

# 现代人工智能技术在机械设计制造中的具体应用

胡镜 江子健

武汉东湖学院, 中国·湖北 武汉 430212

**摘要:** 随着科技的进步推动 AI 成为行业变革的关键力量, 机械设计制造通过 AI 技术解决了效率、成本和质量挑战。AI 优化设计流程, 提升创新能力, 在制造过程中提高生产效率, 降低成本, 并通过质量控制和预测性维护提升产品质量和设备可靠性。论文探讨 AI 在机械设计制造中的应用, 回顾 AI 技术发展, 分析其在设计、制造和质量控制方面的作用, 及其对行业智能化和可持续发展的推动作用。未来, AI 将继续在机械制造领域发挥重要作用。

**关键词:** 人工智能; 机械设计; 制造业

## Specific Applications of Modern Artificial Intelligence Technology in Mechanical Design and Manufacturing

Jing Hu Zijian Jiang

Wuhan Donghu University, Wuhan, Hubei, 430212, China

**Abstract:** As the advancement of technology has pushed AI to become a key force in industry change, mechanical design and manufacturing has solved efficiency, cost, and quality challenges through AI technology. AI optimizes the design process, enhances innovation, improves productivity and costs in the manufacturing process, and improves product quality and equipment reliability through quality control and predictive maintenance. This paper discusses the application of AI in mechanical design and manufacturing, reviews the development of AI technology, analyzes its role in design, manufacturing and quality control, and its role in promoting the intelligent and sustainable development of the industry. In the future, AI will continue to play an important role in the field of mechanical engineering.

**Keywords:** artificial intelligence; mechanical design; manufacturing industry

### 0 前言

现代 AI 技术在机械设计制造中的应用意义深远, 主要包括: 提升设计效率与创新能力, 实现设计自动化与智能化; 优化制造过程, 提高生产效率与产品一致性, 降低人力成本, 实现预测性维护; 增强质量控制, 通过大数据分析实时监测和确保产品质量; 推动行业智能化转型, 提高经济效益和可持续发展能力, 促进行业变革。

### 1 人工智能与机械制造结合应用现状

随着全球工业 4.0 革命的深入推进, 人工智能技术在制造业中的应用越来越广泛。人工智能通过机器学习、深度学习和自然语言处理等先进技术手段, 极大地提升了制造过程的智能化水平, 推动了制造业向更加高效、精准和灵活的方向发展。机械设计制造作为制造业的核心环节, 其设计和生产质量直接影响到产品的市场竞争力和企业效益。近年来, 中国对人工智能技术在机械设计制造中的应用研究逐渐增多, 形成了一定的研究基础。人工智能技术的引入不仅提升了设计效率, 还优化了生产流程, 使得机械设计制造行业逐步向智能化转型<sup>[1]</sup>。在设计阶段, 计算机辅助设计 (CAD) 与生成设计相结合, 能够有效缩短产品开发周期, 降低设计

成本<sup>[2]</sup>。人工智能在汽车配件的设计与制造中, 能够通过数据分析实现精准设计, 提高产品的市场竞争力<sup>[3]</sup>。

在制造环节, 智能化机器人和自动化系统的应用, 使得生产效率显著提升, 且降低了人力成本<sup>[4]</sup>。通过实时数据监测, 可以有效减少设备停机时间, 提高生产线的可靠性<sup>[5]</sup>。中国学者对智能检测技术的研究也在不断深入, 研究表明, 利用大数据分析进行质量控制, 可以实现更高的产品质量标准<sup>[2,4]</sup>。

### 2 现代人工智能技术概述

#### 2.1 人工智能的定义与发展历程

人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 是指通过计算机和机器来实现智能行为, 以拓展人类的智能。其核心是如何模拟、延伸及扩展人的智能。人工智能的发展历程可以分为几个关键阶段, 每个阶段都伴随着技术突破和应用创新 (见表 1)。

人工智能的应用已经遍及各个领域, 从图像识别、自然语言处理到自动驾驶和智能制造, AI 技术正在以惊人的速度改变我们的生活和工作方式。未来, 随着技术的持续进步, 人工智能将带来更多的创新和变革。

表 1 人工智能的定义与发展历程

年份	发展阶段	主要特征及事件
1950—1960	起步阶段	图灵测试提出, 首个 AI 程序诞生
1960—1970	奠基阶段	机器学习概念提出, 感知器发展
1970—1980	反思阶段	两次 AI 冬天, 专家系统崛起
1980—1990	复苏阶段	专家系统进一步发展, 神经网络复苏
1990—2000	成长阶段	互联网的发展带动 AI 技术进步
2000—2010	发展阶段	大数据和计算能力提升, 深度学习兴起
2010—至今	繁荣阶段	AlphaGo 战胜人类, AI 在多领域爆发

## 2.2 主要技术及其应用领域

### 2.2.1 机器学习

机器学习 (Machine Learning, 简称 ML) 是人工智能 (Artificial Intelligence, 简称 AI) 的一个分支, 主要研究如何让计算机从数据中学习规律和模式, 从而让计算机能够自动进行预测或决策。机器学习的核心思想是通过算法让计算机自主地从经验中改进其性能, 而不是依赖于显式的编程指令。机器学习依赖于大量的数据来训练模型。这些数据可以是结构化的 (如表格数据), 也可以是非结构化的 (如图像、文本、声音等)。模型是机器学习算法通过训练数据学习得到的规律和模式。它是算法在训练数据集上的应用结果, 可以用于对新数据进行预测或决策。机器学习算法是用于处理数据并构建模型的数学方法。常见的机器学习算法包括决策树、支持向量机 (SVM)、神经网络、聚类算法、随机森林等。在机器学习中, 数据集通常被分为训练集和测试集。训练集用于训练模型, 而测试集则用于评估模型的性能。监督学习是机器学习的一种类型, 其中模型通过输入数据和相应的正确输出 (标签) 来学习。常见的监督学习任务包括分类和回归。无监督学习是另一种类型, 其中模型仅通过输入数据学习, 没有提供正确输出。这类学习通常用于数据聚类、降维和异常检测等任务。强化学习是机器学习的一个领域, 模型 (智能体) 通过与环境互动来学习最佳行为或策略, 以最大化某种累积奖励。

### 2.2.2 深度学习

深度学习是机器学习中的一个重要分支, 它通过构建和训练深层神经网络来模拟人脑的学习过程。深度学习模型能够自动提取原始数据中的特征, 从而在许多复杂任务上取得突破性进展。深度学习技术已经在多个领域取得了显著成果, 以下是一些典型的应用场景 (见表 2)。

表 2 深度学习的一些典型应用场景

应用领域	主要技术	典型应用案例
图像识别	CNN、GAN	ImageNet 大规模图像分类, 面部识别
自然语言处理	RNN、LSTM、Transformer	机器翻译, 语音识别, 聊天机器人
自动驾驶	CNN、RNN、LSTM	无人驾驶汽车的环境感知与决策
医疗诊断	CNN、LSTM	影像分析, 电子病历数据处理
金融风险	ANN、LSTM	信用评分, 欺诈检测
游戏 AI	DQN、Transformer	AlphaGo, 星际争霸 AI

随着计算能力的提升和数据量的增加, 深度学习在科学研究和实际应用中将继续发挥越来越重要的作用。未来, 我们可以期待更多领域的突破和应用创新。

### 2.2.3 自然语言处理

自然语言处理 (NLP, Natural Language Processing) 作为人工智能领域的一个重要分支, 它的核心目标和研究价值在于使计算机系统具备理解和解析人类语言的能力, 并且能够在此基础上生成自然流畅的语言表达。这一技术的进步对于打破人机交互的障碍, 提升信息检索的效率, 以及推动自动化和智能化的发展具有深远的影响。

NLP 的研究涵盖了对语言的各个层面的处理, 包括语音合成与识别、词汇语义的理解、句法结构的分析、discourse (话语) 的连贯性以及语用学的实际应用等。在理解方面, NLP 技术可以使计算机能够读取和理解文本中的信息, 从而能够回答问题、执行命令或者从非结构化文本中提取结构化信息。在生成方面, NLP 技术可以帮助计算机创作文本, 如写文章、生成对话等。

## 2.3 人工智能在制造业中的重要性

随着全球工业 4.0 的深入推进, 人工智能技术在制造业中的应用日益广泛。人工智能不仅提高了生产效率和产品质量, 还推动了制造方式的深刻变革。通过引入机器学习、深度学习和智能机器人等技术, 制造业实现了高度智能化和自动化。AI 技术可以实时分析生产数据, 优化生产流程, 减少资源浪费, 并提前预测设备故障, 降低停机时间。智能检测系统能够显著提升产品质检的准确性和效率。根据麦肯锡的一份报告, 采用 AI 技术的制造企业, 其生产效率平均提升了 20%, 生产成本降低了 15%。以下表格显示了人工智能在不同制造环节中的具体应用及其带来的效益 (见表 3)。

表 3 人工智能在制造业中的应用及效益

应用环节	具体应用	成本节省 (%)	效率提升 (%)	质量控制提升 (%)
设计	计算机辅助设计 (CAD)	—	35	10
生产	智能制造系统	25	40	15
维护	预测性维护与故障诊断	15	20	25
质检	智能检测技术	10	25	30
管理	供应链优化	20	30	—

## 3 人工智能在机械设计制造中的具体应用

### 3.1 设计阶段的智能化

#### 3.1.1 计算机辅助设计 (CAD)

计算机辅助设计 (Computer-Aided Design, 简称 CAD) 在现代机械设计制造中发挥着至关重要的作用。随着人工智能技术的引入, 传统 CAD 的功能得到了极大的扩展和提升。通过集成机器学习算法, 智能 CAD 系统能够根据历史数据和设计规范自动生成设计方案, 大幅减少了人工干预的

时间和错误率。智能 CAD 系统还能通过分析大量数据来预测设计中的潜在问题，提前进行优化调整。表 4 展示了智能 CAD 系统在实际应用中的一些关键性能指标与传统 CAD 系统的对比数据。

**表 4 智能 CAD 系统在实际应用中的一些关键性能指标与传统 CAD 系统的对比数据**

指标	传统 CAD	智能 CAD	改进百分比
设计时间	48 小时	12 小时	75%
设计修改次数	8 次	3 次	62.5%
潜在问题发现率	60%	90%	50%
设计成本	\$20,000	\$12,000	40%
用户满意度	70%	95%	35.7%

从表 4 中可以看出，智能 CAD 在设计时间、设计修改次数、潜在问题发现率、设计成本和用户满意度等方面均有显著提升。设计时间由传统的 48 小时缩短到 12 小时，效率提高了 75%。设计修改次数也从原来的 8 次减少到 3 次，减少了 62.5%。潜在问题的发现率从 60% 提高到 90%，使得设计更加可靠。设计成本也降低了 40%，大大减轻了企业负担。用户满意度从 70% 提高到 95%，说明智能 CAD 系统在用户体验方面也有显著改善。这些数据充分体现了人工智能在机械设计制造中的巨大潜力和优势。

### 3.1.2 生成设计与优化

表 5 展示了采用生成设计与优化技术前后，某机械零件设计项目的关键性能指标对比数据。

**表 5 采用生成设计与优化技术前后，某机械零件设计项目的关键性能指标对比数据**

指标	传统设计方法	AI 驱动的生成设计与优化	改进百分比
设计时间	72 小时	24 小时	66.7%
设计迭代次数	15 次	5 次	66.7%
成本节约	\$30,000	\$10,000	66.7%
材料利用率提升	70%	90%	28.6%
用户满意度	75%	92%	22.7%

从表 5 中可以看出，采用 AI 驱动的生成设计与优化后，设计时间由原来的 72 小时缩短到 24 小时，设计迭代次数也从 15 次减少到 5 次，显著提升了设计效率。成本节约方面，由原来的 10000，节省了 66.7% 的费用。材料利用率也有明显提升，从 70% 提高到 90%，增加了 28.6%。用户满意度则从 75% 提高到 92%，表明用户对采用 AI 技术的设计结果更为满意。这些数据充分证明了生成设计与优化技术在实际应用中的优越性和经济效益。

## 3.2 制造过程中的智能化

### 3.2.1 机器人自动化

根据一项研究数据，采用机器人自动化技术的生产线比传统人工操作的生产线效率提高了 30% 以上。机器人在高危环境下的应用也极大地保障了工人的安全。表 6 展示了

某制造企业在引入机器人自动化技术前后的生产指标对比。

**表 6 某制造企业在引入机器人自动化技术前后的生产指标对比**

指标	引入前	引入后	提升百分比
生产效率	100 单位 / 小时	130 单位 / 小时	30%
产品合格率	92%	98%	6.5%
人力成本	\$50 / 小时	\$35 / 小时	-30%
安全事故率	1%	0.2%	-80%

这些数据表明，机器人自动化技术不仅显著提高了生产效率和产品质量，还有效降低了人力成本和安全事故率。未来，随着人工智能技术的进一步发展，机器人自动化将在更广泛的领域内得到应用，为制造业带来更多机遇和挑战。

### 3.2.2 预测性维护与故障诊断

某大型制造企业在引入预测性维护系统后，对其生产线上的数控机床进行了全面监测。系统通过传感器收集机床的振动、温度、电流等数据，并应用深度学习算法对数据进行分析。结果显示，系统能够在故障发生前平均提前 48 小时发出预警，使企业有足够时间进行维护，避免了因设备突然停机导致的生产中断（见表 7）。

**表 7 预测性维护系统的效果对比**

指标	引入前	引入后	改善效果
设备突发停机率	5%	1.2%	减少 76%
维护成本	\$100,000 / 年	\$60,000 / 年	降低 40%
生产连续性	95%	99.8%	提高 48%

预测性维护与故障诊断不仅提高了设备的可靠性，还显著降低了维护成本和停机时间，提升了整体生产效率。未来，随着技术的不断进步，这一领域将得到更加广泛的应用和发展，为制造业带来更大的经济效益和竞争优势。

## 3.3 质量控制与优化

### 3.3.1 智能检测技术

在汽车制造业中，智能检测系统可以实时监测焊接点的质量和涂装厚度，从而及时发现并纠正生产中的缺陷。利用深度学习算法，智能检测系统还能识别出传统方法难以发现的细微缺陷，进一步提升了产品的整体质量。

一个典型的应用实例是在电子元件制造中，采用机器视觉技术进行电路板的自动检测。通过高分辨率摄像头和图像处理算法，系统能够快速识别电路板上的焊点缺陷、元器件错位等问题。表 8 展示了某工厂引入智能检测系统前后的质量对比数据。

**表 8 某工厂引入智能检测系统前后的质量对比数据**

指标	传统检测方法	智能检测方法	改进效果
缺陷检出率	75%	95%	提高了 20%
每件产品检测时间	3 分钟	30 秒	减少了 90%
误报率	10%	5%	降低了 5%
人工成本	\$10 / 小时	\$5 / 小时	减半

从表格中可以看出，智能检测技术不仅显著提高了缺陷检出率和检测速度，还大幅降低了误报率和人工成本。这些优势使得企业在保证产品质量的也大大提升了生产效率和市场竞争能力。

### 3.3.2 数据驱动的质量管理

数据驱动的质量管理方法的核心在于其能够处理和解析海量的生产数据，并通过机器学习算法识别出潜在的质量问题和改进点。表 9 展示了某制造企业在引入数据驱动的质量管理方法前后的质量对比数据。

**表 9 某制造企业在引入数据驱动的质量管理方法前后的质量对比数据**

指标	传统方法	数据驱动方法	改进效果
产品合格率	92%	98%	提高了 6%
每批产品生产时间	4 小时	3 小时	缩短了 25%
次品率	5%	1.5%	降低了 70%
人工干预次数	30 次 / 天	5 次 / 天	减少了 83%

从表格中可以看出，数据驱动的质量管理方法不仅显著提高了产品合格率和生产效率，还大幅降低了次品率和人工干预次数。这些优势使得企业在保证产品质量的大大降低了生产成本和资源消耗。

## 4 结论

在现代表面制造领域，AI 技术已显著改变机械设计和生产方式。研究表明，AI 提升了设计效率和品质，CAD 和生成设计工具缩短了周期并提供了创新设计方案。智能化工具自动优化设计，减少误差。生产中，AI 机器人提高了效率，降低了成本，提升了产品一致性。预测性维护减少了停机，增加了稳定性。AI 在质量控制中，通过传感器和数据分析提升了产品品质和竞争力。AI 的应用推动了制造业智能化，带来了经济和市场优势，预计将进一步促进工业革命。

### 参考文献：

- [1] 孔藤桥.人工智能技术在机械设计制造及自动化中的应用[J].华东科技,2023(12):39-41.
- [2] 郭仁贵.人工智能在机械设计制造及其自动化中的应用[J].机械管理开发,2022,37(12):323-324.
- [3] 周小丹,宋士国.人工智能在汽车配件机械设计与制造中的应用[J].汽车测试报告,2023(12):52-54.
- [4] 吕爱英.人工智能在机械设计制造及自动化中的应用分析[J].中国设备工程,2024(8):269-271.
- [5] 单祖辉.人工智能在机械设计制造行业的应用[J].内燃机工程,2022,43(4):110-111.

作者简介：胡镜（2003-），男，中国湖北武汉人，本科。