

日本工具機 企業發展最前線

從去年到今年間，中村留和西鐵城精機兩家公司投入新廠建設，在日本工具機業界備受關注。加上日本電產（NIDEC）透過併購的集團化動向，被認為是日本工具機企業的最新動向。本文特別聚焦在這三個值得關注的話題。

2023年中村留和西鐵城精機增設了新工廠，導入了以自動化和合理化為目標的生產方式。兩家公司都對顧客暨供應商舉辦了展示會，介紹新工廠，特別是模組化生產的實踐。模組化生產在日本的工具機製造商中績效卓著，在電動車製造商特斯拉則稱為「Unboxed Process（開箱工藝）」，而豐田汽車為了實際應用也正在開發當中。

2021年日本電產收購了三菱重工的工具機事業，並更名為日本電產機械工具。此後，他們相繼收購了OKK、瀧澤，以及義大利的PAMA，朝向集團化發展，2023年改名為NIDEC。

中村留：用模組化生產減輕現場負荷

中型工具機製造商的中村留位於石川縣白山市，在2023年10月1日開始營運新廠房「MAGI」。這個名字的來源是新約聖經中的「東方三賢士」，同時也源於「魔術（Magic）」一詞。這個名字象徵智慧的整合各項工序，就如同施展魔法一樣。

他們的主力產品複合車床的組裝分為兩個步驟：「單體組裝工序」和「本體組裝工序」，將模組進行組裝後，再裝到產品本體上。雖然這種生產方式與傳統方法並無太大差異，但在新的模組化生產中，單元組裝工序的關鍵在於可以縮短時間。在這個步驟中，他們組裝了主軸單體和指標單體這兩種單體。

與傳統方式的不同之處在於，在單體組裝工序中提高了單體的完整性。在新的模組化生產中，組裝完包含主要零件的單體後，進行了磨合試運轉。這樣做可以確保單體本身的功能和品質，並直接組裝到產品本體中。對於標準規格的複合車床而言，他們成



桑原喜代和
(Kuwabara Kiyokazu)

1947年生，日本岐阜工業高等專門學校(Gifu National College of Technology)機械工學系畢業，現任岐阜高專產官學合作顧問、K-SUPPORT負責人、東海大學精實系統團隊成員。任職OKUMA公司40年，前期在生產技術部負責主軸加工FMS、車床組裝線與FA工廠管理的設計與建構工作；後期在生產管理部導入ERP系統、建構標準時間設定系統，並在北京的合資企業導入中國版ERP系統。2009年自OKUMA退休，轉任製造管理顧問指導工廠改善，並擔任人才培訓講師。

功將從生產開始到出貨的LT（Lead Time）從過去的25天縮短到15天，縮短了40%。

單體的組裝在新工廠的二樓進行，並進行磨合運行。然後使用堆高機將其運到一樓，並安裝到機身，進行管道和電纜的配線，最後組裝成品。在二樓製造單體時，導入了3台AGV（無人搬運車）和自動倉庫。在夜間，AGV會自動從自動倉庫補充第二天組裝單體所需的零件，並將已完成的單體運送至自動倉庫。這樣，操作員可以專注於眼前的工作，不需擔心零件的補充和成品的儲備。

過去他們沒有產品庫存，完全接單生產。然而，未來將在自動倉庫中存放暢銷機型的單體，以縮短交貨期。他們計劃將從接單到出貨的交貨週期，從過去的5個月縮短到大約1個半月，也就是說縮短了三分之一以上的LT。此外，他們正在通過模組化設計，實現單體的共用化，並期待以此達到量產效果。

兩年前接任社長的中村匠吾，出生於1991年，是一位年輕的管理者。他認為著眼製造業的未來，必須讓所有員工都能感受到製造的樂趣。因此，必須減少不必要的負擔。他希望透過他們的機器和服務實現這個目標。他說，雖然中村留製造切削金屬材料的機器，也希望能夠減輕現場人員的負擔。

中村留的新模組化工廠已在《日經製造》2023年12月號中介紹過，2024年3月號則刊登了中村社長的專訪。

在工具機業界中，模組化生產並不新奇，在我曾任職的OKUMA，半個世紀以前就開始這樣進行，我們會根據預測庫存單體，接受訂單後進行組裝生產（BTO，接單生產）。去年，中村留利用建設新工廠的機會，實現了完成度更高的模組化生產。

西鐵城精機：用模組化整合加工與組裝

西鐵城精機的輕井澤本社工廠位於長野縣御代田町，使用模組化生產製造CNC自動車床。首先，將一定數量的零件組成「模組」，然後將所有模組集合起來，組裝成一台完整的產品。

該工廠主要分為四個區域：（1）車床加工區、（2）機械加工區、（3）模組組裝區、（4）主體組裝區。

加工區域是一個「全面自動化的工廠」，夜間幾乎是無人化的狀態。照明被調暗，只有生產設備的運轉燈在黑暗中閃爍，機器運轉時不需要光線。

為了盡可能避免夜間發生停工情況，每天都

會進行保養檢查。雖然有時由於故障而導致生產設備停機，但這些生產延誤通常會在休息日補回來。為了減少這類問題，會積極進行保養作業。

(1)車床加工區主要負責的加工，包括主軸在內的圓筒形零件。每台車床配備垂直多關節機器人，用於抓住工件，並將其安裝在車床上，以及在加工後將其取下。若機器人無法應對，則在車床頂部安裝龍門裝載機，進行自動化安裝和取下。每位操作人員同時負責管理4到5台的生產設備。

(2)切削以外的加工，在機械加工區進行，該區域配置了彈性製造系統（FMS）。從高大的貨架上存放著裝載在托盤上的未加工工件。根據生產計劃，貨架中央移動的堆高機會將托盤從貨架中取出，並將其載入排列的橫向或縱向機床中。完成切削後，工件再次被載回貨架。如此一來，工件的載入和卸出過程就能夠實現自動化。

(3)模組組裝區域負責組裝各種模組，具體來說包括主軸模組、刀架台模組、對向刀架台模組、刀具和球型螺絲等等。

這些組裝區對作業人員的依賴度很高，因為涉及到複雜和精細的操作，難以完全用機器人代替，自動化的成本也很高，然而這裡正在努力實現作業的自動化。

其中一個例子是使用協作機器人固定螺絲，機器人從操作人員放置的螺絲箱中逐個抓出螺絲，使用線性導軌將其拴緊在刀台上。

另一個例子是螺絲的配送作業，使用垂直多關節機器人自動準備每個模組組裝所需的螺絲。機器人通過圖像傳感器讀取QR Code，根據其選擇適當的螺絲，放入供應給各模組的箱子中。

(4)本體組裝區負責將所有的模組集合起來，組裝成基本規格的產品。具體來說，將主軸模組和刀台模組安裝在機床上，並進行操作面板和控制面板的配線作業。

自動化的阻礙在於配線作業，這是一項複雜且細緻的工作，同時伴隨著干擾、斷線、錯誤連接等風險。為了支援這個組裝作業，導入了作業指示系統。液晶螢幕上顯示帶有圖示的作業步驟，指示操作人員在哪裡拴緊螺絲、扭矩以及使用的工具。系統接收來自使用工具的信號，確認作業是否正確完成。若作業不正確，則無法進行下一步工作，這種防呆設計可以有效防止作業失誤。

組裝完基本規格的本體後，安裝客戶訂製的專用規格零件。首先計劃生產基本規格，然後根據客戶的訂單要求，將其組裝成符合特定需求，每個都是獨一無二的產品。

西鐵城精機的自動化工廠由《日經製造》於2023年8月號介紹，並在2024年1月號宣布了北上工廠（岩手縣北上市）的產能增強計劃。

雖然在車床加工的機器人、裝載器、銑床在彈性製造系統的自動化方面並不新奇，但是西鐵城精機將模組化生產與加工、組裝結合在一起，實現了整體生產的一貫化。

NIDEC：工具機製造商集團化

NIDEC在2021年8月收購三菱重工的工具機事業（現在的NIDEC機床）、2022年2月收購OKK（現在的NIDEC OKK）、2023年2月收購義大利PAMA，以及7月收購瀧澤後，現在擁有4家工具機公司。這4家公司的年營收超過1千億日元。此外，收購行動並不僅於此，NIDEC似乎計劃在未來繼續進行併購，以達成「世界第一」的目標。

NIDEC專注於工具機事業的原因在於，全球工具機的角色日益重要，同時也擔心日本國內業界存在過度競爭的問題。雖然日本擁有規模超過1兆日元的市場，但存在1百多家製造商，在經濟不景氣的時期，價格競爭極為嚴峻。

除了一些大型企業外，許多製造商由於未能進行長期策略的持續成長投資，導致競爭力不足，處於低增長循環。他們擔心，如果國際競爭力持續下降，未來日本企業在工具機供應的能力減弱，可能會動搖日本製造業的事業基礎，導致整體競爭力下降。

《日經製造》在2022年8月號的報導中，訪問了NIDEC機床的若林社長。NIDEC的永守會長進行了意識改革的指導，過去公司組織比較笨重，缺乏靈活性，決策速度很慢。永守會長曾批評公司「過於寬容、行動緩慢、做事半途而廢」，並指出公司的機器售價過高。

此後，公司開始養成了迅速處理事情的意識。以前，公司習慣於從精心制定計劃開始，以確保不出錯，小心翼翼地前進。但是在NIDEC極為重視速度，提倡「首先行動，就算

失敗也無所謂」，並實踐「馬上做，一定做，做到成功為止」的理念。

這種意識的轉變逐漸在財務數字中得到體現，從2021年8月的虧損，到12月營業獲利率成功地提升至12%，成本控制意識的改變，確實對收益增長做出了貢獻。

2024年2月，執行董事法山事業部長在「NIDEC工具機事業的未來」演講中進一步提到，他目前負責NIDEC OKK的加工中心，並且在集團內部進行人事交流。NIDEC實施了集團內統一採購的策略，有效地控制了成本。此外，集團化還帶來了產品線的擴展，使公司能夠提供更多樣化的客製機械組合系統，並產生了綜效。

除了這三家公司外，DMG森精機去年除了收購倉敷機械外，也不斷發表各種議題。去年秋天，MAZAK和OKUMA舉辦了非對外展示會，吸引了許多用戶參加。今年11月將舉辦JIMTOF展覽會，我們不僅關心領先企業的動向，也很關注中村留、西鐵城精機，以及NIDEC集團的展覽，非常期待臺灣製造商的參展。

自2012年9月號首次在東海精實管理專欄執筆以來，已經過了12年，累計撰寫了20篇文章，透過這次機會我想稍作休息。感謝各位長期以來的陪伴和支持，並祝大家事業成功順利。MA