $C_p$  就能夠體現測量數據的兩個邊界和離散度。

4.  $C_{pk}$  指標是另外一種計算製程能力的技術， $C_{pk}$  是指過程平均值與產品標準規格發生偏移的大小。當製程穩定時，製程產出的分佈若近似常態，但製程平均值並不位於規格中心時，製程能力就不能以  $C_p$  指標衡量。製程能力指數( $C_{pk}$ )的公式：

$$C_{pk} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \text{ or } C_{pk} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma}$$

(二)

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{0.12 - (-0.12)}{6 \times 0.02} = 2$$

$$C_{pk} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} = \frac{100.12 - 100.03}{3 \times 0.02} = 1.5$$

五、試說明金屬材料強化機構的種類？(10 分) 在這些強化機構中，何者適用於純金屬？(5 分) 又何者適用於合金？(5 分)

**【解題關鍵】**

1. 《考題難易》：★★。
2. 《破題關鍵》：材料強化機構。

**【擬答】**

(一)金屬材料強化機構的種類

常用來強化材料的方式：其中固溶強化、應變硬化及晶粒尺寸強化乃利用三種晶格缺陷，

## 公職王歷屆試題 (108 年地方政府特考)

如由引介障礙物來阻止差排的移動而達到強化的目的。而時效硬化(析出硬化)、麻田散鐵相變態強化及複合強化乃利用多種相，相間界面與變形機構之相互牽制而達強化的目的。

1. 晶粒尺寸強化：晶界的存在會增加變形之抵抗進而提高強度，因此晶粒越小，晶界越多，金屬的強度就越大。適用於純金屬。
2. 固溶強化：加入合金元素強化材料。適用於合金。
3. 應變硬化：加工硬化的產生，是由於金屬結晶格子內差排的移動或是差排與晶格內其他缺陷產生交互作用，而造成塑性變形所引起的。施以冷加工使差排密度變大，以強化材料。適用於純金屬及合金。
4. 散佈強化：加入超過固溶度的合金元素或以其它熱處理(非析出硬化)的方式，在材料內產生分佈均勻且細小堅硬的第二相。適用於純金屬。
5. 時效硬化(析出硬化)：利用固溶、淬火及時效等操作，使基地內產生第二相。適用於合金。
6. 相變態：麻田散鐵相變態強化。適用於合金。
7. 共晶強化(含有固溶強化的效果)：控制共晶變態，讓共晶組織中的晶粒細微及層間距細小以強化材料。適用於合金。
8. 複合強化：將兩種或兩種以上的材料結合成兼具彼此優點，甚至產生新優點的新材料。適用於合金及合金，或金屬及非金屬間的強化。

(二)強化機構中適用的分類：

適用於純金屬	適用於合金
晶粒尺寸強化	固溶強化
應變硬化	應變硬化
散佈強化	時效硬化(析出硬化)
複合強化	相變態
	共晶強化
	複合強化