

重重困境下的中国制造业如何转型突围

蒋耀，孙远祥^①

【摘要】制造业是建设现代化经济体系、建设社会主义现代化强国的重要一环。随着我国产业结构的不断升级，现有制造业面临的困境逐渐显现。围绕产品水平、核心技术、成本优势和贸易保护的四大危机使得中国制造业的转型变得迫切。自主可控的数字化转型成为制造业转型突围的重要策略，借鉴于欧、美、日发达国家工业机器人助推制造业升级的转型过程，工业机器人的国产化自主研发和政策引导是转型的重要导向。在细分行业下，以电子、轻工等行业龙头企业为代表的中国制造业企业为实现数字化转型贡献了智慧和经验。随着数字化转型的深入，国产机器人企业将更加贴近细分市场，实现从设备供应商到服务提供商的转型，在打造成熟的生态圈的同时，产生强大的溢出效应。

关键词：制造业；数字化转型；工业机器人

制造业是立国之本、强国之基，是国家经济命脉所系。在构建新发展格局的过程中，推动制造业高质量发展是相关工作的重中之重，也是建设现代化经济体系、建设社会主义现代化强国的重要一环，必须坚定不移地深入实施制造强国战略，保持制造业比重基本稳定，增强制造业竞争优势，推动制造业高质量发展。

1 制造业是国民经济的基础

1.1 制造业高质量发展是我国迈向高收入国家的“入场券”

国家统计局数据显示，2020年，我国人均制造业增加值为2749美元，与高收入国家人均制造业增加值平均6000美元左右的水平相差较大。其中，德国和日本的人均制造业增加值均超过8000美元，美国和韩国的人均制造业增加值则均超过7000美元。我国制造业发展的质量和效益还有很大提升空间。面向未来，制造业高质量发展将是推动经济发展迈上更高水平的一个必要条件。

1.2 制造业是以创新驱动经济高质量发展的主力军

【作者简介】

蒋耀 上海交通大学管理科学和工程博士，上海捷勃特机器人有限公司董事长，多年来专注于智能制造装备自主研发、国产机器人核心技术研究等工作。

孙远祥 新加坡南洋理工大学工商管理硕士，上海杰勃特机器人有限公司营销总监，具有多年机器人智能制造行业销售管理、市场营销工作经验。多次参与电子、轻工行业知名企业的智能制造工厂重点项目。

近年来,我国依托规模庞大的制造体系,以及市场导向的应用型创新突飞猛进,积累形成了新产品、新工艺、新业态、新模式创新土壤。与美国等国家相比,制造业过程创新成为我国独特的创新优势。同时重视制造业科研成果,并大力投入科研经费,据国家统计局、科技技术部和财政部联合发布数据,2020年,我国总体研发投入结构中,应用研究和试验发展经费分别占11.3%和82.7%,我国制造业研发投入占总研发投入的60.6%。

1.3 制造业是带动就业实现共同富裕的强引擎

国家统计局发布数据显示,2010—2019年,我国城镇单位就业人员平均工资从36539元提高到90501元,工资增速高于同期我国GDP年均增速和企业收入平均增速。我国制造业工资水平与美国、日本、韩国等国家的差距正在缩小。

“十四五”规划和2035年远景目标纲要将“民生福祉达到新水平”作为“十四五”时期经济社会发展的主要目标之一。强调“实现更加充分更高质量就业,城镇调查失业率控制在5.5%以内,居民人均可支配收入增长与国内生产总值增长基本同步”^①。在这一伟大进程中,制造业需发挥自身优势,将保障已有就业岗位、创造新兴就业创业机会等重要作用发挥出来。

1.4 制造业是巩固提升产业链、供应链的“定盘星”

新冠肺炎疫情仍在全球肆虐,国际形势复杂,黑天鹅事件频发,诸多因素使产业链、供应链安全问题凸显。世界主要经济体都开始深刻地认识到强化产业链、供应链的重要性和紧迫性,在未来很长一段时期内加强制造业发展韧性将成为各国的战略共识。新形势下,国际竞争格局正发生变化,我国制造业面对发达国家围堵和发展中国家追赶的双重压力,要更好地维护产业链、供应链的安全稳定面临严峻挑战。

综上所述,制造业不仅在国民经济中占据重要地位,而且在立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局的进程具有重要使命。对此,“十四五”规划和2035年远景目标纲要提出“深入实施制造强国战略”。政府会在加强产业基础能力建设,推动制造业优化升级,实施制造业降本减负行动等方面做出安排部署。

2 中国制造业的四大危机

2.1 产品低端困境

随着我国产业结构的不断升级,产业链也日益完善,中国是目前全球少有的产业链完善的国家之一。但是,当前我国部分制造业产业链主要集中在下游,基础普遍薄弱,在产业链

^① 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要 [EB/OL]. (2021-03-13) [2022-02-13]. <https://www.12371.cn/2021/03/13/ARTI1615598751923816.shtml>.

的高端、核心环节仍然存在一些不足。

国家统计局的数据显示，2020 年我国货物进出口总额为 321557 亿元，其中加工贸易总额占进出口总额的 23.77%，相较于 2019 年的 25.2% 稍有下降，但总占比仍然较大，而且不难发现我国在高新技术产品方面的进口额是远超出口额的。

近年来，世界经济结构深刻调整，制造业国际竞争形势日趋激烈。一方面，美国的“先进制造业国家战略计划”、德国的“国家工业战略 2030”等都能体现出发达国家“再工业化”的战略思想，以及强烈的产业链本土化意愿；另一方面，发展中国家也在利用优势加速布局。两者对我国的双重挤压加大，使我国制造业处于尴尬的“三明治”困境中。

2.2 核心技术缺失

自 2010 年以来，我国制造业已连续 11 年位居世界第一，表明中国作为制造业大国的地位非常稳固。然而，我国制造业却陷入了一种“大而不强”的发展窘境之中。尤其是制造业的基础工业机器人产品，其核心技术更是严重受制于国外企业；国际机器人联合会（IFR）《2020 年世界机器人报告》数据显示，日本的纳博特斯克以及哈默纳科 2 家公司，几乎垄断了全球机器人 75% 的减速器市场。中国工业机器人所需要的精密减速器，国产化率甚至不到 30%。

2020 年我国工业机器人市场中，外资工业机器人厂商占据了 47% 的市场份额，其中，日本的 FANUC、安川以及瑞士的 ABB、德国 KUKA 这四大机器人家族拿下了 28% 的市场份额（见图 1）。

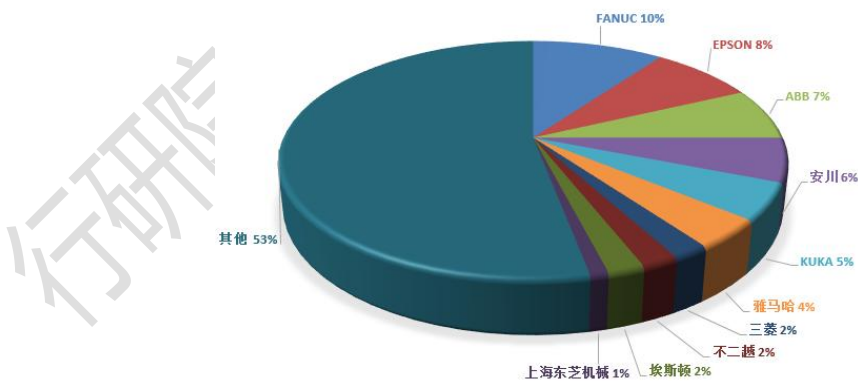


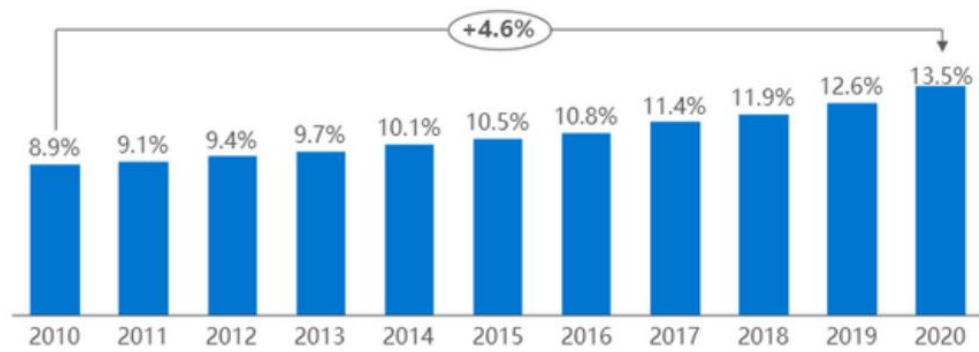
图 1 我国工业机器人市场份额

2.3 成本优势消失

1) 劳动力红利消失

2021 年 5 月，国家统计局发布了第七次全国人口普查的主要数据结果。数据显示，全国人口共 141178 万人，与 2010 年相比，增长了约 5.38%。而 15~59 岁人口出现了绝对下

降，降幅为 6.79%，60 岁及以上人口却上升了 5.44%，65 岁及以上人口占 13.50%（见图 2）。由此可见，我国人口老龄化程度进一步加深。



图示：2010-2020年65岁及以上人口占我国总人口数量的比重变化

图 2 2010—2020 年 65 岁及以上人口占我国总人口数量的比重变化

近些年来，不少企业纷纷感叹招工难，用工成本高。随着信息技术的日新月异，现在的年轻人对互联网行业的热情与日俱增。而包含汽车、生产、加工在内的制造领域，在人才争夺方面并不具备优势。也有些年轻人选择到服务行业工作，而对制造业则有些“冷落”。这几年，受疫情等影响，传统制造业“用工荒”更是到达了顶峰。

2) 土地成本快速上涨

随着我国工业化和城市化进程的不断深入，部分大中城市开始面临土地供需失衡的矛盾，一方面，人口持续向大中城市集中，住宅、工业、商业服务等各类用地需求保持增长；另一方面，城市建设用地总量的增长受到各种因素的制约。进入“十二五”后，100 个大中城市土地供应面积的增速大幅放缓，2010—2020 年平均每年供应土地面积约为 8.34 亿平方米，有一半的年份土地供应面积较上年减少。工业用地是城市产业优化升级的重要保障，制造业比重的稳定也依赖于工业用地的合理供给。

伴随着土地供给的减少，土地价格加快上涨，制造业企业发展的土地要素成本也正明显攀升。对全国 100 个大中城市工业用地挂牌均价进行分析发现，2012 年以来，我国主要城市工业用地价格上涨势头明显。以 2012 年作为基准，2019 年主要城市工业用地挂牌均价平均累计上涨了 13.6%。

改革开放以来，随着工业化进程的不断推进，我国经济实现了持续的高速增长，但粗放型经济增长方式带来的资源消耗速度过快，能源利用率低等问题日益凸出，所以调整和优化产业结构，尤其是制造业的产业结构，加快经济转型发展迫在眉睫。此外，为了保护和改善生态环境及生活环境，国家加强了环境规制强度。但是，环境规制在实现环境保护的同时，也会对一些产业，如制造业发展产生一定的影响。

首先，环境规制的实施势必会增加企业的生产成本负担，从而可能会对企业的技术创新产生消极的“资源挤占”效应或者积极的“创新补偿”效应，影响制造业的产业结构升级。其次，理论上环境规制会促使清洁产业逐步取代污染密集产业，促进制造业的“清洁化”发展，从而直接对制造业的产业结构升级施加积极影响。最后，环境规制的实施还能通过对制造业的 FDI（外国直接投资）、出口等施加影响，从而间接影响制造业的产业结构升级。

2.4 保护主义抬头

当前世界经济结构深刻调整，新冠肺炎疫情的暴发也让许多国家猛然意识到，我国制造业在全球生产链中不可或缺。有一组数据表明，全球需要我国企业做一级供应商的公司，至少有 51000 家，需要我国企业做二级供应商的公司，超过了 500 万家。对此局面，西方国家为维护自己主导的产业链，纷纷采取相关措施。日本启动了企业召回的计划，拨出 20 亿美元用以支持日企撤离中国，此外还留有 2 亿美元的预算用以支持日企迁往其他国家。美国国家经济委员会主任库德洛鼓励美国企业回流或迁往东南亚，表示将对此自付“搬家费”。

贸易保护主义反映出“逆全球化”浪潮下全球价值链分工深化的速度正在趋缓，停滞乃至倒退。面对严峻挑战，我国制造业需要重塑参与全球价值链分工的方式和竞争优势，不断向全球价值链的上游攀升，进而推动我国制造业转型升级。

3 面对危机的策略——自主可控的数字化转型突围

3.1 欧美日发达国家工业机器人助推制造业转型升级的借鉴

1) 美国：以智能制造重塑制造业竞争优势

劳动力成本一直是美国制造业发展的重大难题，智能制造的实现将大幅度降低制造业对劳动力的需求，制造业转型升级为智能制造能充分解决劳动成本高这一难题，实现制造业的高端化。智能制造实现的关键在于工业机器人，美国政府高度重视机器人技术的开发与应用，发布了相关的促进计划并提供了必要的资金支持，工业机器人在美国制造业领域的广泛应用弥补了美国劳动力成本高的劣势，为美国制造业的发展提供了又一优势。

2) 德国：基于工业 4.0 的智能制造

德国一直以来都十分重视制造业的发展，不断加强在工业科技产品上的研发创新。“工业 4.0”的目标是把人工智能技术和网络技术等智能化技术充分结合到工业生产过程中。德国政府于 2010 年发布了《德国 2020 高技术战略》报告，将工业发展的重点放到了科技创新和国际竞争层面，同时把“工业 4.0”作为德国以后重点推进的十大项目之一，“工业 4.0”是德国为了实现制造业的转型升级，塑造制造业的全球竞争力而提出的战略。

3) 日本：制定实施机器人大国战略

日本作为世界上工业机器人装机数量最多的国家，其机器人产业在全球居于领先地位。为了在人工智能背景下满足制造业转型升级的要求，并继续占据世界机器人产业的领先地位，日本在 2015 年推行了《机器人新战略》，并设定了日本机器人发展的三大首要目标：

（1）把日本打造成全球机器人创新和研发基地。推动政企学研通力协作，为机器人产业的发展提供动力。

（2）在机器人行业占据世界领先地位。把机器人充分应用到制造、服务以及农业发展等领域，在推进机器人开发与应用的同时优化产业发展环境。

（3）创造全球领先的机器人新时代。在互联网深度应用的背景下使机器人的数据交换与存储成为现实，而在这当中，平台的安全性及标准化十分重要。

日本的制造业企业通过对核心制造技术进行加密和保护，使日本智能制造产品在全球市场上具有持续的竞争力。

3.2 工业机器换人目标——降本增效提质

在当前我国制造业面临多重危机的情况下，机器换人成了推动传统制造业实现产业转型的一项重要举措。机器换人是指通过向机器要人、向技术要产能来加快转型升级步伐，也是指以现代化、自动化的装备提升传统产业，使劳动人员逐渐从传统生产方式中解放出来。

伴随着物联网、大数据、人工智能等先进科技的深入发展和应用，越来越多的企业也在持续实施智能机器人的科技引进，推进数字化转型的建设，实现关键岗位的“机器换人”。

数字化、智能化、自动化的生产，不但能提高生产效率，减轻劳动强度，减少用工成本，而且能大大保证产品质量的稳定性，有力提升产品市场竞争力。

3.3 工业机器人的国产化自主研发

1) 以工业机器人的自主研发补齐核心技术短板

工业机器人被誉为“制造业皇冠顶端的明珠”，其研发、制造、应用是衡量一个国家科技创新和高端制造业水平的重要标志。自主研发是我国机器人产业掌控核心技术的必要条件。

在“十三五”期间，我国机器人产业呈现良好发展势头。工信部公开的数据显示，从规模上看，2016 至 2020 年，我国机器人产业规模快速增长，年均复合增长率约 15%。目前，在工业机器人领域，我国是最大消费国，也是最大生产国。两个“最大”背后，是中国工业机器人产业奋力追赶、逐步扭转对外依赖局面的宏大图景。

但是与世界先进水平相比，我国工业机器人产业还存在一定差距。比如，技术积累不足，原创性研究、理论研究、正向设计能力欠缺；产业基础薄弱，关键零部件质量稳定性、可靠性等还不能满足高性能整机的需求。

作者所在的上海捷勃特机器人有限公司也从聚焦底层的控制系统开始，打开曾经的“黑匣子”，进行颠覆式的创新。公司从单芯片多轴驱控一体运动控制器的研发开始慢慢积累自己的工业机器人核心技术。技术团队创新性地打破传统路线的束缚，用单块芯片集成复杂的驱动和控制功能，打破数据传输限制，在一块芯片的方寸之间，不断实现工业机器人驱动控制一体化的场景落地（见图3）。

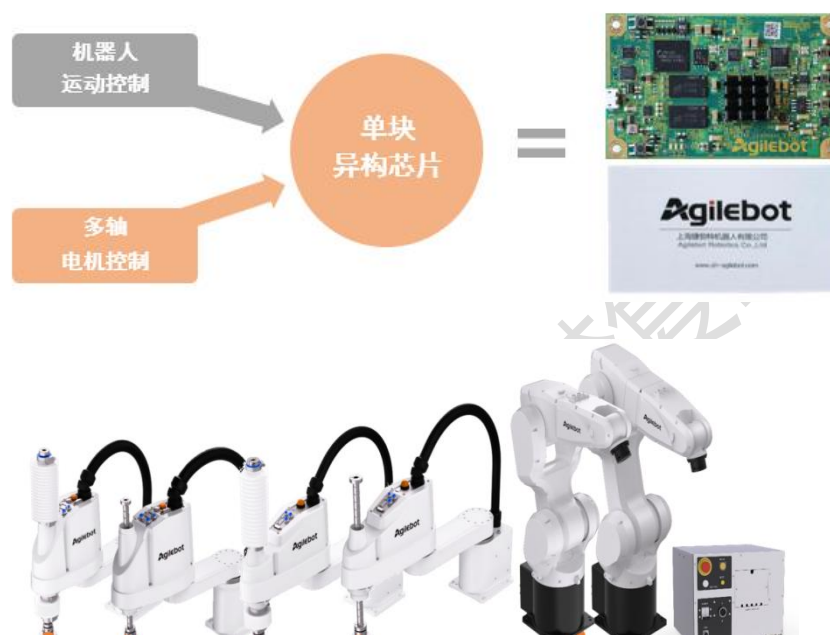


图3 单芯片驱控一体控制器机器人展示

我国工业机器人企业通过以机器人为核心的高端装备的国产化研发，补齐我国制造业核心技术短板，将核心技术牢牢掌握在手中，打造属于自己的生态圈。

2) 以国产机器人为基础完成智能化转型

传统工业机器人从诞生至今，已经走过了三代发展历程，从第一代的示教再现，只能重复预装程序里的指定动作，到第二代的离线计算编程，显著提高适应力。

目前工业机器人发展已进入第三代智能化发展阶段，随着人工智能新技术的大规模应用，机器人智能化发展呈现多维升级的特点（见图4）。从单一感知向全域感知提升，从感知智能向认知智能升级，从单机智能向集群智能演进，更好地提升了机器人在工业制造领域的关键地位。

智能化发展转型对国产机器人厂商来说既是挑战也是机遇。未来要加强核心技术攻关，推动国产机器人与智能化新技术融合应用，这既是推动智能制造的切入点和突破口，也是制造业转型突围的重要基础。

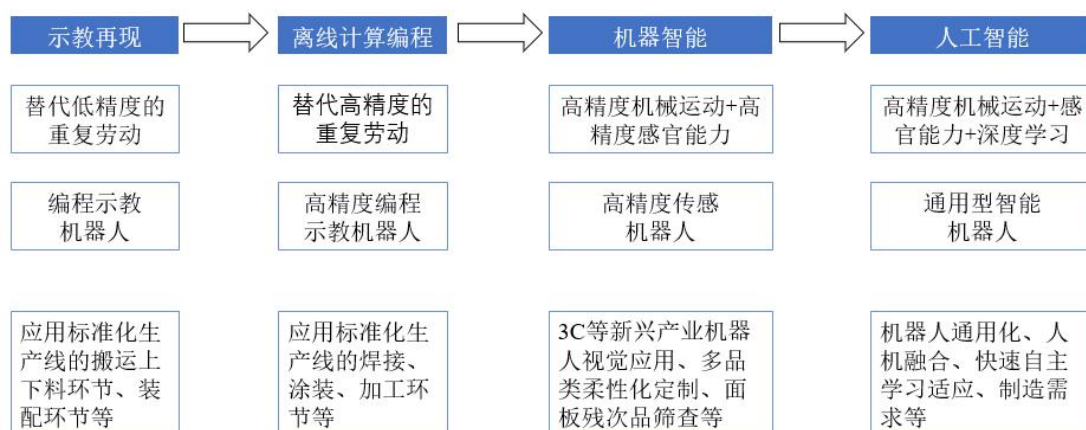


图4 工业机器人的发展历程

3.4 自主可控的数字化转型的政策引导

1) 细分行业精准施策扶持

按照国家政策的指引，制造业企业需要在智能制造装备领域，按照“以示范带应用，以应用带集成，以集成带装备，以装备带强基”的思路推进智能制造装备发展，加强核心装备突破与系统集成应用。

在机器人行业，行业领头企业基本以场景引领、核心突破为重点，发展应用于加工、装配、焊接、打磨、码垛、分拣、洁净等场景的高精度工业机器人，突破具备柔性交互与高仿人化特征的6轴及以上协作机器人与自适应机器人，全面覆盖离散制造行业的多种应用场景。

同时，行业企业需要突破机器人核心部件，发展高精密减速器、高性能伺服电机和驱动器、高速高性能控制器、高精度传感器及智能模组等，提升机器人核心关节可靠性与性能稳定性。

2) 国产化机器人行业的重点扶持

当前，新一轮科技革命和产业变革加速演进，新一代信息技术与机器人技术深度融合，机器人产业迎来升级换代、跨越发展的窗口期。

相关产业政策制定需要重点扶持核心技术攻关，突破机器人系统开发、操作系统等共性技术；建立健全创新体系，发挥产学研三方互动的作用，加快成果转化；支持协同创新和技术融合，鼓励骨干企业联合开展机器人协同研发，提高新产品研发效率；推进各项创业的技术融合应用，提高机器人智能化和网络化水平。

同时，相关部门需要引导标准体系建设，夯实产业基础，补齐专用材料、核心元器件、加工工艺等短板；增强产品供给，面向重点行业需求，集聚优势资源，推进高端机器人产品研发，拓展机器人产品系列和种类，提升性能、质量和安全性；拓展市场应用，实施“机器

人+”应用行动，组织供需精准对接，推进机器人典型应用场景开发；优化产业生态，深化国际交流合作，加快培育优势特色产业集群。

4 细分行业观察

4.1 电子行业的机器人智能制造转型案例分享

1) 代工厂竞争压力剧增

我国消费性电子的产量巨大，全球近 70% 的电子产品生产于我国，尤其以经济发达的珠三角、长三角地区的企业为主，加上产品种类变换快，新型电子产品不断随潮流推陈出新，代工的产品也不断更替，尤其需要大量的年轻劳动力参与。近 10 年来，随着愿意到电子厂的年轻人日益减少，机器人的导入变得日益重要。由于国内厂商之间的竞争压力越来越大，针对市场需求的快速响应能力以及更低的制造成本成了竞争的筹码。依靠人力来快速获得大量订单的机会变得稀少，制造厂商的需求响应速度要求以及制程开发的要求愈加严格。

某企业为全球知名电子合约制造服务商（EMS）之一，是一家提供综合设计、制造、供应链和产品管理服务的制造解决方案供应商。为应对竞争压力，在无锡、成都建立了亚洲区制造中心，主要客户包括：HP、Philips、Emerson、Cisco、Xerox、GE 等国际知名企业。

2) 机器人导入对产品质量/效率的双提升

该企业自 2012 年起，以引进先进的机械设备、软件和通信技术，以及加强精益库存和集成供应链的智能制造技术，作为突破行业困境的不二选择。机器人技术的应用也是 3C 制造业降本增效的有效途径。

截至 2020 年底，该企业的无锡、成都厂区共计拥有近万台机器人用于流水线作业，通过与机器人制造厂家合作，逐步导入全球优秀的自动化工程师资源和先进的机器人技术与工艺，运用其独特的专业知识，在工厂内提供实践规范、标准和部门资源，以满足特定的产品和市场需求。另外在机器人厂家的帮助下，企业导入各种自动化设备及运用机器人技术，使平台设备成本下降 30%，在大幅缩减工厂占地面积的情况下，新部署的核心流程比原来提速 30%，也逐步在和品牌公司的订单谈判中赢得先机。

4.2 轻工-家电行业的数字化智能制造转型案例分享

1) 家电制造业外迁困境

受我国的劳动力成本上涨等因素的影响，很多原本在一线城市家电制造业开始向二三线城市和东南亚、南亚等地转移。

作为国内制冷压缩机行业的龙头企业，某企业有着近 30 年的历史，是“上海制造”一张响当当的名片。不过，2007 年左右，随着生产成本的不断提高，企业开始把制造基地逐

步向外转移；2008 年，首个异地工厂建成投产。

这时，企业面临的一项选择是：继续将上海工厂的全部产能进行外移，还是留在上海，进行转型升级？

2) 数字化转型以提效保质降本

该企业最终选择了“立足上海”，凭借数字化和智能化转型激发出的巨大潜能，让企业曾经面临的发展瓶颈逐一突破：4 条自动化产线，让土地得以集约高效利用；机器人的引入，缓解了用工难、用工贵的困境。

2017 年该企业实现了每万名产业工人拥有机器人 447 台，截至 2020 年底，企业陆续通过自动化改造、机器换人等方法，将每万名产业工人拥有的机器人数量增加到 1012 台。未来，企业将会继续通过自动化推进，降低作业成本，预计至 2023 年，每万名产业工人拥有机器人的数量将超过 1500 台。

企业同时采用先进的自动化设备、工业机器人与现代化物流系统，通过 ERP（企业资源计划）、HCM（人力资本管理）、MES（制造执行系统）、SCM（供应链管理）、PLM（产品生命周期管理）等信息系统的加持和串联，实现全程信息化，并通过产品实时数据的录入利用、云端共享，实现整个工厂的数字化和网络化。其最终目标就是要实现机器自感知、自触发，甚至自适应的智能化，实现“全球的现代化压缩机制造基地”“全球制造中心”“全球智能制造人才培养基地”的建设。

4.3 轻工-食品行业龙头企业的机器人智能制造转型案例分享

1) 后道包装生产线的劳动力优化需求

某大型乳制品工厂共有后道包装 60 多条生产线，工作时间均在夜间，人工作业强度大，夜间工作可靠性低，且用工和管理成本逐年增加。新冠肺炎疫情的持续导致人员密集型产线承担的压力也越来越大。该企业通过引进机器人自动化设备，提高自动化生产水平来解决用人成本提高与招人难的困境。同时，为了摆脱对劳动力需求的制约，企业改良工厂的人员结构，逐步解决密集型劳动力的依赖问题，并减少人工与食品的接触，提升乳品安全保障。

2) 乳制品工厂智能化改造和数字化转型

企业通过以工业机器人为主体的整体解决方案的导入，结合工厂信息管理等技术的应用，实现工厂的智能化改造和数字化转型。

通过视觉 AI 检测系统、智能传感系统、智能机器人运行实时状态反馈，实现奶盒实时质量检测，并将生产状态数据接入数字化中央控制室。

通过后道包装线自动化和智能化改造，实现后道包装过程的全自动控制，提升生产中心

的数字化水平，实现标准化作业水平，使传统工厂成为先进的数字制造工厂，从而引领以传统乳制品行业为代表的企业的转型升级。

5 自主可控的国产化转型的未来展望

5.1 贴近需求，赋能细分行业

国产机器人企业更加贴近细分市场，具备开发成本低、响应速度快等先天优势，在性能、功能上实现差异化，激发增量市场，这将会成为国产品牌差异化竞争的关键。

凭借我国制造业的巨大体量，任何一个细分领域都是一个巨大的市场。以工业机器人四大家族为代表的外资企业，目前仍然以汽车制造和 3C 行业为主要市场，在一般细分行业投入有限，而国产品牌最大的优势是聚焦本土发力优势，迭代研制出细分市场更需要的机器人产品和柔性化解决方案，形成自己的知识产权，或者通过创新实现追赶甚至领跑。

5.2 从设备供应商转型为服务提供商

未来的国产机器人公司，应当从设备供应商转型为服务提供商。为重点行业的合作伙伴提供专业知识及定制化服务，从一个纯粹的“设备供应商”，过渡到“解决方案与服务提供商”，将是机器人企业转型升级的有效路径。而通过软硬件一体的解决方案切入某个垂直领域，又将能够获取全行业的数据。

以行业需求为驱动，以用户价值为主导，解决客户痛点，发挥机器人降本增效提质的价值，并规模化落地的机器人企业将更具竞争力。这类企业不仅能快速获取不同客户的痛点信息，还能“量体裁衣”式地提供不同的解决方案，最终发展成为独立的、具有全面功能的、通用性强的智能化服务企业平台。

5.3 工业机器人生态圈逐渐成熟

在国内巨大需求的驱动下，国产机器人公司通过不断的技术迭代和升级，打造标准化智能工业机器人（包含工业机器人和协作机器人），结合标准化、柔性化的周边设备（磁悬浮柔性智造线、AGV），并与数字化、智能化技术有机整合，形成自主可控的工业机器人生态圈（见图 5）。

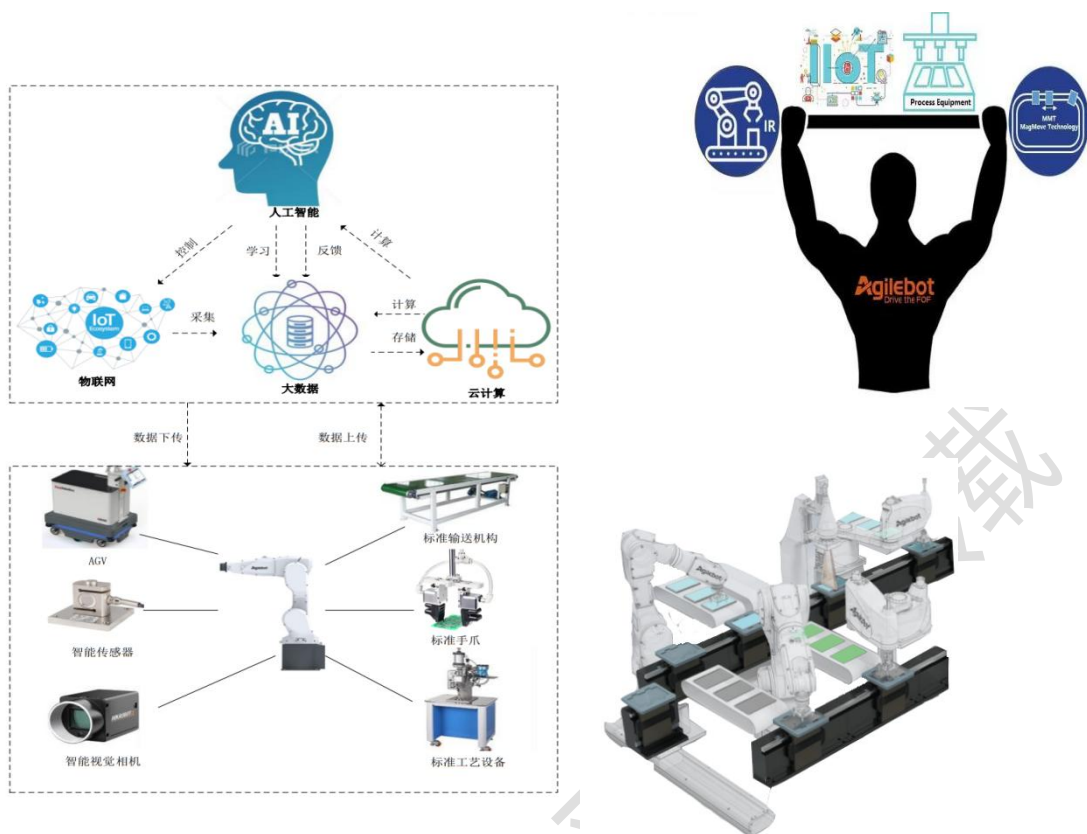


图 5 以机器人为核心的智能化生态圈打造示范图例

5.4 制造业智能转型的溢出效益

制造业数字化转型和智能化技术的成熟，将产生强大的溢出效应。技术成果借鉴到第一产业-农业、第三产业-服务业，能重塑产业流程，加速传统动能转化；还将诞生无限可能的“新产业组合”，在原产业基础上创造新的附加价值，形成产业新动能，完整地实现产业结构调整和产业重构升级。

例如在种植业、畜牧业、餐饮服务等领域，通过综合运用人工智能、工业自动化、边缘计算、物联网传感器、区块链等技术，实现了产品从种植到生产、仓储流通的无缝化、可视化溯源，并通过构建新型智能装备，促进产业高质量发展，在提高数字化程度的同时，有力保障了消费者的权益。

参考文献

- [1]工程师周亮. 贸易战给中国制造业带来了什么样的影响? [EB/OL]. (2018-10-13) [2022-01-22]. <https://m.elecfans.com/article/796605.html>.
- [2]数字化中之杰. 浅谈传统制造业数字化转型行业现状与发展趋势[EB/OL]. (2021-12-10) [2022-02-10]. https://www.sohu.com/a/506870785_120747341.
- [3]中国机器人网. 工业机器人在智能制造业中的应用[EB/OL]. (2020-07-05) [2022-03-05]. <http://www.elecfans.com/jiqiren/1239503.html>.
- [4]衣正尧. 工业机器人厂家发展述要之一: 欧美主流工业机器人厂家及其在中国的市场[J]. 中外企业家, 2016(2):53-55.
- [5]丁弋弋. 差异化竞争优势凸显 国产工业机器人迎历史性发展机遇[J]. 上海信息化, 2022(1):36-39.
- [6]戴荣荣. 日本工业机器人产业崛起之路[J]. 机器人产业, 2015(1):52-57.
- [7]丁弋弋. 工业数字化转型加速国产机器人发展驶入快车道[J]. 上海信息化, 2021(7):23-26.
- [8]证券之星. 2021 年中国工业机器人行业全景图谱[EB/OL]. (2021-06-29) [2022-03-29]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1703875467047563874&wfr=spider&for=pc>.
- [9]36 氪. 2021 年中国机器人行业研究报告 [EB/OL]. (2021-12-22) [2022-02-20]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1719800435692225362&wfr=spider&for=pc>.