

国产工业机器人如何突围

在产业转型升级不断深入、人口红利却减弱的背景下，工业机器人应用范围越来越广。国际机器人联合会的调查发现，从2008年到2011年，中国的机器人采用率(即每10000名员工对应的机器人数量比例)提高了210%。2012年深圳的机器人企业产值平均增长速度超过了30%，个别企业的增速甚至达200%。近两年，国家出台了扶持机器人产业发展的相关政策，多个省份都成立了机器人产业联盟。按当前的发展趋势，国际普遍预测，2014年中国将成为世界第一大工业机器人需求市场。

但值得注意的是，中国一直没有真正形成自主品牌并具有一定规模的工业机器人产业。与主要发达国家相比，中国机器人产业发展速度慢、核心技术薄弱、市场份额和附加值较低。记者采访获悉，目前外资品牌的工业机器人产品占了中国国内市场份额超过90%。沈阳一家工业机器人制造企业的研发人员说：“我国企业在减速器这一机器人关节部位的关键元器件普遍依赖于进口，这让我们整体上与国外先进水平至少还有一二十年的差距。”

“十二五”国家863计划机器人技术主题专家组组长赵杰建议，国产机器人可以先在低端产品方面突破，以此推动规模化应用，积累经验后再向高端市场发力。

工业机器人引发制造业革命

近几年，人工成本的不断上涨，迫使珠三角、长三角许多企业外迁，为了保持利润，他们不得不将制造环节迁往人力成本更低的中国中西部地区、东南亚国家，甚至迁到人力成本低到不能再低的非洲国家。曾经的“世界工厂”面临艰难的转型。然而，畅想中总部经济和品牌化进程对大多数普通制造企业来说非一朝一夕可得。“中国制造”将何去何从？

与此同时，世界范围内正悄然发生另一场制造业的革命，同样以迁移为主题，却是与上述迁移方向完全相反的反向迁移。一位美国专家今年提出：“当我们将人工智能、机器人和数字制造技术相结合，将会发生一场制造业的革命。它使得美国企业家在本地建厂开工，生产出各种各样的产品。这样，中国还如何能与我们竞争？美国注定要重新获得制造业的领导权，而很快就该轮到中国去担忧了。”这位美国学者提出的向中国制造业宣战的三大技术相结合产生的制造模式，可以称之为制造智能化，即智能制造。

工业机器人是集机械、电子、控制、计算机、传感器、人工智能等多学科先进技术于一体的现代化智能装备，即将成为制造业无法替代的高科技、高效率装备。十几年来，全球工业机器人需求快速扩张。

据国际机器人联合会(IFR)统计，2002-2012年，全球新装工业机器人年均增速约为9%。其中，2010年和2011年出现需求激增，2012年全球工业机器人产销量达16万台。

据预计，到2025年，有5%-15%的制造业工人将被工业机器人取代，全球装机量年均增速为25%-30%，高于过去20多年的增长水平，但低于2011年和2012年的增速。

数据显示，我国工业机器人需求快速增长：1999-2008年，安装量每年都以超过20%的速度增长，2010年，我国保有量为52290台，2011年为74317台，实现了42%的年增长。目前，实际保有量已超过十万台。2008-2012年，我国工业机器人平均每年安装量约15000

台，即使在全球经济萧条的 2009 年，销量也在逆势增长。2010 年安装量为 14978 台、2011 年为 22027 台、2012 年为 24800 台。

全球对工业机器人需求最多的是汽车产业，占比为 27.27%；电子制造行业的占比达 22.82%，这与近年来消费电子领域的技术突破有很大的相关性；其次是橡胶塑料工业和金属制品，占比分别为 8.71%和 3.62%。

根据 IFR 的预测，到 2014 年，中国将成为全球最大的工业机器人需求国，需求量达 3.2 万台，占全球总销量的 17%。

目前，国内大部分企业大都关心如何将企业做大，它们动辄是几千人、上万人的规模。国外企业则更多的是追求技术领先，让自己的产品在其他产品的生产制造中不可或缺。中国制造企业主要是靠价格和数量取胜，缺乏核心技术。随着劳动力、原材料等成本的提高，制造企业的利润会越来越薄。放眼全球，以“数字化智能制造”为核心的第三次工业革命即将到来，而这个革命的主角就是以工业机器人为代表的人工智能大规模的普及和应用。

国产机器人获政策扶持

虽然我国工业机器人市场即将成为世界第一，但这个市场却被外资品牌把持。据统计，2012 年我国工业机器人市场销量占据前 10 位的以外资品牌为主，外资巨头把持八成以上市场份额。

面对光明的前景与产业化起步初期的薄弱基础，我国工业机器人产业亟须建立产业政策、行业发展规划、共性技术平台等“顶层设计”，加快自主品牌发展步伐。而这其中，制定工业机器人专项规划，加大技术研发力度，显得尤为重要。

记者从近日成立的广东省工业机器人推广应用产业联盟了解到，随着近几年国内机器人概念的不断升温，关于机器人产业的相关扶持政策不断跟进。2011 年，工信部发布智能制造装备产业规划。2012 年，科技部发布服务机器人科技发展“十二五”专项规划，提出要攻克工业机器人本体、精密减速器、伺服驱动器和电机、控制器等核心部件的共性技术，自主研发工业机器人工程化产品，实现工业机器人核心部件的技术突破和产业化。

2013 年 7 月，工信部装备工业司副司长王卫明透露，《关于推进工业机器人产业发展的指导意见》已上报给发改委和科技部等部委，可能很快会正式发布，下一步要加大机器人产业的支持力度。

“十二五”是中国工业机器人产业发展的关键转折点，市场需求也将呈现井喷式发展。华南理工大学机械与汽车工程学院院长张宪民指出，2015 年工业机器人的产业规模有望超过万亿，智能制造及智能化设备的行业前景乐观。以深圳为例，数据显示，与机器人技术相关的信息、家电、通信等装备制造业的产品规模已达 3000 多亿元，居全国前列。2012 年深圳的机器人企业产值平均增长速度超过了 30%，个别企业的增速甚至达 200%。

2013 年 4 月 21 日，由中国机械工业联合会牵头成立的“中国机器人产业联盟”在北京科技会堂揭牌成立。该联盟旨在促进我国工业机器人行业发展，指导国内企业进步，推动行业前行。各地机器人产业联盟相继成立，产学研齐心协力攻克机器人制造的尖端技术。

专家建议，要鼓励金融资本、风险投资及民间资本投向工业机器人应用和产业发展。对技术先进、优势明显、带动和支撑作用强的工业机器人项目，要优先给予信贷支持。积极支持符合条件的工业机器人企业在海内外资本市场直接融资。

同时，在国产工业机器人可靠性达到一定水平的情况下，推出首台套补贴政策。允许成立工业机器人租赁公司，以促进资金不太雄厚的小企业对于工业机器人的使用，工业机器人租赁或可成为促进工业机器人产业快速发展的一种模式。

就业结构的巨变

关于机器人的用工成本，市场部负责人给记者算了笔账：目前一台功能较简单的2轴、4轴机器人的造价已经下降到10万元/台以下，国产6轴机器人的价格低至13万元/台。而现在国内一名制造业工人每年的薪金成本达到四五万元。根据十二五规划，要是实现最低工资标准年均增长13%以上、职工工资增长15%的目标，这更将是一笔巨大的支出。

机器人可以24小时工作，每台机器人至少可替代3名工人，那么不到1年即可收回成本。即使加上相关员工的培训和设备维护费用，18个月即可收回所有投资。而机器人的使用年限通常为10年，因升级改造生产线而淘汰的机器人通常也能服役3年以上。

若一台6轴机器人可以替代四五名工人，三班倒即是12-15名员工，每年可节约的工人成本48万-60万元，实际收回投资所需的时间与购置2、4轴机器人无异，区别的仅是最初投入装备所需要的资金。

除了人工成本优势，采用机器人生产还可大幅减小生产面积。原先需要一个可以容纳3000人的生产车间，现在只需要一间可以容纳1000人的厂房即可。通过工人与机器人的配合作业，产能甚至还能增加几倍。

随着机器人越来越广泛地进入制造环节，必然会取代掉工厂流水线上技术含量较低的工种的工人，可能会造成后者失业；但同时将增加工程师和技术人员的工作机会，不至于造成过多的失业。

一位专家表示，机器人与失业两者关系的关键在于：机器人是用于替代人类，还是减轻人类负担。人工智能永远不可能取代人类智能，目前的智能机器人也仅仅能帮助人类做一些简单的工作，将人类从枯燥的简单重复工作和高危工作解放出来，避免流水线上的工人成为机器。在我国用工荒持续的情形下，机器人的使用是对劳动力短缺的一种补充。

广东工业大学机电工程学院副院长、教授陈新度表示，随着中国人口红利的递减效应，人力成本的上升某种程度上开始超越过机器成本，从而引发企业打破生产惯性改变成自动化生产。目前一台20万元的机器人在一些重体力行业完全可以替代人力，3年就可以收回成本。例如有望大规模应用的仓储行业，一些工作环境恶劣劳动强度大有职业危害的工种像焊接、采掘等，这些导致自动化替代也促使机器人行业的加速成长。

针对机器人对就业的影响，IFR专门做过一次调查。调查发现，从2008年到2011年，中国的机器人采用率（即每10000名员工对应的机器人数量比例）提高了210%，而美国的机器人采用率提高了41%。

前述调查覆盖了六个国家，其中，美国、德国、巴西、中国和韩国的机器人采用率均在增长，但日本是个例外，因为日本的机器人采用率已经很高了。日本很早就开始采用机器人，一直到最近，也仍拥有最高的机器人采用率。在日本和韩国，每名工人对应的机器人数量最多，10000工人对应了超过300台机器人。之后是德国，10000名工人对应超过250台机器人。

值得一提的是，在所有六个国家中，美国是唯一一个机器人采用率和失业率同时上升的国家。相反，德国在机器人采用率上升的同时，实现了更高的经济增长，同时制造业就业率也没有减少。IFR说，在像日本和德国这样的国家，机器人数量的上升可能抵消了劳动人口的减少。

国产机器人要打破核心技术垄断

随着制造业对机器人应用的扩展，工业机器人亟须满足高速度、高精度、重载荷、智能化、多机协调等要求，以适应更加复杂、精细、可靠、快节奏的作业。

沈阳一家工业机器人制造企业的研发人员陈先生告诉记者，国外工业机器人技术日趋成熟，目前已发展成为标准设备，被广泛应用于工业领域。业内通常将工业机器人分为日系和欧系。日系的主要代表有安川、OTC、松下、FANUC、不二越、川崎等公司；欧系主要有德国KUKA、CLOOS，瑞典ABB，意大利COMAU，奥地利IGM公司等。机器人国产化程度低的原因除了品牌知名度不如国外以外，国内企业在主机成本和可靠性品质上也不如国外品牌。以平均无故障时间为例，国内产品平均在8000小时，而国外同类产品可达数万小时。“我国企业在减速器这一机器人关节部位的关键元器件普遍依赖于进口，这让我们整体上与国外先进水平至少还有一二十年的差距。”

记者了解到，目前有两种减速器被主要应用到机器人的生产中。一种是谐波减速器，另一种是RV减速器，而后者具有更高的刚度和回转精度。因此在关节型机器人中，一般将RV减速器放置在机座、大臂、肩部等重负载的位置；而将谐波减速器放置在小臂、腕部或手部；行星减速器一般用在直角坐标机器人上。

据了解，目前整个机器人产业链主要分为上游关键零部件、中游设备制造厂和下游行业应用三大块，国内企业目前主要集中为系统集成商，实现下游应用，即通过对国外采购的机器人，为下游客户进行相应的方案设计，实现利润。而产业链上游无核心零部件制造商支撑，关键零部件方面仍远远落后于外国企业，因此长期受制于人。

具体到工业机器人的核心部件，则包括机器人本体、减速器、伺服系统、控制系统四部分。其中，精密减速器一直是国际大品牌保持竞争优势的有力武器之一，大品牌可以从其战略合作伙伴优先拿到批量、质优、价低的减速器；因此减速器仅占据大品牌工业机器人单体成本约六分之一。虽然近几年国内工业机器人均价有下降趋势，但国产工业机器人减速器占其制造成本的比例依然接近三分之一，大幅高于国际品牌的占比。本土生产的工业机器人原材料成本构成中，减速机占据40%，伺服电机占据30%，控制器占据15%，其他占据15%。

陈先生介绍，减速器是制约国内工业机器人技术发展最重要的因素。对比进口与国产工业机器人制造成本的价差，减速器是制约降低国产工业机器人成本的第一因素。因此机器人核心零部件国产化迫在眉睫。一旦核心零部件全部实现国产化，内资品牌即可在定价上拉开差距。若减速器、伺服电机和控制器等关键零部件国产化，假设平均降低30%的成本，则机器人单机制造成本可至少降低20%。

广东省工业机器人推广应用产业联盟副理事长陈新度指出，虽然国内工业机器人行业潜力巨大，但面临国外强大的竞争对手，许多关键零部件还不能完全自主化，国内厂商必需练好“内功”，形成核心竞争力，才能在竞争中脱颖而出。

扬长避短抢夺低端市场

虽然国产工业机器人整体水平跟国际大品牌还有较大差距，短时期内也不可能夺回老牌机器人生产厂家的市场份额，但业内专家给国产工业机器人开出了更可行的“药方”。

“十二五”国家 863 计划机器人技术主题专家组组长赵杰表示：“精细度、可靠性等指标确实重要，但市场和科研不同，不能一味追求高指标，应注重性价比。”他认为，我国这么多年来之所以没有发展好机器人产业，关键在于走入了追求高指标的误区。

赵杰解释说，国外高端机器人具有先发优势，在我国占据大部分市场，未来一段时间内这一局面难以改变。因此，想要在机器人产业上寻得突破，可从低端机器人方面发力。“我国劳动密集型制造企业较多，这类企业一方面迫切需要自动化设备，来解决用工难、劳动成本高的问题，另一方面还非常关注投资回报周期，希望花尽量少的钱和时间收回成本。”

在有些专家看来，这些企业只要求用少量成本买到能代替人工的机器人，而在精细度、控制能力等品质指标上可以做些折中。

赵杰建议，可以先在低端产品方面寻得突破，以此推动规模化应用，从而在使用中不断发现问题进行解决，进而提高产品精细度和可靠性，并降低产品成本，积累经验后再向高端市场发力。

近几年，工业机器人在各地遍地开花。国内已有 12 个城市成立机器人产业园，除了沈阳、深圳、广州等工业机器人发展较早的地区，重庆、天津、唐山、昆山、青岛、中山等地机器人产业基地如雨后春笋般崛起。工业机器人领域已涌现一批市场熟悉的上市公司，如机器人、三丰智能(300276, 股吧)等。

记者从中国科学院深圳先进技术研究院了解到，机器人是中科院与广东省战略合作重点项目之一，也是深圳市重点关注的新兴产业之一。深圳市与机器人技术相关的信息、家电、通讯、装备制造业等产品规模已达 3000 多亿元。东莞、深圳等珠三角城市在工业机器人的产学研结合方面一直走在全国前列。2010 年，华中科技大学东莞工业研究院引进了广东省运动控制与先进装备制造国际团队，自主开发工业机器人系统，同时针对珠三角的产业转型需求，开展工业机器人应用技术研究。

据了解，广东机器人技术发展最早是从应用开始的，实际上广东各行各业已使用工业机器人多年。虽然国家对工业机器人给予了重点支持，并取得了一定的研究成果，但由于当时产业需求较少，没有得到推广。当前，市场需求让广东机器人产业的技术铺垫有了用武之地。

目前唐山已初步建起涉及焊接机器人、矿用抢险探测机器人等的机器人产业基地。预计到 2015 年，唐山市将建成年产值 200 亿元的全国最大机器人产业基地。

仅是江苏南京市涉及机器人研制的企业就有 102 家，主要分布在汽车及汽车零部件、电子电气、机械设备制造业、物流仓储等领域；涉及机器人研发的高校多达 13 所，其中 6 所拥有专业的机器人研制团队。

最近在麒麟科技创新园正式成立了由美国电气和电子工程师协会院士领衔的“南京机器人研究院”。南京市政府出台了推进工业机器人产业发展的意见，明确将打造江宁、六合、高淳三个“机器人产业基地”，力争到 2020 年成为中国机器人产业基地。

近年来杭州市机器人行业发展迅速，目前相关产业规模超过 10 亿元。依托中科院沈阳自动化研究所、投资 15 亿元建设的杭州中科新松光电有限公司正是其中的佼佼者。目前，该公司仅自动化成套装备销售已超过 5000 万元。

分析人士认为，未来实现产品的进口替代，是这些企业迅猛发展的原动力。现在全球工业机器人均价 30 多万元，即使未来均价降到 25 万元，那么中国制造业对应的工业机器人本体市场规模接近 380 亿元，再加上系统的话，对应的工业机器人市场规模将达 1140 亿元