

## 利用田口法最佳化參數結合加速度規之振動值量測以優化碳化鈷加工程序

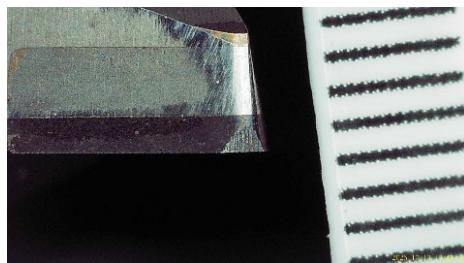
顏仲崑<sup>1\*</sup>、杜峻誌<sup>2</sup>、詹順凱<sup>3</sup>、方奕元<sup>4</sup>、嚴永強<sup>5</sup>、陳柏丞<sup>6</sup>

<sup>123</sup>義守大學工學院工程科技碩士班智慧機械工程組

<sup>456</sup>龍畿企業股份有限公司

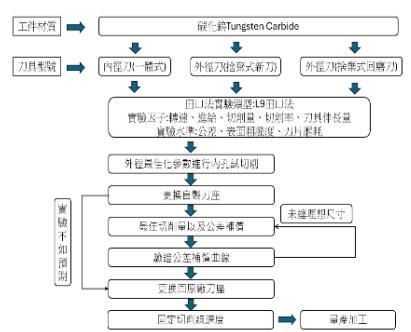
\*E-mail:alden0113@gmail.com

碳化鈷因其高硬度、耐磨性和耐熱性，在製造業中被廣泛應用於高精度工具、模具及機械零件的製造。然而，這種材料的高硬度同時也使得其加工過程充滿挑戰，特別是在切削加工時，常常出現刀具磨損過快、加工表面粗糙度差以及工件邊角崩裂等問題，不僅直接影響最終產品的質量，生產記錄報告也明顯發現生產成本和加工時間提高，因此如何通過優化切削參數來提升碳化鈷加工質量，成為一個亟待解決的課題。隨著現代工業對精密加工的需求不斷提升，特別是在沖棒模具領域，對於產品表面的質量要求越來越高，針對表面粗糙度與產品完整性作為評估加工質量的關鍵指標之一，影響產品的功能性能如耐磨性、摩擦係數和疲勞壽命有至關重要的要素，如：過大的表面粗糙度會降低零件的使用壽命和穩定性，甚至導致成品尺寸無法到達預期。因此如何通過調整切削速度、進給速率和切削深度等參數來降低表面粗糙度，提升產品質量，成為本研究的主要動機之一，同時碳化鈷材料的高硬度特性會加劇刀具的磨損[1][2]，嚴重磨損的刀片(如圖一所示)除了讓刀片無法再重新回磨之外，也因為切削性能降低造成工件表面粗糙度提高，從而增加生產成本。因此，本研究探討最佳化的刀具路徑並優化切削條件以延長刀具壽命，提高成品生產效率、成品品質及生產成本為重點研究方向。



圖一：刀片損耗

本研究主要使用田口法[3]探討鑽石車刀在加工碳化鈷時的最佳化參數組合，透過選擇主軸轉速、進給率、切削量與刀具伸長量為四個主要因子，使用田口L9直交表設計實驗，測試每個因子的不同水準，最後透過計算S/N比來分析各因子對加工質量的影響。得到最佳化參數後，結合加速度規進行碳化鈷沖棒實驗，藉由加速度規所得出之振動值數據與實驗後之刀具磨耗狀況、工件邊角狀況與表面粗糙度量測來進行進一步的參數調整，以下是實驗流程(如圖二所示)與實驗步驟(如圖三所示)。



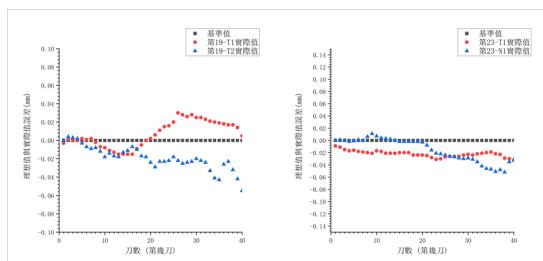
圖二：實驗流程



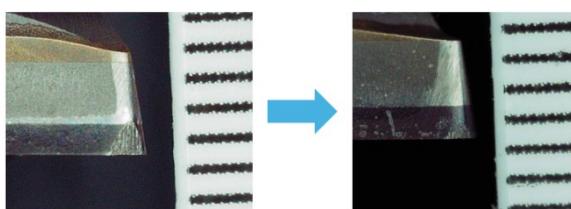
圖三：實驗步驟

根據圖四，此種刀具在進行碳化鎢切削產生的磨耗會不足所需的切削量，藉由計算每刀之切削量推算補正方法，可從圖4看到此補正方式能讓每刀切削量處於誤差內( $\pm 0.03\text{mm}$ )且相對穩定，透過設計補正實驗後進行測試加工並在完成加工後使用內徑分釐卡進行工件量測，結果顯示在調整參數後，第1至20刀的偏差值有明顯減少(調整前-0.06mm調整後-0.03mm)，往後的切削誤差也達到可控範圍內(如圖四所示)，刀片磨耗程度也有明顯改善(如圖五所示)，透過振動數據與加工後工件狀況以及刀片磨耗狀況進行分析與調整加工參數與切削路徑，經過不斷的試驗與調整進而找出最佳化加工程序。

根據研究結果，透過切削量計算補正量對碳化鎢材料的加工參數進行系統化優化，並以多次切削試驗驗證補償模型的可靠性。試驗結果顯示，經補償後的實際切削尺寸與預測值高度吻合，工件公差大多落於目標範圍內，甚至部分結果優於理想值，證明本研究所建立之補償方法能有效反映刀具磨耗對尺寸精度的影響。此成果不僅提升了尺寸控制的穩定性，也顯示切削量補償在硬脆材料加工中具備高度可行性。



圖四：補償曲線圖



圖五：刀片狀況改善

後續，本研究會將優化後的參數結合加速度規進行實際加工，以切削之振動訊號作為刀具負載與磨耗狀態的判斷依據。透過此方式，可在加工過程中捕捉刀具磨耗初期的細微變化，使研究能更加精準調整切削之參數，令實驗尺寸更貼合基準值並減少刀具磨耗。後續配合顯微鏡觀測刀刃磨耗、崩刃情形與刀片接觸面的完整性，同時確認工件表面品質與尺寸。

關鍵字：田口法、碳化鎢切削、加速度規量測、單點鑽石車削

### 誌謝

在此感謝龍畿企業股份有限公司於本計畫執行期間所提供的材料與技術支援。貴公司在過程中給予我們寶貴的建議與協助，並以專業的技術經驗協助問題的解決，使研究更加順利。特此致上最深切的謝意與感激之意。

### 參考文獻

1. 廖怜怡，「單點鑽石超精密車削碳化鎢之研究」，碩士論文，國立台灣大學，民國100年。
2. 葉書華，「以機器視覺為基礎之刀具磨耗偵測」，碩士論文，私立義守大學，民國97年。
3. 林忠興，「應用田口法於單點鑽石車削大角度模仁的加工參數最佳化之研究」，碩士論文，國立虎尾大學，民國98年。