

產業研究報告

5 軸工具機因應市場訴求改變的發展態勢

前言

5 軸工具機相較 3 軸工具機能進行複雜形狀加工，並在加工精密度、自動化方面佔據優勢。然加工誤差則為 5 軸工具機的課題，軸數越多，受環境因素影響之不確定性也增加。本文分析日本工具機業者，於產品設計加入智慧技術調整性能，以及搭載淨零碳排浪潮推出節能工具機的產品策略，供工具機業者參考。

日經 xTECH

Document Code: CDOC20230303001

Publication Date: Mar 2023

Check out MIC on the Internet!
<https://mic.iii.org.tw/aisp>

目錄

謀求 5 軸精密度更加穩定、自動化	1
成熟產品仍不忘改善、革新，不讓國外競爭對手有可趁之機	4
註釋	7
附錄	8

圖目錄

圖一、宮崎正太郎董事長	3
圖二、家城淳董事長	6

謀求 5 軸精密度更加穩定、自動化

5 軸工具機透過 2 軸控制工具旋轉方向，再透過長寬高 3 軸移動進行切削加工。相較於工具方向不會改變的 3 軸工具機，5 軸工具機是更為先進的加工裝置，能進行更加複雜形狀的加工，其一方面可確保加工精密度的穩定度，同時也更加符合自動化的訴求。以下從 MAKINO 觀點看 5 軸加工中心機現況及企業相關對策。

現階段聚焦重點

首先，針對目前聚焦的業務來看，包含 2022 年「JIMTOF (第 31 屆日本國際工具機大展)」之展示內容，MAKINO 將持續聚焦 5 軸加工，並積極推動自動化、放電加工水準提升等對策。產業別業績部分，除了半導體相關領域業績亮麗外，之前遭受新冠疫情打擊之航太領域也急速復甦。汽車領域則是電動車 (EV) 相關訂單大幅成長，各領域成長全面帶動接單額屢創新高。與此同時，卻也必須設法解決如何增產的問題。

5 軸加工中心機 (MC) 部分，現行加工產品規格大多超過 400 ~ 500mm，但客戶希望能對應更大的規格，因此 MAKINO 著手開發可加工大型產品之相關裝置，包括有 800mm 四方工作檯的橫向 5 軸 MC「a900Z」，以及能加工長度約 2 公尺產品的縱向 5 軸 MC「V100S」。

以 V100S 為例，對象產品為汽車防撞桿、儀表板等大型模具。MAKINO 目前雖已有較小型之格柵、門飾版模具加工裝置，但目前仍無法因應更大型產品之加工需求。

此外，進行大型模具加工時，必須替換工具但由於工具變換處的高度不同，因此難點在於必須以人力進行微調，才足以避免出現高度差距。MAKINO 開發的中型裝置因有助於儘可能減少高度差距而熱賣，也進一步帶動大型模具加工需求浮現。

電動車領域則有較大型圓筒狀產品，例如馬達機殼等車床加工需求，為因應此類需求，MAKINO 也著手開發追加車床機能之縱向加工中心機「L2 (車床規格)」。

5 軸精密度穩定，自動化需求浮現

相較於業者的大力鼓吹，客戶加工現場之 5 軸工具機需求熱度似乎有落差。MAKINO 表示，近來客戶需求多偏向首次手動調整後讓裝置自動運作，負責員工也希望避免加班。過去針對多次改變工具方向切削，必須逐次手動調整。而 5 軸加工則只需要初次手動調整，其後就能無人運作，也因此現場出現進一步加大產品對應規格之需求。

MAKINO 其實希望客戶運用的是 5 軸控制加工，藉以縮短加工所需時間，同步延長工具機壽命。但透過人工控制 5 軸同步加工有其侷限，雖然可以運用 CAM，但 CAM 機能、性能仍可能影響製程及加工品質，也導致現場排斥引進 5 軸控制加工。

不論日本國內外，現階段一般多採用透過 2 軸控制工具角度，並以 3 軸程式操作。此外，5 軸加工目前還面臨加工誤差穩定性的課題。即由於一天內的室溫變動等因素，從而可能導致個別加工差距應運而生。軸數越多，不確定因素也隨之增加。

例如近來大部分客戶能容許的變動誤差約 $5\ \mu\text{m}$ ，為此 MAKINO 也開發相關架構，可在面對溫度變動時，確保加工精密度偏差維持在容許範圍內。不少客戶正是信賴此一架構，才選擇購買 MAKINO 產品。

加工精密度穩定後，客戶將進一步追求自動化。而部分客戶則是為了推動自動化，致力維持加工精密度穩定。

近來自動化對策傾向

客戶加工現場繼大力推動可視化相關對策後，下一步希望具備計畫、時程調整能力，自動化軟體改善需求應運而生。

過去自動化軟體之主流為動態排程機能，由軟體取代人決定所有架構、順序，並會隨著輸入資訊不同動態變化。但如此一來，負責員工將難以掌握後續的加工計畫。最近客戶端則出現相關需求，希望能自行指定、變更加工順序，MAKINO 也致力提供相關選項以滿足客戶需求。

最初的自動化目標為在最適時機，將有限資源潛力發揮到極致，以利持續作業。然而在此大前提下，特定工具、相關要素不足的作業將遭到推遲。其次是近來相關資材明顯不足，關鍵要素難以齊備狀況頻傳，目前理想的作法是透過替代繼續運作。

電動車相關需求增加

近來 MAKINO 接單量屢創新高，其中以諮詢件數而言，半導體製造裝置、模具、飛機領域業績均十分亮麗，MAKINO 也均涉獵其中。以半導體製造裝置為例，包括反應室、閘門以及幫浦類，如真空幫浦、高分子幫浦等。

此外新冠疫情下航空業景氣低迷，部分原本服務於該領域的技術人員轉往半導體領域發展。不過近來航空業出現復甦徵兆，不少航空公司積極考量增加航班。

MAKINO 的航空領域相關業績占比在巔峰時期也僅約 15% 左右，即客戶有限，稱不上是核心業務。但也正因為客戶數目有限，得以細膩因應個別需求。對 MAKINO 而言，滿足客戶需求才是至關重要的。

相對之下，汽車領域的電動車相關客戶眾多，需求也不一而足，難以判斷應對優先順序。MAKINO 長久以來致力經營電動車領域，客戶也逐步增加，例如美國電動車大廠的供應商就向 MAKINO 訂購鋁合金壓鑄、模具加工產品，訂單數量龐大。

圖一、宮崎正太郎董事長



備註：慶應義塾大學經濟系畢業後，1986 年進入 MAKINO 服務。1999 年就任德國 Heidenreich & Harbeck Werkzeugmaschinenfabrik 董事，2000 年就任德國 Makino Formenbau Technologie 董事。2011 年調任 MAKINO 營業本部亞洲營業部總經理，2016 年調任海外營業部總經理。2021 年 9 月升任執行董事兼營業本部副本部長暨德國 MAKINO 歐洲銷售&應用方案總經理，2022 年 6 月起就任現職。

資料來源：日經 xTECH，2023 年 3 月

成熟產品仍不忘改善、革新，不讓國外競爭對手有可趁之機

近來客戶各類需求更趨明顯，包括新冠疫情下必須加速推動數位轉型(DX)對策，製造業面對慢性人手不足課題，以及必須對碳中和有所貢獻等，工具機廠商技術力備受考驗。面對亞洲後起之秀等國外廠商技術力急起直追，以下從大隈觀點看其公司今後市場戰略。

近年客戶之工具機需求

首先針對近年來客戶之工具機需求，大隈在 2022 年「JIMTOF (第 31 屆日本國際工具機大展)」之展示內容以下列 3 點為主軸，分別是「自動化」、「零碳」及「數位解決方案」，以協助客戶解決眼前課題，並放眼未來推動相關對策。

其相關展示獲得熱烈迴響，也讓大隈重新認知到客戶相關需求的強烈。就行業別市場而言，從長久以來的半導體製造設備領域到近年來崛起的電動車(EV)零件生產領域都要求高精密加工。以電動車零件為例，為了追求高靜音行駛，必須維持高精密加工。此外，為了提升生產效率，能以單一設備對應多種加工需求的 5 軸、複合工具機需求顯著攀升。然而傳統 5 軸工具機無法在自動化環境下維持穩定加工水準，為亟需解決之課題。

大隈一直以來大力訴求「智慧化技術」，正好有助於客戶因應此類製程重整、自動化環境下之穩定生產需求；具體而言包括「熱親和理念」及「5 軸微調」等技術。

首先熱親和理念透過數位工具機(NC)自製，力求融合機械設計、控制技術，即使面對熱變位仍能確保加工精密度穩定，是大隈引以為傲的技術。2001 年起相關產品即搭載此一技術，銷售至世界各地。在初期，其實大隈並未大力宣傳此一功能，但上市約 1 年後逐漸口耳相傳，客戶紛紛表示相關產品加工精密度穩定且熱變位小。

隨著口碑逐漸傳開，客戶發現大隈產品在一般工廠環境下無需頻繁進行機械微調，精密度穩定。其後，大隈將相關技術擴大應用至 5 軸、複合工具機，因而帶動半導體製造設備、電動車零件加工等需求攀升。

以電動車領域為例，為了對應急速攀升的生產需求，包含中國在內，世界各地都浮現產線垂直啟動需求。進入電動車普及期後，零件種類、產量變動頻仍，無法逐一長期進行機械微調，因此需要 5 軸微調等機能，以節省相關應對措施所需的人力物力。

半導體生產設備加工需求也從數年前起急速攀升，大隈則透過零件連續加工自動化及智慧化技術，協助半導體生產設備廠商提升產出量，進而開創利潤。放眼未來，精密加工製程必須使用自律裝置，才能滿足客戶之穩定高精密加工需求。

掌握零碳風潮推出嶄新標章

除了上述方向性外，大隈指出碳中和對應之重要性。具體而言，相關技術需要兼顧高精密度及節能。2014 年，大隈推出名為「ECO suite」的節能系統（註 1），此一系統係應用前述熱親和理念，能自動停止設備非必要冷卻、自律控制輔助機械等運作，以達成省電運轉。

相關系統剛推出時反應差強人意，或許是因為客戶對環保並不是那麼感興趣。然而從「大隈 Machine Fair 2021」展出後，2022 年初碳中和相關諮詢件數激增。

然而現階段製造業整體之碳中和推動腳步乍看之下趨於遲緩，以汽車業界為例，前述諮詢多來自 tier 1 廠商或中堅企業，而其他業界核心供應商也極感興趣。此外，不少中小企業不清楚應該如何著手推動碳中和。

有鑑於此，大隈從 2023 年春季起，出貨的所有機種都採用嶄新標章「Green Smart Machine」，顯示相關工具機均兼顧高精密加工及可滿足零碳需求（註 2）。

不少客戶雖然採購 ECO suite 機能搭載機種，卻未能靈活運用怠速停機功能，甚至根本沒注意到有相關機能存在。伴隨碳中和聲浪日趨高漲，大隈計畫運用前述標章，推動本身有助於二氧化碳減排之解決方案可視化，進一步訴求相關產品對環保有所助益。

亞洲後起之秀來勢洶洶

客戶對加工精密度、生產效率的要求不斷提高。而面對此一大環境，大隈針對 5 軸工具機、複合工具機及門型加工中心機（MC）等高機能機種的持續發展對客戶大有助益。同時，其運用長久以來持續落實之自動化、智慧工廠建構相關 knowhow，搭配銑床、縱向 MC 等多元必要設備，進一步提升本身綜合提案能力，以追求市場區隔。此外，中國等亞洲新興廠商也銷售簡單的銑床、縱向 MC，雖然技術水準仍有差距，但大隈仍無法高枕無憂。

對工具機的穩定生產而言，高度技術水準及現場相關 knowhow 不可或缺。為了能長期穩定進行高精密加工，必須培育超越有形設計圖的無形製造文化。但也有零件不需要進行高精密加工，針對此類零件，國外競爭對手可能在重複生產過程中逐步提升本

身技術水準。為了在此一大環境下謀求市場區隔，即使是成熟產品也必須不斷改良，進一步提升技術水準。

大隈經常呼籲員工要「讓成熟產品變身為成長產品」，乍看之下技術已然成熟的裝置，在電動車零件製造等領域仍有眾多客戶追求進一步提升生產效率，解決課題。

圖二、家城淳董事長



備註：1985 年進入大隈鐵工所（現名大隈）服務，2006 年升任技術本部研發部部長，2012 年就任董事兼技術本部長，2015 年升任常務董事兼技術本部長等。2018 年就任董事兼副社長，2019 年 6 月起就任現職。

資料來源：日經 xTECH，2023 年 3 月

註釋

註 1：2021 年 11 月推出強化碳中和對策支援機能之「ECO suite plus」，除了 ECO suite 機能外，並搭載能根據機械耗電量換算碳排量之相關可視化機能。

註 2：同時顯示大隈之日本國內 3 廠生產均符合碳中和 (SCOPE1、2) 要求。

Copyright©2023 日經 xTECH All rights reserved.

附錄

英文名詞縮寫對照表

MC	Machining Center
----	------------------

中英文名詞對照表

加工中心機	Machining Center
-------	------------------



發行所	財團法人資訊工業策進會 產業情報研究所 (MIC)
地址	106 台北市大安區敦化南路二段 216 號 19 樓
電話	(02) 6631-1200
傳真	(02) 2732-1353
全球資訊網	https://mic.iii.org.tw
會員服務專線	(02) 2378-2306
會員傳真專線	(02) 2732-8943
E-mail	members@iii.org.tw
AISP 會員網站	https://mic.iii.org.tw/aisp

以上研究報告由日經 BP 授權，經 MIC 翻譯後出版，非經 MIC 書面同意，不得翻印或轉載