

## 行業概覽

本節及本文件其他章節所載資料及統計數據摘錄自我們委託灼識諮詢編製的報告，以及各種政府官方刊物及其他公開可得刊物。我們委聘灼識諮詢就[編纂]編製獨立行業報告灼識諮詢報告。我們或參與[編纂]的任何其他人士，或我們或彼等各自的角色（即董事、高級管理層、代表、顧問，又或參與[編纂]的任何其他人士並無獨立核實來自政府官方來源的資料，亦無就其準確性發表任何聲明。

### 全球及中國機器人及協作機器人行業概覽

#### 機器人行業概覽

隨著全球人口老齡化以及機器人及AI技術的快速進步，機器人的效率及能力得到極大提升。以AI為基礎的機器人算法整合使機器人能夠靈活地執行複雜任務，從而推動機器人在工業、商業、醫療健康、科研教育板塊等各個下游領域日益普及。

機器人發展逐漸免去處理單調工作的人手。隨著機器人功能、人機交互及安全性提高，機器人變得更具靈活性及適應力，能夠執行更多類型工作。與此同時，AI進步大幅增強新一代機器人的智能處理能力（即腦部功能），使機器人能夠進行更複雜的工作。按銷售收入計，全球機器人行業已由2019年的390億美元增加至2023年的614億美元，複合年增長率為12.0%。預期市場規模於2028年將達1,314億美元，2023年至2028年的複合年增長率為16.4%。

#### 機器人的定義及分類

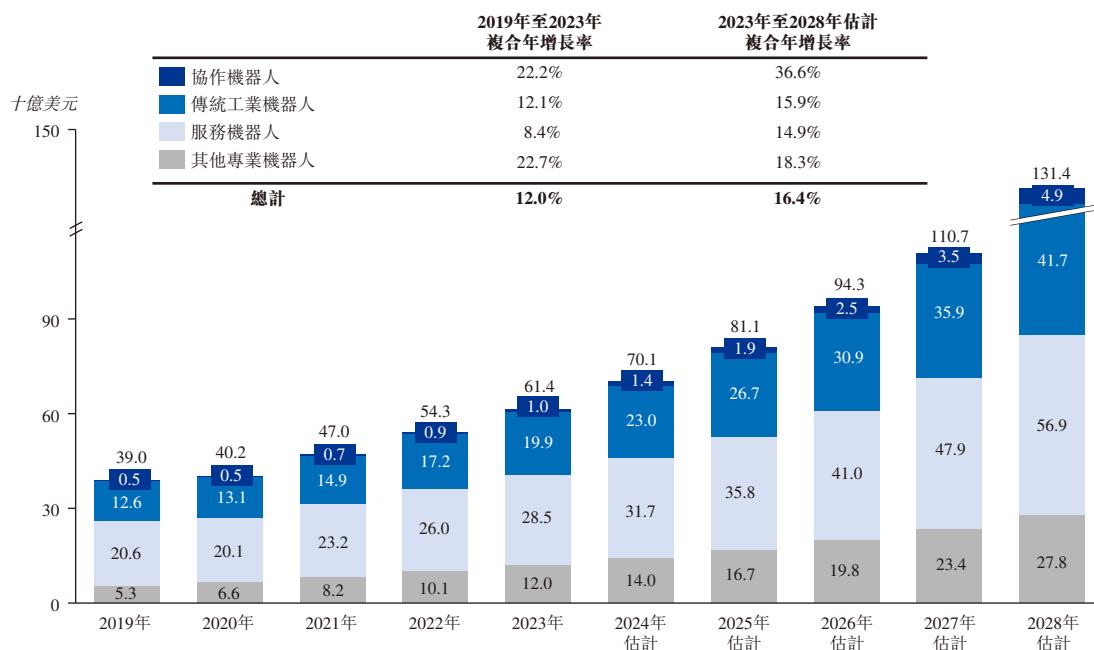
機器人是能夠進行半自動或全自動操作的機器，具備感知、決策及執行工作的能力。機器人可分為四類。

類型	定義
協作機器人 .....	協作機器人是具有可操作機械臂的機器人，計劃用於在共享空間或人員與機器人距離相近時進行直接的人機交互或協作。協作機器人的主要特點包括其安全標準、便於使用、更靈活以及與工作人員合作的固有能力。協作機器人廣泛應用於工業、商業、醫療健康及科研教育板塊等眾多行業。
傳統工業機器人 .....	傳統工業機器人是在特定工業工作場所使用的自動化及可編程機器人，由於其設計並非為進行直接的人員交互，故通常受限於安全屏障。與其他機器人相比，其體積較大及較重。
服務機器人 .....	服務機器人是為人員或設備執行功能性工作（不包括工業自動化應用）而設計的機器人。服務機器人可分為家用服務機器人及專業服務機器人。
其他專業機器人 .....	其他專業機器人專為特定工作而設計，用於軍事、航天、醫療及農業等專業範疇。專業機器人通常在特別條件下由操作人員控制。

資料來源：國際標準化組織、國際機器人聯合會、灼識諮詢

## 行業概覽

### 按收入劃分的全球機器人市場的市場規模，按機器人類型分類(2019年至2028年估計)



資料來源：國際機器人聯合會、Mordor Intelligence、灼識諮詢

### 協作機器人行業概覽

#### 協作機器人的分類

協作機器人主要按自由度及有效負載能力進行分類。在自由度方面，協作機器人分為四軸、六軸及七軸。一般而言，軸數越多，靈活性越高。協作機器人亦可按有效負載分類為輕型有效負載(7千克以下)、中型有效負載(7至12千克)、重型有效負載(12至20千克)、超重型有效負載(20至30千克)及特超重型有效負載(30千克以上)。於2023年，按出貨量計，六軸及四軸協作機器人分別佔全球市場份額的53.2%及40.9%，而七軸協作機器人的市場份額為5.9%。世界上第一台協作機器人是六軸協作機器人。預期在可預見的未來，六軸協作機器人將繼續引領行業發展，預期於2028年佔全球總市場份額的62.8%。六軸設計提供充分的靈活性及精確度，可滿足大部分工業應用需求，同時保持成本效益及易於編程的優勢，有效模仿人員手臂的運動範圍。於2023年，按有效負載劃分的出貨量分布顯示，輕型有效負載及中型有效負載協作機器人備受青睞，各佔全球市場份額的65.0%及25.0%。

	四軸協作機器人	六軸協作機器人	七軸協作機器人
典型應用	• 四軸協作機器人用於塗膠、材料處理、檢驗、檢測及裝配小部件。	• 六軸協作機器人廣泛應用於生產線上下料、材料以及碼垛等複雜用途。其精簡生產線內共享空間的自動化操作，非常適合勞動密集型環境。其亦廣泛應用於商業及醫療健康領域。	• 七軸協作機器人通常配置於醫療手術輔助、複雜精密製造及研究等應用。

資料來源：灼識諮詢

## 行業概覽

### 協作機器人的發展

於2008年，第一代協作機器人問世，主要用作製造用途，以解決人機協作的安全問題，並展示出對各生產線的高度適應性。於2015年，中國及海外開始湧現多家專門從事協作機器人開發的公司，傳統工業機器人公司亦開始建設協作機器人生產線。於2020年，配備視覺傳感器的智能協作機器人出貨量達10,000台，創下歷史新高，證明其商業化並展示出更高靈活性及通用性。隨著AI發展，預期智能協作機器人將於可預見未來更廣泛地實現商業化，應用類型將更加廣泛。

### 協作機器人、傳統工業機器人及服務機器人比較分析

	協作機器人	傳統工業機器人	服務機器人
典型使用場景	<ul style="list-style-type: none"><li>工業、商業、醫療健康及 科研教育等各種場景</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>汽車製造等工業場景，特點包括 固定裝配線、速度快、負載大、 伸展距離遠及人機交互需求低</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>教育、物流、接待、食品配送、 吸塵及地面清潔等非工業場景</li></ul>
結構及功能	<ul style="list-style-type: none"><li>配備機械臂，上半身操作為主</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>配備機械臂，上半身操作為主</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>並無配備機械臂，下半身移動為主， 包括輪式、履帶式或腿式移動平台</li></ul>
執行力、靈活性 及交互性	<ul style="list-style-type: none"><li>執行能力強，靈活性強</li><li>通過帶拖動示教編程設計 與人員交互更多</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>執行能力強</li><li>與人員交互較少</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>執行能力適中</li><li>適度與人員交互，主要透過語音互動 及觸控螢幕操作</li></ul>
負載及精度	<ul style="list-style-type: none"><li>強調低自重，具備複合關節、 靈活性及安全性</li><li>額定負載通常低於20千克， 一般不超過30千克</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>剛度高，高精度及速度</li><li>額定負載範圍廣，中型至重型 負載通常介乎20千克至1,000千克</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>設計輕巧，具移動性</li><li>自重輕</li></ul>
技術挑戰	<ul style="list-style-type: none"><li>高精度位置控制及力度控制</li><li>精密部件及控制算法集成</li><li>避碰及人機交互技術</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>高精度位置控制及適當力度控制</li><li>精密部件及控制算法集成</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>導航及路線規劃</li><li>能源效益及續航時間</li><li>人機交互技術</li></ul>
安全	<ul style="list-style-type: none"><li>具有可於相同共享空間 安全協作特點的人機協作</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>需要通過柵欄等實體屏障 將人機隔離以保證安全</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>具有避障功能，安全性高， 確保與人員交互時不會造成傷害</li></ul>
價格			

價格範圍由低到高

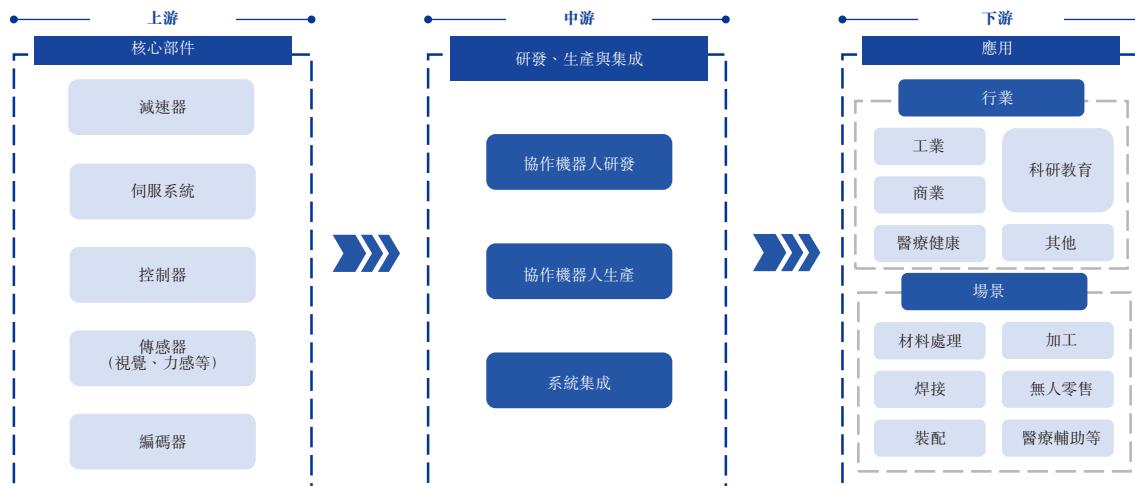
資料來源：灼識諮詢

## 行業概覽

### 全球協作機器人行業產業鏈

協作機器人產業鏈包括上游核心部件、中游研發、生產與集成以及下游應用。下表載列有關該等行業參與者的詳情。

### 全球協作機器人市場產業鏈分析



資料來源：灼識諮詢

### 協作機器人行業的關鍵技術

關鍵技術主要包括協作機器人算法及硬件技術。協作機器人算法使機器人能夠精準感知、決策及行動。例如，人機交互算法可確保安全高效的人機協作。此外，硬件技術構成協作機器人的實際基礎。展望未來，AI舉足輕重，賦予協作機器人自演示中學習、適應不同條件及在共享工作空間中與人員有效協作的能力。例如，工廠車間的協作機器人可透過觀察工作人員動作學習組裝產品，並在接觸新組件時自動調整其動作，從而提高工作流程效率及安全性。

## 行業概覽

類別	關鍵技術	分析
核心機器人算法	感知算法	<ul style="list-style-type: none"><li>其使機器人能夠通過感官輸入來感知及解讀其身處的環境。其處理來自鏡頭、力傳感器及其他傳感器的數據，讓機器人了解周圍環境。感知算法的例子包括傳感器融合算法、視覺演示學習技術。</li></ul>
	決策算法	<ul style="list-style-type: none"><li>其負責根據機器人對環境及其目標的感知規劃及執行行動。</li></ul>
	運動控制算法	<ul style="list-style-type: none"><li>其管理機器人的物理運動，確保機器人制動器及關節的運動精準、流暢。運動控制算法的例子包括運動學補償算法、連續軌跡控制算法、力控制算法。</li></ul>
	雙臂協同操作技術	<ul style="list-style-type: none"><li>其指一種先進的控制策略，可使一對機械臂協同工作，共享信息並協調運動，從而高效及精確地執行任務。此技術拓寬了協作機器人的應用範圍，使其適用於需要複雜同步及靈活性的場景。</li></ul>
人機交互算法	用戶界面算法	<ul style="list-style-type: none"><li>對於配備觸摸屏、具拖拽示教功能的圖形編程或其他交互界面的協作機器人，該等算法管理交互流程及用戶輸入。</li></ul>
	遠操作技術	<ul style="list-style-type: none"><li>其允許用戶於複雜或危險的環境中遠程操作協作機器人，具備力反饋功能，實現高實時表現及操作透明度。</li></ul>
	避碰算法	<ul style="list-style-type: none"><li>其確保協作機器人在人員距離相近時停止或調整軌跡以免碰撞。</li></ul>
以AI為基礎的機器人算法	智能感知算法	<ul style="list-style-type: none"><li>其透過使用機器學習及深度學習，進一步提升感知算法的能力，提高機器人解讀複雜感官數據及適應新情況的能力。其提供更高層次的理解及情境感知，使機器人能夠做出更明智的決策，並更加自然地與其環境互動。</li></ul>
	自主學習算法	<ul style="list-style-type: none"><li>其指系統能夠透過經驗提高其工作性能而毋須明確編程的一組算法，這對於提高機器人自主操作、學習新技能及處理不可預測情況的能力尤為重要。</li></ul>
	智能交互算法	<ul style="list-style-type: none"><li>其可實現人機之間的直觀無縫交流，如語音識別、手勢識別及力感應。</li></ul>
硬件技術	核心部件製造技術	<ul style="list-style-type: none"><li>其涉及減速器、伺服系統、控制器及傳感器等重要部件的生產。先進製造技術提高該等部件的質量、精度及可靠性，從而增強機器人的整體性能。</li></ul>
	柔性電子皮膚技術	<ul style="list-style-type: none"><li>其提供觸覺反饋及環境感知。此項技術能讓協作機器人更直觀、更安全地在共享工作空間內與物體及人員互動。</li></ul>
	集成關節技術	<ul style="list-style-type: none"><li>其將扭矩輸出、傳動及控制集成於單一關節，採用解耦設計，便於維護，並採用軸承結構，提高運行穩定性。</li></ul>
	完整的機器設計及製造技術	<ul style="list-style-type: none"><li>其包括整個機器人系統的設計及製造，將各種部件整合為緊密結合的功能單元。高效的設計方法及製造工藝可優化機器人性能，同時最大程度地降低生產成本。</li></ul>

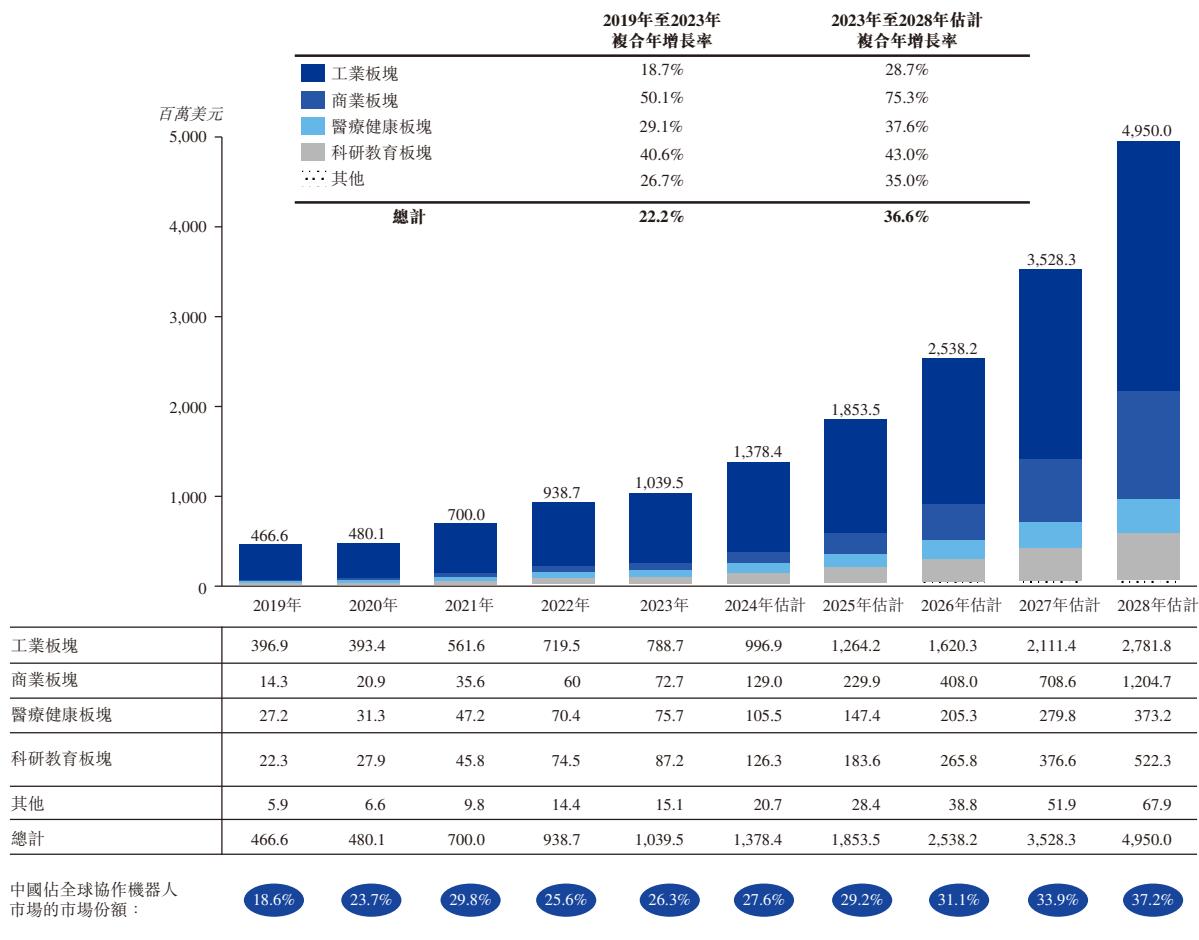
資料來源：灼識諮詢

### 全球協作機器人行業市場規模

按銷售收入計，全球協作機器人行業由2019年的466.6百萬美元增加至2023年的1,039.5百萬美元，複合年增長率為22.2%。於2022年至2023年，全球協作機器人市場增長有所放緩，原因為COVID-19疫情後全球經濟復甦未達預期、高利率金融環境阻礙若干製造商的投資意向、地緣政治衝突以及疫情後時期供應鏈重塑緩慢。然而，預期自2024年起，市場將爆發式增長，預期市場規模於2028年將達4,950.0百萬美元，2023年至2028年的複合年增長率為36.6%。協作機器人市場的快速增長主要受多項關鍵因素推動。美聯儲決定減息有助於降低全球融資成本，進而刺激投資及消費者支出，推動全球經濟復甦。與此同時，通用AI技術領域爆發式增長。AI與機器視覺技術的整合不僅大大提高協作機器人的性能，亦有助於實現規模經濟，降低成本，使協作機器人更為經濟實惠。此外，人口老齡化導致勞動力短缺及勞工成本上漲，亦令自動化需求更加殷切。因此，商業板塊的公司在無人零售、輔助備餐及其他服務等使用場景採用協作機器人更趨普及，以提高經營經濟效率。特別是，中國在全球協作機器人市場中的地位日益重要，其佔全球協作機器人市場的份額預計將由2023年的26.3%增加至2028年的37.2%，2023年至2028年的複合年增長率為46.5%。

## 行業概覽

### 按收入劃分的全球協作機器人市場規模， 按下游行業板塊分類(2019年至2028年估計)



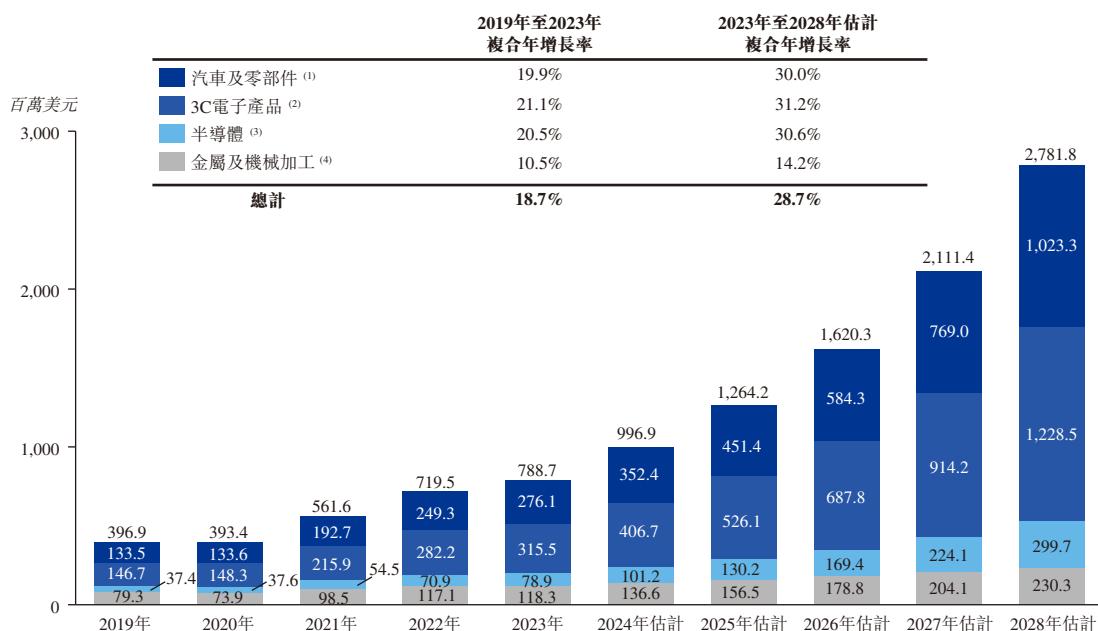
資料來源：國際機器人聯合會、Mordor Intelligence、灼識諮詢

(1) 其他包括農業、娛樂行業及特殊行業。

全球工業板塊的協作機器人市場由2019年的396.9百萬美元增加至2023年的788.7百萬美元，複合年增長率為18.7%。預期市場規模於2028年將達2,781.8百萬美元，2023年至2028年的複合年增長率為28.7%。隨著先進製造及自動化快速發展，協作機器人可用於材料處理、焊接、裝配及加工等多種使用場景。

## 行業概覽

### 按收入劃分的全球工業協作機器人市場規模， 按工業市場板塊分類(2019年至2028年估計)



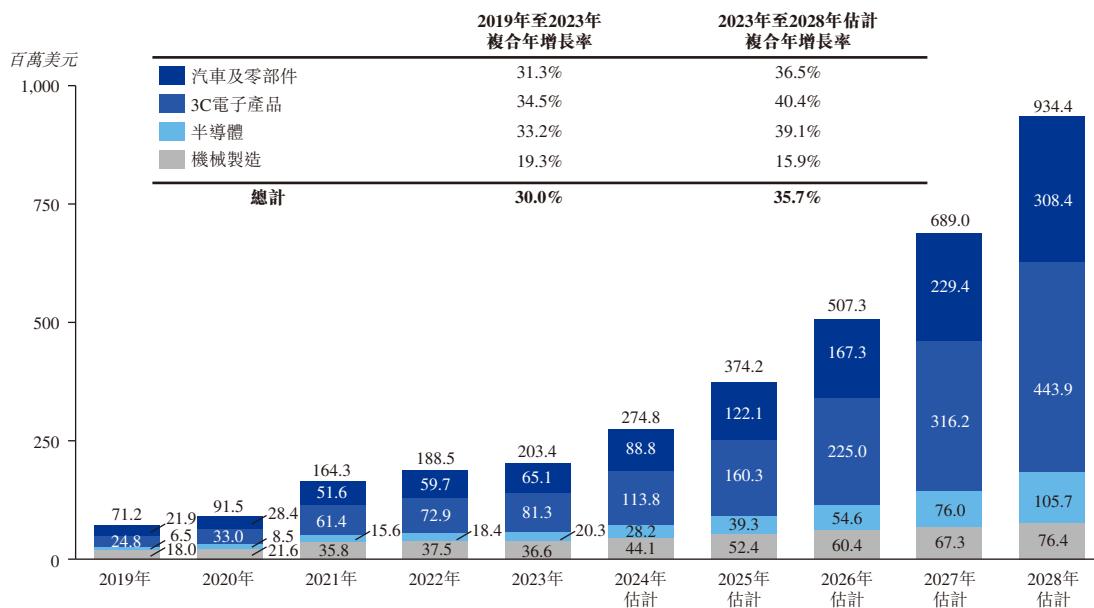
資料來源：國際機器人聯合會、Mordor Intelligence、灼識諮詢

- (1) 於汽車及零部件工廠，協作機器人被廣泛部署於製造工序中。具體使用場景包括擋風玻璃塗膠、智能座艙螺絲鎖附、發動機及車身的檢測以及多種汽車部件的材料處理。
- (2) 於3C電子產品行業，協作機器人應用於部件裝配以及成品裝配、檢測及封裝的製造流程中。
- (3) 於半導體行業，協作機器人應用於生產、製造、處理及檢測流程。其中包括晶圓處理、晶圓檢測、芯片測試、分揀及封裝。
- (4) 於金屬及機械加工行業，協作機器人應用於切割、成型、焊接及零件檢測。

中國工業板塊的協作機器人市場由2019年的71.2百萬美元增加至2023年的203.4百萬美元，複合年增長率為30.0%。預期市場規模於2028年將達934.4百萬美元，2023年至2028年的複合年增長率為35.7%。

## 行業概覽

### 按收入劃分的中國工業協作機器人市場規模， 按工業市場板塊分類(2019年至2028年估計)



資料來源：國際機器人聯合會、Mordor Intelligence、灼識諮詢

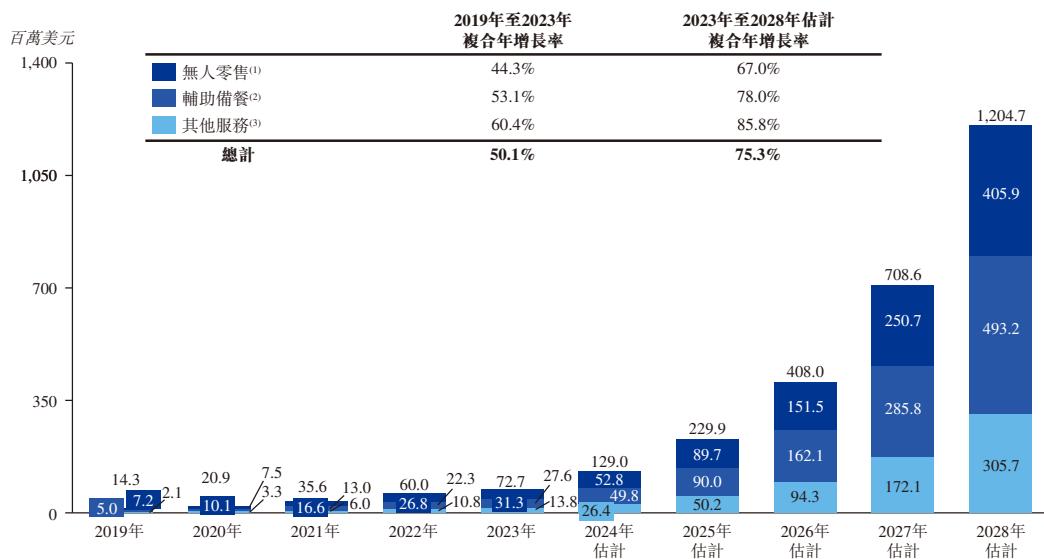
### 全球及中國工業協作機器人的市場驅動因素

- 多樣化的工業需求。汽車、3C電子產品及半導體等工業板塊正在更廣泛地使用工業協作機器人進行集成、封裝、檢測及材料處理等任務。下游市場的快速增長構成確保全球工業協作機器人行業快速擴張的重要支持。在碳中和政策、自動駕駛技術進步及消費者升級需求的推動下，全球新能源汽車的銷量預計由2023年的14.6百萬輛增長至2028年的38.2百萬輛，複合年增長率為21.2%。同樣，在硬件升級、應用多元化及成本降低的推動下，全球AR/VR市場預計由2023年的476億美元增長至2028年的1,467億美元，複合年增長率為25.2%。此外，受AI驅動的芯片需求、技術創新以及汽車電氣化及智能化發展所帶動，全球汽車半導體市場預計由2023年的670億美元增長至2028年的1,152億美元，複合年增長率為11.5%。
- 工業自動化及智能升級。自動化及智能升級在第四次工業革命已成為製造業發展的關鍵。工業協作機器人擅長執行高精度的重複性任務，可與人員安全合作，從而提高生產線效率並降低成本。隨著智能及柔性製造需求的不斷增長，工業協作機器人的應用範圍及需求將繼續擴大。
- 全球勞動力短缺。到2030年，全球預計出現85.0百萬的勞動力缺口，推動工業協作機器人的需求。發達國家的人口老齡化及通脹率上升已導致勞工成本整體上漲。隨著勞工成本的持續上升及勞動力市場的緊縮，工廠開始轉向使用工業協作機器人以提高生產效率並降低營運成本。

全球商業板塊的協作機器人市場由2019年的14.3百萬美元增加至2023年的72.7百萬美元，複合年增長率為50.1%。預期市場規模於2028年將達1,204.7百萬美元，2023年至2028年的複合年增長率為75.3%。預期協作機器人可提高商業板塊的營運靈活性、降低勞工成本及提高服務質量。

## 行業概覽

### 按收入劃分的全球商業協作機器人市場規模， 按商業市場板塊分類(2019年至2028年估計)

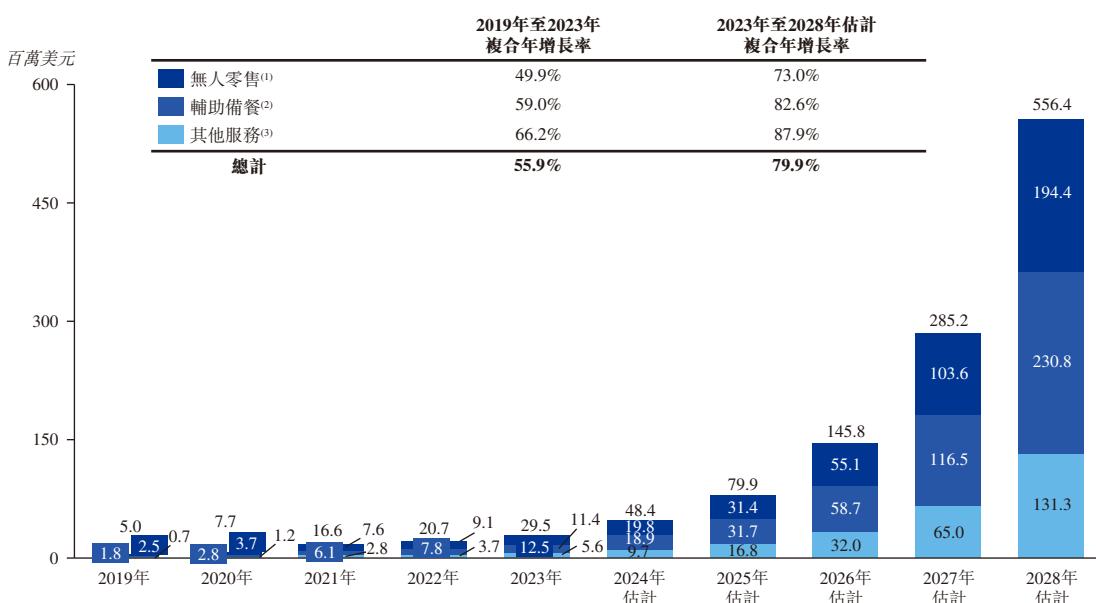


資料來源：國際機器人聯合會、Mordor Intelligence、灼識諮詢

- (1) 於無人零售行業，協作機器人被採用於無人商店、酒店、藥店及倉庫的物品分揀及配送，或於商場及超市等商業空間合併入無人販賣機。
- (2) 於餐飲行業，協作機器人用於輔助員工備餐(例如烙餅、煮麵條、拿鐵拉花、沖泡茶飲及製作冰淇淋)。
- (3) 協作機器人亦可用於加油站加油及充電以及電子商務攝影等多種創新使用場景。

中國商業板塊的協作機器人市場由2019年的5.0百萬美元增加至2023年的29.5百萬美元，複合年增長率為55.9%。預期市場規模於2028年將達556.4百萬美元，2023年至2028年的複合年增長率為79.9%。

### 按收入劃分的中國商業協作機器人市場規模， 按商業市場板塊分類(2019年至2028年估計)



資料來源：國際機器人聯合會、Mordor Intelligence、灼識諮詢

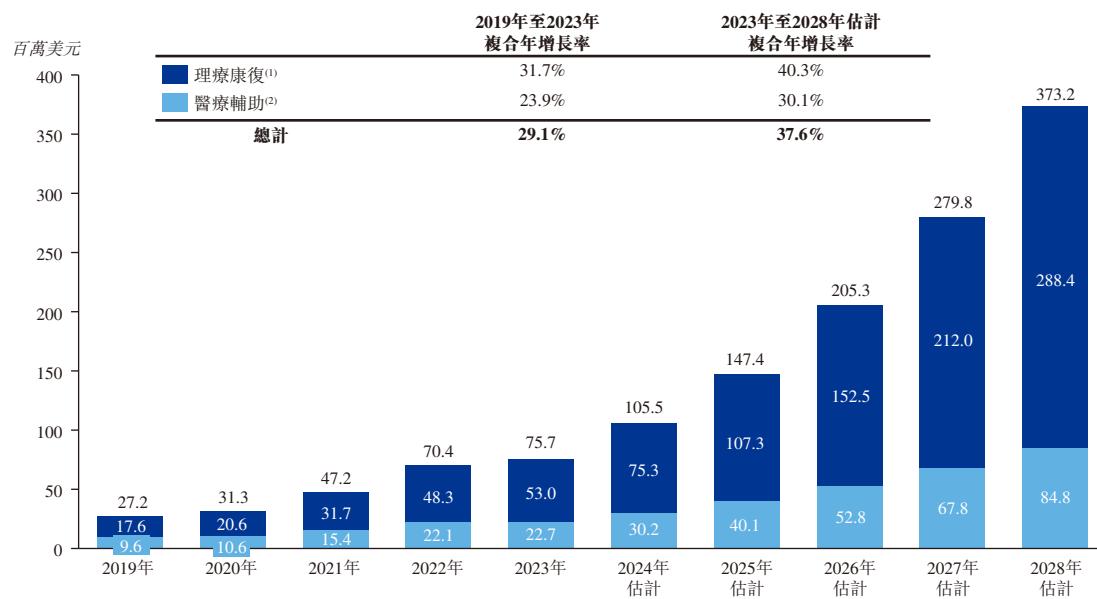
## 行業概覽

### 全球及中國商業協作機器人的市場驅動因素

- 商業數字化及AI+。商業數字化與AI融合提升了新零售業態的技術標準，實現無人零售。此等創新舉措提高交易效率，降低勞工成本。於2023年，全球無人零售市場規模達728億美元，預計到2028年將增長至2,296億美元，2023年至2028年的複合年增長率為25.8%。無人零售是一種嶄新零售模式，可節約人力資源成本，發展前景可期。
- 勞工成本增長。2023年全球每名工人的總勞工成本上升3.6%，因為工資上漲導致勞工成本大幅增長。隨著企業在降低勞工成本的同時尋求提升營運效率，勞工開支的上升趨勢正在加速商業協作機器人的採用。自動化轉型為公司提供策略性解決方案，以求在成本敏感度日增的環境中保持競爭力。

全球醫療健康板塊的協作機器人市場由2019年的27.2百萬美元增加至2023年的75.7百萬美元，複合年增長率為29.1%。預期市場規模於2028年將達373.2百萬美元，2023年至2028年的複合年增長率為37.6%。隨著社會老齡化及護理成本上漲，理療康復將成為開發醫療健康板塊協作機器人的重要領域。

按收入劃分的全球醫療健康協作機器人市場規模，  
按醫療健康市場板塊分類(2019年至2028年估計)



資料來源：國際機器人聯合會、Mordor Intelligence、灼識諮詢

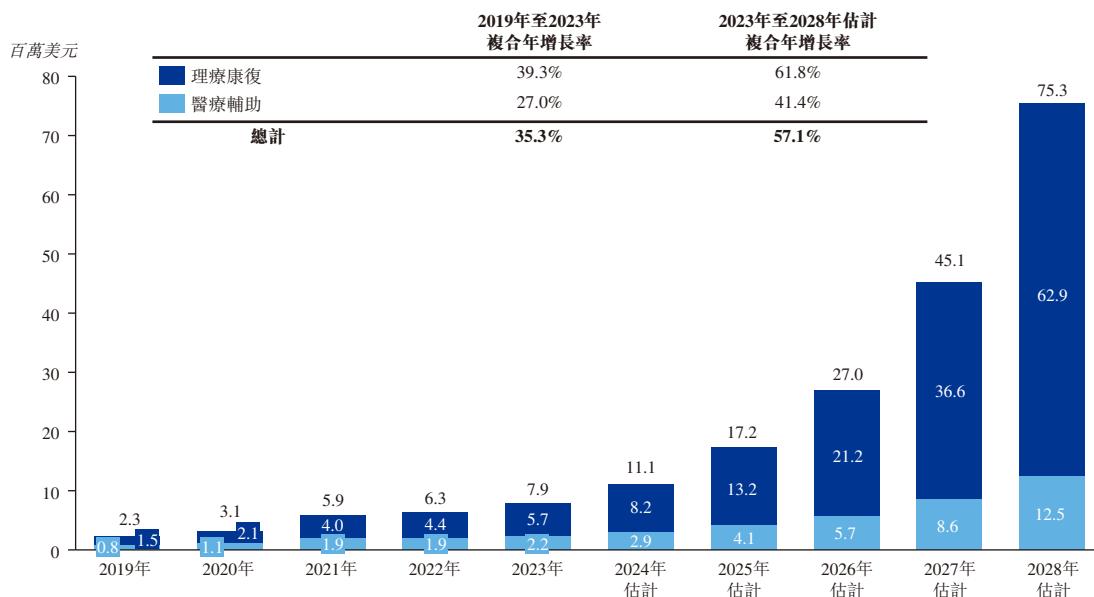
(1) 協作機器人應用於艾灸理療及物理康復。

(2) 協作機器人應用於手術輔助及實驗室自動化，如藥物開發及測試以及血液檢測。

中國醫療健康行業的協作機器人市場由2019年的2.3百萬美元增加至2023年的7.9百萬美元，複合年增長率為35.3%。預期市場規模於2028年將達75.3百萬美元，2023年至2028年的複合年增長率為57.1%。

## 行業概覽

### 按收入劃分的中國醫療健康協作機器人市場規模， 按醫療健康市場板塊分類(2019年至2028年估計)



資料來源：國際機器人聯合會、Mordor Intelligence、灼識諮詢

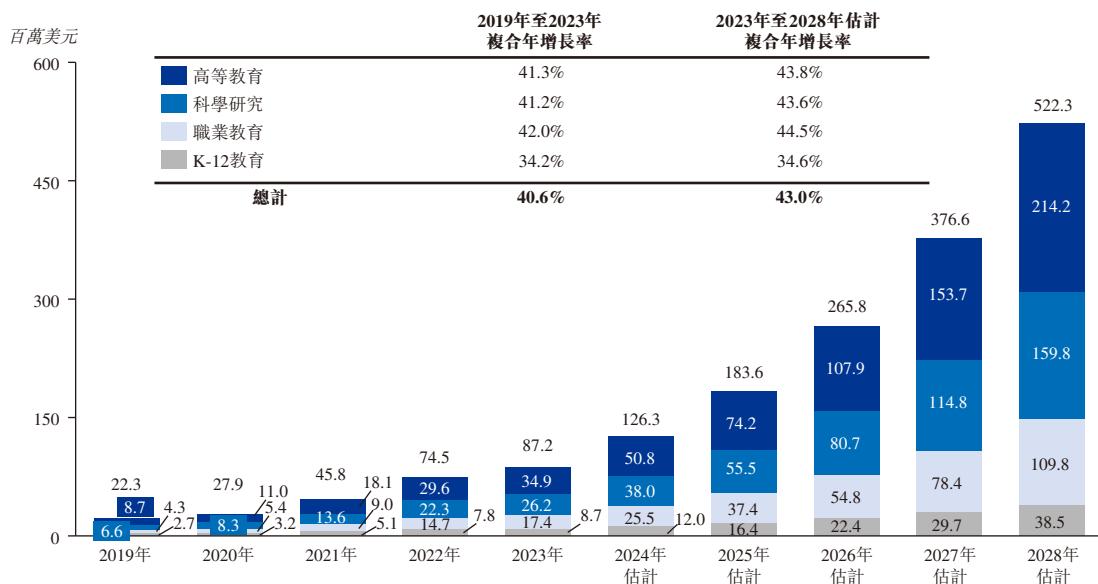
### 全球及中國醫療健康協作機器人的市場驅動因素

- 不斷擴大的醫療健康市場。於2023年，全球數字醫療健康市場規模達2,242億美元，預計到2028年將增長至7,843億美元，2023年至2028年的複合年增長率為28.5%。在數字醫療日益普及，以及雲計算及人工智能等數字技術不斷滲透醫療領域的推動下，全球數字醫療健康行業有所發展。與此同時，人口老齡化背景下的全球醫療服務人員短缺，以及醫療健康服務行業對自動化設備不斷增長的需求，將推動全球醫療健康協作機器人行業快速擴張。
- 人口老齡化。於2023年，全球65歲及以上人口達761.0百萬，預計到2050年將增長至16億。中國人口迅速老齡化，於2023年65歲及以上人口超過220.0百萬，佔全球該年齡段人口的28.9%。這一趨勢使老年護理需求日趨殷切，顯示社會正在經歷深刻的轉變。醫療健康協作機器人的發展受益於此等趨勢，可提供全天候協助，緩解老年護理人員短缺問題，並透過自動化及精確服務提高護理質量。

全球科研教育板塊的協作機器人市場由2019年的22.3百萬美元增加至2023年的87.2百萬美元，複合年增長率為40.6%。預期市場規模於2028年將達522.3百萬美元，2023年至2028年的複合年增長率為43.0%。由於協作機器人能提供動手實踐經驗，在職業培訓中受高度重視，因此於科研教育板塊得到廣泛應用。此外，科學研究中對機器人及AI等潛力巨大的新興領域的關注，使協作機器人成為該等前沿領域探索及學習不可或缺的工具。

## 行業概覽

### 按收入劃分的全球科研教育協作機器人<sup>(1)</sup>市場規模， 按科研教育市場板塊分類(2019年至2028年估計)

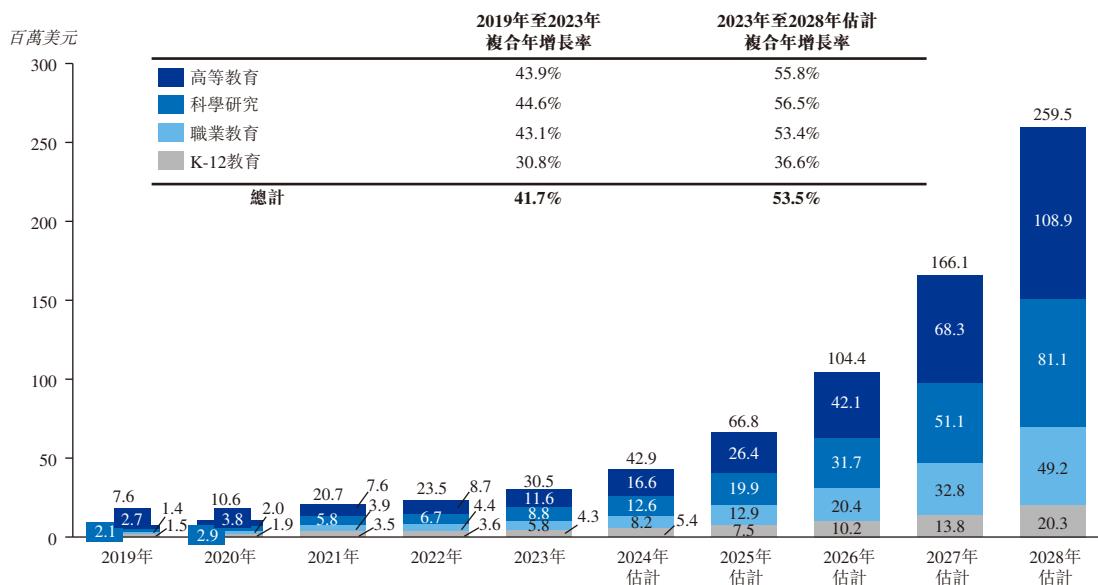


資料來源：國際機器人聯合會、Mordor Intelligence、灼識諮詢

(1) 協作機器人用於科研教育的產學研一體化項目、STEAM教育、研究協助及培訓模擬。

中國科研教育板塊的協作機器人市場由2019年的7.6百萬美元增加至2023年的30.5百萬美元，複合年增長率為41.7%。預期市場規模於2028年將達259.5百萬美元，2023年至2028年的複合年增長率為53.5%。

### 按收入劃分的中國科研教育協作機器人市場規模， 按下游行業板塊分類(2019年至2028年估計)



資料來源：國際機器人聯合會、Mordor Intelligence、灼識諮詢

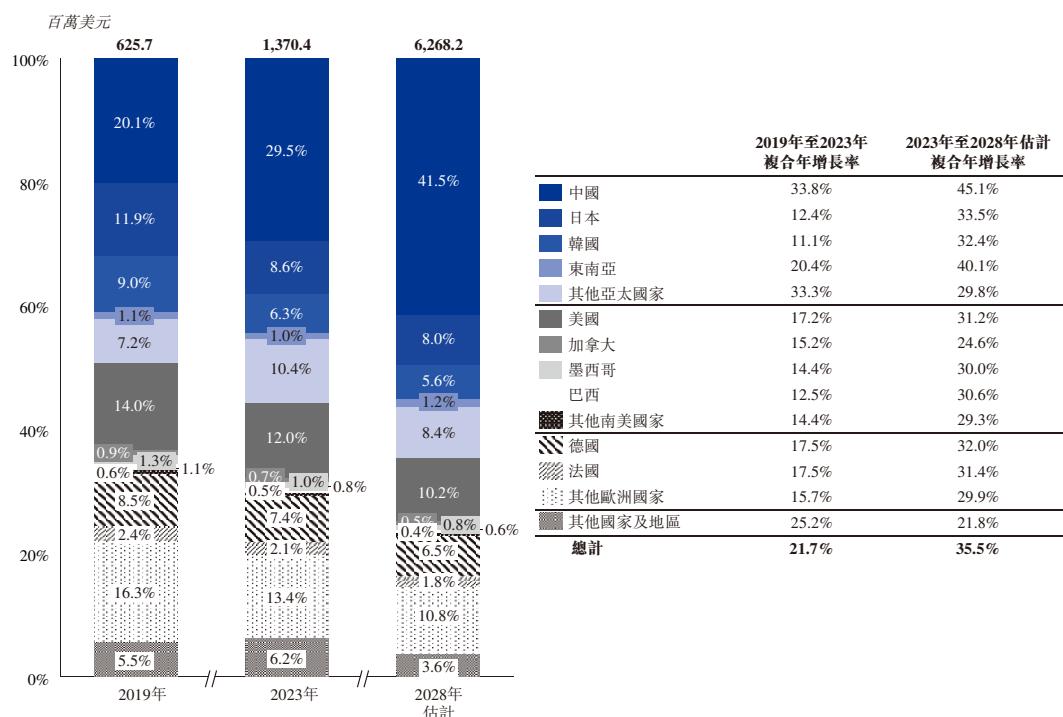
## 行業概覽

### 全球及中國科研教育協作機器人的市場驅動因素

- 教育數字化轉型。在高等教育質量及效率要求不斷提高、個性化學習需求的增長以及數字技術於教育領域深入應用的推動下，教育行業正在加速數字化轉型升級。於2023年，全球數字教育市場規模達197億美元，預計到2028年將增長至667億美元，2023年至2028年的複合年增長率為28.0%。高等職業教育更為注重實踐經驗的積累，大學的AI及機器人課程亦需要機器人設備作為重要的教學輔助工具。因此，培訓實驗室對協作機器人產品的需求預計繼續增長。與此同時，AI課程逐步融入K-12及高等教育，擴大協作機器人於教育場景中的作用。除作為實用的教學工具外，其亦促進STEM教育，鼓勵跨學科交流。
- 持續提升的科研能力。於2023年，全球科研投資約達2.3萬億美元。AI正大力推動科研模式的轉型，預計全球研究投資規模將持續增長。鑑於科研任務本身具有高精度、重複性且須處理並收集大量數據的特點，協作機器人有助以更精確且迅速的方式完成有關任務。因此，協作機器人與AI的進展息息相關，故未來將有更多的協作機器人應用於科研，推動全球科研的發展。

全球協作機器人市場增長主要受中國、日本、韓國、德國及美國等主要經濟體的需求推動。此外，中國及亞太地區是增長最快的市場板塊。中國於2023年至2028年的複合年增長率預計為45.1%，顯示協作機器人市場增長潛力龐大，並表明其將繼續成為全球格局增長的關鍵推動因素。

按安裝價值劃分的全球協作機器人行業市場規模，  
按終端使用國家及地區分類(2019年至2028年估計)



資料來源：國際機器人聯合會、灼識諮詢

## 行業概覽

### 全球協作機器人市場的市場驅動因素

- 利好政策促進協作機器人研究與應用。多國紛紛推出政策，從技術、資金及應用方面為協作機器人的發展提供宏觀指引及具體支持。中國政府頒布的若干政策對我們的業務具有積極影響，包括(1)中國「十四五」機器人產業發展規劃，旨在推動核心機器人技術及高端產品取得突破；及(2)「機器人+」應用行動實施方案，旨在擴大機器人在製造業、農業及醫療健康領域的應用，從而推動經濟及社會數字化轉型。具體而言，中國「十四五」機器人產業發展規劃推動機器人核心技術突破，助力具備大負載能力、輕量、靈活、雙臂及移動能力的協作機器人開發，促進機器人產品及解決方案的全球化策略，與我們的協作機器人全球策略銷售計劃一致，並為協作機器人公司(如我們)提供技術升級及產品創新的動力；「機器人+」應用行動實施方案推動機器人於各行各業的應用，加速協作機器人公司的數字化轉型及業務拓展，鼓勵機器人公司與大學及職業學院合作建立機器人人才實習培訓基地，為協作機器人公司(如我們)提供更龐大的市場機遇。
- 人口老齡化及勞工成本上漲。隨著人口老齡化，勞動力佔整體人口比例下降，使勞工供應緊張，可用勞動人口減少，推高勞工成本。至2060年，預計經濟合作暨發展組織國家的勞動年齡人口將平均下降10%，而全球65歲及以上人口比例預計將由2022年的10%上升至2050年的16%。全球勞動參與率由2018年的71.2%下降至2022年的65.1%。由於勞動力短缺，於2019年至2023年，全球收入增長19%進一步推動勞工成本上升，令各行各業對協作機器人等自動化解決方案產生巨大需求，以應對勞動力短缺及成本挑戰。
- 智能協作機器人的進步。結合AI及視覺感測器等先進科技的智能協作機器人正增強人機互動。手動拖動示教、語音控制及動作捕捉等新互動方法亦不斷湧現。預期全球智能協作機器人市場由2023年的4億美元增加至2028年的36億美元，複合年增長率為58.1%。機器視覺及AI觸覺等技術使協作機器人能夠「看」及「觸摸」，使協作機器人有能力執行更複雜的工作。預計於2028年，全球智能協作機器人協同產生的人工勞工成本經濟效益將達到196億美元。

## 行業概覽

### 全球協作機器人市場發展趨勢分析

- 下游使用場景多元化。受行業特定需求、各種應用定制及與AI技術的整合推動，全球協作機器人市場的下游使用場景日趨多元化。經增強安全措施使人機協作更加緊密，擴大全球市場覆蓋。在商業場景中，定制協作機器人用作庫存管理、貨架備貨、無人零售、輔助備餐及其他服務的情況越趨普及。商業板塊的全球協作機器人市場快速增長，2023年價值達到72.7百萬美元，預期到2028年將達1,204.7百萬美元，複合年增長率為75.3%。
- 結合輕量型設計與自動化生產。驅動與控制集成技術推動協作機器人的關節發展成更精巧、集成及智能的設計。其促進協作機器人應用至更廣泛的領域。智能感知及整合關節設計等技術推動增加靈活性及自動化。該等進步增強協作機器人的安全性、可用性及靈活性，使其能夠適應生產及各種工作環境不斷變化的需求。
- AI與協作機器人的集成。AI與協作機器人的集成正在推動智能協作機器人的發展，使其實現前所未有的靈活性及適應性。具有AI感知及決策能力的智能協作機器人能夠以更高自主性執行複雜工作，根據實時數據作出明智決策，並在從生產車間到醫療設施等各種環境中與人員無縫協作。因此，該發展使新一代協作機器人可參與更廣泛的職能，適應動態的工作環境，並大幅提升其所服務行業的效率及創新。
- 中國協作機器人行業推動全球擴張。中國協作機器人出口量的不斷增長，突顯出中國在全球協作機器人市場的主導地位日益增長，反映重要的行業趨勢。在技術進步及優惠政策的推動下，中國國內生產有所增加，競爭力及成本效益提高。中國的協作機器人以價廉物美聞名，在國際市場上受到廣泛青睞。據預測，按出貨量計，中國在全球協作機器人行業所佔份額預期由2023年的37.1%上升至2028年的50.1%。

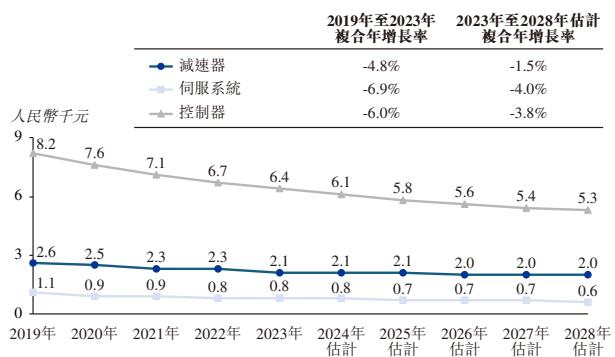
### 中國協作機器人行業成本的過往及預測趨勢

減速器、伺服系統及控制器是協作機器人的核心部件，佔協作機器人總生產成本的70%以上。受惠於國產化進程加快及部署方式簡化，中國協作機器人核心部件的平均價格呈下降趨勢。例如，一個5千克有效負載的六軸協作機器人包括6個減速器、6個伺服系統、1個運動控制器、傳感器及其他部件。減速器、運動控制器、伺服系統、傳感器及其他部件分別佔總成本的34%、23%、18%、10%及15%。由於每個額外軸均須使用專用齒輪結構及伺服電機實現精準運動，協作機器人軸數增加通常提高減速器及伺服系統等部件的成本。同樣，提高有效負載須採用更堅固的材料及更強大的電機支持更高負載，亦相應提高減速器及其他結構部件的成本。

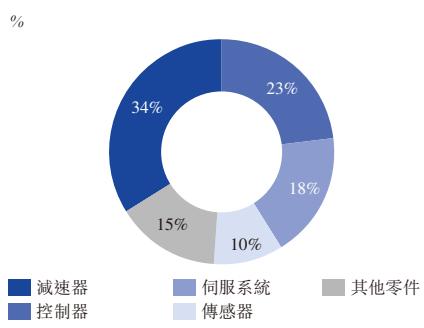
## 行業概覽

協作機器人的價格受自由度、有效負載、品牌及使用場景等因素影響。自由度越高及有效負載越大的協作機器人價格通常越高，惟其他因素亦可能影響價格。例如，四軸協作機器人的價格通常介乎人民幣3,000元至人民幣50,000元，而六軸或更多軸協作機器人的價格則介乎人民幣20,000元至人民幣200,000元，主要由於部件成本更高。複合機器人的定價取決於集成、定制及應用的複雜程度。各項目的具體需求亦會影響價格。因此，並無通常適用於複合機器人的標準定價範圍或固定標準。

**中國協作機器人行業核心部件  
平均價格的歷史及預測趨勢  
(2019年至2028年估計)**



**2023年協作機器人核心部件  
成本結構  
(以六軸5千克負載協作機器人為例)**



資料來源：中機盟、MIR、灼識諮詢

## 全球協作機器人行業的競爭格局

全球協作機器人行業的製造商可大致分為兩類。第一類為傳統工業機器人製造商，該等製造商憑藉其於傳統工業機器人開發的經驗進入協作機器人行業。第二類包括自成立以來一直致力於開發及商業化協作機器人的新興製造商。

此外，全球協作機器人行業由中國、日本、德國、美國及丹麥等少數主要國家的市場參與者主導。值得注意的是，受惠於更全面的產品矩陣及成本優勢，中國製造商近年來發展迅速。

全球協作機器人行業相對集中，按全球協作機器人出貨量計，於2023年，五大市場參與者的市場份額約為46.3%。值得注意的是，該等領先參與者中有4名為中國製造商，突顯中國在塑造全球市場格局方面扮演著重要角色。於2023年，按全球協作機器人出貨量計，我們在全球協作機器人行業的所有市場參與者中排名第二，在所有中國協作機器人公司中排名第一。我們的收入於2021年至2023年以複合年增長率28.3%增長，遠高於行業平均水平。

## 行業概覽

### 全球協作機器人行業五大市場參與者排名

下表載列於2023年按全球協作機器人出貨量計，五大市場參與者於全球協作機器人行業的排名。

排名	公司	概覽	上市狀況	產品覆蓋地域	2023年全球協作機器人出貨量(萬台)	市場份額(%)
1	優傲機器人 <sup>(1)</sup>	• 於2005年成立，總部位於丹麥。其於2008年推出世界首台協作機器人，專注於開發及商業化可實現工業板塊自動化升級的協作機器人。	• 由美國上市公司收購	• 中國以及50多個海外國家及地區	1.6	14.8
2	本公司	• 於2015年成立，總部位於中國深圳市。本公司是一家專門從事協作機器人開發、製造及商業化的企業。	• [編纂]	• 中國以及80多個海外國家及地區	1.4	13.0
3	遨博智能	• 於2015年成立，總部位於中國北京市，為專門從事協作機器人研發、生產及銷售的高新技術企業。	• 非上市	• 中國以及50多個海外國家及地區	0.8	7.4
4	大象機器人	• 於2016年成立，總部位於中國深圳市，專注於協作機器人的開發及製造以及相關平台軟件的開發。	• 非上市	• 中國以及50多個海外國家及地區	0.7	6.5
5	節卡	• 於2014年成立，總部位於中國上海市，專注於協作機器人的研發、製造及銷售以及協作機器人系統集成。	• 已申請於上海證券交易所科創板上市	• 中國以及50多個海外國家及地區	0.5	4.6
小計					5.0	46.3
其他					5.8	53.7
總計					10.8	100.0

資料來源：年報、專家訪談、高工產研、MIR、灼識諮詢

(1) 優傲機器人專注於開發可用於廣泛工業生產環境的協作機器人及其商業化。其於2008年在市場上推出世界首款協作機器人，成為備受業界認可的協作機器人品牌。

### 全球協作機器人行業五大市場參與者的比較

截至最後可行日期，我們提供4個系列共27款協作機器人型號，負載能力介乎0.25千克至20千克，當中22款為六軸型號及5款為四軸型號，是全球協作機器人行業最豐富的產品組合之一。

### 2023年產品指標比較分析

公司	協作機器人軸型	六軸協作機器人的負載能力 <sup>(1)</sup>					
		小於3千克 (不包括7千克)	3至7千克 (不包括7千克)	7至12千克 (不包括12千克)	12至20千克 (不包括20千克)	20至30千克 (不包括30千克)	大於或等於30千克
本公司	四軸及六軸	√	√	√	√	√	×
優傲機器人	六軸	×	√	√	√	√	√
遨博智能	六軸	×	√	√	√	√	√
大象機器人	四軸及六軸	√	×	×	×	×	×
節卡	六軸	√	√	√	√	×	×

資料來源：年報、專家訪談、灼識諮詢

(1) 選擇六軸的負載能力進行比較，原因為主要可比公司一般提供六軸協作機器人。協作機器人可分為輕型有效負載(7千克以下)、中型有效負載(7至12千克)、重型有效負載(12至20千克)、超重型有效負載(20至30千克)及特重型有效負載(30千克以上)。具體而言，商業板塊的輕型有效負載協作機器人的負載能力通常小於3千克，被歸類為一個獨特的類別。上述比較所選取的有效負載範圍與行業分類一致。

## 行業概覽

根據灼識諮詢報告，在協作機器人行業，性能標準集中於5大方面：準確性、穩定性、可靠性、靈活性及安全性。關鍵技術指標包括重複定位精度、絕對定位精度、非接觸式檢測距離及有效負載重量比。市場上的協作機器人製造商列出的該等性能指標微妙影響終端用戶評估及選擇協作機器人產品的方式。重複定位精度值越小，協作機器人重複執行同一任務時的精度越高。同樣，絕對定位精度值越小，協作機器人在執行任務時抵達所需位置的精度越高。此外，非接觸式檢測距離反映協作機器人在無實際接觸的情況下檢測物體的距離。非接觸式檢測距離越長，協作機器人在人機交互方面的可靠性及安全性越高。再者，協作機器人的有效負載重量比越高，安全性及靈活性越強。

我們協作機器人的絕對定位精度為0.229毫米，重複定位精度±0.02毫米，各項參數均屬全球協作機器人行業的領先標準。同時，我們的自有柔性電子皮膚技術SafeSkin使協作機器人於人機交互時以1米／秒的安全速度運行，同時偵測15厘米範圍內走近的物體。

### 2023年技術指標比較分析<sup>(1)</sup>

公司	重複定位精度 (毫米)	絕對定位精度 (毫米)	非接觸式檢測距離 (厘米)	有效負載重量比
本公司	±0.02	0.229	15 <sup>(2)</sup>	0.2
優傲機器人	±0.03	~0.5	/	0.2
遨博智能	±0.02	~0.5	/	0.2
節卡	±0.02	~0.5	/	0.2

資料來源：年報、專家訪談、高工產研、MIR、灼識諮詢

- (1) 上述比較乃基於有效負載為5千克的六軸協作機器人型號，其為主要比較公司通常提供予市場的主流型號。大象機器人僅提供有效負載最高為2千克的協作機器人，因此不列入比較。
- (2) 其主要通過自有柔性電子皮膚技術實現。該電子皮膚技術為一種通過電容式接近傳感器的工作原理實現的非接觸碰撞預防技術，使協作機器人能夠於人機交互過程中以安全速度運行時檢測接近的物體。該技術允許協作機器人通過停止運動或採取避讓行動對接近的物體作出快速反應，從而有效防止即將發生的碰撞。

### 全球協作機器人行業的關鍵成功因素

- 領先的研發實力及技術。經驗豐富的研發團隊擅於識別及利用前沿技術趨勢。創新的研發團隊結合先進的技術及應用場景的專業知識，推動新產品的開發，提高產品競爭力，並影響市場趨勢。
- 針對多種使用場景的產品多元化。豐富的產品矩陣增強公司的能力，使其協作機器人適應多種終端用戶使用場景，滿足客戶的個人化需求，並提高市場份額及行業影響力。
- 高性價比。公司必須於控制成本時確保產品卓越，從而為客戶提供具競爭力的價格。高性價比反映協作機器人公司於研發、生產及供應鏈管理的綜合實力。
- 強大的渠道拓展能力。有效的渠道拓展能力有助公司迅速應對市場變化、建立廣泛的銷售及服務網絡，並與本地經銷商及集成商建立良好關係，對市場滲透及品牌推廣至關重要。

## 行業概覽

### 全球協作機器人行業的准入壁壘

- 研發投資成本。開發協作機器人需要大量研發投入及雄厚的財務資源。5G通信及AI技術的出現推動協作機器人進入小眾應用領域，並增強其感知能力。這意味著製造商須於技術進步方面進行大量投資，以開發新產品及改良現有產品，確保其維持市場領先地位。
- 技術積累。協作機器人行業具有高技術壁壘的特點，需要豐富經驗及積累知識。知名製造商受惠於在減速器、伺服系統及控制器等核心部件方面的多年技術開發，對新參與者構成龐大的准入壁壘。倘無深厚的行業知識，新進入者難以生產出有競爭力的產品及使其符合特定市場需求。
- 人才需求。於協作機器人行業取得成功，需要具備機械、電子、控制系統及算法等專業知識的多元化人才庫。領先公司已建立強大的研發團隊及人才梯隊。相比之下，新進入者須投入大量資金吸引及培養高技術的專業人士，以建立高效的人才隊伍。
- 場景專業知識。協作機器人公司倚賴豐富的項目經驗及客戶案例研究以茁壯成長。該等經驗有助公司了解客戶需求及完善產品設計，以切合終端用戶的使用場景。缺乏實際項目經驗及行業洞察的新進入者很難立足於市場。

### 全球協作機器人集成商行業的競爭格局

全球協作機器人集成商市場高度分散，由眾多擁有特定行業及地區經驗的中小型集成商主導。據估計，全球有逾50,000家協作機器人集成商。協作機器人集成商一般以小規模營運，主要由於其專注於特定集成領域，以使協作機器人執行特定任務，例如焊接、材料處理及碼垛。協作機器人集成商依賴其特定的集成專業知識及與下游客戶的業務關係，而這在一定程度上限制其向大規模營運擴張。因此，全球協作機器人集成商市場維持分散，並無明顯競爭層級。

### 資料來源及可靠性

我們委託灼識諮詢對全球及中國協作機器人市場進行分析及報告。灼識諮詢是於香港創立的市場研究及諮詢公司，從事為各行各業提供專業諮詢服務。我們已同意就編製灼識諮詢報告向灼識諮詢支付費用人民幣0.4百萬元。我們已自本節灼識諮詢報告及「概要」、「風險因素」、「業務」及「財務資料」各節以及本文件其他章節摘錄若干資料，以便有意[編纂]更全面了解我們營運所在的行業。除非另有說明，否則本節所載所有數據及預測均來自灼識諮詢報告。

灼識諮詢收集的資料及數據已使用灼識諮詢的內部分析模型及技術進行分析、評估及驗證。一手研究透過與主要行業專家及領先行業參與者的訪談進行。二手研究涉及分析來自中國國家統計局及各行業協會等各種公開數據來源的數據。灼識諮詢收集的資料及數據已使用灼識諮詢的內部分析模型及技術進行分析、評估及驗證。

灼識諮詢報告中的市場預測基於以下關鍵假設作出：(1)於預測期內，預期中國的整體社會、經濟及政治環境將保持穩定；(2)於預測期內，有關關鍵行業推動因素可能繼續推動機器人市場增長，例如技術及基礎設施進步、支持政策以及下游需求不斷增加；及(3)於預測期內，不會有極端不可抗力或不可預見的行業法規，從而可能對市場產生急劇或根本性影響。