

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告  
靜水壓擠製設備之控制系統的設計與製造( )  
The design and development of the control system  
of a hydrostatic extrusion apparatus( )

計畫編號：NSC 89-2212-E-009-082

執行期限：89年08月01日至90年07月31日

主持人：洪景華 教授 國立交通大學機械工程學系

計畫參與人員：林佳榮 研究生 國立交通大學機械工程學系  
林君昱 研究生 國立交通大學機械工程學系

## 一、中英文摘要

### 摘要：

靜水壓擠製是利用高靜水壓將工件擠製過模具成形，此製造技術有高擠製比，低缺陷成品之優點，所以想要求高品質的產品(例如：半導體所用的金絲、高溫超導線材)就需要越高的擠製壓力(可高達1.5Gpa之壓力)。然而目前國內對此方面的研究仍為不足，所以希望透過本實驗室的基礎(目前本實驗室已完成超高壓擠製筒、高壓擠桿、高壓密封及背壓套件等的靜水壓設備)來加強這方面的研究。

為求可以消除擠製過程中的遲滯現象，所以希望能開發出一個能即時監控壓力變化的控制迴路，改善現行設計以電腦來做控制的缺點，預期能藉由改進已發展的控制電路並設計一個新的電氣的控制迴路來達到研究所需，並要求能做到程序的控制及整合以開發出一個實用價值高的高靜水壓擠製機台。此外，並計劃設計整合抽拉與靜水壓擠製的製程以求達到能連續生產線材的目標。

**關鍵詞：**靜水壓擠製、背壓、壓力控制、控制迴路、抽拉

### Abstract：

Hydrostatic extrusion is an extrusion process under a high hydrostatic pressure that is directly used to push the material through extrusion die. High extrusion ratio and good quality for products are two main advantages for this process. In general, very high extrusion pressure (may reach 1.5 Gpa) is usually required in a extrusion process for certain high quality products such as high

temperature superconductor wires. Because this kind of ultrahigh hydrostatic extrusion apparatus is expensive and difficult to manufacture, there exists almost no experiences in designing and manufacturing this apparatus in Taiwan. In the past three years, our laboratory had finished the design and manufacture of an ultrahigh hydrostatic extruder, high pressure plunger and high pressure seals for the hydrostatic extrusion apparatus. Preliminary extrusion tests had also been conducted successfully.

During the extrusion processes, we found that a system of back pressure control is essential to control extrusion speed and extrusion pressure correctly for a better quality of products. Also, computers are required in coordinating main pressure and back pressure. In the first year of this project, we had completed a preliminary pressure control system for back pressure control. This year, in the proposed consecutive project, we will focus on improving the response of existing system by redesigning a real time pressure control circuit to replace the PC-based control system for both main pressure and back pressure control. In addition, a drawing module will be designed and integrated into this extrusion apparatus in order to achieve the goal of continuous production of wires.

**Keywords:** Hydrostatic extrusion, Backpressure, Pressure control system, Drawing module

## 二、緣由與目的

在材料科技突飛猛進的時代，為求因應各種情況的需要而會研發出具有強度高，硬度高，韌性高，或具有某些特殊性質的

材料，使得傳統加工法往往無法應付這些新材料的加工，大部份必須藉由特殊的加工方法才能達到我們所需要的加工品質。經過數年的發展，靜水壓擠製 (Hydrostatic Extrusion) 加工慢慢地受到重視，可是因為高靜水壓的成本頗高，所以在傳統工業中受到限制；但其可有效地對新材料進行塑性成形加工，加工品質也比一般傳統擠製加工來得優良，例如：陶瓷粉末、超導粉末等高強度高脆性材料之加工。另外，還可以超大的擠製比進行加工。例如在半導體產業中 wire bonding 所用的金絲 (golden wire)，也是在高靜水壓下(約一萬五千大氣壓以上)所製造出來。以上這些都是傳統擠製加工所無法達到的，故如何使得靜水壓擠製達到實用化，成為現今研究的重要課題之一。

靜水壓擠製是運用高壓油體作為媒介，利用流體具有的等方性的特性，對材料施行等方性的加壓以達擠製成型的效果，在靜水壓擠製過程中，整個擠製筒充滿了高壓油體，利用高壓油將壓力作用於胚料之上，使胚料擠出完成加工成型。

本研究是採用 Pugh[1][2][3]所提出的背壓裝置觀念，亦即在胚料出口端加上一液壓系統來控制擠製的速度，如此不但可藉由控制擠製速度來消弭擠製過程中的遲滯現象，並且可提高胚料擠出之靜水壓力，使其產品品質更為良好。

近兩三年，本研究室設計出了一組包含背壓裝置的靜水壓擠製裝置。這套設備在先前的計劃[4][5][6]中已完成了耐高壓擠製筒的設計、高壓密封的防漏設計、擠製前胚件與模具之密封安排等。另外，也針對高溫超導粉體/金屬固體複合包蕊材料，完成不同的加工參數的擠製實驗與有限元素模擬。其後在計劃[7]中又建立了以 PC-BASE 為控制基底的背壓控制系統，及控制介面的設計及架設，還有對胚料擠出位移之感測裝置的設計與製造。

而由於本實驗室先前的擠製設備還是有部份的裝置是由手動來控制，例如：擠製壓力的給予就還是以手動旋鈕來控制，兩個壓力系統的控制介面也未整合成單一介面，而且尚缺乏程序上的控制，加上設備十分笨重，使得進行研究時往往會因人

為不當的操作而造成嚴重的誤差，以及潛在的危險性；所以整合控制的介面及擠製程序的自動化以減少人為操作的步驟和胚料擠出的即時監控系統即成為本研究動機之一。另外，在擠製的過程中，我們目前仍無法對擠製的壓力做到準確的控制。所以本研究的另一研究方向即是在設計能監控擠製壓力的控制系統其中包含：(1) 胚料位移感測器機構改良 (2) 油壓擠製控制回路系統 (3) 電氣迴路控制系統 (4) 微電腦軟體控制界面的撰寫。

本研究的進行能對未來高靜水壓擠製於工業界上的應用，跨出更大的一步，並落實國內的高靜水壓應用能力。期許可以對國內半導體產業用於封裝的金絲自製，還有高溫超導體線材的製造做出貢獻。

### 三、結果與討論

在本研究中，主要完成了以下幾點：

- 1、胚料位移感測器之改良。先前設計的位移感測器在裝配上較為繁雜且容易造成損壞，在經過改良之後已無先前之缺陷。
- 2、對背壓筒底蓋之油封進行加強。以混合含有金屬顆粒及一般之 AB 膠，取代原本只使用一般 AB 膠之油封，達到完全油封之效果。
- 3、自動化系統之控制油壓回路設計，其示意圖如圖一。
- 4、PC 介面之資料擷取/傳輸系統。在本研究中，以 A/D 及 D/A 卡來進行擠製設備之相關參數之資料擷取/傳輸功能，並藉以進行擠製系統之控制。
- 5、人機介面之軟體撰寫。以 Borland C++ Builder 3.0 進行人機介面之軟體撰寫，並加以配合 PID 控制器參數進行控制，其操作介面如圖二所示。
- 6、進行銅錠、鋁錠等不同材料之靜水壓擠製實驗。根據實驗結果得到幾點結論：
  - a、擠製壓的高低會影響到擠製時的潤滑條件。
  - b、胚料的種類會對擠製時的潤滑產生影響。
  - c、背壓可改善擠製時的潤滑情況。

d、擠出的速度與靜水壓、背壓及擠製錠的種類都有相關。

7、進行擠製-抽拉之實驗，佐以理論推導而得到靜水壓力與抽拉應力在相同材料性質及擠製比下為一定值之關係，其關係圖如圖三所示。

#### 四、計畫成果自評

本次研究中達成了機台改良、控制系統之人機介面軟體、回饋控制系統及程序控制系統的設計及製造，以及靜水壓擠製抽拉的實驗。

本研究之研究成果與當初所計畫之目標相當一致，達成率在 95% 以上。並且在執行計畫期間，提供了相關研究人員一個良好的訓練機會，為國內之相關領域，培訓了所需之人才。

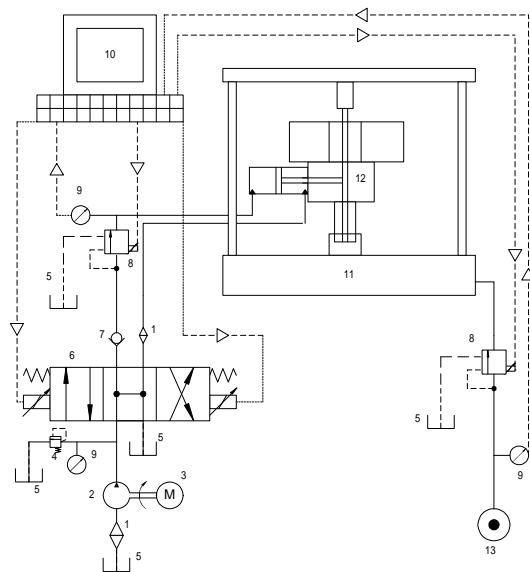
並且，藉由本計畫之執行，使得此靜水壓擠製設備之控制系統更趨於完善，促使靜水壓擠製自動化技術更加成熟，以利靜水壓擠製邁向工業化之目標。

#### 五、參考文獻

- [1].Pugh, H. Ll. D., and Gunn, D., “ Inter. Symp. On the Physics and Chemicty of High Pressures,, ” London, Society of Chemical Industry, London, 1963, pp. 157.
- [2].Pugh, H. Ll. D., Low, A. H., “ The Hydrostatic Extrusion of Difficult Metals, ” Journal of the Institute of Metals; 1964-65, Vol. 93.
- [3].Pugh, H. Ll. D., “ The Applied of Hydrostatic Pressure to the Forming of Metals, ” In Mechanical Behaviour of Materials under Pressure, 1970, pp. 522-590.
- [4].國科會計劃，「超高壓擠製筒之設計與製造」編號: NSC-86-2212-E-E009-012.
- [5].國科會計劃，「高溫超導材之靜水壓擠製研究 ( I ) 」編號：  
NSC-86-2212-E-009-015.
- [6].國科會計劃，「高溫超導材之靜水壓擠製研究 ( II ) 」編號：  
NSC-88-2212-E-009-002.
- [7].國科會計劃，「靜水壓擠製設備之控制

系統的設計與製造」編號：  
NSC-89-2212-E-009-009.

#### 六、圖表

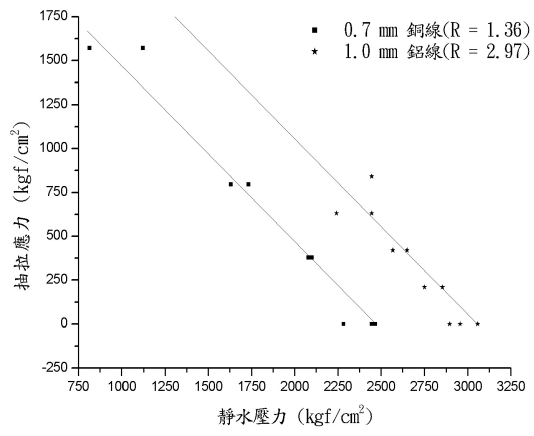


- |          |        |        |           |         |
|----------|--------|--------|-----------|---------|
| 1. 濾網    | 4. 液壓閥 | 7. 逆止閥 | 10. 電腦    | 13. 壓力源 |
| 2. pump  | 5. 油槽  | 8. 比例閥 | 11. 萬能拉伸機 |         |
| 3. moter | 6. 方向閥 | 9. 壓力計 | 12. 靜水壓設備 |         |

圖一 自動化系統之控制油壓回路示意圖  
本研究中所設計之油壓系統示意圖，各元件如圖上標示。



圖二 控制軟體之操作介面  
本研究中所設計之控制軟體操作介面，可監測擠製過程中之各項參數、不同之給壓方式、PID 控制支各項參數等。



圖三

靜水壓力與抽拉應力之關係圖

根據實驗數據可以看出，在相同的材料以及擠製比下，其抽拉應力與靜水壓力之總和約為一定值。

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 靜水壓擠製設備之控制系統的設計與製造( )

計畫類別： 個別型計畫      整合型計畫  
計畫編號：NSC 89-2212-E-009-082  
執行期間：89年08月01日至90年07月31日

計畫主持人：洪景華      國立交通大學機械工程學系  
計畫參與人員：林佳榮      國立交通大學機械工程學系  
                  林君昱      國立交通大學機械工程學系

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立交通大學機械工程學系

中華民國 90 年 07 月 04 日