

## 机电一体化技术在智能制造中的应用

张 锴, 骆海潮, 文 超, 金 航

北京航天万源科技有限公司 北京

**【摘要】**机电一体化技术是现代制造业的重要组成部分, 通过将机械与电子技术集成, 为智能制造提供了基础。本文探讨了机电一体化技术的基本原理, 包括机电系统的构成、控制系统的设计、信息传输与处理以及传感器和执行器的集成。同时, 也介绍了机电一体化技术在智能制造中的多方面应用, 如生产线自动化、产品设计与优化、设备维护与监控以及供应链与物流管理。最后, 本文讨论了机电一体化技术对智能制造的影响及未来发展趋势, 特别是在提高生产效率与质量、降低生产成本和推动制造业的转型升级方面的重要作用。

**【关键词】**机电一体化; 智能制造; 生产线自动化

**【收稿日期】**2023 年 10 月 20 日 **【出刊日期】**2023 年 12 月 12 日 **【DOI】**10.12208/j.jeea.20230028

### Application of mechatronics technology in intelligent manufacturing

*Kai Zhang, Haichao Luo, Chao Wen, Hang Jin*

*China Aerospace Science and Technology Corporation, Beijing*

**【Abstract】** Mechatronics technology is an important part of modern manufacturing industry, through the integration of machinery and electronic technology, it provides a foundation for intelligent manufacturing. This paper discusses the basic principles of mechatronics technology, including the composition of the electromechanical system, the design of the control system, information transmission and processing, and the integration of sensors and actuators. At the same time, it also introduces the application of mechatronics technology in intelligent manufacturing, such as production line automation, product design and optimization, equipment.

**【Keywords】** Mechatronics integration; Intelligent manufacturing; Production line automation

### 引言

随着第四次工业革命的推进, 机电一体化技术成为推动智能制造发展的重要力量。通过将机械技术与电子技术紧密结合, 机电一体化技术为制造业的自动化和信息化提供了强有力的技术支持。它不仅能实现生产过程的智能化和优化, 还能通过实时监控和数据分析, 为企业提供更高效、灵活和可靠的制造解决方案。

本文旨在深入探讨机电一体化技术的基本原理, 以及它在智能制造中的多方面应用。同时, 我们也将探讨机电一体化技术对智能制造的影响及未来发展趋势, 为制造业的持续创新和升级提供参考。

### 1 机电一体化技术的基本原理

#### 1.1 机电系统的构成

机电系统是一个将机械与电子技术相融合的综

合体, 它融合了机械设计、电子工程和计算机科学等多方面的知识。在机电系统中, 机械组件负责执行基本的物理操作, 如移动、旋转或者提升负载, 而电子设备和控制软件则负责指导这些机械组件如何运动以完成特定的任务。机电系统的核心是其控制单元, 它通常由微处理器或者可编程逻辑控制器 (PLC) 构成, 负责处理来自传感器的输入信号, 并根据预定的逻辑规则或者控制算法生成对执行器的控制信号<sup>[1]</sup>。通过这种方式, 机电系统能够实现对机械组件的精确控制, 以满足各种应用需求。例如, 在一个自动化生产线上, 机电系统可以控制机器人手臂的运动, 以实现精确的装配或者搬运作业。此外, 通过集成先进的通信技术, 机电系统可以与外部网络连接, 实现数据的实时传输和远程监控, 从而提升系统的智能化水平。

### 1.2 控制系统的设计

一个好的控制系统应该能够实现对机械组件的精确控制, 同时也能够快速响应外部环境的变化。在设计控制系统时, 工程师需要考虑多方面的因素, 包括控制算法的选择、传感器和执行器的配置以及系统的安全与稳定性等。控制算法是控制系统的核心, 它决定了系统对输入信号的响应方式。常见的控制算法包括比例-积分-微分 (PID) 控制、模糊控制和神经网络控制等<sup>[2]</sup>。传感器和执行器的配置也非常重要, 它们分别负责收集系统的状态信息和执行控制指令。为了确保系统的安全与稳定性, 工程师还需要考虑系统的故障诊断和容错设计, 以及实时监控和维护等方面的问题。

### 1.3 信息传输与处理

在机电系统中, 传感器负责收集各种状态信息, 如温度、压力和位置等, 而控制单元则负责处理这些信息, 并根据控制算法生成相应的控制信号。信息的传输和处理需要高速、高效和可靠的通信网络, 以确保系统能够快速响应外部环境的变化。现代的机电系统通常采用工业以太网、现场总线或者无线通信技术来实现信息的传输。同时, 通过采用先进的数据处理和分析技术, 如大数据分析和机器学习等, 机电系统能够从大量的数据中提取有价值的信息, 以实现更智能和高效的控制<sup>[3]</sup>。

### 1.4 传感器和执行器的集成

传感器和执行器是机电系统中的重要组成部分, 它们分别负责收集系统的状态信息和执行控制指令。在机电一体化技术中, 传感器和执行器的集成是实现系统智能化的关键。通过集成传感器和执行器, 机电系统能够实现对机械组件的实时监控和精确控制。例如, 传感器可以实时监测机械组件的位置、速度和负载等参数, 而执行器则可以根据控制信号调整机械组件的运动状态。此外, 通过集成先进的通信技术和控制算法, 传感器和执行器可以与外部网络连接, 实现数据的实时传输和远程控制, 从而提升机电系统的智能化和自适应能力。

## 2 机电一体化技术在智能制造中的应用

### 2.1 生产线自动化

机电一体化技术在生产线自动化中的应用体现了其对于智能制造的重要贡献。通过将移动机器人与生产线集成, 机电一体化技术能够实现制造过程

的自动化, 从而提高生产效率和质量。例如, 一个基于移动机器人的生产线能够实现制造过程和先进技术的集成, 为未来的工程人员提供实践实验的机会。在汽车生产线的案例中, 通过应用数字孪生技术, 实现了商业生产线效率的 6.01% 提高和停机时间的 87.56% 的降低, 如图 1。另外, 智能自动化生产线控制系统的设计和实施, 使得制造业能够快速适应市场的变化, 满足日益增加的定制需求。多功能的机电技术在生产线的集成, 实现了装配、拆卸和维修等多种任务的自动化。



图 1 生产线

### 2.2 产品设计与优化

机电一体化技术在产品设计与优化方面的应用显示了其对于快速产品开发的支持。通过系统性的优化设计方法, 机电一体化技术可以解决复杂机电产品设计中的多种挑战, 包括设计参数的多样性和关键性能指标的多目标优化。在一个案例研究中, 机电方法被有效地应用于设计传统的消费产品, 例如 Spengler Cardiovascular Lab 的设计, 该项目涉及电子、机械和软件系统的集成。此外, 机电系统的整体优化可以加速产品开发周期, 使得结构动力学、振动控制和能量流的参数研究成为可能。机电技术可以通过案例研究的方式, 展示如何使产品和系统更加灵活、响应和功能丰富。

### 2.3 设备维护与监控

机电技术在设备维护与监控领域的应用, 不仅限于传统的维修方法, 而是通过实时数据分析和预测性维护, 实现对设备性能的持续监控和优化。例如, 通过集成传感器和执行器, 机电系统可以实时监测设备的运行状态, 如温度、压力和振动等, 从而及时发现潜在的问题。同时, 通过分析历史数据和运行趋势, 机电技术可以预测设备可能出现的故障,

从而提前采取维修或维护措施, 避免生产中断。此外, 通过连接到云平台和利用先进的数据分析工具, 机电技术可以实现设备的远程监控和维护, 为企业提供更高效和可靠的维护解决方案。通过这些方法, 机电技术为设备的维护与监控提供了有效的支持, 从而确保生产的稳定和效率。

#### 2.4 供应链与物流管理

机电一体化技术在供应链与物流管理方面具有广泛的应用前景, 能够为企业提供更创新和优化的解决方案。例如, 通过集成先进的传感器和控制系统, 机电技术可以实现物流过程的实时监控和优化, 从而提高效率、降低成本。同时, 通过应用机电技术, 企业可以实现供应链的数字化和智能化, 从而提高供应链的透明度和响应速度。此外, 机电技术还可以通过自动化和智能化的仓库管理系统, 实现库存的精确控制和优化, 从而降低库存成本和提高物流效率。通过这些方法, 机电一体化技术为供应链与物流管理提供了有效的支持, 为企业创造了新的价值。同时, 随着技术的不断进步, 未来机电一体化技术将在供应链与物流管理领域发挥更加重要的作用, 为企业提供更多创新和优化的机会。

### 3 机电一体化技术对智能制造的影响及展望

#### 3.1 提高生产效率与质量

机电一体化技术通过实现生产过程的自动化和信息化, 显著提高了生产效率和产品质量。传感器和执行器的集成使得实时监控和精确控制成为可能, 而先进的控制系统和数据处理能力进一步优化了生产流程。例如, 智能制造生产线的自动化不仅加速了生产速度, 还通过精确控制和实时监控降低了缺陷率和废品率。此外, 通过数字孪生技术和实时数据分析, 企业能够实时监控和优化生产过程, 从而确保产品质量的稳定和提高。机电一体化技术在智能制造中的应用, 通过集成机械和电子技术, 显著提升了生产效率、减少了劳动消耗、降低了生产成本、提高了加工精度, 并增强了企业的竞争力, 推动了智能制造业的健康发展。机电一体化技术的最大优势在于其适应性和效率, 它能够在制造过程中快速调整, 使得原型设计、Beta 测试和全面生产的准备时间大大缩短, 从而提高了生产效率和产品质量。在一个针对 250 名机电控制人员的调查和分析中发现, 机电智能化控制能够提高质量、安全和效率, 他们

的满意度超过 90%。

#### 3.2 降低生产成本

机电一体化技术通过优化生产流程和资源利用, 有效降低了生产成本。自动化和智能化的生产线减少了人工成本和操作错误, 同时通过优化生产流程和节能技术降低了能源和材料成本。例如, 企业能够实现生产过程的精益化和节能化, 从而降低生产成本和提高利润率。机电一体化技术的应用可以有效降低劳动消耗, 通过减少人力资源投资来降低生产成本。这一点在智能制造的背景下尤为重要, 因为它能够通过自动化和优化生产流程来减少对人力的依赖。通过信息分析和数据处理来改善生产过程, 从而减少原材料的浪费和降低材料成本。例如, 通过实时监控和精确控制, 企业可以减少废品率和缺陷率, 从而减少材料成本。通过应用节能技术和优化生产流程, 机电一体化技术能够帮助企业降低能源成本。例如, 通过实时监控和数据分析, 企业可以实时调整生产参数, 从而降低能源消耗。机电一体化技术能够通过优化生产流程和提高生产效率来降低单位产品的生产成本。例如, 通过减少生产过程中的停机时间和故障, 企业可以提高生产效率, 从而降低生产成本。自动化和智能化的生产线能够减少操作错误和避免不必要的成本。通过应用机电一体化技术, 企业能够实现生产过程的精益化和节能化, 从而降低生产成本和提高利润率。在某些实际应用案例中, 通过应用机电一体化技术, 企业能够实现生产过程的精益化和节能化, 从而降低生产成本和提高利润率。通过以上几点, 我们可以看出, 机电一体化技术通过优化生产流程和资源利用, 以及应用节能技术和减少人工成本, 有效地降低了生产成本。同时, 通过实时监控和数据分析, 企业能够进一步优化生产过程, 从而确保在降低成本的同时, 还能保持或提高产品的质量。

#### 3.3 推动制造业的转型升级

机电一体化技术是推动制造业向智能制造转型升级的重要力量。通过集成先进的控制系统、传感器和执行器, 以及应用大数据和人工智能技术, 机电一体化技术促进了制造业的数字化、网络化和智能化。例如, 通过应用机电一体化技术, 传统制造企业能够实现生产过程的自动化和信息化, 从而提高生产效率和产品质量, 满足定制化和个性化生产的需求,

推动制造业的转型升级。

### 3.4 未来发展趋势及挑战

随着技术的不断进步和市场需求的变化, 机电一体化技术将面临新的发展机遇和挑战。未来, 机电一体化技术将进一步推动制造业的智能化和自适应能力, 使得制造过程更加高效、灵活和可靠。同时, 新的技术和应用, 如物联网、5G 通信和边缘计算等, 将为机电一体化技术的发展提供新的可能。然而, 技术的快速发展也带来了新的挑战, 如安全和隐私问题、技术标准和规范的缺乏, 以及高技术门槛和高投资成本等, 这些因素将影响机电一体化技术在智能制造中的应用和推广。

### 4 结束语

机电一体化技术在智能制造中的应用不仅可以提高生产效率和质量, 而且还可以降低生产成本, 为制造业的持续发展提供了重要的技术支持。通过不断的技术创新和应用推广, 机电一体化技术将为制造业的未来发展打下坚实的基础。

### 参考文献

- [1] 岑曦. 提质培优视域下机电一体化技术在智能制造中的应用策略研究[J]. 中国设备工程, 2023(19):34-36.
- [2] 陈鹏举. 基于智能控制的机电一体化技术应用与展望[J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(08):71-73.
- [3] 李月芳, 蒋庆斌. “人工智能+制造”背景下高职机电一体化技术专业群建设研究[J]. 中国职业技术教育, 2023(23): 55-61.
- [4] 高露. 机电一体化技术在智能制造中的实践运用[J]. 电子测试, 2022(000-008).
- [5] 李杨. 机电一体化技术在智能制造中的应用[J]. 时代汽车, 2020(21):2.

**版权声明:** ©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**