

机械工业数字化转型实施方案

机械工业是为国民经济发展、国防军工建设和民生事业提供技术装备的基础性和战略性行业，产业覆盖面广、产品种类多、产品结构复杂、产业链条长、大批量生产与小批量定制共存等特点突出。加快机械工业数字化转型既是推动行业高质量发展的必然要求，也是支撑国民经济各行各业数字化转型、加快推进新型工业化的重要举措。为落实《制造业数字化转型行动方案》，加快推动机械工业数字化转型智能化升级，制定本实施方案。

一、总体要求

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实党的二十大和二十届二中、三中全会精神，完整、准确、全面贯彻新发展理念，进一步落实全国新型工业化推进大会部署要求，以智能制造为主攻方向，以提质降本增效和价值创造重塑为目标，以装备技术与新一代信息技术深度融合为主线，以产品智能化、生产数智化、服务智慧化为抓手，聚焦企业发展和产业转型升级需求，坚持创新发展、安全可控，坚持场景牵引、问题导向，研制一批智能装备、建设一批智能工厂、拓展一批智慧服务，推动机械工业高端化、智能化、绿色化发展，为推进新型工业化提供坚实的技术装备保障。

到2027年，数智技术在产品研发设计、生产制造、经营管理、运维服务等环节广泛应用，智能制造能力成熟度二级及以上企业占比达50%，建成不少于200家卓越级智能工厂，带动机械企业研发设计、生产制造、供应链管理数字化智能化水平稳步提升；培育一批既懂行业又懂数字化的系统解决方案供应商，形成不少于200个优秀场景化解决方案，服务能力显著增强。到2030年，机械工业规上企业基本完成一轮数字化改造，重点企业的产业链供应链上下游实现数据互联、共享协同，骨干企业深度应用人工智能技术，智能制造能力成熟度二级及以上企业占比达60%，建成不少于500家卓越级智能工厂，基本形成系统完备、安全可控的产品及服务供给体系，行业数字化智能化水平大幅提升。

二、重点任务

（一）智能装备创新发展行动

1. 开展共性技术和关键零部件攻关。深入实施产业基础再造工程，针对感知、控制、执行等短板，突破高速动态感知、特征提取等智能感知技术，以及低功耗、高灵敏的速度、加速度、位移等智能传感器；突破自主学习、优化控制策略等智能控制技术，以及高可靠高集成的可编程控制器、驱控一体化运动控制器等智能控制器；突破数字液压、精密气动、电子传动等数字执行机构和基础零部件。加快新型工业软件研制，支持工艺、农艺、医技等技术知识软件化，开发一批工业APP、云化软件、云原生软件等，推动大模型等人工智能技术与装备技术融合应用。

2. 推动整机集成创新。面向工业领域老旧设备改造需求，深入实施大规模设备更新行动，支持企业集成应用感知、控制、

执行等智能部件，改造提升一批老旧、低效、高能耗的在役装备。面向国防军工和国家战略需求，实施国家科技重大专项、重点研发计划等科技重大项目，突破一批工业母机、工业机器人、智能仪器仪表、智能检测装备、安全应急装备、矿山深部安全开采装备等智能装备。面向人民美好生活需求，发展一批智能农机装备、医疗装备、纺织机械、食品机械、节能环保装备、服务机器人等智能民生装备。面向全球科技创新趋势和未来产业发展需求，加快实施重大技术装备攻关工程，突破一批人形机器人、脑机接口产品等未来高端装备。

3. 加快智能装备推广应用。建设一批中试验证平台，围绕工业母机、农机装备、医疗装备、安全应急装备、智能矿山装备、机械基础件等行业关键产品工程化产业化需求，支持行业龙头企业、科研院所搭建虚实融合的试验验证环境。加快首台（套）装备推广应用，建立应用全过程数智化监测体系，保障应用过程风险可控。面向人机协同作业、在线智能检测、智能仓储等典型场景，分行业打造一批低成本、可复用的系统解决方案，加快智能装备及系统解决方案在中小企业的渗透普及。编制工业母机、机器人、仪器仪表等应用推广目录，组织开展“机器人+”应用行动、“工业母机+”百行万企产需对接、智能制造进园区等活动，推动智能装备

在汽车、电子信息、航空航天、轨道交通、清洁能源、农业、建筑等领域规模化应用。

专栏1 智能装备创新发展工程

01 工业母机

面向新能源汽车、新能源装备、航空航天等战略性新兴产业和传统产业改造提升需求，重点发展数控立式/卧式/龙门（五轴）加工中心、数控车床和车削中心、铸造装备、锻压装备、增材制造装备等。推广数控机床工业互联互通通讯协议（NC-Link），推进新一代信息技术与工业母机技术深度融合，发展智能工业母机。

02 工业机器人

重点发展高精度重载机器人、技能作业型机器人、特殊环境作业机器人，建设一批工业机器人及核心零部件中试验证平台，在汽车、船舶、轨道交通、航空航天等重点领域推广应用一批大负载焊装机器人、防爆喷涂机器人、人机协作机器人等高端工业机器人。

03 仪器仪表

重点发展高分辨率光谱仪、质谱仪、色谱仪、超宽带高分辨率数字存储示波器等科研仪器，复杂构件表面质量检测、内部缺陷无损检测、装配参数在线测量等智能检测装备，环境监测、导航测绘、地质勘探、核子及核辐射测量等领域专用仪器仪表，以及高端探测器与传感器、高端信号发生和辐射源部件、精密分析分离与控制部件等关键零部件，仪器仪表基础软件与数据库等行业图谱库及软件。

04 智能控制装备

重点发展一批分布式智能控制系统、自适应柔性控制系统、实时资源调度控制一体化边缘控制器、驱控一体化运动控制器、高性能高可靠嵌入式控制系统、高集成可编程逻辑控制器等智能控制装备，推进人工智能与实时控制技术深度融合。

05 智能物流装备

重点发展高速重型堆垛机、高速智能分拣机、智能多层多向穿梭车，智能高密度存储穿梭板、高参数智能立体仓库，高速大容量输送与分拣成套装备、车间物流智能化成套装备等。

06 医疗装备

重点发展新一代智能监护系统、基于脑机接口智能康复训练装备、智能假肢等创新医疗装备，建设一批智能化医疗装备中试验证平台，推广应用一批智能医学影像辅助诊断系统、智能手术机器人、智能经络智能经络中医诊断系统等先进适用医疗装备。

07 制药装备

重点发展高性能细胞培养罐及附属系统、蛋白质分离纯化设备、高标准制剂装备、微反应连续合成和口服制剂连续制造设备、复杂制剂生产和检测设备等，持续推进高端传感器、新型生物反应器等突破和应用。

08 农机装备

重点发展大马力智能拖拉机、大喂入量谷物联合收获机、大型高速精密播种机、自走式宽幅喷杆喷雾机、粪肥还田机、侧深施肥机、水肥药一体化装备、设施园艺装备、设施水产养殖装备、规模化养殖装备等高端智能农机装备和丘陵山地拖拉机、轻简型甘蔗收获机、山地玉米收获机等丘陵山区适用智能农机。深入开展无人农业作业试验，建设无人农业作业试验区，探索智能农机与智慧农业集成配套新路径。

09 轨道交通装备

重点发展“复兴号”智能动车组、新能源机车、智慧地铁与市域列车磁悬浮交通装备等一批智能轨道交通装备，持续推进智能装备、智慧服务、智慧城轨等技术升级，形成完善“产品+”“系统+”全生命周期服务系统解决方案。

10 安全应急装备

面向制造业、矿山、危化品、工贸、能源、交通、住建等重点行业领域本质安全水平提升需求，以及洪涝、干旱、台风、森林草原火灾、地质灾害、地震等自然灾害防范和应急救援处置需要，重点发展监测预

警装备、应急通信装备、专用安全生产装备设施、安全材料及产品、个体防护装备、抢险救援处置装备、消防灭火装备、应急保障装备等，推动装备向智能化、轻型化、标准化方向发展。

11 矿山装备

重点发展智能快掘成套装备、硬岩截割掘进装备、智能钻探装备、智能工作面综采成套装备、无人化智能钻爆装备、薄煤层和薄矿脉智能开采装备、智能化铲装及运输装备、智能化尾矿充填成套装备、露天矿山大型智能采剥装备、智能特种作业机器人、新型矿用无人驾驶车辆等核心装备。加快矿山智能装备核心零部件、传感器、关键控制单元和操作系统的研发应用。

12 工程机械

重点发展面向智能化作业场景、无人驾驶运营系统的高端、绿色工程机械，持续推进智能负载管理技术、动态稳定性控制技术、自适应操作辅助技术、主动安全技术和能源管理技术的突破应用，不断提高智能工程机械自主识别的精准性和自主运行的稳定性。

（二）智能制造扩面普及行动

4. 加快推进企业数智化转型。开展数字化转型改造行动，实施一批“智改数转网联”改造项目，推进老旧设备更新和“哑”设备改造，支持企业实施软硬一体化改造，推动生产设备和信息系统全面互联互通，促进数字化集成应用创新，提升企业数字化精益管理水平。开展智能工厂梯度培育行动，支持数字化基础较好的企业围绕数字化研发设计、产线柔性配置、智能仓储、设备运维、供应链弹性管控等典型场景开展智能化升级，加快人工智能等数智技术融合应用，探索未来制造模式，推动业务模式和企业形态创新。组织行业

机构研究梳理智能制造典型场景和行业特色场景，以及要素参考指引，为企业转型提供参考。实施中小企业数字化赋能专项行动，支持企业结合自身需求实施设备自动化改造、数据采集、上云上平台等投入少、见效快的数字化“微改造”，夯实数字化基础。

专栏2 智能工厂梯度培育工程

01 基础级智能工厂

开展数字化网络化基础能力建设，围绕智能制造典型场景部署必要的智能制造装备、工业软件和系统，实现核心数据实时采集、关键生产工序自动化、生产与经营管理信息化，开展点状智能化探索。

02 先进级智能工厂

提升数字化网络化集成能力，面向智能制造典型场景广泛部署智能制造装备、工业软件和系统，实现生产经营数据互通共享、关键生产过程精准控制、生产与经营协同管控，在重点场景开展智能化应用。

03 卓越级智能工厂

强化数字化网络化持续优化能力，面向智能制造典型场景体系化部署智能制造装备、工业软件和系统，实现设计生产经营数据集成贯通、制造装备智能管控、生产过程在线优化，开展产品全生命周期和供应链全环节的综合优化，推动多场景系统级智能化应用。

04 领航级智能工厂

推动新一代人工智能等数智技术与制造全过程的深度融合，实现装备、工艺、软件和系统的研发与应用突破，推动研发范式、生产方式、服务体系和组织架构等创新，探索未来制造模式，带动产业模式和企业形态变革。

5. 协同推进链式数字化转型。开展智慧供应链建设，支持工业母机、工程机械、农机装备、轨道交通装备、医疗装备、矿山装备、节能环保装备等重点行业骨干企业建设供应链协同平台，推动数据互联互通、信息可信交互、资源柔性配置。支持供应链上下游协同改造，鼓励龙头企业联合上下游制定协同技术改造方案，开展复杂设备网络协同设计、多工厂分布式协同制造、产业链上下游协同管理等数字化协同改造。支持骨干企业开展能力共享，开放数据接口，以标准带动产业链供应链上下游普及智能制造装备、先进制造工艺、优秀管理理念等，带动中小企业链式转型。

6. 引导区域整体数字化转型。开展高标准数字园区建设，畅通园区内数据链、创新链、产业链、供应链，探索园区数字化整体提升路径。鼓励装备产业集群、园区聚焦共性需求，建设共享加工中心、铸造中心、涂装中心、表面处理中心、检测中心等，探索区域协同设计、协同生产、协同服务等新模式新业态。开展制造业新型技术改造城市试点和中小企业数字化转型城市试点，鼓励地方、高新技术开发区、经济技术开发区、装备产业集群核心承载园区等聚焦主导产业，组织开展数字化转型试点项目建设，培育一批共性场景，引导企业“看样学样”。建设一批区域、行业数字化转型促进中心，为企业数智转型提供评估诊断、中试验证、人才培养等公共服务。

（三）智慧服务拓展提升行动

7. 提升装备服务功能。引导企业聚焦用户个性化需求，提升产品数据获取、互联互通、人机交互、辅助决策、自主

执行等智慧服务功能。鼓励工业母机、工程机械、农机装备、轨道交通装备、医疗装备、矿山装备、制药装备等重点行业骨干企业建设一批智能运维管理平台，开展设备远程故障诊断、运行参数优化、运行轨迹跟踪、预测性维护、共享调配等智能运维服务。支持有能力的装备制造企业由设备供应商向系统解决方案供应商拓展或转型，面向行业用户数字化转型需求，提供高水平、专业化、一站式集成服务。

8. 培育智慧服务场景。应用智能轨道交通装备、智能港口装备、智能物流装备等，打造智慧公路、智慧铁路、智慧城轨、智慧港口、智慧航道、智慧物流、智慧枢纽等智慧交通场景。深入开展无人农业作业试验，加快无人农业作业试验区建设。推广应用智能化动力及耕种管收作业装备、设施园艺装备、畜牧水产养殖装备等，培育智慧农场、智慧牧场、智慧渔场及屠宰加工等智慧农业场景。开展高端医疗装备推广应用行动，推动人工智能与医疗装备融合应用，打造医学影像辅助判读、远程会诊等智慧医疗场景，推动医疗应急机器人、智能救护车等装备研发应用。开展智能建造、智慧矿山试点，应用工程测量无人机、建筑机器人、施工装备集成平台，以及智能挖机、矿卡、钻机、特种机器人等，打造智能测绘、建筑部品部件智能生产、人机协同施工作业等智慧施工场景。推动应急机器人、智能消防车、救援装备等安全应急装备应用，遴选一批典型案例，打造安全应急基地。

9. 挖掘装备数据价值。开展装备全生命周期数据治理，完善智能装备数据采集、安全存储、知识可视化、规范利用等数据治理体系，形成可控制、可信任、可追溯的高质量数

据资源。实施可信数据空间发展行动，围绕工程机械、轨道交通装备、农机装备、医疗装备、矿山装备等行业建设一批可信数据空间，探索培育数据驱动的产融合作、协同创新等新模式新业态。加速装备全生命周期数据价值化，鼓励数据交易机构聚焦装备全生命周期数据，探索装备数据流通交易模式，推动构建智能装备数据服务生态。

（四）基础支撑强化夯实行动

10. 完善数字化转型标准体系。面向机械工业数字化转型智能化升级需求，推进标准体系建设，明确关键领域智能制造标准重点建设方向。加快推进标准研制，围绕智能装备、智能制造、智慧服务等方面，针对装备数智功能、智能场景、新技术融合、评价体系等方向推进标准研制。加强标准宣贯应用，以标准指导企业开展典型数字化转型场景建设，支持构建国家标准、行业标准、团体标准和企业标准协调配套的“标准群”。持续推进智能制造标准应用试点，鼓励企业建设一批智能“母工厂”，固化并标准化推广数字化转型智能化升级发展经验。

专栏3 数字化转型标准提升工程
<p>01 标准体系建设</p> <p>滚动制修订《国家智能制造标准体系建设指南》，研究提出智能装备、智能制造、智慧服务等数字化转型智能化升级重点标准方向。</p> <p>02 重点标准研制</p> <p>面向智能装备重点研制产品数据采集接口、互联通信协议、数据字典、人机交互、工艺知识库等标准。面向智能制造重点研制设计制造一体化、可重构柔性生产、精益数字化管理等智能场景标准，数字孪生装</p>

备、工业人工智能、工业数据流通等新技术融合应用标准。面向智慧服务重点研制数据驱动服务、模型即服务、智能运维服务等标准。完善智能制造能力成熟度评价等标准。

03 标准应用推广

推动机器视觉在线检测、智能工厂数字化设计、远程运维、预测性维护等成熟标准在机械工业应用，开展面向典型场景数字化转型“标准群”建设和总结，推动成功经验在中小企业推广。

11. 推进数字基础设施建设。加大高性能智算供给，针对多装备协同作业、装备运行优化、设备远程运维等行业典型应用，推动“云边端”算力协同发展。支持行业人工智能基础设施建设，布局一批面向细分行业的人工智能开放平台、高质量行业数据集、基础件大数据中心等新型基础设施。探索建立重点行业智能装备全生命周期数据流通和追溯体系。支持行业企业开展内外网改造，根据企业自身需求灵活部署5G行业虚拟专网、工业光网、工业以太网、北斗导航等新型网络基础设施，支撑装备全生命周期、生产制造全过程和供应链全环节数据互联互通。

12. 加强网络与数据安全治理。实施工业互联网安全分类分级管理，推动企业落实《工业互联网安全分类分级管理办法》《工业控制系统网络安全防护指南》要求，开展自主定级、分级防护、符合性评测、安全整改等全环节工作，指导重点企业加强网络安全监测手段建设，加强重要工业控制系统安全防护，提升网络安全综合保障能力。推动研制重点细分行业重要数据识别等标准规范，指导企业开展重要数据识别和目录备案，落实分级保护、风险评估、监测应急等要

求，应用数据安全技术产品，强化数据安全保障，提升保护能力。

三、组织实施

（一）强化组织协同。加强部门协同，共同推进机械工业数字化转型技术攻关、装备创新、推广应用、标准研制、人才培养等。加强央地协作，鼓励地方、园区出台配套政策，引导各类社会资源集聚，形成系统推进工作格局。充分发挥智能制造专家咨询委员会及相关高校、科研机构、专业智库作用，开展机械工业数字化转型前瞻性、战略性重大问题研究。鼓励行业组织发挥桥梁纽带作用，加强政策宣贯、行业监测、决策支撑和企业服务。

（二）提升公共服务。支持现有国家产业计量测试中心、标准试验验证平台和服务机构提升检验检测、质量认证、计量测试、咨询规划、安全评估等专业服务能力，大力开展质量基础设施“一站式”服务。提升国家智能制造数据资源公共服务平台等载体能力，鼓励地方建设一批区域和行业公共服务平台，为行业数字化转型提供评估诊断、标杆案例、供需对接等公益服务。完善智能制造能力成熟度、绩效评价等指标体系，鼓励地方组织规模以上机械企业广泛开展智能制造能力成熟度与数字化水平自评估。

（三）加强人才培养。开展机械工业数字化转型重点专业技术和技能人才需求摸底，推动构建重点人才和专家信息库。支持国家卓越工程师实践基地建设，深入实施专业技术人才知识更新工程和“技能照亮前程”培训行动，加快数字技术工程师培育，推动卓越工程师能力评价，着力培养机械

工业数字化转型急需紧缺人才。面向先进制造技术、产品创新、智能制造系统方向，强化工艺技术传承，加快培养大国工匠、能工巧匠、高技能人才。

（四）深化国际合作。加强与相关国家、地区及国际组织的交流，开展数字化转型技术、标准、人才等合作。依托“一带一路”倡议、金砖国家合作机制、区域全面经济伙伴关系协定（RCEP）等，充分发挥国际智能制造联盟、IEC智能制造系统委员会中国专委会、金砖创新基地、金砖国家智能制造和机器人工作组等机构作用，推动智能装备、配套服务、相关标准等“走出去”。支持跨国企业在华建设高水平智能工厂、研发中心等，共同建设富有韧性的全球生产网络。

典型场景清单

聚焦机械工业特点，梳理研发设计、生产制造、经营管理、运维服务、供应链管理等典型场景。坚持问题导向、急用先行的原则，以场景为切入点，推进机械工业数字化转型智能化升级。

1. 典型场景：产品数字化研发设计

痛点：机械产品类型多、结构复杂，设计过程中存在产品数据源不统一、一致性差、管理效率低、多专业多学科协同难等痛点。

改造目标：数字化产品研发设计。

实现方式和需要条件：应用计算机辅助设计和仿真分析（CAD&CAE）、产品数据管理（PDM）、产品全生命周期管理（PLM）等系统，建立产品标准件库和通用件库，实现设计工具对标准件和通用件的高效调用，提高设计人员工作效率。建设多方共用的数字化设计平台，形成以任务流为驱动、数据流为核心、数字化设计对象为载体的多方协同设计模式。运用专业软件开展结构强度、疲劳失效、寿命等方面的虚拟试验和仿真优化，提高产品设计质量和效率。

2. 典型场景：工艺数字化设计

痛点：传统机械工艺设计方法难以保证从产品数据到工艺数据传递的唯一性、时效性，部分加工和装配工艺设计仍依靠技术人员经验，导致产品可制造性差。

改造目标：数字化工艺设计。

实现方式和需要条件：建立工艺知识库、模型库，集成机加工、铸锻焊热处理等多种工艺模型，实现设计工艺数据实时调用。搭建计算机辅助工艺规划（CAPP）等系统，实现工艺数字化设计和迭代优化。应用产品全生命周期管理（PLM）等软件，集成三维工艺设计工具，打通产品研发、工艺设计、生产作业等环节数据，全面评价与及时改进产品和工艺设计的可加工性、可装配性和可维护性。

3. 典型场景：数据驱动产品研发

痛点：机械产品研发设计主要依赖人工经验，难以满足产品快速研发、复杂结构设计、用户个性化设计等需求。

改造目标：实现基于数据和知识的产品创成式设计。

实现方式和需要条件：搭建创成式设计平台，面向产品快速研发、复杂结构设计、用户个性化设计等需求，集成需求、设计、生产、使用等多维数据，根据定义的设计变量和约束条件，快速生成最有效形状结构、材料配方并不断迭代优化，实现基于数据驱动的产品形态、功能和性能的研发设计和持续优化，大幅提高设计效率，拓展认知边界。

4. 典型场景：智能排产调度

痛点：机械产品结构复杂、零部件繁多，且多为单件小批量生产，生产过程管理难度大，传统排产调度方式主要依赖人工，生产效率低，难以实现生产资源利用最优化。

改造目标：生产计划动态优化和资源高效配置。

实现方式和需要条件：应用企业资源管理系统（ERP）、生产执行系统（MES）等信息化管理系统，实时监

控生产资源、设备状态及工艺流程，确保排程调度有准确的基础数据和实时的现场反馈。部署高级计划与排程系统（APS），应用多约束排产建模、多目标排产寻优等技术，在订单、产能、资源、交期等多目标约束和多扰动情况下实现排产优化与资源动态调度，缩短产品生产周期，提高生产效率和资源利用率。

5. 典型场景：产线柔性配置

痛点：机械产品种类繁多且定制化需求强，传统刚性产线缺乏柔性配置能力，难以快速应对市场和订单的变化，法适应不同产品的混线生产要求。

改造目标：多产品混线生产和快速换线，敏捷响应市场需求。

实现方式和需要条件：应用高端数控机床、智能焊接装备、工业机器人、柔性工装夹具、智能物流装备等智能装备，结合企业资源管理系统（ERP）、生产执行系统（MES）等信息化管理系统，搭建模块化柔性可重构产线，使得产线能够根据订单、工况、库存等变化，实现快速换线和按需配置，满足多品种小批量机械产品快速和低成本生产需求。

6. 典型场景：人机协同作业

痛点：机械产品结构复杂，传统生产方式资源协同效率低、作业安全风险高，制约生产效率提升。

改造目标：复杂装备生产、装配等环节人机高效协同。

实现方式和需要条件：部署高端数控机床、工业机器人、智能检测、智能装配、智能物流等智能装备，构建人机协同作业单元和管控系统，应用智能交互、自主规划、风险

感知和安全防护等技术，实现产品加工、质量检测、复杂装配、分拣、物流配送等过程人机高效协同，显著提高生产效率和作业安全性。借助AR/VR、语音识别等技术，创新人机协同交互模式，实现生产组织和作业协同优化，进一步提升作业效率。

7. 典型场景：在线智能检测

痛点：机械产品生产过程质量检测主要依赖人工，检测效率低，人为误差大，且难以实现产品质量全生命周期追溯。

改造目标：质量在线精准快速检测和全过程追溯。

实现方式和需要条件：在机加、焊接、涂装、装配等关键工序部署智能检测系统，应用光学检测、机器视觉等检测手段，结合机器学习、大数据分析等人工智能技术，开发质量分析模型，实现质量在线实时检测、自主判断和闭环处置，提高检测效率与准确性。构建质量追溯系统，集成质量管理、生产执行、设备管理等系统数据，实现质量检测的数字化管理和全过程数据集成共享。

8. 典型场景：设备智能运维

痛点：传统设备运行维护主要依赖人工，运维成本高昂，费时费力，且难以快速响应用户需求。

改造目标：智能远程运维、预测性维护以及无人化施工。

实现方式和需要条件：在机械产品上部署数据采集设备，应用5G、AR/VR、图像采集等技术，实现产品运行数据的远程自动收集。构建远程运维系统，结合设备运行的历史

与实时数据，构建故障诊断模型，实现基于运行数据的远程监控、故障诊断及增值服务，显著提升产品附加值。构建设备数字孪生模型，实时同步设备运行状态，深度挖掘运行数据价值，为客户提供主动服务。

9. 典型场景：网络协同制造

痛点：机械产品结构复杂，设计制造需要多方协同，传统设计制造模式上下游存在信息孤岛，协同效率低，难以实现资源最优化利用和快速响应。

改造目标：企业内部及产业链上下游高效协同。

实现方式和需要条件：构建协同设计平台，建立涵盖多学科、多专业的虚拟样机系统，实现跨专业、多学科、跨地域协同设计。建立网络协同制造平台，集成各工厂计划排产、制造执行等系统数据，实现跨企业跨地域的生产协同和制造资源配置优化。建立产品全生命周期服务协同平台，以产品为主线集成多工厂从用户需求到回收再利用的全链条数据，实现基于数据分析的跨地域服务协同。

10. 典型场景：供应链弹性管控

痛点：机械产品结构复杂，产业链供应链长，存在供应链响应速度慢、采购成本高、抗风险能力弱、资源调配效率低等痛点。

改造目标：供应链高效管理和风险动态预警处置。

实现方式和需要条件：建立供应链协同平台，打通供应链上下游生产、仓储、物流等环节，开展供应链计划协同优化，实时监控供应链采购订单和交付物流动态。建立供应链风险预警与弹性管控系统，采集和分析供应链上下游数据，

应用数字化评价模型对供应商开展精细化管理，应用供应链风险识别和动态响应模型对潜在风险进行在线监控、精准识别、提前预警和快速处置，提升供应链韧性和安全水平。