



网络化协同制造： 有效提升企业价值链

——访北京机械工业自动化研究所首席专家蒋明炜

本报记者 顾文

发展网络化协同制造新模式，旨在推动互联网与制造业融合，提升制造业数字化、网络化、智能化水平，加强产业链协作。就网络化协同制造新模式热点问题，北京机械工业自动化研究所首席专家蒋明炜接受了《中国电子报》记者专访。

网络化协同制造 是未来发展方向

记者：在新一轮科技革命和产业变革中，制造业要想获得可持续发展的竞争优势，必须紧抓互联网+协同制造。网络化协同制造内涵是什么？

蒋明炜：随着信息技术、互联网技术与物联网技术的发展，网络化协同制造已成为制造业未来发展的方向。首先按照定义来讲，协同制造是指充分利用网络技术、信息技术，实现供应链内及跨供应链间的企业在产品设计、制造、管理和商务等的合作，最终通过改变业务经营模式，达到资源最充分利用的目的。其次从生产模式而言，协同制造是基于敏捷制造、虚拟制造、网络制造、全球制造的生产模式，它突破时间和空间的边界约束，依托互联网等技术使供应链上下游企业共享客户、设计、研发、生产、管理等信息。把传统的串行工作方式转变为并行工作方式，缩短产品研发周期和生产周期，快速响应个性化客户需求。通过面向工艺、生产、成本的设计，使得供应商直接参与设计研发，提高产品设计水平、可制造性和成本的可控性，提高客户满意度。最后从实现方式而言，网络化协同制造一般需要依托网络化协同制造系统实现。这个系统是由多种异构分布式的制造资源互联组成，利用计算机网络组成的开放式平台，通过相互协作的工作方式及时灵活地响应客户需求变化，是一种面向群体协同工作

并支持开放集成性的系统。

记者：网络化协同制造新模式帮助企业提升价值链体现在哪些方面？

蒋明炜：网络化协同制造提升企业价值链主要体现在四方面。一是设计协同，是指利用计算机技术、多媒体技术和网络技术，在协同设计平台上，支持工作群体成员在共享环境下的协同工作、交互协商、分工合作，共同完成某些设计任务。它支持多个时间上分离、空间上分布，而工作又相互依赖的协作成员的协同工作。建立涵盖复杂产品多学科专业的虚拟样机系统，通过仿真完成系统级的整体评估和验证工作，实现复杂产品的多学科设计优化。二是供应链协同，通过互联网创建供应链网络，在此网络中，供应商、制造商、分销商和客户可动态地共享客户需求、产品设计、工艺文件、供应链计划、库存等信息。任何客户的需求、变动、设计的更改，在整个供应链的网络中快速传播，及时响应。避免了传统管理中的“牛鞭效应”实现供需精准对接。三是生产协同，一些复杂的产品往往由多家工厂协同制造，最终交付同类产品。这些工厂之间需要生产计划协同、供应协同，同步生产，按质、按量、按时提交零部件和产品。任何客户的需求变更，设计的修改，工艺的修改，上下游物料的供应，仓储物流，设备的运行状态建立动态协调的机制，以快速响应需求与资源的动态变化。四是服务协同，在信息物理融合系统CPS的支持下，着眼于产品全生命周期，从用户需求、设计制造、卖方信贷、产品租赁、售后服务、备品备件、直至回收再利用全过程的管理和服务。在产品智能化的基

础上，实现产品运行状态的在线数据采集，通过物联网进行数据传输，结合产品运维知识库，进行在线诊断和分析、在线服务、预防性维修等。提高客户服务的满意度，为客户和企业本身创造新的价值，实现传统制造向制造服务转型。

我国成为协同制造 新模式践行者

记者：您怎么看待当前我国网络化协同制造进展情况？

蒋明炜：在企业需求牵引和工信部的大力推动下，中国网络化协同制造取得长足进展。据最新统计，截至2018年6月底，离散制造业规模以上企业实现网络化协同制造的企业占33.7%。其中：交通装备制造业占37.1%，机械制造业占32%，纺织工业占35.5%，轻工业占32.2%，电子工业占36.9%。总体而言，我国的一些工业企业、信息技术企业和生产型服务企业积极探索，已经成为协同制造新模式的践行者。在信息技术与工业技术深度融合的生态体系中探索出符合自身企业发展的路径。一是工业企业互联网转型意识强烈，部分传统工业企业紧紧把握新一代信息技术带来的发展机遇，从公司战略、组织框架、业务运营等方面进行变革，从制造向服务转型，催生一批紧跟全球技术潮流、服务我国转型需要的工业互联网企业。二是信息技术企业将自身优势向制造业延伸，信息技术企业在其现有通用平台基础上，将云计算、大数据、人工智能等技术优势延伸到制造业领域，通过与制造业企业

保持深度合作，为融合发展提供强有力支撑。三是生产型服务企业拓展服务空间，第三方物流、检验检测认证、电子商务、服务外包、融资租赁、售后服务、品牌建设等生产性服务业不断壮大，通过平台企业转型、创新服务模式等方式向工业领域渗透，成为推动网络化协同制造的重要力量。

记者：当前我国网络化协同制造新模式发展面临哪些问题？

蒋明炜：网络化协同制造发展不会一蹴而就，新模式发展尚存在一系列问题。一是对网络化协同制造战略的认识不足，没有将供应商、合作伙伴视为战略合作伙伴、产业链生态系统和命运共同体。貌似公正、无休止的招投标，以准时生产为名，转嫁库存和经营风险，视供应商为奴仆，这些思想不解决，协同制造就是一句空话。二是信息网络设施尚待完善，推进网络化协同制造，信息基础设施和平台是关键，网络负载、性能要求、安全保障等能力有待提升。三是制造业企业信息化水平参差不齐，中小型制造企业信息化水平不高，影响它们参与供应链命运共同体的建设，信息化水平的参差不齐也导致了难以找到普适性的发展模式。四是支撑新旧动能转换的专业服务不够完善，围绕制造企业体系改造和新产品应用，如何更好将既有生产运营、管理体系与互联网、人工智能、大数据等新一代信息技术结合，尚未形成完善的专业服务体系。五是标准体系尚未建立，相应的标准体系目前在行业上下游暂未统一，不能做到以标准为引领，推动网络化协同制造发展。

记者：您对我国网络化协同发展有什么好的思路建议？

蒋明炜：我认为，推动网络化协同发展新模式需要从以下几个方面重点突破。一是将网络化协同制造作为企业的发展战略，与供应商和合作伙伴建立战略合作伙伴关系。二是加快信息网络基础建设，持续加强服务于制造业的信息技术发展，加快工业互联网建设，通过技术研究、标准引导、试验验证、产学研用结合等方式，全方位推动工业互联网创新研究和发展，引导发展一批重点行业独立运营的企业级工业互联网平台。三是加快提升技术产业支撑能力，加快工业无线网络、工业传感器、工业软件、高端装备等关键核心技术研发和产品研制，推进边缘计算、深度学习等新兴技术在新模式的应用研究。四是加大资金支持，通过设立产业投资基金等方式，带动社会资本向工业领域投入，鼓励引导风险投资、私募股权基金为产业发展提供多元化资金支持，鼓励制造业企业信息化改造，全面推进产融合作。五是加快典型应用推广，在积极推进网络化协同制造试点示范基础上，对典型企业开展网络化协同制造新模式的做法和经验进行梳理、总结，树立具有典型示范作用的行业标杆。六是完善标准体系，面向关键技术、重点应用领域，使标准化与网络化协同制造新模式同步，甚至超前，要及早抢占先机，开展关键技术的标准研制，建立标准应用推广服务体系，加快标准国际化进程。七是做好人才储备培养，推动高校、科研院所、企业等机构依照推进网络化协同制造发展需求，培养信息技术、工业工程、物联网和人工智能等多类学科跨领域复合型人才。



数字孪生： 将成数字化企业标配

——访陕西省工业大数据专家委员会主任孔宪光

本报记者 甄之言

数字孪生技术自提出之日起便引起了国内外的高度关注。近日，就数字孪生技术一些热点问题，中国电子报记者对陕西省工业大数据专家委员会主任、西安电子科技大学智能制造与工业大数据研究中心主任孔宪光进行了专访。

数字孪生是建设 信息物理系统基础

记者：请您谈谈对数字孪生这一概念的认识。

孔宪光：数字孪生技术自提出之日起便引起了国内外的高度关注，我比较认可最新出版的《机智——从数字化车间走向智能制造》中的提法，所谓建立数字孪生系统，就是以“软件定义”的方式，对物理实体（物理孪生体）建立完全对应的数字虚体（数字孪生体），所创建的数字虚体经历了从其“形”、其“态”，逐渐向物理实体的“形、态”逼近的过程。

数字孪生是在产品全生命周期中每一个阶段都存在的普遍现象，大量的物理实体系统都有数字虚体的“伴生”。从设计开始，到物理产品实现，工艺仿真、制造过程，都可能建立一个复杂的数字孪生，进行仿真模拟，并记录真实数据进行交互，再到进入消费阶段的服务记录持续更新。数字孪生广泛应用于产品全生命周期，应用范围也从产品设计阶段向产品制造和运维服务等阶段转移，从装备级（智能生产线监控、智能装备远程服务等）、业务级（研发设计、生产运行、质量控制、试验测试、远程运维）向产品全生命周期（设计与运维协同、设计与生产协同、试验与

运维协同等），从产业链级（协同研发设计、协同制造、集团级质量预警等）向跨产业链级（与商业、金融、气象、建造等）发展。

CPS（信息物理系统）将人、机、物互联，通过构筑信息空间与物理空间数据交互的闭环通道，实现信息虚体与物理实体之间的交互联动，数字孪生的出现和发展为实现CPS提供了清晰的新思路、方法和实施途径，为虚拟空间和物理空间的实时关联与互动提供了重要的技术支撑。因此，数字孪生是建设CPS的基础，对产品制造过程的智能化和产品本身的智能化都有着巨大的推动作用。

记者：数字孪生在全球制造业发展情况如何？

孔宪光：国外巨头投入重金积极研发数字孪生技术。2017年11月，世界最大的武器生产商洛克希德马丁公司将数字孪生列为未来国防和航天工业六大顶尖技术之一。美国Predix、PTC、德国西门子、SAP等都采用了数字孪生概念，持续加强工业互联网平台的数字孪生能力。国内政产学研界都在积极发力推进数字孪生技术，也取得了一些进展。一方面，模型轻量化、MBD、基于物理的建模等模型数字化表达技术的兴起和广泛应用，使得采用数字化方式在产品全生命周期各阶段精确描述物理产品成为可能。另一方面，大数据、物联网、云计算等

新一代信息技术快速普及与应用，大规模计算、高性能计算、分布式计算等计算机科学技术的快速发展，以及机器学习、深度学习等智能算法的不断涌现，使得产品动态数据的实时采集、可靠与快速传输、存储、分析、决策、预测等成为可能。

工业互联网平台 激活数字孪生的生命

记者：数字孪生如何与当前最新的技术有机结合？

孔宪光：随着工业互联网的推进与应用，工业互联网平台为智能制造深化应用提供了信息物理融合、交互和应用的基础。工业互联网平台激活了数字孪生的生命，它天生具有的双向通路特征，使得数字孪生真正成为一个有生命力的模型。数字孪生的核心是在合适的时间、合适的场景，做基于数据的实时正确的决定。智能服务中包括三类数字孪生：一类是功能型数字孪生，指示一个物体的基本状态。一类是静态数字孪生，用来收集原始数据，以便用做后续分析，但尚未建立分析模型。最重要的一类是第三种，即高保真数字孪生，可以对一个实体做深入的分析，检查关键因素，用于预测和指示如何操作。数字孪生是工业App的

完美搭档，工业App可以调用数字孪生，一个数字孪生也可以支持多个App。将数字孪生作为工业互联网平台的知识萃取工具，通过单元级、系统级、系统级之系统级的数字孪生体，不断将工业系统中的碎片化知识产生并封装到工业互联网平台中，将知识颗粒按照个体级、群体级、产业链级（社区级）重新组装，通过工业互联网平台的App体系放大传播。因此，工业互联网平台是数字孪生的孵化床，数字孪生是工业互联网平台的重

要场景。伴随数字孪生应运而生的数字链，加速了数据、信息和知识之间的可控制相互作用，为正确的时间将正确的信息传递到正确的地方提供条件，而基于数字孪生的工业大数据智能分析实现了数据信息知识的高效转化，加速了信息虚体与物理实体之间的交互联动，而工业大数据智能分析可以构建更多的数字孪生体。因此，数字孪生是指导工业大数据智能分析的重要方法，工业大数据分析促进数字孪生价值升华。

工业级通用算法和行业级专业算法支撑了数字孪生的挖掘、分析、诊断与预测能力。但在行业适配性、稳定性、可靠性、安全性方面，如何解决海量工业图像、工业声音、工业日志等非结构化数据处理问题，解决工业领域碎片化知识处理与挖掘难题，都需要工业人工智能技术的大力支撑。因此，工业人工智能技术发展是数字孪生深度应用的

技术支撑。

数字孪生将在未来几年内 成为数字化企业标配

记者：数字孪生市场前景如何？我国该如何利用数字孪生技术促进智能制造不断深化应用？

孔宪光：Gartner在2016年和2017年，将数字孪生列为当年十大战略科技发展趋势之一。2017年12月，中国科协智能制造学术联合体在世界智能制造大会上，将数字孪生列为世界智能制造十大科技进展之一。据预测，数字孪生在制造业市场巨大，到2025年将超过780亿欧元。到2020年，全球领先的2000家企业中的30%，都会使用数字孪生来进行产品创新。到2021年，50%的大型企业都将使用数字孪生。未来几年，数字孪生技术将飞速发展，以数字孪生为核心的产业、组织和产品将如雨后春笋般诞生、成长和成熟。每个行业、每个企业不管采用何种策略和路径，数字孪生将在未来几年内成为数字化企业的标配。因此，我国应从数字孪生标准、关键技术、理论和方法等角度，确定数字孪生典型模式，加快布局建设，为工业互联网平台创建更多的有特色的App应用，促进智能制造不断深化应用。