



AI 浪頭上的機器人－談工業 機器人發展趨勢

隨新演算法被提出、網路技術的成熟及超級電腦問世，軟硬體整合綜效促進人工智慧的突破性進展，已受到全球關注，其中智慧機器人更成為關鍵議題之一。本文聚焦工業機器人，探析其全球近年發展趨勢及我國相關產業現況。

花雅惠（行政院主計總處綜合統計處科員）

壹、前言

1940－50年代為機器人雛型萌芽階段，其後隨戰後勞動力短缺及電腦技術躍升，至1980－90年代為迅速發展期，21世紀初以來，受全球人口結構變遷、勞工意識抬頭、產業技術轉型等因素帶動，工業生產智慧化引領第四次工業革命，各產業紛紛朝自動化升級、智慧製造及智慧服務等方向進行產業革新，而其中機器人正是改變產業結構及

顛覆未來生活的要角之一，影響所及，近年工業機器人產業蓬勃發展，依國際機器人協會（International Federation of Robotics, IFR）最新報告，估計2017年全球工業機器人銷售量較2016年增3成，增幅已連續5年達2位數，本文將介紹目前全球工業機器人發展趨勢，以及我國在全球供應鏈扮演的角色和產業現況。

貳、全球工業機器人發展概況

一、市場發展趨勢

（一）近年全球工業機器人裝置需求熱絡

依據IFR分類，機器人按應用領域劃分為工業型機器人（industrial robots）和服務型機器人（service robots）二類，其中工業型機器人採用國際標準組織（International Organization for Standardization, ISO）的定義，為「可再程式化（reprogrammable，在不改

變機械系統的情況下，可更改已程式化的運動或輔助功能）、自動控制、三軸以上的多功能機械手臂，可固定或移動使用於工業之自動化應用¹；而服務型機器人可

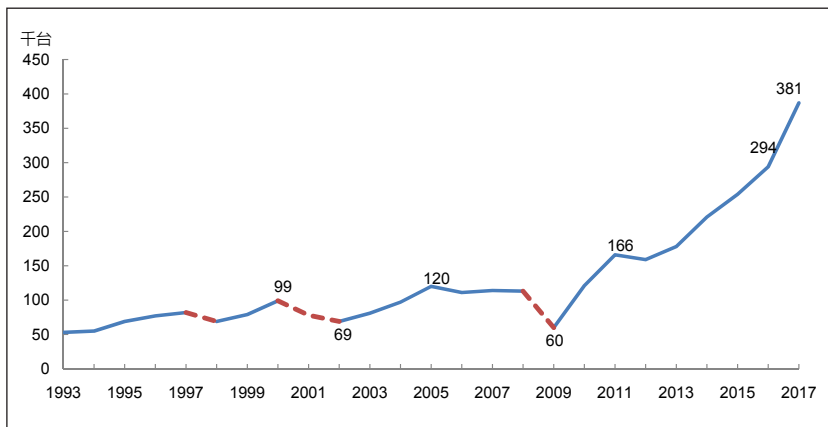
再細分個人（或家用）型及專業型（如建築、物流系統、醫療、救援、國防用途等）² 2種。

IFR 估計（圖 1），2017 年全球工業機器人裝置量為

38.1 萬台，創歷史高峰，較 2016 年大幅成長 30%。觀察 2009 年以前工業機器人裝置量歷史走勢，除亞洲金融危機、網路泡沫及全球金融海嘯等國際事件，造成全球經濟景氣下滑，製造業資本投資銳減，工業機器人裝置量亦同步走跌之外，其餘時期整體呈上升態勢，2003 - 2007 年平均年增 11%，近年更快速成長，2010 - 2017 年平均年增 26%。

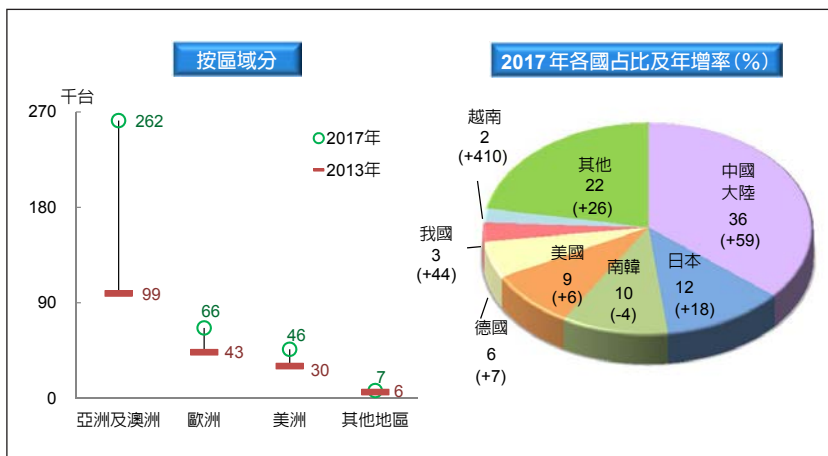
觀察區域分布情形（圖 2），2017 年近 7 成工業機器人裝置於亞洲及澳洲，裝置量 26.2 萬台，較 2016 年增 37%，近 5 年平均年成長 25%，是全球工業機器人需求成長的主要來源；其次為歐洲及美洲地區，近 5 年平均年增幅皆 10%。若就各國需求來看，2017 年裝置量達萬台以上國家依序為中國大陸、日本、南韓、美國、德國及我國，合計占全球總裝置量 7 成 6，其中中國大陸為工業機器人最大需求市場，裝置 13.8 萬台，較 2016

圖 1 全球工業機器人裝置量



資料來源：IFR。

圖 2 工業機器人裝置量



註：() 內為年增率。

資料來源：IFR，本研究自行整理。

論述》統計·調查

年增達 59%，占全球總裝置量 3 成 6；美國、南韓及日本占比均近 1 成；我國裝置 1.1 萬台，年增 44%，占比 3%。

(二) 全球自動化程度提高

IFR 定義 機器人密度 (robot density) 為製造業每萬名員工對應的工業機器人數量，用來衡量各國製造業自動化程度。根據 IFR 統計 (圖 3)，2017 年全球製造業機器人平均密度為 85 台，較 2016 年增 11 台；若以區域劃分，歐洲平均密度 106 台，製造業自動化程度最高，美洲 91 台居次、亞洲及澳洲則僅 75 台；若再觀察國家別，

南韓自 2010 年以來為全球自動化程度最高的國家，2017 年機器人密度達 710 台，其次為新加坡 658 台，德國 322 台居第三，亦為歐洲自動化程度最高的國家，日本為全球主要工業機器人製造國家，其機器人密度 308 台，居第 4 位，我國則以 197 台名列全球第 8；此外，中國大陸近年積極推動「機器換人」政策，機器人密度從 2013 年 25 台增加到 97 台，居第 21 名。

二、應用領域

據 IFR 推計³，2017 年底全

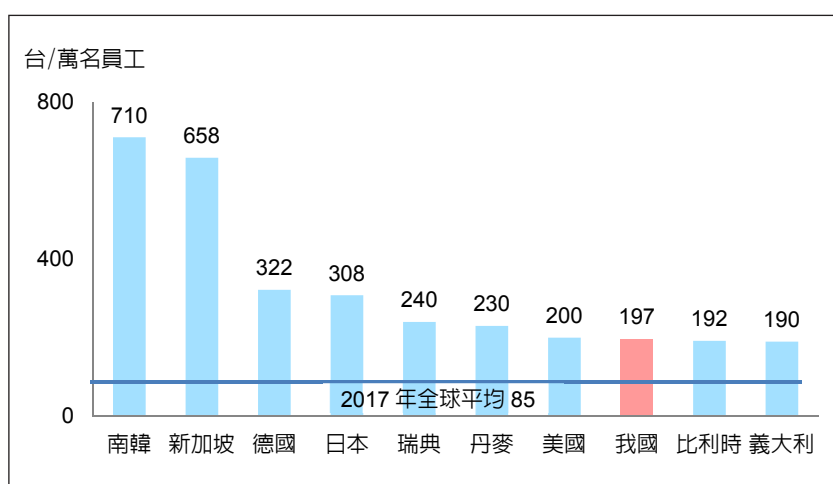
球運行中 (operational stock，現行使用中台數) 的工業機器人約 210 萬台，較 2016 年增 15%，近 5 年平均年增幅 11%，其中多數在亞洲及澳洲運行，主要應用於搬運、焊接及上下料等作業。

觀察各行業自動化程度 (下頁圖 4)，汽車產業向為工業機器人使用量最大之行業，2017 年裝置 12.6 萬台，占總裝置量 3 成 3，其次為電機與電子業，裝置 12.1 萬台，占比亦逾 3 成，金屬製造業裝置 4.5 萬台，占 10%，前 3 大產業裝置量合計已占逾 7 成 5。就增幅而言，2017 年金屬業裝置量勁揚 55%，電機與電子業加強資本投資，裝置年增 33% 次之，汽車業亦成長逾 2 成。

三、工業機器人產業鏈

工業機器人產業鏈主要區分為零組件、模組、整機組裝到下游的應用端 (下頁圖 5)，其中關鍵零組件包括伺服馬達、減速機及控制器等，除高附加價值外，因其成本合占整機約 6 至 7 成，故也是影響整

圖 3 2017 年工業機器人密度前 10 大國家



資料來源：IFR。

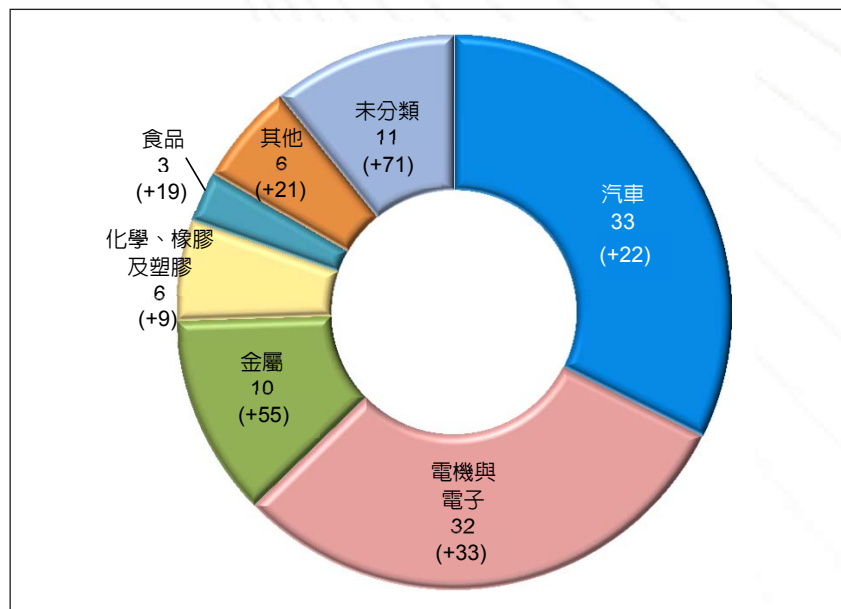
機生產成本的重要因素。目前全球機器人零組件的核心技術多掌握於日本、德國及瑞士等國家，國際品牌大廠與這些關鍵零組件廠多有長期夥伴關係或以策略聯盟方式，優先取得零件供貨權，藉以保持國際競爭優勢。

隨物聯網應用愈趨廣泛，提供整合式智慧化服務已成趨勢，機器人產業為加快技術升級步伐，並擴大市場版圖，近年吹起併購風潮，如中國大陸家電集團併購德國機器人大廠及以色列運動控制商；瑞士機器人大廠併購奧地利工業自動化業者，並與日本企業技術合作；另日本機器人大廠亦與陸企合資成立機器人公司等等，依此趨勢，預期未來機器人產業將為軟、硬體結合同盟，並形成大者恆大的局面。

參、我國機器人產業現況

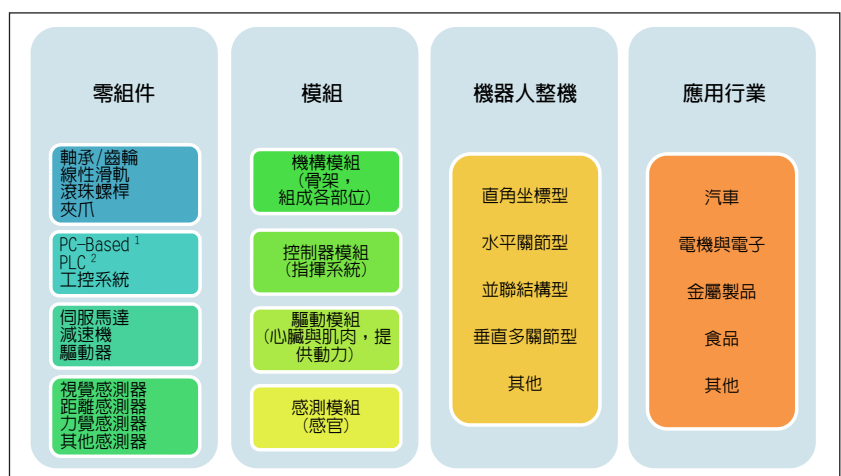
我國目前雖有廠商投入工業機器人整機生產，惟精密零組件仍仰賴進口，議價空間小加上關稅，拉升製造成本，也

圖 4 2017 年全球工業機器人裝置占比及年增率按行業分 (%)



說明：1. 金屬包括基本金屬、金屬製品及工業機械；電機與電子亦包括電腦、廣播、電視、通信、醫療設備、精密及光學儀器；占比採干台計算。
2. ()內為年增率。
資料來源：IFR。

圖 5 工業機器人產業鏈



註：1. PC - Based 係以個人電腦 (PC) 的軟硬體為基礎，配合適當設計的控制介面卡與人機介面軟體所完成的控制器。
2. PLC 指可程式邏輯控制器 (Programmable Logic Controller)。
資料來源：工研院 IEK (ITIS 團隊)、IFR 等。

論述》統計・調查

制約未來發展。為尋找技術突破，部分廠商積極投入研發，目前在部分關鍵零組件上已有重大進展，如諧波減速機，我國廠商是繼日本與德國後，全球第 3 家成功量產符合國際標準之供應商，相關減速機、馬達及控制器等關鍵零組件亦已全自製化。

軸承、齒輪、線性滑軌及滾珠螺桿等相關機械傳動設備為工業機器人重要零組件，除廣泛應用於工具機、半導體設備、醫材等自動化機械設備外，亦是我國較具競爭力的領域，部分廠商更位居國際領導地位。依據經濟部統計（表 1），

隨全球景氣復甦及智慧自動化需求殷切，106 年我國相關機械傳動設備產值 524 億元，年增 31%，近 5 年平均年增幅則逾 7%，其中線性滑軌及滾珠螺桿產值各 194 及 88 億元，皆創歷史新高，增幅更分別達 40% 及 61%，近 5 年平均年增幅分別為 8% 及 12%。銷售方面，主要以外銷為主，其中線性滑軌直接外銷更逾 8 成。

至於整機方面，我國直角坐標機器人已大量運用於自動化製程中，其他類型機器人生產技術亦漸與歐日先進國家拉近距離。據經濟部統計（下頁表 2），我國 104 年機器人產

量首次突破 10 萬台，至 106 年達 24 萬台，產值亦擴增至 57 億元，近 5 年平均年增率分別為 1.1 倍及 27%。銷售方面，亦以外銷為主，近 3 年皆逾 7 成。

肆、結語

受到全球少子化及高齡化的人口結構變遷影響，多數已開發或開發中國家正面臨或即將面臨勞動人口規模逐漸縮小的問題，產業導入機器人除可取代從事枯燥及重複的重勞動工作，亦可提高生產效率，故近年來各國需求殷切，發展方興未艾。隨科技日新月異，工

表 1 我國機器人零組件相關機械傳動設備產銷概況

單位：百萬元

年	生產值		軸承／齒輪		齒輪減速機		線性滑軌		滾珠螺桿		直接外銷 值比重 (%)
	合計	年增率		年增率		年增率		年增率		年增率	
101	36,290	- 4.4	13,032	- 3.6	5,405	31.7	12,954	- 3.3	4,898	- 29.6	66.6
102	38,084	4.9	13,004	- 0.2	5,976	10.6	13,577	4.8	5,527	12.9	64.0
103	43,693	14.7	14,657	12.7	6,469	8.2	15,733	15.9	6,833	23.6	68.1
104	42,571	- 2.6	14,062	- 4.1	7,160	10.7	14,368	- 8.7	6,982	2.2	68.1
105	40,019	- 6.0	14,698	4.5	5,995	- 16.3	13,844	- 3.6	5,482	- 21.5	68.4
106	52,372	30.9	17,152	16.7	7,051	17.6	19,370	39.9	8,800	60.5	70.8

說明：本表未含「其他機械傳動設備及零組件」。
資料來源：經濟部工業產銷存動態調查（2018/09）。

業機器人未來將朝向更精準、易操作、多功能、客製化、更安全及人機協同作業等方向演進，在智慧製造政策引領下，整合硬體設備與軟體系統亦是產業未來發展趨勢。

有鑑於此，政府近年戮力推動之「五加二」重點產業中，智慧機械即躋身在內，未來如何在德日等機器人產業全球領先群，和南韓及中國大陸等繼起者間競爭，是工業機器人產業的最大挑戰；而持續投入研發，整合 ICT 產業優勢，深化增進異業交流及國際合作，並

積極培育跨領域高科技人才，則是提升我國工業機器人產業之國際競爭力的不二法門。

註釋

1. ISO 8373：2012 工業機器人定義原文為 "An automatically controlled, reprogrammable, multipurpose manipulator programmable in three or more axes, which can be either fixed in place or mobile for use in industrial automation applications"，其中 reprogrammable 指 "designed so that the programmed motions or

auxiliary functions can be changed without physical alteration"。

2. 部分研究會根據產業發展特性，將機器人分為工業機器人、服務機器人及特種機器人（救災、極限環境作業、軍用等）。另機器人可按應用行業、用途、結構形式、自由度、負載及控制方式等標準進行分類。
3. IFR 估算運行台數時，假設機器人的平均服務年限為 12 年，且年限到期立即退役，若有國家實際調查或估算，則採用之。

參考文獻

1. IFR（2008, 2011, 2016, 2017, 2018），World Robotics – Industrial Robots 2008, 2011, 2016, 2017, 2018.
2. 工研院（2018），2018 機械產業年鑑。
3. 工研院 IEK（ITIS 團隊）（2014、2016），2015、2017 年台灣產業地圖。
4. 羅仁權等（2017），智慧機械產業發展與關鍵策略，財團法人中技社。
5. 遠見（2016.03.15），工業機器人四大家族，你知道幾個？，遠見 x StockFeel 股感知識庫。
<https://www.gvm.com.tw/article.html?id=31829>。❖

表 2 我國機器人產銷概況

年	生產		內銷（含間接外銷）		直接外銷		
	量（台）	值（百萬元）	量（台）	值（百萬元）	量（台）	值（百萬元）	占比（%）
101	6,072	1,731	3,152	1,101	2,473	664	37.6
102	14,771	2,076	12,186	1,222	2,184	750	38.0
103	22,798	1,593	13,600	997	9,146	803	44.6
104	100,782	2,972	15,920	637	85,001	2,248	77.9
105	114,925	4,021	9,895	913	138,209	3,210	77.8
106	242,593	5,726	28,665	1,586	228,823	4,285	73.0

說明：本表機器人包含單軸、三軸以上及產業用服務型機器人。
資料來源：經濟部工業產銷存動態調查（2018/09）。