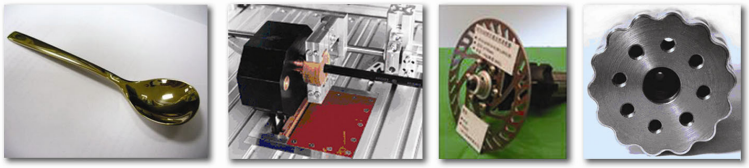
# 鈦與鈦合金之加工技術

## Machining of Titanium and Titanium alloys

馬寧元
金屬工業研究發展中心
精微成形研發處
正工程師

賴志良
金屬工業研究發展中心
精微成形研發處
正工程師

李新中
金屬工業研究發展中心
精微成形研發處
專案經理



## 關鍵詞

- 鈦加工　Titanium Machining
- 金屬移除率　Metal Removal Rates (MRR)
- 切刃　Cutting Edge
- 高扭矩主軸　Higher Torque Spindle
- 起落架　Landing Gear Bracket

## 摘要

目前鈦加工面臨之主要挑戰乃以合理之刀具壽命得到快速之金屬移除速率(MRR)，最新先進之加工機器與加工技術使得較高之金屬移除率與較長之工具壽命變得具可行性，因此製造商可利用較短之加工時間、較長之刀具壽命及較高之生產率製造出高品質之鈦組件。本文主要從鈦加工特性、機器、刀具、製程控制及成本等方面來說明鈦加工技術，並輔以一實際加工案例說明，作為鈦加工時之參考。

The key challenge faces the machining of titanium today is to obtain the rapid metal removal rates (MRR) with reasonable tool life. Current advances in machine tool and machining technology have made the possibility for higher MRR and longer tool life. Therefore, manufacturers could now produce high quality titanium components with shorter cycle time, longer tool life and higher plant productivity. The main objective of this paper is technical description of machining of titanium and titanium alloys from items of machining properties, machine tool, tooling, process control and machining cost , and as a technical reference with a practical machining example.

## 鈦之工業應用

鈦具輕量化、高強度與極佳之耐蝕性，可解決

許多工程應用之挑戰，鈦比鋼材強固 30%，鈦比鋁重 60%，但比鋼材輕 50%，航太工業是鈦產品最大市場，鈦可應用於承受 1100℃高溫之噴射引擎、飛機組件與其它重要結構組件。鈦合金之其它金屬組成包括鋁、錳、鐵、鉬與其它金屬，可增加強度、抗拒高溫及使材料輕量化，曝露於大氣時，鈦易形成緊密高附著性之氧化膜，可抗拒許多腐蝕材料。於 1950 年代鈦金屬即被使用於製造飛機結構中，如殼體、液壓系統、空氣引擎組件、飛彈、火箭及太空設備。1970 年代鈦成本下降有更進一步之實際應用，如潛水艇、船艦推進器、軸件、扣件及高耐蝕組件，也由於其輕量化、高強度及抗過敏性，應用於生醫領域。鈦也應用於石化與汽車工業，汽車組件，如引擎閥、連接桿、輪圈螺絲、排氣系統及懸吊彈簧等，鈦引擎零組件可增強馬力及扭矩而改善燃料經濟效益及解決噪音與振動問題。

## 鈦加工技術概述

經由對一般金屬物理特性之加工程序加以適當設定，一般鈦及鈦合金生產可以很具經濟效益的加工，考慮的因素也並不特別複雜，但要達到成功的鈦加工也並不容易，商業化純鈦與不同鈦合金之加工特性與鋼材及鋁不同，他們具不同的加工特性，鈦的低熱傳導性，猶如不銹鋼，會抑制散熱，因而須應用適當之切削劑。

利用高剛性之機器設備、良好之切削劑、鋒銳刀具及理想工件、較低加工速度及大進給量可使工件得到良好之刀具壽命及加工品質。使用鋒銳刀具很重要，因爲鈍化刀具會加重熱量之累積，造成磨損與擦傷導致刀具之破損與失效。

在製造成本方面，包括加工速度、主軸轉速、切削深度、進給量、總切削時間、機械能力及刀具壽命等都會對製造成本及鈦加工效率有重大影響。

在加工技術方面，鈦加工之重點爲重型與高速切削，重型切削爲以高馬力與扭矩進行快速大量金屬體積之切削，以達成較高之金屬移除率目標，此法經常應用於粗加工製程，重點在於獲得較高之加工效率，但其加工面品質則較低。

高速切削則使用於精加工製程，以達到最終零組件之精度要求及較佳之加工面品質。一般而言，高速切削製程目標不在於達到較高之金屬移除速率，而需以能達到可接受之加工精度及較快加工速度爲前提，其主要決定因素則在於鈦加工件之幾何形態與結構之複雜程度。

除上述技術之外，是否鈦加工有一提高金屬移除速率而仍能維持滿意的刀具壽命及降低單位體積鈦加工成本，首先必須先了解爲何鈦如此不易加工。

更完整的內容
請參考【機械工業雜誌】
321 期・98 年 12 月號
每期 220 元・一年 12 期 2200 元
劃撥帳號：07188562
工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342
傳真訂購：03-582-2011