

工业富联数字供应链转型实践

1 工业富联介绍

富士康工业互联网股份有限公司（以下简称“工业富联”）作为全球最大的智能制造科技企业之一，掌握了数据的产生、传输、储存到应用的全过程，凭借智能制造+工业互联网的拓展，使公司成为打通数字经济时代数据全要素、全产业链的行业引领者。公司 2020 年实现营收 4317.86 亿元，同比上涨 5.65%；净利润约为 174.31 亿元，展望未来，公司将继续致力成为全球领先的智能制造和工业互联网整体解决方案服务商。

公司为全球领先的智能制造及工业互联网解决方案服务商，主要业务包含通信及移动网络设备、云计算及工业互联网。基于“数字经济”及“新基建”的大趋势，秉承“智能制造+工业互联网”双轮驱动战略，同时特别强化“5G+”、“云服务及边缘计算”、“灯塔工厂”解决方案的推动和发展。如同煤炭、石油和电力，数据已成为科技时代重要的生产要素，堪称数字经济时代的“新能源”。

工业富联深耕制造领域 30 余年，服务于关键零部件制造、机构件设计研发、系统整合服务等制造业全流程，建立了高效的供应链系统。在先智能制造+工业互联网双轮战略驱动下，工业富联作为全球最大科技制造服务企业，引进自动化、数字化、智能化等先进技术，通过整合生产制造、设备连网、数据分析、云端存储，建构涵盖模具生产、CNC 加工、系统组装等重点生产制程的智能化升级系统，志在创建适用于产业链的运营生态，提升行业的生产制造、设备、原料、人员管理等能力。

2 传统供应链挑战

当前，全球经济发展正迎来数字化转型热潮，全球领先的 5G、AIOT、汽车电动化智能化等新技术新应用大幅拉升电子组件产业需求，2020 年以来半导体元器件、电子组件需求旺盛、产能持续紧缺，多种产品出现缺货涨价，电子元器件面临缺料产能不足、物价高涨、市场缺货等多重挑战。同时，叠加新冠疫情的影响，供应链不确定性及易变性已成为企业经营所处的新常态，供应链高效稳定运转所面临的形势日益严峻。除此之外，制造行业本身还存在产能过剩、市场饱和、经营成本不断上升、核心技术匮乏等诸多问题，这些问题的叠加都迫使传统供应链进行突破升级。

数字化转型将能有效打破精密制造行业传统的封闭格局，通过对生产制造各个环节所产生的海量数据迁移至云端整合运用，利用数字化手段进行分析管理，可以帮助企业提升供应链韧性，变被动应对为主动防御，实现供应链效率、强度和韧度的最佳组合，全面提升供应链高效稳定运转性能，保障企业生产无忧进行。

3 工业富联数字供应链的实践

3.1 总体应用架构

工业富联数字供应链协同平台通过多种人工智能技术和机器学习算法为旗下工厂提供从客户订单到交付的端到端解决方案。通过对接业务数据，将数据抽象进行智能算法计算，形成模组化的功能应用。

平台以云原生的架构设计和开发。工业富联结合自身特殊需求，在工业 PaaS（侧重于 APaaS）和工业 SaaS 领域开展研发，沉淀富士康集团数十年的离散制

造经验，打造了一批具有深刻行业认知的、可复用的智能应用，在服务于自身数字化转型需求的同时向外辐射，服务于产业链上下游的伙伴。



图 1 工业富联数字供应链协同平台架构

3.2 供应链孪生

供应链在采购、生产、交付的各个环节产生大量业务数据，但是业务数据因为离散、缺少统一决策而无法转化为业务价值。数字孪生的出现恰好解决了这一问题。数字孪生是实体在数字空间的全生命周期的动态映射，通过把海量数据结构化、业务化，融合到业务层产生业务价值。

供应链每个环节都会对下一环节行为产生影响，经过层层风险叠加，最后产生损失的范围波及面太大，所以供应链的决策环节至关重要。而数字孪生可以用来寻找最优决策方案。例如，制造商与其下游供应商购买、拉料过程中的博弈行为，如果制造商采购决策行为偏差过大，会造成下游供应商的信任危机，亦或者内部生产停滞行为。而数字孪生可以通过模拟决策，使未来结果可视化，从而使

决策结果最优化。

数字孪生从现实到虚拟，省下的是大量的人力资源和时间成本，从虚拟到现实，提升的是运营效率和抗风险能力。数字孪生是供应链的“雷达”。

3.3 供应链环节现状

工业富联应用现有框架，结合大数据、物联网等数据，以计划（含采购）、物控、生产、交付为切入点，建设制造企业最为关注的 4 个方面的协同平台。

（1）计划（含采购）

计划是供应链的决策结果，深入供应链管理的每一个环节，执行的全部环节都可完全基于计划来开展。目前供应链各个环节决策会因为组织架构的人为隔离，使原本对生产计划的统一决策分割为各个部门的单点判断，同时误差在多层级计划的叠加传递下迅速放大。

工业富联在数字化转型过程中创新性地提出供应链各环节计划决策跨部门和跨时间周期统一两个维度，建立统一的计划视图和周期管理。

（2）物控

物控是对物料需求、采购、到货计划执行结果的跟踪。基于供应链的复杂的计划和物控的流程进行人工数据准备往往需要耗费数个小时，到使用数据进行决策时，物料库存或生产执行可能已经处于完全不同的情况。数字技术可以显著减少数据延迟，帮助管理人员可以更好地了解实际情况。

工业富联数字供应链协同平台以细颗粒度的管理流程和准确、实时的数据全

面管控物料。建立各种物料管控报表进行计划到生产执行之间的缓冲管理机制，隔离预测或执行的偏差对最终出货带来的影响。

(3) 生产

生产是对客户交期的行为体现。根据客户订单，通过已有经验和过往生产数据迅速估计自身产能，给自身车间建设提供宝贵时间。基于此，平台提出生产的三个关键目标：满足交期、生产柔性 with 生产细化管理。生产计划通过自研的运筹优化算法，搭载 AI 引擎和运筹求解器进行求解，生成对应的排程方案，并能根据实际情况进行调整。通过排程因子的约束，规划求解输出基于目标最优的实际生产计划，时间跨度与主生产计划时间跨度保持一致。每日/每周实际生产排程计算调整与发布按需要快速调整与发布，通过设定系统计算策略，系统可以按既定策略运行与发布。

(4) 交付

利用平台已建好的创新模型及服务架构，提供生产管理人员可供选择的“营收最大化、利润优化、库存优化”生产计划，自动设定生产机台达到产出最大化。平台可以实现每天滚动地按班次制定计划而不锁定时间周期，甚至可在同一班次内进行紧急出货满足客户的需求。产线具备极强的柔性可以快速应对变化而不产生大量的在制品或呆滞物料。

3.4 实施路径

对接海量供应链数据，打破传统 ERP 数据烟囱孤岛，进行每日 TB 级数据交换，以 RPA 自动处理相关数据并形成关键报告。数字供应链覆盖需求、订单、

产能、交期、进货、库存、生产、追踪、维修、成本十大业务场景，从业务流程而非信息化系统视角，以价值为导向开展智能生产计划、需求预测、良率预测等智能应用场景，提升供应链管理的透明度和运营效率。

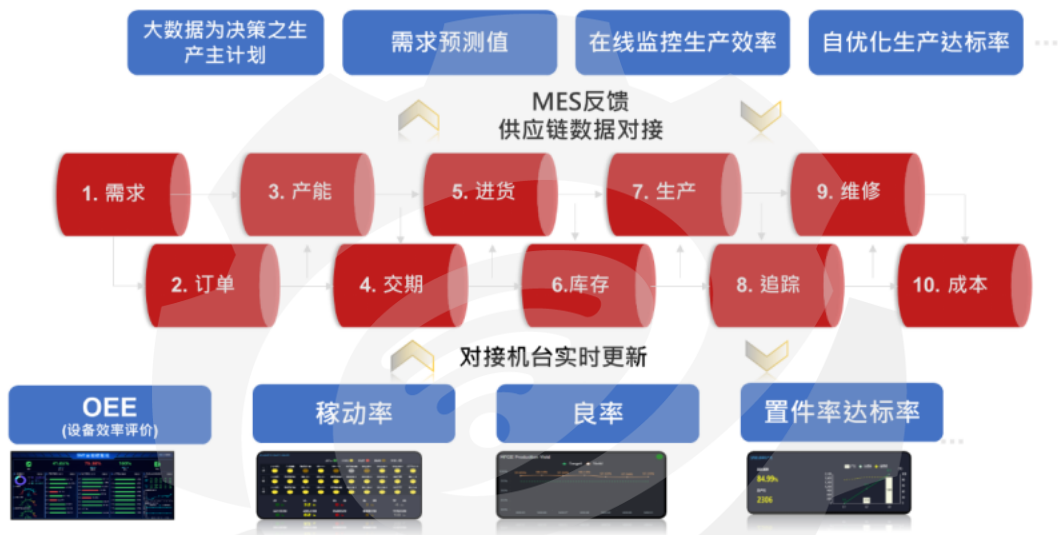


图 2 工业富联数字供应链业务覆盖范围

在数字供应链协同平台建设过程中，工业富联根据自身经营特点和客户行为，识别数字转型需求，根据业务影响力和技术难点定义出最符合自身效益与成本的解决方案。同时充分利用云原生技术(公有云和 Fii Cloud 专有云的混合云架构)，根据不同业务对计算、网络、存储资源的需求不同，可充分利用云资源的特性进行弹性配置，最大化资源利用有效性。

3.5 产业辐射

工业富联在自身供应链数字化转型取得成效的同时，利用产业影响力积极赋能供应链上下游企业，致力于共有、共享、智能化的供应链服务，通过打造采购、制造、客户服务共享服务平台，解决企业共同困难。目前共享服务平台已累计用户数量 14000+，覆盖核心供应链场景 30 余个，通过云原生的服务为企业实现业

务价值转化，典型场景如：

设计上云：帮助企业在接到客户订单时设计选料需求，依托于工业富联在消费电子领域的物料数据资产，综合考虑交期、品质、价格等因素帮助企业快速完成物料选型。同时平台监控关键零组件的全球需求及采购情况，提前预警缺料和出货风险，并为客户提供替代方案建议。

供应商上云：平台连接 2500 余供应商开展产供销协作，打造富有韧性的供应网络，共同应对后疫情时代全球供应链的冲击。同时，针对消费电子领域碳排结构的特点，将供应链减碳作为产业整体减少温室气体排放的抓手。在完成供应链碳排计量的基础上，进一步推行碳排计划，在需求和产能计划阶段预测每一批次产品将会产生的碳排，并成为决策的重要考虑因素，结合碳配额制度以市场化手段推动企业主动进行供应链减排。

制造上云：将工业富联的在消费电子制造领域的经验和能力上云，为企业提供数字化生产管理服务。通过对接企业跨厂区的库存管理数据，实现全球供给的实时可视化，并可依照大数据推荐调整的建议，从订单、产能及交货提供端到端的供给排配分析。

4 供应链数字化转型的效果

4.1 供应链管理效率提升

工业富联数字供应链协同平台为各个制造事业处提供了有效决策与执行支持，提升了决策质量金和决策时效性。结合已有案例，平台产生的典型效益如下：

- 提高 50%生产计划排配效率

- 降低人力成本 50%
- 降低人员误判风险 30%
- 缩短主生产计划制定周期 50%
- 降低突发性市场风险损失 30%
- 降低 20%因库存不足损失
- 提高 80%库存调动效率
- 提高 100%采购、设计效率
- 提高 20%产能利用率

4.2 供应链流程优化

供应链各部门基本已经形成了一套基于自身经验制定许多决策的实践方案，然而当系统性风险发生时（如严重缺料），需求、产能、计划、物控都会受到影响，但决策者并没有有效的方法在整个供应链中调整他们的决策。数字供应链协同平台可以通过技术提升协同决策的有效性，例如使用更透明的数据的计划版本记录来全面了解因果关系，使得决策变得更加容易，并且大多数决策场景最终都可以实现自动化。

5 供应链数字化转型的创新点

工业富联供应链数字化转型的愿景是提升供应链端到端的运营能力。供应链不仅涉及到多家企业（供应商、客户）信息流、物流和资金流的横向整合，也涉及到企业内部从顶层战略、中层战术到底层执行跨组织的纵向展开。只对供应链

某个环节的修补或加强显然难以系统解决多重风险挑战下的供应链根本问题。所以针对企业内部各个流程环节进行数字化转型,推动产业链上下游公司的共同数字化才可以产生最优效益。

同时工业富联数字供应链协同平台也旨在实现多场景多类型方案的输出,实现提前模拟决策结果,降低现实风险的决策输出。工业富联在自身供应链数字化转型的过程中涌现出一批优秀的用例,可为离散制造产业提供参考,例如:

智能主计划: 在产销协同的基础上进一步优化 S&OP, 将产能和设备的评估纳入评估的因素, 并动态评估四大系统性风险 (缺料、人力、品质、机故), 以最大化订单履约达成率。基于创新的业务流程, 平台封装了 28 个 AI 智能算法模型, 覆盖 30000 余个生产配置场景。

全球物料共享: 建立电子零件资料库, 快速推荐相似、替代物料并提供零件工程在产品上的快速建议, 实时反应全球物料库存状况、达成物料全球调度。对各仓库的库存情况进行在线分析, 对废弃库存、呆滞物料进行根因分析, 并支持仓库间的缺料支援。通过物料共享智能应用提升工业富联全球物料快速调度、替代物料智能决策、零件工程快速设计的核心能力。

智能核价: 根据所提供的产品 BOM, 基于历史数据和当前的市场洞察直接完成核价的预估, 极大缩短报价的周期。智能算法同步考虑元器件种类、购买批量、历史价格趋势等因素, 综合分析当前上游的信息和加工成本预估, 核算出每一个元器件的成本供制造单位参考。同时借此建立起供应商资源平台, 对价格和竞争力进行多维度分析, 为精准寻源提供依据。

6 未来发展机遇与挑战

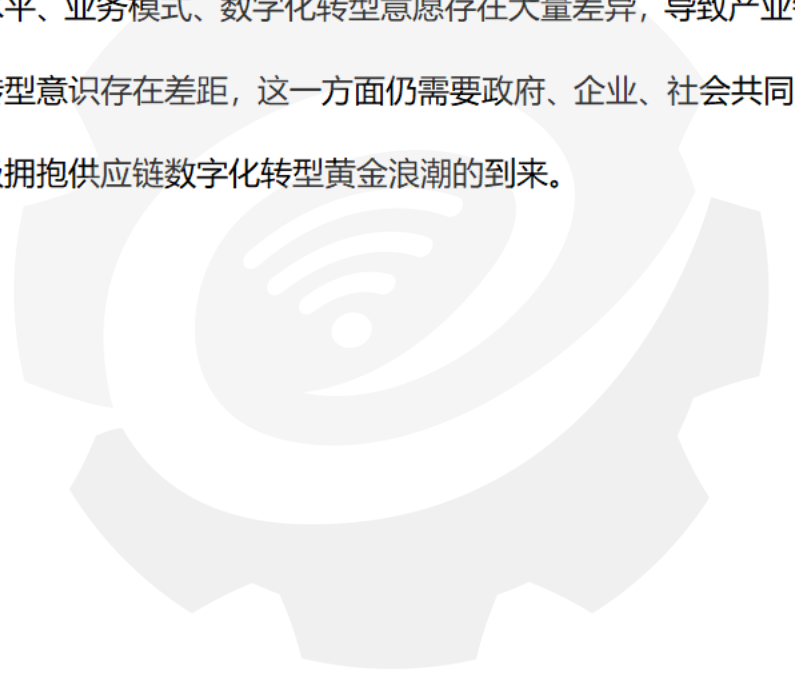
数字经济电子元器件产业市场波动叠加疫情因素,为企业供应链发展带来了前所未有的挑战,同时,有挑战就会有机遇,如今,在数字化、智能化技术日益成熟的今天,供应链也迎来了全新技术赋能。工业富联正在加大运用新一代信息技术,围绕供应链进行赋能升级,针对供应链上各环节物料以及产品全生命周期各个环节所产生的数据进行全面而及时的采集、汇总、处理与分析,实现对供应链的数字化转型,保障生产制造有序进行。

随着信息技术的日益成熟,在供应链领域运用物联网、云计算、边缘计算、大数据、人工智能、5G 通信等最新行业技术与制造业融合发展的场景也会逐步扩大,未来,集团将运用更多相关数字化、智能化技术赋能产线,形成完整的供应链赋能解决方案,将经验与技术对外赋能,为中国制造业的发展贡献更多力量。

在不断利用物联网、云计算、大数据等新技术赋能供应链数字化转型升级的过程中,我们发现当前技术领域仍存在一些技术问题,供应链数字化转型归属于工业互联网范畴,而工业互联网本身并不是某项单一的技术,而是众多在赋能工业场景的数字化技术的集合,因此,要想实现供应链数字化转型,其不是依靠突破某一技术就能一蹴而就。具体到数字化供应链,其包括感知层、传输层、平台层和应用层等,供应链数字化转型成功缺一不可。而工业场景十分复杂,如在感知层包括 RFID 、传感等技术,在平台层包括大数据、云计算等,这些技术整体而言并没有迎来突破性的爆发,就此而言,数字化供应链的底层技术仍在积累阶段,至完全实现数字化转型尚需要一定发展周期。

另一个不容忽视的挑战就是行业标准尚未统一,工业生产涉及元器件众多,

过程中上下游厂商都有各自方式与标准，造成数据孤岛现象，而完整的数字化供应链必然要求打通上下游企业。这里面具体又分技术问题和组织问题，具体到技术方面，行业缺乏通用标准，各个厂家、系统的数据标准不一，供应商技术能力参差不齐，技术上难以实现供应链数据协同。另一方面就是组织问题，供应链上企业管理水平、业务模式、数字化转型意愿存在大量差异，导致产业链企业供应链数字化转型意识存在差距，这一方面仍需要政府、企业、社会共同努力，拉齐认知，积极拥抱供应链数字化转型黄金浪潮的到来。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet