

出國報告（出國類別：考察）

2015 歐洲工具機展報告

姓名職稱：鄭志鈞 教授

陳世樂 教授

謝文馨 教授

程文男 博士後研究員

服務機關：國立中正大學機械工程學系、前瞻製造系統頂尖研究中心

派赴國家：義大利

出國期間：民國 104 年 10 月 3 日至 104 年 10 月 12 日

報告日期：民國 104 年 10 月 20 日

摘要

由歐洲工具機工業合作委員會主辦的 2015 義大利米蘭歐洲工具機展 (EMO MILANO 2015)，訂今年 10 月 5 日至 10 日在義大利米蘭商展中心舉行。EMO 展為工具機、機器人、自動化系統、積層製造、輔助型機電整合與科技解決方案之綜合展，展出範圍包括金屬切削、金屬成型各類機床，工具，機床附件及零部件，檢測和自動化技術及設備，創立於 1951 年，兩年一屆的展會，分別是連續兩屆在德國漢諾威舉行，及一屆在米蘭登場，已經成功舉辦了十七屆，而目前義大利是工具機第四大生產及第三大出口國。這項展會於今年三月時已有 1200 多家廠商報名參展，參展家數以義大利最多，其次為來自德國、臺灣、中國大陸及瑞士的業者，為全球極重要且規模最大之工具機展。

廠商於工具機展中展示當前最先進之工具機台與技術，工具機大廠如法那科 (Fanuc) 的控制器自我診斷與智能化控制技術，德馬吉森精機 (DMG MORI) 展示以線馬作為進給系統之五軸加工機，與其控制器上發展之 CELOS 系統再新增之功能 (app)，或山崎馬扎克 (Mazak) 之 Smooth machining configuration (SMC+) 功能，為工具機領域之現有技術，或呼應工業 4.0 (Industry 4.0) 之延伸，均可作為臺灣工具機廠商在開發相關技術之典範與借鏡。展覽期間除參觀國外工具機廠目前發展之技術外，並與臺灣參展廠商進行交流，瞭解目前國內發展與技術研發方向，以及討論學界開發技術應用於業界之可能性。

目次

項目	頁次
目的	4
行程	4
過程	4
心得及建議	8
攜回資料	8

一、目的

為瞭解工具機關鍵技術發展趨勢，與強化在該領域知識與產學合作之實力，參觀兩年舉辦一次的歐洲國際工具機展。前瞻製造系統頂尖研究中心計畫中所發展之相關技術：(1)滾珠導螺桿進給系統之預壓偵測和(2)混合工況之溫升熱膨脹估測，會配合廠商攤位參與展出。藉此次參觀機會，能更瞭解在德國工業 4.0(Industry 4.0)與美國先進製造夥伴(Advanced Manufacturing Partnership, AMP)之推廣下，當前工具機發展之趨勢與創新技術，有助於未來在工具機上進行系統整合、智能化技術之研發。

二、行程

- 10月3日至10月4日 高雄小港機場→香港國際機場(轉機)→米蘭馬爾彭薩機場
- 10月5日至10月10日 義大利米蘭
- 10月11日至10月12日 米蘭馬爾彭薩機場→香港國際機場(轉機)→高雄小港機場

三、過程

歐洲工具展於10月5日至10日在米蘭商展中心(Fiera Milano exhibition center)舉辦，其展場規劃如圖1所示，共分為12個展館，其中第6至10號展館主要展出項目為刀具及零組件；第9至11號展館主要展出項目為車床、

銑床及數控加工中心及放電加工機；第 14 至 18 號場館主要展出項目為磨床。本次參觀重點為(1)各式加工機之發展現況與趨勢；(2)工具機智能化：傳感器應用、感測技術開發，搭配智慧型手機、平板之即時互動式通訊，與結合物聯網概念之機台健康狀態之監控與估測；(3)智能化生產：符合德國工業 4.0 精神之客製化製造與自動化控制；(4)創新製造技術整合：3D 列印技術應用於工具機上之現況與可取代傳統製程之應用，圖 1 與 2 為展場入口與中廊。

我國今年計有 130 家精密機械業者報名參展，如圖 4 所示，分散於各場館。據經濟日報指出，受新臺幣近期貶值效應，臺灣機械公會初估，130 家臺灣參展廠商累計接單金額已超過新臺幣 50 億元，其中友嘉訂單金額逾新臺幣 33 億元。在展覽期間，陪同老師拜訪臺灣參展廠商，例如永進(YCM)、東台(Tongtai)、遠東機械(Femco)、上銀科技(Hiwin)...等工具機相關廠商，瞭解臺灣工具機現況並討論未來發展方向，並順便參觀系上與業界進行產學合作之成果，例如圖 5 之進給系統預壓偵測與溫升計算技術，與圖 6 之帶鋸機鋸帶壽命估測之多物理量量測系統，在展場上都獲得不錯之迴響。

於展覽期間參觀各展館攤位，以下簡述較具代表性之工具機相關廠商所展覽之內容。控制器大場法那科(Fanuc)攤位如往年規模，以多種方式展示其控制器功能，例如控制多軸馬達同步；以較具娛樂之方式，運用機械手臂乘載飛雅特(Fiat)小客車來展示其負載能耐，如圖 7 所示；以無線傳輸方式量測焊接手臂移動過程中衍生之振動，且以學習控制方式來抑制其振動量，如圖 8 所示；以及在混線製造狀況下，圖 9 以視覺辨識方式來進行產品篩選。其

展示內容主要為針對其產品之效能增進來設計，而今年較具創新之部分為增加機台轉稼率，除如圖 10 監控廠房各機台運作狀態之外，並發展控制器與其周邊硬體進行自我監控與預警之功能，如圖 11 所示，控制器運作過程中會同時監控影響控制器效能之硬體，例如散熱風扇轉速、控制器內部之供電電容，以及驅動馬達之阻值...等，以避免硬體不良而毀損。在智能化控制展示部分，針對工件振動抑制、循圓精度改善、過熱預警與調變、加工精度與效率提升展示多種研發技術，如圖 12 所示。

德馬吉森精機(DMG MORI)除各類型工具機展示(圖 13)外，其主要為控制系統界面的改良，讓使用者特容易操作，在展區內同時對於參觀者進行問卷調查，以瞭解一般消費者對其操作界面的感受；展區內展示一台五軸加工機的裸機，如圖 14 所示，其最大特色為三軸方向之進給系統以線馬取代滾珠導螺桿，其移動速度與加速度分別為 100 m/s 與 10 m/s²，並將精度提升 25%，為展場中一大亮點；CELOS 系統為 DMG MORI 彙整製造技術相關的綜合解決方式，如圖 15 所示，其分為生產(Production)、設備(Utilities)、技術支持(Support)、配置(Configuration)以及機器視覺化(Machine views)五個主項，且在顯示介面上以綠、藍、黃、橘與紫色區分，再細分為 16 項，在操作介面上以類比成手機 app 方式使用，而機器視覺化部分即為智能化監控，其中狀態監控(Status monitor)app 為即時監控機台之進給率、主軸轉速、工作時間...等加工參數；德馬吉森精機展示融入工業 4.0 精神的概念圖，如圖 16 所示，以運用超過 60 個感測器來監控機台運作狀態，包含進給系統位置、

切削振動...等感測訊號分析與診斷，可謂 Status monitor 的強化版，且彙整為 data analyzer 的 app，並將此概念機台稱之為 Machine 4.0；圖 17 為金屬燒結機台，展示其具備積層技術，然其成本較為單調，無法彰顯其實用性。

山崎馬扎克(Mazak)展示了多工(Multi-tasking)、五軸、三軸立式、臥式...等加工機，以及雷射加工機與自動化設備，在加工精度與效率提升技術上提出了 Smooth 概念，如圖 18 所示運用上須搭配自己的控制器；Mazak 亦在現場展示雷射燒結成型之成品，其概念如圖 19 所示，在一般 CNC 加工較少處理，或需大量除料之位置，改以雷射燒結成型，再進行表面精度加工，個人認為考量加工效率與精度需求，其為目前將金屬列印成型結合傳統 CNC 加工最可行之方式。光學量測大廠雷尼紹(Renishaw)除展示自家量測設備外，亦展示較具公藝性之金屬列印成型成品，如圖 20 所示。

軸承大廠 NSK 以靜態方式展示其產品，成列適用於不同用途之軸承與實體剖面；線軌大廠 THK 展示多項改善技術，圖 21 為在螺帽以氣冷強制冷卻之設計，可由熱顯像儀結果看出，相較於未加冷卻系統之進給系統，螺帽溫度相差 14 度，同時螺桿亦獲得冷卻效果；為在高粉塵環境下操作，其使用雙油封設計來隔離更多外來異物，以維持螺桿運作精度與延長使用壽命，如圖 22 所示；為提升線軌精度，在滑塊上再增加一倍的滾珠，如圖 23 所示，變成單一滑塊有四組滾珠鍊，而其實驗結果顯示可將直度誤差降低至原本的十分之一。

四、心得及建議

工具機展為世界工具機相關業者展示最先進之技術發展與趨勢之重要場合，藉此可獲得新知與得到加工上問題之解答的最佳方式，亦為國內工具機研發以及人才培育之參考，參觀此次 2015 歐洲國際工具機廠之展覽獲益良多，首要便是瞭解目前工具機領域的發展現況與未來趨勢，其所牽涉到的相關研究是既深也廣，雖參觀到非自己專長領域的展示僅能走馬看花，未能深入瞭解，但其展出的內容與方式，仍能對於個人在研究上有不少啟發。

個人在此展覽除見識到在不同運用狀況下，為提升精度而運用的學習或適應性控制方法之外，較驚豔部分為工具機廠在控制器上使用者介面規劃以及輔助控制整合，例如 DMG MORI 的 CELOS 系統，其具備工作任務規劃、虛擬工具機、線上服務、及時機況、訊號量測，甚至未來進行的訊號分析與診斷，其融入工業 4.0 精神而稱之為 Machine 4.0，實為國內工具機與控制器相關開發廠商與學界可做為借鏡之典範。

五、攜回資料

EMO 2015 歐洲工具機展廠商部分型錄

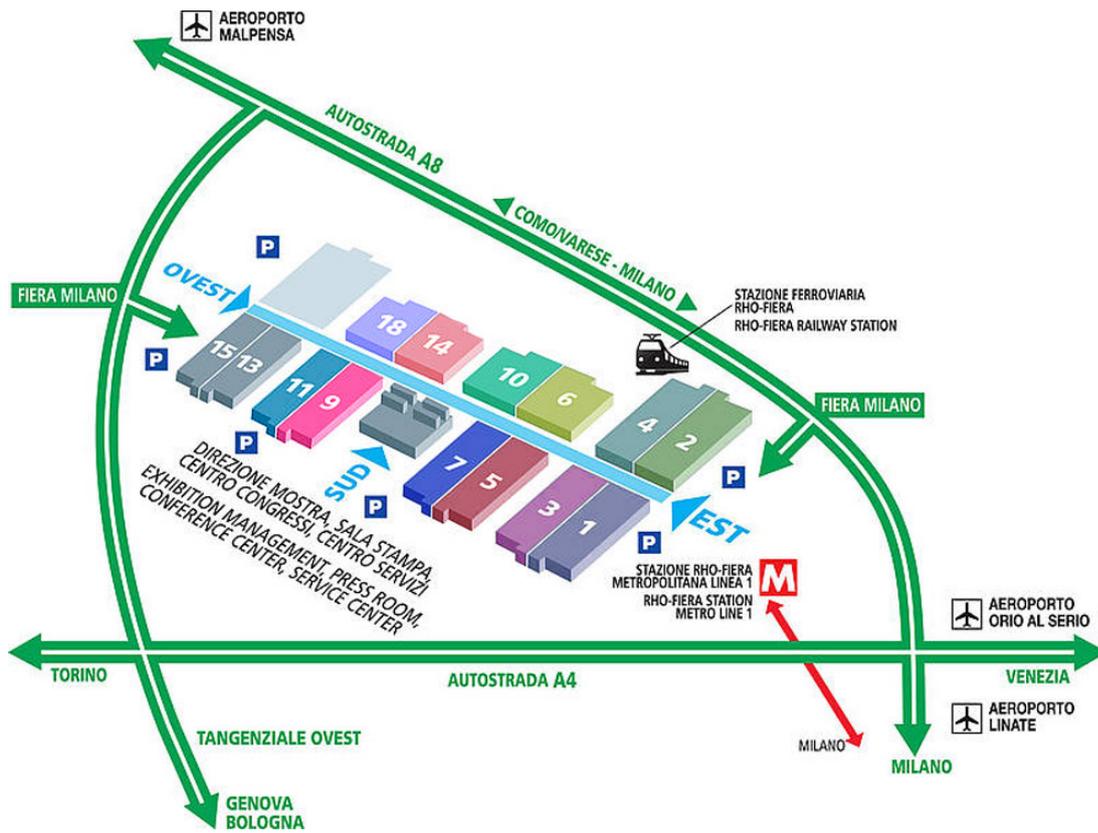


圖 1 展場規畫圖



圖 2 展場入口，機械系鄭志鈞(左一)，陳世樂(左二)與謝文馨教授合影



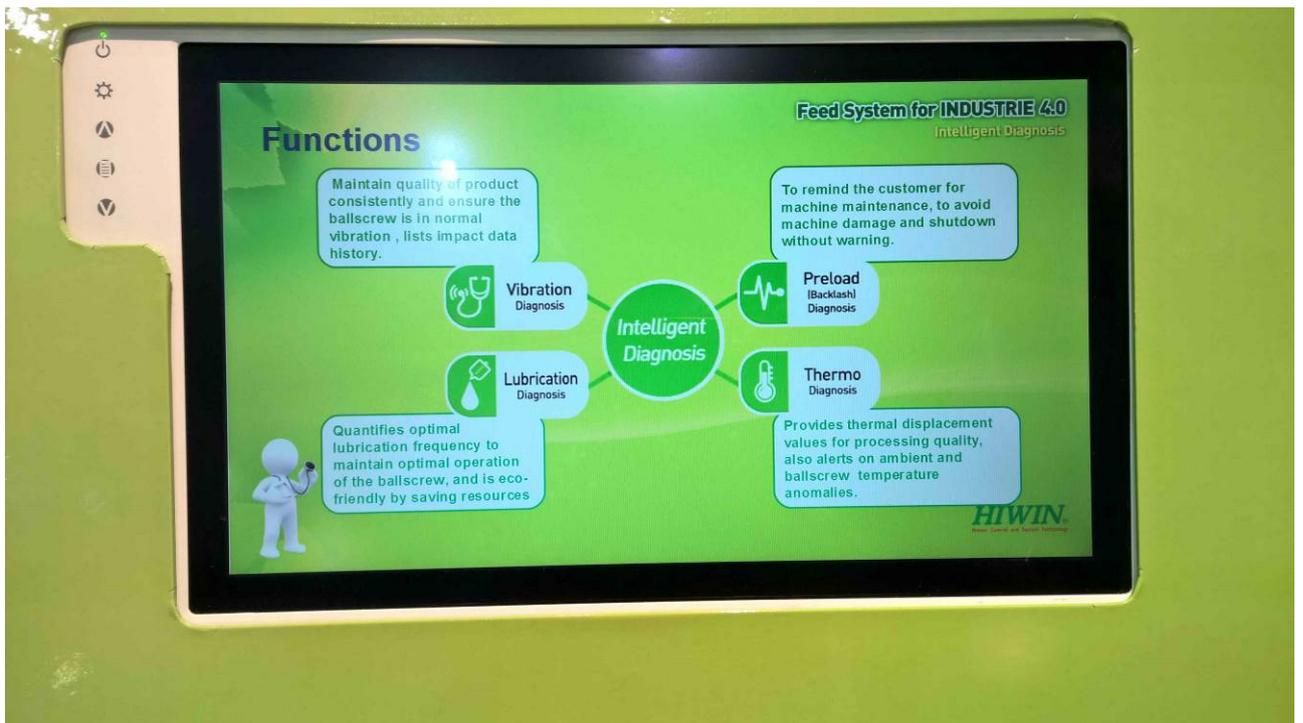
圖 3 展場中廊

Hall	Stand No	Company	Website	Hall	Stand No	Company	Website
1	A31	AIR-O-FILTER	www.air-o-filter.com	9	B12 / C11	NEUAR	www.neuar-edm.com
1	B34	FREJOTH	www.frejoth.com.tw	9	B15	VICTOR TAICHUNG	www.or.com.tw
1	C03	CENS	www.cens.com	9	B31	KAO MING	www.kaoming.com
1	C33	SPINTECH	www.spindlemaker.com	9	B35	YUANG HSIAN / YHM	www.yhm.com.tw
2	E01 / G01	ECOCA	www.ecoca.com	9	B39	S & J CORP.	www.sjcorp.com.tw
2	E01 / G01	EQUIPTOP	www.equiptop.com.tw	9	B42	CHING HUNG / CHMER	www.chmer.com
2	E01 / G01	FEELER	www.feeler.com	9	B44	WELE	www.welgroup.com
2	E01 / G01	SANCO MACHINE	www.sanco.com.tw	9	B48	YOKE	www.yoke.net
2	E01 / G01	LEADWELL	www.leadwell.com.tw	9	D20	KEYARROW (TAIWAN)	www.keyarrow.com
2	E17	AKIRA SEIKI	www.akiraseiki.com	9	D24 / E21	YEONG CHIN / YCM	www.ycmcnc.com
2	F06	FORCE ONE	www.forceone.com.tw	9	D35	ACCUTEX	www.accutex.com.tw
2	G04	YIH CHUAN / EXTRON	www.extron.com.tw	9	D39	EUMACH	www.sumach.com
2	G28	LEAVE	www.leave.com.tw	9	D41	OCEAN TECHNOLOGIES	www.octec.com.tw
2	G30 / H29	ASIA PACIFIC / APEC	www.apecnc.com	9	D43	HOSEA	www.tanshing.net
2	G30 / H29	HONOR SEIKI	www.honorseiki.com.tw	9	E17	HIWIN	www.hiwin.com.tw
2	G30 / H29	TONGTAI	www.tongtai.com.tw	10	A32	WEL-SPRING	www.welst.com.tw
2	G30 / H29	QUICK-TECH	www.quicktech.com.tw	10	B24	WINWELL	www.winwell.com.tw
2	H01	GOODWAY	www.goodwaycnc.com	10	C02	WINSTAR	www.winstarcutting.com
2	H02	TAIKI	www.taiki-jaws.com	10	C24	MAHO	www.trade-max.com.tw
2	H03	AWEA	www.awea.com	10	C26	ECHAINTOOL	www.echaintool.com
2	H08	HOMGE	www.homge.com.tw	11	E24	BUFFALO	www.buffalo.com.tw
3	H27	LITZ HITECH	www.litzitech.com	11	F23	FALCON / CHEVALIER	www.chevalier.com.tw
3	H33	YOU JI	www.youji.com	11	F34	ALEX-TECH	www.alex-tech.com
3	H38	FAR EAST / FEMCO	www.femco.com.tw	11	F36	KENT	www.kentind.com
3	L12	SESAME MOTOR	www.sesamemotor.com.tw	11	F40	VISION WIDE	www.visionwide-tech.com
3	L31	ROYAL PRECISION TOOLS	www.royal-spindles.com.tw	11	F42	AUTOCAM	www.autocam.com.tw
3	L37	SPY TECHNOLOGY	www.sfy-tech.com.tw	11	G30	EXACT	www.exactmachinery.com
4	A23	HOLD WELL	www.holdwell.com	11	G32	PMI	www.pmi-amt.com.tw
4	A25	X'POLE	www.primetool.com.tw	11	G36 / H41	KAO FONG / KAFO	www.kafo.com.tw
4	A27	KOJEX	www.kojex.com.tw	11	G37	AVEREX	www.averexcnc.com
4	A29	CHUMPOWER MACHINERY	www.chumpower.com.tw	11	G38	MAXIMART	www.maximart.com.tw
4	A40	JINN FA	www.jinnfa.com	11	G39	YINSH	www.yinsh.com
4	A44	BUILDWELL	www.buildwell.com.tw	11	G40	HANNSA PRECISION	www.hannsa.tw
4	A48	AUTOGRIP	www.autogrip.com.tw	11	G41	JETON	www.jeton.com.tw
4	B36	JIN YEAR	www.jinyear.com.tw	11	H02	MICRO LAB	www.twspindle.com
4	C25	DAH LIH	www.dahlil.com.tw	11	H03	WINSON	www.winsmc.com.tw
4	C26	EVERMORE	www.evermore-tools.com	11	H13	GENTIGER MACHINERY	www.gentiger.com.tw
5	A06	QUASER	www.quaser.com	11	H15	PARKSON	www.parksonwu.com.tw
5	A13	HSIU FONG	www.surefirst.com	11	H19	TAN JIA / TJR	www.tjr.com.tw
5	A34	FIRST - LONG CHANG	www.first.com.tw	11	H21	YUAN JUN FONG / YJF	www.yjfcasting.com
5	A36	L.K MACHINERY	www.lkmachinery.com.tw	11	H37	GSA	www.gsaplus.com.tw
5	B12	GANRO	www.ganro.com.tw	14	G14	TONG YI / DOWELL	www.dowellmachine.com.tw
5	B14	PTCO	www.providence.com.tw	14	H03	JAINNHER	www.jainnher.com
5	B27	TRIDENT MACHINERY	www.trident-cnc.com.tw	14	H17	PERFECT MACHINE	www.perfectmachine.com.tw
5	C06	ACCUWAY	www.accuway.com.tw	14	H18	YANG YI	www.proth.com.tw
6	L15	SHINTEK	www.sytic.com.tw	14	L30	PROTH	www.proth.com.tw
6	M27	NINE-9	www.nine9tool.com	14	L36	LUREN	www.luren.com.tw
6	N04	RI HSIUNG	www.rhptec.com	14	M08	FARMAN	www.farman.com.tw
6	N36	CITY TOOLS	www.citytools.com	14	M15	PALMARY	www.grinding.com.tw
6	P14	SHARP ONE	www.machtech.com.tw	14	M17	TAIWAN MORE-CASH VILLAGE	www.gsc-tw.com
6	P25	DHF	www.endmill.com.tw	14	M24	TOP WORK	www.topwork.com.tw
7	F07	PO LY GIM	www.polygim.com.tw	14	M26	CHIA LERN	www.chialun.com.tw
7	F34	UNIS	www.uniswww.com	14	M30	JOEN LIH	www.joelih.com.tw
7	H02	HANN KUEN / HARDY	www.hardy.com.tw	14	M32	BEST DIAMOND	www.besdia.com
7	H05	FOCUS CNC	www.focuscnc.com.tw	14	P03	J & T	www.jtmachinery.com
7	H14	RICHYOUNG	www.richyoung.com.tw	14	P05	E-TECH MACHINERY	www.etechnology.com.tw
9	A06	DERSTRONG	www.derstrong.com.tw	18	A16	CHYUN YOW	www.chyunyow.com.tw
9	A27	BEMATO	www.e-bemato.com	18	B38	KENTAI	www.kentai.com.tw
9	A32	CCMACHINERY	www.chiah-chiyun.com	18	C16	EVERISING	www.everising.com
9	A33	SHUTER	www.shuter.co	18	D28	YHM	www.wire-machine.com.tw
9	A34	TAIWAN RONG FU	www.rongfu.com	18	D32	KING SHANG YUAN / KSY	www.ksy-machine.com
9	A36	UNION MT	www.unionmechatronic.com				
9	A38	SHE HONG / HARTFORD	www.hartford.com.tw				
9	B02 / C01	EXCETEK	www.excetek.com				
9	B04 / C03	YAN YANG	www.tsyedm.com				

圖 4 臺灣廠商參展列表



(a)

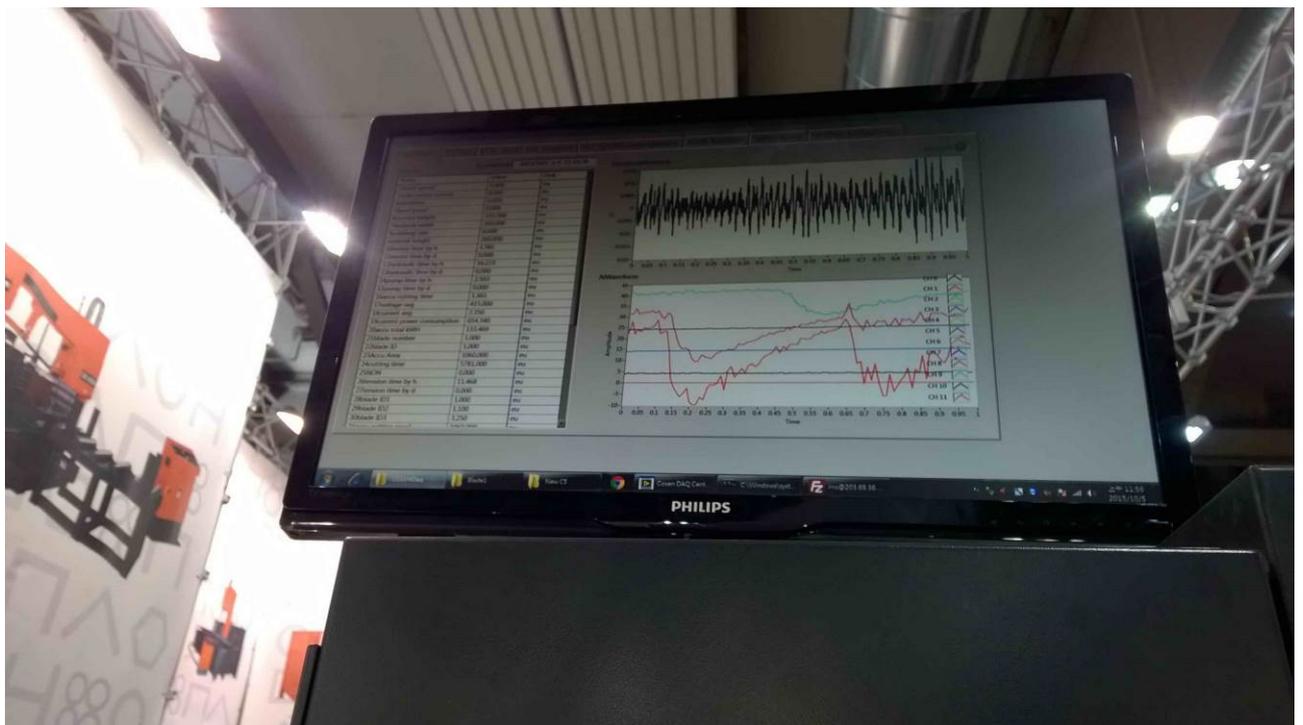


(b)

圖 5 上銀預壓診斷與溫升估測技術：(a)展示機台概況；(b)顯示介面



(a)



(b)

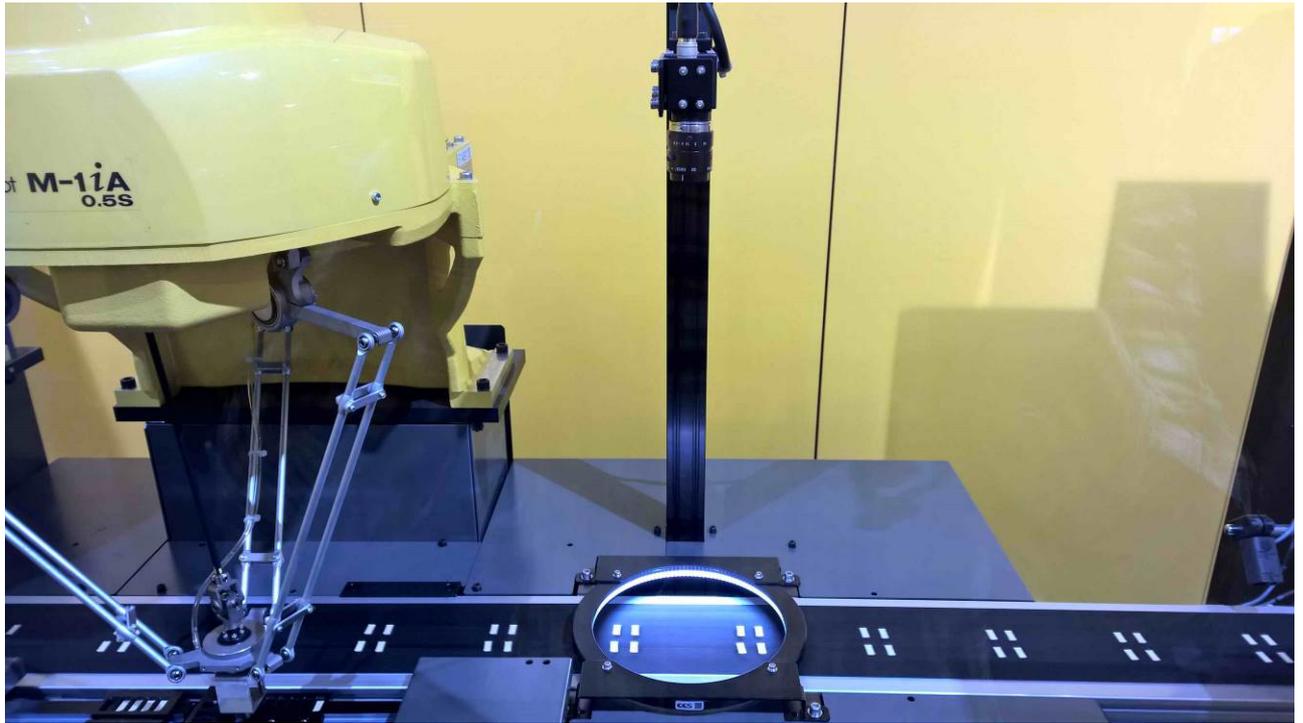
圖 6 高聖鋸帶壽命估測技術：(a)展示機台；(b)量測訊號顯示介面



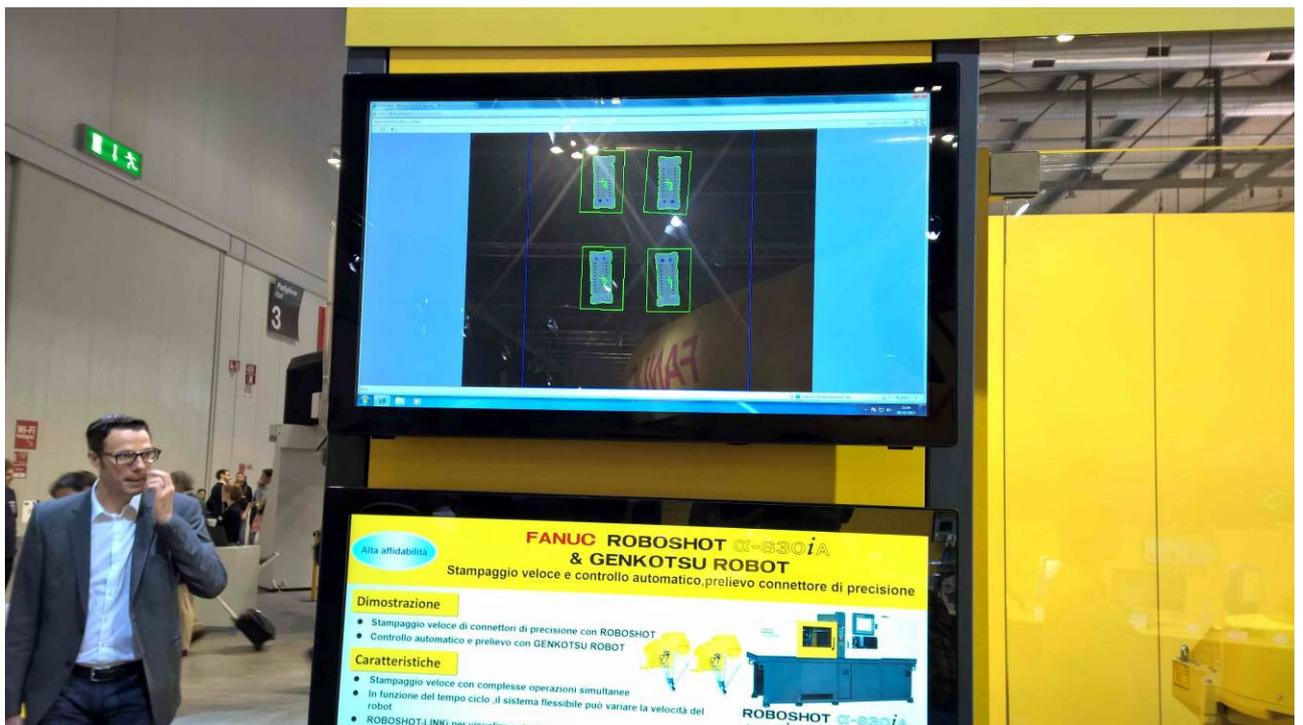
圖 7 機械手臂附載展示



圖 8 機械手臂學習控制與振動抑制



(a)

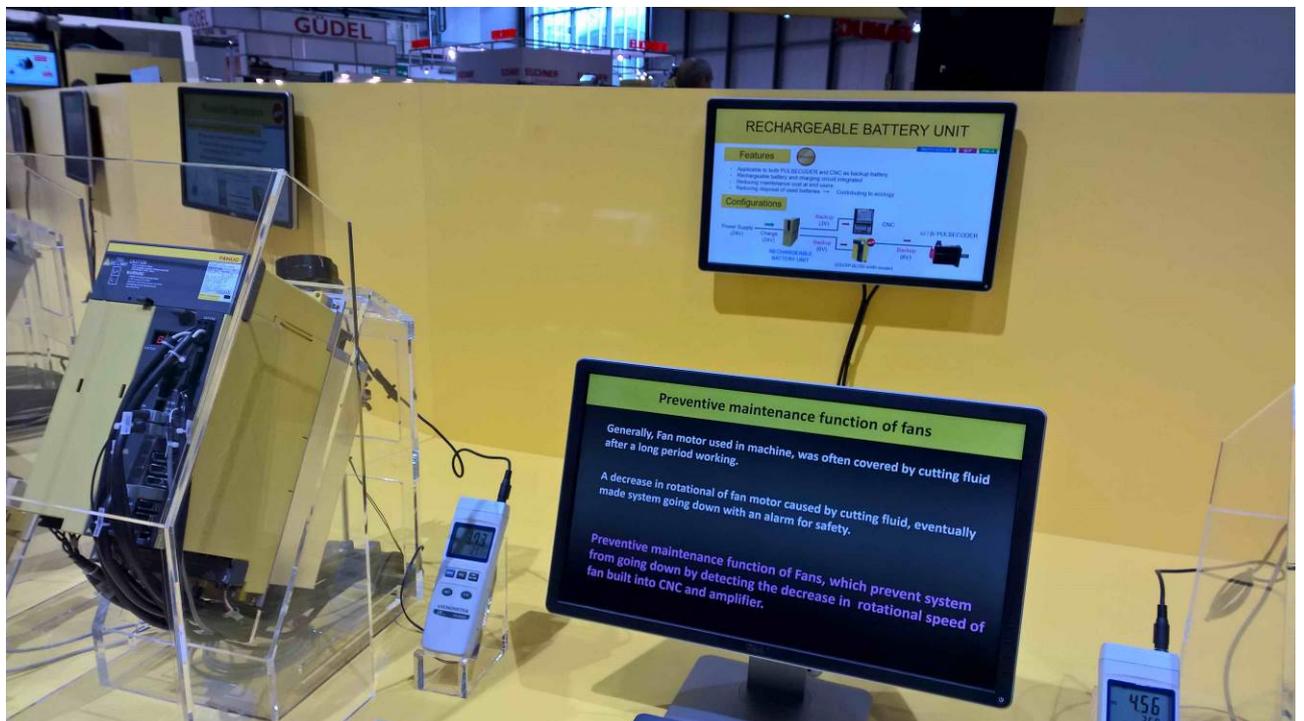


(b)

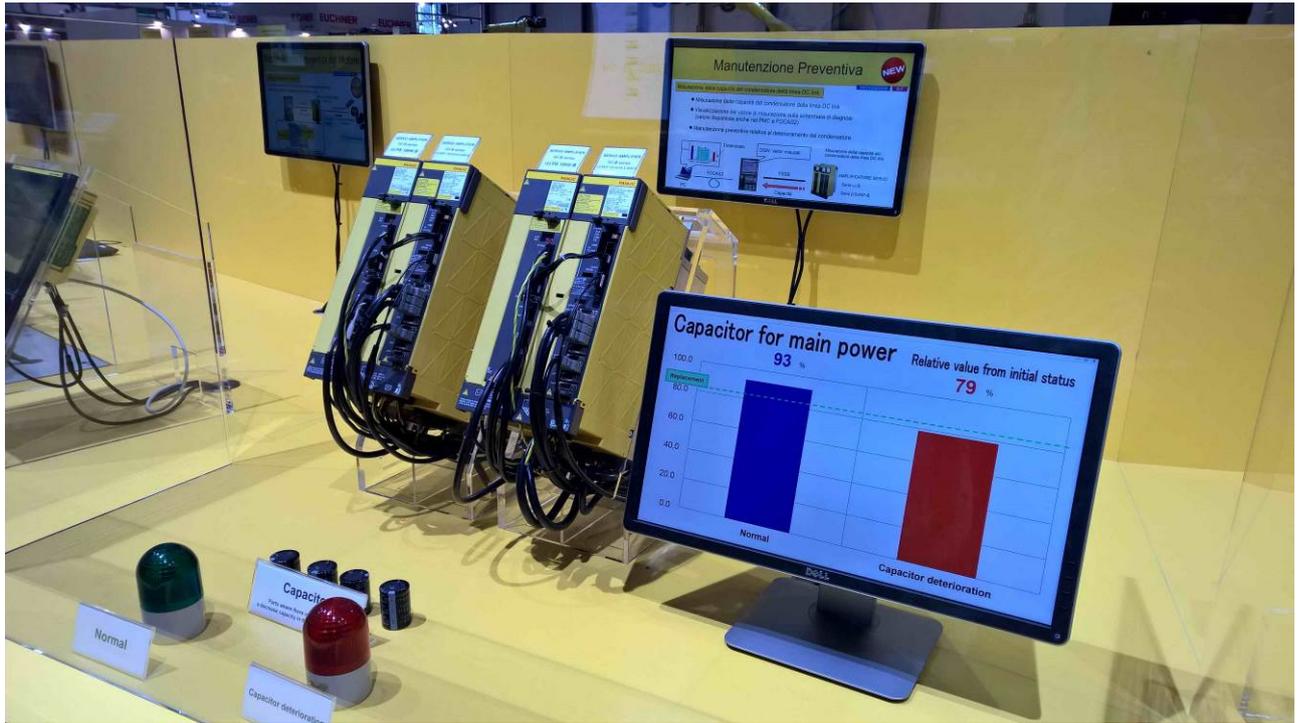
圖 9 視覺辨識與篩選：(a)線上成品視覺量測；(b)辨識結果



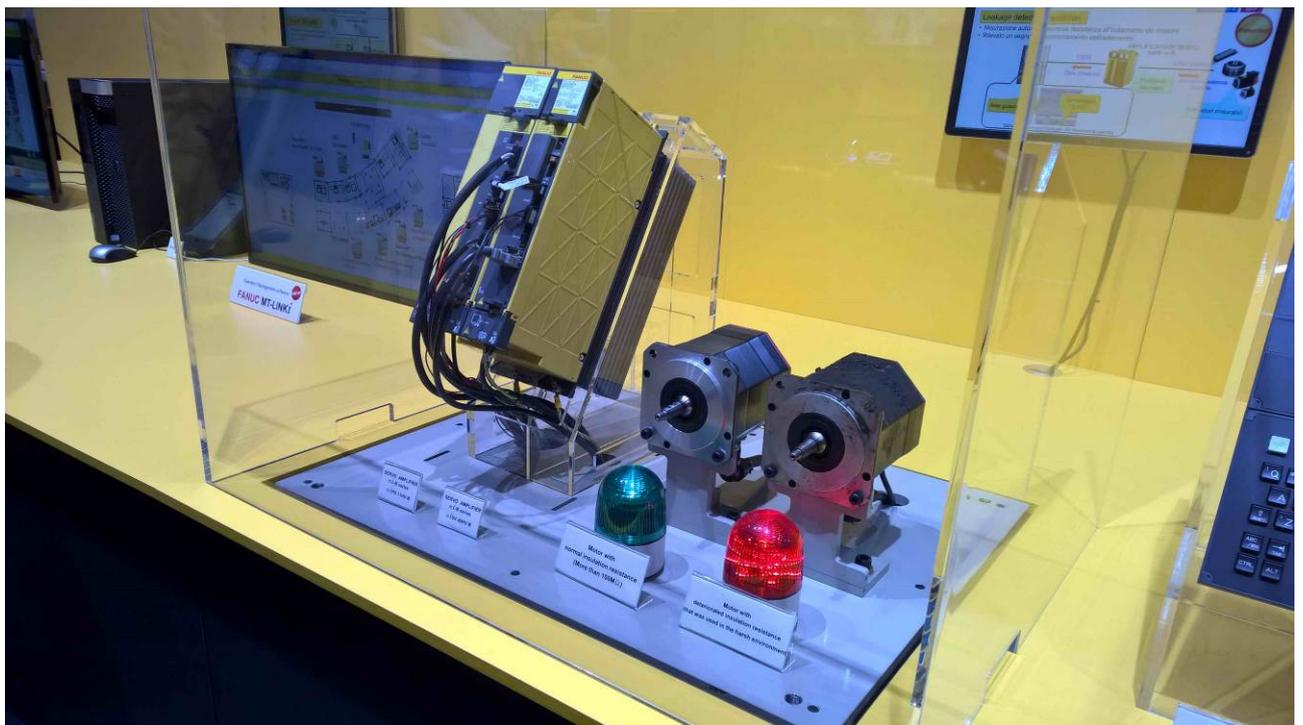
圖 10 廠房機台運作監控



(a)



(b)



(c)

圖 11 控制器硬體自我監控：(a)系統風扇轉速；(b)供電電容值；(c)馬達阻值

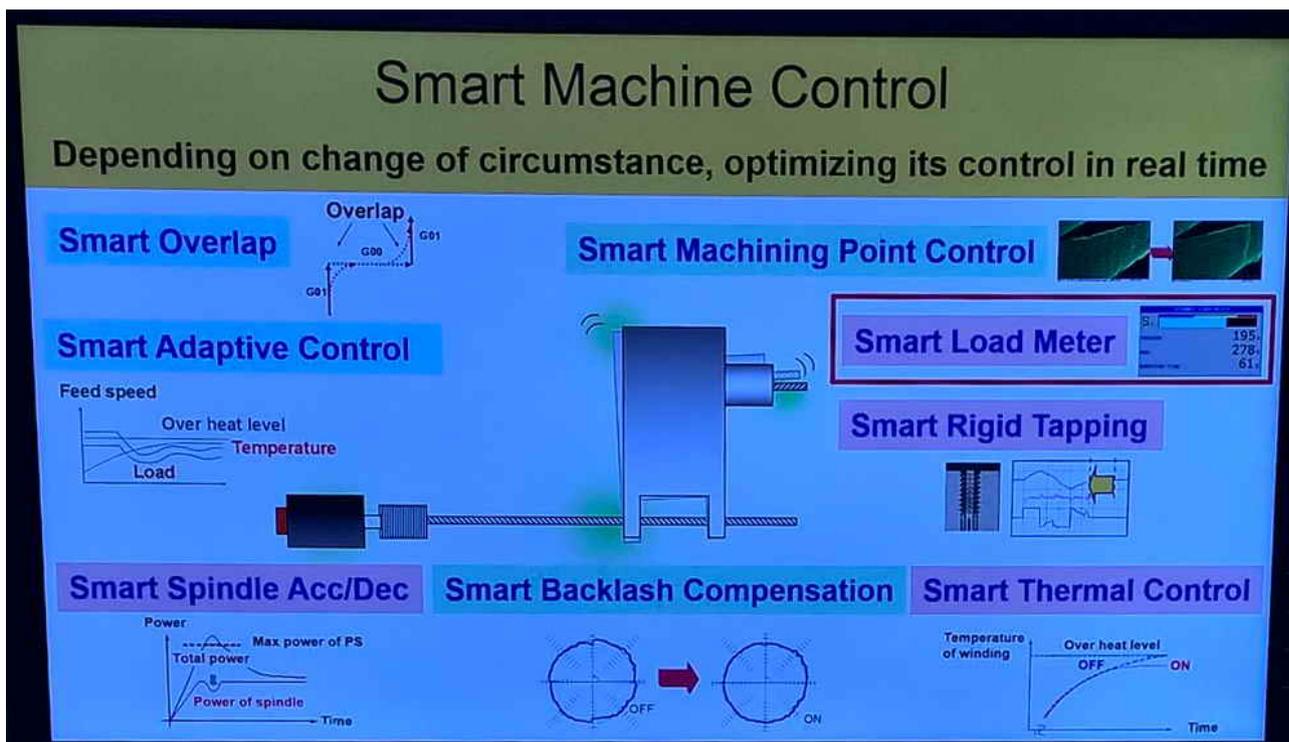


圖 12 智能化控制技術



圖 13 德馬吉森精機(DMG MORI)展示會場一角

无托盘交换系统的机床可被完美
可达 12 盘位)后,
内最佳选择。创新的轮式刀库具有
时准备刀具(最长准备时间 5.6

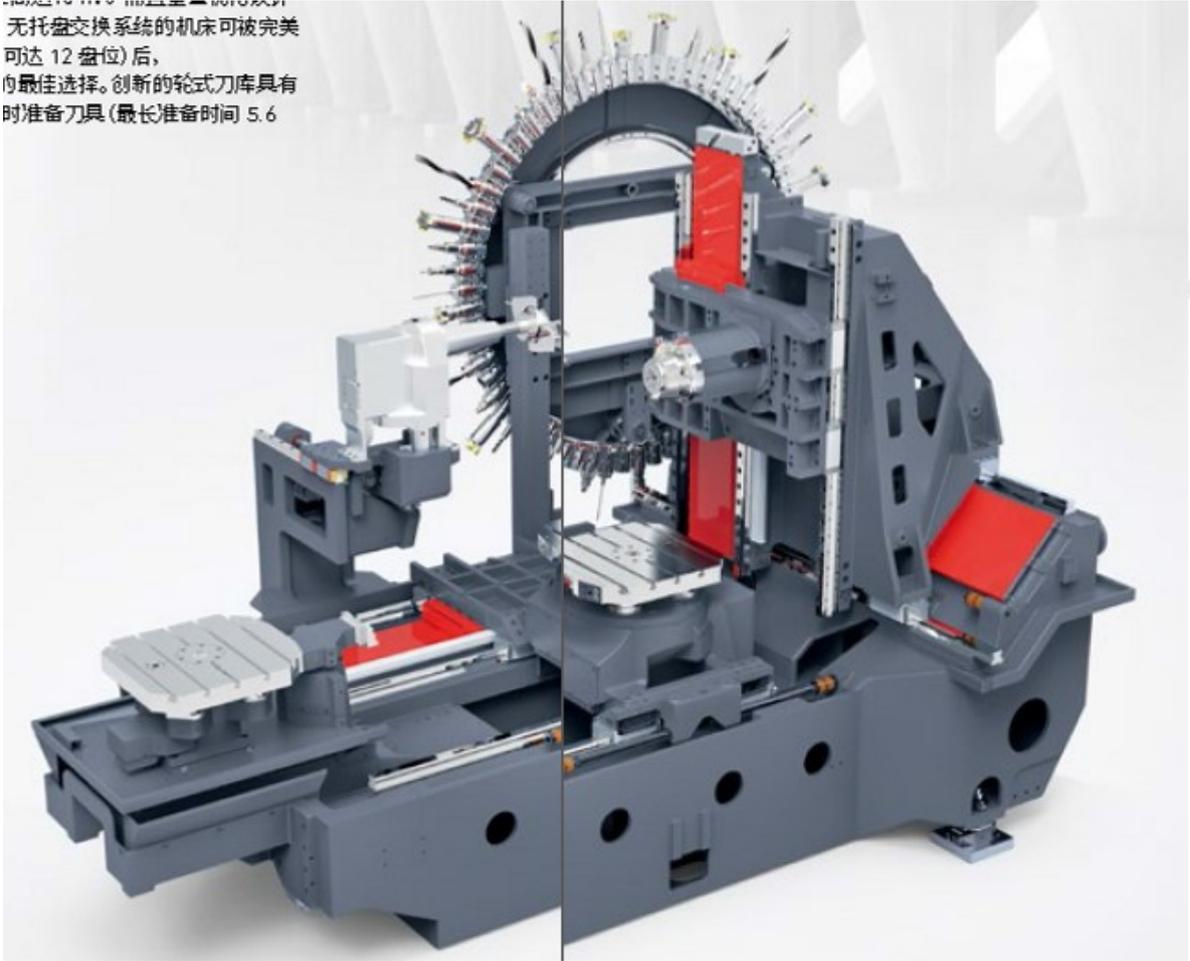


圖 14 五軸加工機(DMC 60H linear)



(a)

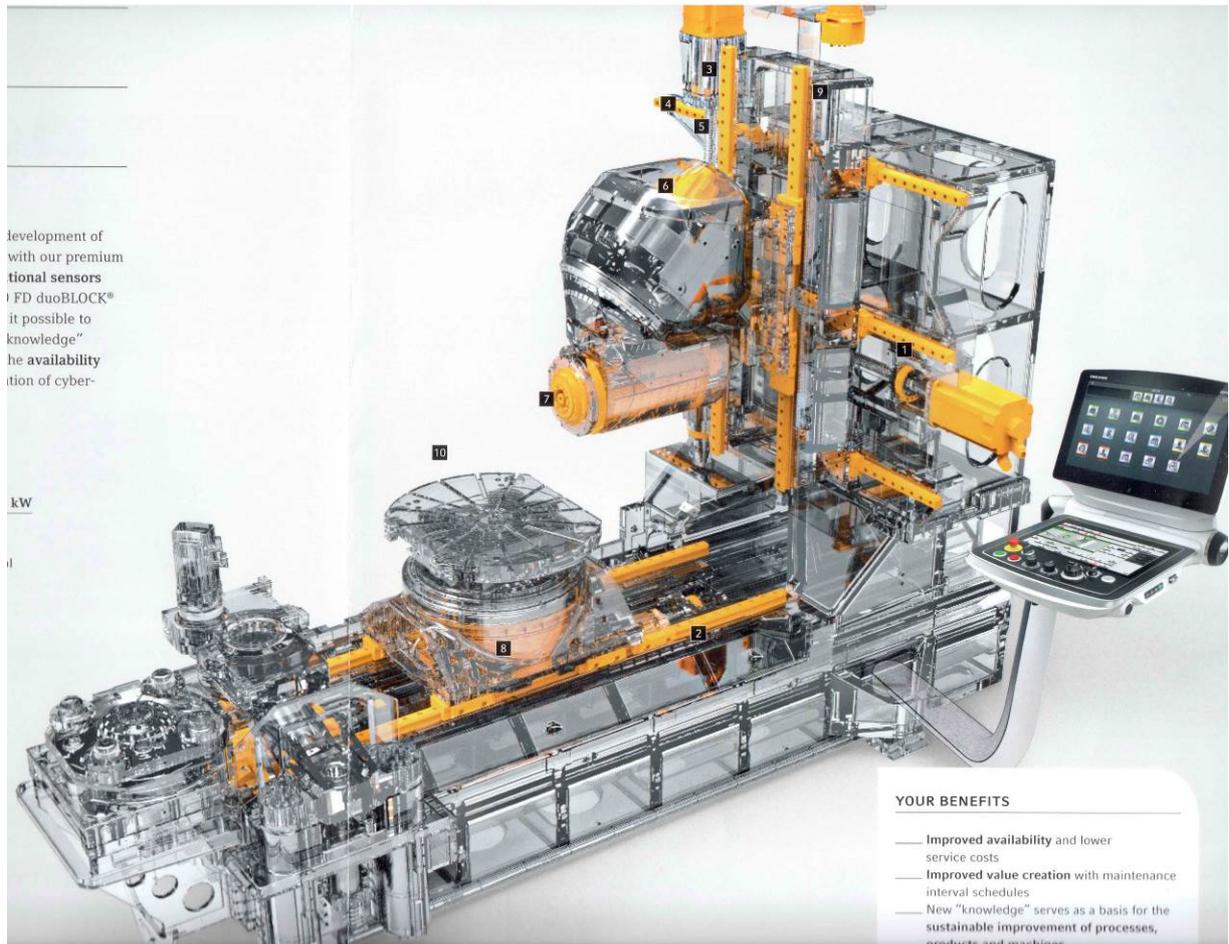


(b)



(c)

圖 15 CELOS 控制系統:(a)大型展示台;(b)系統顯示介面;(c)狀態監控(Status monitor)



(a)

<p>1 <u>X-axis linear guideway</u> with sensors</p> <p>2 <u>Y-axis linear guideway</u> with sensors</p> <p>3 <u>Z-axis linear guideway</u> with sensors (hydrostatic compact guidance)</p> <p>4 <u>Bearing X-, Y- and Z-axis</u> Axial force sensors</p> <p>5 <u>Ball screw nut</u> Vibration sensor (axial and radial)</p> <p>6 <u>B-axis</u> Bearing with absolute measurement system</p>	<p>7 <u>Spindle 12,000 rpm, HSK100, 44 kW</u> SGS – Spindle Growth Sensor SIS – Spindle Interface Sensor MPC – Machine Protection Control</p> <p>8 <u>NC-rotary table (MT)</u> Temperature sensor on the outer ring of the bearing Vibration sensor Grease sensor</p> <p>9 <u>Lubrication</u> For demand lubrication</p> <p>10 <u>Electromagnetic chuck</u> Contactless signal transmission in the machine</p>
---	--

(b)

圖 16 Machine 4.0 概念圖：(a)機台感測訊號分佈；(b)感測器說明



(a)



(b)

圖 17 金屬列印成型(DMG MORI)：(a)雷射燒結過程；(b)成品

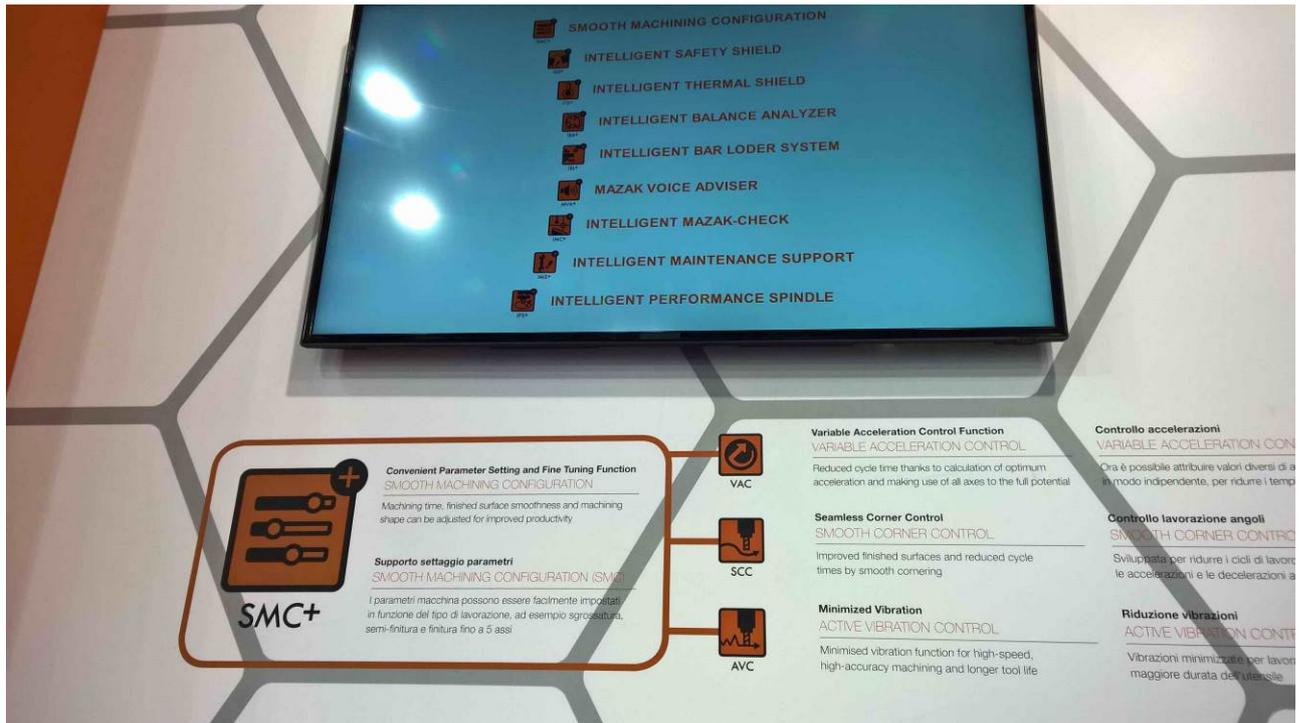
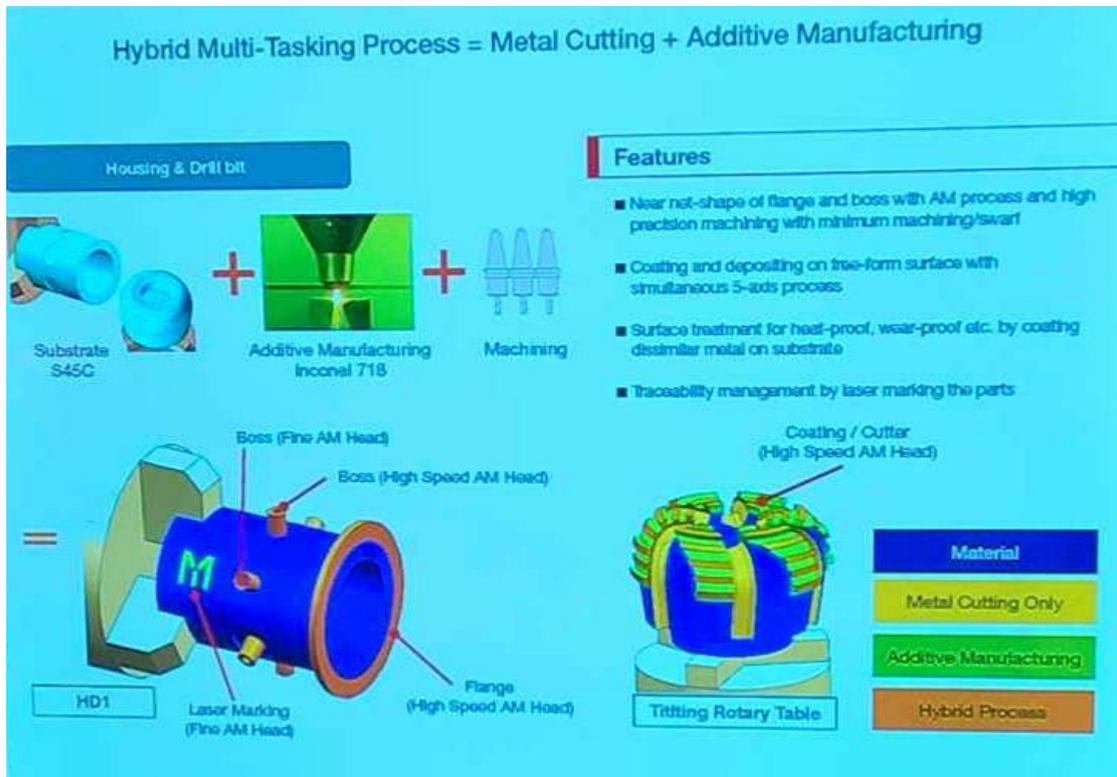


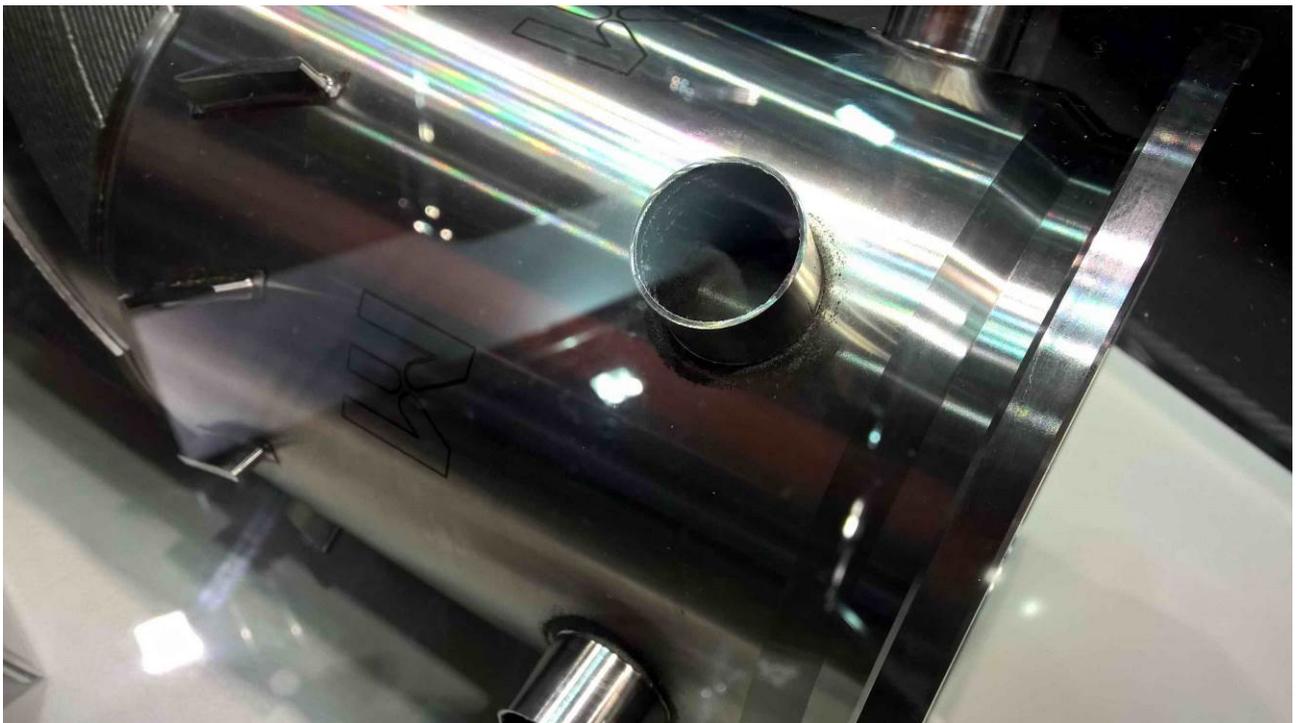
圖 18 Mazak 加工精度與效率提升技術(SMC+)



(a)



(b)

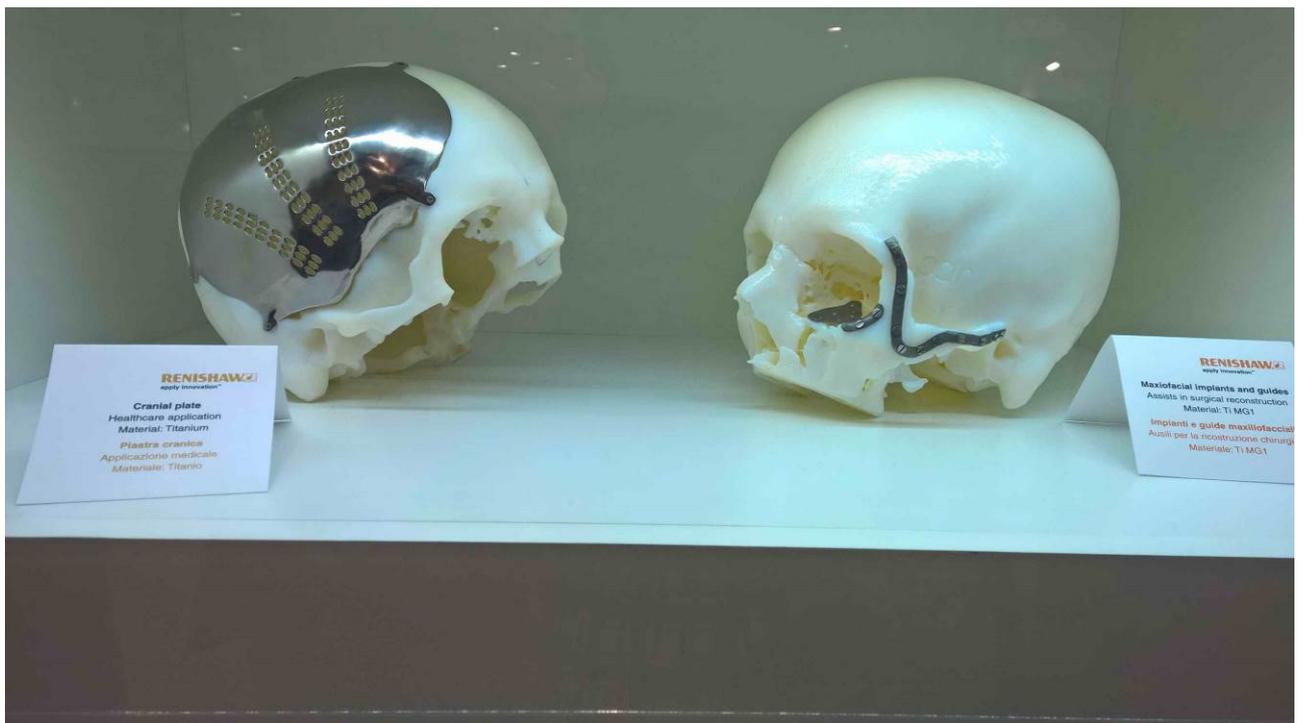


(c)

圖 19 金屬列印成型(Mazak)：(a)製程說明；(b)成品；(c)金屬列印部件

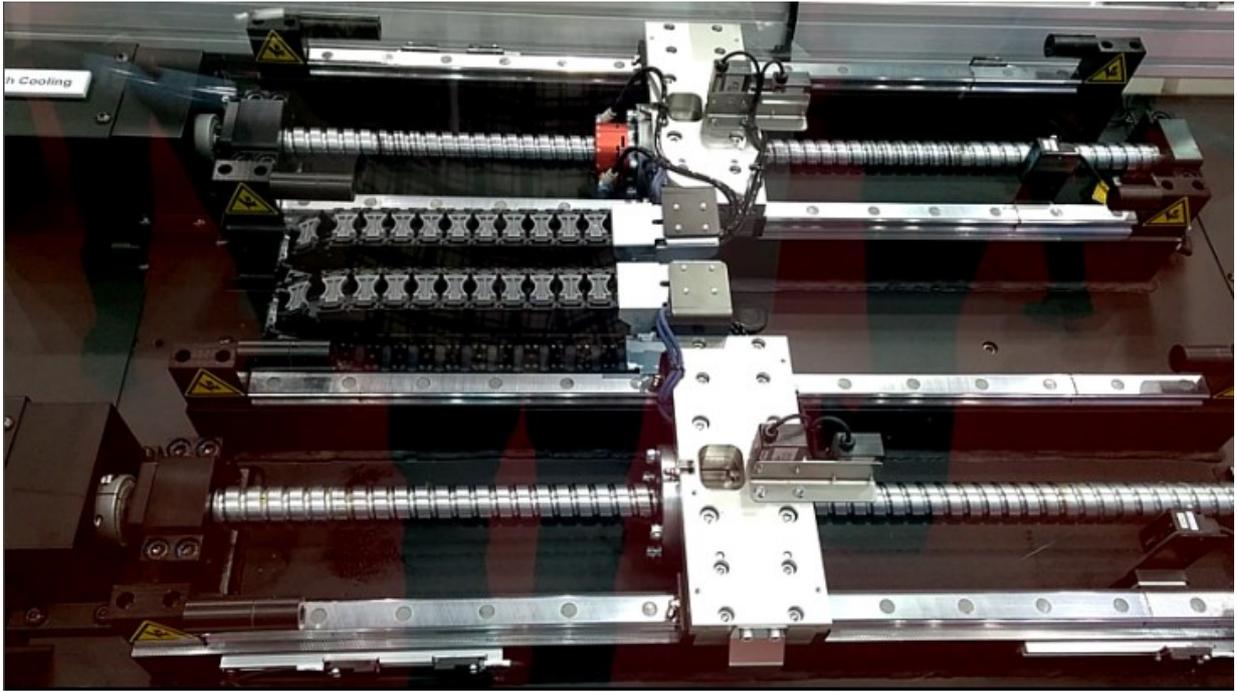


(a)

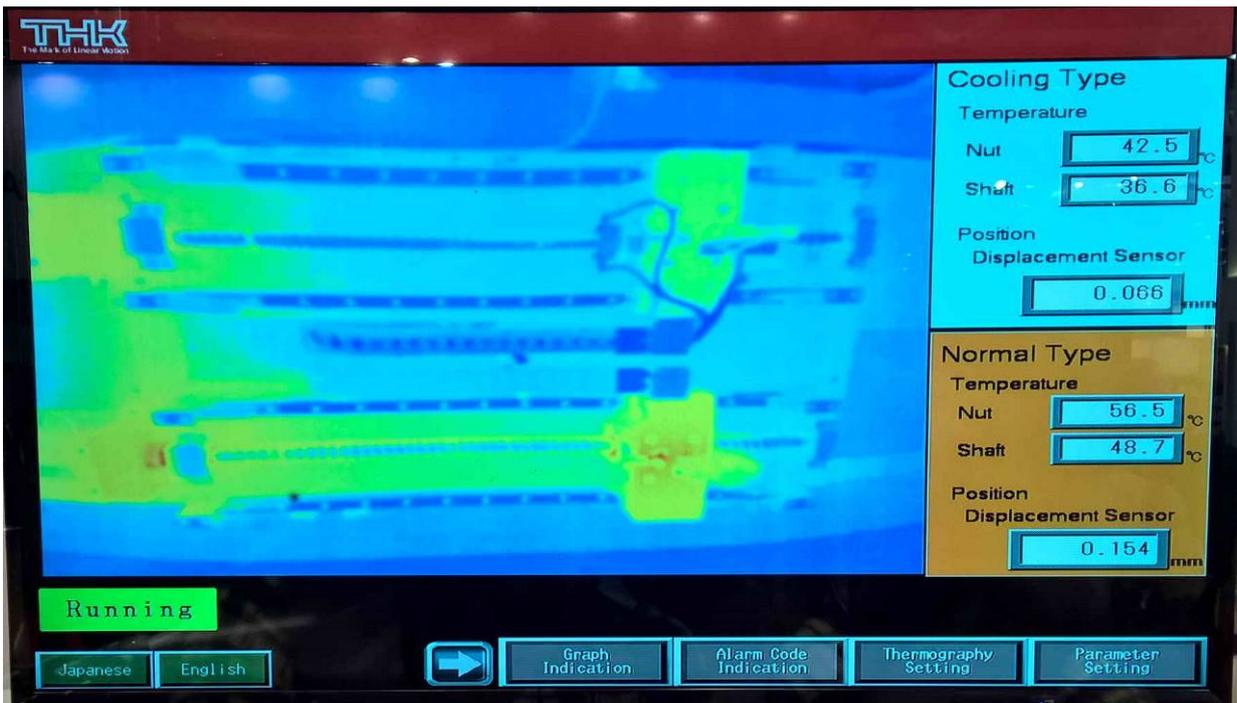


(b)

圖 20 金屬列印成型(Renishaw)：(a)成品展示；(b)頭骨支撐架

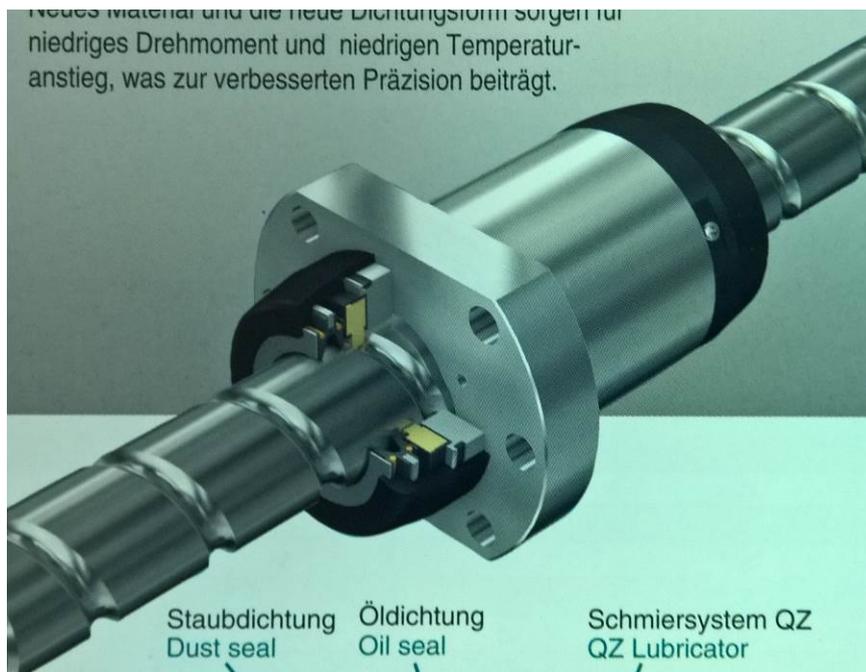


(a)

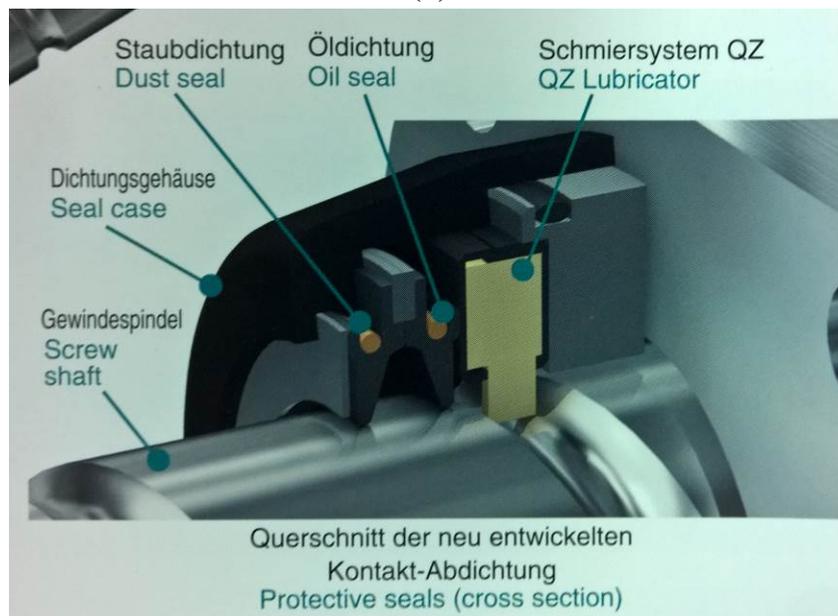


(b)

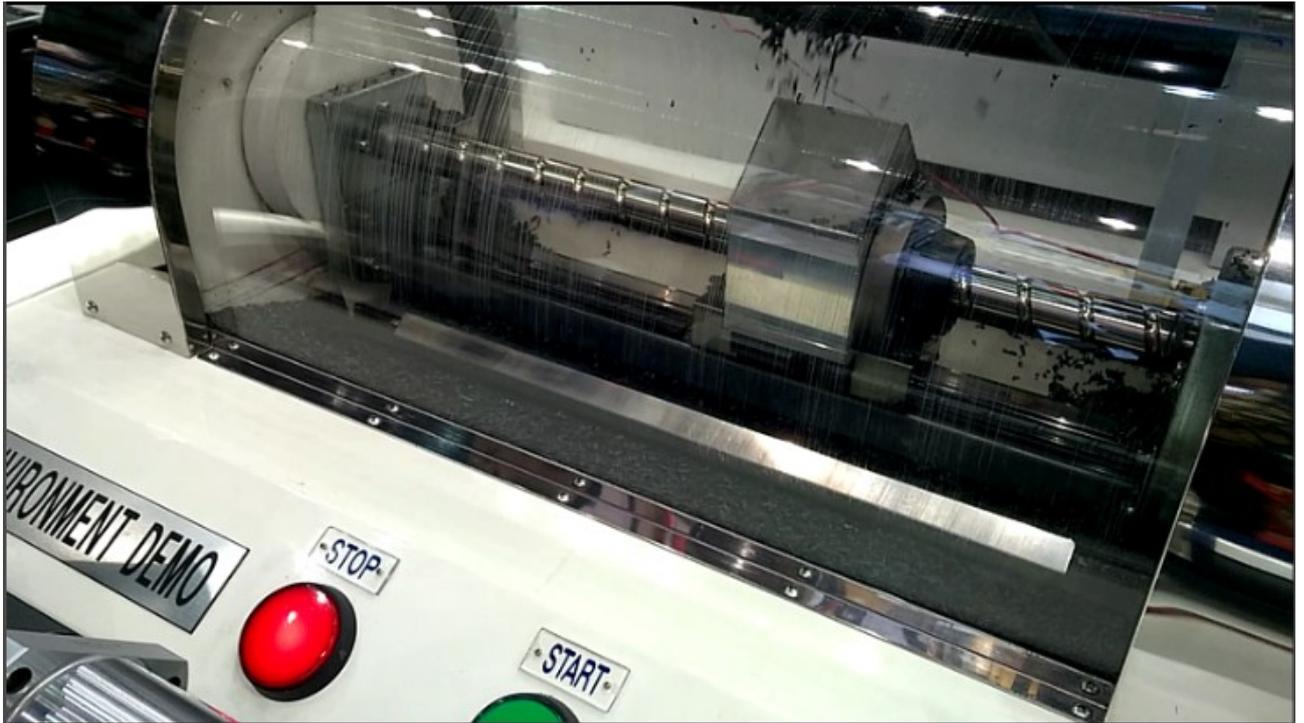
圖 21 螺帽冷卻技術：(a)實驗架設；(b)熱顯像儀溫度量測



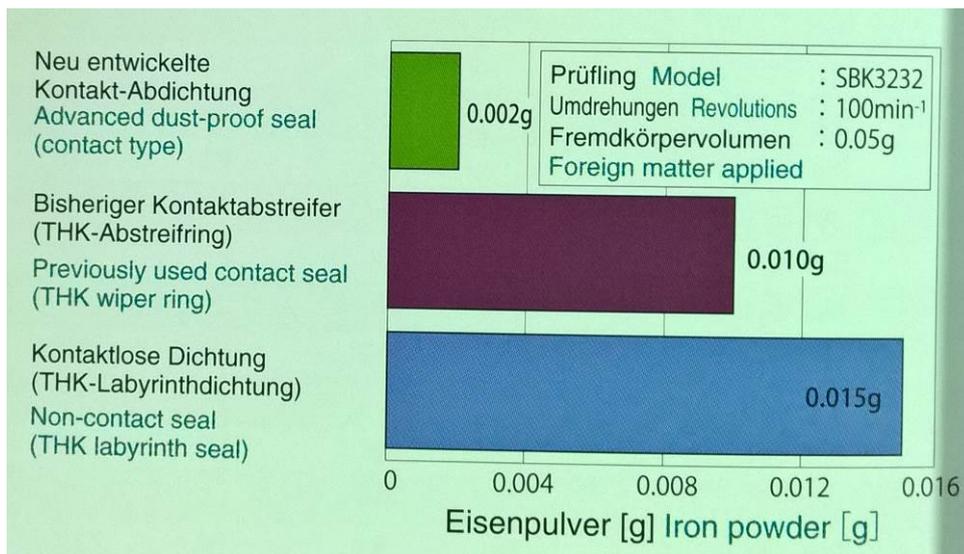
(a)



(b)

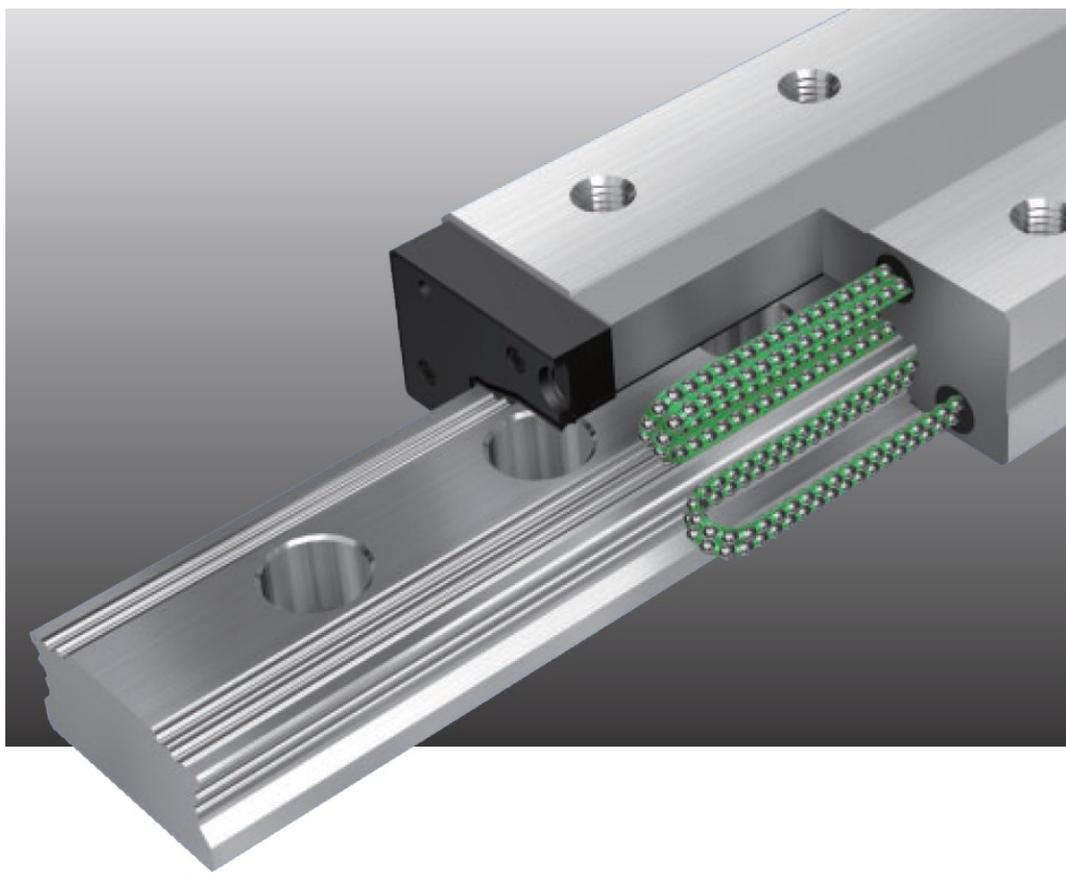


(c)

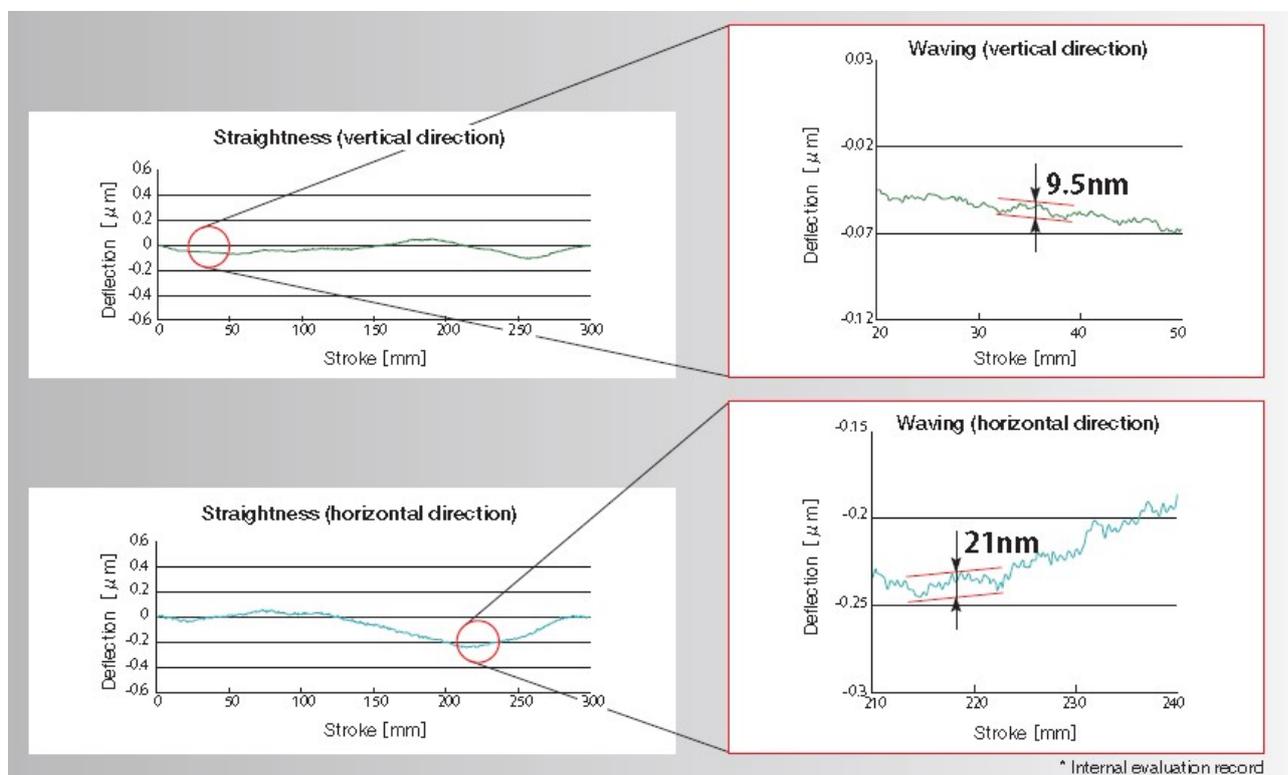


(d)

圖 22 雙油封設計：(a)示意圖；(b)部件解說圖；(c)實體展示；(d)實驗結果



(a)



(b)

圖 23 雙層滾珠設計：(a)示意圖；(b)直度量測結果