**xxxxxxx公司與黎明技術學院**

**產學合作研究計畫成果報告**

**xxxxxxxxx問題改善之研究**

**執行單位：黎明技術學院xx系**

計畫編號： LISC111\*\*\*\*  
執行期間：民國111年\*\*月\*\*日起至民國 111年\*\*月\*\*日

計畫主持人：xxx副教授  
共同主持人：xxx副教授、xxx講師  
研究助理：機械系陳大美(學號)

本成果報告包括以下附件：

**█**產學合作計畫成果自評表  
**█**結案報告○份：○頁(請依範例格式至少4頁以上)  
□計畫執行相關圖片與說明(請儘量貼圖說明，置於結案報告後，可資為佐證，對評鑑更有利，非必要條件)

核章人員：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 計畫  主持人 | 執行單位  主管 | 研發處  承辦人員 | 研發處  組長 | 研發處  處長 |
|  |  |  |  |  |

中 華 民 國 111 年 \*\* 月 \*\* 日

**產學合作計畫成果自評表**

**XXXXXX問題改善之研究**

|  |  |
| --- | --- |
| **一、完成之工作項目及成果** | |
| 項目(含質化與量化說明) | 計畫完成程度 |
| 1.xxxxxxx設計之表板與模型二案 | **█**已全部完成 □部份已完成 □未完成  說明： |
| 2.xxxxxxx  (不足，請自行增列說明) | **█**已全部完成 □部份已完成 □未完成  說明： |
| **二、產學合作與技術發展成果** | |
| 項目及說明 (條列式- ●不可刪減) | 成 果 |
| 1. **產學合作成果融入教學情形：**   (1)計畫融入「xxxxxxx」相關課程，並進行專題講座。  (2)參與課程人數30 人。  (3)合作企業於課程進行業界實務分享。 | **相關課程：**  日四技xxxxxxx系，課程名稱：「xxxxxxx」(3學分/3小時)  **說明：**  結合藝術、科技、設計、製作，運用3D數位製造技術 |
| 1. **產學合作成果融入人才培育情形：**   (1)3D數位製造技術之實務訓練。  (2)3D設計創新設計開發實務。  (3)執行本計畫之基礎，可持續延伸更深入之產學合作。  (4)培育3D設計之人才。 | 參與計畫人員：  **█**主持人  □共同主持人 位  **█**研究助理 1 位  其中本校學生 1 位 |
| 1. **對於學術之應用研究、國家發展及其他應用方面之貢獻：** | **(1) xxxxxx**  **(2) xxxxxx** |
| 1. **對於參與之工作人員，獲得之訓練** | **(1) xxxxxx**  **(2) xxxxxx** |
| 1. **因產學合作成果取得專利、技轉、授權、創新表現之相關情形：** | **□有 說明：**  **□無** |
| 1. **產學合作成果參加國內外研究或研討（習）會之情形：** | **□有 說明：**  **□無** |
| 1. **產學合作成果與專業期刊論文、研討會論文、專書及展演發表之情形：** | **□有 說明：**  **□無** |
| 1. **產學合作成果獲獎與榮譽之情形：** | **□有 說明：**  **□無** |
| 1. **其它：** |  |
| **三、學校資源使用情形** | **使用情形說明** |
| █教室：xxxxxxx教室 | 討論 |
| █實驗室：xxxxxxx 電腦設計教室 | 設計討論與發表 |
| □重要儀器：(無可略) | 創作展演 |
| □圖書館 |  |
| □其他：研究室等 |  |

**XXXX有限公司與黎明技術學院產學合作研究計畫成果報告**

xxxxxx問題改善之研究

執行期限：111年\*\*月\*\*日起至自111年\*\*月\*\*日

主持人：xxx老師

共同主持人：xxx老師、xxx老師

研究助理：陳大美

**摘要(必要)**

雖然槍鑽深孔加工具有高度的精度，但随著孔加工深度的增加，槍鑽面臨最重要的問題之一就是孔偏心的問題。本計畫利用之前國科會計畫所設計之工件回轉裝置，裝設於工作台上，針對此回轉裝置來改善孔偏心。本研究並設計了各種導套之利用與設計。結果顯示，比較刀具轉進、工作進給，工件轉速為顯著因子。透過此工件回轉裝置，孔偏心將可從約50μm/10mm 改善至 5μm/10mm之程度。随著工件轉速的增加，孔偏心有些微之降低，但此趨勢並不顯著。實際結果顯示，深孔製程中深孔偏移問題可獲得有效地改善。

內文欄位因圖表或特殊需要可自行調整成單一欄位

**關鍵字：**孔偏心、工件回轉裝置**(必要)**

**一、緒論(或前言 必要)**

翔輝油機有限公司成立於1980年，主要營業項目為各種工作母機、空壓機械、油壓機械、鐵氧體粉末冶金整廠設備研發、設計與製造和深孔鉆孔加工等業務為主。近年來又另行研發及製造多項磁性應用工具、磁性應用設備，如磁性螺旋輸送機、磁性分離機、鐵屑清除棒等磁性產品及週邊設備，目前已獲至極大成效，並銷售於東南亞、日本、歐美等先進國家。其中多項已獲中央標準局專利，並且在2001年獲得經濟部頒發台灣優良廠商之殊榮。

在翔輝油機有限公司營業項目中，深孔加工製程與品質一直是深為課戶所稱讚喜愛。因在現今高科技產業的機器中，機件要求高精度以發揮其高性能，故往往需高精度之深孔加工機器機件，當這些機件之深孔加工精度不良時，常會使機件運轉時產生磨耗、振動、噪音等不良結果而導至故障，降低機器之精度與壽命。故對於工業之發展，深孔加工技術扮演了極重要之角色。為對深孔加工客戶提供更完善的技術服務，故提出與本校黎明技術學院產學合作，針對深孔加工中孔偏移問題提出解決對策。

深孔加工是指加工深度大於或等於孔內直徑5倍以上的孔加工，許多高科技的機器，常需深孔加工高精度之機器機件，當深孔加工精度不良時，常會使機件運轉時產生磨耗、振動、噪音等不良結果而導至故障，降低機器之精度與壽命。因機件要求高精度以發揮高性能，故加工精度要求高之深孔，如：小型塑出成型機之料管，軍火工業之機槍管、平槍管，塑料之流道管線，小型氣液壓管，紡織用之中空軸、灌嘴、噴嘴等，其深孔之面粗度，當加工之精度差，加工表面特性不良時往往會產生摩擦、振動和噪音不良之結果，增加耗損甚至使機件壽命降低而導致故障發生，影響成品品質之良否甚巨。故深孔加工技術的發展，對工業發展極具重要性[1]。

目前台灣發展中精密塑膠模具業而言，往精密模具方向發展，為了提高競爭力，其加工品質要求日益嚴苛。一些零件，如套筒、嚾嘴、流道等，均要求具有高品質之真圓度、圓筒度、面粗度之深孔加工。這些深孔加工之產值全世界預估超過60億美元[1，2]。這些深孔加工之零件孔徑約在20mm 以下，孔長比L/D 大於5 以上，一直為業界所苦惱。最主要原因是其加工時間過長，品質精度不均，成本過高等問題一直未能有效解決。尤其是對不銹鋼、鎳鉻鉬合金鋼等難切削材更甚。是故，目前台灣產業，當使用到高精度模具零件時，往往向國外訂購，如美國DME[3]、德國HASCC、日本FUTABU或MISTUBISHI [4]。因此，如何突破此深孔之加工要素，以提昇我國精密模具業之競爭能力，實為一重要課題。

過去對於深孔加工的研究：秦繼華教授等[5，6]說明了不適當之鑽軸支撐位置移位對深孔之真值度影響、主軸振動之影響。另外，在槍鑽深孔加工初期，刀刃未完全進入工件前會有一段不穩定期，此時易發生一些非預期之鑽削失敗，V. P. Astakhov[7] [8]分別探討了初期加工之不穩定性，與後期之加工參數特別在刀刃幾何方面。相對於BTA大孔徑深孔加工而言，槍鑽深孔加工刀具孔徑細小，刀具剛性勢必較低，深孔加工中更易受到外在因素如回轉主軸的振動、靜態、動態的回轉精度，各種導套之偏擺等等的影響，對加工成品表面品質之穩定有相當大之影響。

**二、研究內容(必要)**

由於槍鑽深孔加工很深，往往其刀軸很長，相對其受到彎矩與振動之影響很大，若不克服此問題會影響了加工精度。為了避免此影響，槍鑽工作機設計在鐵屑箱裝置(chip box)靠近工件一側裝有刀導套(tool head pilot bushing)，另一側裝置軸承導套(bearing bushing)，軸承導套內放置裝有橡膠襯套之軸承，橡膠襯套之內徑部與鑽頭之剖面形狀相同(具有110°之V型槽)但比鑽頭柄之內徑稍小，其作用不但可防止切削油噴出外界，並可以防止刀軸之振動。由於刀軸很長，故在驅動部與鐵屑箱中間，另有一中間支撐之銅導套。這些導套均有減輕彎矩與振動之影響效果。

如圖1為槍鑽加工刀具，因為槍鑽深孔加工其刀軸很長，故本研究首先探討各種導套之設計與使用，以減輕彎矩與振動之影響。各種導套，從驅動部至鑽頭，依序有中間支撐銅導套，依刀具孔徑設計上下配合之半圓銅導套，可打開，於加工時方便刀軸裝設，並於上半圓銅導套鑽有一細孔，其上裝有可供給潤滑油之油杯，在加工時潤滑油會注入銅導套產生潤滑效果，以減輕在高速旋轉之刀軸振動影響。另外配合鐵屑箱軸承導套，於加工前推擠入與鑽頭之剖面形狀相同橡膠襯套，再使刀具鑽入軸承導套，使此軸承導套可防止切削油噴出，並達到刀軸吸振之效果。

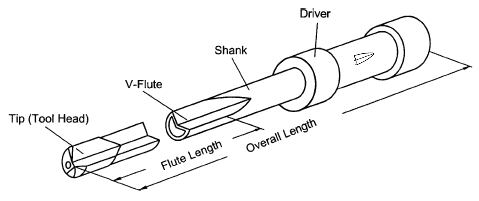


圖1 槍鑽刀具示意圖

在鐵屑箱靠近工件一側之刀導套，本研究配合工作直徑，設計刀導套，於刀導套中加工一配合工件外徑之孔徑，使工件深入刀導套中，工件前端儘量靠近導套，但預留一間隙不壓迫導套，以提高整支深孔加工中心度精度，如圖二所示。因槍鑽振動最明顯為初期加工鑽頭未完全進入工件時，本計劃刀導套之設計能改善此入口加工不穩定性，並降低入口振動不穩定性因表的影響。

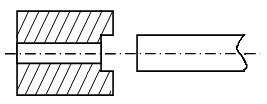
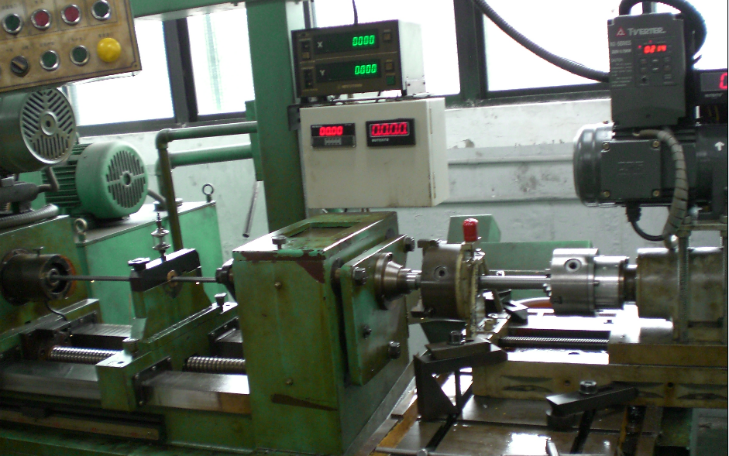


圖2 配合工件設計之刀導套示意圖

**三、研究方法與執行內容**

為了減少刀具刀軸撓曲並提高孔之真直度，如上所述各種導套之設計，但因為一些難控制之間隙、導套位置偏擺或傾斜等等因素，刀具鑽頭因而受到一推離主軸之力量。隨著工件進給增加，這力量會使刀具鑽頭鑽入工件之孔橫向位移漸漸增加，因而產生真直度、中心度偏差之不良加工表面現象。若這推離主軸之力量可以改善，則孔偏移之情形將可改善。本研究為了改善此現象，應用之前95學年度國科會專題計畫發展之工件回轉裝置，使工件在加工時與刀具主軸旋轉方向相反，當刀具鑽頭受到一推離主軸力量時，因工件回轉因素，工件會給予主軸一反作用力來推回刀具主軸，如此將產生中心自動校準之效應。

此工件回轉裝置，配合夾具裝置在一旋轉軸承並固定在工作台上，配合馬達帶動轉軸使工件產生可調回轉轉速。



工件回轉裝置

銅導套

Clamp A

主軸

排屑箱

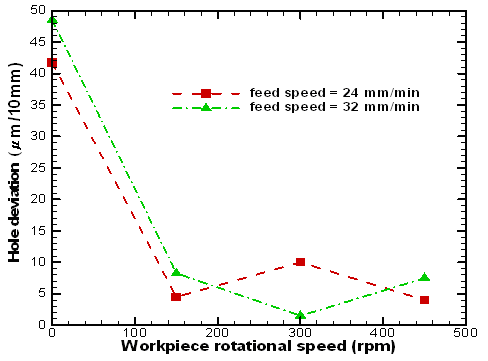
圖3 槍鑽深孔加工與各種設計配合圖

**四、 研究成果(必要)**

為了獲得良好之深孔偏移改善，槍鑽利用配合了工件回轉裝置加工，根據以前研究加工實驗所獲得之經驗決定實驗因子。選定S45C，圓鐵材外徑** 22mm，加工深度300mm，孔徑約**12.7mm之孔，考慮加工參數：工件回轉轉速150~300rpm、主軸轉速1600~2000rpm、主軸進給28~32mm/min。結果顯示，工件囘轉裝置所控制之工件轉進為重要影響因子。在工件未回轉情況下，其內孔加工孔偏心很明顯。然而，當工件開始回轉時，內孔偏心明顯降低，比對圖如圖4所示。圖4中右內孔為工件未回轉情況下之加工結果，左邊為工件適當回轉後偏心明顯改善。孔偏心將可從約50μm/10mm 改善至 5μm/10mm之程度。



圖4 工件回轉對深孔偏心改善範例



**tool speed = 1600 rpm**

圖5 工作回轉速度對孔偏心之改善

進一步探討在固定刀具主軸轉速1600 rpm時，不同工件回轉速度，其結果如圖5所示。結果顯示，工件回轉開始增加至.150rpm時，孔偏心大大的降低，但隨著回轉速之增加，孔偏心之改善就有限了。

**五、結論(必要)**

本計畫利用槍鑽加工機進行深孔加工，首先探討槍鑽刀軸位移之偏移，並設計槍鑽各銅導套、軸承導套、刀導套與其裝置。應用先前國科會發展之工件回轉裝置並加以改善，完成整個實驗系統建置。

本計畫完成槍鑽刀軸深孔位移偏移分析，並給予工件回轉裝置速度適當之選擇。經實際結果顯示，深孔製程中深孔偏移問題可獲得有效地改善。

**誌謝(必要)**

本研究案為翔輝油機有限公司與黎明技術學院產學合作成果，承蒙翔輝油機有限公司提供研究經費、材料、設備使用，特致上最高的感謝。

**參考文獻(必要)**

1. Peter Zelinski, Deep thinking, Modern Machine Shop; Jun 2003; 76, 1, pp.82-86.
2. Gillian Babicz, The deep and short of it, Quality; Oct 2001;40,10, pp.64-65.
3. Handbook of DME, World Headquarters of DME Company in U.S.A.
4. Mechanical standard components for factory automation, Misumi Corp. 2002.5-2003.4.
5. Chyn-Shu Deng, Jen-Chen Huang, Jih-Hua Chin, Effects of support misalignments in deep-hole drill shafts on hole straightness, Int. *J. Mach. Tools. Mannufact.* 41 (2001) 1165–1188.
6. Y.L. Perng, J.H. Chin, Theoretical and experimental investigations on the spinning BTA deep-hole drill shafts containing fluids and subject to axial forces, International Journal of Mechanical Sciences 41 (1999) 1301–1322.
7. A. Katsuki, H. Onikura, H.K. Sakuma, T. Chen, Y. Murakami, The influence of workpiece geometry on axial hole deviation in deep-hole drilling, JSME International Journal 35 (1992) 160–167
8. S. Ema, E. Marui, Theoretical analysis on chatter vibration in drilling and its suppression, Journal of Materials Processing Technology 138(2003), pp.572-578