

融合大数据的制造业工业互联网平台 协同发展模式研究

文 | 翁晓燕 陈煌慧 唐小小

信息技术不断革新，与制造业深度融合，推动工业互联网进入规模化应用新阶段。大数据作为关键生产要素，和工业互联网平台深度融合，催生出多元化的协同发展路径，并重塑制造业组织结构及价值创造机制。当前，平台间数据共享、模型统一以及智能体协作等创新模式，亟须构建系统理论体系来进行阐释。



(配图由 AI 生成)

工业大数据的跨平台汇聚融合机制

工业互联网平台进行协同发展的核心在于实现数据要素高效流转，通过整合多源异构数据来推动跨平台的数据融合，进而为制造业数字化奠定基础架构。

多源异构数据的跨域语义对齐模型

在生产制造领域中，车间设备端监测信息、边缘侧调控指令及云端管理数据，在采集节奏、数据格式及含义理解方面存在明显不同，OT 与 IT 系统会按照需求对数据进行整合，只采集和处理必要信息，杜绝传输全部数据。跨领域语义对齐模型通过构建统一的工业数据体系，把不同来源的数据转换为标准语义表达，该模型依托工业知识图谱建立多层次语义关联，实现从设备原始信号到业务决策的自动化转换。语义对齐过程融入机器学习技术，通过分析历史数据特征，动态优化映射规则，提高跨平台数据融合的精度与效率。

基于标识解析体系的数据互联互通架构

工业互联网标识解析注册总量已经突破 6900 亿，该体系如今已全面构建完成，并且在供应链管控、品质监控及产品溯源等领域展现出显著成效。该系统为工业设备、产品及相关数据资源确立了专属的数字身份凭证，打造了基于“一物一码”原则的全球性互联架构。其技术架构融合了递归与迭代两种解析方式，依托国家、行业及企业三级节点体系，成功实现了跨区域、跨产业的标识一体化管理，基于标识解析技术构建的数据流通架构，打通了产品从生产到报废全流程的数据追溯通道，有效突破了传统封闭式系统的“信息孤岛”限制。

工业数据要素的可信流通交易机制

鼓励平台企业积极创新数据经纪、数据托管等新兴业

态，推动工业互联网标识解析和区块链等技术深化应用，加强数据跨区域的安全管理工作，努力建设安全可信的数据流通环境。依托区块链技术构建起可信的交易机制，形成完善的数据确权与溯源体系，完整记录数据流转中的访问、使用及交易行为。在托管模式下平台扮演中立角色，负责数据存储、脱敏处理和访问控制，同时保障数据所有者的合法所有权，通过引入市场化定价方式，数据交易价格会依据数据质量稀缺程度与应用场景动态浮动，智能合约技术实现数据交易自动化执行和收益分配，有效降低了数据流通环节的成本。

通专协同的智能化决策体系构建

工业互联网平台从数据连接迈向认知决策，需要构建通用大模型与专用小模型协同的智能化体系。

云端通用模型的工业知识预训练范式

工业大模型依靠通用大模型对工业知识做适应性调优，专业小模型对资源要素进行精炼优化，从而形成通用基础型、行业专用型、场景定制型三类模型架构。云端基础模型借助大规模工业文本、工艺规程及设备运行记录开展预训练，构建出覆盖研发设计、生产制造、质量监控全链条的知识表达框架。预训练阶段运用自监督学习算法，从非结构化工业数据中挖掘工艺参数内在规律、设备故障特征模式及生产调度优化策略。卡奥斯工业大模型 COSMO-GPT 整合了 562 个工业数据集，涵盖超 300 万条高价值工业数据、3900 余个机理模型和 200 余个专家模型，推理准确率超 96%。

边缘专用模型的场景化适配策略

大模型能够对机器人的生产流程数据进行加工并开展优化学习，以此获取机器人操作能力、作业难度及工位间切

换耗时等关键细节，还能预估各类机器人完成特定任务的效能表现。边缘专用模型依靠云端通用模型的初始参数，按照具体产线的设备布局、工艺规范及产品特征进行适应性调整，把模型体量缩减到边缘硬件能够支持的计算范畴。场景化适配策略运用迁移学习手段，只需少量标记样本就可以实现模型的快速上线，边缘专用模型能够达到毫秒级的处理速度，完全契合生产环境对即时控制的精确标准。

工业场景智能体的自主协同控制机制

鼓励平台企业聚焦重点领域高价值应用场景，优先发展流程自动化助手、智能巡检数字人、具身智能装备等具备自主决策、自主运行、自主进化功能的工业场景智能体。此类工业场景智能体整合了感知、认知、执行三大功能，借助多模态数据输入准确掌握生产现场状况，依托强化学习算法独立规划行动方案。自主决策功能让其在多变生产环境中分析不同策略的潜在成效，择优选取最佳控制路径，探索复杂工业环境中多智能体拟人化协作的模式和方法，构建支持工业设备跨场景迁移学习的多智能体容错协作机制与高效通信协议，自主进化功能通过持续获取运行反馈数据，不断优化智能体的决策模型参数。

多层次工业互联网平台的生态重构路径

工业互联网平台生态正从同质化竞争朝着差异化协同方向转变，这就要求重新定义平台的组织结构与资源配置模式。

专业型、行业型、协作型平台的差异化分工体系

《推动工业互联网平台高质量发展行动方案（2026—2028年）》把“引导平台差异化发展”放在平台培育培优行动的首位，明确提出大力发展专业型、重点培育行业型、加快推广协作型三类平台。专业型平台立足特定技术领域做深度开发，通过积累工业视觉检测、预测性维护等专项技术，以API接口和工具包形式向其他平台提供标准化服务，构建起模块化的能力供给体系。行业型平台聚焦汽车、电子、装备制造等垂直领域，打造贯穿研发、生产、供应链等环节的完整解决方案，例如“飞梭智纺”系统实现纺织行业从原料采购到成衣交易的全链条贯通，促进产业链数据互通与产能共享。协作型平台突破地域与行业限制，提供跨区域资源调配与产能对接服务，通过建立统一的数据交换标准和业务协同机制，推动跨平台互联互通，形成网络化的协作生态格局。

5G-A网络支撑的算网控一体化基础设施

淮安中天5G工厂依靠5G-A新一代工业网络和智能化控制系统，构建覆盖超6000台工业设备的5G-A网络体系，实现了工厂从“人控”到“智控”的跨越。该工厂融合算力资源、网络传输及工业控制，构建算网控一体化基础设施，借助5G-A网络极低时延特性达成云端算力与边缘设备实时

协同运作。基于网络切片技术架构为各类业务场景分配专属虚拟网络资源，确保关键控制指令传输优先级，以“软件定义”理念加速OT技术革新，促进创新模式形成。在算力调度方面，系统依据任务计算复杂度和时延需求，灵活调配云端数据中心与边缘节点算力资源，满足实时性要求的同时，提升算力利用效率。控制层面采用时间敏感网络技术保障，控制指令在确定时延范围内精准送达设备，满足高精度制造对控制系统稳定性的高标准需求。

模型即服务范式下的大中小企业融通机制

对于大型企业而言，要聚焦工业软件领域，推动人工智能技术和工业软件深度融合，研发专用的多模态大模型。对于中小企业来说，需推广“模型即服务（MaaS）”模式，构建多元化的工业智能服务体系，以此降低其应用人工智能的技术门槛。模型即服务模式可把工业大模型的训练成本转移到平台层面，中小企业能够通过订阅方式按需获取模型能力，不用自行建设算力基础设施、组建数据科学团队。

应鼓励平台企业推行“先用后付”“订阅服务”等灵活模式，探索“效果付费”等创新机制，加速平台解决方案的规模化应用和持续优化。大型龙头企业可将供应链管理需求和质量标准转化成智能化应用，通过平台向上下游中小企业开放，进而构建以订单为导向的产业链协同网络。中小企业在平台上获取设计仿真、工艺优化等高端服务，有效提升自身产品竞争力，同时其产生的生产数据能反哺平台模型训练，最终形成大中小企业互利共生的融合发展生态。

结束语

大数据与工业互联网平台的深度融合重构了制造业协同发展范式。在数据要素层面，跨平台汇聚融合机制与可信流通架构打破了“信息孤岛”，实现了工业知识的规模化沉淀；在智能能力层面，通专协同决策体系推动工业系统从连接感知迈向认知决策，场景智能体的自主控制能力显著增强，生产效率显著提升；在组织生态层面，差异化平台分工体系与网络化基础设施促进了产业链上下游的深度协同。未来研究应深化多智能体协同控制理论，完善跨平台互操作技术标准，探索数据要素与模型服务的价值分配机制，以推动工业互联网平台高质量发展，为新型工业化提供坚实支撑。

作者简介：翁晓燕 陈煌慧 唐小小 温州中壹技术研究院有限公司