

机器人产业发展规划（2016-2020 年）发布

机器人既是先进制造业的关键支撑装备，也是改善人类生活方式的重要切入点。无论是在制造环境下应用的工业机器人，还是在非制造环境下应用的服务机器人，其研发及产业化应用是衡量一个国家科技创新、高端制造发展水平的重要标志。大力发展机器人产业，对于打造中国制造新优势，推动工业转型升级，加快制造强国建设，改善人民生活水平具有重要意义。

为贯彻落实好《中国制造 2025》将机器人作为重点发展领域的总体部署，推进我国机器人产业快速健康可持续发展，特制定本规划，规划期为 2016-2020 年。

一、现状与形势

自 1954 年世界上第一台机器人诞生以来，世界工业发达国家已经建立起完善的工业机器人产业体系，核心技术与产品应用领先，并形成了少数几个占据全球主导地位的机器人龙头企业。特别是国际金融危机后，这些国家纷纷将机器人的发展上升为国家战略，力求继续保持领先优势。近五年来，全球工业机器人销量年均增速超过 17%，2014 年销量达到 22.9 万台，同比增长 29%，全球制造业机器人密度（每万名工人使用工业机器人数量）平均值由 5 年前的 50 提高到 66，其中工业发达国家机器人密度普遍超过 200。与此同时，服务机器人发展迅速，应用范围日趋广泛，以手术机器人为代表的医疗康复机器人形成了较大产业规模，空间机器人、仿生机器人和反恐防暴机器人等特种作业机器人实现了应用。

我国机器人研发起步于 20 世纪 70 年代，近年来，在一系列政策支持下及市场需求的拉动下，我国机器人产业快速发展。2014 年自主品牌工业机器人销量达到 1.7 万台，较上年增长 78%。服务机器人在科学考察、医疗康复、教育娱乐、家庭服务等领域已经研制出一系列代表性产品并实现应用。自 2013 年起我国成为全球第一大工业机器人应用市场，2014 年销量达到 5.7 万台，同比增长 56%，占全球销量的 1/4，机器人密度由 5 年前的 11 增加到 36。

虽然我国机器人产业已经取得了长足进步，但与工业发达国家相比，还存在较大差距。主要表现在：机器人产业链关键环节缺失，零部件中高精度减速器、伺服电机和控制器等依赖进口；核心技术创新能力薄弱，高端产品质量可靠性低；机器人推广应用难，市场占有率亟待提高；企业“小、散、弱”问题突出，产业竞争力缺乏；机器人标准、检测认证等体系亟待健全。

当前，随着我国劳动力成本快速上涨，人口红利逐渐消失，生产方式向柔性、智能、精细转变，构建以智能制造为根本特征的新型制造体系迫在眉睫，对工业机器人的需求将呈现

大幅增长。与此同时，老龄化社会服务、医疗康复、救灾救援、公共安全、教育娱乐、重大科学研究等领域对服务机器人的需求也呈现出快速发展的趋势。“十三五”时期是我国机器人产业发展的关键时期，应把握国际机器人产业发展趋势，整合资源，制定对策，抓住机遇，营造良好发展环境，促进我国机器人产业实现持续健康快速发展。

二、总体要求

（一）指导思想

全面贯彻落实党的十八大和十八届三中、四中、五中全会精神，坚持创新、协调、绿色、开放、共享发展理念，加快实施《中国制造 2025》，紧密围绕我国经济转型和社会发展的重大需求，坚持“市场主导、创新驱动、强化基础、质量为先”原则，“十三五”期间聚焦“两突破”、“三提升”，即实现机器人关键零部件和高端产品的重大突破，实现机器人质量可靠性、市场占有率和龙头企业竞争力的大幅提升，以企业为主体，产学研用协同创新，打造机器人全产业链竞争能力，形成具有中国特色的机器人产业体系，为制造强国建设打下坚实基础。

市场主导就是坚持以市场需求为导向，以企业为主体，充分发挥市场对机器人研发方向、路线选择、各类要素配置的决定作用。创新驱动就是加强机器人创新体系建设，加快形成有利于机器人创新发展的新机制，优化商业和服务模式，打造公共创新平台。强化基础就是加强机器人共性关键技术研究，建立完善机器人标准体系及检测认证平台，夯实产业发展基础。质量为先就是提高机器人关键零部件及高端产品的质量可靠性，提升自主品牌核心竞争力。

（二）发展目标

经过五年的努力，形成较为完善的机器人产业体系。技术创新能力和国际竞争能力明显增强，产品性能和质量达到国际同类水平，关键零部件取得重大突破，基本满足市场需求。2020 年具体目标如下：

产业规模持续增长。自主品牌工业机器人年产量达到 10 万台，六轴及以上工业机器人年产量达到 5 万台以上。服务机器人年销售收入超过 300 亿元，在助老助残、医疗康复等领域实现小批量生产及应用。培育 3 家以上具有国际竞争力的龙头企业，打造 5 个以上机器人配套产业集群。

技术水平显著提升。工业机器人速度、载荷、精度、自重比等主要技术指标达到国外同类产品水平，平均无故障时间（MTBF）达到 8 万小时；医疗健康、家庭服务、反恐防暴、救灾救援、科学研究等领域的服务机器人技术水平接近国际水平。新一代机器人技术取得突破，智能机器人实现创新应用。

关键零部件取得重大突破。机器人用精密减速器、伺服电机及驱动器、控制器的性能、精度、可靠性达到国外同类产品水平，在六轴及以上工业机器人中实现批量应用，市场占有率达到 50%以上。

集成应用取得显著成效。完成 30 个以上典型领域机器人综合应用解决方案，并形成相应的标准和规范，实现机器人在重点行业的规模化应用，机器人密度达到 150 以上。

三、主要任务

（一）推进重大标志性产品率先突破

推进工业机器人向中高端迈进。面向《中国制造 2025》十大重点领域及其他国民经济重点行业的需求，聚焦智能生产、智能物流，攻克工业机器人关键技术,提升可操作性和可维护性,重点发展弧焊机器人、真空（洁净）机器人、全自主编程智能工业机器人、人机协作机器人、双臂机器人、重载 AGV 等六种标志性工业机器人产品，引导我国工业机器人向中高端发展。

促进服务机器人向更广领域发展。围绕助老助残、家庭服务、医疗康复、救援救灾、能源安全、公共安全、重大科学研究等领域，培育智慧生活、现代服务、特殊作业等方面的需求，重点发展消防救援机器人、手术机器人、智能型公共服务机器人、智能护理机器人等四种标志性产品，推进专业服务机器人实现系列化，个人/家庭服务机器人实现商品化。

专栏一 十大标志性产品

——**弧焊机器人**。6 自由度多关节机器人，中厚板弧焊机器人额定负载 $\geq 10\text{kg}$ ，薄板弧焊机器人额定负载 6kg 。实现焊缝轨迹电弧跟踪、高压接触感知、焊缝坡口宽度电弧跟踪等关键技术的应用。

——**真空（洁净）机器人**。真空最大负载 15kg ，洁净最大负载 210kg ，重复定位精度 $\pm 0.05\sim 0.1\text{mm}$ ，实现真空环境下传动润滑、直驱控制、动态偏差检测与校正及碰撞检测与保护等关键技术的应用。

——**全自主编程智能工业机器人**。6 自由度以上，适应工件尺寸范围在 $1\text{m} \times 1\text{m} \times 0.3\text{m}$ 以上，具有智能工艺专家系统，可自动获取信息生成作业程序，全过程非示教，自动编程时间小于 1 秒，满足喷涂、抛光、打磨等复杂的作业要求。

——**人机协作机器人**。6 自由度以上的多关节机器人，自重负载比小于 4，重复定位精度 $\pm 0.05\text{mm}$ ，力控精度 $< 5\text{N}$ ，碰撞安全监测响应时间 $< 0.3\text{s}$ ，选配本体感应皮肤的整臂安全感应距离 $< 1\text{cm}$ ，防护等级 IP54，适用于柔性、灵活度和精准度要求较高的行业如电子、医药、

精密仪器等行业，满足更多工业生产中的操作需要。

——**双臂机器人**。每个单臂 6 自由度以上，关节转动速度 $\geq \pm 180^\circ /s$ ，双臂平均功耗 $< 500W$ ，带双臂碰撞检测的路径规划功能，集成双目视觉定位误差 $< 1mm$ ，2 指/3 指柔性手爪行程 $\geq 50mm$ ，抓取力 $\geq 30N$ ，重复定位精度 $\pm 0.05mm$ ，适用于 3C 电子等行业的零件组装产线。

——**重载 AGV**。驱动方式：全轮驱动；最大负载能力 40000kg；最大速度：直线 20m/min；转弯半径：2m；辅助磁导航精度： $\pm 10mm$ ；防碰装置：激光防碰；举升装置：车体自举升；举升行程：最大 100mm。

——**消防救援机器人**。满足自然灾害和恶性事故等现场对灾情侦察和快速处理的需求，在高温高压、有毒有害等特殊环境下，可完成人员搜索、灾情探测定位、定点抛投、排障、灭火和救援等任务。

——**手术机器人**。冗余机械臂的自由度数目不小于 6 个，最高重复位置精度优于 1mm，选取点上的测量误差不大于 1%，可完成各类相关手术。

——**智能型公共服务机器人**。导航方式：激光 SLAM，最大移动速度 0.6m/s，定位精度 $\pm 100mm$ ，定位航向角精度 $\pm 5^\circ$ ，最大工作时间 3h，手臂数量 2，单臂自由度 2-7，头部自由度 1-2，具备自主行走、人机交互、讲解、导引等功能。

——**智能护理机器人**。面向老人照护需求，具有智能感知识别、自主移动等能力，与用户进行交流，辅助老人进行家务劳动，提供多样性的护理服务。

（二）大力发展机器人关键零部件

针对 6 自由度及以上工业机器人用关键零部件性能、可靠性差，使用寿命短等问题，从优化设计、材料优选、加工工艺、装配技术、专用制造装备、产业化能力等多方面入手，全面提升精密减速器、高性能机器人专用伺服电机和驱动器、高速高性能控制器、传感器、末端执行器等五大关键零部件的质量稳定性和批量生产能力，突破技术壁垒，打破长期依赖进口的局面。

专栏二 五大关键零部件

——**高精度减速器**。通过发展高强度耐磨材料技术、加工工艺优化技术、高速润滑技术、高精度装配技术、可靠性及寿命检测技术以及新型传动机理的探索，发展适合机器人应用的高效率、低重量、长期免维护的系列化减速器。

——**高性能机器人专用伺服电机和驱动器**。通过高磁性材料优化、一体化优化设计、加工装配工艺优化等技术的研究，提高伺服电机的效率，降低功率损失，实现高功率密度。发展

高力矩直接驱动电机、盘式中空电机等机器人专用电机。

——**高速高性能控制器**。通过高性能关节伺服、振动抑制技术、惯量动态补偿技术、多关节高精度运动解算及规划等技术的发展，提高高速变负载应用过程中的运动精度，改善动态性能。发展并掌握开放式控制器软件开发平台技术，提高机器人控制器可扩展性、可移植性和可靠性。

——**传感器**。重点开发关节位置、力矩、视觉、触觉等传感器，满足机器人产业的应用需求。

——**末端执行器**。重点开发抓取与操作功能的多指灵巧手和具有快换功能的夹持器等末端执行器，满足机器人产业的应用需求。

（三）强化产业创新能力

加强共性关键技术研究。针对智能制造和工业转型升级对工业机器人的需求和智慧生活、现代服务和特殊作业对服务机器人的需求，重点突破制约我国机器人发展的共性关键技术。积极跟踪机器人未来发展趋势，提早布局新一代机器人技术的研究。

建立健全机器人创新平台。充分利用和整合现有科技资源和研发力量，组建面向全行业的机器人创新中心，打造政产学研用紧密结合的协同创新载体。重点聚焦前沿技术、共性关键技术研究。

加强机器人标准体系建设。开展机器人标准体系的顶层设计，构建和完善机器人产业标准体系，加快研究制订产业急需的各项技术标准，支持机器人评价标准的研究和验证，积极参与国际标准的制修订。

建立机器人检测认证体系。建立并完善以国家机器人检测与评定中心为代表的机器人检验与认证机构，推动建立机器人第三方评价和认证体系，开展机器人整机及关键功能部件的检测与认证工作。

专栏三 基础能力建设重点

——**机器人共性关键技术**。1.工业机器人关键技术：重点突破高性能工业机器人工业设计、运动控制、精确参数辨识补偿、协同作业与调度、示教/编程等关键技术。2.服务机器人关键技术：重点突破人机协同与安全、产品创意与性能优化设计、模块化/标准化体系结构设计、信息技术融合、影像定位与导航、生肌电感知与融合等关键技术。3.新一代机器人技术：重点开展人工智能、机器人深度学习等基础前沿技术研究，突破机器人通用控制软件平台、人机共存、安全控制、高集成一体化关节、灵巧手等核心技术。

——**机器人创新中心**。重点围绕人工智能、感知与识别、机构与驱动、控制与交互等方面开

展基础和共性关键技术研究，深入开展在高端制造业、灾难应急处理、医疗康复、助老助残等领域的前沿基础研究和应用基础研究，推进科技成果的转移扩散和商业化应用，为企业提供共性技术支持和服务，强化国际交流与合作，培养机器人专业研发设计人才。

——**机器人产业标准**。发挥企业参与制修订标准的积极性，按照产业发展的迫切度，研究制订一批机器人国家标准、行业标准和团体标准，主要包括机器人用 RV 减速机通用技术条件等通用技术标准、机器人整机电磁兼容技术要求和试验方法等检测标准、个人护理机器人安全要求等安全标准、工业机器人编程和操作图形用户接口等通信控制标准、设计平台标准和喷涂机器人系统应用规范等应用标准。

——**国家机器人检测与评定中心**。面向机器人整机及关键功能部件两方面内容开展检测与评定工作，整机性能评价包括：安全、性能、环境适应性、噪音水平、电磁兼容性、可靠性及测控软件评价等；功能部件检测评定包括：零件质量、零部件安全及性能、噪声、环境适应性、材质和接口等。

（四）着力推进应用示范

为满足国家战略和民生重大需求，加强质量品牌建设，积极开展机器人的应用示范。围绕制造业重点领域，实施一批效果突出、带动性强、关联度高的典型行业应用示范工程，重点针对需求量大、环境要求高、劳动强度大的工业领域以及救灾救援、医疗康复等服务领域，分步骤、分层次开展细分行业的推广应用，培育重点领域机器人应用系统集成商及综合解决方案服务商，充分利用外包服务、新型租赁等模式，拓展工业机器人和服务机器人的市场空间。

专栏四 机器人推广应用计划

通过提高企业质量意识，促进企业实施以质量为先的经营管理，完善产品检测认证制度，推广先进质量管理方法，加强制造过程管理等措施，推进质量保障能力建设，提高机器人产品的质量可靠性，提升用户使用机器人的信心。

在工业机器人用量大的汽车、电子、家电、航空航天、轨道交通等行业，在劳动强度大的轻工、纺织、物流、建材等行业，在危险程度高的化工、民爆等行业，在生产环境洁净度要求高的医药、半导体、食品等行业，推进工业机器人的广泛应用。在救灾救援领域，推进专业服务机器人在自然灾害、火灾、核事故、危险品爆炸现场的示范应用等。

开展陪护与康复训练机器人在失能与认知障碍人群中的试点示范，开展智能假肢与外骨骼机器人在行动障碍人群中的试点示范，开展手术机器人在三甲医院智能手术中心的试点示范，

大力推进服务机器人在医疗、助老助残、康复等领域的推广应用。

（五）积极培育龙头企业

引导企业围绕细分市场向差异化方向发展，开展产业链横向和纵向整合，支持互联网企业与传统机器人企业的紧密结合，通过联合重组、合资合作及跨界融合，加快培育管理水平先进、创新能力强、效率高、效益好、市场竞争力强的龙头企业，打造知名度高、综合竞争力强、产品附加值高的机器人国际知名品牌。大力推进研究院所、大专院校与机器人产业紧密结合，充分发挥龙头企业带动作用，以龙头企业为引领形成良好的产业生态环境，带动中小企业向“专、精、特、新”方向发展，形成全产业链协同发展的局面。

四、保障措施

（一）加强统筹规划和资源整合

强化顶层设计，统筹协调工业管理、发展改革、科技、财政等各部门的资源 and 力量，形成合力，支持自主创新，推动我国机器人产业健康发展；加强对区域产业政策的指导，形成国家和地方协调一致的产业政策体系；鼓励有条件的地区、园区发展机器人产业集群，引导机器人产业链及生产要素的集中集聚。

（二）加大财税支持力度

通过工业转型升级、中央基建投资等现有资金渠道支持机器人及其关键零部件产业化和推广应用；利用中央财政科技计划（专项、基金等）支持符合条件的机器人及其关键零部件研发工作；通过首台（套）重大技术装备保险补偿机制，支持纳入《首台（套）重大技术装备推广应用指导目录》的机器人应用推广；根据国内机器人产业发展情况，逐步取消关税减免政策，发挥关税动态保护作用；落实好企业研发费用加计扣除等政策，鼓励企业加大技术研发力度、提升技术水平。

（三）拓宽投融资渠道

鼓励各类银行、基金在业务范围内，支持技术先进、优势明显、带动和支撑作用强的机器人项目；鼓励金融机构与机器人企业成立利益共同体，长期支持产业发展；积极支持符合条件的机器人在海内外资本市场直接融资和进行海内外并购；引导金融机构创新符合机器人产业链特点的产品和业务，推广机器人租赁模式。

（四）营造良好的市场环境

制定工业机器人产业规范条件，促进各项资源向优势企业集中，鼓励机器人产业向高端化发展，防止低水平重复建设；研究制订机器人认证采信制度，国家财政资金支持的项目应

采购通过认证的机器人，鼓励地方政府建立机器人认证采信制度；加强机器人知识产权保护制度建设；研究建立机器人行业统计制度；充分发挥行业协会、产业联盟和服务机构等行业组织的作用，构建机器人产业服务平台。

（五）加强人才队伍建设

组织实施机器人产业人才培养计划，加强大专院校机器人相关专业学科建设，加大机器人职业培训教育力度，加快培养机器人行业急需的高层次技术研发、管理、操作、维修等各类人才；利用国家千人计划，吸纳海外机器人高端人才创新创业。

（六）扩大国际交流与合作

充分利用政府、行业组织、企业等多渠道、多层次地开展技术、标准、知识产权、检测认证等方面的国际交流与合作，不断拓展合作领域；鼓励企业积极开拓海外市场，加强技术合作，提供系统集成、产品供应、运营维护等全面服务。

五、规划实施

由工业和信息化部、发展改革委牵头负责组织规划实施，建立各部门分工协作、共同推进的工作机制，建立规划实施动态评估机制。地方工业和信息化、发展改革主管部门及相关企业结合本地区和本企业实际情况，制订与本规划相衔接的实施方案。相关行业协会及中介组织要发挥桥梁和纽带作用，及时反映规划实施过程中出现的新情况、新问题，提出政策建议。