



# 淺談鎢鋼模具 之超音波加工技術

A BRIEF INTRODUCTION  
OF ULTRASONIC MACHINING  
FOR TUNGSTEN CARBIDE

楊忠義

金屬工業研究發展中心  
精微成形研發處  
模具與精微加工組 工程師

洪宗彬

金屬工業研究發展中心  
精微成形研發處  
模具與精微加工組 工程師

## 關鍵詞

- 超音波振動加工  
ULTRASONIC MACHINING
- 超音波鎢鋼研磨  
ULTRASONIC ASSISTED GRINDING FOR  
TUNGSTEN CARBIDE

## 摘要

隨著工業的需求提升，超音波輔助加工之相關研究不斷的被提出。亦加工的材料、加工複雜度及尺寸精度要求提高，傳統懸浮磨粒之超音波加工已漸漸不符使用。旋轉超音波加工是以金屬粉末和人工鑽石或立方氮化硼磨料燒結而成之砂

輪做為加工工具，不但可以有效克服傳統懸浮磨料方式之磨料無法確實的進入工具與工件之間的問題，更因加工工具為固定尺寸，可直接搭配三軸或多軸可程式控制之數控工具機執行，達到成形銑削/研削的目的，更使得超音波加工尺寸精度得以從早期的公差數十  $\mu\text{m}$  進步到數  $\mu\text{m}$  以內。旋轉超音波研削是結合超音波的高頻振動與燒結鑽石刀具以高速旋轉研削的方式進行加工，其加工後之工件表面即為研磨表面，可以省掉原使用放電加工表面白層去除之後處理製程的成本。根據金屬中心實際測試結果顯示，旋轉式超音波輔助研削對於鎢鋼材料加工更具有提升研磨刀具壽命及簡化製程之優點，其無需製作多道次放電電極及大量的放電參數設定與調整，以刀具補正的方式即可進行加工精度補正，不但可解決當被加工件之表面形貌複雜、電極消耗不均及電極快速消耗的問題，更可大幅降低加工時間，確實減少製



程程序。

Because of industrial requirement, a lot of researches about ultrasonic machining have been published. Material, complex shape of products and dimensional accuracy are also highly requested. The traditional ultrasonic machining method was out of use. Rotation ultrasonic machining (RUM) is using a tool that bounding of abrasives it made by artificial diamond or CBN. The RUM can solve the problem caused by traditional way where the abrasive does not follow efficiently into the gap between the tool and workpiece. Because the tool size is constant, the form milling/grinding is possible by CNC machine. The RUM improves the machining accuracy from tens of  $\mu\text{m}$  to several  $\mu\text{m}$  easily. The experiment results reveal that the RUM combined with ultrasonic vibration and high speed grinding techniques obtains high machining quality and less processing time. It also save the time for electrode manufacturing, white layer eliminating process, and reduces the cost compared with traditional machining process.

## 前言

超音波加工技術最早在 1950 年被提出，主要用於超硬非導體材料的加工(如氧化鋁、氧化鋯、藍寶石、矽、石英、...等等)。當時所應用之超音波加工技術是在一工具頭上施以超音波(20~40kHz)高頻振動，並在工具頭上增設固定荷重。

在加工過程中，工具和工件接觸面上會通以具有高硬度磨料混合之研磨液，藉由工具頭帶動磨料衝擊硬脆材料工件表面，使材料在被加工面上產生裂紋。持續作用後，裂紋會成長進而使材料剝落，達到移除材料的效果。

但使用磨料懸浮的傳統超音波加工因工具磨損大，加工精密度差及加工效率不高，因此 Z.J.[1] 提出採用金剛石工具的旋轉超音波加工，改善了上述的問題，透過以一般研削機制結合超音波衝擊工件的作用，使被加工工件表面生產裂紋，讓一般研削機制在刮除材料時因裂紋產生應力集中效應，減少了加工阻力，更可因材料整片被剝除而提升加工效率。此外，當傳統超音波加工應用於金屬材料加工時，因材料會將大部份的衝量吸收，無法產生大量的裂紋或達到材料去除的效果而難以適用。旋轉式超音波加工方法因可使用磨粒固著於工具頭上之工具或是一般鑽頭或銑刀，以傳統研削及切削的方式進行加工，Isobe 等[1] 以#100 電鑄鑽石磨棒實驗在 4,000rpm 及 60kHz 高頻振動下，對 NAK80 材料進行研磨加工，並以實驗分析法研磨出  $Rz0.14\mu\text{m}$  之表面粗糙度。其實驗方法如圖 1 中所示，其超音波振動於刀具上。將超音波施於刀具上具有幾個優點：

- 超音波參數變異小，因主軸整體結構不會因加工工件而改變，再加上刀具的使用固定後，可得到較穩定之超音波振幅、功率、頻率及好的重現性。
- 超音波驅動之質量較小，所需之驅動功率較低。
- 機身床台滑軌較不易受損。因超音波作用於刀具端，故僅在刀具及工件接觸點上有振動傳遞至床台上，相對之質量差異及作用力量小。