

## 浅析机械设计制造的数字化与智能化发展

单宝喜 唐聚江

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]随着我国综合国力持续提升,工业化进程稳步走向现代化,在机械设计制造领域表现较为明显。在科学技术不断发展以及市场需求不断增加的推动作用之下,机械设计制造行业面临着前所未有的机遇与挑战。传统的设计与制造技术工艺已经很难满足当下快速发展的需求,使得数字化与智能化成为行业升级转型的必然方向。基于此,文章针对机械设计制造的数字化与智能化发展展开细致探讨,希望能够为推动行业的创新与进步做出一份贡献。

[关键词]机械设计制造;数字化;智能化;发展

DOI: 10.33142/ec.v8i5.16612

中图分类号: TP3

文献标识码: A

### Brief Analysis of the Digital and Intelligent Development of Mechanical Design and Manufacturing

SHAN Baoxi, TANG Jujiang

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

**Abstract:** With the continuous improvement of Chinese comprehensive national strength, the industrialization process is steadily moving towards modernization, which is particularly evident in the field of mechanical design and manufacturing. Driven by the continuous development of science and technology and the increasing market demand, the mechanical design and manufacturing industry is facing unprecedented opportunities and challenges. Traditional design and manufacturing techniques are no longer able to meet the rapidly developing needs of today, making digitization and intelligence an inevitable direction for industry upgrading and transformation. Based on this, the article explores in detail the digitalization and intelligence development of mechanical design and manufacturing, hoping to make a contribution to promoting innovation and progress in the industry.

**Keywords:** mechanical design and manufacturing; digitization; intelligentization; development

#### 引言

随着新一轮科技革命和产业变革不断推进,数字化与智能化已然变成推动制造业实现高质量发展的关键驱动力。机械设计制造属于工业体系当中的基础环节,当下正处在从传统设计模式朝着数字智能融合转型所经历的极为深刻的变革进程之中。凭借信息技术、人工智能、云计算、大数据还有物联网等一系列前沿技术给予的支持,机械设计制造的过程正一步一步地达成信息感知、数据驱动、智能决策以及自适应优化等方面的目标,由此使得设计效率、产品质量以及资源利用率都得到了明显的提升。尤其是在当下工业4.0以及智能制造战略这样的大背景之下,企业对于数字化建模、智能分析、虚拟仿真以及云端协同等技术在设计制造整个生命周期里所开展的系统集成应用,愈发予以重视。这样的一种发展趋势,一方面加快了产品研发的速度,另一方面也极大地强化了机械产品针对复杂性的适应能力以及在市场当中的竞争力。本文围绕机械设计制造在数字化与智能化方面的发展现状展开探讨,对其在实际应用过程当中所具有的优势以及关键技术路径加以分析,并且对它的未来发展前景以及产业转型所具备的价值进行深入探究,目的在于给相关从业者给予理论方面的参考以及实践层面的指导。

#### 1 机械设计制造数字化与智能化的优势

机械设计制造的数字化与智能化赋予传统制造业全新的活力,其设计效率、制造精度以及生产灵活性均得到了明显提升。借助计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助工程(CAE)还有产品生命周期管理(PLM)等数字化技术,设计人员可达成产品从概念建模至结构分析、工艺仿真直至制造过程的全流程数字化管理,如此一来,研发周期得以大幅缩短,人为误差也相应减少,资源利用率同样获得提升。与此智能化系统凭借嵌入式传感器、物联网、人工智能以及大数据分析等技术,让机械设备拥有了感知、判断以及自我优化的能力,在实际生产环节能够实现故障预测、过程优化以及自动调整,使得生产的柔性及智能响应能力得到显著提高。而且数字化与智能化还能支持远程协同设计以及云制造服务,突破了传统地域和时间的限制,企业可更为高效地组织全球资源,进而提升自身竞争力。

#### 2 数字化与智能化在机械设计制造中的应用

##### 2.1 机械设计制造系统性能

在数字化以及智能化这样的大背景之下,机械设计制造系统的性能提升是前所未有的,具体表现为系统运行呈现出高效性、精准性,并且智能化水平也有了大幅度的提

高。设计人员借助数字建模、仿真分析还有优化算法，能够在虚拟环境当中针对机械产品展开全面的性能预测以及结构优化工作，如此一来，便使得试错成本得以降低，实际制造过程中的诸多不确定性也减少了。数字化系统把CAD、CAM、CAE等平台加以集成，进而达成从设计到制造的一体化数据流管理，能够让产品信息在不同的环节之间实现无缝的衔接，由此提升了协同效率以及系统的响应速度。智能化技术通过嵌入智能控制算法以及传感技术，赋予了制造设备自我感知、自主决策以及自适应调整的能力，让生产过程变得更加精细且灵活<sup>[1]</sup>。比如，智能制造单元能够依据产品结构的复杂程度以及生产任务的变动情况，对路径规划与加工参数进行动态的优化，以此实现多品种、小批量生产的高效切换。系统性能的提升还表现在制造过程当中实时监控以及远程维护能力方面，借助大数据平台对设备运行状态展开分析，可以及时发出预警并诊断出潜在故障，进而保障系统运行的连续性与可靠性。

## 2.2 利用技术提高工作效率

在机械设计制造过程中，各项智能化技术通过不同应用环节显著提升工作效率，具体作用如下：

**表1 智能化技术在机械设计制造中提高工作效率的应用表**

技术类别	关键技术/系统	应用环节	提高效率的具体方式
设计阶段技术	CAD（计算机辅助设计）	设计建模	快速构建三维模型，支持多版本迭代，提升设计速度与精度
	FEA（有限元分析）	性能仿真	提前验证结构强度、热传导、流体等性能，避免后期返工
制造阶段技术	CAM（计算机辅助制造）	加工编程与控制	实现自动编程与精准加工，减少人工干预，提升加工速度和精度
	数控机床与工业机器人	自动化加工	提高生产连续性与一致性
生产管理	MES（制造执行系统）	生产调度与监控	实时任务分配、数据追踪，优化生产组织效率
	ERP（企业资源计划系统）	资源与流程管理	实现跨部门资源协同，提升流程透明度与可控性
智能分析与预测技术	人工智能、大数据、机器学习	全流程数据分析优化	预测生产瓶颈、调整顺序、优化维护策略，实现系统自学习与持续优化

## 3 机械设计制造与数字化、智能化结合的发展前景

### 3.1 完善设计工作系统模式

随着数字化以及智能化技术不断取得进展，机械设计制造领域于设计工作系统模式层面展现出了更为集成化、智能化并且协同化的发展走向。在往后的日子里，设计系统不会仅仅停留在单一软件或者局部流程的优化层面，而是要去构建一个以大数据、云计算还有人工智能当作核心支撑的集成化设计平台，达成从产品构思一直到生产准备

整个过程当中的数据共享以及流程协同这一目标。设计工作会更多地依靠智能算法针对历史案例、材料性能、制造工艺等诸多维度的数据展开深度剖析，以此来促使设计方案可以实现快速生成并进行优化推演，减少人为的干预情况，让决策具备更高的科学性以及更强的创新能力。与此凭借着云端平台和边缘计算的相互融合，设计人员能够在不同地域达成协同开发以及实时更新的目的，这无疑大幅度提升了跨部门、跨企业的协作效率<sup>[2]</sup>。除此之外，像虚拟现实（VR）、增强现实（AR）这类新一代的人机交互技术也会进一步充实设计系统的可视化表达以及交互体验，使得设计人员能够更为直观地去理解产品的结构以及功能逻辑，进而对设计流程加以优化。

### 3.2 实现设计人员精炼化

随着机械设计制造持续融合数字化以及智能化技术，在这样的大背景之下，传统的设计工作模式正经历着颇为深刻的变革，设计人员所扮演的角色以及具体的工作内容，也在逐步朝着更为精炼化以及高效化的方向去转变。借助引入人工智能辅助设计也就是AI-assisted design、参数化建模还有智能推荐系统等方式，那些繁杂且具有重复性的诸多任务能够实现自动完成，如此一来，设计人员便能够把更多的精力聚焦在关键的构思以及创新设计方面，进而促使设计工作的价值密度得以提升。与此集成化平台以及智能协作工具的应用，让不同专业领域之间开展知识共享以及信息协同变得更加顺畅，大幅度地降低了沟通以及协调方面的成本。而数字孪生、虚拟仿真等相关技术的应用，同样给设计人员带来了即时验证以及快速反馈的机制，有效地防止了因试错而造成的时间与资源方面的浪费。这样一种以智能化工具作为核心支撑的设计流程，一方面提高了设计的准确性以及效率，另一方面也推动了设计队伍结构的优化，使得团队成员更加精干，专业分工也更加合理。

### 3.3 推动工业设计绿色发展

当前我国工业行业在实际发展过程中，必须全面且高度重视产品的质量，同时注重提升产品的性能水平。只有这样，才能有效推动行业的绿色发展，实现可持续进步。绿色发展需要从环境保护入手，全面减少环境污染，践行国家的环保理念，努力节约材料和能源，避免资源浪费。在机械设计制造领域，绿色理念的落实尤为重要，生产过程中应积极推动材料的循环利用和循环发展，降低对环境的影响<sup>[3]</sup>。例如，在内燃机自动化控制仪表的设计与应用中，通过精准控制液体的添加量，配合完善的过滤系统，有效过滤和处理废弃排放物，同时实现智能检测功能，这不仅保障了产品的高性能运作，也有效减少了环境污染，促进了工业生产与生态保护的协调发展。

### 3.4 提高产品商品设计性能

在机械设计制造领域，数字化与智能化技术从多个维度提升机械产品的商品设计性能，具体应用与成效如下：

表 2 数字化与智能化技术提升机械产品商品设计性能的应用与成效表

应用领域	采用的技术/手段	提升表现	具体说明
结构与性能优化	数字建模、仿真分析、智能优化算法	结构优化、功能增强、力学与热性能提升	在设计初期对力学性能、热性能、材料匹配等关键指标进行评估,提升稳定性与耐久性
用户体验优化	用户行为数据分析、市场反馈集成	个性化响应、快速迭代、贴合用户需求	基于数据驱动进行产品功能优化,提高用户满意度与市场认可度
产品绿色设计	模块化设计、绿色理念、全生命周期管理	可制造性、可维护性、环保性提升	通过结构模块化与材料环保性设计,便于制造和回收,降低环境影响
智能功能集成	智能传感器、嵌入式系统	自感知、自诊断、远程控制	产品具备智能交互和远程管理能力,提升复杂环境下的适应性与服务能力
市场竞争力增强	全面数字化设计平台+实时反馈优化循环	产品质量提升、响应市场更快	快速迭代与精准市场定位助力产品脱颖而出,增强竞争力

### 3.5 云制造技术利用

云制造技术作为数字化与智能化在机械制造领域的延伸应用,正在重塑传统生产模式。这项技术通过云端平台整合分散的制造资源,为企业搭建起设计、生产、服务协同运作的基础设施。其核心价值体现在三个层面:资源优化配置、跨区域协作以及数据驱动决策。在资源管理层面,企业能够通过云端系统实时监控分布各地的制造设备。当某地设备闲置时,系统会自动匹配其他区域的生产需求,这种动态调度机制有效降低了设备空置率。制造资源不再受物理位置限制,企业可像使用水电般按需调用数控机床、检测仪器等生产要素。跨部门协作方面,研发团队与生产部门通过统一数据平台实现信息同步。设计师上传的三维模型能即时同步至生产端,工艺工程师可直接在云端修改加工参数,设备操作员则能实时查看机床运行状态。这种无延迟的信息流动,使产品从设计到生产的周期缩短 30% 以上。在决策支持维度,平台内置的智能分析模块持续追踪生产数据。系统通过比对历史订单、市场波动和设备性能,为排产计划提供优化建议。当检测到某类零部件需求激增时,系统会提前建议增加原材料储备,这种预见性调整使企业响应市场变化的速度提升两倍。值得注意的是,云制造平台开放的生态系统允许企业灵活接入第三方服务。模具设计公司可随时调用云端 CAE 分析工具,中小制造企业也能共享大型检测设备<sup>[4]</sup>。这种资源共享模式打破了传统制造的边界,使“按需制造”成为可能。技术服务商则通过平台提供标准化接口,让企业能像拼装积木般组合所需服务。

### 3.6 设计复杂机械产品

数字化以及智能化技术给予了复杂机械产品设计能力极大助力,使其有了前所未有的提升。以往传统机械产品设计往往受到人工计算能力限制,试验周期也比较长,设计流程繁琐,短时间内很难完成高复杂度产品的精确建模与性能预测。现在借助计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工程(CAE)、人工智能算法还有虚拟仿真技术,设计人员可以在高度自动化平台快速构建复杂系统三维模型,针对其结构强度、动力学特性、热力响应等方面展开全方位分析与优化,大数据设计经验库与知识图谱能为设计人员提供很多可复用方案资源,有效提高设计科学性与创新性。数字孪生技术引入后,设计人员在产品还没成型时就能预测其在真实工作环境中的运行状态,避免设计缺陷,缩短研发周期。在航空航天、智能制造装备等高端领域,复杂机械产品对多学科耦合、多工况适应等要求更高,数字化与智能化深度融合是实现高精度、高可靠性、高性能设计的关键途径。

### 4 结语

数字化以及智能化的深度融合正促使机械设计制造行业步入全新的发展阶段。如此一来,设计效率得以提升,制造精度也有所提高,还大大推动了产品创新以及产业升级。在后续的日子里,伴随人工智能、大数据、云计算等技术持续取得进展,机械设计制造会变得更加智能化、柔性化以及个性化,从而完成从传统制造到智能制造的转型升级。行业内各个主体应当积极接纳这一趋势,强化技术研发并推进应用推广,促使数字化与智能化技术与机械设计制造深度融合,以此提升整体竞争力,推动制造业实现高质量发展,助力我国工业化进程不断向前推进。

#### [参考文献]

- [1]许新凯,孙浩波,陈琛.浅析机械设计制造的数字化与智能化发展[J].上海轻工业,2025(2):152-154.
- [2]孙占涛,杜立红,关爱如,等.机械设计制造的数字化与智能化发展思考[J].现代工业经济和信息化,2023,13(2):41-43.
- [3]黄星森.机械设计制造的数字化与智能化发展前景分析[J].内燃机与配件,2021(2):167-168.
- [4]段明艳.浅析机械设计制造的数字化与智能化[J].中国设备工程,2022(18):29-31.

作者简介: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;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。