



機器人時代開啟 香港準備好了嗎

2016年5月，內地家電巨頭美的集團宣佈對著名的機器人製造商德國庫卡集團（KUKA）發起全面要約收購；經過大約半年時間的籌備及政府審批程序，美的集團於2017年1月6日正式完成是次收購，目前持有庫卡集團約94.55%的股份。有關項目受到中國和德國政府的高度重視，更在國際上引起熱議；除了因為收購金額高達港幣343億元，堪稱近期內地民企赴海外投資的另一個「重磅」項目之外，亦反映機器人產業已成為當前國際創新科技競爭的一個制高點，令該領域的戰略性收購案更具敏感性。

機器人應用進入快車道

其實，機器人的發展歷程已有50餘載。機器人技術起源於美國，Unimation公司早於1961年製造出世界上第一台工業機器人，率先在通用汽車公司安裝運行，主要是用於汽車門、車窗把柄、換檔旋鈕、燈具固定架等簡單的重複性生產工序；惟當時美國並無應用機器人的迫切需要，該項發明亦未能引起足夠的重視。西歐、日本於上世紀60年代亦步入經濟高速增長階段，在生產規模急遽擴張和勞動力不足的情況下，兩地對自動化的機器人有了實質性需求，分別於1967年和1969年從美國首次引進Unimate機器人，隨後透過仿製及研發逐步掌握機器人製造的核心技術，並在本土應用中不斷改良操作性能，由此逐步建立起機器人技術及產業化的領先優勢。

進入21世紀以來，全球機器人的應用市場規模繼續擴張，尤其是2009年全球金融危機爆發之後，機器人銷量的上升趨勢明顯加快（見附件圖1）。按國際機器人聯盟的數據，全球工業機器人在2010年至2015年的平均年銷量為18.3萬台，較2005年至2008年間的平均11.5萬台大幅增長六成左右；2015年全球工業機器人的銷量達25.4萬台，比上年增長15%，亦是連續第三年再創歷史新高。隨著全球越來越多的製造業工廠將會推動「以機換人」，聯盟預測工業機器人的上升勢頭有望延續，2016年的全球銷量可升至29萬台左右；在未來三年，每年新增量可保持13%以上的雙位數增長，到2018年工業機器人在全球範圍內的保有量將超過230萬台。

近年全球工業機器人的應用市場轉入增長的「快車道」，首先是得益於發達國家在語音、圖像識別、人工智慧、新材料等領域實現技術突破，帶動機器人的智能化取得長足進步。除了能完成更多的複雜動作之外，機器人亦從單向控制朝著人機協作的方向大步邁進；適用範圍亦隨之大大增強，已從最初模塊化程度較高的汽車、電子及電氣產業，拓展到金屬製品、橡膠塑料、食品加工、紡織、化工等一般製造行業（見附件圖2）。隨著機器人技術和製造工藝日益成熟，廠商的生產成本大幅下降，令機器人售價的性價比提高，促使越來越多的企業樂意接受「以機換人」。

另一方面，在金融海嘯之後，以美國為代表的發達經濟體為推動產業回流，紛紛發起「再工業化」戰略，搶佔新一輪製造業發展的制高點；以中國為代表的發展中國家亦不遺餘力地推動本國製造業轉型升級，研發、製造和使用機器人生產遂成為了主要工業國家發展高科技製造業和智慧製造的共同載體。

此外，近年不少國家特別是美國、德國、日本等國的人口老齡化趨勢加劇，勞動人口數量持續萎縮；就連有「世界工廠」之稱的中國內地，勞動人口從2012

年起已連續四年下跌，2015 年的 19 至 65 歲的勞動人口比 2011 年減少了近 3,000 萬人。這不僅造成了企業用工短缺，更助長了工資和用工成本的大幅攀升，促使企業轉攻自動化生產，而引進工業機器人正是重要選項之一。

發達國家佔據市場主導

根據國際機器人聯盟的定義，**機器人可分為工業機器人和服務型機器人**。工業機器人(Industrial Robotics)是應用於工業領域的多關節機械手或多自由度的機器裝置，靠自身動力和控制能力實現各種功能；可以接受人類指揮，亦可以按照預先編排的程式運行，現代的工業機器人還可根據人工智慧技術制定的原則綱領「按章行事」。服務型機器人(Service Robotics)是指從事工業生產以外的機器人，可細分為「專業服務型機器人」與「個人與家用服務型機器人」；專業服務機器人的例子有外科手術機器人、保全巡邏機器人、軍用機器人等，個人與家用機器人則包括家用清潔機器人、教育娛樂機器人、家用除草機器人等。

工業機器人的發展歷史較久，目前整個產業發展已臻成熟階段。歐洲和日本憑藉過去數十年的鑽研與經驗積累，在工業機器人的技術創新及產業應用上具有一定的優勢，佔據著最大比例的市場份額。目前歐洲和日本企業是工業機器人本體的主要供應商；其中，瑞士的 ABB、德國的庫卡、日本的發那科(FANUC)和安川電機(Yaskawa)穩佔全球工業機器人約一半的市場份額；這工業機器人的「四大家族」，在中國內地的市場佔有率更高達七成左右。工業機器人產業的上下遊環節亦主要是由歐、日企業「擔綱」；知名的系統集成商包括德國的杜爾(Dürr)、徠斯(REIS)和意大利的柯馬(COMAU)，而日本的納博特斯克(Nabtesco)和哈默納科(Harmonic)則在減速器等關鍵零部件行業處於領先位置。

從應用市場的分佈看，工業機器人銷往的國家或地區同樣呈現出高度集中的特徵。國際機器人聯盟的數字顯示，工業機器人在中國、韓國、日本、美國和德國等五個國家的合計銷量達全球總銷量的四分之三。亞洲已成為全球最重要的終端銷售地區；中國、韓國和日本分別佔據銷量排行榜的首三位，2015 年的新增銷量依次為 6.9 萬台、3.8 萬台和 3.5 萬台，三國的合計銷量已超過全球總銷量的一半。台灣、泰國和印度等其他亞洲地區的機器人銷量亦保持迅速增長；以台灣為例，2010 年至 2015 年間機器人新增量以年均 17% 的速度竄升，2015 年的新增量僅次於德國，居全球第六位。

至於服務型機器人，目前發展較為領先的國家中，西方以美國、德國和法國為代表，亞洲則有日本和韓國。相比之下，服務型機器人的發展歷程較短，行業集中度亦未及工業機器人。但服務型機器人可滲透於人類工作、生活的各個領域，應用範圍較工業機器人更為廣泛，故市場潛力不容小覷，未來有望成為機器人行業的主導。

分類別來看，專業服務型機器人目前主要是應用於極端環境和精細操作等特殊領域，在國防和醫療應用上具有較大的產業化潛力，惟整體的市場化進程仍處於起步階段；而個人與家用服務型機器人由於單價較低兼且市場需求量大，目前的商品化應用更為豐富。國際機器人聯盟預測，全球服務型機器人的銷售金額在 2016 年至 2020 年間的年平均複合成長率高達 26%，商機總量可從 2015 年的 120 億美元倍增至 377 億美元。

各國政策支持力度空前

隨著機器人應用加速普及，機器人產業日益受到世界各國政府的關注；機器人的研發能力及產業化應用已成為衡量一個國家科技創新、高端製造發展水準的重要標誌。環顧全球，無論是機器人產業的「領跑者」，還是有意奮起直追的「突

圍者」，都紛紛結合本地的實際發展情況，出台各自的機器人產業發展規劃（世界主要工業國家的機器人產業發展水平見附件圖3）。

日本作為機器人產業強國，在機器人的基礎研究、關鍵零部件生產及工業應用等方面執全球之牛耳；但日本的機器人應用較局限於汽車與電子製造領域，其他製造業及服務業的應用相對不足。配合近年機器人朝自律化、信息終端化及網絡化方向發展的趨勢，日本政府於2015年1月發佈了「機器人新戰略(Japan's Robot Strategy)」，提出未來五年的主要行動計劃，包括設立機器人革命促進會、研發下一代機器人技術、大規模建設機器人應用場地、實施全球標準化戰略等；目標是到2020年，將日本打造成為世界機器人創新基地和世界第一的機器人應用國家。

歐洲在工業機器人與醫療服務型機器人領域居全球領先的地位；為了全面推進機器人產業的發展，歐盟啟動了全球最大民用機器人研發計劃「SPARC」，旨在擴大機器人於製造業、農業、健康、交通、安全和家庭等各個領域的應用。德國提出的「工業4.0」計劃亦將智慧型機器人和智慧製造技術作為迎接新工業革命和保持製造業領先地位的著力點；法國制定了「法國機器人發展計劃」，擬透過政府採購、產學研合作、政府貼息貸款等九大措施促進機器人產業發展；英國則發佈機器人戰略「RAS20120」，投資6.85億美元發展機器人、自助系統(RAS)和建設機器人測試中心，從科研入手帶動產業化發展。

美國雖然在工業機器人的產業化應用上略遜日本及歐洲國家，但在系統集成、醫療及國防專業服務性機器人等方面的實力亦不容小覷。配合近年生產自動化的發展趨勢以及重振美國製造業的戰略，美國政府更加重視工業機器人的研發，並密集出台政策鼓勵業界發展及應用機器人。美國政府於2011年正式啟動「先進製造業夥伴計劃1.0」，將發展工業機器人、醫療及宇航機器人作為重點之一等；2012年制定的「美國先進製造業國家戰略計劃」則提出發展包括機器人在內的先進智能製造技術；2013年更發佈「機器人技術路線圖：從互聯網到機器人」，強調機器人技術在美國製造業和衛生、保健領域的重要作用。

韓國的機器人產業起步較晚，卻大有後來居上之勢，目前已躋身全球機器人強國的行列。韓國政府從2009年開始發佈機器人產業發展五年計劃，現時已進入第二個五年計劃階段，其重點是鼓勵經濟社會中各行各業加快與機器人產業的融合，並以服務型機器人作為主攻方向。韓國政府還發佈多份專項的規劃方案；其中，2010年的「服務型機器人產業發展戰略」提出要積極培育服務型機器人產業，到2018年將韓國機器人的全球市場份額提升至20%；2012年發佈的「機器人未來戰略展望2022」則支持韓國企業進軍國際市場，以搶佔智能機器人產業化的先機。

中國對機器人領域的研究可追溯至上世紀70年代，但發展進度較為緩慢；目前本土研發和生產的機器人仍集中在中低端，而且核心零部件嚴重依賴進口，生產商的業態尚未擺脫「小、散、弱」的初級階段。近年內地製造業轉型升級的壓力增大，加上「人口紅利」消退、各項生產要素成本攀升，觸發了對機器人需求的爆發式增長。根據中國機器人產業聯盟的統計，中國工業機器人在2013年的銷量已達3.7萬台，並超越日本，成為全球最大的工業機器人應用市場；隨後兩年繼續快速增長，分別以5.7萬台和6.8萬台的年銷量蟬聯世界首位，佔全球機器人總銷量的將近四分之一。

在市場需求迅速擴張以及國家自主創新政策的推動下，內地政府為促進機器人的產業發展制定了一系列支持政策。例如，2013年出台「關於推進工業機器人產業發展的指導意見」，釐訂內地機器人產業發展的主攻方向；2015年發佈的「中國製造2025」提出機器人未來重點應用的領域，並勾勒出關鍵技術發展的路線圖。今年發佈的「機器人產業發展規劃(2016-2020年)」則為機器人產業在「十三

五」期間的發展制定了清晰的目標，並提出力求在標誌性產品上率先突破、發展關鍵零部件、強化產業基礎、推動應用示範以及培育龍頭企業等五大推進策略。此次美的集團擬以高溢價收購「庫卡」正正體現了中國的機器人發展策略，除了有助企業自身業務的縱向整合之外，亦是為內地企業在機器人產業突圍和打造品牌探索另一條「捷徑」。

港按自身條件拓機器人

反觀香港，本地的製造業自上世紀 80 年代起已將主要生產工序北移，加上政府的科技和產業政策不明，過往對機器人的發展一直鮮有留意。近年香港的創新和科研氣氛轉趨濃厚，創新及科技局於 2015 年正式成立後，旋即將機器人技術列入本港未來重點發展的三大跨行業應用平台之一。財政司司長在 2016 年的《財政預算案》中特別提到，要「在機械人技術、健康老齡化和智慧城市三個領域，將科研成果廣泛應用和商品化，推動經濟和改善市民生活質素。面對人口老化和勞動力減少，智能生產技術，尤其是機械人技術的應用至為重要」。

對於相關技術基礎薄弱、本土製造業式微的香港來說，要在機器人這一前沿領域突圍，並非易事；必須運用「巧勁」，尋找合適的切入點。例如，目前在「珠三角」投資的港資製造商正面臨勞動力等生產要素價格持續上漲、國際市場低迷和競爭加劇、以及國家調整產業政策的多重挑戰，推行工業自動化和引入工業機器人是勢所趨。香港科技界可因應「珠三角」廠商的需要，提供顧問評估、技術示範、應用方案設計、設備採購與裝配、系統整合以及人員培訓等方面的支援，從周邊產品與配套服務入手，參與工業機器人的開發與應用。

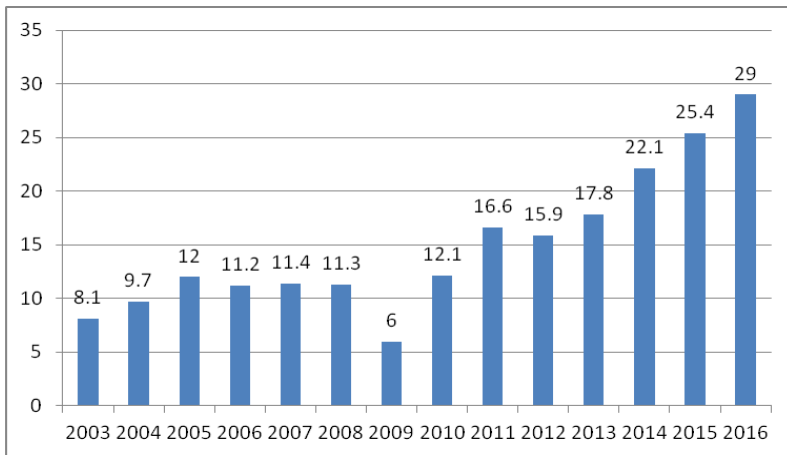
作為全球服務化程度最高的經濟體，重點發展服務機器人應是香港的另一個「自然之選」。近幾年香港失業率持續維持於歷史低位，近乎充分就業，不少行業出現人力資源緊絀的情況，尤以建造、安老服務、餐飲、零售、清潔等最為嚴重；同時，香港人口老化的趨勢加劇，預計勞動人口在 2018 年之後將掉頭轉趨下降，屆時勞工市場趨緊的狀況勢必更加凸顯。在一些勞動力密集型的服務行業推行「以機代人」，相信會是一門長做長有的「生意」，亦有望成為服務機器人在香港率先「登場」的領域。事實上，在人手經常短缺的餐飲業，已有本地業者先拔頭籌；稻香集團早於三年前已推出炒菜機，最近再斥資研製傳菜機械人，並於東莞的稻香飲食文化中心「招呼」客人。

除了可從「需求導向」的角度探尋香港機器人產業的「引爆點」之外，機器人與本地優勢產業的融合發展是另一個潛力可期的方向。早於 2008 年，香港中文大學賽馬會微創醫療技術培訓中心便成為亞洲首個獲認證的機械人手術培訓中心，並成功研發出多款協助進行手術的機器人，包括可以減低刺穿腸胃壁風險的「內鏡手術機械人」和「骨科手術機械人」等。除了醫療之外，香港在檢測、環保、教育、文化創意等方面均有一定優勢；未來可探討將機器人技術與這些領域相結合，藉此打造香港機器人產業的自身特色，更可為優勢產業的發展注入科技元素。

微軟創辦人比爾蓋茲曾預言，「機器人將領導下一波產業革命；未來家家戶戶都會有機器人」。機器人時代的大門已經開啟；香港新手上路，儘管步履蹣跚，但來日方長。

2017 年 1 月

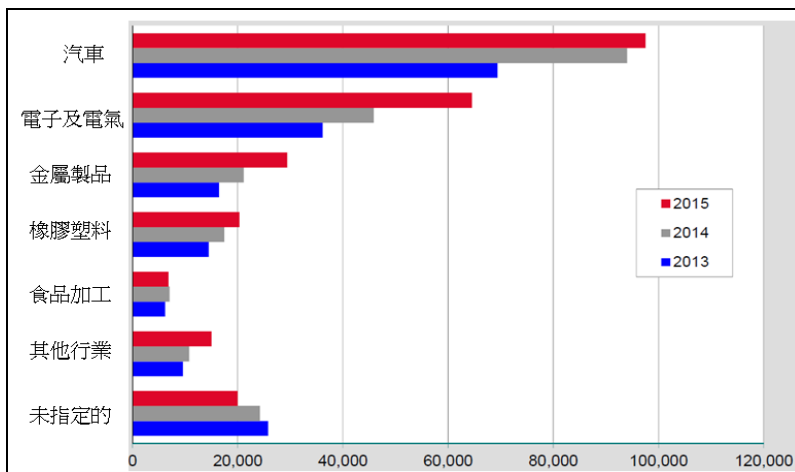
附圖 1：2003-2016 年全球工業機器人的銷量(萬台)



註：2016 年的數字為國際機器人聯盟的預測值。

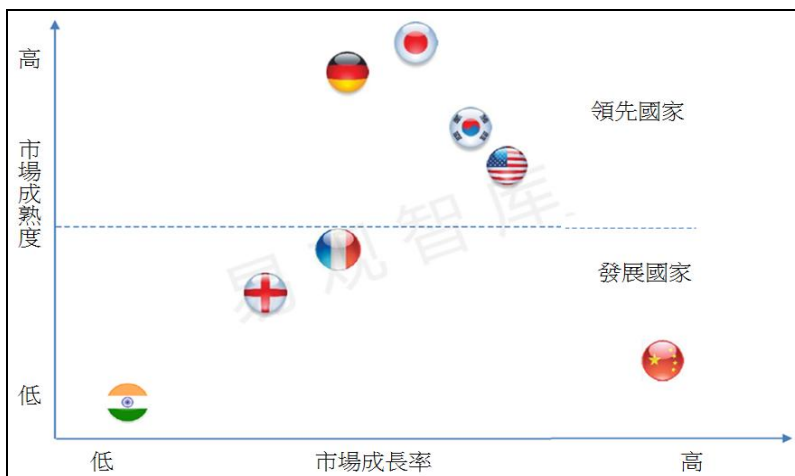
資料來源：國際機器人聯盟網站

附圖 2：2013-15 年全球工業機器人的產業應用分佈



資料來源：國際機器人聯盟網站

附圖 3：主要工業國家機器人產業的發展水平



資料來源：易觀智庫發表之《工業機器人專題研究報告 2015》