

中国机器人产业发展报告 (2021 年)

中国电子学会
二零二一年九月

目 录

内容摘要.....	1
第一章 全球机器人产业发展趋势及特征.....	3
一、全球市场保持增长，服务机器人成为重要支撑力量.....	3
（一）工业机器人：市场逐渐回暖，亚洲市场支柱地位明显.....	4
（二）服务机器人：新一代人工智能兴起，行业迎来快速发展新机遇.....	5
（三）特种机器人：新兴应用领域持续涌现，市场规模增速稳定.....	6
二、智能化、互联化趋势显著，应用场景不断下沉.....	7
（一）工业机器人：可控制性明显提升，人机协作不断走向深入.....	8
（二）服务机器人：认知智能程度加深，仿生机器人等新兴方向创新活跃..	9
（三）特种机器人：智能化水平不断提高，复杂环境下作业效率得到改善	10
三、新型产品和新兴场景持续涌现，龙头企业加大高潜力赛道布局力度.....	12
（一）工业机器人：协作机器人受到广泛关注，重点企业推广智能制造生产模式.....	12
（二）服务机器人：机器人应用场景持续丰富，移动机器人获行业龙头关注.....	13
（三）特种机器人：灾后救援成为热点应用方向，采矿机器人开始向深海空间拓展.....	15
第二章 我国机器人产业发展趋势及特征.....	16
一、我国机器人市场需求全球领先，是支撑机器人产业的发展的中坚力量.....	16
（一）工业机器人：智能制造加速升级，市场规模持续增长.....	16
（二）服务机器人：需求潜力巨大，市场空间持续拓展.....	17
（三）特种机器人：使用场景持续扩展，应用市场蓄势待发.....	18
二、我国机器人关键技术快速突破，产业化基础及发展环境持续优化.....	19
（一）工业机器人：国产化自主进程提速，应用领域向更多行业拓展.....	19
（二）服务机器人：智能技术居世界前列，创新产品大量涌现.....	20
（三）特种机器人：企业提升自主研发能力，面向共性需求研发通用型产品.....	22
三、自主研发与投资并购双轮驱动，机器人创新应用生态走向成熟.....	23

(一) 工业机器人：龙头企业打造生态矩阵，海外扩张步伐进一步加速....	23
(二) 服务机器人：产品研发以实用为导向，推动机器人应用场景不断下沉	25
(三) 特种机器人：新型产品不断涌现，持续在新兴应用领域探索布局....	26
第三章 我国各区域机器人产业发展水平.....	28
一、长三角地区：综合实力依然领先，产业链关键环节自主创新不断深化.....	28
(一) 产业规模保持增长态势.....	29
(二) 产业链国产化率不断提升.....	30
(三) 把握机遇加快高质量自主创新.....	31
(四) 基于重点城市形成区域性产业集聚.....	31
(五) 打造创新要素活跃的产业发展生态.....	32
二、珠三角地区：应用需求推动产业规模持续扩大，重点企业开展跨界创新与协同布局.....	33
(一) 推广工业机器人应用以创造规模经济.....	34
(二) 产业结构发展相对成熟.....	34
(三) 持续激发企业等创新主体发展潜能.....	35
(四) 中小企业较多且创新活跃.....	36
(五) 区域政策带动高质量创新要素供给.....	36
三、京津冀地区：协同发展格局不断深化，机器人高端创新与人才集聚能力持续提升.....	37
(一) 定制化、智能化发展特征明显.....	38
(二) 高端产品市场方面保持领先.....	39
(三) 创新资源丰富且组织方式灵活.....	39
(四) 龙头企业及重点项目缺乏导致集聚程度有限.....	40
(五) 基于人才资源优势构建三地协同发展格局.....	40
四、东北地区：头部企业表现强劲，人才、资本等创新要素集聚水平仍需提升	41
(一) 高端工业机器人拉动市场规模持续提升.....	42
(二) 产业链关键环节企业占比稳步增加.....	43

(三) 积极引入外地企业增强区域创新能力.....	43
(四) 龙头企业规模及影响力不断提升.....	44
(五) 人才与资本支持强度仍显不足.....	44
五、中部地区：重点引入国内优势发展区域外溢资源，提升关键环节创新能力并优化产业链结构.....	45
(一) 通过行业龙头引进提升产业规模.....	46
(二) 区域内特色产业布局能力有限.....	46
(三) 通过组建联盟及技术成果转化提高创新能力.....	47
(四) 产业集聚及品牌建设情况有所改善.....	47
(五) 通过政策引导加强产学研协同布局.....	48
六、西部地区：产业规模与质量进步明显，需持续构建创新驱动的高质量发展体系.....	49
(一) 实现涵盖各类主体和创新要素的产业链平衡发展.....	50
(二) 坚持“由点到链”的产业结构优化思路.....	50
(三) 企业运营压力较大导致创新投入相对不足.....	51
(四) 稳定增长的市场空间推动龙头企业加速集聚.....	51
(五) 持续打造有利于机器人发展的创新环境.....	52
第四章 我国机器人产业发展分析结论.....	53
一、重点经济区域结合自身差异化优势发展机器人产业.....	53
二、核心零部件技术、工艺持续增强，国产化率提升.....	54
三、各地结合自身产业基础发展具有地方特点的人才培养方式.....	55
四、国内外机器人企业合作方式持续拓展，“出海”成为战略大方向.....	55
五、产业园区建设加快，重点任务逐步从吸引企业入驻向服务全产业链迁移..	56
六、系统集成领域汇聚众多创业公司，产业联盟的形成为中小企业提供凝聚力.....	56
第五章 我国机器人产业发展政策建议.....	58
一、进一步明确机器人产业发展的目标定位，发挥政策的合理引导与精准扶持优势.....	58
二、加快机器人自主创新步伐，发挥重点科研平台和技术研发平台的驱动作用.....	59

三、积极推动机器人在细分产业的应用示范，加快建设智能机器人的高质量应用场景.....	60
四、提升机器人公共服务水平，重点布局机器人标准及检测认证体系建设.....	61
五、有效拓宽机器人企业投融资渠道，加快各层次机器人产业人才梯队构建..	62
六、积极搭建机器人产业开放式资源共享平台，推动高质量深层次国际合作..	63

图表目录

图 1	2021 年全球机器人市场结构.....	4
图 2	2016-2023 年全球服务机器人销售额及增长率.....	5
图 3	2016-2023 年全球服务机器人销售额及增长率.....	6
图 4	2016-2023 年全球特种机器人销售额及增长率.....	7
图 5	2021 年我国机器人市场结构.....	16
图 6	2016-2023 年我国工业机器人销售额及增长率.....	17
图 7	2016-2023 年我国服务机器人销售额及增长率.....	18
图 8	2016-2023 年我国特种机器人销售额及增长率.....	19
图 9	长三角地区机器人产业发展雷达图.....	29
图 10	珠三角地区机器人产业发展雷达图.....	34
图 11	京津冀地区机器人产业发展雷达图.....	38
图 12	东北地区机器人产业发展雷达图.....	42
图 13	中部地区机器人产业发展雷达图.....	46
图 14	西部地区机器人产业发展雷达图.....	49

内容摘要

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。近年来，我国机器人产业快速发展，即便受到疫情影响，2020年我国工业机器人市场仍然为全球贡献了40%左右的份额，连续多年稳坐世界最大机器人消费国地位。持续高涨的应用市场需求，有力拉动机器人产业技术创新、产品研发、系统集成、人才培养及公共服务体系建设，为我国机器人产业发展营造良好的生态环境。本报告旨在综合分析全球和我国机器人产业发展趋势及特征，围绕产业的规模效益、结构水平、创新能力、集聚情况和发展环境等方面，综合分析评价长三角、珠三角、京津冀、东北、中部和西部全国六大区域的机器人产业发展现状及水平，并围绕区域优势、核心技术创新、人才培养、生态培育、对外合作、园区建设等方面，归纳我国机器人产业趋势特征与潜在问题。在此基础上，提出明确发展定位目标，加快自主创新步伐，推广重点领域的应用普及，加速成果转移转化、标准制定、评测认证等公共服务发展，拓宽投融资并加快人才培养，搭建开放式共享平台等方面的发展建议。

中国机器人产业发展报告（2021 年）

国家“十四五”规划纲要明确指出，推动制造业优化升级，深入实施智能制造和绿色制造工程，培育先进制造业集群，推动包括机器人在内的高端制造产业创新发展。近年来，我国工业机器人领域核心共性技术与智能化水平快速提升，本体研发、系统集成、关键零部件生产得到充分发展，为制造业提质增效、换档升级提供了全新动能。此外，依托人工智能、云计算、大数据、物联网等技术的普及使用，服务机器人的功能场景不断拓展，带动相关市场规模的高速增长。在新冠病毒肺炎疫情防控期间，消毒、配送、测温、巡检等各类机器人“火线上岗”，为有效抗击疫情做出积极贡献。在我国机器人产业蓬勃发展的同时，仍然面临核心技术突破不足、创新要素配置有待优化、市场发展环境规范程度有待提升等问题，需要引起有关各方的高度重视。

近年来，中国电子学会持续开展中国机器人产业研究工作，对国内典型机器人集聚区域进行系统评估与综合考量，客观评价我国机器人产业及市场真实发展状况。在以往研究分析的基础上，结合最新发展现状及趋势特征，形成本年度机器人产业发展报告，希望能够为推动我国机器人产业高质量发展贡献微薄力量。

第一章 全球机器人产业发展趋势及特征

2021 年，全球机器人市场规模保持增长，但受疫情影响增速放缓，工业机器人市场自 2019 年后，再次出现负增长现象，服务、特种机器人因疫情“非接触”的使用场景增加，增速较为稳定。近年来，全球机器人领域相关创新机构与科技企业围绕人工智能、人机协作、多技术融合等领域不断探索，在仓储运输、智能工厂、医疗康复等领域的应用不断深入，推动机器人成为构建后疫情时代生产力的核心力量。

一、全球市场保持增长，服务机器人成为重要支撑力量

2021 年，全球机器人市场规模预计将达到 335.8 亿美元，2016-2021 年的平均增长率约为 11.5%。其中，工业机器人 144.9 亿美元，服务机器人 125.2 亿美元，特种机器人 65.7 亿美元。随着疫情在全球范围内得到控制，机器人市场也将逐渐回暖，预计到 2023 年，全球机器人市场规模将突破 477 亿美元。

图 1 2021 年全球机器人市场结构



资料来源：IFR，中国电子学会整理

（一）工业机器人：市场逐渐回暖，亚洲市场支柱地位明显

全球疫情持续蔓延在一定程度上限制了机器人下游应用市场需求，同时因为销售周期性变化和饱和度影响等问题，2020 年全球工业机器人市场出现较大程度下滑。2021 年，随着疫情逐渐被控制，全球经济呈现复苏趋势，更多人机协同的需求场景被发现激活，机器人产业迎来新的发展机遇。同时，得益于中国率先突破疫情封锁，打开市场需求，全球工业机器人市场销售额较 2020 年有所提升。IFR 发布最新数据显示，受制造业自动化改造需求影响，2020 年中国、日本、美国、韩国和德国等主要国家工业机器人的年装机量合计超过全球 72.9%。2021 年全球工业机器人销售额预计将达到 144.9 亿美元，其中亚洲销售额 95.6 亿美元，欧洲销售

额 25.8 亿美元，北美地区销售额达到 16.7 亿美元。预计到 2023 年，全球机器人市场将恢复疫情之前的增速状态，销售额将有望突破 176 亿美元，其中亚洲仍将是最大的销售市场。此外，全球制造业领域工业机器人使用密度已经达到 113 台/万人，机器换人趋势特征日益明显。

图 2 2016-2023 年全球服务机器人销售额及增长率



资料来源：IFR，中国电子学会整理

（二）服务机器人：新一代人工智能兴起，行业迎来快速发展新机遇

当前，以深度学习、知识图谱为代表的新一代人工智能技术已经逐步脱离单纯以学术为驱动的发展模式，在基建、商业、民生、社会服务等领域得到广泛应用。服务机器人充分融合计算机视觉、语音识别、自然语言处理、知识图谱等人工智能技术，智能化水平显著提升，无论产品应用的广度，或是技术深度都产生了可观的进步。2016 年以来，全球服务机器人市场规模年均增速达 23.8%，2021 年预计达到了 125.2

亿美元，其中家用服务机器人、医疗服务机器人和公共服务机器人市场规模预计分别为 82 亿美元、13 亿美元和 31 亿美元，家用服务机器人市场规模占比最高达 65%。到 2023 年，全球服务机器人市场有望突破 201 亿美元，上下游相关产业市场规模也将同步增长。

图 3 2016-2023 年全球服务机器人销售额及增长率



资料来源：IFR，中国电子学会整理

（三）特种机器人：新兴应用领域持续涌现，市场规模增速稳定

随着全球地区局势复杂、极端天气频发等问题日益凸显，在军事应用、治安维护、抢险救灾、水下勘探、高空作业等高危场景中，特种机器人可以部分替代，甚至全部替代人工作业，在安全性、时效性、保质性等方面有效满足需求。此外，激光传感器、低速无人驾驶、卫星遥感、5G 等技术的应用显著提升特种机器人性能，使之充分具备高鲁棒性、

灵活性、多操作性等功能特征。2016 年以来，全球特种机器人产业规模年均增速达 17.8%，2021 年将达到 65.7 亿美元。至 2023 年，预计全球特种机器人市场规模将超过 99 亿美元。

图 4 2016-2023 年全球特种机器人销售额及增长率



资料来源：IFR，中国电子学会整理

二、智能化、互联化趋势显著，应用场景不断下沉

随着人工智能、大数据、5G、云计算等新一代信息技术的飞速发展，机器人能力边界持续拓展。在模块化应用、离散型场景、复杂的干扰环境、多发的不可控因素等变量叠加影响下，对机器人的要求不再局限于本体的灵活性和自动化，易控、智能、互联成为产品的重要发展方向，技术创新也围绕着安全的人机协同、人工智能和物联网等重点方向展开。

（一）工业机器人：可控制性明显提升，人机协作不断走向深入

多项技术升级推动工业机器人产品可控性提升。工业机器人系统往往需要众多外围设备，例如工装夹具、传送带、焊接变位机、移动导轨等，这些配件与机器人本体之间的高效配合与精确协同成为工业机器人创新发展重要的发展方向。作为“机电融合”的代表产品，机器人电子控制技术是协同各部分的关键。可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC）因其在扩展性和可靠性方面的优势，目前已广泛应用于工业机器人领域。此外，PLC 正向高速、大容量方向发展，通过物联网构建 PLC、变频器、远程 I/O 等外围设备与计算机的连接，可以构造出多级式分布系统，使得工业机器人更易控、更易协同。例如，CC-Link 是三菱电机推出的开放式现场总线系统，具有数据容量大，通信速度多级可选择的特性。CC-Link 是以控制设备层为主的网络设施，同时也可覆盖较高层次的控制层和较低层次的传感层，具有高达 10Mb/s 的高速数据传输能力，支持主站与本地站、智能设备站之间的瞬间通信，是营造机器人控制操作环境的有效网络设施，可广泛应用于工业机器人的现场通信。

协作型机器人成为工业机器人重要创新方向。在复杂的离散型场景中，人们需要机器人替代人工完成更精确、更繁琐的重复性劳动，安全的人机协作成为必然趋势。传统工业

机器人需要在隔离环境中作业，相关人员不能对机器人进行灵活控制，面对程序之外的突发情况，也无法直接有效的进行人工干预，极大限制了工业机器人的应用效果和应用场景。随着物联网技术的广泛普及，机器人的生产力和可靠性大幅提升，催生了更加适应特殊制造业应用场景的协作机器人出现。例如，发那科 CR-35iA 是当今世界上负载最大的协作机器人。该款机器人无需安全栅栏，人与机器人可共享某个区域进行作业，使工人摆脱了繁重重复的工作压力，从而可以专注于技巧性较强的工作，同时有效保证人员安全。目前，CR-35iA 已经广泛应用于汽车行业、包装等行业。安川电机 MotoMINI 是一款工业用小型 6 轴机器人，负载重量为 500g，最大伸展距离为 350mm，重量约 7kg，具有轻量、高速、高精度等三大特点。MotoMINI 善于变换放置位置，可实现人机协同分担作业，广泛用于小型部件组装操作，以及电子电气零部件的装配等重要工艺环节。

（二）服务机器人：认知智能程度加深，仿生机器人等新兴方向创新活跃

由感知智能向认知智能迈进。人工智能技术是服务机器人获得实质性发展的重要引擎，目前正在从感知智能向认知智能加速迈进，并已经在深度学习、自然语言理解、知识图谱、VR、场景识别、情感识别与推理认知等方面取得了明显的进步。例如，Facebook 人工智能研究团队与卡内基梅隆大

学计算机科学学院和加州大学伯克利分校合作，基于深度学习系统，通过算法训练机器人实时适应不同的行走条件，使机器人像生物一样靠肢体感知世界，并靠大脑做出及时应变。汉森机器人公司的人形机器人 **Sophia** 可以提供教学、娱乐等服务功能，学习如何与人类进行交谈。

企业加快仿生机器人设计研发步伐。近年来，伴随着新型材料、高精度控制技术和软件算法的持续突破，仿生机器人的研发创新迎来爆发。例如，波士顿动力公司研发的 **Atlas** 人形机器人已经学会翻跟头、360 度旋转等技能动作，四足机器人 **Spot** 可以基于外接计算模块的程序运行，实现多机的协同舞蹈表演。瑞士 **ANYbotics** 公司推出一款灵活的四足机器人 **ANYmal C**，移动速度为 1 米/秒，可以爬上 20° 的斜坡和 45° 的楼梯，并且能够穿过 60 厘米宽的通道，或在 1 米深的水中浸泡一小时，具备对抗各种恶劣环境的能力，适用于在危险的工业场景中执行相应的动作。

（三）特种机器人：智能化水平不断提高，复杂环境下作业效率得到改善

技术进步促进智能水平大幅提升。特种机器人的应用环境大多复杂极端，不仅要求其具备稳定的工作状态及快速移动方式，更要求其在频繁的人机协作环境中具备高安全性和自主识别能力。在深度学习算法训练、多传感器感知、仿生模型训练、5G 信号传输、GIS 卫星遥感等技术的融合影响下，

特种机器人不仅具备了智能化能力，在产品灵活性和可靠性方面亦有突破。此外，包括液态金属控制技术、基于肌电信号的控制技术、气动控制技术在内的新型技术，也将推动特种机器人形态和控制方式的进步。仿生新材料与刚柔耦合结构进一步打破了传统的机械模式，提升了特种机器人的环境适应性。例如，加州大学圣地亚哥分校的工程师们创造了一种轻便、低成本的四足软体机器人，可通过气动回路保持系统运动，不需要任何电子设备驱动，有效降低机器人运行成本，大幅提升灵活性及可靠性。德国 Festo 公司利用仿生学习网络开发 BionicSwifts 仿生飞燕，装备扑翼机构、无线电定位装置等核心部件，模仿鸟类的飞行姿态和控制方式。

替代人类在更多复杂环境中从事作业。当前，特种机器人已具备一定水平的自主智能，通过综合运用视觉/压力等传感器、深度融合软硬系统、优化控制算法等技术工具，可以完成定位、导航、避障、跟踪、场景感知识别、行为预测等任务。例如，日本松下公司开发出一款番茄采摘机器人，搭载其自产的图像传感器，能够实现番茄的无人采摘。该番茄采摘机器人使用的小型镜头，首先通过图像传感器检测出红色的成熟番茄，之后对形状和位置进行精准定位。采摘过程中，机器人只会拉拽菜蒂部分，而不会损伤果实，在夜间也可进行作业。美国 VideoRay 公司的水下机器人配备全新的传感器、控制系统、路径规划系统和视觉系统，通过设计任

务专家系统 ROV 能够最大限度地提高工作效率，并能够适配多种可更换部件，在水下勘探、废墟搜寻、爆炸物搜索、船底走私物排查等领域都可以实现快速应用部署。

三、新型产品和新兴场景持续涌现，龙头企业加大高潜力赛道布局力度

近年来，技术发展催生了机器人应用方式的创新演进。随着物联网集成、边缘智能和虚拟现实等技术的利用，有望推动机器人产业应用方向出现根本性突破，优化其部署方式和产业结构。

（一）工业机器人：协作机器人受到广泛关注，重点企业推广智能制造生产模式

行业龙头发力协作机器人。当前，制造业网络化、智能化发展趋势显著，离散型场景和安全的人机协作需求不断增加，下游市场应用需求催生了协作工业机器人等新兴产品的蓬勃发展，吸引机器人龙头企业纷纷落子。例如，发那科公司推出协作机器人 CRX-10iA，最大负载为 10kg，可达半径 1249 毫米，具有高安全性、高可靠性、便捷使用等特点，针对小型部件的搬运、装配等应用需求，可为用户提供精准、灵活、安全的人机协作解决方案。ABB 公司推出新款协作机器人 GoFa 和 SWIFTI，GoFa 拥有 5 公斤负载和 95 厘米臂展，可用于物品搬运、包装和上螺丝等应用；SWIFTI 根据 ABB 原有工业机器人型号进行改进升级，通过实时探测人与机器

人的距离调整其工作速度，可确保不会对人造成伤害。

重点企业加快建设机器人智能工厂。智能工厂作为工业智能化发展的重要实践模式，已经引发行业的广泛关注。在机器人生产领域推广“智能工厂”发展理念，可大幅提高产品制造效率，加速新兴产品和工艺的迭代升级过程。例如，ABB 公司投资 10 亿元人民币在上海建设“超级工厂”，将成为 ABB 在中国规模最大的机器人研发、生产和应用基地。新工厂重点发展自主移动机器人（AMR），将采用包括机器学习、数字化协作解决方案在内的先进制造工艺，具备部署高度柔性和自动化的机器人生产车间，2022 年投入运营后，预计年产量将达到 10 万台。

（二）服务机器人：机器人应用场景持续丰富，移动机器人获行业龙头关注

多技术融合使得服务机器人进一步向各应用场景渗透。在当前复杂场景多技术融合的背景下，服务机器人对应用领域的适应性逐步扩展、产品类型愈加丰富、自主性不断提升，已由早期的扫地机器人、送餐机器人等成熟产品，逐渐向情感机器人、教育机器人、医疗手术机器人、大厅引导机器人、商业清扫机器人等方向延伸，服务领域和服务对象不断丰富。尤其在医疗健康领域，服务机器人可应用于手术、影像等临床诊疗需求，提升医务工作者救治效率，有效减少病患痛苦。例如，美国的达芬奇机器人拥有振动消除、动作定标、

灵活机械手腕等 4000 多项核心专利技术，是目前全球最成功商用手术机器人之一。截至 2019 年，全球范围内达芬奇机器人的安装量已达 5582 台，参与手术累计 720 万台。丹麦 UVD Robots 公司的 UVD 消毒机器人能够实现周边环境 360° 高效能灭菌，灭菌效果达到 99.99%，两小时内能完成 17 间手术室共计 200 平方米的快速消毒，同时可以全自动运行并远程操控，在支援中国武汉火神山医院抗疫过程中发挥了重要作用。

机器人龙头企业重点布局移动机器人。得益于机器视觉、语音识别、激光传感技术、低速无人驾驶、5G 等综合技术的发展，以 AGV、AMR 为代表智能移动机器人产品快速发展，吸引龙头企业深入布局。例如，ABB 公司通过收购欧洲最大 AMR 提供商之一的 ASTI 集团，重点进军移动机器人市场，发展包括自动牵引车、货到人解决方案、单元式输送机和料箱搬运车等代表性产品，覆盖从生产到物流，再到消费等众多领域。英国零售巨头 ASDA 与极智嘉公司合作，成功部署全柔性智能 AMR 分拣系统。该系统可赋能 ASDA 拥有更强的仓储物流能力，以支持不断增长的包裹收取及退回业务需求。该项目的成功落地标志着全柔性智能分拣系统在英国的首次使用。

（三）特种机器人：灾后救援成为热点应用方向，采矿机器人开始向深海空间拓展

企业聚焦灾后救援机器人研发。为提高危机应对处置能力，有效减少不必要的人员伤亡，全球相关科研机构及创新企业投入重金，提升对救灾、仿生等特种机器人的研发支持力度。例如，波士顿动力公司研发 Spot Mini 机器狗，可在建筑工地环境下流畅地上下楼梯、绕过障碍物，并且能够通过摄像头对现场进行检查，未来可用于危险环境下的定位搜索任务。日本三菱重工推出可与消防员协同工作的消防机器人，应用于石化厂、核电站等人类难以进入的火灾现场，提供多种消防救援方案。

深海采矿场景需求催生机器人解决方案。随着全球陆地矿产资源已被大量消耗，海底矿藏成为新的目标。联合国国际海底管理局（ISA）已批准 20 余份海底探索和采矿合同，涵盖数十万平方英里海域，深海采矿机器人成为海底勘探与矿藏挖掘的主力。例如，鸚鵡螺矿业公司委托英国 Soil 机器动力公司打造世界上首批深海挖矿机器人，最小的体重为 200 吨，配有摄像头以及 3D 声纳传感器。这些机器人可在接近零度和超过 150 个大气压下进行远程操作和协同作业，较好地完成海底勘测与采矿任务。

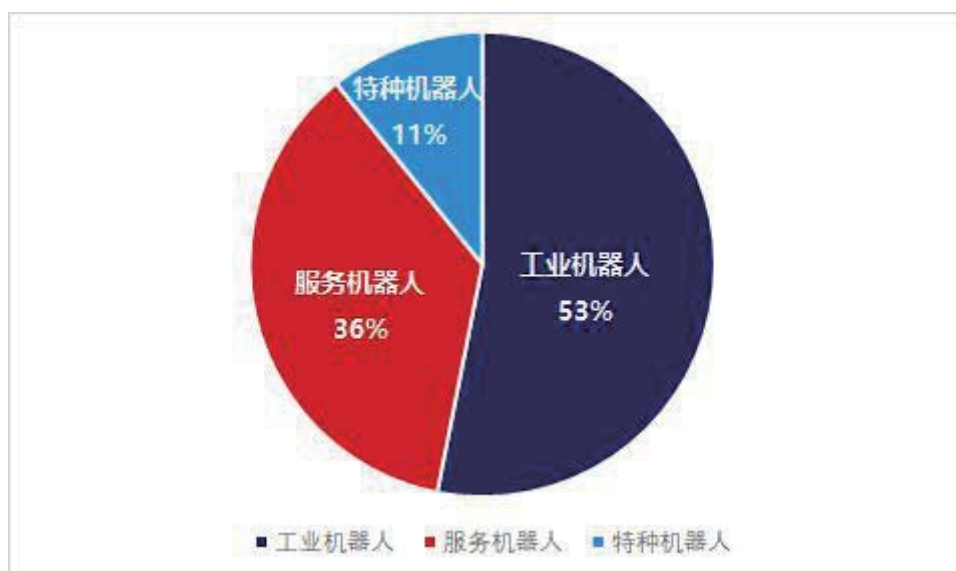
第二章 我国机器人产业发展趋势及特征

当前，我国机器人市场进入稳定增长期。虽然在 2019 年期间受市场需求波动的影响，我国机器人市场规模出现轻微下滑，但由于率先突破疫情影响，机器人市场呈现加速复苏趋势，大量“非接触”式服务也为机器人应该提供了更为广阔的应用空间。

一、我国机器人市场需求全球领先，是支撑机器人产业的发展的中坚力量

2021 年，我国机器人市场规模预计将达到 839 亿元，2016-2023 年的平均增长率达到 18.3%。其中工业机器人 445.7 亿元，服务机器人 302.6 亿元，特种机器人 90.7 亿元。

图 5 2021 年我国机器人市场结构



资料来源：IFR，中国电子学会整理

（一）工业机器人：智能制造加速升级，市场规模持续增长

当前，我国制造企业数字化、智能化转型建设步伐日益

加快，有力推动了工业机器人市场的快速发展。据 IFR 统计，2020 年在全球机器人市场受疫情影响出现下滑时，我国工业机器人市场已经开始复苏，相比于 2019 年年装机量提升 18.8%。预计 2021 年，我国工业机器人市场规模将达到 445.7 亿元，到 2023 年，国内市场规模进一步扩大，预计将突破 589 亿元。

图 6 2016-2023 年我国工业机器人销售额及增长率



资料来源：IFR，中国电子学会整理

（二）服务机器人：需求潜力巨大，市场空间持续拓展

2020 年，我国服务机器人市场快速增长，医疗、教育、公共服务等领域需求成为主要推动力。在市场需求波动的影响下，2021 年市场增速出现回调，但随着人口老龄化趋势加快，以及医疗、公共服务需求的持续旺盛，我国服务机器人存在巨大市场潜力和发展空间，市场规模及总体占比也将持续增长。预计 2021 年，我国服务机器人市场规模将达到 302.6 亿元，高于全球服务机器人市场增速。到 2023 年，随着视

觉引导机器人、陪伴服务机器人等新兴场景和产品的快速发展，我国服务机器人市场规模有望突破 600 亿元。

图 7 2016-2023 年我国服务机器人销售额及增长率



资料来源：IFR，中国电子学会整理

（三）特种机器人：使用场景持续扩展，应用市场蓄势待发

我国地域广阔、气候多变、地质情况复杂，社会发展多元化特征明显，在应对地震、洪涝灾害、极端天气，以及矿难、火灾、安防等公共安全事件中，对特种机器人有着突出的需求。2016 年以来，我国服务机器人市场年平均增长率达到 27.5%。2021 年，我国特种机器人市场规模预计将达 90.7 亿元，增速达到 36.3%，高于全球水平。到 2023 年，特种机器人的国内市场规模有望突破 180 亿元。

图 8 2016-2023 年我国特种机器人销售额及增长率



资料来源：IFR，中国电子学会整理

二、我国机器人关键技术快速突破，产业化基础及发展环境持续优化

目前，我国工业机器人研发以突破机器人关键核心技术为首要目标，政产学研用通力配合，不断提升减速器、控制器、伺服电机、操作系统等核心环节的国产替代率。此外，服务机器人智能化、个性化水平快速提升，特种机器人需求领域不断扩展，将我国机器人产业再次推上发展新高度。

（一）工业机器人：国产化自主进程提速，应用领域向更多行业拓展

工业机器人核心零部件自主化步伐明显加快。工业机器人作为我国高端制造业的典型代表，近年来重点突破关键技术难点，陆续攻克减速机、控制器、伺服电机等核心零部件领域“卡脖子”的共性难题，核心零部件国产化率不断提升，逐步形成自主可控的全产业链生态。例如，苏州绿的公司已

掌握谐波减速器多项核心技术，围绕抗磨新材料、润滑新技术、轴承优化、齿廓修形、独特材料处理等领域，拥有 9 项发明专利和 72 项实用新型专利。秦川机床工具集团牵头承担国家科技重大专项“工业机器人关节减速生产线”课题，已研制出 5 种机器人关节减速器核心零件专用加工装备，形成年产 10000 套工业机器人关节减速器的能力。

构建智能工厂拓展工业机器人应用范围。我国工业机器人的传统应用领域包括汽车、3C、家电、金属加工、塑料加工、食品烟草饮料等行业。随着制造业产业升级和转型的不断深化，工业互联网建设节奏加快，智能工厂的方案设计、架构搭建、施工组织等方面经验日趋成熟，为工业机器人创造了良好的应用平台。例如，湖北华强科技股份有限公司与新松机器人公司合作完成新冠疫苗瓶装丁基胶塞智慧工厂的整体布局，实现生产、物流、仓储等全工艺环节的智能管控，达到物流智能化、生产自动化、产能最大化的发展目标。新松机器人公司为宁德时代新能源公司研发适用于电池生产环境下应用的 AGV 机器人，规划上千条运行轨迹，综合成运行地图由控制台计算出起始点与目标点间的最短路径，为电池生产线节省大量运输成本，显著提高生产效率。

（二）服务机器人：智能技术居世界前列，创新产品大量涌现

智能化相关技术与国际领先水平基本并跑。导航定位、

运动控制、人工智能等核心技术的融合应用，是服务机器人智能化发展的重要基础。近年来，我国在人工智能领域技术创新与科研成果转化方面进展加快，无论是算法领先性，还是应用场景建设的规模与质量都位居世界前列，城市级公共服务需求驱动效应明显，孵化培育出一批具有代表性的智能机器人创新企业。例如，优必选公司研发仿人服务机器人 Walker X，采用 U-SLAM 视觉导航技术实现自主路径规划，基于深度学习的物体检测与识别算法，可以在复杂环境中识别人脸、手势、物体等信息并准确理解感知外部环境。Walker X 基于物体识别分拣与操作能力，可以自主操控冰箱、咖啡机、吸尘器等家电，加持末端柔顺控制技术后，可以完成按摩、拧瓶盖、端茶倒水等家居任务，同时还可以利用内置的情感分析算法，与用户进行主动式交互。

疫情带动服务机器人需求增长，激发众多新兴场景。疫情期间，面对面服务大量减少，智能接待、无人配送、无人零售等需求增加，为接待机器人、递送机器人、新零售机器人、测温机器人、消毒机器人等服务机器人带来新的发展机遇。例如，猎户星空公司向武汉火神山医院提供的重载型递送服务机器人，可提供医疗物资运输、药品递送、化验单递送等服务。普渡科技公司在疫情期间为全国数百家医院及隔离点提供“无接触”配送机器人产品，避免近距离接触的交叉感染。云迹科技公司凭借全链条人工智能技术和全自研软

硬一体化能力，先后推出重载型递送服务机器人、餐厅服务机器人、酒店递送机器人等多种类产品，融合交互与递送两大性能，广泛应用于连锁餐厅、酒店等场景。

（三）特种机器人：企业提升自主研发能力，面向共性需求研发通用型产品

以自主研发为核心实现多点突破。近年来，我国特种机器人产业发展良好，创新企业加快自主研发进程，产品的功能性与可靠性大幅提升，在安防巡逻、电力巡检、防爆灭火、管道检测、采矿挖掘、水下作业、军事作战等场景下得到进一步推广使用。例如，高新兴机器人公司研制的智能巡逻机器人在军队、银行、企业园区等场景均有应用，其推出的警用安保巡逻机器人解决方案融合高点监控、警用安保、警用巡逻等智能化信息系统，辅助公安民警在重点场所和重大活动时有效执行任务，提高事件响应速度及处理效率。力升高科自主研发千度耐高温消防灭火机器人，拥有多项耐高温防护专利技术，能够在没有外部辅助降温措施的情况下深入1000°C的火场内部，稳定执行灭火任务达30分钟以上。

面向复杂场景的共性需求研制通用型标准化产品。我国特种机器人从无到有，品种不断丰富，智能化水平及环境适应能力不断提升，应用领域持续丰富。特种机器人的商业化非常依赖场景需求，相对垂直的应用领域，对产品的可用性要求较高，面向该场景能提供高效且可复制的标准化产品是

特种机器人实现商业化的标准路径。例如，国网智能自主研发的轮式电力机器人巡检系统，可根据实际需求装配不同功能组建，具备巡检、消防、除冰、绝缘包覆、检测等不同功能，以应对变电站室内外、高压输电线路、地下隧道管廊等多种应用场景需求，是电力领域中机器人标准化产品的代表，目前已实现大规模量产。

三、自主研发与投资并购双轮驱动，机器人创新应用生态走向成熟

当前，我国正处于制造业转型升级的历史机遇期，半导体、显示面板、智能消费电子终端、新能源等高端制造业产能稳步扩张，自动化、智能化、网络化制造趋势特征明显，催生了更加多元化的工业机器人研发与应用需求，有力推动我国工业机器人整体装机量和人均使用密度的双增长，持续扩展市场容量。在此趋势下，创新能力强、营收规模大的企业有能力强化研发及并购能力，提升公司产品壁垒，持续获得市场回报后回馈研发创新环节。在这样的良性循环下，行业龙头企业有望逐步做大做强，必将进一步加速我国机器人格局分化与头部集聚现象产生。

（一）工业机器人：龙头企业打造生态矩阵，海外扩张步伐进一步加速

传统行业龙头布局机器人生态矩阵。随着智能制造的广泛普及与有力驱动，国内传统行业龙头企业对于拥有自主可

控的机器人产业生态链需求明显，重点布局机器人本体制造与系统集成。例如，格力生产的 GR608 工业机器人，具有重量轻、方便搭载等优势，可搭载在 AGV 上，无需地轨或桁架移动。GR608 机器人提供通用的法兰接口，可以轻松应用在机器装载、去毛刺、研磨、一般装配、焊接、包装（封装）、码垛等多领域。此外，格力已完成机器人伺服电机及伺服驱动器的自主研发，其中伺服电机已达到国际同类产品领先水平。联想集团自主研发晨星机器人，具备远程呈现、远程控制及示范学习能力，运用晨星 AR 设备和晨星 CV 模组，让机器人拥有完整的感知系统与决策机制。目前，晨星机器人已应用于中国商飞的国产大飞机制造场景，主要承担 C919 客机的喷涂工作。

头部企业通过投资、并购布局海外市场，逐渐形成国际竞争力。随着我国机器人企业在技术、市场和资金等方面实力的不断提升，部分头部企业通过投资或并购的方式加紧布局海外市场，扩张自身产业版图的同时，面向机器人全产业链构筑完整生态。例如，埃斯顿公司在先后收购英国 Trio、控股德国 M.A.i.、入股美国 Barrett 和意大利 Euclid 等公司，并在米兰建立欧洲研发中心后，又 100%收购德国焊接机器人龙头企业 Cloos，通过其渠道资源更加融入国际市场。双环传动公司收购德国精密成型件制造商 STP 集团 81%股权，基于双方优势开展合作互补，进一步拓展欧洲市场。复星国

际完成对德国柔性自动化生产线解决方案提供商 FFT 的收购，利用其自动化设备和技术补全产业链，提升机器人产品与智能制造解决方案竞争力。

（二）服务机器人：产品研发以实用为导向，推动机器人应用场景不断下沉

场景设计目标不断明确。目前，服务机器人产品研发与技术创新多聚焦于实用性功能提升，更加突出服务机器人作为产品和商品的核心属性，有效满足不同用户群体需求。例如，猎户星空公司自研全链条人工智能技术，涵盖智能语音、麦克风阵列、全感知视觉识别、室内导航平台、6 轴机械臂、芯片算法软硬件等领域，有效降低研发成本并提高版本迭代速度。优必选公司专注于人工智能和机器人核心技术的应用型研发、前瞻性研发与商业化落地，自主研发伺服驱动器及控制算法、运动控制算法、计算机视觉算法、导航定位、ROSA 机器人操作系统应用框架、智能语音六大核心技术，已从实验室研发逐步进入实际产品测试发布阶段。

产品应用场景持续下沉。服务机器人应用发展比较依赖场景需求。发展起步早、应用较为成熟的家用扫地机器人已经逐步走入千家万户，典型代表厂商包括石头机器人、科沃斯机器人。此外，餐厅的送餐机器人、宾馆的无人送货机器人、政务及金融机构大厅等场所的公共服务机器人都得到了规划化应用，机器人的落地场景在部分领域得到验证和广泛

的认可。例如，擎朗智能公司的送餐机器人可在一天完成 271 次送餐任务，供给配送 542 盘菜品。按照服务员平均运送 200 个托盘的工作量，送餐机器人可将餐厅服务效率提升 200% 以上，降本增效作用明显。优必选公司的克科鲁泽机器人在党建、政务等场景中充当客户角色，能够回答常见问题和指引流程，在云端存储相关信息进行查询记录和人员识别，也可进行预约服务、数据采集等工作。科沃斯银行服务机器人通过迎宾接待、业务咨询、二次营销等功能，为顾客提供智能化、人性化的服务体验，赋能银行智慧化转型。

（三）特种机器人：新型产品不断涌现，持续在新兴应用领域探索布局

特种无人机、水下机器人等产品应用取得新进展。目前，我国已初步形成了特种无人机、水下机器人、搜救/排爆机器人等系列产品，并在一些领域形成应用优势。例如，深之蓝公司为南水北调项目研发的水下专用机器人设备，分为通用型、长距离和高抗流型，可实现高清水下观察、声学扫侧、三维重构等功能，解决了明渠、长隧洞、倒虹吸、箱涵、暗渠等多种工况下的带水检测问题。沈阳联勤保障中心与某自动化研究所联合研发的排爆机器人，能够全面应对爆炸物结构的拆解，并在爆破手佩戴的VR眼镜中实时显示3D立体画面，在1秒钟内快速识别出弹药种类和型号，目前已经完成上百次应急排险任务，安全率达到100%。

建筑、煤矿成为特种机器人热点场景。随着我国人口红利逐渐消失，对特种机器人的需求也从专业密集型领域向劳动密集型领域迁移。作为典型的劳动密集型产业，建筑、煤矿等领域有望成为特种机器人商用的新方向。例如，碧桂园旗下的博智林在研的建筑机器人及智能产品近50款，其中18款建筑机器人已投入商业化推广，其中已完成首批9款43台建筑机器人的顺利交付。国家煤矿安全监察局发布《煤矿机器人重点研发目录》，聚焦关键岗位和危险岗位，重点推进掘进、采煤、运输、安控、救援等5类共38种煤矿机器人的研发应用，合理规范市场发展。中国矿业大学主持的掘进工作面机器人研究项目，面向煤矿安全生产隐患难题，采用新工艺和新设计方案，突破了支护时间过长的技术瓶颈，可实现掘进、支护、锚固并行作业的无人化操作，掘支时间比例从原1：2或1：3缩减到1：1.04，支护效率提高了5倍以上，掘支总效率提高约25倍以上。

第三章 我国各区域机器人产业发展水平

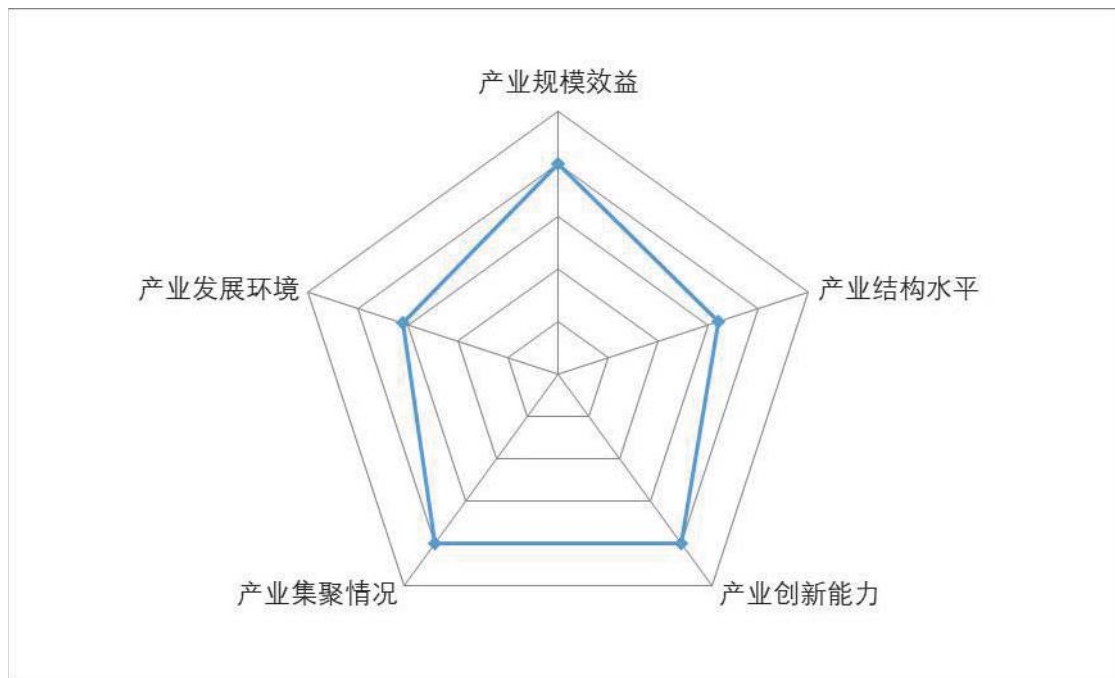
根据我国行政和地理区划方式，结合机器人产业实地发展基础及特色，划分为京津冀、长三角、珠三角、东北、中部和西部共六大机器人产业集聚区域。围绕产业规模效益、结构水平、创新能力、集聚情况和发展环境等维度，系统综合评价各区域产业发展水平。结果显示，长三角地区在我国机器人产业发展中依然处于领先地位，珠三角地区机器人应用市场发展较为成熟，京津冀地区智能机器人自主创新能力持续加强，东北地区龙头企业表现强劲带动区域产业集聚度持续提升，中部地区注重引入其它地区机器人产业外溢资源，西部地区机器人产业规模与质量取得明显成就，后发潜力巨大。

一、长三角地区：综合实力依然领先，产业链关键环节自主创新不断深化

2019年5月13日，习近平总书记主持召开中共中央政治局会议，审议《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》，明确提出长三角地区是我国经济发展最活跃、开放程度最高、创新能力最强的区域之一，在国家现代化建设大局和全方位开放格局中具有举足轻重的战略地位。长三角区域拥有丰富的技术、人才、资金、信息等产业资源支撑，已集聚一批国内外知名机器人制造和应用企业。除全球机器人“四大家族”外，还包括本土的新松、新时达等机器人龙头企业。

目前，长三角已形成以上海和昆山机器人产业基地为核心，覆盖无锡、苏州、常州、常熟、徐州、南京、张家港等中心城市的放射状机器人产业布局体系。未来，长三角将依托区域内众多创新主体，持续开展技术自主研发和产业转型升级，重点推动机器人在先进制造业、现代服务业、社会公共治理等领域的示范应用。

图 9 长三角地区机器人产业发展雷达图



资料来源：中国电子学会整理

（一）产业规模保持增长态势

截至 2020 年底，长三角地区机器人企业数量超过 3600 家，江苏省数量最多达到 1800 余家，浙江和上海紧随其后。尽管受疫情蔓延及全球制造业增速下滑影响，2020 年长三角地区机器人销售收入仍达到 188 亿元，产业规模领跑全国。长三角地区布局有较为完整的工业机器人产业链条，在引入

国际巨头研发基地与产品中心的同时，依托区域内本土龙头企业，实现以大带小、以点带面的规模化发展路径。服务机器人方面，长三角地区拥有众多国内外知名品牌，其产品广泛分布于餐饮、商超、安防、医疗等需求较强、使用频次高的应用场景，逐步占据主流市场。长三角地区机器人产业园区数量全国领先且布局合理，重点聚焦于“机器人+智能制造”领域，集研发、应用、博览、服务、培训于一体，逐步打造活跃的创客文化及孵化生态圈，综合配套设施日趋完善，持续吸引创新企业入园。

（二）产业链国产化率不断提升

长期以来，我国机器人产业面临高端不足低端过剩的发展状况，减速机、伺服电机、控制器等关键零部件大部分依赖进口，较大程度影响机器人自主化进程。经过多年的技术引进与吸收，目前我国机器人本体研发制造水平有了显著提升，关键零部件的国产化率不足的情况也在逐步好转。作为我国机器人产业发展领先区域，2020年，长三角地区机器人本体研发及生产企业占比达到32%，平均核心零部件国产化率突破38%。此外，长三角地区国产机器人在精密化、微型化、高纯度、高质量和高可靠性方面不断提升，正从传统的焊接、码垛、装配等纯制造领域，向化工、食品、医药等机器人新兴应用行业渗透。与此同时，国产零部件在精度、稳定性和技术水平等方面已基本满足需求，谐波减速器等重点

产品出口额有望持续增长。

（三）把握机遇加快高质量自主创新

目前，机器人产业智能化趋势加速明显，正处在与国外“技术并跑”的关键机遇期。特别是新冠病毒肺炎疫情发生后，全球机器人产业链和供应链均遭受重大冲击，国外大型公司纷纷收紧海外业务和技术扩张规模，为中国企业带来了“弯道超车”的良好机会。近年来长三角地区加快机器人自主创新步伐，相关专利布局累积接近 46000 件，建设智能制造与机器人产业研究院和发展联盟，助推成长性高且引领性强的人工智能及机器人集群建设。2020 年 7 月，长三角人工智能及机器人产业服务创新平台正式成立，开展联合研发、协同创新、孵化、加速、咨询、认证、培训等服务，推动长三角机器人一体化协同发展。2021 年 1 月，长三角机器人产业平台创新联盟成立，联动苏州、宁波、湖州、合肥等地机器人创新及产业资源，着力将长三角地区建设成我国机器人产业发展强劲活跃的增长地。

（四）基于重点城市形成区域性产业集聚

2020 年，长三角地区机器人产业集聚度 CR5 为 45%，相比以往有所下降，主要原因在于大量服务及特种机器人初创企业的不断涌现，以及本土机器人核心零部件企业的快速成长，一定程度上弱化了头部企业的集聚效应。尽管受市场格局影响，长三角区域整体机器人产业集聚程度有所抑制，

但重点城市正积极拓深产业布局，机器人规模化发展效应正在显现。长三角机器人与智能制造合作组织发布的《长三角区域机器人产业链地图》报告显示，上海机器人产业集聚度最高，江苏形成苏州、南京、常州三大机器人产业集群，浙江、安徽的机器人和智能制造产业分别集中于杭州、合肥两个省会城市，互相发挥产业协同互补优势，共同打造区域机器人产业竞争优势。长三角地区的核心零部件本地化率逐年提升，但供应缺口仍然存在，高性能产品零部件仍需依赖全球供应链配给，贸易成本较高。

（五）打造创新要素活跃的产业发展生态

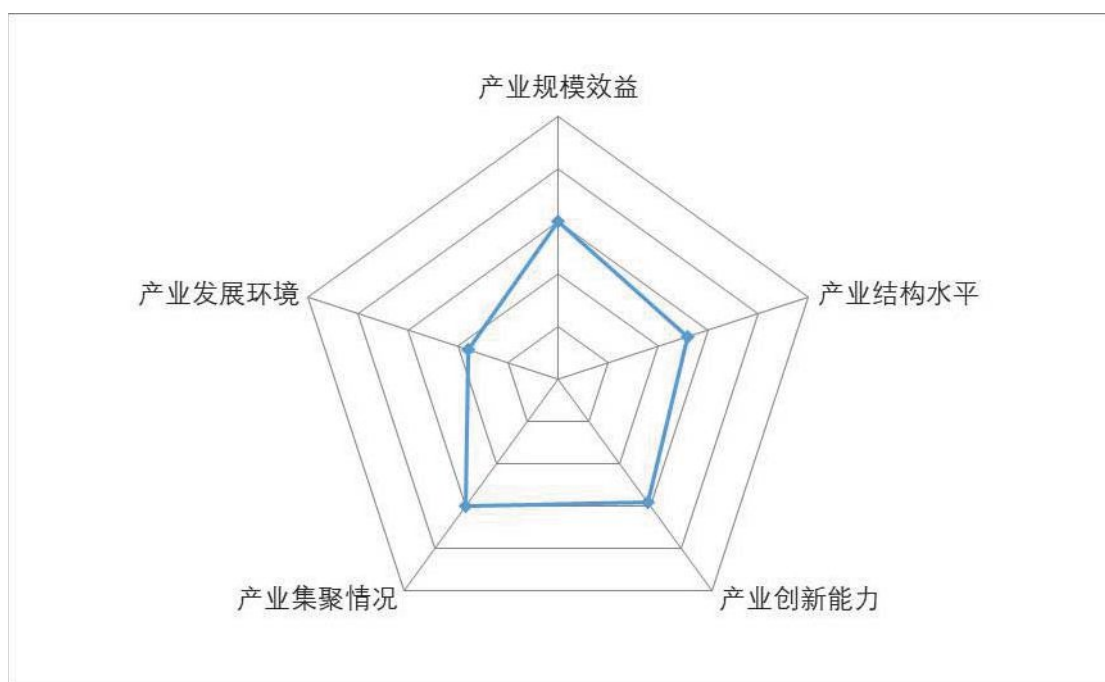
近年来，长三角地区各省市积极制定产业政策，将机器人、智能制造等方向作为战略重点，通过对科研项目资助、制造和销售环节补贴等方式，强化对机器人的全产业链扶持力度。长三角地区人口整体学历层次高，众多高校均设置机器人相关专业，机器人应用型人才培养方式多元，同时拥有多家机器人检测认证中心，为机器人产业发展提供了良好的人才基础与平台保障。上海、浙江等地持续举办世界人工智能大会、世界互联网大会等全球顶级行业盛会，汇集资源、广泛交流，开创包括机器人在内的科技产业与数字经济合作新局面。未来，长三角地区探索设立机器人产业投资基金，吸引社会资本和金融机构进入，不断提升机器人产融结合水平。同时，打造各类机器人众创空间和孵化加速机构，促进

创新资源更大程度地对接使用。

二、珠三角地区：应用需求推动产业规模持续扩大，重点企业开展跨界创新与协同布局

长期以来，体量庞大、基础深厚的传统制造业持续支撑珠三角地区经济发展，形成以家电制造、3C 制造、陶瓷生产等为代表的劳动密集型产业集群。近年来，珠三角地区积极抢抓新一轮技术革命和产业变革机遇，以智能制造、服务机器人、人工智能等战略新兴产业为抓手，不断推动区域经济数字化程度提升。2019 年 2 月 18 日，中共中央、国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》，全面推进“广州—深圳—香港—澳门”科技创新走廊建设，在更大范围、更深层次上，探索有利于人才、资本、信息、技术等创新要素跨境流动和区域融通的政策举措，推动构建包括机器人在内的先进制造业与现代服务业产业体系。

图 10 珠三角地区机器人产业发展雷达图



资料来源：中国电子学会整理

（一）推广工业机器人应用以创造规模经济

2020年，珠三角地区机器人销售收入达到142亿元，居全国机器人产业重点集聚区第二位，其中深圳、佛山、广州和东莞市场贡献最多。企业数量方面，珠三角地区机器人企业超过1900家，与长三角地区企业数量差距略有扩大。近年来，广州、深圳等地逐步强化工业机器人全产业链部署，加快推动自主创新，同时充分扶持机器人系统集成企业发展壮大，合理引导制造企业换装升级机器人解决方案，对机器人的生产和使用进行费用补贴，为本地系统集成商与初创公司持续创造新生的市场空间。

（二）产业结构发展相对成熟

产业结构方面，珠三角地区机器人本体研发及生产企业

占比、高端产品收入占比、平均核心零部件国产化率等指标均处于全国机器人产业发展集聚区的中游水平，说明经过多年的优化调整，该区域机器人产业结构与外部环境已相对成熟，推动机器人核心技术研发、本体生产、系统集成、场景应用等要素稳定发展。此外，围绕工业机器人在新兴应用场景下的不断出现的新增需求，珠三角地区机器人创新企业与下游系统集成商持续加强业务对接与合作，充分发挥创新企业的技术优势，结合系统集成商和用户企业的场景理解能力，不断加深工业机器人解决方案与实际业务场景的融合程度，为客户企业实现降本增效提供有力支撑。

（三）持续激发企业等创新主体发展潜能

近年来，珠三角地区引导支持机器人相关企业、高校、科研院所等创新主体，加强伺服电机、控制系统、人机交互界面等工业机器人产业链关键环节的投入力度，并围绕传感器、语音和视觉、机器人大脑、机器人芯片、操作系统等服务机器人重点领域开展科研创新与应用试点工作，助推本土机器人产业向高端迈进。珠三角地区机器人企业整体研发投入位于全国前列，普遍重视推动新一代信息技术及智能科技与机器人创新的有机结合，基于 5G、边缘计算、物联网等技术持续改进服务机器人的产品创意，显著提升产品性能，并通过合作开发、通用技术平台输出、研究成果转让等方式加快技术扩散进程。

（四）中小企业较多且创新活跃

受制于区域内中小规模机器人企业众多的因素影响，珠三角地区机器人产业集聚度虽较前两年有明显增长，但相比于国内其他区域依然偏低，CR5 仅为 37%左右。由于没有形成头部集中的市场格局，珠三角地区机器人企业以中小规模为主，竞争环境较为激烈，部分创新企业的技术团队来自于数控领域国央企及大型制造企业，基于前期积累的研发经验，实现工业机器人产品的跨界发展，同时加强与生态合作伙伴的实质性业务联结，相比于传统产品线可形成错位竞争的比较优势。此外，受益于区域内良好的创新环境与资本对接优势，珠三角地区初创企业往往成长较快，为高成长企业乃至“独角兽”的培育与发展创造有利条件。

（五）区域政策带动高质量创新要素供给

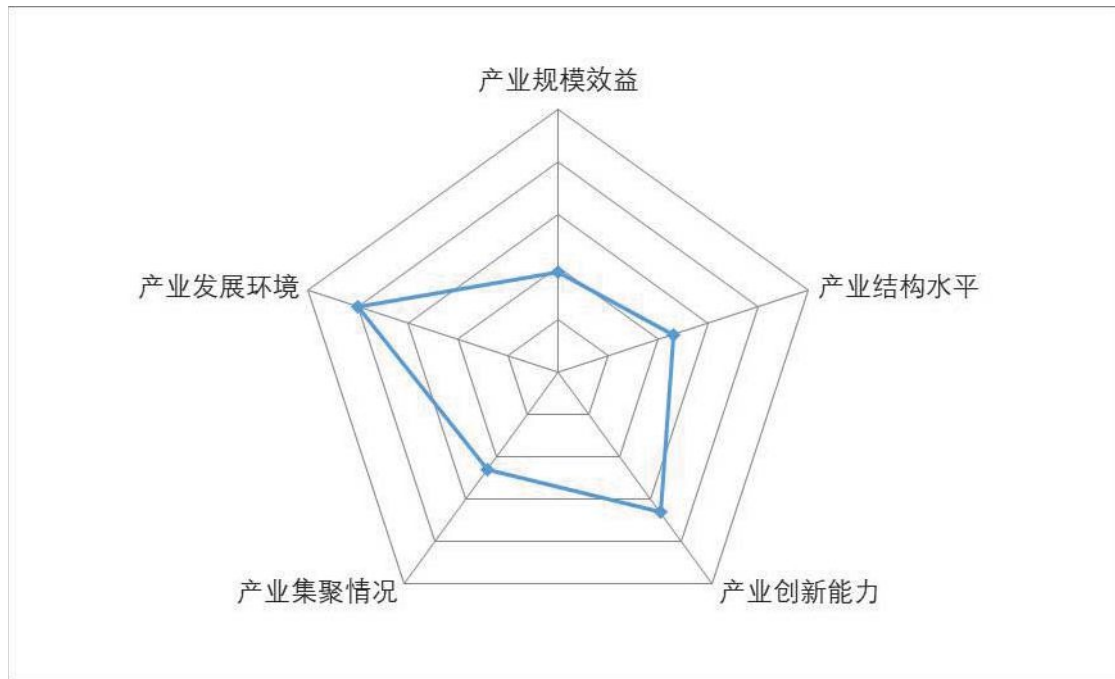
珠三角地区持续强化机器人与智能制造产业政策引导与扶持力度，陆续印发《广东省制造业数字化转型实施方案》《广东省智能制造发展规划（2015—2025 年）》《广东省培育智能机器人战略性新兴产业集群行动计划（2021-2025 年）》《深圳市机器人、可穿戴设备和智能设备产业发展规划（2014—2020 年）》等政策文件，加强机器人共性技术研发，重点在高端制造、商用服务、社会民生、教育医疗、农业生产等领域开展机器人应用试点示范工作，积极发展融资租赁、共享经济等新型应用模式。珠三角地区机器人产业园区

数量及规模位于全国前列，基于区位优势及创新资源集聚，可联结全球高校、研究所、企业与上下游供应链，搭建从机器人核心零部件到系统集成，再到应用场景的全生态体系，为园区和企业提供人才、创业导师、资金等全方位资源支持。

三、京津冀地区：协同发展格局不断深化，机器人高端创新与人才集聚能力持续提升

自 2014 年京津冀一体化协同发展上升为国家战略以来，三地协同发展格局向纵深迈进，机器人产业优势并存、特色互补的特征日趋明显。北京全面推进国际科技创新中心建设，加快智能装备、人工智能等十大高精尖产业发展，智能机器人产品研发水平全国领先，机器人产品的推广及使用进程明显加快，世界机器人大会、中国（北京）国际服务贸易交易会等大型行业盛会的持续举办，更是提供了全面展示机器人创新成果的广阔舞台。天津瞄准机器人前沿发展领域，重点布局家庭服务型机器人和手术机器人应用和产业化，同时聚焦混联机器人、轻型协作机器人等 8 类产品发展。河北重点推动特种机器人产业发展，同时重点培育核心零部件及服务机器人产业，积极开展“机器人+”行动计划，以应用促发展，加速工业转型提质增效。

图 11 京津冀地区机器人产业发展雷达图



资料来源：中国电子学会整理

（一）定制化、智能化发展特征明显

2020年，京津冀地区机器人企业数量为780家左右，处于全国中游水平。总销售收入规模为82亿元，尽管与全国其它地区相比不占优势，但产业整体发展质量较高。京津冀地区的特种机器人、服务机器人等产品在国内具有一定的比较优势，工业机器人及核心零部件特色突出，创新企业的系统集成与解决方案定制化能力较强，有效满足数字化车间和智能工厂建设需求。此外，北京在软件服务、人工智能等方面综合实力较强，近年来一批科技领军企业和独角兽企业纷纷投资布局智能机器人产业，加速向商业、金融、医疗等领域快速渗透，智能机器人产业融合发展生态正在形成。

(二) 高端产品市场方面保持领先

京津冀地区机器人本体研发企业相对较少，大多集中在核心零部件创新及系统集成方面。由于智能化特色突出，京津冀地区高端机器人产品投放市场的比例较高，收入占比领先全国。北京在医疗机器人、物流及无人配送机器人、协作机器人等领域形成领先优势，医疗机器人科技成果转化占比达到 35%，居全国首位；整机企业每年拉动资本投资规模超过 20 亿元，预计 2023 年核心市场规模将达到 70 亿元。天津在无人机、工业机器人、水下机器人等细分领域形成聚集优势，高端产品品类逐渐丰富，发展势头明显。河北深耕消防巡检、抢险救援等特种机器人方向，主流产品在细分市场保持领先。京津冀地区机器人产业平均核心零部件国产化率依然不足，高端产品对国外品牌和海外供应链的核心零部件依赖程度较深，自主品牌仍有很大的提升空间。

(三) 创新资源丰富且组织方式灵活

京津冀地区高校院所众多，科研氛围浓厚，仅北京就聚集中科院自动化所、清华、北航、北理工、北京机械工业自动化研究所、北京自动化控制设备研究所等机器人领域研究机构，拥有 20 余家重点实验室和工程技术研究中心，机器人整体创新实力较强。京津冀地区机器人企业平均研发投入占比普遍较高，且创新组织方式灵活，技术提供方与用户企业以上下游需求和供给能力为依据、以应用为导向，协同开

展机器人技术及产品创新，建立产业链上下游互融共生、分工合作、利益共享的一体化新模式。依托创新平台的持续稳定建设，京津冀地区加快推动机器人中小企业实现技术改造与资源共享，同时提高对人才和创新团队的吸引力，加快初创企业的孵化过程与高成长企业的催化速度。

（四）龙头企业及重点项目缺乏导致集聚程度有限

京津冀地区机器人产业集聚度 CR5 指标为 41%，初步形成以北京经济技术开发区、天津武清、河北唐山等地为主导的机器人产业集群，但产业资源整体较为分散，现有集群与长三角、东北等地机器人产业集群相比影响力较弱。京津冀地区机器人龙头企业数量明显不足，头部企业规模明显小于辽宁、上海、江苏等省市，北京市年主营收入在 10 亿元以上的机器人企业仅有 1 家，而且并非自主品牌。此外，京津冀地区缺少对行业有牵引带动作用的机器人重大项目，在支撑产业规模化发展方面动力不足。

（五）基于人才资源优势构建三地协同发展格局

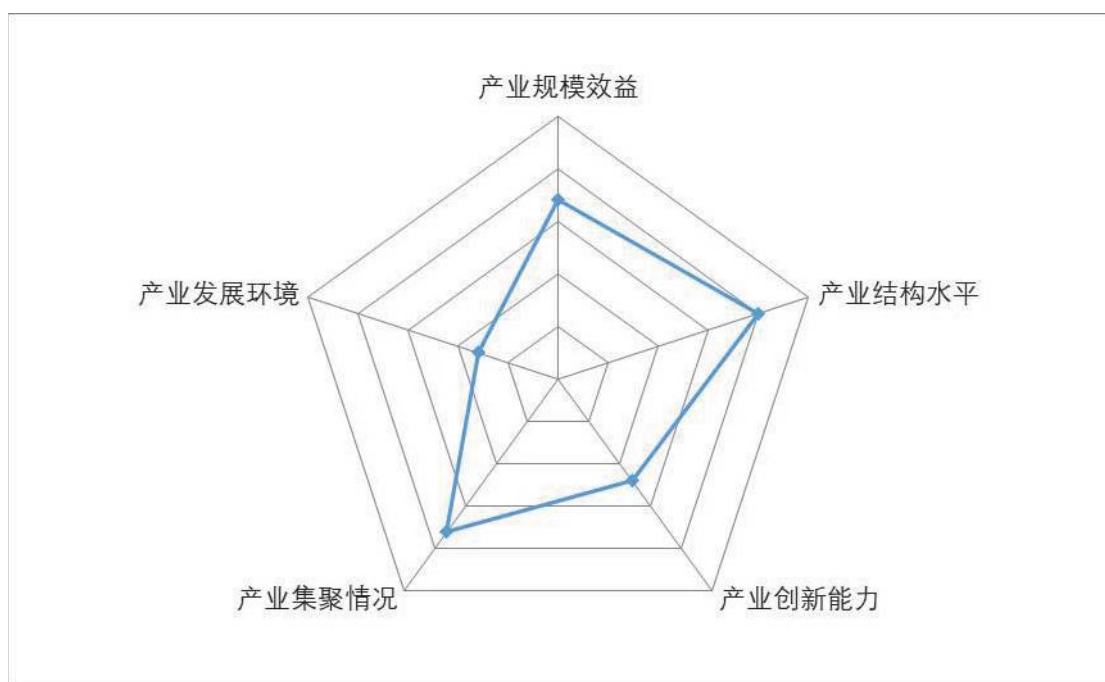
京津冀地区人力资源较为丰富，区域性人才引进政策和发展环境具有突出优势，可持续吸引国内外机器人领军人才集聚，为高水平创新创业团队提供良好的事业发展空间，同时支持校企合作等方式开展机器人应用型人才培养，构建多层次产业人才梯队。京津冀地区各类型机器人产业园区与孵化基地持续建设，发挥集群效应与协同效应，逐步补齐核心

零部件、机器人本体等产业链关键环节短板，不断吸引各类型机器人龙头企业与初创公司入驻发展。此外，作为非首都功能转移的重要承载区，天津和河北近年来积极承接北京外溢的创新资源，加快机器人产业链、创新链、资金链“三链”的融合发展，注重改善当地营商环境并提升公共服务水平，为吸引北京产业和创新溢出资源创造良好条件。

四、东北地区：头部企业表现强劲，人才、资本等创新要素集聚水平仍需提升

近年来，我国加快构建以国内大循环为主、国内国际双循环相互促进的新发展格局。制造业既是双循环发展的主要着力点，也是双循环稳定运转的重要保证。作为老工业基地的东北地区，装备制造业体系较为完整，产品设计、研发、制造能力居国内领先水平，在汽车、飞机、船舶、高端机床、数控设备等领域集聚一批行业龙头企业，部分高技术产品率先实现国产化突破。雄厚的装备制造业发展基础，为东北地区机器人及智能制造产业提供了良好的发展基础，协作工业机器人、智能服务机器人、应急救援特种机器人等方向新型产品不断涌现，突出规模化、多元化、特色化发展特征。

图 12 东北地区机器人产业发展雷达图



资料来源：中国电子学会整理

（一）高端工业机器人拉动市场规模持续提升

得益于头部品牌产品市场的持续扩展，2020年东北地区机器人产业销售总收入接近130亿元，逐渐缩小与长三角、珠三角地区差距。其中，高端工业机器人仍然保持销售产品的主力地位，利润空间持续提升，并逐步扩大海外市场份额。此外，东北地区重点布局移动型服务机器人、AGV等产品方向，通过与人工智能、大数据、物联网等技术紧密结合，以视觉导航、多导航方式创新方向，不断提高移动服务机器人等产品的附加值与功能属性，进一步开拓高端市场。东北地区机器人企业约为730家左右，整体数量处于全国中游水平，在三省的地域分布较为平均，市场格局相对稳定。

(二) 产业链关键环节企业占比稳步增加

2020年，东北地区机器人本体研发及生产企业占比达到45%，排名全国机器人产业集聚区首位，表明越来越多的企业在跨越系统集成阶段发展后，核心业务开始涉及机器人运动结构、传动装置等本体研发环节，提升整机组装与贴牌生产能力。东北地区机器人高端产品收入占比达到57%，仅次于京津冀地区排名全国集聚区第二位，在六轴及以上工业机器人、多轴协作工业机器人等产品研发方面逐步积累并建立发展优势。由于龙头企业的集聚带动效应，东北地区从事核心零部件企业研发的企业逐渐增多，平均核心零部件国产化率已达到35%，逐步形成技术自主可控、产品体系完备、适用领域广泛的产品体系。

(三) 积极引入外地企业增强区域创新能力

近年来，东北地区高校、科研院所及企业等创新主体充分发挥在机器人技术方面的研发积累优势，重点围绕工业和特种机器人开展全产业链知识产权布局，形成区域核心优势。2020年，东北地区机器人技术专利总量突破10000件，企业平均研发投入占比达到18%，较以往年份有明显提升。除依托区域内机构推动产业创新外，东北地区积极引进长三角、京津冀地区机器人创新企业打造科研基地，充分利用外地企业在智能服务机器人领域积淀的研发优势，深度融合人工智能、大数据等技术，实现人机交互、智能决策控制等关

键核心技术的突破，重点打造家用及商用服务机器人产品，对区域内机器人产业创新形成“补短板、锻长板”的推动作用，服务全国市场。

（四）龙头企业规模及影响力不断提升

东北地区机器人产业集聚程度持续提升，2020年CR5指标达到70%领跑全国，沈阳及哈尔滨分别拥有全国Top 2级别的机器人大型综合企业。东北地区机器人龙头企业逐渐形成以自主核心技术、关键零部件、领先产品、行业系统解决方案为一体的完整产业链，并适时提升产业发展战略，涵盖产品全生命周期的数字化、智能化制造全过程。此外，东北地区机器人龙头企业加速在中部、西部等地的研发与生产基地布局力度，形成更大规模的生产能力。在龙头企业的带动下，区域内机器人产业园区、孵化基地及双创平台建设步伐逐步加快，有利于一批自主创新能力强、专注于垂直细分领域的中小企业集聚发展，提升东北地区机器人产业整体竞争力。

（五）人才与资本支持强度仍显不足

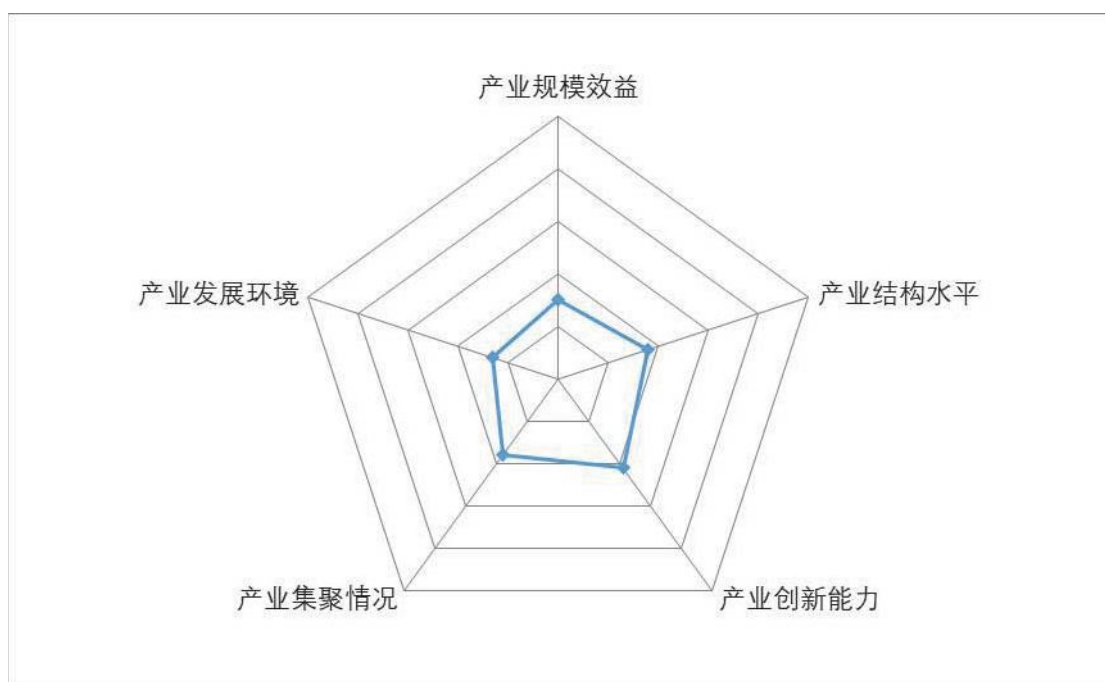
东北三省陆续印发机器人、人工智能等产业激励政策，坚持机器人产业的支柱发展地位，加快智能互联工厂、公共服务机器人等方向的重点布局。近年来，东北地区人才流失现象得到一定程度缓解，但机器人产业持续高质量发展所需的人才缺口仍然较大，高影响力学者与顶尖专家数量相比于

长三角、京津冀等地不占优势。东北地区资本市场活跃程度依然偏低，企业自营利润、政府专项支持、银行信贷等仍然是区域内机器人产业资金流入的主要渠道。

五、中部地区：重点引入国内优势发展区域外溢资源，提升关键环节创新能力并优化产业链结构

随着机器人解决方案的不断下沉以及应用场景的日益普及，为我国中部地区等机器人后发区域提供了良好的发展空间。目前，武汉、长沙、芜湖、合肥、洛阳、湘潭等地已形成机器人产业集聚发展态势，围绕餐饮加工、纺织、装备制造、生物医药等领域重点布局机器人系统集成与解决方案创新，有力带动了当地制造业实现换挡升级、提质增效。此外，中部地区大力引进东北、长三角等地机器人龙头企业的外溢科研与制造资源，积极规划产业园区与孵化基地进行外溢资源的承载消化，进一步提升区域内机器人产业的整体创新能力。

图 13 中部地区机器人产业发展雷达图



资料来源：中国电子学会整理

（一）通过行业龙头引进提升产业规模

2020年，中部地区机器人企业数量约为1600家，从绝对数来说在全国处于靠前位置，但由于地域相对广阔，区域内机器人企业密度较低。近年来，中部地区依托区域内大型国央企、制造业领军企业以及引进的外省市机器人龙头企业，围绕高端工业机器人等高精尖领域开展重点布局，积极培育“独角兽”等高成长机器人企业，逐步完善机器人研发、生产、销售、服务全产业链。目前，中部地区机器人产品以贴牌组装和系统集成为主，高端产品和高附加值解决方案占比有限，导致区域内机器人平均销售利润率仅为10.5%左右。

（二）区域内特色产业布局能力有限

中部地区机器人本体研发及生产企业占比处于全国中

下游水平，且多集中于国外品牌的贴牌生产及代理销售，在本体研发与高端产品创新方面仍有较大提升空间。中部地区机器人核心零部件国产化率偏低，仅为 17%左右，更多的厂商偏向于直接采购国外品牌的成熟零部件产品，对自主创新品牌的需求较低。总体来看，中部地区机器人产业在发展前期受政策驱动明显，比较重视规模效应，突出大而全的发展布局，在特色产品创新与关键零部件技术突破方面还没有形成累积优势，骨干企业和知名品牌的带动效应尚未完全发挥，有必要实施针对性的区域扶持政策。

（三）通过组建联盟及技术成果转化提高创新能力

中部地区近年来加强智能机器人、移动机器人、核心零部件等领域的技术创新，2020 年技术专利申请总量累计超过 17000 件，较以往上升幅度较大。中部地区推动成立各类机器人产业联盟与行业协会，聚集科技资源，加强产学研用结合，持续开展技术创新与交流合作，致力于突破解决产业发展中的共性关键技术问题，促进科技成果转化。此外，中部地区依托区域内高新技术企业，加快吸收国内机器人领先地区的技术转移成果，推动该区域机器人整体创新能力提升。

（四）产业集聚及品牌建设情况有所改善

2020 年，中部地区机器人产业集聚度稳中有升，CR5 指标达到 49%，头部企业对资源的集聚吸引作用开始显现。近年来，中部各省通过加快各具特色的机器人产业园区建

设，重点发展伺服电机、精密减速器和控制系统等高附加值环节，尽管在核心零部件本地化供给能力方面取得一定提升，但在产品功能、耐久性、品牌度方面，依然无法完全满足区域内本体制造与系统集成企业的采购需求。中部地区机器人产业逐步重视品牌建设工作，加强市场、企业、园区、行业主管部门各方的协作沟通，提升区域内机器人重点品牌和知名产品的宣贯推广程度，2020年机器人品牌企业数量超过90家，在国内市场逐渐打开销量。

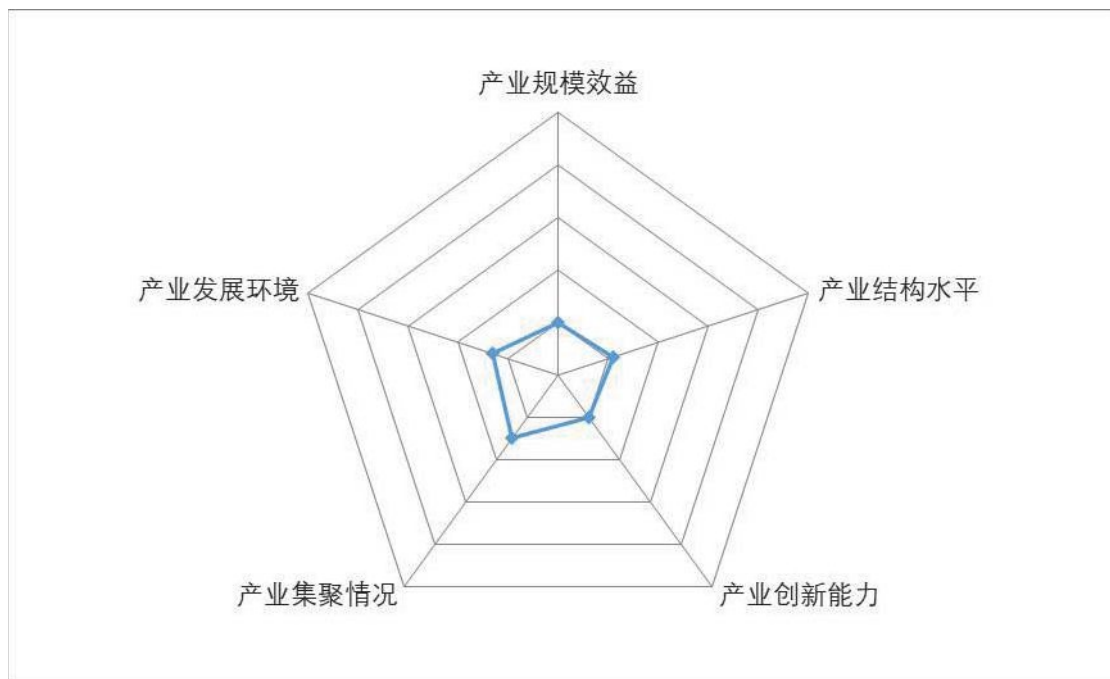
（五）通过政策引导加强产学研协同布局

中部地区各省普遍重视机器人、人工智能等产业发展对当地经济的支撑带动作用，出台包括《河南省装备制造业转型升级行动计划（2017—2020年）》《湖南省人工智能产业发展三年行动计划（2019—2021年）》《湖北省新一代人工智能发展总体规划（2020—2030年）》等政策措施，为机器人、智能制造等产业提供宏观指导。在长期向好的政策指引下，中部地区机器人相关的科研机构数量持续增加，部分产业园区加快引进海内外先进技术创新团队，并加强与国内高校院所的合作关系，进一步深化产学研协同发展格局。同东北、西部地区发展情况类似，中部地区机器人产业缺乏来自于资本市场的有效扶持，企业对银行贷款与政策性补贴的依赖程度较深，杠杆驱动力不强等影响因素依然存在。

六、西部地区：产业规模与质量进步明显，需持续构建创新驱动的高质量发展体系

西部地区机器人产业起步较晚，虽然总体仍落后于其它集聚区，但相比于往年已有明显提升，在机器人产业集聚度、人才学历等细分指标方面已经对其它集聚区形成反超态势。西部地区基于机器人产业后发优势，逐步打造集研发生产、系统集成、零部件配套、智能化改造和示教培训于一体的机器人及智能装备产业链，重点布局区域内创新园区与科研基地，相比于其它区域能够更快摆脱产业发展初期所经历的无序生长阶段，在产业规模增长、创新能力激活、发展环境建设等方面取得显著成果。

图 14 西部地区机器人产业发展雷达图



资料来源：中国电子学会整理

（一）实现涵盖各类主体和创新要素的产业链平衡发展

近年来，西部地区机器人产业规模整体增速较快，2020年销售总收入超过64亿元，逐渐缩小与京津冀、中部地区差距，平均销售利润率达到11.5%，企业生存发展基础得到明显改善。西部地区持续发挥各类产业规划及支持政策在机器人自主研发、协同创新方面的推动优势，加快本体制造、系统集成、核心零部件研发进程，大力发展以工业应用、物流、服务、康养医疗等特色应用市场。目前，西部地区已形成重庆、成都、西安等重点区域的机器人产业集聚，打造各类智能制造基地与高端产业园区，推动技术转移转化、评测认证、人员培训等公共服务体系建设，实现机器人全产业链的平衡发展。

（二）坚持“由点到链”的产业结构优化思路

在产业结构方面，西部地区与其它集聚区域相比仍存在一定短板，尤其在从事本体研发及生产企业占比方面相对较少，还没有形成高精特新的产业优势发展特征。西部地区坚持“由点到链”的产业结构优化思路，在已具备一定影响力的企业集群与应用市场基础上，逐渐扩大机器人产业链协同领域及应用示范覆盖范围，结合不同区域资源禀赋人文基础，推动形成一批各具特色的智能机器人双创孵化基地与服务创意项目，为实现机器人产业高质量发展注入新生活力。

（三）企业运营压力较大导致创新投入相对不足

2020年，西部地区机器人相关专利总量达到7700件以上，较往年有较大幅度提升。基于区域内产业发展实际需要，机器人科研创新主要集中于工业机器人系统集成、零部件研制、工艺优化等方面，另外围绕生产线安装和调配进行少量改良工作。西部地区机器人产业平均研发投入占比较低，主要原因在于区域内大部分企业为系统集成商，其业务增长与市场开拓方面压力较大，运营费用及市场人员成本相对较高，无法只依靠自身力量为关键技术的自主研发提供持续稳定的资金支持。西部地区机器人高新企业数量虽有一定程度增加，但仍在全国平均水平以下，创新能力和发展环境仍有待进一步提升与改善。

（四）稳定增长的市场空间推动龙头企业加速集聚

随着西部地区机器人产业的持续稳定发展，区域内龙头企业集聚带动优势开始显现，2020年度西部地区机器人CR5指标达到38%，头部市场格局正在成形。西部地区的汽车制造和3C电子是区域内支柱型产业，同时在食品、物流、生物医药等新兴应用领域发展较快，为机器人应用提供了稳定的市场空间，有利于区域内头部企业持续做大做强。此外，西部地区中小企业与初创公司发展相对缓慢，对激烈的市场竞争环境的应对和准备有所不足。

（五）持续打造有利于机器人发展的创新环境

西部地区以机器人、智能制造作为推动区域经济高质量发展的长期工作抓手，围绕科技创新、产业培育、人才引进与培养、资金支持、营商环境改善等方面，持续推出针对性举措与创新政策，推动区域内机器人产业结构迈上中高端水平。作为区域内机器人产业最重要的集聚城市，重庆努力建设国家重要先进制造业中心，围绕产业链部署创新链，围绕创新链布局产业链，加快集聚制造业高端创新资源，着力抓补链成群，精心打造以工业机器人为代表的重点产业集群。西部地区机器人相关高校与科研机构近年来发展较快，在机器人标准制定、检测评定、应用创新等方面形成众多有代表性的成果，并加速推动科研成果转化进程。西部地区机器人企业集中反映的融资渠道有限、融资成本过高等问题依然存在，长期来看，打造适应创新经济的金融生态体系是西部地区机器人产业发展的重点工作。

第四章 我国机器人产业发展分析结论

综合分析国内机器人产业整体布局、技术研发、应用现状与市场环境等要素可看出，当前我国机器人产业发展总体向好，重点区域结合各自优势形成有序竞争、特色互补的机器人产业差异化发展格局；核心零部件自主技术创新能力增强，国产化率稳步提升；加强机器人领域各类型人才培养成为普遍共识，各地结合自身特点打造差异化人才培养体系；国内机器人企业不断加强海外布局，合作范围逐步扩大；各地机器人园区建设步伐显著加快，公共服务平台能力得到有效提升；机器人系统集成企业发挥产业链承上启下优势，通过成立产业联盟等多种形式赋能中小企业发展。

一、重点经济区域结合自身差异化优势发展机器人产业

我国机器人产业通常遵循以龙头企业促进园区发展，再以园区形成产业集群的核心发展模式，以点带面推动产业集聚。由于各地方产业基础、结构水平、供需关系均有所不同，宜结合自身特点，聚焦机器人产业链不同环节重点发力。同时，利用产业园区的技术与资本能力，辐射带动相关企业发展，通过当地扶持政策、产业环境吸引外部优质企业和项目加入。例如，长三角地区重点提升产品的技术水平与知名品牌的对外贸易能力；京津冀地区依托优质的高校和科研资源，重点开展基础理论研究、核心技术突破及产学研用结合；东北地区依托龙头企业，重点围绕工业机器人、医疗机器人

等领域高端产品开展创新攻关，巩固其在国际机器人市场的影响力；粤港澳大湾区应充分融入国际湾区战略，借助行业大会持续举办、人员物流往来频繁的国际性条件优势，成为中国机器人对外展示的重要窗口；中西部地区应重点制定区域性政策，提升机器人应用水平，培养职业技能人才，加强科技成果转化能力。

二、核心零部件技术、工艺持续增强，国产化率提升

随着我国机器人市场的不断扩大，国产机器人企业逐步加强技术研发及创新投入，市场占有率不断增长。其中，部分企业以下游的系统集成作为切入点，依靠深入的业务及场景理解能力，逐步开展机器人中上游技术研发和产品开发，与国外先进技术的差距不断缩小，本土品牌国产化率持续提升。在三大核心零部件发展层面，国产控制器产品在软件方面较国际一流水准仍有差距，具体表现为响应速度、易用性和稳定性方面的不足，缺乏产品应用的数据和经验积累。国产控制器硬件平台在处理性能和长时间稳定性方面已经与国外产品水平相当。除控制器外，在国外企业原来占据较大优势的伺服系统和减速器领域，国内企业经过多年积累和技术沉淀，已经逐步获得国际市场认可，产品竞争力及销售量不断上升。目前，我国自主生产的谐波减速器在性能与可靠性方面已初步达到国际主流水平，在中端伺服器领域实现大规模量产，以性价比优势满足中小企业用户需求。在高端伺

服务器领域，国产企业的品牌影响力正在形成。

三、各地结合自身产业基础发展具有地方特点的人才培养方式

2020年，我国高档数控机床和机器人领域人才缺口达到300万左右，到2025年，缺口将进一步扩大到450万。目前，国内机器人产业人才仍然主要集中在华东、华南和华北地区。其中，长三角地区汇聚了众多国内外大型工业机器人企业，拥有相对完整的产业链，为当地吸引大规模高质量产业人才。粤港澳大湾区具有大量高新技术企业，普遍自主创新意识较强，愿意投入更多机器人及智能化制造设备，提高机器人使用密度，促使更多相关的产业人才向该地区聚集。京津冀来看，北京聚集了多家智能机器人研发中心及创新企业，吸引培养智能机器人研发型人才，天津、河北等地依托机器人特色产业园，着重培养工业、特种机器人等各类人才。东北地区制造业发展较早且基础较为良好，同时拥有哈尔滨工业大学等众多知名高校，以及一批机器人技术相关的国家重点实验室、工程研究所、高校实验室等，对于人才的培养的汇聚提供了良好的基础环境。

四、国内外机器人企业合作方式持续拓展，“出海”成为战略大方向

随着我国机器人产业整体实力的快速提升，国内机器人企业国际市场中的话语权逐步增强，国内外企业合作方式

由共同建立合资公司向多领域、多渠道合作方向发展。作为市场认可的最好体现，性价比高、功能性强的机器人明星产品集中“出海”成为众多创新企业的共同选择。例如，极智嘉公司推动仓储机器人产品在欧洲落地，炬星公司与三菱建立合作关系，在日本市场推广AMR自动化仓库解决方案，新松机器人公司在东南亚市场布局工业机器人解决方案等。未来，越来越多的机器人外企将来华发展，而国内企业也将更加积极地通过海外收并购、产品外销、联合技术推广等方式布局海外业务，加快机器人产业全球化进程。

五、产业园区建设加快，重点任务逐步从吸引企业入驻向服务全产业链迁移

2020年，全国机器人产业园数量已超过85家，呈现出“全面开花，区域集中”的特点。随着我国机器人产业集聚程度不断提升，园区内企业对产业园区的产品认证、质量检测等综合服务需求愈发显著，产业园区的定位也在由传统的集聚平台向公共服务型平台转变。未来，国内机器人产业园区需在原有基础上加快升级完善，提升园区内科技资源的综合利用率，搭建多方参与、利益共享的成果转化平台，加速机器人技术的产业化落地。

六、系统集成领域汇聚众多创业公司，产业联盟的形成中小企业提供凝聚力

当前我国机器人创业公司大多集中于系统集成领域，竞

争较为激烈。在此背景下，部分地区创业企业在原有基础上开始业务模式创新，构建企业竞争新优势。一方面，系统集成商充分发挥连接上游零部件企业、本体企业和下游制造企业的桥梁作用，整合研发、设计、制造、供应、销售渠道等资源，以搭建产业链合作平台、成立产业联盟等方式形成合力，通过集中采购建立统购统销优势，盘活终端需求市场，形成规模效应，提升市场议价空间，打造上下游企业相互拉动、相互促进的良性发展格局。另一方面，机器人系统集成企业联合相关机构，共同建立集技能实训、仿真实训、创新实训等实践教学环节于一体的机器人实训基地，加快培养行业紧缺技能型人才。

第五章 我国机器人产业发展政策建议

结合我国机器人产业发展分析结论，围绕政策制定、自主创新、应用示范、公共服务、人才培养、投融资等方面，形成以下政策建议：

一、进一步明确机器人产业发展的目标定位，发挥政策的合理引导与精准扶持优势

一是站在产业全局角度进一步明确定位和发展方向。受全球疫情影响，大批机器人应用厂商的需求均有不同程度收紧，限制了机器人企业的出货量，发那科、ABB、库卡、安川等国际机器人巨头企业营收额均呈现下滑态势。我国制造业整体恢复较快，工业机器人需求持续旺盛激增，不仅带动全球工业机器人产业加快复苏，推动供应链稳定，也为本土工业机器人企业带来更多机会。在此背景下，应坚持自主创新为主，引进吸收为辅，重点突破“卡脖子”的关键核心技术短板。同时，结合地区特色和产业基础，寻找合理的机器人应用切入点，以用促产加快机器人产业集聚，并由区域优势逐渐向周围辐射，提升我国机器人产业整体竞争实力。

二是合理汇聚要素资源，精准扶持专项产业。我国具备孕育机器人产业国际龙头企业的基础条件，每年向机器人相关领域输送大量相关人才，投融资环境整体良好。基于此，应关注要素资源的合理汇聚，充分依托政产学研金用深度融合优势，通过中央财政资金的有效引导，支持“专精特新”

中小企业高质量发展，促进上下联动，将培优机器人领域中小企业与做强产业相结合，加快培育一批专注于细分市场、聚焦主业、创新能力强、成长性好的专精特新“小巨人”企业，提升机器人产业链供应链稳定性和竞争力。

二、加快机器人自主创新步伐，发挥重点科研平台和技术研发平台的驱动作用

一是推进核心零部件和重大标志性产品率先突破。围绕国内外市场和产业发展趋势，加强机器人关键零部件、高端产品的技术和质量攻关，提升本土企业的自主创新能力和核心竞争力，持续关注重点应用领域的创新成果。全面提升高精度减速器、高性能伺服电机和驱动器和高性能控制器等关键零部件的质量稳定性、产品使用寿命和批量生产能力，突破技术壁垒，打破长期依赖进口的局面。聚焦重点领域，积极研发弧焊机器人、人机协作机器人、智能型公共服务机器人、手术机器人、消防救援机器人、矿业机器人等标志性产品，推动产品向产业链高附加值方向发展，加速推进机器人向中高端迈进。

二是积极发挥国家级创新中心的引领服务功能。基于国家级创新中心的高端智力资源与创新环境，重点布局人机交互、柔顺控制、功能仿生、智能感知、专业认知等方向技术攻关，引领国际机器人领域学术前沿与技术突破。此外，依托国家级机器人创新中心的资源整合能力，充分发挥行业骨

干企业的主导作用、中小企业协同配套作用、高校科研院所技术支撑基础作用、行业中介组织的保障服务作用，形成联合开发、优势互补、成果共享、风险共担的产学研协同创新机制，畅通科技成果转化和技术转移渠道。

三、积极推动机器人在细分产业的应用示范，加快建设智能机器人的高质量应用场景

一是持续开展机器人在细分行业的推广应用。面对越发复杂的使用场景，单独部署机器人系统难以应对，建议重点推进工业机器人与工业互联网的融合发展，形成“云、边、端”的计算控制网络，更有利于机器人在实际场景中的推广应用。在服务机器人方面，在超市、银行、机场、法院等场景中重点部署问答机器人和引导机器人，鼓励自主技术推广示范，依托各地引导政策，建立如骨科手术机器人应用中心等示范单位，树立标杆型项目并制定相关应用标准，全面激发市场活力。

二是加快智能机器人应用场景建设。拥有人工智能、云计算、5G、传感器等新一代信息技术与机器人技术融合的智能机器人是未来产品的发展方向，也是政策精准扶持的创新应用领域。建议加强智能机器人在重点领域中的创新实践，如推广配备激光传感器和视觉传感器导航的 AMR 机器人，补充替代传统 AGV 机器人产品，针对银行、机场等公共服务场景需求，部署具有情感交互和业务引导能力的智能引导

机器人，极大提升交互体验。加快打造智能机器人应用标杆项目，不断完善机器人应用场景配套设施建设，以传递明确的价值信号，鼓励在更大范围内形成推广普及。

四、提升机器人公共服务水平，重点布局机器人标准及检测认证体系建设

一是持续打造完善国家级机器人公共服务平台。充分发挥资源、数据、品牌和技术能力的集聚效应，不断提高技术水平，持续提升检测认证等公共服务能力，加强业务创新，保障我国机器人产业高质量发展。加快建设以机器人为主体，以互联网为依托，以公共服务为支撑，集政策研究、产融合作、资源汇聚、人才交汇、标准制定、创业孵化等为一体的国家级机器人公共服务平台，为企业在技术共享、人才引进、资金支持和产业链补足等方面提供有力的支撑作用。机器人相关主管部门及行业组织要以推广机器人产业相关技术和产品推广为己任，积极开展行业交流、试点经验学习、跨界交流等活动，紧跟业内前沿技术导向，打破“信息孤岛”，为机器人企业产业创新保驾护航。

二是推动机器人产业标准与检测认证体系建设。应着重推动在机器人新增产品类别及细分应用场景的标准制定工作，引导企业重视设计、生产及部署产品的合规要求。在检测认证方面，加快推动我国机器人检测认证工作迈入制度化、规范化，以建立产品质量把控机制、形成质控图谱为目

标，对检测产品从设计、生产、销售、售后等全链条环节建立图谱型数据库，以关键零部件为实体，责任关系为纽带，相关参数为属性，形成可溯源的信息网络，利用故障工单和维修日志等数据要素，形成事前可预警、事中可排障、事后可追责的智能检测认证服务。此外，建议结合企业和产品的信用档案，探索形成行业“白名单”机制，并与配套的信用信息共享平台对接，统一公开发布相关检验检测认证结果，实现各方协同监管。

五、有效拓宽机器人企业投融资渠道，加快各层次机器人产业人才梯队构建

一是强化各级机器人产业基金支持力度。从国家层面加强对机器人产业发展的战略引导和统筹规划，引导地方设立基于本地资源禀赋和政策特点的专项配套基金。建议加强机器人本体企业、关键零部件制造企业在地方产业集群中的专项基金配比份额，增强地方政府关注度，促进企业与产业园区积极互动，引导企业合理有效利用产业基金和政策扶持，推动重点产品创新和标杆应用落地，带动区域机器人产业的共同发展。此外，结合对区域内机器人企业发展调研，制定配套的投融资指导方案，与第三方机构或组织合作，组织跨界交流会、学习沙龙等活动，帮助初创企业打通宣传渠道。针对缺乏融资渠道和品牌打造能力的“小而美”企业融资难问题，鼓励本区域内的龙头企业及资本机构，通过战略合作、

投资等方式助力其发展，为促进双方信息互通起到桥梁作用，增强区域内的产业凝聚力，共同发展全产业链创新能力。

二是加快各层次机器人产业人才梯队构建。雄厚的人才储备和科学的引进培养模式，已成为支撑机器人产业高质量发展的关键因素之一。应根据市场需求及时调整人才培养方案，以培养具有多学科背景、兼具产品设计能力和项目统筹能力的高级工程型人才为目标，鼓励国内外高校、科研单位建立人才联合培养计划，定期举办校企沟通会，推动第三方机构与学校联动，优化人才培养方式。同时，面向全球重点引入能推动关键技术突破、带动产业发展的高级人才与团队，并在户口、住房、子女受教育、生活便利化等方面给予支持。

六、积极搭建机器人产业开放式资源共享平台，推动高质量深层次国际合作

一是多渠道积极开展国际交流合作。充分运用行业协会、学会、产业联盟等第三方机构的组织协调作用，开展机器人与高水平国际学术交流和技術合作，多渠道、多层次地开展技术、标准、产品、人才、资本等方面的对接工作，积极推动我国机器人技术创新和产业发展。通过世界机器人大会、国际机器人展览会等大型活动，促进机器人领域产、学、研各类资源精准对接，实现创新链、资金链、产业链的良性互动，协助自主机器人品牌发展壮大。

二是构建开放稳定的市场体系。建议鼓励国内机器人企业根据自身业务需要制定海外发展战略、参与海外项目、寻求海外贸易渠道、广泛拓展全球应用场景，推动中国技术优势向国际竞争优势的转化，带动国产机器人产品、技术、工程融入“一带一路”建设和全球产业链，促进我国机器人企业形成以技术、品牌、质量、服务为核心的国际贸易竞争新优势。同时，应敦促我国机器人企业积极防范国际贸易风险，充分利用国家产业损害预警体系，及时关注来自政府部门，行业协会、学会的各种风险监测分析预警，加强对美国等国家相关贸易政策法规的研究，做到未雨绸缪。