

精密鑄造能力本位訓練教材

精密鑄造的特性

編號：PMF-IPC0102

編著者：曹龍泉

審稿者：黃進和、張晉昌

主辦單位：行政院勞工委員會職業訓練局

研製單位：中華民國職業訓練研究發展中心

印製日期：九十年十二月

單元 PMF-IPC0102 學習指引

在你學習本單元前，應該先認識精密鑄造與生活；而學習本職類各單元的先後順序，可參考下一頁的能力目錄。

如果你已經完成上列單元的學習，請你保有快樂的心情，輕輕地翻開第 1 頁，進入精密鑄造的特性的認知篇，開始學習本單元。假如你感覺猶豫不決或是難於勝任上述的單元，請將本教材放回原處，重新取出編號 PMF-IPC0101 之教材開始學習，或是去請教你的老師。

引言

你是否經常觀察到非常精緻及美觀的戒指、金飾品或一些宗教品等，事實上，精密鑄造並非新技術，很早就已用於珠寶、鑄鐘及雕像等藝術品之生產。最近由於精密鑄造方法的特性；不論精度、強度、外觀要求皆深獲各界好評，舉凡國防科技組件至民間各類工業產品，或者高爾夫球頭和藝術製品等各行業高品質鑄造產品，均是應用此技術完成。本單元將使你學會精密鑄造的特性。

定義

精密鑄造(precision casting)：以耐高溫的耐火材料將消失性模型材料包模起來，待包模材料硬化後再將消失性模型材料熔掉並加熱燒結而留下尺寸精密的模穴，將熔融金屬液澆注入模穴，待其冷卻凝固後將包模敲碎，即可獲得精密鑄件。

傳統砂模鑄造：將金屬熔化後，澆鑄進入預先做好的砂模穴內，等待冷卻凝固後，既形成所需的鑄件。

學習目標

- 1.在不參閱任何書籍與資料下，你能正確地撰寫出精密鑄造的五種特性。
- 2.在不參閱任何書籍與資料下，你能正確地說出三個精密鑄造的設計應考慮事項。
- 3.在不參閱任何書籍與資料下，你能明確地說出五項傳統砂模鑄造與精密鑄造的不同處。

學習活動

本單元之學習活動是屬於認知領域的學習，其相關活動包含相關知識的學習及實際練習上網尋找相關知識二種，對於精密鑄造的特性你可以由下列三條途徑，自我選擇學習的方式來研習此精密鑄造特性的領域。

一、閱讀本教材之第 5 頁到第 54 頁。

二、連線到搜尋網站尋找相關知識。

三、到圖書館借閱相關書籍或閱讀下列參考書籍

(一) 張晉昌，1999 年，鑄造學，全華科技圖書股份有限公司，P.359～383。

(二) 林宗獻，1987 年，精密鑄造，全華科技圖書股份有限公司，P.3～32。

(三) 金屬工業發展中心編譯，1979 年，精密鑄造法，經濟部國際貿易局，上冊。

(四) 日本鑄物協會精密鑄造部會編，昭和 48 年，精密鑄造法，日本鑄物日刊工業新聞社，P.5～P.205。

本教材的第一個學習目標是：

在不參閱任何書籍與資料下，你能正確地撰寫出精密鑄造的五種特性。

假如你認為能夠勝任以上學習目標的能力，請翻到第 16 頁作學後評量。假如你需要更多學習的話，請翻到下一頁。

精密鑄造的特性

中國歷史上青銅器以商、春秋戰國時代、秦周之青銅器最為華麗及精緻，其作品乃用脫臘法製造皇宮用之權勢及飲食器具，其工之美，物件之大，讓現代的工匠感嘆不如，如湖北省出土的冰鑑、尊盤．．至明代點金銅爐及清朝頤和園的銅器為收藏界最愛。

為何此精密鑄造技術？幾十世紀前廣泛用於特殊複雜的鑄造物品上，其理由與特性為何？讓我們一起來探討與分析吧！首先，從台灣生產休閒運動器材之木桿高爾夫球頭照片（如圖 1、2 所示）觀察討論，你是否發現此高爾夫球頭形狀似乎是屬於橢圓錐，每點位置之曲線線條不相同，表面型態非常光亮，為了減輕重量，球頭內部是中空的，且配合人體工學而考慮球頭的重心問題，此種木桿高爾夫球頭工件，如果採用機器加工如車削、銑削或是研磨等方式，此機器設備、工作效率，只能用此話語形容「難上加難」。



圖 1 木桿高爾夫球頭



圖 2 鐵桿高爾夫球頭

為何珠寶、雕像及鑄鐘等藝術品均採用精密鑄造法來複製，從典型雕像藝術品如銅合金觀世音鑄件照片圖，如圖 3 所示，你是否發現此雕像藝術品，雕刻的栩栩如生，形狀輪廓極為複雜，用一般加工方法不易做到，如果用木模翻製之傳統砂模法，要如何才能完成？要應用各種鑄造技巧也是難於完成，即使做成砂模，必然會形成這些問題，如分模面毛邊、鑄件表面會有鑄砂所形成的粗糙。



圖 3 銅合金觀世音鑄件

精密鑄造法一般採用蠟材料當作模型如圖 4 所示，你是否想到此材料的好處與優點，如臘模的熔點低且表面光滑，可以用整體模或是各自分開製作模型後再行組合，並且可以直接修改外觀或是尺寸，減少鑄造完成後必須應用加工工具或是機器。另一優點是臘材料當作模型，因此可用低熔點合金或是用特殊的矽膠（圖 5）等材料當模具，可以很容易改變零件的設計，而不需要大量改變設備與製作模具機器。



圖 4 蠟模型



圖5 矽膠模具

請你翻閱到第 2 頁之精密鑄造定義，提到耐高溫的耐火材料將臘模包模起來，從典型的陶瓷殼模法可以清楚看出如圖 6 所示，微細粉末耐火材料經過適當的調配後，直接淋鑄於臘模表面；因此臘模的表面如何精密，則鑄件的表面即可達到如何的精密度。



圖 6 第一層泥漿及 SiO_2 粉附著於消失模上

精密鑄造另一優點是可控制合金的組織結構，圖 7 是典型精密鑄造之陶瓷殼模法，從照片中可以約略的看出模型的形狀，由此可知包模的耐火材料相當輕薄且依照模型型態均勻的覆蓋，如果將澆鑄後高溫的鑄件置放於保溫爐中，可使鑄件組織獲得退火或均質化的組織結構，如圖 8 所示為鎂合金。如果將澆鑄後高溫的鑄件直接放入冷水或室溫其他液體淬火，將可使鑄件組織獲得緻密組織，如圖 9 所示。



圖 7 典型精密鑄造之陶瓷殼模法

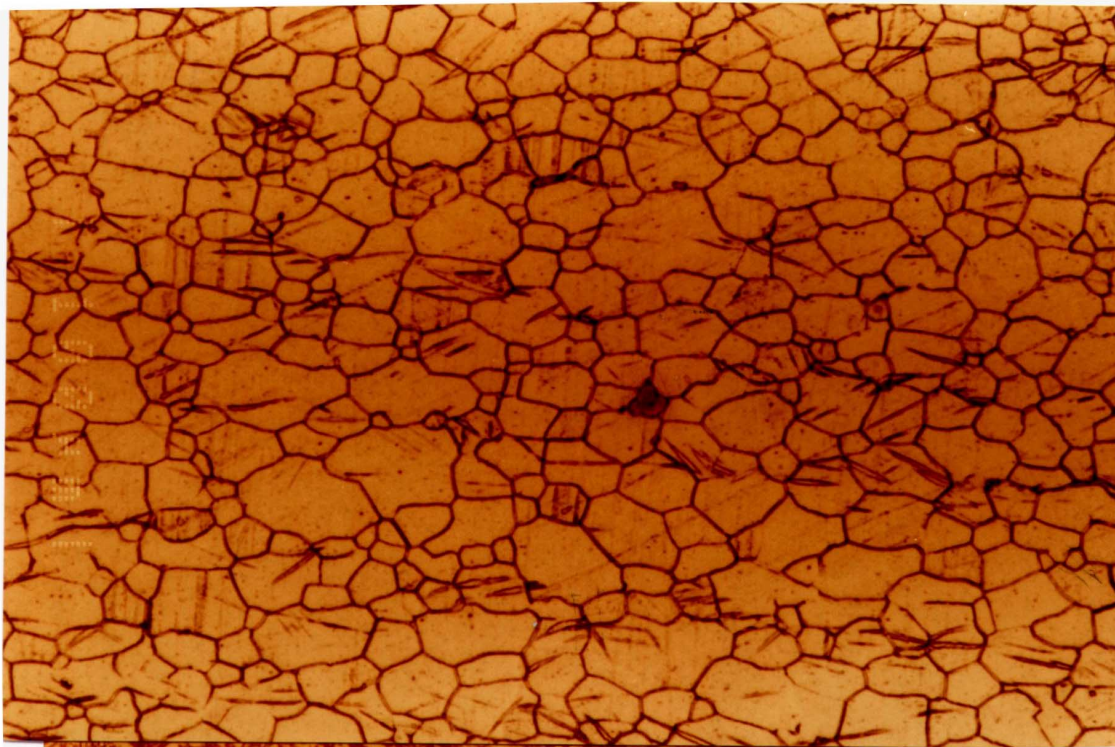


圖 8 退火組織鎂合金(450°C-1 hour)

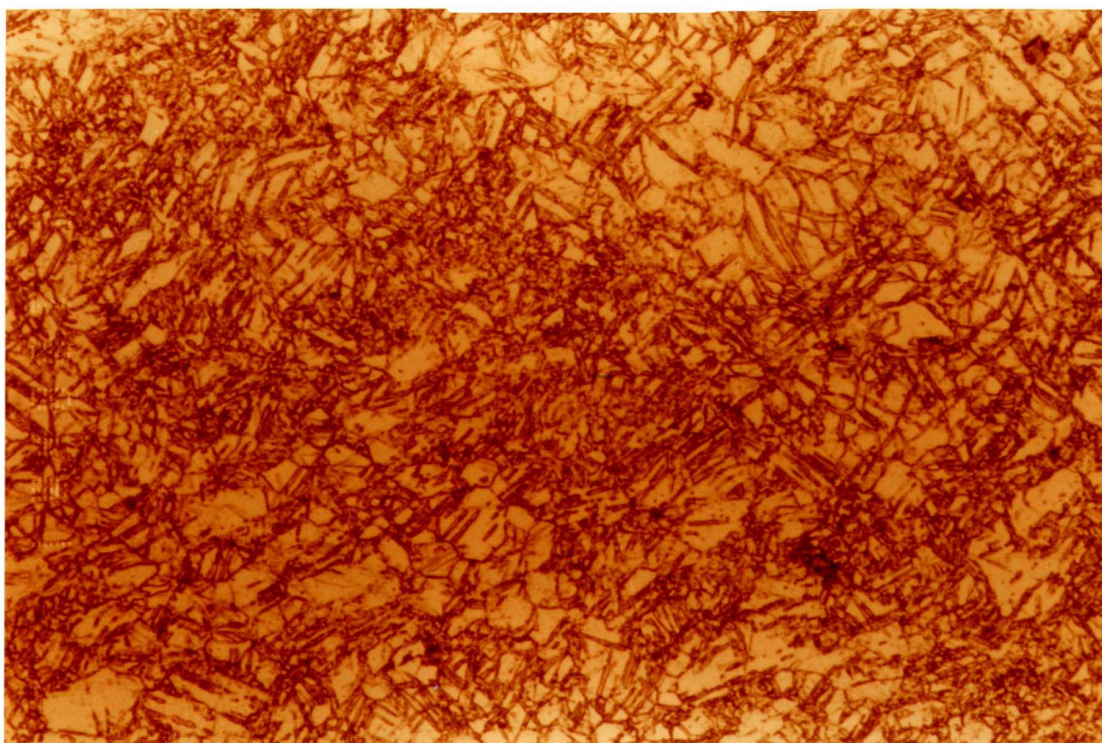
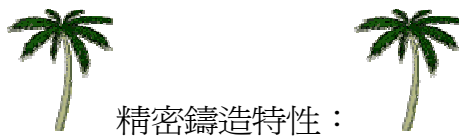


圖 9 淬火組織鎂合金

一般陶瓷殼模法所使用耐火材料包括石英、白矽石(cristobalite)、鋯粉(zirconia)、氧化鋁(alumina)及二氧化鈦(titania)與普通的矽砂當內層之保護材料，像常用鋯粉材料的耐火度約 2430°C，即使矽砂的耐火度約為 1710°C，一般金屬材料的熔點均低於此溫度，因此任何金屬合金均可鑄造。其鑄造材料約可分鋼鐵系統、非鐵金屬類。鋼鐵系統如碳鋼、合金鋼(alloy steel)、工具鋼、不鏽鋼(stainless steel)、麻鋼、鑄鋼及高強度鑄鐵。非鐵金屬類有鋁合金、銅合金、鈦合金、鎂合金、鋅合金、低熔點合金、鈷合金及鎳合金等。其材料成分依產品的目的及用途而定，產業界較常用材料與產品約略可分為，如表 1 所示。總合上述內容，整理精密鑄造法特性歸納出下列內容。



精密鑄造特性：



形狀複雜精密的工件，容易利用鑄造成型。



鑄件表面細緻，尺寸精度高。



材質多樣選擇，內部組織緻密。



減少機械加工與耗損，模具費低。



節省機械加工費用及材料成本、生產大量快速。



輕易達到設計夢想。

表 1 精密鑄造常用金屬材料與產品

材 料 種 類	用 途
合 金 鋼	工具類、紡織機器零件
不 鏽 鋼	石化產業、高爾夫球頭、一般民生產業
鎳 合 金	內燃機、核能零件、石化產業
鎂 合 金	3C 資訊產業、休閒機器產品、汽車零件、航太器
鈦 合 金	高爾夫球頭、航太產業、特殊用途
鋁 合 金	航太產業、運輸工業、一般民生產業
銅 合 金	藝術產品、軸承產品、閥

學習評量一

請不要參考任何書籍或相關資料，回答下列問題，並寫出正確答案。

(一) 是非題 (40%)

- () 1. 利用精密鑄造的鑄件，表面型態通常相當不光滑。
- () 2. 任何鑄造的成品均可用精密鑄造方法來完成鑄件，尤其是少量的超大型鑄件。
- () 3. 任何複雜的鑄件，均適合採用精密鑄造法。
- () 4. 任何金屬材料均可用於精密鑄造法。
- () 5. 鈦合金材料應用精密鑄造方法來生產航太零件。
- () 6. 精密鑄造法由於流程繁雜，其總體成本高。
- () 7. 精密鑄造鑄件的表面光滑且尺寸精度高，適合於形狀複雜的鑄件。
- () 8. 由於表面光滑且尺寸精度高之精密鑄造鑄件，可以有效的減少鑄後加工。
- () 9. 傳統砂模鑄件較精密鑄造之鑄件有較緻密的組織結構。
- () 10. 快速模具的成型，可應用精密鑄造法之優點來完成。

(二) 選擇題 (30%)

- () 1. 最簡單且有效的鑄造出高精度的鑄造法，為 (1) CO₂ 砂模法，(2) 砂模法 (3) 震動乾砂法 (4) 精密鑄造法。
- () 2. 高精密小型鑄件且需要大量的生產，採用下列何種鑄造法：(1) CO₂ 砂模法，(2) 精密鑄造法 (3) 震動乾砂法 (4) 砂模法。
- () 3. 高爾夫球頭現今最常採用的方法為：(1) CO₂ 砂模法，(2) 精密鑄造法 (3) 壓鑄法 (4) 砂模法。
- () 4. 鈦合金高爾夫球頭現今採用的方法為：(1) CO₂ 砂模法，(2) 傳統精密鑄造法 (3) 壓鑄法 (4) 真空精密鑄造法。
- () 5. 下列何者非精密鑄造法 (陶瓷殼模法) 的特性：(1) 任何形狀之產品皆可鑄造 (2) 尺寸公差精確 (3) 可鑄造大型鑄件 (4) 各種材質皆可生產鑄造

(三) 簡答題 (30%)

1. 列舉 5 種以上精密鑄造的特性。
2. 精密鑄造法所用的金屬材料，請簡單說明三種材料與產品關係。

筆 記 欄

學習評量一答案

你的答案應該包括下列要點：

(一) 是非題

1. (✕) 精密鑄造所獲得鑄件，表面相當光滑且尺寸精密。
2. (✕) 依經濟成本考量，精密鑄造法是針對大量小型鑄件。
3. (○)
4. (○)
5. (○)
6. (○)
7. (○)
8. (○)
9. (✕) 傳統砂模冷却速度慢，所獲得組織較粗大。
10. (○)

(二) 選擇題

1. (4)
2. (2)
3. (2)
4. (4)
5. (3)

(三) 簡答題

1. 列舉 5 種以上精密鑄造的特性
 - (1) 形狀複雜精密工件，容易利用鑄造成型。
 - (2) 鑄件表面細緻，尺寸精度高。
 - (3) 材質多樣選擇內部組織緻密。
 - (4) 減少機械加工與耗損，模具費低。
 - (5) 節省機械加工費用及材料成本、生產大量快速。

2.精密鑄造法所用的金屬材，簡單說明三種材料與產品關係。

精密鑄造常用金屬材料與產品

材 料 種 類	用 途
合 金 鋼	工具類、紡織機器零件
不 鏽 鋼	石化產業、高爾夫球頭、一般民生產業
鎳 合 金	內燃機、核能零件、石化產業
鎂 合 金	3C 資訊產業、休閒機器產品、汽車零件、航太器
鈦 合 金	高爾夫球頭、航太產業、特殊用途
鋁 合 金	航太產業、運輸工業、一般民生產業
銅 合 金	藝術產品、軸承產品、閥

假如你的答案與上述之重點相似，請翻到下一頁；假如你的答案與上述之重點不同，請重新閱讀本教材或第 4 頁所列之參考書籍，以便發現你的錯誤之處，並將你的答案更正，然後請翻到下一頁，繼續學習。

好極了！你能清楚地描述精密鑄造特性，但是爲了得到好的精密鑄件，應該適當認知一些重要的因素，才能完全達到精密鑄造法的特性。接下來這個學習單元是認知精密鑄造法重要設計考慮的因素。

本教材的第二個學習目標是

在不參閱任何書籍與資料下，你能正確的說出三個精密鑄造的設計應考慮事項。

精密鑄造法設計時應考慮事項

認識精密鑄造法設計時應該考慮事項時，請你翻到第 12 頁之精密鑄造法特性；(1)形狀複雜精密，鑄造容易成型，(2)鑄件表面細緻，尺寸精度高，(3)材質多樣選擇內部組織緻密，(4)減少機械加工與耗損，模具費低，(5)節省機械加工費用及材料成本，(6)生產大量快速。(7)輕易達到設計夢想。

爲了達到精密鑄造法的特性，從兩方面考慮下列因素：

一、模型設計

- (一) 儘可能的避免厚斷面，以免澆鑄後金屬冷卻時所造成的收縮現象，如圖 10 所示。
- (二) 鑄件厚薄變化不要太突然，因冷卻速率不同，所形成的內應力可能造成鑄件熱裂，如圖 11 所示。
- (三) 避免形成內應力及凝固時所形成的柱狀組織，儘可能加大圓角，如圖 12、13 所示。
- (四) 澆鑄熔融金屬時，需要考慮金屬的流動特性。

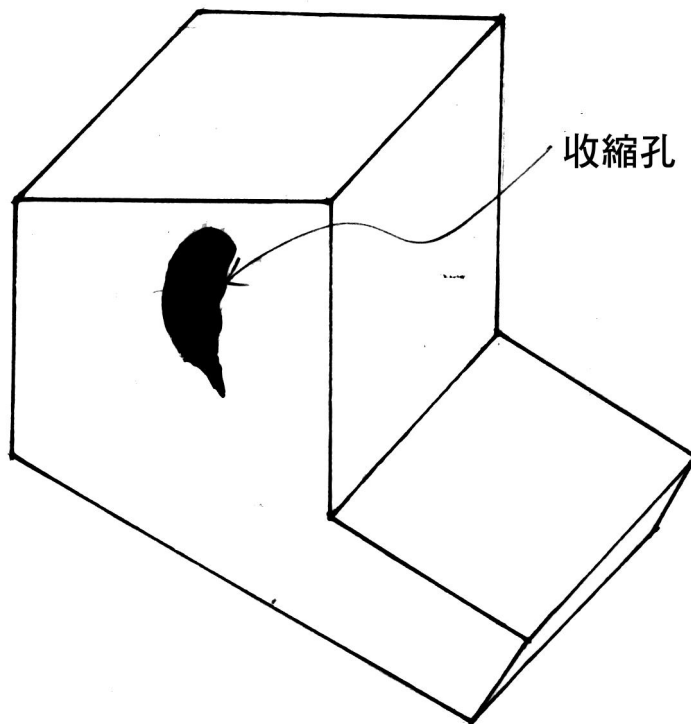


圖 10 厚鑄件收縮

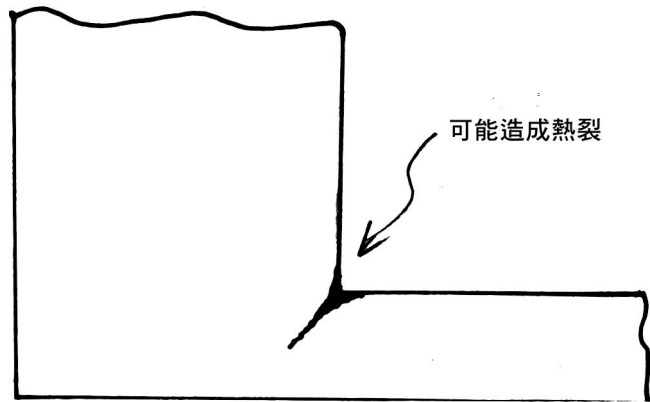


圖 11 厚薄不同所造成熱裂現象

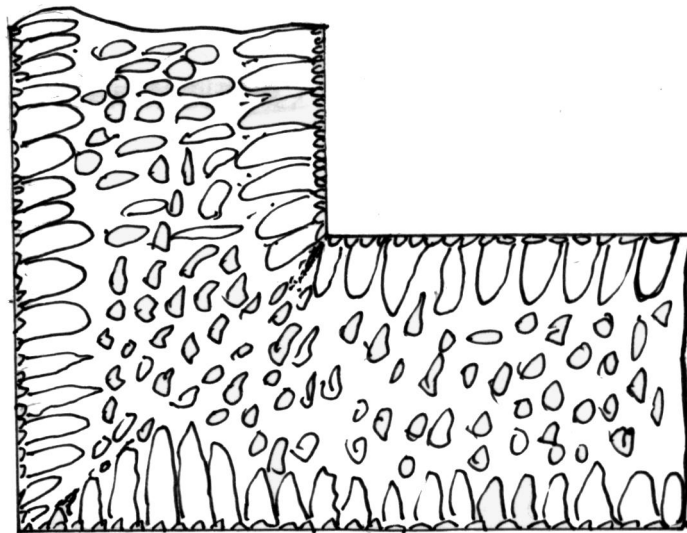


圖 12 直角部位組織現象

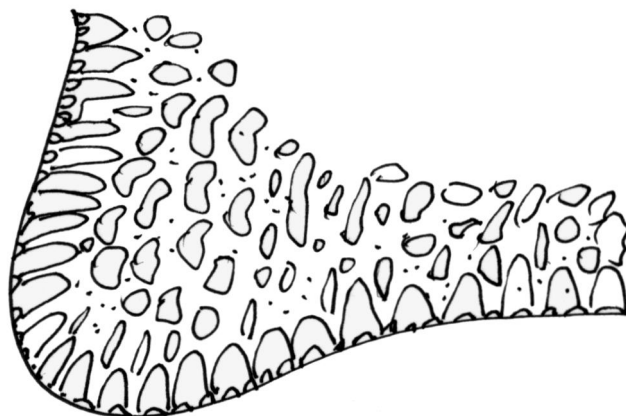


圖 13 原形部位組織

二、尺寸公差

爲了達到適合的尺寸精度，設計時就要仔細考慮因素有：

- (一) 臘材料凝固過程所造成收縮。
- (二) 包模耐火材料硬化時的收縮率。
- (三) 包模耐火材料的熱膨脹率。
- (四) 金屬種類及熔點鑄件所造成的總收縮率。

學習評量二：

請不要使用參考書籍或是資料，回答下列問題，並寫出正確答案。

一、是非題(50%)：

- () 1.精密鑄造法設計鑄件時，儘可能的避免厚斷面，可以減少高溫冷卻時產生收縮。
- () 2.對於薄鑄件之精密鑄造，任何材質的金屬均可輕易的達到。
- () 3.設計精密鑄件時，不需要考慮厚薄之間的變化。
- () 4.爲了達到高精度的鑄件，在精密鑄造的直角位置處，不能修改成圓角，以免增加機械加工成本。
- () 5.精密鑄造設計時，只需要考慮金屬的冷卻收縮現象。

二、簡答題（50%）：

- 1.請簡單說明精密鑄造法設計時需要考慮那些要素？請簡答三項。
- 2.要獲得高精度公差鑄件，設計時需要考慮幾種影響因素？

筆記欄

學習評量二答案

你的答案應該包含下列要點：

一、是非題：

1. (○)
2. (×) 對輕合金金屬難於鑄造完成。
3. (×) 厚度不均容易造成內應力導致鑄件熱裂。
4. (×) 直角處會形成熱點且凝固組織容易形成界面現象。
5. (×)

二、簡答題：

1. 請簡單說明精密鑄造法設計時需要考慮那些要素？請簡答三項。

- 答：(a) 儘可能的避免厚斷面，以免澆鑄後金屬冷卻時所造成的收縮現象。
(b) 鑄件厚薄變化不要太突然，因冷卻速率不同，所造成內應力可造成鑄件。
(c) 避免內應力形成及凝固時所形成的組織，儘可能加大圓角。
(d) 澆鑄熔融金屬時，需要考慮金屬的流動特性。

2. 要獲得高精度公差鑄件，設計時需要考慮幾種影響因素？

- 答：(a) 臘材料凝固過程所造成收縮。
(b) 包模耐火材料硬化時的收縮率。
(c) 包模耐火材料的熱膨脹率。
(d) 金屬種類及熔點鑄件所造成的總收縮率。

假如你的答案與上述之重點相似，請翻到下一頁；假如你的答案與上述之重點不同，請重新閱讀本教材或第 4 頁所列之參考書籍，以便發現你的錯誤之處，並將你的答案更正，然後請翻到下一頁，繼續學習。

太好了，你已經概略瞭解精密鑄造法設計時，對精密鑄件的影響，接下來這個單元是一個步驟一個步驟地觀察精密鑄造特性與傳統砂模鑄造的不同處。

本教材的第三個學習目標是

在不參閱任何書籍與資料下，你能明確地說出五項傳統砂模鑄造與精密鑄造的不同處。

在你學習精密鑄造特性與傳統砂模鑄造的不同處時，請你先向教材管理員借領 PMF-ISC0103 之傳統鑄造法的電視影片，或是實際操作相關傳統鑄造後，然後再進入本單元學習。並參照下列之操作步驟學習。

請你依照下列步驟進行分析

一、向材料管理員領取精密鑄造及傳統砂模相關材料，如果無法領取下列相關材料，你可以依據下列的照片圖來學習認知。

精密鑄造與傳統砂模相關材料		
項次	精密鑄造材料	傳統砂模材料
1	鋳粉	粒狀（120#）矽砂
2	矽酸乙酯四十	火山黏土
3	臘模	木模
4	臘樹	
5	燒結後陶瓷殼模	製作完成砂模
6	澆鑄完成陶瓷殼模之鑄件	澆鑄完成傳統砂模之鑄件

觀察表二之精密鑄造及傳統砂模相關材料

1.請你摸摸看精密鑄造之鋳砂與傳統砂模之矽砂的感覺。

	精密鑄造材料	傳統砂模
材料	鋳粉(圖 14)	矽砂(圖 15)
感覺	非常微細	粗粗



圖 14 鋳粉



圖 15 矽砂

請你觀察矽酸乙酯四十與火山黏土有何差異。

	精密鑄造材料	傳統砂模
黏結材料	矽酸乙酯四十(圖 16)	火山黏土(圖 17)
差異	液態	粉狀



圖 16 淋泥漿（矽酸乙酯四十 + SiO_2 粉）



圖 17 火山黏土

請你觀察臘模與木模組之表面有何差異。

差異項目	精密鑄造之臘模(圖 18)	傳統砂模之木模(圖 19)
材料	臘	木材
表面	平整光滑	木模特殊符號
拔模斜度	無	有
砂心頭	無	有



(a) 蠟型



(b) 蠟樹

圖 18 精密鑄造之臘模

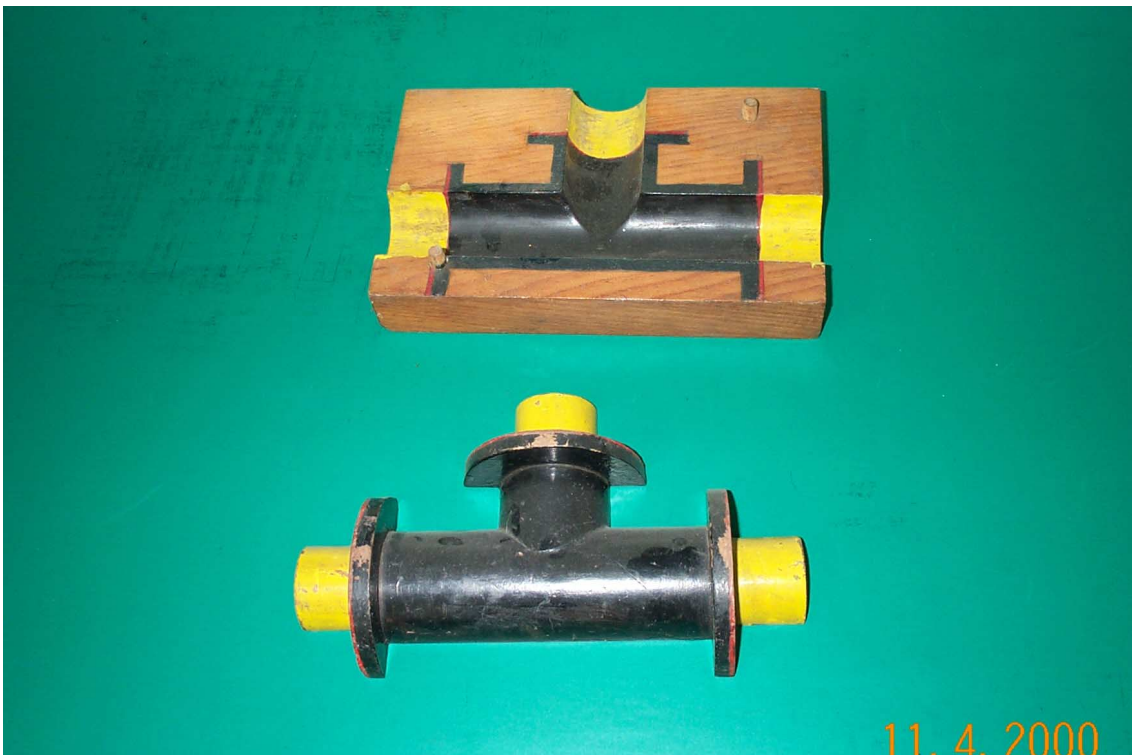


圖 19 傳統砂模之木模

2.請你目視觀察澆鑄完成的精密鑄造及傳統砂模之鑄件

差異項目	精密鑄造之鑄件(圖 20)	傳統砂模之鑄件(圖 21)
表面	平整光滑	粗糙
分模面	無	有
毛邊	無	有



圖 20 精密鑄造之鑄件



圖 21 傳統砂模之鑄件

3.請你觀察殼模法與傳統砂模之包模耐火材料的形式，如圖 22~23 所示。

差異項目	精密鑄造之製造(圖 22)	傳統砂模之製造(圖 23)
形式	包模	砂模



圖 22 陶瓷殼模

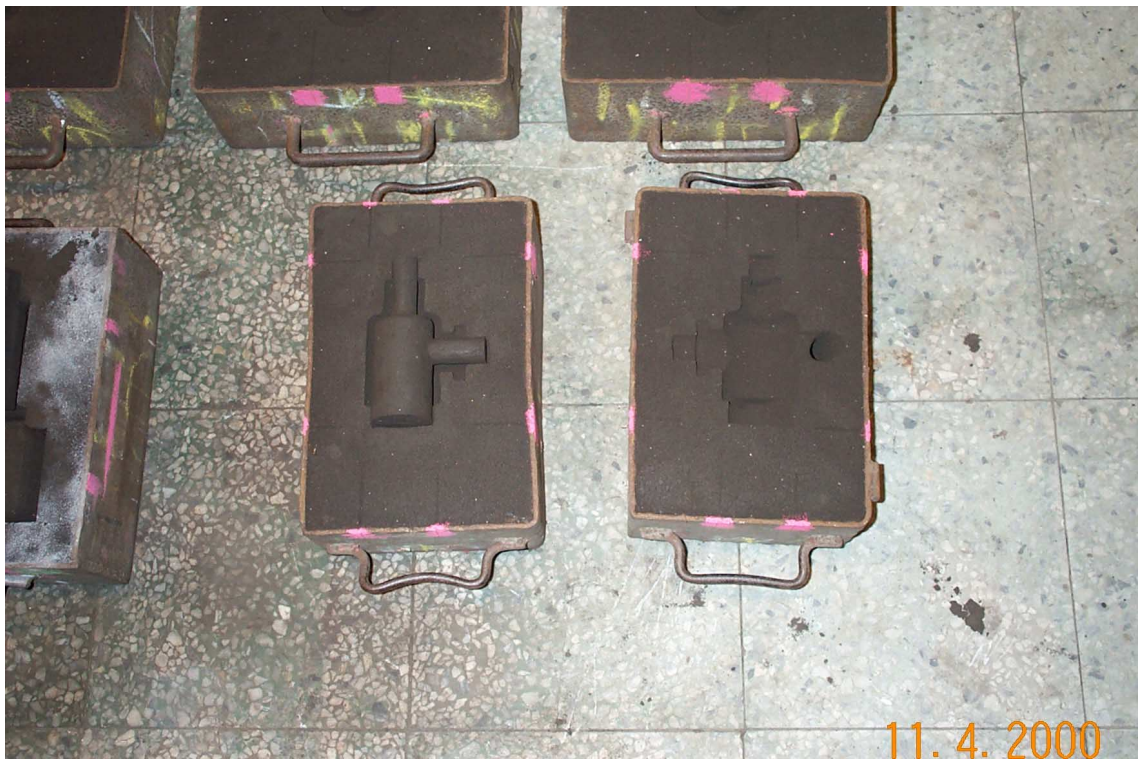


圖 23 砂模

二、使用電腦上網尋找相關知識之操作步驟

在你實際操作網際電腦前，你必須熟悉電腦上網的方法與操作程序，現在請你到工具室管理員借編號 **PMF-IPC0102** 的電視光碟片（若無電視光碟片，則由老師示範），然後在教學區找一部電腦或光碟電視學習操作程序，並參照閱讀以下之操作步驟。

1. 依據欲尋找相關知識之關鍵詞，（亦可參照教學目標三）。
 2. 鍵入關鍵詞，如精密鑄造法特性。如圖 24 所示。
 3. 用滑鼠點入相關網站，如圖 25 所示。
 4. 尋找相關知識，如圖 26~27 所示。
 5. 列印尋獲相關知識
 6. 繼續步驟 2 之工作。
- 依欲尋找相關知識，達到完成為止。

自我評量：通過者打(○)，不通過者打(△)

- () 1.安全習慣：工作中是否不正當關機。
- () 2.機器使用規則：搜尋過程中是否進入非相關網站。
- () 3.時間：是否依規定在 30 分鍾內完成。
- () 4.是否搜尋到相關內容。

評分標準：你必須達到上述每項內容為(○)。如果有一項為未達到，請你繼續練習直到合格為止。



圖 24 中正大學 gais 網站部分網頁

精密鑄造 相關網址如下：

[魯昶精密鑄造有限公司 Luchang Precision Casting](#) 主要生產不銹鋼、碳鋼、合金剛等材質的精鑄件及加工品。

[鉅明精密鑄造股份有限公司 DYNAMIC PRECISION CASTING MFG. CO., LTD.](#) 專業從事高爾夫球頭之鑄造、代工、生產、設計。

[奇鈺精密鑄造股份有限公司 Chips Investment Casting Inc.-Taiwan](#) 精密鑄造、閥類零件、紡織、醫療器材、五金、電腦等。

[麥柏股份有限公司之精密鑄造部](#)

介紹麥柏公司之精密鑄造部，有五金零件、機械工具五金、建築五金等。

[永響工業股份有限公司 EVER RING INDUSTRY CO., LTD](#) 高爾夫球頭製造，精密鑄造運動器材。

[世寶機械五金股份有限公司 Super Machine & Hardware Co., Ltd.](#)

專業製造暨銷售不銹鋼脫臘精密鑄造管件、球閥、高爾夫球頭、機器零件等。

[撰穎貿易有限公司 Innovative Golf International Co., Ltd.](#) 專業製造精密鑄造及銷售高爾夫球、球頭、球柄、球桿。

[武弘實業股份有限公司 Wu Horng Industrial Co., Ltd.](#)

專業製造不銹鋼脫臘精密鑄造管件，高爾夫球頭，高爾夫球具等[限用IE]。

準業實業股份有限公司 PARAGON [←進入網站](#)

脫臘法精密鑄造。

圖 25 中正大學 gais 網站搜尋之部分相關網站



圖 26 進入準業實業股份有限公司 PARAGON 脫臘法精密鑄造。

精 密 鑄 造 特 性:

OUTSTANDING CHARACTERISTICS:

- 形狀複雜，利用鑄造成型！ *Model Casting , Sophiscated Shape!*
- 減少機械加工，模具費低！ *Reduce Machining cost, Low Tooling Cost!*
- 鑄件表面細緻，尺寸精度高！ *Smooth Surface, High Precision Low Wall Thickness!*
- 材質自由選擇，內部組織密實！ *Various Choices of Materials, Compact Interior Structure*

☆☆

圖 27 進入準業實業股份有限公司 網頁之精密鑄造特性

現在你已熟悉在電腦上搜尋相關資料與操作步驟，假如你仍未完全熟悉或是不瞭解，請你重複編號 PMF-IPC0102 及第 25 頁到第 40 頁直到完全熟悉為止，若是你仍有不清楚，請直接去請教你的老師，若你已經完全熟悉後，將編號 PMF-IPC0102 歸還工具管理員，然後找領班借用一台可上網電腦，依據下列工作指示及搜尋內容練習操作，若你有困難，請你去請教你的老師或是重讀第 34 頁到第 37 頁直到完全熟悉為止。

學習評量三

一、簡答題：(40%)

- 1.觀察圖 20、21 所示之精密鑄造與傳統砂模鑄件有何不同處，請你寫出三種。
- 2.觀察圖 18~19 所示臘模與木模之表面有何差異。請你寫出三種。

二、實作測驗：(60%)

請你在 30 分鐘內完成以下指示的工作，並依據自我評量表，檢查自己的工作成果。

工作指示：

請你依照電腦上網的操作步驟與要領，進行網際網路搜尋各 3 家廠商之精密鑄造與傳統砂模鑄造，所生產的鑄件金屬材料。如你不瞭解上網，可以請老師或是同學指導你。

自我評量

自我評量表		
搜尋步驟	名稱	簡述獲得內容
進入搜尋網站		-----
搜尋關鍵字		
進入網站		
進入網站		
進入網站		
進入網站		

學習評量三答案

你的答案應該包含下列要點：

一、簡答題之答案；依上網之所獲得而定。

當你認為自己已經完全瞭解，請你進行第 38 頁的學習評量，並依據自我評量表做自我評量，如果你對自我評量不滿意，你可以重複練習，直到你瞭解本學習目標後為止。

工作指示

請你先搜尋精密鑄造特性後，再搜尋傳統砂模鑄造特性，完成後列印相關資料。

材料：磁碟片及 A4 列印紙

學後評量

一、筆試：請不要參閱資料或是書籍，填寫正確答案於題前之空格。

(一)、是非題：(40%)

- () 1.精密鑄造之鑄件，其組織結構較為粗大。
- () 2.精密鑄造法的缺點是不能鑄造大型鑄件。
- () 3.小型複雜鑄件，其尺寸精度要求高且生產量大，適合壓鑄法。
- () 4.精密鑄造的公差尺寸，不需考慮包模材料的硬化收縮率。
- () 5.任何金屬合金材料，均可澆鑄於精密薄鑄件。
- () 6.為了達到高精度鑄件，在設計時不能修改直角位置。
- () 7.形狀複雜、尺寸要求高，最適合精密鑄造法。
- () 8.精密鑄造與傳統砂模法所獲得鑄件最大的不同，是表面粗糙度。
- () 9.由於表面光滑且尺寸精度高之精密鑄造鑄件，可以有效的減少鑄後加工。
- () 10.高爾夫球頭現今採用的方法為 CO₂ 砂模法。

(二)、選擇題：(20%)

- () 1.最簡單且有效的鑄造出高精度的鑄造法，為 (1) CO₂ 砂模法，(2) 砂模法 (3) 震動乾砂法 (4)精密鑄造法。
- () 2.高精密小型鑄件且需要大量的生產，採用下列何種鑄造法：(1) CO₂ 砂模法，(2) 精密鑄造法 (3) 震動乾砂法 (4)砂模法。
- () 3.航太飛機渦輪引擎葉片，現今最常應用鑄造方法為：(1) CO₂ 砂模法，(2) 精密鑄造法 (3) 壓鑄法 (4)砂模法。
- () 4.鈦合金高爾夫球頭現今採用的方法為：(1) 真空精密鑄造法，(2) 傳統精密鑄造法 (3) 壓鑄法 (4) CO₂ 砂模法。
- () 5.下列何者非精密鑄造法的特性：(1) 可於設計任何形狀之產品 (2) 尺寸公差精確(3)可鑄造小型鑄件 (4)各種材質皆可生產薄鑄件。

二、實作測試：(40%)

請你向電腦管理員借用電腦，然後依照下列指示完成網路資料查詢。在工作之前，請你先填好工作計畫，並送交老師認可後方能進行工作。

工作指示

- (一) 請在 30 分鐘內完成電腦網路搜尋方式，將精密鑄造特性與設計注意事項提出。

我的上網查閱工作計畫

作業名稱：_____

工作開始日期：_____ 完成日期：_____

工作時間：_____小時 教師認可：_____

我製作上列工作時所需用之工具及機器

1 _____ 2 _____ 3 _____

4 _____ 5 _____ 6 _____

7 _____ 8 _____ 9 _____

10 _____ 11 _____ 12 _____

我所需要的材料及消耗品

項次	名稱	單位	數量	規格	備註

我計畫如何做我的上網查閱作業

工 作 步 驟	上 網 收 尋 事 項	獲 得 知 識 內 容

- 注意：(1)現在你已經完成你的查閱作業計畫，請你不要馬上工作，你先行檢討，是否有其他更好的方式，或是有遺漏的步驟，將你的計畫送交你的教師認可，然後在開進行查閱工作，工作時間為 30 分鐘。
- (2)當你做好此項查閱作業，請將查閱結果填入評量表中，然後送交你的老師評分。

學生自我評量

一、我對我學後評量之評分

- (一) 筆試：是非與選擇共 60%總得分____分。
 (二) 實作：自我評量為 40%，總得分____分。

自我評量表：請在下表評分內容，通過者打(○)

實作評量項目：請在下表評分內容中，通過者打(○)

項目	操作項目	評分內容	得分
觀察	精密鑄造特性	()能記住此特性	
	精密&傳統鑄造	()能分辨鑄件表面要求	
查閱	開啓電腦	() 正常開啓電腦	
	上網站	()連上搜尋網站	
	搜尋關鍵字	()填入適當搜尋關鍵字	
總得分			以上每項佔分 20 分

學後評量總評分等級：

A=90 分以上 B=80 分以上 C= 70 分以上

D= 60 分以上 E=60 分以下

總評分=筆試+實作=_____ 分，屬於_____ 等

二、我對精密鑄造與生活的認知得分_____分，屬於_____等。

依照下列各項自我考量，如有一項缺失即扣 10 分。

- 是否用心的觀察精密鑄造的鑄件
- 是否周詳的計畫作業程序
- 是否重視安全事項並適時提示
- 是否適時檢討以求更好
- 是否做很多的察覽其它書籍
- 老師是否做很多修正

三、安全習慣得_____分，屬於_____等。

依照下列各項自我考量，如有一項缺失即扣 10 分。

- 是否因操作不當造成人員受傷
- 是否操作不當造成機器當機
- 是否遵守工具設備使用規則
- 是否按規定操作電腦
- 是否搜尋非課程內容
- 設備及機器操作後均回復原位

四、敬業精神與學習態度得_____分，屬於_____等

依照下列各項自我考量，如有一項缺失即扣 10 分。

- 工作環境是否保持整潔
- 是否因困難而退縮
- 是否主動請教老師問題
- 是否虛心接受老師指導
- 是否工作結束後自動清掃
- 操作時是否進入不相關網站

教師評量

一、學後評量評分：

(一) 筆試得分 _____分

(二) 實作得分_____分

實作評量項目：請在下表評分內容中，通過者打(○)

項目	操作項目	評分內容	得分
觀察	精密鑄造特性	() 能記住此特性	
	精密&傳統鑄造	() 能分辨鑄件表面要求	
查閱	開啓電腦	() 正常開啓電腦	
	上網站	() 連上搜尋網站	
	搜尋關鍵字	() 填入適當搜尋關鍵字	
總得分			以上每項佔分 20 分

等第：A=90 分以上 B=80 分以上 C= 70 分以上

D= 60 分以上 E=60 分以下

學後評量得分_____ 分，屬於_____ 等

安全觀念評量表

安全觀念評量表

安全觀念評量項目	是	否
1.依規定選用適當的工具	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.教材、工具及材料置於正確位置，並擺放整齊	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.依規定配戴個人防護器具	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.實用機器前，均能告知管理者及事先檢查	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.獨立操作機器與儀器時，要集中精神並不可玩笑嬉鬧	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.完成階段工作時，關閉電源才能離開	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.操作任何設備與工具時，能注意周遭人物的安全	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.工作環境需要隨時保持整潔，廢料要放置妥善	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.爲了快速完成工件，可以不按規定的步驟完成	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.儀器或是機器運轉時，不可擅自離開工作崗位	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
實 得 總 分		

等第：A=90 分以上 B=80 分以上 C= 70 分以上
 D= 60 分以上 E=60 分以下

安全觀念評量得分_____ 分，屬於_____ 等

查閱計畫評分

查閱計畫評量表

查閱計畫評量項目	分數					
	優 10	良 8	中 6	可 4	差 2	劣 0
1.查閱書目及網站記錄清楚	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.查詢機器及關鍵字之準備	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.查閱步驟之順序	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.查閱時間是否適當休息	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.查閱相關資料未遺漏	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.閱讀查獲的資料	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.機器使用注意事項	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.查閱場所注意事項	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.查閱過程檢討改進	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.查閱過程的自我感覺	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

等第：A=90 分以上 B=80 分以上 C= 70 分以上
 D= 60 分以上 E=60 分以下

查閱計畫評量得分_____ 分，屬於_____ 等

學習態度評分

學習態度評量表

學習態度評量項目	分 數					
	優 10	良 8	中 6	可 4	差 2	劣 0
1.服裝儀容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.出缺勤情形	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.上課及工作之秩序	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.服從指導，進行學習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.認真聽講，真心學習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.愛惜教材、工具及設備	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.主動查閱相關資料	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.遵守班級、職場與團體的規定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.積極參與班級或是職場與團體的活動	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.能夠協助他人	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

等第：A=90 分以上 B=80 分以上 C= 70 分以上
 D= 60 分以上 E=60 分以下

學習態度評量得分_____ 分，屬於_____ 等

總評量表

評分項目	單項得分	單項等第	比例(%)	平均分數	總分	等第
1.學後評量			40%			<input type="checkbox"/> A
2.查閱計畫			20%			<input type="checkbox"/> B
3.安全習慣			20%			<input type="checkbox"/> C
4.學習態度			20%			<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E
總 評	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格					
備 註						

參考書目

- 1.賴耿陽 譯著 精密鑄造技術 復漢出版社。
- 2.陳建仁、兵尚忠 精密陶模(Shaw Process)鑄造成形技術 鑄造月刊 民國 86 年 1 月 88 期 pp27~31。
- 3.林宗獻 編著 精密鑄造 全華科技。
- 4.江文鉅 編著 鑄造學 全華科技。
- 5.吳英豪 著 鑄造學 復文書局。
- 6.蕭瑞聖 溶射法之不銹鋼複製模 機械技術雜誌 1992.12 94 期 pp101~106。
- 7.李裕文 快速原型(Rapid prototype)之精密鑄造技術 鑄造月刊 民國 86 年 8 月 95 期 pp4~10。
- 8.邱春豐 陶瓷殼模的乾燥 鑄工 民國 73 年 9 月第 42 期 pp30~34。
- 9.林坤豐 陶模破裂的分析 鑄工 民國 79 年 3 月 第 64 期 pp29~33。
- 10.蘇國明 陶模強度添加劑的研究 鑄工 民國 82 年 12 月 第 4 期(第 79 期) pp58~63。
- 11.殷自力 編著 精密鑄造法 中華民國鑄造學會編印。
- 12.侯淑美 陶殼模龜裂的控制 鑄工 民國 78 年 12 月 第 63 期 pp46~49
- 13.張晉昌, 1999 年, 鑄造學, 全華科技圖書股份有限公司。
- 14.金屬工業發展中心編譯, 1979 年, 精密鑄造法, 經濟部國際貿易局。
- 15.日本鑄物協會精密鑄造部會編, 昭和 48 年, 精密鑄造法, 日本鑄物日刊工業新聞社