

# Study on Key Technologies and Development Trends in Intelligent Mechanical Manufacturing

Sihan Guo

Concordia University, Canada

## Abstract

Intelligent manufacturing, as the core development direction of modern manufacturing industry, has experienced rapid growth and garnered widespread attention across the worldwide in recent years. The application of intelligent technologies in the field of mechanical manufacturing, driving the industry toward greater intelligence and automation, has become a widely recognized trend in today's society. This study analyzes the current status, development, and existing challenges of intelligent mechanical manufacturing, along with the critical technologies that drive intelligent manufacturing forward. It highlights the importance of intelligent transformation in the mechanical manufacturing sector and investigates how core intelligent technologies are being applied in practice. Additionally, it offers a forward-looking perspective and explores potential future development trends in intelligent manufacturing.

## Keywords

Intelligence; Mechanical; Intelligence Manufacturing; Key/Critical Technologies; Development Trend

## 基于智能化机械制造的关键技术及其发展趋势研究

郭思涵

康考迪亚大学, 加拿大

## 摘要

智能制造作为现代制造业的核心发展方向, 近年来在全球范围内得到了迅速发展和广泛关注, 将智能化技术运用在机械制造领域, 推动机械制造朝着智能化和自动化的方向发展, 已经是当今社会广泛认可的一个发展趋势。本文通过对智能化机械制造现状、发展及存在问题以及智能制造的关键技术等进行了分析, 对于机械制造领域智能化发展的重要意义、智能关键技术机械制造领域的具体应用等进行了研究, 对于智能制造未来发展趋势进行了展望和探索。

## 关键词

智能化; 机械; 智能制造; 关键技术; 发展趋势

## 1 引言

随着经济的发展和社会的进步, 将智能化技术运用在机械制造领域, 推动机械制造朝着智能化和自动化的方向发展, 已经是当今社会广泛认可的一个发展趋势。当前, 新一轮科技革命和产业变革加速发展, 大数据、人工智能、物联网等新一代信息技术正在与制造业深度融合, 不断改变着制造业的生产方式、组织方式和发展模式, 数字化、网络化、智能化已经成为全球制造业发展的重要方向, 传统机械工程制造业已经无法满足中国可持续发展的战略目标。<sup>[1]</sup>

智能制造是先进制造技术和新一代信息技术的深度融合, 代表着中国制造业高质量发展的主要方向。经过多年培育, 中国智能制造已经取得长足进展。总体上看, 我国智能制造发展从初期的理念普及、试点示范阶段进入试点示范引

领、供需两端发力、多方协同推进的新阶段, 智能制造正成为推动我国制造业高质量发展的强劲动力, 在“互联网+”和大数据的驱动下, 逐步实现“中国制造”向“中国智造”转型。

智能制造推动企业转型升级, 先进制造技术的加速融合使得制造业的设计、生产、管理、服务各个环节日趋智能化, 智能制造正在引领制造企业全流程的价值最大化。本文针对机械制造领域智能化发展的重要意义、智能关键技术在机械制造领域的具体应用、具体实践过程中出现的相关问题进行了研究和探讨, 对于智能制造未来发展趋势进行了展望和积极探索。

## 2 智能制造内涵及发展概述

### 2.1 智能制造内涵

智能制造是一种利用数字技术来改进生产过程的方法, 它结合了互联网技术、大数据分析、机器学习和人工智能等, 以实现生产过程的优化。

【作者简介】郭思涵(1997-), 女, 中国天津人, 从事机械工艺制造研究。

智能制造的发展轨迹起源于日本 1989 年提出的智能制造系统。金融危机以来,世界各国先后提出了相关复兴制造业的战略和计划,如美国制造业复兴计划、德国的工业 4.0 计划等。德国在 2013 年提出“工业 4.0 计划”,作为第四次工业革命的标志,旨在支持工业领域新一代革命性技术的研发与创新。

中国在 20 世纪 80 末将“智能模拟”列入国家科技发展规划,于 2015 年提出“中国制造 2025”战略规划,强调了创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本等五大工程,积极推动制造业向数字化、智能化和网络化方向发展,到 2045 年中国将进入世界制造业强国的领先地位。

智能制造作为融合先进制造技术与新一代信息技术的制造模式,正引领着制造业的变革。速度、精度和效率是机械制造技术的关键性能指标<sup>[2]</sup>,其智能化特点表现为生产设备网络化,实现车间“物联网”,通过各种信息传感设备实时采集生产过程中的各种信息,方便识别、管理和控制。同时,生产数据可视化,利用大数据分析进行生产决策,能够实时收集生产数据,分析设备开机率、主轴运转率等指标,快速发现问题并解决,优化生产流程,降低能耗。

智能制造对提高生产效率有着显著作用。一方面,智能装备和系统的应用能够严格监控产品生产,实时记录产品信息,分工明确,各司其职,提高生产效率。另一方面,资源配置高度智能,通过内置传感器等技术进行资源定位和反馈,突破本地化生产界限,实现跨地区、跨地域的资源配置。此外,智能制造对于满足个性化需求和推动产业升级转型意义重大,在全球化竞争加剧和科技迅猛发展的当今阶段,智能制造已成为推动制造业转型升级的核心力量。

## 2.2 中国智能制造发展及存在的突出问题

中国目前具有全球最完整及规模最大的工业体系、强大的生产能力、完善的配套能力,是全世界唯一拥有联合国产业分类当中全部工业门类的国家,包括 41 个工业大类、207 个工业中类、666 个工业小类。

目前,中国已经掌握了长期制约产业发展的部分智能制造技术,包括机器人技术、感知技术、复杂制造系统、智能信息处理技术等,中国制造业正在积极适应智能制造发展的新趋势,并且在一些关键领域和技术上抢占了优势地位。以智能控制系统、工业机器人、自动化成套生产线为代表的智能制造装备产业体系初步形成,但智能制造的共性技术、关键技术仍存在短板,如工业软件实力较弱,工业仿真设计软件基本被国外垄断,高档数控机床、智能传感器等对进口的依赖程度较大,很大一部分新材料处于实验室研究阶段无法开展应用转化;部分制造业企业智能化水平“参差不齐”,使智能制造的人本化推进缓慢。

此外,企业生产管理智能化转型存在明显的弱项,从人才队伍来看,中国智能制造人才存在结构性缺口,2020 年我国智能制造领域的人才需求为 750 万人,而缺口为 300

万人;到 2025 年,人才缺口预计达到 450 万人。从标准体系来看,中国正在逐步构建智能制造标准体系,已经发布国家标准 285 项,牵头制定国际标准 28 项,石化、建材、纺织等 14 个细分行业构建了智能制造标准体系,但大多行业领域智能制造标准体系仍不健全。长期以来,中国处于全球产业价值链的低端位置,在国际制造标准领域中的话语权和影响力较弱,在国内智能制造标准与国外标准体系对接与互认方面仍然有待加强。

## 3 智能制造关键技术研究分析

### 3.1 机械制造技术智能化发展的重要性

随着智能化水平随着科技的广泛应用,极大推动了各行各业的快速发展。在机械制造领域中应用智能化的技术手段,不仅会降低各项人工成本,也会合理地规避各类人为失误问题,可以提升企业的生产效率与质量<sup>[3]</sup>。同时,将智能化技术运用在机械制造过程中,能够有效解决传统模式下机械制造领域对于环境的破坏,减少对周围资源和环境的污染程度。在信息技术和网络技术快速发展的时代背景下,智能化作为机械设计制造未来发展的主要趋势,符合可持续发展战略的重要思想。

### 3.2 智能制造关键技术

#### 3.2.1 人工智能技术

人工智能技术在智能制造中发挥着重要作用,能够实现产品的智能设计和创新。例如,在汽车制造领域,人工智能可以分析大量的市场数据和用户需求,为产品设计提供新的思路,使汽车更加符合消费者的个性化需求。同时,在智能服务方面,人工智能可以通过对产品运行状态的实时监测,进行预防性维护,为客户提供及时的备品备件更换服务,甚至可以挖掘产品运营大数据,为企业的营销决策提供支持。人工智能技术为中国制造业注入了新的动能,推动制造业向智能化、高效化方向发展。

#### 3.2.2 工业机器人技术

工业机器人主要由机械部分、感受部分和控制部分组成。其中:机械部分包括驱动系统和机械结构系统,为机器人提供动力和执行动作;感受部分由内部和外部传感器模块组成,提高机器人的机动性和智能化水平;控制部分包括人机交互系统和控制系统,实现对机器人的操作和控制。工业机器人在多个领域有着广泛的应用,以其高精度、高稳定性和高效率的特点,为制造业的发展提供了强大的支持。

#### 3.2.3 大数据技术

工业大数据的来源广泛,包括制造全生命周期数据、企业经营管理数据和技术/产品/设备数据等。工业大数据分析技术涵盖了数据的集成与清洗、存储与管理、分析与挖掘等多个方面。通过这些技术,可以深入挖掘工业大数据的价值,为企业提供全新的视角和决策支持。

#### 3.2.4 云计算技术

云计算技术打破了各部门之间的数据壁垒,让数据真

正地流动起来。在智能制造中，云计算构建了网络化制造模式。例如百度与山西企业合作打造的“中国煤炭云”，通过云计算技术实现了煤炭生产过程的智能化管理，提高了生产效率，降低了成本。云计算技术为智能制造提供了强大的计算和存储能力，推动了制造业的数字化转型。

### 3.2.5 物联网技术

物联网技术是智能制造的神经系统，具有全面感知、互联传输、智能处理等特点。在智能制造中，物联网技术可以实现设备的远程监控和管理，实时掌握其运行状态，提高利用率和维护效率。同时，还可以实现供应链的协同管理，提高响应速度和灵活性。

### 3.2.6 机器视觉技术

机器视觉技术具有精度高、速度快等优势，可实现尺寸测量、缺陷检测、目标识别等多种功能，该技术广泛应用于智能制造、电子、汽车等行业。机器视觉行业的高速增长受短期、中期、长期逻辑驱动。短期来看，制造业的自动化需求推动了机器视觉技术的应用；中期来看，随着人工智能技术的发展，机器视觉技术将更加智能化；长期来看，随着智能制造的不断推进，机器视觉技术将成为制造业的核心技术之一。

## 4 未来智能制造发展趋势分析

### 4.1 算力显著增长与应用深化

随着科技的不断进步，智能制造领域的算力呈现出显著增长的趋势。在未来，更强大的计算能力将为智能制造带来更多的创新可能。通过高性能计算可以实现复杂的模拟和优化，可为产品设计和生产流程提供更精准的指导。以汽车制造为例，强大的算力可以支持实时的生产监控和数据分析，提高生产效率和质量。据统计，采用先进算力技术的汽车工厂，生产效率可提高30%以上。

### 4.2 高度自动化与智能化生产

高度自动化与智能化生产是智能制造的重要发展方向。未来，制造业将从机械自动化向数字自动化转变，更多的智能设备和机器人将投入使用，通过自主完成复杂的生产任务，降低人力成本，有效提高生产质量。同时，智能化生产还可以通过数据分析和智能决策，实现生产过程的优化和调整。据相关报告显示，高度自动化与智能化生产可以降低企业生产成本约20%。

### 4.3 数据驱动的决策与优化

数据驱动的决策在智能制造中发挥着越来越重要的作

用。通过对生产过程中产生的大量数据进行分析，可以实现精细化管理和运营。例如，利用大数据分析技术，可以预测市场需求、优化生产计划、提高设备利用率等。在未来，数据驱动的决策将更加智能和精准，为企业创造更大的价值。

### 4.4 个性化定制与柔性生产

个性化定制与柔性生产满足了市场多样化的需求，倒逼制造业改变生产模式。在未来，柔性制造将覆盖全价值链各环节。企业可以通过大数据分析和智能化技术，快速响应客户的个性化需求，实现小批量、多品种的生产。例如，海尔的互联工厂体系，能够实现来自世界各地的个性化定制订单的汇聚，传统的大规模制造变为以用户体验为中心的大规模定制。

### 4.5 互联与协同

互联与协同通过跨企业信息交互和全链条优化技术，实现了制造全过程的优化。企业通过建立物联网设备，提升了生产效率和质量。在未来，智能制造将更加注重企业之间的互联与协同，实现资源的共享和优化配置。

## 5 结语

智能制造作为现代制造业的核心发展方向，近年来在全球范围内得到了迅速发展和广泛关注。智能制造是信息技术、人工智能、大数据、物联网等前沿技术与传统制造技术深度融合的产物，已在高端制造设备、工业机器人、航空航天、集成电路等领域得到广泛应用，显著提升了制造业的自动化和智能化水平。未来，智能制造将更加依赖于人工智能、大数据、物联网等技术的深度融合，积极推动机械制造领域向智能化、自主化方向发展。

本文通过对智能制造现状、发展及存在问题、关键技术、未来发展趋势等进行了分析，提出智能制造作为制造业转型升级的重要引擎，正引领全球工业体系迈向一个更加高效、绿色和智能的新纪元。随着机械制造技术的不断突破和政策的持续支持，智能制造将在未来继续推动制造业的高质量发展，并成为全球经济持续增长的重要动力。

### 参考文献

- [1] 袁斌.浅谈机械工程智能化的发展趋势研究.中国科技期刊数据库,2020,12(11):181.
- [2] 黄峰雷.浅析智能化技术在机械制造中的应用[J].科技创新,2016,12(05):164.
- [3] 刘昂.智能化技术在机械制造中创新进展.建筑机械,2018,12(11):779.