

目錄：

摘要.....	4
第一章 前言.....	5
1-1 本專題的動機.....	6
1-2 本專題的目的.....	6
1-3 本專題的控制變因.....	6
第二章 離心鑄造的沿革.....	7
2-1 離心鑄造.....	8
2-2 離心鑄造法之鑄件特徵.....	12
2-3 離心鑄造法之設備及材料.....	13
第三章 本專題的程序步驟.....	15
3-1 改變飾品從外周到中心澆口的距離.....	21
3-2 嘗試不同轉速澆鑄.....	21
3-2-1.1500rpm.....	22
3-2-2.1200rpm.....	22
3-2-3.1000rpm.....	23
3-3 不同的澆鑄金屬溶液.....	23
3-3-1.鉛合金.....	23
3-3-2.錫合金.....	24
3-4 改變矽膠圓盤的尺寸.....	26
第四章 傳統、脫蠟和離心鑄造法的差異.....	27
4-1 傳統鑄造法.....	27
4-2 脫蠟鑄造法：.....	28
4-3 傳統、脫蠟和離心鑄造法的比較.....	29
第五章 結論與改良.....	30
5-1 結論.....	30
5-2 改良.....	30
第六章 參考文獻.....	32

圖目錄：

圖 2-1 真離心鑄造的等速率圓周運動.....	8
圖 2-2 半離心鑄造時金屬液的旋轉情形.....	9
圖 2-3. 壓模成型機	13
圖 2-4. 電熱爐	13
圖 2-5. 離心鑄造機	14
圖 2-6. 鑄模所需之設備	14
圖 3-1 程序步驟圖-1.....	15
圖 3-2 程序步驟圖-2.....	15
圖 3-3 程序步驟圖-3.....	16
圖 3-4 程序步驟圖-4.....	16
圖 3-5 程序步驟圖-5.....	17
圖 3-6 程序步驟圖-6.....	17
圖 3-7 (a) 程序步驟圖-7.....	18
圖 3-7(b)	18
圖 3-8 程序步驟圖-8.....	19
圖 3-9 程序步驟圖-9.....	19
圖 3-10 程序步驟圖-10.....	20
圖 3-11 程序步驟圖-11.....	20
圖 3-12. 變因為外周到中心澆口的距離之圓盤	21
圖 3-13. 澆鑄溫度：310 、轉速 1500rpm 十二生肖完成圖	22
圖 3-14. 澆鑄溫度：310 、轉速：1200rpm 飾品完成圖	22
圖 3-15.澆鑄溫度：310 、轉速：1000rpm 飾品完成圖	23
圖 3-16. 100%鉛飾品完成圖	24
圖 3-17. 100%錫飾品完成圖	25

圖 3-18. 50%鉛、50%錫飾品完成圖.....	26
圖 3-19. 9 吋和 12 吋圓盤比較圖.....	26
圖 4-1. 傳統鑄造程序圖.....	27
圖 4-2. 脫蠟鑄造程序圖.....	28
圖 5-1. 相似形狀的模形.....	31
圖 5-2. 澆道為 V 字型的九英吋圓盤.....	31

摘要

本專題之主要工作可分成三部份：

- (1) 介紹本專題所需研究與改良的離心鑄造法，並介紹其離心鑄造法其鑄件之特徵及離心鑄造法之設備。
- (2) 利用改變飾品從外周到中心澆口的距離、不同轉速澆鑄、澆鑄不同的金屬溶液以及改變矽膠圓盤的尺寸。來改良離心鑄造法的製程，以製造出表面精緻且光滑的飾品，且提高鑄件的完成度。
- (3) 介紹傳統鑄造與脫蠟鑄造的製程，並與離心鑄造法做出差異性的比較。

經由本專題所改良後之離心鑄造法，並找出對澆鑄飾品之影響，以提升製程技術，以後可作為技術資料，以供使用。

第一章 前言

鑄造工業之景氣受日本經濟乃至世界景氣之影響下，雖然人人皆期待好景氣之到來，但鑄造工業是否有往昔盛況重現，實難確定；但即使好景重現，也可能如小波浪消逝於大海之中。因此我們處與鑄造技術日新月異之時代，若不盡力惟恐難有收穫。

鑄造工廠能否欣欣向榮，宜先由現況分析著手檢討。目前，鑄件是否能滿足顧客的品質要求？大都尚未有十分之把握；還有業者雖然日以繼夜地努力想要達成客戶之要求，為什麼仍然未能做到十分完善之地步。在這些的情況下我們就要先了解到，客戶對於鑄件品質的要求是什麼？材質、不良品混入、尺寸精度，交貨期等諸多問題是否存在？就是我們應考慮的重點所在。

再者，鑄造工廠為提高生產力，正在推動機械化、自動化，卻也使步上軌道可能需要花費相當之時間；亦有可能無法充分發揮其預期之功能等等問題產生。而此類問題不單是因為關於鑄造工廠上的技術或管理，絕大部分因於計劃階段。

所以解決問題的方式不單單在於鑄造工廠所使用的個別設備之性能，當將這些設備組合成系統時，其綜合性能不能充分發揮，佔了很大的位置。

因此，鑄造工廠之計劃應以產品特徵為前提，還必須將設備及資料的選擇包括在其中作各點綜合性的考慮。

1-1 本專題的動機

一般來說，一些鉛錫飾品及中、大型的工件，都是由傳統鑄造或脫蠟鑄造加工完成，我們想用離心鑄造法及離心力的原理來製作，使得飾品的細膩度及表面光滑度提高。

1-2 本專題的目的

利用九英吋的離心鑄造原理，快速的製造出細膩度高、表面光滑的飾品；並且比較出不同的轉速、澆道長度、形狀，以提高鑄件的完成度。

1-3 本專題的控制變因

1. 澆鑄時的轉速：
1500rpm
1200rpm
1000rpm
2. 飾品離中心澆口的距離：
1cm
2cm
3cm
3. 金屬熔液的成分：
鉛合金
錫合金
鉛、錫合金

第二章 離心鑄造的沿革

使鑄模旋轉、利用離心力，不用砂心，而作成中空鑄物的構想很古老。起源於 1809 年英國人 Anthony Echardt 的專利。當時鑄造技術水準低，未能認識其價值，約 40~50 年後才實用化。

美國在 1848 年以 Thomas J. Lovegrave 的專利為契機，經 William H. Millspaugh 等逐步改良，1916 年由 Dimitri sensaud de Lavaud 與 Fernando Arens 的專利成為用金屬模的 DeLavaud process，1923 年的 William Davis Moore 專利成為用砂模 Moore sand spun process，被用為革命性的鑄鐵管製造法，完成工業化；1859 年英國人 Joseph Whitley 的專利及 W. Thompson 的專利肇端，1979 到 1885 年 Sampson Fox 與 Joseph Whitley 的一系列專利屢加改善，還有 Francis W. Stokes 等貢獻；James E. Hurst 和 Edmund B. Ball 專利將 DeLavaud process 進一步改良成 Hurt-ball process；此外，德國的 gelsenkirchen 義大利的 Ercole Galassini，Scorza 等也分別推進實用化。後來出現電動機，比以往的 Pelton 水車更大獲發展，更加實用，並因導入油壓裝置等而現代化。

二次大戰爆發後，鍛造設備的產能不夠，被迫擴充，並改善機械性能，對素材的要求也高度化，又因資源缺乏，也須節減材料，更注意到離心鑄造，其技術大獲發展，戰後更擴大應用，其間，C. W. Briggs，C. K. Donohe，J. G. Webber，H. B. Zulke，J. C. Dickson，L. Cammen，N. Janco，J. F. Wallace，Loshkarev，Polzguter 等都有貢獻。

2-1 離心鑄造

離心鑄造的方法乃是將金屬液澆入一旋轉的鑄模內，由於離心力的作用，金屬液緊貼於鑄模內部，隨著鑄模的旋轉，金屬液即逐漸凝固成為管狀的鑄件。離心鑄造所用的鑄模大多以鋼、鐵或者石墨製成，主要用於製造管狀或筒狀的鑄件，尤其是長形鑄管如以離心鑄造的方法製造，可以不用太大的砂心而能做出厚薄均勻的圓管鑄件。

經由離心鑄造機之兩個滾輪的旋轉，離心鑄模亦隨之旋轉，當鑄模旋轉時澆入金屬液，則此金屬液由於離心力的作用即被帶至鑄模的旋轉軌跡之上，而分佈於鑄模表面。當金屬液散佈於鑄模後會立即凝固，而繼續澆注就會加厚凝固層而達到我們所須的鑄件厚度。

離心鑄造方法一般可分為真離心鑄造法、半離心鑄造法及離心壓力鑄造法三大類。真離心鑄造法，不用砂心，亦不須設置冒口及橫澆道，因此適於鑄造鐵管、鋼管、圓筒、套筒等管狀及筒狀的鑄件。

半離心鑄造法，澆注時係以鑄件的對稱軸為旋轉軸，從中央的下澆道注入金屬液，藉著離心力的作用使金屬液從中央部份向外推出而充滿鑄模。半離心鑄造法用於具有對稱形狀的鑄件，如車輪。

離心壓力鑄造法是從中央的下澆道分設放射狀的橫澆道，以下澆道為旋轉軸，而欲澆注之金屬液注入下澆道後，由於離心力的作用，經橫澆道而充滿模穴。離心壓力鑄造法類似於半離心鑄造法，僅在旋轉軸的選定不同而已，由於旋轉不是鑄件的對稱軸，因此離心壓力鑄造法更能適用於各種形狀複雜的鑄件。

以上所述的三種方法中，以真離心鑄造的生產效率最高，尤其是工業上大量製造無縫鋼管、鐵管每以此種方法來製造。以真離心鑄造法時，所澆入的金屬液係隨著鑄模的旋轉，作等速率圓周運動，如圖 2-1 所示，金屬液所受到的離心力為：

$$F = m \times r \times w^2$$

式中，F：離心力 (kg - cm/sec²) (a)

m：金屬液的質量 (kg)

r 鑄模的旋轉半徑 (cm)

w：角速度 (radin / sec)

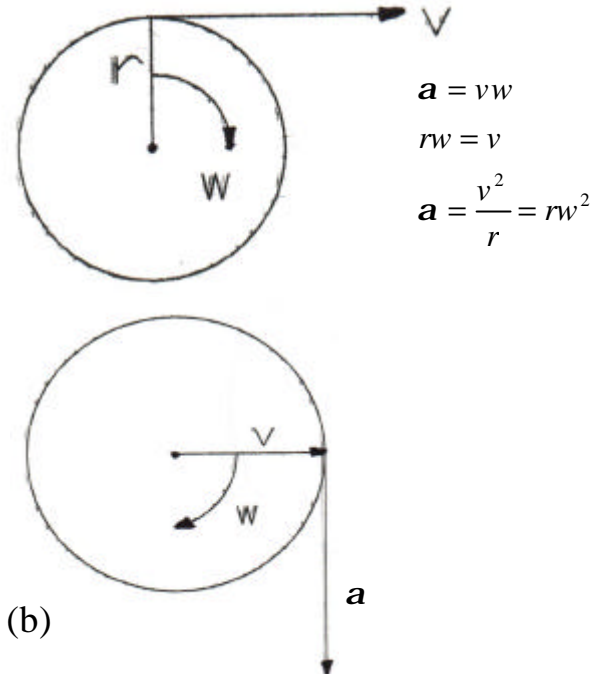


圖 2-1 真離心鑄造的等速率圓周運動

由於角速度 $w = \frac{2\pi N}{60}$ ，式中 N 為旋轉速度，其單位為 r.p.m，因此，

$$離心力 F = m \times \frac{4\pi^2 N^2}{3600} \times r。$$

就真離心鑄造來說，金屬液因旋轉所受到的離心力必須大於其重力，才可使其粘附於鑄模而不致滴下，亦即：

$$m \times \frac{4\pi^2 N^2}{3600} \times r \geq mg$$

上式之等號成立時，即為離心鑄模所需之最低轉速，因此，理論上真離心鑄造所需之鑄模最低轉速為：

$$N = \frac{60}{2p} \sqrt{\frac{g}{r}} = \frac{423}{\sqrt{D}}$$

上式中，N 為鑄模轉速 (r.p.m)，D 為鑄件直徑 (cm)。但是，實際上所用的鑄模轉速遠大於此，一般均抓用其離心力至少在理論離心力值之 40 倍以上來計算。

在半離心鑄造及離心加壓鑄造的場合，離心鑄模是直立的，因此澆注後的金屬液隨著鑄模的旋轉，中央下凹如圖 2-2 所示可得關係式：

$$F = mxw^2$$

$$w = mg$$

$$R \times \sin J = mxw^2$$

$$R \times \cos J = mg$$

$$\tan J = \frac{xw^2}{g}$$

$$\frac{dy}{dx} = \tan J = \frac{xw^2}{g}$$

$$y = \frac{w^2}{2g} x^2 = \frac{2p^2 N^2}{3600g} x^2$$

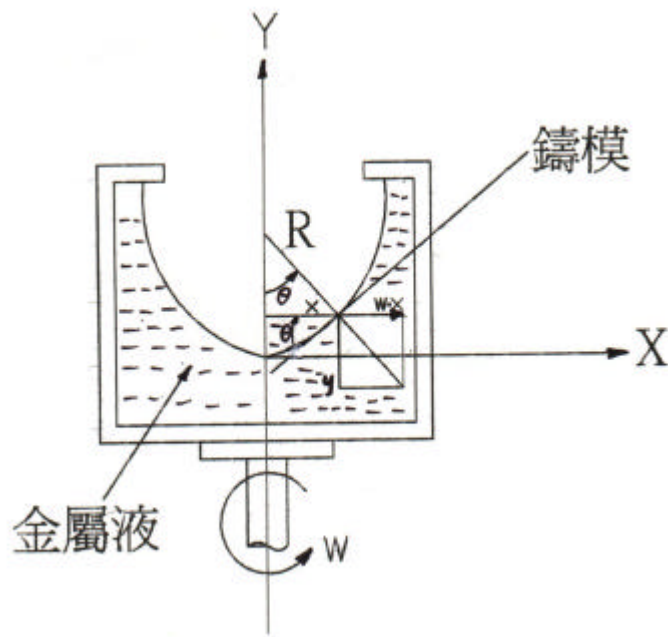


圖 2-2 半離心鑄造時金屬液的旋轉情形

式中，F：離心力 ($g - cm / sec^2$)

w：重力 ($g - cm / sec$)

R : 與離心力和重力平衡之力 ($g - cm / sec^2$)

x : 旋轉半徑 (cm)

y : 金屬液旋轉軌跡上的一點距頂點的高度。

w : 角速度 ($radin / sec$)

g : 重力加速度 ($980cm / sec^2$)

N : 旋轉速度 (r.p.m)

: 垂直軸與 R 之間的夾角。

由以上的結果，可知半離心鑄造和離心加壓鑄造時，由於鑄模的旋轉，金屬液的斷面形狀成為拋物線，而此拋物線的尾端接近平行，而實際鑄造所需的金屬液必須接近平行，亦即須選擇較大的 y 值。

根據上式，y 值係與鑄模的旋轉半徑 x 及旋轉速度 N 成正比，因此，當鑄件直徑一定時，必須儘量增加鑄模的轉速，以增加 y 值，亦即使金屬液的旋轉軌跡接近於拋物線的上部。一般在半離心鑄造及離心加壓鑄造時，鑄件外周的轉速在砂模時係選擇在 140~180m/min 之間，此外周轉速與旋轉速度的關係為：

$$N = \frac{V}{2\pi R}$$

式中，N : 旋轉速度 (rpm) V : 外周轉速(m/min) R : 鑄件半徑(m)

2-2 離心鑄造法之鑄件特徵

離心鑄造法由於澆鑄條件優良，因此可得到密實性高之鑄件，並且組織、晶粒較細緻，成份分佈較均勻。而獲得這些優點之最主要因素為金屬鑄模之急冷效果、及其澆鑄溫度可較一般鑄造法低，而仍可達到理想之金屬流動狀態。採用金屬模具之真離心鑄造法可得到最明顯之細化效果，而離心加壓鑄造法所得之鑄件組織則和一般鑄造法者差別不大。不過離心加壓鑄造法卻可減少鑄件內部之夾渣、氣孔等缺陷。離心鑄造法鑄件最容易產生之缺陷為熱裂，尤其在高轉速時更易發生。熱裂為鑄件在凝固過程中，固態和液態金屬界面由於凝固收縮作用而無法完全密合所產生之裂縫。因此當鑄件收縮，加上鑄模受熱膨脹所產生之應力大於鑄件在固相線附近溫度之強度時，則會產生軸向之熱裂。

過高之轉速為造成熱裂之主要因素。另外鑄件外層急冷也可有效減少熱裂之發生，這點可由較低之澆鑄溫度及較緩之澆鑄速度達到，較慢之澆鑄速度可得到較大之溫度梯度，並且可以減小金屬液壓對凝固層之不良影響。比較上溫度梯度愈小，則鑄件各部位同時達到凝固中脆弱狀態之機會也就增加，因此增加熱裂發之機會。

2-3 離心鑄造法之設備及材料



圖 2-3. 壓模成型機



圖 2-4. 電熱爐



圖 2-5. 離心鑄造機



圖 2-6. 鑄模所需之設備

第三章 本專題的程序步驟

一、在鋼板下方墊上報紙，並將矽膠圓盤放入鋼圈內。（見圖 3-1）



圖 3-1 程序步驟圖-1

二、將圓盤中心挖洞，並將澆棒和澆道盤放置於中間。（見圖 3-2）

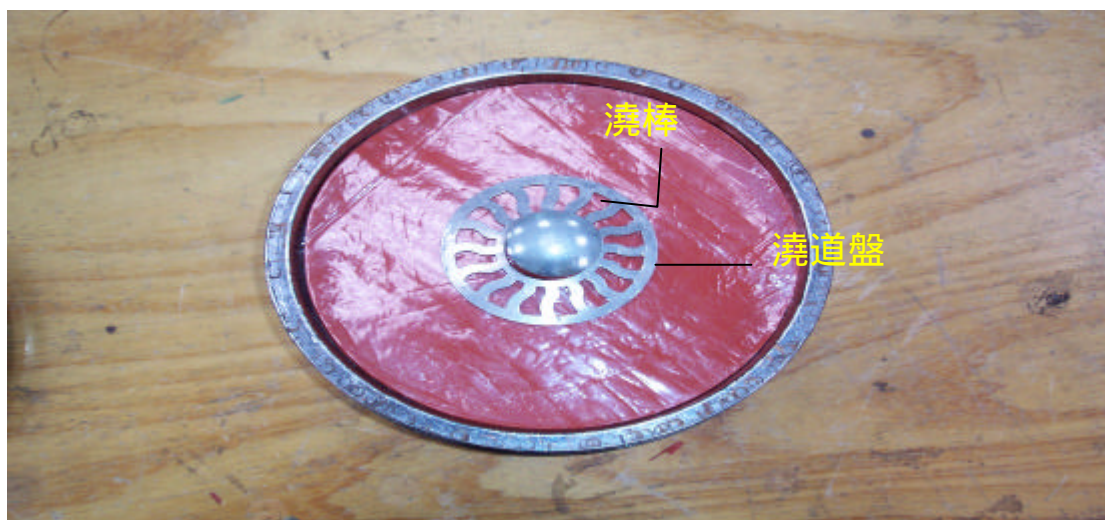


圖 3-2 程序步驟圖-2

三、將模型和定位銷按照所需之距離，繞著澆道盤依序放入。

(見圖 3-3)



圖 3-3 程序步驟圖-3

四、並均勻灑上分型粉，並將模型上的分型粉，用刷子清掉。

(見圖 3-4)



圖 3-4 程序步驟圖-4

五、將底層的矽膠圓盤放上，並用另一塊鋼板壓在上方。（見圖 3-5）



圖 3-5 程序步驟圖-5

六、將鋼圈放入已加熱到 180 度之壓模成型機加壓，須加壓 90 分鐘。（見圖 3-6）



圖 3-6 程序步驟圖-6

七、將加壓後之圓盤，用手術刀將上、下模分開。（見圖 3-7 (a)）

圖 3-7 (b) 是分開後之上、下模。



圖 3-7 (a) 程序步驟圖-7

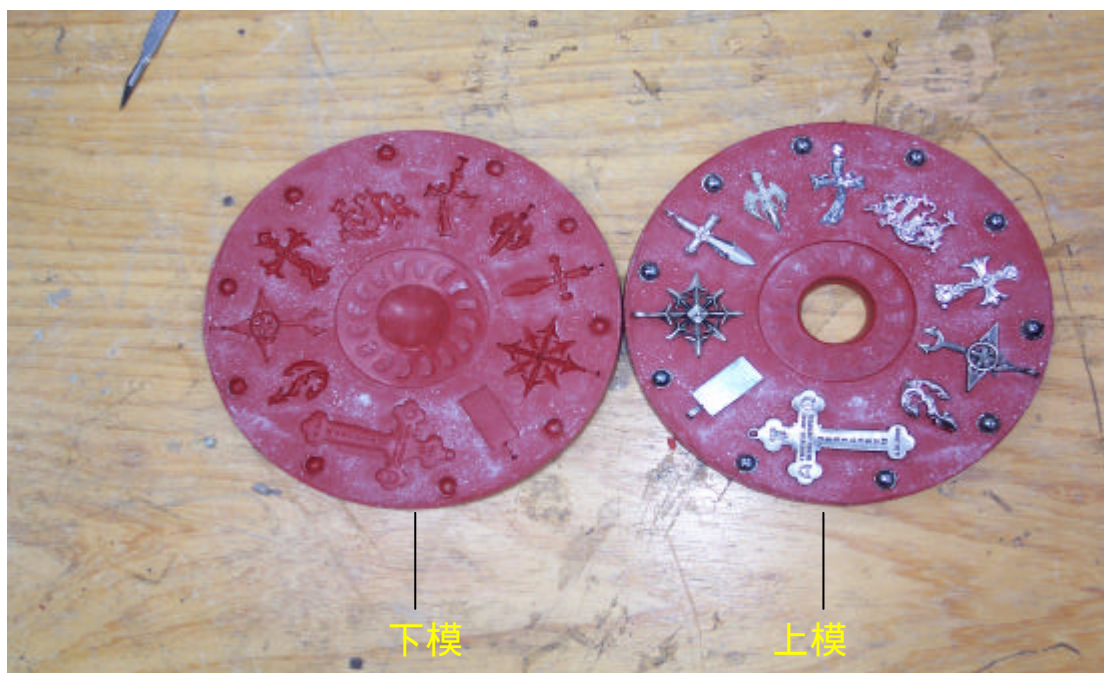


圖 3-7(b)

八、用手術刀切出澆道，其距離從澆道盤至模穴。並在圓盤側邊刻上記號，以便合模。（見圖 3-8）



圖 3-8 程序步驟圖-8

九、將切割好的圓盤放入離心鑄造機內，並蓋上上蓋。（見圖 3-9）

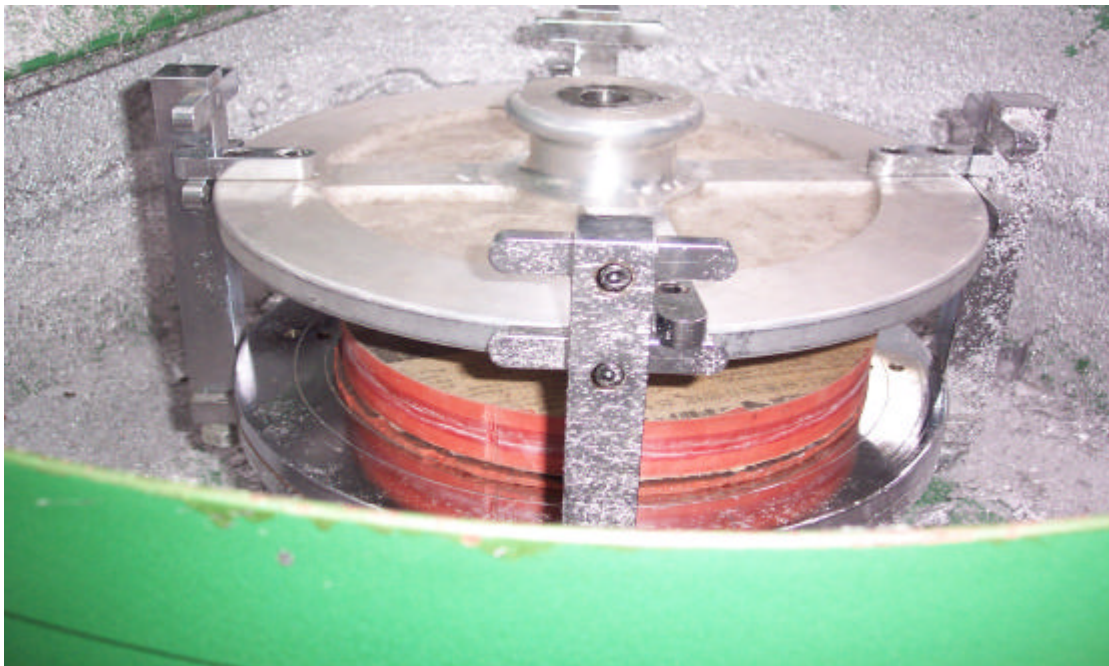


圖 3-9 程序步驟圖-9

十、設定好離心鑄造機之轉速及旋轉時間，啟動後將要澆鑄之金屬溶液澆入澆鑄口。（見圖 3-10）



圖 3-10 程序步驟圖-10

十一、將冷卻後之澆鑄完成品拿出，並加工修整。（見圖 3-10）



圖 3-11 程序步驟圖-11

3-1 改變飾品從外周到中心澆口的距離

我們利用圓的飾品分別放置在離中心澆口 1 2 3cm 的位置，分別澆鑄，比較其差異。

結果我們發現從外周愈接近中心澆口，愈須增大斷面，幫助凝固。



圖 3-12. 變因為外周到中心澆口的距離之圓盤

3-2 嘗試不同轉速澆鑄

我們利用 1500rpm、1200rpm 以及 1000rpm 以下的轉速澆鑄，來比較其成功率和完成度。

結果我們發現當澆鑄直徑一定時，要儘量提高澆鑄的轉速，因為澆鑄轉速越高，離心力越大，使得金屬熔液能快速的進入模穴，反之澆鑄的轉速越低，離心力越小，金屬熔液尚未進入模穴時，就已在澆道中凝固，無法完成鑄件。所以在 1500rpm 轉速時，鑄件的完成率幾乎接近 100%，而轉速在 1000rpm 及以下時，則成功率極低。

3-2-1.1500rpm

結果尺寸精準，成功率高，且形狀完整。(如圖 3-13)

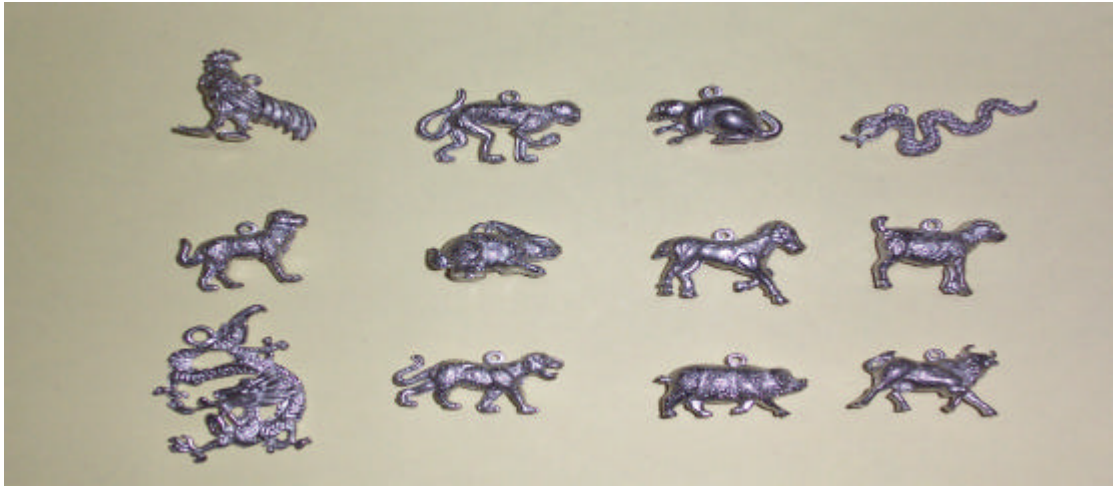


圖 3-13. 澆鑄溫度：310 、轉速 1500rpm 十二生肖完成圖

3-2-2.1200rpm

結果成功率降低，且較複雜的形狀不易完成。(如圖 3-14)



圖 3-14. 澆鑄溫度：310 、轉速：1200rpm 飾品完成圖

3-2-3.1000rpm

結果成功率大幅降低，且澆鑄形狀不完全。(如圖 3-15)



圖 3-15.澆鑄溫度：310 、轉速：1000rpm 飾品完成圖

3-3 不同的澆鑄金屬溶液

3-3-1.鉛合金

鉛的熔融點 327 度，比錫高，比鋅低。共晶組成的合金熔融溫度 247 度，工藝用合金用此共晶點附近組成的 2 元合金，鉛合金有 Pb-Sn-Sb3 元合金，為活字合金，也供工藝用。

這些合金的熔液流性良好，幾乎沒有凝固收縮，鑄肌美觀，容易鑄造。

鉛合金工藝品常為廉價紀念品或桌上擺飾，不用一定組成的合金，諸如 12~20%Sb-Bal.Pb 的 2 元合金或用為活字合金的 3.0~20.0%Sb-2~10%Sn-Bal.Pb3 元合金。

鑄造法常用黃銅等金屬模而不用型芯的凝殼鑄造法，鑄入溫度宜低，鑄縮小，鑄造容易，若需要熔劑，可用氯化銨。

圖 3-16 為 100%鉛熔液所鑄出來的飾品，其特點為熔點較高，表面光滑、流動性佳，但易氧化。

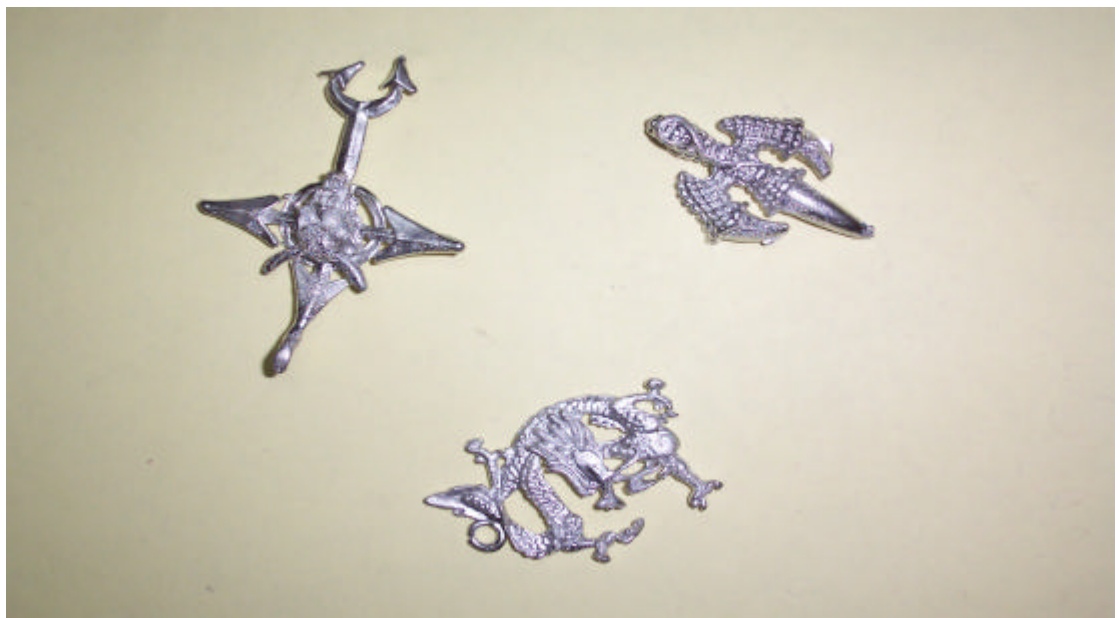


圖 3-16. 100%鉛飾品完成圖

3-3-2.錫合金

錫的熔融點 232 度，加工性良好，色調為銀白色，且呈美觀的金屬光澤，在空氣中不變色，古來用為製作餐器類、裝飾品。

工藝品用錫-銻合金，含 2~16%銻，加銅 1~3%增高強度，加鉛 1~4%降低融點，因而，此種合金以 Sn-Sb 為基本，依目的加 Cu、Pb。

Sn 方在 246 度固溶最大的 10.4%Sb, 在常溫固溶約 2%, 在 2~42%Sb 的組成, 平衡狀態在常溫為正, 錫加銻的話, 融點上升, 硬度增高, 但 20%Sb 以內有展延性, 可加工, 也不失美觀的光澤, 因而, 配合適量銻可得適當的硬度, 可加工而不崩形。

錫合金工藝品主要用黃銅鑄模或石膏鑄模, 可得鑄肌光滑美觀的鑄物。金屬模不用型芯, 可用凝殼鑄造法作成中空品。

金屬模內面宜用油煙與松節油混合物塗模。

圖 3-17 為 100%錫熔液所鑄出來的飾品, 其特點為熔點較低, 色澤較銀白, 且硬度提高。



圖 3-17. 100%錫飾品完成圖

圖 3-18 為 鉛、錫合金各 50%, 所澆鑄出來的飾品, 其特點為熔點較低, 不易氧化, 但表面較不光滑。



圖 3-18. 50%鉛、50%錫飾品完成圖

3-4 改變矽膠圓盤的尺寸

我們嘗試十二英吋圓盤(紅)，九英吋圓盤(黑)的比較

結果我們發現使用十二英吋的圓盤可以將放入較大型的模型，卻不用多開出其他的澆道；反之如果要將大型的模形放入九英吋圓盤內，就必須多開出其他的澆道，因而浪費過多的材料。

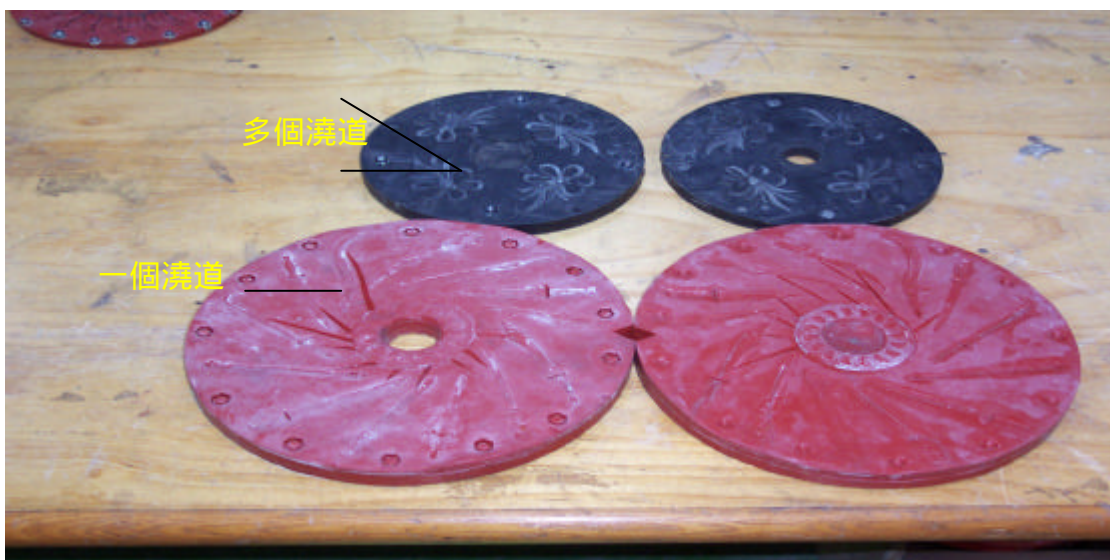


圖 3-19. 9 吋和 12 吋圓盤比較圖

第四章 傳統、脫蠟和離心鑄造法的 差異

4-1 傳統鑄造法

鑄造程序主要包括模型製作，配砂，造模，熔煉，澆注，清砂，鑄件清理，熱處理，成品檢驗，包裝等過程。

由圖 4-1，我們可得知要製造一鑄件時，首先須根據鑄件的原形製造模型，然後決定鑄件的材質及所使用的砂模種類，以進行配砂及熔煉，砂配好之後即可配合模型進行造模，以做出與原來模型相同的模穴，砂模做好以後，以熔煉所得的金屬液澆注於砂模內，金屬液冷卻成固體以後，即可將鑄件四周的砂去除，以取出鑄件，並清除粘附於鑄件的砂，然後將鑄件送入熱處理爐中施以必要的熱處理，熱處理後以各種方法檢驗鑄造成品是否合乎鑄造的要求，將合格的鑄件包裝好之後即可出廠，完成鑄造程序。

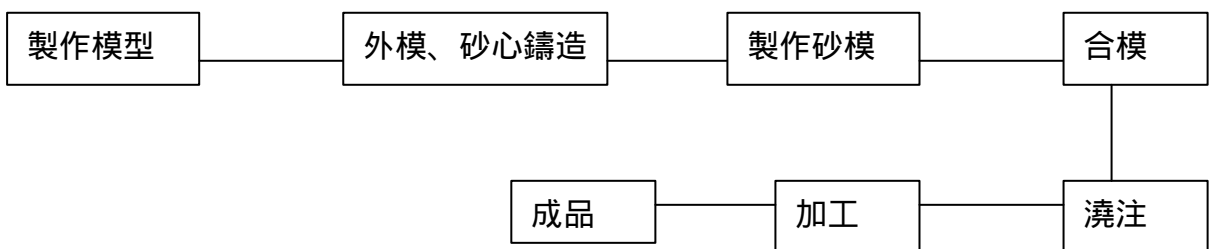


圖 4-1. 傳統鑄造程序圖

4-2 脫蠟鑄造法：

脫蠟鑄造法是一種常見的精密鑄造法，用來鑄造形狀複雜、加工困難、尺寸精密的小鑄件。脫蠟鑄造法又稱包模鑄造。首先依據所欲鑄之物件的形狀做成金屬模，金屬模做好以後，用射蠟機將蠟射入金屬模內，待蠟凝固後從金屬模中取出，即為蠟模型。蠟模型再裝上蠟製的澆冒口加以組合後即稱為蠟簇。再將蠟簇浸入一由粘結劑及耐火材料所混合而成的泥漿中，此工作程序稱為沾漿。沾漿後尚須再沾上耐火砂以填充其空隙，然後令其乾燥。乾燥後的鑄模再放入爐中加熱，蠟即由模中溶出，而鑄模內即形成與原來模型相同的模穴，完成脫蠟手續。脫蠟後的鑄模即可澆入金屬液，凝固後即可將鑄模破壞而取出鑄件，完成脫蠟鑄造法。

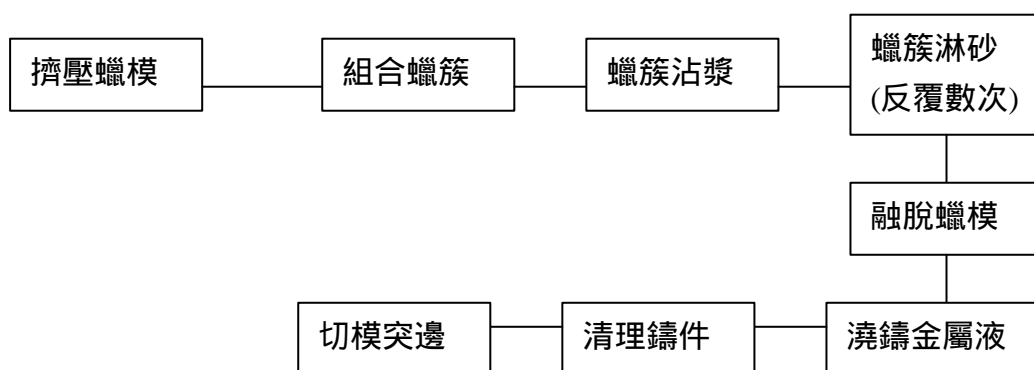


圖 4-2. 脫蠟鑄造程序圖

4-3 傳統、脫蠟和離心鑄造法的比較

離心鑄造法的特色：

離心鑄造法之應用相當廣泛，其生產效率高，工作面積小，鑄件組織緻密，強度高精度品質俱佳，可大量生產優良成品。

鑄件強度：

離心鑄造法 > 脫蠟鑄造法 > 傳統鑄造法

尺寸精度：

離心鑄造法 > 脫蠟鑄造法 > 傳統鑄造法

澆鑄溫度：

傳統鑄造法 > 脫蠟鑄造法 > 離心鑄造法

製作成本：

離心鑄造法 > 脫蠟鑄造法 > 傳統鑄造法

適於大型鑄件：

傳統鑄造法 > 脫蠟鑄造法 > 離心鑄造法

第五章 結論與改良

5-1 結論

- (1) 澆鑄的金屬熔液，如果溫度過高的話流動較佳，但是卻易於氧化，表面精度也會不夠；反之溫度過低的話，流動性不僅較差，並會在金屬熔液還未流入模穴成形時就已經凝固了。
- (2) 因為離心鑄造沒有冒口，如果澆口太大，會導致修整或加工時的不便，因而浪費材料；相反的，澆口太小的話，則金屬熔液會不易流入模穴，並會在流入前凝固。

5-2 改良

- (1) 澆口周圍的模形，最好是類似的形狀(如圖 5-1)，因為相似的形狀可以提高鑄件的完成率，且鑄出來的成品成分較均勻；如果形狀差異太大，在澆鑄旋轉時可能會失去平衡而振動。
- (2) 最好的澆道形狀為 V 字形(如圖 5-2)，澆道要深且要和鑄件的接觸面小，這樣修整或加工時，才不會浪費過多的材料。
- (3) 當澆鑄直徑一定時，轉速 rpm 應儘量提高。

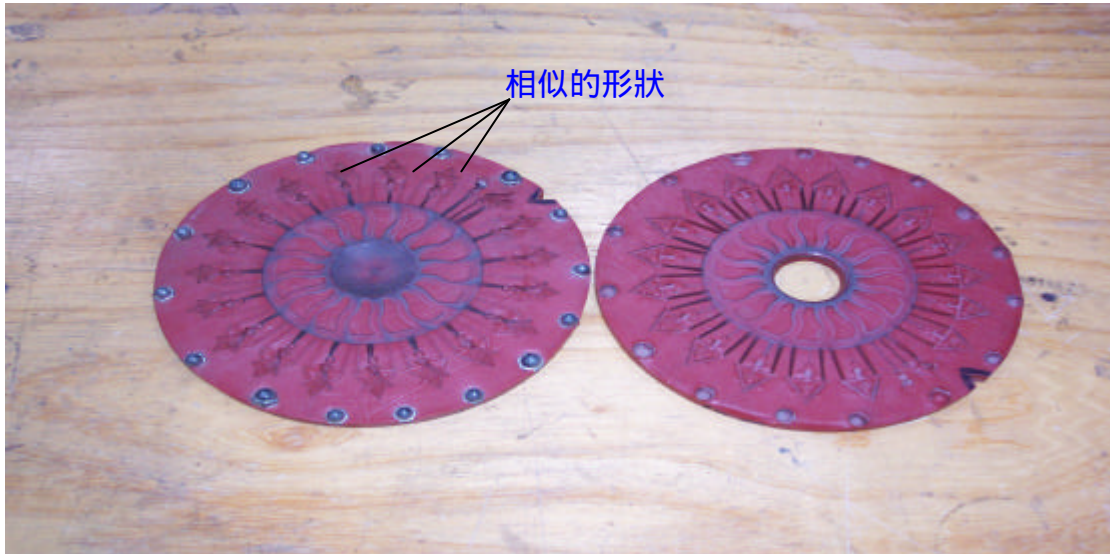


圖 5-1. 相似形狀的模形

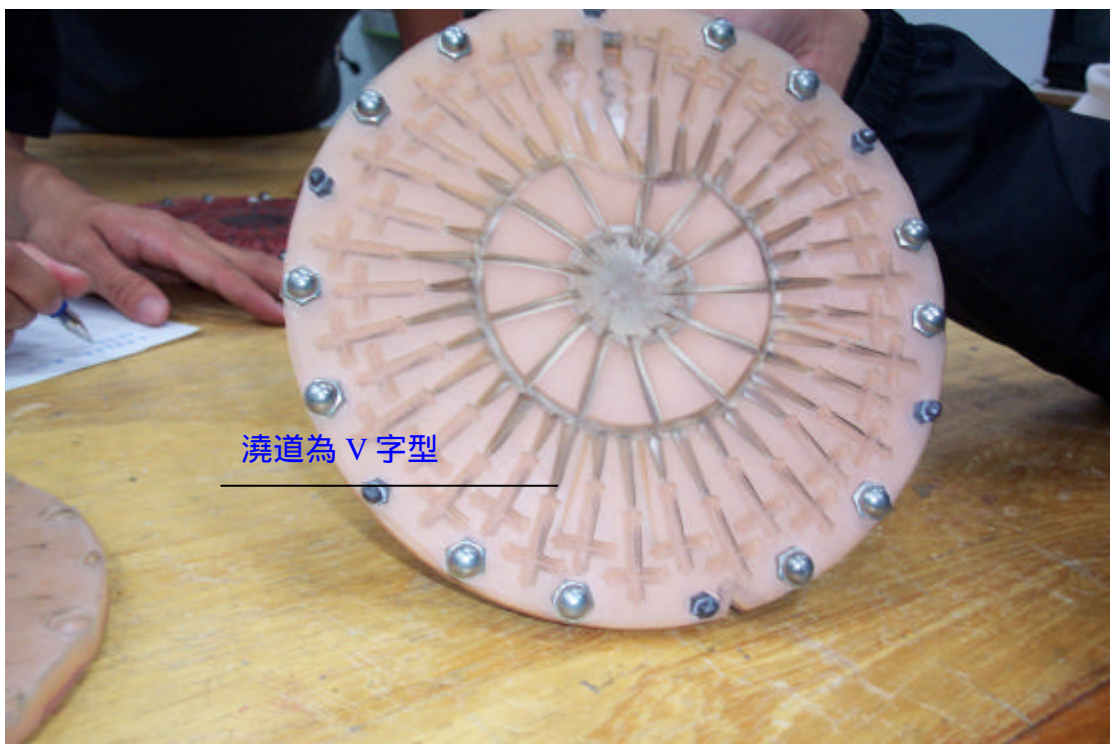


圖 5-2. 澆道為 V 字型的九英吋圓盤

第六章 參考文獻

1. 精密鑄造技術 傅豪、陳武宏編著 文京圖書公司 2000 年出版
2. 鑄造學 林文和、邱傳聖編著 高立圖書公司 1980 年出版
3. 特殊鑄造技術 日本鑄造技術講座編集委員會編 復漢出版社
1977 年出版
4. 鑄造技術之改善 楊義雄編譯 機械技術出版社 1987 年出版
5. 鑄造用模型製作法 于敦德著 三民出版社 1986 年出版

東南技術學院機械工程系

專題研究報告

離心鑄造製程之研究與改良

指導老師：梁乃文

學生：蘇子軒

郭政宜

黃欽彥

鄭光男

程建翔

王聖儒

中華民國九十一年十二月