

把握发展趋势 推动机器人产业高质量发展

——《“十四五”机器人产业规划》解读

中国电子信息产业发展研究院院长 张立

习近平总书记指出，随着信息化、工业化不断融合，以机器人科技为代表的智能产业蓬勃兴起，成为现时代科技创新的一个重要标志。近年来，机器人走进生产生活方方面面，引领产业数字化转型，助力模式业态升级，满足人们对美好生活向往，有力支撑了制造强国、网络强国、数字中国建设。日前，工业和信息化部正式印发《“十四五”机器人产业规划》（以下简称《规划》）。《规划》科学谋划发展方向和发展目标，作为推动未来五年机器人产业高质量发展的行动纲领，是国家对机器人产业的总体谋划和系统部署。

机器人产业发展趋势

机器人是新技术融合发展的重要阵地。随着新一轮科技革命和产业变革深入发展，数字技术、生物技术、新能源、新材料等领域技术实现群体突破，与机器人技术加速融合，使得机器人产业产品形态、组织业态、发展模式发生深刻变革。多技术融合让机器人具有较强的溢出效应，机器人技术泛化应用到生产装备和生活工具上，使其具备全域感知、智能决策、准确执行等能力，“机器人化”的智能设备已无处不在。

机器人正加速向智能化演进。机器人从单一感知向全域感知提升。六维力传感器、触觉传感器、3D视觉传感器等传感器的应用，让机器人对周边环境的感知更加全面，为机器人做出路径规划、规避障碍、轨迹优化等决策行为提供重要支撑。机器人从感知智能向认知智能升级。深度学习、脑机接口、语音交互等技术助力机器人实时适应不同的运行环境，准确理解感知外部环境，并实时作出应变决策。机器人从单机作业向集群协同跃升。机器人不再是独立作业的个体，而是协同作业的机器人集群，机器人间、机器人与工业母机等其他生产装备间依托数字技术、网络技术实现集群协作，让生产变得更加柔性、智能。

● **机器人是新技术融合发展的重要阵地，“机器人化”的智能设备已无处不在。**

● **应以产业基础再造为抓手，提升产业链整体水平。**

机器人正在赋能千行百业。作为生产工具，机器人已成为制造企业实现数字化转型、智能化升级的重要组成部分。以机器人为核心的智能制造系统为提高企业生产效率、降低生产成本和能源消耗提供了坚强支撑。作为生活帮手，机器人在医疗、教育、餐饮、商业、家庭服务等场景广泛应用，改变人们生活方式、提升生活品质。作为特种装备，机器人在应急救援、消防巡检、太空探索、水下勘探等急难险重任务中，已能部分替代或全部替代人工作业，帮助减轻工作负担、保障健康安全。

机器人产业链创新链加速重构。机器人产业链创新链纵向一体化整合与横向专业化分工相互促进，创新企业持续涌现、科技企业跨界布局，为机器人产业带来更多创新动力。一方面，机器人龙头企业加速向产业链创新链上游的核心零部件和前沿、共性技术领域以及下游细分应用方向布局。在关键环节具备竞争力的核心零部件企业受益于专业化分工，产业链话语权不断提升。另一方面，一大批新成立的机器人创新创业企业，以创新供给激发创新需求，将新产品新模式应用到更多细分领域和场景中。与此同时，一批科技巨头企业正加紧布局机器人产业，加大机器人相关技术和产品研发投入，利用自身产业生态优势加速在研发创新、生态伙伴、销售网络、物流服务等领域的布局。

当前我国机器人产业发展

成效卓著

产业规模稳步增长。据国际机器人联合会统计，2020年我国工业机器人新增装机量为16.84万台，占全球市场份额43.9%，已

连续8年位居全球首位。国家统计局数据显示，2016—2020年，中国工业机器人产量从7.2万台稳定增长到23.7万台，年均增长34.7%；2021年1—11月，工业机器人产量已突破33万台，同比增长49.0%。服务机器人等创新产品持续涌现，实现快速发展。2021年1—11月我国服务机器人产量为834.6万台，累计增长57.3%。

基础实力不断提升。机器人关键技术和核心零部件实现“从无到有”的突破。精密减速器、高性能伺服驱动、控制器等领域部分创新成果达到国际先进水平，市场份额不断提高。例如，国产品牌谐波减速器部分产品达到国际领先水平，国内市场占有率已超越国际品牌。共性技术支撑体系建设取得积极进展。国家机器人检测与评定中心为企业提供机器人整机、零部件和集成应用等检测认证服务，部分领域机器人性能测试能力达到国际先进水平。

创新应用深化拓展。机器人整机性能在一致性、可靠性、重复定位精度等方面取得显著进展，逐渐得到下游用户的认可。目前，国内工业机器人已在47个行业大类、129个行业中类中广泛应用，制造业机器人使用密度已达246台/万人，远远高于126台/万人的全球制造业机器人使用密度平均水平。服务机器人、特种机器人新产品、新模式、新业态加速涌现，机器人在医疗手术、教育服务、安防巡检、灾后救援等场景应用持续深化。

产业生态逐步完善。机器人产业优质企业培育体系初步形成，在机器人整机、零部件和系统集成等领域涌现出一批具有创新能力强、成长性好的专精特新“小巨人”企业。产业链上下游企业间形成良好合作机制，机器人本体企业同零部件企业协同开发新产品并联合推进产品优化迭

代，零部件企业将合作本体企业的机器人产品用于零部件加工生产。产业资源和创新要素加速向机器人产业基础好、发展潜力大的地区集聚。京津冀地区、长三角地区、珠三角地区等优势地区机器人产业集群加速发展壮大。

推动“十四五”时期我国

机器人产业发展迈上新台阶

当前，我国机器人产业总体尚处于发展的初期阶段，还存在关键核心技术有待突破，高端供给不足，应用水平有待提高等问题。“十四五”时期亟需进一步完善产业创新体系、夯实产业发展基础，拓展产业发展空间、优化产业发展环境，推动机器人产业高质量发展。

（一）以贯通创新链为重点，完善产业创新体系

针对基础性研究，结合产业发展需要，推动机器人基础研究与生命科学、纳米科学、材料科学、数学科学等进行跨学科融合创新，促进创新链和产业链精准对接。针对工程化研发，积极探索“揭榜挂帅”“链长制”等创新组织形式，鼓励和支持用户企业参与机器人前沿、共性技术的工程化研发，科学统筹优势资源，集中力量协同攻关。针对平台化支撑，发挥机器人重点实验室、工程（技术）研究中心、创新中心等平台作用，提升科技成果转移转化能力。打造一批工业机器人关键技术试验验证平台。

（二）以产业基础再造为抓手，提升产业链整体水平

集中力量补短板，实现“点”上突破。实施机器人关键基础提升行动，突破高性能减速器、高性能伺服驱动系统、智

能控制器、智能一体化关节、智能传感器、智能末端执行器等核心零部件“卡脖子”技术。推动产业链创新资源整合，增强“链”上韧性。鼓励国内机器人本体企业与核心零部件企业、用户企业进行产业链上下游纵向联合、整合，共同推动关键核心技术和基础共性技术、高端整机产品和核心零部件的创新研发、验证和产业化应用。加强高端产品供给能力，提升“面”上竞争力。实施机器人创新产品发展行动，以新供给创造新需求，加快丰富机器人产品种类，提升性能、质量和安全性，推动产品高端化智能化绿色化发展。

（三）以“机器人+”应用为牵引，拓展产业发展空间

实施“机器人+”应用行动，拓展应用深度广度。面向农业、建筑、矿山、电力、医疗等领域，征集一批具有较高技术水平、成熟应用模式和显著应用成效的机器人典型场景，总结推广“机器人+”应用新场景、新模式和新业态，形成良好的示范效应。鼓励各地开放机器人应用场景，以点带面推进重点区域和行业规模化应用。完善“机器人+”应用支撑服务体系。支持开展机器人技术试验验证，鼓励建设产品体验中心，增强公共技术服务平台试验验证能力。推动建设“机器人+”应用供需对接平台，组织开展供需精准对接。

（四）以产业生态体系建设为依托，优化产业发展环境

加强各部门统筹协调。统筹各部门资源和力量，加强政策协同，支持机器人产业创新发展。推动相关行业主管部门将机器人应用作为行业规划、政策重点方向，持续引导行业企业加大投入，加快机器人开发应用。强化标准、检测和认证等研发支撑体系建设。完善工业机器人标准体系，加强基础共性和关键技术标准、产品标准、核心零部件标准及系统集成标准等标准制修订。增强机器人检测与评定中心检测能力，推进工业机器人分级分类认证体系建设。加强行业自律，打造“中国机器人”品牌体系。倡导机器人产业健康发展。促进机器人在技术、市场、知识产权等领域的合作交流，共同建设、维护中国机器人品牌。

深化“软件定义” 推动软件产业做大做强

——《“十四五”软件和信息技术服务业发展规划》解读

中国电子技术标准化研究院院长 赵新华

软件是新一代信息技术的灵魂，是数字经济发展的基础，是制造强国、网络强国、数字中国建设的关键支撑。近日，工业和信息化部印发《“十四五”软件和信息技术服务业发展规划》（以下简称《规划》），为做大做强软件产业，充分释放“软件定义”创新活力指明了方向。

“软件定义”

已全面融入经济社会各领域

《规划》指出，“软件定义”是新一轮科技革命和产业变革的新特征和新标志，已成为驱动未来发展的重要力量。

（一）软件是科技创新的基础支撑

工业互联网、大数据、人工智能、区块链等新一代信息技术的关键核心都是软件。工业互联网平台本质是工业操作系统，应用服务层的核心是工业APP；人工智能产业的核心是软件开发框架；大数据从数据的采集到分析、交易，均由软件实现；区块链本质是一种分布式数据库软件。软件推动了众多领域的发展和突破。我国基因测序、干细胞研发等重要原创性科技突破，悟空、墨子等系列科学实验卫星的成功发射，以及载人航天、探月工程、深地探测、国产航母等战略性新兴产业技术创新成果的取得，都离不开软件的创新和支撑。

（二）软件为文化教育提供新的创新路径

软件助力中华优秀传统文化的繁荣兴盛。数字敦煌平台对敦煌石窟和相关文物进行全面的数字化采集、加工和存储，让不可移动的壁画抵达世界任何角落，使千年石窟“活”了起来。学习强国APP的注册用户超过1.3亿，日活率高达40%—60%，已成为最权威的思想库、最完整的核心数据库、最丰富的文化资源库。软件助力教育更加公平、开放、灵活。教育软件实现了网络课程的共建共享，让偏远地区和疫情地区的学生享受优质

● **“软件定义”是新一轮科技革命和产业变革的新特征和新标志，已成为驱动未来发展的重要力量。**

● **应供需两端发力，提升产业链供应链现代化水平，充分发挥“软件定义”的赋能、赋值、赋智作用。**

教育资源。2020年我国在线教育用户规模达到3.51亿人，在线教育市场规模超过4800亿元。

（三）软件为经济发展提供了不竭动能

软件成为产业巨头业务转型的重点方向。1990年全球市值前十大企业无一家软件企业，2000年仅有微软1家软件企业，2020年以软件为主要业务的企业占7家。达索系统从达索航空独立出来，并将其高端研发设计工业软件推广至全球航空制造业，并逐步延伸至水利、电力等领域。奔驰、大众等传统车企宣布推进软件化转型，以抢占未来汽车发展制高点。海尔集团围绕COSMOplat工业互联网平台，构建了庞大的生态圈，孵化和培育了上千家小微公司，创造了上百万就业机会。APP软件成为互联网的重要入口和价值实现的主要载体。据统计，苹果App Store在2020年的收入达到了640亿美元。我国是APP最大的市场，2020年我国应用商店支出达到519亿美元，占全球40%。一个头部APP就有可能诞生一家千亿级企业，如今日头条、美团等APP，为所属企业带来了千亿市值。

（四）软件是金融系统安全稳定运行的保障

软件是金融信息系统的基础。数据库软件为银行、证券、保险等金融机构提供了安全稳定的数据管理服务。云计算、大数据、人工智能、区块链等新兴平台软件为金融科技创新提供了新的路径。软件驱动金融业务场景变革。移动支付软件改变了人们的线下消费方式，加速“无现金”社会到来。老百姓越来越习惯使用微信、支付宝等“智能终端+二维码”的支付方式，享受软件

带来的便捷。据统计，2020年我国第三方支付移动支付交易规模达249.2万亿元。微信、支付宝已应用于全球200多个国家和地区。

（五）软件是维护意识形态安全的重要载体

软件潜移默化的影响着使用者的意识形态。微博、微信朋友圈和小程序、抖音短视频等软件满足了现代生活快节奏、碎片化的需求，成为公民获取信息的重要渠道。微博日活用户超过2.2亿，微信小程序日活用户超过4.3亿，抖音日活用户超过了6亿。西方国家借助各类软件输出价值理念，操控舆论导向。推特、脸书等软件经常被用来宣扬西方价值观，成为鼓吹推翻国家政权、煽动宗教极端主义、宣扬民族分裂思想、教唆暴力恐怖活动的工具，从中东北非的颜色革命开始，伦敦骚乱、巴黎恐怖袭击、委内瑞拉动乱以及中国香港地区非法“占中”都不乏其身影。

我国软件产业 机遇和挑战并存

《规划》指出，“十三五”期间，党中央、国务院高度重视软件和信息技术服务业发展，持续加强顶层设计，建立健全政策体系。面对错综复杂的国际环境和新冠肺炎疫情，我国软件产业仍然取得长足进步，稳中求进，产业发展的韧性和潜力全面显现，“软件定义”加快赋能各行业转型升级。

一是规模效益同步增长。软件业务收入从2015年的4.28万亿元增长至2020年的8.16万亿元，年均增长率达13.8%，占信息

产业比重从2015年的28%增长到2020年的40%。**二是标准支撑作用凸显。**“十三五”期间，制定了269项软件国家标准、43项行业标准和一批团体标准，支撑操作系统、数据库、办公软件等取得一系列标志性成果，部分新兴平台软件、应用软件达到国际先进水平。**三是骨干企业实力提升。**百强企业收入占全行业比重超过25%，收入超千亿元的企业达10家，2家企业跻身全球企业市值前十强。四是产业集聚效应显现。14家中国软件名城的软件业务收入占全国的79%；软件园区发展迅速，达到289家，基本覆盖全部省份，软件业务收入接近全国的80%。

我国软件产业虽然取得了丰硕成果，但综合实力与发达国家仍存在较大差距。美国拥有微软、谷歌、甲骨文等众多软件巨头，控制着操作系统、数据库、工业软件命脉，占据软件标准化的主导地位，实力处于第一梯队。德国、英国、法国、日本等国家凭借较高的软件工程化能力和质量管理水平，在工业软件、嵌入式软件领域领先，处于全球第二梯队。我国软件产业总体上呈现基础弱、应用强、新兴领域加速发展的特点，在应用环境、标准研制等方面落后于发达国家，处于第三梯队向第二梯队爬坡的关键时期。

释放“软件定义”创新活力

推动软件产业做大做强

今年10月，习近平总书记在中共中央政治局第三十四次集体学习时强调，要全面推进产业化、规模化应用，重点突破关键软

件，推动软件产业做大做强，提升关键软件技术创新和供给能力。要深入贯彻习近平总书记重要指示批示精神，遵循“应用牵引、整机带动、生态培育”的软件产业发展规律，推动《规划》落地实施。

一方面，供需两端发力，提升产业链供应链现代化水平。一是深化应用牵引。聚焦船舶、航空、航天、电子等重点行业，金融、建筑、能源等重点领域，加强关键软件应用推广。通过中国软件名城、中国软件名园创建，引导各地开放应用场景，形成关键软件应用“样板间”。二是攻关关键软件。基于应用侧需求，研制基础软件、工业软件标准，支撑补齐短板弱项；前瞻布局新兴平台软件标准，通过标准引领，拓宽大数据、云计算、人工智能等领域长板优势；完善共性技术、软件价值和质量标准，强化基础保障能力。三是培育开源生态。加快提升开放原子开源基金会在知识产权托管、项目孵化、社区运营等方面的能力；通过“开源+标准”的方式凝聚共识，将成熟的开源成果转化为标准，推动创新应用与经验总结之间的迭代优化。

另一方面，充分发挥“软件定义”的赋能、赋值、赋智作用，全面支撑制造强国、网络强国、数字中国建设。在科技创新领域，推动大数据软件、人工智能软件在基础研究、应用研究和产品开发中的深化应用，降低创新成本，提高创新效率。在文化教育领域，为优秀文化资源数字化转化和开发提供优质信息技术服务，提升数字文化产业水平；推进“互联网+教育”，构建形式多样的在线教育平台，推出更多优质网络课堂，促进优质教育资源均等化。在经济领域，深化软件在工业、农业、服务业以及社会各领域的应用，加快推动实体经济数字化转型。在金融领域，深化软件在金融产品、经营模式、业务流程创新等方面的应用。推动金融发展提质增效，增强金融监管和风险防范能力。在意识形态领域，利用软件推动多媒体传播，拓宽主流媒体的社会化传播渠道，构建与新业态发展相适应的监管方式，牢牢掌握网络意识形态工作主动权。