

110 年公務人員普通考試試題

等 別：普通考試

類科別：機械工程

科 目：機械製造學概要

黃易老師解題

一、描述金屬切削加工中可能出現的四種切屑類型。(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。

2. 《破題關鍵》：第五章切削理論。切屑種類有兩種說法，三種切種類跟四種切屑種類，因為這題是針對四種切屑種類，所以要回覆：帶狀切屑、擠裂切屑、粒狀切屑及崩碎切屑四種。

【擬答】

(一)帶狀切屑：如圖 1-1(a)所示。切屑延續成較長的帶狀，這是一種最常見的切屑形狀。一般情況下，當加工塑性材料，切削厚度較小，切削速度較高，刀具斜角較大時，往往會得到此類屑型。此類屑型底層表面光滑，上層表面毛茸；切削過程較平穩，已加工表面粗糙度值較小。

(二)擠裂切屑：又可稱節狀切屑如圖 1-1(b)所示。切屑底層表面有裂紋，上層表面呈鋸齒形。大多在加工塑性材料，切削速度較低，切削厚度較大，刀具斜角較小時，容易得到此類屑型。

(三)粒狀切屑：如圖 1-1(c)所示。當切削塑性材料，剪切面上剪應力超過工件材料破裂強度時，擠裂切屑便被切離成粒狀切屑。切削時採用較小的斜角或負斜角、切削速度較低、進給量較大，易產生此類屑型。

(四)崩碎切屑：如圖 1-1(d)所示。在加工鑄鐵等脆性材料時，由於材料抗拉強度較低，刀具切入後，切削層金屬只經受較小的塑性變形就被擠裂，或在拉應力狀態下脆斷，形成不規則的碎塊狀切屑。工件材料越脆、切削厚度越大、刀具斜角於小，越容易產生這種切屑。

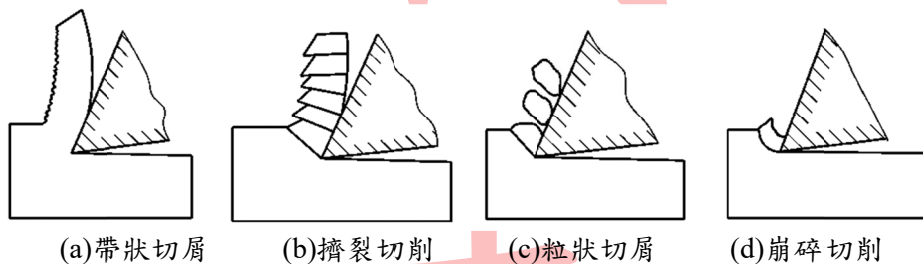


圖 1-1 切屑類型

二、(一)何謂比切削能 (specific energy in metal machining)？其會有尺寸效應嗎？若有，是如何改變的呢？(8 分)

(二)為什麼磨削的比切削能值較車削、銑削等加工高得多？(12 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★★★。

2. 《破題關鍵》：第五章切削理論。切削能比比能定義為加工功率與去除率的比值。切屑形狀與尺寸會早成切削比的改變。

【擬答】

(一)

1. 切削比能(specific energy)是在機械加工中，比能定義為加工功率與去除率的比值：比能=單位體積材料去除的加工功率率 $U(N\cdot m/mm^3)$ ，高效的過程產生低的比能，而低效的過程需要高的比能。將機床能耗特性與材料去除結合起來的能耗評估單元，是評價精益生產製造過程中的一個基本概念。

2. 實際材料去除所需之功率(所需要馬達輸入功率) P_m ：

$$P_m = \frac{P_s}{\eta} = \frac{\text{切削功率}}{\text{效率}}$$

3. 會有尺寸效應。

4. 根據實驗，歸納影響比切削能對應到常見的切削參數的因素有以下幾項：

- (1)不同材質比切削能因為塑性變形強度不同而相異。
- (2)相同材料在不同切削速度下，只要沒有發生刀口積屑現象，基本上差異不大。
- (3)與刀具傾角 (rake angle)成反比，傾角每增加 1 度比切削能約減少 1%。
- (4)與未變形切屑厚度成反比，約 $Ps \propto \frac{1}{t^{0.2}}$ ，厚度越小比切削能越大。
- 5.既然跟塑性變形強度有關，因為材料硬度跟變形強度也有一定關聯性，所以比切削能也可以使用 $Ps \propto \frac{HB}{100}$ 來表示，其中的 HB 是材料的勃氏硬度。

(二)

因為磨削時的切屑厚度小於車削與銑削的切屑厚度。至於為什麼未變形切屑厚度越小，比切削能越大，原因主要跟尺寸效應有關：

- 1.當切削的體積越小時，單位體積中的差排 (dislocation) 相對越少，因此塑性變形越困難，造成切削所需要的能量變大。
- 2.犁切 (plowing) 效應，所謂犁切效應是指當未變形切屑尺寸很小時，刀具前端其實只有把工件材料往下壓，並沒有把材料切除，只會在材料表面留下壓痕，所以只有白白耗掉克服摩擦的能量，卻沒有真的將材料移除。

三、(一)鑄造的模型可分為開模 (open mold) 和閉模 (closed mold)，請說明其有什麼區別？(8 分)

(二)將金屬從室溫升高到鑄造溫度所需的熱量是那三個能量成分的總和？(6 分)

(三)在開模鑄造 (無澆注系統) 操作中由純鋁鑄造而成直徑 = 50cm、厚度 = 2.5cm 的圓盤。已知鋁在 660°C 熔融，但澆注溫度為 760°C。鋁的熔融熱 = 398 J/g，比熱 = 0.879 J/g °C，密度 2.7 g/cm³。假設固體鋁和熔融鋁的比熱值相同。計算從室溫 25°C 開始將金屬加熱到澆注溫度所需的 (a) 單位質量的能量，(b) 總能量。(6 分)

【解題關鍵】

- 1.《考題難易》：★★。
- 2.《破題關鍵》：第二章鑄造。開模 (open mold) 和閉模 (closed mold) 的簡單區別就是是否在密閉環境，從固相金屬常溫(T₀)升溫到熔點(T_m)的熱量(H₁)，固相相變成液相的熔解潛熱(H₂)及液相金屬從熔點升溫到澆鑄溫度(T₃)的熱量(H₃)。

【擬答】

(一)開模和閉模的區別在於金屬液體的固化環境。當金屬液體在固化過程中暴露在大氣中時，它被稱為開模。當樹脂在固化過程中不暴露在大氣中時，稱為閉模。

(二)從固相金屬常溫(T₀)升溫到熔點(T_m)的熱量(H₁)，固相相變成液相的熔解潛熱(H₂)及液相金屬從熔點升溫到澆鑄溫度(T₃)的熱量(H₃)。

(三)

1.工件質量(m)：

$$m = D \times V = 2.7 \text{ (g/cm}^3\text{)} \times \left[\frac{\pi}{4} \times (50\text{cm})^2 \times (2.5\text{cm}) \right] = 13253.6(\text{g})$$

2.從固相金屬常溫升溫到熔點的熱量(H₁)：

$$H_1 = m \times s_1 \times (T_m - T_0) = 13253.6(\text{g}) \times 0.879 \text{ (J/g}^\circ\text{C)} \times [660(^\circ\text{C}) - 25(^\circ\text{C})] = 7397695.6(\text{J})$$

3.固相相變成液相的熔解潛熱(H₂)：

$$H_2 = m \times H_m = 13253.6(\text{g}) \times 398 \text{ (J/g)} = 5155650.4(\text{J})$$

4.液相金屬從熔點升溫到澆鑄溫度的熱量(H₃)

$$H_3 = m \times s_3 \times (T_3 - T_m) = 13253.6(\text{g}) \times 0.879 \text{ (J/g}^\circ\text{C)} \times [760(^\circ\text{C}) - 660(^\circ\text{C})] = 1164991.4(\text{J})$$

5.從室溫 25°C 開始將金屬加熱到澆注溫度所需的總能量(H_T)

$$H_T = H_1 + H_2 + H_3 = 7397695.6(\text{J}) + 5155650.4(\text{J}) + 1164991.4(\text{J}) = 13718337.4(\text{J})$$

6.單位質量的能量($\bar{H}$)

$$\bar{H} = \frac{H_T}{m} = \frac{13718337.4(\text{J})}{13253.6(\text{g})} = 1035.1(\text{J/g})$$

四、(一)比較硬焊(brazing)和軟焊(soldering)製程的異同。(4分)

(二)硬焊和軟焊分別有那些缺點或局限性?(8分)

(三)硬焊或軟焊在什麼情況下優於熔接(welding)?(8分)

【解題關鍵】

1.《考題難易》:★★。

2.《破題關鍵》:第四章銲接。硬焊(brazing)和軟焊(soldering)的比較與操作及與一般銲接的比較。

【擬答】

(一)

1.軟銲、硬銲屬於結晶能銲法(Crystalline Energy Welding):以熔化之填料結合固體狀態之母材,如同用膠水粘合兩張紙一般。

2.硬焊(brazing)和軟焊(soldering)用非鐵金屬(填料金屬)在熔融狀態,利用毛細管作用,介入兩金屬之間的連接方法。

名稱	別稱	填料熔點溫度	銲料	銲劑	填料加熱方法	用途
軟銲	錫銲	427°C 以下	錫合金	松香、氯化銲	電烙鐵(電阻熱)	電路板接點
硬銲	銅銲、銀銲	427°C 以上	銀、銅合金	硼砂	氧乙炔火焰 高週波感應電流	熱交換器、碳化鎢刀具

(二)主要缺點是:接頭強度較低,由於使用軟熔填料,銲接接頭的強度很可能是低於母材金屬的強度(與一般電銲接頭強度較母材大不同),但大於填充金屬。另一個缺點是銲接接頭在高溫下可能會損壞。在工業化生產環境硬銲接頭母材需要高度清潔。

(三)軟硬銲比起其他金屬連接技術如熔銲具有許多優點。由於軟硬銲不熔化接合的母材,它可以允許更嚴格的公差和產生乾淨的接頭,而無須進行二次加工。此外,它可銲不同的金屬和非金屬材料(如碳化鎢)。一般情況下,硬焊比起熔接由於受熱均勻也產生較少的熱變形。可銲複雜和多組件的工件。另一個優點是,軟硬銲可塗佈或包裹母材以達到防護性目的。最後,軟硬銲很容易適應大規模生產,實現自動化,因為各個工藝參數對變化不敏感的緣故。

五、請說明何謂擠製(extrusion)製程,並如何區分直接擠製和間接擠製?(10分)

【解題關鍵】

1.《考題難易》:★。

2.《破題關鍵》:第三章塑性加工。擠製(extrusion)製程的直接擠製和間接擠製。

【擬答】

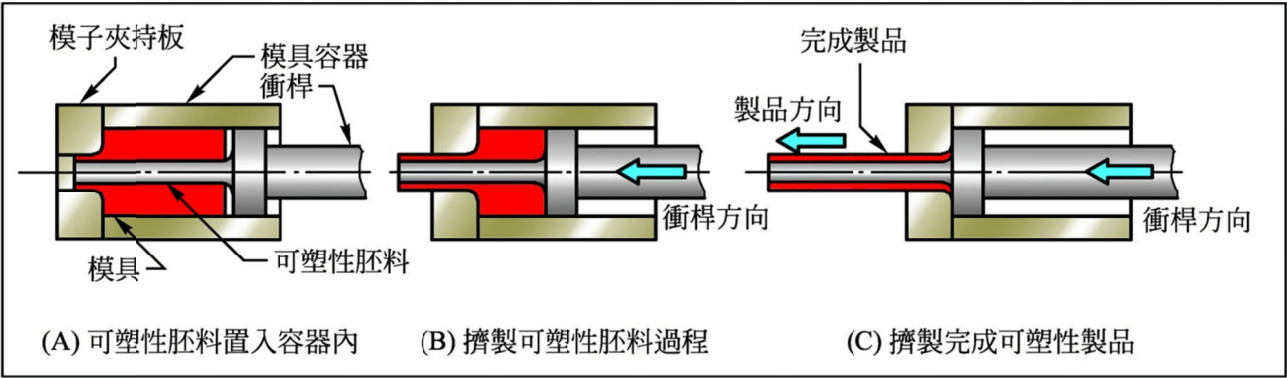
(一)擠製是將可塑性材料放置在擠壓室中,以液壓沖柱施加壓力,使其通過擠製模之模孔而成斷面均一之長條狀製品。除金屬外,塑膠、橡膠及黏土均可擠製。其製品有桿、管、裝璜緣條、鋁門窗框、結構型材、彈殼,以及電纜的鉛覆層等。

(二)直接擠伸(Direct extrusion):又稱前向擠伸或正向擠伸(Forward extrusion),如圖 5-1(A)所示,擠伸時胚料之流動方向與壓力方向相同者。

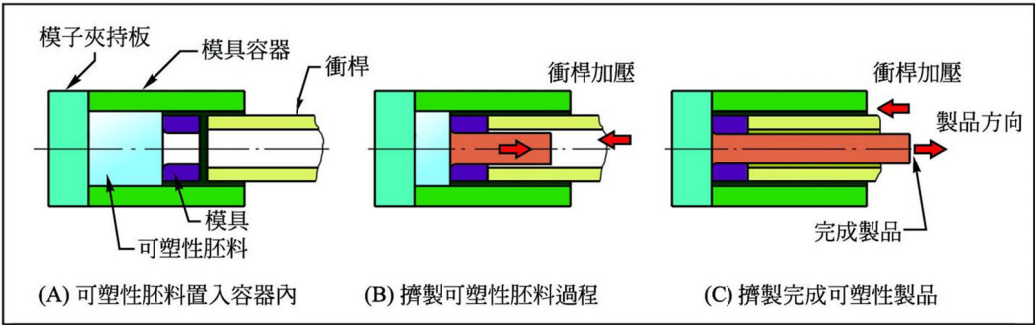
(三)間接擠伸(Indirect extrusion):又稱後向擠伸或反向擠伸(Backward extrusion),如圖 5-1(B)所示,又稱為向後擠製是指產品的流動方向和施力方向相反者,間接擠製之摩擦損失小,所以較省力。

(四)直接擠製(Direct Extrusion)及間接擠製(Indirect Extrusion)製程優缺點:

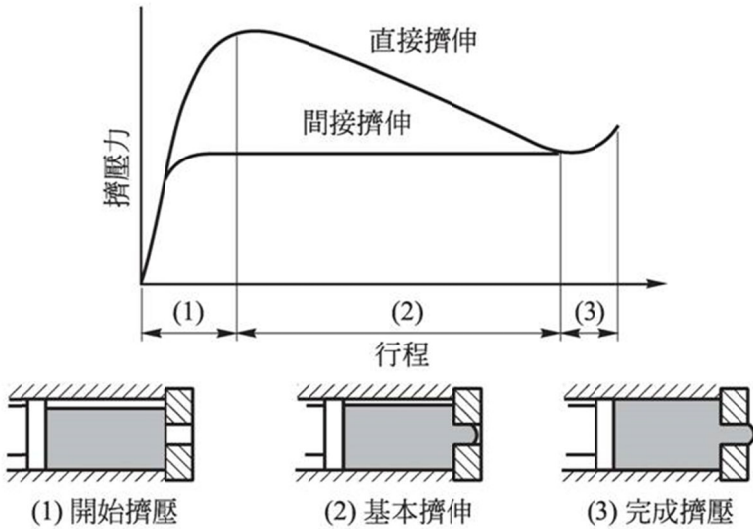
擠壓製程		優點	缺點
無潤滑之擠壓製程	直接擠壓	①設備簡單 ②操作容易 ③素材(通常為鑄品)表面不需機械加工	①擠壓成形壓力大 ②擠壓成形速度低 ③金屬流動較不規則
	間接擠壓	①盛錠筒與素材之間沒有摩擦效應之問題 ②金屬流動規則 ③擠壓成形速度高 ④針對管件之內外圓偏心率度低	①素材表面需要機械加工 ②素材表面不能出現缺陷



(A) 直接擠製



(B) 間接擠製



(C) 直接擠製與間接擠製的力量變化

圖 5-1 直接擠製與間接擠製

六、百（千）分表是一種既簡單又容易操作的測量工具，常見有針盤指示量表（dial indicators）和槓桿式量表（lever indicators），請分別說明其構成與使用時應注意事項。（10 分）

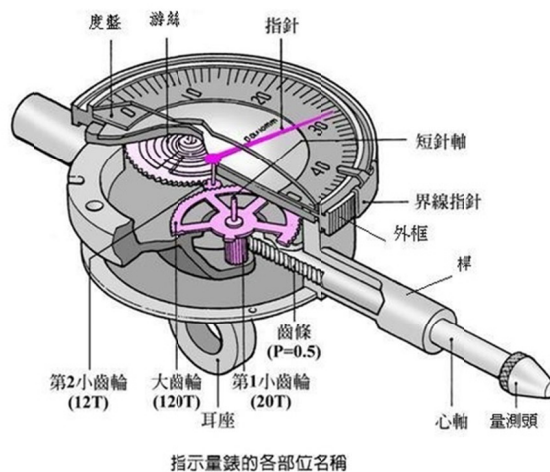
【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。

2. 《破題關鍵》：第十一章量測與品管。針盤指示量表（dial indicators）和槓桿式量表（lever indicators）

【擬答】

(一)量錶是將測軸的直線位移或角位移座機械性的放大，並將放大的結果經由指針指示於有均等刻度的刻度板上。前者稱為針盤指示式量錶(Dia Indicator)，如圖 6-1(A)所示，後者稱為槓桿式量錶(Test Indicator)，如圖 6-1(B)所示。

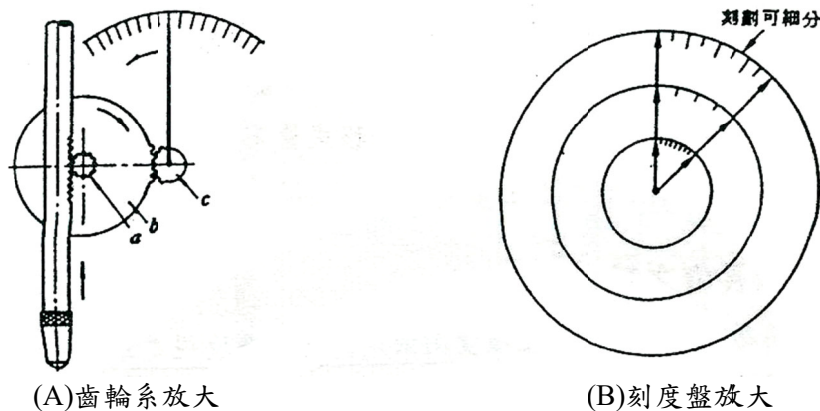


(A)指示量錶

(B)槓桿量錶

圖 6-1 量錶種類

(二)針盤指示式量錶：測量時系將測頭接觸工件表面，表面若有高低不平，測頭即將其所感測之位移變化量，經放大機構及指針的旋轉，在量表面上顯示讀數。換言之，即量表測頭所行經之垂直距離，經由內部齒輪傳動而由外部盤面顯示尺寸大小。指示量表內部構造隨廠商而有不同的設計，美國聯邦(Federal) 公司出品之指示量錶，當測軸移動時，經由齒條傳到小齒輪及同軸之大齒輪，再傳至第二組小齒輪及同軸之第二組大齒輪，再由第二組大齒輪傳送至與指針同軸之齒輪。由于小齒輪有鑽石軸承及不銹鋼製成的齒輪、齒條、小齒輪等，並有彈簧等裝置條件，使測量時可保持高精度。日本三豐公司和瑞士 Tesa 公司等出品之指示量表，當齒條(測軸)上下移動，傳至小齒輪 (10 齒) 和同軸大齒輪 (100 齒)，然後傳至中心齒輪 (10 齒) 和同軸指針 (刻度 100 格)。由圖中得知齒輪比為 10：1，刻度分割與中心齒輪之比為 10：1。因此測軸移動距離與指針之轉動比值為 1：100。通常此型量表最小讀數為 0.01 mm。



(A)齒輪系放大

(B)刻度盤放大

圖 6-2 針盤指示式量錶機構

(三)槓桿式量錶：測量時測頭觸及工件，並作上下搖擺經槓桿作用放大，將測頭之位移在刻度盤上顯示出來。利用單槓桿放大原理之內部構造，當測頭觸及工件時以樞軸承為支點，傳至扇形齒輪，再傳至第一小齒輪，次由第一小齒輪帶動冠狀齒輪，再傳至與指針同軸的第二小齒輪。利用雙槓桿放大原理之內部構造，只是多用一個槓桿之放大作用，以減少量表測桿長度，其餘動作與針盤指示式量錶全同。

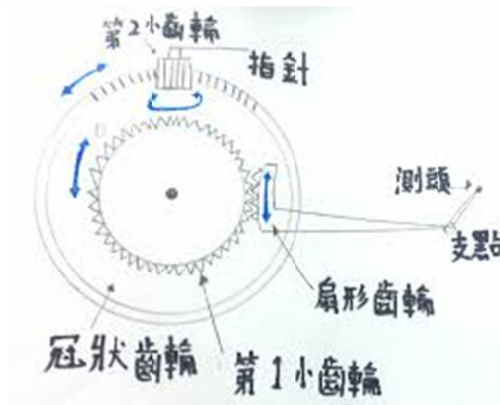


圖 6-3 槓桿式量錶機構

(四)指示式量錶使用注意事項：

1. 量錶的解析度應為工件公差的 $\frac{1}{10}$ 。
2. 量錶的量測範圍至少要比工件公差大 10%。
3. 使用球狀測頭側圓柱形工件時，測軸要指向工件中心，且與工件軸心垂直。
4. 量錶的滑動部位或旋轉部位不可加油。
5. 測桿必須與被測面垂直，否則弧形測點會造成餘弦誤差。例如測桿在被測面之垂直方向偏轉 θ ，其讀值為 L ，則工件之實際高為： $h=L \cos\theta$ 。
6. 平式測頭與被測面不垂直時會產生正弦誤差。
7. 量錶放在平板上，應表面朝下。
8. 為防止油污的附著，可在心軸處套上塑膠套管。

(五)槓桿式量錶使用注意事項：

1. 以槓桿式量錶量測圓形工件時，工件應背向量錶的方向而旋轉，量測點應在工件之切點位置。
2. 測桿應儘量與量測面平行，否則會產生餘弦誤差。
3. 若使用梨形測頭，則測桿與工件面之夾角在 36 度範圍不會產生餘弦誤差。
4. 測桿可在 240 度($\pm 120^\circ$)之範圍內任意調整，方便操作。



**為你專屬設計的學習模式，
讓你靈活學習、輕鬆準備！**

我們都在 **志光 學儒 保成** 成功找到工科人的工頂人生

多元學習模式



直接，有效

- 實際面對面教學，現場解決您的疑惑。
- 優質專業名師，幫您統整、分析考試重點資訊。
- 定期的大小測驗，您可隨時檢視學習效果。



自主，彈性

- 不用煩惱通勤問題，課程教材直接送到家。
- 反覆聽課，不怕觀念聽不懂。
- 完全自由，可自主安排學習進度。



便利，專注

- 安靜舒適的上課環境，提高您的專注力。
- 看課時間能自由預約，無須擔心時間衝突。
- 可依需求暫停、倒轉或快轉，深度學習超簡單。



專業名師指導，提升解題順暢度！

本以為適合闢篇，但發現穩定的生活才是我想要的。老師的教材都有明確分析與統整，再加上會由老師出申論題讓考生做練習，增加寫題目的敏感及順暢度。考前還有總複習課程，精準預測範圍、統整考前重點。

全國探花 李○庭 109年鐵路員級機械工程



選對好老師，中年轉職好順利！

我遭遇公司裁員，覺得公職夠穩定，決定踏上國考之路。隔了20幾年重拾書本，選擇好的補習班讓我事半功倍。熱力學老師跟流體力學老師，我非常推崇，只要照著老師講的記下來、寫下來，這樣就夠了。

1年考取 古○芳 109年高考试题机械工



題庫班老師的講解，對我幫助很大！

畢業後工作，累的要死薪水卻不怎麼樣。剛好朋友推薦鐵路特考，就挑戰看看。我覺得機械原理的題庫班對我幫助很大，跟著老師一起解，不懂的地方聽老師講解，覺得聽完很多疑問就會解開並且對我幫助很大。

優秀考取 謝○軒 109年鐵路佐級機檢工程



二科人 上榜大勝利
跟著我們一起**工頂人生**

連過三榜 雙料金榜 眾多連續上榜，再創工科巔峰！

李○庭	109年鐵路局級機械工程【全國探花】	楊○坤	109年鐵路特考電子工程【全國榜眼】	柯○麗	109年高考資訊處理 109年普考資訊處理	林○璇	109年普考電力工程 109年鐵路特考電力工程	盧○芳	109年高考機械工程 109年普考機械工程
連過三榜	109年高考機械工程 109年普考機械工程	吳○全	109年鐵路特考機械工程【全國第四】 109年普考機械工程	彭○琳	109年高考資訊處理 109年普考資訊處理	黃○穎	109年普考電力工程 109年鐵路特考電力工程	曾○楠	109年高考電力工程 109年普考電力工程
陳○塵	109年鐵路特考電子工程【全國榜眼】 109年高考電子工程	張○鈺	109年普考電力工程【全國第五】 109年高考電力工程	李○○	109年普考資訊處理 109年鐵路特考資訊處理	陳○宏	109年普考電子工程 109年鐵路特考電子工程	賴○程	109年普考資訊處理 109年普考鐵路台考資訊
吳○泓	109年普考電子工程 109年地特四等電子工程【新北市狀元】	許○瑜	109年高考電子工程 109年地特三等【台北市狀元】	常○倫	109年普考機械工程 109年國考四等機械工程	曾○翔	109年國營聯台台電電機 110年初等考試電機	薛○辰	109年高考電子工程 109年普考電子工程

消費 109年單一年度 締造眾多優秀上榜

[illegible]