

制造业数字化转型中的关键技术应用研究

周常江

南通海星电子股份有限公司，江苏 南通 226000

摘要：在数字化浪潮席卷全球的背景下，制造业数字化转型已成为提升产业竞争力、实现可持续发展的必然选择。本文聚焦于制造业数字化转型中的关键技术应用，深入剖析工业物联网、大数据、人工智能、数字孪生、5G 通信等技术在制造业数字化转型过程中的具体应用场景、作用机制及面临挑战。研究表明，这些关键技术的应用能够有效优化生产流程、提升产品质量、降低运营成本，推动制造业向智能化、柔性化、绿色化方向发展。然而，技术应用过程中也面临着数据安全、技术融合、人才短缺等问题。针对这些问题，本文提出了加强数据安全防护、促进技术深度融合、加大人才培养力度等对策建议，旨在为制造业企业顺利推进数字化转型提供理论参考和实践指导，助力我国制造业在全球竞争中占据优势地位。

关键词：制造业数字化转型；关键技术；应用研究

DOI: 10.63887/jad.2025.1.3.24

1 引言

随着信息技术的飞速发展，数字化时代已经全面来临。制造业作为国民经济的重要支柱产业，正面临着前所未有的机遇与挑战。传统制造业的生产模式和管理方式在效率、质量和灵活性等方面逐渐难以满足市场需求，数字化转型成为制造业转型升级的必由之路。数字化转型不仅能够提高制造业的生产效率、降低成本，还能推动产品创新和服务升级，增强企业的核心竞争力。

在制造业数字化转型过程中，关键技术的应用起着至关重要的作用。这些技术为制造业带来了新的生产方式、管理模式和商业模式，是实现制造业智能化、柔性化和绿色化发展的核心驱动力。因此，深入研究制造业数字化转型中的关键技术应用，对于推动我国制造业高质量发展具有重要的现实意义。

2 制造业数字化转型的背景与意义

2.1 背景

近年来，全球制造业格局发生了深刻变

化。一方面，新兴经济体的崛起使得制造业竞争日益激烈，传统制造业企业面临着巨大的成本压力和市场挑战；另一方面，消费者需求日益多样化和个性化，对产品的质量、性能和交付时间提出了更高的要求。同时，信息技术的发展日新月异，云计算、大数据、人工智能、物联网等新兴技术不断涌现，为制造业数字化转型提供了技术支撑^[1]。

2.2 意义

提高生产效率：通过应用关键技术，实现生产过程的自动化、智能化和信息化，减少人工干预，提高生产设备的利用率和生产效率，缩短产品生产周期。

提升产品质量：利用数字化技术对生产过程进行实时监测和控制，及时发现和解决质量问题，提高产品的一致性和稳定性，满足消费者对高品质产品的需求。

降低运营成本：优化供应链管理、能源管理等环节，实现资源的合理配置和高效利用，降低企业的原材料采购成本、能源消耗成本和库存成本。

推动产品创新：借助数字化设计、虚拟仿真等技术，加快产品研发速度，提高产品的创新性和竞争力，满足市场不断变化的需求。

增强企业竞争力：数字化转型能够帮助企业更好地适应市场变化，提高企业的快速响应能力和柔性生产能力，从而在全球市场竞争中占据优势地位^[2]。

三、制造业数字化转型中的关键技术

3.1 工业物联网技术

工业物联网（IIoT）是将物联网技术应用用于工业领域，实现设备、系统和人员之间的互联互通。通过在生产设备上安装传感器，实时采集设备的运行状态、生产数据等信息，并将这些数据传输到云端或本地服务器进行分析和处理。工业物联网技术可以实现设备的远程监控和故障诊断，提前预测设备故障，减少设备停机时间；同时，还能实现生产过程的自动化控制，提高生产效率和质量。

3.2 大数据技术

大数据技术是指对海量、多样化的数据进行采集、存储、管理和分析的技术。在制造业中，大数据技术可以整合来自生产、销售、供应链等各个环节的数据，挖掘数据背后的价值。通过对生产数据的分析，企业可以优化生产流程，提高生产效率；通过对市场数据的分析，企业可以了解消费者需求，制定精准的营销策略；通过对供应链数据的分析，企业可以优化库存管理，降低物流成本。

3.3 人工智能技术

人工智能技术包括机器学习、深度学习、自然语言处理等，能够使计算机模拟人类的智能行为。在制造业中，人工智能技术可以应用于质量检测、设备维护、生产调度等多个环节。例如，利用机器学习算法对产品图像进行分析，实现自动化的质量检测，提高检测效率和准确性；利用深度学习算法对设备运行数据进行分析，预测设备故障，实现智能化的设备维

护；利用自然语言处理技术实现人机交互，方便员工进行生产操作和管理。

3.4 数字孪生技术

数字孪生是指在虚拟空间中构建与物理实体相对应的数字模型，通过实时数据交互，实现物理实体与数字模型的同步映射和协同优化。在制造业中，数字孪生技术可以用于产品设计、生产过程模拟和设备运维等方面。在产品设计阶段，通过数字孪生模型可以进行虚拟测试和优化，减少产品开发周期和成本；在生产过程中，数字孪生模型可以实时模拟生产线的运行状态，及时发现和解决生产问题；在设备运维方面，数字孪生模型可以预测设备的性能变化，提前制定维护计划^[3]。

3.5 5G 通信技术

5G 通信技术具有高速率、低时延、大容量等特点，能够满足制造业对实时数据传输和远程控制的需求。在制造业中，5G 通信技术可以支持工业物联网设备的快速连接和数据传输，实现设备的实时监控和远程操作；同时，还能增强现实（AR）、虚拟现实（VR）等技术在制造业中的应用提供网络支持，提高生产效率和培训效果。

4 关键技术制造业数字化转型中的应用场景

4.1 生产过程优化

设备互联与协同：通过工业物联网技术将生产设备连接起来，实现设备之间的数据共享和协同工作。例如，在汽车制造企业中，焊接机器人、涂装机器人和装配机器人可以通过工业物联网进行实时通信，根据生产计划自动调整工作节奏，提高生产效率。

实时生产监控与调度：利用大数据和人工智能技术对生产过程中的数据进行实时采集和分析，实现对生产进度的实时监控和调度。当出现生产异常时，系统可以自动发出警报，并调整生产计划，确保生产的连续性和稳定

性。

质量检测与控制：采用人工智能技术实现自动化的质量检测。例如，在电子制造企业中，利用机器视觉技术对电子元件进行外观检测，通过深度学习算法识别缺陷产品，提高检测效率和准确性^[4]。

4.2 供应链管理

供应商协同：通过工业物联网和大数据技术，实现与供应商之间的信息共享和协同。企业可以实时了解供应商的生产进度、库存情况和物流状态，提前做好采购计划，降低库存成本。

物流优化：利用 5G 通信技术和大数据分析，对物流运输过程进行实时监控和优化。例如，通过在运输车辆上安装传感器，实时获取车辆的位置、速度和货物状态等信息，优化运输路线，提高物流效率。

需求预测：运用大数据和人工智能技术对市场需求进行预测，根据预测结果调整生产计划和库存策略，避免库存积压或缺货现象的发生。

4.3 产品研发与创新

虚拟设计与仿真：利用数字孪生技术构建产品的虚拟模型，进行虚拟设计和仿真测试。在产品的设计阶段，通过数字孪生模型可以模拟产品的性能和使用场景，提前发现设计缺陷并进行优化，减少产品开发周期和成本。

个性化定制：借助大数据技术了解消费者的个性化需求，利用人工智能算法进行产品设计和生产方案的优化。例如，在家具制造企业中，根据消费者的需求和空间尺寸，利用人工智能算法生成个性化的家具设计方案，并通过数字化制造技术实现快速生产。

4.4 设备运维与管理

预测性维护：通过工业物联网技术采集设备的运行数据，利用大数据和人工智能技术进行分析，预测设备的故障发生时间和类型，提

前制定维护计划，减少设备停机时间。

远程运维：利用 5G 通信技术实现设备的远程运维。当设备出现故障时，技术人员可以通过远程连接设备，进行故障诊断和维修指导，提高运维效率。

5 关键技术应用面临的挑战

5.1 数据安全问题

制造业数字化转型过程中涉及大量的企业核心数据，如生产工艺、客户信息等。这些数据一旦泄露，将给企业带来巨大的损失。然而，随着网络攻击手段的不断升级，数据安全面临着严峻的挑战。例如，工业物联网设备的安全性相对较低，容易成为黑客攻击的目标；大数据的集中存储也增加了数据泄露的风险。

5.2 技术融合难题

制造业数字化转型需要多种关键技术的协同应用，但不同技术之间存在着技术标准不统一、接口不兼容等问题，导致技术融合困难。例如，工业物联网设备与企业管理系统之间的数据交互存在障碍，影响了生产数据的实时性和准确性；人工智能算法与实际生产过程的结合也需要进一步优化。

5.3 人才短缺问题

制造业数字化转型需要既懂制造业又懂信息技术的复合型人才。然而，目前我国这类人才相对短缺，企业在推进数字化转型过程中面临着人才招聘和培养的难题。同时，现有员工的数字技能水平也参差不齐，需要进行大规模的培训和提升。

5.4 成本投入问题

关键技术的应用需要企业进行大量的成本投入，包括设备采购、系统开发、人员培训等方面。对于一些中小企业来说，资金实力有限，难以承担数字化转型的高昂成本，从而影响了数字化转型的推进速度。

6 应对策略

6.1 加强数据安全防护

建立数据安全管理制度：制定完善的数据安全管理制度，明确数据安全的责任和流程，加强对数据的访问控制和权限管理。

采用先进的安全技术：利用加密技术、防火墙、入侵检测系统等先进的安全技术，保障数据在传输和存储过程中的安全性。

加强员工安全意识培训：定期对员工进行数据安全意识培训，提高员工的安全防范意识，避免因人为疏忽导致数据泄露。

6.2 促进技术深度融合

制定统一的技术标准：行业协会和政府部门应加强引导，制定统一的技术标准和接口规范，促进不同技术之间的兼容和协同。

加强产学研合作：企业、高校和科研机构应加强合作，共同开展技术研发和应用创新，推动关键技术的深度融合。

建立技术集成平台：企业可以建立技术集成平台，将不同的关键技术进行整合，实现数据的共享和业务的协同。

6.3 加大人才培养力度

开展校企合作：高校应加强与制造企业的合作，开设相关专业和课程，培养既懂制造又懂信息技术的复合型人才。

加强企业内部培训：企业应制定员工培训计划，定期组织员工参加数字技能培训，提高员工的数字素养和应用能力。

引进高端人才：企业可以通过提供优厚的待遇和发展空间，引进高端的数字化人才，为企业数字化转型提供智力支持。

7 案例分析

7.1 企业概况

某汽车制造企业是一家大型的汽车生产企业，拥有多个生产基地和完善的供应链体系。随着市场竞争的加剧和消费者需求的多样

化，该企业决定推进数字化转型，以提升企业的竞争力。

7.2 关键技术应用情况

工业物联网应用：该企业在生产设备上安装了大量的传感器，通过工业物联网平台实现了设备的互联互通和数据共享。管理人员可以实时监控设备的运行状态，及时发现设备故障并进行维修，提高了设备的利用率和生产效率^[5-6]。

大数据与人工智能应用：企业利用大数据技术对生产数据、销售数据和供应链数据进行分析，挖掘数据背后的价值。通过人工智能算法进行质量检测和调度优化，提高了产品质量和生产效率。例如，在质量检测环节，利用机器学习算法对汽车零部件的图像进行分析，实现了自动化的质量检测，检测准确率达到 99% 以上。

数字孪生应用：在汽车设计阶段，企业利用数字孪生技术构建了汽车的虚拟模型，进行了虚拟测试和优化。通过数字孪生模型，设计师可以模拟汽车在不同路况下的性能表现，提前发现设计缺陷并进行改进，减少了产品开发周期和成本。

结语

制造业数字化转型是时代发展的必然趋势，关键技术的应用是实现制造业数字化转型的核心驱动力。工业物联网、大数据、人工智能、数字孪生和 5G 通信等关键技术在制造业的生产过程优化、供应链管理、产品研发创新和设备运维管理等方面发挥着重要作用。然而，在技术应用过程中，企业也面临着数据安全、技术融合、人才短缺和成本投入等挑战。通过加强数据安全防护、促进技术深度融合、加大人才培养力度和降低转型成本等对策措施，企业可以有效应对这些挑战，顺利推进数字化转型。未来，随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展，关键技术将在制造业数字化

转型中发挥更加重要的作用，推动我国制造业自身的核心竞争力，在全球市场竞争中取得优势地位。向智能化、柔性化和绿色化方向发展。制造业企业应积极拥抱数字化转型，抓住机遇，提升

参考文献

- [1] 陈小丽, 柯宗俊. 数字化转型对制造业企业经营绩效影响研究[J]. 绿色科技, 2024, 26(1): 250-256
- [2] 张乃今. 数字化转型下国有企业经营绩效评价指标体系的探索[J]. 铁路采购与物流, 2024, 19(06): 30-32.
- [3] 秦晶, 梁小草. 数字化转型对零售企业经营绩效影响效应及机制分析——基于研发投入中介效应[J]. 商业经济研究, 2024, (14): 148-151.
- [4] 胡元林, 袁楚翔, 朱雁春. 数字化转型对企业绩效的非线性影响[J]. 统计与决策, 2025, 41(10): 160-165.
- [5] 张天, 易明, 李霞. 数字化转型对制造业企业创新绩效的影响效应与作用机制[J]. 江汉论坛, 2024, (12): 44-53.
- [6] 马胜春, 尔古阿几. 数字化转型对制造业企业新质生产力提升的影响研究[J]. 改革与战略, 2024, 40(06): 133-148.