

# 人工智能技术在机械设计与制造中的应用

唐聚江 单宝喜

安徽中联重科智能农机装备有限责任公司, 安徽 芜湖 241002

[摘要]随着制造业逐步朝着智能化、信息化以及自动化方面实现转型升级,人工智能技术在机械设计与制造领域当中的应用变得日益普遍起来。围绕着人工智能技术所起到的核心作用、系统的应用形式以及关键的实施策略展开较为系统的分析,去深入探讨它在推动机械行业发生变革并且不断向前发展这一过程中所具有的潜在能力。经过分析可以明确,人工智能在提高机械设计制造的工作效率、降低相关的成本开支以及推动产业结构朝着更加优化的方向发展等方面都具备着十分重要的价值。与此像 BP 神经网络、模糊推理系统、自动识别技术还有专家系统等一系列的人工智能工具,在实际的应用过程当中都展现出了颇为显著的良好成效,这些成效涉及到了智能感知、自主决策以及过程优化等诸多不同的方面。在此情况之下,从产品设计环节、智能监控方面、故障诊断工作以及资源调度等多个不同的维度出发,提出了一些与制造行业发展状况相契合的应用策略,希望能够为机械制造的智能化升级进程给予相应的理论方面的有力支撑以及实践操作层面的有益参考。

[关键词]人工智能技术; 机械设计; 机械制造; 应用

DOI: 10.33142/ec.v8i5.16610

中图分类号: TP1

文献标识码: A

## Application of Artificial Intelligence Technology in Mechanical Design and Manufacturing

TANG Jujiang, SHAN Baoxi

Anhui Zoomlion Intelligent Agricultural Machinery Equipment Co., Ltd., Wuhu, Anhui, 241002, China

**Abstract:** With the gradual transformation and upgrading of the manufacturing industry towards intelligence, informatization, and automation, the application of artificial intelligence technology in the field of mechanical design and manufacturing has become increasingly common. A systematic analysis will be conducted around the core role played by artificial intelligence technology, the application forms of the system, and the key implementation strategies, in order to explore in depth its potential capabilities in promoting the transformation and continuous development of the machinery industry. After analysis, it can be clarified that artificial intelligence has significant value in improving the efficiency of mechanical design and manufacturing, reducing related costs, and promoting the development of industrial structure towards a more optimized direction. A series of artificial intelligence tools such as BP neural network, fuzzy reasoning system, automatic recognition technology, and expert system have shown significant and good results in practical applications, involving various aspects such as intelligent perception, autonomous decision-making, and process optimization. In this situation, starting from multiple dimensions such as product design, intelligent monitoring, fault diagnosis, and resource scheduling, some application strategies that are in line with the development status of the manufacturing industry have been proposed, hoping to provide strong theoretical support and useful practical reference for the intelligent upgrading process of mechanical manufacturing.

**Keywords:** artificial intelligence technology; mechanical design; mechanical manufacturing; application

### 引言

人工智能是当下技术革新极为重要的驱动力量,其正在广泛地渗透到传统制造产业当中,对机械设计与制造的流程以及体系加以重塑。在智能制造这样的大背景之下,传统机械制造面临着诸多挑战,像是效率不高、能耗偏高、响应不够灵活等等,迫切需要依靠人工智能来达成从粗放型朝着精细化、自动化、智能化的方向转变。近些年,像深度学习、神经网络、专家系统等人工智能的不同分支,在图像识别、工艺优化、自动控制等诸多方面都取得了颇为重要成果。

#### 1 人工智能技术在机械设计制造中的重要作用

##### 1.1 推动行业转型

人工智能技术的引入,正对机械制造行业的结构以及

运营逻辑产生着颇为深刻的影响,推动该行业从以往那种依靠经验来驱动的线性流程逐步朝着由数据驱动的智能生态化系统转变。在传统的模式之下,机械设计以及制造通常都得依靠工程师所具备的经验,还有长时间积累起来的工艺流程,对于数据往往缺乏那种深入去挖掘以及进行动态优化的能力。不过有了人工智能作为加持之后,在设计环节当中就能够借助算法达成结构拓扑方面的优化,参数也能够实现自适应的调整;而在制造的过程里,则可以实现智能排产,设备之间也能协同开展操作,如此一来便能够让设计的质量以及生产的效率都得到大幅度的提升。与此人工智能还对跨领域的技术融合发展起到了促进的作用,比如像智能机器人、物联网以及边缘计算等这些技

术的集成应用,进而构建起一个数据能够互通、资源可以共享的制造生态,由此推动制造企业完成数字化的转型并且实现智能化的升级。

### 1.2 降低人力成本

部分机械设计制造企业中,人工占比相对较大,甚至已经超出了原料成本费用,为企业发展造成沉重的经济压力。而在人工智能技术的应用中仅需通过提前完成程序编辑、指令输入的方式,在加入原料或零部件后,可按照设置参数和既定程序实现智能化设备的自动运作,在智能化机械设计制造体系中无须工作人员全天候固守岗位,系统会自动监管生产流程与质量,如果发现生产过程中出现设备故障或质量问题,则会及时向相关管理人员发出报警信息和通知,并精准定位故障位置,分析故障原因,提出解决方案,避免问题处理不及时或处理不当的进一步加剧。

### 1.3 优化工艺环节

人工智能技术凭借对大数据展开分析以及加以处理这一方式,切实提高了机械制造工艺所具有的精准程度以及稳定水平。在传统的工艺流程里面,各个生产节点之间存在着数据较为分散的情况,而且协同的工作效率也比较低下,如此一来便很容易出现工艺方面产生偏差、资源出现浪费以及产品存在不一致性的状况。在引入了人工智能之后,依据实时数据所具备的动态调整的能力就有了实现的可能性。比如说,借助神经网络针对历史工艺数据进行建模操作,能够对最佳工艺参数做出预测,进而达成自动调节的目的;模糊控制系统能够在存在多变量且有干扰因素的环境之下让生产过程保持稳定状态。智能算法还能够助力分析工艺瓶颈所在之处,去识别那些易损的零件、对切削路径予以优化以及对热变形这类关键问题加以控制,以此有效地提高产品的合格比率以及加工的稳定性,大幅度地优化整体的工艺质量。

## 2 人工智能在机械设计制造中的应用系统

### 2.1 BP神经网络在机械设计中的应用

BP神经网络属于典型的前馈神经网络范畴,它拥有自学习、自适应以及非线性建模方面的能力,在机械设计里的参数优化以及预测建模环节有着广泛的运用。在机械结构进行优化的那个过程里面,工程师经常会碰到多目标并且有多约束的情况,然而传统的解析办法往往很难把设计精度跟效率这两者都兼顾到。BP神经网络能够依据大量的历史设计数据还有仿真得出的结果,去构建起输入跟输出之间那种复杂的非线性映射关联,进而达成对结构强度、刚度、重量等这类性能指标展开预测以及优化的目的(见图1)。与此该网络还能够在初步设计的阶段给工程师给出设计方面的建议,以此来有效地缩减设计所花费的周期,并且降低试错所需要的耗费的成本。特别是在复杂曲面造型以及多学科集成设计这样的情况当中,BP神经网络的运用明显提升了机械系统所具有的智能化程度以

及自动化程度。

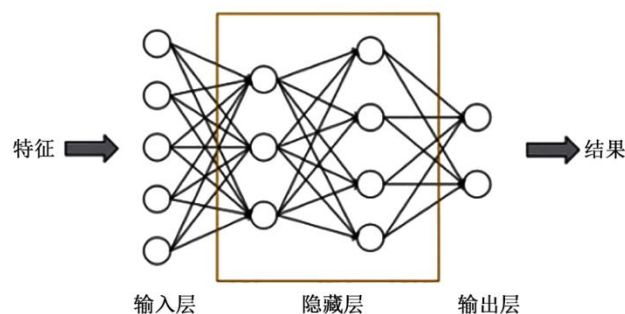


图1 BP神经网络系统结构示意图

### 2.2 模糊推理系统在工艺控制中的应用

模糊推理系统对于那些传统办法难以量化的不确定性以及模糊性问题而言是适用的,所以它在机械制造当中的工艺控制这一环节有着颇为重要的优势。在实际开展加工工作的过程当中,因为像材料的性质、设备所处的状态、环境的具体条件等等这些变量都存在着不确定性,所以生产系统往往会碰到那种难以量化的或者会出现突变的工况方面的变化情况。模糊推理系统借助于构建起基于模糊集合的知识库以及规则库,从而达成对工艺参数实施模糊评价并且进行动态调整的目的。比如说在数控加工的情况之下,可以根据当下切削力、温度、振动等这样一些模糊的信息,对进给速度还有主轴转速做出动态的调整,以此来保障加工的质量以及设备的安全。除此之外,模糊推理系统还能够和专家的经验相互融合起来,对规则的设计加以优化,让其拥有更强的适应能力以及普适性,进而提高整个制造系统的鲁棒性。

### 2.3 自动识别与机器视觉在制造检测中的应用

自动识别技术同机器视觉相结合,给机械制造环节里的自动化检测以及质量控制开拓出了全新的途径。以往的传统检测办法要依靠人工经验以及接触式的工具,如此一来,其效率不高,误差也比较大,而且很难契合高精度、大批量生产的相关需求。然而凭借图像处理以及模式识别方面的算法,机器视觉系统可以达成对工件表面缺陷、尺寸偏差、装配位置等各项参数的高效识别与准确判断,并且能够做到实时反馈以及数据记录。除此之外,像RFID还有二维码这类自动识别技术能够在生产线追踪、部件溯源以及工艺节点识别等方面发挥作用,进而实现全流程的可视化以及可追溯管理。这样一种具备高精度、高效率且是无接触式的检测方式,不但提升了产品的质量与一致性,而且还为智能工厂的构建给予了核心方面的有力支撑。

### 2.4 专家系统在智能决策支持中的应用

专家系统依据人工智能里的知识表示以及推理机制来打造,其可模拟人类专家于特定领域当中的判断和决策方面的行为,在机械制造环节,它主要用来辅助工艺挑选、参数设定以及故障诊断等事宜。凭借构建起包含诸多领域

知识还有专家经验的知识库,并且联合推理机展开逻辑推理的操作,专家系统在面临复杂且多变的生产状况之时,能够给出具备针对性的建议以及决策内容。就好比在零件加工的过程里面,专家系统能够依据材料的具体类型、设备所具备的能力以及加工精度方面的相关要求,去推荐最为优质的加工路径以及工艺参数;而在设备出现运行异常的情况之下,该系统同样可以迅速地识别出可能存在的故障源头,并且给出相应的排查建议,由此使得问题响应的效率以及处理的准确性都得到了大幅度的提升。专家系统的运用不但提高了制造流程的智能化程度,而且在某种程度上达成了知识经验的系统化积累以及传承的目标。

### 3 人工智能在机械设计制造中的关键应用策略

#### 3.1 智能产品设计与优化策略

在产品的设计阶段,人工智能技术依靠数据驱动以及算法优化达成设计流程的革新。设计人员借助深度学习和生成设计技术,依照功能需求、材料特性以及制造约束,能够快速生成多个设计方案,并且凭借仿真平台自动评估其性能的优劣情况,进而完成“设计—评价—优化”这一闭环迭代过程。而且,人工智能还可将市场反馈、用户偏好等外部数据融入设计流程当中,强化产品的个性化程度以及市场适应能力<sup>[1]</sup>。比如在汽车零部件设计方面,运用 AI 技术对事故数据以及使用习惯加以分析,能够反向对结构强度与安全性能进行优化,促使产品设计实现主动进化。这种基于 AI 的智能化设计,一方面极大地提高了设计效率,另一方面也推动了产品性能与质量的系统性提升。

#### 3.2 智能监控与数据感知技术

在制造执行进程当中,智能监控以及多源数据感知构成了达成实时调度和精准控制的关键环节。把传感器网络、物联网平台还有边缘计算节点加以集成部署,如此一来便能够实现针对设备状态、加工过程以及环境参数的全流程感知以及实时分析<sup>[2]</sup>。人工智能算法在这样的基础之上能够开展多维度数据融合以及异常检测方面的工作,从而精准地识别出生产环节当中的波动情况与各类风险。就好比说,借助振动分析可以识别出机床刀具出现的磨损状况,凭借热成像能够监测到焊接的质量情况,依据能耗数据则可预测设备运行时可能出现的异常状况。这样一种以感知、分析、反馈所形成的闭环为基础构建起来的智能监控系统,使得制造系统的可视化程度以及响应能力都得到了大幅度的提升,它无疑成为了智能制造体系建设方面的有力支撑。

#### 3.3 故障诊断与预测性维护方法

人工智能于故障诊断以及预测性维护方面的应用,切实提升了设备管理所具备的科学性与前瞻性。传统维修模式往往是以事后的响应作为主要方式,如此一来,常常致使设备故障进一步扩大,同时使得维修成本有所增加。借

助 AI 模型针对设备运行数据展开建模分析的操作,是能够达成对异常状态做到早期预警以及精准定位的效果的。就好比说,运用支持向量机(SVM)或者卷积神经网络(CNN)来分析电机的振动情况以及声波信号,便可以较为准确地识别出轴承出现的磨损问题又或者是不平衡的问题;结合长短期记忆网络(LSTM)对历史工况加以预测,还能够在一定程度上提前对维护时间以及备件需求做出规划安排。这样的策略一方面降低了故障发生的几率,另一方面也对运维资源的配置起到了优化的作用,从而为制造系统能够实现稳定且高效的运行给予了有力的保障。

#### 3.4 智能制造流程与资源调度管理

人工智能借助优化制造流程以及资源调度机制,达成了生产系统的柔性化与动态响应能力,大幅度提升了制造企业在复杂且多变环境里的适应性与竞争力。在传统制造模式当中,生产排程往往受到静态规则以及人为经验的限制,其调度效率不高,资源浪费情况较为严重,特别难以应对当前多品种、小批量以及快速交付的市场需求<sup>[3]</sup>。而人工智能技术的引入,特别是遗传算法、粒子群优化、蚁群算法以及强化学习等智能优化方法的综合运用,促使制造资源调度逐渐朝着自动化与智能化的方向发展(见表2)。

表2 智能资源调度算法分类及作用

| 智能优化算法     | 主要功能描述              | 典型应用场景              |
|------------|---------------------|---------------------|
| 遗传算法(GA)   | 模拟自然选择过程以寻找最优解      | 多工序复杂排程、产线任务分配优化    |
| 粒子群优化(PSO) | 模拟群体协作行为以快速逼近最优调度策略 | 订单优先级动态排序、能耗最小化调度   |
| 蚁群算法(ACO)  | 模仿蚂蚁路径选择行为解决组合优化问题  | 物流路径规划、零部件配送系统调度    |
| 强化学习(RL)   | 基于试错机制逐步学习最优调度策略    | 动态环境下的设备任务调度与故障恢复控制 |

依靠实时数据的采集与分析, AI 系统能够在复杂的装配线上针对产能分布、订单优先级、设备状态、人员配置等诸多维度的因素展开综合评判,并且自动生成最优的排程方案,达成产线任务负载的动态均衡、生产瓶颈的主动规避以及整体交付周期的最短化。这类智能调度系统还能够与 MES(制造执行系统)和 ERP(企业资源计划系统)深度融合,构建起一体化的决策支撑平台,在确保制造过程稳定性的前提下,提升系统的灵活性与可扩展性。人工智能在资源调度当中的应用不但提升了设备稼动率以及原材料利用率,而且还凭借对环境变化的快速感知与反馈,提高了企业对突发事件的响应速度,明显增强了生产过程的弹性与韧性。

### 4 结语

人工智能技术已然对机械设计与制造的传统模式产生了颇为深刻的改变,进而为达成高效能、高品质以及低能耗的智能制造体系给予了极为关键的支撑。仔细分析人工智能所起的核心作用、其中的关键系统以及相关的应用

策略能够发现,它在促使行业完成转型、对工艺流程予以优化、提高设计能力以及提升制造智能水准等方面呈现出十分广阔的前景。往后看,伴随技术不断地进行迭代更新并且制造场景持续地深度融合,人工智能于机械制造当中将会发挥出更为关键的重要作用。不过也要留意到,人工智能要有效落地实施,依旧依靠着数据方面的基础条件、系统的集成情况以及人才方面的有力支撑,这就需要各个方面协同合作一同去推进相关事宜。

#### [参考文献]

[1]郭思迪.人工智能技术在机械设计与制造中的应用[J].

大众标准化,2025(4):175-177.

[2]涂岐旭.机械设计制造中人工智能技术的应用[J].模具制造,2024,24(11):186-188.

[3]李嘉,周国梁.人工智能技术在机械设计制造中的应用研究[J].造纸装备及材料,2024,53(3):101-103.

作者简介:唐聚江(1987.8—),性别:男,毕业院校:山西农业大学,所学专业:机械设计制造及其自动化,当前职称:助理工程师;单宝喜(1985.6—),性别:男,学历:本科,毕业院校:青岛农业大学,所学专业:机械设计制造及其自动化,目前职称:中级工程师。