建國科技大學
工業工程與管理系

一百學年度畢業專題製作

脫蠟鑄造製程標準作業程序書之撰寫-以僑柏精密鑄造工業股份有限公司爲例

A Writing of S.O.P. for Lost-wax Casting Process-Taking Geober Precision Casting Company as An Exapmple

IE100 日 四 A-03

指導老師

何志勤

製作學生

丁仰名 97405019
林柏存 97405020
張志鵬 97405021
王詠智 97405023
鄭文豪 97405024

中 華 民 國 一 百 年 十 二 月

建國科技大學　工業工程與管理系

畢業生專題製作口試委員會審定書

本系 一百 學年度畢業生：丁仰民、林柏存、張志鵬、鄭文豪、王詠智

等員

所提專題題目：脫蠟鑄造製程標準作業程序書之撰寫-以僑柏精密鑄造工業股份有限公司為例

合於大學生畢業資格水準，業經本委員會評審認可。

口試委員：楊哲維　林宗南

何志勳

指導老師：何志勳

系主任：

中華民國 104 年 12 月 14 日

摘要

企業爲了降低製造成本而能保證品質，滿足顧客之需求，必須使製造流程標準化，所以規劃標準作業程序(Standard Operation Procedure, SOP)是首要工作。本研究是協助僑柏精密鑄造工業股份有限公司撰寫製程之標準作業程序(SOP)，撰寫標準作業程序(SOP)的主要目的是要減少人爲操作錯誤，降低不良品之發生，並達到品質的一致性。

本小組在研究過程中，深入了解僑柏公司的流程及管理現況，再以所學之專業知識應用在此次改善探討。本小組在標準作業程序書中引用很多圖片，配合文字內容說明，讓工作人員能很容易了解，會把機器的操作順序一一的標示起來，讓操作的員工可以較快上手。

本小組以精簡、主動、直述句型來撰寫標準程序，以這樣的標準作業程序來解決操作人員與機器間介面問題，可確保機器與員工的安全，讓人更了解這個機器的操作程序，並方便以後經驗傳承。

關鍵詞：標準作業程序、人爲錯誤

Abstract

To create and follow Standard Operating Procedures(SOPs) is a must for a business to reduce production costs and meet customer requirements without compromising on quality. The purpose of Standard Operating Procedures (SOPs) is to carry out the operations correctly and always in the same manner. The study assists Geober Precision Casting Co.,Ltd. in preparing Standard Operating Procedures (SOPs) to reduce human errors and the occurrence of defects for more consistent work processes and quality.

In the research process, we examine the company's quality and process management and apply what we have learned in school to solve real-world problems. The Standard Operating Procedures (SOPs) that we propose include lots of pictures and step-by-step instructions. They are reader friendly, easy to follow and provide instructions appropriate for employee training and quick reference.

We use simple, short, and direct sentences to write the procedures for human – machine interaction. By following the SOPs, employees should be able to handle the machines competently and safely. These SOPs will also help hand down the best run experience.

Keywords: Standard Operating Procedure (SOP), Human Error

目錄

頁數

畢業專題製作口試委員會審定書---------- I
摘要---------- II
Abstract----------III
目錄---------- IV
圖目錄----------V
表目錄----------VII
第一章 緒論----------1
1.1 研究動機----------2
1.2 研究目的----------2
1.3 研究方法----------3
1.4 研究步驟----------4
第二章 文獻探討----------5
2.1 精密鑄造三大類型----------5
2.2 標準作業程序簡介----------10
2.3 標準作業程序寫作技術----------13
第三章 公司介紹----------18
3.1 公司簡介----------18
3.2 公司位置----------19
3.3 製作流程簡介----------19
第四章 撰寫標準作業程----------29
4.1 標準作業程序書撰寫----------30
第五章 僑柏鑄造公司導入標準作業程序----------33
5.1 射臘標準作業程序----------33
5.2 脫臘標準作業程序----------40
第六章 結論----------49
參考文獻----------50

圖目錄

頁數

圖 1-1　研究步驟流程圖----------4
圖 2-1　用包模所鑄成的來福準星----------6
圖 2-2　陶瓷殼模法----------7
圖 2-3　在模箱組合金屬樣模以製備石膏模----------9
圖 2-4　由乾燥爐出來之所完成的石膏模----------9
圖 2-5　真空鑄造、石膏模心之鋁葉輪的形狀----------9
圖 2-6　作業員了解與接受圖----------15
圖 2-7　言簡意賅的表示方式----------16
圖 3-1　公司位置圖----------18
圖 3-2　製作流程簡介----------19
圖 3-3　模具切削----------20
圖 3-4　射臘----------21
圖 3-5　組樹----------21
圖 3-6　沾漿----------22
圖 3-7　敷漿----------23
圖 3-8　蒸氣脫蠟----------23
圖 3-9　澆鑄----------24
圖 3-10 震殼----------24
圖 3-11 切串----------25
圖 3-12 燒口研磨----------25
圖 3-13 噴砂設備----------26
圖 3-14 產品品檢----------27
圖 4-1　標準作業程序書撰寫流程----------28
圖 5-1　射蠟準備流程----------32
圖 5-2　射蠟機控制箱----------33
圖 5-3　成型模之型號----------33
圖 5-4　壓力調整開關----------34
圖 5-5　射蠟作業流程圖----------35
圖 5-6　上下模塗抹離型劑----------36

圖 5-7　成型模推到射口正確動作----------37
圖 5-8　成型模推到射口錯誤動作----------37
圖 5-9　成型模適當位置----------38
圖 5-10 機器防呆裝置----------38
圖 5-11 取蠟模----------39
圖 5-12 雙手流程序圖----------40
圖 5-13 脫蠟準備作業流程圖----------41
圖 5-14 鍋爐啓動開關----------42
圖 5-15 脫蠟爐開關----------43
圖 5-16 殼模擺放方式----------44
圖 5-17 脫蠟爐開關----------44
圖 5-18 清除殘蠟----------45
圖 5-19 脫蠟作業流程圖----------46
圖 5-20 脫蠟爐開關----------47
圖 5-21 加壓時間表----------48
圖 5-22 壓力表----------48
圖 5-23 脫蠟爐開關----------49
圖 5-24 脫蠟爐開關----------49
圖 5-25 脫蠟爐開關----------50
圖 5-26 蠟回收作業流程圖----------51
圖 5-27 攪拌桶----------52
圖 5-28 靜置桶----------53
圖 6-1 脫蠟爐----------56

表目錄

頁數

表 2-1 精密鑄造三大類型比較----------5
附錄一----------59
附錄二----------60

第一章 緒論

我國具有五千年的歷史文化，自新石器時代的晚期，就已進入銅、石並用時代，根據考古學家發掘，在河北唐山等地出土的早期銅器，有鍛打成型的、也有熔鑄成形的，這說明了鑄造技術在我國的歷史淵源流長。而國外同爲人類文化的發祥地之一的埃及出土約爲西元前 3000 年時期的銅製武器及家用器具等，據考證當時古埃及人以能用脫蠟鑄造來製作他們所需品跟藝術品。

隨著工商業蓬勃發展，顧客對於產品品質的要求相對提高，企業爲了滿足顧客之需求，因而必須使製造流程標準化，能夠讓工廠產能提升效率，以降低製造成本，而能保證品質。所以規劃標準作業程序（Standard Operation Procedure, SOP）的工作，是企業要求基層人員對各項操作機器的規範，讓所生產之產品能有一致性的品質，減少不良率，以降低生產成本。

本專題是研究標準作業程序（SOP）的撰寫，以僑柏精密鑄造工業股份有限公司爲研究對象。該公司爲傳統的鑄造產業，相關製造技術多以師徒教導方式傳授，技術傳承上很容易有疏漏，徒弟要從錯誤中學習，相當費時費力。加上現在年輕人不喜歡從事勞動產業，該公司引進大量外勞，語言上之隔閡，更使得撰寫標準作業程序更加重要。本研究是協助僑柏精密鑄造工業股份有限公司撰寫製程之標準作業程序，從中了解如何撰寫出讓操作人員容易了解，不會誤解而發生錯誤之標準作業程序。讓該公司能利用 SOP 來作爲基本的工作人員對製造操作流程之訓練教材，在研究過程中所發現之問題給予適當建議，希望能保證產品品質，並提昇該公司之競爭力。

1.1 研究動機

台灣鑄造產業是標準的傳統工業，因爲該產業具有髒亂、辛苦及危險等特性，有意願投入此傳統產業的人越來少越少，爲滿足生產所需之大量人力，所以現今的鑄造公司大多引進外籍勞工來從事生產。因此造成此產業之人才斷層，老一輩技術主管與外籍勞工言語上溝通不良，造成生產作業之困難，也間接影響生產品質，此時標準作業程序就顯示其重要性。

1.2 研究目的

鑄造產業需要大量人力，因具有環境髒亂、工作辛苦與危險等特性，造成人員招募困難。僑柏精密鑄造股份有限公司（以下簡稱僑柏公司）爲解決此問題而引進大量外籍勞工，老一輩主管與外籍勞工言語溝通不良，間接影響到產品品質。因此本研究針對僑柏公司的鑄造步驟進行標準作業程序（SOP）導入，而撰寫標準作業程序（SOP）的主要目的是要減少人爲操作錯誤，降低不良品之發生，並達到品質的一致性。期望公司的每一位員工能深入了解其所操作機台的特性與工作程序之運作步驟，並專注機台的每一步驟之操作方式以及注意事項。同時也可以將發現隱藏的問題加以去改善，讓機器操作達到標準化的型態，進而提高機器之運作效率。

1.3 研究方法

本組是以實地觀察法進行此研究，所謂觀察法是指研究者根據一定的研究目的、研究提綱或觀察表，用自己的感官和輔助工具去直接觀察被研究對象，從而獲得資料的一種方法。科學的觀察具有目的性和計劃性、系統性和可重覆性。本組是到公司之工作現場作實地觀察，記錄製程之工作程序與各項工作要點與數據，再去撰寫該製程之標準作業程序。

觀察一般利用眼睛、耳朵等感覺器官去感知觀察對象。由於人的感覺器官具有一定的局限性，觀察者往往要藉助各種現代化的儀器和手段，如照相機、錄音機、顯微錄像機等來輔助觀察。本研究爲讓結果更具實用性，在觀察過程中應用錄影機將整個程序拍錄下來，作爲後續撰寫標準作業程序書之重要參考，讓標準作業程序書能完整地敘述整個操作程序，不會有任何疏漏。

1.4 研究步驟

本組研究步驟圖如下:



圖 1-1 研究步驟流程圖

第二章 文獻探討

2.1精密鑄造三大類型

精密鑄造是相對於傳統的鑄造工藝的一種鑄造方法。它能獲得相對準確地形狀和較高的鑄造精度。以下是三種精密鑄造法的比較:

表 2-1　精密鑄造三大類型比較

	包模法	陶模法	石膏模法
適用材質	所有材質均適合，尤其合金鋼最爲適合。	所有材質均適合。	限於熔點在銅合金以下之金屬最適合鋁合金。
尺寸精密	一般公差: ±0.5%以下	一般公差: ±0.5%~±0.2%	一般公差: ±0.5%~±0.2%
表面光度	2~20μ	5~30μ	3~20μ
形狀	適用於非常複雜之鑄件，含有內螺紋，盲洞亦可。	適於相當複雜之鑄件，可應用於預製之陶心，澆鑄空心鑄件。	適於相當複雜　鑄件。
壁厚	最小壁厚 0.5mm	最小壁厚 1.0mm	最小壁厚約.0mm
重量	可鑄 5g 到 100kg 鑄件，但最適用範圍爲 0.05~10kg。	可鑄重 10t 大型鑄件，但最適用範圍爲 0.5~300kg。	可鑄 30g 到 40kg 鑄件，但最適用範圍爲 0.1~20kg。
機器性能	結晶無方向性，可調整內眼組織以求改進。	性能較佳，因鑄件冷卻速度較快，結晶微細。	性能較金屬模、砂模稍劣。因冷卻速度緩慢，結晶易變粗大。
生產力	少量、大量生產均可，沾漿作業可採用自動化方式，生產力高。	少量、中量生產均可，生產力低。	少量、大量生產均可，生產力中等。
經濟性	成本高，但可藉由大量生產降低成本。	成本稍高，但是適用於金屬模具或大型精密鑄造。	成本稍高，但適用於鑄造非鐵合金之精密鑄造。
應用範例	噴射引擎零件、氣動渦輪零件、原子爐零件、耐熱耐侵蝕零件、小型精密鑄造。	金屬模具、耐熱耐侵蝕零件、渦輪噴嘴、中大型精密機件、美術工藝品。	金屬模具、葉淪、精密鑄件、電子器材用箱殼等、精密機件、其他美術品。

2.1.1　脫蠟精密鑄造法

脫蠟（lost wax）程序的名稱由來是因爲此法中的蠟製樣模最後在模型中溶化掉，留下來的模穴具有原來樣模上的細部形狀。此方法是 16 世紀的藝術家採用的鑄造法，即利用手工將蠟製成所欲形狀的製品，此蠟製品即是樣模，接著覆蓋石膏包模，俟石膏硬化以後，模具便放在烘爐中加熱，融化蠟樣模，同時乾燥和硬化石膏包模。此時剩下的模穴複製了原蠟樣模的複雜形狀，將融化之液態金屬填入模穴中，俟冷卻後，打破石膏包模，即得到所要之鑄件。如塑像之類的大型鑄件，若使用石膏模心，則鑄件必可以相當薄。文藝復興時期，Benvenuto Cellini 著知名黃銅雕像“Perseue”，即以脫蠟法製模而成。

現今的製造方法，是以鋼或黃銅製成預鑄造零件的複製品，複製品然後再做成鉍或鉛合金的對合鑄模。蠟燒入模型中，俟凝固後，打開模具就可取出蠟樣模，其成型操作係先以水冷是虎鉗固定著模型，加熱的蠟變在加壓下注入。有時亦用熱塑性聚苯乙烯樹脂代替蠟。

通常可以將幾個有入模口和冒口的樣模組起來，其方法是以熱絲加熱接觸面（蠟熔接）而得。此組件然後由金屬模箱支撐著。樣模先噴上細的矽粉混合後，再將磨細的耐火材料注入模箱中，此材料系並用酒精或水等混 合劑調稀。石膏固定後，翻轉模型，並在烘爐中加熱數小時，藉以融化蠟材料，且乾燥包模。鑄件可利用重力、真空、壓力或離心力進行鑄造而得。在此鑄造過程中，一般常使用的壓力範圍爲每平方吋3～30磅（0.02~0.2MPa）的壓力。待模穴冷卻後，便將石膏擊碎。切除燒口及流道後，鑄件須藉著輪模、噴砂或其他的拋光操作來清理之。

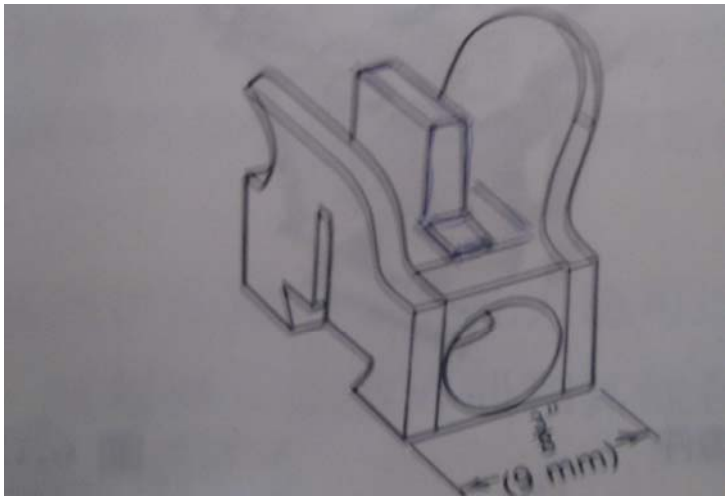


圖 2-1　用包模所鑄成的來福槍準星

2.1-2　陶瓷殼模法

此法和『脫蠟』法類似，也包括從耐火包模中，加熱去除樣模的流程。樣模是由油蠟或低熔點的塑膠製成，經常塑膠樣模的成本低於蠟模。蠟燒口的一端常常會裝上手柄，以利形成燒池。樣模組件反覆親入陶瓷泥漿中，並撒上耐火材料，此程序稱爲塗灰泥，重複進行前述操作直到殼後達到3/16~1/2吋（4.8~12.7公厘）爲止。

然後溶化樣模，陶瓷殼模在經乾燥，且在1800°~2000°F（980°~1095°C）下加熱燻烤，以除去水分和有機物質。從爐中取出沒有任何分模線殼模後，立即澆注溶融之液態金屬。鑄件冷卻的同時，打破殼模。無論鐵或非鐵金屬接可獲得高準確度及表面光平的鑄件。一般公差爲±0.005吋（±0.013公厘）左右，鑄造公差可以用壓模印或尺寸矯正法來改善之，但成本會提高。

有時候還會以凍結的水銀取代蠟或塑膠樣模。由要鑄造的部分製成金屬模型或模子，並具有所需要的入模口及燒口，當組合完必待燒注時，局部性地冷欲並充滿做爲潤滑劑之用的丙酮中。當水銀燒入模具型時，及驅出丙酮，在-76°F（-60°F）左右的冷卻溫度下約十分鐘內，即可完全凍結。

然後從模型中取出樣模，反覆侵入冷陶瓷泥漿中，形成包模，直到殼厚1/8吋（3.1 公厘）左右爲止。水銀在室溫下溶化，並從殼中去除之，經短時間乾燥後，再用高溫燒烤，如此可獲得硬而透氣佳的造型。然後將殼放入模箱中，以砂包圍殼、預熱殼、在通填入金屬於殼內。鑄造通常利用離心法完成。雖然此法可製作準確定極高的鑄件，然而他受限於生產成本高和水銀處理危險等缺點。



圖 2-2　陶瓷殼模法

2.1-3　石膏模鑄造法

石膏用作爲鑄造時，具有多孔性乾得快，但非屬永久模，鑄件取出後即破壞。樣模用藝切削的黃銅做成。並保持極小公差。並在標準大小模箱的底板上組合裝配，如圖 2-3 所示。放入石膏之前，須先噴灑脫模劑。石膏粉先加入強化和凝結劑、乾拌混合後再加水製成石膏（漿）。在將石膏燒在樣模上，並稍微振動模子，以確保石膏能填滿所有的小孔穴，石膏幾分鐘後即凝固在定位，然後用真空盤，從模型中吸出石膏模型，並在烘爐運送機上，用 1500F°（815C°）左右的溫度，除去模型中的水分。如圖 2-4 所示爲這些模型從乾燥爐中送出來的樣子。燒注之後，打破模型即可取出鑄件，並將多餘的石膏用可水洗去除之。

模型上的氣孔用於清除模型中可能產生的氣體，可由石膏的含水量控制之。當模型乾燥時，驅出的水會留下許多小通道，並做爲通氣孔。除了有適度的氣孔外，石膏模型上需要足以承擔鑄造的結構強度，並須有足夠的彈性，已允許金屬冷卻期間的少量收縮。

石膏模型僅適用於非鐵合金。此方法可以製造的小型鑄件很多，如飛機零件，小齒輪、凸輪、把手、汞零件；小型外殼和其他各種複雜的鑄件。

石膏模型鑄造的主要優點之一是尺寸的準確度高，另外又加上光滑的表面的砂模鑄造抗衡。由於石膏模型鑄造中，內部氣孔較少，不會有砂或其他夾雜物的問題。石膏之熱傳導係數低，金屬不致迅速冷卻，固可鑄造及薄鑄件。通常本法與高溫金屬例如黃銅之壓住較諸鋅與鋁更勝一籌。在高溫，金屬模型的壽命相當短，對於只有使用一次的石膏模型而言，溫度不是問題。

簡單的鑄造可維持±0.005 吋（±0.13 公厘）的公差，若尺寸須橫跨過分模線，則須在大一點點的公差，此法適於小量或大量的生產。

圖 2-5 所示爲複雜的鋁葉輪，鑄造法適利用真空燒入於石膏爲模心的鑄鐵模型中，真空融化與燒鑄技術，加上無水分的模型和低的燒鑄溫度，產生高強度和表面光製佳的產品。

此發法的二個主要變化：（1）泡沫石膏模型（2）Antioch 法。在泡沫法中，把一種泡沫劑加入水中，然後加石膏攪和，直到獲得所要秘道的膏漿。誦經乾燥爐之後，得到較佳退氣性的模型以供燒注。如此可結省材料，透氣性亦提高。在 Antioch 法中，典型的石膏模型會接受約 10 小時的高壓蒸氣，使得石膏模型

利狀並變得更具透氣性。然後侵入水中，再度室溫下，更進一步粒狀化並在烘乾。雖然模型內部爲粒狀，表面只是稍爲粗糙一點。

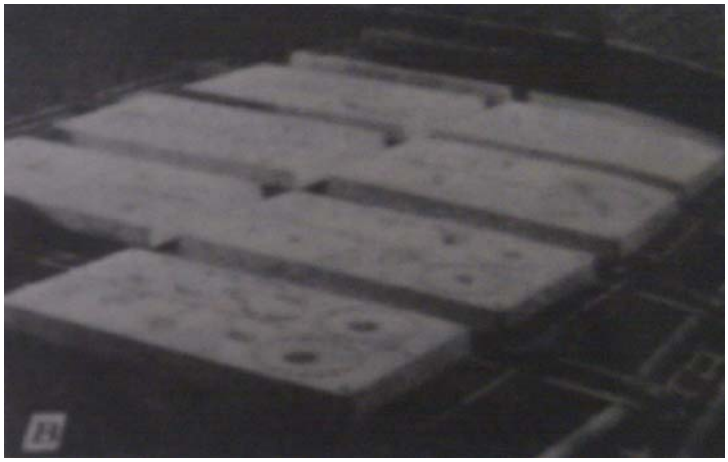


圖 2-3　在模箱組合金屬樣模以製備石膏模

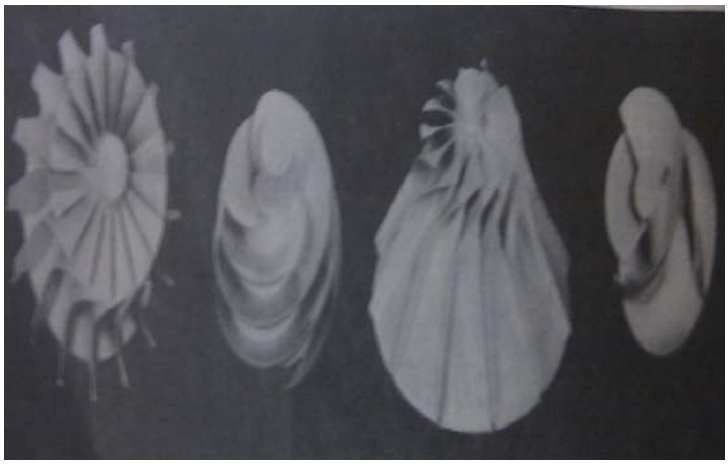


圖 2-4　由乾燥爐出來之所完成的石膏模

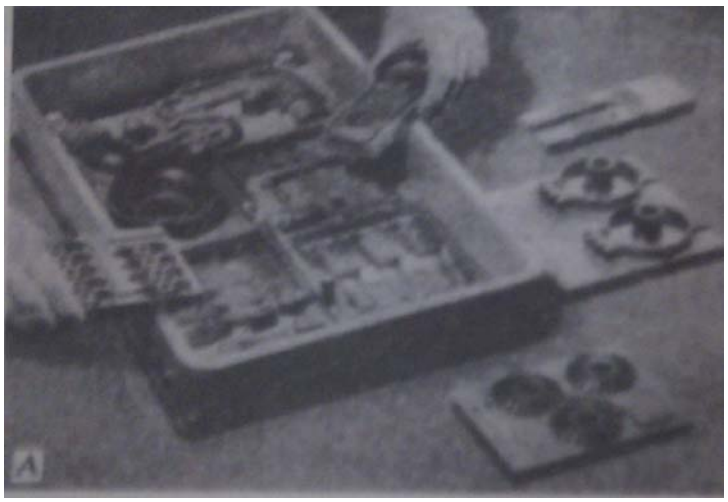


圖 2-5　真空鑄造、石膏模心之鋁葉輪的形狀

2-2 標準作業程序（SOP）簡介

2.2-1　標準作業程序的定義

「對於經常性或重複性工作，例如各種檢驗、操作、作業等，爲使程序一致化，將其執行過程予以詳細描寫之一種書面文件。」其目的在於減少人爲錯誤；降低不良率；建立高品質保證（quality assurance）的管理制度。

換言之，SOP 可說是有豐富經驗的研究者培養一種"師徒"關係的氛圍『即經驗承傳的一部分』。目前在生產作業上，所存在的操作知識庫或標準規範，其來源可能爲製程操作的技術文件，或來自現場"老師傅"多年的專家經驗。

其特點是當有需要品檢時，SOP 可併於品質保證規劃書之內作爲參考指引，並校正其標準化、文件等作業，或是要求。工作合約之履行，以達精密度、準確度、完整性、代表性與比較性的計量。最後還可作爲預防性及改善性的維護，以避免重覆犯錯的損失。

2.2-2　SOP 的目的

進行 SOP 的主要目的在於減少人爲錯誤而產生的不良率，並達到成本的降低與品質製作的均一性。「標準作業流程」（SOP）是企業界常用的一種作業方法， 其目的在使每一項作業流程均能清楚呈現，任何人只要看到流程圖，便能一目了然，有助於相關作業人員對整體工作流程的掌握。

2.2-3　SOP下列優點

1. 建立 工 作守則：根據事前規劃好的 SOP，可產生正確的方向，在適當的時間把事做好（do the right things，at the right time，do the things right），並確保新人對廠內SOP的標準動作程序有正確一致的觀念。

2.提高學習者的興趣及動機：人類天生難免有犯錯的機率，如果 SOP提供明確、簡單的指示和每一道步驟的陳述要點，新手只要依循明顯的提示以及有建設性的資訊引導，就能 按部就班依程序來迅速完成，在執行工作時有助於操控性的成就感，並提高學習的興趣和動機。

3.作爲訓練教材之用：當研究高層非常忙碌或不在場指導之時，SOP同讓現場"說話"，提供工作人員的自我學習訓練，並讓新人即早上手工作崗位。

4.節省時間成本：學習者可以針對較複雜 或不懂的動作，從 SOP 中進行

重複性的瀏覽，以節省訓練新進人員的時間。當助理人員的業務有所調整或離職時，必須重新訓練新人、重新了解檢定的流程，如果等操作熟悉後再投入工作合，對該計畫可能已具備專業技術，但也浪費不少成本而影響計畫進行。

2.2-4　如何制定SOP

1.寫總綱

首先，爲整個計畫任務撰寫一個綱要式的目標。此綱要只需勾勒出全面性的關鍵程序，並對整個計畫概況做全面性的描述。在此不需要列出每一項細節，能明確指出總綱流程的全貌，以確保計畫上都包含每一個分項即可。

其次，再把團隊裡的所有人力配置到這個程序當中。在資源評估階段中選定擔任實際執行的人員，並規劃很具體的內容目標。一方面可以避免出錯或確保不會漏掉任何關鍵的步驟，另一方面可以幫助計畫確認，並掌握即時解決問題和相當重要而被遺忘的資源。

2.確認綱要細節

當總綱流程大致確認完成後，再次利用團隊成員的幫助。檢查這些程序，找出不合理之處，使細項綱要更爲精斂，並聽取成員間的意見，確認沒有漏掉關鍵的步驟。最後經計畫內 每個人都同意綱要確實完整時，再將詳盡的細節追加上去，此後陸續將產生一階、二階等相關文件，讓計畫流程更完整與完善。

3.實際操作

請負責每一個程序的人來參與計畫所有細節的制定，並請執行人員記下「所有的步驟」來完成一份SOP文件，以預防計畫再次出現大的漏洞。

4.定期更新SOP

依制定好的 SOP 執行後一段時間，必需按現有資源（如軟、硬體設施或預算條件）的限制不斷更新，並保 SOP 不會過時或不敷使用。若有製作另一個 SOP，則應容易辨識以區分新舊版本的差異。使 SOP 的終極目標達到持續改善之道，以求真、求善的品質認可。

5. 保持作業彈性

爲防止無法考慮到所有狀況的發生，建議在每個單獨的SOP 之下，都要有SOP特定的標準擴充程序（Standard Escalation Procedures，SEP）。而隨著資料建立與資源利用的擴增，及早建構高度的擴充性及延展性，所產生的SOP 或資料庫等

文件檔案，方便日後與其他系統作爲交換資料。這麼一來共同目的就能確保每個需要瞭解問題的人，都能及時知道和正確參與，並降低干擾風險，以儘可能將問題快速解決。

2.2-5　SOP 資料蒐集方法

1.觀察法

觀察法是指研究者根據一定的研究目的、研究提綱或觀察表，用自己的感官和輔助工具去直接觀察被研究對象，從而獲得資料的一種方法。科學的觀察具有目的性和計劃性、系統性和可重覆性。常見的觀察方法有：

（1） 自然觀察法

自然觀察法是指調查員在一個自然環境中（包括超市、展示地點、服務中心等）觀察被調查對象的行爲和舉止。

（2） 設計觀察法

設計觀察法是指調查機構事先設計模擬一種場景，調查員在一個已經設計好的並接近自然的環境中觀察被調查對象的行爲和舉止。所設置的場景越接近自然，被觀察者的行爲就越接近真實。

（3） 掩飾觀察法

眾所周知，如果被觀察人知道自己被觀察，其行爲可能會有所不同，觀察的結果也就不同，調查所獲得的數據也會出現偏差。掩飾觀察法就是在不爲被觀察人、物、或者事件所知的情況下監視他們的行爲過程。

（4） 機器觀察法

在某些情況下，用機器觀察取代人員觀察是可能的甚至是所希望的。在一些特定的環境中，機器可能比人員更便宜、更精確和更容易完成工作。

觀察一般利用眼睛、耳朵等感覺器官去感知觀察對象。由於人的感覺器官具有一定的局限性，觀察者往往要藉助各種現代化的儀器和手段，如照相機、錄音機、顯微錄像機等來輔助觀察。

2.問卷調查法

問卷調查是以書面提出問題的方式搜集資料的一種研究方法。研究者將所要研究的問題編製成問題表格，以郵寄方式、當面作答或者追蹤訪問方式填答，從

而瞭解被試對某一現象或問題的看法和意見，所以又稱問題表格法。問卷法的運用，關鍵在於編製問卷，選擇被適合結果分析。

3.訪問法

面談法是由分析人員分別訪問工作人員本人或其主管人員，以瞭解工作說明中原來填寫的各項目的正確性，或對原填寫事項有所疑問，以面談方式加以澄清的方法。

4.小組討論法

小組討論法是將一組人選集中在一起就某個話題展開討論，面試考官在旁進行觀察篩選的一種甄選方式。

2.3 標準作業程序寫作技術

首先，要了撰寫SOP就必須先把SOP的一些技術給一一的去熟知，並且也整理了關於SOP的技術，這些技術都是關於撰寫方面，說明撰寫這部份的重點這也說明撰寫的重要性，因爲寫的不清楚或者是太複雜的敘述都會造成之後的操作人員誤解，結果就是會害製造程序會有失誤。避免失誤的發生，所以以下的方法是來降低操作機器的失誤。

字間間距：發現較密集的排列型是比較正規的排列形式閱讀起來比較快速。

行間間距：使印刷文字更清楚閱讀起見，宜加大文件中各行的間距。

舒適閱讀：文字的能解度不止是受到文字的實體特徵或者是編排的特殊手法所影響。

文件的圖示顯示：根據文獻的一般結論則認爲圖形資訊對於速度比較重要，而文件則對於精準度比較重要。

精密閱讀：正常的閱讀距離大約12吋到16吋之間，習慣上通常使用9~11pt的大小來印刷報紙和雜誌，而此種大小（0.09~0.11in；2.3~2.8mm；視焦爲22~27min）爲列印文數字材料的基礎。

印刷式樣：更要講究適當的印刷式樣（1）觀看條件不佳（2）相重重要或危急性的訊息（3）在遠距離看時（4）使用者視力不佳時

字體寬高比：一完整的文字其寬度與高度的關係通常用「寬高比」來表示，可用比例（如3:5）或百分比（如60）。使得3:5的比例使用的相當得普遍，且已獲得

實證的支持。

筆劃粗細：筆劃粗細的寬高比簡稱爲粗高比。光滲作用便是在黑底上所呈現的白色字體會有像黑色背景滲透擴展的現象。

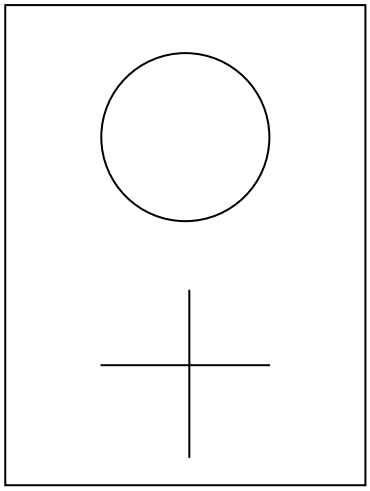
大小寫字體：由研究文獻彙總發現，小寫的文件比全部都是大寫的較容易閱讀。其原因在於由小寫文字所組成的英文單字其整體造形看起來遠比大寫單字來得獨特而容易區別。

2-3-1 標準作業程序之要領

標準作業程序之撰寫係以操作者在閱讀程序書時對其作業描述之滿意程度，以及在執行程序書時對其安全顧及之重要程度當作兩個向度，用以檢視製造程序書撰寫之品質與嚴謹度。

首先定義第一個指標，操作者在閱讀程序書時對其作業描述之滿意程度，簡稱滿意度指標。經本研究整理，一本撰寫良好之製造程序書，須具備以下六項適讀指標，這樣一位訓練合格的操作者，在閱讀時，才能在很短的時間內，充分理解文字敘述之意義，全然了解操作程序，並能正確的執行操作，現依序說明如後。

1.句子形式———雖然 Broadbent(1977)的研究曾發現一些例外，但一般以肯定與主動的句子，最容易被操作人員所了解與接受；例如，Clark and Chase(1972)稱，對圖 2-6 句子描述可以肯定、否定、一致性與非一致性等四種方式呈現，發現以肯定與主動之句子描述最能使人容易瞭解，且花費的時間爲最短。



	肯定	否定
一致性	○在+上面	○不再+下面
非一致性	+在○下面	+不再○上面

圖 2-6　作業員了解與接受圖

2.句子的操作———句子依其操作順序作直描述，易使操作者理解；例如「按(關)綠色指示燈按鈕前要關掉節流閥」，此句子的寫法很容易誤會在節流閥尚未關掉前，會有很多綠色指示燈已被開啓的狀態，若將此句子改成「先關掉節流閥在按綠色指示燈按鈕」不但可以配合操作，還可以減少不必要之誤會。

3.先用先語意(semantic)後語法(syntactic)的模式撰寫句子———句子已先語意後語法的方式呈現，最容易使操作人員形成製造、測試、拆裝、組裝甚至維修的心智模型(mental model)。所謂語意係指認知系統中行程的命題關係，探討在不同的字彙概念間，如何連接一起，這與字彙的選擇有關；語法係指句子中字彙順序之安排與組織\。由於語意中字彙的選擇會受到語法結構的影響，因此程序書撰寫時，要考慮句子呈現方式，這樣操作者才易於瞭解。例如，此句子考慮到語法的關係寫法爲「自附件齒輪箱軸承上拆卸小號的 6 枚螺栓(件號:123456)」，若再加上語意訊息之考慮，將該句子改成「將 6 枚小號螺栓(件號:123456) 自附件齒輪箱軸承上拆除」，則容易使操作者明瞭，且語意句通順。

4.能用簡單句就不要用複雜句———Marcel Adam Just and Patricia A. Carpenter(1922)認爲語法結構愈複雜，消耗的心智資源就愈多，相對可用於理解的資源就愈少，因此適讀句子文法結構要言簡易賅；例如，以下同樣意義兩個電梯告示牌，表達相同的意義，不見得所呈現文字愈多，就愈讓人明瞭，如圖 2-7 位於下面的告示牌所呈現之資訊，字較少反而容易瞭解。

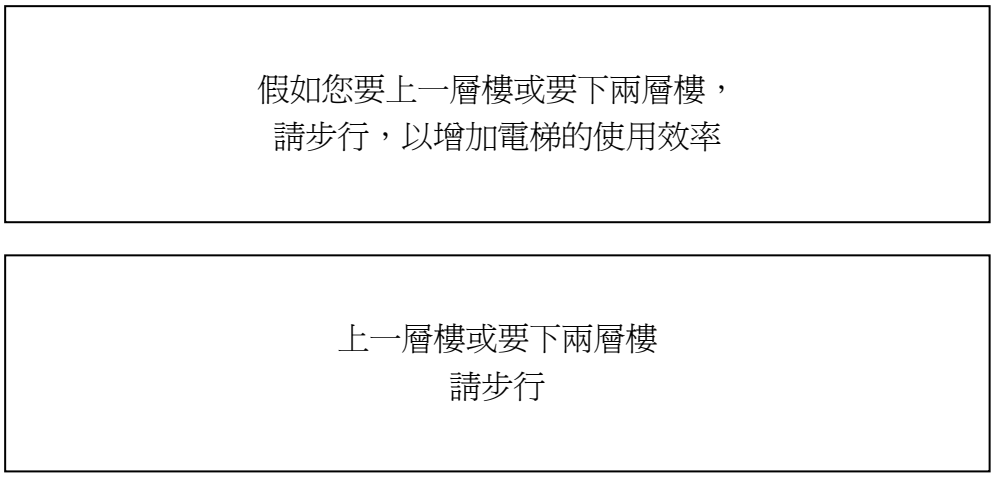


圖 2-7　言簡意賅的表示方式

5.添加說明範例———Foss，Rosson and Swrith(1982)所作的研究發現，有範例說明的說明書其學習效果，比沒有範例說明的說明書要佳，因此，在製造程序書中，對於精密複雜之系統件，要盡可能的用範例方式說明。

6.提供實務狀態之圖形———Kammann(1975)的研究發現，手冊完全只有文字的敘述，閱讀者的理解力只能達到三分之二，若輔以說明圖示或流程圖，則理解力可相對提高三分之二以上。

第三章　公司介紹

3.1 公司簡介

僑柏精密鑄造公司創立於 1990 年，公司位於台中市西屯區工業一路 132 號，該公司於 2003 年時通過 ISO9001 品質認證，現有面積廠房至 5000 ㎡。主要生產精密鑄造的零件，例如：機械用品、軍需用品以及其他製造業所使用零件…等。

該公司的生產所使用的依客戶的需求來製作出產品，使用鑄造材料有：不銹鋼、合金鋼、鉬鉻合金鋼、碳鋼、鋁鑄品、銅鑄品等。僑柏公司依需求草圖或顧客構想來製作產品，另外公司還提供表面粗造度讓客戶選擇，表面粗造度部分有：Ra3.0~Ra6.0、染黑、酸錳、電鍍及鎳析出等；加工的部份有洗口加工部位、鑄件最後斷面、澆口截切後預留高度 0.5 ㎜以及內澆口截切後加工磨平。

鑄件加工平直度可直方式或是整形方式來達到尺寸的要求，平直度的尺吋有兩種，一爲公制二爲英制。英制的尺吋範圍小於 2.0″ ± 0.010″、6.0″~8.0″ ± 0.030″ 等；公制的尺吋範圍小於 50 ± 0.25、150~2000 ± 0.75 等。鑄件加工的角度 ± 1°、切誤小於 1/2°，如小於 1/2°可能造成鑄件的性能降低。通常鑄件內外倒角愈大愈好，這樣可增加鑄件性能，倒角的範圍 0.5 ㎜~1.5 ㎜。現今公司提出的選擇和售後產品服務絕對讓客戶滿意。

品質政策與目標

品質是該公司的命脈，在製作過程中皆以確品質優良爲最高原則，公司全體員工都將此一信念融入每日實際作業之中，使其成爲一種觀念、一種習慣。由於其主要理念與承諾乃是在符合客戶需求及產品品質保證、合格安全的原則下，提供最佳服務。



爲了使公司產品品質更上一層樓，並受到客戶的信賴與肯定，該公司會針對客戶的需求及意見做改善，以達到品質保證與客戶滿意的目的，進而讓公司能不斷成長、永續經營，因此該公司品質政策爲：

僑柏品質管理，保證客戶滿意！

3.2 公司位置

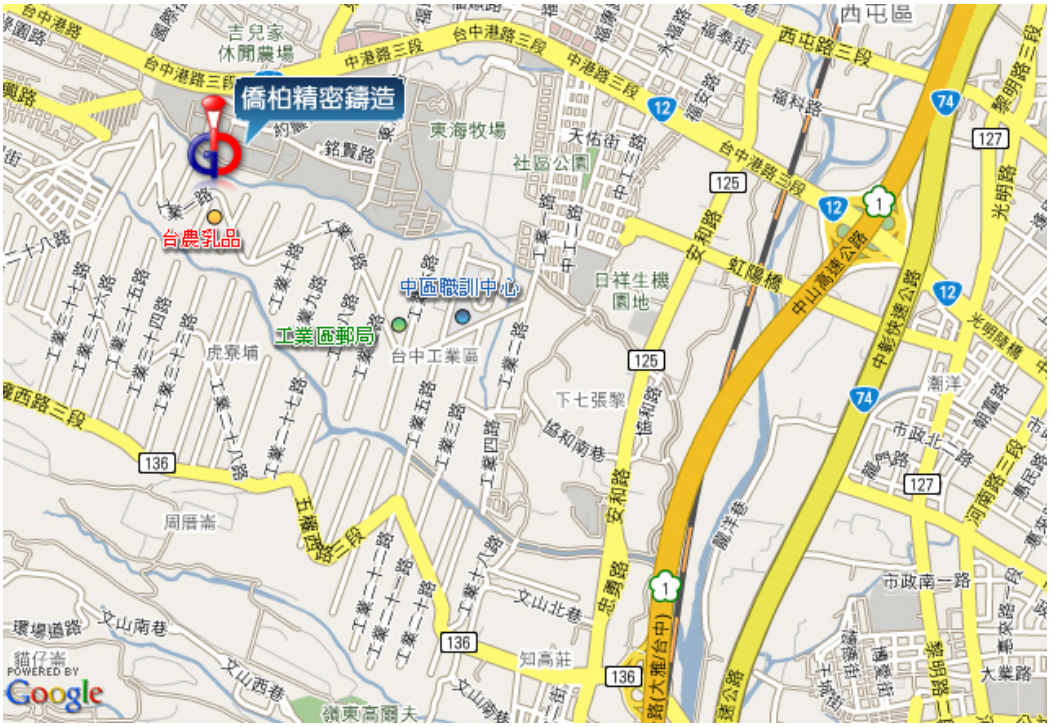


圖 3-1　公司位置圖

僑柏精密鑄造工業股份有限公司地址是：台中市西屯區工業一路 132 號。

TEX：886-4-2359-3058　FAX：886-4-2359-2078

由台中中港路轉入工業區後，沿著工業一路走就可以到達。因爲是單一的路線，不會很難找，工業一路是條四線道之馬路，相當寬敞，運輸車輛的進出比較不會造成擁塞，該公司原物料、設備、半製品等之運輸相當方便。

3.3 製作流程簡介

僑柏公司脫蠟鑄造的製造流程如下圖：

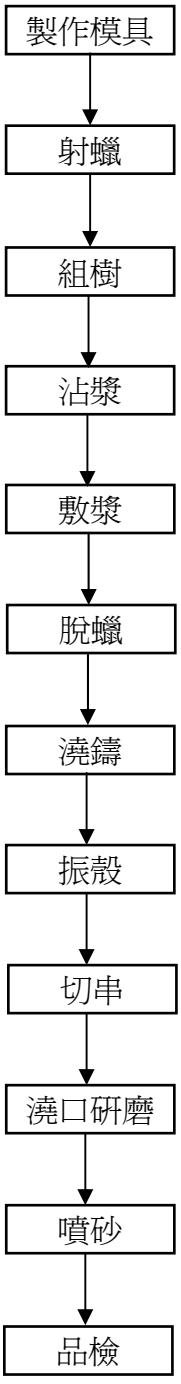


圖 3-2　脫蠟鑄造的製作流程

一、製作模具程序(見圖 3-3)

僑柏公司接到客戶訂單後，根據客戶所提供之藍圖，考量金屬冷卻之縮水率及脫模之程序，設計脫蠟鑄造所使用之蠟型成形模。完成之蠟模設計圖交由機械加工廠加工製造，一般均使用鋁合金爲基材，以機械加工的方式切削製成。鋁合金模由數件組成，射蠟之前由手工組合、鎖定、射蠟完成之後再以手工拆卸，取出蠟型，部份成形模係利用主模型倒入或噴塗低熔點合金而作成，或將主模型擠壓入超塑性金屬板而成形。



圖 3-3　模具切削

二、射蠟(見圖 3-4)

常用的蠟質係凝固溫度範圍大者，以半固狀態押入裝於射蠟機的模具內部，押射壓力常爲 7~12kg/cm^2，有時爲 50 kg/cm^2，製作蠟型時，須注意金屬模溫度，蠟的押入溫度、押入壓力、離模時間、蠟型的溫度以獲得尺寸安定性。



圖 3-4　射蠟

三、組樹(見圖 3-5)

組樹是把形成鑄件的熔模和形成澆冒口系統的熔模組合在一起，主要有兩種方法：焊接法和機械組裝法。焊接法是用薄片狀的烙鐵將熔模的連接部位熔化，使熔模焊在一起，此法較普遍。機械組裝法在大量生產小型熔模鑄件時應用，國外已廣泛採用機械組裝法組合模組，可使模組組合效率大大提高，工作條件得到改善。若干個蠟模使用蠟料焊接在一個直澆口上，裝配成蠟模組。直澆口的中心是一個鐵芯，外同是蠟制的直澆口，其直徑較大，同時起補縮冒口的作用。



圖 3-5　組樹

四、沾漿(見圖 3-6)

沾漿將蠟模組置於沾漿中浸漬，使沾漿均勻地覆蓋在蠟模組表面。沾漿是由耐火材料（石英粉）、粘結劑（水玻璃）組成的糊狀混合物，它使型腔獲得光潔的面層。在熔模鑄造中，0～4%用得最普遍的粘結劑是矽酸膠體溶液（簡稱矽酸溶膠），如矽酸乙酯水解液、水玻璃和矽溶膠等。其組成物質主要爲矽酸和溶劑，有時也有穩定劑，如矽溶膠中的酸乙酯水解液是矽酸乙酯經矽水解後所得的矽酸溶膠，是熔模鑄造中用得最早、最普遍的粘結劑。水玻璃殼型易變形、開裂，用它澆注的鑄件尺寸精度和表面光潔度都較差。但在我國，當生產精度要求較低的碳素鋼鑄件和熔點較低的有色合金鑄件時，水玻璃仍被廣泛應用於生產。矽溶膠的穩定性好，可長期存放，制型殼時不需專門的硬化劑，但矽溶膠對熔模的潤濕稍差，型殼硬化過程是一個乾燥過程，需時較長。



圖 3-6　沾漿

五、敷漿(見圖 3-7)

敷漿它是使浸漬塗料的蠟模組均勻地粘附一層耐火材料，以迅速增厚型殼。目前，熔模鑄造中所用的耐火材料主要爲石英、剛玉以及矽酸鋁耐火材料（ 耐火粘土、鋁釩土、焦寶石）如，有時也用鋯英百、鎂砂等。



圖 3-7　敷漿

六、蒸氣脫蠟法(見圖 3-8)

蒸氣脫蠟法，是爲高壓蒸氣脫蠟機，用 150 度，80psi 之高壓蒸汽，穿透模殼蠟膜錶面接觸，以蒸汽之潛熱將蠟熔脫，使用高壓蒸氣法的回收率高達 95%非常經濟，而脫蠟時間約 10 分鐘。

脫蠟完成後，包模應在經過約 900 度的燒結過程，以使部分殘留在模內的蠟完全去除，並可增加包模的強度。



圖 3-8　蒸氣脫蠟

七、澆鑄(見圖 3-9)

澆鑄是將熔煉出的預定化學成分與溫度的金屬液趁熱澆注到型殼的過程。常

用的澆鑄法是熱型重力澆鑄法。這是用得最廣泛的一種澆鑄形式， 即型殼從焙燒爐中取出後，在高溫下進行由澆鑄。此時，金屬在型殼中冷卻較慢，能在流動性較高的情況下充填鑄件，故鑄件能很好複製型腔的形狀，提高了鑄件的精度。



圖 3-9　澆鑄

八、振殼(見圖 3-10)

振殼冷卻後，破壞型腔，取出鑄件，去掉澆口，清理毛刺。熔模鑄件清理的內容主要爲：從鑄件上清除型殼；從澆注系統上取下鑄件；去除鑄件上所粘附的型殼耐火材料；鑄件熱處理後的清理，如除氧化皮、切邊和切割澆口殘餘等。



圖 3-10　振殼

九、切串(見圖 3-11)

鑄鋼不易折斷，可用炔焰切斷、手鋸、砂輪片、鋸床等切斷。



圖 3-11　切串

十、澆口研磨(見圖 3-12)

鑄件的燒口、冒口等用榔頭敲斷去除，但應注意不可敲到鑄件，多餘毛頭與毛邊用砂輪磨平。



圖 3-12　澆口研磨

十一、噴砂

噴砂又名吹沙，利用細粒之磨料以高速在鑄件表面上擦過，以除去附黏物，如沙粒、鏽蝕及污垢等。表面清理法所用之磨粒有矽沙、碳化矽粒、冷硬鑄鐵粒、鋼絲剪切之小段等。顆粒細度，視用途不同而異，一般在 10 至 120 號之間。磨粒噴射的方法有二，其一爲空氣壓縮法；其二爲離心力摔拋法。喬柏公司所使用的是空氣壓縮法所以本文只討論空氣壓縮法;在空氣壓縮法中又有吸取式及直接壓力式兩種，前者是磨粒於漏斗式的容器，下有軟管噴嘴。此噴嘴爲三通式，另一管道連結壓縮空氣容器或空氣壓縮機，當壓縮空氣經此噴嘴時，磨粒隨此噴流噴出，如下圖 3-13 所示。此方法通常是由工人手持噴嘴操作可做方向和高度的噴射，適應性高；但操作時灰塵飛揚，工作必須在密閉之室中舉行並且工作者必須戴口罩及戴手套以保護皮膚；最好是皮手套。至於另一種是直接壓力式是磨粒容器本身亦爲一壓縮空氣儲櫃，操作時磨粒與空氣同時由噴嘴噴出。

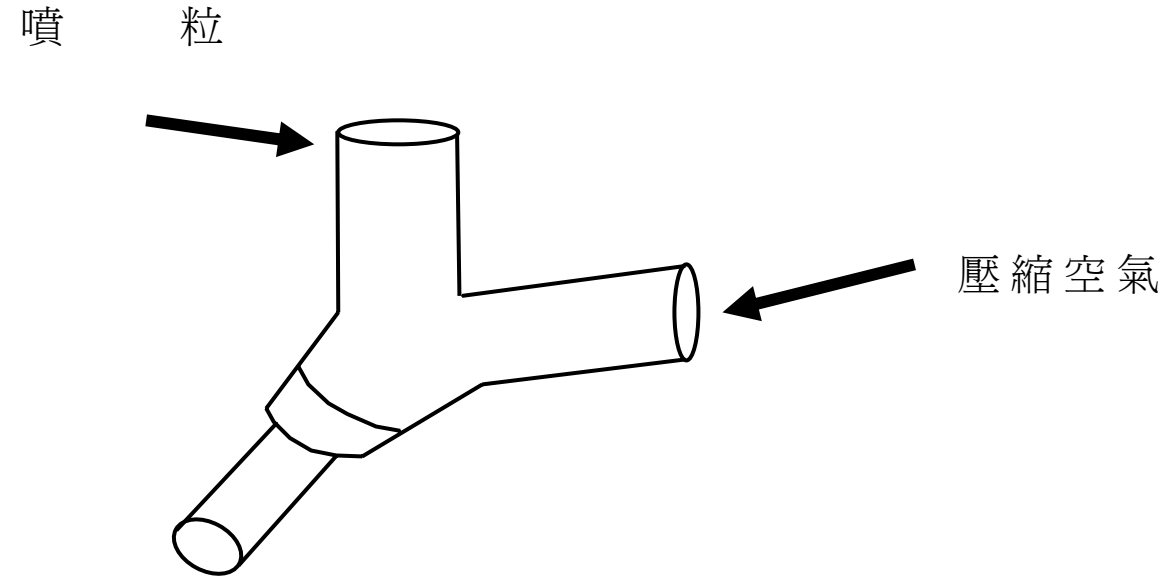


圖 3-13 噴砂設備

十二、品檢

鑄件要做進一步加工或要出廠之前必需完成各項必要的檢驗，以保證品質，此舉不但有助商譽，且可以避免下一步的加工浪費;減少廢品，有利於降低成本，最重要的是可以求得到工作經驗及提高技術水準。

鑄件品質檢驗有下列項目:

(一) 尺寸檢查以游標尺、測微計等量具測定，可發現尺寸或形狀的誤差、反翹。

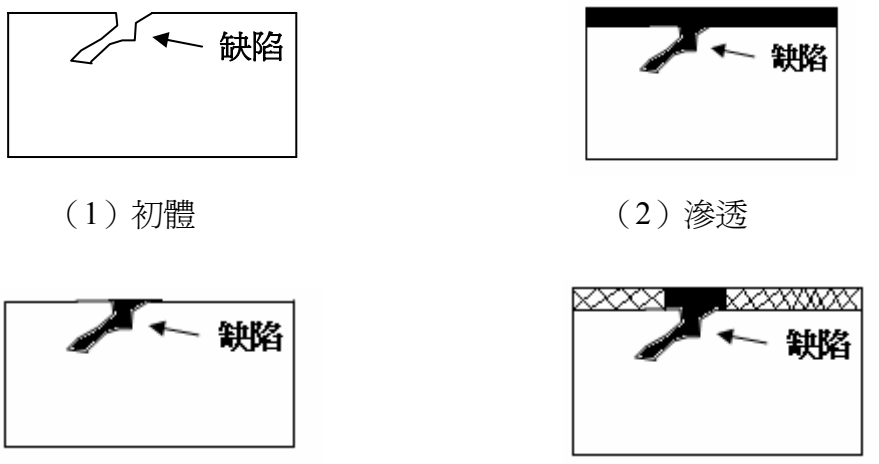
(二) 外觀檢查利用目視可檢查不定形瘤孔、破裂、鑄肌不良、燒不到、形狀誤差等表面缺陷。

(三) 重量檢查以秤測定重量，可推定內部之收縮孔狀態。

(四) 錘擊檢查以錘釘打診斷，可檢查破裂、內部收縮、材質不良。

(五) 滲透探傷檢查

(六) 滲透探傷檢查是在材料表面開口的缺陷上，塗抹液體，及滲透液，利用滲透液被吸入缺陷內部的毛細現象，藉被吸入的液體可發現缺陷如下圖 3-14 所示。



（1）初體　（2）滲透

（3）洗淨　（4）現象

圖 3-14 產品品檢

第四章 撰寫標準作業程序（SOP）

僑柏公司管理階層發現該公司之領班與外籍員工之間言語溝通不良，造成工作上許多困擾，產品之品質與生產效率有下降之趨勢，雖然有人力仲介公司之翻譯幫忙，還是無法完全改善。經過管理階層開會商討認爲要解決此問題，該公司需要一套標準作業程序。本組專題成員經指導老師介紹，正與該公司洽談專題製作事宜，因此接下此任務，協助僑柏公司撰寫標準作業程序。僑柏公司主要是生產精密鑄造鋼品的公司，本小組要撰寫標準作業程序，必先瞭解精密脫蠟鑄造的工作流程與細節，其中主要製程有分爲：製作模具、射蠟、組樹、沾漿、敷漿、脫蠟法等製作程序，由於專題研究時間有限，該公司生產排程步驟無法配合本組織研究，經該公司董事長和專題老師以及組員討論後，決定此次專題以專寫射蠟與脫蠟兩個製程爲主，其他製程則以後再執行。標準作業程序書撰寫流程詳如下圖所示：

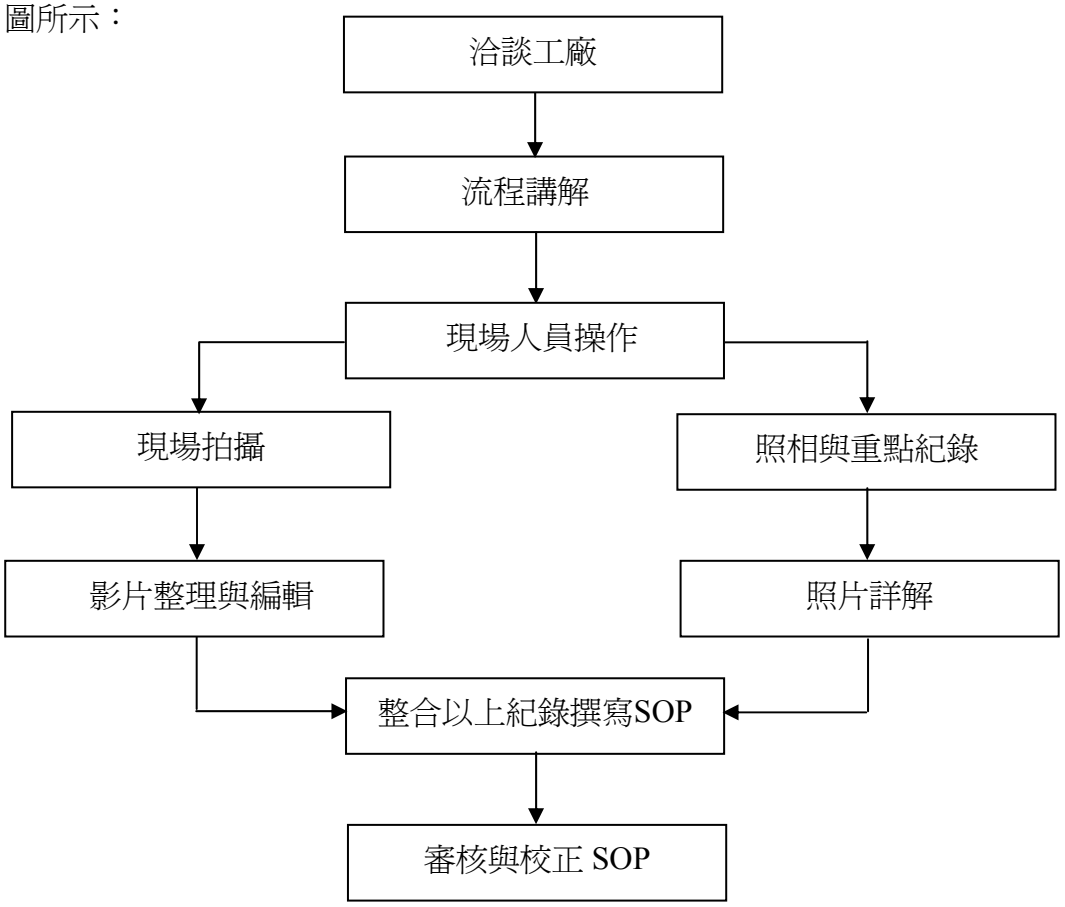


圖 4-1　標準作業程序書撰寫流程圖

4.1 標準作業程序書之撰寫

本專題執行標準作業程序書之撰寫大致可分爲下列四大步驟：1.瞭解製造程序，2.工作人員操作示範，3.撰寫標準作業程序，4.最後審查與校正。每一步驟之詳細工作內容，敘述如下：

1.瞭解製造程序

僑柏公司平日生產業務繁忙，無法全力支原本專題製作，本小組對脫蠟與射蠟製作進行標準作業程序之導入。此階段主要工作是瞭解製程主要操作過程，一般先由董事長以口頭方式說明該製程之操作步驟與流程，每一個操作步驟必須注意之事項，讓本小組對該製程有初步之認識。接著到工作現場，由現場工作人員或領班先對要操作之機具先做簡單之介紹，並說明要使用之開關或顯示儀表做說明。開關部分告知其功能及操作方式，並會強調安全注意事項，如蒸氣釋放開關操作時要先打開四分之一，不可一次全開，以免壓力過大而造成機具與人員損傷。領班並詳細講操作時須前注意項目：1.安全，例如射蠟（不可以手掌放置於模具上方，避免機器壓板意外啓動，造成人員或機器之傷害。）2.操作步驟及數據，例如：當射蠟溫度過低時，會造成射蠟無法填滿蠟模之問題；射蠟溫度太高時，蠟模型容易產生縮凹，尺寸不精確。3.操作前的準備工作，例如：脫蠟排放時注意下列事項：（1）澆口杯要朝下，（2）放置殼模之鐵籃要拴在推車上固定之，以確保推車移動時，殼模不會傾倒。顯示儀表部分則會說明儀表之刻度與單位，操作開關時要如何配合儀表顯示操作。本組在此階段要對製程中要操作之機具做深入瞭解，首先要知道其功能，並記錄各開關與儀表之位置，操作方式與操作範圍，作爲撰寫標準作業程序之重要參考。

2.工作人員操作示範

領班說明製程中使用之機器的開關用途與注意事項時，會同時操作機具示範。但是領班一邊操作一邊說明時，往往會被組員提出之問題所干擾，無法專心操作機具，因此製程有時會不按照原來規定順序操作，造成組員觀察之疑惑。所

以提議將操作示範與解講分開，第一步驟時操作人員已將過程講講過，此階段則讓操作人員能向平日一般專心操作。爲了能詳實紀錄操作程序每一個步驟，本組組員運用影像記錄工具：照相機與錄影機。照相機拍攝各重要紀錄畫面及檢查要點，錄影機則全程紀錄操作人員之操作過程。組長將本組組員分配三部分，分別擔任下列任務：1.現場全程錄影，所拍攝之影片可作爲撰寫標準作業程序之主要參考依據，同時可剪接成新進人員標準作業程序訓練教材。2.重點畫面照相紀錄，如射蠟機蠟油溫度設定或脫蠟時間計算等重要畫面可以相片方式呈現。3.撰寫操作程序之安全注意事項以及各重要數據之紀錄。

3.撰寫標準作業程序

整理上述所蒐集之資料後，可以參考這些資料開始撰寫脫蠟與射蠟的標準作業程序。專題老師教導撰寫標準作業程序需以清晰簡單、直述與主動句子來表達，且順序不可顛倒或是其他文法來撰寫標準作業程序，利用現場拍攝影片觀看流程對照撰寫的標準作業程序書，組員與老師討論後，用簡單，直述與主動句型敘述加圖片來呈現我們共同製定僑柏公司的脫蠟與射蠟的標準作業程序。

標準作業程序（SOP）之撰寫要注意項目大致有下列重點：

（1）要簡單直述句型去敘述工作之過程，研究結果發現：一般以肯定與主動之句子最容易被操作人員所了解與接受。故撰寫此標準作業程序要儘量以肯定與主動之直述句說明每個程序的操作過程，確保每個操作人員閱讀此標準作業程序都懂得操作的方法，即使是新進操作人員也可經過簡單訓練過程，很快懂得操作這些作業流程。故任何好的 SOP 設計目標就是“無須學習、一看就懂”，讓新人容易上手。

（2）句子要依照製程操作程序做直接敘述，使操作者容易瞭解，而且不會誤解。例如射蠟作業中「先以高壓空氣清潔與乾燥，然後在上下模之內部凹槽表面塗抹離型劑。」之句子，若寫成「在上下模之內部凹槽表面塗抹離型劑之前，先以高壓空氣清潔與乾燥。」會造成操作人員還未以高壓空氣清潔與乾燥凹槽表

面就先塗抹離型劑。

（3）要以最簡潔之句子去敘述 SOP 之操作程序。Marcel Adam Just and Patricia A. Carpenter （1992） 研究認爲語句結構越複雜，消耗心智資源越多，相對可用於理解之資源越少，因此技術文件應重視文章之可讀性，而不需在意文辭是否優美。

（4）要提供實務狀態之圖形說明。Kammann（1975）研究發現：若文件只有文字敘述，閱讀者之理解力只能達到三分之二，若輔以說明圖示說明，則理解力可相對提高三分之一以上。所以本專題所撰寫之標準作業程序均有現場所照之相片加以說明，讓閱讀者更容易了解。

4. 標準作業程序（SOP）之審查與校正

本專題小組第一次接觸脫蠟鑄造程序，雖然在觀察過程中努力紀錄每一個操作程序與重要數據，並以現場錄影方式協助紀錄。回來再以個人筆記與觀看錄影影片來撰寫此標準作業程序，由於沒有實作之經驗，難免會有疏漏。所以本小組完成標準作業程序之初搞，請指導老師先行審閱，審查文章之可讀性，讓使用者能輕鬆閱讀，容易了解。標準作業程序之語具修正後，再送給僑柏公司的董事長審閱，請他由專業觀點審查標準作業程序是否有任何疏漏，或是在重要的關鍵操作加強安全注意事項，同時也請他將一些經驗公式或數據寫在標準作業程序中，方便後續傳承。

第五章 僑柏精密鑄造公司導入標準作業程序

5.1 射蠟標準作業程序

射蠟操作程序：此程序共分爲叁個階段作業：壹爲準備作業、貳爲射蠟作業，叁爲收工作業。下面分別說明作業程序：

5.1-1 射蠟準備作業其詳圖如下：

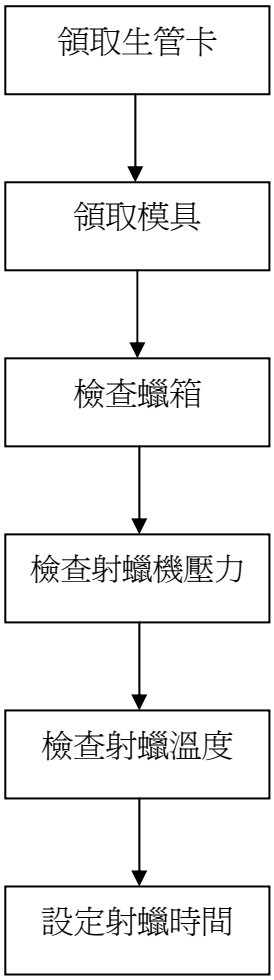


圖 5-1　射蠟準備作業流程圖

準備作業：是在射蠟機要進行射蠟作業前實施，完成射蠟機相關參數之設定與準備工作，讓後續生產之產品能穩定地達到規範品質之要求。其步驟爲：

1.拿取射蠟生管卡：（如圖 5-2 之 A 所示）閱讀其所記載之生產數量、模具型號等資訊。

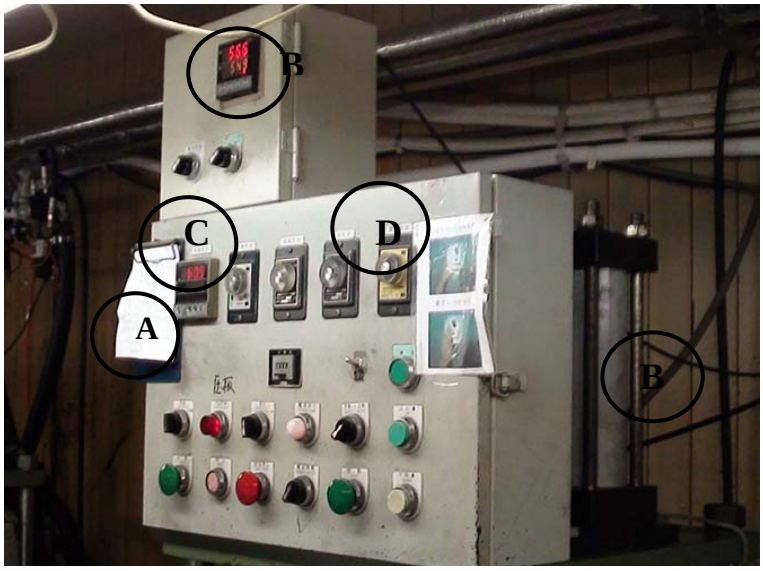


圖 5-2　射蠟機控制箱

2.領取射蠟所需之模具：核對成型模之型號與射蠟生管卡所列之型號是否相符（如圖 5-３所示），同時檢查成型模所需之模銷與蠟心是否齊全。



圖 5-3　成型模之型號

3.檢查蠟箱之存量與溫度：（如圖 5-2 之 B 所示）蠟箱存量不足時，可開啓補蠟開關。

4.檢查射蠟機之壓力：（如圖 5-4 所示）射蠟壓力依照模具大小而調整，壓力過高時，會使氣體混入蠟中，造成蠟模型產生鼓凸。當射蠟壓力太低時，也會造成射蠟無法填滿蠟模之問題。

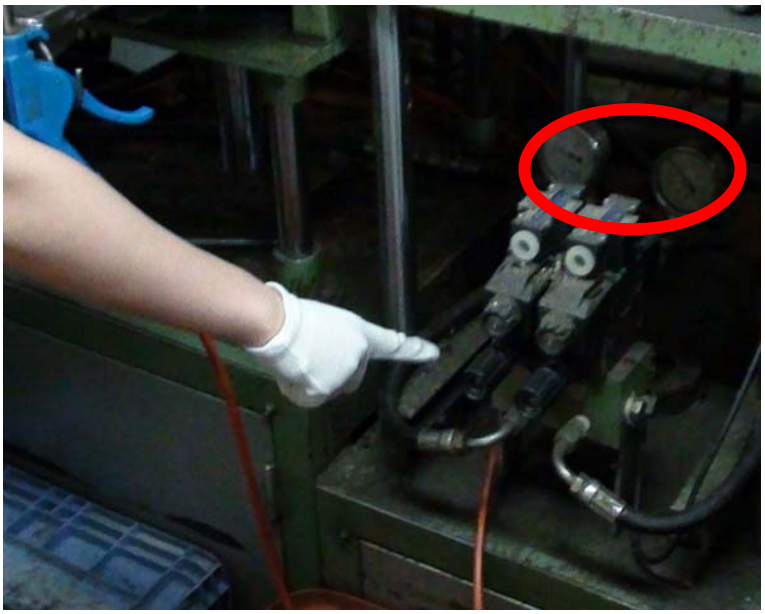


圖 5-4　壓力調整開關

5.檢查射蠟溫度：依照射蠟生管卡之規定，設定射蠟機之蠟嘴溫度（如圖 5-2 之 C 所示）。當射蠟溫度過低時，會造成射蠟無法填滿蠟模之問題；射蠟溫度太高時，蠟模型容易產生縮凹，尺寸不精確。

6.設定射蠟時間：同時設定射蠟時間（如圖 5-2 之 D 所示，完成上述之準備工作後，即可開始進行後序射蠟作業。

5-1-2 射蠟作業

射蠟作業流程詳圖如下：

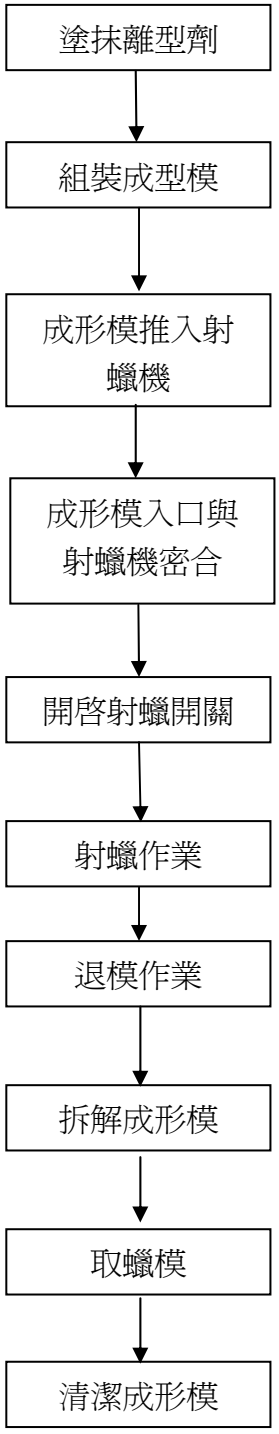


圖 5-5　射蠟作業流程圖

射蠟作業

1.塗抹離型劑：先將成型模之上下模拆解分開，先以高壓空氣清潔與乾燥，然後在上下模之內部凹槽表面塗抹離型劑。塗抹時要注意其均勻度，離型劑塗抹不均勻時，會造成蠟模脫模時產生粘模現象。但是離型劑不能塗抹過多時，蠟膜表面容易造成不光滑，且尖角部分無法成形。

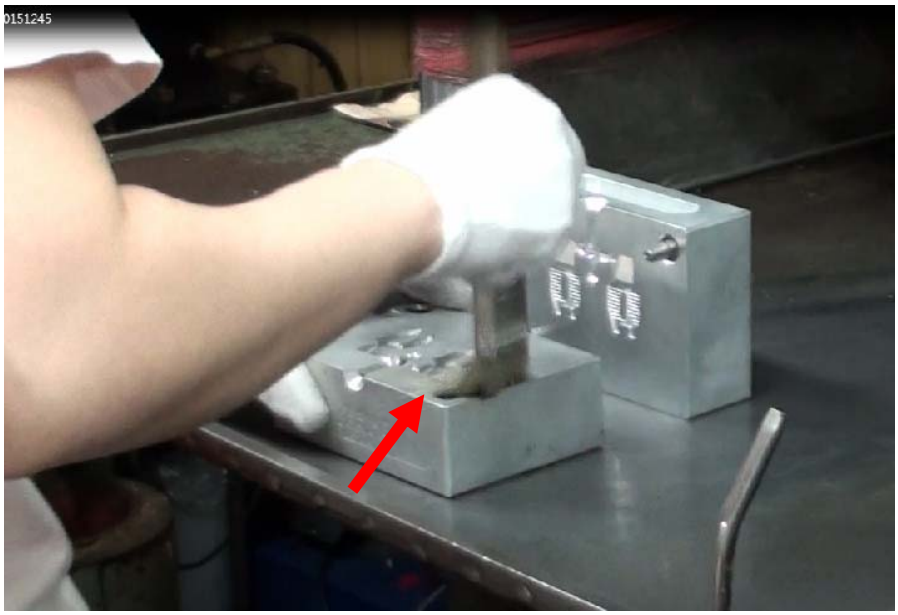


圖 5-6　上下模塗抹離型劑

2.組裝成型模：依照工作程序書上所述之步驟，依序放入蠟心，組合上下模，插入模銷，完成組裝工作。

3. 成形模推入射蠟機：將組合好之成型模放置於射蠟機之平台，以左手將成型模推入射蠟位置。推入時要以左手之拇指與食指張開虎口，夾住成型模之兩邊，順勢將成形模之入口推到射蠟機射口之位置（如圖 5-7 所示）。



圖 5-7　成型模推到射口之正確動作

推動模具時不可以手掌放置於模具上方如圖 5-8 所示，避免機器壓板意外啓動，造成人員或機器之傷害。



圖 5-8　成型模推到射口之錯誤動作

4.成形模入口與射蠟機密合：將成型模推入射蠟機，之射口位置，要以手用力推將射蠟機射口與成型模之入口對準吻合（如下 5-9 圖所示），不然可能會造成成型模或機器射口之損壞。



圖 5-9　成型模適當位置

5.啓動開關：雙手按下射蠟啓動開關（如下 5-10 圖所示）這是避免機器意外啓動造成單手在下被壓板壓到造成人員的損傷。啓動壓板將成型模固定，射蠟口會自動依照設定壓力與時間射蠟，完成射蠟工作。

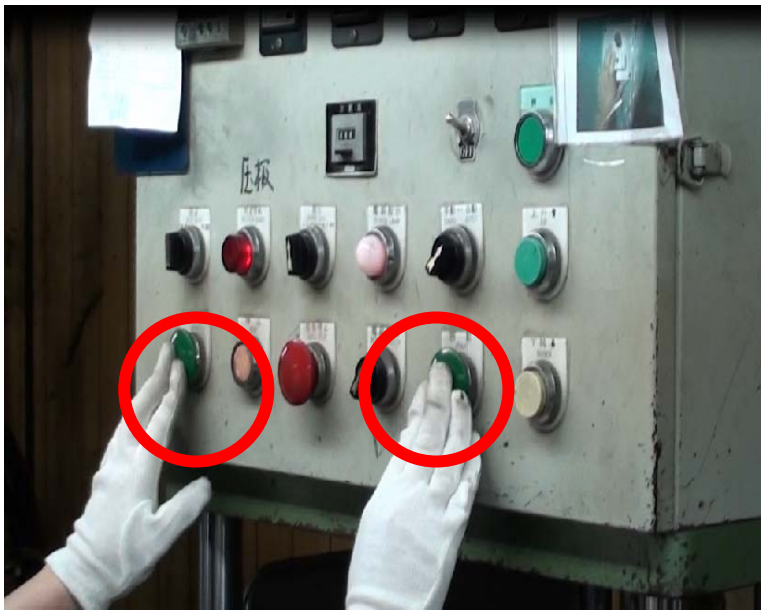


圖 5-10　機器防呆裝置

6.退模作業：射蠟工作完畢後，壓板會自動升起，作業人員再以左手之拇指與食指張開虎口，夾住成型模之兩邊，將模具移出壓板，放置於工作平台。

7.取蠟模：將成型模取出後，再進行拆模動作。以組裝模具之相反順序拆模，先取出模銷，分開上下模。以高壓空氣吹向蠟模，可降低蠟模溫度，並可分離蠟模與成型模，然後再小心地取出蠟心與蠟模型。蠟模型取出後要予以適當修整，放到機器旁邊之收集盤中。蠟模型放置時不可堆疊，以避免重量擠壓，造成蠟模損壞。



圖 5-11　取蠟模

8.清潔成形模：以高壓空氣清潔成型模後，再回復到本作業之第 1 步驟塗抹離型劑，重複執行射蠟作業。

5-1-3　收工作業

收工作業：當生產數量達到射蠟生管單之需求或工作人員要下班休息時，執行此項作業。其步驟如下：

1.清潔工作：射蠟作業完成後，關閉射蠟機器電源，並清潔射蠟台面之餘蠟與保養射蠟機器。

2.成型模繳回：將成型模上之餘蠟清除乾淨後，將成型模送回庫房，依照其編號放置其原有之位置。

5-1-4 雙手流程序圖

件名	射蠟機作業			
操作	射蠟			
地點				
操作人員				
繪圖人				
左手說明	符號 R.H	時間(秒)	符號 L.H	右手說明
扶著下模	○	10	○	拿噴槍清除
扶著下模	○	5	○	上下槽表面塗抹離型劑
扶著下模	○	10	○	組合成形模
將成型模推入射蠟機	⇨	3	D	等待
對準吻合	○	15	D	等待
按下射蠟機開關	○	2	○	按下射蠟機開關
取出成型模	⇨	23	D	等待
扳開下模	○	20	○	打開上模
取蠟模	○	30	○	拿噴槍

	統計	
方法	R.H	L.H
操作	7	6
檢驗		
運送	2	
等待		3
儲存		
合計	9	9

圖 5-12　雙手流程序圖

5.2 脫蠟標準作業程序

脫蠟操作程序：此程序共分爲三個階段作業：壹爲準備作業、貳爲脫蠟作業、叁爲蠟回收作業。下面分別說明作業程序：

5-2-1 脫蠟準備作業其作業流程圖如下圖所示：

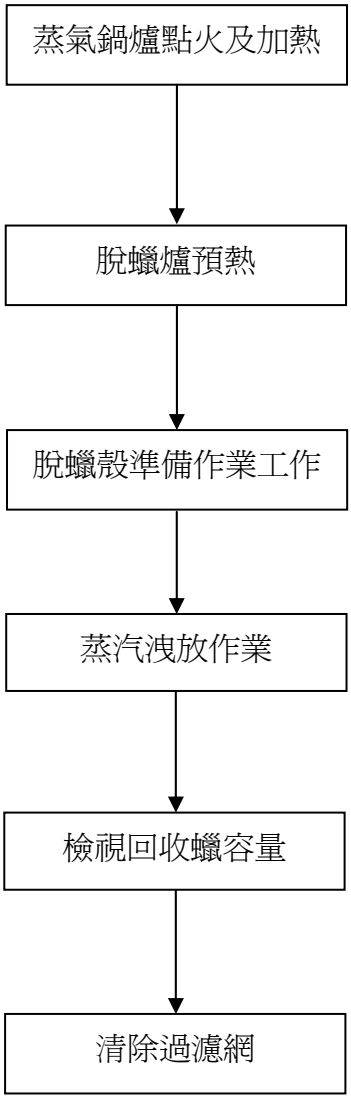


圖 5-13　脫蠟準備作業流程圖

主要爲點火及預熱脫蠟爐，於要進行脫蠟工作前實施，使脫蠟殼模能迅速受熱，避免龜裂發生。其主要步驟有：

1.蒸氣鍋爐點火及加熱：同時開啓蒸氣鍋爐前電器箱（如下圖 5-14）紅色電源開關讓火星塞點火啓動鍋爐，同時啓動藍色抽水馬達按鈕供水。



圖 5-14　鍋爐啓動開關

2.脫蠟爐預熱：先關閉所有脫蠟爐洩出來開關如圖 5-15（A、B、C、D、E、F）開關，並慢慢打開蒸氣進入脫蠟爐的球閥開關（G），如此運轉 15 分鐘，使爐中壓力達到設定值 8Kg/cm^2，使脫蠟爐內部預熱。

脫蠟設備圖示說明：



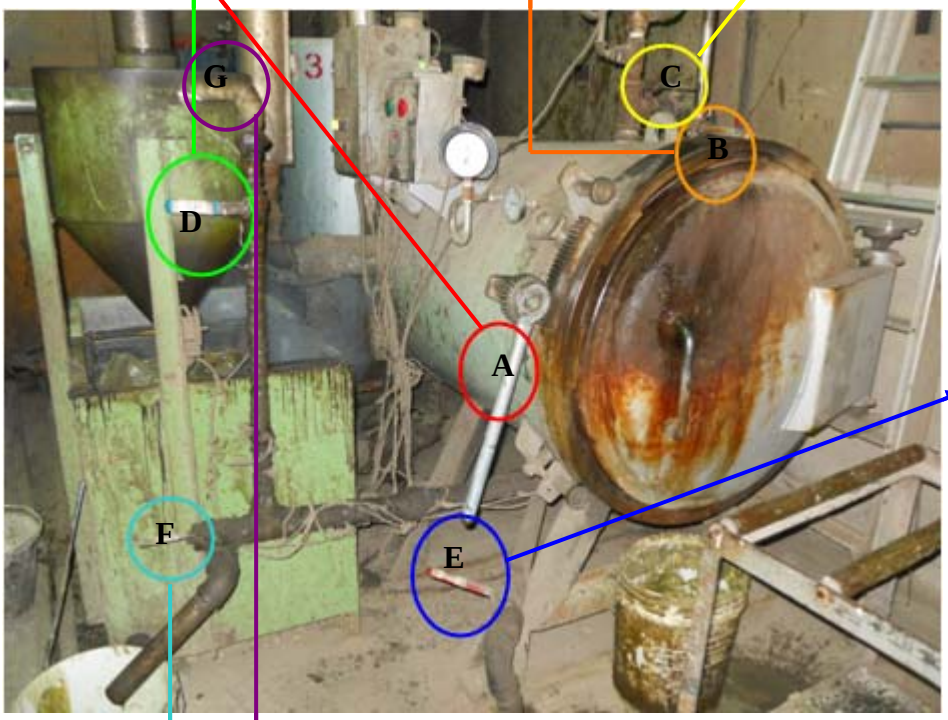
脫蠟爐門關閉鎖扣（A）



鍋爐上拴開關（B）



蒸氣泄放開關（C）





排蠟開關（D）



蒸氣排水開關（E）



廢蠟排水開關（F）



進氣球閥開關（G）

圖 5-15　脫蠟爐開關

3.脫蠟殼模準備作業：在脫蠟爐預熱等待期間，操作人員可執行脫蠟殼模準備工作。操作人員到殼模乾燥室內取下掛在架上等待脫蠟之殼模，拆卸殼模上之掛鈎，並整齊排列放置於推車籃內，數量以排滿籃子爲主。排放時注意下列事項：（1）澆口杯要朝下，（2）放置殼模之鐵籃要拴在推車上固定之，以確保推車移動時，殼模不會傾倒。（如下圖 5-16）



圖 5-16　殼模擺放方式

4.蒸汽洩放作業：脫蠟爐預熱完畢後執行下列工作(如圖 5-17 所示)，(1) 關閉鍋爐的進氣球閥開關 (G)，(2) 緩慢漸進打開蒸汽洩放開關 (C)，(3) 打開蒸氣排水開關 (B)，(4) 打開脫蠟爐門上之上拴開關 (E)，(5) 打開脫蠟爐門開關鎖扣 (A)。

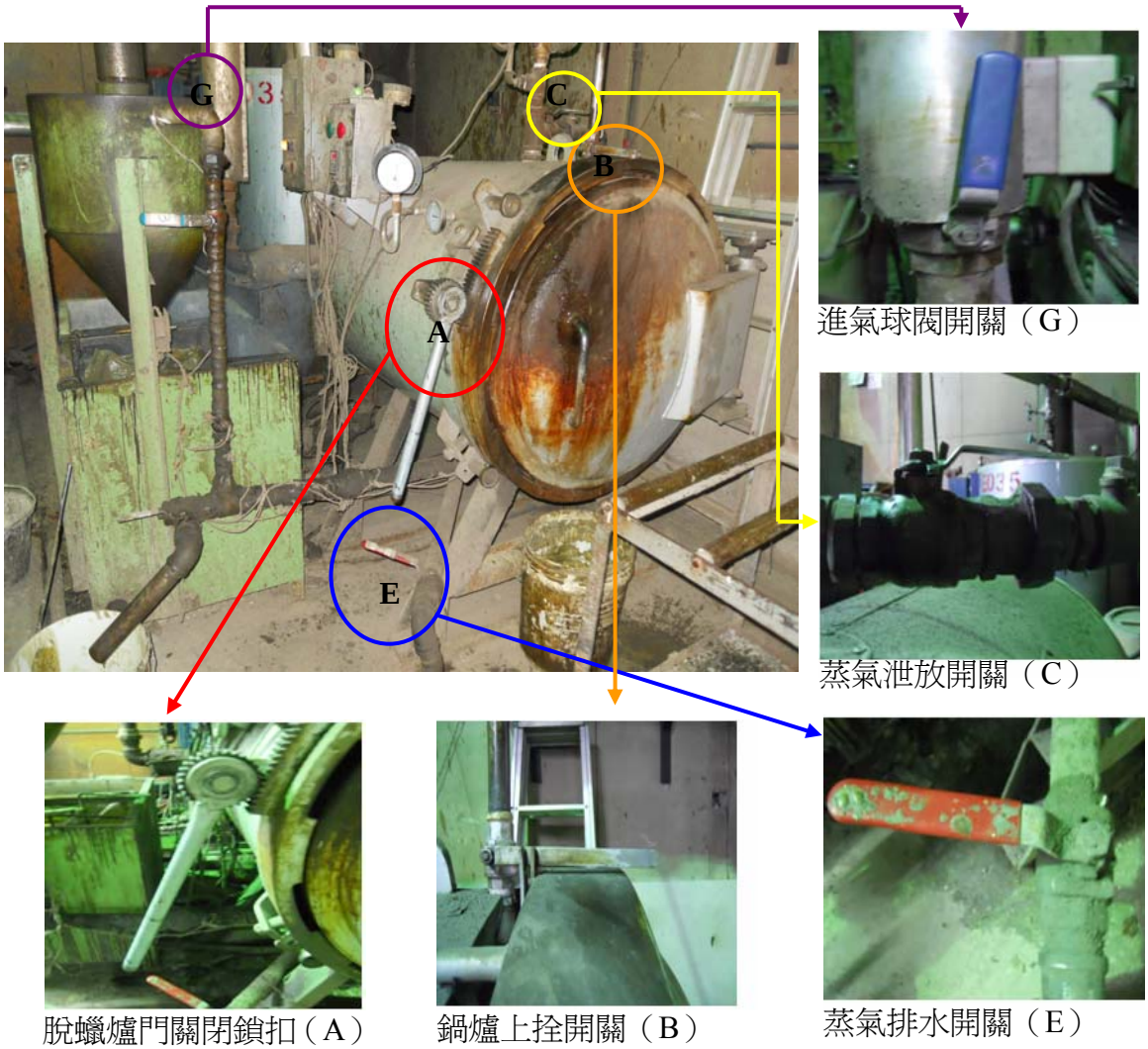


圖 5-17　脫蠟爐開關

5.檢視回收蠟容量：檢視過濾槽及儲存槽內的回收蠟容量，如果槽內儲存之蠟過多時，先執行蠟回收作業。

6. 清除過濾網：操作完後即可開始進行後續脫蠟作業。

7.附註：在預熱過程中，可將過濾槽內使用過之過濾網放入脫蠟爐內，利用爐內蒸氣熱量，將附著在網上之殘蠟清除乾淨。（如圖 5-18）



圖 5-18　清除殘蠟

5-2-2 脫蠟作業

脫蠟作業流程圖：

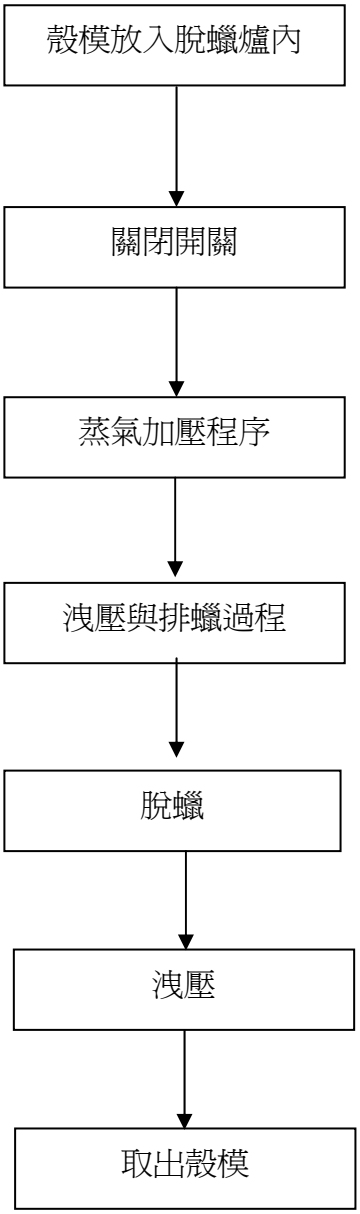


圖 5-19　脫蠟作業流程圖

1.模放置脫蠟爐內：放置殼模之鐵籃小心推入已預熱的脫蠟爐中，迅速關閉爐門並拉下扣桿，檢查脫蠟爐所有開關關閉將爐門關妥後上鎖。

2.關閉開關：查下列共六個封閉脫蠟爐的球閥是否已完全關閉：（1）脫蠟爐門關閉鎖扣（A），（2）鍋爐上拴開關（B），（3）蒸氣泄放開關（C），（4）排蠟開關（D），（5）蒸氣排水開關（E），（6）廢蠟排水開關（F）。



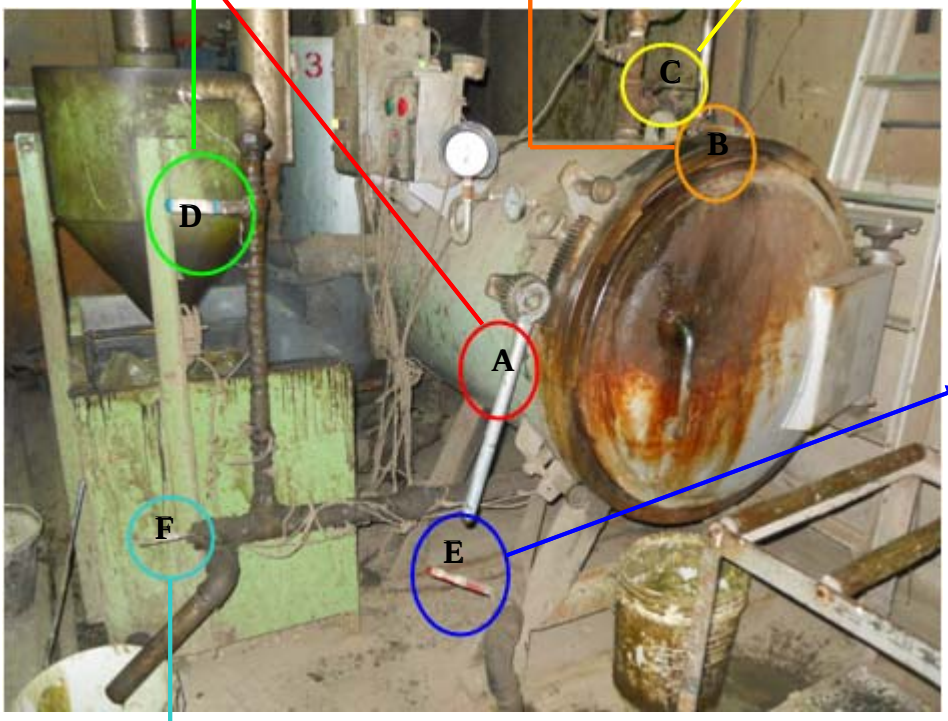
脫蠟爐門關閉鎖扣（A）



鍋爐上拴開關（B）



蒸氣泄放開關（C）





排蠟開關（D）



蒸氣排水開關（E）



廢蠟排水開關（F）

圖 5-20　脫蠟爐開關

3.蒸氣加壓程序：打開蒸氣進氣球閥（如下圖 5-21）並按下蒸氣加壓計時器之綠色按鈕，同時檢查脫蠟爐之壓力表是否有反應，注意蒸氣壓力上升速度。脫蠟爐內之蒸汽壓力在 20 秒內要到達 5kg/cm^2。

注意爐中之壓力，當到達預定之壓力值時（8kg/cm^2），保持爐中壓力與溫度，持續加熱（一般爲 420 秒）。在此等待時間內，操作人員可到殼模乾燥室內執行下次脫蠟殼模準備工作。取下掛在架上等待脫蠟之殼模，拆卸殼模上之掛鉤，並整齊排列放置於推車籃內，數量以排滿籃子爲準。



圖 5-21　加壓時間表



圖 5-22　壓力表

4. 洩壓與排蠟過程：壓時間到達預定之時間時，計時器之蜂鳴器會響，請按計時器（如上圖 5-22）上之紅色按鈕，關閉蜂鳴器。然後關閉進氣球閥開關（G），並打開蒸氣洩放開關（C）。注意：由於脫蠟爐之球閥開關不是自動二段式開關，人工操作洩放蒸氣時，不可一次將開關全部打開（約 90 度），造成壓力過大時可能會造成人員或機器設備之損害。首先將開關打開 30 度左右，將蒸氣壓力逐步釋放。

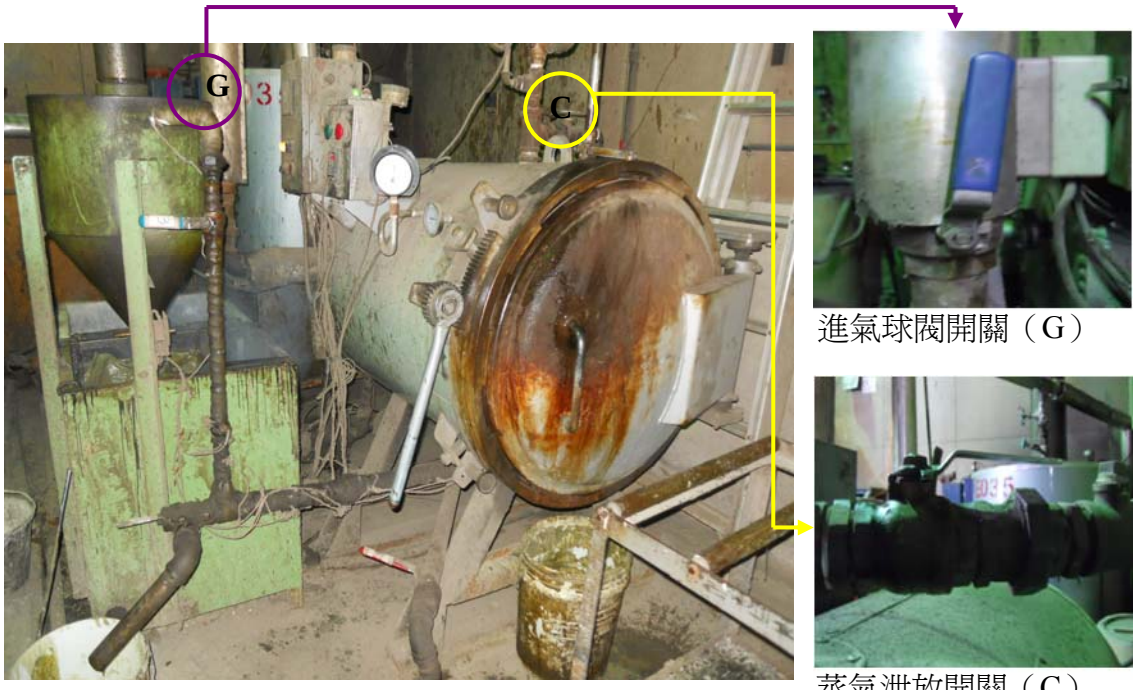


圖 5-23　脫蠟爐開關

5. 脫蠟：待脫蠟爐中之壓力下降到 1.5kg/cm^2（表上有白線刻度），關閉蒸汽洩放開關（C）。然後再打開排蠟開關（D），讓殼模所融出之蠟以剩餘之蒸氣壓力排放到過濾槽內。

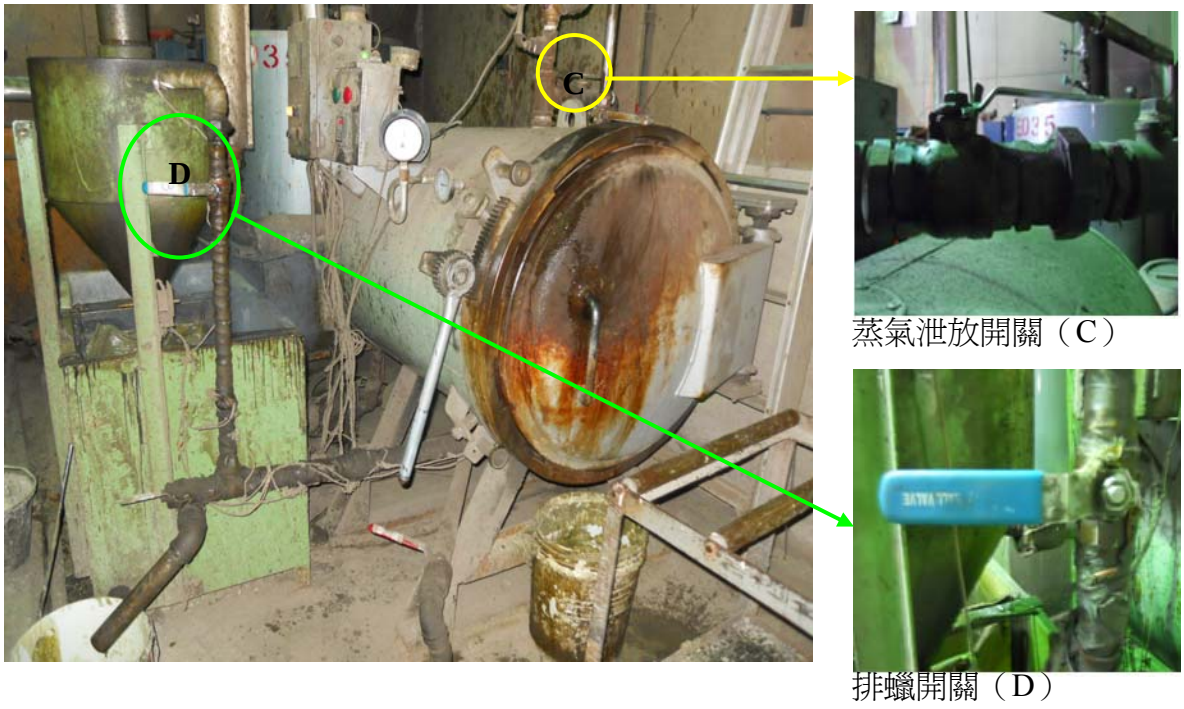


圖 5-24　脫蠟爐開關

6.洩壓：洩壓過濾槽上之蒸氣壓力釋放完畢時，關閉排蠟開關（D）。拉起脫蠟爐門上栓開關（B），持續釋放壓力，再打開蒸氣排水開關（E），將脫蠟爐中蒸氣

全部排放出去。最後再打開脫蠟爐門開關鎖扣（A），將盛載殼模之鐵籃小心拉出脫蠟爐。

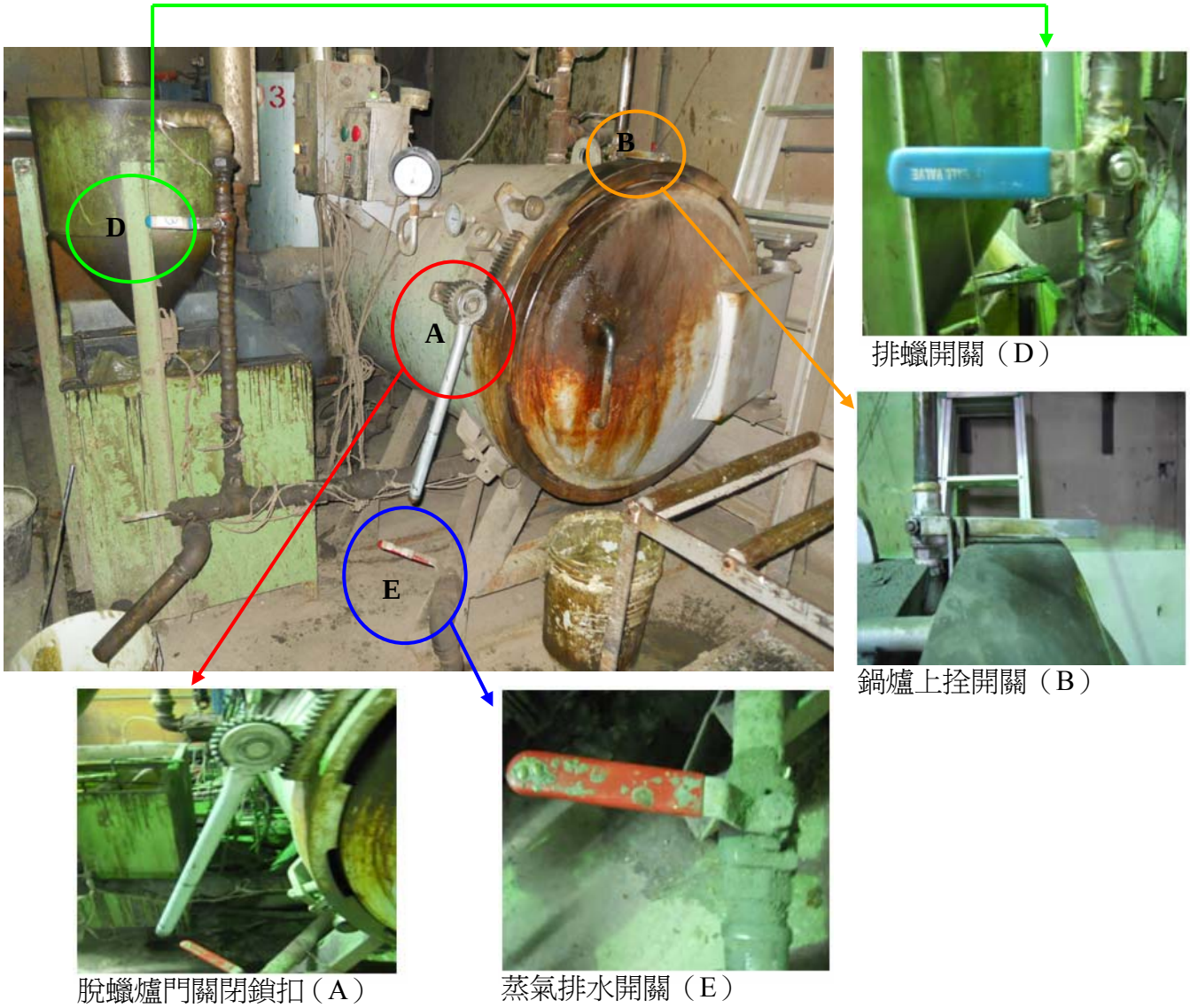


圖 5-25　脫蠟爐開關

7. 取出殼模：將鐵籃拉出放置於推車上，並拴上鎖扣，送到後續燒結之作業區內。

推入新的殼模進入脫蠟爐內，重複從第 1 項開始的脫蠟工作，如此循環連續作業。

在脫蠟過程中啓動馬達泵，將儲存槽中的回收蠟抽到攪拌桶中。馬達開關:綠色:啓動；紅色:停止。以便讓儲存槽有多餘的空間存放脫蠟過程中所產生之回收蠟。

5-2-3 蠟回收作業

蠟回收作業流程圖：

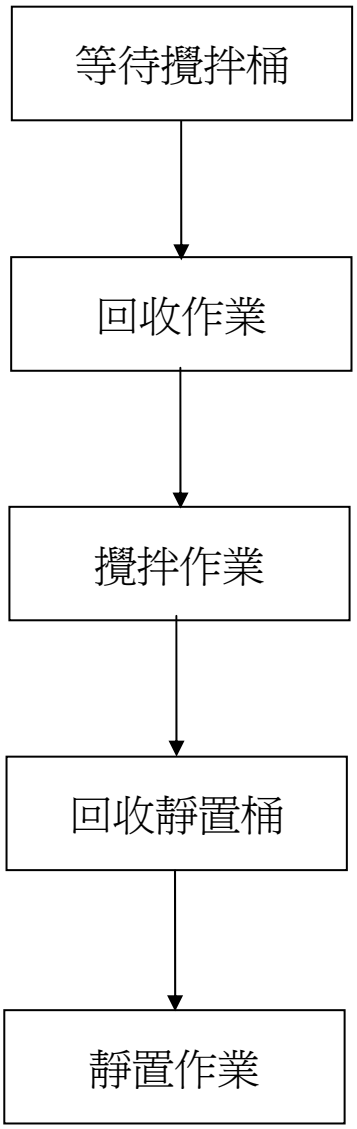


圖 5-26　蠟回收作業流程圖

當過濾槽和儲存槽中的回收蠟已快滿時，執行此作業。一般而言，脫蠟作業執行三次以後就要執行此作業。

1.等待作業：觀察 3 桶攪拌桶中的蠟容量，找出容量較少之攪拌桶作爲輸入回收蠟之裝置。



圖 5-27　攪拌桶

2.回收作業：選擇並打開要儲存回收蠟之攪拌桶的管路開關，啓動馬達將儲存槽中存蠟輸送到攪拌桶中，每一攪拌桶容量以 8 分滿爲限，方便後續攪拌作業。回收蠟輸送完畢後，關閉馬達。因爲回收蠟表面有水泡，蠟含有水分時會膨脹，攪拌桶容易滿溢出來，所以要等待 2 分鐘，待水汽蒸發後，才可開始啓動攪拌桶的馬達進行攪拌，攪拌桶之溫度必須保持在 100℃（用熱油保持溫度）。

3.攪拌作業：在攪拌桶中持續進行攪拌，其作業時間大約 2～3 小時，直到蠟中的水分完全蒸發出去。蠟中有水份時其表面顏色是偏綠色，若沒有水份則呈墨黑色。（蠟液表面無氣泡）

4.回收靜置桶：拌完畢後，打開球閥讓液態蠟流到（靜置桶之溫度保持約 80℃）



圖 5-28　靜置桶

5.靜置作業：液態蠟在靜置桶放置大約 2～3 小時，讓雜質沉澱到底部，上面乾淨之液態蠟就以馬達抽取到長期儲存槽中，以供爲下次射蠟用之原料。

5-2-4 脫蠟爐維護工作（檢查表格件附錄一、二）

每天脫蠟工作全部完成後應執行下列整理的工作：

（1）確保管路內的殘留蠟排流乾淨。

（2）以水管將清水沖入脫蠟爐內並加熱 3-5 分鐘以清洗脫蠟爐，不要存留砂粒、粉塵等雜質。

（3）於低壓狀態下打開廢蠟排水開關，及蒸氣排水開關，使管路內的雜質全流出。目視管路已流出乾淨水時，即關閉球閥開關。

（4）清除過濾槽底部的沉澱物及雜質，由槽底的排放閥排出。並清理所有卡在底部的殼模砂粒及粉塵。

（5）蒸汽鍋爐的水，利用蒸氣餘壓 2-3Kg，排水 2-3 秒，如此重複 4、5 次。

（6）蠟回收槽的第一層過濾網視淤塞情況隨時更換清潔的過濾網。

（7）每天添加新蠟 25Kg 到第 3 號攪拌桶，在檢查其存量。如發現蠟存量仍不足時，可添加新蠟致 50Kgs/每天。

每週五收工之前完成下列步驟：

共分爲下列三項作業：一、排放蒸氣鍋爐內的水 二、軟水設施檢驗 三、儲存槽清理。詳細步驟如下：

一. 排放蒸氣鍋爐的水

（1）於每週末脫蠟工作全部完成後，利用爐內餘壓蒸氣 2-3kgs，打開兩個排水閥，將水管中的水及水垢排出乾淨。

（2）鍋爐內的水排完後，關閉兩個排水閥，並開啓藍色抽水馬達泵開關，使水位加到滿。以避免水管內有中空，而與空氣接觸產生水管內壁生鏽腐蝕現象。

二.軟水檢驗

（1）檢查白色儲存水桶內是否還有工業用鹽

（2）檢驗鍋爐用水的軟水值

a.用杯子採取補充水槽的水（白鐵水槽）

b.滴入二滴藍色藥水，若杯子的水維持藍色，則表示水質是 OK 的。

c.若杯子的水變成紅色，則表示水質已硬化，追查原因並改善之。

三.儲存槽清理:先將儲存槽中的蠟全部抽到攪拌桶內

（1）清理過濾槽與儲存槽中間的過濾網板。

（2）清除儲存槽底部的沉澱物及雜質，以確保抽到攪拌桶中回收蠟 的純度及抽蠟馬達泵的使用壽命。

每月保養

沉澱在攪拌桶與靜置桶底部的蠟要定期清除，攪拌桶廢蠟清除週期爲一個月，靜置桶廢蠟清除週期爲兩個月。

第六章 結論

6.1、檢討與建議

本專題是協助僑柏公司撰寫鑄造製程之標準作程序，標準作業程序是一種技術文件，撰寫時要用簡單、主動、直述之句型來敘述製程之操作步驟，並配合以圖件解說，讓所有工作人員包括新進人員很容易閱讀與了解。爲了讓製程之標準作程序更精確，最後請資深之工作人員校稿，讓可能發生之錯誤降到最低。雖然鑄造產業是傳統製造業，沒有像光電先進產業要有高深之學問，但是要生產出品質優良、成本低廉之產品還是有其特殊之技巧。台灣鑄造業，在歐美與日本生產高品質鑄件及大陸東南亞低廉人工之環境競爭下仍能屹立不搖，從事此行業的人員都練成一身好本事。但由於國內年輕人不喜歡從事骯髒、粗重與危險之鑄造業工作，面臨後繼無人之窘境，眼看這些多年來工作人員累積下來之經驗與數據無法傳承，產業可能會因而沒落。若這些鑄造業老兵能將這些經驗所得之操作程序、實驗公式、數據與注意事項能寫入標準程序書中，則可以藉此將這些功夫秘笈傳給後續從事此工作之人員，而不會讓這些接手人員再從錯誤中學習。

標準程序書除了規範工作人員之操作步驟與方法外，同時可做爲新進人員之訓練教材，若以紙本方式表示，其訓練效果有限，若能用影片的方式呈現，效果會更好。因爲在撰寫標準程序書之過程中，爲防止有任何疏漏將操作全程錄影紀錄。若能將此錄影之影片加以剪輯，作爲另一種訓練教材，配合紙本之文字敘述，可達到相乘之效果。

爲了讓外籍勞工容易記住各項開關建議僑柏公司把脫臘爐開關塗上顏色分辨如：（紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫）色來識別開關以避免外籍員工語言不良而導致錯誤。

標準作業程序書是能把員工在操作上之缺失降到最低，而也能讓工作人員和機器間人機介面做改善，讓鑄造產業就能更穩固的傳承下去，持續國內之經濟發展。

例如(下圖 6-1)：

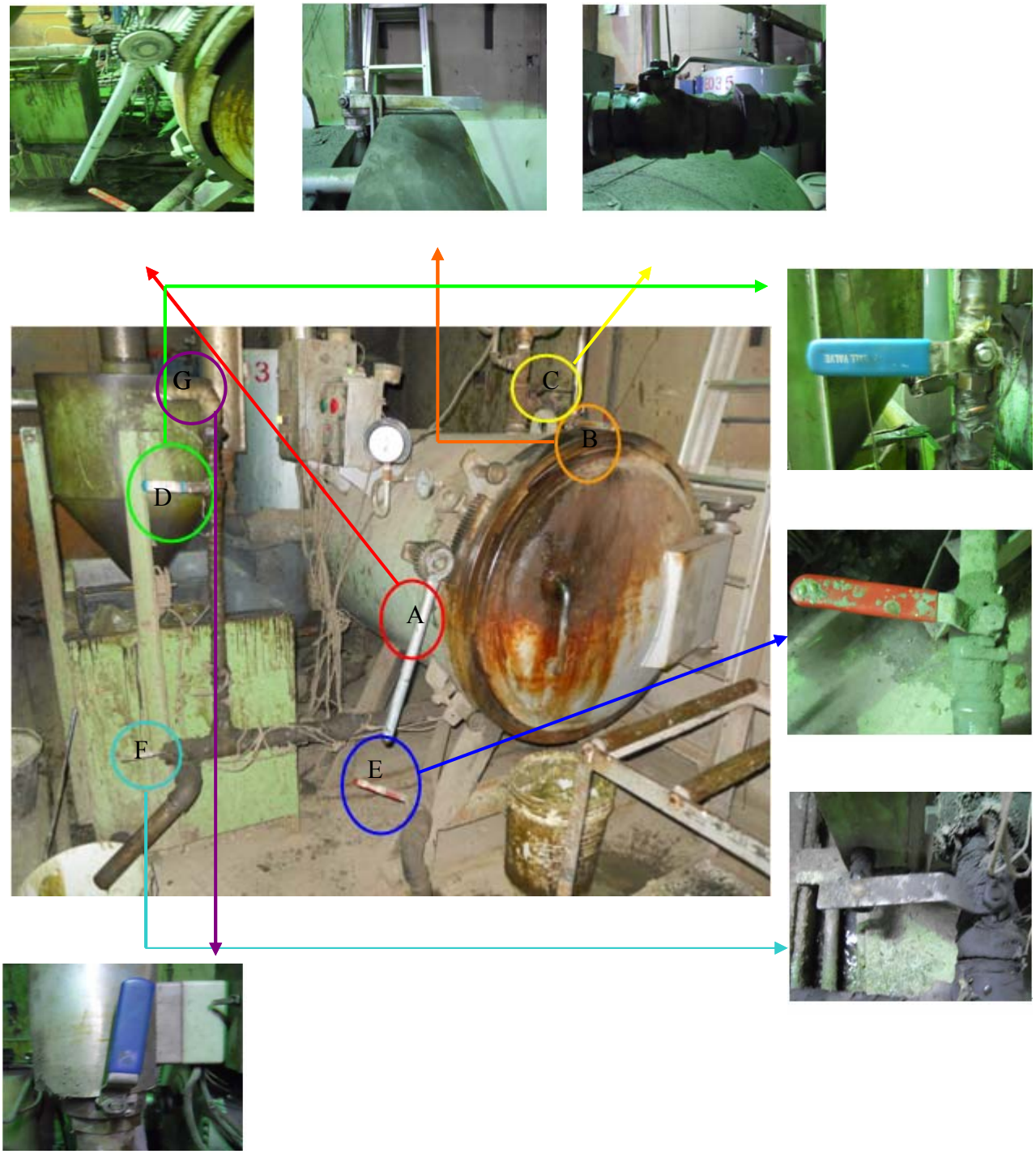


圖 6-1　脫蠟爐

6.2、結論

本專題藉由與僑柏公司的合作，了解精密鑄造等傳統產業平日專注於改善製造技術與程序，以師傅帶徒弟方式傳承技術，缺乏標準作業程序，以致員工訓練缺乏教材。現在面臨人力短缺，必須引用大量外勞，人員訓練問題浮上檯面。由於人員之斷層，技術傳承也是產業必須考量之隱憂，撰寫標準作業程序書是解決上述問題最佳之辦法。本小組以精簡、主動、直述句型來撰寫標準程序，以這樣的標準作業程序來解決操作人員與機器間介面問題，可確保機器與員工的安全，讓人更了解這個機器的操作程序，並方便以後經驗傳承。

參考文獻

1.陳文哲、葉宏謨，「Work Study 工作研究（修訂版）」，中興經營管理叢書，2010年。

2.陽明得，「機械製造（第九版）」，台北縣，高立圖書有限公司，2002 年。

3.黃如足，梅士杰，標準作業程序（SOP）於數位典藏建置之初深。

Mark S.Sanders& Ernest J.McCormick，人因工程，希爾國際股份有限公司，台北市，2003 年。

4.張晉昌，鑄造學，全華出版社，台北縣，2008。

5.張應吉，鑄造工程實習集錦，高立圖書有限公司，台北市，1994。

6.郭永盛，精密鑄造鑄件之分析及對策，中華民國鑄造學會，高雄市，1990。

附錄一

靜置桶日常操作與保養紀錄表

設備編號:_____

日期	(開始靜置)鹽加滿時刻	(需靜置12小時)靜置終了時刻	排鹽時刻	溫度(℃)	清理紀錄	備註	作業員簽名	幹部確認
董事長:			總經理:			課長:		

附錄二

項　次	週　期	保　養　項　目	保　養　方　法	星期						
				一	二	三	四	五	六	日
4 1	1 次 每月 每天	殼模脫臘運載車 確保管路內	台車滾輪清理乾淨 殘留脫臘排流乾淨							
2	1 次 每天	清水倒入脫臘爐內清洗	清除存留砂粉、等雜質							
3	1 次 每天	開廢臘排水開關(F) 及蒸氣排水開關(E)	管路內的雜質全部流出							
4	1 次 每天	清除過濾槽底部	槽底的排放閥排出							
5	1 次 每天	清理所有卡在底部	殼模砂粒及粉塵							
1	1 次 每天	攪淨桶濾網	清除乾淨							
2	1 次 每週	集臘桶濾網	清理 1 次							
3	1 次 每週	周邊環境	臘液清除、線路固定							
1	1 次 每週	脫臘爐排水溝	清除殼模砂							
2	1 次 每月	鍋爐點火器	清理、間隙調整							
3	1 次 每月	臘液攪淨桶	沉澱砂清理							