



# 智能化工具機之發展

Development of Intelligent Machine Tools

## 麥朝創

工研院機械所  
智慧機械技術組  
數值控制部  
經理

## 鄭志平

工研院機械所  
智慧機械技術組  
數值控制部

## 關鍵詞(Keywords)

- 智能工具機 Intelligent machine tool
- 智能切削 Smart cutting
- 加值軟體 Value-added software

## 摘要(Abstract)

高速高精與多軸複合工具機的市場需求急增，工具機產業競爭重點已由硬體研發朝向智能化軟體加值方向發展。本文先技術特徵之定義說明智能工具機所具備之技術架構，隨之再綜整各別整機廠與控制器廠對於智能化加值的發展重點，並依各別功能性加值項揭示其技術內容。

With the development trend of modern

manufacturing industry towards high precision, high efficiency and high reliability, modern machine tool design should meet the requirements of intelligent and customizable. Intelligent machine tool has become the development trend of machine tool equipment. This article mainly introduces the technologies of intelligent machine tool. Firstly, through the summary and definition of concepts, the composition and technology of intelligent machining tool are defined and described. Finally, each intelligent function of the intelligent machine tool is reviewed. Finally, each function's architecture is described.

## 1. 智能工具機



高速高精與多軸複合工具機的市場需求急增，對於工具機的製造端來說，僅憑技術優化來取得市場優勢，其競爭力稍有不足之趨向。唯有積極的應付使用者端多樣化的客戶需求，使其生產設施之效率與靈活性提高，始為深化工具機產業競爭力之核心要務。為實現使用者端對於產品製造過程中多面向的預測需求和有效控制，改進機械設計理念、控制技術與輔助軟體開發將是新的創新動力方向。對此，透過切削製程的計算、控制、模擬與定性量的分析，揭示整個生產過程中產品生命週期，提高製造設備的控制性和適應性，我們將之稱為智能生產。

在全球化技術競爭背景下，工具機之極限能效不斷被提出新的挑戰。然工具機本身也是一個複雜的機電系統，藉由複雜物理行為的建模與優化，通過自主監控和決策來控制加工品質，在設備與製程之間建立協同關係，旨在取代人的部分腦力勞動達到生產製造更高層次的表現。如此智能化工具機可視之為智能化製造的主要組成單元。然而於 21 世紀初就提出了“智能工具機 (Intelligent Machine Tools)”的概念，但智能工具機發展時至今日，對於工具機所嵌入智能之功能，尚未有一明確的定意與完整的規範。對此筆者參酌幾個主要大型研究機構所提出之智能工具機之概型，認為美國的 Cincinnati-based Manufacturing Extension Partnership Center 提出的 SMPI (Smart Machine Platform Initiative) 計劃平台，給出了智能工具機較完整的定義與特徵內涵。該計畫平台其第一期計劃執行標的即為工具機藉由感測器的植入，達到即時監視和控制複雜工序之目的，最終目標是以 “First Part Correct”，

降低成本浪費和生產延誤。SMPI 提出智能工具機其主要的基本特徵，包括為[1-2]：

1. 加工決策系統(專家系統/智能切削)；
2. 自主監控和優化控制；
3. 具備線上量測功能；
4. 設備學習與自適應能力；
5. 別智慧機械上，全設備機電自主訊息交流與應用達成全智慧化切削；廣意上機器之間能夠無障礙地進行交流

有鑑於此，筆者分析比較目前各主要代表性大廠所發展出的工具機智能化功能項目，融合上述 5 大項的特徵定義，將針對智能化加工技術、智能化狀態監控與維護技術、智能化程式編輯、調機輔助引導系統與智能化誤差補償技術等五向主發展撰文描述，文中將採整機廠與控制器廠分別述之。

---

## 2. 智能化加工技術

---

智能化加工技術主要包括虛擬工具機技術、智能切削、製程工序統合等技術。

### 2.1 防碰撞技術

#### A. 整機廠

##### A1-Okuma (Collision Avoidance System, CAS) [3]

本項功能內建於 Okuma 新型的 OSP 系列控制器內，利用實機運動鍊的 3D 模型模擬方式進行運動鍊動態的預讀判斷，此一功能意謂著對於實體設備的結構與運動鍊的干涉碰撞資料，具有極實用之價值。運作方式流程如下：

1. 建模(Modeling)—將運動鍊中之工件、刀具、

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】379期・103年11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

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)