

新工业革命背景下单元化生产组织模式演进及对策

文 | 航空工业信息技术中心（金航数码）刘屹

一、智能单元是生产组织模式的演进方向

在离散装备制造领域，随着生产装备水平的提高，零件加工、焊接、热处理和装配等生产过程中的数控化率和自动化水平不断提升，MDC、DNC 系统应用广泛，然而，高性能的加工中心和自动化装备正在形成设备孤岛的现象，限制了生产能力的进一步提高。在典型的零件机加车间，通过机器人、AGV、柔性工装的应用构建智能加工单元，实现单元内零件出入库、物流、装夹、切削加工、检测、下线和辅助制造资源管理等工艺过程的全自动化，同时实现高度柔性和动态调度，正在成为行业内外领先企业积极探索的方向。SAP 在 2018 汉诺威工博会发布的第三个版本 OIF（Open Integrated Factory，开放集成工厂），将若干智能单元组成动态模块化工厂，代表了目前德国最先进的关于未来数字化工厂的理解和实践，也清晰呈现出新一轮工业革命背景下的生产组织模式演进趋势，如图 1 所示。

二、两层融合成为生产组织数字转型的重要路径

伴随着智能制造与柔性制造技术带来的生产组织模式演进，生产单元控制与全局优化的复杂性已经超出传统的生产管理机制，传统生产管理软件无法满足工业互联网、动态调度和自适应生产组织的需求。迫切需要在传统制造执行系

统基础上，从生产管理層向控制执行层下沉，实现软件定义生产过程，建立能够对生产过程进行建模仿真并基于物联网实时驱动生产过程、自适应自组织的生产过程智能管控系统，如图 2 所示，工业软件这种融合生产管理層与控制执行层于一体的发展趋势高度契合离散制造业生产组织模式演进方向。

三、自主可控打造支撑智能制造关键能力

航空装备等复杂产品的生产柔性和生产过程可追溯性需求为生产过程管控带来了更为苛刻的环境要求，对生产过程管控系统的建模能力、通讯能力、调度决策算法和控制颗粒度都有着很高要求。以往行业内多个使用国外软件支撑的自动化单元面临着缺乏柔性、运行维护无法脱离原厂商技术支持等问题，而国产生产过程管控系统在功能、性能和可靠性等方面无法满足复杂产品生产的应用要求，国产软件不仅需要大幅提升生产过程建模能力、仿真分析能力、工业互联



图 1 新一轮工业革命背景下的生产组织模式演进

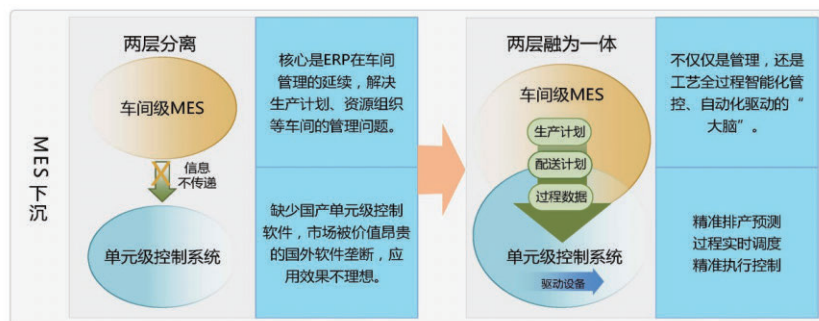


图2 MES下沉实现生产管理层与控制执行层融合

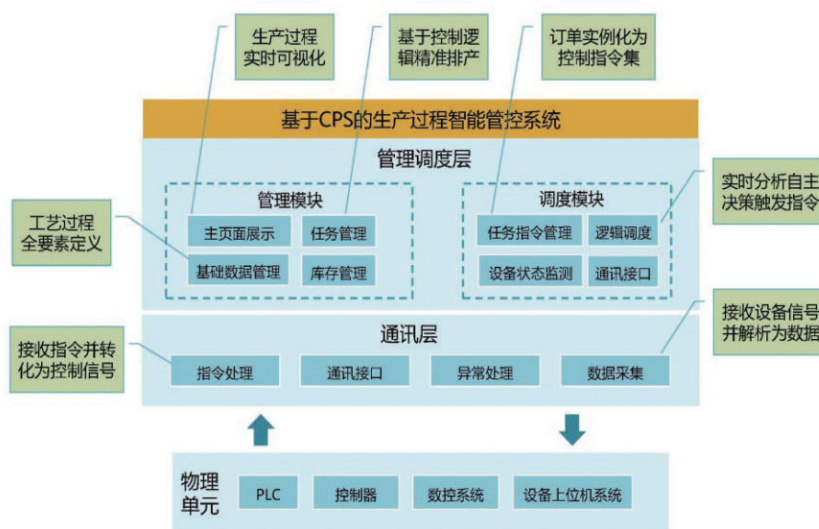


图3 金航生产过程智能管控系统功能组成

能力和动态调度能力,还需要面向高度柔性需求和复杂生产体系提供自适应自组织决策能力,并采用先进技术架构实现系统的快速配置和可扩展。

面对复杂产品生产组织模式向单元化柔性生产演进的趋势,建立在较高的工艺、自动化和工业物联网水平基础上,遵循统一的生产建模与工业互联标准规范,基于金航V6自主可控工业软件基础平台,航空工业信息技术中心(金航数码)在传统制造执行系统基础上,设计并开发制造资源建模、制造过程建模、生产过程仿真、生产单元智能代理、实时生产预测、动态调度和高可靠数据通讯等功能,形成生产过程智能控制系统,实现生产过程全要素软件定义、虚实精准映射和响应式动态调度,建立批量为1的高柔性生产的工业软件基础,对提升复杂生产系统的自适应和自组织能力具有重要意义,将形成支撑智能制造的关键能力。

金航生产过程智能管控系统由管理模块、调度模块和通讯模块组成,如图3所示。管理模块对生产过程所需资源、任务和工艺等数据进行配置和管理,同时具有实时可视化显示生产运行状态和实时生产预测功能;调度模块接收管理模块下达的生产任务和通讯模块传递的生产线实时运行数据,基于规则和算法对生产过程进行动态调度决策并下发指令;通讯模块接收设备运行数据并进行解析、存储和传输,同时接收指令信息和相关数据并将信息进行转换发送至指定设备或系统,通讯模块能够兼容多种不同类型的数控系统和PLC,并支持与生产线设备上位机系统进行接口定义。金航生产过程智能管控系统构建起打通物理世界与赛博空间的通道,实现虚实精准映射、赛博控制物理,成为实现智能单元数字孪生的核心工业软件。

四、试点示范形成标杆加速推广应用

由金航生产过程智能管控系统支撑的CPS(赛博物理系统)测试验证环境已经在工信部中国电子信息产业发展研究院完成建设,验证了系统的建模能力、仿真分析能力和调度决策能力。目前,信息技术中心(金航数码)正在为航空工业昌飞建设铝合金智能化柔性加工单元提供核心工业软件,通过与机器人、数控机床、三坐标测量机、对刀仪、立体库和柔性工装夹具的集成与协同,实现全自动化、高度柔性和智能化,树立智能生产单元自主可控的行业标杆。在应用验证和试点示范的基础上,信息技术中心(金航数码)将与核心智能制造装备制造商、智能化工艺设计单位开展深度合作,加快先进解决方案和自主可控工业软件在行业内的推广应用。■