

第一章 智慧感測與控制

總 論

智慧感測與控制共通性技術包括感測器(Sensor)、軟體與驅動控制組件系統3個層面，主要目的在於透過感測器結合人工智慧物聯網(Artificial Intelligence of Things, AIoT)，廣泛部署於設備、產線、機器人與廠區環境促進生產革新，藉此增進自動化程度並創造智慧工廠環境，以具體解決勞動力／生產力不足之問題。相關感測、軟體與控制技術，可具體促進生產革新、增進自動化、創造智慧工廠友善環境，並促進職工照護與能力再進化，與在地自造與虛實整合情境目標。

➤ 技術研發措施

智慧感測技術主要應用於製造業，運用振動、聲音、力量、影像、距離等，感測整合AI與邊緣／雲端運算(Cloud Computing)落實製造智慧化。舉例而言，可發展各種振動感測技術埋設於複合加工機量測振動，判斷加工品質下滑、機械提早劣化原因；或埋設力量感測技術於穿戴機器人，讀取身體微小電位訊號，輔助工廠員工搬運重物，避免潛在職業傷害；或埋設各種3D感測與測距技術於協作機器人與自主移動機器人，執行機器人精微手眼協作、快速巡視搬運量測功能，提高產線作業與物流效率，保障廠區安全。以工具機(Machine Tool)領導廠商DMG為例，便發展了MORI i4.0感測技術套件，透過60個感測器應用於主軸振動／溫度異常、刀具標示、馬達、內冷系統流量監測。目前技術處執行的感測技術相關科專計畫包括「工業物聯網智慧感測器研發及試產驗證計畫」、「複合長效空品及水質物聯網感測器開發計畫」、「智慧感知互動科技研發及跨域應用躍升計畫」等。



計畫名稱／執行單位



技術處主管單位



智慧感測與控制

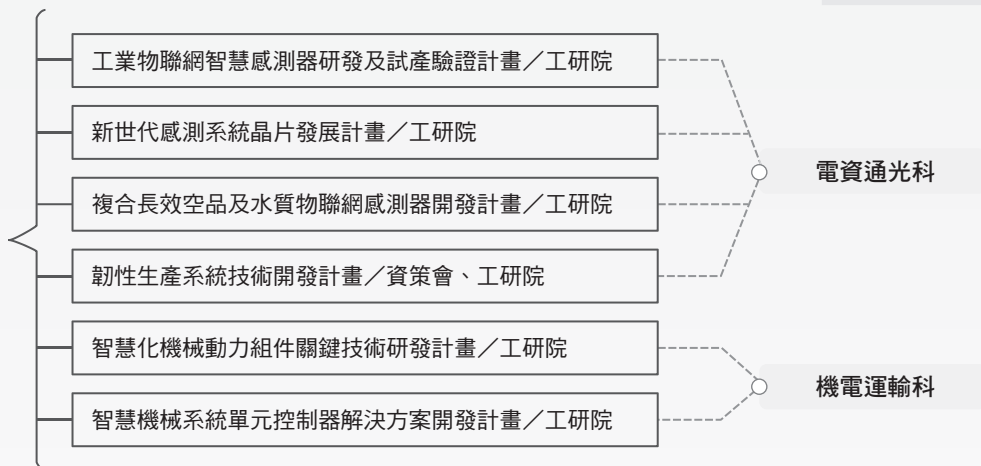



圖2-3-1 經濟部技術處法人科技專案—智慧感測與控制相關研發計畫

補助獎勵措施

表2-3-1 智慧感測與控制相關補助計畫

計畫名稱	目的	申請資訊
A+企業創新研發淬鍊計畫—前瞻技術研發計畫	引導國內企業進行前瞻技術研發活動，在臺設計研發中心、建立外國企業夥伴關係。	

國產工業感測器 設備因「有感」而「智慧」化

重點摘要

因應全球智慧製造浪潮，國際大廠紛紛導入大量感測器於設備中，即時感測振動、力量、影像等，進行決策與控制，達到製造智慧化。科技專案投入國產工業感測器研發與產業化，支援國內設備及製造業智慧升級，落實技術自主補足產業缺口。

感測器為智慧製造的關鍵核心組件，可提供設備健康診斷、預防保養以及產線品質監測、製程優化等最根本的訊息來源。藉由導入大量感測器擷取設備狀態數據，結合高速傳輸及AI巨量分析，如同人類感覺神經與大腦的協調運作，讓設備更可靠來達到精密加工、組裝、檢測等智能化生產目標。

目前國際大廠不斷透過創新感測技術如多重感測融合(Sensor Fusion)、感測端之運算模組等，與設備結合提升設備穩定性、可靠性與智慧化附加功能，以創造產品差異性。國內面臨智慧升級的壓力，但關鍵感測器多仰賴國外，技術受制於人，存在規格、價格、支援服務，甚至供應斷鏈等問題，使得發展上面臨阻礙。因此，科技專案投入開發國產化工業感測器與智能化解決方案，掌握關鍵物資自主供應能力，彌補產業技術缺口。

從研發、試產到智能加值 落實感測技術在地扎根

因應國內工具機、設備、關鍵零組件以及製造產線智動化需求，科技專案投入開發工業物聯網智慧感測器。策略上將從基礎研發、試產擴散、智能加值等三方面著手，透過導入國產化之感測解決方案，達到設備升級、製程優化、智慧檢測等應用，帶動產業朝向智慧化發展。

一、建立感測器自主基盤技術、補足國內感測技術缺口：將建立從感測晶片 (Sensor IC)／元件設計、特用電路、組裝封裝到校正測試等自主感測技術，投入力、振動、動態3D掃描、視覺等關鍵工業感測器研發，提升其性能規格（如頻寬、精度、效能）與穩定性，具備可客製化導入及高性價比之感測技術方案，扎根基礎能量。

二、進行試產驗證並提升可靠度，導入場域複製擴散：建立上述感測器之試產驗證技術，包括試產標準作業線如：進料、製程、產終品質檢驗等標準化作業流程，縮短生產開發時間；並規劃可靠度驗證如：振動、衝擊、溫濕度、防水防塵、耐久性等驗證平台，提供高可靠度、穩定性之工業感測器。並與系統整合業者合作，透過模組化簡化安裝與應用，加速場域導入與複製擴散，普及產業應用。

三、感測聯網與智能化加值，創造差異性與提升附加價值：依據感測器產品別及實際應用需求，開發自校正／補償、資訊聯網以及邊緣運算(Edge Computing)等軟體技術，透過軟硬體整合進行感測模組智能化加值。同步結合廠商自身領域知識(Domain Knowledge)，協助導入設備／產線進行智動化應用，創造差異性、提升附加價值。

技術垂直深化成果水平擴散 帶動設備與產線智慧化

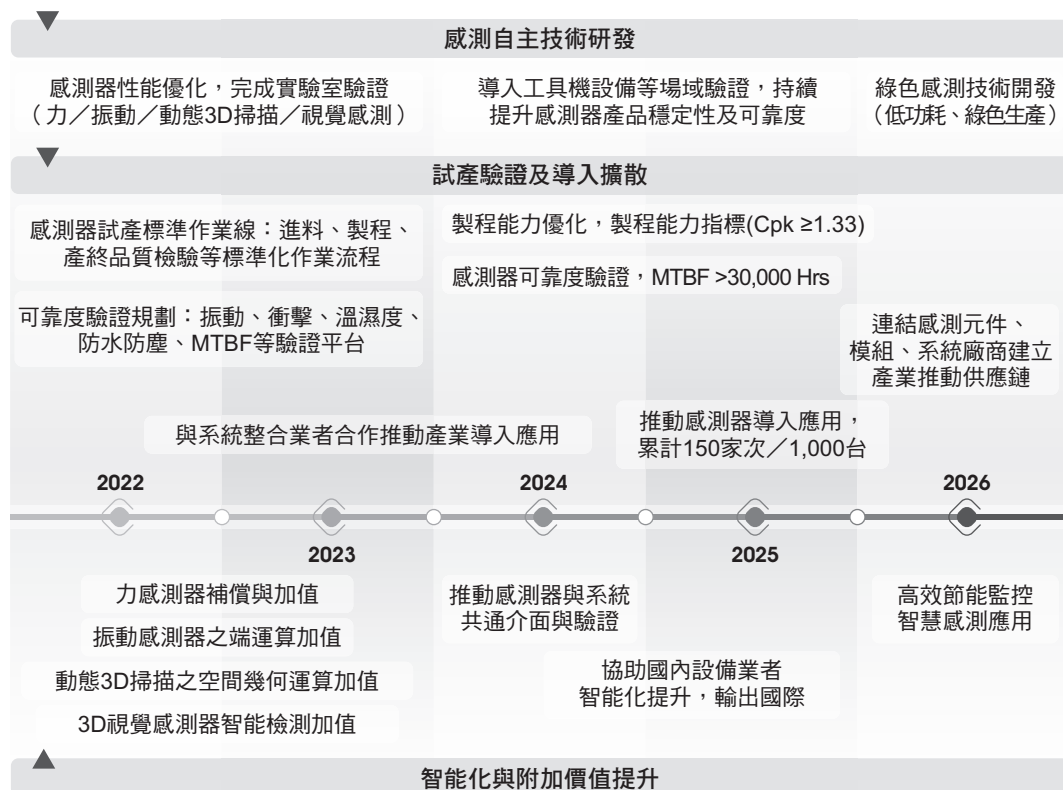
除深化由研發、試產驗證至軟硬整合之技術能量外，並透過實際場域的導入，將國產感測器推廣應用至各領域，包括工具機及零組件、產業機械、機器人、金屬運具、印刷電路板產業等，帶動設備與產線智慧化。例如動態力感測器可監控金屬加工過程的力量變化（如沖壓製程力量、切削刀具受力等），即時分析製程與設備狀態，包含模具磨耗、加工精度等，以維持設備生產最佳狀態，減少不良品發生；振動感測器可偵測設備振動特性（如馬達、泵浦、軸承、滑軌等），了解其運轉與健康狀態，避免設備異常停機，提前進行預防保養，並分析辨識異常原因，提升設備穩定性；動態3D掃描感測器可用於複雜工件之3D形貌量測（如傳動軸、車載玻璃、輪圈等），以快速、高精準的雷射掃描工件表面輪廓，辨識加工過程的胚料、半成品與成品尺寸是否符合品管要求，減少人為抽檢時間與誤差；3D視覺感測器能將物體之3D立體輪廓精準重建，結合機器手臂或檢測平台設備，可應用於物流倉儲自動檢貨、手工具尺寸自動配對以及電子載板精密量測等。

期透過以上感測技術自主化，提升我國智慧機械及高階製造能量，突破國際壟

肘；在未來發展上，面對節能減碳的製造趨勢，將以綠色感測概念出發，以感測技術協助業者達到設備節能監控、提升製程效能及減廢等綠色製造目標。

研發藍圖

圖2-3-1-1 工業物聯網智慧感測器研發及試產驗證技術



感測器猶如機器的感覺神經，如同人類的五感，機器會依據感測器所得的訊號進行相應的動作。除了大腦控制以外，視覺、聽覺及觸覺也是十分重要的關鍵，所以需要有工業級的高精密感測器，藉以感測機器目前的狀態以及細微變化，才能做更精密的資料分析與判斷。

小知識

RELATED TECHNOLOGY PROJECTS 相關科技專案

工業物聯網智慧感測器研發及試產驗證計畫（2021~2025年）

執行單位：工業技術研究院 智慧感測與系統科技中心

智慧生活價值「聯」城 五感聯手耳目一新

重點摘要

物聯網時代來臨，無論是行動穿戴裝置、居家、製造、商業零售等都將透過科技而變得更有智慧。藉由多功能感測器進行環境數據收集與整合分析，滿足不同應用需求，實現數位化與智慧化之目的，為未來物聯網發展重點。

物聯網是將各種資訊感測設備和網路結合起來，是網際網路的升級，也是資訊化時代的核心。物聯網的發展包含智慧感知、辨識和通訊等重要技術，而感知的關鍵就是感測器，其中感測器在系統中所代表的就是人類五感的位置。藉由感測器收集眼、耳、鼻、口和皮膚之「五感」，測量周邊環境資訊，透過網際網路傳送至雲端進行分析後，將資訊傳回應用端，即時收集環境給予的訊息提供大腦做出反應。

然而目前感知技術多以單一感測器進行資料偵測、無法滿足多重感測／感知與融合的應用需求。即便對於新世代物聯網產品所需之應用情境有各種發想與創意，但受限於現有感測器功能與技術，暫時無法實現，因此亟需發展具有多感測器、整合型之資訊融合感測晶片。

【跨越多感測器整合之技術障礙 建立五感感測競爭優勢】

科技專案以新世代感測系統晶片技術為研發主軸，透過低溫沉積疊層結構於感測電路晶片上，建立疊層感測晶片平台，整合溫度、濕度、壓力、氣體及熱輻射偵測功能，開發多功能之環境感測系統晶片與智慧多維環境感測整合元件，突破目前市場上單一產品、

單一製程之技術瓶頸。透過感測晶片收集多樣環境資訊，並且能對環境即時感知、辨識、預判，提供智慧終端的數位化感官功能，落實晶片應用於高精度多感測器應用模組、智慧多維生理感測及環境感知模組，為智慧家庭如結合居家環境溫、濕、壓及人體移動等感測，整合家電用品提供使用者節能舒適之居家生活；以及智能化照護如室內異常行為偵測，提供獨居長者即時安護資訊等應用，提供完整解決方案。

在疊層感測晶片平台技術開發上，藉由不同疊層厚度之矽鍺(Silicon-Germanium, SiGe)材料的開發，如：2 μm 、0.1 μm 等，建構一個完整的技術應用平台，並以多功能之環境感測系統晶片與智慧多維環境感測整合元件等作為應用驗證載具，未來可依此製程平台提供其他元件製作之標準製程平台，大幅縮短產業化時程。

平台整合應用方面，為了實現智慧終端的數位化環境感知功能，將開發單一環境感測系統晶片，具備多環境參數（溫度、濕度、壓力、氣體及熱輻射）感知功能，同時結合感測器相互校正及AI熱輻射偵測辨識技術，以建構高精準環境感知模組。未來將更進一步拓展感知功能，提升感測感度並增加超音波感測技術，達到多

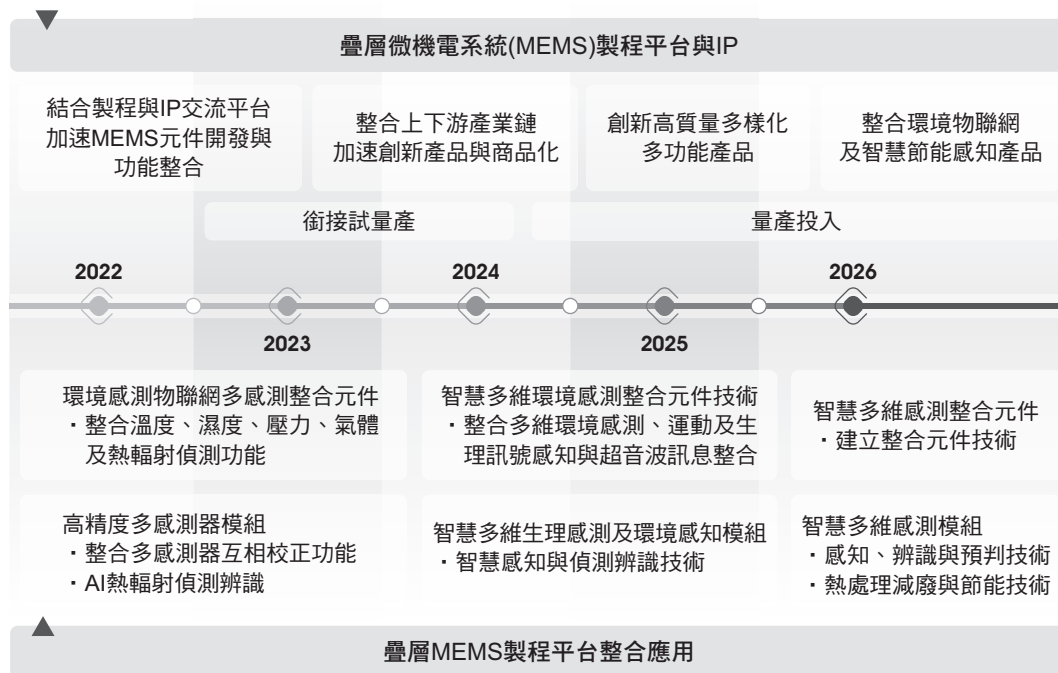
維環境資訊、運動與生理訊號數位化之感測整合，據此打造可即時感知、辨識環境資訊，並提供預判示警功能，建立智慧節能所需之必要感測融合技術，滿足多樣感測器微縮，以及直接與電路整合的多樣化目標。可應用於智慧家庭，如透過技術將環境、建築、網路與設備自動化結合在一起，並進行即時通報，提升應變效率，能保障家中安全、提升生活品質、降低生活能耗、輔助居家照護，依照不同家庭的生活型態，創造安全、舒適與環保的居住環境。

開創物聯網產業

「有感」新世代

科技專案建立新世代感測系統晶片之平台、整合感測器與對應之應用技術，提供多功能、微縮整合與彈性設計的優勢競爭力，滿足物聯網少量多樣和多功整合需求。長期將串聯感測器上下游產業鏈與形成研發聚落，達到加速創新高質量、多樣化、多功能產品與商品化，縮短開發時程與擴大效益。藉此協助業者以多功感測和微型平價的感測核心，提升市場競爭力。

圖2-3-1-2 新世代感測系統晶片發展技術



透過互補式金屬氧化物半導體(Complementary Metal Oxide Semiconductor, CMOS)感測器技術，開發智慧型多感測整合單晶片，可讓傳統上需採用多顆獨立晶片才能達成的事情，於同一個製程平台內就完成製造上的整合，不僅尺寸較小、耗電量低，可大幅減輕模組的尺寸與封裝上的複雜性，更可滿足物聯網對感測器的智慧化要求，也有助於設計製造廠商開發感測晶片技術。

小 知 識

RELATED TECHNOLOGY PROJECTS

相關科技專案

新世代感測系統晶片發展技術（2019~2022年）

執行單位：工業技術研究院

微型複合式環境感測器 汙染即刻現行蹤

重點摘要

空氣與水的汙染為民眾關切之重要議題，目前防制瓶頸之一為對汙染物分布即時資訊掌握不足，科技專案開發「複合長效空品及水質物聯網感測器」，解決大型標準監測站數量與水質檢測環境受限的問題，可於全臺鄉鎮、社區建置微型監測站，提供即時資訊與追蹤汙染來源。

聯合國2019年「全球環境展望(The Global Environment Outlook, GEO)」報告提到，全球1/4的人口早死和疾病都是人為汙染和環境破壞所致，排放致命氣體引發霧霾、化學物質汙染飲用水，加速破壞生態系統。世界衛生組織於2021年公布的最新「全球空氣品質指南」，進一步證明即使空氣汙染濃度低於大眾所知的標準，依然損害人體健康，該指南自2005年以來首次限縮多項空汙的標準值，目的在於提升全球空氣汙染的安全標準。

國內大型空氣品質監測站準確度高，但因建置成本高、空間需求大，無法廣布至各鄉鎮，區域監測效果有限。因此科技專案開發「長效複合式空品感測器」，與監測站相較之下具有低成本與體積小的優勢，裝設於鄉鎮路燈與社區公共設施更易於廣布，提供完整的監測資訊。在水質監測方面，現行監測站因水域環境複雜，感測器易受到水中微生物附着，導致量測系統不穩定，且監測場域供電不易，大多仰賴人工採檢，以致不易廣布監測。因此科技專案開發「長效複合式水質感測器」，可同時檢測多項汙染物，減少水中生物膜干擾，結合物聯網技術長效、連續掌握水質資訊，提高監測效率。

感測器研發

突破空間與環境限制

為擴大感測器設置範圍與提高建置密度，不但在體積上有所限制且須兼具精準度，「長效複合式空品感測器」利用光學檢測方式，偵測空氣中PM_{2.5}懸浮微粒與臭氧濃度；並藉由氣體奈米感材搭配微型加熱晶片，偵測CO、總揮發性有機氣體(Total Volatile Organic Compounds, TVOC)等有害與異味氣體濃度。準確度相較標準儀器誤差小於30%，相關係數達0.7以上。體積小、耗電量低、使用壽命可達兩年以上，易於安裝於住宅屋外、工廠、路燈及公車等設施，可掌握區域的空品狀況，結合風場、氣象資訊進行模擬推估，可進一步追蹤汙染來源。

在水質監測方面，「複合式水質感測系統」以多通道光譜檢測技術，可同時檢測化學需氧量(Chemical Oxygen Demand, COD)、水中懸浮固體，以及利用化學藥劑呈色檢測水中重金屬銅離子(Cu²⁺)濃度。並以紫外線光抑菌方式，抑制水中菌種增生速度，避免影響感測器準度與壽命，搭配水體取樣設計、最佳化電源管理技術，減少人工維護頻率，達到長效運作效益。除了例行工業與民生用水監測，亦可建置在

無法供電的水源區、河道、溝渠等，擴大監測覆蓋範圍，搭配物聯網技術動態掌握水質資訊。

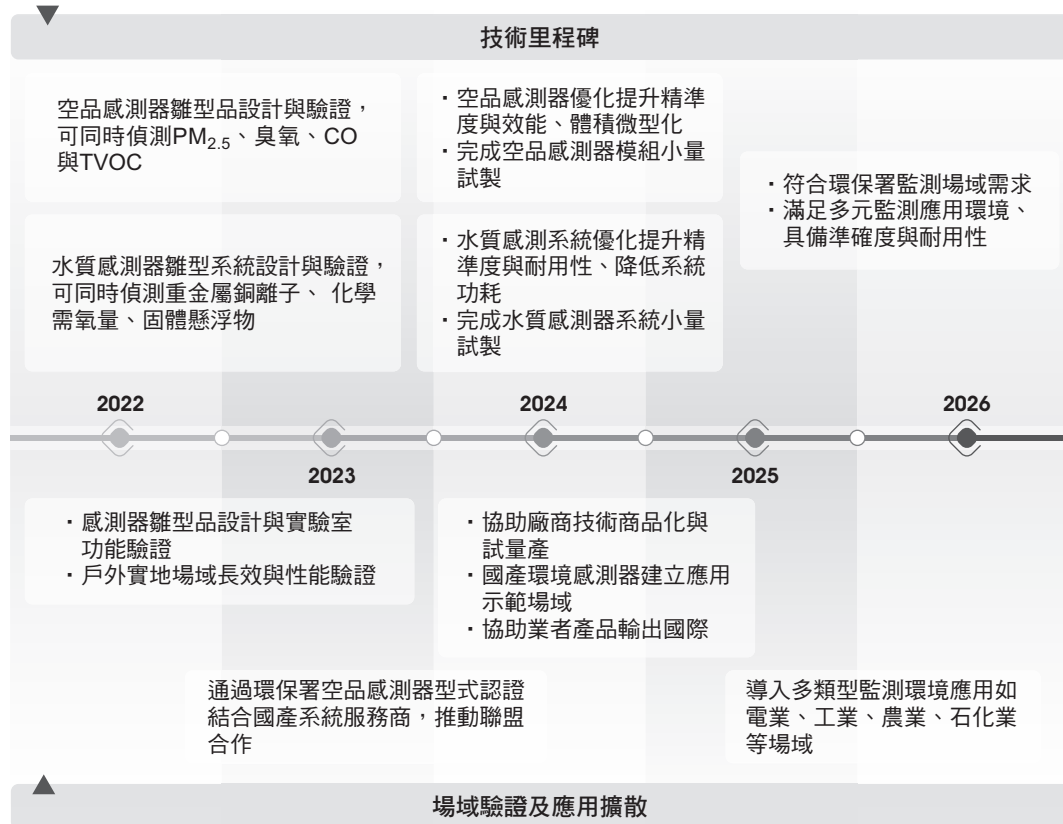
環境偵測智慧化

汙染控制更即時

根據2022年Researchandmarkets的調查報告指出，全球環境感測器市場規模預計到2027年將達到23億美元，年複合成長率達8.4%。在氣候變遷的影響下，國際重視環境變化、降低汙染與追求淨零碳排，對環境感測有高度需求，更顯示智慧城鄉發展為未來趨勢。環境感測器結合物聯網體系所取得的大數據，可提供政府與環保單位汙染熱點偵測與溯源分析資訊，作為執法與改善依據，並且可在汙染發生初期，進行範圍控制避免擴散，並藉由資訊推播平台，如環境監測網站、App、社群媒體等，即刻通知民眾進行防護與疏散；亦可擴大應用至工廠自主管理，協助業者制訂改善汙染防制措施。我國藉由研發國產環境感測器關鍵技術，移轉國內業者開發具高可靠度與高準確度之產品，協助串聯整合各領域應用與加值服務，帶動國內物聯網產業與供應鏈整體發展，進一步擴散輸出國外，提升國際競爭力。

研發藍圖

圖2-3-1-3 複合長效空品及水質物聯網感測器開發技術



不同類型的空品感測器，是為了不同的監測目的而設計。國家標準監測站建置條件與維護成本高，用來評估精準的區域空氣品質，作為大區域空品觀察應用；而智慧城鄉感測器建置成本遠低於國家監測站且易於安裝，適用廣布各地區進行小區域、高解析的空氣汙染熱區鑑定，追蹤可能的汙染源進行稽查執法。

小知識

RELATED TECHNOLOGY PROJECTS

相關科技專案

建構民生公共物聯網—空品物聯網產業開展—研發PM_{2.5}及CO感測元件技術（2019~2020年）
複合長效空品及水質物聯網感測器開發計畫（2021~2025年）

執行單位：工業技術研究院 智慧感測與系統科技中心

韌性生產系統整合異質數據 以AI打造產線自適應能力

重點摘要

國際疫情依舊嚴峻，在面對缺料、缺工的困境，國外抽單及急單的突發狀況下，科技專案開發「韌性生產系統技術」以提升製造業產線的彈性與韌性，透過生產資訊系統的串接，以AI技術解決原物料庫存、生產排程、設備運作及品質檢驗等問題，以降低庫存成本與機台閒置的情況，提升生產效率及品質。

我國製造業的領域廣泛，各產業之產品特性與規格的範圍相差甚遠，而當前的智慧製造解決方案多以半導體或電子製造業為主，對於金屬、機械、汽車等傳統產業著力不多，且國外的系統整合商仍是以少樣多量製程為主，故無相對應的智慧製造方案來解決我國中小企業的製程問題。

近兩年多來的COVID-19疫情造成全球供應鏈的衝擊。疫情初期，我國製造業受到歐美訂單取消的影響，造成營收大幅下滑，而在後疫情時期歐美經濟活動逐漸重啟，受惠於產能回流及轉單效應下，我國製造業呈現供不應求的狀況。面對消費市場的需求攀升與缺料、缺工問題，製造商無法進行彈性的生產調控及備料庫存，導致產能無法負荷；另外，因人力短缺而無法即時進行設備維修，造成產線停擺；而在品質檢驗上，也為了避免員工群聚，讓瑕疵辨別效率無法提升。

為解決上述問題，科技專案開發出「韌性生產系統技術」，透過資訊系統的整合串接不同生產流程，並以AI技術進行原物料的庫存水位預測、生產設備的故障示警與品質檢驗，提供相關決策建議，可在供給與需求的平衡中進行訂單生產優先順序協調，以降低生產成本並提升製造能力。

整合異質生產系統建立標準 製造數據透明化

許多製造商在不同製程與產品線，所使用的設備機台都不一樣，其生產資訊與品質檢測也分別由不同系統管控，由於整廠資訊並無串聯，導致生產中發生問題時，需要花費大量人力時間去溯源不良原因。因此在不同製造技術端，需建立共同溝通語言，讓各技術系統整合於平台上，讓資訊更透明、運作更有效率。

當重要的結構比例，其相關產業涵括了自行車、機械與汽車零組件等精密製造業，為了同時滿足目前少量多樣及客製化的需求條件下，科技專案以金屬加工業為目標對象，從供應商進料及委外加工品質掌控、關鍵原料庫存水位、站與站之間自主移動載具運補料、工站智慧排程、加工設備健康診斷、製品品質瑕疵預測等關鍵生產流程進行系統的串聯，並建立一致性的通訊格式與溝通平台。透過此平台可讓生產資訊透明化，有效監控設備運作，製程負責人員與決策者能掌握各產品的階段進度與即時排解。

金屬加工產業在我國製造業中占有相

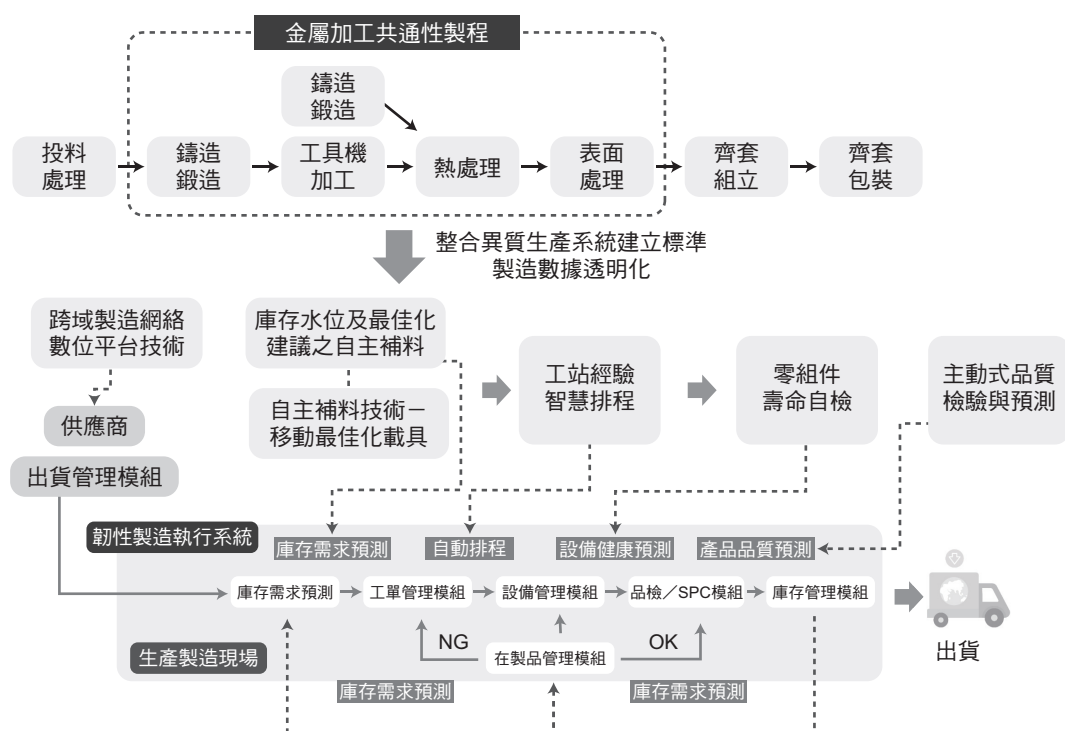


圖2-3-1-4-1 金屬加工共通性製程之異質系統整合示意圖

以AI模型進行預測 超前部署產能最適排程

在大多數生產現場中，機台參數調整與品質的掌握等須仰賴現場老師傅的經驗，而為了讓老師傅的經驗可以有效的傳承下來，多數工廠已開始透過感測器收集不同製程之數據，並串聯產品料號、生產批號與品質檢驗等異質數據，但數據若未經系統化整合分析，仍無法歸納其生產數據之關聯性與價值。

「韌性生產系統技術」除了整合諸多異質系統的大數據之外，更進一步歸納找出關鍵特徵參數進行分析，並透過AI模型的建立，提供預測結果供決策建議。在排程方面，可建構原料庫存與生產進度的關聯，提供物料庫存水位預測，降低採購與

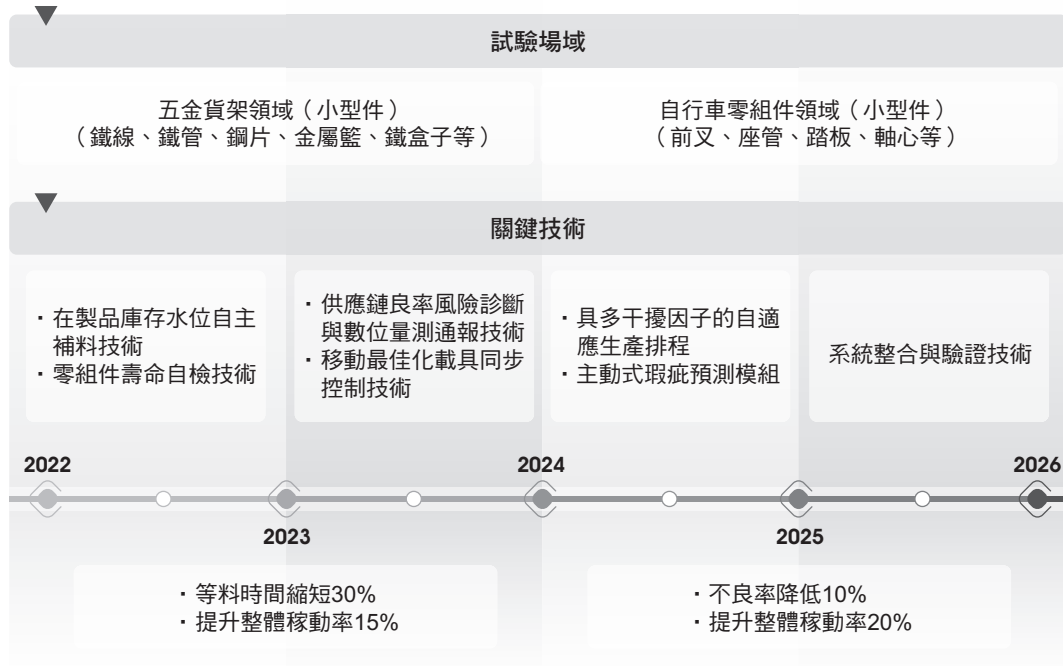
庫存成本；在製程方面，可找出排程與設備運作關聯，更有效地決策訂單的優先順序；在品管方面，透過產線的監控與品質管制，讓產線以最短的時間恢復合理的生產運作，或即時做出更明確的調整與改善。

透過於實地場域驗證與案例輔導回饋，將系統模組化以滿足企業不同需求，並結合物聯網、邊緣運算、AI等工具打造虛實整合系統，搭配3D感測技術、虛擬實境(Virtual Reality, VR)、擴增實境(Augmented Reality, AR)等遠端作業，打造元宇宙(Metaverse)發展架構，建構智慧工廠多元化解決方案，透過由製造業發起的互動式應用科技需求，帶動相關硬體產業發展，並同步提升智慧感知軟硬體廠商的產值與關鍵技術水準。

「韌性生產系統」為整合工廠生產流程的設備與控制系統及資訊，並可與自主移載機器人互動合作運載補料，且透過AI技術協助製造工廠可於生產前即時預估原料庫存數量、設備維修的安排與生產品質瑕疵的改善建議，降低生產後花費之人工品檢與重工時間成本，並可因應疫情或因環境變化所造成的人力不足與缺料等危機。

小知識

圖2-3-1-4-2 韌性生產系統開發技術



RELATED TECHNOLOGY PROJECTS

相關科技專案

韌性生產系統開發技術（2022~2026年）

執行單位：資策會地方創生處、工研院機械所、金屬工業研究發展中心

導入數位轉型 推動機械動力零組件跨入工業4.0

重點摘要

機械動力組件是機械設備上常見組成元素之一，亟需國際化及智慧化之新趨勢。科技專案根據機械零組件的實體，將各式機械內涵數位化，並透過共通格式及機對機聯網技術進行溝通，目標在讓純機械的動力組件也能數位轉型，且具有國際化、智慧化的溝通互聯能力。

我國機械零組件產業為出口導向，國際上機械產業的發展趨勢不外高精密化、高能效低碳排、長壽命及智慧化等方向。其中智慧化原本因欠缺一致認同的定義以致發展較發散，但最近在國際OPC基金會(OPC Foundation)、德國「工業4.0」平台(Industrie 4.0 Plattform)及德國機械公會(Verband Deutscher Maschinen-und Anlagenbau, VDMA)等組織的推動下，機械智慧化已經在附加感測器與加入AI之外，清晰地展現出頗具特色的情境，而這些新做法更從智慧化擴散到精密化與高能效低碳排上，影響已經全面展開。

機械動力組件是用以傳遞動力的機構，包括機構傳動的減速機、導螺桿等，以及流體傳動的泵、閥等。自主能力是機械動力零組件智慧化的關鍵特徵，也是機械動力零組件在出口國外後仍能展現智慧的基本條件。優質的自主能力是類似人類的行為，其特徵包括：一、能隨時知道自己是誰；二、能記住自己過去的種種；三、能把重複發生的事歸納成特定模式；四、能使用溝通對象聽得懂的語言。這些特徵在傳統機械動力零組件上是罕見的，也是機械零組件走向智慧化所必須突破的技術重點。

無縫銜接國際 機械零組件整合資訊模型

就創新應用實例而言，機械動力組件明明都是硬梆梆的金屬機構，怎麼可能知道自己是誰、記住過去、還能進行溝通呢？科技專案要讓機械組件能隨時知道自己身分資料，首要條件是讓機械產品具有全球唯一的識別碼(Identifier)，如此一來才能讓產品有了自己，這識別碼連結到屬於該產品的數據、標準功能、管理框架等，即使跨製造商仍能建立數據和功能之間的關係。

對於機械組件要能記住自己的過去，關鍵在於連結識別碼，對每一產品建立全生命週期的數據庫；再以數據庫為基礎，建立機械動力組件的產品特定模式，並整合特定模式及通訊，讓產品可反映機械組件的技術內容，進一步提升機械動力組件為可自動聯網與數據回饋的等級，據以完備機械組件的狀態溝通與服務協商等功能。

關於機械組件得以進行溝通的安排，主要在於開發符合開放平台通訊統一架構(OPC Unified Architecture, OPC UA)標準的產品資訊模型。於應用層，開發溫度、壓力、位置、流量、振動等多項可延伸標記式語言(XML-based)的組態描述、設定與自動偵測功能。於產品特定模式描述方

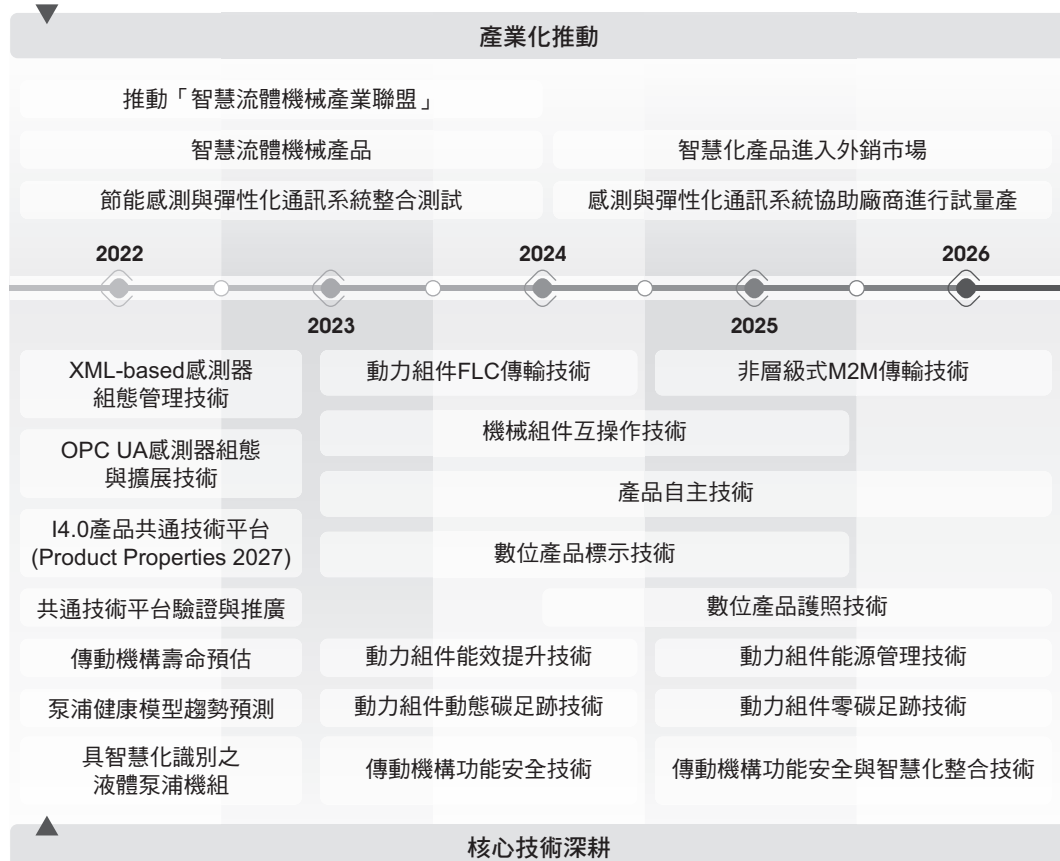
面，導入圖形化元件建置工具，完成可即時生成動力組件OPC UA配套規範的工具軟體。

走向以服務為導向 開拓機械組件新藍海

具體的產業質變與衍生的商業模式在於「由製造擴大為服務」，由於德國式「工業4.0」的深入發展，使得以服務為導向的架構成為機械動力組件必備的標準介面。組件、周邊與機台都需提供服務功能，用以構成網路化、可彈性調整與動態適應的生產環境，這些都是產業需急起直追的內涵。為了建構以服務為導向的架構平台，發展一共通核心技術平台成為必要，類似公版模組，方便機械動力組件廠商快速整合產品以符合智慧化的規範。同時，配合國際產業標準及指導方針進展，以期促使臺製機械動力產品在國際對接上沒有門檻，成為突破機械動力產品出口飽和的有效推手。

在應用布局策略上，為了協助國內機械動力組件產業提升產品競爭力，需有效整合聯網連線與運作狀態數據回饋功能，發展機械實體的智慧化服務技術，使產品實體本身不僅具備各項機械功能，亦能藉由與實體貼近的高階聯網技術，延續提供產品應用服務，以達到製造業服務化的目標。

圖2-3-1-5 智慧化機械動力組件關鍵技術



齒輪減速機及泵浦是典型的機械動力組件，這類機械組件並非全部都適合進行智慧化，機械組件的智慧化是建立在產品實體的全生命週期特定模式上，模式優質再進行智慧化更能發揮加成效果，最終目標期望能擴展智慧化產品外銷市場。

小知識



RELATED TECHNOLOGY PROJECTS 相關科技專案

智慧化機械動力組件關鍵技術研發計畫（2019~2022年）

執行單位：工業技術研究院

高階智能五軸發展平台 工具機設備數位轉型升級

重點摘要

工具機產業是過去兩年疫情衝擊下受創極深的產業，隨著疫情趨緩市場景氣逐漸復甦，產業亟需技術深化升級以脫困與蛻變。其中，五軸加工機、智能化及「工業4.0」等是未來產業轉型升級的關鍵，透過結合數位化科技以創造附加價值，提升產業競爭力。

根據Gardner Research研究指出，2020年全球工具機消費量為668億美元，相對於2019年的821億美元年降幅超過20.1%以上，疫情所帶來的衝擊是自金融海嘯以來最為劇烈的一次。目前機械製造業景氣隨疫情趨緩已逐漸復甦，新興產業及生產型態也產生新的加工需求及五軸加工機應用機會，進一步帶動工具機訂單需求，我國2021年工具機出口較前一年成長 29.1%，達27.82億美元。

五軸加工機可針對3D空間的任一平面和曲面進行複合加工，比起其他加工機樣態多且效率更高，是產業轉型升級的關鍵。根據市場預測，全球五軸工具機2021~2025年年複合成長率達5.75%，具成長性及高附加價值。

【國產智能五軸加工控制平台 攜手產業提升附加價值】

發展次世代智慧製造關鍵技術，控制器無疑是最為核心的技術之一，國內控制器品牌包含寶元數控、新代科技、台達電子以及智研科技等，國產控制器年產量高達8~10萬套，產值超過50億元。但對於五軸加工等高階應用市場，仍需突破技術門檻，以擴大國內外市場占有率。目前國產控制器已建構五軸3D輪廓插補控制技術，可滿足五軸高速度、高精度與高平滑度加工需求，並開發高智能五軸自適應動態精度控制技術與重切削擺線加工控制

技術，有效提升加工進給速度和複雜輪廓曲面的切削精度，實現高效率切削目標。同時開發複合車削、銑削、磨削和雷射加工等加減法複合加工控制技術平台，滿足工具機業者自主選用製程組合進行特色機台開發，具體實現一次夾持多製程加工的目標，以跟上國際市場發展需求。目前已有廠商採用高階國產控制器，開發如大型龍門五軸加工機、車銑複合加工機、大型立式車削中心機、銑磨複合加工機、車磨複合加工機、石材加工機等各式客製化特色加工機型，並應用於航太加工、醫療器材、精密光學、電動車(Electric Vehicle, EV)等高端零組件加工市場，未來可帶動工具機設備由高性價比之車削及銑削加工機往高附加價值之五軸／複合加工機發展。

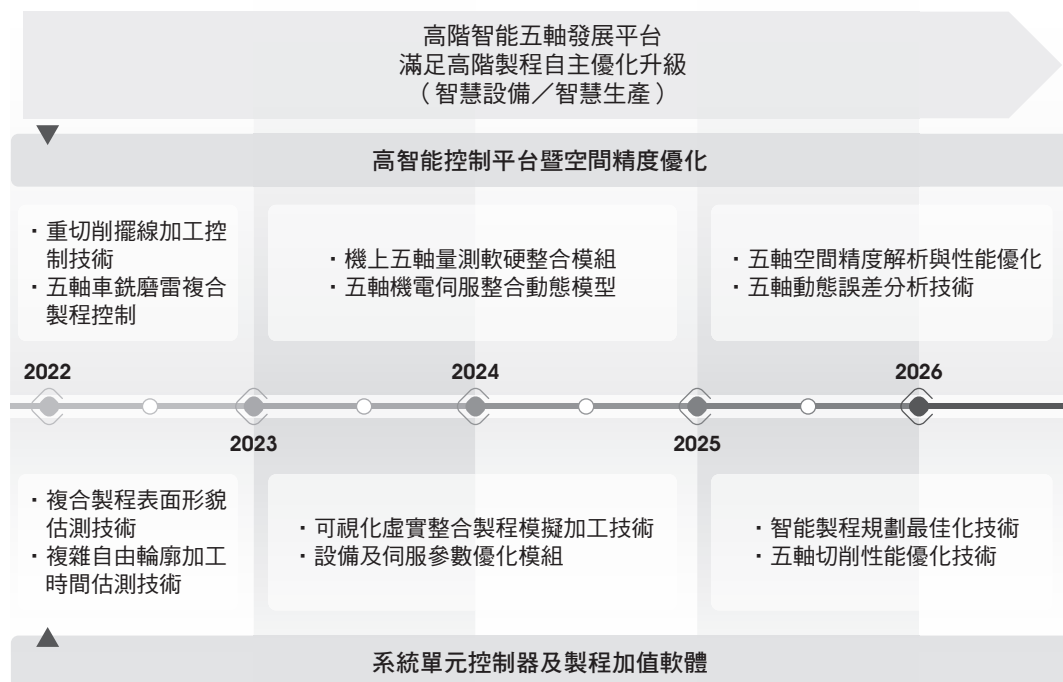
此外，根據「工業4.0」及工業物聯網(Industrial Internet of Things, IIoT)發展趨勢，國產控制平台支援國際標準自動化通訊協定，可方便系統整合商連結如機器人及各式IIoT模組，以快速建構加工單元(Manufacturing Cell)控制系統，提供一站式之系統化解決方案，滿足業者對高效能、高精度、複合加工及加工單元控制解決方案之需求。國產工具機控制器採用開放式發展平台，除了提供標準製程智能模組外，也提供工具機廠商利用開放的外掛程式介面，便利開發具特色的智慧生產App。

■ 建立五軸空間精度優化技術 提供完整解決方案 ■

國內業界較缺少機台動態及耦合分析的軟硬體設計分析工具，也缺乏整機性能驗證的工具及標準。針對五軸加工切削性能、整機精度、應用效能等三項關鍵指標，以能夠量得到（分析完整），才能改得了（機電軟硬整合），並進而用得穩（參數優化、監控）三大目標，建構關鍵軟硬體整合技術，提升國產五軸加工機效能。透過整合電腦輔助工程分析與五軸運動軌跡控制軟體，發展五軸機電整合分析工具，有效提升機台動態加工性能。

透過機電整合模型及參數優化技術，並結合五軸虛擬控制系統，可於加工前進行路徑的規劃同時模擬3D加工軌跡，事先檢測加工時可能發生的碰撞，提供更安全的操作環境。另外操作者可以在虛擬機台上進行參數優化，直到模擬的加工結果符合預設的目標為止。因此，可避免不適當的加工所造成的時間與金錢上的損失，以提高生產的安全性與效率，並同時降低人力成本。經由機台效能的提升及提供可視化加工製程App配套，可倍增五軸工具機加工效率，強化國內五軸加工應用技術，並提升產業鏈附加價值。

圖2-3-1-6 智慧機械系統單元控制器技術



「五軸加工」是指加工幾何形狀比較複雜的零件時，需要加工刀具能夠在5個自由度上進行定位和轉向，常用於航太及醫材領域。例如加工具有自由曲面的航太機體與渦輪機零組件、葉輪等。五軸工具機可以不改變工件在機台上的位置，而對工件的不同面向進行加工，可大幅提高多面形零件的加工效率。

小知識

RELATED TECHNOLOGY PROJECTS

相關科技專案

智慧機械系統單元控制器解決方案開發計畫（2019~2022年）

執行單位：工業技術研究院

非常感謝您的閱覽，懇請撥冗填寫問卷調查回饋您的寶貴意見

<https://www.surveycake.com/s/MKBgR>