



日夜不停歇的工業機器人在4萬平方米的廠房裏各司其職，搭載視覺傳感的機械手臂不停舞動，有條不紊地裝配、焊接零部件，自動導引運輸車（AGV）忙碌地穿梭在工作島之間，完成27米超長超重物料同步搬運和自動上下料。香港文匯報記者日前探訪三一重工北京樁機工廠，這是全球首家重工行業的「燈塔工廠」。「燈塔工廠」代表當今全球製造業領域智能製造和數字化最高水平。

●文／圖：香港文匯報記者 海巖 北京報道

重工業首家「燈塔工廠」

世界經濟論壇(WEF)發布的新一期全球製造業領域「燈塔工廠」名單，位於北京昌平區的三一重工北京樁機工廠入選，成為全球重工行業首家獲認證的「燈塔工廠」。「燈塔工廠」被稱作是「世界上最先進的工廠」，它們是由達沃斯世界經濟論壇和麥肯錫諮詢公司共同遴選的「數字化製造」和「全球化4.0」示範者，代表當今全球製造業領域智能製造和數字化最高水平。

走進這家重型裝備製造的工廠發現，傳統工廠裏流水線上緊張忙碌的工人不見蹤影，小到一塊鋼板的分揀，大到十多噸桅桿的裝配，全部由機器人自動化完成。搭載着5G高清傳感器、AR等核心智能技術的工業機器人、移動機器人、機械手臂等不同類型的機器人，就像長着慧眼、靈手和大腦，協同作業、物料分揀等「髒活」「累活」也全部由機器人承擔。

以往的製造流水線，在這裏變成一個個工作島。「傳統工業是流水線大規模標準化製造業，但我們的行業是典型的多品種、小批量產品生產，有幾十個品種，單台裝備價格高，整個工廠一年產量大概只有兩千多台，有的型號一次下線至多五、六台，每種型號機器人都要用不同的工樁去做，工廠必須要進行多品種、小批量的柔性製造。」三一重工智能製造研究院院長董明楷告訴記者，工作島就是為了更加靈活地適應生產而形成的生產單元。工作島取代傳統的生產線，它們既相對獨立，可以根據分配的工序靈活配置，又通過移動機器人——自動導引運輸車（AGV）實現工作島之間的物流聯絡。

機器人裝有5G高清傳感器

在一個工作島，記者看到半空中紅色的機器手，通過安裝在機器上的眼睛——攝像頭，可以準確抓取噸重的工件並進行精準定位，與其他配件準確對接完成裝配。

「先拍照，再修正，通過5G實現2D和3D的拍照，然後精準識別位置，系統會指導機械手進行抓取，精

度在毫米級，抓取的速度要求慢且平穩。」董明楷說，機器人上裝有5G高清傳感器，每秒產生100萬個三維數據坐標，無論何種大小、型號的零件，機器人都能實時得到場景深度信息和三維模型，從而在作業時自動修復偏差，做到不差毫釐。與此同時，地面上也有機器人手臂進行精密零件的裝配。穿梭於不同工作島的移動機器人AGV，自動進行上下料。董明楷形容是「海陸空」機器人協同合作完成生產。

在焊接工作島，機器人埋頭工作火花四濺，幾個工人旁觀。焊工是個高技術工種，董明楷說，原來工廠裏有400多名焊工，其中兩名焊工是重點保護對象，因為有一個焊口只有這兩個人能做。生產旺季這兩個工人必須加班，否則整個生產進度會受到影響。而現在，工人的經驗被機器人學習，這個核心焊接工序的產能得到數十倍的增長。

三一重工總裁唐修國說，「我們的工廠現在不再是依靠流水線和普通的機器，而是依靠機器人和人工智能。機器人是可以看到，但是更多是人工智能的投入，人工智能依靠的不是簡單的通用軟件，很多是每個公司經過長期積累下來的知識，這些知識通過人工智能學習，變成機器的動作，製造出合格的产品。」

負責管理這家工廠的北京三一製造科技有限公司總經理李梁健告訴記者，這是一個黑燈工廠，很多生產放在晚上，因為機器人不疲倦也不會情緒化，不需要開燈，還可以降低能耗。

生產周期由30天縮至7天

據介紹，三一重工北京樁機工廠的智能改造從2019年開始規劃到2020年投產，一台旋挖鑽機的生產周期從30天縮短至7天。2020年工廠人均產值達到1,072.8萬元（人民幣，下同），基本是全球行業第一，2021年9月評選為燈塔工廠。



●三一重工總裁唐修國說，「我們的工廠現在不再是依靠流水線和普通的機器，而是依靠機器人和人工智能。」



●焊接工作島，機器人替代工人焊接。三一重工供圖

7天生產一台旋挖鑽機

最智能工廠 機器人24小時操作



●機器人手臂上搭載5G高清傳感器、AR等設備，幫助其抓取精密零件進行裝配。



●三一重工北京樁機工廠智能化改造的廠房。



●工廠生產的旋挖鑽機，是三一重工王牌產品。董明楷介紹每套旋挖鑽機售價為六七百萬元人民幣。

三一重工燈塔工廠特點

- 年產能從2,000人年生產1,000台設備，提高到400多人可生產3,000台
- 人均產值1,072.8萬元人民幣
- 黑燈工廠，機器人操作，晚上生產無需開燈，可降低能耗
- 產品生產周期從30天縮短至7天

3,000
億元
（「十四五」
規劃數字）

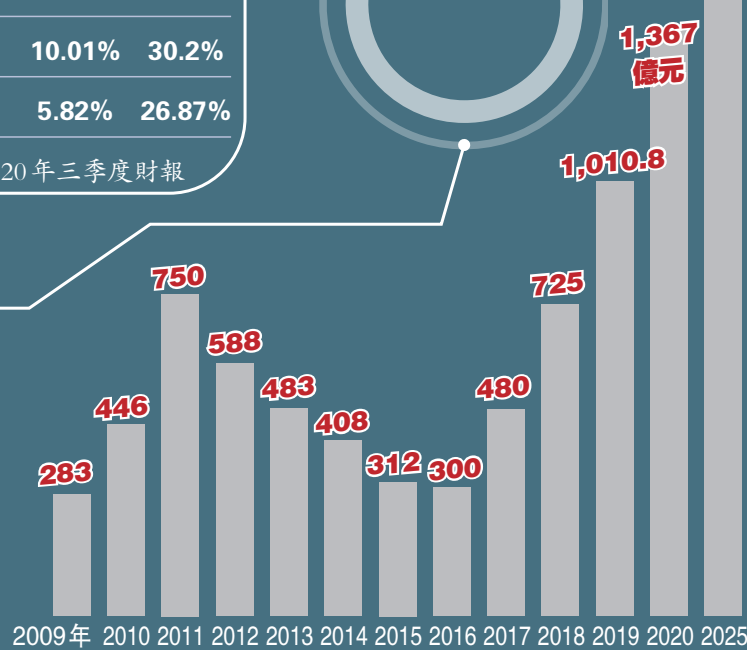
2020年三一與國際企業比較

公司	收入增長率	利潤率	毛利
三一重工	24.26%	20.32%	30.3%
卡特彼勒	-27.51%	10.01%	30.2%
小松集團	-16.11%	5.82%	26.87%

數據來源：公司2020年三季度財報

三一集團歷年銷售額

貨幣單位：人民幣
數據來源：三一集團



人手少八成 產量增兩倍

「經過智能化、數字化改造，工廠裏一條自動裝配線從改造前10多個人操作，變成由1位工人操作，整個廠房產能從以前2,000人年生產1,000台設備，到現在全年400多人可以生產3,000台，三年節約的人工成本就可收回改造升級的投入。」三一集團董事、高級副總裁代晴華告訴記者，生產效率大幅提升，無論是投資回報還是產能提升都是巨大的。

智能製造助解決周期性波動

工程機械行業呈現出明顯的周期性波動，一般以5年為一個周期。三一集團銷售收入在2011年進入一個高峰後進入下滑期，直至2016年迎來新的上升期，2020年集團實現銷售額1,367億元（人民幣，下同）創歷史新高。代晴華說：「我們意識到工程機械行業的發展很有可能出現新的下滑周期，所以一定要想辦法應對。智能製造可以從平衡工廠用工、穩定工廠效率和保障產品質量方面助力企業熨平周期性波動。」

「以往，工程機械企業需要在銷售旺季時大量招聘工人，在行業低谷時又不得不大量解聘工人，給企業、行業和社會帶來巨大負擔。實現智能製造改造後，工廠用工數量穩定，基本不會受周期影響。」另外，以前很多核心工序需要人工完成，一到旺季就需要工人加班加點工作。機器人將老工匠經驗轉化成參數化的技術指針，既保證了產品質量，也讓效率翻番。

目標工人人均產值達一億

他說，三一的目標是工人人均產值實現一人一個億。「如果未來3,000人能夠完成3,000億元的產值，那基本上企業不會再受周期的影響。」對於三一重工下一步智能化改造，據介紹，除北京樁機工廠外，三一集團在長沙、昆山、重慶等產業園先後啟動46個智能製造燈塔工廠及智能產線項目，實現近萬台生產設備、十幾萬種物料的實時互聯，各關鍵生產環節無人化、智能化大幅提升。



●三一集團董事、高級副總裁代晴華指，智能化生產回報巨大。



●北京三一製造科技有限公司總經理李梁健。

智能製造全球領先 自研軟件需加把勁

三一重工目前是中国最大、全球第二的工程機械製造商。經過智能化改造的三一重工北京樁機工廠獲得「燈塔工廠」認證，開創全球重工行業先河，領先於卡特彼勒等龍頭企業。北京三一製造科技有限公司總經理李梁健表示，這是全球重工行業智能化程度最高、人均產值最高、單位能耗最低的工廠之一。

三一集團將升級30家工廠

智能化改造的成果直接反映在人均產值上。數據顯示，改造後的樁機廠月產能翻了一倍，2020年整體銷售額達到77億元，人均產值提高到1,072.8萬元，是內地行業平均水平的4倍以上，比三一重工自身也提高了一倍。

三一集團董事、高級副總裁代晴華說，三一重工給行業提供了一個智能製造落地的經驗和參考。「我們終於

發現中國製造已經開始領先了，比如國際一些企業做的智能化改造的方案裏，管理人員是我們方案的3-5倍。」他說，集團計劃把全國乃至全球的30多家工廠，一個一個升級到像樁機燈塔工廠的水平；樁機工廠目前處於智能製造2.0階段，未來將進一步升級到3.0的水平。

由製造大國轉為製造強國

代晴華還認為，三一重工智能化數字化改造的經驗可以向中小製造企業複製推廣，並預測，3到5年內中國的中小企業將普遍能夠享受工業互聯網，特別是5G技術帶來的無線工業互聯網智能製造的成果，讓中國真正實現由製造大國轉向製造強國。

不過，代晴華也坦言，製造業工業互聯網最大的挑戰是軟件問題，目前從設計、仿真到工業控制的工業軟件依然依賴國外，仿真軟件主要來自美

國，工業控制軟件來自德國，國內自主軟件應用很少。「要對這些軟件進行替代，我們也找到了方向，新一代雲原生技術給我們帶來了機會，讓我們在構建新一代工業軟件上具備了後發優勢，不管是製造過程控制、5G雲化控制，我們的雲計算都是同一起跑線，甚至在某些領域還可以做到領先。」

要將複雜的工業軟件轉化成雲原生工業軟件，還需要投入大量的人力物力，需要中國一大批高級人才共同的努力。

由達沃斯世界經濟論壇和麥肯錫諮詢公司共同遴選的「燈塔工廠」項目評選自2018年啟動至今，已經在全球範圍認證了90家「燈塔工廠」，其中29家位於中國內地，分佈於3C電子、家電、汽車、鋼鐵、新能源等行業，中國是目前「燈塔工廠」最多的國家。