

网络化制造技术赋能制造企业新质生产力发展研究



目录

- 0 引言1
- 1 网络化制造技术在制造企业智造场景中的应用现状 2
 - 1.1 网络化制造技术的定义与关键特征 2
 - 1.2 网络化制造技术的发展历程 3
 - 1.3 网络化制造在典型智造场景的应用 3
- 2 新质生产力驱动的网络化制造变革需求 4
 - 2.1 新质生产力的内涵、特征及其在制造领域的具体体现 4
 - 2.2 新质生产力对网络化制造的智能化、柔性化等要求 5
 - 2.3 网络化制造装备为满足新需求的技术升级方向 5
- 3 基于“用-造-创”智造生态的网络化制造技术瓶颈与挑战 6
 - 3.1 “用”的环节 6
 - 3.2 “造”的环节 7
 - 3.3 “创”的环节 7
- 4 结论与展望 7
- 参考文献..... 8

网络化制造技术赋能制造企业新质生产力发展研究

宋天佑

(四川大学 机械工程学院 机械设计制造及其自动化 2021141410279)

摘要：本文旨在探讨网络化制造技术在推动制造企业培育和发展新质生产力方面的作用。通过分析网络化制造技术的定义、发展历程和关键特征，阐述其在智能工厂、供应链优化和预测性维护等智造场景中的应用现状。进一步，结合新质生产力的内涵与特征，剖析制造企业在智能化、柔性化、定制化和绿色化等方面对网络化制造技术与装备提出的变革需求。最后，从“用-造-创”的智造生态构建角度，讨论了创新应用网络化制造技术与装备支撑新质生产力发展过程中可能存在的技术瓶颈与挑战，并对未来发展趋势进行了展望。

关键词：网络化制造；新质生产力；智能制造；技术变革；智造生态；产业升级

0 引言

制造业是国民经济的基石，是技术创新和经济增长的重要驱动力。当前，全球经济正经历深刻变革，新一轮科技革命和产业变革加速演进，以人工智能、物联网、大数据等为代表的新兴技术蓬勃发展，深刻影响着制造业的生产方式、组织模式和价值链。在此背景下，“新质生产力”作为引领中国经济高质量发展的重要战略方向被提出，强调以科技创新为核心驱动力，摆脱传统经济增长模式，实现生产力的跃迁。这种新的生产力范式不再仅仅依赖于传统的劳动和资本要素的投入，而是更加侧重于通过先进技术的应用和效率的提升来实现高质量的发展。

网络化制造技术作为一种关键的赋能技术，通过整合物联网、人工智能和云计算等先进技术，实现了制造过程的智能化通信、自动化和控制。它构成了智能工厂和制造业数字化转型的技术基石。网络化制造技术通过提供必要的基础设施，支持数据驱动的智能运营，这与新质生产力所强调的“高科技”和“高效率”的特征高度契合。因此，深入分析

网络化制造技术如何支撑制造企业新质生产力的培育和发展，对于把握当前工业发展趋势，指导未来制造技术研发和应用具有重要的理论和实践意义。本文旨在探讨网络化制造技术在制造企业培育和发展新质生产力的作用，分析其在智能制造场景中的应用现状，研究制造企业对网络化制造技术与装备的变革需求，并讨论创新应用过程中可能存在的技术瓶颈与挑战，以期对相关研究和实践提供参考。

1 网络化制造技术在制造企业智造场景中的应用现状

1.1 网络化制造技术的定义与关键特征

网络化制造是一种通过集成物联网（IoT）、人工智能（AI）和云计算等先进技术构建的系统，旨在实现制造过程的智能化通信、自动化和控制。它是一种基于互联网技术发展起来的先进制造模式，顺应了经济全球化和企业协作日益增强的趋势。网络化制造的关键特征包括实时数据分析、即时通信、自动化和全面的运营可见性。这些特征的实现依赖于机器与机器（M2M）、机器与人（M2H）以及人与人（H2H）之间的有效通信。这些要素共同构成了网络化制造的核心能力，使其能够显著提升制造企业的生产效率和响应速度。

特征	描述
实时数据分析	对生产过程中的数据进行实时收集、处理和分析，为决策提供依据
自动化	利用自动化技术和设备执行生产任务，减少人工干预，提高生产效率和一致性
互联互通	实现机器、设备、系统和人员之间的信息共享和协同工作

全面运营可见性	提供对整个制造过程的透明化监控, 帮助企业了解生产状态, 发现潜在问题
机器间通信 (M2M)	使设备和系统能够自主地交换信息并采取行动, 无需人工干预
人机通信 (M2H)	促进工人与机器之间的信息交流, 使人员能够了解机器状态、性能指标和警报
人际通信 (H2H)	对于智能制造环境内的有效协调、协作和决策至关重要, 通过互联的工人解决方案和移动设备实现

1.2 网络化制造技术的发展历程

网络化制造的概念并非一蹴而就, 而是经历了漫长的发展演变。早在 20 世纪 90 年代, 就出现了敏捷制造、网络制造、基于代理的制造和集成化制造等网络化制造的雏形。这些早期形式的网络化制造旨在提高企业的竞争力, 并克服地理位置的限制。大约在 2006 年, 在美国国家科学基金会的一次研讨会上, “智能制造”一词被正式提出。与此同时, 德国也独立开展了名为“智能工厂”的类似倡议, 并在几年后更名为“工业 4.0”。早期的研究重点在于网络基础设施、连接性、数据建模和计算能力。随着技术的进步, 网络化制造逐渐发展为整合技术流程和业务流程, 实现现实世界的数字化映射, 并广泛利用互联网。这一演变过程反映了制造行业从传统的孤立系统向高度互联、数据驱动的智能系统的转变。

1.3 网络化制造在典型智造场景的应用

当前, 网络化制造技术已在智能工厂、供应链优化、预测性维护和质量控制等多个智能制造场景中得到广泛应用, 并取得了显著成效。

在智能工厂方面, 网络化制造通过实时数据收集和分析, 实现了生产流程的优化。自

动化和机器人技术的应用显著提高了生产效率和产品质量。数字孪生技术的引入，则为产品的虚拟建模和仿真测试提供了强大的工具。例如，大众汽车的工业云平台整合了其全球 122 个工厂的数据，进行实时处理和改进。

在供应链优化方面，网络化制造实现了对库存水平和运输货物的实时可见性。通过对运输资产的预测性维护，减少了运输延误。同时，制造商能够更好地与供应商和客户进行协调，提高了供应链的效率和响应速度。

在预测性维护方面，网络化制造通过监测机器的温度和振动等参数，预测潜在的故障。这有助于企业在故障发生前进行维修，从而减少计划外停机时间和维护成本。例如，通用电气利用物联网传感器监测燃气轮机的运行数据，预测维护需求。

在质量控制方面，网络化制造利用摄像头、传感器和人工智能技术，实现了对产品缺陷的自动检测。通过实时监控生产参数，确保产品质量符合标准。例如，约翰迪尔公司利用人工智能技术对焊接过程中的质量问题进行实时检测。葛兰素史克则在其工厂中应用数字孪生技术进行早期故障检测，并使用机器人进行实验室质量测试。这些案例充分表明，网络化制造技术正在深刻地改变着制造企业的运营模式，并带来了显著的效益提升。

2 新质生产力驱动的网络化制造变革需求

2.1 新质生产力的内涵、特征及其在制造领域的具体体现

新质生产力代表了一种由创新驱动的先进生产力，它突破了传统经济增长模式的束缚。其主要特征包括高科技、高效率 and 高质量。新质生产力的形成得益于革命性的技术突破、生产要素的创新配置以及产业的深度转型。数据作为一种新型的生产要素，在新质生产力的发展中扮演着关键角色。在制造业领域，新质生产力具体体现为人工智能、大数据、云计算、机器人等先进技术的广泛应用，从而提升生产过程的智能化水平，创造新的价值。这种新的生产力模式标志着制造业从传统模式向技术密集型、数据驱动型和高效率

生产方式的根本转变。

2.2 新质生产力对网络化制造的智能化、柔性化等要求

随着制造企业对新质生产力的日益重视，现有的网络化制造技术与装备面临着在智能化、柔性化、定制化和绿色化等方面更高的要求。

在智能化方面，新质生产力要求网络化制造技术能够更深入地集成人工智能，实现自主决策、预测性分析和流程优化。未来的系统需要具备实时学习和适应的能力，以应对复杂多变的市场环境。

在柔性化方面，新质生产力要求生产线具备更高的灵活性，能够快速响应不断变化的市场需求和产品规格。制造企业需要能够快速重构的制造网络，以适应不同产品的生产。

在定制化方面，新质生产力强调满足客户个性化需求的能力，这要求网络化制造系统能够高效且经济地支持高度定制化产品的生产。

在绿色化方面，新质生产力越来越强调可持续制造和资源优化。网络化系统需要能够监测和优化能源消耗，减少生产过程中的浪费。

2.3 网络化制造装备为满足新需求的技术升级方向

为了满足培育新质生产力对网络化制造技术提出的新需求，制造装备需要在多个技术方向进行升级。这包括：

- 1) **增强的传感器技术：** 需要开发能够更全面、更实时地采集生产数据的传感器。
- 2) **更深入的边缘计算集成：** 通过在数据源附近进行快速处理和决策，提高系统的响应速度和效率。
- 3) **更先进的人工智能算法：** 开发用于高级分析和自主控制的更复杂的人工智能算法。
- 4) **改进的互操作性和标准化：** 加强通信协议的互操作性和标准化，实现不同系统之

间的无缝集成。

5) 更智能的机器人和自动化： 发展能够执行更复杂和更具适应性任务的机器人和自动化系统。

6) 更可靠的网络基础设施： 建设包括 5G 及未来技术在内的更强大、更安全的网络基础设施，支持海量数据传输和实时通信。

7) 数字孪生技术的更广泛应用： 将数字孪生技术更深入地应用于设备和流程的虚拟设计、仿真和优化。

8) 对能源效率和环境友好性的重视： 研发更加节能环保的制造设备和工艺。

3 基于“用-造-创”智造生态的网络化制造技术瓶颈与挑战

3.1 “用”的环节

在网络化制造技术与装备的实际应用环节，支撑新质生产力发展面临着诸多技术瓶颈与挑战。数据安全是首要问题。日益增强的互联互通带来了更高的网络安全风险，包括知识产权盗窃、运营破坏、勒索软件攻击和供应链漏洞等。准确维护 OT/IIoT 系统和设备的实时清单也面临困难。此外，针对 OT 和 IIoT 基础设施攻击的威胁情报不足，使得制造企业难以有效应对新兴的网络安全风险。

系统集成是另一个关键挑战。将异构系统和遗留设备集成到一个统一的网络化平台中非常复杂。不同软件平台（如 ERP、MES、PLM、SCM）之间的兼容性问题依然存在。跨集成系统的数据同步也面临挑战。接口和协议缺乏统一的标准，进一步加剧了系统集成的难度。

操作人员技能的不足也制约着网络化制造技术的有效应用。制造行业普遍面临着缺乏具备工业 4.0 技术专业知识的熟练工人的问题。需要大量的培训和技能提升项目来弥合技能差距。传统工业工程人才难以适应智能制造环境的需求。

3.2 “造”的环节

在高端网络化制造装备的研发和制造环节，支撑新质生产力发展面临着核心技术突破和成本控制等挑战。需要突破人工智能算法、先进传感器和安全通信协议等核心技术。设计和制造高度复杂和集成的装备本身就面临着技术难题。尖端技术的研发需要大量的研发投入和较长的开发周期。同时，在开发和生产先进制造装备的过程中，如何有效控制成本也是一个重要的挑战。

3.3 “创”的环节

在网络化制造技术与装备的创新应用环节，支撑新质生产力发展需要突破传统思维，实现颠覆性创新，并有效应对技术迭代和知识产权保护等问题。需要培养创新文化，摆脱传统的制造模式。如何在网络化制造领域识别和实施颠覆性创新是一个挑战。技术快速迭代的特点要求企业不断学习和适应新的技术。此外，为了激励创新和投资，需要加强知识产权保护。

4 结论与展望

本文分析了网络化制造技术在赋能制造企业新质生产力发展中的关键作用。研究表明，网络化制造技术通过其互联互通、数据驱动和自动化等特性，正在深刻地改变着制造企业的生产和运营方式，并在智能工厂、供应链优化和预测性维护等场景中展现出巨大的应用潜力。然而，为了更好地支撑新质生产力的发展，网络化制造技术与装备需要在智能化、柔性化、定制化和绿色化等方面实现进一步的提升。

展望未来，网络化制造技术将朝着更智能、更灵活、更可持续的方向发展。人工智能、物联网、云计算和 5G 等技术的持续进步将为网络化制造带来新的机遇。数据驱动的决策和自主运营将成为主流。对可持续性和绿色制造实践的重视程度将不断提高。同时，

为了应对日益严峻的网络安全挑战，需要开发更加稳健和安全的网络化制造解决方案。此外，人才培养和跨学科技能的提升对于支持先进制造技术的广泛应用至关重要。通过克服当前的技术瓶颈，并抓住未来的发展机遇，网络化制造技术将在推动制造企业新质生产力发展，实现制造业高质量转型升级的进程中发挥越来越重要的作用。

参考文献

- [1]范玉顺.网络化制造的内涵与关键技术问题[J].计算机集成制造系统-CIMS,2003,(07):576-582.DOI:10.13196/j.cims.2003.07.73.fanysh.015.
- [2]孙林夫.面向网络化制造的协同设计技术[J].计算机集成制造系统,2005,(01):1-6.DOI:10.13196/j.cims.2005.01.2.sunlf.001.
- [3]戴建华,蔡铭,林兰芬,等.面向网络化制造的 ASP 服务平台若干关键技术研究[J].计算机集成制造系统,2005,(01):48-52.DOI:10.13196/j.cims.2005.01.49.daijh.010.
- [4]杨叔子,吴波,胡春华,等.网络化制造与企业集成[J].中国机械工程,2000,(Z1):54-57+3.
- [5]张曙.分散网络化制造[J].机械与电子,1998,(05):3-6.
- [6]周丹晨.面向网络化制造的资源共享服务平台构建原理与实施技术研究[D].四川大学,2004.
- [7]孙家广.制造业信息化的历史重任[J].中国制造业信息化,2003,(01):13-16.
- [8]宋豫川,邱顺流,李先旺.网络化制造中异构系统信息集成可靠性技术研究[J].制造业自动化,2014,36(04):24-27.