

机电一体化技术在新能源系统中的应用

张宇星

杭州中美华东制药江东有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：随着全球能源转型加速与“双碳”目标的推进，新能源系统正经历从单一设备优化向全链路智能化升级的关键阶段。本文聚焦机电一体化技术在新能源系统中的应用，首先阐述机电一体化技术与新能源系统的理论基础，随后详细分析该技术在光伏跟踪、风电变桨控制、电池管理、新能源汽车动力集成等具体场景的应用，最后总结其在提升能源转换效率、增强系统稳定性、实现智能化运维及促进模块化发展等方面的优势。研究旨在为新能源系统的高效化、智能化发展提供技术参考，推动机电一体化与新能源领域的深度融合。

关键词：机电一体化；技术；新能源系统；应用

引言：在全球能源需求持续增长与环境保护压力日益增大的背景下，新能源的开发与利用成为关键发展方向。新能源系统涵盖太阳能、风能、生物质能等多种形式，对推动能源结构转型意义重大。机电一体化技术作为融合机械、电子、控制等多学科知识的综合性技术，具备高效、智能、集成等特性。将机电一体化技术应用于新能源系统，可充分发挥其优势，有效解决新能源系统在开发、利用及管理过程中面临的诸多问题，提升系统性能与运行效率，为新能源产业的可持续发展提供有力支撑。

1 机电一体化技术与新能源系统的理论基础

1.1 机电一体化技术概述

机电一体化技术是机械技术、电子技术、信息技术、传感器技术、接口技术、系统技术等多学科交叉融合而形成的一门综合性技术。它突破了传统机械与电子分离的局限，将各学科技术有机结合，使系统具备智能化、自动化、柔性化等特性。在功能上，机电一体化系统能实现精确的运动控制、高效的信息处理以及可靠的能量转换。其核心在于通过集成设计，让机械装置与电子控制单元协同工作，提升系统整体性能。

1.2 新能源系统概述

新能源系统是相对于传统化石能源系统而言，以太阳能、风能、水能、生物质能、地热能、海洋能等可再生能源为核心构建的能源利用体系。这些能源具有清洁、可持续、分布广泛等特点，对缓解能源危机、减少环境污染意义重大。新能源系统涵盖能源的采集、转换、储存、传输与利用等多个环节。以太阳能发电系统为例，通过光伏组件采集太阳能并转换为电能，经逆变器等设备将直流电变为交流电供用户使用，多余电能还可储存于蓄电池中。风力发电系统则利用风力带动风轮

旋转，将风能转化为机械能，再经发电机转化为电能^[1]。

2 机电一体化技术在新能源系统中的具体应用

2.1 在太阳能发电系统中的应用

2.1.1 光伏跟踪系统

机电一体化技术让光伏跟踪系统实现高效精准运作。该系统借助传感器实时感知太阳位置信息，电子控制单元迅速处理数据并发出指令，驱动机械传动装置调整光伏板角度，使其始终垂直于太阳光线。例如，在单轴追踪系统中，通过电机带动光伏板绕轴旋转，追踪太阳的日运动轨迹；双轴追踪系统则能同时在水平和垂直方向调整，进一步提高太阳光接收量。相比固定式光伏板，采用追踪系统可使发电量提升20%-40%，有效提升了太阳能的利用效率，降低了发电成本，在大型光伏电站中应用广泛，为太阳能大规模开发利用提供了有力支持。

2.1.2 光伏逆变器

光伏逆变器是机电一体化技术在太阳能发电中的关键应用。它将光伏板产生的直流电转换为符合电网要求的交流电，实现电能的有效输送与利用。其内部集成了电力电子器件、控制电路以及散热系统等。先进的逆变器采用智能控制算法，可根据光照强度、温度等环境因素实时调整输出功率，确保发电效率最大化。同时，具备完善的保护功能，如过压、过流、短路保护等，保障系统安全稳定运行。

2.1.3 智能运维系统

智能运维系统依托机电一体化技术，为太阳能发电系统提供全方位的运维保障。通过在光伏电站部署各类传感器，如电流传感器、电压传感器、温度传感器等，实时采集设备运行数据。电子控制单元对数据进行深度分析，运用故障诊断算法及时发现设备潜在问题，并准确定位故障位置。同时，结合机械执行机构，可实现一

些简单的自动修复操作，如自动清理光伏板表面的灰尘等。智能运维系统还能根据历史数据和天气预报，预测设备维护时间和发电量，优化运维计划，减少人工巡检成本，提高电站的整体运营效率和经济效益，推动太阳能发电向智能化、高效化方向发展。

2.2 在风力发电系统中的应用

2.2.1 风电机组变桨距控制

机电一体化技术使风电机组变桨距控制精准高效。变桨距系统通过传感器实时监测风速、发电机转速等参数，电子控制单元快速处理数据并发出指令，驱动液压或电动变桨机构调整叶片桨距角。当风速低于额定值时，调整桨距角使叶片获得最佳攻角，提高风能捕获效率；风速超过额定值时，增大桨距角，限制风轮吸收的能量，防止发电机过载。这种动态调节方式，不仅提升了风电机组在不同风速下的发电性能，还能有效降低机组在强风等恶劣工况下的受力，延长设备使用寿命，保障风力发电系统的稳定运行。

2.2.2 风电变流器

风电变流器是机电一体化在风力发电中的关键设备。它将风力发电机输出的频率和电压不稳定的交流电，转换为与电网同频率、同电压的交流电，实现电能的平稳输送。变流器内部集成功率半导体器件、控制电路和冷却系统等。采用先进的控制算法，可根据风速变化实时调整输出功率，使发电机始终运行在最佳状态，提高风能转换效率。同时，具备完善的保护功能，如过压、过流、过温保护等，确保在复杂工况下设备安全可靠运行，是风力发电系统与电网连接的重要桥梁。

2.2.3 状态监测系统

基于机电一体化的状态监测系统为风力发电设备健康保驾护航。通过在风电机组的关键部位，如齿轮箱、发电机、叶片等安装各类传感器，实时采集振动、温度、转速等数据。电子控制单元对数据进行实时分析和处理，运用故障诊断模型判断设备运行状态。一旦发现异常，系统立即发出警报，并准确指出故障位置和类型。运维人员可根据监测结果及时安排检修，避免故障扩大，减少停机时间，提高风电机组的可利用率。

2.3 在储能系统中的应用

2.3.1 电池管理系统（BMS）

机电一体化技术让电池管理系统（BMS）成为储能系统的“智慧大脑”。BMS借助高精度传感器实时采集电池的电压、电流、温度等关键参数，电子控制单元对这些数据进行快速分析与处理。通过先进的算法，它能精准估算电池的剩余电量（SOC）和健康状态

（SOH），为储能系统的合理调度提供依据。同时，BMS可实现对电池的均衡管理，当电池组内单体电池出现不一致时，自动调整充放电策略，确保每节电池性能均衡，延长电池整体使用寿命。

2.3.2 储能变流器（PCS）

储能变流器（PCS）是机电一体化在储能系统中的关键转换枢纽。它将储能电池输出的直流电转换为交流电并入电网，或在电网供电时将交流电转换为直流电为电池充电。PCS内部集成功率半导体器件、控制电路和散热系统等。采用先进的控制技术，可根据电网需求和电池状态，实现充放电功率的灵活调节，提高储能系统的响应速度和电能质量。同时，具备孤岛保护、低电压穿越等功能，确保在电网故障等异常情况下，储能系统仍能安全稳定运行，增强电网的稳定性和可靠性。

2.3.3 模块化储能设备

模块化储能设备充分体现了机电一体化的集成优势。它将电池组、电池管理系统、储能变流器等核心部件进行模块化设计，每个模块具有独立的功能和接口，可根据实际需求灵活组合。这种设计方式不仅便于设备的生产、运输和安装，还能降低系统的维护难度。当某个模块出现故障时，可快速更换，减少停机时间，提高系统的可用性。而且，模块化储能设备易于扩展，可根据储能容量的需求增加或减少模块数量，适应不同规模的应用场景，为储能系统的大规模推广应用提供了便利条件。

2.4 在新能源汽车中的应用

2.4.1 动力系统集成

机电一体化技术助力新能源汽车动力系统高度集成。它将电机、电池、电控等核心部件有机融合，通过先进的机械设计和电子控制策略，实现各部件间的协同工作。电机作为动力输出源，与减速器等传动装置紧凑集成，减少动力传递损耗，提升能量转换效率。电池管理系统精准监控电池状态，与电机控制器实时交互，根据驾驶需求合理分配电能。这种集成设计不仅减小了动力系统体积和质量，提高车辆的空间利用率和续航能力，还增强了系统的可靠性和稳定性，为新能源汽车的高性能运行提供坚实保障。

2.4.2 整车控制系统

整车控制系统是新能源汽车的“神经中枢”，依托机电一体化技术实现全面智能管控。它通过传感器实时采集车辆速度、加速度、电池电量、电机状态等多方面信息，电子控制单元快速分析处理这些数据，并依据预设的控制策略，对动力系统、制动系统、转向系统等进

行精准协调控制。

2.4.3 充电系统

机电一体化技术在新能源汽车充电系统中发挥关键作用。充电系统包含充电接口、充电桩、电池管理系统等部件，通过电子控制实现高效充电。充电桩根据电池状态和充电需求，自动调整充电功率和电流，采用智能充电算法，如恒流-恒压充电模式，既能快速充电，又能保护电池免受过充损害。同时，充电系统与车辆整车控制系统和电网进行信息交互，实现有序充电。一些先进的充电系统还支持无线充电技术，利用电磁感应原理，无需物理连接即可为车辆充电，极大提升了充电的便利性和用户体验。

2.5 在其他新能源系统中的应用

2.5.1 生物质能发电

机电一体化技术在生物质能发电中实现高效转化与智能控制。在生物质燃料处理环节，运用机电一体化的破碎、筛选设备，能精准控制燃料粒度与纯度，提升燃烧效率。发电过程中，通过传感器实时监测炉膛温度、压力、氧气含量等参数，电子控制系统依据数据自动调整给料速度、风量配比，确保燃烧稳定高效。同时，机电一体化的汽轮机及发电机组，能将生物质燃烧产生的热能高效转化为电能。

2.5.2 地热能系统

机电一体化技术为地热能系统的高效利用提供有力支撑。在地热能采集阶段，智能钻井设备借助机电一体化技术，可精准控制钻井方向与深度，提高地热流体开采效率。热交换环节，通过电子传感器实时监测地热流体与换热介质的温度、流量等参数，控制系统自动调节阀门开度，实现热量的高效传递。在地热能供暖或发电应用中，机电一体化的泵、压缩机等设备，能根据用户需求灵活调整运行参数，保障系统稳定运行^[2]。

3 机电一体化技术在新能源系统中应用的优势

3.1 提升能源转换效率

机电一体化技术整合机械、电子等多学科优势，能精准调控新能源系统各环节。在太阳能发电中，光伏追踪系统依机电控制使光伏板始终正对太阳，大幅提升光能接收量；风力发电里，变桨距控制根据风速实时调整叶片角度，优化风能捕获。同时，先进的电力电子器件与智能算法结合，减少能量在转换过程中的损耗，如储能系统中高效的变流器设计，让电能双向转换更高效，

从而整体提升新能源系统的能源转换效率。

3.2 增强系统稳定性

借助机电一体化技术，新能源系统可实现实时监测与精准控制。各类传感器能快速捕捉系统运行参数，如温度、压力、电流等，电子控制单元依据预设模型分析数据，及时调整设备运行状态。当风力发电遇到强风时，变桨距系统迅速增大桨距角，防止风轮过载；储能系统中，电池管理系统实时均衡电池电量，避免过充过放。这些措施有效增强了新能源系统在复杂工况下的稳定性，保障其可靠运行。

3.3 实现智能化运维

机电一体化为新能源系统赋予智能运维能力。通过大数据与人工智能技术，对系统运行数据进行深度分析，提前预测设备故障，实现预防性维护。智能运维系统还能自动生成运维计划，指导工作人员精准作业，减少人工巡检成本与误判率。智能化运维提高了新能源系统的可维护性，降低全生命周期运营成本。

3.4 促进模块化发展

机电一体化推动新能源系统向模块化方向演进。将系统划分为多个功能模块，每个模块集成特定功能与接口，便于独立设计、生产与维护。在储能系统中，模块化设计使电池组、变流器等可灵活组合，根据需求快速扩展容量；新能源汽车的动力系统也采用模块化集成，提高生产效率与产品通用性^[3]。

结束语

机电一体化技术宛如一把金钥匙，为新能源系统的发展打开了高效、稳定、智能的新大门。它在太阳能、风能、储能、新能源汽车等诸多新能源领域广泛且深入的应用，显著提升了能源转换效率，增强了系统应对复杂工况的能力，实现了智能化运维管理，还推动了系统的模块化发展，降低了成本并提高了可扩展性。随着科技的不断进步，机电一体化技术将持续创新优化，与新能源系统深度融合。

参考文献

- [1] 刘桃.机电一体化技术在汽车设计中的应用[J].汽车与新动力,2022,5(06):67-69
- [2] 杨安骏.机电一体化系统在机械工程中的应用[J].科技创新与应用,2022,12(19):179-182
- [3] 董雪涛,冯长有,朱子民,等.新型电力系统仿真工具研究初探[J].电力系统自动化,2022,46(10):53-63.