

附件

## 数字孪生专项申报指南

本专项结合数字孪生虚实结合的特性，在智能硬件、应用软件以及基础平台建设三大方向布局，围绕城市治理、先进制造、港口航运、社会民生四大应用场景，推动现代经济社会模式变革、效率变革，为我市高质量发展数字经济，打造数字化改革先行区提供支撑。

### 一、产业链关键核心技术攻关项目

#### 1. 面向未来社区的数字孪生多粒度建模及多跨场景生态构建关键技术研究

**研究内容：**（1）研究基于现实社会的数字孪生理论，构建数字孪生社区座舱，采用 360 全景技术，轻量化 BIM 技术，全景 VR 技术等先进技术，搭建社区 CIM 平台，实现社区多粒度服务要求；（2）研究基于 VR/AR/MR 的社区协同治理技术，实现实体建筑 BIM 系统的社区资产三维重构；（3）研究基于多信融合的社区决策支持技术，实现社区运营预演、虚拟诊断维护、智慧决策支持等推演功能；（4）研究基于数字孪生的线上健康服务应用，实现疫情管控、自助诊疗，远程医疗、共享药房送药入户等功能；（5）研究双碳引导的社区低碳场景构建技术，构建雨水回用系统、能耗大数据挖掘、沉浸式双碳体验等能耗双控

闭环系统。

**考核指标：**建设一套“社区-户-室内空间”数模可分离的三维多粒度数字孪生系统，实现 VR 全景、轻量化 BIM 以及倾斜摄影等三维多源空间数字管理。在数字孪生系统中，在宏观粒度上，覆盖宁波全域倾斜摄影的总体态势感知，在微观粒度上，实现户级粒度精细化与可视化三维空间管理。支持高于 3cm 的地面分辨率倾斜摄影模型加载，支持百万平方米建筑面积级别 BIM 场景快速加载以及 VR 全景 100ms 内快速加载；支持基于 Web 端的城市综合场景二三维全空间数据的浏览展现，平均帧速率不小于 30 帧/秒；建设 1-2 个省级未来社区应用示范，并全省推广；项目执行期内实现销售（服务）3000 万元以上。申请或授权国家发明专利不少于 5 项；发表高水平学术论文不少于 5 篇。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## **2. 基于狭义元宇宙技术架构的数字孪生 PaaS 平台研发**

**研究内容：**（1）研究开发用于无代码（拖拉拽+配置）搭建数字孪生应用的 PaaS 平台，基于全结构化数据-后端融合孪生的技术架构，以全面提升孪生应用开发效率，降低繁琐的低端重复劳动，缩短项目工期，构筑坚实的数据结构底盘；（2）研究开发高并发“传统 B/S 架构+云推流”的数字孪生应用多端展示方式，构建与现实世界同步的孪生生命体；（3）研究开发包含数

据接入，清洗，处理，服务全生命周期的无代码数据模块，支持接入生产系统数据并返回处理后数据，与生产系统实时联动，进一步提升效率和降低门槛，同时支持项目方自助进行图表，BI，智能监测预警的配置，大幅度降低虚拟--显示双向反馈机的时延；（4）研究开发物联网传感控制设备的接入，管理，控制平台，接入各类传感设备；（5）研究开发设备前置采集能力，实现信号的可视化，具象化，将数据所代表的量度转译成空间/时间的状态，尽可能还原数据所代表的实际物理空间的行为、事件，为监测、预警、决策提供坚实的依据。

**考核指标：**开发数字孪生 PaaS 平台 1 套，能接入不少于 30 类常规数据库类型，提供清洗处理数据，提供数据服务，通过无代码方式搭建孪生应用，具备 IOT 设备接入管理平台，能通过数据驱动模型，自助配置图表及孪生应用交互，准确映射并反控物联网设备，适配主流 AR,VR 设备的展示。适配 Pico/Oculus/HTC 等市场主流 VR 设备。3 年内拟使用 PaaS 平台生产项目不少于 20 个，新增产值不少于 2000 万。登记软件著作权不少于 5 项；申请或授权国家发明专利不少于 5 项。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

### 3. 面向水库防洪“四预”的数字孪生关键技术与系统研发

**研究内容：**（1）研究水库防洪“四预”关键技术，构建水库数字孪生应用系统；（2）研究水库数字孪生数据底板建设关键技术，构建工程多时态、全要素 3D 空间数字化映射；（3）研究水库数字孪生模型平台建设关键技术，包括水利专业模型和智能模型提升水库洪水预报精度，辅助水库调度决策；（4）研究水库数字孪生知识平台建设关键技术，采用知识图谱方式，建设水库工程知识库、历史场景调度库、模拟场景调度库、业务规则流程库以及共享知识库；（5）研究水库数字孪生模拟仿真引擎建设关键技术，构建自然背景演变、工程调度运行、洪水演进模拟等空间可视化引擎。

**考核指标：**研发一套基于数字孪生平台的水库防洪“四预”业务应用系统，采用虚拟现实、混合现实等技术，实现数字孪生数据底板、模型平台、知识平台、模拟仿真引擎功能，构建水库可视化模型与模拟仿真引擎，满足洪水风险管理、水库防洪调度决策和“四预”全过程一体化场景应用。洪水预报方案构建时间小于 10s，预报精度达到《水文情报预报规范（2008）》规定的甲级水平，3D 场景加载响应时间小于 5s。在宁波市 2 座大型水库落地应用，实现产值不低于 1000 万。登记软件著作权不少于 4 项；申请或授权国家发明专利不少于 3 项；发表高水平学术论文不少于 3 篇。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入

的 20%。

#### 4. 面向分质分流的数字孪生治水关键技术研究

**研究内容：**（1）研究基于数字孪生的雨污分离治理模型，开发治水微网单元多条件、分等级智能异常预报模型与算法，实现台风、干旱、暴雨等特殊时期的应急调度与事前超标预警；（2）研发基于物联网感知和 NB-IoT/4G/5G 无线网络数传的智能排口装置，完成水质监测数据采集、水面异物智能分析、排口远程制控联动一体化，实现智能设备系统与数字孪生系统的双向实时联动；（3）研发基于云边协同的分质分流治水数字孪生平台，优化峰谷电能耗控制策略，实现河道水质智能管理，建立分质分流治水新模式。

**考核指标：**完成数字孪生智能排水系统，实现水质检测、截污、分质分流等多功能一体化，污水截留率达 90% 以上；水位传感范围 0-20 米；水质监测电导率量程 1-5000us/cm，精度为全量程的  $\pm 1\%$  或  $\pm 1\text{us/cm}$ （取大者）；数据容载量达 PB 级，报警准确率超过 95%，响应时间小于 5 秒；支持 GPRS、NB-IoT、LTE 与 5G 数据传输；建立 2 个分质分流治水示范应用，实现销售（服务）收入 2000 万元以上。制定行业/企业标准 1 项；申请或授权国家发明专利不少于 5 项；发表高水平学术论文不少于 5 篇。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## 5. 基于物联感知与 4D 数字底座的数字孪生城市关键技术研究

**研究内容：**（1）研究汇集卫星遥感、无人机、视频监控、智慧路灯等各类空-天-地感知设备，并融合季节、早晚等时间变化信息的空-天-地-时四维（4D）感知模型，构建智慧城市 4D 数字底座；（2）研究四维（4D）感知模型的局部动态更新技术，实现模型信息的实时更新；研究建立统一的“感智汇”物联感知融合服务，实现视频、物联感知、遥感遥测、公共数据的统一建设、统一管理、统一运维和共享使用；（3）研究建立智能算法服务，为相关部门提供针对高清视频、实时感知等大数据的智能数据分析能力支撑，实现分析结果的授权共享；（4）研究融合 GIS、CAD、影像、点云等多源异构数据的多尺度场景智能数字化快速重建技术与移动平台高清渲染技术；（5）研究基于 5G 通信和智能物联网的实时虚实交互技术，构建城市场景中的城市实体与四维数字孪生体间的深度融合。

**考核指标：**实现基于智能物联感知与 4D 数字底座的数字孪生城市平台，要求具备物联设备接入能力、视频接入能力、纹理动态替换能力、调度管理、数据治理、算法配置、态势显示等功能；支持物联网数据接入类别不少于 50 种；模型纹理动态替换场景不少于 6 个；人工智能（AI）分析算法不少于 50 种；局部模型动态更新能力  $\leq 2h@1000$  平米；在智慧电厂、未来社区等场景进行典型示范应用；项目执行期内实现销售/服务收入 1500

万元以上，登记软件著作权不少于 3 项；申请或授权国家发明专利不少于 5 项；发表高水平学术论文不少于 5 篇。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## 6. 面向工商业侧的分布式储能电站数字孪生系统研发

**研究内容：**（1）研究储能的自诊断技术、智能运维技术、产品自学习技术、云边一体储能专用算力技术，基于边缘计算模式下的历史数据分析、未来收益预测及系统运行策略自适应地优化技术；（2）基于物联网的储能电站与储能电站之间集群联动调度控制和虚拟电厂技术的系统研究，在工商业侧的分布式储能电站中实际推广，形成示范应用，从而促进工商业侧的分布式储能电站产业化发展。

**考核指标：**工商业侧的分布式储能电站数字孪生系统需具备对储能系统的自诊断能力；能够实现对工商业侧的分布式储能电站的远程运维；具备自学习功能，能够分析电站的历史运行数据和收益分析，并能够预测负荷及收益；能够实现多个工商业侧的分布式储能电站之间的联动，并实现多个工商业侧的分布式储能电站集群调度，实现多个工商业侧的分布式储能电站虚拟电厂；工商业侧的分布式储能电站数字孪生系统的算力基础指标：要求底层算力载体提供全面虚拟化的算力资源，储能系统配套算力不少于 3000 GFLOPS/100 兆瓦时；工商业侧的分布式储能电站数

数字孪生系统实时海量数据的分布式处理要求：要求底层算力载体提供分布式的数据处理系统，满足储能设施（包括储能集群）实时生成海量检测数据的处理，要求每秒不低于 30000 个文件/100 兆瓦时的生成处理能力。实现分布式储能系统制造端产业化（具备电池包、BMS、汇流柜、储能集装箱的批量生产制造能力）；数字孪生系统至少应用于 5 个工商业侧的分布式储能电站。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 300 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## **7. 基于数字孪生系统的大型高温热处理装置智控与热能管理精确建模**

**研究内容：**（1）研究大型高温热处理炉全尺寸燃烧、热辐射、温度与浓度场耦合数值模拟模型及方法，结合炉体温度、组分、视频等监测数据，建立高温炉数字孪生模型库；（2）研发热处理工艺过程及生产过程全方位、多模态、多传感器的全流程感知系统，实现热处理车间与数字孪生体之间的实时信息交互及展示；（3）搭建热处理车间数字孪生系统，实时采集主要生产设备信息，对生产全过程仿真建模。对生产设备能耗精确建模，通过数字孪生体智能控制热处理设备、仿真推演生产能耗及优化生产流程，实现节能减排；（4）在真空热处理装备和可控气氛热处理装备成熟技术基础上，建设示范性节能减排数字化热处理车间，助力宁波碳达峰，提升热处理行业的智能化水平。



**考核指标:** 构建大型高温热处理炉的燃烧、流动与热辐射耦合模拟模型，采集高温热处理炉宽范围数值模拟数据集（600℃-1000℃），实现融合物理过程及数值模拟降阶响应的热处理炉数字孪生体；研发一个热处理车间的全方位感知系统，全面采集生产信息并搭建一个实时展示平台；构建热处理车间数字孪生系统，实现数据采集、生产监控、能耗推演、智能决策、排班优化、设备智能控制，数据容载量达 PB 级，数据采集延时低于 100ms，智能推演模型精度大于 90%；节能减排平均能耗降到 2500kW·h/t 以下，万元产值电耗降到 100kW·h 以下；登记软件著作权不少于 3 项；申请或授权国家发明专利不少于 5 项；发表高水平学术论文不少于 5 篇。

**有关说明:** 要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 300 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## **8. 基于云边二层结构的离散制造过程协同优化与数字孪生系统研发**

**研究内容:** （1）研究基于云边二层结构的数字孪生技术，支持多设备、多产线、多车间协同；（2）研究基于物质流和信息流时空边界耦合的协同优化和预测仿真方法，实现离散行业高速离散生产协同；（3）研究多约束条件下基于知识分析和数据驱动相融合的智能优化调度技术，解决高动态高离散制造环境下产品质量、设备利用率、节拍等多目标优化问题；（4）研究生

产过程关键设备的虚拟分布式实时感知方法和运行机理，实现边缘侧设备健康度的诊断和预测；（5）构建基于云、边二层结构的数字孪生系统平台并开展实验验证。

**考核指标：**提出基于云边架构的数字孪生制造运行协同优化方法，研制数字孪生制造运行协同原型，并在集成电路、新能源汽车、家电行业等至少 3 个典型场景开展实验验证，制造业务运行效率目标提升 10%；研发不少于 20 项生产制造过程数据采集、管理、优化与可视化等微服务软件构件，形成 1 套离散制造生产过程协同优化的技术解决方案；登记软件著作权不少于 5 项；申请或授权国家发明专利不少于 3 项；发表高水平学术论文不少于 2 篇。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 300 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## 二、前沿引领技术攻关项目

### 9. 数字孪生中的多模态感知交互设备与工具研究研发

**研究内容：**研发多模态信息感知与智能交互设备与工具，实现对物体和人体信息的快速、精准采集建模和运动感知，突破基于移动式全息扫描技术的大规模物理场景三维高精度采集建模、基于可穿戴式传感器件和视觉非接触式感知的人体体态信息获取、基于高精度数据手套和肌电生理信号采集装置的人体手势信

息获取、基于跨模态关联计算和深度学习方法的交互意图理解等跨模态感知交互装置研制和关键技术研发。

**考核指标：**物体感知建模要求对 1 万平方米以上的大规模场景进行三维高精度感知，快速获取彩色全息点云数据，采集与处理效率优于 90 分钟/万平，点云间隔小于 5mm 且有真实地理坐标、点云精度平面误差小于 6cm、高程误差小于 7cm、激光点云与全景影像可自动配准融合；人体感知交互要求自主研发基于可穿戴传感器和视觉感知的跨模态体态获取装置、基于数据手套和肌电采集装置的跨模态手势信息获取装置、体态获取观察延时小于 20ms、手部获取数据误差小于 1mm、可识别 50 种以上肌电手势且识别率达到 95%以上；数字孪生多模态感知交互典型应用场景 1 个以上；申请或授权国家发明专利不少于 3 项；发表高水平学术论文不少于 3 篇。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过 100 万，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

## **10. 面向数字孪生的多源异构数据建模、治理与智能分析关键技术研究**

**研究内容：**（1）研究多源异构数据的跨模态联合抽取、低资源协同压缩与高保真全局建模，提供可靠、高效、泛化的数据底座；（2）研究多源异构数据的智能化索引构建、自适应负载均衡与高性能容错机制，支撑快速、绿色、精准的数据查询；（3）探索多源异构数据的跨领域在线融合、分布式安全共享、联邦化

协同共治，推动自主、可信、鲁棒的数据协作；（4）探究多源异构数据的隐式表达知识获取、高效知识图谱构建、神经符号表示学习，赋能深入、全面、智能的数据分析。

**考核指标：**构建面向数字孪生的多源异构数据建模、治理与分析通用框架。其中，知识图谱抽取准确率不低于 80%。完成多源异构数据建模、治理与智能分析在数字人服务、智能制造等数字孪生领域的应用示范。提供一套数字孪生智能大脑分析平台，实现视频、图像、语音、文字等多域数据的联合分析，支撑多模态大模型训练，视觉对话推理精度达到 80%以上，语义理解准确率达到 85%以上，在低于一万条训练数据的低资源多轮交互场景中的识别准确率达到 85%以上。申请或授权国家发明专利不少于 3 项；发表高水平学术论文不少于 3 篇。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过 100 万，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

#### **11. 基于人工智能的复杂流动建模与快速仿真软件平台研发**

**研究内容：**（1）研究基于人工智能的流体动力学模型与快速算法，包括数据驱动的湍流模型、结合测量或试验数据的计算流体力学（CFD）数据同化算法、试验与仿真的数据融合技术、数据驱动的 CFD 替代模型与快速数值算法等；（2）开发基于人工智能的先进计算流体力学软件，应用于城市建筑群或大型风电基地复杂风环境精细预报、复杂山区或复杂海况条件下湍流演化模式对风场控制策略与风场优化的影响等场景，实现对不同雷诺

数及风况条件下复杂流动、传热传质过程的精细仿真与快速数值预报。

**考核指标：**针对典型算例（如翼型绕流、复杂地形与复杂海况下大型风电机组与阵列尾流等），数据驱动湍流模型预测的湍动能、速度剖面、气动力等特征量的数值精度优于传统湍流模型，精确性提升至少 10%；针对典型算例，数据驱动的 CFD 快速算法的计算速度比传统算法提高 100%以上；开发具有自主知识产权的基于人工智能的先进 CFD 软件 1 套，登记软件著作权不少于 1 项；申请或授权国家发明专利不少于 2 项；发表高水平学术论文不少于 3 篇。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过 100 万，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

## 12. 面向数字孪生的感-控-驱一体化智能芯片关键技术研究

**研究内容：**（1）研究基于国产自主工艺的传感-控制-驱动一体化智能芯片系统架构，支持面向数字孪生的人-机-环境感知交互等；（2）研究支持多通道复用、多模式配置的低功耗传感器直接数字转换接口电路技术，实现紧凑型数字化灵活智能传感；（3）研究基于 RISC-V 架构的高能效多核微处理器，支持多维事件唤醒驱动、多传感信息融合处理、人工神经网络计算、工业实时控制等；（4）研究安全可靠高效功率管栅驱动电路技术，满足百瓦级直流电机高效驱动需求；（5）研发功能性能相适应的感-控-驱一体化智能芯片，综合应用智能机械臂、移动机

器人、升降装置等设备载体开展芯片关键技术验证。

**考核指标：**芯片支持的传感接口类型不少于 4 种；芯片运行时钟主频不低于 72MHz，芯片运算处理内核数量不少于 2 个，芯片低功耗休眠电流不高于 10A；芯片预驱工作电压可达 36V，持续电流 5A，最大允许峰值电流 8A，具有过流、过温、短路、欠压保护功能。申请或授权国家发明专利不少于 3 项；发表高水平学术论文不少于 3 篇。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过 100 万，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

### **13. 基于多尺度多模态融合的快速三维重建及语义标注关键技术研究**

**研究内容：**（1）研究稀疏视角下的近实时三维重建技术，实现非参数化结构的高精度真实感绘制；（2）研究多尺度多模态隐神经辐射场融合技术，实现动态场景快速建图及不同细节级、不同模态视图渲染；（3）研究基于几何先验和光照一致性的抗环境干扰技术，实现复杂环境下的鲁棒的三维重建；（4）研究针对高质量三维重建的多相机网络联合约束优化方法，实现高效的全场景视觉信息采集；（5）研究基于体素模型与二维图像标注的三维场景语义分割方法，实现对重建场景的理解与仿真模拟。

**考核指标：**研发出基于场景三维重建的仿真模拟系统；千万级体素数量或五百万级面片数量的场景重建在 10s 内完成；场景

语义分割 10 分类准确率 mIoU 达 90%以上；实现对人、车、树等至少 4 种常见干扰因素的剔除，还原被遮挡场景准确率达到 80%以上；申请或授权国家发明专利不少于 4 项；发表高水平学术论文不少于 5 篇。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过 100 万，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

#### **14. 新型电子束技术在芯片先进制造工艺中的应用和关键技术研究**

**研究内容：**（1）研究新型电子束技术对芯片先进制造工艺中缺陷的成像模型，用人工智能和深度学习的方法来提高电子束成像的品质，提高缺陷检测成功率和降低误警率；（2）利用大数据分析 and 人工智能技术，对芯片先进制造中工艺的缺陷产生建立相应的预测模型；（3）利用边缘计算和联邦学习技术来提高芯片先进制造工艺不同机台数据的挖掘能力，研究提高芯片先进制造良率的系统模型。

**考核指标：**建立新型电子束成像模型计算源程序 1 套；建立一个全新芯片先进制造工艺的缺陷快速检测的应用模型，检测率不少于 90%；应用系统和计算源程序 1 套；建立芯片先进制造中工艺的缺陷预测模型和计算源程序 1 套，预测准确率不少于 90%；建立芯片先进制造中多机台数据分析和提高芯片先进制造良率的系统模型和计算源程序 1 套，缺陷的分类准确率不少于 95%；申请或授权国家发明专利不少于 4 项；发表高水平学术论

文不少于 4 篇。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过 100 万，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

### **15. 数字孪生算力算法服务平台共性关键技术研究**

**研究内容：**（1）研究数字孪生体故障预测、数字孪生网络自主孪生等数字孪生关键算法，实现数字孪生网络的自学习、自验证、自演进；（2）探明关键算法的服务化机理，研制数字孪生算法服务的统一托管平台，突破数字孪生算法服务的接入标准、激励策略、交易机制、监管方法、观测模型等技术，实现数字孪生算法服务的全生命周期可信管理；（3）建立跨多云、跨云边端泛在算力统一管理 with 智能协作架构，突破基于数字孪生算法服务的成本、时效性、算力结构、数据依赖等多目标约束的分布式算力算法协同调度技术，支持泛在算力场景下的数字孪生服务无损升级和网络故障自治；（4）建立面向数字孪生场景动态优化体系结构的自适应操作系统架构，研制面向数字孪生场景的分布式云平台 and 面向算力算法特征动态优化的国产操作系统，实现数字孪生场景下的泛在资源整合和操作系统性能自适应优化。

**考核指标：**突破数字孪生体故障预测算法和数字孪生网络自主孪生算法，研制数字孪生算法服务托管平台，突破数字孪生算法服务的动态接入、均衡激励、可信交易、合规监管、智能观测等技术，实现数字孪生算法服务全生命周期统一管理，支持大规模数字孪生服务的秒级查询，支持 100 万数字孪生算法服务交互



/天。研制面向数字孪生场景的分布式云平台，实现算力、算法、数据智能协同调度框架，支持跨多云、跨云边端的 10 万算力节点分布式可信协同，秒级求解多目标约束的分布式算力算法协同调度算法，实现动态的算力与算法最优匹配。研制面向数字孪生场景的国产操作系统，突破基于算力算法特征进行内核自适应优化的操作系统架构，性能相对于通用 Linux 操作系统提升 1 倍以上。提出国际/国家/行业标准不少于 1 项；主持建设相关开源项目不少于 1 项；申请或授权国家发明专利不少于 3 项；发表高水平学术论文不少于 3 篇。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过 100 万，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

## **16. 面向港口智能驾驶集卡云控调度的数字孪生关键技术研究**

**研究内容：**（1）研究多源传感融合感知、高精度建图、高精度设备建模和实时可视化等关键技术，搭建高精度的港口作业场景仿真环境，实现智能驾驶集卡、岸桥和场桥等关键运输作业主体的运动学仿真和无缝交互，精准复现/推演各种设备的作业和交互细节，支持基于港口实时/历史作业数据的仿真分析，挖掘作业过程中的效率瓶颈点，为提升港口水平运输作业效率提供决策依据；（2）开展港口交通状况实时感知和预测、智能驾驶集卡作业调度、智能驾驶集卡路径优化等领域算法攻坚，并基于数字孪生构建的虚拟平台进行算法验证和迭代，提升运输与作业

设备的协同水平，优化智能集卡车队运营效率。

**考核指标:** 提供用于港口智能驾驶集卡云控调度的数字孪生系统平台 1 套，实现对实时数据、历史数据或算法结果的再现仿真，能精准展现/推演智能驾驶集卡、岸桥和场桥等关键运输设备的作业和交互细节，可支持至少 300 套设备同时在线作业；提供实时作业/仿真作业分析工具 1 套，实现分场景、分指令的作业效率分析；实现对港口交通状况的感知和预测、感知频率不少于 10Hz、车辆召回率不少于 99%、速度误差不大于 1m/s、横向位置误差不大于 0.5 米；提供智能驾驶集卡的智能作业分配和智能路径规划，实现智能驾驶集卡车队作业效率提升 10%、空载距离减少 10%；登记软件著作权不少于 1 项；申请或授权国家发明专利不少于 2 项；发表高水平学术论文不少于 3 篇。

**有关说明:** 高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过 100 万，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

## 17. 数字化生态环境智能管理技术研究

**研究内容:** (1) 研究流域或重点污染源生态环境静态与动态、空间与非空间、环境质量与污染源等多源数据数字化耦合技术；(2) 研发生态环境实时监测、风险识别、人工智能模拟预警及溯源技术；(3) 建立数字化生态环境智能管理核心技术与平台，实现流域或重点污染源多要素数字化智能监管与预警；(4) 选择并结合典型流域或重点污染源场景主要环境要素，形成集实时监测、大数据模拟计算与风险预警、高效应急管理、设施智慧

运维等数字化生态环境综合监管与预警技术路线。

**考核指标：**形成生态环境典型场景多源数据数字化技术 1 套。构建典型场景“空-天-地一体化”智能监测体系 1 套，可实现监测频率最小可达 1h/次监测。构建典型应用场景空-天-地一体化生态环境智能监管与预警技术 1 套，实现监测预警与监测频率同步，预警率实现 90%以上；预测预警小于 30 分钟/次。项目执行期内建立 1 个典型场景数字化生态环境智能管理技术应用示范，实现产值 1000 万元。申请受理或授权发明专利不少于 1 项，发表高水平学术论文不少于 3 篇。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过 100 万，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

## **18. 基于人工智能技术的生物医学多组学大数据挖掘与可视化方法研究**

**研究内容：**（1）研究整合不同来源、不同尺度的高维多组学生物医学数据的方法，实现多组学数据内在特征的深度融合；（2）开发基于人工智能技术的方法，挖掘多组学数据的高层共享语义特征，探究其在疾病致病机制中的重要性 and 关键性；（3）构建基于多组学数据的基因调控网络，研究多组学数据、基因调控以及复杂疾病之间的内在关联关系；（4）构建高维多组学数据可视化方法，解释疾病致病机制中的具有重要作用的关键特征。

**考核指标：**开发基于人工智能技术的生物医学多组学大数据

挖掘与可视化方法不少于 2 种；构建多组学数据库，其中数据类型不少于 3 种，数据量不少于 400GB，访问速度不大于 2s，访问量不少于 5000 次；申请或授权国家发明专利不少于 2 件，发表高水平学术论文不少于 5 篇。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过 100 万，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

### **19. 面向智慧道路新型基础设施建设的数字孪生构建技术研究**

**研究内容：**（1）研发路域“人-车-路-环境”全息感知技术，实现道路基础设施健康状态和交通运行状态的全方位监测；（2）研发多元感知设备轻量集成技术，实现“多感合一、多杆合一、多箱合一”；（4）研发道路全生命周期数字孪生构建技术，实现对道路基础设施物理状态和行为的模拟、验证、预测和控制；（5）形成道路新型基础设施建设技术标准，实现传统道路基础设施智慧化、数字化升级和工程应用示范。

**考核指标：**智慧道路数字孪生基础软件系统 1 套，轻量级融合全息感知设备 1 套（包含能够识别交通事件的算法软件），整体技术达到国内领先水平；建成智慧道路示范路 1 条以上，实现车流状态检测准确率不低于 90%、交通事故发生率下降不低于 20%、平均行程车速提高不低于 15%、CO 等碳排放量减少不低于 15%；形成浙江省或宁波市智慧道路建设技术标准或规范不少于 1 项；申请或授权国家发明专利不少于 3 项，发表高水平学术

论文不少于 4 篇。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过 100 万，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

## **20. 基于数字孪生的复杂系统多作业点 AGV 调度协同关键技术研究**

**研究内容：**（1）研究开发多场景通用 AGV 协同调度管控云平台；（2）开发支持多应用场景的通用标准化 AGV 环境与事件建模工具，开发支持 AnyLogic 等主流仿真软件的标准数据模型导入接口；（3）开发面向数字孪生的可自主调参、分布式部署的 AGV 模拟器；（4）构建包含集装箱码头 AGV 调度、汽车装配厂 AGV 调度的运筹优化数学模型，结合海量历史数据，研究开发融合数理模型、大数据联合驱动的 AGV 集群调度智能算法库，分别研究确定性场景、定分布随机场景、全动态场景下的 AGV 调度算子智能适配技术和系统；（5）研究开发融合多目标动态优化、智能推演、AI 训练等功能的 AGV 协同管控数字孪生系统，在汽车生产工厂、港口码头行业实现示范应用。

**考核指标：**研发集多源大数据可视化、调度算法训练、虚实交互为一体的 AGV 集群调度数字孪生平台 1 套。技术方案需体现先进性，采用结合数学规划的智能求解算法，以提升方法的泛化能力。相关算法和系统需在汽车生产厂进行示范应用，系统接入 AGV 数量不少于 200 台，待调度任务 3000 个，平均任务响应时间在 3 秒以内，同等业务量条件下机器人数量节约 15%；集

装箱码头场景中 AGV 接入不少于 50 台，调度预排装卸作业箱量不少于 1 万标箱，进提箱不少于 3000 标箱，求解时间不超过 10 分钟，同等业务条件下桥吊平均台时量提升 10%、龙门吊总效率提升 10%以上。登记软件著作权不少于 3 项；申请或授权国家发明专利不少于 3 项；发表高水平学术论文不少于 5 篇。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过 100 万，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

## 本领域项目申报指南编制专家组名单：

- 曾文军 宁波市东方理工高等研究院副院长、教授（组长）  
魏宇杰 宁波市东方理工高等研究院教授  
黄德双 宁波市东方理工高等研究院教授  
何晓飞 浙江大学软件学院教授  
赵新奎 浙江大学软件学院教授  
夏银水 宁波大学教授  
姚 远 宁波诺丁汉大学教授  
舒振宇 浙大宁波理工学院教授  
朱 仁 美象信息科技有限公司董事长