

## 工业互联网赋能行业数字化转型之路

# 电子：加速全产业链智能化转型

赛迪智库信息化与软件产业研究所  
工业互联网研究室 徐靖

电子行业具有产品种类多、技术含量高、产品质量要求高、生产周期要求短等特征，面临设备管理精度不够、不同产品间的生产排产切换慢、生产管理效率低、产品质量管控不够等痛点，亟须加快基于工业互联网平台的数字化转型步伐，全面提升设备管理、研发、生产管理、产品质量管理、供应链管理等环节的数字化水平。

### 提升人与机器 协同合作水平

（一）设备管理从粗放管理向精密管控转变

传统电子制造业的流水线方式需要依赖大量的生产设备，特别是对产品一致性和可靠性要求高的电子元器件领域、对加工精度要求高的精密零组件和精密模具领域，生产设备的微小偏差都会造成产品质量的大幅下滑。随着新一代信息技术的应用发展，覆盖设备全生命周期的实时态势感知、远程故障诊断和预测性维护成为可能。

（二）制造生产从手工组装向人机协同转变

我国是电子产品制造第一大国，但是从国际产业价值链分工来看，我国仍处于全球价值链的中低端，以生产组装为主。虽然我国电子制造业自动化水平比较高，但是组装环节仍需要大量人力。以富士康为例，作为苹果手机的主要代工制造商，其在深圳有超过20万名生产制造员工。在工业互联网平

- *随着新一代信息技术的应用,实时态势感知、远程故障诊断和预测性维护成为可能*
- *基于机器视觉、深度学习等技术,对产品开展智能质量检测,可减小检测分级误差*

台上，人的知识和经验以机理模型的形式被共享、复制、传播，赋予机器人类的智慧，提升人与机器的协同合作水平，降低人力成本，提高生产效率。

（三）质量检测从人工检测向智能检测转变

随着电子技术的飞速发展，电子产品加速向小型化、精密化、集成化演进，对电子制造工艺的速度、精度、可靠性提出了更高的要求。传统人工检测方法存在主观性强、精确度低等问题，基于机器视觉、深度学习等技术，对产品开展智能质量检测，不仅可以排除主观因素干扰，还能够对这些指标进行定量描述，减小了检测分级误差。

### 构建产品数字孪生模型 提高生产效率

（一）设备智能管控

一是设备故障诊断。实时采集设备运行状态数据，基于专家库和自学习机制建立故障智能诊断模型，实现设备故障精准定位。二是预测性维护。基于工业互联网平台分析预测设备关键部件变化趋势、产品寿命和潜在风险，提前预判设备零部件的损坏时间，主动提前进行维护服务。

（二）研发生产管理优化

一是研发设计。构建产品的数

字孪生模型，开发者不需要实际试验测试，即可验证产品在真实环境中的性能。二是智能排产。在新产品实际投入生产之前，利用数字孪生预先对生产计划排程建模测试，找出最优方案，帮助企业缩短新产品导入周期，提高产品交付速度。三是精益管理。实时采集企业人、机、料、法、环运行情况，发现不合理和低效的管理流程，提出改进方案，提高组织管理效率。

（三）产品质量检测

一是产品质量检测。在产品生产过程中，实时采集质量检测点的检测数据，利用机器视觉、人工智能技术，结合产品质量分析模型，及时发现潜在质量问题实现异常品快速响应。二是产品质量全流程追溯。基于工业互联网平台，打通原料供应、元器件生产、零部件生产、组装加工、集成销售、运维等产品全生命周期的质量数据，结合质量追溯模型，实现产品全生命周期的质量跟踪，提升产品质量控制精度。

（四）供应链协同

一是企业内部供应链协同。实时采集企业内的设备、工具、物料、人力等数据，实现生产、库存的动态调整优化。二是企业间供应链协同。以工业互联网平台为枢纽，实时采集供应链上下游企业的排产、生产、库存、质量、物流方面的运行数据，结合供应链协同模型，优化全

供应链资源配置。

### 聚焦模型开发 推进应用场景落地

（一）聚焦边缘数据，打造高效边云协同体系。一是在边缘数据采集方面，安装智能传感器、摄像头、三维扫描仪等数据采集工具，实现对企业运行状态的全面感知。二是边缘数据分析方面，将云端机器学习和深度学习算法，部署在生产设备端，在边缘控制器上集成分析引擎，实现设备的自动调整和优化，在模型、数据、服务三方面实现边云协同。

（二）聚焦模型开发，强化机理模型供给能力。一是开发设备状态监测、设备故障分析、研发设计、预先排产、精益管理、供应链协同等模型。二是开发产品质量检测、产品全生命周期质量追溯等模型。三是开发模型管理引擎，构建知识图谱，实现模型标签化管理、智能化搜索和精准化调用。

（三）聚焦应用场景，深化解决方案应用推广。一是打造研发创新、预先排产、精益管理等解决方案。二是打造产品质量检测、产品全生命周期质量追溯等解决方案，提高产品质量管控精度。三是打造企业内和企业间的供应链协同解决方案，提高供应链整体的资源配置效率。

# 轨道交通：数字化管理确保运行安全

- *进行生产车间改造,提高生产效率*

- *开发智能业务系统,增强管理水平*

- *提供车辆远程运维,确保运行安全*

赛迪智库信息化与软件产业研究所  
工业互联网研究室 孙刚

轨道交通行业具有安全性能要求严格、产品种类多、专业化程度高的行业特征，面临资源调配效率低下、车辆运维困难、客户需求不断提高等痛点，亟须加快基于工业互联网平台的数字化转型步伐，提升企业综合实力。中车四方、中车株机、中车浦镇等企业正以车辆远程运维为切入点，加速推动轨道车辆向研发设计数字化、生产制造柔性化、产业链管理一体化、车辆运维智能化等方向转型。基于此，我们深入剖析了轨道交通行业数字化转型趋势、平台应用场景以及业务落地解决方案，希望对行业发展有借鉴意义。

### 轨道交通生产制造向 柔性化方向转变

（一）研发设计从实验验证向平台仿真转变

轨道车辆行业传统研发设计是基于实地实验验证，耗费大量的人力、物力、财力，且效率较低。基于工业互联网平台构建虚拟仿真环境，在赛博空间通过工况设置、参数输入等进行虚拟仿真，不断迭代优化，将持续推动产品研发完善，缩短研发周期，降低研发成本。

（二）生产制造从大批量向柔性化转变

近年来，我国轨道车辆行业正处在快速发展时期，轨道车辆供应商规模持续扩大、供给能力不断提升。但是，随着市场趋向饱和，轨道车辆的产业需求逐渐升级，倒逼轨道车辆供应商积极寻求转型，探索车辆制造车间智能化改造，加速向柔性化生产的方式转变。

（三）业务管理从以人为主向精益化转变

轨道车辆行业传统的管理模式以人为主，具有变动性太大、作业管理混乱、管理无法落地且追溯性差等弊端。基于工业互联网平台对业务流程进行实时把控，有利于打通部门之间、人机之间、设备之间的数据壁垒，推动生产制造透明化、部门合作协同化、资源调配高效化。

（四）设备运维从定时维修向按需维修转变

传统的高速铁路车辆运维按照里程数定时维修，大大增加了运维的时间成本、经济成本。基于工业互联网平台在线采集车辆运行实时数据信息，经过算法统计和模型分析，有利于发现车辆运行过程中的健康状态和存在的问题，智能化安排维修计划，保障车辆运行效率。

### 提高生产效率 确保运行安全

（一）进行生产车间改造，提高生产效率

一是依托工业互联网平台，对车间全要素进行连接，实现生产数据可视化、生产过程透明化的制造全过程动态管控。二是基于大数据分析，对生产车间资源进行智能化调配，实现产线协同，提高生产资源利用率。三是基于工业互联网平台，对车间进行智能化改造，提高生产制造数字化水平。

（二）开发智能业务系统，增强管理水平

一是生产安全管理，对生产车间进行实时监测，排查安全隐患，提供安全报警服务。二是质量管理，利用传感器、摄像头等设备，对各工序进行质量数据采集，进行质量分析、售后质量信息处置等工作。三是业务管理，开发基于平台的一体化管理系统，打通供应商、服务商、经销商等合作伙伴间的信息壁垒，提高管理效率。

（三）提供车辆远程运维，确保运行安全

一是建立实时状态感知系统，采集车辆运行过程中的参数信息，将收集的数据进行有效转换和传输。二是建立车辆实时监控系统，直观展示线上所有运行列车的速度、状态、运营等参数，有效提升车辆的统筹、调度、管理效率。三是建立故障预警系统，进行健康状态判断、趋势分析与异常情况自动报警。

（一）虚拟仿真

基于工业互联网平台搭建虚拟仿真平台，在线上虚拟空间中进行工况模拟，实现研发设计迭代式优化。一是建立仿真模型。通过赛博空间和物理空间的映射，展示车辆系统实时状态。二是进行工况模拟。设立不同的线路，输入工况参数，进行虚拟空间实验，为物理实体提供参照。三是进行设计优化。依托虚拟仿真得到的大量数据，经过统计分析，促进研发设计环节迭代更新。

（二）协同制造

基于工业互联网打通人与机器之间、机器与机器之间、产线与产线之间的信息壁垒，实现生产过程协

# 船舶：向价值链产业链高端跃升

赛迪智库信息化与软件产业研究所  
工业互联网研究室 管桐

船舶行业属于劳动密集、资金密集、技术密集的离散制造业，具备零件数量多、生命周期长、资本投入大、技术要求高等典型特征，正面临接单难、交船难、融资难等痛点。江南造船、黄埔文冲、沪东中华等企业以网络化协同和服务化延伸为切入点，从设计协同化、制造智能化、管理精益化、融资在线化、产品服务化等方向进行数字化转型。

### 研发开始向 无缝设计转变

（一）研发设计由独立设计向无缝设计转变

船舶行业研发设计环节复杂，涉及数十个专业分工。传统船舶行业使用独立设计模式，在设计环节联通、跨专业对接、设计模型变更等方面存在数据交流不畅、企业协同水平不足等问题。随着业内无缝设计模式的应用推广，基于MBD理念使用唯一数据源进行属性标注，有利于统一标准，改善数据差异问题，打破研发设计的空间、时间、组织限制，降低跨专业、跨部门、跨企业协同研发设计门槛。

（二）生产制造由数字化向智能化转变

船舶构造复杂精密，大型豪华游轮零件数量超过2500万个，对制造工艺、工序的要求较高。在传统船舶生产制造过程中，零部件加工需大量人力，不利于保障产品质量的稳定性，整体质量管控成本较大。随着数字孪生技术的发展应用，助力船舶企业依据统一模型、统一数据源进行生产制造，解决CAD到CAM的集成问题，实现生产过程可预测、可调整、可追溯，有效提升产品质量，提高用户体验，增加企业收益。

（三）供应链管理由重经验向重需求转变

- *数字孪生技术的发展应用,有效提升产品质量,提高用户体验,增加企业收益*
- *工业互联网在船舶行业的应用推广,有利于提升船舶制造整体配套服务水平*

在传统船舶产业链管理体系中，船舶配套、船舶建造、货物生产运输、航运市场等环节的运营都是独立的、单向的，无法针对需求动态调整，缺乏供应链成本优化及纳期有效控制。工业互联网聚焦人、传感器、生产设备和库房、物流等节点的互联互通，打破数据、知识、能力、成本等束缚，推动供需双方相关数据互联互通，以信息流加速物流、资金流、技术流有效流动，加快经验导向到需求导向的模式转变，推动船舶制造企业向价值链、产业链高端跃升。

（四）发展模式由卖产品向卖配套服务转变

目前，全球船舶运力和制造能力存在过剩现象，造船市场需求出现结构性不足，散货船等常规船型需求乏力，高技术船舶和海洋工程高端装备需求旺盛，传统船舶制造业，依靠生产要素投入和廉价劳动力转化的盈利模式难以为继。工业互联网在船舶行业的应用推广，有利于提升船舶制造整体配套服务水平，打造“船舶+智能系统+配套服务”的整体产品方案，提高用户黏性，构建技术迭代升级、用户体验友好的新型船舶工业服务体系。

### 在数字空间模拟制造过程 降低生产错误率

（一）基于三维模型的协同设计

一是数字孪生仿真。在赛博空间对船舶模型进行碰撞仿真、结构仿真和流体仿真等测试，缩短产品研发周期。二是并行协同设计。船舶企业可应用工业互联网平台集成船舶数据，实现各项设计工作协同进行，提高研发效率。三是工艺设计优

化。在数字空间模拟加工、焊接与组装等制造过程，降低生产错误率。

（二）基于CPS的智能制造

一是关键环节的装备自动化，依托工业互联网平台控制智能机器人开展生产流程，降低人力成本。二是造船厂域生产要素的泛在互联。建立状态采集与控制网络，实现核心生产要素的泛在互联。四是基于数字孪生车间的智能管控。构建逻辑模型，实现生产过程动态分析、决策与调度。

（三）供应链协同

一是供应链管理。通过工业互联网平台进行船舶配套资材、供应商、资材配送等精益化管理，保障供应链配套均衡、有序，有效提高物流周转效率。二是供应链金融。通过工业互联网平台进行融资租赁，将资产由流动性较差的固定资产向流动性最强的现金资产转变，改善企业现金流，降低企业融资成本，优化公司资本结构。

（四）服务化延伸

一是船舶节能运营。将智能检测设备连接工业互联网，实现能耗查询、分析、统计和管理等功能，减少海运碳排放量，降低船舶运营成本。二是航路智能规划。搭建网络链路，实现数据的互通与共享。实现开阔水域辅助驾驶，提高了船舶航行安全。三是设备预测维护。使用大数据技术预测状态发展趋势和剩余寿命，并采用合理的维修或维护保障措施。

### 推动边云协同 促进数据流动

（一）夯实技术基础，建设数

据流动快车道

一是推动新一代信息技术应用，加快大数据、虚拟仿真、系统协同、人工智能等技术协同，打破数据仅在本地计算机、局域网流动的范围限制。二是加大船舶智能制造总体技术、工艺设计、智能管控、智能决策等技术的研发投入力度，聚焦数据的搜集、积累，并加快相关知识转化，指导产品生产制造。三是加快船舶行业知识沉淀、封装、固化，打造数字中台，构建船舶行业工业软件支撑体系，通过加快数据自由流动有效解决行业问题。

（二）推动边云协同，打通生产现场数据瓶颈

一是核心产线智能改造，依托边缘智能计算、大数据分析，实现云对边智能控制，缩短核心零部件制造周期，有效降低不良品率，提升生产效率。二是生产计划动态调整，实时监控现场状态参数，在工业互联网平台综合分析场地、设备、人员等数据，制定负荷均衡的作业计划。三是生产模式组织优化，借助大数据、人工智能等技术，保障制造流程精益化、实时化和生产节拍的有序、流畅，降低制造成本。

（三）优化供应链配套，提高上下游信息共享水平

一是依托工业互联网加强上下游企业生产需求计划的对接，减少交期提前或拖期现象。二是建立云端数字化库存管理机制，逐步推广“需求拉动计划、仓储动态调整”的自由型库存控制模式。三是布局基于工业互联网的供应链金融，着力解决垫资、交付延期、订单取消等因素引起的资金链断裂问题。