

## 附件 7

# “网络协同制造和智能工厂”重点专项

## 2019 年度项目申报指南

(征求意见稿)

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020 年）》、《国家创新驱动发展战略纲要》、《“十三五”国家科技创新规划》、《中国制造 2025》和《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》等提出的要求，国家重点研发计划启动实施“网络协同制造和智能工厂”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2019 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：针对我国网络协同制造和智能工厂发展模式创新不足、技术能力尚未形成、融合新生态发展不足、核心技术/软件支撑能力薄弱等问题，基于“互联网+”思维，以实现制造业创新发展与转型升级为主题，以推进工业化与信息化、制造业与互联网、制造业与服务业融合发展为主线，以“创模式、强能力、促生态、夯基础”以及重塑制造业技术体系、生产模式、产业形态和价值链为目标，坚持有所为、有所不为，推动科技创新与制度创新、管理创新、商业模式创新、业态创新相结合，探索引领智能制造发展的制造与服务新模式，突破网络协同制造和智能工厂的基础理论与关键技术，研发网络协同制造核心软件，建立技术

标准，创建网络协同制造支撑平台，培育示范效应强的智慧企业。

本重点专项设立基础前沿与关键技术、装备/系统与平台、集成技术与应用示范等 3 类任务以及基础前沿技术、研发设计技术、智能生产技术、制造服务技术、集成平台与系统等 5 个方向。专项实施周期为 5 年（2018-2022 年）。

## **1. 基础前沿理论**

### **1.1 柔性系统非确定性制造大数据理论与方法研究（基础前沿类）**

研究内容：面向材料众多、设计多样、制造流程多变的制造企业柔性系统，研究基于大数据的人工智能产品辅助设计系统，研究质量控制过程的实时数据采集与分析技术；研究产品合理设计评审、原材料柔性加工、检测及可溯源质控技术；开发高精度智能原材料的调配机器人；研究原材料调配结果人工智能审核方法；研制制造企业柔性系统非确定性大数据智能分析及因果推断算法，开发面向个性化、服务化和智能化等模式的柔性企业大数据分析及因果推断算法库。研制柔性系统网络协同智能质量控制平台，面向现代制药设备、食品加工装备等形成行业解决方案。

考核指标：突破不少于 3 项柔性系统质量控制与建模技术，开发 1 套用于复杂材料感知、审核、制造过程数据采集与精度预测系统；开发 1 套用于智能质控的适应 2 种建模与服务平台；构建测试实验平台 1 个，在核心技术领域申报不少于 20 项专利或著作权。

## **1.2 数据驱动的精密切加工过程装备精度自愈理论与方法 (基础前沿类)**

研究内容：针对智能产线精密切加工精度稳定性和可靠性问题，研究精密切加工过程的精度预测、自修复理论与方法。研究多工序批量化的零件精密切加工误差生成机理、因素追溯与演变规律，开发基于数字孪生和误差大数据时序分析技术的批量化加工零件的精度预测和在线诊断技术；研究基于多源信息驱动的精密切制造过程零件误差采集、自动建模技术，开发批量化零件加工过程的误差趋势分析与实时补偿技术，提出精密切加工装备的精度自愈控制策略和解决方案。

考核指标：揭示批量化制造产线中核心工序与装备的精度演变规律，构建零件加工质量与核心装备健康状态的耦合分析模型；提出指导智能产线中装备的加工能力选型、维护与精度保持性的技术方案；开发 1 套适应多种控制系统接口的高端制造装备精度在线量化预测与精度自愈系统，提供与第三方数据交换接口功能，在航空叶片、精密齿轮等 2 类复杂零件加工生产线进行验证。

## **1.3 基于数据驱动的重大产品装配质量监控与优化方法 (基础前沿类)**

研究内容：针对重大产品装配过程质量分析与决策能力低下等问题，研制复杂产品装配质量数据与机理分析相结合的全流程质量监控、预测和分析工具。研究产品装配工艺及性能关联分析方法，开发基于全景装配质量数据分析的产品性能预测与调控技术；研究基于数字孪生的装配生产线仿真

优化技术、基于多不确定条件下的装配作业计划智能排产技术、面向多源异构环境下的感知及执行设备集成控制技术；研究基于 AR 技术的复杂产品装配过程的物化设计方法和可视化引擎技术，开发大数据驱动的复杂机械产品装配的可视化实现与工艺优化决策平台。

考核指标：提出复杂产品装配工艺参数在线感知、智能决策等柔性装配理论与方法，开发 1 套面向复杂机械产品装配工艺设计与优化软件；开发基于硬件在环的产品功能与性能仿真系统 1 套；开发 1 套复杂机械产品装配的可视化管理与工艺优化决策平台，提供与第三方数据交换接口，在航空发动机、重大基础零部件等制造行业中验证应用。

#### **1.4 融合群体智能的制造企业智慧空间构建理论与协同运行技术（基础前沿类）**

研究内容：针对开放式网络环境中制造企业群体智能构建与运行问题，研究制造企业中制造主体的智能感知与自主学习增强，建立制造主体的个体智能与群体智能相融合的智慧空间构建理论。研究智慧空间人机物合作的群体智能，形成智能体之间的分布式控制、决策与演化方法。研究智慧空间协同运行与共享，构建大数据资产化驱动的智慧空间人机物协同运行与共享机制。研制群体智能企业运行模型原型系统，形成典型行业解决方案。

考核指标：建立一套面向制造企业的智慧空间融合构建与协同运行理论和技术体系，实现基于区块链的人机物智能主体的分布式组织和可信运行方法，形成设备、产品、管理、

服务等重要环节的交互、协同与共享模型；研发大数据资产化驱动的、人机物协作的群体智能企业运行模型原型系统。申请发明专利或取得著作权不少于 10 项，制定 3 项以上国家、行业或核心企业相关标准。

## 2. 共性关键技术

### 2.1 集团企业智能 ERP 平台（共性关键技术类）

研究内容：针对制造业对自主可控高端 ERP 的重大需求，面向新一代 ERP 变革趋势，研发支持动态重构、敏捷运行的生产/采购/营销/服务/人事/财务等新一代 ERP 业务系统，研究制造资源优化配置、智能排产、风险管控与预测运营等智能化制造业务场景下的行业知识表达和图谱构建技术，机器辅助的业务流程自动化、企业服务自适应与动态演进、基于自然语言的人机交互等技术，提升企业运营管控智能化水平。研发基于云原生和微服务的应用支撑平台，研究可持续沉淀的敏捷业务架构、继承式多维度的个性化定制技术、应用快速构造与融合运行技术，支撑大规模企业应用生态建设运营。构建支持混合云部署的集团企业智能 ERP 平台，并开展示范应用和推广。

考核指标：突破可持续沉淀的敏捷业务架构、规模化应用在线快速构造与融合运行、智能的流程自动化等 5 项以上关键技术。研发集团企业智能 ERP 平台，内置领域知识库和自动化流程规则，覆盖生产制造、营销、采购、服务、人力、财务等领域不少于 8 个业务应用系统。在不少于 5 家大型制造企业进行示范应用。形成相关核心标准、专利、软件著作

权 20 项以上，显著提升高端 ERP 产业化能力和市场占有率。

## **2.2 开放生态化云 ERP 平台（共性关键技术类）**

研究内容：面对世界传统 ERP 云化挑战，以及构建生态化的云 ERP 需求，研究基于云原生架构及人工智能技术的企业级云 ERP 平台，涵盖企业的生产销售、客户关系、财务管理等业务流程，满足企业个性化需求。研究业务需求建模方法及规范，制定支持按需而变、高效协同的领域模型及参考架构。研究容器化微服务架构下的云 ERP 服务开发技术，形成云 ERP 应用个性化开发平台。研究云 ERP 应用安全评价指标体系与检测云服务，实现高可用、高安全的业务数据，以及高可靠的系统安全。构建云 ERP 平台开放生态社区，快速建立基于社交关系的企业无边界组织，实现文件、信息、审批、业务等 ERP 应用全面移动化，实现跨组织业务延展。

考核指标：研制开放、智能、生态化的云 ERP 平台，支撑财务云、移动办公云、人力云等 5 类以上 ERP 云服务；研制云 ERP 应用服务与开发环境与工具 10 项以上；平台开发的 ERP 云服务符合国际云应用安全标准，实现安全高可靠性、自动化运维；制定软件服务与系统架构、业务数据协同相关接口标准 7 项以上；申请发明专利或登记软件著作权不少于 20 项。

## **2.3 多学科系统分析 CAE 平台（共性关键技术类）**

研究内容：围绕机电装备在需求/设计/试验/运维等阶段的全系统协同建模与仿真问题，研究工业互联环境下机电装备功能样机统一建模与互联标准、多粒度模型（集中参数系

统和分布式参数系统)集成技术;研究互联网环境下模型众创、分享、协作及模型数据管理技术;研究分布式环境下模型编译、仿真代码自动生成技术;开发基于统一建模与互联规范的多学科基础功能模型库、重点行业功能模型库;研究支持模型即插即用的开放式云架构,研发机电装备系统多学科协同仿真分析平台,建立以知识模型为中心的跨学科、跨阶段、跨地域的协同创新生态;面向重点行业开展应用验证。

考核指标:突破多学科多粒度模型集成、互联网环境下模型众创分享协作、分布式环境下模型编译及仿真代码自动生成、开放式云仿真架构等关键技术;研发多学科基础\行业功能模型库,组件不少于 20000 个;开发机电装备系统多学科协同仿真分析平台 1 套,建模仿真引擎安全可靠,对标国际先进系统功能覆盖 90%、性能不低于 95%;建立 1 个开源模型共享与仿真社区和不少于 2 家企业级协同建模仿真环境;形成 10 个以上行业典型应用案例;制定国家、行业或企业核心标准不少于 3 项。

#### **2.4 复杂流场 CAE 平台 (共性关键技术类)**

研究内容:针对复杂装备在气动、水动性能分析等方面的重大需求,研发高准确度、高可靠、功能全面的流体力学 CAE 软件。研究装备仿真过程中的流体力学分析理论模型,支持层流、湍流、多相流等多种模型,支持可压/不可压、定常/非定常流体模拟;研究高准确度、稳定可靠的快速求解算法,支持全隐式多重网格耦合求解;研究针对国产超级计算机体系结构特点的求解算法并行优化技术,支持大规模并行

仿真；研究界面友好的物理前处理方法，支持图形化的网格操作与仿真参数设置；研究流场海量数据可视化技术，支持复杂外形装备仿真结果的高效可视化；研究模块化、开放式的流体力学 CAE 软件架构，支持理论模型与数值算法扩展。

考核指标：针对国产超级计算机，研制一套支持流体力学仿真的 CAE 软件，包括物理前处理、数值求解和后处理三个功能软件，具备定常/非定常流、层流/湍流、可压/不可压流、多相流等复杂流体的模拟能力，典型问题的数值模拟精度和计算效率与主流商用软件相当，具备功能全面的图形化用户界面和海量数据可视化能力，选取航空航天、海洋装备等领域复杂流体力学分析案例 2 项以上进行应用示范。

## **2.5 模型驱动的三维工艺设计软件研发（共性关键技术类）**

研究内容：针对高端制造业企业基于模型的定义（MBD）技术的深化应用需求，研究模型驱动的三维工艺设计的原理和标准；研究模型驱动的三维工艺设计技术体系架构及其关键技术，包括三维 CAD 模型转换技术、模型轻量化技术、结构化工艺构建技术、特征识别技术、工艺模型快速构建技术、模型快速标注技术、工艺过程和工厂仿真技术、三维工艺信息发布技术、三维工艺快速定位技术、三维质检工艺规划技术等；开发具有自主知识产权的三维工艺设计软件，构建面向行业的知识库和工艺设计流程库，形成面向行业的三维工艺设计解决方案，并开展应用。

考核指标：获得不少于 8 项软件著作权；提出模型驱动



的三维工艺技术体系架构，突破基于模型的三维工艺设计的关键技术不少于 10 项；研发具有自主知识产权的三维工艺设计软件 1 套。在 20 家以上制造企业中得到示范应用，形成模型驱动的三维工艺设计解决方案，制定国家、行业和企业标准 5 项以上。

## **2.6 基于 5G 网络环境的民用飞机制造智能工厂的先进物流关键技术（共性关键技术类）**

研究内容：针对国产大型民用飞机总装生产设备的数据连接高通量、低延时的需求，研究基于 5G 通讯技术的生产设备接入技术，实现飞机总装设备的数字化全连接；针对国产大型民用飞机车间生产过程物料配送高动态、准确、高效需求，研究生产过程物料数据动态传输技术，形成基于私有云的离散制造高速物料传输规划；针对民用飞机生产环境复杂的特点，研究具有全局任务规划、自主避障、自主导航的移动机器人与多物料（载体）的智能协同网络化控制技术，建立基于物联网的物料传输系统管控平台，解决生产资源物流配送的高复杂性和配送效率等问题。

主要考核指标：研发 1 套集仓储、运输、拣选、配送为一体的智能物流系统，支持 5G 系统接入、时延低于 5ms 的响应，提供在广域范围内物流设备跟踪管理能力；建立适应大批量定制的高速物料自主避障系统 1 套，开发基于云计算的高速物料传输平台运动规划和编程软件工具 1 套，能依据业务实现边缘计算及云端计算两种模式；建立支持 5G 网络、物联网、云计算的国产大型民用飞机物流协同管控平台 1 套，

物流配送效率提高 30%。

## **2.7 基于大数据驱动的超大型集装箱码头智能化作业管控技术（共性关键技术类）**

研究内容：围绕超大型自动化集装箱码头创新发展与转型升级的需求，开展基于大数据与云端服务的智能化管控技术研究。研究基于大数据的生产运营分析与决策技术、数据挖掘与自进化学习技术的港口生产全流程运营系统，实现超大型集装箱码头智能化作业的多优先级调度与运行；研发面向码头业务规划及作业控制的仿真系统，构建集装箱码头的数字孪生系统，实现码头管控系统的测试、调试和验证功能；研发基于新一代通讯技术的远程可视化实时在线运维管理系统，实现对码头装备及控制系统的实时远程监测、异常识别及全生命周期的健康诊断。

考核指标：开发超大型自动化集装箱码头作业协同运营系统 1 套，单一码头系统实现每小时 500 万指令级任务调度，调度指令数据采集分析月达 1PB 级，自动计划算法实现分钟级输出结果；基于码头业务规划及作业控制的仿真系统 1 套，接入设备数量大于 300 台，与码头作业运营系统接口响应时间小于 300 毫秒；基于新一代通讯技术的远程在线运维管理系统 1 套，开发现场数据与云端信息实时互联互操作应用软件工具大于 2 件。

## **2.8 多品种航空航天复杂锻件智能产线管控与集成技术（共性关键技术类）**

研究内容：针对多品种变批量航空航天复杂环形锻件设

计周期长、成型质量不稳定、能耗高、效率低等问题，研究基于材料数据库、设备数据库、工艺规则库和产品模型库的锻件制造 CAPP 系统；研究多品种锻件加热和成型过程动态调度控制系统，研究锻件变形过程中工件实时动态检测与反馈控制技术，研制锻件质量检测与分析评价系统；形成工业网络环境下的复杂锻件成型工艺设计、生产组织、过程控制和质量检测的协同运行与反馈溯源体系，开发面向批量化大型复杂锻件加工的智能产线集成技术。

考核指标：研发用于锻件成型工艺设计的 CAPP 系统 1 套，能够利用积累成功案例推演生成工艺方案；研制锻件缺陷质量检测与分析评价系统 1 套，缺陷最小检测尺寸小于 0.3mm；开发适应精密锻件加工产线的智能管控平台 1 套，形成可实现 5 类以上的航空航天等重大装备环形锻件热加工智能生产线 1 条。

## **2.9 面向电子制造行业的大批量产品制造智能产线集成技术（共性关键技术类）**

研究内容：针对面向电子产品的封装、调理、测试等生产过程的智能化管控迫切需求，开发集成封装、调理和测试功能的智能生产线的数字孪生、物料传输、生产调度与优化决策技术。研究面向电子制造的批量化生产线模块化设计和组态方法，建立生产过程的数字化双胞胎模型；建立面向电子制造行业典型制造过程的智能工厂单元知识库、数据库；研究典型电子产品的生产过程工艺参数的智能感知与生产过程管控技术，开展电子产品的集成封装、调理、测试的智

能生产线示范应用，提出面向 3C 及汽车电子产业应用的装配与加工智能产线多层次解决方案。

考核指标：开发面向电子制造过程的数字化建模、仿真、设计一体化工业软件工具与平台 1 套；开发 1 套支撑典型电子制造过程的物流配送、决策优化智能化管控平台，支持第三方数据的接入；开发一条集成封装、调理和测试功能的可实现动态调控的典型电子产品智能生产线，在电子 PCB 制造、传感器封装等典型企业示范应用，培养 1 家电子制造行业的智能产线解决方案供应商。

## **2.10 面向流程精细管控的网络协同制造平台研发(共性关键技术类)**

研究内容：针对流程行业产品制造过程的安全高效协同制造需求，开发面向流程精细管控的网络协同制造平台。研究面向流程生产过程精益管控的网络协同制造模式及开放式架构，以及实时数据跨域互联、服务跨域共享、流程跨域管理、设备智能监控、优化控制以及工序间衔接的能源物流等关键技术；研发适应流程生产方式的资源-合同-作业一体化计划、预测运营、跨层域优化控制等构件与工具；构建企业数据空间，开发产品数据、制造数据、管理数据等主题的服务数据集成支撑软件；研制具有供应链管理、调度生产、质量管控、物流以及决策等功能的智能网络协同制造平台。

考核指标：提出面向流程生产过程精益管控的网络协同制造模式和开放式架构，突破数据跨域互联、跨域服务共享、跨域流程管理等关键技术 5 项以上；开发一体化计划、预测

运行、跨层域优化控制等功能构件与工具 10 项以上；研制面向流程生产方式的网络协同制造集成平台 1 个，设备感知覆盖率大于 90%，安全等级达到 SIL2 级，在钢铁、冶金等两类典型行业的 3 家以上企业得到示范应用，形成流程精细管控的智慧企业网络协同制造技术解决方案。

### **2.11 面向离散制造的复杂刀具监测与全生命周期管控技术（共性关键技术类）**

研究内容：面向离散制造过程中对复杂刀具的设计制造、在线监测、寿命预测的广泛需求，开发刀具的全生命周期智能化管控技术。研究复杂刀具设计制造数字孪生技术，开发复杂刀具加工破损在线监测技术，提出复杂刀具全生命周期状态追溯方法及预警机制；研究复杂刀具全生命周期状态信息的表征及提取方法，构建基于大数据分析的加工工艺与复杂刀具寿命的映射模型；研究基于 OPC-UA 等与第三方软件数据交换的接口技术，开发刀具管控业务 APP，构建复杂刀具数据库及智能管控系统。

考核指标：提出复杂刀具加工在线监测理论与方法，开发 1 套制造过程中复杂刀具状态在线监测和预警系统，提供不少于 10 种刀具管控 APP；研制 1 套适应离散制造过程的复杂刀具全生命周期的管控系统，支持与 OCP-UA 等标准接口的第三方数据交换；在数控机床、航空发动机、汽车制造等领域 3 类复杂零件加工生产线进行验证。

### **2.12 混合制造模式下智能产线智能决策与管控技术（共性关键技术类）**

研究内容：针对高分子材料制品等流程与离散混合制造模式中的管控问题，研究多外场耦合作用下材料的精准成型成性机理，研究材料成型过程中的在线数据采集与分析技术，开发基于大数据的产品形性表征与感知预测系统；研究高分子材料制品连续成型上、下游工艺数据的耦合机制与组装技术，建立材料成型过程数据与精准成型成性机理分析相结合的全流程性能预测模型；开发产品批次成型成性精密控制与工艺参数自寻优技术；研究面向定制环境下高分子产品批次成型产线的动态调控的智能联动方法，开发高分子制品成型过程中的数字孪生技术。

考核指标：开发面向高分子材料制品等典型行业流程和离散混合模式下的制造系统工艺智能感知、大数据分析等核心软硬件工具 2 套以上；开发混合模式下制造系统全工艺流程建模、产品质量预测、诊断分析与管控软件工具 1 套以上；构建流程和离散混合模式下的高分子材料制品等典型行业智能管控生产线 1 条，实现制品的重大工程应用。

### **2.13 智能化产线边缘侧数据集成技术与系统(共性关键技术类)**

研究内容：针对智能工厂设备多维、异构、高安全的特点，研究智能工厂设备边缘层的数据集成架构与通信技术。研究对智能工厂各种设备的工作状态、工艺参数、执行动作、能耗等数据采集、分析、处理关键技术，研究基于 OPC-UA 协议的数据交换软硬件技术，形成工业物联网设备互联、边缘计算、传输控制设计方法；研发支持统一模型管理、模型

数据特征关联匹配、智能检索查询等功能的智能工厂边缘侧数据集成软件构件和使能工具集，研发支持智能工厂边缘侧数据管理原型系统，实现对各种设备工作状态、执行动作，语义化信息集成等功能；

考核指标：制定不少于 5 项统一智能化产线边缘侧信息模型规范和数据集成标准，突破不少于 20 项智能化产线边缘侧数据采集、分析、处理和接入通信协议技术；开发不少于 20 项边缘侧数据集成软件构件和使能工具；研发 1 套支持工业级智能工厂边缘侧数据管理系统，支持多种有线与无线接入，无线通信实现 100m 距离内速率不小于 10kbps，在流程和离散的 2 类典型产品制造中得到示范应用。

#### **2.14 基于边缘计算的智能控制器及其开发工具(共性关键技术类)**

研究内容：针对智能工厂内多类型智能装备，如机器人、数控加工中心、高速传送系统等多机动态协作控制方面的需求，研发基于边缘计算的具有实时网络接入、统一信息模型、模块化控制、智能化特征的智能控制系统。研究基于模型的开发流程和基于异构处理系统的新型硬件平台，研究面向行业的边缘计算控制系统建模与仿真验证，突破多种边缘侧认知、控制、决策需求到分布式异构软硬件实现的自动化映射及部署、任务分配与调度、异构并行计算加速等核心技术；研发基于边缘计算的智能控制器及其开发工具，建立基于边缘计算的智能控制系统。

考核指标：研发 1 套边缘计算智能控制器以及支持国产

多领域建模仿真软件的边缘计算控制软件开发平台和异构计算硬件平台；具备逻辑、运动控制及视觉处理功能，支持常见的深度学习处理框架，支持 FMI 国际标准的模型组件集成可视化编程环境，实现多机协作的任务映射与任务调度管理的自动代码生成，完整闭环控制周期小于 100 微秒，具有毫秒级的周期化视觉图像处理能力；面向新能源汽车或工程机械等批量制造产线开展应用验证。

### **2.15 面向中小企业智能生产线关键技术共享服务平台研发（共性关键技术类）**

研究内容：针对中小企业在建设智能生产线过程中面临设计周期长、专业人才匮乏等问题，研发面向中小企业智能生产线关键技术共享服务平台。研发智能生产线建设规划过程中物质流、能量流、信息流交互语义建模方法；研制基于数字孪生的设计、制造能力的仿真与分析工具，实现智能生产线可视化布局、生产过程预测运行等；面向多个行业、多种生产模式，开发智能生产线可视化典型案例、关键技术知识库等资源，构建智能生产线关键技术共享服务平台，面向模具、家电、汽车零配件等行业中小企业开展应用，为我国的智能生产线推广应用提供技术支撑和人才保障。

考核指标：开发智能生产线建模工具软件 1 套，各类生产要素模型构件不少于 100 个；建立智能生产线关键技术共享服务平台 1 个，汇集智能生产线相关关键技术 20 类 1000 个以上，形成至少 5 个行业 20 种生产模式的智能生产线可视化典型案例；形成由 10 个示范基地、500 个院校组成的智



能生产线技术应用人才培养体系，服务企业不少于 5000 家，覆盖 100 个地市，培养人才 30 万人次。

### **2.16 复杂产品数字样机及数字孪生技术与系统(共性关键技术类)**

研究内容：面向复杂产品研发设计、生产制造、运行维护的全生命周期各环节，研究包含产品整机几何信息、约束信息、工程属性等的全机数字样机技术，研究产品/工艺/资源的数字化定义、多学科耦合仿真、并行关联优化等关键使能技术，开发数字样机设计仿真软件原型平台。研究产品物理空间与数字孪生虚拟空间的全要素信息融合理论，研究复杂产品高保真度、高可信度建模方法，建立基于立体视觉的复杂产品全景感知及可视化模型，研究数字孪生行为仿真、可靠验证、运行状态可视分析、故障预测及反馈优化设计等关键技术，构建基于混合现实的复杂产品数字孪生系统，支持全生命周期过程的感知反馈、交互联动以及不可测行为消解。

考核指标：突破复杂产品数字样机与数字孪生关键技术 10 项以上，在 3 类以上复杂产品设计制造与运行服务中开展验证，完成数字样机与数字孪生核心算法与工具不少于 20 项，完成数字样机设计仿真软件原型平台 1 套，完成基于混合现实的复杂产品数字孪生系统 1 套，数字样机及数字孪生系统覆盖复杂产品几何、物理、行为与工况等 90% 以上的关键指标，申请发明专利或软件著作权不少于 20 项，制定国家/行业/核心企业标准不少于 2 项。

## **2.17 基于多专业 IP 共享的芯片协同创新平台研发（共性关键技术类）**

研究内容：围绕复杂多功能芯片协同创新中基础芯片 IP（Intellectual Property）共享、多专业协同设计、跨单位高效协作等问题，研究多层次分布式协同设计系统架构技术、多专业 IP 库共建共享方法和机制、基于 IP 复用的多专业协同设计仿真技术，形成基于云的复杂芯片协同设计架构和规范；构建基于云的复杂芯片需求共创、设计众包、资源匹配、加工制造等一体化的平台技术架构和服务体系架构，开发基于多专业 IP 共享的芯片协同设计创新平台；面向集成电路、信息装备、物联网、5G 通信等行业大型研发企业开展应用，构建典型的多专业共享 IP 库，形成复杂芯片异地、多专业协同创新研究的典型行业解决方案。

考核指标：突破基于云的复杂芯片协同设计架构、多专业 IP 库共建共享方法、基于 IP 复用的多专业协同设计仿真等关键技术；研制完成基于多专业 IP 共享的芯片协同设计创新平台，平台在不少于 3 家研发单位或制造企业中得到应用，应用企业复杂多功能芯片设计效率提升 30% 以上，形成典型复杂芯片协同研发技术解决方案；建立典型的多专业共享 IP 库 1 套，入库模型不少于 100 个；申请发明专利或登记软件著作权不少于 10 项。

## **2.18 制造大数据驱动的预测运行与精准服务技术及系统（共性关键技术类）**

研究内容：面向高端装备运行预测和精准服务需求，针对

时序型制造数据高通量、多模态和强关联的特征，研究装备复杂工况协议自动化解析技术，运行服务数据与信息化数据融合与集成技术，基于装备机理模型的高端装备在线监测、状态评价、异常检测、作业识别和寿命预测等数据分析与运行支持技术，面向产品质量、能源优化、安全环保等多要素协同的装备预测与优化运行技术，机理模型与数据模型融合的高端装备健康管理、故障溯源、视情维修、备件预测以及应急决策调度等精准服务技术，开发相应核心算法库、验证平台和软构件。

考核指标：攻克 10 项以上高端装备及其关键部件预测与优化运行以及精准服务相关的新机理、新技术和新方法，形成 100 项以上的共性算法与领域模型，构建数字和物理融合验证平台；研制离散、流程两类装备试验系统，支持关键技术应用验证。申请发明专利或登记软件著作权不少于 20 项；制定国家、行业或核心企业标准 5 项。

### **2.19 数据驱动的制造企业智能决策技术与系统(共性关键技术类)**

研究内容：针对个性化定制、智能化生产、网络化协同和服务化延伸等新业务模式对企业经营决策的新要求，研究企业内外部多源异构数据的融合、认知、分析和挖掘等关键技术；构建涵盖设计、制造、管理、服务全流程的企业数据空间；研究基于人工智能的认知服务、支持智能决策和预测运营的深度机器学习模型、可视化辅助决策、交互式数据分析、超多维多目标优化工具和构件；开发数据驱动的制造企

业智能决策软件系统，推动企业经营决策、精准营销、滚动生产与主动服务等核心业务指标持续优化，实现企业运行状态的实时监控、预警和智能决策。

考核指标：开发不少于 30 项制造企业智能决策的工具集和构件库；构建面向预测运营、风险合规、精准营销、生产优化等分析算法库和业务模型库；突破多源异构数据融合、可视化辅助决策、交互式数据分析、超多维多目标优化等关键技术不少于 5 项；研发数据驱动的制造企业智能决策系统，具备 PB 级数据处理和分析能力；在典型行业形成 5 套以上行业解决方案。

## **2.20 大型制造企业供应链协同服务平台（共性关键技术类）**

研究方向：针对大型制造企业供应链全局可视化管控不足、无法快速响应市场需求的问题，开展面向多组织、全流程、全价值链的供应链协同模式研究；研究物联网、大数据技术支撑下的客户需求感知与预测、供应链资源动态优化、产销协调库存优化、跨企业敏捷协同、全流程供应链管控等智能供应链协同共性关键技术，构建覆盖市场/生产/物流/服务全过程的供应链大数据全域模型和知识库；研发支持大型制造业供应链协同的业务管控、仿真优化和端到端供应链绩效可视化工具和构件，构建以大型制造企业为核心的智能供应链协同服务平台软件，并进行示范应用。

考核指标：提出支持 6 种以上供应商协同模式，不少于 20 种供应商遴选模型；突破客户需求预测、供应链资源动态

优化、跨企业敏捷协同等不少于 5 类智能供应链关键技术；制定不少于 5 项国家、行业或核心企业标准；研发不少于 10 项支撑软件与工具，形成支持大型制造企业上下游协同的智能供应链模型库和知识库，构建大型制造企业智能供应链协同服务平台，实现自动化采购/定价、库间调拨、补货决策等。

### **2.21 面向制造业价值链的分布式数据空间构建技术与系统（共性关键技术类）**

研究内容：围绕制造业产业链企业群开展网络协同制造的需求，面向制造企业及协作企业群形成的产业价值链，以制造企业产业链协同平台或第三方产业链协同平台为核心，研究制造业产业价值链协同数据模型、数据关联与演化、分布式数据存储与查询、多源异构数据集成、业务流程融合和信息系统互联互通等跨企业云链接、分布式数据空间体系架构以及多价值链协同数据增值服务等技术；探索制造业产业价值链数据管理和服务模式；研究面向制造业产业价值链的数据汇聚、归档、销毁和存储策略等技术与规范；研发面向制造业产业价值链的分布式数据空间；研发数据驱动的多价值链增值服务系统；开展典型行业应用示范。

考核指标：基于制造企业产业链协同平台或第三方产业链协同平台，建立多制造企业及其协作企业群的制造业价值链分布式数据空间，包含不少于 2000 家制造企业及其协作企业群的价值链协同数据；突破分布式数据空间体系架构、跨企业业务流程融合等关键技术不少于 5 项；研发不少于 10 项数据驱动的多价值链增值服务系统；成果在典型行业开展

应用，探索形成制造业价值链数据管理和服务模式。

## **2.22 离散行业网络协同制造支撑平台研发(共性关键技术类)**

研究内容：针对离散行业构建网络协同制造平台、发展工业互联网的重大需求，研究离散行业网络协同制造支撑平台架构；突破多协议转换的设备即插即用链接、跨企业云链接、ERP/MES/PLM/CAX 等典型工业软件接入集成等关键技术；研发支持多种语言与 API 的开发工具，形成应用开发环境；研究工业微服务框架及技术，研发工业知识组件、算法组件、原理模型组件等工业微服务组件库；研究网络协同制造支撑平台标准体系；开发离散行业网络协同制造支撑平台原型系统；在离散行业开展应用示范，建立使能工具提供商、平台开发商、应用开发者、用户的支撑平台生态系统。

考核指标：提出离散行业网络协同制造支撑平台体系架构；突破设备即插即用、跨企业云链接、工业软件接入等关键技术不少于 5 项；形成离散行业网络协同制造支撑平台原型系统，建立不少于 20 个工业微服务组件的组件库；支持工业机器人、AGV 等不少于 50 类装备接入；制定国家标准或行业标准不少于 5 项，核心企业标准不少于 15 项；在离散行业实现应用，建立典型行业网络协同制造生态系统。

## **2.23 面向流程行业支持软件定义的网络协同制造支撑平台研发(共性关键技术类)**

研究内容：研究流程行业网络协同制造支撑平台架构以及软件定义工业控制、工业软测量、性能评估等关键技术；

突破流程行业网络协同制造支撑平台海量/多元数据的分级治理和数字化工厂信息建模、云化工业实时数据库技术、基于知识微服务的开放 APP 开发等关键技术；研发流程行业网络协同制造支撑平台，开发可重用的预制组件库、算法库和图形化组态式 APP 开发平台，支持工具化、模块化和组态化方式快速构建工业智能 APP；构建基于支撑平台的先进控制与优化、生产管理、设备运行、能源管理、安全环保等工业 APP 开发生态系统；在典型流程行业的工业园区/智能工厂网络协同制造平台建设中得到应用验证。

考核指标：提出支持软件定义的流程行业网络协同制造支撑平台架构；研发流程行业网络协同制造支撑平台，开发不少于 20 种工业协议，涵盖多数工业现场设备连接、20 种以上系统接口；开发不少于 20 种工业智能 APP 组态开发组件库、2 种工业大数据应用技术和软件、2 种工业场景人工智能应用算法；开发不少于 30 项支撑石化/化工/建材等典型流程行业的工业智能应用 APP；在不少于 2 个流程工业产业园区及 30 家企业网络协同制造平台建设中应用。

#### **2.24 大数据驱动的仿生制造产品智能化设计技术与系统研发（共性关键技术类）**

研究内容：针对目前仿生制造产品设计功能适应性差、操作繁琐、效率低且其技术被国外垄断等问题，探索仿生制造产品功能化智能设计的新模式；研究离散几何数据的特征匹配及表面融合、混合镜像等关键技术；研发基于专家经验大数据的个性化功能需求产品模型，用户域、功能域、物理

域及过程域的映射关系及评价模型；开发基于大数据分析和自主 3D 内核的仿生制造产品智能化设计系统，在牙科、骨科等医疗健康制品行业开展应用验证。

考核指标：突破基于仿生制造产品模型的数据挖掘等关键技术不少于 4 项，形成大数据驱动的仿生制造产品智能化设计方法；建立基于国人数据的专家基础模板库，收集不少于 1000 套模板；研发基于大数据分析和自主 3D 内核的仿生制造产品智能化设计系统，在牙科、骨科等医疗健康制品行业得到应用，精度与功能满足临床需求，积累病例不少于 10000 例，设计制作效率提高 2 倍，产品成本降低 50%。

### **2.25 基于开放架构的中小企业应用服务平台（共性关键技术类）**

研究内容：结合国家工业互联网百万企业上云的部署，围绕中小企业群专业化的应用服务需求，研究云平台/工业软件/应用 APP 等多场景云服务模式；研究软件定义制造的开放架构、云服务、云边（边缘侧）协同等关键技术；建立模型驱动、大数据和知识融合的应用流程协同与优化模型；选择企业个性化定制、研发设计、制造资源共享、智能加工、售后服务及产业链协同等典型业务中的一种或多种，研发基于开放云架构、一站式集成的中小企业应用服务平台；汇聚第三方技术与资源，构建平台运营服务体系；在航天航空、汽车及零配件或纺织服装等中小企业群开展应用服务。

考核指标：形成基于第三方云平台的中小企业应用服务模式；攻克开放云架构等关键技术；开发不少于 10 种基于



云模式的制造业典型业务软件/应用 APP，研制基于开放云架构、一站式集成的中小企业应用服务平台，形成良性运行的平台运营服务体系；在典型行业开展应用示范，开展平台常态化应用的各类企业不少于 3000 家。

## **2.26 网络协同制造平台功能安全保障关键设备和系统 (共性关键技术类)**

研究内容：研制网络协同制造平台功能安全保障关键设备和系统：研究并设计网络协同制造平台安全保障体系框架、防护模型和整体解决方案，从多个安全维度保障网络协同制造平台的可用性；研制网络协同制造平台信任服务系统，实现功能安全的全面可信可管可控可审计可追溯；研制基于国产密码的网络协同制造平台数据保护系统，保障网络协同制造平台制造大数据的充分可用性和完整性、有效性；研制网络协同制造平台态势感知与安全管理系统，提升网络协同制造平台的健壮性，实现功能安全的全程实时监控和响应。

考核指标：提出网络协同制造平台安全防护模型、安全保障体系框架和安全整体解决方案；研发网络协同制造平台信任服务系统、数据保护系统、态势感知与安全管理系统，实现结构化数据和非结构化数据的全生命周期保护、功能安全全程可控；申请国家发明专利不少于 8 项，研发产品取得商用密码产品和计算机安全产品资质；形成 2 个以上示范应用或典型案例。

## **3. 应用示范**

### **3.1 面向汽车产业集聚区域的网络协同制造集成技术研究 与示范（应用示范类）**

研究内容：面向汽车产业集聚区域，研究区域网络协同制造发展模式；面向区域汽车产业龙头企业，研究大规模定制用户交互、制造全链条动态感知、智能决策运营、基于车联网后市场服务等集成技术，研发智慧企业数据空间，构建智慧企业网络协同制造集成平台，开展应用示范；围绕冲压、焊装、涂装和总装等汽车关键制造工艺，研究工艺参数感知及预测、生产协同优化与控制等集成技术及标准，构建智能工厂管控平台，开展应用示范；面向汽车产业链及其关联产业的企业，研究制造资源自适应共享匹配、生态资源平台聚合优化等技术，构建区域网络协同制造共享云服务平台，建设区域网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：研制智慧企业网络协同制造集成平台 1 个，建设汽车制造智慧企业 1 家，企业资源配置效率提升 30%，新增应用自主可控软件 5 种以上；研发智能工厂管控平台 1 个，建立典型汽车制造智能工厂两类以上，支持 20 种以上工艺数据在线感知，制造执行系统等软件工具实现自主可控，制定国家/行业标准 1 项；开发网络协同制造共享云服务平台 1 个，平台接入并服务的企业 500 家以上。

### **3.2 面向智能家电产业集聚区域的网络协同制造集成技术研究 与示范（应用示范类）**

研究内容：面向智能家电产业集聚区域，研究区域网络协同制造发展模式；围绕智能冰箱、洗衣机、空调等家电制

造过程，研究制造过程工艺感知、多目标动态调度优化等集成技术，构建智能工厂管控平台，开展应用示范；面向区域家电产业龙头企业，研究大规模定制模式下的用户全流程定制交互、智能供应链、智能分析与优化等集成技术，研发智慧企业数据空间，构建智慧企业网络协同制造集成平台，开展应用示范；面向家电产业链及关联产业的企业，研究众创众包协同研发、制造资源共享与智能匹配、生态资源聚合优化配置等技术，构建区域网络协同制造价值链协同服务平台，建设区域网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：研发智能工厂管控平台不少于 1 个，建立典型智能家电制造智能工厂两类以上，支持 20 种以上工艺数据在线感知，制造执行系统等软件工具实现自主可控；研制智慧企业网络协同制造集成平台 1 个，建设智能家电制造智慧企业 1 家，企业资源配置效率提升 30%，新增应用自主可控软件 5 种以上；开发区域网络协同制造价值链协同服务平台 1 个，平台接入并服务的企业不少于 500 家。

### **3.3 面向 3C 制造产业集聚区域的网络协同制造集成技术研究与应用示范（应用示范类）**

研究内容：面向智能终端、电子等 3C 制造产业集聚区域，研究 3C 制造产业链协同制造模式；围绕精密构件成型与加工、电气部件组装等 3C 制造关键工艺，研究多层次系统互联、智能混流生产等集成技术与接口，构建支持大规模定制、混线生产方式的智能工厂管控平台，开展应用示范；

面向区域 3C 制造产业核心企业，研究客户需求挖掘、智能物流、智能决策等集成技术，研发智慧企业数据空间，构建智慧企业网络协同制造集成平台，开展智慧企业应用示范；面向区域 3C 制造产业群中小企业，研究制造数据融合与边缘计算等技术，开发区域网络协同制造服务平台，建设区域网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：研发智能工厂管控平台 1 个，建立典型 3C 制造智能工厂两类以上，支持 20 种以上工艺数据在线感知，制造执行系统等软件工具实现自主可控；研制智慧企业网络协同制造集成平台 1 个，建设智慧企业不少于 1 家，企业资源配置效率提升 30%，新增应用自主可控软件 5 种以上；研发区域网络协同制造服务平台 1 个，平台接入并服务的企业数不少于 500 家。

### **3.4 面向纺织服装产业集聚区域的网络协同制造集成技术与示范（应用示范类）**

研究内容：面向纺织服装产业集聚区域，研究纺织服装产业链协同制造模式；围绕鞋制品、服装关键制造工艺，研究人机协同工艺优化、多产品混线调度、绿色工艺优化等集成技术及标准，构建智能工厂管控平台，开展应用示范；面向区域纺织服装产业龙头或核心企业，研究用户定制协同设计、企业资源空间构建等集成技术，研发智慧企业数据空间，构建智慧企业网络协同制造集成平台，开展应用示范；面向区域纺织服装产业群中小企业，研究大数据与区块链支撑下的服务分包、过程管控、物流供应等集成技术，研发网络协

同制造技术服务平台，建设区域网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：研发智能工厂管控系统 1 个，建立纺织服装制造智能工厂两类以上，支持 20 种以上工艺数据在线感知，制造执行系统等软件工具实现自主可控，制定国家/行业标准 1 项；研制智慧企业网络协同制造集成平台 1 个，建设纺织服装制造智慧企业 1 家，企业资源配置效率提升 30%，新增应用自主可控软件 5 种以上；开发区域网络协同制造技术服务平台 1 个，平台接入并服务的企业不少于 500 家。

### **3.5 面向电气装备产业集聚区域的网络协同制造集成技术研究与应用示范（应用示范类）**

研究内容：面向电气装备产业集聚区域，研究电气装备产业单核多链条资源配置及集团管控模式；围绕发电、输配电等电气装备核心产品生产过程，研究多品种产品协同生产、面向工程总包的生产要素优化配置等集成技术，构建智能工厂管控平台，开展应用示范；面向区域电气装备制造龙头企业，研究集团战略管控、资源动态感知、产品远程诊断与维护等集成技术，研发智慧企业数据空间，构建智慧企业网络协同制造集成平台，开展应用示范；面向电气装备产业链及关联产业的企业，研究制造资源优化配置、互联共享等技术，构建区域网络协同制造资源服务平台，建设区域网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：研发智能工厂管控系统 1 个，建立电气装备制造智能工厂两类以上，支持 20 种以上工艺数据在线感知，

制造执行系统等软件工具实现自主可控；研制智慧企业网络协同制造集成平台 1 个，建设电气装备制造智慧企业 1 家，平台接入发电机组设备 8000 台套以上，企业资源配置效率提升 30%，新增应用自主可控软件 5 种以上；建立区域网络协同制造资源服务平台 1 个，平台接入并服务的企业不少于 1000 家。

### **3.6 面向注塑机和模具产业集聚区域的网络协同制造集成技术与示范（应用示范类）**

研究内容：面向注塑机和模具产业集聚区域，研究区域产业联动的网络协同制造发展模式；围绕注塑机和模具关键制造工艺，研究设备状态动态感知、成型件复合加工工艺优化等集成技术，构建智能工厂管控平台，开展应用示范；面向注塑机产业龙头企业，研究产业链协同研制、远程诊断与智能维护、企业智能决策等集成技术，研发智慧企业数据空间，构建智慧企业网络协同制造集成平台，开展应用示范；面向注塑机和模具产业链及关联产业的企业，研究制造资源优化配置、互联共享等技术，构建区域网络协同制造技术服务平台，建设区域网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：研发智能工厂管控平台不少于 1 个，建立注塑机和模具制造智能工厂各 1 类，支持 20 种以上工艺数据在线感知，制造执行系统等软件工具实现自主可控；研制智慧企业网络协同制造集成平台 1 个，建设注塑机制造智慧企业 1 家，企业资源配置效率提升 30%，新增应用自主可控软

件 5 种以上；建立区域网络协同制造技术服务平台 1 个，平台接入并服务的企业不少于 1000 家。

### **3.7 面向智能印刷包装与缝纫机械制造产业集聚区域的网络协同制造集成技术研究与应用示范（应用示范类）**

研究内容：面向智能印刷包装与缝纫机械制造产业集聚区域，研究区域网络协同制造发展模式；围绕印刷包装与缝纫机械制造关键工艺，研究工艺参数感知及预测、生产协同控制等集成技术，构建智能工厂管控平台，开展应用示范；面向区域印刷包装与缝纫机械产业龙头企业，研究用户定制交互、制造过程全链条动态感知、决策支持等集成技术，研发智慧企业数据空间，构建智慧企业网络协同制造集成平台，开展应用示范；面向印刷、包装、缝纫等机械制造产业及关联产业的企业，研究制造资源共享与智能匹配、生态资源平台聚合优化配置等技术，开发区域网络协同制造技术云服务平台，建设区域网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：研发智能工厂管控系统各 1 个，建立印刷、包装、缝纫机械制造智能工厂两类以上，支持 20 种以上工艺数据在线感知，制造执行系统等软件工具实现自主可控；研制智慧企业网络协同制造集成平台 1 个，建设典型智慧企业 1 家，企业资源配置效率提升 30%，新增应用自主可控软件 5 种以上；开发区域网络协同制造技术云服务平台 1 个，平台接入并服务的企业不少于 300 家。

### **3.8 面向高效精密数控机床产业集聚区域的网络协同制**

## 造集成技术研究与应用示范（应用示范类）

研究内容：面向高效精密数控机床产业集聚区域，研究区域网络协同制造发展模式；围绕零部件成型、加工与装配等精密数控机床关键制造工艺，研究制造工艺参数感知及预测、精度建模及自愈等集成技术，构建智能工厂管控平台，开展应用示范；面向精密数控机床产业龙头或核心企业，研究智能装备互联、协同控制、智能管控决策等集成技术与接口，研发智慧企业数据空间，构建智慧企业网络协同制造集成平台，开展应用示范；面向机床产业链及关联产业的企业，研究产业链制造资源协同、制造服务等集成技术，构建区域网络协同制造服务平台，建设区域网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：研发智能工厂管控平台 1 个，建立高效精密数控机床制造智能工厂两类以上，支持 20 种以上工艺数据在线感知，制造执行系统等软件工具实现自主可控；研制智慧企业网络协同制造集成 1 个，建设精密数控机床制造智慧企业 1 家，企业资源配置效率提升 30%，新增应用自主可控软件 5 种以上；开发区域网络协同制造服务平台 1 个，平台接入并服务的企业不少于 300 家。