

# 机电一体化技术在汽车智能制造的应用分析

杨准正

江铃汽车股份有限公司 江西南昌 330006

**摘要:** 当前汽车产业正加速向智能化、高精密化转型,传统制造模式在生产效率、安全管控及环保性上的短板日益凸显。本文以机电一体化技术在汽车智能制造中的应用为研究对象,深入分析该技术的核心构成、典型应用场景及现存技术瓶颈,提出通过提升传感器灵敏度、优化技术弹性、强化数据安全防护等解决方法,为增强汽车制造精度、降低能耗及保障行驶安全提供实践参考,助力汽车产业突破发展瓶颈,实现高质量转型。

**关键词:** 机电一体化技术;汽车智能制造;核心技术构成;典型应用场景;发展趋势

## 引言

“中国制造2025”战略与全球汽车产业智能化浪潮的双重驱动下,汽车制造已从传统规模化生产转向个性化、高精密化与绿色化发展。当前,传统制造模式存在生产周期长、加工误差大、安全管控不足且能耗较高等问题,难以满足消费者对汽车安全性、舒适性的需求,也无法适配新能源汽车与智能网联汽车的制造需求。机电一体化技术融合机械工程、电子信息、传感检测与智能控制技术,成为破解汽车智能制造痛点的关键。因此,深入研究该技术在汽车智能制造中的应用,对推动行业技术革新与效益提升具有重要现实价值。

## 一、核心技术构成

### (一) 机械系统与智能控制集成

在汽车智能制造对机械系统运行精度、响应速度及功能适配性提出更高要求的背景下,机械系统与智能控制的集成成为实现设备高效协同与工艺优化的核心支撑。这一集成并非简单的技术叠加,而是通过将精密机械结构与智能控制算法深度融合,构建起具备自适应调节能力的执行体系,例如在汽车传动系统中,借助滚珠丝杠、线性导轨等精密传动部件实现动力的高效传递,同时依托计算机软件对变速箱进行实时变速控制,使汽车动力系统能够根据行驶工况完成无缝切换,既保证了动力输出的稳定性,又降低了传统机械调节中的能量损耗<sup>[1]</sup>。此外,在汽车制动、转向等关键系统中,智能控制技术还能根据机械部件的运行状态动态调整控制策略,比如通过矢量调节抑制机械振动,延长系统使用寿命,同时让机械系统的动作更贴合汽车智能制造中对精度和安全

性的双重需求,实现机械性能与控制效率的同步提升。

### (二) 传感检测与信息处理融合

考虑到汽车智能制造过程中需实时捕捉设备运行状态、环境变化及产品加工精度数据,并将这些数据转化为精准控制指令以保障生产与行驶安全,传感检测与信息处理的融合成为连接物理设备与智能决策的关键纽带。传感检测技术能够对汽车制造及行驶过程中的多类物理参数进行全面捕捉,包括电流、电压等设备运行参数,车速、姿态、轮胎状态等车辆行驶参数,以及障碍物距离等环境参数,这些参数通过现场总线或工业以太网实时传输至信息处理模块。信息处理模块则通过滤波、压缩及时间同步等技术对数据进行深度整合,例如在激光测距雷达系统中,信息处理模块会对传感数据进行分析以判断车辆与障碍物的安全距离,若超出安全范围则触发报警机制;在自动变速器控制中,信息处理模块还能结合传感数据通过算法优化换挡逻辑,确保换挡时机的精准性,避免信息交换过程中出现延迟或系统瘫痪,为汽车智能制造的高效与安全提供数据支撑。

### (三) 故障诊断与动态调控技术

面对汽车智能制造系统中设备复杂程度提升、故障类型多样化及故障处理时效性要求提高的现状,故障诊断与动态调控技术成为维持系统连续稳定运行、降低停机损失并保障产品质量的重要保障。故障诊断技术通过实时监测系统运行参数,对参数异常情况进行分析判断,精准识别故障的种类与类别,例如在汽车自动变速器运行中,该技术能检测出隐藏的安全隐患,无需人工逐一排查即可定位问题根源,同时将故障信息及时反馈至相关维护环节并进行详细记录,为后续系统维护管理及同

类故障预防提供依据。动态调控技术则基于故障诊断结果或实时工况变化调整系统运行参数，比如当检测到汽车制动系统存在参数偏差时，会动态调节制动力度以避免安全风险<sup>[2]</sup>；在生产过程中若出现加工参数波动，也能通过动态调控修正设备运行状态，确保加工精度与生产效率，实现故障处理与系统优化的协同推进，减少故障对汽车智能制造流程的影响。

## 二、典型应用场景

### （一）汽车关键系统技术应用

在汽车智能制造体系中，关键系统的性能表现直接关系到整车的安全品质与驾驶体验，机电一体化技术通过对机械结构与智能控制的深度整合，为汽车关键系统的升级提供了核心技术支撑，推动传统机械系统向精准化、智能化方向转型。汽车防抱死制动系统依托机电一体化技术，实时捕捉车辆姿态、减速幅度、车速及轮胎运行状态等参数，通过智能算法对这些参数进行快速处理与动态调节，有效避免制动过程中出现跑偏或抱死现象，显著提升行车安全系数<sup>[3]</sup>。自动变速器则借助机电一体化技术整合传感器与控制模块，持续监控汽车运行过程中的动力参数，结合算法优化换挡逻辑，实现动力系统的无缝切换，既减少了动力传输过程中的损耗，又提升了挡位切换的平顺性，保障车辆行驶的稳定性。激光测距雷达系统作为辅助驾驶的重要设备，通过机电一体化技术将中央处理系统与传感系统相连，实时识别车辆周边障碍物分布情况，尤其针对驾驶视觉盲区进行精准探测，为驾驶员提供全面的环境信息以辅助安全决策。不过当前传感技术在复杂天气或恶劣环境下仍存在短板，可能出现障碍物识别延迟或精度偏差，难以完全消除视觉盲区带来的潜在风险，对关键系统的安全保障作用形成一定制约。

### （二）智能机器人生产作业

在汽车智能制造的高强度、高精度生产场景中，智能机器人凭借机电一体化技术的赋能，逐步替代传统人工完成焊接、装配、涂装等重复性强、技术要求高的工序，成为提升生产效率、降低人力成本并减少环境干扰的重要力量。智能机器人通过内置的智能控制单元与外部传感设备，对生产过程中的各类信息进行全面筛选与精准判断，在汽车车身焊接环节，可实现多轴协同运动，精准控制焊接轨迹与焊接力度，确保焊点的一致性与牢固性，同时避免人工操作中因疲劳或经验差异导致的质量波动。在零部件装配环节，智能机器人能够根据预设

程序与实时反馈的参数，灵活调整装配力度与角度，适配不同型号汽车的零部件装配需求，有效缩短生产流程周期。此外，智能机器人在恶劣生产环境中可稳定作业，减少粉尘、有害气体等对操作人员的健康影响。但当前智能机器人在面对多品种、小批量的柔性生产需求时，技术弹性仍显不足，工艺切换过程中需要较长时间调整程序与参数，难以快速响应生产计划的动态变化，一定程度上限制了其在柔性制造场景中的应用效果。

### （三）人机一体化协同制造

在汽车智能制造向柔性化、个性化方向发展的背景下，人机一体化技术作为机电一体化重要分支，通过将智能系统、信息系统与制造设备的深度融合，打破了传统制造中人与机器的独立作业模式，构建起高效协同的生产体系。操作者可借助智能终端设备获取生产过程中的实时数据，包括设备运行参数、零部件加工精度、生产进度等信息，结合工业生产的实际需求对这些数据进行整理与分析，制定科学的生产计划，同时通过调节机器的运行范围与核心参数，使机器动作更贴合具体工艺要求。在汽车发动机零部件加工环节，操作者可通过人机交互界面实时监控机床的切削速度与压力参数，当加工参数出现微小偏差时，及时通过智能控制模块调整机器运行轨迹，确保零部件加工精度符合标准。在生产计划临时调整时，人机一体化系统能够快速传递调整指令，使机器与操作者同步适应新的生产任务，减少因信息不对称导致的生产停滞。然而当前人机交互过程中仍存在指令传递连贯性不足的问题，机器对操作者实时需求的响应不够灵活，部分场景下难以根据操作者的经验判断动态调整运行策略，影响了协同作业的整体效率<sup>[4]</sup>。

### （四）系统监控与安全防护

在汽车智能制造过程中，系统的稳定运行与数据安全是保障生产连续性、产品质量及企业核心利益的关键，机电一体化技术通过构建全方位的系统监控与安全防护体系，实现对制造全流程的实时管控与风险预警。系统监控模块能够对工艺系统和制造系统的运行状态进行持续追踪，借助传感技术捕捉电流、电压、角速度、动量等各类物理参数，通过信息处理模块对这些参数进行整合与解读，及时识别设备运行中的异常波动，避免因设备突发故障导致的生产中断。在汽车底盘加工环节，监控系统可实时追踪机床的加工精度与运行负荷，确保每一道工序都符合工艺标准，减少因设备参数异常导致的零部件报废<sup>[5]</sup>。同时，随着汽车智能制造对数据依赖度

的提升, 数据安全防护成为系统防护的重要内容, 通过构建信息保护系统与入侵检测机制, 抵御外部恶意攻击与非法访问, 保障生产数据、工艺参数等核心信息不被泄露或篡改。但当前系统监控对多源异构数据的融合处理能力仍有欠缺, 不同设备产生的数据格式差异可能导致监控信息存在盲区, 且数据加密等级与入侵检测的灵敏度有待提升, 难以完全防范新型网络安全威胁, 对系统长期稳定运行构成潜在风险。

### 三、发展趋势

#### (一) 绿色环保制造方向

在全球制造业低碳转型浪潮及汽车加工行业高能耗、生态影响突出的背景下, 绿色环保制造成为机电一体化技术在汽车智能制造领域的重要发展方向。机电一体化技术将通过在汽车设备联动、故障诊断与处理等环节的深化应用, 优化设备运行效率, 减少不必要的能源消耗, 例如通过精准控制设备启停与运行参数, 避免传统制造中因设备空转或参数失衡导致的能源浪费。同时, 该技术还将推动汽车制造环节采用更环保的加工方式与材料, 缓解环保与经济发展之间的矛盾, 助力汽车智能制造逐步向低能耗、低污染的绿色化方向转型, 实现产业发展与生态保护的协同推进。

#### (二) 自动化与信息化融合

随着汽车智能制造对生产柔性化、个性化及效率提升的需求不断增长, 机电一体化技术正朝着自动化与信息化深度融合的方向发展。未来将进一步完善工业信息网络建设, 将汽车制造划分为不同体系架构并明确各层级功能与任务, 实现生产流程的精细化管控。智能控制技术与智能算法将更广泛融入加工环节, 提升加工精度与效率, 同时借助移动端或云端完成数据处理与生产调度, 实现加工点与设计点的分离, 为用户提供更灵活的个性化加工服务, 且这种融合将与基础加工技术、材料紧密结合, 夯实自动化与信息化协同的技术基础。

#### (三) 高精度低误差发展

针对当前汽车智能制造中高精度加工需求与现有加工工艺、基础设备不足导致的误差问题, 机电一体化技术将重点向高精度低误差方向突破。该技术将通过研发更智能的纠错算法, 优化基础工艺环节, 减少加工过程中的误差产生, 同时加大对高精度基础设备的研发力度,

例如高精度机床与加工设备, 通过将信息技术与传统设备深度结合, 提升设备自身精度。这种发展将逐步解决当前高精度加工领域的局限性, 使汽车零部件加工更贴合高精制造需求, 为汽车智能制造整体品质提升提供技术支持。

#### (四) 数据安全防护强化

鉴于汽车智能制造中机电一体化系统对工业数据的高度依赖, 以及数据泄露或被攻击可能引发的系统安全风险, 数据安全防护强化成为重要发展趋势。未来将通过定期升级信息保护系统, 及时发现并修复安全漏洞, 同时根据数据重要性设置不同加密等级, 保障核心生产数据、工艺参数的安全可靠。此外, 还将建立完善的入侵检测系统, 对违规访问行为进行精准识别与阻断, 防止非法访问对系统造成破坏, 全面提升机电一体化系统抵御外部恶意攻击的能力, 为汽车智能制造的稳定运行筑牢数据安全防线。

### 结语

综上, 机电一体化技术通过多领域技术深度融合, 为汽车智能制造破解了效率、精度、安全与环保等方面的难题, 其在关键系统应用、智能机器人作业等场景中的价值已显著体现。虽当前面临传感器灵敏度不足、技术弹性有限等挑战, 但随着绿色化、高精度化、信息化等趋势的推进, 该技术将进一步优化汽车制造流程, 推动产业向智能、高效、环保方向发展, 为汽车智能制造的持续升级奠定坚实基础, 助力全球汽车产业实现高质量转型。

### 参考文献

- [1] 李华虎. 机电一体化技术在汽车智能制造的应用分析[J]. 时代汽车, 2022, (4): 20-21.
- [2] 申丽. 机电一体化技术在汽车智能制造的应用分析[J]. 时代汽车, 2022, (20): 19-21.
- [3] 张瑞虹, 王增峰. 机电一体化技术在汽车智能制造的应用分析[J]. 时代汽车, 2021, (5): 33-34.
- [4] 付云鹏. 机电一体化技术在汽车智能制造的应用分析[J]. 汽车周刊, 2022, (2): 81-82.
- [5] 张伟, 于旭文. 机电一体化技术在汽车智能制造中的应用分析[J]. 内燃机与配件, 2024, (18): 129-131.