

# 装备制造业发展走向智能化、服务化、绿色化

赛迪顾问智能装备产业研究中心

“十四五”时期我国装备制造业发展将呈现五大趋势,增速由逐渐放缓呈现出区间企稳的发展态势;产品从自动化单一化向智能化复合化迭代升级;产业链由以产品制造向以高端环节服务化转型;产业结构与生产方式将由传统制造模式转变为绿色制造模式;产业基础能力构建从“逐点突破”向“系统再造”全面发力。

“十三五”时期是我国装备制造业提质增效、转型升级的重要时期,在制造强国建设进程中发挥了重要支撑引领作用,工业机器人、高端数控机床、工程机械等重点装备制造领域均取得显著成就。展望“十四五”,面对全球新一轮科技革命和产业变革,我国装备制造业发展机遇与挑战并存。因此,“十四五”期间,我国装备制造业将以智能化、服务化、绿色化及产业基础再造等方向,保持稳定发展态势。

特征一,我国装备制造业增速将由逐渐放缓呈现出区间企稳的发展态势。“十四五”时期是开启全面建设社会主义现代化国家新征程的第一个五年,也是制造强国建设的关键五年。装备制造业作为我国工业领域的核心产业将持续稳步增长,预计到2025年总体规模将突破48万亿元。

具体来看,一是国内国际双循环的新发展格局将促进装备制造业规模“稳步”增长。我国已成为全球第一大工业国,是全球最大的装备制造市场之一,将为我国装备制造业发展提供稳定的国内市场;“一带一路”沿线国家和地区将不断加强基础设施建设和提升工业化水平,也将为我国装备制造业创造庞大的国际市场空间,电力装备、工程机械等领域将获得更多“走出去”的机会。二是产业基础高级化、产业链现代化的推进将维持装备制造业产业增速“稳定”合理。“十四五”期间,我国装备制造业关键领

域与高附加值环节的供给能力将会进一步强化。我国将不断优化产业链韧性,促进产业链协同,进一步提升产业链和供应链稳定性,维持装备制造业增速保持在稳定合理区间。预计“十四五”期间,我国装备制造业增速将处于5%—6%区间,实现稳步增长,到2025年产业规模将突破48万亿元(不含汽车制造)。

特征二,我国装备制造业产品从自动化单一化向智能化复合化迭代升级。目前,我国装备制造业产品智能化发展成效初显,数字化转型、智能化升级需求逐步加大。随着制造业转型升级不断推进,装备制造业产品朝着智能化复合化方向发展,有助于推动制造业质量变革、效率变革、动力变革。预计到“十四五”期末,关键工序数控化率将超过67%,技术改造投资占工业投资的比重达到61.2%,规模以上工业企业研发经费投入强度达到1.9%。

具体来看,一是新一代信息技术的融合运用将推动装备制造业产品智能化水平不断提升,以大数据、云计算、人工智能为代表的新一代信息技术赋能装备制造业发展日益深入,新技术运用到数控机床、机器人等装备产品上,将实现加工过程自适应控制、加工参数智能优化和选择、故障自诊断与修复等功能,提升产品智能化水平。二是智能工厂建设将推动装备制造业产品智能化复合化水平不断提升。随着智能工厂建设步伐加

2020-2025年我国装备制造产业(不含汽车制造)规模预测



数据来源:国家统计局,赛迪顾问整理及预测

快,通信技术、传输技术、数据处理技术、控制技术将不断运用到生产线智能化改造和工业互联网搭建等方面。多个机器人或机器人与数控机床的搭配组装,具有多种功能特性的复合型生产线有望成为发展新风口,实现设计、制造、配料、仓储、售后等相关环节信息互联互通,不断提升生产质量和效率。

特征三,我国装备制造业产业链将由以产品制造向以高端环节服务化转型。受核心零部件、材料、工艺设计等制约,我国装备制造业部分领域的企业多通过利用提供附加服务的差异化竞争方式来弥补产品性能的不足。展望“十四五”,在新一代信息技术与先进制造技术融合、先进制造业与现代服务业深度融合的背景下,我国装备制造业总体服务市场规模占比将达到20%,装备制造业企业服务化将成为差异化竞争的关键要素。

具体来看,一是装备行业头部企业的服务化趋势明显。以工程机械为例,到“十四五”末,工程机械服务市场或将超过2500亿元,三一重工、中联重科等行业头部企业已围绕市场需求推动服务型制造升级,提高产品服务能力,加快市场占位。三一重工“根云”平台故障维修

功能可做到2小时内到场、24小时内完成;中联重科智能云仓管理平台可实现远程在线工况检测、运行信息自动采集与存储、故障预警、作业状况分析功能。二是巨大的服务市场正在加快形成。以轨道交通为例,轨道交通服务主要包括铁道维修、系统维护、零部件更换及运维检测服务等。随着国内轨道交通的快速发展以及运营线路的持续增加,城轨线路系统、供电系统、站场系统维保需求将得到进一步提升。我国轨道交通装备服役期普遍在10年左右,“十四五”期间轨道交通车辆将集中进入大修密集期,有力支撑轨道交通服务市场的需求增长。“十四五”末,我国轨道交通服务市场规模有望达到4000亿元。

特征四,我国装备制造业产业结构与生产方式将由传统制造模式转变为绿色制造模式。“十四五”期间,我国装备制造业将持续推进向绿色循环低碳发展,进一步提高装备制造业产品的可回收性与可拆解性,装备制造企业的绿色供应链管理更加成熟。预计“十四五”期间,我国规模以上装备制造企业单位工业增加值能耗将累计下降14%以上,万元工业增加值用水量累计下降25%以上,与规模以上工业企业单位工业增加值能

耗、万元工业增加值用水量累计下降幅度持平。

具体来看,一是绿色化理念成为装备制造业结构调整重要内容。一方面,产业结构绿色化发展将促进我国装备制造业加快淘汰落后产能,整治提升“散乱污”企业,维护市场经济健康有序发展;另一方面,绿色化发展聚焦装备制造业高端要素,重点推进以数字经济为主要内容的新兴产业发展,加速形成更多新的增长点、增长极。二是智能制造将加速装备制造业形成绿色化生产方式。装备制造业属于劳动、资源、资本密集型产业,绿色化生产方式加速优化装备制造企业人员结构等。“十四五”期间,智能制造与装备制造业深度融合将进一步推进企业生产方式绿色化,企业将利用平台、软件满足生产过程绿色、安全等各项要求,持续强化资源利用以及优化能源使用,实现资源化、减量化、生态化的绿色理念。三是传统制造业绿色改造为装备制造业绿色改造提供经验支撑。目前,部分地方政府已组织开展传统制造业绿色改造工作,并取得一定成效,形成了一批绿色制造试点示范。试点示范的发展经验将为未来绿色化改造在装备制造业进行移植、推广提供有效支撑。

特征五,我国装备制造业产业基础能力构建从“逐点突破”向“系统再造”全面发力。提升装备制造业的产业基础能力是增强我国工业核心竞争力,也是提升我国产业链供应链稳定的重要途径。2014年以来,我国全面实施工业强基工程,在部分工业基础核心关键环节进行“逐点突破”,并取得了阶段性的成果,但因缺乏体系构建,我国工业基础薄弱的局面尚未实现根本性扭转。党的十九届

五中全会提出,“补齐产业链供应链短板,实施产业基础再造工程,加大重要产品和关键核心技术攻关力度,发展先进适用技术,推动产业链供应链多元化”。“十四五”时期将是我国“系统再造”提升装备制造业的产业基础能力的关键时期,预计到“十四五”末国家级专精特新“小巨人”企业累计数量将达到650家,产业技术基础公共服务平台累计数量将达到300个。

具体来看,一是关键基础材料成型技术进入突破期。2017—2019年我国分三年重点实施16个“一条龙”应用计划,在轻量化材料精密成型技术、超大型构件先进成形与焊接及加工制造工艺、高性能难熔难加工合金大型复杂构件增材制造等装备基础材料领域实现了应用突破,打通从技术攻关到产品应用的供应链条;“十四五”期间,随着产业基础再造工程的实施,“一条龙”应用计划将得以延续,关键基础材料将持续突破技术瓶颈。二是核心基础零部件及元器件迎来市场增长期。以液压行业为例,2019年我国液压件市场规模达到690亿元,受“新基建”等政策推动及“一带一路”沿线国家和地区需求的拉动,国际国内“双循环”格局的逐步形成,突破对挖掘机专用高压油缸、高压柱塞泵等核心基础零部件的需求更加迫切,将有效推动国产液压件向高压化、智能化、精准化、集成化发展。到“十四五”末,我国液压件市场规模将突破千亿元大关,形成一批掌握自主核心技术龙头企业的龙头企业。三是先进基础工艺智能融合步入渗透期。人工智能、机器视觉、大数据、云计算等新一代信息技术与毛坯制造、机械加工、热处理、表面处理、组装调试、系统集成等装备制造工艺将加快融合。另外,工业软件、高性能材料、精密加工设备等前端要素环节自主化进程深化、边缘智能逐步渗透,我国装备制造业产品设计、材料开发、加工制造、系统集成等环节的协同效应将全面释放。

## “十四五”期间我国智能制造发展将呈现七大特征

赛迪顾问智能制造产业研究中心

“十四五”期间,我国智能制造发展将呈现七大特征,系统集成将成为支撑智能制造快速发展的重要支点;融合的下一代工业网络有望引领智能工厂的未来;工艺的智能化将成为新时期智能制造发展的突破口;人工智能技术将从边缘侧提升工业智能化程度;以工业机理为基础“自下而上”生长的工业互联网平台将占据主流;机理模型和人工智能将驱动我国工业软件快速成长;聚合工业服务的工业电商3.0形成全产业链闭环。

随着以人工智能、大数据、区块链为代表的新一代信息技术加速与制造业融合,制造业生产方式与企业形态正在发生根本性变革。“十四五”期间,我国智能制造将从制造工艺、硬件设备、软件架构、系统集成、供应链体系等多个维度持续推进,夯实工业基础,保持我国制造业朝着数字化、网络化、智能化方向不变,加快制造业高质量发展进程。

特征一,系统集成将成为支撑我国智能制造快速发展的重要支点。当前,企业智能化改造的方式正从单一的设备升级、软件应用、网络铺设转变为实施整线、整厂的系统集成解决方案,搭建行业级平台。“十四五”期间,制造业全生命周期的智能制造系统集成将成为支撑我国智能制造快速发展的重要支点。随着企业对智能制造发展的需求不断细化下沉,一方面,智能制造系统集成商将加速推进服务产品化,将企业智能化改造的定制化需求分解为模块化的标准服务,在提高集成商服务标准化水平、保证服务质量并降低服务成本的同时,通过改

造效益量化的方式增强企业改造意愿;另一方面,具备通用工艺核心技术的集成商,将有望以技术应用场景为出发点进行跨行业横向延展,向多行业制造业企业提供系统集成服务,拉动传统制造业智能化改造进程。预计到“十四五”末,我国智能制造系统集成产业规模将突破5500亿元大关。

特征二,融合的下一代工业网络有望引领智能工厂的未来。5G+TSN+OPC UA融合的网络,更能满足工业领域智能制造的需求。随着智能制造对柔性生产要求的提高,以及跨平台、跨行业的应用需求增多,急需构建实时的大型工业通信网络。利用5G超低时延与可靠性、大带宽、大规模连接等特性,TSN安全、可靠、稳定的实时连接特性,以及OPC UA运行与平台无关、可在任何操作系统上运行的特性,5G+TSN+OPC UA的结合,可将IT与OT无缝融合到工业通信项目中,达到更加可靠、智能且可以远程、安全地访问智能边缘设备的工业网络技术要求。5G+TSN+OPC

UA三者的结合,将传感器、执行器等工业设备以无线的方式连接,实现不受线缆限制的网络,更好地为工业网络提供更加完整的解决方案,在工业领域的应用发展未来可期。

特征三,工艺的智能化将成为新时期智能制造发展的突破口。制造工艺智能化是制造业整体智能化提升的关键。在向智能化转型升级过程中,企业逐步认识到,工艺创新是制造业企业发展的看家本领与核心技术,冶金、焊接、铸造、喷涂、激光成形等基础工艺是制造工艺优化创新的重点方向。随着工业互联网的快速发展,大数据、人工智能等新一代信息技术将从参数优化、反馈补偿、智能迭代、工艺仿真、数值模型、方案比较、复合工艺、工艺装备等八个方面赋能工艺装备的智能化,开拓制造业智能化转型

升级的新方向。例如,电感器中的铁氧体磁环线圈自动绕制工艺实现了自动化生产,使研发周期从8天缩短到3天,交货期从35天缩短到7天,人员从70人缩短到7人。由此可见,制造工艺智能化,是制造业企业智能化见效最快的方式,是智能化改造升级的重要特征。

特征四,人工智能技术将从边缘侧提升工业智能化程度。人工智能技术对工业智能化程度的提升主要体现在使用深度学习等人工智能算法对工业数据进行学习,实现基于历史数据的智能化功能。一般而言,使用人工智能算法对数据的学习可通过上传至云端,或部署在边缘侧(终端设备或接近设备的网关等)两种方式实现。其中,将数据上传至云端是符合信息技术(IT)架构较为直接的解决方案。相比较将工业数据上云,

边缘侧的部署方案更加贴近工业自动化实际需求。随着越来越多的机器拥有了丰富的传感器,工业数据的数量正呈指数级增长,将如此大量的数据传输到云端将变得即耗资源,又难以满足工业现场的实时性需求。因此,在工业设备或网管中增加边缘计算模块并植入相关算法软件成为边缘智能赋能工业的一种特色解决方案。

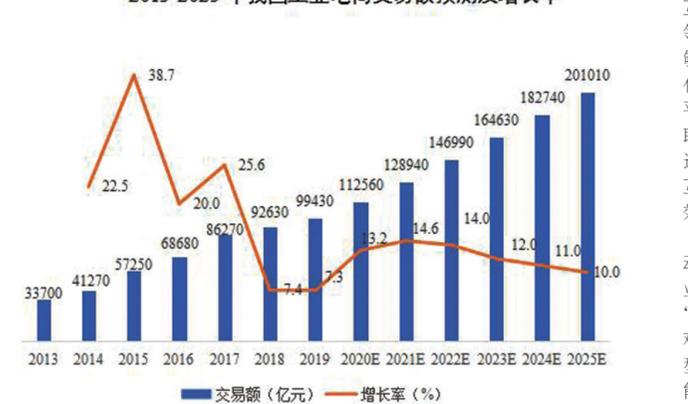
特征五,以工业机理为基础“自下而上”生长的工业互联网平台将占据主流。目前,我国工业互联网平台企业中,“自上而下”模式(先搭建工业互联网平台,再寻找合适的产业嵌入平台)占多数,随着工业互联网模式逐渐成熟,工业互联网平台企业将经历“洗牌期”,预计“十四五”末,我国工业互联网平台企业数量将减少一半以上,以工业机理为基础“自下而上”生长出来的工业互联网平台将成为主流。以制造业企业需求为导向的“自下而上”工业互联网平台企业,经过较长时间在制造业领域深耕,对工业机理和制造设备具有足够深入的认知,在此基础上结合工业自动化知识和新一代信息技术搭建工业互联网平台。相比较于“自上而下”模式的工业互联网平台企业,“自下而上”模式企业对制造业具有更加深入的理解,搭建的工业互联网平台基础更加扎实,能够更加有效地赋能制造业。

特征六,机理模型和人工智能将驱动我国工业软件快速成长。我国国产工业软件由于起步晚、产品化进程缓慢,在“十三五”期间仍难以摆脱“底子薄、应用难、创新少”等发展困境。以工业机理模型为基础,辅以人工智能技术的加速赋能,我国工业软件发展有望在“十四五”期间实现换挡超车。从其细分领域来看,研发设计软件将以计算机辅助制造

(CAM)为重点突破口,在柔性化生产、定制化生产的需求带动下逐渐找到成长壮大的道路;生产控制软件将以生产制造系统(MES)、集散控制系统(SCADA)和数据采集与监视控制系统(DCS)为重点,借助智能制造发展的东风顺势扩大在国内市场的占有率;信息管理软件将以传统市场格局为基础,以“云化”及“服务化”等新模式逐渐增加用户黏性,在个别垂直行业实现快速发展。

特征七,聚合工业服务的工业电商3.0形成全产业链闭环,价值链高端化逐渐显现。工业电商平台作为工业互联网平台衍生的新业态,能够完善工业互联网平台功能,以供应链协同为核心,辅以信息资讯、仓储物流、供应链金融等工业服务,实现供应商、制造商、经销商、用户等产业链各环节主体之间数据连通。2019年,我国工业电商平台交易额已达9.9万亿元,预计到“十四五”末,我国工业电商平台交易额将翻一番,达到20.1万亿元,年均增长率12%以上。随着新一代信息技术的突破和应用,工业电商已从以信息对接和即时交易为核心的工业电商1.0,逐渐与工业互联网平台融合融合发展,进入以供应链协同为着力点、打通生产过程与在线交易数据的工业电商2.0,正开启聚合服务、驱动全产业链数据闭环的工业电商3.0。工业电商3.0利用平台上常年积累的交易数据,分析出相对准确的用户需求,驱动以用户需求为中心的生产制造(C2M)。加之越来越多的工业电商企业为了提升交易品质附加值,将在线交易与仓储物流、金融、质量认证等工业服务环节深度绑定,实现研发—设计—采购—生产—销售—服务—研发的交易品全生命周期数据闭环,迈向价值链高端。

2013-2025年我国工业电商交易额预测及增长率



数据来源:赛迪顾问整理