1. 装备制造业发展趋势研判
   1. **世界装备制造领域技术发展现状与主要挑战**

## 世界装备制造领域技术发展现状

创新能力是新时期世界装备制造发展的核心要义，全球有影响力的先进装备制造集群引领着世界技术创新。本部分基于150个全球有影响力的产业集群，重点梳理了新材料、高端装备、电子信息集群内龙头企业专利布局、科技创新成果等信息，提出这些集群主要的技术创新方向，以为我国装备制造领域开展技术创新、技术孵化、应用落地等提供参考。

**1、新材料集群：持续关注材料性能提升与可持续性发展**

龙头企业的专利及创新成果方向主要聚焦材料高强度、高韧性、高温耐受等性能的提升与可持续性发展。例如，被用于减轻产品重量而不影响其强度的高性能复合材料，被用于增强现有材料的性能并创造具有独特特性的纳米材料，太阳能电池、锂离子电池等新能源材料，以及生物医用材料和智能制造材料等，都将是未来材料领域技术创新与竞争的焦点。新材料集群部分龙头企业技术创新情况如图1-1所示。

文本, 电子邮件

描述已自动生成

图1-1 新材料集群部分龙头企业技术创新情况

数据资料来源：全球先进制造业集群发展趋势报告课题组根据公开信息整理

**2、高端装备集群：聚焦智能制造、清洁能源装备研发技术**

通过对全球有影响力的装备制造集群内龙头企业的专利及创新成果方向分析发现，一方面，随着全球数字经济发展，智能传感技术、移动嵌入式系统等新兴技术与传统装备制造行业快速融合发展，各企业加快布局智能装备制造方向的专利成果，实现工程机械流程工艺的智能化、自动化，如中联重科的大型柔性智能备料车间突破了高精度智能切割等关键技术，在行业内首次实现从钢板来料到成品交付的全流程智能制造。另一方面，为实现可持续发展，清洁能源装备的创新成果数量不断增加，例如，卡特彼勒不仅拥有适用多种清洁燃料的发电机组和微电网技术，还在积极开发氢燃料电池和发电机组。高端装备集群部分龙头企业技术创新情况如图1-2所示。



图1-2 高端装备集群部分龙头企业技术创新情况

数据资料来源：全球先进制造业集群发展趋势报告课题组根据公开信息整理

**3、电子信息集群：人工智能等发展驱动硬件、软件、服务等核心技术体系加速重构**

通过对全球有影响力的电子信息集群龙头企业的专利及创新成果方向分析发现，数字化、网络化、智能化特征突出，人工智能、机器学习逐步成为新工业革命的核心领域。信息通讯领域6G研发加速布局，以华为、LG、三星、爱立信等为代表的企业为主要力量，数据交换网络、无线电传输系统是技术创新的主要方向。以苹果为代表的科技巨头在虚拟现实、增强现实、人机交互等领域专利布局进程加快，例如其最新的Vision Pro交互功能专利成果包括智能戒指、眼动交互、虚拟键盘、空间音频等，拓展了更多使用场景。工业互联网、物联网等持续深化发展，三星、IBM、索尼、微软等大型跨国公司为相关产业技术领域专利申请的主力军，重点布局的技术包括量子计算、传感器、天线射频、RFID等。电子信息集群部分龙头企业技术创新情况如图1-3所示。

文本, 表格

中度可信度描述已自动生成

图1-3电子信息集群部分龙头企业技术创新情况

数据资料来源：全球先进制造业集群发展趋势报告课题组根据公开信息整理

## 世界装备制造领域面临的主要挑战

1. **世界装备制造领域面临的主要挑战**
2. **“装备制造技术攻关”的挑战**

目前全球企业推进装备制造领域的相关技术十分缺乏经验，欠缺可以借鉴的成功案例。目前，制造企业已经存在三种类型的孤岛：信息孤岛、自动化孤岛，以及信息系统与自动化系统之间的孤岛。企业目前也缺乏统一的部门来系统规划和推进智能制造。在实际推进智能制造的过程中，企业也仍然是头痛医头，缺乏章法。

1. **“智能制造示范工厂建设”的挑战**

在推进智能制造过程中，不少企业对于建立无人工厂、黑灯工厂跃跃欲试，认为这就是智能工厂。而实际上，高度自动化是工业3.0的理念。对于大批量生产的产品，国外的优秀企业早就实现了无人工厂，例如日本FANUC全自动装配伺服电机，40秒一个，但其前提是产品的标准化、系列化，以及面向自动化装配的设计，例如将需要用线缆进行插装的结构改为插座式的结构。

一个真正的智能工厂，应该是精益、柔性、绿色、节能和数据驱动，能够适应多品种小批量生产模式的工厂。智能工厂不是无人工厂，却是少人化和人机协作的工厂，推进智能工厂绝不是简单地实现机器换人。南京的爱立信工厂有一条装配线，一开始设置的自动化率是90%，后来发现调整为70%，增加若干人工工位，整体质量和效率反而是最优的。此外，对于装备制造行业，机加工等工序并不适合建立自动化生产线，而建立FMS（柔性制造系统），则是更现实的选择。

1. **“行业智能化改造升级”的挑战**

在全球产业链重组的基本趋势和背景下，作为实体经济主体的制造业的转型升级一直是全球各国关注的最重要的话题之一，探寻制造业转型升级之路也是各国工业政策经久不衰的议题。Gereffi提出了全球价值链升级理论，指出“产业的转型升级表现为产品升级、经济活动升级、部门内升级和部门间升级四个方面”；Humphrey和Schmitz提出了产业升级的四种方式：“工艺升级、产品升级、功能升级、跨产业升级，前三种都是产业内升级,第四种是产业间升级”。从全球实践来看，1970—90年代，以丰田生产模式为代表的精益生产、摩托罗拉公司首推的六西格玛质量过程管理、哈默和钱皮提出的业务流程再造等管理变革，推动全球制造业不断改善和优化经营效益；20世纪末随着网络技术的普及应用逐渐折射到制造业，在此基础上2013年以德国为代表提出了以大规模定制为特征的工业4.0概念。在工业4.0时代的智能制造，“其核心是动态配置的生产方式，关键是信息技术应用，本质是基于‘信息物理系统’来实现‘智能工厂’”。

全球智能工厂建设经验以本国制造业固有优势为基础，以加快智能制造技术应用为导向，很难具有扩大和深化先进技术应用范围。

1. **“智能制造装备创新发展”的挑战**

企业要真正实现智能制造，必须进行生产、质量、设备状态和能耗等数据的自动采集，实现生产设备（机床、机器人）、检测设备、物流设备（AGV、立库、叉车等），以及移动终端的联网，没有这个基础，智能制造就是无源之水。

无论是推进企业信息化、两化融合，还是进一步实现数字化转型，推进智能制造，基础数据的规范性和准确性都是必要条件。很多企业在实施ERP，或者ERP升级换型的过程中，花费时间最多的就是基础数据的整理。企业管理的规范性、业务流程的清晰，也是企业推进智能制造的“敲门砖”。但现实的情况是，一些企业的基础数据还没有理顺，却在大谈“工业大数据”。这种舍本逐末的做法，注定是难以取得实效的。

1. **“工业软件突破提升”的挑战**

21世纪以来，欧美发达国家将工业软件发展上升为国家战略，出台了一系列政策措施重点扶持。2009年，美国竞争力委员会发布《美国制造业-依靠建模和模拟保持全球领导地位》白皮书，将建模、模拟等高性能计算视为维系制造业竞争力的重要支撑；2011年，美国推出高端制造合作伙伴计划AMP，重点发展围绕数值模拟技术的软件工具和应用平台；2020年7月，美国工业互联网联盟首次发布《工业数字化转型白皮书》，认为云计算、物联网、超链接等关键技术与高效的创新流程是企业数字化转型的重要驱动因素；2021年4月，拜登宣布1800亿美元规模的科技研发计划，重点支持量子计算、人工智能、先进半导体制造等前沿领域发展。此外，德国政府出台《高技术战略2020》《信息通讯技术2020》等政策措施，鼓励工业软件产业发展与项目创新；法国政府将工业软件研发课题列为国家关键技术项目，并积极参与欧盟框架下的信息科技计划（IST）和尤里卡框架下的ITEA计划。

日本和韩国在信息技术产业领域各具优势，近年来也加入到大力支持工业软件发展行列。日本发布2021年《制造业白皮书》，推动企业深化数字化转型；2020年7月，韩国政府发布“材料，零部件和设备2.0战略”，意在大幅扩充关键战略产品的供应链管理，打造尖端产业世界强国。

随着中美贸易摩擦加剧，美国对我国采取限购措施，限制芯片、工业软件、设备器件、技术服务等的对华出口，对国内工业生产造成较大影响。特别是我国EDA等核心工业软件依旧主要依靠进口，如果境外厂商因美国政府限购而停止对我国EDA供货和技术支持，国内关键领域的工业生产可能受到严重影响。

随着国内智能制造产业的快速发展和国际环境的变化，我国对发展核心工业软件越来越重视，支持力度越来越大。近年来，相继出台了《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》（国发〔2020〕8号）、《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023年）》（工信部信管〔2020〕197号）、《关于加快推动制造服务业高质量发展的意见》（发改产业〔2021〕372号）等政策文件，均提出要加快发展工业芯片、工业软件、工业互联网，大力培育工业软件企业及产业生态。

1. **中国装备制造领域面临的挑战**
2. **“智能制造技术攻关”的难题**

我国推动制造业数字化转型还存在关键核心技术有待进一步突破、数字化解决方案规模化供给与个性化需求存在偏差等难点。

我国制造业领域一些核心技术受制于人，“卡脖子”问题突出，对外依存度高，新兴技术掌控能力有待提升。如，全球工业设计仿真软件产业主要由美、德、法三国把控。许多企业仍然处于数字化起步阶段。如，芯片、传感器、工业机器人等核心技术装备与软件系统仍然依赖进口，严重制约了我国智能制造的发展。

**我国制造业现阶段的状况是“大而不强、缺芯少智”**。虽然在高铁、水电、路桥、航空航天、超算等方面进展显著，取得了举世瞩目的成就，但工业基础相对薄弱，高端装备、关键元器件及零部件依赖进口，制造质量和实力与德国相比差距大。信息技术与产业发展与美国相比差距大，特别是在集成电路、高端软件、智能传感等方面的具体制造上欠缺自主核心技术，大量高端芯片、设计软件、关键元器件与零部件等均需进口，始终受制于人，在高端电子装备制造上，完全自主研发制造的核心能力较弱，缺乏引领和支撑我国智能制造未来发展的关键共性技术。

以高端电子装备为代表的制造技术，是支撑智能制造发展的重要前提，如通信导航、芯片制造、雷达制造、天线制造、柔性电子制造、自动控制等，在制造方面存在一些关键共性技术需要突破，如机电热磁的一体化综合设计、电气互联、微电子流片、微组装、高密度封装、精密和超精密加工、共形天线、表面工程技术等，直接制约着制造质量和水平的提升，影响智能制造的自主发展。为此，应从制造的具体实际出发，出台解决共性技术的国家重大攻关计划，构建共享的技术与产业发展平台，解决发展智能制造的关键共性技术的核心问题。

1. **“智能制造示范工厂建设”的难题**

智能制造是基于新的物联网、大数据、云计算等数字化技术与先进制造技术的深度融合，贯穿于从设计、供应、生产制造、服务等整个供应链制造、运营和管理的各个环节。因此，智能制造包含两个系统工程，一个是智能制造技术（制造技术和信息技术）整合的系统工程，另一个是管理的系统工程。而正是这两个系统工程，是智能制造实施的第一难点，这不仅是中国企业，欧美的企业也同样存在此问题。

智能制造的大难点是管理和组织的变革。首先，智能制造基于数据实现端对端，信息充分共享，管理平台化，打破了企业原有的金字塔官僚管理体制结构，来自原有的权力结构的拥有者的变革阻力会很大，而往往他们还掌握了决策权，导致智能制造的资源投入不到位。其次，管理方式会因信息平台化而发生改变，个体和任务小团队的自管理、自决策机制会越来越普遍，但是，目前还没有找到很好的组织管理方式及组织文化激发个体和小团队的工作意愿并相互协同。

虽然我国在智能工厂建设方面取得了一定成效，但仍面临诸多困难挑战。一是企业智能化意识不强。诸多企业的智能化转型缺乏系统性，尚未实现设备数据的自动采集和车间联网。部分企业缺乏对智能工厂的正确理解，认为智能工厂就是自动化、机器人化，一味追求“黑灯工厂”、单工位机器人改造、机器换人等，推出只能加工或组装单一产品的刚性自动化生产线。还有部分在尚未配备相应软件系统的情况下盲目购买高端数控设备，导致资源浪费。二是核心基础技术水平不高。目前，我国在光刻机、航空发动机短舱等14项关键核心技术方面尚未实现突破，现有相关部署多集中在生产自动化水平较高的大中型企业，忽视了专精特新中小企业或创业企业在基础和适用性技术突破中的重要作用。三是智能制造网络体系不全。智能制造行业存在信息化、自动化孤岛。一方面，智能工厂的建设涉及智能装备、自动化控制、传感器、工业软件等领域的供应商，整合难度大；另一方面，自动化生产线缺乏统一规划，生产线之间需要中转库。

AI智慧工厂分为工业质检和人员合规监测两个细分场景。

工业质检。目前，工业质检仍大量依赖人工方式进行，在检测速度和标准一致性方面存在不确定性，劳动密集型的工业质检方式已难以适应行业竞争及市场发展。基于5G+MEC低时延视频图像数据传输能力，在生产现场部署工业相机或激光器扫描仪等质检终端，实时拍摄产品质量的高清图像，通过5G网络传输至部署在MEC上的专家系统，专家系统基于AI算法模型进行实时分析，对比系统中的规则或模型要求，判断物料或产品是否合格，实现缺陷实时检测与自动报警，并有效记录瑕疵信息，为质量溯源提供数据基础。同时，通过专家系统进一步将数据聚合，上传到企业质量检测系统，根据周期数据流完成模型迭代，通过网络实现模型的多生产线共享。

人员及环境合规监测。工厂是人员密集型场所，对于安全生产要求高，需要实时监测员工进入工作区域时不按规定佩戴安全帽、不按公司着装规范穿着工作服、抽烟、擅离职守、玩手机行为，对于工厂物料摆放不合规、区域乱摆乱发、贵重材料失窃行为频发、厂房区域发生车间设备冒槽滴漏积水现象以及烟火现象不能在第一时间及时发现，影响生产安全。可以通过AI算法对人员行为及环境进行实时监测预警，提高工厂安全生产管理效率。

1. **“行业智能化改造升级”的难题**

《产业结构调整指导目录（2024年本）》坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，推进新型工业化，加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国，加快构建具有智能化、绿色化、融合化特征和符合完整性、先进性、安全性要求的现代化产业体系。

推动制造业高端化、智能化、绿色化。持续增强制造业核心竞争力，推动质量提升和品牌建设，不断引领产业向中高端跃升。以智能制造为主攻方向推动产业技术变革和优化升级，加快推广应用智能制造新技术，推动制造业产业模式转变。鼓励绿色技术创新和绿色环保产业发展，推进重点领域节能降碳和绿色转型，坚决遏制高耗能、高排放、低水平项目盲目发展。

巩固优势产业领先地位。加快传统产业改造提升，提高先进产能比例，有效扩大优质供给。依法依规化解过剩产能、淘汰落后产能。大力发展壮大战略性新兴产业，加快发展数字经济，前瞻布局未来产业，构建产业发展新引擎。扎实推进农业现代化，巩固和提高粮食、重要农产品生产能力，强化农业科技和装备支撑。加快发展物联网，建设高效顺畅的流通体系。优化基础设施布局、结构、功能和系统集成，构建现代化基础设施体系。

近期，浙江省举行了工业和信息化领域设备更新“十链百场万企”对接会，企业参与踊跃。浙江省经信厅副厅长詹佳祥介绍，将围绕重点行业设备更新，实施技术改造项目5500项，聚焦纺织、化纤等传统优势行业，加快低效老旧设备替代；针对光伏、动力电池等技术迭代快的新兴行业，加快更新升级高端先进装备；围绕石化、化工等重点行业，大力推广绿色安全装备；推动各行业更新升级试验检测设备。

浙江省是装备制造业大省，2023年装备制造业规上总产值4.8万亿元，但部分行业企业生产设备老旧、能耗排放高、安全隐患多。因此，浙江提出到2027年，全省工业领域设备投资规模较2023年增长30%以上，重点行业主要用能设备能效基本达到先进水平。规模以上工业企业数字化研发设计工具普及率、关键工序数控化率分别超过93%、75%。

宁夏回族自治区的冶金、有色、化工、建材、电力、机械、轻纺、电子等传统产业占全区工业总量的近九成，部分企业装备更新改造步伐慢，老旧设备保有量多。当前宁夏全区钢铁、有色、石化等行业中使用期限超过10年以上的设备占70%左右，设备的精度、稳定性、智能化程度亟待提高。近年来，宁夏加快实施结构改造、智能改造、技术改造、绿色改造，规上企业的数字化转型比例达50%以上，国能宁煤400万吨煤制油项目等一大批项目装备水平位居行业前列，东方钽业钽铌火法冶金产品生产线技术改造等项目加快推进。石嘴山市工业和信息化局负责人介绍，将以推进新型技术改造为主线，加快推进天地奔牛智能产线、乾洋新材料储能新型材料产品及配套等一批重大示范新型技术改造项目建设，持续推动企业设备更新、工艺升级、数字赋能。

当前，安徽省各地推动工业领域设备更新部署持续走深走实，有效释放工业安徽省各地推动工业领域设备更新部署持续走深走实，有效释放工业领域设备更新潜力、增加先进产能、提高生产效率。

关于我国制造业数字化改造的障碍，国内外学者已经开展了相关的研究。

首先，从制造业数字化改造的宏观环境来看，钱艺文指出，“现阶段，我国制造业承受着来自国内外的双重压力。一方面，发达国家制造业依靠原始积累，率先进行数字化转型升级，生产成本不断降低，科技含量不断提高，致使我国制造业国际竞争力相对较弱，在全球价值链中存在‘低端锁定’风险；另一方面，随着国内劳动力和原材料成本优势衰减‘刘易斯拐点’的到来致使制造业原有的粗放式发展模式受到强烈冲击”。因此“工信部原副部长杨学山认为，要实现《中国制造2025》提出的目标任务，仅有一批大企业是不够的，需要各个行业80%的产能和80%的企业都能够达到制造业的先进水平。但麦肯锡报告又指出：国外一般企业数字化转型失败率为80%。”埃森哲与工信部国家工业信息安全发展研究中心合作开发的中国企业数字转型指数显示，中国只有7%的企业突破业务转型困境，成为转型领军者。

其次，从数字化改造企业的异质性研究来看，Moeuf等对涵盖中小企业不同工业4.0问题的现有应用研究进行了文献综述。结果表明，“中小企业并没有利用所有资源来实施工业4.0，而且往往只限于采用云计算和物联网。同样，中小企业似乎只采用了工业4.0概念来监控工业过程，而且在生产计划领域仍然缺乏实际应用。

第三，从数字化改造产业层面来看，国务院发展研究中心“我国数字经济发展与政策研究”课题组指出，“我国制造业企业所处发展阶段参差不齐，其数字化转型既包括处于较低发展阶段的企业提高信息化水平，也包括处于较高发展阶段的企业实现数字化、网络化、智能化……缺乏权威的数据标准、数据安全问题有待解决、数据开放与共享水平有待提高、技术基础与信息基础设施相对薄弱、对就业将产生严峻挑战等问题仍存在，阻碍着制造业数字化转型进一步深入”。

综上所述，对于制造业数字化改造障碍的认识，国内外学者和企业实践者基本达成一致：数字化转型存在两大基本矛盾，即集成陷阱和中小企业陷阱。“所谓‘集成陷阱’是指企业管理信息的全局优化需求与碎片化供给的矛盾。具体表现为企业在工业化和信息化融合发展的初期阶段，各个职能部门各自搞了许多信息系统，却鲜见信息系统间的连接与集成，最终成为一个个‘信息孤岛’”。一般认为，数字化改造只有突破了集成陷阱（突破图1-4价值拐点G），企业才会进入工业化和信息化两化深度融合发展的高级阶段，进而进入实质性受益阶段。而“所谓‘中小企业陷阱’是指对于广大中小企业来说，由于缺资金、缺人才，对数字化转型大都抱有‘不敢转、不愿转、不能转、不会转、不善转’的态度；即使有勇于尝试者，也大都在没有超越前期沉没成本（图1-4中OF段）、尚未突破“集成陷阱”、数字化改造效果尚未显现前消耗完了所有的资源。”

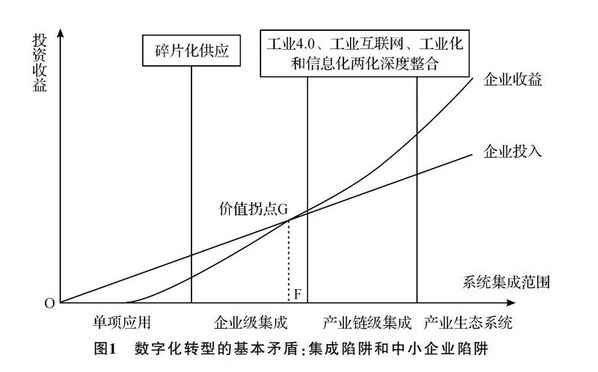


图1-4 数字转型的基本矛盾

数据资料来源：刘志彪、徐天舒：我国制造业数字化改造的障碍、决定因素及政策建议

通过上述的回顾还可以发现：尽管现存的文献从各个方面对产业数字化改造的障碍、影响因素进行了研究，但是从整体来看，主要集中在企业外部宏观层面的分析上，具体落实到制造业的“智改数转”领域，则对于先进企业数字化改造经验的分析和总结、对于克服数字化改造障碍推进全产业链数字化水平的培育经验的分析和总结，都显得非常单薄，且缺少对企业执行层面的研究。

2020年11月，中央《国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中明确提出：要充分发挥海量数据和丰富应用场景优势，促进数字技术与实体经济深度融合，赋能传统产业转型升级。2022年12月，国务院发布的《“十四五”数字经济发展规划》指出：大力推进产业数字化转型，要加快企业数字化转型升级；全面深化重点产业数字化转型，立足不同产业特点和差异化需求，推动传统产业全方位、全链条数字化转型，提高全要素生产率。这两个文件的发布，标志着我国制造业数字改造从前期的理论分析、规划设计阶段进入实质性运行和快速发展阶段，因此亟需从企业视角总结数字化改造的决定因素，为其他尚未开展数字化改造的企业提供示范；亟需从产业链视角分析产业数字化过程中面临的障碍，为各地政府开展产业数字化改造培育工作提供指南；此外，《纲要》中还提出：要锻造产业链供应链长板，立足我国产业规模优势、配套优势和部分领域先发优势，打造新兴产业链，推动传统产业高端化、智能化、绿色化。因此，从企业和产业链层面去解决“智改数转”工作的中障碍，是中国走出施正荣所提“微笑曲线”中低附加值的低端加工制造困局，实现研究了20多年的产业转型升级的主要抓手，还是中国经济提升国际竞争能力、避免在中国式现代化过程中落入中等收入陷阱的重要举措，也是我国提高制造业人均劳动生产效率,实现工业高质量发展的必由之路。

但从已经开展“智改数转”城市的实践来看，许多制造型企业往往存在因为缺专业人才“不敢转”、缺钱缺技术“不愿转”、设备制式数据标准不统一“不能转”、缺智能化诊断和后续服务“不会转”、头部企业示范引领作用不强，中小企业缺抓手“不善转”等实施障碍；而促成制造业数字化改造成功的主要决定因素尚不明确，特别是缺乏企业层面和产业层面的相关研究。因此，我们认为当前亟需对我国那些突破业务转型困境，成为数字化改造转型领军企业的特性进行分析，并结合已经开展“智改数转”城市的实践经验教训，从整个产业链层面来总结数字化改造的决定因素，并针对现有的转型障碍提出相应的产业政策建议。

1. **“智能制造装备创新发展”的难题**

中国智能制造的难点在于装备制造业仍然是我们的瓶颈，跟不上智能制造发展的要求。智能制造最终还是要落到制造技术和装备上，虽然我国在互联网、物联网、大数据、云计算等数字化技术以及5G的深入应用上处于优势地位，但制造最后的执行单元还得是机床，这远远落后于欧美和日本企业，比如工业机器人、3D打印、大余量高速切削机床、芯片光刻机、高精度的测量测试设备等等，我们还存在很大的差距。

大型高档机床、多轴工业机器人的核心零部件，数据库、EDA、CAD/CAE等基础工业软件，还受制于人，这些关键核心技术不解决，自主可控的智能制造体系就难以建立。

智能制造是一个庞大的系统工程，很难一蹴而就，由简入繁、从典型应用场景入手，不失为一个好的路径，也将成为各地推进智能制造发展的重要着力点。

1. **“工业软件突破提升”的难题**

近年来，我国EDA厂商在细分领域逐步实现突破，如在仿真端，华大九天和概伦电子实力强劲；在后端，芯禾半导体具有较完整的解决方案和竞争力；广立微在良率优化端的软件和测试机、博达微在数据端的快速参数测试方案等达到较高水平。受益于在细分领域的产品突破，我国本土EDA厂商竞争力有所增强。

尽管如此，国内EDA厂商在全球产业链中仍然缺乏竞争力。一方面，我国EDA厂商以提供点工具为主，在产品完整性、集成度等方面仍与发达国家跨国公司有较大差距，仅有华大九天一家可以提供面板和模拟集成电路全流程设计平台，其他厂商只能提供某领域内的部分工具，而发达国家跨国公司经过一系列并购，基本打通了EDA全流程工具链，能够覆盖全领域的设计需求（见表3）；另一方面，我国自主研发的工业软件产品大多集中于产业链中低端领域，同行业内产品竞争力相对较高，但针对高端产品及部分核心工业软件的研发生产，我国产品竞争力水平则明显不足。相比之下，国内核心工业软件企业还需要进一步加快研发覆盖全领域的设计平台，争取在产业链高端环节实现突破。

EDA软件还只是工业软件中的冰山一角，和EDA面临相同困境的还有三维CAD、CAE、CAM、PLM、MES等核心工业软件，以汽车制造、航空航天为代表的高端装备制造业基本都被法国达索CATIA、德国西门子UGNX、美国PTC等产品垄断。由此可见我国自主工业软件之殇，发展自主工业软件体系刻不容缓。

**技术积累不足，产业基础薄弱**。工业软件是信息技术和工业技术融合发展的产物，核心工业软件产业的发展需要长期积累。欧美工业经历几百年发展，完成了三次工业革命，在实践中充分试错、总结经验，其工业软件产业无论从市场规模还是知识和人才储备上均具有优势。而我国工业化起步晚，工业信息化经验积累更加薄弱，远远没有国外工业软件的经历丰富。国外工业软件巨头之所以强大，原因之一就在于积累了几十年甚至上百年工业生产的关键技术、流程、知识、工艺和数据，形成了扎实的工业数据知识库，具备最重要、最核心、最底层的支撑。而这些对于我国企业而言，都还相当薄弱。为此，国内工业软件企业要追赶国际巨头，必须沉下心苦练内功，夯实底层技术积累和产业基础。

**研发投入不足，融资能力偏弱。**高额的资金投入在核心工业软件产品设计研发不可或缺。从Synopsys和Cadence的财务报表来看，这两家公司每年花费在研发上的投入分别是营收的30%和20%。高额的研发投入提升了公司产品的技术水平，使其在该领域多年保持世界领先。但现阶段，我国由于工业软件研发投入大、周期长、回报低，大多数企业资金有限，难以维持高额研发投入。此外，我国工业软件还表现为融资渠道狭窄，融资能力弱。从事工业软件的企业一般是“轻资产”企业，缺少抵押品，难以获得银行贷款，直接融资渠道不畅。一个最典型的例子是，在互联网初创公司动辄数千万、上亿融资的时代背景下，成立了22年的国内领先的工业软件龙头厂商——广州中望龙腾软件股份有限公司，2018年底完成第一轮融资8000万元，2019年10月完成第二轮融资1.4亿元，这两轮融资竟然均为国内研发设计类工业软件领域彼时规模最大、估值最高的融资案例[5]。随着中美贸易摩擦的加剧，EDA行业成为市场关注的重点，资金开始积极进入。2020年EDA行业有9家企业完成了15次融资，2021年前两个月已经完成了7次融资8。总体而言，工业软件行业融资水平仍然偏低，难以满足现阶段工业软件企业对资金的强烈渴求。

**用户依赖国际巨头产品，国内产业生态亟待优化**。长期以来，国内工业软件市场被国际巨头所垄断，由于软件产品使用习惯黏性，国内用户形成了对供给巨头产品的依赖。这种依赖导致国内旺盛的用户需求很大程度上推动了国际工业软件巨头产品优化发展，而不是本土企业工业软件的发展。工业软件就是要不断解决自身缺陷，不断迭代，才能保证软件的活力。比如，达索的系统，许多国内用户天天用，不断反馈需求，迭代自然就很快。只有经过不断开发、反馈、升级这样循环上升的过程，工业软件的技术水平与市场竞争力才能有效提高。相比之下，国内工业软件使用用户少，产品缺乏用户反馈，导致产品优化和迭代升级状况不太理想。当前，外资企业垄断了大多数的国内头部客户，在核心技术、产品成熟度和营销渠道的完善程度上，导致国内厂商难以同外资企业竞争。

**人才短缺，人才流失问题严重**。人才是根本，强大的人力资本是支持工业软件持续发展的基石。以EDA为例，有数据表明，仅新思科技一家企业就在美洲雇佣了5000多名工人，其中80%是工程师9。然而，我国在高端技术领域的专业人才相对缺乏，工业软件领域的人才缺口尤甚。首先是因为从事工业软件要求既要懂工业又要懂软件，这种复合型性人才培养难度大、培养周期长。工业软件是一个跨学科的应用方向，涉及数学、信息技术、机械、电气传动与控制等多领域的知识，在工业软件设计和研发过程中，需要既懂信息化又懂工业机理的复合型人才。而现实情况是，绝大部分高校在专业设置领域有偏差，没有工业软件专业，培养的软件人才基本都是计算机工程、软件工程专业，缺乏工业基础。工厂的业务人员懂工业制造，却不懂软件设计。此外，工业软件人才流失严重。据调查，工业软件行业刚毕业的硕士研究生的年薪在12~15万元之间，工作七八年的开发人员年收入也仅能达到20万元，可一些互联网、游戏公司轻易就能用数倍年薪挖人，导致工业软件行业人才流失问题更加严重。

另外中国智能制造的在于基础数据平台深度开发不受控。企业要实现智能制造，需要两个基础系统平台，一个是MES系统，另一个是ERP系统，而这两个系统我们没有自主的软件平台，还是要依赖于欧美，因此在深度定制开发上还是受限制。智能制造需要基于数据并充分挖掘数据价值而实现自决策、自管理、自学习，从数据源采集、数据呈现、数据分析到自行诊断、自动反馈、自动调整控制，中间就离不开算法的开发，智能的核心也就是算法。而算法的开发是一个多跨界和交叉学科的工作，既要有对业务的深入理解，又要有IT的技术思维，因此，在算法开放的资源上存在很大的差距。

1. **河南装备制造领域面临的挑战**
2. **“智能制造技术攻关”的挑战**

河南省成套装备集成创新仍处于初级阶段，“重应用、轻基础、少创新”等情况问题依然突出。河南多数装备制造企业依赖深耕应用领域并可提供全套解决方案的进口设备制造厂商，但多是海内外头部企业迭代升级后“淘汰”的数字装备及运作系统，并且“重引进轻吸收”，难以有效助力企业转型升级并“弯道超车”。同时，在全国市场具有较大影响、具有系统总集成和总承包性质的本土企业缺位。目前，河南装备制造企业大多缺少成熟的数字化设备和软件运行系统，企业信息化建设水平低、大数据应用浮于表面。

1. **“智能制造示范工厂建设”的挑战**

河南省装备制造业产业规模相对较小，仍以传统装备制造生产为主。产品市占率不高、产品线多样性不足，企业规模结构和阶梯建设不优。老品牌市场化不足，新品牌成长性不够。据河南省第四次经济普查显示，河南中小型制造企业占全省比重高达惊人的99.7%。尽管近年涌现出宇通重工、中铁工程装备、洛阳一拖、许继集团等一批智能装备制造企业，但中小企业是河南装备制造业的中坚市场主体，“小巨人”“隐形冠军”“瞪羚”企业培育成效尚未显现。2021年中国装备制造业企业100强榜单显示，河南仅有5家企业上榜，山东则有16家位居百强。

一方面，河南省装备制造业产业产品结构占比仍不合理，高端装备制造产业整体规模偏小，高端制造产品占比仍然较低。与全国其他各地企业相比，大型骨干企业不多，具有国际竞争力的大企业集团缺乏，在装备制造领域还不能发挥领军主导作用，导致企业组织规模小而散，产品大多处于价值链的低端和产业链的前端，高附加值、高技术含量的产品占比过低，产品缺乏核心竞争力。另一方面，一些企业盲目扩大生产规模，以产能扩张为主要指向的固定资产投资强度有增无减，高端产业的保障能力不能得到有效满足，导致产品低价、同质化恶性竞争严重，供过于求的矛盾突出。

1. **“行业智能化改造升级”的挑战**

当前河南装备制造业高端网络化建设基础仍薄弱，产业链分布与市场需求存在不匹配，设备互联、供应链互联等基础建设比例低，只能从事劳动密集型产业，效率低、利润少。如何通过机器人、人工智能以及互联网的优势来发展高端装备制造业，成为如今装备制造业的建设难点。除了个别领域外，智能制造装备产业基础薄弱，在高端装备制造业领域，由于创新能力弱，智能化水平低，一些核心部件的制造仍受制于国外。存在智能、高精、自动等信息控制技术以及标准体系不够完善、行业优秀领导企业缺乏和相关先进制造服务业支持等问题。在生产与研发过程中，智能装备制造企业涉及先进制造技术、信息技术、管理技术等多个方面，整体创新能力不够，缺乏核心技术，自主创新能力低。

1. **“智能制造装备创新发展”的挑战**

当前河南省装备制造企业智能制造就绪率相对较低，多数企业集中在以降低日常管理成本为目的的日常业务数字化领域，缺乏利用数据提高效率创造利润的能力。据工信部抽样调查，河南仅有26.5%的工业企业信息化建设达到创新突破的高水平阶段，低于全国平均水平4.6个百分点。河南本土数字化服务能力较为薄弱。在工信部认定的166家系统解决方案供应商中，河南仅中机六院、大河智信两家入选，反映出企业从本土获取技术和资源支持的渠道较窄。

1. **“工业软件突破提升”的挑战**

**核心技术缺失，产品竞争力不足**。一方面，工业软件发展缺少核心技术，自主研发能力弱。河南省在产品创新数字化领域的工业软件厂商规模较小、研发能力有限，对关键核心技术研发缺少高额度持续性的资金投入，导致河南省工业软件自主核心技术研发进展缓慢。另一方面，缺乏支撑工业软件发展的技术标准规范。由于缺乏基础编码、软件开发、实施规范、集成接口等相关标准与规范，软件的可扩展性、可配置性、可重构性较差，产品在性能、功能模块数量、平台的稳定性上与发达国家和国内先进地区软件存在较大差距。

**工业软件知识产权保护意识和力度不足**。一是企业保护工业软件知识产权法制意识比较薄弱。很多企业没有建立完善的知识产权管理体系，无法很好地应对工业软件创造、运用、保护和管理的需求。二是有关部门打击盗版的力度不够。打击软件盗版常常是“民不举，官不究”的状态，尚未形成常态，尚未与企业管理者的职责挂钩，也未从法律角度明确责罚尺度。

**工业软件与工业深度融合不足**。一是工业基础薄弱带来的“累积效应不足”。河南省在基础零部件、元器件、基础材料、基础制造装备和检测设备，技术研发和技术创新体系等工业基础领域相对薄弱，对基础工艺研发、关键工艺流程、工业技术数据缺乏长期积累，工业机理、工业建模与虚拟仿真等基础能力不足。二是河南省工业软件与工业应用结合不紧密，难以满足复杂多变的工业实际业务与特定场景需求。三是工业软件企业和工业企业缺乏紧密联合机制，工业软件产业化和商业化受阻。

**工业软件人才短缺，教育体系不完善**。一是工业软件产业所需复合型人才稀缺。工业软件的研发和应用需要大量既懂信息技术又懂工业技术，且具备一定企业管理知识的复合型人才。但该类人才成材率低、培养难度大，导致人才大量缺口。二是高校培养工业软件人才的专业设置不足。省内绝大部分高校都没有工业软件专业，学校培养的软件人才基本上都是计算机工程、软件工程专业培养的，缺乏工业基础，而工业软件一定是一个跨学科的，包括数学、机械、电气传动与控制、工艺的融合应用方向。三是工业软件人才流失严重。由于没有成熟的工业软件吸引人才的政策，加上国产工业软件产业不成规模，工业软件人才的收入与其他行业有较大差距，金融和互联网等行业的虹吸效应凸显，造成高端工业软件人才大量流失。此外，国外软件企业加快在华布局，也使得国内各企业间争夺人才的现象更加激烈，许多国内企业依靠实施工业软件项目培养出的工业软件人才流失严重。

* 1. **各国在装备制造领域的做法**

## 美国在装备制造领域的做法

1. **政策支持**

2017年，美国清洁能源智能制造创新研究院(CESMII)发布的《智能制造2017-2018路线图》指出，智能制造是一种制造方式，在2030年前后就可以实现，是一系列涉及业务、技术、基础设施及劳动力的实践活动，通过整合运营技术和信息技术的工程系统，实现制造的持续优化。该定义认为智能制造有四个维度，“业务”位于第一位，智能制造最终目标是持续优化。该路线图的目标之一就是在工业中推动智能制造技术的应用。2018年，发布《先进制造业美国领导力战略》，提出出三大目标，开发和转化新的制造技术、培育制造业劳动力、提升制造业供应链水平。具体的目标之一就是大力发展未来智能制造系统，如智能与数字制造、先进工业机器人、人工智能基础设施、制造业的网络安全。2019年，发布《人工智能战略：2019年更新版》，为人工智能的发展制定了一系列的目标，确定了八大战略重点。

1. **“回归”亦或“重构”：对美国产业政策纷争的再解读**

随着市场原教旨主义在现实世界走向式微，理论界对于产业政策的纷争似乎趋于收敛，普遍认同各国都不同程度地使用产业政策以干预产业发展，但对于不同经济体产业政策的表现形式、作用范围一直存在争议。贺俊（2023）认为，当前存在产业政策研究丛林中的美国迷雾。④长期以来，理论界针对美国产业政策存在三种观点：无产业政策论、自由市场经济框架下的有限产业政策论和大政府下的干预型产业政策论。近年来，随着美国在半导体等战略性产业领域实施选择性产业政策和大国竞争导向的抑他性产业政策，对于美国产业政策的争论渐趋于第三种观点。

学术界对于美国产业政策的作用范围和历史演化过程存在争议。一种观点偏向于“回归派”，认为在制造业或某一产业发展的较长时间里，美国对制造业的政策偏向于放任自流。冯志刚和张志强（2022）认为，2017年美国挑起中美贸易战和经济战以来重拾国家产业政策，促进本国产业发展和产业回流以解决主要产业“空心化”问题，在此之前，美国尊崇自由市场经济而否定产业政策。⑤另一种观点认同美国产业政策的“常态论”，认为美国产业政策贯穿美国产业经济发展全过程。实施产业政策并非某届政府的短期政治工具，而是有着长久历史传统的国家战略思想。⑥结构性产业政策贯穿美国立国以来由经济赶超到全球领先的发展历程。⑦产业政策在美国经济活动中一直发挥重要作用，美国政府不仅充当着市场的“修理者”角色，而且充当着市场的业政策推动创新革命浪潮。

在“常态论”观点下，一些学者考察了美国产业政策的演化特征。刘飞涛（2022）认为，美国的产业政策可追溯至建国初期，并以不同形态贯穿于各个历史时期，政府公开倡导产业政策和产业战略始于拜登政府。李思奇和孙梦迪（2022）认为，美国一方面在WTO框架下试图对中国产业政策形成围压之势，一方面长期运用大规模产业补贴维持企业竞争优势，从2009年以来美国新增产业补贴政策来看，制造业是政策出台数量最多的产业领域。贺俊（2023）认为，美国政府对产业发展的干预较为普遍且持续存在，但表现或隐或现、时强时弱。②部分学者考察了美国半导体产业政策，认为面对日本和中国半导体产业的崛起，美国采取了应激性的产业政策以遏制对手发展。

西方学者也注意到了美国产业政策显性化和常态化的趋势。迪托马索等（Di Tommasoetal.，2020）认为，选择性产业政策一直是促进经济和社会结构变革的一种隐性的干预措施，但2008年国际金融危机和新冠疫情暴发后，选择性产业政策在美国等发达国家出现显性化的趋势。卡梅利（Cameli，2023）指出，美国产业政策时强时弱，现时产业政策不是历史上产业政策的复兴和回归，而是超越了国家控制主义和市场原教旨主义之争的新机制和新范式。

总体来看，以往文献对美国产业政策的研究逐渐深入，揭示了美国产业政策的长期性和阶段隐蔽性，但对于美国产业政策的内容体系、演化逻辑和未来走向仍然存在较多争议，对美国产业政策进行较长周期考察和体系分解有助于厘清其演化逻辑。

1. **美国先进制造产业政策回溯**

2008年国际金融危机以来，美国历届政府均出台了鼓励先进制造的政策措施，与当时的内部环境以及美国政府的总体目标相适应，致力于“再工业化”和保持美国在先进制造业的全球领先地位。

**奥巴马政府时期：启动“再工业化”和先进制造业发展战略**

2008年国际金融危机给美国经济带来沉重打击，2009年奥巴马上任后随即实行“再工业化”政策主张。2011—2014年，美国先后发布《确保美国在先进制造业的领导地位》(Ensuring Ameri‐can Leadership in Advanced Manufacturing)、《获取先进制造业国内竞争优势》(Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufactur‐ing)、《加速美国先进制造业》(Accelerating U.S. Advanced Manufacturing)等重要文件，可以看出奥巴马政府在提升美国先进制造优势方面的战略关注。2011年，奥巴马政府正式启动“先进制造业伙伴”计划（Advanced Manufacturing Partner‐ship，AMP），旨在强化关系国家安全的关键产业的本土制造能力、研发新型制造工艺。

2014年，美国国会通过《振兴美国制造业和创新法案》，突出政府部门的作用，明确纳米技术、先进陶瓷、光子及光学器件、复合材料等重点关注领域。这意味着，“国家制造业创新网络”计划（National Network for Manufacturing Innovation，NNMI）正式以法案形式发布。2016年2月，美国首份《国家制造业创新网络计划战略规划》发布，旨在挖掘创新技术的潜力，促进其向规模化、高效化、商业化方向过渡，确保美国制造业整体发展。奥巴马政府通过长达八年的努力，推动美国制造业产值缓慢回升，2016年美国制造业增加值达到1.91万亿美元，回归到金融危机前最高水平。奥巴马政府配合“再工业化”战略推出的一系列法案和计划，重在企业制造能力培育和创新生态构建，联邦政府通过税收减免、资金支持等手段促进政产学研联盟和制造业创新网络的建立，均是具有长期导向的积极产业政策。

**特朗普政府时期：竞争性产业政策和保护主义手段并用**

特朗普政府延续了奥巴马时期的部分做法。第一，在“美国优先”原则下进一步复兴制造业。“再工业化”主张、政府的资金支持与税收减免、政产学研的合作模式、聚焦高科技领域等政策目标得以继续加强。2018年，特朗普政府推出《美国先进制造业领导战略》，进一步明确坚持先进制造业发展不动摇的决心。第二，继续坚持政产学研的合作模式。特朗普政府继续为企业与研究所提供初始资助，强调知识产权保护、人才培育等对创新主体的重要作用。特朗普时期美国研发费用稳步增长，2017-2020财年联邦研发费用分别提高了1.0%、4.1%、1.4%和1.8%。第三，强化美国在新兴技术和未来产业的领先战略。特朗普政府在《美国先进制造业领导战略》中强调对智能制造系统、先进材料加工、医疗制造产业以及电子设计与制造等领域加强支持。2018年，特朗普正式签署《国家量子计划法案》，同时设立国家量子协调办公室（Na‐tional Quantum Coordination Office），提出加快基础研究与技术开发、加强基础设施建设、推动量子信息基础学科教育等举措，以期实现量子信息领域的重大突破。2019年，特朗普签署《美国人工智能倡议》，旨在维持美国在人工智能领域的绝对领先地位。2020年，特朗普政府进一步明确了对未来产业的预算支持，承诺五年内对人工智能和量子信息技术领域增加投入超过10亿美元，用于兴建12家研究机构。同年，特朗普政府发布《关键和新兴技术国家战略》，明确通过推广美国国家安全创新基地来保护先进制造、人工智能等20个领域的技术优势。

特朗普政府时期的产业政策表现出了不同于以往的特征。首先，加强了对创新链后端的支持。特朗普在《总统管理议程》中提出研究成果市场化是政府部门的主要目标之一，将由美国商务部与科学和技术政策办公室(Office of Science and Technology Policy)负责技术成果市场化的相关事宜。其次，保护主义盛行。特朗普倡导“美国优先”，出台强制性手段迫使制造业回流。

对国外产品征收关税，从而变相提升国内产品的竞争力，形成产业保护。终止《北美自由贸易协定》(NAFTA)，形成保护美国利益的《美墨加协议》(USMCA)，无视世贸组织规则实施补贴，对个别国家和企业无端实行经济制裁等。出台《2018年出口管制改革法案》(Export Control Re‐form Actof 2018)，在出口管控条例中加强了对新兴关键技术领域的识别与管控。签署《2018年外国投资风险审查现代化法案》(Foreign Investment Risk Review Modern izationActof2018)，加强美国接受外商投资合作的监管审查力度。与奥巴马政府相比，特朗普政府更加鼓励制造业回流，注重培育美国在量子技术等未来产业的领导力，其在“美国优先”思想指导下开始的保护主义和大国竞争导向对拜登政府政策走向产生了重大影响，给全球产业分工格局和制造业政策带来了明显冲击。

**拜登政府时期：全面重塑产业政策，遏制竞争对手**

拜登政府时期美国保护主义政策措施有增无减，且呈现常态化、制度化、法制化趋势。相比前两任总统，拜登进一步加强了显性产业政策以应对内外挑战，面向大国竞争的产业政策框架得以确立。2021年1月，拜登执政伊始便签署了《确保未来由所有美国工人在美国制造的行政令》，设立司职制造业的部门—美国制造办公室，其中最重要的任务包括：监管美国企业购买美国制造产品；严格规定美国制造产品的覆盖范围，严厉打击“贴牌”的外国产品；扩大企业购买美国制造品类及领域，实现多行业覆盖。2021年2月，拜登政府签署第14017号行政令，围绕构建弹性、多样化和安全的供应链，提出由国防部、国土安全部、商务部等部门协同，在100天内对产业链风险开展调查。此后美国不断谋求供应链本土化、友岸化，将中国、俄罗斯及非洲地区从其供应链体系中排除。2022年8月，拜登签署《2022年芯片与科学法案》（以下简称《芯片法案》），被业界认为是第二次世界大战以来美国出台的最重要的产业政策。该法案涉及金额约2800亿美元，包括2022—2026年向芯片产业提供约527亿美元的资金支持。美国试图通过产业补贴吸引全球芯片制造企业落户美国，促进芯片产业“实心化”，同时通过排他性的“护栏条款”限制芯片制造企业在中国投资和扩产，从而对中国芯片实施“离心化”。作为保障供应链韧性的一部分，拜登还签署了《2022年通胀削减法案》，向新能源汽车、太阳能、风力、氢能源以及与气候相关的产业链投入约3690亿美元的补贴。2022年10月，美国科技政策办公室再次更新《先进制造业国家战略》，在此前基础上提出提高供应链弹性和生态系统韧性等新措施，同时明确强调美国要引领智能制造的未来。

1. **注重技术创新**

近年来新一轮科技革命和产业变革深入推进，不断催生出增长前景巨大的新兴产业。这些新兴产业不仅成为经济增长的新引擎，而且关系到各国在未来关键产业中的地位和掌控力，因此，对新兴产业的扶持成为美国产业政策的重点。美国也为了在新一轮科技革命和产业变革中保持科技上的战略优势地位，注重加大对人工智能、量子科技、半导体、区块链、清洁能源、5G等新兴产业的扶持力度，以培育未来发展新优势。2017年12月，美国联邦政府发布《国家安全战略报告》，提出优先支持新兴技术产业发展。2018年7月，美国白宫科技政策办公室强调，人工智能、量子计算、5G和国家安全技术将成为特朗普政府制定2020年财政预算的研发优先事项。随着《未来人工智能》（2017）、《人工智能国家安全委员会法案》（2018）、《国家人工智能研发战略计划》（2016版、2019版及2023版）等政策的陆续出台，美国政府持续投资人工智能产业，促进技术转化及应用，以维持美国人工智能在全球的领先优势。特朗普政府公布《国家量子倡议法案》（2018）、《量子信息科学国家战略概述》（2018）、《美国量子网络战略愿景》（2020）等政策，通过加强量子信息科学产业关键基础设施建设、建立量子信息中心、支持量子技术产业化等方式保持美国在量子信息科技方面的竞争优势。对于5G产业，特朗普政府于2018年3月签署《RayBaum法案》，拨款1.3万亿美元用于补贴5G产业发展。随后的《5GFast战略》（2018）和《美国保护5G安全国家战略》（2020）等政策，加大力度扶持5G产业快速发展。拜登政府通过《基础设施投资与就业法案》，投入400多亿美元，加大5G基础设施建设，并利用《芯片与科学法案》为美国5G及下一代无线通信技术产业提供15亿美元的补贴。2019年12月，美国国会通过《区块链促进法案》，法案形成对区块链技术定义和标准的共识，以更好地保持美国区块链技术与产业发展在全球的领导地位。相类似的，2020年10月，美国国务院发布《关键与新兴技术国家战略》，提出美国应该加大扶持力度，维持在人工智能、量子信息科技等关键与新兴技术领域的全球领先地位。为了更好保持美国在半导体产业的竞争优势，2022年8月，拜登签署《芯片与科学法案》，该法案整合了《2022年美国竞争法案》，对芯片产业的研发和制造进行扶持，制定了一揽子支持计划，同时涉及人工智能、量子科技和5G等产业的扶持政策。

1. **发力影响产业发展的关键要素**
2. **直接干预型产业政策明显增多**

特朗普上台伊始，便打着“让美国再次变得强大”的旗号实行“特朗普新政”，直接干预产业发展。2017年1月，特朗普政府宣布《美国国家能源计划》，要求振兴国内原油等传统能源产业，同时大力发展清洁煤炭产业。同年12月，特朗普签署行政令，直接要求美国国内增加铂、锰、稀土等23种关键矿物的产量。2018年2月，特朗普政府发布《美国重建基础设施立法纲要》，重点投资建设5G通信基站、宽带网络、大数据等基础设施，配套资金高达1.5万亿美元。2018年10月，美国国家科技委员会发布《确保美国先进制造业领先地位的战略》，提出战略方向，扶持一些重点领域，以保障美国工业领域先进制造的领先地位。同年，美国白宫发布《国家网络战略》，提出利用联邦政府的购买力加速发展和推广下一代电信（5G）。2019年，为响应美国国会在《频谱管道法案》中提及重新分配频谱的要求，联邦政府指示商务部审查3.45-3.55吉赫的频段，直接干预该频谱的分配，以促进5G产业快速发展。2019年4月，特朗普签署“促进能源基础设施和经济增长”行政令，要求美国发展能源基础设施，扩大能源开采。

特朗普执政后期，面对中美贸易摩擦和新冠肺炎疫情，美国政府不得不重新设计产业政策，以加快医疗设备和各类高科技产业回归美国本土生产。比如，2020年5月，特朗普政府为加快疫苗研发进度而制定新冠肺炎疫苗计划，即“曲速行动”(Operation Warp Speed)。该行动结合了医药公司、政府部门和军队等三方力量，利用联邦政府的财政补贴，行政干预美国食品药品监督管理局的审查，大大提高了疫苗的研发和大规模生产速度。拜登政府加大对半导体、清洁能源、5G、电动汽车等产业的直接干预，产业政策回归更加明显。2021年2月，美国国防部利用《国防生产法》条款内容，加大对国内稀土生产能力的支持力度，直接为一家名为Lynas的稀土企业提供了3040万美元资金，鼓励该公司加大稀土的开采和冶炼技术开发。2021年11月，拜登政府发布《迈向2050年净零排放的长期战略》，提出加大清洁能源产业的投资。2022年8月，拜登正式签署《芯片与科学法案》，该法案为美国半导体产业的研发和生产提供520多亿美元的政府补贴，为芯片公司设厂提供税收减免，另外补贴2000多亿美元用于促进包含人工智能、量子计算等关系美国未来的产业的发展。2023年4月，美国政府发布《通胀削减法案》实施细则，包括提供3690亿美元的补贴，支持电动汽车、关键矿产、清洁能源及发电设施等领域扩大生产和投资。2023年6月，“宽带公平接入与部署”拜登政府公布（BEAD）计划，该计划将拨款424.5亿美元用于补贴美国制造的电缆等基础设施建设，旨在加快5G产业发展。同年8月，美国能源部提供155亿美元的资金和贷款，以改造汽车制造设施、扩大电动汽车及零部件的制造能力。

1. **推动产业本土化归岸化**

由于长期的产业离岸外包和外迁，美国国内产业空心化问题严重，由此引发诸多经济问题和社会矛盾，导致多届联邦政府寄希望于利用产业政策推动产业的本土化或归岸化，尤其将推动制造业回流作为施政重点。为了实现“将制造业带回美国”的竞选主张，特朗普政府主要通过税制改革和实施贸易摩擦等方式吸引制造业回流美国。2017年12月，特朗普签署《减税与就业法案》，法案对征税地、税收种类、征收标准等内容进行调整，通过制造“税收洼地”的方式引导大量海外资本及企业回流美国，以期重振美国本土制造业。具体而言，在美国，企业所得税由全球征税制变为属地征税制，所得税税率从35%减至20%，低于发达国家约22.5%的平均税率。跨国企业只需在产生利润的国家征税，回流美国的企业将实行税收减免政策。同时取消递延制，鼓励跨国公司将资金带回美国，服务美国再工业化投资。法案还规定企业在2017年9月27日至2023年1月1日产生的新购设备投资款项可以全部计入成本，不再征税，此举相当于政府提供无息贷款支持企业设备更新。此外，特朗普政府对中国、欧盟、墨西哥等贸易伙伴加征关税，逼迫企业迁回美国。2018-2020年，美国总共发起对华四轮关税加征。欧盟和日本因钢铝关税和汽车关税与美国产生贸易摩擦。特朗普政府一方面利用多项产业政策迫使海外制造业回流美国，另外一方面利用“购买美国货”的行政命令促使美国企业在本土扩大生产经营活动，吸引外国企业在美投资。2017年4月18日，特朗普签署第13788号行政命令，建议雇佣美国人，购买美国货。2019年，美国第13858号和第13881号行政命令对“购买美国货”做了具体规定，包括加大在基础设施项目中购买美国货的优惠力度，最大限度地使用美国生产的货物、产品和材料，政府将在法律允许的最大范围内执行《购买美国货法案》。2021年1月，拜登签署了新版《购买美国货法案》行政令，加码特朗普版“购买美国货”的政策，该行政命令对美国联邦政府每年6000亿采购经费中的三分之一作出了严格规定，优先成为联邦政府采购对象的产品，其构成中至少要有一半以上的零部件来自美国本土生产，同时可以享受优惠税收政策。2021年11月，拜登签署《基础设施投资与就业法案》，法案规定在公路、桥梁、隧道、港口、洲际铁路、住房等基础设施建设中，优先购买美国生产的钢铁、水泥、机械和工程零部件等货物。2023年4月，美国政府发布《通胀削减法案》实施细则，其中9项税收优惠以在美国本土或北美地区生产和销售为前提条件。该法案将引导电动汽车等产业链中的海外企业回流美国本土或与美国有自贸协定的国家。从政策实施效果来看，在该法案的刺激下，日韩、欧盟等国在美国本土光伏领域的投资已经增加。有异于特朗普时期推动尽可能多的产业回流美国，拜登政府注重引导低端制造业向印度、墨西哥等国转移，同时推动高端制造业或高科技产业回流美国。典型的例子有，拜登政府利用《芯片与科学法案》引导芯片龙头制造企业在美国投资设厂，扩大生产，进而强化对高科技产业的全产业链掌控。

当前美国政府认为自身存在能源安全、矿产安全、网络信息安全、生物医药可得性等各种潜在问题和风险亟待解决，这些领域成为产业政策的重点。新冠肺炎疫情和地缘政治博弈等问题进一步引发美国政府对供应链安全问题的担忧，加强供应链安全成为美国产业政策的重要目标。2017年12月，特朗普政府发布《国家安全战略》，其内容中多次提到“供应链”一词，包括国防工业供应链、建立有弹性的供应链等。作为对《国家安全战略》的回应，美国陆续颁布多项与供应链有关的政策文件，以提高制造业、国防和高科技领域的供应链安全与弹性，比如美商务部发布的《确保关键矿物安全可靠供应的联邦战略》。2018年12月，美国发布新版的《国家安全战略》，提出支持一个充满活力的国内制造业、一个坚实的国防工业基础，以及有弹性的供应链是国家的首要任务。同年，白宫发布《国家网络战略》，提到将促进美国本土下一代电信及基础设施有着更加安全的供应链。2019年8月，美国国防后勤部（DLA）发布《供应链安全战略》，提出构建一个供应链体系架构，以全面应对供应链安全挑战。拜登上台后，特别重视能源、关键技术、制造业等供应链的安全与韧性。2021年2月，拜登发布第14017号行政命令，强调美国需要具有韧性、灵活性及安全性的供应链，以确保经济繁荣和国家安全，同时要求美国商务部、能源部、国防部和卫生与公共服务部等四个部门分别对半导体制造和先进封装、大容量电池、关键矿物和材料、药品及活性药物成分四种关键产品的供应链进行全面审查。2021年7月，美国白宫发布了《构建韧性供应链、振兴美国制造业、促进广泛增长——基于14017号行政命令的供应链百日报告》。报告分析各产品供应链的现状和潜在风险，并就加强供应链弹性提出具体建议。作为供应链百日报告的回应，美国国会修改了《能源部组织法》，以确保关键能源资源的供应，包括关键矿物和其他材料。2021年3月，美国白宫发布《国家安全战略中期指导方针》，提出将投资于关键库存，并确保在危机期间所需的药品、医疗设备和其他关键材料的供应链不会过度依赖容易中断的海外网络。2022年2月，美国国防部发布《确保国防关键供应链安全》报告，提出应对国防工业基础供应链脆弱性的行动计划。2022年9月，拜登签署了《关于推进生物技术和生物制造创新，建设可持续、安全和有保障的美国生物经济的行政命令》，该行政命令要求推进生物制造领域的供应链弹性建设。为了进一步加强供应链安全与韧性，拜登政府试图重新激活美国的全球领导力，利用政府力量在全球和区域两个层次保障产业链供应链安全。2023年9月，美国卫生与公共服务部向12家冠状病毒检测制造商投资6亿美元，旨在为其他大流行病作准备，减少对于海外相关制造业的依赖，提升供应链韧性。同年10月，美国商务部更新半导体预警机制，通过识别半导体供应链中的瓶颈，协调供应链中的资源，以加强美国各地的半导体供应链安全，更好应对潜在风险。

## 欧洲在装备制造领域的做法

随着智能制造的兴起，欧洲各国都提出了相应的战略计划。欧盟在整合各国战略的基础上，提出数字化欧洲工业计划，用于推进欧洲工业的数字化进程。计划主要通过物联网(Internet of Things，IoT)、大数据(Big Data)和人工智能(Arti-ficial Intelligence，AI)三大技术来增强欧洲工业的智能化程度;将5G、云计算、物联网、数据技术和网络安全等五个方面的标准化作为发展重点之一，以增强各国战略计划之间的协同性;同时，投资5亿欧元打造数字化区域网络，大力发展区域性的数字创新中心，实施大型的物联网和先进制造试点项目，期望利用云计算和大数据技术把高性能计算和量子计算有效结合起来，以提升大数据在工业智能化方面的竞争力。

2013年，德国正式发布《保障德国制造业的未来:关于实施“工业4.0”战略的建议》，并将工业4.0上升为国家级战略，期望做第四次工业革命的领导者，得到各界的支持。该计划是一项全新的制造业提升计划，其模式是通过工业网络、多功能传感器以及信息集成技术，将分布式、组合式的工业制造单元模块构建成多功能、智能化的高柔性工业制造系统;将在生产设备、零部件、原材料上装载可交互智能终端，借助物联网实现信息交互，实时互动，使机器能够自决策，并对生产进行个性化控制;同时，新型智能工厂可利用智能物流管理系统和社交网络，整合物流资源信息，实现物料信息快速匹配，改变传统生产制造中人机料之间的被动控制关系，提高生产效率。

通过近几年的发展，德国工业4.0平台已发挥决方案的在线图书馆成为知识信息传播节点;平台为企业开展测试，提供相关技术和资金支持;并开展国际合作，为本土企业走向国际市场提供便利。

随着产业融合发展，以更低成本，更快速度满足小批量个性化的需求成为智能化工厂建设的目标。

在这一方面，德国工业4.0平台走在世界前列。其倡导以持续精益生产为基础，通过企业、高校及科研院所合作研究智能工厂架构，应用智能自动化、数据挖掘等高新技术建立基于价值链分析的智能生产组装线。其中精益理念的核心是了解客户价值，与其形成共同目标，使设计、生产、售后进行跨功能的协作，在设计初期就进行多种方案的分析选择，基于问题市场选取最终方案，避免传统理念中频繁的设计修改造成资源浪费，从而满足客户个性化的定制需求。以博世集团洪堡工厂及宝马柏林智能化加工车间为例，其均采用立体车间布置，工位制节拍化流水线作业，展现强大的柔性工装能力及人－机－物有效配合，从而生产线人性化设置，零部件品质控制完善，装配成品率极高，实现个性化定制的精益生产。

这种改造升级的成效是显著的，产品质量持续改善，生产和交付效率明显提高，客户认可度不断提升，市场空间也更为广阔。

此外，德国有各类标准化协会及行业协会，他们负责标准化制度的制定、执行与监管，是德国质量最重要的保障和体系核心。高科技产业带带动产业集聚促发展。目前德国已经有100个创业产业园区，政府大力扶持并引导投资以鼓励德国科技创新。例如巴伐利亚地区是以Fraunhofer创新研究所为中心的高科技产业带。自2016年年初以来，通过德国工业4.0平台与工业互联网联盟的对接等方式，德国、美国正不断加强合作。统一适用的技术和标准使全世界的产品、机械、工业企业和人才互相连通。

1. **政策支持**

欧盟委员会于2020年3月发布了面向2030年的《欧盟新工业战略》，与《欧盟数据战略》《人工智能白皮书》共同构成欧盟“数字化转型计划”的重要组成部分。《欧盟新工业战略》旨在推动欧盟工业在气候中立和数字化的双重转型中保持领先，意图抢占数字化工业主导地位、提升全球数字竞争力、释放数字经济潜力，以应对全球经济前景的不确定性。战略提出，绿色、循环、数字化是工业转型的关键驱动因素，并提出了一系列具体行动计划，特别是在新冠肺炎疫情爆发的背景下，强调借助数字基础设施、数字技术等手段提高欧盟工业竞争力和战略自主性至关重要，值得深入思考。

通过观察，各国在推动本国制定的战略的同时，也在积极开展合作。比如美国和德国在积极对接后，提出工业4.0平台和IVC进行合作，因为他们认为彼此的架构是相互呼应的，可以融合发展，在一系列产品解决方案、参考架构对接和标准化工作方面进行全方位的合作。此外，德国在对各国智能制造战略进行系统性研究后，明确了自己的国际化战略。即不管是对美国还是对中国，一方面强调通过贸易和设备供应的方式，与不同国家进行合作；另一方面又非常强调在技术和标准上以“我”为主，强化合作。

德国作为全球制造业中最具竞争力的国家之一，德国的西门子、奔驰、博世、宝马等品牌以其高品质享誉世界。为了保持德国制造在世界的影响力，推动德国制造业的智能化改造，在德国工程院及产业界共同推动下，德国在2013年正式推出了德国工业4.0战略。工业4.0的内涵是凭借智能技术，融合虚拟网络与实体的信息物理系统，降低综合制造成本，联系资源、人员和信息，提供一种由制造端到用户端的生产组织模式，从而推动制造业智能化的进程。德国智能制造以信息物理系统为中心，促进高端制造等战略性新兴产业的发展，大幅减少产品生产成本，构建德国特色的智能制造网络体系。德国工业4.0战略的智能化战略主要包括智能工厂、智能物流和智能生产三种类别。总而言之，德国制造业的智能化过程以工业4.0战略为依托，顺应第四次工业革命的历史机遇，通过标准化规范战略部署，重视创新驱动，实现制造业智能化转型升级的战略目标，使德国在全球化生产中保持科研先发优势。

工业4.0发布后，德国各大企业积极响应，产业链不断完善，已经形成工业4.0生态系统。德国的工业4.0平台还发布了工业4.0参考架构。2014年8月，出台《数字议程（2014-2017）》，这是德国《高技术战略2020》的十大项目之一，旨在将德国打造成数字强国。议程包括网络普及、网络安全及“数字经济发展”等方面内容。2016年，发布《数字化战略2025》，目的是将德国建成最现代化的工业化国家。该战略指出，德国数字未来计划由12项内容构成：工业4.0平台、未来产业联盟、数字化议程、重新利用网络、数字化技术、可信赖的云、德国数据服务平台、中小企业数字化、进入数字化等。2019年11月，发布《德国工业战略2030》，主要内容包括改善工业基地的框架条件、加强新技术研发和调动私人资本、在全球范围内维护德国工业的技术主权。德国认为当前最重要的突破性创新是数字化，尤其是人工智能的应用。要强化对中小企业的支持，尤其是数字化进程。

1. **注重技术创新**

**“以人为本”的理念。**20世纪90年代，美国大力发展信息业，而德国仍然把培养装备制造业工程师作为重点，其影响虽然表现为目前德国信息业相对滞后，但是装备制造业依然牢牢占据市场份额。德国公司特别注重培养熟练的技工人才，新工人必须经过严格培训并考核合格后才能上岗。生产实践中坚持师徒之间的技艺传承。德国在发展工业自动化过程中，同样强调人的作用，强调即使计算机管理整个生产过程，真正发挥创造性并起决定性作用的仍然是高素质的人。在高福利的社会保障体系下，技术工人可以享用最好的福利资源，成为社会中产阶级的中坚力量。这样也就能保证高素质人才源源不断地补充这个队伍，为其装备制造业提供长久的发展动力。

**“德国制造”的品牌。**德国标准体系代表了国家对工业标准的主动干预，在数代产业工人的实践经验基础之上，由国家出人出力，在理论和标准层面对行业产品进行统一规划，这样既有效协调了本土企业之间的竞争，又整体上提升了德国工业品的国际竞争力。时至今日，德国标准体系已经成为欧盟乃至世界范围内通用的标准，“德国制造”几乎成为品质和信誉的代名词。为了保证质量，德国标准体系很多时候都详细规定了制造业某种产品的细节和流程，任何一件产品都必须严格按照德标的规定进行生产，每一步骤都有相应的检验核查标准。

1. **发力影响产业发展的关键要素**

近年来，为了应对第四次工业革命带来的机遇和挑战，欧洲各国均以重振制造业为核心制定了“再工业化”战略，尽管受到疫情影响，欧洲各国仍然坚持推进制造业向智能制造转型升级，以期确保其在制造业的领先地位，刺激经济并创造就业，包括德国的国家工业战略2030，法国的复苏计划(Francerelance)，意大利的工业4.0国家计划、英国的“工业战略：建设适应未来的英国”、奥地利的FTI战略。

## 日韩在装备制造领域的做法

日本提出创新工业计划，大力发展网络信息技术，以信息技术推动制造业发展。通过加快发展协同机器人、多功能电子设备、嵌入式系统、智能机床和物联网等技术，打造先进的无人化智能工厂，提升国际竞争力。制造业工厂十分注重自动化、信息化与传统制造业的融合发展，已经广泛普及了工业机器人，通过信息技术与智能设备的结合、机器设备之间的信息高效交互，形成新型智能控制系统，大大提高生产效率和稳定性。2016年，日本发布工业价值链计划，提出“互联工厂”的概念，联合100多家企业共同建设日本智能制造联合体。同时，以中小型工业制企业为突破口，探索企业相互合作的方式，并将物联网引入实验室，加大工业与其他各领域的融合创新。

韩国政府充分考虑本国大型财阀集团智能制造技术积累雄厚而中小型制造业企业生产效率亟待提升的现状，以加快智能制造技术应用为导向，采用政府主导、官民合作、财阀支援的模式，集中推进智能工厂特别是中小企业智能工厂建设，以期提高制造业整体智能化水平。据韩国中小企业厅统计，通过智能工厂建设和改造项目，韩国中小型制造业企业的生产成本降低了29%，次品率减少了27%，整体生产效率提高了25%。

1. **政策支持**

日本在智能制造领域积极部署。积极构建智能制造的顶层设计体系，实施机器人新战略、互联工业战略等措施，巩固日本智能制造在国际上的领先地位。日本提出以工业互联网和物联网为核心的协同制造发展策略。事实上，日本的智能生产起步很早，在上世纪70、80年代，日本就提出柔性制造FMS()。1989年，日本率先提出了智能制造系统IMS()的概念，主要关注工厂内部系统智能化，并没有加入互联网因素。2015年起，日本开始发力智能制造。2015年1月发布“新机器人战略”，其三大核心目标分别是世界机器人创新基地、世界第一的机器人应用国家及迈向世界领先的机器人新时代。2015年10月，日本设立IoT推进组织，推动全国的物联网、大数据、人工智能等技术开发和商业创新。之后，由METI（日本经济贸易产业省）和JSME-MSD（日本机械工程师协会）发起产业价值链计划，基于宽松的标准，支持不同企业间制造协作。2016年，日本提出IVR，开始推动信息技术在工业领域的应用，并发布相应的体系架构。2017年3月，日本明确提出“互联工业”的概念，安倍发表《互联工业：日本产业新未来的愿景》的演讲，其中三个主要核心是：人与设备和系统的相互交互的新型数字社会，通过合作与协调解决工业新挑战，积极推动培养适应数字技术的高级人才。互联工业已经成为日本国家层面的愿景。在《制造业白皮书（2018）》中，日本经产省调整了工业价值链计划是日本战略的提法，明确了“互联工业”是日本制造的未来。为推动“互联工业”，日本提出支持实时数据的共享与使用政策；加强基础设施建设，提高数据有效利用率，如培养人才、网络安全等；加强国际、国内的各种协作。2019年，日本决定开放限定地域内的无线通信服务，通过推进地域版5G，鼓励智能工厂的建设。

1. **注重技术创新**

1990年，日本东京大学Furkawa教授提出智能制造系统（IMS）国际合作项目并被日本通产省正式立案为国际共同研究开发项目。日本、美国、加拿大、澳大利亚、瑞士、韩国和欧盟在1991年1月联合开展了IMS国际合作计划。这是为了克服FMS（柔性制造系统）、CIMS的局限性，把日本工厂和车间的专业技术与欧盟的精密工程技术、美国的系统技术充分地结合起来，开发出能使人和智能设备都不受生产操作和国界限制、彼此合作的高技术生产系统。该计划鼓励工业界、学术界和政府在现代制造技术领域里进行广泛的研究与合作，其目标是全面展望21世纪现代制造技术的发展趋势，先行开发下一代的制造技术，以解决全球制造业面临的共同问题，改善地球环境（包括生产环境），提高资源有效利用率，提高产品质量和性能，促进现代制造技术成果向生产力的转化，积极推动全球制造信息、制造技术的体系化和标准化，快速响应制造业全球化的发展趋势。

从1995年开始，IMS计划进入全面实施阶段，IMS的国际合作研究开发一般分为全球合作、复杂制造、先进制造、发展制造业、扩大和开放市场五个层次。1992至1994年间，日本投资10亿美元建立了六项工业界主导的“可行性国际合作测试案例”，包括“流程工业洁净制造”“全球化制造同步工程”“世纪全球化制造”“全方位制造系统”“快速产品开发”和“知识系统化”智能系统，重点研究了开发全球化制造、下一代制造系统、全能制造系统等技术。2004年，日本启动了“新产业创造战略”，为制造业寻找未来战略产业，并将信息家电、机器人、环境能源等领域作为重点发展对象，努力提高日本制造业在国际上的产业竞争力。

韩国于1991年年底提出了“高级先进技术国家计划”，即“G-7计划”，包括七项先进技术及七项基础技术，目标是到2000年把韩国的技术实力提高到世界第一流发达国家的水平，该目标已基本达到。为占领智能化生产技术的制高点，韩国目前又将智能制造技术列入“高级先进技术国家计划”之中，重点研究智能化生产技术。

1. **发力影响产业发展的关键要素**

**工业价值链计划**

工业价值链计划通过制造业顶层框架体系设计，以大企业为核心，纳入中小企业，通过一定的接口形成互联耦合的创新网络，从而形成一种积木式的创新。这一计划是在日本意图解决智能制造中小企业低端重复性技术开发问题而提出的一种策略。工业价值链计划的实施秉承互联制造、耦合创新和以人才为核心的三个理念，寻求智能制造领域的技术突破，通过“宽松耦合”优化现有的先进制造系统，为互联会员企业的转型升级提供一个生态协同创新运营平台，减少构建复杂目标模型的时间、人力和资金成本。这种模式具有快速、柔性等特点，便于评估生产流程，有利于实现弹性开发，可持续有效应对多变的未来市场需求，保持企业核心技术竞争优势不会受到技术特性调整的影响。

2016年12月，工业价值链计划发布了智能工厂的工业价值链参考架构，将智能制造单元作为微观生产活动的基本单位，通过一个类似数字解读单元实现的连接，最后形成一个通用的能够满足企业生产需求的功能模块，确立了日本智能工厂互联互通的基本模式，与美国工业互联网联盟和德国工业4.0的参考框架具有同样的功能和地位，对日本智能制造战略正式落地具有里程碑式的意义。工业价值链参考架构是日本智能制造独立的顶层框架，充分发扬了日本智能制造领域长期以来积累的优势，具有日本制造业显著的特征，如在精益制造管理、现场执行力和执行人员等方面都有重点关注，尤其是从现场管理、生产活动和资产整合三个维度融入ＰＤＣＡ全面质量管理思想更加体现日本的精细化优势。

2018年3月，工业价值链计划对工业价值链参考架构进行了优化，提出了新一代工业价值链参考架构，对产业价值链或关联产业的战略实施进行了更进一步、更深层次、更加实用的研究。工业价值链参考架构将执行智能制造的基本单元确定为智能制造单元，是拥有专业管理人员且具备自主决策能力的企业或更小的单元，强调通过动态循环实现生产现场、组织架构、工作流程等方面的改进，通过一系列的循环往复、迭代升级实现主体、物品、信息、数据等要素在不同单元间准确、安全传递，最终实现并提升智能制造效率。

**机器人新战略**

日本是全球发展智能制造较早的国家，通过构建坚固的网络化创新环境、完善多层次人才培育体系和突破下一代智能制造核心技术等三项重要举措不断强化日本机器人产业的全球竞争优势。2015年发布的机器人新战略，提出了机器人制造工业的三大核心战略。一打造世界机器人先进技术研发基地，是通过促进“官产学研”合作，充分对接客户、厂商、研发与政府等各参与主体，不断推出新技术、新产品、新模式，与此同时，持续提升机器人制造工业培育能力，加快人才培养与新一代技术研发、推进国际标准化认证等工作。二是建设全球机器人应用范围最广的国家，全面推进在基础设施建设、制造业服务、农业生产、医疗卫生、灾害应急等领域使用机器人技术，提升全社会的智能化水平，推进机器人研发与推广战略。三是创造领先世界的机器人日本时代，以物联网发展为基础，万物通过网络实现互联，大数据应用应运而生，数据即将成为人类生活附加值的重要来源，拥有机器人研发制造领先优势的日本很有可能创造出领先世界的机器人日本时代。

**互联工业战略**

互联工业与2016年日本提出的“制造＋企业”一脉相承，是一个通过各种联系创造新附加值的工业社会，利用企业、数据、人员和机械面向众多行业互相连接创造新价值，同时形成新的产品和服务，以提高生产力。为了推进互联工业的实施，日本致力于物联网、人工智能、机器人等领域的核心技术突破，通过产业升级引领不同行业快速发展，融入人们生活并带来一场深刻的社会变革。但是，由于人口老龄化、人力资源匮乏、社会环境等因素严重制约着日本社会的发展，日本尝试发挥自身强大的创新优势，逐步构建一个引领未来社会发展的超级智能社会“社会5.0”，以缓解这些迫在眉睫的社会问题。“社会5.0”历经工业社会、信息社会等社会形态，从产业相对独立发展过渡到融合发展，形成以人工智能为引领，信息高度集成的超智能社会。表1-1所示为社会5.0形成过程的工业互联演化过程。

表1-1 社会5.0形成过程的工业互联演化

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 发展阶段 | 社会2.0 | 社会3.0 | 社会4.0 | 社会5.0 |
| 社会形态 | 工业社会 | 工业社会 | 信息社会 | 超智能社会 |
| 驱动因素 | 第一次产业革命 | 第二次产业革命 | 第三次产业革命 | 第四次产业革命 |
| 工业特征 | 获取动力 | 动力创新 | 自动化发展 | 信息集成 |
| 标志性技术 | 蒸汽汽车 | 电力电机 | 计算机 | 人工智能 |
| 产业关联 | 产业各自发展 | | 产业融合 | |

数据资料来源：《日本智能制造产业发展的经验借鉴与启示\_王立岩》

提出互联工业概念后，日本发布了最具代表性和影响力的“汉诺威宣言”和“东京倡议”，推进互联工业的实施。德日联合声明“汉诺威宣言”提出要发展通过连接人、设备、技术等实现价值创造的互联工业，在物联网相关技术的国际标准规格上进行共同提案、促进日德在人工智能、电动交通、自动驾驶等领域的技术合作。日本经济产业省提出的“东京倡议”，将提供移动服务的无人驾驶技术、生产制造领域的机器人技术、生物学领域新材料技术、工厂的基础设施安全技术和智慧生活等五个领域确定为未来关键发展领域。“东京倡议”实施了三类横向政策交叉式推进互联工业实施，大力推广工业大数据的实时共享与使用，加强基础设施建设与促进工业数据的有效利用，引导企业和行业的国内外技术、业务的各种横向合作与推广等。

互联工业可以是工厂内部技术、流程、管理等的连接，也可以是同行业公司、合作伙伴、客户或市场等的对接，甚至拓展现有技术创新网络、发展模式在不同产业领域构建新兴产业结构，它在不同行业背景下、不同业态和ＩＴ化不同阶段中灵活应用着，有效推动了日本智能制造的发展。表1-2所示为“东京倡议”提出推进互联工业的五个重点领域。

表1-2 “东京倡议”提出推进互联工业的五个重点领域

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 重点领域 | 数据共享与使用 | 基础设施建设 | 国内外合作与推广 |
| 无人驾驶技术 | 创新数据合作模式 | 开发应对物流等的服务方案 | 强化人才培养 |
| 机器人技术 | 数据格式等的国际化标准 | 面向中小企业的物联网工具基础建设 | 加强网络安全等领域的企业合作 |
| 新材料技术 | 协调领域的数据合作 | 构建实用化AI技术平台 | 提高社会认可度 |
| 基础设施安全 | 企业间数据协调 | 有效利用物联网设施的自主安保技术 | 推进规章制度改革 |
| 智慧生活 | 通过企业联盟开展数据合作 | 智能制造的融合应用 | 发掘需求服务具体化 |

数据资料来源：《日本智能制造产业发展的经验借鉴与启示\_王立岩》

**制造业白皮书**

《日本制造业白皮书》是日本政府针对本国支柱产业制造业实施相关政策和举措的研究报告，由经济产业省、厚生劳动省、文部科学省等三个部委联合制定，自2002年始每年第二季度发布一期，现已发布17期。

《日本制造业白皮书2016》为应对第四次产业革命中生产现场的工序改革和商业模式自身变革，对日本制造业进行顶层体系设计，机器人、物联网和工业价值链构成了日本智能制造的核心运作体系。为了推进实现生产性革命的研究开发，让制造业企业获得新的价值，日本利用“官产学研”合作推进本国先进的计算测试分析技术和机器制造领域的技术开发，提倡以制造服务解决方案为目标的“制造＋企业”变革，依靠智能制造技术为产品添加新价值，提高制造效率和高附加价值化，支撑制造产业的国际竞争力。《日本制造业白皮书2017》聚焦国际环境威胁，致力于缓解由于日元升值引起的日本制造业发展缓慢问题，采取了制造业回归的战略性撤退，同时加强国内智能制造的整体布局，提升智能制造创新能力。《日本制造业白皮书2018》明确将互联工业作为制造业发展战略目标，突出工业核心地位，与美国工业互联网建立不同的定位。（五）科学技术创新综合战略日本的科学技术创新综合战略是对国家创新战略的阶段性规划，相继对智能制造发展实施了战略性措施。2014年提出完善领先世界的下一代基础设施，重点推进面向下一代城市建设的智慧城市建设。2015年在大学、研究资金改革方面通过多元化融资手段来加强国立大学的自主性经营，突出通过物联网和大数据领域新技术培育新产业。2016年致力于超智能社会的深化和推进，构建超智能社会的平台和超智能社会技术体系。2017年在构建智能社会基础上建设世界领先的超级智能社会，通过最大限度活用信息通讯技术、融合网络世界和现实世界，通过加强基础技术、推进实施“关联产业”等相关措施实现各部委的措施从基础研究到产业化的一体化贯彻实施。2018-2019年度《综合创新战略》凸显人工智能领域的重点措施，要加速发展ＩＴ及理工科教育，解决信息技术及人工智能领域的人才短缺问题。

## 中国在装备制造领域的做法

党的二十大报告（以下简称《报告》）提出“高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务”，并把“经济高质量发展取得新突破，科技自立自强能力显著提升”置于今后五年主要目标任务的首要位置。在实现高质量发展过程中，作为新一轮科技革命核心技术范式的智能制造，是经济高质量发展的破题之举，是提升科技自立自强能力的主阵地，是通过“数实融合”建设制造强国的主攻方向。党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央高瞻远瞩，高度重视科技创新和产业升级，我国2015年制定了《中国制造2025》，连续出台了“十三五”“十四五”时期的《智能制造发展规划》以及其他相关中长期战略规划。十年来，我国工业领域深入贯彻新发展理念，全面探索、加快推进智能制造进程，无论是顶层设计还是企业实践，都取得了举世瞩目的显著成效。党的二十大再次强调“坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，推进新型工业化，加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国。实施产业基础再造工程和重大技术装备攻关工程，支持专、精、特、新企业发展，推动制造业高端化、智能化、绿色化发展”。这无疑赋予了智能制造在高质量发展过程中的新使命和新作用。

1. **政策支持**

**政策引领：顶层设计彰显制度优势**

习近平总书记指出，“用中长期规划指导经济社会发展，是我们党治国理政的一种重要方式”。智能制造的发展需要国家自上而下的政策支持。党的十八大以来，我国高度重视推动智能制造发展能制造发展，不断出台发展与智能制造相关的战略规划和政策条例（详见图2），引导和支持攻关智能制造技术攻关智能制造技术、培育建设智能制造产业，体现了卓越的制度设计智慧，彰显了统一组织领导的巨大政治优势导的巨大政治优势，使我国智能制造事业发展更具有长远性、持续性、系统性，体现了中国特色社会主义市场经济下制造业发展的特点色社会主义市场经济下制造业发展的特点。2012-2021年中国推动智能制造发展的相关政策梳理如图1-5所示。



图1-5 2012-2021年中国推动智能制造发展的相关政策梳理

**我国智能制造取得的重要成就离不开一系列前瞻性的宏观发展规划**。党的十八大以来，党中央高瞻远瞩党中央高瞻远瞩，不断加强对智能制造中长期规划的制定、落实和全面领导。从党的十八大首次提出次提出“实施创新驱动发展战略”，到《中国制造2025》《智能制造发展规划（2016—2020）》《“十四五”智能制造发展规划》等战略部署的相继出台，我国智能制造事业始终在战略设计上先行一步战略设计上先行一步，为智能制造的中长期发展定目标、把方向。

**相较于西方多党竞争带来的相较于西方多党竞争带来的“人走政息”，党中央领导下的智能制造事业发展更具有连续性续性**。党的十八大以来，我国根据智能制造的实际技术需求和开展情况，在智能制造发展的不同阶段实施具体制度安排同阶段实施具体制度安排，如2017年针对智能制造的关键核心技术需求年针对智能制造的关键核心技术需求，发布《新一代人工智能发展规划智能发展规划》加快技术攻关，2018年在全球工业互联网建设起步阶段年在全球工业互联网建设起步阶段，国务院出台《工业互联网发展行动计划互联网发展行动计划（2018—2020）》抢先进行战略布局，等等，通过建体系、聚资源、定标准等手段有针对性地连续推进发展智能制造的步伐准等手段有针对性地连续推进发展智能制造的步伐。

**政策引领展现了强大的统筹动员和组织执行能力政策引领展现了强大的统筹动员和组织执行能力，推动了智能制造的系统性发展**。党的十八大以来十八大以来，面对不同阶段的智能制造发展任务，顶层设计始终发挥着总揽全局、协调地方、组织动员、合力攻坚的核心领导作用，统筹整合资金、人力资本等各项资源要素，避免了不同区域区域、细分领域内的同质化竞争，形成地方与中央上下联动、“全国一盘棋”的发展格局。

**试点先行：发挥示范项目龙头作用**

充分发挥试点企业与示范项目的典型示范和辐射作用充分发挥试点企业与示范项目的典型示范和辐射作用，是加快制造强国建设，探索制造业转型升级新路径转型升级新路径、新模式的重要举措和先进经验。2015年，为深入实施“中国制造2025”，工信部确定并公布了首批94个智能制造专项项目和46个智能制造试点示范项目。自此之后，工信部于2015—2018年连续4年遴选“智能制造试点示范项目”总计305项，2017—2020年连续4年遴选“制造业与互联网融合发展试点示范项目”总计467项，2018—2021年连续4年遴选“工业互联网试点示范项目工业互联网试点示范项目”总计355项，项目牵头单位多为行业龙头，产业链长、带动性强，分布遍及全国。除此之外，2017年国务院部署创建年国务院部署创建“中国制造2025”国家级示范区，聚焦重点领域和各地优势产业完善简政放权、财税金融、土地供应、人才培养等政策措施。2019年，在全国遴选出海尔COSMOPlat、东方国信Cloudiip等首批“跨行业跨领域工业互联网平台”，并于2020年、2022年陆续新增5项和14项，加快标杆示范引领作用，依托工业互联网等基础设施的建设，形成了以龙头企业带动，以重大项目引领，中小微企业积极跟随，通过头部企业带动上下游产业链发展的格局。随着试点示范工作的持续开展，各地区结合当地产业实际发展情况，从营造智能制造良好政策环境、创新智能制造业态模式、提高产品服务供给质量、拓展产业合作和消费新空间等方面，加大政策引领和财政扶持力度，以点带面，逐步形成了一些可复制推广的智能制造新模式，为进一步推动智能制造发展奠定了坚实的基础。

**全面覆盖：推动各类主体跨域协同**

党的十八大以来党的十八大以来，国家本着统筹兼顾、分类指导的发展原则，坚持制造业发展“全国一盘棋”和“因企施策”相结合，有效促进了不同类型、不同发展阶段的企业主体协同一致、优势互补、共同进步。

国有企业、民营企业协同发展。一方面，在企业智能化转型的进程中，国有企业充分发挥海量生产数据和丰富应用场景的优势，系统布局新型基础设施，聚焦国家重大战略需求和产业发展瓶颈业发展瓶颈，发挥了国有企业在新一轮科技革命和产业变革浪潮中的引领作用；另一方面，国家始终支持家始终支持、保护、扶持民营经济发展。2017年，《国务院办公厅关于进一步激发民间有效投资活力促进经济持续健康发展的指导意见》中指出，“鼓励民营企业进入轨道交通装备、“互联网+”、大数据和工业机器人等产业链长、带动效应显著的行业领域，在创建“中国制造2025”国家级示范区时积极吸引民营企业参与”，并在基础设施、融资服务等方面提供制度支持，引导民营企业聚焦主业和核心技术，涌现出以格力、美的、比亚迪、吉利为代表的一批民企智能制造排头兵，有力加快了整体的数字化、智能化转型步伐。

大中小企业融通创新大中小企业融通创新。一方面，发挥龙头企业的牵引作用。针对具备较好数字化基础的大型企业，在进行示范项目专项支持的同时，鼓励其立足行业优势和上下游配套资源，搭建跨行业跨领域和特定行业区域工业互联网平台，推动产业链供应链深度互联和协同响应，为上下游中小企业的数字化转型起到带头支撑作用。另一方面，印发了《中小企业数字化赋能专项行动方案动方案》《关于开展财政支持中小企业数字化转型试点工作的通知》等引导性政策文件。鼓励中小企业上平台，借助平台工业APP和解决方案和解决方案，发挥龙头企业带动链上带动作用；加快培育“专精特新”企业和制造业单项冠军企业，为大企业、大项目和产业链提供配套支持。从而形成一批智能制造引领新成一批智能制造引领新工业模式，探索出智能制造各方联动、潜力释放的长效机制和有效路径。

1. **注重技术创新**

**坚持创新驱动，实现科技自立自强**。党的十八大以来，我国智能制造以工业强基示范项目为抓手，解决了一批核心基础零部件、关键基础材料和先进基础工艺的“卡脖子”问题。但我们应当清醒地认识到，与部分发达国家相比，我国智能制造领域的科技创新能力还不强，芯片、传感器、工业机器人等核心技术装备与软件系统仍然依赖进口，“技术短板”制约了我国智能制造的发展。《报告》提出，要“完善科技创新体系”“坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位”“加快实施创新驱动发展战略”“加快实现高水平科技自立自强”，这也是我国智能制造发展一以贯之的关键任务。第一，完善科技创新体系，把科技自立自强作为智能制造发展的战略支撑。健全新型举国体制，围绕重大工程和重点领域急需的关键技术，面向国家重大科技需求进行“有组织科研”，集聚力量进行关键核心技术攻关，突破一批“卡脖子”的基础零部件和技术工艺。第二，加快基础研究的产业转化。针对典型场景和细分行业的实际需求，鼓励装备制造商、高校、科研院所、用户企业、软件企业供需互动、协同创新，推进工艺、装备、软件、网络的系统集成和深度融合，推动工业知识软件化和架构开源化，研制面向细分行业的嵌入式工业软件、集成开发环境和工业软件平台。第三，强化企业科技创新主体地位。正如《报告》指出，“发挥科技型骨干企业引领支撑作用，营造有利于科技型中小微企业成长的良好环境，推动创新链产业链资金链人才链深度融合”。

**强化数实融合，深化智能技术应用**。当下，数字经济的消费互联网阶段红利逐渐消退，数字技术开始从消费端向生产端全面渗透，将成为实体经济高质量发展的关键支撑。《报告》指出，要“加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合，打造具有国际竞争力的数字产业集群”。智能制造是数字技术与实体经济深度融合的核心技术范式，通过数据要素与组织各层级业务活动及流程进行差异化动态匹配，将驱动生产方式的智能化转型，巩固实体经济根基。目前，制造业整体上仍处于从机械自动化向数字智能化过渡的阶段，强化数实融合，普及智能制造应用是未来一段时间的重要任务。第一，推动数字化、智能化技术与制造装备、生产流程深度融合。通过智能车间、智能工厂建设，开发面向特定场景的智能成套生产线以及新技术与工艺结合的模块化生产单元，推动数字孪生、人工智能等新技术创新落地应用。第二，深化智能化技术推广应用。当前，制造业的低端程控软件和企业管理软件得到了很好普及，但复杂产品设计和智能化生产的高端软件缺失，尤其是在中小企业中仍未得到广泛普及，需要进一步推进各行业各主体的数字化转型。引导龙头企业发挥带动作用，依托工业互联网、集成式工业软件带动产业链上下游企业同步实施智能制造，并且充分考虑不同层次企业的投入成本和转型效果的关系，针对典型应用场景，根据企业行业属性、规模体量、技术优势、地区差异、资源禀赋、产权属性等特征，推广一批符合企业需求的数字化设备和服务。第三，进一步完善基础设施建设。梅特卡夫曾指出，政府技术政策的任务不是预测哪种创新将会胜出，而是应当通过构建基础设施来支持企业，创造条件使创新涌现更为容易。一方面，继续推进工业互联网、物联网、5G等新型网络基础设施规模化部署，鼓励各行各业围绕资源配置、供应链协同、产品全生命周期管理等构建各具特色的工业互联网平台；另一方面，发展智能制造、构建工业互联网需要强大的算力支撑数据超大容量和算法的复杂性，因此需要加快工业数据中心、智能计算中心等算力基础设施建设，以支撑新技术应用。

**探索特色路径，促进区域协调发展。**《报告》指出，要“促进区域协调发展”“构建优势互补、高质量发展的区域经济布局和国土空间体系”。当前，我国智能制造区域发展仍不平衡，智能制造试点示范项目分布主要集中在长江三角洲、珠江三角洲、环渤海地区，而吉林、甘肃、青海、西藏等东北、西部地区项目则相对较少，急需深入实施区域协调发展战略，促进东北、中西部等地区的智能制造加快崛起。第一，因地制宜探索各具特色的区域智能制造发展路径，制定差异化数字化转型方案，鼓励地方创新完善政策体系，引导各类资源聚集，如利用当地能源优势，因地制宜依托水电、风电主攻绿色智能生产；面向“一带一路”，加快装备制造企业国际化进程，等等。第二，在国家智能制造的顶层设计下，引导各省（区、市）跨区域协同发展，推动跨地区开展智能制造关键技术创新、供需对接、人才培养等合作，鼓励地方、行业组织、龙头企业等联合推广先进技术、装备、标准和解决方案。第三，加大对欠发达地区的信息基础设施建设和数字化普及力度，并适当予以财政金融支持，强化指导监督和跟踪检测，解决数字壁垒造成的空间发展失衡问题。

实施人才强国，弥补数字人才缺口。习近平总书记在党的二十大中做出了“科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力”的重要论断，指出要“深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略”。面对我国智能制造的迅猛发展和巨大潜力，我国目前智能制造人才缺口巨大。国家人力资源和社会保障部发布的数据表明，2020年我国智能制造领域的人才缺口为300万人，到2025年人才缺口将达到450万人。为此，在智能制造的新征程中，需要加强智能制造专业人才队伍建设，调整优化专业人才队伍结构，完善专业人才保障和激励机制，提升专业人才队伍能力。第一，以智能制造发展需求为导向、实务培养为原则，建立健全智能制造人才培养体系。继续贯彻落实《中国制造2025》提出的“完善从研发、转化、生产到管理的人才培养体系”的要求，响应《报告》中“加强基础学科、新兴学科、交叉学科建设，加快建设中国特色、世界一流的大学和优势学科”的指引，加快培养智能制造急需的专业技术人才、经营管理人才、技能人才，尤其注重新工科背景下交叉学科复合型人才培养。第二，推进产教融合建设。推动智能制造的人才链、教育链同产业链、创新链有机衔接，引导智能制造企业与高等院校、职业教育互通培养模式，加强应届毕业生、在职人员、转岗人员数字化技能培训，打破产业人才需求与院校教育之间的壁垒，探索中国特色学徒制。第三，加大智能制造人才的吸引力度，实施“政策引才”。鼓励智能制造企业多形式、多渠道引进优秀专业人才，有针对性地实行人才梯队配套、科研条件配套和管理机制配套等特殊政策。

1. **发力影响产业发展的关键要素**

**制造流程加速智能化**

智能制造行业在生产的各个方面全方位地推动制造业智慧化转型，包括连接消费者和制造商、连接产品和设备等的智能连接服务，RFID等智能产品、提供质量监测和机台数据监测等的智能传感、提供设备自诊断和自配置服务、以人为中心，包含虚拟现实、增强现实等的数字化辅助系统、流程工件等精准定位的LBS位置服务，包含生产KPI实时监控、实时报警等的实时生产监控服务等。“十九大”报告指出，要加快发展先进制造业，加快建设制造强国。推动流程制造业智能化发展是顺应制造强国战略的必然选择，也是适应新时代流程制造业发展数字化、网络化、智能化趋势，推进我国供给侧结构性改革、支撑经济高质量发展的重要途径。

2025年，全国重点流程制造企业普及数字化、网络化制造并开展深度应用，部分领域试点示范流程制造智能化工厂应用，在取得显著成效的基础上进一步扩大应用范围，使我国进入世界流程制造业智能制造的先进行列。在钢铁工业方面，建立覆盖不同流程结构的钢铁企业示范智能化工厂，应用水平达到世界先进，示范企业实现流程数字化设计、生产智能化管控、企业精益化运营、系统开放性架构。在石化工业方面，推广应用数字化、网络化智能工厂，启动数字化、网络化、智能化智能工厂试点示范，进入世界智能制造先进行列。

2035年，数字化、网络化、智能化智能工厂完成试点示范并开始推广应用，使得我国流程制造业实现转型升级，部分企业进入世界领先行列，为2050年我国建成世界一流的制造强国奠定坚实基础。在钢铁工业方面，面向钢铁企业推广应用智能化技术和新模式，全行业智能化水平获得根本性提升，整体达到世界先进水平，部分企业达到世界领先水平。在石化工业方面，推广普及数字化、网络化、智能化石化工厂，促进我国石化工业实现整体转型升级，智能制造整体达到世界先进水平，部分企业进入世界领先行列。

**大力发展3D打印和工业软件**

数据显示，2020年全球3D打印、材料与服务全球市场规模达到了127.6亿美元，预计将在2025年暴增至491.0亿美元;而全国工业软件市场规模增长势头强劲，从2014年的695亿元上升至2020年的1974亿元。3D打印可以在智能制造的定制化生产、供应链管理、产品设计、提高上市速度等方面发挥作用，目前已经在智能医疗、智能新零售、智能设计等领域应用;工业互联网主要是由工业平台为企业提供定制化的服务，帮助企业上云，是实现智能制造的发展模式和现实的路径。随着3D打印和工业互联网的规模进一步扩大，中国制造业智能化也将蓬勃发展。

**持续关注智能硬件**

中国智能硬件行业利用传感器等硬件技术对工业设备进行智能改造，赋予设备大数据等附加价值，市场规模逐步上涨，从2018年的5132.7亿元上涨至2019年的6430.4亿元。2020年，新冠疫情的爆发，使得市场对智能硬件终端设备的需求达到近几年高点，市场规模以同比67.1%的增长率扩张至10747.0亿元。

智能硬件行业细分为智能移动通信、智能机器人、智能家居设备、智能可穿戴设备、智能车联网设备、智能大屏设备、智能医疗设备、智能家庭健康设备、智能安防设备等。2020年，中国智能硬件行业以智能家居设备为主，占比30.6%;其次为智能穿戴设备，占比20.0%。随着国家大力推进“中国智造”，一系列政策利好，前瞻认为，未来增长空间较大的细分领域为智能可穿戴设备、智能家居设备等。

2014-2020年，我国智能可穿戴设备市场规模逐年递增，2020年达559亿元，同比增长2%。前瞻认为，智能可穿戴设备属于弹性需求，2020年疫情导致大部分需求被暂时抑制，2021年将是新一轮需求爆发点。

2015-2020年，我国智能家居市场规模逐年递增，2019年，达到1530亿元，增速为18.4%，预计2020年，智能家居市场规模达1820亿元。另外，IDC数据显示，2020年中国智能家居设备出货量为2亿台，同比下降1.9%，预计2021年将迎来反弹。

从企业来看，目前智能家居以美的、海尔等老牌企业为主，以其国民度以及丰富的产品线取胜，但前瞻认为随着更多的专注单品的企业进入市场，以及国家扩大内需，国际国内双循环政策的引导，智能家居细分领域新兴势力企业的增长空间较大。

**扩展工业机器人应用场景**

工业机器人是广泛用于工业领域的多关节机械手或多自由度的机器装置，具有一定的自动性，可依靠自身的动力能源和控制能力实现各种工业加工制造功能。工业机器人被广泛应用于电子、物流、化工等各个工业领域之中。2019年9月中共中央、国务院颁发《交通强国建设纲要》，要完善交运行业基础设施布局以支撑国家现代化建设；到2035年实现“全球123快货物流圈”，并加强新型载运工具的研发；发展智慧交通，推动大数据、AI、区块链等新技术与交通行业深度融合。

我国是工业机器人应用第一大国，近年来，我国工业机器人行业迅猛发展，产量持续增长。数据显示，2020年10月全国工业机器人产量为21467台，同比增长38.5%。2020年全国工业机器人产量为237068台，同比增长19.1%。销售额方面，经初步统计，2019年我国工业机器人市场规模达到57.3亿美元，中商产业研究院预测，2021年我国工业机器人销售额将达66.3亿美元。24小时高效工作、智能化、数字化的工业机器人的应用逐渐成为制造业产业的主流趋势。

**积极打造智能制造工厂**

随着中国各个产业的数字化，传统人口密集型的制造业工厂也在逐渐往数字化、智能化的“智能工厂”的方向发展。智能工厂具有机器间互相通信并通过机器管理应用程序被管理、由信息物理融合生产系统(CPPS)进行统筹、接入基于云计算的安全互联网工业平台的特点。

随着中国人口结构逐渐呈现老龄化的格局，数字化、高效的智能工厂的竞争力越来越强。首先智能工厂可以使得生产过程透明化，在帮助企业实时掌控、监管生产流程情况的同时，也为企业在应用虚拟现实生产上提供了信息和数据基础;其次智能工厂可以帮助企业降低人力成本;生产数据的可视化在大数据的辅助下也给企业决策提供了数据分析方面的便利;智能工厂也可以7×24小时全天候工作，不但提高效率，也增加了工作时长，同时也保证了生产过程无纸化。

* 1. **装备领域技术创新趋势、新特征及产业化情况**

## 1.3.1装备领域技术创新趋势

装备制造业作为可以直接影响国家国防安全和经济安全的具有战略性意义的重要产业被充分关注，其发展面临着双重压力，即发达国家重振高端制造的实体经济压力和新兴发展中国家低成本的制造竞争压力。智能制造作为先进制造技术与信息技术深度融合的成果，已经成为制造业的发展趋势，《中国制造2025》的颁布标志着智能制造成为我国制造业转型升级的主攻方向。大力发展智能制造不仅符合我国制造业转型升级的要求，而且是推动供给侧结构性改革、适应并引领“新常态”的重要抓手。智能化是未来发展的趋势，人工智能技术的发展将会攻克许多难关，克服关键领域的瓶颈，最终形成完整的、体系化的智能生产装备行业。在未来，集信息技术、电子技术、物理技术等于一体的智能制造装备产业将会迅速发展，并引导传统制造业朝节能和高效的方向发展，提高劳动生产率和经济收益。

智能制造体系基于新一代信息技术，贯穿设计、生产、管理、服务等制造活动各个环节，是先进制造过程、系统、模式的总称。智能制造过程通过自动化装备及通信技术实现生产自动化，能够通过各类数据采集技术，应用通信互联手段，将数据连接至智能控制系统，并将数据应用于企业统一管理控制平台，从而提供最优化的生产方案、协同制造和设计、个性化定制，最终实现智能化生产。

智能制造发展需要经历自动化、信息化、互联化、智能化四个阶段，每一个阶段对应智能制造体系中的某一个核心环节。智能制造技术的显著特点主要包括三个方面:①将数字技术、智能技术、网络技术融为一体;②制造产品的过程具有智能化特点，对产品制造数量、管理等多方面实时监控;③制造出的产品具有高质量和使用方便特点。

与传统制造装备相比，智能制造装备具有对装备运行状态和环境实时感知、处理、分析的能力。根据装备运行状态变化，具备自主规划、控制、决策的能力。智能制造装备对故障具备自诊断自修复能力，对自身性能劣化具备主动分析和维护能力，具备参与网络集成和网络协同能力，还具备自我感知能力、自主规划和决策能力、自学习和自维护能力、自优化能力、容错能力、网络集成能力等。智能制造装备可应用于计算机智能系统、智能机床、智能机器人、虚拟现实智能技术、自动化智能制造、高智能机器装备、增材制造装备等。新一代信息技术与制造业深度融合，正在引发影响深远的产业变革，形成新的生产方式、产业形态、商业模式和经济增长点。各国都在加大科技创新力度，推动三维（3D）打印、移动互联网、云计算、大数据、生物工程、新能源、新材料等领域取得新突破。基于信息物理系统的智能装备、智能工厂等智能制造正在引领制造方式变革；网络众包、协同设计、大规模个性化定制、精准供应链管理、全生命周期管理、电子商务等正在重塑产业价值链体系；可穿戴智能产品、智能家电、智能汽车等智能终端产品不断拓展制造业新领域。我国制造业转型升级、创新发展迎来重大机遇。

根据《全球智能制造发展指数报告》评价结果显示，美国、日本和德国名列第一梯队，是智能制造发展的“引领型”国家;英国、韩国、中国、瑞士、瑞典、法国、芬兰、加拿大和以色列名列第二梯队，是智能制造发展的“先进型”国家。目前全球智能制造发展梯队相对固定，形成了智能制造“引领型”与“先进型”国家稳定发展，“潜力型”与“基础型”国家努力追赶的局面。

**美国工业互联网装备**。美国智能制造设备的发展促进了工业互联网装备制造系统的研究和建立。2013年，美国发布了有关智能制造装备开发的文件，阐明了工业互联网的概念。工业化发展涉及机器、互联网系统和装备问题，工业互联网将这三个因素结合在一起，可以促进绿色、节能、高效的工业生产。随着工业革命的发展，世界的制造工艺水平发展迅速，互联网的出现加速了信息的传播，促进了世界融合。工业互联网融合了工业革命和网络技术的优势，使工业制造业继续朝着数字化和智能化的方向发展。

**德国工业4.0计划**。德国工业4.0计划主要使用信息物理系统，可以将德国智能制造装备行业从集中式生产转变为分散式生产。工业4.0计划最终要建立一个数字化和智能化制造模型，能够进一步促进德国传统制造业向现代智能产业转变。工业4.0计划的关键是信息物理系统，信息物理系统将通信、计算机、物理整合为一体，可以有效提高制造业的生产效率，也可以保证系统的安全性。确定工业4.0计划的发展路线，对促进德国智能制造业的发展方向起到了积极的推动作用。

**中国智能制造**。中国已意识到与其它国家先进智能制造之间的差距及制造业的重要性，近年来在智能制造行业的投资不断增加。随着中国智能制造产业研究的不断深入，以及中国对德国和美国发展经验的总结，中国结合基本国情，确定了未来智能制造产业发展的五个目标，即集成化、定制化、信息化、数字化、绿色化。

本部分将从掘进装备、煤炭机械、矿山装备、起重装备、农机装备、智能传感器、机器人与智能制造、航空航天、关键零部件九大领域发展趋势等角度出发，对这些领域未来科技发展目标进行研判分析。

**掘进装备领域**。围绕实施国家重大发展战略、制造强国战略，抢占世界隧道掘进装备产业技术制高点，确保产业链、供应链安全自主可控的现实需要，聚焦复杂工况掘进装备高适应性技术、战略核心部件国产化研究及性能提升、隧道掘进装备智能化等产业关键核心技术攻关，着力构建产业协同创新体系。打造我省布局合理、分工协作、专业化的隧道掘进装备研发、设计、制造及服务产业集群，按照“做强龙头、做全链条、做优产业”的路径规划，培育世界一流的隧道掘进装备领军企业，占领价值链的高端；培育重载轴承、大功率减速机、遥控器、盾构机控制系统等核心关键部件产业集群，破解卡脖子发展瓶颈；培育新材料、高精度高性能传感器、高端液压及电气元器件等产业集群，拉动隧道掘进装备上下游的均衡协调发展，确保隧道掘进装备高度集成化成套化的安全供给。为我省隧道掘进装备产业向产业链高端迈进、实现高质量发展提供技术支撑、发挥示范引领作用，将河南省建成国际一流的隧道掘进装备技术创新高地，国际一流的隧道掘进装备产业人才集聚高地。

**煤炭机械领域**。煤矿智能化是我国煤炭工业高质量发展的核心技术支撑与发展方向。随着《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》的出台，围绕煤矿开采，在采煤、掘进、煤流运输、通风、智能安控等各煤矿关键生产系统的智能化水平得到极大发展，提高了生产效率，保障煤矿安全。煤炭机械领域将围绕煤矿智能化，开展深部开采支护与围岩理论、智能化装备与开采条件适应性、煤炭装备机器人化及智能制造方面开展研究攻关。

**矿山装备领域**。为提高矿山装备产品品质，针对矿山重型装备大型化对极限尺寸关键零部件的制造提出的新挑战，持续开展技术攻关，解决热加工技术、焊接技术、加工装配等装备制造的共性技术难题，形成成套铸锻产品核心关键技术，实现高效、智能、柔性焊接技术，并结合结合人工智能与大数据应用，实现大型矿山设备的连续化、自动化、智能化制造，达到“黑灯工厂”制造模式。

**起重装备领域**。以智能制造赋能传统装备，开展起重装备全自动智能控制研究，突破远程遥控、无人操作、精准作业等关键技术，开发“全智能、高精度、大跨度、超高度、防摇摆”国际领先起重机，实现集轨迹控制、环境感知、智能避障、远程控制与智能故障诊断等多种功能；从产品轻量化、能耗、效益三方面入手，向高端化发展，力争实现整机重量下降15-30%、装备能耗下降15-30%，效益提升15%。

以控制数字化、运维远程化、物联网络化、跨界融合化为方向，依托传感、物联网技术，充分利用5G低延时、大带宽、广连接等优势，深入推进入、机、物的全面互联，实现设备自主作业和远程监控、故障诊断、预测性维护、远程运维等服务应用，打通技术研发和产业化链条，实现起重装备全生命周期管理。建设数字孪生应用基地，打造产品系列齐全、智能水平领先的云上产业链。

**农机装备领域**。立足加快推进农业机械转型升级，聚焦农业机械化发展短板弱项，着力突破先进技术瓶颈，完善河南省农机装备产业集群建设，围绕我国农业机械产业链构建与发展的瓶颈问题，面向智能、高效、节能、环保等需求，发挥全省农机装备产业链龙头企业主体支撑和融通带动作用，提升全省农机装备产业链水平能力，推动我省农机装备产业高质量发展。

**智能传感器领域**。根据河南省智能传感器产业及技术创新现状，锻长板、补短板，实现从材料、核心器件、智能传感器、智能终端及行业应用解决方案的一条龙智能传感器全产业链自主可控，加快战略布局、资源整合、优化调整，提升全产业链竞争优势，围绕创新链布局产业链，产业链引导创新链，持续夯实在优势领域的生态能力，强化在核心领域的创新能力和产业支撑能力，智能传感器产业发展水平跨入全国先进行列。

**机器人与智能制造领域**。“十五五”期间，河南省将大力推进工业机器人、智能检测装备、增材制造装备等方面的技术攻关，建设成为国内机器人和智能制造主要科学中心和创新高地。展望2035年，河南机器人和智能制造领域科技创新整体实力进一步增强，主要创新指标达到世界先进、国内领先水平，成为引领河南打造区域科技创新中心的核心力量。

**航空航天领域**。到2026年，航空航天装备整机制造、有效载荷及零部件制造、卫星地面设备制造、卫星应用等优势环节得到巩固提升，民用航空、卫星制造等薄弱环节得到有效增强，基本建立航空航天及卫星应用产业多维发展格局，形成自主完备、融合强韧、数智高效的航空航天及卫星应用产业链。

**关键零部件领域**。为加快形成双循环新发展格局，打好产业基础高级化，产业链现代化攻坚战，实施以下战略：深化供给侧结构性改革，消除无效供给，创造新增供给，增加短缺供给，提升传统供给，锻长板、补短板、强弱项、提层次；加大研发投入强度和技术创新平台建设力度，创新驱动发展；突破高端，做好中端，提升低端，优化产品结构和市场结构；主攻智能制造，培育智能制造、绿色发展、服务化转型新业态；实施品牌战略和人才工程，创建核心技术自主知识产权，培育昂扬向上的中国轴承工业文化，增强产业发展软实力；推进跨界融合和大中小企业融通发展；扩大开放合作，提升国际化合作的水平和层次，增强国际竞争力；发挥集聚发展效应，建设空间布局合理、产业特色鲜明、创新要素丰富、产品竞争力强、大中小企业融通发展、网络化协作和对外开放水平高的世界级轴承产业集群。

## 1.3.2 装备领域技术新特征

智能制造装备产业在我国的发展历史较短，随着上世纪80年代中期，发达国家开始大量生产自动化生产设备，我国也开始逐步加大对工业机器人的研究支持。1985年，我国将工业机器人列入科技攻关发展计划，成为智能制造装备产业在我国发展的重要里程碑。经过30多年的发展，我国智能制造装备行业已初步形成了以新型传感器、智能控制系统、工业机器人、自动化成套生产线为代表的产业体系。

虽然中国目前已经成为制造业大国，但是大而不强依然是中国制造业发展的主要问题。在高端装备领域，中国80%的集成电路芯片制造装备、40%的大型石化装备、70%的汽车制造关键设备及先进集约化农业装备仍然依靠进口。近年来，中国的经济发展已由高速增长阶段逐步转入高质量发展阶段，政府更加关注于优化经济结构、转换增长动力。在新型工业化加速发展的大背景下，我国高度重视智能制造装备产业的发展。对制造业企业而言，构建智能制造系统的核心价值主要体现在降低生产成本、提升生产效率和重塑管理方式。在此背景与国家政策的双双驱动下，我国智能制造行业规模快速增长。随着我国经济发展进入新常态，经济增速换挡、结构调整阵痛、增长动能转换等相互交织，长期以来主要依靠资源要素投入、规模扩张的粗放型发展模式难以为继。加快发展智能制造，对于推进我国制造业供给侧结构性改革，培育经济增长新动能，构建新型制造体系，促进制造业向中高端迈进、实现制造强国具有重要意义。

智能制造中的核心技术包括实时化定位技术、识别技术、信息物理化融合技术、系统协同化技术、网络安全信息技术等。依据装备制造行业的制造特点与要求，装备制造行业的核心制造技术基本上可以划分为三类，即信息物理系统技术、数字线索科学技术、人工智能增强技术。从简单层面来分析，信息物理系统技术属于智能制造综合系统中的一项核心技术，可以实时化感知与分析各种状态信息，在此基础上实现自主性决策，并做出相应精准动作，再依据操作过程与结果反馈等，为系统提供自主学习提升功能。数字线索科学技术基于信息传递，属于系统软件、模型等一体化的全寿命周期性管理架构，可以实现信息数据与知识的无缝连接。人工智能增强技术基于数字线索科学技术，借助分解、细化各种复杂系统及操作过程，有效辅助增强人工对于整个系统运行过程的理解及掌握能力，确保准确高效地执行各种复杂任务。

**掘进装备领域**。2000年以来，伴随我国城市轨道交通建设提速发展，国内相关企业依托国家863计划突破了盾构设计与制造中的系列关键技术，成功研制出中国第一台拥有自主知识产权的复合式土压平衡盾构，赶上了我国城市轨道交通建设发展的黄金十年，2009年中国中铁为满足轨道交通建设高速发展对隧道掘进装备的需求，加快盾构产业化步伐，在河南郑州建立了国内最大盾构研发制造基地，拉开了中国盾构产业化的序幕。中国用20年走完了国外盾构企业五六十年的发展历程。近年来,我国全断面隧道掘进机械产业总的发展态势良好,常规直径土压盾构机、泥水盾构机和硬岩掘进机三大产品的整机国产化率95%以上，国产隧道掘进机在国内市场的占有率已达90%，在全球的市场占有路也达到了70%以上，得到了高速、高效的发展，实现了从“跟跑”“并跑”到“领跑”的历史性转身。总体来讲，我国在隧道掘进装备领域处于世界前列，部分技术国际领先，总体技术水平距世界第一还有一定差距。

**煤炭机械领域**。我国煤炭工业的发展带动了国产化采煤机技术与装备的迅速发展。近十年来，技术创新速度加快，新技术、新产品层出不穷，长期困扰的设备可靠性得以提高，在需求引导下，研发了系列国际领先的大型先进设备，支撑开采工艺技术改革，生产力大幅提高。矿井建设和巷道掘进大型先进装备不断研发，研制成功大功率反井钻机和竖井掘进机、大断面掘锚联合机组。露天开采大型装备国产化进展顺利，研制出大型矿用挖掘机、300t无人驾驶自卸卡车等设备。

**矿山装备领域**。目前，中国的机械制品的技术等级已处于国际水平的前列，拥有了自主设计、自主生产高水平的矿山机械产品，经过几十年的发展，拥有了采矿设备、深矿设备、铁路机械等技术水平过硬的专业设备。随着我国工业化、城镇化建设的不断推进以及建筑、交通、水利等基础设施建设的持续投入，推动砂石建材、冶金、煤炭等基础工业对石材和固体矿物的需求不断增长，带动了矿山机械市场的快速发展。十三五期间，中国的矿山装备得到了快速发展，正在迅速与欧美发达国家缩小差距，部分产品已经同欧美先进装备同台竞争。国内矿山装备行业2016年、2017年、2018年、2019年主营业收入分别为4142.87亿元，3982.84亿元、2414.15亿元、2456.81亿元。2020年规模以上企业营业收入2395.80亿元，同比下降3%。受疫情影响，行业经济效益状况出现下滑，行业企业亏损面和亏损额均有增加。2023年，我国矿山机械产业实现营收收入3151亿元，同比增长5.2%，营业成本2525亿元，同比增长3.8%，利润总额210亿元，同比增长16.5%，利润率6.7%，较上年提高0.7个百分点。

**起重装备领域**。在国民经济增长和中国制造2025的大背景下，中国起重机械行业取得了较大的发展，市场规模进一步扩大，促进了起重机械种类的增加和应用领域的拓宽。根据沙利文数据显示，2017年中国汽车起重机，随车起重机和履带起重机等类型的销量占比逐渐增加，其中汽车起重机以61.0%的占比成为中国起重机产品销量第一的类型，其次为随车起重机，履带式起重机和轮胎起重机，所占比例分别为34.0%,4.0%和1.0%。当前，汽车起重机和随车起重机是中国起重机械行业使用较广的两种起重机械类型。汽车起重机因机动性好，起重范围广，可在公路上通行，且具有能够迅速转移的特点，因此汽车起重机多适应于桥梁、铁路、港口等基建需求，成为了起重机械市场的主要应用产品；随车起重机具备载重起重双重功能，货物可自装卸载，可满足各种物料运转的场景，适用于物流运输、消防、市政建设等下游应用领域，因此随车起重机成为了继汽车起重机之后，覆盖下游应用领域较广的起重机械类型。

**农机装备领域**。我国在农机装备领域的发展得到了政府的大力支持，这体现在多个政策和规划中。这些政策和规划共同体现了我国政府对于农机装备领域的重视，旨在通过技术创新和产业升级，推动农业现代化和乡村振兴。通过这些政策的支持，我国农机装备领域有望在未来几年内实现更高水平的发展。在粮食安全和农业强国战略政策助推下，我国农机行业正进入新一轮革新。尤其以中联中科、潍柴雷沃、博创联动、一拖股份、沃得农机、迪马股份、超星智能等为代表的企业纷纷加码智能农机，并以技术创新、产品创新、应用创新、商业模式创新等方式推动中国农业高效化、智能化、网联化、绿色化、体系化。中国农机装备行业在近年来经历了快速的发展和技术革新，这得益于国家政策的推动和市场需求的不断扩大。随着中国农业现代化的步伐加快，农机装备的作用日益凸显，不仅提高了农业生产效率，还有助于保障国家粮食安全和农民增收。在这样的背景下，中国农机装备的优势逐渐显现，为行业的持续健康发展奠定了坚实的基础。

**智能传感器领域**。我国智能传感器的应用市场规模巨大，是全球最大的应用市场，得益于国内应用需求的快速发展，我国已形成涵盖芯片设计、制造、封装测试、软件与算法、应用等环节的初步智能传感器产业链。智能传感器是实现“中国制造2025”的“利器”，为保障产业的快速崛起，突破智能传感器领域的“卡脖子”技术，我国大力支持智能传感器技术及产业的发展，不断完善相关产业政策。

**机器人与智能制造领域**。从国内来看，目前我国已初步形成以自动化生产线、智能检测与装配装备、智能控制系统、工业机器人等为代表的智能制造装备产业体系，产业规模日益增长。2018年我国智能制造装备市场规模超过1.51万亿元，2020年市场规模超过2万亿元。在数控机床产业领域，2017年到2020年，我国数控机床市场规模由3030亿元增长至3473亿元，年复合增长率为4.65%。2020年，数控金属切削机床市场占比超一半，高达53.8%；其次是数控金属成形机床，占比28.5%；数控特种加工机床占比16.8%。在机器人产业领域，2020年1-12月，全国工业机器人完成产量237068台，同比增长19.1%，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。2020年，全国规模以上服务机器人、特种机器人制造企业营业收入529亿元，同比增长41%。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。在增材制造产业领域，2020年，我国3D打印相关企业注册数量达12608家，同比增长113.7%。2024年4月19日，工业和信息化部发布的数据显示，我国智能制造装备产业规模已经达到了3.2万亿元以上。

**航空航天领域**。我国在航空航天领域取得了显著的发展，尤其是在航天技术、卫星导航、空间探索和商用航空等方面。我国在载人航天方面取得了重大进展。自2003年成功发射首位航天员杨利伟以来，我国的载人航天任务稳步推进。2021年，天和核心舱的发射拉开了中国空间站建设的序幕，后续的天舟货运飞船和神舟载人飞船任务也相继成功。我国的北斗导航系统(BDS)是全球卫星导航系统之一。北斗三号全球卫星导航系统于2020年完成建设，提供全球定位、导航和授时服务，与美国的GPS、俄罗斯的GLONASS和欧盟的Galileo共同构成全球卫星导航系统。我国商用航空市场也在快速发展。中国商飞(COMAC)研发的C919大型客机在2022年获得中国民航局的适航证，并开始商业交付。C919的成功标志着我国在大型民用飞机研发和制造领域的重要突破。

**关键零部件领域**。我国在关键零部件领域具备一些显著的优势，这些优势为其在全球市场上竞争力的提升提供了有力支撑。例如:我国作为全球最大的制造业基地，对高端装备和智能制造的需求非常旺盛；我国政府高度重视制造业和高端装备制造业的发展，出台了多项政策支持；我国拥有完整且庞大的制造业产业链，从原材料供应到生产加工，再到最终的组装和销售，各个环节都相对完善；我国拥有大量的工程技术人才和熟练工人，能够为关键零部件的研发和生产提供充足的人力资源支持；我国的企业在技术创新方面表现出很强的适应能力和快速响应能力；我国企业积极通过国际合作和海外并购引进先进技术和管理经验；尽管高端制造领域对技术和研发的要求较高，但我国在制造成本方面仍具备一定的优势；随着我国资本市场的不断发展，企业融资渠道多样化，融资环境相对宽松。

## 1.3.3 装备领域技术产业化情况

智能制造装备是指具有感知、分析、推理、决策、控制功能的制造装备，它是先进制造技术、信息技术和智能技术的集成和深度融合，是实现高校、高品质、节能环保和安全可靠生产的下一代制造装备。智能制造装备行业的产业链上游主要是变速器、减速器、主轴/轴承、传动装置、传感器、控制器显示器、伺服系统等核心零部件；中游为智能制造装备，主要包括高端数控机床、工业/柔性机器人、3D打印设备（增材制造装备）、智能专用设备、智能传感器与控制装备、智能检测与装配装备，以及智能仓储与物流装备等；下游为应用领域，主要包括汽车制造、工程机械、钢铁化工、能源、生物医药、航空航天、物流等领域。

市场规模。根据数据显示，2021年全球智能制造装备行业市场规模达到了7000亿美元左右，预计在2025年，市场规模有望达到9000亿元，年复合增长率约8%。我国智能制造产业发展快速，近年来一直保持将近20%以上的高位增长。数字化渗透水平方面，我国制造业2022年数字化渗透率达到约24%，目前处于中低水平，与国际先进水平相差较大。其中，发达国家平均水平达到33%，德国达到45%。

区域分布。目前全球智能制造装备市场的主要消费地区包括亚太地区、欧洲和北美。其中，亚太地区是全球最大的智能制造装备市场，占据了市场的50%以上。欧洲和北美市场规模较小，但其对智能制造装备的需求也在逐年增加。

细分领域。全球智能制造装备市场的细分市场广泛，机器人是该市场的重要组成部分，2021年全球机器人市场规模约为135亿美元，其次是自动化设备、传感器、3D打印、智能物流设备、工业视觉技术、智能传动设备，市场规模分别约为460亿美元、150亿美元、100亿美元、150亿美元、80亿美元、60亿美元。从市场结构看，自动化设备占比最高，约50%以上；其次是机器人、传感器、智能物流设备、3D打印、工业视觉技术、智能传动设备，占比分别为30%、17%、17%、11%、9%、7%。

北美地区智能制造的龙头企业主要集中在增材制造、航空航天装备领域。根据《全球智能制造企业科技创新百强报告2020》统计，北美地区入围前100的企业达到38家，总部全部位于美国，排名为2~97位，跨度较大。为了更好的了解这些企业经营范围和行业分布，我们将上述榜单与公司的公告进行匹配。数据显示，以3D打印为代表的增材制造业务供应商最多有9家，航空航天装备制造的上榜数量达到5家，排名第二，二者合计占整个北美地区榜单的近40%。从行业分布来看，北美地区排名前三的行业分别是技术硬件与设备（12家）、资本货物（11家）以及软件与服务（7家）。全球制造企业百强北美企业入围名单（2020年）如图1-6所示。



图1-6 全球制造企业百强北美企业入围名单

数据资料来源：Bloomberg，公司公告，中泰证券研究所

欧洲地区智能制造的龙头企业主要集中在高性能材料、工业机器人及工控系统领域。根据《全球智能制造企业科技创新百强报告2020》统计，欧洲地区入围前100的企业达到27家，其中，德国最为突出有10家，法国5家，瑞典3家，英国3家，其他6家。其在全球排名为8~100位，跨度同样较大。为了更好的了解这些企业经营范围和行业分布，我们将上述榜单与公司的公告进行匹配。数据显示，以高性能材料为代表的业务供应商数量最多有9家，工业机器人及工控系统上榜数量达到5家，排名第二，二者合计占整个欧洲地区榜单的50%。从行业分布来看，欧洲地区排名前三的行业分别是材料（9家）、资本货物（9家）、技术硬件与设备（4家）。全球制造企业百强欧洲企业入围名单（2020年）如图1-7所示。

图片包含 文本

描述已自动生成

图1-7 全球制造企业百强欧洲企业入围名单

数据资料来源：Bloomberg公司公告，中泰证券研究所

日本、韩国地区智能制造的龙头企业主要集中在电子以及汽车制造领域。根据《全球智能制造企业科技创新百强报告2020》统计，日韩地区入围前100的企业达到19家，其中，日本14家，韩国5家。为了更好的了解这些企业经营范围和行业分布，我们将上述榜单与公司的公告进行匹配。数据显示，电子制造上榜数量最多达到6家，汽车制造排名第二，上榜5家，二者合计占比超过整个日韩地区榜单的60%。从行业分布来看，日韩地区排名前三的行业分别是技术硬件与设备（6家）、汽车制造（5家）、资本货物（3家）/耐用消费品及服务（3家）。全球制造企业百强日韩企业入围名单（2020年）如图1-8。

文本

低可信度描述已自动生成

图1-8 全球制造企业百强日韩企业入围名单

数据资料来源：Bloomberg，公司公告，中泰证券研究所

中国智能制造的龙头则主要集中在以BAT为代表的互联网领域。从《全球智能制造企业科技创新百强报告2020》统计来看，入围全球百强的中国智能制造企业有15家，不仅囊括信息技术网络与自动化技术出身腾讯、阿里巴巴、百度，而且涵盖众多拥有较强信息技术处理能力的IT传统玩家如大疆、京东等。全球制造企业百强中国企业入围名单（2020年）如图1-9所示。

图片包含 文本

描述已自动生成

图1-9 全球制造企业百强中国企业入围名单

数据资料来源：Bloomberg，公司公告，中泰证券研究所

整体来看，我国在新能源汽车、区块链、轨道交通、数控机床、边缘计算领域发展态势较好，处于全球前列水平。相反，在云计算、人工智能、智能传感器、大数据、虚拟现实、工业机器人及工控自动化、工业软件、3D打印等领域，中外技术的差距明显，尤其是在上游芯片设计、底层算法、核心零部件领域我国面临严峻的挑战。我国企业数字化水平较低，但更多国有企业逐步重视数字化转型发展。随着企业数字化转型深入推进，越来越多的国有企业将数字化转型作为企业发展战略的重要组成部分，将数据驱动的理念、方法和机制根植于发展战略全局。

目前，我国传统行业在智能升级等方向仍有优化空间。根据中国电子技术标准化研究院发布的《流程型智能制造白皮书》，我国流程工业(化工、石化、有色等)在智能控制、质量检验、生产调度等方面投入较大。本轮央国企完成设备更新后有望进一步降本增效，提升竞争力及盈利能力，促进格局优化及行业高质量发展。

**掘进装备领域**。近年来，受国家宏观政策、行业周期、市场格局等多重因素影响，掘进装备行业形势发生了深刻而复杂的变化，不确定性大大增强。随着地下空间建设的发展，隧道掘进装备行业整体趋势呈现施工需求多样化、施工环境复杂化发展，因此对施工装备的适应性、可靠性提出了更高要求。一是施工断面的多元化。多圆隧道、变断面隧道、异形隧道、大跨度地下空间等对异形隧道盾构掘进装备提出了个性化、多样化需求。二是施工环境复杂化。除城市地下空间建设外，大埋深长洞线山岭隧道、深层矿产开发、穿江跨海超长隧道等极端地下工况迅速增多、施工难度增加，施工装备需具备更加先进的进出洞、地中对接、带压换刀、急曲线适应等关键核心技术以满足盾构特殊的工程施工要求。三是岩机交互信息化。随着复杂地质环境下施工的增加，超前地质预报、岩机应力特性、超前支护、多样化支护等信息化的隧道安全施工技术需求增加。四是盾构技术智能化。随着计算机技术的快速发展，盾构自动化程度也会越来越高，并具有数据采集功能，掘进姿态管理功能等，盾构机正朝着全自动化、智能化、无人化方向发展。

**煤炭机械领域**。据中国煤炭机械工业协会数据，2012-2022年间，煤矿机械工业累计向煤矿提供4329.5万吨主要设备。其中，采煤机8957台，掘进机17888台，刮板输送机28214台，带式输送机30845台，液压支架73.58万架。成套煤矿综采设备出口美国、澳大利亚等国。近年来，在国家政策、技术驱动和市场需求加持下，煤炭机械工业加快转型升级，推动智能制造发展进程，加快基础能力提升和创新平台建设，形成了一批重大科技创新成果，研制了一批具有自主知识产权的高端煤机装备，有力支撑了煤炭工业发展。创新驱动是煤炭机械工业一直以来的发展战略。十年间，煤炭工业机械坚持国产化导向，一批“国产+智能”的煤炭高新技术装备在井下应用，引领行业尖端技术升级换代。尤其是在综采三机方面，通过自主创新和技术升级改造，已实现10m超大采高智能综采工作面成套装备关键技术研究及应用，可满足年产2000万吨工作面需求，将国际采掘装备发展推上新高度。在掘进机方面，我国开创了掘支运“三位一体”、分段支护、连续运输快速掘进新模式，实现了半煤岩巷道和超大断面巷道的安全高效智能掘进，将煤矿掘进设备的自动化、智能化水平推向新高度。

**矿山装备领域**。后疫情时代全球经济艰难前行，全球供应链、产业链受持续冲击发生结构性调整，区域化、本土化趋势加快，矿山装备格局加速转变。根据QYR(横州博智)统计，仅以球磨机、自磨机、高压辊磨机、半自磨机等矿用磨机为例,2022年全球矿业磨机市场销售达到了14.98亿美元，北美地区是最大市场，占17.63%，之后是非洲和中国，分别占14.87%和14.35%。从矿用磨机生产制造公司看，欧洲和中国是两个重要的生产地区，2022年分别占有35.93%和26.42%的市场份额。近年来，国外新工艺、新技术、新材料、新产品等开发应用，已实现了矿山生产智能化、绿色化、高端化。在智能矿山建设方面，美国和澳大利亚煤炭企业走在了前面。井工矿工作面通过采用大功率电牵引采煤机、电液控制的液压支架和具有软启动功能的刮板输送机，实现了工作面三机的自动化及井下环境安全信息实时监测；露天矿通过矿用卡车的智能化改造，实现了无人驾驶。早在2001年，澳大利亚联邦科学与工业研究组织开展了煤矿综采自动化和智能化研究。美国久益公司(JOY现属小松公司)和卡特彼勒公司(Caterpillar)融合先进技术实现了简单地质条件工作面自动化开采。小松公司开发了智能开采服务中心实现了实时监控，与力拓公司协作研发了自动运输系统等。

**起重装备领域**。随着经济的发展和科技的进步，起重机行业正面临着日新月异的变化。起重机产业是工程机械和装备制造业的重要组成部分，是我国在全球市场占有率最高的优势产业，在我国制造业高质量发展中具有极其重要的地位，2022年6月全球最权威的工程机械信息提供商英国KHL集团发布2021年“工程机械制造商榜单”，我国工程机械产业销售额已占全球总销售额的24.2%，超过美国的22.9%和日本的21.2%，成为全球产业规模最大的国家。国产工程机械国内市场满足率提升达到96%。

**农机装备领域**。随着新一代人工智能技术等广泛渗透及深入应用，农业发展进入以智慧农业为核心的发展新阶段。农机装备技术发展以土壤-动植物-机器系统化、资源与环境协调、农机农艺融合、装备与信息融合为基础，以信息和知识为要素，以高效化、智能化、网联化、绿色化的装备为核心，通过将互联网、物联网、大数据、云计算、人工智能等现代信息技术与农业深度融合，实现农业信息感知、定量决策、智能控制、精准投入、个性化服务的新一代智能农业生产。

**智能传感器领域**。作为数字时代的感知层，智能传感器是集成传感芯片、通信芯片、微处理器、软件算法等于一体的系统级产品，紧密衔接互联网、大数据、人工智能与实体经济，已成为支撑万物互联、万事智联的重要基础产业。伴随着工业互联网、大数据、物联网、人工智能、VR/AR等新一代信息技术的快速发展，市场应用正现爆发式增长态势，产业发展处于重要战略机遇期。

**机器人与智能制造领域**。智能制造是我国制造业实现由大变强的核心技术和主线，也是推进新型工业化的重要任务。随着科技的不断发展，机器人产业和智能制造产业已经成为了全球范围内的重要产业。智能装备制造主要包括机器人、高档数控机床、自动化成套生产线、智能控制系统、精密和智能仪器仪表与试验设备、其他智能专用装备等。智能制造装备产业链中，上游为原材料和零部件的制造，主要核心零部件为传感器、减速器、控制器等；中游为各种智能装备的制造，如工业机器人、3D打印和智能数控机床等；下游为行业应用领域。

**航空航天领域**。随着全球科技水平的不断提升，航空航天产业已成为各国竞相发展的战略性新兴产业。目前，美国在航空航天领域处于领先地位，其产业规模和技术水平均居世界前列。欧洲、俄罗斯等国家也在该领域拥有较强的实力和影响力。与此同时，中国的航空航天产业也呈现出快速发展的态势，产业规模逐年扩大，已成为全球航空航天领域的重要参与者。

**关键零部件领域**。轴承是核心基础零部件，轴承工业是国家基础性战略性产业，对国民经济发展和国防建设起着重要的支撑作用。经过建国以来，特别是改革开放以来的持续、快速发展，我国轴承工业已形成独立完整的工业体系，我国已成为轴承销售额和产量居世界第三位的轴承生产大国。按2019年统计，全行业规模以上企业近1300家，从业人员35万多人，主营业务收入1770亿元，轴承产量196亿套。能够生产小至内径0.6毫米，大至外径12.37米，9万多个品种规格的各种类型轴承。我国已是世界轴承生产大国，但还不是世界轴承强国，产业结构、研发能力、技术水平、产品质量、效率效益都与国际先进水平有较大差距。轴承配套的主机行业经济下行的压力越来越大，对轴承的需求增长趋缓。近年来有的主机行业需求锐减，致使我国轴承行业主营业务收入年均递增率大幅下降。

1. 现状与需求分析
   1. **我国装备制造业发展的现状、优势及问题**
2. **我国装备制造业领域发展的现状**

装备制造业是制造业的核心和支柱，是社会经济发展的基础性产业，是各行业产业升级、技术进步的基础条件。高度发达的装备制造业是实现工业智能化的必要条件，也是一个国家的技术水平和综合国力的集中体现。装备制造产业在我国的发展历史较短，随着上世纪80年代中期，发达国家开始大量生产自动化生产设备，我国也开始逐步加大对工业机器人的研究支持。1985年，我国将工业机器人列入科技攻关发展计划，成为智能制造装备产业在我国发展的重要里程碑。经过30多年的发展，我国智能制造装备行业已初步形成了以新型传感器、智能控制系统、工业机器人、自动化成套生产线为代表的产业体系。

经过几十年的发展，中国装备制造业已形成门类齐全、产业规模庞大的产业群，少数产品已达到世界领先水平，取得了不错的成绩，但仍需意识到我国传统装备制造业还面临高端核心技术依赖国外进口、技术创新体系不健全以及产品产能过剩等问题。

根据国民经济和社会发展统计公报统计数据表明，2021年，我国装备制造业增加值增长12.9%，占[规模以上工业增加值](https://baike.baidu.com/item/%E8%A7%84%E6%A8%A1%E4%BB%A5%E4%B8%8A%E5%B7%A5%E4%B8%9A%E5%A2%9E%E5%8A%A0%E5%80%BC/2775757?fromModule=lemma_inlink)的比重为32.4%。 2022年，全年[规模以上工业](https://baike.baidu.com/item/%E8%A7%84%E6%A8%A1%E4%BB%A5%E4%B8%8A%E5%B7%A5%E4%B8%9A/2465874?fromModule=lemma_inlink)中，装备制造业增加值增长5.6%，占[规模以上工业增加值](https://baike.baidu.com/item/%E8%A7%84%E6%A8%A1%E4%BB%A5%E4%B8%8A%E5%B7%A5%E4%B8%9A%E5%A2%9E%E5%8A%A0%E5%80%BC/2775757?fromModule=lemma_inlink)的比重为31.8%。2023年[政府工作报告](https://baike.baidu.com/item/%E6%94%BF%E5%BA%9C%E5%B7%A5%E4%BD%9C%E6%8A%A5%E5%91%8A/1494894?fromModule=lemma_inlink)指出：过去五年，[经济结构](https://baike.baidu.com/item/%E7%BB%8F%E6%B5%8E%E7%BB%93%E6%9E%84/3385482?fromModule=lemma_inlink)进一步优化，装备制造业增加值年均增长7.9% 。2024年2月29日，国家统计局发布《中华人民共和国2023年国民经济和社会发展统计公报》，2023年全年装备制造业增加值比上年增长6.8%。

随着制造业智能化的升级改造，我国智能制造装备行业呈现较快的增长，2022年我国智能制造装备新增相关企业8.39万家。2024年国新办4月18日举行新闻发布会，介绍2024年一季度工业和信息化发展情况。工业和信息化部副部长单忠德在会上透露，我国智能制造装备产业规模已经达到了3.2万亿以上，市场满足率超过50%。建成2500多个数字化车间和智能工厂，工业软件产品收入突破2400亿元，主营业务收入达10亿元的系统解决方案供应商超过了140余家。图2-1所示为2013-2023智能制造装备产业规模。

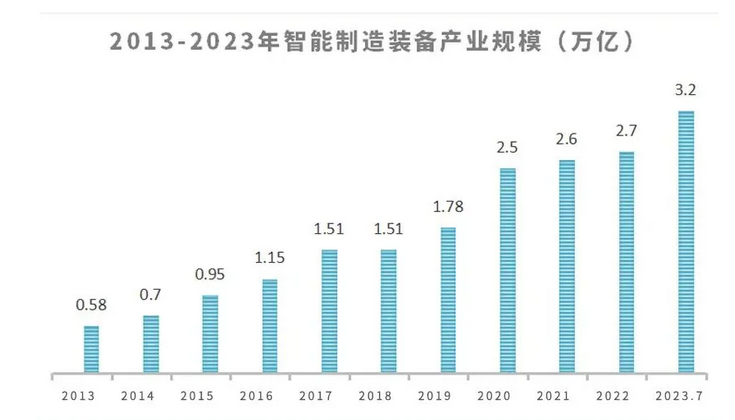


图2-1 2013-2023智能制造装备产业规模

从智能装备行业的区域竞争格局来看，目前，我国的智能制造装备主要分布在工业基础较为发达的地区。我国正在形成珠三角、长三角、环渤海和中西部四大行业集聚区，行业集群将进一步提升各地智能制造的发展水平。

**其中，环渤海地区和长三角地区是装备制造的核心区。**以数控机床为核心的智能制造装备行业的研发和生产企业主要分布在环渤海地区、长三角地区及西北地区，其中以辽、鲁、京、沪、苏、浙和陕等地区最为集中。此外，关键基础零部件及通用部件、智能专用装备行业在豫、鄂、粤等地区也都呈现较快的发展态势，其中以洛阳、襄樊、深圳最为突出。同时，工业机器人将是未来智能装备发展的一个新热点，京、沪、粤、苏将是国内工业机器人应用的主要市场。

**环渤海地区：**依托地区的资源与人力资源优势，形成“核心区域”与“两翼”错位发展的行业格局。其中，北京在工业互联网及智能制造服务等软件领域优势突出。

**长三角地区：**培育一批优势突出、特色鲜明智能制造装备行业集群，智能制造发展水平相对平衡。

**珠三角地区：**加快机器换人，逐步发展成为“中国制造”主阵地。其中，广州围绕机器人及智能装备行业核心区建设，深圳重点打造机器人、可穿戴设备行业制造基地、国际合作基地及创新服务基地。

**中西部地区：**落后于东部地区，尚处于自动化阶段，依托高校及科研院所优势，以先进激光行业为智能制造发展的“新亮点”，发展出了技术领先、特色突出的先进激光行业。

2021年以来，电气机械制造业、仪器仪表制造业、汽车制造业、专用设备制造业在制造业中比例提升如图2-2所示。

图表, 折线图

描述已自动生成

图2 -2电气机械制造业、仪器仪表制造业、汽车制造业、专用设备制造业在制造业中比例提升

目前我国智能制造能力成熟度水平偏低，国内流程行业智能制造发展水平仍有很大的进步空间。据《智能制造成熟度指数报告（2022）》数据，2022年我国智能制造成熟度指数达106，同比增长6%，成熟度一级及以下的企业占比63%，说明我国智能制造能力成熟度水平偏低；成熟度二级及以上的智能工厂普及率为37%，三年增长了12pct，智能制造成熟度水平正稳步提升。从行业来看，以石油、化工、医药为代表的流程工业智能制造成熟度低于平均水平，但随着国家政策的推动和5G、互联网、大数据、人工智能等技术不断突破，流程工业高端化、智能化、绿色化发展迎来历史机遇，智能制造进入关键“窗口期”。

1. **我国装备制造业领域发展的优势**

我国在装备制造领域具备一些显著的优势，这些优势为其在全球市场上竞争力的提升提供了有力支撑。具体包括：

1. 庞大的市场需求

我国作为全球最大的制造业基地，对高端装备和智能制造的需求非常旺盛。庞大的市场需求为关键零部件企业提供了广阔的市场空间，有助于规模经济的实现和企业的快速成长。

1. 政策支持

我国政府高度重视制造业和高端装备制造业的发展，出台了多项政策支持，如《中国制造2025》和《机器人产业发展规划》。这些政策提供了资金、税收、技术研发等多方面的支持，营造了良好的发展环境。

1. 完整的产业链

我国拥有完整且庞大的制造业产业链，从原材料供应到生产加工，再到最终的组装和销售，各个环节都相对完善。这种完整的产业链有助于降低生产成本，提高生产效率，并能够迅速响应市场需求。

1. 成本优势

我国拥有大量的工程技术人才和熟练工人，能够为装备制造的研发和生产提供充足的人力资源支持。此外，我国的工程教育体系逐渐完善，每年培养出大量高素质的工程技术人才，支撑行业的快速持续发展。尽管高端制造领域对技术和研发的要求较高，但我国在制造成本方面仍具备一定的优势。相对较低的劳动力成本和规模化生产带来的成本控制能力，使得我国企业在价格竞争上具有一定的优势。

1. 快速的创新能力

我国的企业在技术创新方面表现出很强的适应能力和快速响应能力。通过与高校、科研机构的合作，企业能够较快地将最新的研究成果转化为实际产品，缩短研发周期，快速占领市场。

1. 国际合作与并购

我国企业积极通过国际合作和海外并购引进先进技术和管理经验。例如，美的集团收购库卡(KUKA)机器人公司，不仅获取了先进技术，还提升了自身在全球市场的影响力。这种国际化战略帮助我国企业加速技术提升和市场扩展。

1. 高效的供应链管理

我国企业在供应链管理方面积累了丰富的经验，能够高效整合各种资源，提高生产和物流效率。这种高效的供应链管理能力帮助企业在市场竞争中保持灵活性和快速响应能力。

1. 资本优势

随着我国资本市场的不断发展，企业融资渠道多样化，融资环境相对宽松。充裕的资本能够支持企业在研发、生产和市场拓展方面的投入，助力企业快速成长和技术升级。

1. 数字化和智能化转型

我国在数字化和智能化领域的快速发展，也为关键零部件行业带来了新的发展机遇。通过应用先进的制造技术和管理模式，如工业互联网、人工智能和大数据分析，我国企业能够提升生产效率和产品质量，加速行业转型升级。

尽管我国在装备制造领域仍面临一些挑战，但其庞大的市场需求、政策支持、完整的产业链、人力资源优势、快速的创新能力、国际合作与并购、成本优势、高效的供应链管理、资本优势以及数字化和智能化转型等诸多优势，为其在全球市场上的竞争力提升提供了坚实基础。通过不断发挥这些优势，我国有望在关键零部件领域取得更大的突破和发展。

1. **我国装备制造业领域发展中存在的问题**

到2024年，中国装备制造业在发展过程中面临的主要问题包括：

1. 外需遇冷和内需下滑：国际环境的变化导致外需不稳定，同时国内消费需求复苏乏力，对装备制造业的发展造成影响。

2. 产业高质量发展的问题：虽然中国装备制造业在知识产权密集度、绿色化和智能化方面取得了进步，但整体来看，发展质量不高的问题仍然存在，需要进一步提升产业链的完整性和先进性。

3. 产业链外迁和国际竞争：面对复杂的国际形势和外部挑战，如制造业回流到发达国家和其他发展中国家的竞争，中国制造业需要保持较好的竞争力和适应能力。

4. 劳动力成本上升和土地成本增加：随着人口结构和产业结构的转型，制造业劳动力优势减弱，同时土地成本的上升也增加了企业的运营成本。

5. 制造业发展放缓：近年来，中国制造业在GDP中的比重有所下降，新注册的制造业企业数量减少，而关停注销的企业数量增加，这反映出制造业发展放缓的趋势。

为应对这些挑战，中国装备制造业需要持续推动技术创新，优化产业结构，加强国际合作，以及提高产业链的稳定性和竞争力。同时，还需要关注内需市场的培育和扩展，以及对外贸易的多元化发展。

* 1. **我省装备制造业发展的现状、优势及问题**

1. **我省装备制造业发展的现状**

河南装备制造业具有较好的发展基础，是河南省两个万亿产业之一，总体规模处于全国的第五位，近年来呈现出比较好的发展态势，产业总量规模不断扩大，具有巨大的发展潜力。随着河南装备制造业的不断发展，在大型矿山设备、盾构装备、输电设备等领域取得了较好的优势，质量效益平稳提升。从企业和产品的质量效益来看，郑煤机的超大采高智能化液压支架、南阳防爆的“华龙一号”安全级K3类10kV电动机等10个具有国际先进水平的标志性高端装备实现市场应用。中铁装备的全断面隧道掘进机、中国一拖的大型拖拉机、中信重工的矿物磨机、中内配的气缸套、卫华集团的桥式起重机、威猛振动的振动筛、西排公司的排气歧管、恒星科技的钢绞线都是国内同行业“单项冠军”企业和“单项冠军”产品。特别是盾构装备、超高压电力装备、矿山装备、农机装备、专用机器人等领域呈现出良好发展态势，产品质量优良，产业规模较大，实现重大创新突破，远销全球几十个国家。盾构机的主轴承、民用大型客机的燃油单向阀、船用地温阀门、神舟飞船配套的逃逸系统等专用的金属锻件、载人潜水器用的钛合金耐压球壳等一批关键核心零部件技术被攻破。超大直径的土压平衡盾构机、航空航天用的大型铝合金板材万吨级的拉伸机装备、大马力的无级变速拖拉机、特高压交流输变电装备等一批共性基础关键核心技术在全球都具有领先的地位。

从细分行业来看，全省的客车和盾构两个产业规模居国内同行业第一位，农机装备和矿山装备居国内同行业第二位。但是河南装备制造业在发展中仍存在着高端供给短缺、中低端供给过剩的结构性矛盾，产业规模小、专业化水平低、龙头企业缺乏，总体上大而不强，缺乏具有国际竞争力的骨干企业，难以有效带动上下游配套企业的发展，制约了河南装备制造业高质量发展的提升。

近几年河南工业增加值规模始终在浙江之后，但与浙江的差距在拉大，2012年河南工业增加值为浙江的86.6%，2021年已经下降到69.5%。2021年，河南全部工业增加值仅仅比第六位福建高出997亿元；规模以上工业企业利润情况也不容乐观，仅位居全国第十五，比2020年下滑七位。如此大环境下，河南省工业体系中占据主导地位的万亿量级的装备制造业仍能稳健发展。但河南装备制造业“传统多、新兴少”，整体实力横向差距大，产值规模及集聚规模偏小，亟需进行“优势再造”。

1. **产业量级稳健抬升**

河南全省工业增加值从2016年的1.55万亿元提高到2021年的1.88万亿元，规模总量稳居全国第五、中西部榜首。2020年河南规上装备制造企业有4458家，营业收入达7884.46亿元，占全国装备制造企业营业收入的3.8%的份额，规上装备制造业企业数量占全国比重与规上装备制造企业营业收入占全国比重基本持平。装备制造作为河南的传统优势产业，电气装备、农机装备、矿山机械、盾构装备、起重机械是优势领域，产业积淀较好。

1. **创新能力持续增强**

河南装备制造业在C919大飞机、天舟一号货运飞船、歼20战机等重大项目上贡献颇多。2020年河南装备制造业领域R&D人员有60，907人，占全省规模以上工业企业R&D人员的29.34%；R&D经费投入为197.59亿元，占全年规上工业企业R&D经费投入的28.82%，R&D投入效率不断提升；装备制造业领域专利申请数为15，912项，较2019年增长22.36%，产业创新能力不断增强。

1. **企业效能呈现波动**

受国内外多种因素影响，河南装备制造企业发展存在波折。2021年河南规模以上工业企业营收利润率为4.78%，仅高于黑龙江和河北，位居全国倒数第三位，人均利润仅为0.26万元。在2021年《中国装备制造业100强》排行榜中，河南上榜5家，分别为栾川钼业（54）、天瑞集团（64）、宇通客车（69）、济源钢铁（86）、明泰铝业（94），但排名相对处于中下游。2020年河南装备制造业规上企业营业收入为7884.46亿元，同比下降10.75%；全省装备制造业企业利润总额为557.36亿元，同比下降23.94%，表现相对一般。头部企业优势明显，2020年河南省装备制造业上市公司共计16家，如郑煤机、国机精工等已跻身行业领军梯队。但整体上一度在全国具有较强影响力的现代农机、电力装备的优势有所衰减。表2-1 所示河南省地区智能装备制造细分产业发展情况。

表2-1 河南省地区智能装备制造细分产业发展情况，单位：亿元

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 金属制品 | 资产总计 | 营业收入 | 营业利润 | 利润总额 | 亏损企业亏损额 | 平均用工人数(万人) |
|
| 金属制品 | 1302.91 | 1674.01 | 84.45 | 89.18 | 7.58 | 14.84 |
| 通用设备 | 2002.87 | 1910.7 | 118.01 | 121.6 | 7.59 | 19.64 |
| 专用你设备 | 2356.33 | 1908.74 | 122.62 | 130.05 | 9.28 | 18.64 |
| 电气机械和器材制造业 | 2259.61 | 2251.42 | 121.29 | 125.61 | 13.73 | 17.26 |
| 仪器仪表制造业 | 445.95 | 404.61 | 36.92 | 37.69 | 0.45 | 4.92 |
| 计算机、通信和其他电子设备制造业 | 4511.15 | 7039.31 | 183.37 | 185.58 | 10.94 | 4436 |
| 汽车制造业 | 1955.27 | 2119.02 | 102.09 | 105.49 | 11.6 | 14.75 |
| 铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业 | 461.38 | 370.97 | 26.84 | 26.95 | 1.92 | 4.94 |

数据资料来源：国家统计局、工业年鉴

1. **我省在装备制造业领域的优势**

我省在装备制造领域具有多方面的优势，这些优势为该领域的发展提供了坚实的基础和有利条件。具体如下：

1. 制造业基础雄厚

我省是中国的重要制造业基地，拥有丰富的制造业资源和经验。传统制造业的积淀为装备制造新旧动能转换和新质生产力发展应用提供了广阔的市场和应用场景。例如，郑州、洛阳等地的机械制造、汽车制造、电子电器等行业具有较强的基础。

1. 政策支持力度大

河南省政府高度重视装备制造产业的发展，出台了一系列政策文件，提供财政补贴、税收优惠、人才引进等多方面的支持。这些政策为企业创新和产业发展创造了良好的环境。

1. 产业集群效应显著

我省在郑州、洛阳、许昌等地形成了多处装备制造产业集群。这些集群通过产业链上下游的协同效应，推动了技术进步和产业升级。例如，郑州航空港经济综合实验区和洛阳国家高新技术产业开发区吸引了大量相关企业入驻。

1. 科研力量强大

我省拥有多所高水平的大学和科研机构，如郑州大学、河南科技大学等。这些院校设立了装备制造相关的研究院和实验室，进行前沿技术研究和人才培养，为产业发展提供了强有力的技术支持。

1. 市场需求旺盛

我省作为人口大省，市场需求巨大，特别是在制造业、服务业和农业等领域，对装备制造技术的需求旺盛。庞大的市场需求为产业的发展提供了广阔的空间。

1. 人力资源丰富

我省拥有丰富的人力资源，劳动力成本相对较低。同时，通过高校和职业教育机构的培养，源源不断地为装备制造领域输送专业人才。

1. 交通和区位优势

河南省地处中国中部，交通便利，具有显著的区位优势。高效的物流网络和便捷的交通条件，有利于企业的产品运输和市场拓展。

1. 国际合作与交流

我省的企业和科研机构积极开展国际合作，与国外知名企业和研究机构建立了广泛的合作关系。通过国际合作，引进先进技术和管理经验，提升本土企业的竞争力。

1. 创新创业环境

我省大力营造良好的创新创业环境，通过设立创新创业基地、提供创业扶持政策等，激发企业和个人的创新活力。众多科技园区和孵化器为初创企业提供了成长的平台。

综上所述，我省在装备制造领域具有制造业基础雄厚、政策支持力度大、产业集群效应显著、科研力量强大、市场需求旺盛、人力资源丰富、交通和区位优势明显、国际合作广泛、应用场景广泛和创新创业环境良好等多方面的优势。这些优势为我省在机器人与智能制造领域的发展提供了坚实的基础和广阔的前景。

1. **我省在装备制造业领域存在的问题**
2. **装备制造技术创新不足，信息化智能化水平不够深入**

河南省成套装备集成创新仍处于初级阶段，“重应用、轻基础、少创新”等情况问题依然突出。河南多数装备制造企业依赖深耕应用领域并可提供全套解决方案的进口设备制造厂商，但多是海内外头部企业迭代升级后“淘汰”的数字装备及运作系统，并且“重引进轻吸收”，难以有效助力企业转型升级并“弯道超车”。同时，在全国市场具有较大影响、具有系统总集成和总承包性质的本土企业缺位。目前，河南装备制造企业大多缺少成熟的数字化设备和软件运行系统，企业信息化建设水平低、大数据应用浮于表面。

当前河南省装备制造企业智能制造就绪率相对较低，多数企业集中在以降低日常管理成本为目的的日常业务数字化领域，缺乏利用数据提高效率创造利润的能力。据工信部抽样调查，河南仅有26.5%的工业企业信息化建设达到创新突破的高水平阶段，低于全国平均水平4.6个百分点。河南本土数字化服务能力较为薄弱。在工信部认定的166家系统解决方案供应商中，河南仅中机六院、大河智信两家入选，反映出企业从本土获取技术和资源支持的渠道较窄。

1. **装备制造业产业规模受限，装备制造生产亟待升级**

河南省装备制造业产业规模相对较小，仍以传统装备制造生产为主。产品市占率不高、产品线多样性不足，企业规模结构和阶梯建设不优。老品牌市场化不足，新品牌成长性不够。据河南省第四次经济普查显示，河南中小型制造企业占全省比重高达惊人的99.7%。尽管近年涌现出宇通重工、中铁工程装备、洛阳一拖、许继集团等一批智能装备制造企业，但中小企业是河南装备制造业的中坚市场主体，“小巨人”“隐形冠军”“瞪羚”企业培育成效尚未显现。2021年中国装备制造业企业100强榜单显示，河南仅有5家企业上榜，山东则有16家位居百强。

一方面，河南省装备制造业产业产品结构占比仍不合理，高端装备制造产业整体规模偏小，高端制造产品占比仍然较低。与全国其他各地企业相比，大型骨干企业不多，具有国际竞争力的大企业集团缺乏，在装备制造领域还不能发挥领军主导作用，导致企业组织规模小而散，产品大多处于价值链的低端和产业链的前端，高附加值、高技术含量的产品占比过低，产品缺乏核心竞争力。另一方面，一些企业盲目扩大生产规模，以产能扩张为主要指向的固定资产投资强度有增无减，高端产业的保障能力不能得到有效满足，导致产品低价、同质化恶性竞争严重，供过于求的矛盾突出。

1. **基础设施建设薄弱，产业链分布与市场需求不匹配**

当前河南装备制造业高端网络化建设基础仍薄弱，产业链分布与市场需求存在不匹配，设备互联、供应链互联等基础建设比例低，只能从事劳动密集型产业，效率低、利润少。如何通过机器人、人工智能以及互联网的优势来发展高端装备制造业，成为如今装备制造业的建设难点。除了个别领域外，智能制造装备产业基础薄弱，在高端装备制造业领域，由于创新能力弱，智能化水平低，一些核心部件的制造仍受制于国外。存在智能、高精、自动等信息控制技术以及标准体系不够完善、行业优秀领导企业缺乏和相关先进制造服务业支持等问题。在生产与研发过程中，智能装备制造企业涉及先进制造技术、信息技术、管理技术等多个方面，整体创新能力不够，缺乏核心技术，自主创新能力低。

1. **装备制造工业软件发展核心技术自主研发能力弱**

河南省在产品创新数字化领域的工业软件厂商规模较小、研发能力有限，对关键核心技术研发缺少高额度持续性的资金投入，导致河南省工业软件自主核心技术研发进展缓慢。另一方面，缺乏支撑工业软件发展的技术标准规范。由于缺乏基础编码、软件开发、实施规范、集成接口等相关标准与规范，软件的可扩展性、可配置性、可重构性较差，产品在性能、功能模块数量、平台的稳定性上与发达国家和国内先进地区软件存在较大差距。

工业基础薄弱带来的“累积效应不足”。河南省在基础零部件、元器件、基础材料、基础制造装备和检测设备，技术研发和技术创新体系等工业基础领域相对薄弱，对基础工艺研发、关键工艺流程、工业技术数据缺乏长期积累，工业机理、工业建模与虚拟仿真等基础能力不足；河南省工业软件与工业应用结合不紧密，难以满足复杂多变的工业实际业务与特定场景需求；工业软件企业和工业企业缺乏紧密联合机制，工业软件产业化和商业化受阻。

1. **河南省装备产业平台系统运维难，新旧动能转换落地不足**

河南省装备产业平台系统运维难度大、成本高，投入总量不足与“撒胡椒面”现象并存，资金保障等关键性难题没有得到有效破解。现有平台存在影响力范围较小、标准化程度低、业务技术支撑不高、服务水平落后、产业共性技术供给不够等问题，平台运营效率和实效还尚未显现。如在数智服务平台方面，河南设备互联、供应链互联等建设比例低，互联网与运行数据采集分析能力不足，在线服务平台和系统架构支撑能力弱。且“水土不服”的情况时常出现，即平台引入的智能化改造并不适应企业的现实生产，落地困难。

* 1. **我省在装备制造业领域与国内先进省份的差距及阶段特点**

1. **我省在装备制造业领域与国内先进省份的差距**

河南装备制造业具有较好的发展基础，是河南省两个万亿产业之一，总体规模处于全国的第五位，近年来呈现出比较好的发展态势，产业总量规模不断扩大，具有巨大的发展潜力。随着河南装备制造业的不断发展，在大型矿山设备、盾构装备、输电设备等领域取得了较好的优势，质量效益平稳提升。从企业和产品的质量效益来看，郑煤机的超大采高智能化液压支架、南阳防爆的“华龙一号”安全级K3类10kV电动机等10个具有国际先进水平的标志性高端装备实现市场应用。中铁装备的全断面隧道掘进机、中国一拖的大型拖拉机、中信重工的矿物磨机、中内配的气缸套、卫华集团的桥式起重机、威猛振动的振动筛、西排公司的排气歧管、恒星科技的钢绞线都是国内同行业“单项冠军”企业和“单项冠军”产品。特别是盾构装备、超高压电力装备、矿山装备、农机装备、专用机器人等领域呈现出良好发展态势，产品质量优良，产业规模较大，实现重大创新突破，远销全球几十个国家。盾构机的主轴承、民用大型客机的燃油单向阀、船用地温阀门、神舟飞船配套的逃逸系统等专用的金属锻件、载人潜水器用的钛合金耐压球壳等一批关键核心零部件技术被攻破。超大直径的土压平衡盾构机、航空航天用的大型铝合金板材万吨级的拉伸机装备、大马力的无级变速拖拉机、特高压交流输变电装备等一批共性基础关键核心技术在全球都具有领先的地位。从细分行业来看，全省的客车和盾构两个产业规模居国内同行业第一位，农机装备和矿山装备居国内同行业第二位。

但是与国内装备制造业先进省份相比，河南装备制造业在发展中仍存在着高端供给短缺、中低端供给过剩的结构性矛盾，产业规模小、专业化水平低、龙头企业缺乏，总体上大而不强，缺乏具有国际竞争力的骨干企业，难以有效带动上下游配套企业的发展，制约了河南装备制造业高质量发展的提升。具体来讲，河南省在装备制造业领域与国内其他先进省份相比，主要差距体现在以下几个方面：

1. 技术创新能力不足

研发投入不足：河南省在装备制造领域的研发投入相对较低，导致技术创新能力不强。河南省装备制造业的创新资源分别来自于企业、高校、科研机构以及民间社会，这些资源包括人力、财力等都很分散，未形成合力，未形成智能制造对装备制造业带来的产业技术创新效应、融合效应、协同效应，成为河南省传统装备制造生产效率、产品附加值低，“两化”融合度低，不同产业之间很难形成协同合作、资源共享的一个重要原因。相比之下，广东、江苏、浙江等省份在研发上的投入更为积极，创新成果也更为显著。

高端人才匮乏：人力资本制约智能化改造实施，专业性的技能型人才缺口更大。具有先进智能制造产品、装备和技术研发能力和具有服务企业实战经验，能对河南省产业布局认识清晰、眼界开阔的高层次领军人才匮乏，既熟悉信息技术又对掌握企业专业知识的复合型技术人才不足。先进省份通常拥有更多的高素质技术人才和完善的人才培养体系，在这方面河南省还有待加强。

1. 产业结构不够完整

产业链完整性不足：河南的装备制造业产业链不够完整，许多关键零部件仍需依赖外省供应，而先进省份则拥有更完整的产业链，可以实现从原材料到成品的全链条生产。

企业规模和集中度：河南省的装备制造企业多为中小企业，规模和集中度相对较低，无法形成规模效应和集群优势。而先进省份则拥有一批规模大、竞争力强的龙头企业，形成了较强的产业集群效应。

1. 技术水平和工艺水平较低：

设备和工艺落后：河南省的装备制造企业在技术装备和生产工艺上相对落后，与国际先进水平存在差距。而像上海、广东等地的企业在技术设备更新和工艺提升上更为积极，生产效率和产品质量更高。

智能制造水平低：智能制造和信息化水平较低，先进省份已经普遍应用工业互联网、大数据、人工智能等新技术，而河南的企业在这些方面的应用还处于起步阶段。

1. 市场竞争力较弱：

品牌影响力不足：从河南省装备制造业整体看，大型骨干企业不多，产业规模小，尽管近年来涌现出郑州宇通重工、中信重工、中铁工程装备、洛阳一拖等一批大型智能装备制造企业，但是在全国与浙江、广东等发达省份的企业比差距较大，还不能发挥头部示范引领效应，没有形成周围辐射效应，也没有有效带动上下游产业链配套企业的发展，关键技术、智能制造装备核心零部件等很多还基本依赖进口，已有的核心技术在国际上也缺乏一定的竞争力，与世界一流水平差距依然较大，缺乏具有国际竞争力的骨干企业。

国际化程度低：河南省装备制造企业的国际化程度较低，出口比例不高。先进省份的企业则更注重开拓国际市场，出口产品占比较大，国际竞争力强。

1. 政策支持和营商环境有待提高：

政策支持力度不够：虽然河南省相继出台了多项鼓励装备制造业高端化、智能化发展的政策措施，但是传统装备制造企业转型中投入大，行业、企业间数字化能力、智能化需求差异较大，业务场景复杂，行业分散。与国内先进省份相比，我省突出行业特点的政策支持重点不够突出，具体措施还不够细化，特别是在创新激励、税收优惠、融资支持等方面，未体现企业在不同阶段对智能制造各核心环节的主要诉求。同时，目前出台的鼓励政策中对中小装备制造企业的支持力度尤其是关键的财政补贴、融资担保和税收还不够；相关的智能制造生产模式提供的指导与帮扶不足；有针对性地支持面向中小企业智能化的服务和实验平台建设的政策还较少。

营商环境有待改善：营商环境的改善速度较慢，特别是在行政审批、金融支持、市场监管等方面，仍需进一步优化以吸引更多外资和优质企业落户。河南金融多层次支持实体经济的体系没有形成，企业融资难、融资贵等问题多年来没有得到有效破解。河南本土缺少创投、风投这些有能力承受风险的资本的支撑，河南引进的创投资本也不够多，装备制造业的投研周期长、资金投入大，强烈需求的中长期贷款和科研技术贷款银行不能满足，“短贷长用”现象较为普遍，抬升了企业的“转贷”“倒贷”成本。由于得不到资金的支持，许多先进制造业的大型投资项目不能在河南落地，使得不少企业的技术改造不得不推迟或搁浅。

总体来说，河南省需要在技术创新、产业结构优化、智能制造水平提升、品牌建设、市场国际化以及政策支持和营商环境改进等方面加大力度，以缩小与国内先进省份在装备制造业领域的差距。

1. **我省在装备制造业领域当前的阶段特点**

河南省在装备制造业领域当前的阶段特点，可以从以下几个方面来进行分析：

1. **产业基础雄厚**

我省装备制造业基础雄厚，具有良好的产业基础，在河南工业中占到了半壁江山的比重，经过多年发展取得了一定的成效。

传统产业优势：河南省具有较为雄厚的装备制造业基础，特别是在冶金、矿山机械、农机设备等传统领域拥有较强的竞争力。

龙头企业：河南省有一批在国内外具有影响力的大型装备制造企业，如郑州煤矿机械集团、洛阳轴承厂、郑州宇通客车股份有限公司、中国一拖集团有限公司、河南卫华重型机械股份有限公司、许继集团、河南中航光电、中信重工等，这些企业在各自领域内都具备较强的创新能力和市场影响力。

我省部分企业的高端化、智能化转型中形成了自己的特色优势，发现新的业务价值点，衍生出全新的业务和商业模式，已经从最初的探索尝试阶段发展到智能化驱动运营阶段甚至成长为国内行业头部企业。如中信重工，坚持传统动能和新动能双轮驱动，打造“5+1”产业板块。确立了“核心制造+综合服务”的新型商业模式，从单纯“卖产品”向“综合服务商”转变，实现了由主机供应商向成套服务商的转型。安钢集团，不仅在钢铁行业树立起绿色发展的新标杆，还通过科技治污，发展绿色新产业，形成了新的经济增长点。郑煤机发力智能制造，成长为全球规模最大的煤矿综采装备研发制造企业和具有世界影响力的汽车零部件制造企业。长垣的起重机械产业是全国最大的起重机生产基地，集群发展的成功范例。中铁装备也实现了由制造业向制造服务业再到服务型制造业的转型。

**2. 技术水平逐步提升**

研发投入持续增加：近些年，河南省装备制造企业加大了在技术研发方面的投入，逐步提升自主创新能力，部分高端装备已经达到国内领先水平。

智能制造能力稳步提升：一些领先企业开始引入智能制造技术，提高生产自动化、信息化、数字化水平，推动传统制造向智能制造的转型。

河南省陆续组建的重点实验室、中试基地、制造业创新中心、产业研究院为传统装备制造转型提供了平台支撑。截至2021年，河南省成功创建国家级农机装备创新中心，培育省级制造业创新中心19个，创建国家级技术创新示范企业8家、省级97家，创建全国质量标杆企业15个、省级167个，创建国家级制造业单项冠军23家、专精特新企业92家，建成国家级工业设计中心4个、省级44个。建成智能工厂和智能车间571个，创建制造业与互联网融合发展、服务型制造、信息消费等国家级试点示范62个，建成工业互联网平台25个，推动企业上云10万余家，数字经济规模达1.25万亿元，两化融合发展指数水平达52.3，郑州入选国家综合型信息消费示范城市。创建国家级绿色工厂115个、绿色园区10个。

**3. 产业集群初具规模**

产业集聚：河南省在装备制造业领域形成了一些特色产业集群，如郑洛新国家自主创新示范区，集聚了一批装备制造企业，形成了较为完整的产业链。以下是河南省一些主要的装备制造业产业集群：

（1）郑州装备制造产业集群

主要领域：郑州的装备制造业涵盖了交通运输设备、重型机械、矿山机械等多个领域。

代表企业：郑州煤矿机械集团、郑州宇通客车、郑州海尔空调等。

特色：郑州是河南省的省会城市，拥有良好的基础设施和科技创新环境，是河南省装备制造业的重要基地。

（2）洛阳装备制造产业集群

主要领域：洛阳在轴承、重型机械、工程机械、矿山机械等方面具有强大的实力。

代表企业：中国一拖集团（洛阳拖拉机厂）、洛阳LYC轴承有限公司、洛阳中信重工机械股份有限公司等。

特色：洛阳是中国重要的装备制造业基地，历史悠久，技术实力雄厚，尤其在轴承和重型机械等领域具有显著优势。

（3）新乡装备制造产业集群

主要领域：振动设备、过滤设备、环保设备等。

代表企业：新乡振动设备厂、新乡市豫新机械厂等。

特色：新乡的装备制造业以振动设备和过滤设备闻名，产品多用于矿山、冶金、化工等行业，具有较强的专业性和市场竞争力。

（4）焦作装备制造产业集群

主要领域：重型机械、矿山机械、环保设备等。

代表企业：焦作煤矿机械厂、焦作矿用设备厂等。

特色：焦作有丰富的矿产资源，矿山机械和重型机械制造业发达，产品在国内外市场上具有一定的影响力。

（5）许昌装备制造产业集群

主要领域：电力设备、环保设备、机械加工等领域。

代表企业：许继集团、许昌开开电力设备有限公司等。

特色：许昌的电力设备制造业在国内具有较高的知名度，许继集团是中国电力设备制造业的龙头企业之一。

（6）平顶山装备制造产业集群

主要领域：煤矿机械、化工机械等领域。

代表企业：平煤神马集团、平顶山煤矿机械厂等。

特色：平顶山是河南省重要的煤炭产区，煤矿机械制造业发达，产品广泛应用于煤矿开采和加工领域。

（7）南阳装备制造产业集群

主要领域：交通运输设备、建筑机械、农机设备等领域。

代表企业：南阳拖拉机厂、南阳汽车制造厂等。

特色：南阳的装备制造业以农机设备和交通运输设备为主，产品在中原地区具有较高的市场占有率。

（8）开封装备制造产业集群

主要领域：环保设备、工业锅炉、化工机械等领域。

代表企业：开封空分集团、开封锅炉有限公司等。

特色：开封的装备制造业具有较强的环保设备和工业锅炉制造能力，产品在国内市场上具有一定的竞争力。

这些产业集群各具特色，共同推动了河南省装备制造业的发展。通过不断提升技术水平、加强产业协同和创新，河南省装备制造业有望在未来实现更大的突破和发展。

协同效应：产业集群的形成促进了企业间的协同创新和资源共享，提升了整体竞争力。

**4市场需求呈现多样化**

国内市场：河南省装备制造业主要面向国内市场，产品广泛应用于矿山、冶金、建筑、农业等多个领域，市场需求较为广泛多样。

国际市场：部分装备制造企业积极开拓国际市场，产品出口逐年增加，但总体国际市场占有率还有待提升。

**5. 政策支持力度加大**

政府支持：河南省政府出台了一系列支持装备制造业发展的政策措施，包括税收优惠、资金补贴、技术创新激励等，营造了良好的发展环境。

产业规划：制定和实施了装备制造业的发展规划，明确了重点发展的方向和目标，推动产业向高端化、智能化、绿色化方向发展。

**6. 人才培养和引进力度加大**

本地培养：河南省内的高校和职业技术院校积极培养装备制造业所需的各类人才，为产业发展提供了有力的人才支撑。

人才引进：一些企业通过多种渠道引进高端技术和管理人才，提升了企业的研发和管理水平。

**7. 绿色制造与可持续发展稳步推进**

环保要求：随着环保政策的不断严格，河南省装备制造企业加大了在节能减排、绿色制造方面的投入，逐步向可持续发展转型。

循环经济：部分企业开始探索循环经济模式，提高资源利用效率，降低环境影响。

**8. 挑战与机遇并存**

技术瓶颈：尽管在一些领域取得了突破，但整体技术水平与国际先进水平相比仍有差距，在高端核心技术方面仍需加大研发力度。

市场竞争：国内外市场竞争激烈，装备制造企业面临着较大的市场压力，需要不断提升产品质量和技术水平以保持竞争力。

政策环境：政策环境的变化对企业发展产生重要影响，企业需及时调整策略以应对政策变化带来的挑战和机遇。

综上所述，河南省装备制造业当前处于基础较为雄厚、技术水平逐步提升、产业集聚初具规模的发展阶段，面临着挑战与机遇并存的局面。通过进一步提升技术创新能力、完善产业链、开拓市场和优化营商环境，河南省装备制造业有望实现更高质量的发展

* 1. **我省在装备制造业领域未来发展的重大需求**

河南省在装备制造业领域未来发展的重大需求，可以从以下几个方面进行分析：

1. 加大对龙头企业的培育，扶持中小企业晋档升级

围绕河南省传统装备制造业的优势和强项，按照全球化和专业化生产的思路，大力培育一批在国内、国际上有竞争力的头部企业和一大批专精特新的中小企业集群，形成“上接天下接地”的良好企业形态结构。

（1）支持龙头企业通过创新转型、兼并重组等方式做大做强，构建本地产业链生态体系，要以通用设备制造业及专用设备制造业为重点，如冶金矿山大型成套设备、工程机械及轨道设备、新兴能源和环保装备等，集中优质资源培育一批具有国际竞争力的龙头企业，打造一批具有国际影响力的高端装备，推出一批具有国际知名度的品牌。龙头企业要加快各项技术的综合集成，聚焦全环节智能化升级，打造企业自身智能制造平台，缩小与国外先进企业的差距，实现工业销售的C2M商业模式转型。

（2）推进中小企业晋档升级。持续开展专精特新企业培育工程，推进中小企业晋档升级，鼓励本地中小装备企业走专业化、精细化发展道路，在某一方面形成技术领先优势，成为行业的隐形冠军。在河南省“十四五”规划中提出了“打造一批补强产业基础和产业链短板的冠军企业”，在提升河南制造业“硬脊梁”以及越来越多的省份、城市已加入制造业“单项冠军”的角逐的背景下，河南省要集合智能制造产业集群制定单项冠军培育计划，从财税支持、金融服务、创新能力、育才引才等方面制定具体举措，将更多企业按照“智能化企业—专精特新企业—小巨人企业”的成长路径不断培养，成为单项冠军的聚集地，助力河南省制造业高质量发展。

1. 推进智能制造与数字化转型

智能化升级：推动装备制造企业采用智能制造技术，实现生产过程的自动化、数字化和智能化。

工业互联网：构建工业互联网平台，推动设备、系统和产品的互联互通，提升数据分析和应用能力。

数字孪生：推广数字孪生技术，实现虚拟与现实的同步，优化设计、制造和运营过程。

1. 强化绿色制造与可持续发展

节能减排：推广节能减排技术，降低能源消耗和环境污染，推动绿色制造。

循环经济：鼓励企业采用循环经济模式，提高资源利用效率，减少废弃物排放。

环保标准：制定并严格执行相关的环保标准，引导企业走可持续发展道路。

1. 完善产业链与协同发展

本地配套：完善本地配套产业链，提升本地供应能力，减少对外部资源的依赖。实施产业链提升工程，强化关键技术、材料、零部件、整机、后端服务全链条的培育与提升，推动传统装备制造业拉长产业链、提升价值链，形成以精深加工、高端与终端产品制造、服务化为代表的优势产业链。要围绕产业链部署创新链，链接供应链，考虑要素链的配置，完善制度链，促进产业链与创新链、供应链、要素链、制度链的配套融合体系。发挥粮食生产与加工大省的综合优势，推动传统农机装备向智能大马力拖拉机、耕种管收全程机械化作业装备、设施农业装备、低碳保质粮油产品干燥装备等的产业链提升。推动采矿、矿物加工、矿物输送装备向成套化、低碳化、智能化转变，发展“设计+生产+施工+运维+服务”的矿山装备产业链。

协同创新：推动上下游企业协同创新，形成良好的产业生态系统。

产业集群：进一步发展和优化装备制造产业集群，提高集群内企业的协同效应和竞争力。加快传统装备制造由生产型制造向服务型制造转变，巩固提升电气装备、农机装备、矿山机械、盾构装备和起重机械等5大领域优势。

1. 细化政策，加强支持中小企业

在总体、全局、长期规划的基础上，需要分行业、分企业、分阶段明确任务、有重点地出台有针对性的、行业特征明显的细化支持政策。按照国民经济行业中装备制造业的八大行业，制定通用设备制造业、专用设备制造业、交通运输设备制造业、电气机械及器材制造业四个装备制造行业的高端化、智能化转型升级方案，细化行业金融、税收、人才等的相关支持政策。根据龙头企业、“小巨人”企业、专精特新企业、一般中小企业的分类和需求制定分企业类别的相关细化政策。根据企业初期、发展期、全面实现期的不同阶段对智能制造各核心环节的主要诉求，有差异化地制定相应细化政策和清晰的发展路线图。重点关注传统的中小装备制造企业利润下降，订单减少，成本不断攀升，融资难、融资贵，人才匮乏，面临生存危机等现状，制定专门的中小装备制造企业扶持政策，为其进行纾难解困，助力其智能化转型。

1. 优化政策支持与营商环境

政策引导：政府应继续出台支持装备制造业发展的政策，包括税收优惠、融资支持、技术创新激励等。

营商环境：优化营商环境，简化行政审批流程，提供高效的政府服务，吸引国内外投资。

公共服务平台：建设公共技术服务平台，为中小企业提供技术支持和服务，降低技术创新成本。建立智能企业公共服务，扶持培育专业化的第三方制造智能化服务商，出台相应政策，鼓励支持装备制造配套服务商、大型装备制造企业内部的信息技术部门、互联网信息技术企业这三类企业转型智能服务商。

1. 加强新兴领域与前沿技术投入

高端装备：重点发展航空航天装备、轨道交通装备、新能源装备、智能机器人等高端装备制造业。

前沿技术：关注和布局人工智能、物联网、5G等前沿技术在装备制造业中的应用，提升产业技术水平。

强化工业互联网作为关键新型基础设施的作用，把工业互联网作为装备制造业高质量发展的主抓手，加快覆盖装备制造业重点行业、优势集群的工业互联网平台体系建设，把基础性通用型工业互联网平台做强做优，把特色性专业型工业互联网平台做专做精，建设可靠、灵活、安全的工业互联网基础设施。

以“两化”融合为主线，推动传统装备制造业融合大数据、云计算、AI、区块链等新一代信息技术、数字经济，开展生产方式智造、产业形态再造、商业模式改造、高端价值链创造，推动产业结构调整和企业改造升级。通过整合信息流提升资源的使用、管控效率，推进柔性化生产制造，助力改变装备制造行业当前靠资源投入来获取增长的发展方式。

1. 加强产学研合作与人才引进

产学研结合：加强企业与高校和科研机构的合作，推动科技成果转化和产业化应用。

人才引进：制定吸引和留住高端人才的政策，特别是对高层次创新人才和技术领军人物的引进和培养。

1. 完善优化金融支持与风险管理

融资渠道：拓宽融资渠道，支持企业通过资本市场融资，解决中小企业融资难题。坚持以强链、延链、补链为标准招商引资，通过放宽市场准入条件、放宽贷款融资条件、实行利率优惠、实施贷款贴息等举措加大对装备制造业科技创新的融资支持力度。

风险管理：建立健全企业风险管理体系，特别是对技术创新和市场开拓中的风险进行有效管理。减少对银行信贷的依赖，大量吸引创新风险资本和天使创投，扶持、壮大一批风险投资机构，引导风险投资参与装备制造业发展，政府要将装备制造的投资重点转向高端装备制造和战略性新兴产业所需装备的研发及制造，如绿色新兴装备制造企业，对“卡脖子”技术重点专项扶持，设立高端装备制造业发展专项资金。为有发展前景的中小装备制造企业提供改善性银行贷款，支持企业通过改革的办法融资，建立政、产、学、研一体化的社会化多元投入机制，增强金融服务实体经济能力。

1. 建立创新资源、创新能力整合体系

目前河南省的创新资源、创新能力需要整合进行优势再造，实现产学研一体化。让各种资源服务、支持传统装备制造企业的创新，形成合力。一是积极探索企业、政府、科研院所等创新资源的整合，集聚优势资源，探索建立装备制造业创新中心，由政府协调整合各中心及平台的研发资源优势，形成产学研协同创新联盟，实现1+1>2的协同效应。可以参照龙门实验室模式，由河南科技大学、郑州大学牵头，联合省内18家科研院所、国家重点实验室与龙头企业共同组建。在郑州、洛阳、新乡、安阳等每个装备制造集聚地建设至少一个我省乃至全国的标志性创新平台，成为新材料与智能装备领域的高端人才集聚地、原始创新策源地、传统产业焕新地、新兴产业孵化地、未来产业发源地，进而可以支撑万亿级产业集群。

进一步地，整合我省内外先进技术创新人才，参照发达地区的做法，推进内部调动和外部引才联动，内外并举组建复合型创新人才队伍。从企业内部来说，通过交流合作、学习培训等渠道自主培养、提升内部人员的智能化技术水平是较可靠的路径。从外部来看，做好人才引进工作，可成立河南智能制造人才基地，用体制、机制、政策等各种优惠条件灵活引进全国甚至全世界智能制造的技术型人才。鼓励本地装备制造企业或智能化实施企业跨市、跨省进行合作，组织发展较好的省份高层次技术和管理人才对口支持河南省装备制造企业发展，建立跨省份劳务输出对接机制。鼓励有实力的头部企业建设研究院，作为企业甚至行业技术人才培训基地以及研究、孵化、辐射及服务基地。

通过这些方面的努力，我省装备制造业将能够更好地应对未来的发展需求，实现高质量发展，提升在全国乃至全球装备制造业中的竞争力和影响力。