

智能控制技术在机电系统中的应用与发展

江建清

370922*****2339

摘要:本文围绕智能控制技术在机电系统中的应用与发展展开探讨。首先阐述智能控制技术的核心内涵与典型类型，明确其在机电系统中的适配性；接着分析该技术在工业生产、智能装备、民生服务等领域机电系统中的具体应用方向，展现实际应用价值；随后指出当前应用过程中存在的技术融合、成本控制、稳定性保障等问题；进而结合技术发展趋势，提出智能控制技术在机电系统中的创新发展方向；最后从技术研发、产业协同、人才培养等层面给出推进其良性发展的建议，为相关领域研究与实践提供参考。

关键词:智能控制技术；机电系统；技术应用；发展趋势；问题与建议

DOI: 10.69979/3029-2727.25.10.085

引言

机电系统在现代工业生产与社会生活中占据重要地位，随着自动化技术的不断进步，其朝着智能化方向发展已成为必然趋势。智能控制技术作为推动机电系统性能升级的核心驱动力，能够有效提升机电系统的运行效率与控制精度，对促进相关产业高质量发展具有重要意义。本文将先分析智能控制技术与机电系统的适配性，再探讨技术应用方向与现存问题，最后结合趋势提出发展建议，为深入研究两者融合发展提供清晰思路。

1 智能控制技术与机电系统的适配性分析

1.1 智能控制技术的核心内涵与技术特征

智能控制技术是融合了控制理论、计算机技术与人工智能等多领域知识的综合技术体系，其核心内涵在于通过模拟人类智能决策过程，实现对复杂系统的自主控制与调节。该技术具有自适应、自学习与自组织的技术特征，能够根据外部环境变化实时调整控制策略，无需人工频繁干预，在处理非线性、不确定性系统控制问题时展现出显著优势，为机电系统的智能化升级提供了关键技术支撑。

1.2 机电系统的结构组成与功能需求特点

机电系统通常由机械结构、电气控制单元与信息处理模块共同组成，各部分协同工作以实现特定的运动控制或作业功能。从功能需求来看，现代机电系统不仅需要满足基本的运行稳定性要求，还需具备高效性、灵活性与可扩展性，以适应不同场景下的作业需求。随着工业生产复杂度的提升，机电系统对控制精度与响应速度的要求不断提高，传统控制方式已难以满足当前的功能

需求，亟需引入先进的控制技术。

1.3 智能控制技术与机电系统的融合适配逻辑

智能控制技术与机电系统的融合，遵循“需求导向 – 技术适配 – 功能优化”的逻辑路径。首先，根据机电系统的功能需求确定智能控制技术的应用方向，例如针对高精度控制需求选择模糊控制或神经网络控制技术；其次，通过技术集成将智能控制算法嵌入机电系统的控制单元，实现两者在硬件与软件层面的对接；最后，通过调试与优化，使智能控制技术充分发挥优势，提升机电系统的整体性能，形成技术与系统相互适配、协同发展的良好格局。

2 智能控制技术在机电系统中的具体应用方向

2.1 工业生产领域机电系统中的智能控制应用

在工业生产领域，智能控制技术广泛应用于数控机床、自动化生产线等机电系统中。例如，在数控机床的加工过程中，智能控制技术能够根据工件材质与加工要求，自动优化切削参数，减少加工误差，提升产品精度与生产效率。在自动化生产线上，通过智能控制技术实现各设备的协同作业，实时监测生产状态，及时排查故障，降低生产中断风险，保障生产线的连续稳定运行，推动工业生产向智能化、无人化方向发展。

2.2 智能装备领域机电系统中的智能控制应用

智能装备领域中，机器人、智能检测设备等机电系统对智能控制技术的依赖程度较高。以工业机器人为例，智能控制技术赋予机器人环境感知与路径规划能力，使其能够在复杂作业环境中精准完成抓取、装配等任务，适应多品种、小批量的生产需求。在智能检测设备中，

智能控制技术结合传感器技术，实现对产品质量的实时检测与数据分析，提高检测效率与准确性，减少人工检测的主观性误差，为智能装备的性能提升提供重要保障。

2.3 民生服务领域机电系统中的智能控制应用

民生服务领域的电梯、智能家居设备等机电系统，也逐步引入智能控制技术以提升服务质量。在电梯系统中，智能控制技术能够根据人流量变化动态调整电梯运行策略，缩短乘客等待时间，同时实时监测电梯运行状态，提前预警潜在故障，保障乘坐安全。在智能家居设备中，如智能空调、智能照明系统，通过智能控制技术实现远程操控与自动调节，根据用户生活习惯优化运行模式，提升居住舒适度，推动民生服务向便捷化、个性化方向发展。

3 智能控制技术在机电系统应用中的现存问题

3.1 智能控制技术与机电系统的深度融合不足问题

当前智能控制技术与机电系统的融合多停留在表层应用层面，尚未实现深度融合。部分机电系统仅简单搭载基础智能控制算法，未充分结合系统的机械结构特性与运行规律进行定制化开发，导致智能控制技术的优势无法充分发挥，例如在高精度机械加工机电系统中，未能根据机械传动间隙的动态变化调整控制参数，影响加工精度提升。此外，技术融合过程中缺乏统一的标准规范，不同厂商的智能控制模块与机电系统兼容性较差，增加了融合难度，制约了两者协同发展的水平，尤其在多厂商设备组成的自动化生产线上，兼容性问题易导致数据断层，影响整体生产效率。

3.2 智能控制机电系统的成本控制与普及难题

智能控制机电系统的研发与制造成本较高，一方面智能控制技术所需的高性能芯片、传感器等核心部件价格昂贵，且部分核心部件依赖进口，受国际供应链波动影响较大，进一步增加成本不确定性；另一方面，技术集成与调试过程需要专业技术人员参与，人力成本较高，且系统后期维护需持续投入技术资源，整体运维成本显著高于传统机电设备。这使得智能控制机电系统的市场价格远高于传统机电设备，对于中小规模企业而言，采购成本过高成为其普及应用的主要障碍。同时，成本过高也限制了智能控制机电系统在民生服务等对价格敏感领域的推广，如社区老旧电梯改造、农村地区智能家居普及等场景，不利于技术的广泛应用。

3.3 智能控制机电系统的运行稳定性与可靠性问

题

受外部环境干扰与技术自身局限性影响，智能控制机电系统的运行稳定性与可靠性仍存在不足。在工业生产等复杂环境中，电磁干扰、温度变化、粉尘污染等因素容易导致智能控制模块出现数据传输错误或控制指令延迟，影响系统正常运行，例如在冶金行业的高温环境下，智能控制模块易出现信号衰减，导致设备启停延迟。此外，智能控制算法在处理极端工况时，可能因训练数据不足而出现决策偏差，导致系统故障，如突发负载激增时，算法无法快速匹配最优控制策略。目前，针对智能控制机电系统的故障预警与容错机制尚不完善，难以快速响应突发问题，且故障排查需专业技术人员借助专用设备完成，延长系统停机时间，影响系统的长期稳定运行。

4 智能控制技术在机电系统中的未来发展趋势

4.1 基于人工智能的机电系统智能控制升级趋势

随着人工智能技术的不断突破，基于人工智能的机电系统智能控制升级将成为重要趋势。深度学习、强化学习、迁移学习等人工智能技术将更广泛地应用于机电系统控制中，其中迁移学习可有效解决小样本场景下的算法训练难题，使系统能够通过少量数据快速适配新的作业需求，进一步提升自主决策能力。例如，在机器人控制中，结合深度学习技术可实现更精准的环境识别与动作规划，使机器人能够应对更复杂的作业场景，如在多障碍物的仓储环境中，快速规划最优搬运路径。同时，人工智能与智能控制技术的深度融合，将推动机电系统向更高层次的智能化方向发展，实现从“自动控制”向“智能决策”的转变，如数控机床可根据历史加工数据自主优化生产计划，减少人工干预。

4.2 面向绿色低碳的机电系统智能控制优化趋势

在绿色低碳发展理念的推动下，面向绿色低碳的机电系统智能控制优化成为必然趋势。智能控制技术将通过优化机电系统的运行参数，减少能源消耗与污染物排放，同时结合数字孪生技术构建系统能耗模型，实现对能耗的精准预测与动态调控。例如，在工业电机控制中，通过智能算法实时调整电机转速与负载分配，提高能源利用效率，降低单位产值能耗；在智能家居设备中，优化设备运行模式，降低待机能耗，如智能空调可根据室内人数与环境温度自动调节运行功率。此外，智能控制技术还将结合能源管理系统，实现机电系统与可再生能源的协同运行，如工厂机电设备与太阳能发电系统联动，优先使用清洁能源，进一步推动机电系统向绿色化、低

碳化方向发展，助力“双碳”目标实现。

4.3 聚焦多系统协同的机电系统智能控制发展趋势

未来，机电系统将不再是孤立运行的个体，聚焦多系统协同的智能控制发展成为趋势。智能控制技术将依托5G、工业互联网等通信技术，实现不同机电系统之间的数据共享与协同控制，构建一体化的智能控制网络，打破信息孤岛，提升整体运行效率。例如，在智能制造工厂中，通过智能控制技术实现数控机床、机器人、物流设备、仓储系统等多系统的协同作业，根据生产订单动态调整各系统运行节奏，优化生产流程，提升整体生产效率。同时，多系统协同控制还将打破行业壁垒，实现跨领域机电系统的联动，如工业生产与物流运输系统的协同，工厂生产数据实时同步至物流调度系统，提前规划货物运输路线，减少库存积压；又如城市交通信号灯系统与电动汽车充电桩系统协同，根据车流量优化充电资源分配，推动形成更加高效、灵活的产业生态。

5 推进智能控制技术在机电系统中应用发展的建议

5.1 加强智能控制与机电系统融合的技术研发投入

政府与企业应加大对智能控制与机电系统融合技术研发的投入力度，建立专项研发基金，支持关键技术攻关。鼓励高校、科研机构与企业开展产学研合作，针对技术融合过程中的核心难题，如兼容性设计、定制化算法开发等进行联合研究，提升技术创新能力。同时，加强对核心零部件的研发支持，突破国外技术垄断，降低对进口部件的依赖，从源头降低技术研发与应用成本，为两者深度融合提供技术保障。

5.2 构建智能控制机电系统产业协同发展体系

推动构建“企业主导、政府引导、多方参与”的智能控制机电系统产业协同发展体系。政府应出台相关政策，规范行业标准，促进不同企业间的技术交流与资源共享，解决技术融合过程中的兼容性问题。鼓励龙头企业发挥引领作用，带动中小企业参与产业协同，形成产业链上下游联动发展的格局。同时，搭建产业服务平台，

为企业提供技术咨询、检测认证等服务，优化产业发展环境，推动智能控制机电系统产业高质量发展。

5.3 完善智能控制机电领域专业人才培养机制

针对智能控制机电领域人才短缺的问题，应完善专业人才培养机制。高校应优化相关专业课程设置，增加智能控制技术、机电系统集成等实践课程，培养学生的综合应用能力。加强校企合作，建立实习实训基地，让学生参与实际项目研发，提升实践操作能力。同时，开展职业技能培训，为企业现有技术人员提供知识更新与技能提升的机会，培养一批既懂智能控制技术又熟悉机电系统的复合型人才，为行业发展提供人才支撑。

6 结论

本文围绕智能控制技术在机电系统中的应用与发展展开研究，通过分析可知，智能控制技术凭借其自适应、自学习的特征，与现代机电系统的功能需求高度适配，在工业生产、智能装备、民生服务等领域展现出广阔的应用前景。然而，当前两者融合仍面临深度不足、成本过高、稳定性欠缺等问题，制约了技术的进一步推广。结合未来发展趋势，基于人工智能的升级、绿色低碳的优化与多系统协同的发展，将成为智能控制技术在机电系统应用的主要方向。为推进两者良性发展，需从加强技术研发、构建产业协同体系、完善人才培养机制三方面发力，以突破现存瓶颈，充分发挥智能控制技术的价值，推动机电系统向更高水平的智能化、绿色化发展，为相关产业升级与社会进步提供有力支撑。

参考文献

- [1]余羽翔.智能控制技术在机电一体化系统中的应用[J].造纸装备及材料,2025,54(04):110-112.
- [2]安培源.探讨机电运动非线性系统智能控制技术及应用[J].装备制造技术,2024,(06):139-141.
- [3]陈辉.智能控制技术在机电控制系统中的应用[J].电子技术,2024,53(04):214-215.
- [4]刘丽.智能控制技术在机电一体化系统中的应用[J].造纸装备及材料,2023,52(09):107-109.
- [5]何继贤.智能控制技术在机电控制系统中的融合应用[J].农业工程与装备,2023,50(03):49-51.