

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

金屬薄殼與樹脂填充內襯之快速模具製程研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2622-E-002-016-CC3

執行期間：91年06月01日至92年05月31日

執行單位：國立臺灣大學機械工程學系暨研究所

計畫主持人：廖運炫

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 92 年 8 月 28 日

國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果精簡報告

學門領域：生產自動化技術

計畫名稱：金屬薄殼與樹脂填充內襯之快速模具製程研究

計畫編號：NSC 91-2622-E-002-016-CC3

執行期間：91 年 06 月 01 日至 92 年 05 月 31 日

執行單位：台灣大學

主 持 人：廖運炫 教授

參與學生：

姓 名	年 級 (大學部、碩士班、博士班)	已發表論文或已申請之專利 (含大學部專題研究論文、碩博士論文)	工作內容
李 心 智	博 士 班		快速模具之設計與系統整合
楊 森 發	碩 士 班	電鑄金屬薄殼並以金屬和樹脂為內襯之快速模具製程研究	快速模具製程之製作與測試

合作企業簡介

合作企業名稱：歐燦科技有限公司

計畫聯絡人：柯郭昌

資本額：3,000 千元

產品簡介：模具批發業、軟體資訊、產品設計、機械批發、資訊軟體等

網址：

電話：(02)89883070

摘要

為因應模具技術的蓬勃發展，改善快速模具製程，本研究採取間接成型快速模具製作方法，以符合近年來衍生大量客製化(Mass Customization)之製作時間短、成本低、彈性大、高產品價值的趨勢。實驗中選擇肥皂盒模具作為製作範例，首先利用電腦繪製 3D Model，而後接著選擇適當的分模線建立出公、母模模具組，以 SOUP 快速原型機器迅速將模型製作，再以電鑄方式翻製 SOUP 樹脂件得一金屬薄殼並植入不同背材之快速模具，驗證此技術的優越性。研究中在導電起始層方面使用無電鍍銀的方式，於電鑄模仁的強化背材方面，則採取下列方式：(1)灌注金屬樹脂、(2)澆鑄鋅合金、(3)熔噴銅，並對此三種植入方式的背材實際於射出成型機上之應用，進行一系列之比較與探討，更利用逆向工程來進行變形量之量測比對。由實驗得知，SOUP 樹脂件採無電鍍銀方式可不受空間限制地完成 3D 尺寸的導體化，且不會產生熱膨脹及吸水膨脹等變形問題。在所應用的背材中，熔噴銅的導熱性、抗拉強度、硬度、變形量的控制以及與電鑄鍍層的密合度等方面最好，是最佳的背材選擇，澆鑄鋅合金次之，最後才是選擇灌注金屬樹脂。電鑄鍍層並植入三種背材的模仁之強度均甚佳，足以應付一般較難射出的塑料，如 ABS、PC+ABS 等，其於實際射出方面確有其可行性。

關鍵字：(快速模具、電鑄、無電鍍銀、熔噴、逆向工程)

一、人才培育成果說明

本研究之“金屬薄殼與樹脂填充內襯之快速模具”製程技術研發執行過程中是由學界之台大教授主導，參與人員計有主要及協同教授共計兩名；博士研究生一名，碩士研究生一名，外加業界所配合之數名工程師及相關協力廠商支援。

由於此製程技術結合了 RP、RE、電鑄及模具等相關領域知識，涉略甚多，各有其深度及廣度，故可針對其個別相關製程技術之領域做進一步之深入研究與專業技術養成，進而培育出專業人才，如快速原型(Rapid Prototype)之相關原理與應用、高速電鑄製程技術探討與模具設計之相關技術和知識等，皆做為大學生之專題研究及碩博士研究生之研究探討，進而培育出相關領域之專業人才。

此外，其製程技術也著手技轉於廠商，運用本身掌握之技術資源並藉及研發能力，

協助業者快速培養優良專業工程師，除能快速培訓模具業界所需人才，同時也能提昇產業技術水準，使此製程技術更加成熟廣泛增進應用領域，這也是模具業根留台灣的一大立基。

二、技術研發成果說明

金屬薄殼與樹脂填充內襯之快速模具製程研究乃是結合快速原形與電鑄（Electrodeposition）製程為基礎，運用間接成型快速模具技術，快速的完成模具之開發。本製程並以實作肥皂盒模具為範例來驗證整個實用性與可靠性。其相關技術重點所得之成果分述如下。

(1) 電鑄相關技術建立

a. 導體化技術

SOUP 樹脂件與 ABS 工件均可經由無電鍍銀處理，由於此步驟在室溫下操作且反應速度極快，不會產生熱膨脹及吸水膨脹等變形問題，可免除一些操作不便和模型幾何形狀限制。實做中，導體層厚度約為 30 ~ 70 nm 的厚度，對尺寸或是公差之影響甚小，因此能夠完全符合製程需求。

b. 電鑄技術

實驗中，電鑄鎳層約 4~7mm 厚，耗時約數日，此厚度不僅可以達到射出模具所需之機械性質且製程時間跟一般加工方式相比也具競爭力。若輔以更佳之電鑄設備（如陰極擺動式或旋轉式）以及參數最佳化，將更能有效減短電鑄製程時間，也可避免樹脂原件於電鑄浴時間過長而產生變形的問題。經過模型製作至電鑄後模仁所累積之誤差，經量測均小於 5%，以肥皂盒模具而言，已經在整體公差範圍內。且實際獲得模仁之表面粗造度已經非常光亮，不需再經過手動拋光（如圖 2、3 所示）。

(3) 不同背材填充相關技術之建立

研究中共採用(1)灌注金屬樹脂、(2)澆鑄低溫鋅合金、(3) 熔噴銅背材等三種不同填充背材以作為其模仁內部結構，實驗結果以熔噴銅與電鑄鎳模仁之界面接合的情況最為理想，且銅為散熱快之模具材質可有效降低 cycle time，減少時間成本，變形量又能有效降低。除此之外，若要節省成本，射出量又不多的情況下，則低溫合金與金屬樹脂的方式也可考慮。而植入此三種背材的模仁之強度均甚佳，足以應付一般較難射出的塑料，如 ABS、PC+ABS 等。



圖 2. 肥皂盒之公模模仁圖



圖 3. 肥皂盒之母模模仁圖

(4) 模具實際射出成果

實際射出成品如下圖，經與 CAD 模型比對後，得知尺寸誤差量均在 2% 以內。綜合以上幾點，證明此製程所得之成品確實能達到預期之要求。



圖 4. 射出成品肥皂盒之正面圖



圖 5. 射出成品肥皂盒之背面圖

三、技術特點說明

本研究“金屬薄殼與樹脂填充內襯之快速模具”之製程技術為一種間接成形快速模具製程，其結合 Rapid Prototype 快速原型、高速電鑄、共形冷卻流道與不同背材的植入等特點，其快速模具製程之流程規劃如流程圖所示。計畫中將先利用電腦建立 3D Model 而後設計模具之公、母模型以快速原型機器迅速將模型製作，經導體化處理後再以電鑄方式得一金屬薄殼包覆樹脂填充物之快速模具，同時導入具有較佳冷卻效率的共形冷卻流道以取代傳統模具流道方式，最後植入不同背材以作為其模仁結構。

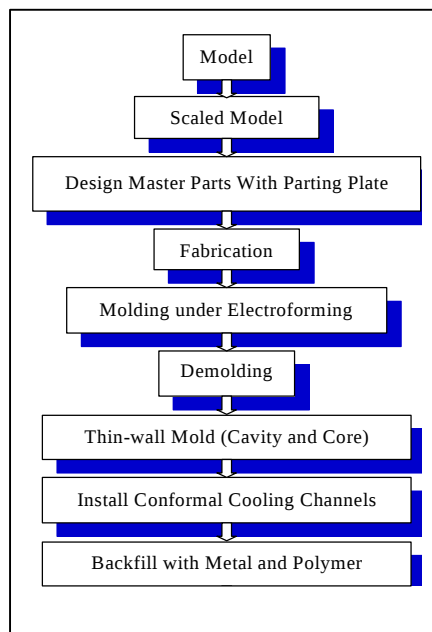


圖 1. 快速模具製程之流程圖

其製程中的技術特點為：

1.結合 Rapid Prototype 快速原型：

結合快速原型以提昇效率，省去麻煩之傳統模具使用機製加工法製作需要冗長的加工參數設定及曠日耗時的模具準備時間。

2.高速電鑄技術之應用：

因電鑄技術具優良的重現性特色，其接觸面之電鑄表面光滑度佳，溝槽部分與模型件之獨特的特徵也能完全的複製，完整重現原型件表面的加工面，一般模具不可能加工的複雜形狀或微細形狀也容易製作。

3.導入共形冷卻流道：

可利用銅管(Copper tube)順著模穴之特徵曲面，安裝於公模與母模的背後，作為冷卻水道之用，對於傳統射出模具的直型冷卻水道而言，可發揮更佳的冷卻效率，進而降低生產的 cycle time，增進生產效率。

4.選用不同背材的植入：

本製程可因應模仁條件之須求如：強度、散熱性、經濟性等，分別植入不同背材於電鑄公、母模內，如融噴銅材、低溫合金、金屬樹脂、金屬陶瓷材料等。

5.具有整合性：

本計畫結合傳統之經驗以及現代化之電腦科技與加工技術，從產品構想，到模具設計、加工等，建立一套完整之模具製作技術，以 CAID/CAD/CAE//CAM 之整合系統加強模具製作能力。

四、可利用之產業及可開發之產品

模具被稱為工業產品之母，主要是由於其具有快速、重覆性高、大量生產及價格便宜的優點，所有工業產品莫不依賴模具才得以大量生產。然而傳統鋼模無法因應近年來國內外市場因環境的快速變遷，產品研發週期降低，產品壽命也持續縮短，消費者要多樣少量的產品訴求，所衍生大量客製化(Mass Customerization)的趨勢。有鑑於此本計畫發展之”金屬薄殼與樹脂填充內襯之快速模具”技術，可有效縮短製作時間、降低成本，且適用於複雜具多微細特徵，正可符合上述需求。其主要可開發於模具產品如下：

- 多樣化之模具產品製作

外觀多樣化之 3C 產品，如手機、PDA、相機外殼模具製作。

- 複雜性之產品模具製作

如具多樣微細稜角特徵之 3C 產品的聯結器模具製作。

- 精密性模具產品製作

如塑膠鏡片之射出模具、CD 片之模仁、LCD 背光板模具製作。

● 微細模具產品之發展與製作

此外，其快速模具製作技術有別以往傳統模具製作，不但可拓展模具領域並應用其產業上，也可整合從產品設計（ID），模具設計、乃至加工製造等相關技術開發，建立完備快速模具設計軟體系統，如滑塊、突出、凹陷等幾何特徵及共形冷卻流道系統等。

五、推廣及運用價值

現代模具走向功能複雜化、高精密化、而模具間的人力普遍面臨不足必須自動化、效率化，才能繼續保有競爭力，因此如何以最低的成本大量生產性能優越、功能完整的新一代模具製作方式是極為重要的課題。因此，此計劃之完成茲對於產業界之推廣及其應用價值可分述如下：

■ 具有前瞻性

電鍍金屬薄殼薄殼與樹脂填充內襯之快速模具的加工速度快，適於中小量之模具製作。經由此一研究，希望未來能於建立一產品設計及模具設計製造研發中心，提供國內業者產品設計與模具製作之問題諮詢與新技術開發。

■ 具有發展潛力

以電鑄技術方式快速披覆 2-5mm 的高導熱度、強度佳的材質，如銅、鎳等，比傳統鋼模具有更佳的導熱度及相近強度，可應用於微細特徵之模具，因此具有高度發展潛力。

■ 具有關鍵性

具有共形冷卻流道系統，相較傳統鋼模的直形澆道會有較佳的冷卻效果，更使得澆道冷卻系統能輕易設計與製作。藉由此一應用性先期研究的實施不僅提昇模具製作的效益，也促使國內的模具業技術昇級，進而促使模具技術根留台灣。

此外，經由此一研究可得更完整而實用的”金屬薄殼與樹脂填充內襯之快速模具”之新製程技術，能有效整合 RE/CAD/CAE/CAM 之系統，提供業界從產品構想，模具設計、至加工製造等之問題諮詢與新技術開發，以大幅增進我國模具工業的製作水準，提升產業競爭力。

