

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

具分流特性之鋁擠型模具自動設計知識庫系統開發 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 95-2221-E-216-005-
執行期間：95年08月01日至96年07月31日
執行單位：中華大學工業管理學系

計畫主持人：馬恆

計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理：劉家盛、蔡翠芳
碩士班研究生-兼任助理：林沅勳

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96年10月30日

前言

近年來由於省能源、輕量化、高質感、耐腐蝕等產品開發趨勢，並在運動休閒、機械、民生、運輸、航太等產業上之應用已日趨廣泛，且更逐漸擴及 3C 產業與醫療。產品如何輕量化成了各產業欲提升產品品質的必要手段之一，其中以運輸業車輛與 3C 產品等產業最為重視。運輸產業為解決能源短缺、廢氣改善、動力性能提升等課題，無不積極地研究開發輕且強的新材料及改善現有低比重材料的利用。由於鋁合金材料具備了質量輕但機械性質高強的關鍵特性，而且是以擠型製程配合之後的熱處理來製造，既可利用擠型之產速及產量大、可製造複雜形狀成品等優點，又可利用材料的時效處理性增加強度。

研究目的

既然鋁合金材料具備多變的需求，產品應用層面不斷的擴展，整個產品開發期也因應市場需求越來越短，故整體的大環境已經迫使業者調整現有的步調，在更短的時間內必須達到產品上線的要求。因此如何有效的利用設備及工具，迅速結合、串聯各階段開發成功及專家的經驗，作為模具設計人員分析、決策、判斷的參考，使模具設計人員能快速、正確及有效的規劃與設計，避免不良問題重複的發生、減少嘗試錯誤的時間、縮短產品開發週期、提高新產品開發成功、增強開發日程掌控的能力、加速產品上市的速度，便成為鋁擠型業者求生存、求發展的重要課題。

整個鋁擠型產品開發過程中，最重要、最關鍵且影響最大的莫過於模具設計這個部份，模具設計圖上承襲客戶開發資料特徵的傳遞，向下傳達、定義各開發模具設計相關訊息，所包含的範圍非常的廣泛且複雜，非常適合透過新興之資訊技術專家系統(Expert System)，模擬模具設計人員推論的思考過程，並透過資訊及數據的有效處理，在決策過程中能適時的提供正確、有效的參考意見，藉以有效的設計及控制特定參數的能力，避免不良問題再度發生、縮短產品開發週期、提高新產品開發成功、增強開發日程掌控的能力。

本研究將針對鋁擠型模具設計知識規則資料庫系統建構，首先進行鋁擠型模具設計相關研究與分析，主要探討與訪問專家，萃取出以 2D 鋁擠型斷面圖之模具設計之規則邏輯，然後再將所得的規則、方法作為知識規則資料庫系統的主要依據，並對所建構之鋁擠型模具設計知識規則資料庫系統進行測試，藉以修正出高度經驗水準之子自動化鋁擠型模具設計系統，在使用者所設定的條件下，產生最佳最專業化的模具設計圖。未來也將整合其後端的綜合加工機，自動化產生出後端的加工作業。

文獻探討

電腦輔助設計的定義是使用電腦對設計相關工作進行的開發、分析及修正等之工程行為。設計者經由輸入設備將資料及指令輸入電腦，電腦以符號或圖形來產生、轉換與顯示資料，並經由螢幕顯示，與使用者溝通。電腦輔助設計是一套交談式電腦繪圖，並以使用者為導向之系統。

Groover & Zimmers 等【6】提出電腦輔助設計的定義是使用電腦系統及軟體來輔助設計之創新、修正、分析及最佳化的階段工作。

Cunningham & Dixon 等【3】、Bond & Chang 等【1】、Perng & Chang 等【9】及 Guo & Yang 等【7】均曾提出以特徵為導向的方法建構具有製造特徵的電腦輔助設計系統；另外 Mill、Salmon & Pedley 等【8】，Corney & Clark 等【2】及 Donaldson & Corney 等【5】在期刊中亦談到以特徵辨識理論建構具製造特徵的電腦輔助設計系統。

David Rosen【4】提出在 CAD 系統中的特徵需具下列之特性：

- (1) 特徵必須容易使用，且特徵的形狀、行為及名稱必須輕易的讓設計者辨識。
- (2) 特徵必須具有幾何及觀念上的意義。
- (3) 特徵的行為必須符合設計者的預期。
- (4) 特徵必須可以計算且可以由電腦來表示。
- (5) 特徵必須可以進行自動化效能分析及生命週期的分析。
- (6) 特徵必須符合一般設計的原則。

王大中【10】在其研究中提出，除了使用者繪製基本直線、曲線外，對於產生實體的工作，主要是由特徵核心元件來達成，此外，特徵核心元件還需要將使用者建立實體時所結合的資料儲存起來，以利日後參考修改之用，對於與 CAM、PDM 等系統整合時所需的資料，如材料性質、刀具條件、加工方式亦可儲存在特徵的資料結構之中。因此，特徵核心元件除了要和使用者端特徵檢視界面互相傳遞資訊外，在產生實體之時亦需要與 3-Tier 動態資料庫、拓樸核心元件、幾何核心元件的互相合作以產生使用者所需要的物件。

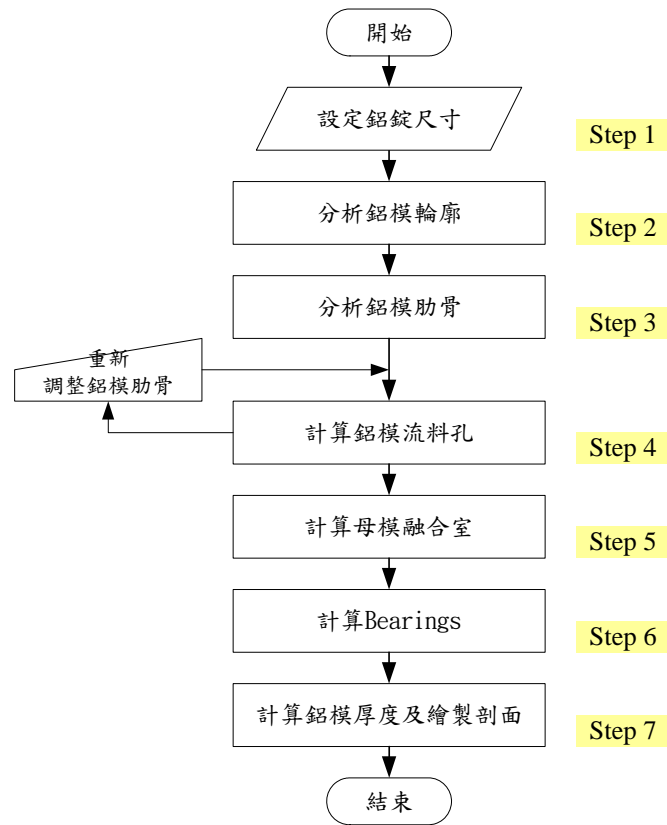
李榮顯等【12】在 AutoCAD 系統下，使用 AutoLISP 語言，將各模具元件的設計特徵予以參數化及程式化。李興生【13、14】在其研究中以電腦輔助設計系統 Mechanical Desktop (MDT) 為規劃環境下，使用 AutoLISP 語言建立機械元件設計、自動繪圖與圖形轉換等三大模組化系統，各子系統間藉 Dialogue Control Language (DCL) 對話框操作模式與下拉式功能表、圖像功能表製作方式提供參數介面，完成機械元件實體模型的彈性整合，最後將各實體模型之圖形檔案自動轉換成 IGES 檔，以利 CAM 使用。另又於 2000 年，在 Borland C 的系統環境下，以同步工程的觀念，經電腦輔助設計、繪圖、分析及製造技術相關軟體整合運用，發展交談式畫面之凸輪機構 CAD/CAE/ CAM 整合系統。

陳昭偉【15】在其研究中提出，如果將 CAD 資料進一步分散，讓遠端用戶不但可以傳遞資料，更可以進一步線上修改資料，對快速變遷中的企業將有更大的貢獻。因此，其根據分散式 PDM 系統建立一套相容的 CAD 資料結構，利用資料核心管理 CAD 資料，讓各個計算核心可以有共通的資料管理系統，以便互相交換資料，並利用 DCOM 規格，一方面易於各核心間的網路溝通，另一方面保留未來各核心部分軟體升級的彈性。

王啟仲【11】在其研究中表示，首先由設計者搜集設備、材料、過去經驗等設計所必要的資料，經過反覆推敲、決定、修改等流程後，完成模具設計圖，所以擠製製造非常適合經由流程、步驟的設計在各步驟過程中與所關連的資料庫及知識庫進行連結，透過系統得推論的設計產生所需要的建議。

研究方法

目前對於鋁擠型模具設計問題，並無一標準理論方法來產生標準模具設計結果，而在相關模具設計廠商，也是藉由老師傅的經驗繪圖，並搭配模具師傅的修模經驗，其結果則是不斷的嘗試與修正錯誤。故本研究藉由合作，使用者輸入繪製之 2D 基本輪廓圖面，透過與專家系統程式中互動的參數設定，並搭配專家系統知識規則，計算出結果並繪製出模具設計圖。鋁擠型模具設計繪圖系統之流程如圖一所示。



圖一 鋁擠型模具設計的流程圖

鋁擠型模具設計的基本流程說明:

Step1. 設定鋁錠尺寸：模具廠會對工廠的擠製機台狀態進行產能調整，並計算出合適噸位的機台，同時這也決定了的擠製比值。當擠製機決定之後，即決定出其擠製鋁錠的尺寸。

Step2. 分析鋁模輪廓：擠製空心鋁料有一重點，擠製截面中包含了空心的部分，所以無法單純對單一截面輪廓作分析，需找出輪廓圖形中的內外層輪廓，作為後續分析時，也藉此區分出公母模必須加工的圖形部分。

Step3. 設定鋁模肋骨：由於公模直接承受了擠製的壓力，因此公模在其模孔之間的肋骨，即成為承受壓力的最主要來源。

Step4. 計算鋁模流料孔：肋骨產生之後，會將公模分開成數個區域，其中即包括公模進料孔的部分。透過系統自動調整肋骨的位置與角度，以計算出鋁擠料的流料孔輪廓。

Step5. 計算母模融合室：鋁錠分流進入模具組內部，會在母模的融合室中合為一體(其中分流孔料會進行“接合”，所以擠出之型材會有近似縫隙的狀況)，然後經過塑性變形後離開模具，並成為最後所需的型材。

Step6. 計算 Bearing：模具軸承長度 (bearing length) 即為胚料於成形出口處最後與主模所接觸的長度。

Step7. 計算鋁模厚度及繪製剖面：除了輪廓強度之外，還須計算承受壓力比值後決定公母模的厚度值。

研究結果與討論

本研究整合鋁擠型模具設計與知識規則資料庫的知識與技術，建構出一套鋁擠型模具設計知識規則資料庫系統，利用專家知識規則邏輯與並整合電腦輔助設計系統，使其具備分析圖面能力、設計規範、自動繪圖輸出的模具開發系統。在多次藉由專家討論與分析繪圖的實際結果，利用實際結果回饋提供正確的分析，有效提昇模具設計的良率，解決了人員在經驗的不足，也避免問題的反覆的發生。

計畫成果自評

本研究與原計畫所提契合，成功開發與實作一套鋁擠型模具自動化設計模組於 AutoCAD 平台上，其主要功能為針對空心模之公母模設計，目前在實務界並無一套標準程序，因為空心模設計是一極其複雜且困難的問題，尤其是當擠型剖面形狀相當複雜時，如散熱片或多孔之帷幕牆支架，各家設計方法均不盡相同，且依賴經驗值之比例極高。我們也與台灣捷安特公司進行測試，該公司鋁擠型廠(位於大陸昆山)規模龐大，計有各種噸數之擠型機約十四部，產品多為自家使用之自行車鋁支架，多餘產能也從事代工。經若干次測試結果大部份由本模組產生之模具，只須小幅度修模後，擠製結果是另人滿意的。

經過此次計畫的執行，我們覺得最大的困難點還是在專家知識的擷取，有些規則並非可一體適用，雖然我們的規則庫均為專家經驗的累積，但就如前言，各家設計之方法模式均不盡相同，但我們的模式可為特定業者將其經驗知識，建立於 CAD 平台上，如能克服大部份常見型材，而將特殊型材視為必須充分人力介入，如此可大幅節省時間成本，應有論文發表的空間與商業價值。

參考文獻

1. Bond, A. H., and Chang, K. J., "Feature-Based Process Planning for Machined parts", Computers in Engineering, ASME, Vol.1, No.1(1988)
2. Corney, J., and Clark, D. E. R., "Face-Based Feature Recognition : Generalizing Special Cases. ", International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol.6, No 1 & 2(1993)
3. Cunningham, J. J., and Dixon, J. R., "Design with Features : the Origin of Features" , Computers in Engineering, ASME, Vol.19, No.7(1988)
4. David Rosen, W., "Feature-Based Design:Four Hypothesis for Future CAD Systems", Research in Engineering Design, Vol.5, No.1(1993)
5. Donaldson, I. A., and Corney, J. R., " Rule-Based Feature Recognition for 2.5D Machined Components." , International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol.6, No.1 & 2(1993)
6. Groover, M. P. and Zimmer, E. W., "CAD/CAM: Computer-Aided Design and Manufacturing", Prentice-Hall Inc.(1984)
7. Guo, R. C. and Yang, F. C., "A Computer-Aided Feature-Based Design System for Turned Part", The 6th Automation Conference.(1993)
8. Mill, F. G., Salmon, J. C., and Pedley, A. G., "Representation Problems in Feature-Based Approaches to Design and Process Planning." , International Journal of Computer Integrated

Manufacturing, Vol.6, No.1 & 2(1993)

9. Perng, D. B., and Chang, C. F., "Featured Based Object-Oriented Part Description System", The 6th Automation Conference(1993)

10. 王大中, 建立在分散式環境下之 3D CAD 架構與特徵核心, 碩士論文, 臺灣大學機械工程研究所(1999)

11. 王啟仲, 沖壓鈹金模具工法設計專家系統建構, 碩士論文, 國立高雄第一科技大學機械與自動化工程所(2003)

12. 李榮顯、許光城、蘇聖倫, 參數式電腦輔助鍛模系統發展, 鍛造, 第 5 卷, 第 4 期(1996)

13. 李興生, 凸輪機構 CAD/CAE/CAM 整合系統之研究, 技術學刊, 第 15 卷, 第 4 期(2000)

14. 李興生, 機械元件實體模型電腦輔助設計系統之發展, 技術學刊, 第 14 卷, 第 4 期(1999)

15. 陳昭偉, 建立在分散式環境下之 3D CAD 拓樸核心與動態資料庫, 碩士論文, 臺灣大學機械工程研究所(2000)