

电气工程中电机与电气控制技术的应用分析

罗博睿

江西赣能股份有限公司丰城发电厂 江西 宜春 331100

摘要: 在当今科技飞速发展、电气工程应用日益广泛的背景下,本文围绕电气工程中电机与电气控制技术展开分析。先阐述其核心应用架构,包括控制体系适配逻辑、电机选型匹配原则及核心控制元件功能定位。接着探讨核心应用方向,如动力传输、负载调节、多电机协同控制。随后提出应用优化路径,涉及控制精度提升、能耗优化、稳定性强化。最后分析应用发展趋势,涵盖智能化融合、复杂场景适配及绿色低碳创新,为电气工程领域发展提供参考。

关键词: 电气工程;电机;电气控制技术;应用优化;发展趋势

引言:在电气工程领域,电机与电气控制技术是关键支撑,其发展水平直接影响工程系统的性能与效率。随着工业自动化、智能化进程的加快,以及绿色低碳理念的深入人心,对电机与电气控制技术提出了更高要求。不仅要实现高精度、稳定的控制,满足复杂多样的工程场景需求,还需降低能耗,推动电气工程可持续发展。因此,深入分析电机与电气控制技术的应用,探索其优化路径与发展趋势,具有重要的现实意义。

1 电机与电气控制技术的核心应用架构

1.1 电气工程中控制体系的技术适配逻辑

在电气工程领域,控制体系的技术适配逻辑是保障系统稳定高效运行的关键。不同电气工程场景对控制精度、响应速度、可靠性等指标有着差异化需求。例如,在工业自动化生产线中,需要精确控制电机转速与位置以实现高精度加工,此时控制体系需具备快速响应与高精度调节能力,响应时间需控制在10毫秒以内,位置控制精度达到0.01毫米;而在建筑通风系统中,对电机控制的精度要求相对较低,但更注重系统的节能性与稳定性,电机转速控制精度在1转/分钟以内即可满足需求。因此,控制体系需依据具体工程场景的技术要求,选择合适的控制策略与技术手段^[1]。从控制方式看,简单的开关控制适用于对精度要求不高的场合,而复杂的闭环控制则能满足高精度控制需求。随着数字化技术的发展,数字控制技术凭借高精度、高灵活性等优势,逐渐在电气工程控制体系中占据主导地位,通过与模拟控制技术的有机结合,进一步提升控制体系的性能与适应性。

1.2 电机选型与电气控制模块的匹配原则

电机选型与电气控制模块的匹配是确保电气系统正常运行的基础。电机作为执行元件,其性能参数直接影响系统的运行效果。选型时需综合考虑负载特性、运行环境、功率需求等因素。对于恒转矩负载,应选择具有

较大启动转矩的电机,一般启动转矩为额定转矩的1.5-2倍;而对于变转矩负载,则需根据负载变化范围选择合适调速性能的电机。电气控制模块需与电机特性相适配,以实现对其的有效控制。例如,对于需要调速的电机,应选择具备调速功能的控制模块,如变频器,其调速范围可达1:10-1:100;对于需要精确位置控制的电机,则需配备伺服驱动器等控制设备,位置控制精度可达 $\pm 0.001\text{mm}$ 。此外,控制模块的容量与性能也应与电机相匹配,电机功率为5kW时,控制模块容量一般选择7.5-10kW,避免出现小马拉大车或大材小用的情况,确保系统运行的经济性与可靠性。

1.3 核心控制元件在应用架构中的功能定位

核心控制元件在电机与电气控制技术应用架构中发挥着至关重要的作用。继电器作为基础控制元件,主要用于实现电路的通断控制,具有结构简单、成本低廉等优点,广泛应用于各种电气控制系统中,其触点容量可达到10A/220V。接触器则用于控制大功率电路,能够频繁地接通和分断电路,实现对电机的启动、停止控制,接触器的额定电流可达数百安培。可编程逻辑控制器(PLC)作为现代电气控制的核心元件,具备强大的逻辑处理、顺序控制与运算能力,能够根据预设程序对电机进行精确控制,同时具有高可靠性与良好的扩展性,PLC的扫描周期可控制在10毫秒以内。传感器作为信息采集元件,能够实时监测电机的运行状态,如转速、温度、电流等参数,并将这些信息反馈给控制元件,实现对电机的闭环控制,提高系统的稳定性与安全性,转速传感器的测量精度可达 ± 1 转/分钟,温度传感器的测量精度可达 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

2 电机与电气控制技术的核心应用方向

2.1 动力传输系统中的控制技术应用

在动力传输系统里,电机与电气控制技术是保障能

量高效、稳定传递的核心要素。动力传输系统涵盖众多领域，从大型工业生产线到日常的交通运输工具，均依赖该系统实现动力的精准传递与调控^[2]。电气控制技术通过对电机的精确操控，确保动力传输的顺畅性与稳定性。例如，在工业传送带系统中，依据物料的输送需求，电气控制技术可实时调整电机转速，使传送带以合适速度运行，避免因速度过快或过慢影响生产效率，传送带速度可在0.1-5米/秒范围内调节。在电梯系统中，电气控制技术精确控制电机启停与运行方向，保障电梯平稳升降，为乘客提供安全舒适的乘坐体验，电梯的启动和制动加速度控制在0.5-1米/秒²之间。并且，随着智能化技术的发展，动力传输系统中的电气控制技术正朝着智能化、自适应化方向演进，能够根据系统运行状态与环境变化自动调整控制策略，进一步提升动力传输的效率与可靠性。

2.2 负载调节场景下的电机控制策略

负载调节场景对电机控制策略提出严格要求。不同负载具有不同特性，电机需依据负载变化灵活调整运行状态，以满足实际生产生活需求。当负载较轻时，电机可降低输出功率，减少能源消耗；当负载加重时，电机则需增大输出功率，确保系统正常运行。为精准且高效地达成这一目标，多种电机控制策略应运而生。例如，变频调速技术通过改变电机供电频率，实现电机转速的无级调节，从而精准匹配负载变化。在风机、水泵等设备中，采用变频调速技术可根据实际流量需求调整电机转速，有效降低能耗。此外，矢量控制技术通过对电机磁链与转矩的解耦控制，实现对电机转矩的精确调节，在需要高精度负载调节的场合发挥重要作用。

2.3 多电机协同控制的应用模式

多电机协同控制是应对复杂工业生产与生活场景的关键技术。在大型机械设备、自动化生产线等系统中，往往需要多个电机协同工作，以实现复杂的运动控制与生产任务。多电机协同控制通过统一协调各电机运行，确保它们在速度、位置、转矩等方面保持高度一致，从而实现系统的整体优化运行。例如，在数控机床中，多个电机分别控制机床的不同轴向运动，通过协同控制实现高精度的加工操作，各轴向电机的同步精度可达0.001毫米。为实现多电机协同控制，需采用先进的通信技术与控制算法，确保各电机之间信息实时交互与精准同步。同时，分布式控制架构在多电机协同控制中得到广泛应用，将控制任务分散到各个电机节点，提高系统的可靠性与灵活性。

3 电机与电气控制技术的应用优化路径

3.1 控制精度提升的技术优化方向

在电机与电气控制领域，控制精度是衡量系统性能的关键指标，它直接关系到生产过程的质量和效率。高精度的控制能够确保电机按照预定的参数准确运行，减少误差带来的不良影响。提升控制精度需从多个技术层面入手。传感器技术的革新是重要方向之一，高精度传感器能够更精准地捕捉电机运行状态信息，如转速、位置、电流等参数，为控制系统提供更准确的反馈数据。例如，采用新型的磁编码器或光电编码器，可显著提高位置检测的精度，减少测量误差，位置检测精度可提升至0.005毫米。控制算法的优化同样不可或缺，先进的智能控制算法，如模糊控制、神经网络控制等，能够根据系统的实时状态和非线性特性，自动调整控制参数，实现对电机更精确的控制，控制算法可使转速控制误差降低至 ± 0.5 转/分钟^[3]。此外，提高控制系统的采样频率也能有效提升控制精度，快速响应电机运行过程中的变化，及时调整控制信号，确保电机按照预设要求精确运行，采样频率可提高至1000Hz以上。

3.2 能耗优化目标下的控制策略调整

随着能源问题的日益突出，降低电机与电气控制系统的能耗成为重要优化目标，这不仅有助于节约成本，还符合可持续发展的理念。电机作为电气系统中的主要耗能设备，其能耗优化对于整个系统的节能至关重要。从控制策略角度，可根据负载情况动态调整电机运行状态。当负载较轻时，采用降频运行策略，降低电机转速和功率输出，减少不必要的能源消耗。变频调速技术在这方面具有显著优势，通过改变电源频率，使电机在不同负载下都能保持高效运行。同时优化电机的启停控制策略，避免频繁启停造成的能量损耗，采用软启动和软停止技术，减少启动电流冲击，降低启动能耗。此外，对电气控制系统进行能量管理优化，合理分配系统内各部分的能量消耗，提高整体能源利用效率，通过综合协调各环节的能耗，实现系统能耗的最小化。

3.3 稳定性强化的应用改进措施

确保电机与电气控制系统的稳定运行是保障生产生活正常进行的基础，系统一旦出现不稳定情况，可能会导致生产中断、设备损坏等严重后果。为强化系统稳定性，需从硬件和软件两方面采取改进措施。硬件方面，选用高质量的电气元件，提高元件的可靠性和抗干扰能力，减少因元件故障导致的系统不稳定。同时优化电路设计，合理布局线路，降低电磁干扰对系统的影响，良好的电路设计能够为系统的稳定运行提供坚实的硬件基础。软件方面，采用冗余设计技术，增加关键控制环节

的备份,当主控制环节出现故障时,备份环节能够迅速接管,保证系统继续稳定运行。此外,加强系统的故障诊断和预警功能,实时监测系统运行状态,及时发现潜在故障隐患并发出预警,以便采取相应措施进行维护和修复,避免故障扩大影响系统稳定性,通过提前预防和及时处理,保障系统的长期稳定运行。

4 电机与电气控制技术的应用发展趋势

4.1 智能化技术融合下的应用升级方向

在科技飞速发展的当下,智能化技术正深度融入电机与电气控制领域,推动应用不断升级^[4]。人工智能算法的引入,赋予了电气控制系统自主决策与学习的能力。通过机器学习算法,系统能够对电机运行数据进行深度分析,自动识别运行模式与故障特征,进而实现精准的故障预测与智能维护,减少停机时间,提升运行效率。物联网技术的广泛应用,实现了电机设备与云端、其他设备之间的互联互通。借助传感器网络,电机运行参数可实时上传至云端,管理人员通过移动终端即可远程监控设备状态,及时调整控制策略。同时,设备间的信息交互使得多电机协同控制更加智能高效,能根据整体任务需求自动分配工作负荷,优化系统运行。

4.2 复杂电气工程场景的适配技术发展

随着电气工程应用场景日益复杂,对电机与电气控制技术的适配性提出了更高要求。在极端环境,如高温、高压、强腐蚀等条件下,电机需具备更强的环境适应能力。研发新型材料与特殊结构设计,可提升电机的耐温、耐压与耐腐蚀性能,确保在恶劣环境中稳定运行,电机可在150℃高温环境下连续运行1000小时以上,在10MPa高压环境下正常工作。对于大型复杂电气系统,如智能电网、大型工业生产线上等,需要实现多电机、多设备的精准协同控制。分布式控制架构与先进的通信技术相结合,能够满足大规模系统的控制需求,实现信息的快速准确传递与处理,保障系统整体运行的稳定性与

高效性,通信延迟可控制在1毫秒以内。

4.3 绿色低碳目标驱动的技术创新应用趋势

在全球绿色低碳发展的大背景下,电机与电气控制技术正朝着节能减排的方向不断创新。高效电机技术的研发是关键,通过优化电机设计、采用新型磁性材料等手段,提高电机效率,降低能源损耗^[5]。先进的电气控制策略,如变频调速、软启动等,能够根据负载变化动态调整电机运行状态,避免能源浪费。此外,可再生能源与电机系统的融合应用成为新的发展趋势。将太阳能、风能等可再生能源转化为电能,为电机提供动力,减少对传统化石能源的依赖,推动电气工程领域向绿色低碳方向转型。

结束语

电机与电气控制在电气工程中占据核心地位,其应用架构、方向、优化路径及发展趋势紧密相连。通过合理适配控制体系、精准匹配电机选型、明确核心元件功能,可保障系统稳定运行。在动力传输、负载调节、多电机协同等场景发挥关键作用。优化控制精度、能耗和稳定性,能提升系统性能。智能化融合、复杂场景适配及绿色低碳创新等趋势,将推动该技术不断进步,为电气工程领域的高质量发展提供有力保障。

参考文献

- [1]朱子才.电气工程中的电机与电气控制技术及其应用[J].电站辅机,2025,46(2):103-105.
- [2]王一帆.电气工程中电机与电气控制技术运用分析[J].通讯世界,2025,32(9):94-96.
- [3]王福宁.智能化技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].流体测量与控制,2024,5(6):15-17,22.
- [4]马小清,邵俊昱.人工智能技术在电气工程自动化中的应用[J].科学与信息化,2025(19):94-96.
- [5]赵克.电气工程自动化中电机节能控制技术的研究与应用[J].奥秘,2025(13):67-69.