

附件 1

“制造基础技术与关键部件”重点专项 2020 年度项目申报指南

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》和《中国制造 2025》等规划，国家重点研发计划启动实施“制造基础技术与关键部件”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，编制 2020 年度项目指南。

本重点专项总体目标是：以高速精密重载智能轴承、高端液压与密封件、高性能齿轮传动及系统、先进传感器、高端仪器仪表以及先进铸造、清洁热处理、表面工程、清洁切削等基础工艺为重点，着力开展基础前沿技术研究，突破一批行业共性关键技术，提升基础保障能力。加强基础数据库、工业性验证平台、核心技术标准研究，为提升关键部件和基础工艺的技术水平奠定坚实基础。

通过本专项的实施，进一步夯实制造技术基础，掌握关键基础件、基础制造工艺、先进传感器和高端仪器仪表的核心技术，提高基础制造技术和关键部件行业的自主创新能力；大幅度提高交通、航空航天、数控机床、盾构设备、农业机械、重型矿山设备、新能源装备等重点领域和重大成套装备自主配套能力，强有力地支撑制造业转型升级。

本重点专项按照产业链部署创新链的要求，从基础前沿技术、共性关键技术、示范应用三个层面，围绕关键基础件、基础制造工艺、先进传感器、高端仪器仪表和基础技术保障五个方向部署实施。专项实施周期为 5 年（2018—2022 年）。

2020 年指南在五个方向，按照基础前沿技术类、共性关键技术类和示范应用类，拟启动 33 个项目，安排国拨经费总概算约 5 亿元。为充分调动社会资源投入制造基础技术与关键部件的技术创新，在配套经费方面，共性关键技术类项目，配套经费与国拨经费比例不低于 1:1；示范应用类项目，配套经费与国拨经费比例不低于 2:1。鼓励产学研团队联合申报，要求由企业牵头申报的项目已在考核指标后明确。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。每个研究方向拟支持项目数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目，每个项目下设课题数不超过 4 个，项目参研单位不超过 6 个；共性关键技术类和示范应用类项目下设课题数不超过 5 个，项目参研单位不超过 10 个。项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评

估结果确定后续支持方式。

1. 基础研究类

1.1 先进轮毂电机轴承单元设计理论与方法

研究内容：研究同步轮毂电机轴承单元设计理论与方法；研究轮毂电机动态载荷传递路径及轴承动静刚度服役性能演变特性；研究轴承单元表面润滑增效与表面创成设计方法；研究轴承单元主动散热系统及热管理方法；研究轴承单元可靠性设计及性能评价。

考核指标：开发轴承单元设计方法及软件 1 套，研制轴承原理样机，研制轮毂电机轴承单元原理样机 1 台，最大扭矩 $\geq 800\text{Nm}$ ，平均温度 $\leq 100^\circ\text{C}$ ；轴承单元设计寿命 $1 \times 10^5\text{km}$ ，运行过程轴承打滑条件下的摩擦系数降低 20% 以上，开展动力热循环耐久性、机械冲击和振动等相关耐久性试验；申请发明专利 ≥ 3 项。

1.2 MEMS 高能量密度电池前沿技术

研究内容：研究硅基 MEMS 薄膜锂离子电池的电化学—力—热多场模型和多层膜材料参数在线提取方法；研究电极与电解质界面原位表征方法和低阻抗、高稳定界面构筑技术；研究高性能电池材料、结构、制备工艺与高可靠性封装技术；研制出硅基 MEMS 薄膜锂离子电池原型，在工业现场无线传感网节点试验验证。

考核指标：多层膜材料参数在线提取结果与实验结果对比误差 $\leq 15\%$ ；电池尺寸 $\leq 2\text{mm} \times 2\text{mm}$ ，能量密度 $\geq 2\text{mWh/cm}^2$ ；循环稳定性 ≥ 5000 次@100%放电；工作温度 $-40^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ ；申请发明

专利 ≥ 3 项。

1.3 光学元件亚表面缺陷原位测量基础理论与方法

研究内容：研究光学元件亚表面缺陷非接触无辐射原位显微测量原理与方法，缺陷测量误差与不确定度评估方法；突破亚表面层叠缺陷分离与定位、缺陷深度定位非线性补偿及动态校正、亚表面损伤评估等关键技术；研制光学元件亚表面缺陷原位测量样机，开展应用验证。

考核指标：可测最大面尺寸 $\geq 1000\text{mm}\times 1000\text{mm}$ ，横向分辨力 $\leq 150\text{nm}$ ，深度定位精度 $\leq 1\mu\text{m}$ ，最大检测深度 $\geq 100\mu\text{m}$ ；缺陷检测识别率 $\geq 90\%$ ；申请发明专利 ≥ 5 项。

2. 共性关键技术类

2.1 高刚度超精密静压轴承关键技术

研究内容：研究静压轴承精准流固耦合与润滑技术；研究高刚度超精密静压轴承结构创新与轴承设计方法；研究高性能静压轴承关键性能测试技术；研究静压轴承支承精密运动部件系统集成方法与性能调控；原理样机在超精密数控机床、精密实验仪器或空间模拟器等高端装备中应用验证。

考核指标：研制出高刚度超精密静压轴承原理样机及其回转精度、工作刚度测试装置，轴承回转精度 $\leq 0.05\mu\text{m}$ ，测量误差 $\leq 0.01\mu\text{m}$ ，工作刚度 $\geq 150\text{N}/\mu\text{m}$ ，测量误差 $\leq 10\text{N}/\mu\text{m}$ ；不同场景样机 ≥ 3 台；申请发明专利数 ≥ 3 项，制定技术规范 ≥ 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.2 高端轴承状态监测与健康管理技术

研究内容：研究轴承监测大数据完备获取与质量保障技术；研究多源信息融合与运行状态动态监测技术；研究轴承故障信息智能表征与多故障模式深度识别技术；研究数模驱动的轴承服役寿命预测与性能评估技术；研发轴承故障诊断系统；在数控机床、风电、水电、轨道交通等至少 2 个典型行业中应用验证。

考核指标：开发轴承远程监控软件 1 套，具备轴承状态监测指标不低于 10 个，具有早期故障预警、智能故障诊断、故障趋势预测、维修决策支持、动态备件管理等功能；软件对于轴承早期故障监测的漏报率和误报率 $\leq 10\%$ ，典型故障确诊率 $\geq 95\%$ 。

有关说明：由企业牵头申报。

2.3 高性能电机绝缘轴承技术

研究内容：研究高性能电机绝缘轴承优化设计方法；研究轴承疲劳磨损与轴电流损伤交互作用机制，以及性能退化损伤机理；研究微米级精度的高密度绝缘涂层技术；研究镀膜工艺、带绝缘涂层轴承套圈加工技术；研究轴承绝缘性能及寿命试验验证技术，开发相关试验装备；研究成果在轨道交通或风力发电机上等应用验证。

考核指标：轴承精度达到 P5 级；交流极限耐压值：50Hz， $\geq 2000\text{V}$ ；涂层最大冲击功 $\geq 5.4\text{J}$ ，工作温度范围： $-40^{\circ}\text{C}\sim+150^{\circ}\text{C}$ ；试验装备满足 50mm~100mm 内径轴承测试要求；轴承试验技术规范 ≥ 3 项，申请发明专利 ≥ 3 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.4 高温高压石化承压密封件性能检测评价关键技术

研究内容：针对高温、高压苛刻环境，研究密封性能演化机制及泄漏模型；研究密封件特征参量表征、性能检测及评价方法；研究典型密封件加速试验方法及寿命预测技术；研制密封件综合性能测试装置。

考核指标：研制出密封件综合性能检测装置，最高工作温度 $\geq 900^{\circ}\text{C}$ ，最高工作压力 $\geq 20\text{MPa}$ ，具备测试热态机械性能、密封性能、吹出性能等；密封件特征参数数据库涵盖密封件类型 ≥ 10 种；申请发明专利 ≥ 3 项，制定标准 ≥ 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.5 高线速度轻量化齿轮传动系统关键技术

研究内容：研究高线速度齿轮传动系统动力学优化技术；研究传动系统正向设计方法、齿轮齿面高性能复合修形方法；研究传动系统油气混合润滑特性与强制润滑技术；研究高强度齿轮材料改性与表面强化技术；研究齿轮箱轻量化关键技术，在航空领域或透平机等重大技术装备应用验证。

考核指标：研制轻量化高速齿轮传动系统，形成设计软件1套，重量较原有系统减轻5%以上，强度较原有系统提升10%以上，高线速度 $\geq 110\text{m/s}$ ，单级传动效率 $\geq 98.5\%$ ；申请发明专利 ≥ 2 项，制定技术标准或规范 ≥ 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.6 高性能小模数齿轮传动设计制造关键技术

研究内容：研究高性能小模数齿轮传动系统正向设计及减振降噪关键技术；研究小模数齿轮高效精密加工工艺；研究粉末冶金齿轮模具设计制造关键技术；研究小模数齿轮检测关键技术；研究小模数齿轮疲劳试验和评价技术，建立小模数齿轮材料疲劳强度基础数据库；在通信、机器人或其他装备中开展应用验证。

考核指标：开发小模数齿轮（模数 $\leq 1\text{mm}$ ）传动系统设计分析软件1套，传动类型 ≥ 3 种；齿轮成型精度不低于国标7级；申请发明专利 ≥ 2 项，制定技术标准或规范 ≥ 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.7 大型钛合金复杂结构件精密铸造技术

研究内容：研究大体积、高纯、高均质钛合金锭的真空感应熔炼控制技术；研究大型钛合金构件熔模精密铸造技术、缺陷形成机理与性能调控方法；研究铸造过程高精度有限元模拟与缺陷和变形预测技术；研究短流程绿色精密铸造技术；在航空航天或航海等领域应用验证。

考核指标：典型钛合金薄壁铸造件轮廓尺寸 $\geq 2000\text{mm}$ ，70%区域的壁厚 $\leq 3\text{mm}$ ，壁厚公差 $\leq \pm 0.5\text{mm}$ ；变形量 $\leq 1.5\text{mm}/1000\text{mm}$ ，关键尺寸精度 $\leq \text{CT}6$ 级；表面粗糙度 $R_a \leq 3.2\mu\text{m}$ ；内部冶金质量达到GJB2896A-2007 I类B级；抗拉强度 $\geq 900\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 8\%$ ；铸锭主元素同锭差 $\leq \pm 0.3\%$ （wt%）；申请发明专利 ≥ 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.8 基础制造热加工工艺数据库

研究内容：研究铸造、锻压、焊接、热处理等多种加工工艺数据获取方法，建立热加工材料—工艺—组织—性能多维度数据信息平台，形成高效工艺采集、管理系统；研发智能化全过程宏观数值模拟与组织性能预测仿真平台，采集、整合工艺设计及计算数据，提供工艺设计数据分析及优化方案；建立基础制造工艺技术数据库，开发基于云服务数据共享平台。

考核指标：仿真平台 1 套；工艺技术数据系统 1 套，数据库的数据子集 ≥ 60 个，数据量 ≥ 100 万条；云服务数据共享平台在机械、汽车或航空等领域应用验证，其中 1 个行业覆盖不少于 2 种制造工艺。

有关说明：由企业牵头申报。

2.9 大面积柔性衬底微纳传感器关键技术

研究内容：研究大面积柔性衬底设计和控调方法；研究有机柔性衬底功能结构图案化工艺，研究衬底上多种金属和介质薄膜一体化微纳集成制造；研究金属基柔性衬底成型技术，金属复合柔性衬底与敏感单元异质集成技术；研制高性能柔性应变、温度和加速度传感器，并在重大技术装备、工业机器人或轴承状态监测应用验证。

考核指标：柔性衬底直径 $\geq 100\text{mm}$ ；金属复合柔性衬底弯曲曲率半径 $\leq 20\text{mm}$ ，热膨胀各向异性比 1~3 可调；有机柔性衬底厚度不均匀性 $\leq 2\%$ ，图案分辨率优于 50nm，弯折可靠性 $\geq 10^6$ 次；

应变灵敏度 $\geq 1.5\text{mV/V}$ ，温度测量误差 $\leq \pm 1.5\%FS$ ，加速度灵敏度 $\geq 100\text{mV/g}$ ；申请发明专利 ≥ 3 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.10 硅基气体敏感薄膜兼容制造关键技术及平台

研究内容：研究硅基 MEMS 气体传感器纳米敏感材料与微加热板的集成工艺；研究薄膜材料热学特性测试技术；研究低功耗、阵列传感器单元加工技术；研究晶圆级传感器芯片封装测试技术；研究气体传感器设计、制造、封装等关键技术，实现应用验证。

考核指标：圆片直径 $\geq 150\text{mm}$ ；传感器持续工作功耗 $\leq 30\text{mW}$ ；在室温环境、1 标准大气压及空气背景下的气体传感器检测下限：硫化氢 $\leq 20\text{ppb}$ ，甲醛 $\leq 70\text{ppb}$ ，氢气 $\leq 50\text{ppm}$ ；申请发明专利 ≥ 3 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.11 硅基 MEMS 压电薄膜关键技术

研究内容：研究高声速高压电系数的掺杂工艺；研究压电薄膜制备工艺和薄膜参数测试技术；研究压电薄膜器件设计及制造技术；研制硅基 MEMS 压电薄膜射频谐振器（FBAR）、滤波器、超声换能器，实现应用验证。

考核指标：压电薄膜厚度至少可达 $2\mu\text{m}$ ，厚度误差 $\leq \pm 0.2\%$ (1σ)，薄膜应力 $\leq 150\text{MPa}$ ；谐振器优值 ($k_t^2 \cdot Q$) ≥ 200 ；滤波器带宽 $\geq 4\%$ 中心频率，插入损耗 $\leq 2.0\text{dB}$ ；超声换能器谐振频率 $\geq 10\text{MHz}$ ，灵敏度 $\geq 10\mu\text{V/Pa}$ ；申请发明专利 ≥ 3 项，制定规范或标准 ≥ 3 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.12 工业微纳传感器可靠性关键技术及平台

研究内容：研究微纳传感器芯片及封装材料和结构的力学、热学及力—电耦合特性等原位测试技术；研究材料特性、工艺参数和器件结构对微纳传感器可靠性的影响；研究微纳传感器典型失效类型和故障分析方法；研究表征微纳传感器典型失效类型的特征测试结构和试验验证技术；研究加速老化试验方法和工业微纳传感器可靠性评价方法。

考核指标：多应力下微纳传感器退化机理模型 ≥ 5 个，可靠性模型误差 $\leq \pm 5\%$ ；测试平台真空高温环境下微结构振动频率分辨率 $\leq 0.1\%$ ，位移分辨率 $\leq 0.05\mu\text{m}$ ，温度分辨率 $\leq 0.1^\circ\text{C}$ ，空间分辨率 $\leq 3\mu\text{m}$ ；制定可靠性评价标准 ≥ 1 项，测试规范 ≥ 1 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.13 液体检测微流控传感器与系统

研究内容：研究液体样本采集、预处理的微流体控制技术；研究基于适配体的高灵敏检测技术；研究微纳尺度热塑材料微流体芯片高速加工技术；研究材料表面功能化处理技术；研究微弱信号的电路处理设计技术；研发智能检测系统，开展环境现场的应用验证。

考核指标：传感系统同时可测化学需氧量、磷酸盐、氨氮、重金属等 8 项以上水质目标物，整机可便携应用，重金属离子检测限 $\leq 0.02\text{mg/mL}$ ；传感系统同时可测生物标志物数量 ≥ 15 种，

蛋白标志物检测限 $\leq 0.1\text{pg/mL}$ ；申请发明专利 ≥ 3 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.14 高性能 MEMS 高温温度传感器关键技术

研究内容：研究薄膜温度传感器结构设计和加工工艺；研究曲面衬底上薄膜材料热电特性、快速响应敏感单元设计技术；研究高温温度传感器设计、制造、测试以及耐腐蚀、抗老化等可靠性关键技术。研制高性能 MEMS 高温温度传感器，并在航空航天、石油化工或钢铁冶金行业应用验证。

考核指标：曲面衬底温度传感器测量范围 $-60^{\circ}\text{C}\sim 1800^{\circ}\text{C}$ ，误差 $\leq \pm 1.5\% \text{FS}$ ，响应时间 $\leq 10\text{ms}$ ；薄膜温度传感器测量范围 $-40^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ ，误差 $\leq \pm 0.4\% \text{FS}$ ($400^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$)，响应时间 $\leq 1\mu\text{s}$ ；申请发明专利 ≥ 3 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.15 高动态过程仪表及其原位校准技术

研究内容：研究生产过程仪表动态测量理论与方法；研究服役工况对仪表动态特性影响规律及动态性能评估方法；研究原位校准及动态测量不确定度评估方法；研制高动态流量、压力、控制阀等仪表及原位校准和性能评估辅助装置，在石化或油气运输等领域试验验证。

考核指标：建立高动态过程仪表动态测量不确定度评估方法；原位动态流量校准上升时间 $\leq 0.5\text{s}$ ，误差 $\leq 5\%$ ；原位动态压力校准频率 $\geq 2500\text{Hz}$ ，误差 $\leq 4\%$ ；高端控制阀压力检测误差 $\leq 0.3\%$ ，

行程检测误差 $\leq 0.3\%$ ；申请发明专利 ≥ 3 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.16 高性能光波探测器核心技术

研究内容：研究长波红外焦平面探测器、紫外光和可见光联合探测器，以及超表面太赫兹反射器的设计及制造方法；研究探测器和反射器性能测试技术及装置；研制高性能长波红外探测器、紫外—可见光探测器和太赫兹光学反射器，在工业探测领域试验验证。

考核指标：红外探测响应波长范围 $10\mu\text{m}\sim 16\mu\text{m}$ ，峰值波长噪声等效温差 $\leq 15\text{mK}$ ，电流谱系统空间分辨率 $\leq 1.0\mu\text{m}$ ；紫外—可见光探测响应波长范围 $0.2\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ ，光响应非均匀性 $\leq \pm 3\%$ ；太赫兹光学反射相位覆盖 $\geq 270^\circ$ ，适用频段范围 $\geq 0.8\text{THz}\sim 1.7\text{THz}$ ；申请发明专利 ≥ 3 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.17 仪器仪表智能运维及性能测试平台

研究内容：研究仪器仪表状态参数动态监测、运行特征智能识别、故障表征、预测性维护等技术，研制仪器仪表智能运维平台；研究仪器仪表性能测试和评定方法、多应力可靠性仿真分析和试验验证、异构数据快速接入等技术，研制工业性试验验证平台，在典型流程行业应用验证。

考核指标：仪器仪表故障漏报率和误报率 $\leq 5\%$ ，产品性能衰减预测精度 $\geq 80\%$ ；平台具备温度、压力、流量、物位等10种以

上典型智能工业仪器仪表性能和功能测试能力；可靠性数据库覆盖 50 种以上仪器仪表，数据量 100 万个以上；申请发明专利 ≥ 2 项，制定国际或国家标准 ≥ 3 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.18 工控系统安全可信关键技术

研究内容：研究可信启动、动态度量 and 关键数据防篡改等工控系统安全可信基础理论与方法；研究云一边一端协同场景下设备、控制、网络、数据、应用等的安全协同机制，建立智能网联安全架构下的工控安全风险评估方法和协同防护策略；在流程工业开展应用验证。

考核指标：建立 1 套面向工控系统主动免疫的可信计算体系架构，覆盖可信计算环境、可信边界和可信网络，实现控制器级可信启动、动态度量及关键数据防篡改；建立云一边一端协同体系下工控安全监测与态势感知方法，支持 5 种以上典型工控设备接入；研发 3 种以上安全可信工业控制设备和系统样机。

有关说明：由企业牵头申报。

3. 示范应用类

3.1 高性能减速器轴承关键技术及工业验证平台

研究内容：研究减速器轴承高精度及长寿命关键技术；研究轴承性能及寿命试验验证技术，开发相关装备；搭建工业性验证平台，开展系列产品的寿命、摩擦力矩、振动、温升等性能试验；在高精度机器人传动、高动态伺服系统等示范应用。

考核指标: RV 减速器轴承精度达到 P4 级, 试验寿命 $\geq 7000\text{h}$; 谐波减速器轴承精度达到 P4 级, 试验寿命 $\geq 8000\text{h}$; 平台具备 80mm~260mm 内径轴承测试能力; 示范应用产品 ≥ 2 类; 申请发明专利 ≥ 3 项, 制定标准或规范 ≥ 2 项。

有关说明: 由企业牵头申报。

3.2 阀口独立控制型大流量液压阀关键技术示范应用

研究内容: 研究阀口独立控制型大流量液压阀构型与控制原理, 研究压力、温度、阀芯位移等状态参数的高精度测量原理与集成化设计制造技术; 研究阀口独立控制系统流量分配、负载适应性控制等技术, 实现阀芯位移闭环及压力流量复合控制, 集成电控与总线通信模块; 在工程机械或矿山设备等重载装备上实现示范应用。

考核指标: 阀口独立控制型液压阀额定流量 $\geq 200\text{L}/\text{min}$, 额定压力 $\geq 35\text{MPa}$, 先导级频响 $\geq 15\text{Hz}$, 压力测量误差 $\leq 0.5\%$, 温度测量误差 $\leq 0.5\%$, 阀芯位移测量误差 $\leq 0.2\%$, 耐久性试验次数 $\geq 1 \times 10^6$ 次, 示范应用装备种类 ≥ 2 类, 申请发明专利 ≥ 3 项。

有关说明: 由企业牵头申报。

3.3 高压重载四象限液压泵关键技术示范应用

研究内容: 研究高压重载四象限液压泵配流原理与机构设计技术; 研究变排量机构高频响高鲁棒性控制技术; 研究脉动抑制与减振降噪设计技术; 研究高功率密度液压泵/马达旋转组件制造工艺和精密装配技术; 研究能量高效回收与释放动态调节技术;

在大型重载工程机械示范应用。

考核指标：高压重载四象限液压泵排量 $\geq 100\text{mL/r}$ ，额定压力 $\geq 35\text{MPa}$ ，响应时间 $\leq 100\text{ms}$ ，能量回收率 $\geq 50\%$ ，寿命 $\geq 8000\text{h}$ ，示范应用企业 ≥ 2 家，申请发明专利 ≥ 3 项。

有关说明：由企业牵头申报。

3.4 多相介质高参数机械密封件关键技术示范应用

研究内容：研究超高转速干气密封气膜稳定性、窄端面槽型结构设计技术、智能监测与试验技术；研究端面密封混相润滑膜膜压特性、影响因素，表面膜改性及混相介质试验技术，在大型石化或海工装备等示范应用。

考核指标：干气密封转速 $\geq 40000\text{r/min}$ ，压力 $\geq 4\text{MPa}$ ，寿命 $\geq 8000\text{h}$ ；密封端面磨损量监测准确度 $\geq 70\%$ ；多相介质端面密封压力 $\geq 15\text{MPa}$ ，寿命 $\geq 10000\text{h}$ ，适用于气体含量 $0\sim 97\%$ ；示范应用装备 ≥ 2 类；申请发明专利 ≥ 4 项，制定技术标准 ≥ 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

3.5 高可靠齿轮箱关键技术示范应用

研究内容：研究能源装备齿轮箱的高可靠性设计方法；研究大功率行星传动功率多分流组合均载技术、高承载齿形设计与优化技术、组合动静压专用轴承新结构；研究齿轮箱试验与健康监测技术；在核电装备或其他能源装备示范应用。

考核指标：齿轮箱额定功率 $\geq 6000\text{kW}$ ，传动效率 $\geq 98\%$ ；示范应用 ≥ 3 套；申请发明专利 ≥ 2 项，制定试验与健康监测相关技

术标准或规范 ≥ 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

3.6 高性能锥齿轮传动关键技术示范应用

研究内容：研究弧齿锥齿轮传动系统动力学优化技术、啮合齿面宏微观主动设计与传动效率提升技术；研究锥齿轮复杂齿面高效切齿和精密磨齿数字化仿真及软件；研究锥齿轮疲劳寿命加速试验关键技术及装备，并在航空或车辆等领域示范应用。

考核指标：开发弧齿锥齿轮设计及加工软件 1 套；弧齿锥齿轮加工精度高于 5 级，传动效率 $\geq 96\%$ ；研制出疲劳寿命试验台 1 套；示范应用企业 ≥ 2 家；申请发明专利 ≥ 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

3.7 模具高效清洁热处理技术示范应用

研究内容：研究模具真空热处理应力和变形演变规律、数值模拟技术；研究模具激光热处理强化和多层物理气相沉积（PVD）强化机理及基础工艺；研究大型汽车覆盖件模具激光强化技术和装备；研究精密模具多元多层 PVD 镀膜技术及装备；在模具制造行业示范应用。

考核指标：大型汽车覆盖件模具激光强化淬硬层深 $\geq 0.5\text{mm}$ ，硬度 $\geq 800\text{HV}$ ；精密模具 PVD 镀膜硬度 $\geq 2500\text{HV}$ ，抗氧化温度 $\geq 1000^\circ\text{C}$ ；装备强化/镀膜硬度的均匀性在 5%以内；模具冲击韧性提高 30%；申请发明专利 ≥ 4 项。

有关说明：由企业牵头申报。

3.8 细长孔零件化学气相沉积涂覆关键技术示范应用

研究内容：研究高温运行合金部件超长超细内孔化学气相沉积（CVD）渗层的催渗机理及动力学；研究高温合金超长超细内孔 CVD 涂覆关键技术与装备；研究涂层工艺对其组织结构、成分、厚度及热应力的影响机制和调控规律；研究涂层的抗高温氧化和热腐蚀性能，建立性能评价方法和技术标准；在航空发动机或燃气轮机等重点部件示范应用。

考核指标：高温合金 CVD 涂覆装备温度范围 $700^{\circ}\text{C}\sim 1050^{\circ}\text{C}$ ，压力范围 $5\times 10^2\text{Pa}\sim 9\times 10^4\text{Pa}$ ；部件涂层厚度 $\geq 10\mu\text{m}$ ，涂层连续均匀，应涂覆区域的涂覆率 $\geq 95\%$ ，在 2 家以上企业完成三类典型零部件涂覆的示范应用；申请发明专利 ≥ 3 项，制定技术标准或规范 ≥ 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

3.9 清洁切削成套技术与示范应用

研究内容：研究集成高速干切削成套工艺、装备、刀具及智能化支持系统；研究微量润滑装置、低噪音智能喷嘴、低成本环保可降解润滑油品以及与机床系统集成的微量润滑切削成套技术；开发新型水溶性切削液配方，研究新型水溶性切削液的添加剂合成及清洁生产、使用工艺、可持续性回收再利用的成套技术；在航空航天或汽车等领域示范应用。

考核指标：微量润滑机床周边悬浮颗粒物浓度小于 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ ；制备出两种以上切削液，其使用寿命在抗劣化技术协同下，达到 2

年以上；切削液无害化回收处理能力：切削液回收率 $\geq 90\%$ ，杂质及微生物去除率 $\geq 99\%$ ，浓度及 PH 值保持率 $\geq 95\%$ ，杀菌率 $\geq 99.99\%$ ；在 3 家以上企业完成批量典型零部件清洁切削工艺的示范应用；申请发明专利 ≥ 3 项，制定技术标准或规范 ≥ 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

3.10 大型复杂高光零部件三维测量技术示范应用

研究内容：研究复杂高光零部件高速高精度三维测量方法；研究大尺寸弱纹理点云拼接、大尺寸小加工余量分析与优化、视觉辅助装夹与定位等技术；研制高速投射器件、三维测量和余量分析软件及工程化样机；在航空航天和汽车制造领域示范应用。

考核指标：复杂半透明/多次反光型面三维点云数据完整率 $\geq 99\%$ ；单视场测量时间 $\leq 1s$ ，单视场数据点数 ≥ 200 万点，三维坐标测量不确定度优于 $0.08mm@4m\times 2m\times 0.5m$ ，测量时间 $\leq 1h@4m\times 2m\times 0.5m$ ；具备虚拟划线和指导装夹定位能力；示范应用零部件 ≥ 2 类；申请发明专利 ≥ 5 项，制定技术标准 ≥ 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

3.11 高转速叶片在线故障监测与诊断技术示范应用

研究内容：研究重大装备高转速叶片典型故障表征、预测性维护模型、寿命预测等关键技术；研发传感器、信号处理与虚拟测量模块；研制叶片高转速的重大装备在线智能运维分析系统；在汽轮机或燃气轮机等重大装备示范应用。

考核指标：多型传感器响应带宽范围 $200kHz\sim 10MHz$ ，最高

耐温 1300℃；振动位移测量精度 $\leq 10\mu\text{m}$ ，振动频率测量精度 $\leq 1\text{Hz}$ ；间隙测量精度 $\leq 1\%$ ；叶片故障预判准确率 $\geq 90\%$ ，寿命预测准确率 $\geq 80\%$ ，形成涵盖裂纹、碰摩、冲击等 5 种以上故障模型的数据库；示范应用装备 ≥ 2 类；申请发明专利 ≥ 3 项，制定标准或规范 ≥ 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

3.12 智能控制设备安全一体化关键技术示范应用

研究内容：研究智能控制设备功能安全和信息安全一体化基础理论和方法；研究控制器安全和非安信道隔离通信协议、安全一体化控制与组态等技术；研究智能控制安全一体化风险评估建模、安全功能执行有效性和时效性测试等技术；研制安全一体化控制器，开发安全一体化测试工具和测试验证系统；在典型危险流程工业示范应用。

考核指标：安全控制器的功能安全完整性达到 SIL3 级，信息安全达到 SL2 级；系统整体诊断覆盖率 $\geq 90\%$ ，IO 单通道诊断覆盖率 $\geq 99\%$ ；支持安全和非安全输入输出模块，千兆以太网 IO 安全总线，以及工业互联网无线接入控制和通信加密；示范应用控制设备 ≥ 2 类；申请发明专利 ≥ 2 项，制定标准或规范 ≥ 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

附件 2

“网络协同制造和智能工厂”重点专项 2020 年度项目申报指南

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 2020 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 类任务以及基础支撑技术、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）。

2020 年，拟围绕制造业核心工业软件、智能工厂共性核心技术及解决方案、企业网络协同制造平台、区域产业集成技术和应用示范以及基础前沿理论等任务，按照基础研究类、共性关键技术类、应用示范类三个层次，启动不少于 66 个项目，拟安排国拨经费总概算约 7 亿元。应用示范类项目鼓励充分发挥行业/地方和市场作用，强化产学研用紧密结合，配套经费与国拨经费比例不低于 2:1。共性关键技术类项目，自筹经费与国拨经费比例应达到 1:1 以上。

项目申报统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向进行。除特殊说明外，拟支持项目数均为 1~2 项。项目实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容须涵盖该二级标题下指南所列的全部考核指标。基础研究类项目下设课题数不超过 4 个，参加单位总数不超过 6 家；其他类项目下设课题数不超过 5 个，参加单位总数不超过 10 家。项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

指南中“拟支持项目数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的

情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 基础研究

1.1 工业互联网业务过程智能基础理论

研究内容：针对工业互联网业务过程智能基础问题，研究业务过程行为智能聚合与优化理论；研究生产要素时空配置服务与供应链集成机制；研究跨域业务过程管理的数据可信保障技术；研究业务过程挖掘与持续改进理论；研发工业互联网业务过程智能软件工具集。

考核指标：研制 1 种工业互联网业务过程智能综合建模语言，发明 1 套支持跨域业务过程数据可信传递机制，发布支持复杂过程模型挖掘算法 10 个以上，在典型工业互联网行业开展验证；获得软件著作权 ≥ 5 件，申请发明专利 ≥ 3 项。

1.2 制造企业数据空间设计理论与方法

研究内容：面向制造企业研发设计、生产制造、经营管理、销售服务等全流程和全产业链，围绕制造数据生成、汇聚、存储、归档、分析、使用和销毁等全过程，研究面向制造企业的制造大数据体系架构，异构数据采集技术，企业价值链活动全过程/产品全生命周期的数据建模、关联、因果、集成、演化等方法和技术；研究数据空间管理引擎设计方法和管理系统架构、要素/流程/逻辑的语义表示方法和技术；研究基于数据空间的因果推断、知识发

掘、学习决策和智能服务等方法及技术。

考核指标：建立面向制造企业的数据空间设计理论，形成企业数据生成、汇聚、存储、归档、分析、使用和销毁全过程的制造大数据体系架构。提出制造企业的数据空间管理引擎设计方法和技术，设计异构数据获取机制，开发数据空间管理及因果推断、知识发掘、学习决策和智能服务的软件构件不少于 10 个，并在典型核心制造企业得到验证。获得软件著作权 ≥ 5 件，申请发明专利 ≥ 5 项。

1.3 制造业多价值链协同数据空间设计理论与方法

研究内容：面向制造企业及协作企业群形成的产业价值链，针对基于第三方平台构建的多价值链协同体系，研究价值链活动数据生成、汇聚、存储、管理、分析、使用和销毁全过程的价值链协同数据体系架构，供应/营销/服务价值链活动全过程的数据建模、快速索引、关联表示、全链搜索、集成演化等方法和技术；研究多价值链协同数据空间管理引擎设计方法、管理系统组成模型与架构；研究价值链服务引擎，基于数据空间的知识发掘和服务方法及技术。

考核指标：建立制造业多价值链协同数据空间设计理论，形成数据生成、汇聚、存储、归档、分析、使用和销毁全过程的价值链协同数据体系架构。提出多价值链协同数据空间管理引擎设计方法和技术，开发数据空间管理及知识发掘和服务软件构件不少于 10 个，并在具有规模数据的典型第三方价值链协同平台得到

验证。获得软件著作权 ≥ 5 件，申请发明专利 ≥ 5 项。

1.4 制造大数据价值理论与方法

研究内容：面向制造业研发设计、生产制造、经营管理和销售服务等全流程以及供应、营销和服务等全价值链，研究制造大数据的价值发现理论，建立数据资源登记、数据确权与溯源、数据质量鉴定、数据价值评估、数据定价、数据资产化管理等方法；研究制造大数据价值交换理论，构建基于区块链的跨企业多类型数据资产的统一表达、可靠存储、可信认证、发布与跨链交互协议等方法；研究制造大数据价值链服务理论，形成数据多方交易机制、多数据价值链协同、数据共享信任与合作机制、数据目录管理体系、数据访问安全管控与隐私保护、数据智能应用与收益分成等方法。研发制造大数据价值管理原型系统，实现制造大数据资产汇聚、管理、交换、共享与智能应用服务，并形成典型解决方案。

考核指标：建立典型制造大数据价值理论，形成基于时效规则的数据质量鉴定、基于跨链的数据资产并行交换、基于多方数据融合学习的增值服务架构等关键方法与技术，探索制造大数据资产化管理和共享服务模式。开发制造大数据价值发现/价值交换/价值链服务软件构件不少于10个，形成1套基于区块链的制造大数据价值管理原型系统，在具有规模数据的平台得到应用验证，形成典型解决方案。出版专著不少于1部，获得软件著作权 ≥ 5 件，申请发明专利 ≥ 5 项。

1.5 面向产品全生命周期及闭环反馈的信息物理系统融合理论

研究内容：针对复杂装备设计与加工制造复杂、运营维护困难等问题，研究基于模型驱动的数字样机与数字孪生基本理论，构建贯穿产品设计、制造与运营的全周期、全要素数字孪生模型。研究涵盖几何信息、物理属性、工艺需求等特征的数字样机建模理论及其生成式设计方法，研究基于模型仿真、历史版本、测试信息等多元数据的制造过程数字孪生模型构建方法，研究融合知识图谱与计算智能的产品优化设计与仿真评价技术，研究设计/制造/运营等环节的海量异构数据集成、融合与关联映射技术，研究基于全机数字孪生模型的状态评估、故障预测、设计闭环迭代优化技术，研发装备全生命周期数字孪生平台原型，在电力、工程机械、轨道交通等领域的典型复杂产品开展应用验证。

考核指标：提出一套面向产品全生命周期及闭环反馈的信息物理系统融合理论，突破复杂装备的多源物理特性表征、异构数据融合、深度关联关系发现、数据模型关联等核心关键技术 10 项以上。建立复杂装备全机的数字孪生模型，研发一套装备全生命周期数字孪生平台原型，并在电力、工程机械、轨道交通等领域的典型复杂产品开展应用验证，构建闭环优化体系，实现年 15% 的优化迭代率。获得软件著作权 ≥ 5 件，申请发明专利 ≥ 5 项。

1.6 产品设计/制造/服务一体化系统建模理论

研究内容：针对产品全生命周期缺乏一体化模型支撑和全流程闭环反馈导致的跨域协同困难、产品质量提升不足、运维服务

保障不足等问题，研究基于模型的产品全周期/多领域/全要素的闭环反馈系统设计方法；研究跨域协同模型描述规范、模型与数据线索在需求定义/设计/制造/服务等全价值链协同中的透明传递/关联集成/交互反馈技术，建立产品设计/制造/服务一体化的多域弱耦合建模语言；研制基于统一建模语言的智能协同软件系统原型，实现模型驱动的产品全生命周期协同，选择轨道交通、航空航天、海洋装备等领域的典型复杂产品开展原理验证。

考核指标：提出一套产品设计/制造/服务一体化系统建模理论，开发支持多领域协同的建模语言与互联规范；研制基于统一建模语言的智能协同软件系统原型，实现设计/制造/服务模型的一体化，支撑服务对设计制造的闭环反馈，典型产品在需求分析/设计仿真/生产制造/试验验证/运维服务过程中 70% 以上的需求实现基于模型的追溯和反馈，获得软件著作权 ≥ 5 件，申请发明专利 ≥ 5 项。

1.7 产品与供应链同步演进的变更控制体系及方法研究

研究内容：针对参与协同制造的供应链企业间存在语义、概念、方案、系统等层面的差异，构建面向产品与供应链同步演进的产品设计知识图谱；研究并提出面向产品与供应链同步演进的产品设计方法框架；研究产品对所引入变更的适应度评估模型及系统，揭示变更效应传播对产品服务性能的影响机制；研究面向产品设计演进的供应链协同行为建模及分析方法，提供面向多目标约束的供应链协同行为表现评估及预测，揭示变更效应传播对

供应链架构的影响机制；研究基于多源数据驱动的变更效应传播分析及预测方法，构建变更效应传播动力学模型，研制变更效应传播多智能体仿真系统和变更效应传播数据可视化系统，提供变更控制方案评估辅助决策。

考核指标：建立面向产品与供应链同步演进的产品设计知识图谱，提出基于产品与供应链同步演进的产品设计方法框架、变更效应传播动力学模型、变更效应传播分析及预测方法，阐述变更效应传播对产品服务性能和供应链架构的影响机制，形成面向协同制造的变更控制基础理论和核心分析方法；开发变更效应传播多智能体仿真原型系统 1 套、变更效应传播数据可视化及展示原型系统 1 套，提供变更控制方案评估辅助决策应用。获得软件著作权 ≥ 5 件，申请发明专利 ≥ 5 项，制定国家、行业/联盟或企业标准 ≥ 2 项。

1.8 优化驱动的设计分析一体化技术

研究内容：针对复杂零件设计中 CAD、CAE 与优化相互独立、集成度低的问题，研究结构几何模型、仿真模型和优化模型相统一的描述方法，考虑结构功能与承载性能，研究模型/仿真联合驱动的结构优化设计方法；研究多目标、多工况、多材料宏观结构优化设计方法，包括可制造性约束表达、刚度与强度优化设计、特征值与频率响应优化设计以及静、动力学多目标优化设计等关键技术；研究特定物理场下的材料等效性能计算方法，研究具有特定力学/热学/声学性能的超材料优化设计方法；研究结构/材料/

工艺一体化设计方法，包括跨尺度结构统一模型的构建、梯度微结构的形状插值及连接控制、宏微多级构型的性能计算等。形成面向宏观结构、超材料、结构/材料/工艺一体化设计标准规范，搭建可供工程化应用的设计分析一体化技术体系。

考核指标：建立结构几何、仿真和优化统一模型及实现方法，实现典型宏观结构、超材料优化设计方法，突破结构/材料/工艺一体化设计技术，实现典型零件结构功能提升 20%以上、一体化设计效率提升 20%以上；实现设计、仿真与优化的融合，同源数据，共生验证；实现在航空、航天、兵器等领域的应用验证。获得软件著作权 ≥ 5 件，申请发明专利 ≥ 5 项。

1.9 基于数字孪生的智能生产过程精确建模理论与方法

研究内容：研究基于数字孪生和实体数据交互的智能生产系统全要素的精确建模理论与方法。研究基于现场实时数据的生产系统参数与状态辨识技术，研究基于知识的制造要素抽象定义和数字模型化表征方法，建立制造系统组件、运行场景、典型工艺的模型，建立生产过程的数字化双胞胎模型；研究基于生产过程实时数据交互的制造过程数字孪生体功能迭代方法，开发基于精确数字孪生体模型的制造过程全要素协同仿真与虚拟构建技术，实现制造过程的精确建模。

考核指标：提出支持智能生产线全要素数字孪生精确建模理论方法；构建典型行业智能工厂数字化模型库和知识库，包含不少于 100 种生产制造数字孪生组件模型库；研制生产线数字孪生

协同仿真、语义化编程与组态以及虚拟构建软件 1 套，获得软件著作权 ≥ 5 件，申请发明专利 ≥ 5 项，撰写专著 1 部；开展离散、流程等 2 类行业的典型生产过程原理应用验证。

1.10 数据/模型混合驱动的生产线自主智能协同基础理论

研究内容：研究智联生产线人机物认知协同机理，提出数据/模型混合驱动的智联生产线自主智能协同控制与优化理论方法，攻克数据、模型耦合不足和强扰动条件下的协同认知、推理决策与自主控制等核心关键技术；研究数据/模型混合驱动下的生产线人机物自主认知协同机理，研究残缺数据与不精确模型的智能解析；数据/模型混合驱动的协同预测、决策和自主控制，构建具备领域知识迁移学习能力的生产制造过程资源协同智能决策优化方法。

考核指标：形成数据/模型混合驱动的人机物智联生产线认知制造系统创新性理论体系架构，提出协同认知与交互、自主协同控制与优化决策的理论方法；构建生产线自主智能协同效能评估与验证系统 1 套；在汽车、电子、家电等 3 类以上行业开展应用原理验证，在数据、模型不完整和非合作对抗环境下，自主智能协同任务完成率提高 30%以上；获得软件著作权 ≥ 5 件，申请发明专利 ≥ 5 项，撰写专著 1 部，形成标准 3 项以上。

1.11 基于 5G 的工业互联网信息安全技术

研究内容：研究基于 5G 通信技术工业互联网制造系统的安全威胁来源及其种类，建立制造系统工业互联网有线和无线网络混合系统的信息安全防护模型；研究基于 5G 工业网络的制造系统信

息安全指标体系；研发基于 5G 工业网络制造系统典型行业应用的原型系统；对 5G 工业网络智能制造系统的信息安全指标进行测试和评价；建立基于 5G 技术的智能制造系统的信息安全知识库。

考核指标：揭示基于 5G 的工业互联网智能制造系统脆的弱性机理；建立智能制造系统信息安全防护模型，提出 15 项以上危险和威胁识别、风险分析、防御防护、监视检测和恢复等新原理、新技术和新方法；构建 1 个基于 5G 工业网络制造系统典型行业应用的原型系统，能够实现对现场控制、生产线监控和车间管理等三类系统安全性能进行测试、分析和验证；获得软件著作权 ≥ 5 件，申请发明专利 ≥ 5 项，撰写专著 2 部，制定国家、行业或核心企业标准 1 项。

1.12 工业现场无线控制系统架构和设计方法

研究内容：研究工业无线实时数据采集与可靠传输技术，研究 5G 接入场景下、多种无线网络共存的全流程数据获取方法，构建无线泛在感知/控制车间现场网络架构；研究复杂现场环境下，异构无线网络融合抗干扰技术、多网无线感知数据聚合估计模型，开发嵌入式融合感知终端；研究邻居节点感知能力与网络拓扑动态变化关系，开发工业现场大规模无线节点自动部署算法，实现有线网、无线网高效融合传输。

考核指标：研发面向高速工业现场数据采集设备，可以针对至少 20 种采集数据节点进行网络自适应优化配置；研发工业无线物联成套设备和解决方案，网络节点数不少于 100 个，数据传输时延

不超过 10ms，实现 20 种以上的工业设备和 3 种以上工业软件的互联与互操作应用；实现有线/无线协议的融合，支持现场总线数量不少于 5 种，无线协议不少于 5 种；形成自主可控的现场级无线通讯协议与标准，撰写专著 1 部，获得软件著作权 ≥ 5 件，申请发明专利 ≥ 5 项；制定国家、行业或核心企业标准不少于 5 项。

1.13 5G-TSN 网络实时传输基础理论与关键技术

研究内容：研究 5G-TSN 网络实时传输理论，提出 5G-TSN 资源建模与描述方法；研究 5G URLLC 在典型实时、可靠的工业应用中的时间同步、高可靠桥接、QoS 管理、本地部署等关键技术；研究 5G URLLC 与 TSN 协同融合的实时调度机制，保证物料传输、巡检中的定位导航、图像传输等工业应用异构数据的实时性、可靠性、同步性。

考核指标：完成 5G-TSN 网络实时传输理论方法，开发 3 套以上适应车间联网的基于 IPv6 和 5G 通信的工业全互联新型网关，实现应用原理部署，达到跨 5G-TSN 网络传输时延小于 1ms，传输可靠性达到 99.99%，时钟同步精度小于 100ns；结合物料传输、巡检典型工业应用，构建 5G-TSN 网络实验验证平台 1 套，获得软件著作权 ≥ 5 件，申请发明专利 ≥ 5 项，撰写专著 1 本。

2. 共性关键技术

2.1 三维 CAD 几何引擎开发

研究内容：研究三维 CAD 几何引擎软件内核的开放架构；研究基于国际标准的三维 CAD 几何引擎数据结构；研究曲线和曲面

设计和高精度拟合等几何算法，以及算法质量自动评判机制；研究高精度三维数字模型重建技术；开发三维 CAD 几何引擎。

考核指标：建设三维 CAD 几何引擎研发平台，支持共同研发单位数 ≥ 10 。对于拓扑变化的参数化造型，在提升拓扑元素辨识正确率的同时，辨识时间 ≤ 1 秒（50 个操作以内）。B 样条曲线和曲面拟合精度提高 30%，计算时间减少 25%。与点距最小化（Point Distance Minimization）方法相比，拟合网格曲面的 B 样条可展曲面可展性最大夹角小于 1 度。基于消费级深度相机的实时动态三维重建误差小于 2 毫米。

有关说明：由企业牵头申报。

2.2 三维 CAD 软件技术规范与评测

研究内容：研究三维 CAD 软件测试技术、测试标准，形成三维 CAD 软件产品评测技术体系与评测规范；研发国产三维 CAD 软件评测的支撑软件工具；开展国产三维 CAD 软件产品的源代码、功能、性能、安全性等方面的评测，形成评测报告。

考核指标：形成 1 套三维 CAD 软件产品的评测体系、评测规范和支撑软件工具，建立 1 套三维 CAD 软件测试环境。完成国产三维 CAD 软件产品的量化评测工作，并对每个国产三维 CAD 软件产品形成评测报告，要求涵盖国产三维 CAD 软件产品的功能指标和性能指标，完成相关三维 CAD 软件的源代码安全性测试报告。

有关说明：由企业牵头申报。

2.3 通用三维 CAD 系统软件产品

研究内容：突破面向工业设计的大体量模型设计、高品质曲面建模等核心技术；研究面向大模型参数化设计的增量式备份机制及快速回滚技术、面向大装配的主骨架模型分层设计与优化技术、多核多线程的并行化等关键技术，形成配套算法工具包和模型库；研发支撑大体量、大装配设计等具体场景的三维 CAD 系统软件，并在典型行业应用验证。

考核指标：突破 5 项以上大体量模型设计、高品质曲面建模等核心技术，研发 1 套支持通用三维 CAD 系统软件，实现不低于 4000 万三角面片、帧数不低于 30 帧的实时渲染能力、不低于 10 万零件数量的模型编辑能力；申请发明专利不少于 10 项，制定国家、行业或核心企业标准 2 项；在航天、机械、模具、电子等不少于 5 个行业得到应用，市场销售 10000 套以上。

有关说明：由企业牵头申报。

2.4 支持协同研发的云架构 CAD 系统

研究内容：研究支持协同研发的云化 CAD 系统架构；研究高品质曲面建模、容差建模技术；研究云架构 CAD 模型可视化技术；研究大数据驱动的三维智能检索技术；研发新一代基于云架构的自主三维 CAD 系统；在航天、通用机械、消费品等行业应用，显著提高国产工业软件的技术水平和我国制造业的自主创新能力，并确保工业软件的安全可控。

考核指标：研发自主知识产权支持协同研发的云架构 CAD 系

统；曲面建模能够实现 G1、G2 连续，容差建模方面能够支持主流 CAD 软件如 CATIA、NX 的模型，并能够流畅进行剪裁、布尔运算等操作；能够支持 10 万零件、亿级面片以上装配的可视化；能够支持基于图片、STL 模型等方式的三维模型搜索；支持 1000 人以上同时在线设计；在 2 个以上行业开展应用，显著提升产品设计效率。

有关说明：由企业牵头申报。

2.5 流程行业配方产品数字化辅助设计软件

研究内容：研究流程行业配方产品数字化设计的物化机理、规律表征、协同设计方法，形成完整的数字化设计技术方法体系；攻克原料数字化、质量性能仿真评估、计算机辅助配方设计、工艺优化、品质快速检测与控制等核心关键技术，研发形成配套算法工具包和模型库；研发流程行业配方产品数字化辅助设计系统软件，选择行业典型企业进行应用验证。

考核指标：建立至少 2 个领域配方产品的数字化辅助设计技术体系，形成算法包和模型库 1 套；研发形成协同、智能的配方产品数字化辅助设计系统 1 套，申请发明专利不少于 10 项，总体技术达到国际领先水平；在至少 2 个领域的大型企业完成应用验证，提升新产品研发效率 50%以上，降低产品研发与维护成本在 30%以上。

有关说明：由企业牵头申报。

2.6 复杂工业装备结构拓扑优化核心算法与软件

研究内容：研究复杂工业装备结构拓扑优化新型数值算法、

显式几何优化设计方法；研究结构拓扑优化参数化模型驱动技术、支持结构尺寸/形状/拓扑多类型设计变量的高效灵敏度分析技术；研究开放式结构拓扑优化软件体系架构、软件动态组装机制；开发复杂工业装备结构拓扑优化核心算法与软件，面向重点行业开展应用验证，建立基于互联网的结构拓扑优化技术研发与应用的协同创新生态。

考核指标：突破传统结构拓扑优化计算复杂性和效率瓶颈，相同结果分辨率下典型大规模算例计算效率提升 40%以上；开发自主知识产权结构拓扑优化软件系统 1 套，主要功能与国际同类软件系统相当；软件平台支持 100 个以上计算插件动态装配与运行；建立 1 个基于互联网的开源/共享的结构拓扑优化研发社区；完成 5 个以上行业典型应用案例。

有关说明：由企业牵头申报。

2.7 面向复杂装备的 CAE 云服务平台研发

研究内容：研究全链路（前处理/数值求解/后处理）CAE 软件多模块融合模型，多相多态、多模式、非连续介质的自动化软件耦合方法；研究面向复杂装备、跨域异构环境下的资源调度方法，支撑自适应计算耦合策略；研究跨域异构计算集群的 CAE 软件快速求解技术、软件构件化技术，建立体系化的开源构件库；研究基于容器的服务微化方法，建立 CAE 软件模块微服务体系，构建面向用户的个性化自主开发云服务环境，支撑复杂装备 CAE 的自由开发生态，在盾构、高铁等典型行业进行应用验证。

考核指标：研制面向复杂装备的全链路 CAE 云服务平台，优化跨域异构集群计算效能，具备启发式多模式耦合机制；建立面向复杂装备特殊环境的 CAE 软件套件，核心软件构件不少于 60 个；研究开源化第三方开发环境，支持高效的定制开发，培育第三方开发生态，贡献实体不少于 1000 家；在盾构等复杂边界条件的装备行业应用验证；申请发明专利或登记软件著作权不少于 20 项，形成开发标准不少于 1 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.8 跨区动态作业装备集群协同运维技术与软件

研究内容：研究跨区动态作业装备集群协同运维模式；研究时空约束的装备集群作业管理技术，跨区动态作业路径规划与任务优化技术；研究数据驱动的多层级运维服务网络规划技术，服务资源动态优化技术；研究跨区动态作业与运维服务的协同优化技术，大数据驱动的备件精准预测技术；开发跨区动态作业装备集群协同运维算法与支撑软件，并在典型行业进行应用验证。

考核指标：提出不少于 3 种跨区动态作业装备集群协同运维模式，突破 5 项以上跨区动态作业装备集群协同运维关键技术，构建动静结合式资源节点布局服务网络，开发 1 套跨区动态作业装备集群协同运维支撑软件；与项目成果应用前相比，服务资源利用率提高 30%以上、运维成本降低 30%以上；申请发明专利或登记软件著作权不少于 5 项，在农机装备行业实现不少于 10000 台在役装备协同运维应用验证。

有关说明：由企业牵头申报。

2.9 高安全装备智能运维服务支撑软件

研究内容：研究高安全装备跨设计/建造阶段装备可靠性知识综合与提取方法，大规模高通量多模态工况接入技术；研究装备健康评估与寿命预测高置信度算法、高安全装备运维成本控制与大修工程风险预测评估技术、多维度数字化检修规划技术、高安全装备远程运维与排故仿真训练技术；建立高安全装备可靠运行的核心模型与算法库；研发高安全装备智能运维服务支撑系统软件、开发核心算法库与软构件，选择典型企业进行应用验证，提升高安全装备运维效率与精准运维能力。

考核指标：开发高安全装备智能运维服务支撑软件，支持大规模高通量工况接入，支持 10 万测点规模，减少运营准备时间 30%，缩短单台装备维修工期 10%，降低装备全生命周期运维成本 20%。在我国核电、化工等高安全领域装备进行应用验证。

有关说明：由企业牵头申报。

2.10 大型旋转机组健康管理系统软件

研究内容：研究大型旋转机组作业与运维服务的协同优化理论、整机及关键核心部件早期征兆故障预测技术；研究全寿命全系统多维数据优化治理技术、基于机器学习/深度学习健康定量评价方法；研究作业任务约束下的群体维修决策协同优化技术、全系统耦合的整机与部件协同优化技术、建立价值导向与数据驱动的群体维修决策技术体系；开发旋转机组通用类故障预诊与健康

评估等模型与算法，研发大型装备旋转机组健康管理软件，并开展行业示范应用。

考核指标：突破不少于 5 项大型旋转机组健康管理核心技术，开发 1 套大型旋转机组健康管理软件，提出至少 10 个健康预测算法模型、10 个以上故障指示标尺，在航空发动机、燃气轮机等军民领域实现 3000 台套以上的大型旋转机组健康管理示范应用，制定国家、行业和企业标准 5 项以上。

有关说明：由企业牵头申报。

2.11 工程机械能耗分析与优化控制软件

研究内容：研究揭示工程机械发动机、泵及负载联合运行特性，突破工程机械设备节能匹配优化整定与分析的核心技术，研究工程机械节能优化策略、装备运行状态数据采集与可视化分析等关键技术，开发工程机械设备节能匹配优化整定与分析系统软件，并在挖掘机、泵车等工程机械进行系统验证。

考核指标：突破 5 项以上工程机械设备节能匹配优化整定与分析的核心技术，开发 1 套工程机械能耗分析与优化控制软件，提出至少 5 项核心控制优化算法模型，实现对现有设备节能提升 3%~5%，在 5 家以上的企业中得到示范应用，制定国家、行业和企业标准 5 项以上。

有关说明：由企业牵头申报。

2.12 制造大数据分析关键技术与算法

研究内容：研究智慧企业设计资源、管理流程、制造过程、

制造服务的大数据分析方法与关联挖掘方法，形成制造企业跨时空尺度制造数据耦合与分析机制；研制全类型制造大数据智能分析算法，开发面向个性化、服务化和智能化等模式的企业制造大数据分析算法库；研制制造大数据的设计、制造、服务和管理的可视化分析系统；构建流程行业和离散行业的典型数据集，形成行业解决方案。

考核指标：开发不少于 50 种算法的智慧企业制造大数据分析算法库；研制具有个性化、服务化和智能化等模式的制造大数据原型平台，提供企业制造大数据分析算法库。研发流程行业和离散行业的典型行业验证数据集，提供流程行业智能化或离散行业个性化的制造大数据解决方案；出版专著 1 部及以上，申请发明专利或取得著作权不少于 10 项，制定 1 项及以上国家、行业或核心企业相关标准。

有关说明：由企业牵头申报。

2.13 制造过程质量大数据分析平台软件

研究内容：围绕产品质量提升的需求，研究涵盖产品设计数据、工艺信息、生产制造过程数据、产品检测数据等产品质量大数据的模型及管理方法；研究制造过程质量控制与优化、高精度质量在线监测与预测、基于数据循证的质量问题溯源等关键技术；研究质量大数据驱动的产品创新设计与工艺优化方法；开发制造过程质量大数据分析的核心算法与工具软件，构建制造过程质量大数据分析平台；在航空、航天、汽车、轨道交通等典型行业开

展应用示范。

考核指标：攻克制造过程质量预测、控制与优化、质量问题溯源等 5 项关键技术，提供质量大数据处理关键核心模型及算法不少于 5 种，研发的制造过程质量大数据分析平台处理质量相关信息的数据承载能力 > 1T，质量预测精度高于 80%，通过产品制造过程质量控制与优化降低产品缺陷率 30% 以上。申请发明专利不少于 10 项，形成 5 个典型行业解决方案，制订国家、行业或核心企业标准不少于 3 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.14 工业智能应用软件开发与运行工具

研究内容：研究时间序列等工业多源异构数据高性能读写、高效率存储、一体化管理等关键技术；研究从数据源、数据集到数据服务的面向数据工程的开发方法；研究面向相似差异化工业场景的深度迁移学习算法模型；构建工业数据质量画像、异常检测、质量修复等数据治理体系；研制基于大数据平台的可视化数据分析流程化开发、自动部署运行环境与支持流程知识挖掘的软件系统。

考核指标：形成 1 套国际领先的深度迁移学习算法库并完成开源，研发 1 套工业智能应用软件开发与运行工具，支持不少于 100 个工业智能化应用的开发，申请发明专利或软件著作权不少于 10 项，在 100 家以上的中国制造业 500 强企业应用验证。

有关说明：由企业牵头申报。

2.15 新型高复用工业管理软件构建方法与工具

研究内容：研究业务数据分层多维建模方法；跨领域大规模全类型单一数据源管理方法；构建制造企业全局数据空间；研究多源异构数据抽取/转换/加载技术；SQL/NoSQL 混合模式工业大数据高效处理技术；构建企业工业大数据中台；研究低耦合、轻量化工业软件构建方法；提出高复用平台化工业管理软件开发框架，研发基于云架构的工业管理软件集成开发与运行平台。

考核指标：支持 PB 级工业大数据管理能力；支持工业管理软件的快速开发，开发效率提升 50%以上；申请发明专利或软件著作权不少于 10 项，在企业资源管理、产品智能服务等工业管理软件快速开发中得到应用验证。

有关说明：由企业牵头申报。

2.16 基于数字孪生的智能装配车间质量预测与控制技术

研究内容：研究智能装配车间多源异构数据融合技术，建立虚实环境中复杂产品装配全过程数字化镜像，实现智能装配车间高保真数字孪生建模与装配状态虚实精确同步；研究复杂装配过程数字空间—物理空间的交互与反馈机理，提高欠采样情况下数字孪生仿真的智能性，实现考虑复杂产品装配性能在线精准预测，提升数字孪生预测的可信性。研究融合视觉、位置、形变等多源传感数据的装配在线补偿与精准控制技术，实现基于数字孪生的复杂产品装配质量波动抑制。

考核指标：提出复杂产品智能装配车间数字孪生高保真建模、

高置信仿真、高精度预测理论与方法，编写专著 1 本。开发一套智能装配车间数字孪生和产品数据可追溯的管控软件，提供 10 项以上智能装配车间数字孪生工具集，支持 10 种以上工艺数据在线感知，实现智能装配车间质量预测与管控。在航空航天、电子信息等行业中验证应用。申请发明专利或取得著作权不少于 20 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.17 复杂产品加工全要素的数字孪生建模与仿真软件

研究内容：研究基于跨领域、多尺度知识模型的制造系统关键要素的多层次建模方法，提出制造系统数字孪生开发软件构架；研究综合考虑几何学、切削力学、动力学、运动控制的复杂产品加工过程多物理全要素数字孪生系统，开发复杂产品加工过程的精确数字孪生物理模型库；研究加工产线零件精度、设备运行状态的泛在感知技术，提出基于工艺特征要素的批量产品加工质量虚拟检测方法；研究复杂产品加工的数字孪生 CAE 系统实现技术，实现“验证即生产”的数字孪生模型在物理世界的映射。

考核指标：开发 1 套生产过程仿真、语义化编程与组态的数字孪生软件工具；开发 1 套复杂产品加工过程全要素的数字孪生系统，支持仿真系统精度验证；开发 1 套基于 CPS 和虚拟量测方法的复杂产品加工质量在线预测系统，具备对加工设备状态、零件综合轮廓精度和表面质量、刀具及工艺状况的监测与趋势预测能力，支持制造系统数字孪生的构建；申请发明专利或者软件著作权 15 项，撰写专著不少于 1 本。在航空、核电等行业关键零部

件加工中进行验证。

有关说明：由企业牵头申报。

2.18 面向云定制的分布式智能产线协同管控集成技术

研究内容：研究基于先进网络化连接的分散生产资源与制造任务的社会化智能工厂的匹配方法，研究制造系统独立单元异构数据标准化方法，开发面向云定制的产品个性化需求管理和制造任务的调度技术；研究分布式制造装备、供应链中检测设备等多源异构数据采集与集成、数据挖掘与数据融合技术，研究分布式制造过程的产品制造质量和设备状态网络化可视化管控方法，开发适应分布式智能制造装备和产品制造过程的建模、监控、诊断与过程调整的集成管控系统，实现分布式智能产线生产要素的互联、控制和多目标多任务协同控制。

考核指标：提出分布式智能工厂生产资源、设备、物料等要素协同控制方法；开发多企业网络化协同运行与决策云平台 1 套，具备异构网络融合体系架构；研发 1 套适应分布式生产设备与工艺数据采集系统，研制 1 套大数据驱动的云制造全流程决策智能生产运行与在线管控一体化系统，具备感知终端—云端信息交互过程的数据传输调度功能；申请发明专利或者软件著作权 15 项、撰写专著 1 本；在增材制造、高端制造装备等领域进行应用验证。

有关说明：由企业牵头申报。

2.19 面向定制化的高端电池大批量制造过程的智能管控技术

研究内容：研究面向高端电池大批量制造过程的数字化仿真、

分析与数字孪生技术，研究电池定制化生产过程的工艺变更和产线重组技术，开发面向高端电池生产的智能工厂设计与工艺能力分析技术，实现电池制造能力的在线预测与虚拟验证；研究电池制造过程的关键装备、核心工艺的数据采集、分析与处理技术，研究基于 OPC-UA 标准数据格式的电池制造产线数据通讯技术，开发电池产线生产设备故障诊断、工艺波动、产品质量追踪等管控分析系统，实现电池智能生产的纵向集成。

考核指标：开发基于数字孪生技术的面向高端电池智能产线工艺优化软件 1 套、基于生产过程数据分析的设备和产品智能诊断控制决策管控平台 1 套、适应两类以上高端电池大批量定制化生产的智能产线 1 条，产品合格率达到 96%以上，CPK \geq 1.33；形成完整的电池智能生产的解决方案，制定 3 项以上行业或企业相关标准，申请发明专利或者软件著作权 10 项，培养 1 家以上面向电池智能工厂解决方案供应商。

有关说明：由企业牵头申报。

2.20 离散制造数字化车间物料流、信息流、能量流的动态重构关键技术

研究内容：研究基于 5G 无线网络的制造设备对接、物料移动设备的定位导航、及其动态配置和组态技术，研究可重构控制器的接口与数据交换技术，实现数字化车间制造设备和物料的快速重构；研究制造设备、生产线和车间系统多源、多层次能量流及能量效率特性，实现制造过程的能效动态优化；研究基于 OPC-UA

的数字化车间工艺数据的动态配置和管理技术，开发基于 5G 与 OPC-UA 的动态集成工具集及数据重构管理系统，实现数字化车间设备、单元、产线等不同层次的数据动态集成。

考核指标：提出基于 5G 的移动工作台设备精确定位与自主导航、产线重构及快速接入技术，物料移动设备的自主导航定位精度达到厘米级；研制支持移动工作台路径规划、物料排程、定位导航、实时监测等产线移动操作设备管控软件 1 套以上；研发一套数字化车间动态重构管理系统，支持软件定义的生产设备部署、5G 网络系统与工具集的协同处理，5G 系统接入时延 $< 5\text{ms}$ 的响应，数字化车间动态重构效率提升 30%，单位产品能效降低 10%；专利和软件著作权 20 项以上，撰写专著不少于 1 本；在汽车、3C 等离散制造行业进行示范应用。

有关说明：由企业牵头申报。

2.21 基于信息物理系统的超大型综合港口泛在感知与预测技术

研究内容：研究基于 5G 网络的超大型综合港口泛在感知网络构建方法和远程实时在线物料移动控制技术，研究超大型综合港口生产要素的数字孪生快速构造与融合技术，研发面向超大型港口多源货种、复杂业务、可视化的港口信息网络系统协同运营技术，实现港口生产作业、人车动态、作业流程、资源配置的可视化、监测预警和应急调度控制；研究基于人工智能的港口生产运营资源优化配置、分析与决策、多维数据建模与交互、数据挖掘与深度学习等技术的大型港口智能运营决策平台，构建数据智能、

分析智能、决策智能的港口“智慧大脑”。

考核指标：建立 1 套基于 5G 网络的现状可察、风险可辨、未来可测的超大型综合港口泛在感知与运营预测体系，支持涵盖 200 家以上单位、多源货种、复杂业务的智能化运营管控、服务和决策；研发港口“数字孪生”协同运营系统、数字化生态综合公共服务云平台各 1 套，港口“数字孪生”协同运营系统的同步刷新响应时间小于 10 秒，开发港口大数据通用服务工具软件 2 件以上；申请发明专利、软件著作权 10 项以上，形成相关标准 5 项以上。

有关说明：由企业牵头申报。

2.22 融合 5G-U 通信技术的工业异构广域网络体系架构及终端设备

研究内容：面向大规模、高密度的设备接入工业应用场景，研究基于工业 5G-U（Unlicensed）通信技术的广域网络互联体系架构、模型；研究基于工业 5G-U 通信技术承载 OPC 协议等其他通信协议的适配技术，支持异构广域网络互联互通和融合；研究基于工业 5G-U 通信技术研究满足抗干扰、低延时、广覆盖、高可靠的新型终端，支持智能生产线、生产车间等应用场景下的设备互联互通需求；研究针对工业 5G-U 新型终端的诊断工具，满足终端生产及现场维护管理需求。

考核指标：设计一种基于国产工业 5G-U 技术的异构广域网络互联互通新架构，实现工业无线现场网络与控制网络及工厂网络的融合；开发 1 套不低于三种总线协议适配的适配层（OPC 协议、

Modbus 协议、Profinet SRT 协议); 开发 3 套以上的工业 5G-U 终端产品原型, 上行最大带宽可达 300Mbps, 下行最大带宽可达 150Mbps; 开发 1 套终端诊断工具, 支持小区信号侦测、终端各层指标呈现及状态管理; 完成发明专利、登记软件著作权合计 10 项以上。

有关说明: 由企业牵头申报。

2.23 面向智能工厂的双线以太网关键技术与芯片研发

研究内容: 面向智能工厂组网需求, 研究基于物联网和连接路由的新一代双线以太网信息交互的确定性通讯方法; 开发支持 IPv6 具备高实时、高带宽、高可靠性等特点的新一代双线以太网应用基础关键技术; 研究双线以太网正交频分复用技术, 实现工业现场网络高带宽, 研究双线以太网供电技术, 实现本质安全供电, 研究双线以太网时间同步技术, 实现不同节点间的同步采样, 研究不同业务负载下的双线以太网传输技术, 实现多业务承载能力。研发支持上述技术的双线以太网专用芯片, 实现相关功能和性能, 在典型的现场工业自动化仪表、远程 I/O 设备上实现示范验证。

考核指标: 开发双线以太网关键共性技术, 研发双线以太网专用芯片, 支持总线供电, 支持本质安全, 支持 IPv6 协议, 传输距离达到 500 米, 带宽满足 10Mbit/s 及 100Mbit/s, 时间同步精度小于 1 微秒, 现场数据延时小于 1 毫秒, 结合典型工业应用场景, 申请发明专利 4 项、制定标准 3 项; 实现示范验证。

有关说明: 由企业牵头申报。

2.24 面向全流程多工序动态协同运行优化技术

研究内容：研究典型流程工业各工序物质流、能量流的网络化、多尺度、全流程精确建模和动态仿真方法，开发基于知识学习的运行优化方法；研究基于物质流和能量流协同的多场景能源计划和多能源介质优化调配方法，建立智能工厂模块化协同控制软件工具与制造系统实时运行优化平台；研究面向生产设备的新颖复杂故障智能预测与健康理论，开发基于 MR 及大数据分析的全流程产品缺陷溯源分析及工艺在线优化技术。

考核指标：提出基于人工智能的实时运行优化一体化技术，适用于耦合度高、约束种类多、目标冲突的生产流程；开发 1 套典型流程工业基于知识学习的多控制器协同和运行优化软件 1 套，形成的全流程横向贯通、纵向协同一体化运行优化调度平台；研制 1 套典型流程工业生产运行与在线调度一体化系统，验证工厂具备生产作业无人、质量精益管控及调度工艺优化虚实融合、多工序动态协同、产线能效实时优化、产线虚拟可视特征，支持物质流能量流协同调配，实现复杂工况生产计划自动生成率不低于 90%、定制化产品交货期准确度提高 15%、全流程生产效率指标提高 5%、能耗降低 5%；申请发明专利或者软件著作权 15 项，制定国家/行业标准 3 项，撰写专著 1 本。

有关说明：由企业牵头申报。

2.25 流程工业智能制造基础信息平台工厂操作系统的研发

研究内容：研究面向流程行业自主智能生产物联、工业移动

互联、数据互通泛在互联、工业数字智能融合创新的工厂操作系统体系架构；建立工厂生产运行过程的多模态、跨尺度、海量业务数据、制造资源和知识的集成模型与集成标准，支持生产管控全流程的业务适配器和总线；研究基于对象化模型的信息定义、基于知识微服务的开放 APP 开发设计、工厂业务快速构建与自适应演化技术；研究面向流程智能工厂的生产过程优化、智能车间精益质量管控、运营管理与资产优化、生产交付模式创新、物流供应链智能化、产品追溯和智能服务、专家知识智能决策、协同优化流程智能的业务软件支撑平台系统。

考核指标：提出一种适应流程行业柔性管控与业务迭代改进的工业软件体系架构；研发一套面向流程工业知识创新与异构融合的工厂操作系统；支持不少于 50 种工业协议和 30 种工厂业务系统接口；研发百万点以上级分布式多元工业数据湖软件，支持时序、关系型、流式、结构化与非结构化数据的对象化存储；研发低代码、可组态的工业 APP 开发工具与运行环境软件，提供 100 种流程工业 APP、20 种流程工厂决策优化模型、30 种流程工业人工智能场景算法；申请发明专利不少于 30 项，软件著作权不少于 20 项；在不少于 50 家石化、精细化工、煤化工、医药、建材企业进行示范应用。

有关说明：由企业牵头申报。

2.26 智能生产线的高速高精物料传输系统

研究内容：研究智能生产线新型大容量、高速、高精度物料

传输系统，开发先进的网络化点到点柔性驱动方式，开发高速、高精度物料传输模块机械系统、驱动系统、整体运动协同控制系统以及运动规划软件平台；研究动态物料识别与存取技术，开发低应力智能拾取、线下传送、装卸装置或系统。

考核指标：研制 1 套适应大批量高速物料传输系统与物料拾取装置，高速物料传输定位平台重复定位精度 0.02mm，最高速度 120m/min，加减速 2G，物料拾取装置寿命次数 10 万次；开发 1 套高速物料传输平台运动规划和编程软件工具；支持高速转向，支持轨道的柔性设计，支持物料的稳定吸附，申请发明专利或者软件著作权 10 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.27 定制产品可视化智能设计与仿真验证关键技术及系统研发

研究内容：针对小批量个性化定制产品设计智能化程度低及设计验证困难等导致的设计周期长和成本高等问题，研究基于物理模型、参数集及需求协同驱动的产品定制动态可视化设计与仿真技术，基于物理模型和参数库驱动的混合误差演变理论和补偿技术，基于混合现实的产品仿真验证与分析评价技术等；研发定制产品可视化智能设计与仿真验证系统；研究定制产品基于需求驱动的组件、模型、生产物料、加工工艺、供货资源以及物流配送等环节的组织构建与智能推荐技术；研制定制产品计算机辅助工艺过程设计系统；面向航空航天、轨道交通和国防军工等领域开展应用示范。

考核指标：研发定制产品可视化智能设计与仿真验证系统 1 套，实现基于产品需求驱动的高效定制化设计与仿真验证；研发定制产品计算机辅助工艺过程设计系统 1 套，支持基于原材料库、加工工艺库、组件库以及产品模型库等生成生产工艺方案；在不少于 5 种产品中应用，产品关键功能和性能指标应用有效性大于 90%；申请专利或取得软件著作权不少于 20 项，制定国家、行业/联盟或企业标准不少于 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.28 模型驱动的定制产品智能设计/仿真协同平台研发

研究内容：针对目前个性化定制产品功能适应性差、设计制造效率低、质量不稳定且相关的设计制造核心技术缺乏等问题，结合定制产品模型，研究基于统计几何的数据分析、智能匹配、智能变形、真实感渲染、运动仿真等技术，实现产品功能、美学与力学个性化需求的快速合理规划与智能设计/仿真。研究基于数据挖掘的生产智能优化技术，并实现设计/仿真协同。研发基于大数据分析 and 自主 3D 内核的个性化定制产品智能设计/仿真协同平台，实现个性化定制产品大规模快速设计和协同制造，改变传统的生产模式，在医疗等个性化需求较强的行业开展应用。

考核指标：突破针对个性化定制产品模型基于统计几何的数据分析、智能匹配、智能变形、真实感渲染、运动仿真、基于数据挖掘的生产智能优化等关键技术。建立基于国人数据的专家基础模板库，收集 2000 套以上模板。研发基于自主 3D 内核的个性

化定制产品智能设计/仿真协同平台并提供云服务，在医疗等行业起草国家或行业相关标准 2 项，应用案例 20000 例以上，产品交付速度提高 2 倍，精度与功能满足个性化需求。

有关说明：由企业牵头申报。

2.29 机电产品全生命周期绿色设计使能工具及集成服务平台研发

研究内容：针对机电产品全生命周期绿色设计中流程分散、方法多元、数据异构、软件工具缺乏等问题，开发数字化绿色设计工具及集成服务平台。基于物联网等信息技术，开发机电产品服务过程清单数据动态收集、共享、溯源与管理等关键技术，解决数据缺乏、数据不及时及不完整等问题；研究面向机电产品全生命周期的材料选择、生产、包装、运维、回收等过程的绿色设计数据与知识模型，开发产品全生命周期绿色评价与设计协同建模技术；开发面向机电产品节能、材料选择、工艺决策、生命终期处理等的单元设计使能工具集；与现有设计系统集成，开发跨组织协同的数字化绿色设计集成服务平台，支持机电产品全生命周期绿色设计、评价和仿真优化。

考核指标：建立 3~5 套贯通机电产品全生命周期各阶段的清单分析与绿色设计数据库/知识库/案例库，实现产品设计数据与知识共享，制定数字化绿色设计与评价标准不少于 5 项，形成比较完整的基于模型的产品全生命周期数字化、网络化绿色设计方法、工具和应用体系。研发模型驱动的面向生命周期的跨组织网络协

同绿色设计集成服务平台，至少包含 5 种以上绿色设计使能单元设计工具。在机床、工程机械、能源装备等行业中至少 3 家企业、5 种典型产品进行设计、评价方面的应用，产品绿色设计研发效率 50%以上。申请专利、软件著作权 15 项以上，出版专著 2 部以上。

有关说明：由企业牵头申报。

2.30 复杂产品全生命周期价值链协同平台研发

研究内容：面向制造企业产品研发设计、生产制造和运维服务全生命周期，针对复杂产品设计/制造/服务价值链上企业群的协同需求，研究复杂产品全生命周期价值链协同模式、协同平台架构、模型驱动的产品全生命周期价值链协同技术、多企业/多领域/多平台的流程融合及系统集成技术。研发复杂产品全生命周期价值链协同平台，构建产品全生命周期价值链协同数据空间，开发基于数据空间的知识建模和挖掘、产品质量管控和全价值链追溯、数据智能驱动的故障诊断和预测运行、产品全生命周期闭环反馈等软件构件。选择航空航天、轨道交通、海洋工程、兵器装备、地下工程、能源电力等典型行业的小批量多品种复杂产品进行应用示范。

考核指标：突破产品全生命周期闭环反馈等不少于 5 类关键技术，开发复杂产品质量管控和全价值链追溯等不少于 5 类软件构件；研发复杂产品全生命周期价值链协同平台，构建形成产品全生命周期价值链协同数据空间；选择典型行业的复杂产品开展应用示范，支持价值链上不少于 500 家企业开展协同，实现产品

全生命周期闭环反馈、质量管控和全价值链追溯等，形成平台发展模式和行业解决方案。制定国家、行业/联盟或企业标准不少于 5 项，申请发明专利或取得软件著作权不少于 20 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.31 规模化制造业多价值链协同云服务平台研发

研究内容：面向规模化制造产业多制造企业为核心的多价值链，针对供应/营销/服务等多业务流程，探索基于第三方的多价值链云服务模式，研究多价值链服务云平台架构、基于价值链协同的数据智能技术、多价值链多链服务与交易技术以及多平台互联互通集成技术；研发多价值链协同云服务平台，构建基于第三方平台的多价值链数据空间，开发基于数据智能的战略管控、智能决策和预测运行等服务构件，基于第三方平台开展多链服务，形成多价值链服务解决方案。选择汽车及零部件、农业机械等典型规模化制造产业开展应用示范。

考核指标：突破多价值链多链服务与交易等不少于 5 项关键技术，开发基于数据智能的价值链战略管控等不少于 5 类服务构件；研发多价值链协同云服务平台，构建形成基于第三方平台的多价值链多链服务数据空间，选择典型规模化制造产业开展应用示范，为制造企业及其上下游协作企业形成的 2 条及以上价值链、累计不少于 2000 家企业提供多链服务，形成基于第三方平台的多价值链多链服务解决方案。制定国家、行业/联盟或企业标准不少于 5 项，申请发明专利或取得软件著作权不少于 20 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.32 支持业务流程融合和价值增值的服务型制造平台研发

研究内容：围绕从生产型制造向服务型制造转变的需求，研究基于制造服务融合、支撑价值链增值的服务型制造发展模式。研究产品服务生命周期管理及其在线智能监测、远程诊断和精准服务技术，开发服务生命周期管理构件。研究个性化定制、网络精准营销和价值链协同业务流程再造技术，开发大规模生产个性化定制的柔性服务业务构件，支持订单和服务需求驱动的全链协同和追溯。研究面向服务型制造的多领域/多平台系统集成技术，研发支持业务流程融合和价值增值的服务型制造平台，构建服务型制造数据空间，开发数据驱动的增值服务构件，支持资源快速整合/匹配/协同、多目标多约束动态优化调度、产品质量智能管控、多利益相关方价值分割以及企业预测性运营，探索基于微服务架构和区块链技术的业务流程协同机制。选择家用电子电器、汽车制造、农业机械等典型行业开展应用示范。

考核指标：突破服务型制造业务流程再造等不少于 5 类关键技术，开发数据驱动的增值服务等不少于 5 类服务构件；研发支持业务流程融合和价值增值的服务型制造平台，构建形成服务型制造数据空间，选择典型行业开展应用示范，支持不少于 1000 家企业开展服务型制造业务协同，实现订单和服务需求驱动的全链协同和追溯，形成服务型制造模式和解决方案。制定国家、行业/联盟或企业标准不少于 5 项，申请发明专利或取得软件著作权不

少于 20 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.33 供应链驱动的网络协同制造集成平台研发

研究内容：针对大型多品种复杂产品制造业供应链敏捷变化造成的复杂动态效率瓶颈、质量黑点和成本困扰等问题，研究面向供应协同的复杂产品研制/批产/服务全过程网络协同制造运行模式；建立供应链驱动的设计/供应/制造/服务等多元异构数据集成应用模型，研究供应链驱动的网络协同制造开放式平台架构、用户订单驱动的产品研制/批产/服务一体化集成供应协同技术、基于时间序列成套物料驱动的生产计划与采购供应协同优化技术等。研发供应链驱动的网络协同制造集成平台，开发复杂产品研制/批产/服务并行模式下的智能供应链/价值链/服务链/知识链支撑工具软件及工业 APP，开展工业 APP 生态服务，实现制造资源共享管理、网络协同智能调度、数据驱动的跨企业智能决策与预测，在典型复杂产品制造企业集团开展应用示范。

考核指标：突破用户订单驱动的产品研制/批产/服务一体化集成供应协同等不少于 5 类关键技术，开发复杂产品研制/批产/服务并行模式下的智能供应链/价值链/服务链/知识链支撑工具软件及工业 APP 等不少于 5 类服务构件。研发供应链驱动的网络协同制造集成平台，选择航空航天、船舶制造等典型行业进行应用示范，支持复杂产品制造企业集团及 2000 家以上供应商开展供应协同，形成供应链服务解决方案，示范企业资源配置效率提升 30%，精

准服务能力提升 50%。制定国家、行业/联盟或企业标准不少于 5 项，申请发明专利或取得软件著作权不少于 20 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.34 智能互联装备网络协同制造/运维集成技术与平台研发

研究内容：针对智能互联装备制造群组协同困难，运维环境多变，效用发挥受限等特点，研究智能互联装备网络协同制造运维集成关键技术。研究智能互联装备制造运维多场点多主体分布式协同作业情形下的异构数据采集方法、传输接口方案、存储策略、融合治理体系等；研究智能互联装备群组的协同制造技术，包括重要部件的设计/生产协同、群组装备的协同优化选型等；研究智能互联装备的协同运行维护技术，包括成套装备运行工况多阶段在线评估与协同维护方案、保内保外服务的备件调度策略等；研究制造与运维集成技术，实现制造指导和运维反馈机制；研发面向智能互联装备的制造、运维协同算法与软构件，形成支持装备群组协同制造和运维的软构件体系，构建集成制造和运维的云服务平台，在智能互联装备群组的典型制造运维场景中应用，形成制造/运维集成解决方案。

考核指标：突破效用数据驱动的智能互联装备群组的网络协同制造/运维集成等不少于 5 项关键技术，形成核心算法软构件不少于 30 个，研发形成智能互联装备网络协同制造/运维集成平台，开发智能互联装备的制造/运维双向动态反馈工业 APP；选择地下、交通等领域的工程装备群组作业典型场景进行应用，服务装备数

量不少于 200 台套，服务用户数不少于 2000 个，形成面向智能互联装备的网络协同制造/运维技术集成解决方案。制定国家、行业/联盟或企业标准不少于 5 项，申请发明专利或取得软件著作权不少于 20 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.35 基于工业互联网的网络协同制造集成技术与平台研发

研究内容：面向集团制造企业构建网络协同制造集成平台的需求，研究其互联产品在线运营及数据接入、企业制造装备数据接入、工业应用软件云接入等跨企业/跨平台/跨领域制造大数据感知、采集和融通关键技术，汇聚制造企业研发设计、生产制造、经营管理和运营服务全流程及全产业链的数据资源，构建集团企业数据空间；研发数据智能驱动的产线实时运行优化、产品在线智能运营和预测性维护、企业管控与智能决策以及数据智能驱动的全程追溯和精准预测等系统和软件构件。研发构建基于工业互联网的网络协同制造集成平台，在轨道交通、海洋工程、地下工程、市政工程、能源电力、兵器装备、汽车制造和化纤纺织等典型行业开展应用示范。

考核指标：突破制造大数据感知/采集/融通等不少于 5 类关键技术，研发产线实时运行优化等不少于 5 类系统和构件。研发基于工业互联网的网络协同制造集成平台，构建企业数据空间，面向典型集团制造企业及其互联产品开展应用示范，实现制造大数据自适应动态感知/采集/融通、数据智能驱动的产线实时运行优化、

产品在线智能运营和企业智能决策，形成解决方案。制定国家、行业/联盟或企业标准不少于 10 项，申请发明专利或取得软件著作权不少于 20 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.36 面向中小企业的自主软件生态系统支撑平台研发

研究内容：针对国产软件生存艰难、工业生态根底薄弱等问题，研究自主软件跨厂商融合应用和产教融合服务模式；研究云服务互操作与智能调度、应用套件动态部署、服务资源弹性分配等关键技术；研究业务及数据驱动的多主体应用服务联合实施与协同优化模型；面向国内设计制造、经营管理、客户服务等领域主流厂商应用系统软件，开发典型应用案例、知识库和应用实施教程等；汇聚多领域、多行业优质自主软件，研发基于微服务架构、面向中小企业的网络协同制造技术服务平台，构建平台运营管理、技术支撑服务、技能人才培养体系，完善自主软件生态系统。

考核指标：形成自主软件融合应用和产教融合服务的模式；攻克云服务互操作与智能调度、应用套件动态部署等关键技术；开发不少于 20 套自主软件的典型应用案例、知识库和应用实施教程等资源；建设面向中小企业的网络协同制造技术服务平台 1 个，汇聚 5 个以上厂商、5 类 20 种以上自主软件产品或云系统；形成由 1 个运营商、5 个以上技术服务中心、10 个以上培训基地、200 个以上院校组成的国产工业软件技术服务与技能人才培养体系，服务企业不少于 1000 家，培养人才 10 万人次以上；形成应用套

件动态部署、应用服务交互集成等标准 3 个以上。

有关说明：由企业牵头申报。

2.37 网络协同制造集成技术与数字套件研发

研究内容：面向网络协同制造平台研发应用及其系统集成商培育的需求，研究模型驱动的设计/制造/服务全域一体化技术、供应/营销/服务全价值链协同技术，开发集成技术、集成接口、集成标准和支撑构件，打造支撑产品研发设计/生产制造/运维服务以及制造业产业价值链协同的数字套件。汇聚制造企业研发设计/生产制造/经营管理/销售服务等全流程和全产业链的数据资源，面向数据智能驱动的企业战略管控、智能决策和预测运营的需求，研发制造企业数据空间设计技术、设计标准和支撑构件。研究多制造模式/多类型企业/多业务领域的网络协同制造平台架构、系统集成技术和集成标准，构建整体解决方案，为区域企业集群/行业/企业构建网络协同制造平台、打造网络协同制造数字套件提供技术/接口/标准/构件和工具的支撑。

考核指标：形成支持大规模定制、多品种小批量生产等制造模式的网络协同制造平台架构和整体解决方案；围绕设计/制造/服务全域一体化、供应/营销/服务全链协同以及制造企业数据空间设计与服务等 3 大技术领域，突破关键技术，开发不少于 20 项服务构件及集成接口，形成数字套件；面向行业/区域/企业，基于不少于 2 大领域的成果累计服务不少于 5 个网络协同制造平台的研发和运行，培育 1 家网络协同制造系统集成商。制定国家、行业/

联盟或企业标准不少于 10 项，申请发明专利或取得软件著作权不少于 20 项。

有关说明：由企业牵头申报。

3. 应用示范

3.1 面向航空航天产品制造过程的协同管控平台研发

研究内容：研究航空航天重大产品研发、生产、物流、供应链等领域的人工智能应用场景，构建航空航天制造过程人工智能场景库及公共数据集；研究具有开放性、扩展性的基于云的航空航天制造过程人工智能平台架构，研究面向航空航天产品制造过程的多源异构大数据分析与处理技术，构建面向航空航天装备生产加工过程与产品质量监控的共享工业数据服务平台；研究面向航空航天典型制造场景的人工智能算法及大数据分析技术，研发航空航天产品制造过程协同管控系统，实现航空航天产品智能管控各层次业务服务构件的快速开发、功能配置和面向云平台的即插即用接入。

考核指标：建立一套面向航空航天装备制造典型应用场景的工厂级协调管控平台，构建包含 10 个以上品种的航空航天重大产品制造过程的生产全要素模型库；提供不少于 5 类的人工智能应用数据集和 5 种数据标注工具；建立面向特定应用场景的人工智能算法库，至少提供 10 种场景应用算法，封装面向特定航空智能应用场景的工业 APP10 个以上；在 2 家相关企业完成验证；制定行业和企业标准 5 项，申请发明专利或登记软件著作权不少于 20 项。

有关说明：由企业牵头申报。

3.2 面向船舶制造过程管控平台开发及应用

研究内容：研究 5G 接入场景下的大型作业现场物料、工具、人员等全要素组网技术，实现敏感要素可靠监管、关键要素精准定位；研究船舶制造关键生产装备运行状态的建模、分析、诊断技术，开发船舶作业管控应用的服务构件库、组合逻辑、自适应配置和接口技术；研究船舶作业装备状态监测和故障诊断技术，建立面向船舶制造装备预测性维护和寿命估计的监测系统，建立船舶制造质量生产可追溯系统，实现船舶制造质量的智能化管控。

考核指标：构建 5G 接入场景下大型船舶制造的系统化管控组网解决方案，实现大型物料、设备、人员等关键要素组网监控比例不低于 30%；开发船舶制造生产管控软件 1 套，关键装备运行效能提升 10%，重大工艺质量缺陷降低 20%，船舶制造作业进度估计偏差不超过 5%，整体制造周期缩短 10%；申请发明专利或登记软件著作权不少于 20 项；制定国家、行业或企业标准不少于 5 项。

有关说明：由企业牵头申报。

3.3 新一代电子显示面板制造关键工艺物理参数感知与质量监控技术

研究内容：针对当前新一代大型电子显示面板（OLED，MicroLED）前端制造工艺中纳米尺度物性参数无法在线定量测量感知、制约关键工艺参数控制和产线良率提高的问题，突破工业环境下适应大尺寸面板的纳米尺度形貌及电学特性原位测量技术

及质量管控技术。具体包括：薄膜和衬底等纳米尺度形貌参数原位测量技术；TFT 等功能器件电学特性原位测量技术；面向大尺度工件在线测量的跨尺度三维亚纳米精确定位技术；高噪声产线环境下终端测量执行器纳米级稳定控制技术；纳米尺度物性参数生产工序质量耦合分析技术。

考核指标：开发 1 套大型电子显示面板生产线关键工艺在线测量与质量监控系统，可实现不小于 1.5m 显示屏纳米形貌及电学特性的在线定量测量，表面形貌测量空间分辨率 Z 方向 0.1nm，X-Y 方向 1nm，目标区域（10 μ m \times 10 μ m）测量时间小于 10s，测量效率达到每小时 30 个点位；测量系统末端执行器位置保持精度 \pm 1nm；申请发明专利或登记软件著作权不少于 20 项；在 OLED 生产线进行测试验证。

有关说明：由企业牵头申报。

3.4 钢铁工业网络化协同生产智能管控平台开发及应用

研究内容：研究钢铁冶炼生产中的物质流、能量流、成本流、信息流、控制流及其耦合机理；开发不同工序间操作、原料与工况影响的耦合关联模型；开发基于大数据的钢铁制造过程产品质量性能预测模型；研究钢铁工业复杂多系统下数据建模、数据关联融合、工业大数据分析 with 挖掘、智能控制模型等关键技术；研究企业内部管控系统和外部资源的数据开放和安全机制。

考核指标：开发面向钢铁生产制造系统过程产品质量预测、智能控制、参数寻优等智能模型 20 个以上；构建 1 套基于工业大

数据的网络化协同生产智能管控平台，具备制造过程质量与能耗动态监控、质量追溯、效率与优化功能，在至少 2 家大型钢铁制造企业完成推广应用；实现钢铁企业焦比降低 10kg/t 以上，生产中控操作人员减少 35%以上，吨钢成本优化（或效益提升）不低于 10 元/吨。形成标准、专利和软件著作权 20 项以上。

有关说明：由企业牵头申报。

3.5 退役机电产品逆向物流技术及其跨组织信息集成服务平台

研究内容：结合废弃机电产品特点及其逆向物流模式的复杂和特殊性，构建基于互联网+的废弃产品收集、质量评估、逆向物流、再制造与再利用多层次回收体系架构，研究正向与逆向物流集成化多维回收网络的布局优化与控制技术；研究基于物联网技术的回收产品生命周期信息的高效追溯技术，建立回收产品信息追溯软硬件系统；研发回收产品质量状态检测技术工艺，建立高效、适应性强的复杂机电产品多级回收检测评估技术；研究与企业现有信息管理系统的数据融合和集成机制，面向高资源价值、高环境风险的废弃机电产品建立协同生产商、回收商、处理商的跨组织逆向物流信息集成服务平台。

考核指标：建立基于互联网+的电废弃产品收集、质量评估、逆向物流、再制造与再利用多层次回收体系，开发 1 套协同生产商、回收商、处理商的跨组织废弃机电产品逆向物流信息集成服务平台，在电子电器、工程机械等 2 个行业实现示范应用；突破高价值、高环境风险零部件信息追溯技术、零部件可回收利用性

评估技术、多级质量检测技术等不少于 5 项的关键技术，形成覆盖全国的、管理规范的逆向物流体系，申请专利 5 项，形成软件著作权、标准 10 项以上。

有关说明：由企业牵头申报。

3.6 退役产品智能拆解生产线关键技术及管控系统

研究内容：针对 3C 产品、新能源汽车动力电池、充电设施等复杂产品柔性高效拆解生产线的智能管控等问题，研究基于大数据驱动的拆解深度智能决策和拆解工艺优化方法；研究不确定条件下高效柔性拆解线的物流仿真分析和优化技术；研究基于云计算的知识深度强化学习技术，开发云端化的拆解知识库、拆解物料信息管控和资源调度系统；研制复杂产品的智能化柔性拆解生产线，实现退役产品的大规模、高柔性、智能化拆解。

考核指标：研发 1 套面向复杂产品柔性高效拆解生产线的拆解深度智能决策和拆解工艺优化软件，支持拆解过程的智能决策与动态规划；研发 1 套面向复杂产品的云端化拆解知识库和拆解物料信息管控与资源调度平台系统，支持针对拆解物流的信息管控与平衡调度；面向 3C 产品、新能源汽车动力电池、充电设施等复杂产品，研发 3 套智能化柔性拆解生产线；申请发明专利或取得著作权不少于 10 项，编写专著 1 部，制定 3 项以上相关技术标准及规范。

有关说明：由企业牵头申报。

以下应用示范类项目（3.7~3.16）由地方科技主管部门负责推

荐。每个省（自治区、直辖市）最多选择一个方向进行推荐，并结合本省（自治区、直辖市）推进制造业信息化相关工作总体部署，作好区域内优势产业的组织协调和实施保障工作。在同一研究方向下，当出现只有一个项目申报的情况时，直接转为定向评审，根据评审结果确定是否立项。已在 2019 年度立项的 8 个示范省（自治区、直辖市），要作好已立项目的组织实施，不再参与 2020 年度应用示范类项目推荐。

3.7 发电设备制造产业集聚区域网络协同制造集成技术研究与应用示范

研究内容：面向发电设备制造产业集聚区域，研究网络协同制造发展模式；面向区域内产业龙头企业，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、制造大数据分析决策和知识获取等集成技术，研发网络协同制造集成平台，开展应用示范；面向区域内产业重点企业，研究人机物法环动态感知、全三维工艺仿真、多尺度动态建模、供应链可视化、基于大数据的产品智能诊断与预测性运维等技术，研发产品设计制造协同管理、供应链管理等应用系统，开展应用示范；面向产业链及其关联产业的企业，构建网络协同制造第三方服务平台，建设系统集成、技术服务、人才培养等网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：提出发电设备制造产业网络协同制造发展模式和区域网络协同制造发展战略，突破集成技术 3 项以上，制定国家/

行业/团体标准 2 项以上；研制发电设备网络协同制造集成平台 1 套，建设示范企业 1 家，企业实现产品设计/制造/服务一体化，资源配置效率提升 30%，精准服务能力提升 50%，支持以龙头企业为核心的供应链/营销链/服务链企业群协同；研发发电设备设计制造协同管理、供应链管理应用系统 2 套以上，建设示范企业 2 家以上，企业实现产品设计制造一体化，支持以重点企业为核心的供应链协同，企业间协作效率提升 20%；开发区域网络协同制造第三方服务平台 1 个，平台接入并服务的企业 500 家以上，支持被服务的企业融入到以龙头企业/重点企业为核心的产业价值链；形成区域网络协同制造技术服务支撑体系，服务企业 500 家以上，培育系统集成商 1 家以上，培训应用人才 3000 人次以上。

3.8 轨道客车装备制造产业集聚区域网络协同制造集成技术研究与应用示范

研究内容：面向轨道客车装备制造产业聚集区域，研究网络协同制造模式；面向区域内产业龙头企业，研究产品全生命周期健康信息感知、运维资源自适应共享匹配、产业链协作资源整合与战略管控等集成技术，研发网络协同制造集成平台，开展应用示范；面向区域内产业重点企业，研究轨道客车关键部件数字化设计、典型制造工艺参数智能感知、生产工艺优化及过程管控、装配过程的仿真和优化等技术，研发产品设计制造协同管理、数字孪生智能工厂管控等应用系统，开展应用示范；面向产业链及其关联产业的企业，构建网络协同制造第三方服务平台，建设系

统集成、技术服务、人才培养等网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：提出轨道客车制造产业网络协同制造发展模式 and 区域网络协同制造发展战略，突破集成技术 5 项以上，制定国家/行业/团体标准 2 项以上；研制轨道客车网络协同制造集成平台 1 套，建设示范企业 1 家，企业实现产品设计/制造/服务一体化，资源配置效率提升 30%，精准服务能力提升 50%，支持供应链/营销链/服务链企业群协同；研发产品设计制造协同管理、数字孪生智能工厂管控等应用系统 2 套以上，建设示范企业 2 家以上，企业实现 20 种以上工艺数据在线感知，支持以重点企业为核心的供应链协同，企业间协作效率提升 20%；开发区域网络协同制造第三方服务平台 1 个，平台接入并服务的企业 300 家以上，支持被服务的企业提升融入产业链能力；形成区域网络协同制造技术服务支撑体系，服务企业 300 家以上，培育系统集成商 1 家以上，培训应用人才 2000 人次以上。

3.9 光电子信息产业集聚区域网络协同制造集成技术研究与应用示范

研究内容：面向光电子信息产业集聚区域，研究网络协同制造发展模式；面向区域内产业龙头企业，研究制造大数据分析预警决策、多品种产品协同生产优化、产业链协作资源整合与战略管控等集成技术，研发网络协同制造集成平台，开展应用示范；面向区域内产业重点企业，研究光电子器件数字化创新设计及光

纤通信设备模块化定制设计、基于制造物联的柔性生产执行过程智能管控、光电子装备与大容量光纤通信设备智能远程服务等技术，研发产品设计制造协同管理、智能生产管控等应用系统，开展应用示范；面向产业链及其关联产业的企业，构建网络协同制造第三方服务平台，建设系统集成、技术服务、人才培养等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：提出光电子信息产业网络协同制造发展模式和区域网络协同制造发展战略，突破集成技术 3 项以上，制定国家/行业/团体标准 2 项以上；研制光电子信息产业网络协同制造集成平台 1 套，建设示范企业 1 家，企业实现产品设计/制造/服务一体化，资源配置效率提升 30%，精准服务能力提升 50%，支持供应链/营销链/服务链企业群协同；研发产品设计制造协同管理、智能生产管控等应用系统 2 套以上，建设示范企业 2 家以上，企业实现产品设计制造一体化，支持以重点企业为核心的供应链协同，企业间协作效率提升 20%；开发区域网络协同制造第三方服务平台 1 个，平台接入并服务的企业 500 家以上，支持被服务的企业融入到以龙头企业/重点企业为核心的产业价值链；形成区域网络协同制造技术服务支撑体系，服务企业 500 家以上，培育系统集成商 1 家以上，培训应用人才 3000 人次以上。

3.10 智能仪器仪表制造产业集聚区域网络协同制造集成技术研究与应用示范

研究内容：面向智能仪器仪表制造产业集聚区域，研究网络

协同制造发展模式；面向区域内产业龙头企业，研究产品全生命周期健康信息感知、产业链协作资源整合与战略管控等集成技术，研发网络协同制造集成平台，开展应用示范；面向区域内产业重点企业，研究智能仪器仪表数字化设计、供应链可视化、基于大数据的产品智能诊断与预测性运行等技术，研发产品设计制造协同管理、供应链管理应用系统，开展应用示范；面向产业链及其关联产业的企业，构建网络协同制造第三方服务平台，建设系统集成、技术服务、人才培养等网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：提出智能仪器仪表网络协同制造发展模式和区域网络协同制造发展战略，突破集成技术 3 项以上，制定行业/团体标准 2 项以上；研制智能仪器仪表网络协同制造集成平台 1 套，建设示范企业 1 家，企业实现产品设计/制造/服务一体化，资源配置效率提升 30%，精准服务能力提升 50%，支持供应链/营销链/服务链企业群协同；研发仪器仪表设计制造协同管理、供应链管理应用系统 2 套以上，建设示范企业 2 家以上，企业实现设计制造一体化，支持供应链协同，企业间协作效率提升 20%；开发区域网络协同制造第三方服务平台 1 个，平台接入并服务的企业 300 家以上，支持被服务的企业融入到以龙头企业/重点企业为核心的产业价值链；形成区域网络协同制造技术服务支撑体系，服务企业 300 家以上，培育系统集成商 1 家以上，培训应用人才 2000 人次以上。

3.11 航空装备制造产业集聚区域网络协同制造集成技术研究与应用示范

研究内容：面向航空发动机、无人机、航空电子产品等航空装备制造产业集聚区域，研究主制造商与多级供应商多链网络协同制造发展模式；面向区域内产业龙头企业，研究基于数字线系统工程的跨厂所航空装备全周期数字化研制生产服务一体化、航空装备设计制造大数据管理、基于数据空间的产业链协作智能决策与管控等集成技术，研制网络协同制造集成平台，开展应用示范；面向区域内航空装备制造产业重点企业，研究基于统一模型的航空装备异地设计制造协同、数字孪生驱动的人机物智能化航空装备生产过程管控、专业化集中采购与区域化服务结合的航空多级智能供应链管理等技术，研发异地设计制造协同管理、智能生产管控等应用系统，开展应用示范；面向产业链及其关联产业的企业，构建网络协同制造第三方服务平台，建设系统集成、技术服务、人才培养等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：提出航空装备网络协同制造发展模式和区域网络协同制造发展战略，突破集成技术 3 项以上，制定行业/团体标准 2 项以上；研制航空装备网络协同制造集成平台 1 套，建设示范企业 1 家，企业实现数字化研制生产服务一体化，资源配置效率提升 30%，精准服务能力提升 30%，支持供应链/营销链/服务链企业群协同；研发异地设计制造协同管理、智能生产管控等应用系统 2

套以上，建设示范企业 2 家以上，企业实现设计制造一体化，支持以重点企业为核心的供应链协同，企业间协作效率提升 20%；开发区域网络协同制造第三方服务平台 1 个，平台接入并服务的企业 300 家以上；形成区域网络协同制造技术服务支撑体系，服务企业 300 家以上，培育系统集成商 1 家以上，培训应用人才 2000 人次以上。

3.12 新能源汽车制造产业集聚区域网络协同制造集成技术研究与应用示范

研究内容：面向新能源汽车制造产业集聚区域，研究区域网络协同制造发展模式；面向区域内产业龙头企业，研究全生命周期数据空间构建、基于仿真工程与多领域知识融合的智能创新协同设计、产业链资源优化配置与协同调度等集成技术，开发网络协同制造集成平台，开展应用示范；面向区域内重点企业，围绕冲压、焊装、涂装、总装等制造工艺和动力设备、充电设施等关键零部件研制环节，研究面向生产全过程的制造装备多模态信息智能解析与融合交互、支持规模定制化生产的产线虚实重构、基于产品全生命周期大数据的业务协同支持等技术，研发智能生产管控、供应链管理应用系统，开展应用示范；面向产业链上下游企业及产业关联企业，构建网络协同制造第三方平台，建设系统集成、技术服务、人才培养等网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：提出新能源汽车网络协同制造发展模式和区域网

络协同制造发展战略，突破集成技术 3 项以上，制定国家/行业/团体标准 2 项以上；研制新能源汽车网络协同制造集成平台 1 套，建设示范企业 1 家，企业实现产品设计/制造/服务一体化，支持以龙头企业为核心的供应链/营销链/服务链企业群协同，资源配置效率提升 30%，精准服务能力提升 50%；研发智能生产管控、供应链管理应用系统 2 套以上，建设示范企业 2 家以上，企业实现设计制造一体化和 20 种以上工艺数据在线感知，支持以重点企业为核心的供应链协同，企业间协作效率提升 20%；开发新能源汽车网络协同制造第三方服务平台 1 个，平台接入并服务的企业 3000 家以上，支持被服务的企业融入到以龙头企业/重点企业为核心的产业价值链；形成区域网络协同制造技术服务支撑体系，培育系统集成商 1 家以上，培训应用人才 5000 人次以上。

3.13 农业装备制造产业集聚区域网络协同制造集成技术研究与应用示范

研究内容：面向大型播种、智能灌溉及联合收获作业等农业装备制造产业集聚区域，研究区域网络协同制造发展模式；面向区域内产业龙头企业，研究多传感器分布式感知互联与边缘融合处理，设备远程状态监测、故障诊断与智能维护，基于工业大数据的经营决策分析和知识共享等集成技术，研制网络协同制造集成平台，开展应用示范；面向区域内产业重点企业，研究基于全三维与特征知识孪生驱动的数字化协同设计、生产过程全信息模拟及智能运行管控、供应链可视化等技术，研发农业装备制造制

造协同管理、供应链管理应用系统，开展应用示范；面向产业链及其关联产业的企业，构建网络协同制造第三方服务平台，建设系统集成、技术服务、人才培养等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：提出农业装备网络协同制造发展模式和区域网络协同制造发展战略，突破集成技术 3 项以上，制定行业/团体标准 2 项以上；研制农业装备网络协同制造集成平台 1 套，建设示范企业 1 家，企业实现产品设计/制造/服务一体化，资源配置效率提升 20%，精准服务能力提升 30%；研发产品设计制造协同管理、供应链管理应用系统 2 套以上，建设示范企业 2 家以上，企业实现设计制造一体化，支持以重点企业为核心的供应链协同，企业间协作效率提升 20%；开发农业装备网络协同制造第三方服务平台 1 个，平台接入并服务的企业 300 家以上，支持被服务的企业提升融入产业链能力；形成区域网络协同制造技术服务支撑体系，服务企业 300 家以上，培育系统集成商 1 家以上，培训应用人才 2000 人次以上。

3.14 有色冶金产业集聚区域网络协同制造集成技术研究与应用示范

研究内容：面向有色冶金产业集聚区域，研究支持资源循环产业链企业群共生耦合的网络协同制造发展模式；围绕区域内产业龙头企业，研究制造全流程数据关联感知方法、基于模型的工艺跨域优化、数据驱动的企业智能决策等集成技术，研制网络协

同制造集成平台，开展应用示范；面向区域内产业重点企业，研究设备状态监测及生产环境/工艺参数感知及预测、跨工序/装置的能质耦合机制、生产过程智能调度等技术，研发智能生产管控、供应链管理应用系统，开展应用示范；面向产业链及其关联企业的企业，构建网络协同制造第三方服务平台，建设系统集成、技术服务、人才培养等网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：提出有色冶金产业网络协同制造发展模式和区域网络协同制造发展战略；突破集成技术 3 项以上，制定行业/团体标准 2 项以上；研制有色冶金网络协同制造集成平台 1 套，建设示范企业 1 家，资源配置效率提升 20%以上，支持供应链/营销链/服务链企业群协同；研发智能生产管控、供应链管理应用系统 2 套以上，建设示范企业 2 家以上，企业实现生产管控一体化，支持供应链协同，企业间协作效率提升 20%；开发区域网络协同制造第三方服务平台 1 个，平台接入并服务的企业 200 家以上，支持被服务的企业提升融入产业链能力；形成区域网络协同制造技术服务体系，服务企业 300 家以上，培育系统集成商 1 家以上，培训应用人才 2000 人次以上。

3.15 离子型稀土产业集聚区域网络协同制造集成技术研究与应用示范

研究内容：面向离子型稀土产业集聚区域，研究网络协同制造发展模式；面向区域内稀土产业龙头企业，研发制造全链条动

态感知、设计/制造/服务一体化、数据驱动的企业智能决策等网络协同制造集成技术与系统，开展应用示范；围绕开采提取、萃取分离、金属制备、材料制备等区域内稀土产业重点企业，研发设备状态监测、生产环境/工艺参数感知及预测、生产协同优化及控制等智能生产集成技术与应用系统，开展应用示范；面向产业链及其关联产业的企业，构建区域网络协同制造第三方服务平台，建设系统集成、技术服务、人才培养等网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：提出稀土产业网络协同制造发展模式和区域网络协同制造发展战略，突破集成技术 3 项以上；研制稀土产业网络协同制造集成系统 1 套，建设示范企业 1 家，企业资源配置效率提升 20%以上，支持供应链/营销链/服务链企业群协同，企业间协作效率提升 20%；研发稀土产业智能生产应用系统 2 类以上，建设示范企业 2 家以上，企业实现生产管控一体化，节能不低于 5%，产能提升不低于 10%；开发区域网络协同制造第三方服务平台 1 个，平台接入并服务的企业 200 家以上，支持被服务的企业提升融入产业链能力；形成区域网络协同制造技术服务支撑体系，培育系统集成商 1 家以上，服务企业 300 家以上，培训应用人才 2000 人次以上。

3.16 盐湖化工产业集聚区域网络协同制造集成技术研究与应用示范

研究内容：面向盐湖化工产业集聚区域，研究支持多产业链资源跨链高效低碳循环利用的网络协同制造发展模式；面向区域

内盐湖化工龙头企业，研究制造大数据分析/决策及知识获取、产业链制造资源协同优化、智能决策运营管控等集成技术，研制网络协同制造集成平台，开展应用示范；面向区域内盐湖化工重点企业，围绕钾、镁、锂等盐湖资源综合开发，研究核心生产工艺设备互联、关键工艺参数感知及数据分析、生产管控一体化、供应链可视化等技术，研发智能生产管控、供应链管理等应用系统，开展应用示范；面向产业链及关联企业，构建网络协同制造第三方服务平台，建设系统集成、技术服务、人才培养等网络协同制造技术服务支撑体系，开展应用示范。

考核指标：提出盐湖化工产业网络协同制造发展模式和区域网络协同制造发展战略，突破集成技术 3 项以上，制定行业/团体标准 2 项以上；研发盐湖化工产业网络协同制造集成平台 1 套，建设示范企业 1 家，企业资源配置效率提升 20%以上，支持供应链/营销链/服务链企业群协同；研发智能生产管控、供应链管理等应用系统 2 套以上，建设示范企业 2 家以上，企业实现生产管控一体化，支持供应链协同，企业间协作效率提升 20%；开发区域网络协同制造第三方服务平台 1 个，平台接入并服务的企业 200 家以上，支持被服务的企业提升融入产业链能力；形成区域网络协同制造技术服务支撑体系，服务企业 200 家以上，培育系统集成商 1 家以上，培训应用人才 2000 人次以上。

附件 3

“智能机器人”重点专项 2020 年度 项目申报指南

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》和《中国制造 2025》等规划，国家重点研发计划启动实施“智能机器人”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2020 年度项目指南。

本重点专项总体目标是：突破新型机构/材料/驱动/传感/控制与仿生、智能机器人学习与认知、人机自然交互与协作共融等重大基础前沿技术，加强机器人与新一代信息技术的融合，为提升我国机器人智能水平进行基础前沿技术储备；建立互助协作型、人体行为增强型等新一代机器人验证平台，抢占新一代机器人的技术制高点；攻克高性能机器人核心零部件、机器人专用传感器、机器人软件、测试/安全与可靠性等共性关键技术，提升国产机器人的国际竞争力；攻克基于外部感知的机器人智能作业技术、新型工业机器人等关键技术，创新应用领域，推进国产工业机器人的产业化进程；突破服务机器人行为辅助技术、云端在线服务及平台技术，创新服务领域和商业模式，培育服务机器人新兴产业；攻克特殊环境服役机器人和医疗/康复机器人关键技术，深化我国特种机器人的工程化应用。本重点专项协同标准体系建设、技术

验证平台与系统建设、典型应用示范，加速推进我国智能机器人技术与产业的快速发展。

本重点专项按照“围绕产业链，部署创新链”的要求，从机器人基础前沿理论、共性技术、关键技术与装备、应用示范四个层次，围绕智能机器人基础前沿技术、新一代机器人、关键共性技术、工业机器人、服务机器人、特种机器人六个方向部署实施。专项实施周期为5年（2017—2021年）。

2020年，按照基础研究类启动不少于11个项目，拟安排国拨经费总概算约6600万元。

项目申报统一按指南一级标题的研究方向进行。除特殊说明外，拟支持项目数均为1~2项。项目实施周期不超过3年。申报项目的研究内容须涵盖该一级标题下指南所列的全部考核指标。项目下设课题数不超过4个，参加单位总数不超过6家。项目设1名项目负责人，项目中每个课题设1名课题负责人。

指南中“拟支持项目数为1~2项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这2个项目。2个项目将采取分两个阶段支持的方式，第一阶段完成后将对2个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 基于编织/折展原理的机器人结构功能一体化设计

研究内容：面向高集成性、高环境适应性机器人前沿技术，研究基于编织折展结构的非关节式机器人设计技术，探索基于智能材

料的变刚度、变形状、变尺寸的驱动机理，连续稳定性调控机制及实现方法；研制结构功能一体化机器人原理样机，可基于单一结构，实现机器人整体运动、抓取作业与环境适应等服役功能。

考核指标：研制基于编织/折展原理的结构功能一体化设计机器人原理样机，提出所研制机器人的量化考核指标体系，可实现爬行、翻滚等整体移动与抓取等作业功能，并具备变刚度、变形状、变尺寸功能，在不少于3种复杂环境下验证环境适应能力。至少有1项先进前沿技术实现首创或达到同类技术的国际领先水平，并提供佐证材料；申请/获得不少于5项发明专利。

2. 机器人的刚柔软结构耦合与变刚度技术

研究内容：面向软体机器人结构承力/操作力提升的需求，研究基于仿生原理的刚—柔—软耦合机构设计、变刚度结构设计与优化、操作/感知一体的仿生灵巧机构设计、刚—柔—软耦合机器人的运动学与动力学建模与控制等方法与技术，研制刚—柔—软耦合的机器人原型样机，开展交互控制与功能验证实验。

考核指标：研制具有刚—柔—软耦合结构的机器人原型样机；可变刚度结构的杨氏模量变化不小于一个数量级。至少有1项先进前沿技术实现首创或达到同类技术的国际领先水平，并提供佐证材料；申请/获得不少于5项发明专利。

3. 活体细胞生物混合的机器人驱动与控制

研究内容：研究单细胞/组织水平的生物驱动单元机械动力学，建立生物驱动的定量化模型；研究活体细胞生物混合驱动器的先进

结构与制造方法，使其具有多形态多模式运动功能；开展混合驱动器的智能控制技术研究，实现不同形态不同模式下的可控运动。

考核指标：研制出基于活体细胞生物混合的新型机器人驱动装置，实现不少于3种模式的可控运动，细胞组织负重比优于1:10。至少1项先进前沿技术实现首创或达到同类技术的国际领先水平，并提供佐证材料；申请/获得不少于5项发明专利。

4. 机器人仿生集群关键技术

研究内容：针对鸟群、鱼群、蚁群的高机动、高效节能集群运动等自然现象，探索生物高效集群运动的动力学和节能机理，研究仿生机器人集群运动的能量高效利用、协同感知、协同运动、集群控制等理论和方法，研制飞行或游动仿生机器人的集群运动验证平台，开展室外环境下的实验验证。

考核指标：研制飞行或游动的不少于1类仿生机器人集群验证平台，实现 ≥ 15 台仿生机器人的集群运动及其能量高效利用。至少有1项先进前沿技术实现首创或达到同类技术的国际领先水平，并提供佐证材料；申请/获得不少于5项发明专利。

5. 基于5G通信的多机器人自主协同技术

研究内容：面向未来5G通信支持下的多机器人系统在动态开放环境中执行任务的需求，设计5G通信下协同任务导向的多机体系结构和机间通信机制，研究开放环境中5G技术支持下多机器人协同优化决策、协同行为认知等自主协同技术，实现编队行驶与避障、协同搜索与目标识别、协同跟踪与目标定位等典型任务中

的技术验证。

考核指标：确定 5G 通信用于多机器人自主协同的技术方案及相关指标体系；结合不少于 10 台的多自主移动机器人系统、实现针对动态开放环境典型应用的技术验证。至少有 1 项先进前沿技术实现首创或达到同类技术的国际领先水平，并提供佐证材料；申请/获得不少于 5 项发明专利。

6. 基于类生命孪生的机器人智能学习方法

研究内容：借鉴生命系统进化出的快速学习能力，实现生物神经网络针对特定任务的训练和快速收敛，并将其映射到人工智能算法中（类生命孪生）用于机器人的智能学习，具体包括：研制基于活体生物神经网络的学习发育平台，针对特定任务实现多源刺激下生物神经网络的连接、发育和功能重塑；研究功能化生物神经网络的系统辨识方法，建立生物神经网络向人工智能算法的映射机制，形成基于类生命孪生的机器人智能学习方法体系，并开展实验验证。

考核指标：针对 2 种以上任务实现生物神经网络的训练和功能重塑，完成系统辨识，建立基于生物神经网络迁移映射的类生命孪生智能控制器，学习效率高于传统机器学习效率 50% 以上。至少有 1 项先进前沿技术实现首创或达到同类技术的国际领先水平，并提供佐证材料；申请/获得不少于 5 项发明专利。

7. 侵入式脑机接口与生物干预控制技术

研究内容：面向生物运动行为精确控制，研究生物体脑功能机

理，探索生物体运动干预/控制方法；研究神经刺激器的微型化设计方法，研制侵入式脑机信号干预装置，探索侵入式干预装置快速装备技术，实现核心刺激单元的长期稳定服役；研制侵入式脑机接口控制单元原理样机，并在生物体上开展受控运动实验验证。

考核指标：研制侵入式脑机接口系统，提出所研制系统的量化考核指标体系，在不少于 2 类动物上完成功能测试，实现生物体运动功能刺激干预与控制；侵入装置植入体有效工作时间不低于 3 个月。至少有 1 项先进前沿技术实现首创或达到同类技术的国际领先水平，并提供佐证材料；申请/获得不少于 5 项发明专利。

8. 机器人的社会交互理论与方法

研究内容：瞄准机器人社会交互前沿技术，研究人与人社交过程中的社会动力学模型，构建基于多模态信息融合模型，并建立社交意图预测模型；研究社会道德规范学习系统，结合上下文信息和文化背景建立用户期望模型和机器人行为后果自主评估机制；研究融合知识、任务与情感的类人机器人意识模型，建立结合即时反馈和长期趋势的非结构化交互内容生成方法；针对典型社会交互环境，在服务机器人实验平台上进行验证。

考核指标：至少在 3 种典型场景下实现人机社会交互演示验证，提出社会交互系统量化考核指标体系，交互理解识别正确率优于 80%。至少有 1 项先进前沿技术实现首创或达到同类技术的国际领先水平，并提供佐证材料；申请/获得不少于 5 项发明专利。

9. 面向肺部微小结节的机器人检测技术

研究内容：面向呼吸道内诊疗需求大、入路结构异型动态复杂等问题，基于肺部微小结节的临床、影像组学、病理和生物组学等多源信息，开展肺部微小结节的智能辅助诊断技术研究，突破多自由度柔性末端执行器设计和驱动，实时精准导航，复杂动态环境下诊疗执行末端精准定位，生理运动补偿，肺部结节的检测、取样等技术，研制多种活检取样工具，研发面向肺部结节的柔性微创手术机器人，并开展试验验证。

考核指标：研究肺部结节微创手术机器人技术，提出所研制机器人的量化考核指标体系，具备呼吸道环境下利用多自由度柔性末端执行器，实现肺部微小结节精准定位，通过导航定位可到达6级及以上支气管进行肺部结节的检测、取样。至少有1项先进前沿技术实现首创或达到同类技术的国际领先水平，并提供佐证材料；申请/获得不少于5项发明专利（其中PCT专利不少于1项）。

10. 面向复杂骨折闭合复位的手术机器人智能操作环境构建原理与技术

研究内容：面向骨盆骨折等周边复杂力学和生物学环闭合复位手术需求，研究周边肌组织生物力学模型与软组织容受度模型，研究基于骨肌组织容受度模型与术中影像相融合的复位路径规划方法，研究包括术中影像、手术器械跟踪与导航、可视化、智能手术器械/机器人相集成的智能手术环境技术，开展试验验证。

考核指标：研制出面向复杂骨折闭合复位智能手术环境的实

验系统，提出所研制系统的量化考核指标体系，集成具有三维实时跟踪、导航、自动手术规划与手术过程信息可视化等功能。至少有 1 项先进前沿技术实现首创或达到同类技术的国际领先水平，并提供佐证材料；申请/获得不少于 5 项发明专利（其中至少 1 项 PCT 专利）。

11. 自主搜救机器人在线检伤原理与技术

研究内容：针对地震、火灾、事故等大规模伤亡事件存在的突发、群体性救治需求，研究基于大数据和人工智能技术的现场失血性休克量化检伤、分类决策等技术与终端样机系统，实现与搜救机器人的集成融合，解决传统检伤分类“快而不好”和“好而不快”的问题，实现准确性和时效性的高效统一。

考核指标：研制出基于大数据和人工智能技术的现场失血性休克量化检伤分类决策终端系统样机，提出满足相关需求的指标体系，实现针对典型应用的技术验证。至少有 1 项先进前沿技术实现首创或达到同类技术的国际领先水平，并提供佐证材料；申请/获得不少于 5 项发明专利（其中至少 1 项 PCT 专利）。

附件 4

“重点基础材料技术提升与产业化”重点专项 2020 年度项目申报指南

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》，根据国务院《关于深化中央财政科技计划（专项、基金等）管理改革的方案》，国家重点研发计划启动实施“重点基础材料技术提升与产业化”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2020 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：以提升大宗基础材料产业科技创新能力和整体竞争力为出发点，以国家重大工程和战略性新兴产业发展需求为牵引，从基础前沿、重大共性关键技术到应用示范进行全链条创新设计，一体化组织实施，着力解决重点基础材料产业面临的产品同质化、低值化，环境负荷重、能源效率低、资源瓶颈制约等重大共性问题，推进钢铁、有色、石化、轻工、纺织、建材等基础性原材料重点产业的结构调整与产业升级，通过基础材料的设计开发、制造流程及工艺优化等关键技术和国产化装备的重点突破，实现重点基础材料产品的高性能和高附加值、绿色高效低碳生产。提升我国基础材料产业整体竞争力，满足我国高端制造业、战略性新兴产业创新发展、新型工业化和城镇化建设的急需，为我国参与全球新一轮产业变革与竞争提供支撑，实现

我国材料产业由大变强、材料技术由跟跑型为主向并行和领跑型转变。通过本专项的实施，重点基础材料高端产品平均占比提高15%~20%，带动支撑30~50万亿元规模的基础材料产业发展，减少碳排放5亿吨/年。

2020年重点专项拟启动8个公开择优重点研究任务，拟安排国拨经费总概算4000万元。本专项指南部署的研究任务均为典型应用示范类项目，要充分发挥地方和市场作用，强化产学研用紧密结合，项目须自筹配套经费，配套经费总额与国拨经费总额比例不低于1:1。项目执行期为两年。每个项目下设课题数原则上不超过3个，参与单位总数不超过5家。每个研究任务拟支持项目数均为1~2项。申报项目的研究内容须涵盖该重点任务指南所列的全部考核指标。

指南中“拟支持项目数为1~2项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这2个项目。2个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对2个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

本专项2020年项目申报指南如下：

1. 高精度长寿命轴承、模具用钢基体强韧化热处理控制技术应用（应用示范类）

研究内容：研究多道次阶梯奥氏体化、控温控冷超细化热处理对组织性能的影响机理，开发轴承钢、模具钢高均匀、超细晶、

微变形控制技术，实现我国量大面广轴承钢、模具钢组织均匀性及使用寿命的大幅提升，实现典型产品的应用示范。

考核指标：GCr15 轴承钢晶粒尺寸细化到 $\leq 5\mu\text{m}$ ，直径 $\geq 120\text{mm}$ ，热处理尺寸变化率 $\leq 0.15\%$ ，不经过表面强化处理钢的接触疲劳寿命 $L_{10} \geq 5 \times 10^7$ 次；Cr12Mo1V1 模具钢晶粒尺寸 $\leq 5\mu\text{m}$ ，截面尺寸 $\geq 580 \times 280 \times 40\text{mm}$ ，抗弯强度 $\geq 4500\text{MPa}$ ，热处理尺寸变化率 $\leq 0.15\%$ ，接触疲劳寿命 $L_{10} \geq 1 \times 10^6$ 次；在高端精密机床主轴轴承和冲压成形模具实现批量应用。申请发明专利 3 项，制定技术规范 2 项。

2. 高端集成电路关键材料 Cu-Ni-Si 合金带材应用(应用示范类)

研究内容：开发高性能 Cu-Ni-Si 合金带材高质量、低成本生产新工艺，开展工业化规模生产全过程一体化控制关键技术和产品应用研究，突破高性能 Cu-Ni-Si 合金带材工业化生产大规格(大吨位)坯料铸造、大卷重轧制、高均匀热处理、低残余应力等关键技术，开发具有自主知识产权的成套工艺技术和规范，实现工业化生产示范。

考核指标：Cu-Ni-Si 合金带材厚度 $0.1\text{mm} \sim 0.3\text{mm}$ 、宽度 600mm 以上，厚度公差 $\pm 2\%$ 、宽度挠曲 $\leq 0.05\text{mm}$ 、粗糙度 $\leq 0.10\mu\text{m}$ ，屈服强度 $\geq 800\text{MPa}$ ，弹性模量 $\geq 125\text{GPa}$ 、导电率 $\geq 45\% \text{IACS}$ ；建成年产 ≥ 1 万吨的生产线，产品单卷卷重 2.5 吨以上，成材率 $\geq 75\%$ ，实现批量应用。申请发明专利 5 项以上。

3. 8.5代/8.6代 TFT-LCD 超薄浮法玻璃基板在显示面板中的应用（应用示范类）

研究内容：研究 TFT-LCD 超薄浮法玻璃产品功能对 8.5 代/8.6 代 TFT-LCD 面板的亮度、对比度、颜色色域等性能的影响规律，研究在高温高湿持续点亮与储存、低温条件点亮、冷热交替冲击、运输过程摔碰等模拟恶劣环境条件下产品的可靠性，研究 TFT-LCD 玻璃基板的表面、边部、内部缺陷与玻璃光学、物理、力学特性对 TFT-LCD 面板各工序良率的影响，实现 8.5 代/8.6 代 TFT-LCD 玻璃基板应用示范，完成基于国产玻璃基板的液晶显示面板的生产验证。

考核指标：使用国产浮法玻璃制备的 8.5 代/8.6 代 TFT-LCD 显示面板指标：对比度 $\geq 4000:1$ 、颜色色域 NTSC $\geq 85\%$ 、视角 ≥ 170 度、反应时间 $\leq 16\text{ms}$ 。样品完成行业通行的信赖性测试内容，综合良率 $\geq 90\%$ 。产品通过 EU-RoHS 绿色产品认证，月产能 ≥ 100 千片，实现批量稳定供货能力。

4. 耐高温无卤阻燃抑烟隔热弹性材料的制备与应用（应用示范类）

研究内容：研究纳米复合金属氢氧化物对有机硅弹性体阻燃、抑烟性能影响规律和陶瓷化机理，研究有机硅弹性体发泡性能与其组分结构、性质的关系，研制新型特种纳米复合金属氢氧化物和有机硅弹性体，开发有机硅弹性体内增强技术、泡沫有机硅泡孔调控技术、有机硅弹性体高温陶瓷化技术，实现化工装备、动力电池等

领域用耐高温无卤阻燃抑烟隔热弹性材料的规模化制备。

考核指标：邵氏 C 硬度 10~40 可控，极限氧指数 $\geq 35\%$ ，燃烧性能等级达到 FV-0 级，抑烟效率 $\geq 50\%$ ，导热系数 $< 0.08\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，初始分解温度 $\geq 490^\circ\text{C}$ ， 800°C 重量保持率 $\geq 75\%$ 。申请发明专利不少于 5 项，建成耐高温无卤阻燃抑烟隔热弹性复合材料千吨级生产线。

5. 高品质原液着色聚酯原位法连续聚合技术应用(应用示范类)

研究内容：研究原液着色聚酯原位法连续聚合制备过程工程放大技术，开发窄粒径分布乙二醇基超细颜料色浆连续制备技术、高颜料浓度聚酯预聚体柔性制备与在线添加高效分散系统工程放大技术、原液着色聚酯原位法连续聚合工艺万吨级工业化技术，实现工程化应用示范。

考核指标：乙二醇基色浆中颜料的中值粒径 $D_{50} \leq 200\text{nm}$ 、粒径多分散系数 $\text{PDI} \leq 0.2$ ；高品质原液着色聚酯颜料含量 $\geq 2\text{wt}\%$ 、特性粘度波动 $\leq 0.01\text{dL/g}$ ，短纤维单丝纤度 $\leq 0.8\text{dtex}$ 、断裂强度 $\geq 5.1\text{cN/dtex}$ ，长丝单丝纤度 $\leq 0.6\text{dtex}$ 、断裂强度 $\geq 3.5\text{cN/dtex}$ ，织物的耐皂洗色牢度 ≥ 4 级、耐光色牢度 ≥ 5 级。建成万吨级高品质原液着色聚酯原位法连续聚合示范线。申请发明专利 5 项；制定标准和技术规范 2 项。

6. 芳纶蜂窝纸在航空航天领域的应用研究(应用示范类)

研究内容：面向航空航天领域，开发沉析纤维的处理技术、流浆箱成形技术和芳纶纸的辊压等关键技术，实现结构致密、芳

纶纤维均匀分布、透气度低及其他性能优良的芳纶蜂窝纸制备，建立验证平台，在我国飞机上实现应用验证。

考核指标：抗张强度（纵向） $\geq 3.8\text{kN/m}$ ，抗张强度（横向） $\geq 1.7\text{kN/m}$ ，透气度 $\leq 0.01\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$ ；制备的芳纶蜂窝芯主要力学性能满足波音 BMS 8-124AB 要求：稳态平面压缩强度 $\geq 1.72\text{MPa}$ ，L 向剪切强度 $\geq 1.07\text{MPa}$ ，W 向剪切强度 $\geq 0.58\text{MPa}$ ，L 向剪切模量 $\geq 35.86\text{MPa}$ ，W 向剪切模量 $\geq 19.31\text{MPa}$ ；申请专利不少于 3 项。

7. 液化石油气船用大规格高均匀性铝合金宽厚板制备研究（应用示范类）

研究内容：开发面向液化石油气船大规格铝合金宽厚板用铸锭的高组织均匀性、成分均匀性的全等轴晶组织控制技术，探索全等轴晶高耐蚀铝合金中合金元素分布状态、第二相形式及分布等对高均匀性组织耐蚀性能的影响，探索全等轴晶高耐蚀铝合金变形特性与热处理组织控制规律，研究组织结构对低温性能的影响规律，制备幅宽 3000mm、厚度 20mm~50mm 的厚板验证件完成性能指标测试，实现综合性能提升 20%以上。

考核指标：全等轴晶组织铸锭平均晶粒尺寸 < 100 微米，晶粒尺寸偏离度 $< 20\%$ ，铸锭整体纵、横截面宏观成分偏析 $< 8\%$ ；厚度 50mm 合金变形验证件 H116 状态纵向抗拉强度 $\geq 370\text{MPa}$ 、屈服强度 $\geq 270\text{MPa}$ 、延伸率大于 15%； -195°C 纵向抗拉强度 $\geq 390\text{MPa}$ 、屈服强度 $\geq 290\text{MPa}$ 、延伸率大于 18%；按照 ASTM G67

标准，晶间腐蚀 50mm 厚合金板验证件失重 $< 5\text{mg}/\text{cm}^2$ ，按 ASTM G66 标准，剥落腐蚀优于 PA（含 PA/N）级。

8. 树脂基复合材料在航空发动机高速止推轴承上的应用（应用示范类）

研究内容：研究高耐磨、长寿命、抗疲劳自润滑复合材料的稳定制备工艺技术，研究复合材料的加工特性和轴承产品的成型工艺、工况适应性。随发动机产品试车考核，在实际使役环境内满足泵的承载能力及支撑功能。

考核指标：基体树脂热变形温度 $> 250^\circ\text{C}$ ；耐磨自润滑复合材料的摩擦系数 ≤ 0.10 ，磨损系数 $\leq 10^{-15}\text{m}^3/\text{Nm}$ ；高速止推轴承通过在不添加任何润滑剂的情况下，12000 转/分钟的转速下连续运行 6000 小时的强化考核，使齿轮泵止推轴承减重 50%以上。

附件 5

“战略性先进电子材料”重点专项 2020 年度项目申报指南

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》和《中国制造 2025》等提出的任务，国家重点研发计划启动实施“战略性先进电子材料”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2020 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：面向国家在节能环保、智能制造、新一代信息技术领域对战略性先进电子材料的迫切需求，支撑“中国制造 2025”“互联网+”等国家重大战略目标，瞄准全球技术和产业制高点，抓住我国“换道超车”的历史性发展机遇，以第三代半导体材料与半导体照明、新型显示为核心，以大功率激光材料与器件、高端光电子与微电子材料为重点，通过体制机制创新、跨界技术整合，构建基础研究及前沿技术、重大共性关键技术、典型应用示范的全创新链，并进行一体化组织实施。培养一批创新创业团队，培育一批具有国际竞争力的龙头企业，形成各具特色的产业基地。

2020 年重点专项拟启动 8 个公开择优重点研究任务，拟安排国拨经费总概算为 3900 万元。企业牵头申报的项目，其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费

比例不低于 1:1。项目执行期为两年。每个项目下设课题数原则上不超过 3 个，参与单位总数不超过 5 家。每个研究任务拟支持项目数均为 1~2 项。申报项目的研究内容须涵盖该重点任务指南所列的全部考核指标。

指南中“拟支持项目数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

本专项 2020 年项目申报指南如下：

1. 封装基板材料在新能源汽车电驱模块上的应用(应用示范类)

研究内容：面向新能源汽车电驱模块高效热管理需求，设计高热导/低膨胀铝碳化硅散热基板结构，研究散热基板快速成型制备技术，开发适用于氮化硅陶瓷覆铜板的钎焊材料和活性钎焊（AMB）覆铜工艺，开展铝碳化硅散热基板和基于活性金属钎焊的氮化硅陶瓷覆铜板在新能源汽车上电机驱动封装模块的应用研究，开发铝碳化硅散热基板和基于活性金属钎焊的氮化硅陶瓷覆铜板的批量生产技术。

考核指标：高热导/低膨胀铝碳化硅基板材料热导率 $\geq 210\text{W/m}\cdot\text{K}$ ，平均热膨胀系数 $\leq 7.5\times 10^{-6}/\text{C}$ 。138mm \times 190mm 氮化硅陶瓷活性金属钎焊覆铜板，铜层与氮化硅陶瓷层的剥离强度 10N/mm，孔洞率 $< 1\%$ ，翘曲率 $< 10\%$ ，-55 $^{\circ}\text{C}$ /150 $^{\circ}\text{C}$ /15min 热循

环 2000 次后，铜层不出现剥离。散热基板和覆铜板中试生产能力均大于 1 万片/年。运用此技术的功率器件可满足车规级 AEC-Q101 和 AQG324 等国际可靠性标准，以及通过整车厂的两个或以上新能源汽车平台的测试和验证。申请发明专利 4 项。

2. 功率碳化硅芯片和器件在移动储能装置中的应用（应用示范类）

研究内容：开发低比导通电阻高可靠 1200V 碳化硅 MOSFET 芯片的产业化技术，并对芯片产品的栅氧可靠性、单管器件产品的长期可靠性以及单管器件产品的雪崩、浪涌、短路等极端条件可靠性等进行测试表征，开展 1200V 碳化硅 MOSFET 器件在移动储能装置中的应用。

考核指标：1200V 碳化硅 MOSFET 芯片比导通电阻 $\leq 5\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ ，器件电阻 $\leq 80\text{m}\Omega$ ，器件可靠性满足移动及户用储能装置应用的相关要求，系统功率从 1kW~22kW，满载充放电效率 $> 96\%$ 的单相和三相装置。器件中试生产能力大于 10 万个/年，申请发明专利 2 项。

3. 在设施农业中紫外 LED 应用模组和系统技术应用（应用示范类）

研究内容：设计适用于设施农业高效生产与品质提升的紫外 LED 应用模组工作场景；开展模组结构设计、热场分布、结温调控、驱动电路设计以及老化与失效分析研究；研发高可靠性设施农业杀菌辐照模块；开发基于深紫外—紫外波段的植物工厂叶用

蔬菜采前营养品质调控辐射模组；研究紫外对种苗品质提升的光配方优化参数，开发用于全人工光育苗工厂的深紫外—紫外模组。

考核指标：开发出设施农业杀菌辐照模块，发光波长 280nm 以下，光功率密度 $0.5\text{W}/\text{cm}^2$ ，杀菌率 99.9%，寿命 5000 小时；构建叶用蔬菜品质提升的光配方，开发出植物工厂叶用蔬菜品质提升的深紫外—紫外辐射模组，提高 Vc15%、可溶性糖 20%、类黄酮、萜烯类等功能成分 15%~20%；制定紫外 LED 设施农业应用标准 1 项。

4. OLED 显示功能材料的批量合成和应用（应用示范类）

研究内容：对具有自主知识产权的空穴传输、电子传输和发光主体材料等的批量合成工艺、及在 OLED 显示屏中的应用性能进行研究。研究材料从粗品合成与提纯的批量放大工艺和杂质控制技术，建立绿色合成及提纯工艺，获得可批量制备的材料各 1~2 种；研究材料在显示屏生产中的成膜工艺和发光性能等，建立材料性能影响 OLED 器件品质的工艺评价方法，获得满足 OLED 显示性能的材料生产技术条件，完成在 G6 代 OLED 面板生产线上的应用验证；系统研究 OLED 显示材料体系，建立材料结构、性能和应用条件等数据库，为材料开发、应用和知识产权布局提供决策依据。

考核指标：空穴、电子传输和发光主体材料合成能力 $\geq 10\text{kg}/\text{批}$ 、单台单批提纯能力 $> 2\text{kg}$ ，纯度 $\geq 99.99\%$ ；空穴传输薄膜相态稳定温度 $> 120^\circ\text{C}$ 、失重率 $< 1\%$ （ 350°C 时），载流子迁移率

(@10mA/cm²): $\mu_h > 5.0 \times 10^{-4} \text{cm}^2 / (\text{V} \cdot \text{s})$, $\mu_e > 1.0 \times 10^{-5} \text{cm}^2 / (\text{V} \cdot \text{s})$, 电位稳定性能 < 0.2V (50nm 及 120nm 膜厚下器件电压变化)。主体材料稳定性: 持续蒸镀 (200hrs) 纯度 > 99.9%; 器件性能 (顶发光): 绿光 (15000cd/m² 下): 电压 < 4V, 效率 > 170cd/A, 寿命 LT97 > 1000 小时; 红光 (6000cd/m² 下), 电压 < 4V, 效率 > 70cd/A, 寿命 LT97 > 1000 小时。制定材料应用行业标准 1~2 项。

5. 柔性 OLED 显示基板用聚酰亚胺浆料材料应用研究(应用示范类)

研究内容: 研究柔性 OLED 显示基板用聚酰亚胺的单体、预聚体浆料的批量生产技术及其工艺稳定性, 对产品质量和性能的一致性进行验证; 研究在柔性 OLED 显示屏生产线上聚酰亚胺浆料的成膜工艺、耐热稳定性、尺寸稳定性和力学强度等特性, 实现批量流片应用; 建立聚酰亚胺浆料的成膜工艺及薄膜性能的评价方法, 开发国产基板材料在柔性 OLED 显示屏生产中的全工艺流程、并完成批量导入。

考核指标: 浆料固含量 > 15%, 大于 0.5 μm 的颗粒物杂质数 < 1/mL, 印刷孔洞数 < 1/cm² (直径小于 2 微米)。薄膜失重率 < 0.5% (500 $^{\circ}\text{C}$), 拉伸强度 > 180MPa, 弯曲半径 < 10mm, 柔性 AMOLED 样机屏 $\geq 7\text{inch}$ 。形成 1000 吨/年聚酰亚胺浆料的产能规模, 存储稳定性 > 6 个月; 在 G6 柔性 OLED 显示屏量产线上完成 200 张/批流片应用, 满足柔性 AMOLED 量产的良率和显示的性能要求; 制定聚酰亚胺浆料的国家标准 1 项。

6. 高性能 Micro-LED 芯片与显示关键技术研究（应用示范类）

研究内容：研究 Micro-LED（微米级 LED）发光芯片的外延生长工艺技术，研究芯片在不同电流密度下的发光效率、波长一致性、均匀性、可靠性和寿命等影响规律，建立 Micro-LED 器件评价和测试体系；设计 Micro-LED 芯片与 CMOS 芯片微米级金属共晶键合微结构，研究金属共晶互联的混合集成技术；开发 Micro-LED 芯片与 CMOS 芯片的键合与集成技术，开发拥有自主知识产权的 Micro-LED 技术，实现高性能单色 Micro-LED 显示样机。

考核指标：Micro-LED 芯片：晶圆尺寸 ≥ 6 寸，蓝光 EQE $> 35\%$ ，绿光 EQE $> 25\%$ ，红光 EQE $> 10\%$ ；T50 达到 5000 小时 @2000cd/m²；Micro-LED 显示器件：对角线尺寸不大于 0.7inch，分辨率不小于 1920×1080，点间距 $\leq 8\mu\text{m}$ ，亮度 $\geq 5000\text{cd/m}^2$ ，灰度等级 ≥ 256 ，单色显示。申请发明专利 10 项。

7. 单频光纤激光器及相干探测技术应用（应用示范类）

研究内容：研究单频激光放大过程中偏振控制、谱线展宽、噪声抑制、频率稳定和宽带调谐等过程的稳定性关键技术和工艺，单频激光器主要技术指标的一致性关键技术和工艺，面向远距离探测的单频光纤激光脉冲调制放大及锁频发射技术，单频光纤激光相干探测系统高灵敏度信号接收、弱信号放大与处理、以及集成技术。实现单频光纤激光器在相干探测系统中批量应用。

考核指标：单频光纤激光器工作波长为近红外、输出功率 $> 100\text{W}$ 、线宽 $< 10\text{kHz}$ 、相对强度噪声 $< -120\text{dB/Hz}$ ，技术指标一致

性 > 95% @ 20 台；相干探测系统探测距离 $\geq 20\text{km}$ ，精度优于 $\pm 7\text{m}$ ；实现 50 台套以上的单频光纤激光器批量应用。申请发明专利 5 项。

8. 基于量子级联激光器的人体呼出气体检测技术应用研究（应用示范类）

研究内容：开发基于量子级联激光器（QCL）的碳 13（C13）测定系统，并应用于 C13-尿素呼气试验，实现对于人体胃部幽门螺旋杆菌的无损快速检测；结合肺癌呼出气组学筛查研究，通过大样本临床诊断试验、胸部 CT、病理诊断等临床技术手段比较做出敏感性、特异性、准确性和可靠性评价，验证 QCL 肺癌呼出气体检测临床应用效果，为肺癌筛查和诊断确立标志性呼吸气体。

考核指标：研制出基于 QCL 的 C 同位素检测系统样机，C13/C12 同位素比例检测精度优于 0.5‰，满足对幽门螺旋杆菌感染进行高敏、快速、无创伤检测需求；基于 QCL 建立样本量为 2000 例的呼出气体数据库，结合色谱、质谱技术等肺癌痕量呼出气筛查结果，利用红外 QCL，高敏、高精度验证 ppb 级别（十亿分之一）标志性气体成分不少于两种，整合数据库临床参数建立肺癌诊断判别模型。

附件 6

“综合交通运输与智能交通”重点专项 2020 年度项目申报指南

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》《“十三五”国家科技创新规划》以及《“十三五”交通领域科技创新专项规划》等提出的任务，推动交通运输科技进步和加快形成安全、便捷、高效、绿色的现代综合交通运输体系，国家重点研发计划启动实施“综合交通运输与智能交通”重点专项。根据本专项实施方案部署以及国家科技需求发展趋势，现发布 2020 年度项目申报指南。

本专项总体目标是：解决我国综合交通运输系统存在的运行监管能力弱、多方式协同运行效率低、运输安全主动防控能力差、集成服务不足等突出问题，重点突破综合交通运输基础科学难题和重大共性关键技术，开展典型应用示范。大幅增强综合交通运输协同运行和智能监管能力，全面提升我国综合交通运输综合化、智能化水平和服务品质。到 2022 年，形成新一代综合交通运输与智能交通技术体系，为实施国家重大发展战略，提供高效、可持续的综合交通运输系统支撑。

本专项遵循“基础研究、重大共性关键技术、典型应用示范”全链条创新设计、一体化组织实施原则，按照交通基础设施智能化、载运工具智能协同、交通运行监管与协调、大型交通枢纽协同运行、多方式综

合运输一体化、综合运输安全风险防控与应急救援等6个技术方向，共部署15个重点研究任务。专项实施周期为5年（2018—2022年）。

2018—2019年，本重点专项已在6个技术方向启动实施24个项目。2020年，本专项拟在4个技术方向启动7~14个项目，拟安排国拨经费总概算2.29亿元。原则上共性关键技术类项目配套经费与国拨经费比例不低于2:1，鼓励产学研用联合申报，充分发挥地方和市场作用，强化研究成果的转化应用。

项目申报统一按指南二级标题（如1.1）的研究方向进行。除特别说明外，拟支持项目数均为1~2项。项目实施周期不超过3年。申报项目的研究内容须涵盖该二级标题下指南所列的全部考核指标。基础研究类项目，每个项目下设课题数不超过4个，参与单位总数不超过6家；其他类项目，每个项目下设课题数不超过5个，参与单位总数不超过10家。项目设1名项目负责人，项目中每个课题设1名课题负责人。

“拟支持项目数为1~2项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这2个项目。2个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对2个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 交通基础设施智能化

1.1 机场飞行区设施智能监测与互联（共性关键技术类）

研究内容：研究基于实时三维重构的飞行区活动态势精确感

知技术，跑道、滑行道设施智能监测、状态评估及道面性能快速恢复技术；研发基于自主可控技术及多元宽带互联的飞行区多设施系统信息共享和互操作技术；研究基于局地气象大数据的场区雷暴等特殊气象实时精准预报及安全评估技术；研究飞行区多主体业务系统信息统一建模、共享与认知技术，构建飞行区主动安全技术防范体系，研发面向机场运行的智能决策技术平台。

考核指标：构建三维可视化的飞行区活动目标、运行态势精确感知软件平台，实时动态识别滑行冲突、道面异常、围界入侵等4种以上安全风险，识别准确率不低于90%；研制飞行区道面健康状态智能化监测系统，监测准确率不低于90%，形成道面损伤快速修复方法与工艺；研制飞行区多系统设备物联网系统，支持3种以上2000个以上重要设备的信息互联互通；研制飞行区雷暴、冰雪、低能见度、强风切变等特殊气象预报及评估系统，雷电监测预警准确率不低于90%，特殊气象预报周期缩短20%以上；研制机场安全运行智能决策平台，运行事故事件主动防范率达到80%；编制国家/行业技术标准（送审稿）不少于2项；在1个民用机场（年吞吐量大于2000万人次）进行综合应用验证。

1.2 超大跨径缆索承重桥梁智能化设计软件与核心技术标准研发（共性关键技术类）

研究内容：研究超大跨径缆索承重桥梁新型结构体系，突破强风、地震与极端环境下的智能结构分析核心基础理论；研究基于荷载非线性特征及复杂环境多荷载场耦合影响的结构智能化离

散、分布式计算、结果自检验、人本化后处理应用等关键技术，研发高复杂度超大桥梁全过程设计智能化软件系统；研究超大型桥梁设计、新型材料、智能建造及验收的国家标准体系框架，编制超大跨径桥梁设计核心技术标准。

考核指标：提出超大跨径缆索承重桥梁（斜拉桥主跨 > 1200m，悬索桥主跨 > 2000m）等新型结构体系和智能结构分析关键基础理论；研制具有完全自主知识产权、融合结构多重非线性及多荷载场耦合作用的超大跨径桥梁全过程智能化设计分析软件系统 1 套，计算精度 > 95%，推广应用不少于 20 套；建立超大跨径缆索承重桥梁国家技术标准体系框架，编制超大跨径缆索承重桥梁设计国家标准（送审稿）不少于 5 项。

2. 载运工具智能协同

2.1 智能新能源汽车车载控制基础软硬件系统关键技术研究（共性关键技术类）

研究内容：研究复杂行驶条件下支持智能控制算法的车控操作系统和车载核心控制芯片的架构，建立符合车规级要求的应用开发环境；研究恶劣工况下（高温、高寒、高原等）的车载核心控制芯片的高可靠性设计技术和环境适应性增强技术；研究车控操作系统和车载核心控制芯片的功能安全性设计与保障技术，基于高速分布式光纤通信技术的控制信号传输工具及通信协议故障诊断与自测试技术；建立车载核心控制芯片的可靠性和安全性设计规范及测试标准。

考核指标：研发车规级车控操作系统及车载核心控制芯片样片；车规级车控操作系统和车载核心控制芯片产品开发及文档开发过程都满足 ISO26262 ASIL-D 等级要求；车控操作系统能实现与国际主流开放架构的兼容，支持国产核心微控制芯片，实时调度达到 5 微秒，中断响应 8 微秒以下；支持以太网、CAN、CAN-FD 等 5 种以上主流通信协议，完成整车控制、车身控制、动力控制等 9 种以上量产级控制器验证；车载核心控制芯片的稳定工作温度范围为-50℃~125℃，通过 AEC-Q100 标准的验证；分别在环境温度 50℃ 以上、环境温度-40℃ 以下、环境湿度 95% 以上、海拔高度 4700 米以上的典型道路极端工况条件下，完成车载核心控制芯片的实车验证；控制信号光纤通信速率不低于 3.75Gbps；形成行业技术标准/规范（送审稿）不少于 3 项。

2.2 路车智能融合控制与安全保障技术研发（共性关键技术类）

研究内容：研究应对极端路况、高动态未知环境的路与车多传感器超视距感知技术；研究业务感知的车载一路侧—中心多模式信息交互技术与信息安全保障技术；研究基于分布式敏捷路侧边缘计算的协同认知与控制决策技术，研发具备高精度定位、高可靠路车交互、主动安全协同辨识等功能的智能路侧装备；研究无人驾驶安全通行规则、交通组织方法及安全防控方法，基于重特大道路交通事故生成无人驾驶危险场景库，研发多场景业务需求驱动下安全可信、自主可控的路与车智能融合控制技术，构建端—边—云架构的云智能平台。

考核指标：车载与路侧融合感知下超视距感知能力不低于 300m；车车、车路信息交互等通信时延小于 20ms；智能路侧装备信息处理频次不少于每秒 30 次；危险场景数据库样本规模不少于 1000 个；智能融合控制下单车纵向车速偏差控制小于 1km/h，横向控制精度直道处小于 10cm（弯道处小于 20cm）；端一边一云架构的云智能平台具备 300 台以上无人驾驶运输车辆联网并发处理能力；在不少于 3 个恶劣路况环境下开展技术验证，参与技术验证的无人驾驶运输车辆 200 台以上；形成行业技术标准/规范（送审稿）不少于 3 项。

3. 交通运行监管与协调

3.1 自主式交通复杂系统体系架构研究（基础研究类）

研究内容：研究自主式交通系统共性组分集及功能域分类方法、域内和跨域协同机制与系统需求体系；研究揭示系统代际演化机理、演化过程和基本属性；研究不同自主化水平下交通系统的结构、功能及技术特征；研究自主式交通系统功能、逻辑和物理架构以及架构间映射关系，建立系统功能、逻辑与物理架构分层递阶重构、融合优化与演进理论，建立自主式交通系统架构设计与实现技术；研究典型系统参考方案设计与系统组分、功能、实体及互操作完整性评估验证方法；研发自主式交通系统体系架构设计与仿真评估信息物理平台原型；建立可支持不同自主化水平自主式交通系统体系架构设计、评估与实现定制方法及理论体系。

考核指标：形成自主式交通系统架构体系、代际演化机理基础理论、代基关键技术体系和系统技术发展演进路线图；形成自主式交通系统体系架构设计优化方法；开发具有自主式交通系统体系架构设计、仿真、优化与完整性评估等功能的可演进、可广域配置的信息物理平台原型；基于该平台，建立新一代自主式交通系统体系架构和系统参考设计集，架构覆盖交通系统功能域不少于 10 个、系统组分实体不少于 60 种、互操作关系与信息交互对各不少于 1000 个，应用系统参考设计覆盖不少于 5 类典型交通场景；编制自主式交通系统体系架构设计规程不少于 5 项。

3.2 基于城市高强度出行的道路空间组织关键技术（共性关键技术类）

研究内容：研究城市高密度路网、高强度出行条件下道路网可靠性和韧性评估体系，研发与城市功能区相匹配的道路空间通行效能提升技术、道路网关键瓶颈点段、安全隐患点段的识别与治理技术，开发城市道路网络可靠性监测平台；研究高密度聚集条件下道路管控方式与个体交通行为选择映射机理，研发交通个体出行路径识别技术及数据采集设备，基于出行起讫点和路径识别的通勤交通时空调控技术和管理系统；研究基于人因工程的道路交通设施与交通空间组织一体化设计技术，研发基于增强现实技术的道路交通工程设计和风险评估系统；研制适应道路空间动态调整的交通组织设施和安全风险主动防范装置；研究基于城市环境联动响应的地下交通空间全寿命安全风险敏感性分析方法、

多维风险源识别及预控技术，研究地下、地上道路空间安全衔接与组织技术。

考核指标：构建国家城市道路网络可靠性监测平台和网络韧性评估体系，道路网络瓶颈点段、安全隐患点段的识别准确率大于 90%，实现全路网瓶颈点段拥堵车辆溯源分析；建立城市级道路设施网络与出行行为调控管理系统，交通空间利用率提升 20%，通勤效率提升 10%；研制个体交通行为数据采集设备不少于 3 套，出行轨迹和起讫点识别准确率大于 80%；形成地下交通空间施工风险预防与控制方法，预警准确率大于 70%；研制交通安全保护、交通组织优化的新型设施和装置不少于 3 种；编制城市道路空间组织设计相关规程不少于 4 项；在不少于 2 个地级以上城市进行综合应用验证。

4. 综合运输安全风险防控与应急救援

4.1 新能源汽车运行安全性能检验技术与装备研究（共性关键技术类）

研究内容：研究新能源汽车全寿命周期内运行安全性能衰退机理和变化规律，建立新能源汽车安全性能表征参数体系；研究基于运行大数据的新能源汽车电安全、动力电池安全等运行安全性能检验检测方法，研究新能源汽车运行安全检测与测试规程，研发基于大数据的新能源汽车运行安全性快速、自动检验和测试系列装备；研究基于新能源汽车运行特征参数的交通事故鉴定、交通场景重构等关键技术，开发基于新能源汽车行驶轨迹的交通

安全执法系统和新能源汽车交通事故三维场景再现系统。

考核指标：建立新能源汽车包括电安全、动力电池系统安全在内的安全性能表征参数体系，参数数量 ≥ 8 个；研发新能源汽车运行安全性能快速、自动检验和测试系列装备1套，适用主流乘用车和商用车各3种车型以上，单车系统检测时间 $\leq 10\text{min}$ ；研发基于新能源汽车行驶轨迹的交通安全执法系统1套，对路网安全态势评估时间 $\leq 5\text{min}$ ；新能源汽车交通事故三维场景再现系统能清晰还原交通事故发生过程，事故鉴定采信率 $\geq 98\%$ ；编制在用新能源车运行安全性能定期检验与测试规程。

附件 7

“智能电网技术与装备”重点专项 2020 年度项目申报指南

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》，以及国务院《能源发展战略行动计划（2014—2020 年）》《中国制造 2025》和《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》等提出的任务，国家重点研发计划启动实施“智能电网技术与装备”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2020 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：持续推动智能电网技术创新、支撑能源结构清洁化转型和能源消费革命。从基础研究、重大共性关键技术研究到典型应用示范全链条布局，实现智能电网关键装备国产化。

本重点专项按照大规模可再生能源并网消纳、大电网柔性互联、多元用户供需互动用电、多能源互补的分布式供能与微网、智能电网基础支撑技术 5 个创新链（技术方向），共部署 23 个重点研究任务。专项实施周期为 5 年（2016—2020 年）。

2016—2018 年本重点专项在 5 个技术方向已经启动实施 58 个项目。2020 年拟在“多元用户供需互动用电”技术方向启动 2~4 个项目，拟安排国拨经费总概算 8755 万元。自筹经费总额与国拨

经费总额比例不低于 2:1。

项目申报统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向进行。除特殊说明外，拟支持项目数均为 1~2 项。项目实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容须涵盖指南该方向所列的全部考核指标。项目下设课题数原则上不超过 5 个，项目参研单位原则上不超过 10 个，项目牵头单位承担主体责任，项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

指南中“拟支持项目数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评分评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式，第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 多元用户供需互动用电

1.1 泛在电力物联网关键技术（共性关键技术类）

研究内容：重点针对泛在电力物联网关键技术及典型应用开展研究，具体包括：泛在电力物联网体系架构；高频局部放电传感器、超声波局部放电传感器、MEMS 微纳振动传感器、变压器内部环境多参量光学传感器等新型传感技术，电力多参量物联终端技术；通信与计算融合的异构网络和高可靠超多跳安全自组织网络技术；海量异构物联终端智能管控及平台支撑技术；泛在电力物联网电力设备故障智能感知与诊断、源网荷储泛在资源的自主智能调控、综合能源的自治协同与多元服务技术及应用。

考核指标：完成泛在电力物联网体系架构与安全防护架构系列标准不少于 10 个；高频局部放电传感器最大传输阻抗不小于 18mV/mA，超声波局部放电传感器在 0~200kHz 频带范围内峰值灵敏度不低于 80dB (V/ (m/s))，自取能 MEMS 微纳振动传感器灵敏度不低于 100mV/g，变压器内部环境多参量光学传感器乙炔检测下限达到 1 μ L/L，物联终端支持 40 种以上工业互联网协议，处理时延不超过 10ms；高可靠超多跳定向自组网节点设备支持宽带业务传输不少于 50 跳、自组网节点数不少于 1000 个；泛在电力物联网支撑平台可支持亿级设备接入和千万级并行连接、PB 级数据共享与管理；电力业务场景典型应用不少于 3 种；电力设备设施故障综合诊断准确率不低于 85%，在万级计算节点规模下调度策略计算时间小于 30s，提供 30 种以上面向各类主体的能源增值服务。

1.2 数字电网关键技术（共性关键技术类）

研究内容：面向数字电网建设的重大需求，针对数字电网中信息采集、传输及应用中的关键技术开展研究。具体包括：电力专用边缘计算芯片的同/异构混合多核架构和芯片级嵌入式安全计算硬件引擎技术；基于全自主 CPU 的数字电网边缘计算与控制装置及多业务协同技术；融合 5G 的智能电网控制类业务安全可信接入与可靠保障技术；基于数字孪生的海量多源异构数据中台建模与融合关键技术；基于深度学习和电力知识图谱的数字电网智能快速服务关键技术。

考核指标：芯片采用国产 CPU 核，支持不少于 4 核的 SMP 多核同构技术，单核性能不低于 3.5DMIPS/MHz，集成电力专用算法，支持抗 DPA 攻击的国密算法和 IPSec 网络协议硬件加速；边缘计算装置采用自主 CPU 及国产嵌入式操作系统，中断响应时间不高于 20 微秒；5G 安全防护体系对非法终端接入识别率 $\geq 99.9\%$ ；数据中台系统实现准实时融合采集性能峰值达到 500 万条/秒，PB 级多模态关联与检索；不少于 5 种电网业务场景的示范系统应用。

附件 8

“可再生能源与氢能技术”重点专项 2020 年度项目申报指南

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》以及《“十三五”国家科技创新规划》《能源技术革命创新行动计划（2016—2030 年）》《能源技术创新“十三五”规划》《可再生能源中长期发展规划》等提出的任务，国家重点研发计划启动实施“可再生能源与氢能技术”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2020 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：大幅提升我国可再生能源自主创新能力，加强风电、光伏等国际技术引领；掌握光热、地热、生物质、海洋能等高效利用技术；推进氢能技术发展及产业化；支撑可再生能源大规模发电平价上网，大面积区域供热，规模化替代化石燃料，为能源结构调整和应对气候变化奠定基础。专项按照太阳能、风能、生物质能、地热能与海洋能、氢能、可再生能源耦合与系统集成技术 6 个创新链（技术方向），共部署 38 个重点研究任务。专项实施周期为 5 年（2018—2022 年）。

2016—2018 年本重点专项在 6 个技术方向启动实施 54 个项目。统筹考虑本重点专项实施方案以及过往相关的立项情况，地热能与海洋能、生物质能方向均已部署覆盖；结合新形势下本领

域科技发展需要，2020年拟在氢能、太阳能、风能、可再生能源耦合与系统集成技术4个技术方向启动14~28个项目，拟安排国拨经费总概算为6.06亿元。基础研究类项目，自筹经费总额与国拨经费总额比例不低于1:2；共性关键技术类项目，自筹经费总额与国拨经费总额比例不低于1.5:1；应用示范类项目，由企业牵头申报，自筹经费总额与国拨经费总额比例不低于3:1。

项目申报统一按指南二级标题（如1.1）的研究方向进行。除特殊说明外，拟支持项目数均为1~2项，实施周期不超过3年。申报项目的研究内容须涵盖该方向（或子方向）标题下指南所列的全部考核指标。基础研究类项目，每个项目下设课题数不超过4个，参与单位总数不超过6家；其他类项目，每个项目下设课题数不超过5个，参与单位总数不超过10家。项目设1名项目负责人，项目中每个课题设1名课题负责人。

指南中“拟支持项目数为1~2项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评分评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这2个项目。2个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对2个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 氢能

1.1 车用耐高温低湿质子膜及成膜聚合物批量制备技术（共性关键技术类）

研究内容：针对车用氢燃料电池的要求，重点突破高温低湿条

件下应用的质子交换膜的产业化技术，具体包括：开发全氟共聚功能单体合成及成套工程装备技术；高交换容量全氟质子聚合物制备技术；全氟质子交换聚合物高纯单分散溶液制备技术；气体传递和自由基作用机理研究；高机械强度、高化学稳定性全氟质子交换膜连续制备技术与装备，全氟质子膜在燃料电池中的应用。

考核指标：全氟质子聚合物离子交换容量(IEC) $\geq 1.3\text{mmol/g}$ ，全氟质子交换聚合物分散粒径 $\leq 200\text{nm}$ ；全氟质子膜厚度 $\leq 18\mu\text{m}$ 、偏差 $\leq \pm 5\%$ （采样面积 $\geq 300\text{cm}^2$ ），离子电导率 $\geq 0.1\text{S/cm}$ （ 95°C ， $60\text{RH}\%$ ）、 0.04S/cm （ 120°C ， $30\%\text{RH}$ ），电子电阻率 $> 1000\Omega\text{cm}^2$ ，渗氢电流 $\leq 2\text{mA/cm}^2$ ，允许最高运行温度 $\geq 100^\circ\text{C}$ ，强度 $\geq 45\text{MPa}$ ，纵横向溶胀率 $\leq 3\%$ ，OCV 测试氟离子释放率 $\leq 0.7\mu\text{g/cm}^2/\text{h}$ 、循环 OCV 次数 ≥ 90 ，产能 ≥ 20 万 $\text{m}^2/\text{年}$ ，成本 ≤ 500 元/ m^2 ，金属离子含量 $\leq 20\text{ppm}$ 。

1.2 碱性离子交换膜制备技术及应用（基础研究类）

研究内容：研发高性能碱性聚电解质膜连续制备工艺，酸碱双性膜及电解水制氢，高效电化学生成氨及分解氨反应系统，直接氨燃料电池等应用技术。

考核指标：碱性离子电导率 $\geq 0.04\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ （ 25°C ）和 $\geq 0.14\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ （ 80°C ），氢气透过率 $\leq 0.02\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ ，机械强度 $\geq 20\text{MPa}$ ，纵横向溶胀率 $\leq 10\%$ ，氢氧燃料电池工作 1000h 膜材料无降解（ 80°C ）、阳离子降解 $\leq 5\%$ （ 1M NaOH 中 80°C 下浸泡 5000h ），膜连续制备的幅宽 $\geq 0.2\text{m}$ ，厚度 $\leq 25\mu\text{m}$ （偏差 $\leq \pm 2\mu\text{m}$ ）；酸碱双

性膜水电解单体模块产氢 $\geq 10\text{Nm}^3/\text{h}$ ，制氢纯度 $\geq 99.99\%$ ，电耗 $\leq 4.1\text{kWh}/\text{Nm}^3\text{H}_2$ ；电解制氨法拉第效率 $> 20\%$ ，实现 kg 级系统集成；氨反向电化学分解效率 $> 95\%$ ；直接氨燃料电池 $\geq 150\text{mW}/\text{cm}^2@0.3\text{V}$ ，常压， 80°C 。

1.3 扩散层用炭纸批量制备及应用技术¹（共性关键技术类）

研究内容：针对质子交换膜燃料电池批量、低成本需求，突破支撑层用炭纸及气体扩散层（GDL）批量制备技术与装备。具体包括：开发炭纸用碳纤维工程化工艺与装备，研发炭纸用改性粘合剂，开发炭纸石墨化工艺与装备，研发表面疏水处理等后处理材料及工艺技术，根据“气—液—电—热”传输与支撑性能要求，开发出系列炭纸；研发炭纸复合微孔层（MPL）强化传输技术，开发可在线监测与反馈的 GDL 制备工艺与装备；开展运行工况下相关可靠性及耐腐蚀性研究。

考核指标：炭纸可控厚度 $80\mu\text{m}\sim 190\mu\text{m}$ 、偏差 $\leq \pm 1.5\%$ （采样面积 $\geq 40\text{cm}\times 40\text{cm}$ ），孔隙率 $\geq 75\%$ ，密度 $0.3\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}\sim 0.45\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，垂直向透气率 $\geq 2000\text{mL}\cdot\text{mm}/(\text{cm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{mmAq})$ 、垂直向电阻率 $\leq 65\text{m}\Omega\cdot\text{cm}$ 、平行向电阻率 $\leq 4\text{m}\Omega\cdot\text{cm}$ 、接触电阻 $\leq 5\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ ，弯曲强度 $\geq 10\text{MPa}$ 、弯曲模量 $\geq 10\text{GPa}$ 、拉伸强度 $\geq 25\text{MPa}$ ，导热系数（干态）：垂直 $\geq 1.7\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、平行 $\geq 21\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，产能 40 万 $\text{m}^2/\text{年}$ ；MPL 中孔径可控精度 $\pm 10\text{nm}$ ，表面粗糙度 $\leq 7\mu\text{m}$ ；GDL 可控厚度 $80\mu\text{m}\sim 250\mu\text{m}$ 、偏差 $\leq \pm 1.5\%$ ，可控接触角 $\geq 145^\circ$ 。

¹ 所涉名称参照 GB/T20042.1-2017“质子交换膜燃料电池 第一部分 术语”

1.4 车用燃料电池催化剂批量制备技术（共性关键技术类）

研究内容：针对车用燃料电池催化剂对耐久性和一致性的技术要求，突破具备高动态工况耐受能力、兼具高性能/抗中毒特征的铂基催化剂及其百公斤级批量制备技术。具体包括：研发氧还原活性提高技术，贵金属用量降低技术，高电位循环耐久技术，抗氢气杂质（CO、含硫化合物）污染技术；开发高一致性、低杂质含量催化剂工艺配方及批量化制备技术，研发可规模化生产的催化剂纳米合成工艺，孔径分布合理、催化剂易于高分散担载、成本低廉的先进功能载体处理技术，以及催化剂工业化制备技术与装备。

考核指标²：催化剂初始氧还原质量比活性 $\geq 0.35\text{A/mgPt}@0.9\text{V}_{\text{IR-free}}$ ，催化剂电化学活性面积 $\geq 60\text{m}^2/\text{g}$ ，耐久性① $0.6\text{V}\sim 0.95\text{V} \geq 3$ 万次循环质量活性衰减率 $\leq 40\%$ 、电化学活性面积衰减率 $\leq 40\%$ ，耐久性② $1.0\text{V}\sim 1.5\text{V} \geq 5000$ 次循环质量活性衰减率 $\leq 40\%$ 、电化学活性面积衰减率 $\leq 40\%$ ，氢气杂质耐受性①CO导致的催化剂质量活性衰减 $\leq 30\%$ （ 0.1M HClO_4 1000 ppm CO/H₂），并且催化剂在膜电极中性能衰减 $\leq 10\text{mV}$ （在 $1\text{A}/\text{cm}^2$ ，1 ppm CO/H₂，24h）；②硫化物导致的催化剂活性面积衰减 $\leq 30\%$ （ $0.36\text{ppm H}_2\text{S}$ ，24h），在膜电极中性能衰减 $\leq 30\text{mV}$ （在 $1\text{A}/\text{cm}^2$ ， $0.004\text{ ppm H}_2\text{S}$ ，24h）。产能 $\geq 2000\text{g}/\text{批次}$ 、 $\geq 200\text{kg}/\text{年}$ ，粒径及性能偏差 $\leq \pm 8\%$ ，Cl含量小于 50 ppm wt ，Fe含量小于 50 ppm wt ，

² 参照 NEDO 或 DoE 相关规程，除非特殊说明

量产成本 \leq (Pt_{现货价格}·PGM wt% + 100) 元/g。批次样品可供第三方在产线采集、评估，提供项目外客户应用证明。

1.5 质子交换膜燃料电池极板专用基材开发（共性关键技术类）

研究内容：针对质子交换膜燃料电池用极板的可加工性、耐腐蚀性技术要求，研发具备特殊微结构、高耐蚀、低电阻专用超薄基材及其批量制备工艺。具体包括：高耐蚀、低电阻、易于精密成型的不锈钢和钛合金基材，及高强度与弹性、高致密与导电性、超薄复合石墨极板，其成份设计、混合熔铸、组织调控与前后处理技术，及其可连续工业级制备技术与装置的研发；基材耐蚀、导电、可成形性综合性能评估；超薄基材极板试制及寿命快速评估方法研究。

考核指标：不锈钢与钛合金薄板基材厚度 50 μ m~150 μ m、偏差 \leq \pm 4 μ m，抗弯强度 \geq 25MPa，初始：接触电阻 \leq 3m Ω ·cm²@1.4MPa（接触炭纸）、腐蚀电流 \leq 5.00 \times 10⁻⁷A/cm²@80 $^{\circ}$ C（0.5M 硫酸+5ppm F⁻ 溶液），10000 小时工况后：接触电阻 \leq 8m Ω ·cm²@1.4MPa、腐蚀电流 \leq 10.00 \times 10⁻⁷A/cm²@80 $^{\circ}$ C，湿热循环测试后无腐蚀、无变形，产能 \geq 1000 吨/年，延伸率：不锈钢 \geq 55%、钛合金 \geq 30%，体相电阻率：不锈钢 \leq 0.075m Ω ·cm、钛合金 \leq 0.17m Ω ·cm，成本：不锈钢 \leq 25 元/kg，钛合金 \leq 150 元/kg；超薄复合石墨板厚度 \leq 1.4mm、最薄处厚度 0.1mm~0.3mm，平面度 \leq 10 μ m，电导率 \geq 150S/cm，透气率 \leq 2 \times 10⁻⁸cm³（cm²·s）⁻¹，工作压力 \geq 1bar（g），弯曲强度 \geq 50MPa，接触电阻 \leq 10m Ω ·cm²，短堆

工作 5000h、性能降幅 $\leq 10\%$ 。

1.6 车用燃料电池堆及空压机的材料与部件耐久性测试技术及规范（共性关键技术类）

研究内容：针对质子交换膜燃料电池的产业化过程质量控制的需求，开展电堆关键材料及系统部件耐久性、电磁兼容性测试技术及规范研究。具体包括：研究电堆运行过程中的健康诊断方法，进行实际验证；研究电堆关键材料（催化剂、膜、炭纸、极板基材、防腐涂层等）理化参数及核心部件（膜电极、双极板、密封件等）特性参数的测量方法、等效加速老化方法，建立关联数据库并形成规范；研发燃料电池系统用空压机关键性能、环境适应性、耐久性等加速测试技术，形成寿命预测与验证方法；研发车用燃料电池系统的电子控制单元离线电磁兼容辐射发射、传导发射、电磁场抗扰度、瞬态抗扰度、静电放电等测试技术，形成规范方法。

考核指标：车载电堆健康诊断装置对电堆氢渗检出率 $> 90\%$ ；在 5000 小时测试的基础上，建立性能与耐久性评测方法、流程规范，包括：催化剂、质子膜、扩散介质、膜电极、双极板、密封件及短堆，形成特性/理化参数及其测量方法集合 ≥ 10 类，基于工况衰变规律的寿命模型预测偏差 $\leq 10\%$ ；空压机耐久性测试方法加速系数 ≥ 15 、偏差 $\leq 3\%$ ，研制的综合测试设备适应系统功率范围 45kW~150kW；建立电磁兼容离线性能测试方法、流程规范，至少包括电子控制单元（ECU）、节电压巡检（CVM）、空压机控制

器；建成的电磁兼容性测试平台，在燃料电池工作情况下：辐射发射测试能力达到 18GHz，辐射抗扰度能力在 400MHz 至 3000MHz 范围内达到 200V/m。

1.7 公路运输用高压、大容量管束集装箱氢气储存技术(共性关键技术类)

研究内容：针对国内现有 20MPa 管束车储氢量小、运输成本高等问题，开展更高储存压力下的公路运输用大容量管束集装箱氢气储存技术研究。具体包括：高长径比、高压储氢瓶纤维缠绕设计与工艺；大容量内胆成型技术；使用工况下高压储氢瓶的失效机理研究与测试技术；满足道路运输法规要求的高压大容量管束集装箱体设计与集成技术；大容量高压储氢瓶试验方法和标准研究。

考核指标：储氢瓶公称工作压力 $\geq 50\text{MPa}$ ，单瓶水容积 $\geq 450\text{L}$ ，单瓶储氢密度 $\geq 5.5\text{wt}\%$ ，循环寿命 ≥ 15000 次（水压充放循环试验压力 10%（最大不超过 3MPa）~150%公称工作压力）；管束集装箱储氢量 $\geq 1000\text{kg}$ （符合道路运输法规要求），使用环境温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ；形成相关储氢高压管束集装箱国家/行业产品标准送审稿。

1.8 液氢制取、储运与加注关键装备及安全性研究(应用示范类)

研究内容：针对千辆级商用车集中运行对氢燃料制备、输配及加注的需求，开展氢气液化工艺、液氢储运和液氢存储—气氢加注站的相关研究。具体包括：高效正仲氢转化、液氢温区高真

空多层绝热技术研究；液氢储罐和运输用液氢槽罐的研制；大规模氢气液化工艺流程开发和优化；氢气液化过程量化风险分析、安全防护、预警和应急分析；液氢加氢站工艺流程开发及布局优化；气氢与液氢加氢站风险、安全及经济性量化对比分析。

考核指标：液化能力 ≥ 5 吨/天单套装备，仲氢含量（Para-hydrogen，体积分数） $\geq 95\%$ ，氢气液化能耗 $\leq 13\text{kWh/kg}$ ，液氢纯度（摩尔分数） $\geq 99.97\%$ ；储存用液氢储罐容积 $\geq 300\text{m}^3$ ，液氢静态日蒸发率 $\leq 0.25\%/天$ ，维持时间 ≥ 30 天；运输用液氢槽罐 $\geq 40\text{m}^3$ ，液氢静态日蒸发率 $\leq 0.73\%/天$ ，维持时间 ≥ 12 天，真空寿命 ≥ 5 年；开发具备 35MPa 和 70MPa 加注能力液氢储存气态加注站工艺包，站内液氢储量 $\geq 500\text{kg}$ ，峰值加氢能力 $\geq 500\text{kg/天}$ ，氢气加注能耗 $\leq 2.50\text{kWh/kg-H}_2$ ；完成两种氢气储存类型加氢站的泄漏监测、安全运行和经济性评价示范项目。

1.9 醇类重整制氢及冷热电联供的燃料电池系统集成技术（共性关键技术类）

研究内容：针对高效、环保、长寿命分布式供能系统应用需求，开展燃料电池冷—热—电联供系统的关键技术研发。具体包括：用于分布式供能的醇类重整制氢系统技术；质子交换膜燃料电池的空气在线净化技术；质子交换膜燃料电池冷—热—电联供系统技术；固体氧化物燃料电池热电联供系统技术；燃料电池冷—热—电联供系统模拟仿真、系统集成优化及能量管控技术。

考核指标：全自动甲醇重整制氢集成系统产氢能力 \geq

30Nm³/h、效率≥85% LHV，氢气中 CO≤0.2ppm、总硫≤4ppb，冷态自启动时间≤30min，动态负荷调节能力≥50%；空气在线净化系统 SO₂、NO₂、VOC、甲醛、O₃ 脱除率≥95%，NH₃ 脱除率≥80%（污染物基准浓度 1ppm），PM10 以下大气气溶胶脱除率≥99%，无故障运行时间≥1500h；冷热电联供的质子交换膜燃料电池系统额定发电功率≥30kW，发电效率≥50%，70℃余热条件下、制冷效率≥40%，系统供电制冷效率≥70% LHV，连续运行≥3000h；基于重整合成气为燃料的固体氧化物燃料电池热电联供系统额定发电功率≥30kW、发电效率≥55%（DC，LHV），热电联供总效率≥85%，连续运行≥1000h。

2. 太阳能

2.1 万小时工作寿命的钙钛矿太阳电池关键技术（基础研究类）

研究内容：针对高稳定性钙钛矿太阳电池技术要求，开展电池性能退化机制与评价方法、电池关键功能层和器件的设计与制备研究。具体包括：钙钛矿光吸收材料本征稳定性研究；高性能钙钛矿光吸收层稳定化设计与制备；高性能电荷传输层稳定化设计与制备；加速老化条件下器件退化机制与评价方法；高稳定性器件制备工艺和技术；稳定器件一致性控制技术。

考核指标：器件最高效率≥20%（面积≥0.5cm²），在 50±10℃、AM1.5G（1000W/m²）模拟太阳光条件下最大功率点持续输出 10000 小时，器件效率衰减≤20%；开发出具有高稳定性的钙钛矿光吸收层和电荷传输层，在 85℃、AM1.5G（1000W/m²）加速老

化 1000 小时条件下，主要光电性能衰减 $\leq 5\%$ ；在 85°C 、AM1.5G ($1000\text{W}/\text{m}^2$) 加速老化 1000 小时条件下，器件效率衰减 $\leq 10\%$ ；在光照/黑暗交替加速老化条件下循环 1000 次，循环周期 ≥ 20 分钟，器件效率衰减 $\leq 10\%$ ；在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 之间冷热交替、极端温度下保持 ≥ 10 分钟的加速老化条件下循环 200 次，器件效率衰减 $\leq 10\%$ ；小批量器件样品数 ≥ 30 ，以在 85°C 、AM1.5G ($1000\text{W}/\text{m}^2$) 加速老化 1000 小时条件下器件效率衰减 $\leq 10\%$ 为标准，不合格率 $\leq 20\%$ 。

有关说明：实施周期不超过 4 年。

2.2 高效、低成本晶体硅太阳能电池关键技术研究（共性关键技术类）

研究内容：面向太阳能电池高效率、强稳定性和低成本的需求，进行晶体硅电池新材料与结构技术和相关核心设备的开发。具体包括：开发满足高效晶体硅材料生长的热场技术及设备；研究硅衬底中杂质和缺陷的形成机理及对稳定性的影响；PN 结形成方式和特性对电池效率及稳定性的影响关系；高效电池成套制备技术及接触钝化沉积等核心装备技术；相关新材料与电池技术标准（含晶体硅材料与电池产品规范及关键制造设备标准等）。

考核指标：开发出满足大尺寸硅晶体稳定生长的热场，单个硅晶体重量 ≥ 1300 公斤，有效抑制晶体中孪晶的产生，整晶体中单晶占比 $\geq 90\%$ ，平均位错密度 $\leq 1\times 10^5/\text{cm}^2$ ，平均少数载流子扩散长度 $\geq 500\mu\text{m}$ ；批次稳定大面积（ $156\times 156\text{mm}^2$ 以上）电池正面

光电转化效率 25%以上，在 75°C 下电池的热辅助光致衰减（LeTID） $\leq 0.5\%$ ；开发出单台年产能 $> 50\text{MW}$ 的接触钝化沉积核心电池制造装备。

3. 风能

3.1 新型高效风能转换装置关键技术（基础研究类）

研究内容：面向我国高空、海上等风资源多元化利用需求，研发不同电网连接方式下兆瓦级概念创新型高效风能转换装置。具体包括：风能转换装置的新概念、新机理和高效能量转换关键技术；开展关键系统及设备可行性研究，提出概念设计方案、样机试制及其系统平台验证的实施方案；微网、离网或并网条件下新型风力发电系统智能控制和能量综合利用关键技术。

考核指标：完成兆瓦级创新型高效风能转换装置概念设计，建立数字虚拟仿真模型，理论最大风能转换效率 $C_{Pmax} \geq 0.5$ ，能量综合利用效率 $\geq 40\%$ ，设计寿命 ≥ 25 年；完成样机试制，关键零组件可行性论证及测试方法通过第三方评估；并网型可连续运行 ≥ 7 天，微网或离网型可连续运行 ≥ 14 天。

3.2 大型柔性叶片气动弹性设计关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对大型风电叶片的设计需求，研究大型柔性叶片气动弹性设计关键技术，自主建立大型柔性叶片动态仿真模型和设计方法。具体包括：湍流风况下大型柔性风电叶片气动—结构耦合动态响应模拟和测试技术；大型柔性叶片气弹稳定性机理和破坏性颤振预测技术；大型柔性风电叶片被动降载和颤振控制技术；基于

气弹耦合效应的大型叶片高效、低载、轻量化设计技术。

考核指标：自主开发风电叶片动态仿真软件 1 套，通过测试验证，动态变形和动态载荷计算误差 $\leq 15\%$ ；提出适用于大型柔性风电叶片颤振的工程判据，通过实验或测试验证并形成工具包 1 个，颤振速度预测误差 $\leq 15\%$ ；叶根疲劳载荷降低 $\geq 3\%$ ，叶根极限载荷降低 $\geq 5\%$ ，颤振边界 \geq 风轮额定转速的 120%；耦合气动弹性关键技术，自主开发大型柔性叶片设计软件 1 套，满足 90m~120m 叶片设计需求，并应用于 100m 级风电叶片设计，所设计叶片需通过第三方设计评估，并完成样片研制，最大风能吸收效率 $C_{Pmax} \geq 0.49$ ，相对于同级别叶片减重 $\geq 2\%$ 。

4. 可再生能源耦合与系统集成技术

4.1 可离网型风/光/氢燃料电池直流互联与稳定控制技术（共性关键技术类）

研究内容：针对风能、太阳能与氢能多元耦合独立微网，着重突破氢能支撑的可离网型风/光/储/氢燃料电池直流互联系统安全、稳定、经济运行的关键技术。具体包括：氢能支撑的可离网型风/光/储/氢燃料电池直流互联系统及部件参数优化匹配设计技术；氢能与电池混合储能技术，包含高效制氢、储氢及向加氢站供氢单元，高效燃料电池发电及废热综合利用单元；大功率高效率直流变换器技术，包含电解水制氢和氢燃料电池发电直流变换技术；电—热—氢综合能量管理技术，包含新能源汽车并网互动响应技术、离网充电冲击控制技术。

考核指标：形成总体技术示范平台：满足不少于 10 辆氢能燃料电池汽车加氢、50 辆纯电动汽车直流快充冲击需求，发电能力 $\geq 2\text{MW}$ ，直流互联电压等级 $\geq 10\text{kVdc}$ ，直流互联系统效率 $\geq 95\%$ ，供热能力 $\geq 100\text{kW}$ ，制氢、供氢规模 $\geq 100\text{kg/天}$ ，可离网连续运行 $\geq 168\text{h}$ （运行负荷不低于 300kW ）；开发氢能与电池混合储能系统，电池储能 $\geq 1\text{MW}/500\text{kWh}$ ，储氢能力 $\geq 200\text{kg}$ 、氢气纯度 $\geq 99.99\%$ ，氢燃料电池发电 $\geq 150\text{kW}$ 、热电综合利用效率 $\geq 80\%$ ；直流变换器 0~90% 电流响应时间 $\leq 10\text{ms}$ ，输出电压纹波 $\leq 5\%$ ；微网监控与能量管理系统可支持监测点 ≥ 100 个，数据采集频率 $\geq 1\text{Hz}$ ，控制指令响应时间 $\leq 100\text{ms}$ 。

附件 9

“核安全与先进核能技术”重点专项 2020 年度项目申报指南

为落实《国家创新驱动发展战略纲要》《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》，以及国务院《能源发展战略行动计划（2014—2020 年）》《“十三五”国家科技创新规划》等提出的任务，国家重点研发计划启动实施“核安全与先进核能技术”重点专项，根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2020 年度项目申报指南。

本专项总体目标是：与已有核能项目相互衔接，瞄准国际发展前沿，围绕核安全科学技术、先进创新核能技术两个方向，开展核能内在规律与机理研究，突破“瓶颈”与关键技术，开展前瞻性、创新性研究，从基础研究、重大共性关键技术研究到规模化验证全链条布局，解决制约自主化发展的核心技术瓶颈问题，推动我国核能技术水平的持续提高和创新，促进向核能强国的跨越。

本专项重点在核安全科学技术、先进创新核能技术 2 个创新链（技术方向），共部署 9 个重点研究任务。专项实施周期为 5 年（2018—2022 年）。

2018—2019 年本重点专项在 2 个技术方向已经启动实施 13 个项目。按照全链条布局、分步实施、重点突出的原则，2020 年

拟在 2 个技术方向启动 9~12 个项目,拟安排国拨经费总概算 1.455 亿元。基础研究类项目经费以中央财政经费为主,共性关键技术类项目鼓励企业参与。

项目申报统一按指南二级标题(如 1.1)的研究方向进行。2.2 创新型可移动小型核反应堆技术和 2.3 创新型固定式小型核反应堆技术,两个方向瞄准国际最前沿,支持全新概念的创新研究,通过新概念研究带动技术创新,引导核能技术向国际并跑、领跑跨越,每个方向拟支持项目数 3 项,且必须为完全自主创新,没有获得过国家财政支持的设计方案;除此之外,拟支持项目数均为 1~2 项。申报项目的研究内容须涵盖该二级标题下指南所列的全部考核指标。基础研究类项目,每个项目下设课题数不超过 4 个,参与单位总数不超过 6 家;其他类项目,每个项目下设课题数不超过 5 个,参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名项目负责人,项目中每个课题设 1 名课题负责人。

指南中“拟支持项目数为 1~2 项”是指:在同一研究方向下,当出现申报项目评审结果前两位评分评价相近、技术路线明显不同的情况时,可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式,第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估,根据评估结果确定后续支持方式。

1. 核安全科学技术

1.1 严重事故下安全壳系统性能研究(共性关键技术类)

研究内容:研究严重事故下气溶胶迁移与热力学现象,如安

全壳内气溶胶去除及缝隙滞留研究等；研究安全壳失效机理，特别是安全壳贯穿件等薄弱环节；开展安全壳内热力和结构试验与数值分析，评价安全壳包容能力；研究严重事故下安全壳的释热与减压新技术，研发新型高效过滤排放技术；研发先进的严重事故下安全壳系统性能综合分析软件，并进行综合试验验证。

考核指标：建立气溶胶行为的实验数据库和机理模型；形成一套安全壳结构的分析评价方法，给出安全壳失效概率曲线和结构分析评价规范（建议稿）；在容尘量 1 吨的条件下，过滤排放气溶胶去除效率 $\geq 99.99\%$ 、元素碘去除效率 $\geq 99.9\%$ 、甲基碘去除效率 $\geq 85\%$ ；开发一套完整的严重事故下安全壳系统性能综合分析程序，程序至少包括安全壳内热力行为、核素迁移、氢气行为、力学行为等模型，与综合试验结果比，计算误差不大于 20%；综合试验实施规模能够满足大空间模拟要求。

实施年限：3 年

经费配套：自筹经费总额与中央财政经费总额比例不低于 2:1。

1.2 核电站重要设备部件先进智能老化监检测技术开发与验证（共性关键技术类）

研究内容：针对核电站核安全重要设备与部件的服役老化与退化行为，研发先进监检测装置和智能系统，开展老化状态和结构完整性方面先进智能监检测技术的开发与验证，研究对象至少包括：反应堆压力容器辐照监督试样先进复用技术、堆内构件紧固螺栓先进智能检测技术、一回路不锈钢部件热老化状态和结构

完整性先进监检测技术、核电管道先进检测和智能成像技术、混凝土老化状态和结构完整性先进监检测技术。

考核指标：RPV 辐照监督复用试样自动测试装置和智能分析系统，高注量快中子辐照后性能验证的样品有效比提升至 70%以上；堆内构件紧固螺栓水下自动检测装置和智能分析系统，性能验证重复定位精度优于 $\pm 0.5\text{mm}$ ，对不大于 20%截面积损失的缺陷完成快速检测与智能分析；适用于 5mm~100mm 壁厚金属焊接接头和高密度聚乙烯管道熔接接头的核电管道先进检测装置和智能成像系统，性能验证检出率至少 95%；一回路不锈钢部件和混凝土老化状态和结构完整性先进监检测装置和智能分析系统，性能验证精度 $\leq 6\%$ 。

实施年限：3 年

经费配套：自筹经费总额与中央财政经费总额比例不低于 2:1。

2. 先进创新核能技术

2.1 高温气冷堆超高温特性研究与实验验证研究（共性关键技术类）

研究内容：开展第四代超高温气冷堆的反应堆物理和热工水力特性，以及超高温运行的关键技术研究。至少包括超高温气冷堆反应堆物理、热工和运行特性研究，氦净化及其再生系统、一回路绝缘密封部件、一回路关键材料等超高温运行性能分析，以及超高温运行模拟仿真技术研究，并完成运行实验验证；开展商业规模中间换热器组件的研究，包括商业中间换热器模块与超高

温气冷堆、工艺热利用等回路耦合特性的研究，商业规模中间换热器组件的初步设计及关键部件制造技术研究。

考核指标：堆芯出口设计温度达到 950℃，实验验证的堆芯出口温度达到约 850℃；商业规模中间换热器组件换热功率不低于 10MW。

实施年限：3 年

经费配套：自筹经费总额与中央财政经费总额比例不低于 1:1。

2.2 创新型可移动小型核反应堆技术（基础研究类）

研究内容：面向海陆空移动式电源或动力装置的应用场景，开展各种新概念、新原理创新型小型核反应堆研究。支持 3 种超长寿期、固有安全、机动性强、智能与自主控制、不同原理与形式的小型移动式核反应堆概念设计。结合特定应用场景的需求分析，重点开展创新型核反应堆设计和创新型能量转换方式研究，开展安全性、经济性、环境友好性分析，并论证关键技术。

考核指标：完成满足应用场景需求的 10MWe 以下核反应堆堆芯设计、屏蔽设计和能量转换系统设计，完成关键技术论证，建立数值模拟平台；堆芯寿期不少于 3000 等效满功率天，无需场外应急，放射性物质外泄概率低于 10^{-7} /堆年，自主控制水平满足应用场景对于机动性的要求，屏蔽设计满足运行和移动过程中人员与设备的辐射安全剂量标准，重量和体积满足可移动应用场景限制；完成技术方案、系统和设备配置可行性研究，瞬态与事故分析研究及关键技术论证报告。

实施年限：3 年

经费配套：全部来自于中央财政经费。

2.3 创新型固定式小型核反应堆技术（基础研究类）

研究内容：面向不同场景、不同用途，开展各种新概念、新原理创新型固定式小型核反应堆探索研究。支持 3 个系统简化、固有安全、智能与自主控制、不同原理与形式的创新型小堆研究，电功率范围为 100kWe 至 100MWe 或热功率范围在 300MWt 以内，设计寿命 40~60 年；要具有体积小、建造工期短、非能动固有安全性等特点；适宜于建造在恶劣气候、偏远环境或者地下；取消场外应急；开展反应堆设计、高效能量转换系统方案研究，开展安全性、经济性、环境友好性分析，论证关键技术，开展新型核动力概念设计研究。

考核指标：完成相应应用场景新型核反应堆概念设计，完成关键技术论证，建立虚拟仿真模型；其固有安全性能、智能与自主控制水平、重量、体积和寿命满足相应应用环境；完成技术方案、系统和设备配置可行性研究，完成安全性研究报告及第三方评估。

实施年限：3 年

经费配套：全部来自于中央财政经费。

“宽带通信和新型网络”重点专项 2020 年度项目申报指南

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》《2006—2020 年国家信息化发展战略》提出的任务，国家重点研发计划启动实施“宽带通信和新型网络”重点专项（以下简称“本重点专项”）。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2020 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：开展新型网络与高效传输全技术链研发，使我国成为普适性 IP 网络和媒体网络技术与产业未来发展的重要主导者，5G 与 6G 无线移动通信技术和标准研发的全球引领者，并在光通信领域研发达到国际先进水平，为“网络强国”和“互联网+”国家战略的实施提供坚实的技术支撑。在网络通信核心芯片、一体化融合网络、高速光通信设备、未来无线移动通信等方面取得一批突破性成果，制定产业标准，开展应用示范，打造完善的技术协同创新体系。

本重点专项按照新型网络技术、高效传输技术、一体化综合网络试验与示范 3 个创新链（技术方向），共部署 24 个重点研究任务。专项实施周期为 5 年（2018—2022 年）。

本重点专项部分项目采用部省联动方式组织实施（项目名称

后有标注)。应用示范类部省联动项目，由广东省科技厅推荐，广东省科技厅应面向全国组织优势创新团队申报项目。基础研究类、共性技术类部省联动项目，各推荐渠道均可推荐申报，但申报项目中至少有一个课题由广东省有关单位承担。

2020年度项目申报指南在新型网络技术、高效传输技术、卫星通讯技术3个技术方向启动11个研究任务，拟安排国拨经费概算3.3亿元。凡企业牵头的项目须自筹配套经费，配套经费总额与专项经费总额比例不低于1:1。

各研究任务要求以项目为单元整体组织申报，项目须覆盖所申报指南方向二级标题（例如：1.1）下的所有研究内容并实现对应的研究目标。除特殊说明外，拟支持项目数均为1~2项。项目实施周期不超过4年。基础研究类任务，下设课题数不超过4个，参与单位不超过6个；共性技术类任务，下设课题数不超过5个，参与单位不超过10个。项目设1名项目负责人，项目中每个课题设1名课题负责人。项目承担单位在项目开展过程中需要进行实效发射验证的，应依法向国家无线电管理机构申请试验频率，办理相关手续。

指南中“拟支持项目数为1~2项”是指：在同一研究方向下，申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可考虑支持前两个项目，两个项目将采取分两个阶段支持的方式，第一阶段完成后将对两个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 新型网络技术

1.1 大规模确定性骨干网络架构及关键技术研究（共性技术类，部省联动）

研究内容：面向生产性互联网对骨干网络带宽、时延、抖动等确定性可控需求，探索大规模确定性骨干网络新型体系架构与机理；探索控制面可扩展资源预留机制，支持核心节点无逐流状态，研究确定性骨干网操作系统关键技术；研究开发骨干网一层与二层协同的确定性关键技术，支持基于时隙的按需细粒度硬切片和时隙管控机制；研究基于周期调度的三层确定性转发技术，支持边缘节点流量整形，严格避免微突发，支持骨干网端到端业务带宽、时延、抖动精确可控；构建示范应用网络，开展远程操作等试验验证。

考核指标：设计一至三层自底向上精确可控的确定性骨干网络体系架构，满足带宽、时延等多种可控性需求，实现确定性骨干网络操作系统，支持骨干网端到端带宽预留与确定性时延保障，支持带宽、时延需求的自动协商与资源按需分配。研制一层二层确定性骨干网络核心技术与标准，支持 MB 级粒度的端到端硬切片。研制三层骨干网确定性转发技术与标准，支持基于时隙的三层端到端软切片，支持设备间时隙映射，支持骨干网端到端时延抖动控制，支持异步调度、长距链路，支持全网不少于 20000 个确定性业务流并行接入。构建基于确定性网络设备与软件的 100G 骨干级试验网络，覆盖不少于 3 个城市，针对远程工业控制开展 2

个以上示范应用，提交国内国际标准提案 5 篇以上。

有关说明：企业牵头申报。

1.2 时间敏感网络关键技术研究及验证(共性技术类,部省联动)

研究内容：面向 5G 接入、工业网络等边缘网络对带宽、时延、可靠性等的精确可控需求，探索时间敏感网络新型体系架构与核心机理；研究时间敏感网络关键技术，支持严格时延与抖动控制的带宽保障机制，研究高精度时间同步，研究链路层流量整形和帧抢占机制，研究多源异构应用层业务互联互通和适配机制；研究时间敏感任务的精确感知和调度技术，研究服务质量控制、网络管理等的 YANG 模型，设计基于任务的带宽分配和流量调度方法，研究分布式网络拓扑的网络调优技术，研究网络高可靠保障机制；构建基于时间敏感网络平台的试验网络，并开展试验验证。

考核指标：研究分布式转发与集中式控制融合的时间敏感网络体系架构，满足时延、抖动、带宽、丢包率、高可靠等多种可控性需求，建立时间敏感网络性能评估体系与评估工具；研究时间敏感网络系统，支持高精度时间同步、流量整形、帧抢占、系统配置、协议适配和互联互通，单节点对时间敏感业务流转发时延小于 50 微秒、转发的时延抖动小于正负 5 微秒、时间同步精度小于 20 纳秒；研究时延敏感任务的精确感知和调度技术，支持基于任务的带宽分配，支持基于优先级、信用的调度算法，研究分布式网络拓扑的网络调优技术，网络链路或节点故障切换时间低于 50 毫秒；构建试验网络，开展 3 种以上的典型试验验证。申请

专利 15 项，提交标准草案 5 项。

1.3 内生安全支撑的新型网络体系结构与关键技术（共性技术类，部省联动）

研究内容：针对传统网络安全以“打补丁”为主的被动防御问题，研究网络体系结构内生安全机理和网络空间安全信任锚点，研究网络基本标识的可信机理，保证网络基本标识可验证、可追溯、不可篡改，研究未知网络攻击免疫方法，包括未知威胁的发现、风险评估及风险控制机制，研究网络传输通道的可信机制，对传输数据实现实时认证防伪，研究可信任网络寻址与路由控制机理，预防路由劫持，研究“云一边一端”全过程可信认证与转发，研究大规模动态可信行为分析，实现网络行为回放和数据取证。

考核指标：提出内生安全支撑的新型网络体系结构，设计可信网络身份、地址、名字等网络标识符命名体系，需考虑与现有网络命名体系的兼容性，以及与现有网络体系的互联互通；提出网络传输通道的可信模型，设计传输数据的实时认证防伪机制；设计可信任路由控制机理和协议，能有效防范路由劫持；设计“云一边一端”全过程可信认证与转发机制；设计实现支持可信网络标识、可信任路由协议和可信认证与转发机制的高性能路由器；设计未知网络攻击免疫机制，实现未知威胁的自适应发现和风险可控；设计实现大规模动态可信行为分析系统；开展大规模试验示范。申请发明专利不少于 20 项，提交国际或国内标准 5 项。

1.4 面向大规模分布式人工智能应用的关键网络技术研究（共性技术类，部省联动）

研究内容：针对大规模分布式人工智能系统海量数据和模型同步等为网络带来的压力，研究支持大规模分布式机器学习的网络互联拓扑；研究面向参数分发网络优化的数据并行与模型并行机器学习架构，研究面向广域/局域的不依赖链路层 PFC 机制的无损高效 RDMA 传送技术，研究新一代智能网卡加速架构和低延时传输技术，研究跨广域网的分布式边缘智能网络，研究分布式机器学习的计算/网络资源联合优化调度方法，研究基于流优先级调度的网络级分布式机器学习加速技术，研究面向 CPU、GPU、FPGA 等异构计算节点的网络优化调度技术，研究意图驱动的机器学习数据接入控制和路由控制，研究大规模分布式机器学习网络的负载均衡。

考核指标：提出面向分布式机器学习优化的新型网络拓扑，相比传统的 Fat-Tree 网络拓扑，在支持相同数量计算节点和不增加网络成本的前提下，分布式机器学习的网络吞吐率提升 100% 以上；提出支持全网优先级流调度以及数据与模型混合并行的分布式机器学习网络同步算法，相比 TensorFlow 2.0 版本，在相同硬件环境下，典型机器学习任务的整体吞吐率提升 100% 以上；提出支持分布式机器学习的不依赖链路层 PFC 机制的无损高效 RDMA 传送技术，80% 负载下相比现有传输协议，分布式机器学习的平均流完成时间减少 50% 以上，95% 尾部流完成时间减少 80% 以上。在

100G 网络的相同硬件环境下，相对传统传送协议，典型机器学习任务的整体吞吐率提升 200%以上；提出基于数据隐私保护的联合学习框架，跨广域网的流量开销减少 50%以上。

1.5 面向计算存储传送资源融合的网络虚拟化技术（共性技术类）

研究内容：应对网络基础设施计算存储传送资源深度融合趋势，建立具有内生安全和智慧属性的网络虚拟化架构，支持基于计算存储传送资源协同调度的功能弹性部署和服务质量保障；以提高业务质量一致性为驱动，研究面向全网计算存储传送资源的统一业务编排管理和智能运维技术，实现全网业务统一管理、业务统筹调度与路径优化；研究基于用户体验的网络计算存储传送资源一体协同控制技术，支持端到端网络资源全局高效调度与控制；研究支持虚拟功能快速部署和演化升级的高性能可编程数据平面技术，支持大容量高带宽转发及虚拟化资源池；面向典型场景，研究基于计算存储传送资源协同调度的网络服务承载技术，实现网络服务的智能、安全承载。

考核指标：基于计算存储传送资源融合和协同调度，实现运营商级别端到端业务的智能和安全承载；研制支持网络虚拟化的高速可编程转发设备，支持网络协议灵活解析和重构，支持虚拟功能的动态加载和重构，吞吐量不低于 3.2Tbps；研制面向计算存储传送资源融合的功能编排器和控制器，支持不少于 4 类网络切片，各网络切片可独立灵活编程；研发智能、安全服务承载系统，

接入带宽不小于 100G，支持在 2 种以上典型场景中开展应用；申请专利或登记软件著作权 20 项以上，提交标准草案 5 项以上。

有关说明：企业牵头申报。

2. 高效传输技术与设备

2.1 超宽带光子太赫兹无线传输理论与关键技术研究（基础研究类）

研究内容：聚焦基于光子学理论的太赫兹超宽带大容量无线传输以满足新型应用对带宽的需求，开展超宽带光子太赫兹无线传输理论与关键技术研究，重点突破复杂光与无线链路超宽带太赫兹信号传输理论与信道模型、光子辅助超宽带太赫兹信号多通道协同收发技术、太赫兹通信核心光电器件、太赫兹通信核心器件测量与表征技术和大容量长距离光子太赫兹多维传输技术。

考核指标：在 6G 推荐的太赫兹频段上，完成大容量光子太赫兹信号 1Tb/s 的空间传输系统演示，系统空间传输距离不小于 100 米，系统误码率不高于 $1E-9$ ，同时基于该系统，面向多种应用场景，开展传输环境实验研究，本项目关于复杂光与无线链路超宽带太赫兹信号传输理论的研究成果与该系统实验结果实现相互验证；用所研制的太赫兹源激光器、调制器、光电探测器、混频器、功率放大器与天线等太赫兹核心器件，在 6G 推荐的太赫兹频段上实现速率不低于 100Gb/s，单通道模拟带宽不小于 20GHz 的光子太赫兹信号实时无线传输系统，系统传输距离大于 10 米，系统误码率不高于 $1E-9$ 。

2.2 全波段、低噪声光纤放大器（共性技术类，部省联动）

研究内容：针对光纤传输网干线带宽急剧增长的重大需求，聚焦单模光纤传输容量增长乏力的难题，将光传输系统的工作波长范围拓展至全波段，开展全波段低噪声光纤放大器研究。研究基于多材料体系的宽带有源光纤，研究影响光放大器带宽、噪声、效率、串扰等问题的物理机制，确定获得全波段、低噪声光放大器的技术途径，研制系列宽波段低噪声光放大器，搭建全波段光纤传输系统。

考核指标：研制 O+E 波段（1260nm~1460nm）、S 波段（1460nm~1530nm）、C+L-波段（1530nm~1605nm）、L++U 波段（1600nm~1675nm）光纤放大器，噪声系数 $\leq 4\text{dB}$ ，增益 $\geq 25\text{dB}$ ；研制 C 波段（1530nm~1565nm）片上硫系光波导放大器，增益 $\geq 12\text{dB}$ ；研制全波段光纤传输系统（传输速率 $\geq 1000\text{Tbit/s}$ ）。

2.3 全波段城域光传输系统研究与应用示范（共性技术类，部省联动）

研究内容：开展全波段光传输系统的物理机制模型研究，分析系统全波段信道容量极限和应用潜在新编码技术后带来的信道容量提升。开展低功耗、高集成度、大容量全波段城域光传输技术研究，包括系统架构、智能管控运维及全套光电核心芯片、器件和模块的研制。

考核指标：实现包含收发机损耗、光纤色散、非线性效应、信号功率等物理参量的全波段光传输系统的理论模型，分析给出

全波段城域光传输系统的信道容量极限。实现具有自主知识产权的 Tb/s 光传输系统核心芯片、器件和光模块的研制，包含 Tb/s 系列成帧芯片、业务交换芯片、相干光模块（含 DSP、TIA、Driver、硅光收发芯片），满足城域网单载波 1Tb/s 光传输要求。

研制支持单载波 1Tb/s 传输的大容量智能全波段光传输和光交叉设备，支持单纤传输系统容量不低于 80Tb/s，无电中继传输距离不小于 300km，光交叉容量不低于 1Pb/s，单槽位交叉容量不低于 32Tb/s，并构建覆盖不少于 5 个节点支持光层 OAM 的智能示范网络。

有关说明：企业牵头申报。

3. 卫星通信技术

3.1 面向天地一体化空间智能计算的卫星组网技术（共性技术类）

研究内容：为了进一步提升覆盖性能和快速响应能力，减少全球布站，下一代卫星通信网络应具备较强的在轨处理能力，能够高效地调度天基资源完成通信、组网和业务处理，实现在轨服务。面向多种垂直行业的智能通信服务保障需求，开展空间高效能、高性能、智能化组网和在轨服务技术研究，突破空间高性能异构分布式通信协议和业务处理、星地融合的网络虚拟化服务、空间移动边缘计算、通信载荷和资源的智能管控等关键技术，完成地面原型系统设计和演示验证。

考核指标：具备平台在轨自主运行管理能力；支持高低轨组

网、多星协同、星地协同的通信协议及业务在轨处理功能，设计在轨处理能力大于 1Tb/s；支持星载 CPU/GPU/FPGA/DSP 等多种异构处理资源虚拟化；支持通信协议和业务处理的切片；支持多星多波束资源的智能高效调度；支持不少于 1000 个节点任务的协同处理，支持协同策略和处理模型的自学习和自演进；支持 IPv4、IPv6、CCSDS、卫星移动和卫星宽带等通信协议的在轨处理；所支持的在轨处理业务类型不少于 3 种。需完成研究报告 5 份、专利 5 项、地面原型系统 1 套。

有关说明：企业牵头申报。

3.2 面向天地一体化大规模星座超密组网系统设计及性能评估技术（共性技术类）

研究内容：随着低成本小卫星技术的发展，星座规模不断扩大，空间超密组网对系统设计及性能评估提出了新的挑战，特别是在频谱资源管理、超密组网架构和协议设计、网络运行维护以及性能评估等方面。针对未来上万颗卫星构成的星座系统，开展多轨道大规模星座网络架构优化设计、宽窄结合/高低频结合的组网协议设计、协调用频和干扰管理、资源分配、高效运维、即插即用、性能评估等关键技术研究，研制半物理仿真演示验证系统。

考核指标：设计支持星座规模不小于 10000 颗；流量密度提升 10 倍；支持激光、毫米波和低频段；支持宽带、窄带等多种通信手段的综合利用和干扰管理；支持多种轨道的混合组网；建立完善的性能评估体系；仿真系统具备多种网络架构、协议、算法、

载荷的模拟和评估能力。需完成研究报告 8 份、专利 8 项、半物理仿真演示验证系统 1 套。

3.3 Ka 频段收发共口径相控阵天线及芯片研制（共性技术类，部省联动）

研究内容：聚焦未来天地融合网络中终端在多轨道、多星、星地覆盖区之间无缝切换的应用需求，以低成本、小型化和通用化为目标，突破 Ka 频段低成本多波束相控阵芯片、收发共口径多波束相控阵天线、高效天线阵测试算法等关键技术，完成芯片样片和天线原型样机研制。

考核指标：多波束相控阵芯片：Ka 频段，通道数 ≥ 8 ，支持独立波束数量 ≥ 4 ；衰减范围/精度为 30dB/0.5dB，移相范围/精度为 360 度/5.625 度；发射机通道功率附加效率 $\geq 15\%$ ，24 小时内通道幅度一致性 $\leq 0.5\text{dB}$ ，通道相位一致性 ≤ 3.5 度；具有 SPI 接口、功率自检、温度补偿功能。Ka 频段收发共口径多波束相控阵天线：基于本项目研制的多波束相控阵芯片；收发融合共用天线阵面，波束数量 ≥ 4 ，天线口径 $\geq 0.45\text{m}$ ；EIRP $\geq 50\text{dBW}$ （法向），G/T $\geq 12\text{dB/K}$ （法向）；收发天线单元隔离度大于 40dB；扫描范围 $\geq \pm 60$ 度，副瓣 $\leq -20\text{dBc}$ ；支持圆极化辐射。需完成研究报告 5 份、专利 10 份、多波束相控阵芯片样片，收发共口径相控阵天线原型样机 1 台。

有关说明：企业牵头申报。

“物联网与智慧城市关键技术及示范” 重点专项 2020 年度项目申报指南

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》提出的任务，国家重点研发计划启动实施“物联网与智慧城市关键技术及示范”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2020 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：围绕网络强国战略与社会经济转型需求，重点突破智慧城市“感—联—知—用—融”的基础理论与关键技术，基于自主可控技术和产品构建物联网与智慧城市一体化服务系统，在京津冀、珠三角、长江经济带、一带一路等典型城市（群）开展集成创新与融合服务的示范应用，支撑具有中国城市特色的国家新型智慧城市分级分类示范建设，提升城市治理能力和公共服务水平，推动我国成为智慧城市技术创新与产业应用的全球引领者。推动物联网与智慧城市规模化发展和“三融五跨”共享，形成完善产业生态链，使我国物联网与智慧城市技术研究、标准规范与产业应用达到国际领先水平。

2020 年，专项将以推动智慧城市集成应用示范创新、形成核心共性关键技术解决方案为主要目标，按照特大城市、城市群、中小城市、国家新区等四类不同智慧城市重大需求，启动若干应

用示范任务，开展具有示范效应和辐射作用的集成创新应用示范；另按照智慧城市“感—联—知—用—融”的共性关键技术体系，启动若干共性关键技术与平台任务，支撑应用示范城市的集成创新。拟启动9个研究任务，拟安排国拨经费总概算为1.8亿元。共性关键技术类项目须自筹配套经费，配套经费总额与国拨经费总额比例不低于1:1；应用示范类项目要求具有规模化应用示范能力的企业牵头，须自筹配套经费，配套经费总额与国拨经费总额比例不低于2:1。

项目统一按指南二级标题（如1.1）的研究方向组织申报。项目实施周期不超过3年。申报项目的研究内容须涵盖该二级标题下指南所列的全部考核指标。除特殊说明外，拟支持项目数均为1~2项。参研单位总数不超过10个，每个项目下设课题数不超过5个。项目设1名项目负责人，项目中每个课题设1名课题负责人。

指南中“拟支持项目数为1~2项”是指：在同一研究方向下，申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可考虑支持前两个项目，两个项目将采取分两个阶段支持的方式，第一阶段完成后将对两个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 面向不同类型城市的重大场景应用示范

● 特大城市创新应用示范

1.1 城市重大市政设施智能化运维与管控平台构建及应用示范（应用示范类）

研究内容：围绕城市市政设施与工程综合智能化运维要求，研究市政设施多状态混杂环境的智能化自主接入关键技术，从前端保障海量多源异构数据的可信感知与可协同预测处理，可支持复杂环境下的网络协同自校正和虚拟重构技术；研制市政设施恶劣工况下，可重构、抗干扰、耐腐蚀的长期值守智能感知终端以及支持移动的便携式巡查采集与边缘处理终端；建立特大城市市政设施智慧化运维管控平台，支持海量多源异构数据的智能接入、不同网络规模下多模态感知数据分析以及不同时空尺度下数据融合运算，智能高效地感知设施的运转状态，并能建立闭环处置跟踪流程；对接新型智慧城市建设标准，构建以人为本的城市精细化管理市政设施运维系列标准。

考核指标：研制不少于 5 种市政设施智能化终端，应与本专项前期部署研究成果对接，需支持至少 1 种自主开发极低功耗接入模块或安全可信处理模块，静态电流不大于 $2\mu\text{A}$ ；基于自主产品建立城市市政设施智能化运维与管控平台，在不少于 2 个 2000 万人口以上的超大城市进行城域范围的示范应用，实现区域覆盖率达到 100% 的监测点位，且不少于 100 万节点，无线接入率大于 60%，大数据量感知信息的接入交互 $< 1\text{s}$ ；支持跨主体部门 PB 级数据共享与管理；制定不少于 5 种重大市政设施系统（包含地下管线、城市道路及其设施、城市垃圾处理设施、污水处理设施和应急消防设施等）的编码编目、设计安装和检测验收标准，满足智慧城市行业用户需求。

1.2 城市网格化综合管理应用支撑平台与示范（应用示范类）

研究内容：面向特大城市治理的科学化、精细化、智能化，研究城市运行监测指标体系，以及基于物联网和视频识别的城市运行信息智能感知和标识、基于互联网的城市社情民意采集和民情事件标识等技术；研究城市市政、公用、园林、环卫、执法等专业在线服务功能，以及面向现场巡查和执法人员以及非现场执法的智能化、模块化、成套化装备；研究市政设施、市容环境和社区治理等方面“一网统管”的城市综合管理模式，以及多渠道城市运行管理事件关联分析、预警预报和综合决策技术；研究基于互联网大数据的城市管理和服务评价技术方法，支撑上级部门和第三方开展城市管理服务监测评价；研发全面感知、数据汇集、功能集成、联勤联动、共享开放的城市网格化综合管理服务平台，并开展应用示范。

考核指标：研发特大城市网格化综合管理应用支撑平台软件 1 套，提供城市市级城市管理和服领域 30 项以上在线服务，城市运行管理监测实现 24 小时全覆盖，监测内容拓展 30%以上；研发 5 种以上自主可控的现场巡查和执法以及非现场执法集成智能装备；提出城市平台构建、物联网数据接入、数据分析等相关标准规范 5 项以上；在至少 5 个超大及特大城市开展市级平台应用示范并取得明显成效。

1.3 面向城市灾害管控的主动应急指挥关键技术与示范（应用示范类）

研究内容：面向火灾、爆炸、内涝、危化品泄漏和综合管廊

事故等典型城市灾害，研发具备一定环境自适应能力的分散式智能安全感知技术与装备，装备具有变结构、便携带、灵活性和低功耗等特点；针对典型城市灾害场景，研究动态监测感知、灾害状态推演和智能预警技术，研制基于多源异构动态监测数据和灾害时空大数据的城市灾害态势感知与预警系统；面向城市特、重大突发事件研究虚实融合的态势仿真推演与救援模拟演练技术，研制应急救援三维仿真演练系统；研究多园区、跨部门动态协同处置与指挥救援技术及多职能部门合成指挥的流程及机制，探索与全国应急广播体系的联动机制，建立生活、工作、医疗等应急物资的管理调度模型和应急预案与决策知识库，研制沉浸式城市灾害应急指挥管控平台，实现流畅人机协同。

考核指标：研发不少于 2 种智能安全感知设备，实现多点（不低于 10 个）分散投放，支持实现自组网、群组协调作业，能够辨识一氧化碳、氰化物和硫化物等不低于 3 种有害气体；实现自主移动火灾源巡检与定位，在 100m 外利用多传感器融合技术实现有毒气体泄漏源的探测和定位，定位精度达到米级。研制一套城市灾害应急指挥管控平台，实现市、区、街镇三级设备联动、通信联动、数据联动、应用联动和随行指挥，具备火灾、内涝、危化品泄漏和综合管廊事故等不少于 4 类城市灾害场景下的应急救援模拟演练、事故态势发展推演和应急救援指挥能力，支持城市灾害引发的大面积停电、交通拥堵、地铁停运等场景下的应急指挥，支持千万级应急监测感知和救援设备的安全连接、计算存储与可

视化感知，具备救援效果评估功能，并在国家应急管理相关部门和不少于2个特大城市市级平台开展应急联动应用示范。

- 中小城市创新应用示范

1.4 城市信息模型（CIM）平台关键技术研究与应用示范类

研究内容：基于新一代智能基础设施，研究城市信息模型（CIM）的大规模存储、高效调用、高逼真渲染、多模式交互、高精度分析、并行计算等关键性基础技术；研究2D/3D GIS、BIM、倾斜摄影、激光点云、地质体、图像等多源异构空间数据融合技术和统一空间单元编码技术；研究面向城市设计建造和运行管理不同场景的建筑、市政、道路、园林等专业模型的建模和应用标准；研究城市大场景室内外一体化高精度快捷逆向建模技术，以及基于CAD等二维矢量图纸批量化自动生成BIM模型技术；研究与CIM融合的城市级海量智能感知数据的实时接入、流数据处理和统计分析技术；研发具有展示、模拟、评估、预测等功能的城市信息模型（CIM）平台并开展应用示范。

考核指标：支持300平方公里、10亿BIM构件、PB级数据容量的城市信息模型（CIM）数据存储、索引、计算能力，支持以上数据基于Web的城市大场景2D/3D空间数据的轻量化、流畅浏览展现，平均帧速率不小于25帧/秒。建立一套5种以上城市异构数据接入和实施标准，核心数据类型包括2D/3D GIS、BIM、物联网实时数据及跨行业业务数据。建立5种以上场景城市建筑、

市政、园林等建模和应用标准；与现有技术相比，城市逆向建模和 CAD 图纸建模效率提升 80%以上，建模精度达到 90%以上，三维重建最大相对几何误差小于 1%，影像、深度和点云等场景多源数据的分割错误率小于 5%。提供城市大场景空间数据计算分析接口 SDK 服务，支持亿级以上智能物联点位流数据接入、存储和分析计算服务，处理延迟时间小于 5 秒。在 5 个以上城市市级范围进行应用示范，每个城市建模规模不少于 100 平方公里。

1.5 物联网全场景智慧社区综合服务与应用示范（应用示范类）

研究内容：面向智慧社区中多种应用场景，研究人一物一空间交互建模与优化技术，研究社区视频融合与分析技术，研究涵盖智慧社区全场景的物联安全可信接入技术、数据索引技术和数据加密技术，研发社区全场景物联网设备集成化接入管理平台，为社区智能化综合服务提供基础数据；研发基于 BIM 的智慧社区可视化平台快速构建技术和基于物联网的立体监控系统，实现智慧社区监控体系动态可视化，风险人群的智能识别、社区智能安防以及与家庭可视化系统的智能联动；研发具有位置态势自定位、信息深度自感知、智慧优化自决策、精准调度自执行、异常状态自适应等功能的空天地水一体化的全场景智慧社区综合服务平台，研究智慧社区综合服务平台与城市管理、社会治理等相关平台的融合发展，创新开展共建共治共享的社区治理新模式，针对不同智慧社区应用场景开展应用示范。

考核指标：针对楼宇智能、社区治理等场景，研发社区全场

景物联网设备集成化接入管理平台，接入物联网设备不少于 25 种类型，支持百万级设备接入能力，支持国产密码应用；支持多类型海量物联网设备之间的联动规则自定义及自动化执行；针对社区大数据挖掘形成不少于 20 种模型，准确率不低于 90%；研制满足社区全场景需求的社区智能化综合服务平台，最大服务响应时长不超过 3 秒，选择不少于 3 类典型社区开展应用示范，覆盖不少于 50 个社区，服务人口规模不少于 200 万；针对智慧社区业务中涉及的事件、部件管理，实现管理流程闭环化，结案率不低于 95%；形成全场景社区数据模型、物联网设备数据接口、智慧社区综合服务平台等国家行业标准不少于 3 项。

2. 新型智慧城市共性支撑技术与平台

● 共性关键技术创新

2.1 城市智能系统可信任机理与关键技术（共性关键技术类）

研究内容：以城市智能系统为对象，研究可信任的人机物融合系统建模语言及其语义，聚焦开放、动态、可变环境下的人机物异构协同理论与分析验证方法，构建人机物融合系统多维可信评估体系，对人机物融合系统可信性进行量化分析与验证评估。研究基于群智推理决策和区块链技术的自主无人多智体系统可信构造理论与方法，构建开放环境下自学习、自适应、自演化的多智体系统协同决策模型，支持敏感数据不共享条件下的可信任协同训练，构建虚拟共有模型，完成宏观任务目标。研究基于可信计算与可组合安全理论的数据安全融合及多态化应用方法，研究

数据隐私共享访问技术，实现海量多源异构数据的安全智能聚合。针对新型智慧城市建设对可信智能系统服务需求，突破动态可信认证、多智体系统决策、数据非共享聚合等难点，促进数据共享、提高协同效率、建设可信体系，实现智能化和精准化的城市管理。

考核指标：建立多维异构的人机物融合系统行为模型，和开放环境下的多智体系统协同决策模型，支持敏感数据不共享条件下的自学习、自适应和自演化能力，支持可变动态环境下的人机物系统可信性量化评估体系，能对宏观目标的可满足性进行分析验证。研发面向隐私保护的数据聚合平台，支持大数据、物联网和区块链等方面不少于 10 种人工智能算法、5 种加密方法和不少于 5 种隐私保护机器学习方法和工具。设计支持不少于 2 种场景的安全融合模型，包括但不限于 1) 智慧民生众包服务平台，为城市智能社区服务提供可信任软件开发环境和典型示范应用，保障智慧社区数据隐私安全与协同应用效率，形成不少于 3 项相关国家、行业标准与规范，在全国范围实现不少于 10 个万人以上社区的实际部署，平台运营过程中无涉及隐私、安全或可信任问题的事故发生；2) 消费者隐私保护和商品安全防伪服务平台，支持实体经济的可生存性安全保障和可组合安全数据共享，提供便捷高效、公平竞争、稳定透明营商环境和 QoE 个性化定制能力，形成不少于 3 项相关国家、行业标准与规范，在全国范围实现不少于 10 个日访问量超过万人的大型商业体的实际部署，平台运营过程中无涉及隐私、安全或公平竞争问题的事故发生。

2.2 韧性城市智能规划与仿真关键技术及应用（共性关键技术类）

研究内容：针对复杂城市系统在发展运行过程中的不确定性，利用城市多源大数据及其建模/分析/诊断技术进行韧性城市智能规划；探索韧性城市演化机理和评估方法，提高城市应对自然、经济与社会环境中潜在风险和突发事件的防御能力、恢复能力和适应能力。构建以人为本、跨学科融合的复杂城市韧性理论，建立城市韧性评价体系和信息监测/预警/管理基础平台；研究城市日常风险和灾害应急等不同状态下的城市危害与次生危害仿真模型，研究跨领域城市功能协同的城市风险预测、演绎技术，研究城市韧性提升技术，构建城市韧性智能模拟/预测/推演平台；研究城市基础设施、规划要素从突发事件发生到恢复过程的适应性循环机制，研发以人为本的韧性城市自适应规划决策平台；开展规模化应用示范。

考核指标：提出 1 套跨学科融合可行的韧性城市理论模型；研究建立韧性城市综合评价量化指标体系，研究制定标准不少于 3 项，并在典型代表性城市推广应用；研究建立基于感知技术的城市风险与灾害监测/预警/管理基础信息平台，覆盖城市主要风险点和灾害 90%以上；针对城市的日常风险与灾害，提出危害与次生灾害的仿真模型，构建城市灾害智能模拟、预测和推演平台，进而形成城市风险与灾害联防联控的预案，提升工作效率 1 倍以上；基于城市地理信息、基础设施和规划要素，研究提出韧性城市自

适应的规划决策平台，提升工作效率 1 倍，覆盖城市面积达 95% 以上；应用韧性城市智能规划平台就城市群、直辖市、省会、计划单列市、地级城市开展韧性城市智能规划示范应用不少于 12 个。

- 通用系统与平台：

2.3 智慧城市系统模型理论与模拟计算平台（共性关键技术类）

研究内容：研究城市多部门协同的常态和非常态演化趋势建模、在线优化与决策分析理论与方法，开发面向特大城市的信息跨界智能处理系统，构建城市安全与应急管理的众筹群智新模式。探索多源感知信息的多层次关联、语义提取与融合分析的机制和方法，建立多源异构跨界信息数据之间的关联关系模型；研究多维跨时空城市感知数据的关联推理和深度挖掘方法，优化多模态、多类型的融合数据模型。

面向超大城市规划、建设治理的迫切需求，首先突破广域网环境下大规模异构资源管理与随机任务调度器、基于异构处理机虚拟化的高性能云计算资源池构建等关键技术，研发多数据中心级联环境下高效能数据并行处理系统与智能分析平台，实现针对城市信息系统异构平台的高性能资源管理与优化。突破大数据和机理模型驱动的城市规律解析技术、城市复杂系统多尺度建模方法与数值模拟计算技术、基于 BIM 和 CIM 的建设现状与城市规划识别和预警技术、基于社会传感网络和群体智能的城市态势研判与评价、城市规划与建设治理数据交换与服务技术、基于典型城市场景的大规模计算实验技术、从虚拟到实际的城市管控技术。

开展城市复杂系统理论和城市计算基础理论研究，建立跨层次、多学科融合的城市系统模型与优化方法，研发面向城市规划全生命周期的分布式高性能平行城市模拟系统，形成基于超级计算和云计算平台探索智慧城市大数据中心的解决方案，服务于城市治理的预测和预警系统、支持多应用多服务的计算平台，实现管线爆管、雨洪内涝等城市灾害应急保障机制的应用示范和系统验证，提升城市防灾减灾应急管理能力和。

考核指标：融合城市多源数据、跨学科的城市运行理论与城市分析建模技术，提出智慧城市的基础分析模型、优化理论和计算实验技术；完成时空感知数据的深度挖掘系统、城市常态和非常态演化预测系统。研发基于大规模异构系统随机调度器的高效能城市数据处理基础设施，计算任务实现百万核心数以上的调度规模。构建异构云计算资源池，研发高效能城市数据并行处理系统与智能分析平台，实现高性能计算共性基础异构并行算法库 5 种以上。完成时空感知数据的深度挖掘、城市时间相关性分析和预测概念演示系统。研发面向城市规划和治理的监测、预警原型系统，支持城市治理、安全监测、应急管理等任务分析。基于并行随机调度理论，研发平行城市模拟系统，支持至少城市交通、规划用地、公共服务等 8 种任务分析，覆盖道路岔口个数不少于 400 个，分析小区数不少于 400 个。研发城市大规模高性能计算和云计算基础设施平台，支持单个应用场景的分析计算时间不大于 2 分钟。系统针对和满足 1~2 个智慧城市的实际需求，部署于国产

自主超级计算平台，支持百万核的智慧城市示范应用。支持 10 种以上异构数据源，单数据源数量不低于 1000 万条，完成 2 个以上的大型城市系统综合测试和应用示范。制定相关国家、行业规范与标准不少于 10 项，申请系列专利，形成专利群。

2.4 面向城市智能服务的数据治理体系与共享平台（共性关键技术类）

研究内容：针对大规模城市数据治理中存在的多领域异构系统对接、互通互联与安全可信等问题，研究基于区块链技术的多机构主体业务数据授权共享技术，构建面向多领域异构数据融合、基于新型异构硬件体系的高效计算系统；针对不同场景的服务隔离问题，研究服务发现、服务组合、服务编排等关键技术，实现跨行业综合性城市管理服务，支撑智慧应用的连通和场景协同；研究多源多模态大数据治理关键技术，构建城市级数据治理和共享平台，支持多源异构系统间的数据资源治理与共享，实现跨领域的城市数据和服务协同感知，实现跨领域城市管理服务的汇聚治理并提供智能感知的综合性城市精细化管理服务。

考核指标：数据订阅规模达百万级时匹配时间不超过 30ms，数据维度达 3000+时匹配时间不超过 60ms；订阅规模达百万级时插入时间小于 2 μ s，删除时间不超过 10 μ s；订阅规模达百万级时数据并发处理能力达到 10 万条每秒；基于区块链技术实现跨部门、跨区域的数据加密及访问权限控制，权限验证响应时间小于 300ms。构建 3 个省级行政区的城市级数据治理和共享平台，汇聚

PB 级城市公共数据资源，服务于 20 个以上行业的 100 个以上业务系统；开展基于智能感知的城市精细化管理服务应用示范，形成 10 个跨行业/跨区域业务流程，面向不少于 3 个省级行政区的国家级城市群开展城市综合管理服务，覆盖不少于 1 亿人群。

“地球观测与导航”重点专项 2020 年度项目申报指南

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》提出的任务，国家重点研发计划启动实施“地球观测与导航”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署以及国家科技需求发展趋势，2020 年度拟在导航方向设置 3 个研究任务，安排不少于 3 个项目，拟安排国拨经费总概算为 0.95 亿元。

项目申报统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向进行，每个研究方向拟支持项目数为 1~2 项。项目实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下所列的全部研究内容和考核指标。项目下设课题数不超过 5 个，参研单位总数不超过 10 个。项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

指南中“拟支持项目数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 北斗航空服务性能无人空基测试验证关键技术研究

1.1 北斗航空服务性能无人空基测试验证关键技术研究（共性关键技术类）

研究内容：瞄准中国民用航空局（CAAC）、国际民航组织（ICAO）等航空用户管理机构开展北斗航空性能测试验证的紧迫需求，开展北斗无人空基测试验证研究，突破动态飞行条件下机载多传感器时空基准统一、北斗空间信号与机载航电设备（如：卫星/甚高频通信、仪表着陆系统/测距仪、雷达/自动相关监视等）信号间兼容测试、电离层/对流层异常对北斗全球系统飞行性能的影响评估、双频多星座（DFMC）机载端多模式增强及测试等关键技术，搭建无人空基测试验证平台，开展北斗航空服务性能的测试与验证。

考核指标：满足 CAAC、ICAO、航空无线电技术委员会（RTCA）、美国航空无线电设备公司（ARINC）等的相关标准的要求；支持 GNSS 频点：BDS（B1I、B1c、B2a），GPS（L1、L5），GLONASS（L1、L2），GALILEO（E1、E5a）；终端区实时评估精度优于 0.1m，航路评估精度优于 1m，同步精度优于 50ms；具备包括 VHF、ILS、VOR、DME、ADS-B 等的全实物航空信号电磁环境构建能力；具备支持大气延迟分析的气象数据采集功能。

2. 低纬度区高分遥感与北斗精密定位融合技术与应用

2.1 低纬度区高分遥感与北斗精密定位融合技术与应用（共性关键技术类）

研究内容：面向我国南海应急搜救等重大需求，针对低纬度区低云、频雨、风浪等复杂条件下，海上目标应急搜救与遥感监测中存在的重点要素信息提取精度低、移动对象检测虚警率高、

影像控制稀少等瓶颈问题和技术难点，开展基于北斗的航天航空器载荷高精度时空基准确定、融合北斗与潮位信息的高程基准传递、多源数据协同处理、海域高精度遥感信息提取与目标检测、数字海洋动力环境立体监测要素驱动的高时变应急搜救目标多维时空演化过程预测计算等关键技术研究，在南海典型区域开展应用示范。

考核指标：支持低纬度区的我国南海及毗邻区域动态监测，空间分辨率优于 5m；对重点目标监测，具备 5 个以上微波波段同时同区域成像协同监测能力，影像平面分辨率优于 0.1m、垂直精度优于 0.25m；近岸要素空间精密定位精度优于 1m，精细提取精度优于 1 个像元，海上移动目标精准检测率大于 90%；低纬度区的我国海域航天、航空载荷遥感数据协同处理时效优于 2 分钟，应急搜救目标多维时空演化过程计算模拟空间分辨率小于 1cm；重点验证区域不少于 10000km²；申请发明专利不少于 6 项。

3. 国家 PNT 体系弹性化架构设计与关键技术示范验证

3.1 国家 PNT 体系弹性化架构设计与关键技术示范验证（共性关键技术类）

研究内容：瞄准国家综合定位、导航和授时（PNT）体系建设重大需求，针对无线电导航定位系统存在的脆弱性和服务盲区问题，以及单一 PNT 技术在安全性、可用性、连续性和可靠性等方面的不足，研究以北斗为核心、多源 PNT 机理互补与信息融合的国家综合 PNT 体系弹性化架构；开展多源 PNT 传感器弹性化集

成技术研究,建立多源 PNT 信息弹性化融合模型;研制弹性化 PNT 原型样机;构建可覆盖水上/水下的试验验证系统。

考核指标:国家综合 PNT 体系弹性化架构设计方案 1 套,提出涉及深空、室内、水下、地下等不少于 6 种应用场景的弹性化 PNT 解决方案;试验验证系统 1 套、原型样机 1 套,试验区范围不小于 400km²,海面北斗/声呐系统 1 套,海底基准信标 5 套;水上/水下弹性化 PNT 原型样机不少于 4 种机理、8 类传感器,导航定位精度优于 5m (3000m 水深条件);申请发明专利不少于 4 项。

“现代服务业共性关键技术研发及应用示范” 重点专项 2020 年度项目申报指南

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》《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》《国务院关于加快科技服务业发展的若干意见》《国家文化科技创新工程纲要》等提出的任务，国家重点研发计划启动实施“现代服务业共性关键技术研发及应用示范”重点专项。根据新的需求，2020 年度拟利用结余经费在媒体融合方向设置 3 个研究任务，安排不少于 3 个项目，拟安排国拨经费总概算为 0.45 亿元。应用示范类项目须有经费配套，配套经费与国拨经费比例不低于 1:1。鼓励充分发挥地方、企业与市场作用，强化产学研用紧密结合。

项目申报统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向进行，每个研究方向拟支持项目数为 1~2 项。项目实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题数不超过 4 个，参研单位总数不超过 6 个；其他类项目下设课题数不超过 5 个，参研单位总数不超过 10 个。项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

指南中“拟支持项目数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 现代服务科学理论

1.1 全媒体信息传播理论与基础服务技术研究（基础研究类）

研究内容：研究 5G 和超高清环境下基于大数据分析的全媒体内容传播方式、传播价值和传播管理等新型信息传播理论模型与技术，形成全媒体内容统计传播学理论和统计建模技术方法；研究全媒体内容统一表示与信息描述、标识与封装、分类与编码等信息处理规范，研发全媒体内容自动标签、内容关联与知识表示、内容跨媒体解析与动态组合生产等全媒体内容信息加工技术与系统工具；研究全媒体内容质量综合评价建模理论与技术方法，研发全媒体内容质量智能评价系统工具与基准测试数据库系统，构建全媒体内容质量评价和测试床。推动全媒体信息传播理论、技术和方法创新。

考核指标：提出并形成全媒体信息传播统计建模方法学，在 2 个以上应用场景开展应用验证；研发全媒体内容智能感知、内容关联、动态组合等系统工具不少于 3 项，全媒体内容感知自动标签准确度不低于 85%；建立全媒体内容质量客观评价指标体系，形成全媒体内容质量评价系统工具 1 套和全媒体内容质量测试基准数据库 1 套；形成全媒体内容知识表示、封装标识、内容质量

评价等标准规范不少于4项；申请专利不少于6项，出版专著不少于1部。

2. 文化科技服务支撑平台研发与示范

2.1 基于新闻报道场景的 AI 辅助写稿机器人系统研发（共性关键技术类）

研究内容：研究面向新闻热点发现及重大突发事件跟踪等典型新闻报道场景的计算机辅助人工智能（AI）写稿学习算法与技术，研究非线性复杂场景智能成稿学习算法；研发支撑智能写稿的新闻报道选题及素材知识库云服务系统平台，支持对官方媒体、自媒体平台等多渠道来源的新闻素材进行内容过滤、自动标签和主题聚合；研发新闻报道 AI 写稿机器人系统，针对地震、爆炸、事故等重大突发事件以及体育内容报道等新闻热点，实现文字图片和短视频内容稿件 AI 自动生成，提高新闻报道效率；研究 AI 写稿机器人稿件质量评价方法，建立评价指标体系，改善写作质量。

考核指标：新闻报道写稿素材知识库视频素材达到 500 万件以上，平台支持 1000 以上并发访问；借助 AI 写稿机器人系统，成稿时间比传统人工写作减少 40%以上，为 4000 家以上媒体/机构/企业提供 AI 写稿机器人服务；形成 AI 写稿评价规范 1 项，申请发明专利 3 项以上，获得软件著作权 4 项以上。

2.2 基于广播网与 5G 移动网融合的超高清全媒体内容协同分发关键技术研究（共性关键技术类）

研究内容：面向 4K/8K 超高清和 5G 移动媒体的融合发展，

研究基于超高清直播视频内容的全媒体关联内容智能感知、获取与封装等技术，研究面向超高清全媒体内容的广播网与移动互联网智能协同分发、适配广播网与互联网的封装切片等技术，研究联动电视、平板电脑以及手机的多终端关联内容同步呈现技术；研制面向 4K/8K 超高清全媒体关联内容的广播网与 5G 移动通信网协同传输全链路系统和协同分发原型系统，具有—次性采集、全媒体内容关联、多渠道发布、多终端同步呈现的特征，开展技术测试验证与应用示范。

考核指标：基于超高清直播视频，定义生成至少包括点播视频、多语种音频、新闻通稿以及动态广告在内的四类同源全媒体内容关联关系，形成国际标准提案 1 项以上；在协同分发及多屏终端呈现技术上，实现不超过 120ms 时延差的多终端视频同步呈现，形成融合网络的切片封装标准规范草案 1 项以上；研制超高清内容广播网与 5G 通信网的协同传输全链路系统，系统应具备广播、组播以及点播三类同步传输方式，实现多网络的码率自适应分配、管道接口适配与传输资源调度。建立全媒体协同分发体验中心，在大型赛事/活动现场或居民小区开展超高清全媒体内容广播网和 5G 移动网协同分发技术测试和应用验证，提供包括超高清直播、多视角、多屏交互、关联新闻报导等至少 4 种以上全媒体形态；申请专利不少于 5 项，获得软件著作权不少于 6 项。