离散制造企业智能技术架构落地实践

崔秀元
青岛巨商汇网络科技有限公司 山东 青岛 266000

摘 要 离散制造企业处于市场竞争日趋激烈、客户需求日益多元化的双重压力之下，智能技术架构的引进成了提高生产效率、优化资源配置、实现数字化转型的主要途径。本文主要研究智能技术架构在离散制造环境中的落地实践，从架构设计的理念基础、关键组件的集成逻辑、实施过程的演进路径3个方面来阐述，系统阐述智能技术如何深度融合到制造业务流程中。文章指出，架构落地不是单纯的技术堆砌，而是需要遵循业务导向、弹性兼容和持续演进的原则来实现技术能力和制造价值的有机统一。实践证明，稳健的智能技术架构可以促进企业创建感知、分析、决策、执行的闭环体系，促使制造系统朝着柔性化、智能化的方向转变，为企业在不断变化的市场中取得可持续的竞争优势提供强有力的支撑。

关键词 离散制造；智能技术架构；落地实践；数字化转型

Practice of Intelligent Technology Architecture Implementation in Discrete Manufacturing Enterprises

Cui Xiu-yuan
Qingdao Jushanghui Network Technology Co., Ltd., Qingdao 266000, Shandong Province, China

Abstract Discrete manufacturing enterprises are under the dual pressure of increasingly fierce market competition and increasingly diversified customer demands. The introduction of intelligent technology architecture has become a main pathway to improve production efficiency, optimize resource allocation, and achieve digital transformation. This paper primarily studies the implementation practice of intelligent technology architecture in discrete manufacturing environments, elaborating from three aspects: the conceptual foundation of architecture design, the integration logic of key components, and the evolution path of the implementation process. It systematically expounds how intelligent technology can be deeply integrated into manufacturing business processes. The paper points out that architecture implementation is not merely a technological stack but requires the principles of business orientation, elastic compatibility, and continuous evolution to achieve the organic unity of technological capability and manufacturing value. Practice has proven that a robust intelligent technology architecture can promote enterprises to establish a closed-loop system of perception, analysis, decision-making, and execution, driving the manufacturing system towards flexibility and intelligence, and providing strong support for enterprises to obtain sustainable competitive advantages in the ever-changing market.

Key words Discrete Manufacturing; Intelligent Technology Architecture; Implementation Practice; Digital Transformation

离散制造行业以多品种、小批量生产为典型特征，生产过程中零部件的装配和协调较多，传统制造模式在响应速度、资源利用率、质量控制等方面越来越暴露出不足。伴随着物联网、人工智能、大数据等新一代信息技术的发展，智能技术架构给离散制造企业带来了前所未有的变革机会。依靠创建互联互通、智能决策的技术架构，企业可以很好地应对生产复杂性，发掘潜在价值。但是智能技术架构的落地不是一蹴而就的，需要通过技术集成、组织适配和流程重构等多个维度来实现从概念到实践的平稳过渡。

本文从离散制造企业实际情况出发，对智能技术架构设计理念、组件集成及实施策略做了深入论述，给企业提供了一套系统化、可操作的落地指导，避免陷入技术空洞或脱离业务的误区，真正实现制造升级和创新。

1 智能技术架构的设计理念与基础

智能技术架构的落地实践从清晰的设计理念和牢固的基础构建开始，此过程不能只考虑技术本身，而应该将业务需求、技术可行性和长期发展一并考虑。

1.1 架构设计的核心原则

智能技术架构的设计要遵循一些基本原则，这些原则共同保证了架构的实用性和生命力。业务导向原则即架构设计要以制造企业核心目标为中心，如提升生产效率、缩短交付周期、提高产品品质等，技术方案要针对业务痛点，促进流程优化。

弹性兼容原则指架构具有很好的扩展性和适应性，可以容纳现有设备和信息系统，并支持新出现技术的无缝接入，不会因为技术更新换代而造成架构的重新设计。持续演进原则认为架构不是静态的蓝图，而是要设计成可以迭代优化的活系统，依靠反馈机制和自我学习的能力来不断接近业务实际，形成技术赋能业务的良性循环。这些原则互相联系，共同构成智能技术架构设计的理论基础。

1.2 技术选型与平台构建

技术选型与平台搭建属于架构落地的物质根基，离散制造企业应依照自身规模、资源以及战略目标来做出慎重决定。技术选型要注重成熟度、集成度和生态支持，优先选择开放标准和模块化组件，以减少技术锁定的风险，利于跨系统协作。平台构建就是打造统一的技术底座，将数据管理、计算资源、开发工具整合起来，给上层应用提供稳定的支撑[1]。平台要有高可用性、安全性，保证制造数据在生产全流程中完整、保密，采用微服务或者容器化架构实现组件的解耦、独立部署。此过程重视技术栈的简单高效，防止过于复杂而影响实施进度。

1.3 业务与技术的融合策略

业务与技术深度融合是智能技术架构成功落地的关键，离散制造企业要建立跨职能团队，打破部门壁垒来实现协同创新。融合策略首先主要体现在业务流程的数字化建模，将生产计划、物料调度、质量控制等环节转化为可以计算、可以优化的数据流，为技术应用提供具体的场景。其次，技术方案应嵌入到业务操作界面当中，利用直观的可视化工具以及交互设计，使一线人员可以方便地使用智能功能，从而提高技术采纳率以及使用效果[2]。最后，建立持续反馈机制，使业务进展和技术迭代互相促进，保证架构一直服务于制造价值的提升，而不是成为技术炫耀的摆设。该种融合策略促使技术与业务互相促进共同发展。

2 智能技术架构的关键组件与集成

智能技术架构是由许多重要的部分组成的有机整体，这些部分依靠系统的整合产生协同作用，一起为离散制造企业智能化运作提供支撑。

2.1 数据采集与处理层

数据采集与处理层是架构的感知基础，它要从制造现场获得原始数据并转化为可以利用的信息。这一层次主要布置传感器、物联网网关、边缘计算设备，对设备状态、生产进度、物料流动等各方面数据进行实时采集，保证数据的全面性、及时性。数据处理包含清洗、整合和存储等环节，采用数据湖或者时序数据库等技术，将异构数据转换成统一的格式，并且建立起相互之间的联系，从而为后面的分析工作提供优良的输入。离散制造的生产单元分散，数据采集要覆盖从车间到仓储的广阔区域，利用边缘计算做初步的过滤和压缩，降低网络负担，加快响应速度。

2.2 智能分析与决策层

智能分析与决策层是架构的核心智能引擎，使用机器学习、优化算法、模拟仿真等技术，从大量的数据中提取要素并给出决策建议。分析功能包含预测性维护、质量缺陷检测、生产排程优化，用历史数据训练模型，发现规律并预判可能发生的问题，在问题出现之前采取措施来防止生产中断[3]。决策支持表现为动态调度、资源分配，系统可以依据实时数据自动调节生产计划，平衡效率和成本，在多目标约束下求得最优解。本层主要确保算法的可解释性、可靠性，保证决策结果符合制造逻辑，容易被操作人员理解和执行。

2.3 应用与服务层

应用与服务层把智能能力封装成具体的工具和界面，直接为制造企业的各类用户角色提供服务，例如，生产经理、工艺工程师或运维人员。应用开发以场景化解决方案为主，如数字孪生监控、智能巡检、协同设计平台等，采用直观的可视化、交互设计将底层技术转化为实用的功能。服务化架构可以使得功能模块以API或微服务的形式提供，可以灵活组合、快速部署，以满足业务需求的动态变化[4]。离散制造中的多品种生产需要有高度可配置性的技术工具，可以根据产品特性来定制视图和流程，从而提高技术工具的适用性以及用户满意度。

3 智能技术架构的实施与演进

智能技术架构最终的价值就是将设计蓝图转变成稳定的生产力，转化过程要依靠一套严谨且包含技术逻辑的实施和演化策略。

3.1 基于技术验证的阶段性实施路径

规划路径要严格遵循技术验证与价值显现相融合的原则，分阶段降低风险，扩大成果。初始阶段主要做数据连通性的验证，选择一条典型产线，部署物联网关和边缘计算节点，核心就是解决工业协议解析、实时数据采集和网络传输稳定性等基础工程问题。该阶段的产出为实时监控原型，技术目标是打通物理设备到数据平台的单向可信数据流，为后续分析提供质量合格的原料。

中期阶段的主要任务就是创建“数据资产化”和“服务化”的能力。技术工作重点由原来的建立企业级制造数据平

台、统一数据模型和接口规范、实现MES、ERP等核心业务系统双向服务集成。在此数据基础上开发面向设备健康管理、生产质量追溯等场景的标准化数据服务API，并部署初步的统计分析或者机器学习模型。本阶段的技术难题就是创建健壮的数据治理体系，完成复杂异构系统松耦合集成[5]。

后期阶段的主要任务就是智能应用的大规模应用以及决策闭环。技术重点转变为平台开发与部署高阶智能应用，即运用运筹学的动态排产，采用深度学习的视觉质检等。更重要的是创建感知、分析、决策、执行反馈的技术闭环，即把优化后的排产计划自动下发到生产系统中，并收集执行结果来对模型进行自我优化。此阶段是架构从支撑系统变成驱动系统的时候，技术成果就是可以复用的智能模块库以及自动化的决策流程。

3.2 支撑技术落地的组织与能力构建

先进架构要依靠相匹配的组织能力来支撑，技术落地的过程要同步进行组织形态和人才结构的调整。首要措施就是成立融合业务、技术和数据的专职数字化团队，其任务不单是项目交付，还要制定企业级技术标准，管理数据资产，运营平台服务。该团队要采用敏捷开发和DevOps模式来适应智能制造场景下需求快速变化的特点，保证技术交付的敏捷性以及系统运行的稳定性。

同时在全组织范围内培养数据驱动、智能运维的文化和能力。必须对生产、工艺、质量等业务部门的骨干人员开展数据分析和智能工具应用培训，使其可以自主使用平台能力解决业务问题。另外要建立IT和OT人员结合的站点支持团队，负责现场智能设备的维护、边缘算法的更新、本地化问题的快速响应，形成中心与边缘协同的技术支持网络。

领导层的技术领导力在此过程中起着重要的作用。决策者要理解关键技术选择的战略意义，能对平台选择、技术债务管理等重大问题做出正确的判断。它所起到的作用就是给长期技术投资提供持续的保障，在跨部门资源协调中充当坚定的后盾，营造一个鼓励技术创新、容忍试错、追求卓越技术工程的文化环境，这是任何工具和系统都替代不了的软性基础。

3.3 驱动架构持续演进的技术运营体系

智能技术架构的生命力在于不断地发展，这就需要建立一个常态化的技术运营和创新机制。核心就是建立覆盖架构性能、数据质量、应用价值的全方位的监测度量体系。通过对平台吞吐量、算法准确率、服务响应时间等指标的收集，结合业务价值报表，对架构健康度和效能进行持续的洞察，从而驱动基础设施优化、数据管道重构、模型迭代等有针对性地改进。

建立专门开展前沿技术研究的轻量化研究单元，是保证架构先进性的方法。该单元对物联网、人工智能、数字孪生等领域的技术发展状况进行追踪，创建概念验证环境，于可控范围之内考察新技术与现有架构相融合的潜能以及业务价值。成功的验证项目可以转化为孵化项目，最终进入企业的技术路线图，从而把外部创新平稳地导入到内部体系，防止出现技术脱节的情况。

最终要建立一个由内部团队、技术供应商、学术机构组成的开放创新生态系统。企业通过与合作伙伴的合作可以获得更广阔的技术视野以及解决方案，共同解决某些技术难题。生态化运营模式使企业可以突破自身研发资源的限制，把架构的演进放在一个更加广阔、更加活跃的技术网络里，从而不断获得新的动力，保持长期的竞争优势。

4 结束语

智能技术架构在离散制造企业的落地实践是一项系统工程，它不只是技术的简单部署，更是设计理念、组件集成、实施演进全过程的链条。按照业务导向、弹性兼容、持续演进的原则，企业可以创建起牢固的技术根基，将数据采集、智能分析、应用服务有机地融合起来，形成支撑制造全流程的智能体系。分阶段实施路径和组织文化相适应，为落地过程提供方法论上的保证，持续优化创新并保证架构的长久生命力。离散制造企业因此可以提高生产效率、提高产品质量，在数字化转型的大潮中重塑自身核心竞争力，平稳地实现传统制造向智能制造的过渡。随着技术的不断发展，业务场景的不断深入，智能技术架构也会随之进化，为离散制造行业注入更多的创新力量，开辟出更加广阔的发展前景。

参考文献

[1]杨舟.离散制造企业风险传导机制的理论解析：基于财务数据穿透的阻断路径研究[J].知识经济,2025(25):114-117.

[2]王充聪,吴红琼,牟娜,等.离散型企业的智能制造工艺技术应用研究[J].机械工程师,2024(8):127-129,133.

[3]邱超,庄思越.离散制造企业智能化仓储应用案例[J].铁路采购与物流,2024,19(7):24-26.

[4]孟祥曦,陶炜,栾燕.离散制造企业云化业务系统发展路径研究[J].新型工业化,2023,13(6):27-34.

[5]赵振江,刘帅,焦铸金,等.离散制造业数字化转型典型场景研究[J].新型工业化,2023,13(4):50-60.

（本文编辑 曹 阳）