

电气系统的自动化控制与智能化管理

田晓明 白 鑫

国网宁夏电力有限公司超高压公司 宁夏 银川 750000

摘 要：电气系统自动化控制与智能化管理是现代科技发展的关键领域。本文先阐述自动化控制基本概念、理论基础、设备与网络技术，接着剖析智能化管理技术，包括基本概念、技术基础、设备与通信协议等。随后探讨自动化控制与智能化管理的融合，涵盖架构、数据处理、控制策略等方面。最后分析面临的技术与管理挑战，并提出加强技术研发、完善人才培养、推动标准化建设等对策，为电气系统的高效稳定运行提供参考。

关键词：电气系统；自动化控制；智能化管理；融合发展；挑战对策

引言：在科技飞速发展的当下，电气系统作为工业与民用领域的关键基础设施，其运行效率与稳定性至关重要。自动化控制技术凭借精准操作与调节能力，成为提升电气系统性能的重要手段。而智能化管理技术则依托先进信息技术与智能算法，为电气系统赋予实时感知、精准分析与科学决策的能力。将自动化控制与智能化管理深度融合，能够充分发挥两者优势，实现电气系统的高效、安全、可靠运行，对推动相关行业发展具有重要意义。

1 电气系统自动化控制技术基础

1.1 自动化控制基本概念

自动化控制作为现代科技发展的关键成果，是指在没有人工直接参与的情况下，借助控制装置对生产过程、设备运行等进行操作与调节，以实现预期目标的技术手段。依据控制方式与系统特性，自动化控制可划分为开环控制与闭环控制^[1]。开环控制中，控制装置与被控对象间仅存在单向信号传递，输出结果不影响控制动作；闭环控制则引入反馈机制，通过比较输出量与期望值，自动调整控制量，形成闭环回路，提升控制精度。自动化控制系统主要由传感器、控制器、执行机构及被控对象构成。传感器负责采集被控对象的状态信息，并将其转换为电信号；控制器依据预设算法对传感器信号进行处理，生成控制指令；执行机构接收控制指令，驱动被控对象完成相应动作，实现系统稳定运行与功能实现。

1.2 自动化控制理论基础

控制理论是自动化控制的核心支撑，其发展历经经典控制理论与现代控制理论两个重要阶段。经典控制理论以单输入单输出系统为研究对象，运用传递函数、频率特性等方法分析系统性能，为早期自动化控制系统设计提供了理论基础。现代控制理论则着眼于多输入多输出系统，引入状态空间法，能够更全面地描述系统动态

特性，适用于复杂系统的分析与设计。建立控制系统数学模型是分析系统性能的前提，常见方法有机理建模与实验建模。机理建模基于系统物理规律推导数学方程；实验建模则通过对系统输入输出数据进行处理，拟合出数学模型。

1.3 自动化控制设备与技术

传感器与检测技术是自动化控制的感知层。传感器种类繁多，依据检测物理量不同，可分为温度传感器、压力传感器、位移传感器等，它们能将各种非电物理量转换为电信号。检测信号需经过放大、滤波、转换等处理，以消除噪声干扰，提高信号质量。控制器技术方面，可编程逻辑控制器凭借高可靠性、强抗干扰能力，广泛应用于工业现场控制；分布式控制系统实现控制功能分散、管理集中，提升了系统可靠性与灵活性。执行机构与驱动技术中，电机驱动技术通过控制电机转速与转向，为设备提供动力；气动与液压驱动技术则利用气体或液体的压力传递能量，实现大功率、高精度驱动。

1.4 自动化控制网络与通信技术

工业以太网技术凭借高速率、高可靠性、开放性等优势，成为工业自动化领域主流通信网络，实现设备间数据高速传输与共享。现场总线技术作为连接现场设备与控制系统的数字通信网络，采用标准化通信协议，简化系统布线，降低安装成本，提升系统互操作性。无线通信技术突破有线通信物理限制，在设备移动、布线困难等场景中发挥重要作用，通过无线传感器网络、无线局域网等技术，实现设备间无线数据传输与远程监控，推动电气系统自动化控制向智能化、网络化方向发展。

2 电气系统智能化管理技术

2.1 智能化管理基本概念

智能化管理是依托先进信息技术与智能算法，对电气系统运行状态进行实时感知、精准分析与科学决策，

实现系统高效、安全、可靠运行的新型管理模式。其特点体现在高度自动化、自适应性与自学习能力,能够根据系统运行数据与环境变化,自动调整管理策略,优化资源配置^[2]。在电气系统中应用智能化管理技术,可显著提升系统运行效率,降低运维成本,增强系统抗干扰能力与故障恢复能力,为电力系统稳定运行与能源高效利用提供有力保障。

2.2 智能化管理技术基础

人工智能技术是智能化管理的核心驱动力。专家系统通过模拟人类专家决策过程,为电气系统故障诊断与运行优化提供专业建议;模糊控制利用模糊集合理论处理不确定信息,实现对复杂系统的有效控制;神经网络控制则通过模拟人脑神经元结构,构建非线性映射模型,实现对系统动态特性的精准建模与控制。大数据与云计算技术为智能化管理提供数据支撑与计算能力。大数据技术能够采集、存储与分析电气系统运行过程中产生的海量数据,挖掘数据潜在价值,为管理决策提供依据;云计算平台通过虚拟化技术整合计算资源,提供弹性可扩展的计算服务,满足智能化管理对计算能力的高要求。

2.3 智能化管理设备与系统

智能电表与传感器网络是智能化管理的基础感知设备。智能电表具备双向计量、实时监测、远程通信等功能,能够准确记录用户用电数据,为能源管理与需求响应提供数据支持。传感器网络由多种类型传感器组成,通过无线或有线方式连接,实现对电气系统温度、压力、电流、电压等参数的实时监测与数据传输。智能化监控与管理系统基于感知设备采集的数据,实现实时监控与数据分析功能,通过可视化界面展示系统运行状态,为运维人员提供直观决策依据;同时具备预警与故障诊断功能,能够提前发现系统潜在故障,及时定位故障位置,指导运维人员快速处理。智能化能源管理系统聚焦能源消耗监测与分析,通过采集能源使用数据,评估能源利用效率,发现能源浪费环节;并依据能源需求预测与供应情况,实现能源优化分配与调度,提升能源利用效率。

2.4 智能化管理通信协议与接口技术

智能化管理通信协议是保障设备间数据可靠传输与交互的关键。不同通信协议针对特定应用场景与设备类型设计,具备独特数据格式与传输规则,确保数据在传输过程中的准确性与完整性。通信接口技术则实现不同设备与系统间的物理连接与数据交互,通过标准化接口设计,提升设备互操作性,降低系统集成难度。数据交

互方式涵盖实时数据传输、历史数据查询、控制指令下发等多种类型,满足智能化管理对数据实时性与准确性的要求,为电气系统智能化管理提供高效通信保障。

3 电气系统自动化控制与智能化管理的融合

3.1 融合架构设计

集中式监控与智能化管理融合架构将数据采集、处理、控制与决策功能集中于核心控制单元。该架构借助高速通信网络,汇聚电气系统各节点数据至中央处理器,通过智能化管理算法对数据进行深度分析,生成精准控制指令,实现对系统全局的集中调控^[3]。这种架构适用于规模较小、结构相对简单的电气系统,能够以高效方式完成系统监控与管理任务。分布式监控与智能化管理融合架构则采用分层分布式设计理念,将系统划分为多个子区域,每个子区域设置独立监控单元,负责本区域数据采集与初步处理,并通过通信网络将关键信息上传至上层管理平台。上层平台基于全局数据,运用智能化管理策略进行综合决策,协调各子区域运行。该架构具备良好扩展性与容错性,可应对大规模、复杂电气系统监控与管理需求。

3.2 数据采集与处理融合

数据采集技术融合应用体现在多种类型传感器协同工作,实现对电气系统多维度参数全面采集。不同传感器依据自身特性,分别采集温度、压力、电流、电压等关键数据,并通过统一数据接口将数据传输至数据处理单元。数据处理与分析方法融合则综合运用多种算法,对采集数据进行清洗、转换与挖掘。通过数据融合算法,将来自不同传感器数据进行关联分析,消除数据冗余与误差,提升数据质量;运用机器学习算法,对历史数据进行训练学习,建立数据模型,预测系统未来运行趋势,为智能化管理决策提供数据支持。

3.3 控制策略与智能化决策融合

传统控制策略与智能化决策结合,充分发挥两者优势。传统控制策略如PID控制,具备结构简单、稳定性好等特点,在电气系统常规控制中发挥基础作用;智能化决策则引入人工智能算法,如神经网络、模糊控制等,能够处理系统非线性、不确定性问题,提升控制精度与适应性。将两者结合,在常规工况下采用传统控制策略保证系统稳定运行,在复杂工况或故障状态下启用智能化决策,实现系统智能调控。智能化决策在自动化控制中应用,通过实时分析系统运行数据,动态调整控制参数,优化控制策略,使系统始终处于最佳运行状态,提升系统整体性能与可靠性。

3.4 人机交互与远程监控融合

人机交互界面设计与优化注重用户体验与操作便捷性。采用图形化界面设计,以直观方式展示电气系统运行状态与关键参数,降低操作人员理解难度;通过优化界面布局与操作流程,减少操作步骤,提升操作效率^[4]。远程监控与智能化管理功能集成,借助互联网技术实现设备远程访问与控制。操作人员可通过移动终端或远程计算机,实时获取系统运行数据,进行远程参数设置与故障诊断,打破地域限制,提升系统运维灵活性。同时,远程监控系统具备智能化管理功能,能够对系统运行数据进行自动分析,发现潜在问题并及时预警,实现系统远程智能化管理。

4 电气系统自动化控制与智能化管理的挑战与对策

4.1 技术挑战

在电气系统自动化控制与智能化管理进程中,数据安全与隐私保护问题日益凸显。随着系统数字化程度提升,大量敏感数据在传输与存储环节面临被窃取、篡改风险,一旦数据泄露,将给企业运营与用户权益带来严重损害。系统兼容性与互操作性难题同样不容忽视,不同厂商设备与软件在通信协议、数据格式等方面存在差异,导致系统集成困难,影响信息流通与协同工作效率。智能化算法复杂性与实时性要求之间存在矛盾,复杂算法虽能提升决策精度,但计算量大、耗时长,难以满足电气系统对实时控制快速响应需求,尤其在处理大规模数据与复杂场景时,这一矛盾更为突出。

4.2 管理挑战

人员培训与技能提升需求迫切。电气系统自动化控制与智能化管理融合了多学科知识,对运维人员专业素养提出更高要求,现有人员知识结构与技能水平难以满足新系统运行维护需求,需通过系统培训提升人员对新设备操作与应用能力。组织架构与流程优化需求凸显,传统管理模式难以适应智能化管理要求,需调整组织架构,明确各部门职责,优化业务流程,提升管理效率与协同能力。标准化与规范化管理需求增长,目前电气系统自动化控制与智能化管理领域缺乏统一标准与规范,导致系统建设与应用存在随意性,影响系统兼

容性与互操作性,制约行业健康发展^[5]。

4.3 对策与建议

针对技术挑战,应加强技术研发与创新投入。加大对数据安全技术研发力度,采用加密技术、访问控制等手段保障数据安全;推动通信协议标准化建设,提升系统兼容性与互操作性;开展智能化算法优化研究,降低算法复杂度,提升计算效率,满足实时性要求。为应对管理挑战,需完善人才培养与引进机制。高校与企业合作开展定向人才培养,为行业输送专业人才;企业加强内部培训,提升现有人员技能水平;积极引进外部高端人才,充实人才队伍。同时,推动标准化与规范化建设进程,行业协会与政府部门联合制定统一标准与规范,引导企业规范系统建设与应用,促进电气系统自动化控制与智能化管理行业健康有序发展。

结束语

电气系统自动化控制与智能化管理的融合发展,虽面临数据安全、系统兼容性、人员技能提升等诸多挑战,但通过加强技术研发创新、完善人才培养引进机制、推动标准化规范化建设等对策,能够有效应对挑战,提升电气系统运行效率与管理水平。这不仅有助于降低运维成本、增强系统抗干扰能力,还能为能源高效利用提供保障,促进电气系统在各领域的广泛应用与持续发展。

参考文献

- [1]莫佳俊.电气自动化控制系统在工业生产管理中的优化应用分析[J].中国设备工程,2026(1):45-47.
- [2]陈祥,李城城,王振蒙,等.基于智能化技术的电气自动化控制系统研究与实现[J].中国设备工程,2024(15):28-30.
- [3]温丽萍.基于智能化技术的电气自动化控制系统研究与实现[J].现代制造技术与装备,2021,57(1):192-193.
- [4]高佳佳.基于智能化技术的电气自动化控制系统研究与实现[J].科技资讯,2021,19(35):19-21.
- [5]张子涵.电气自动化在智能化冶金生产中的节能控制策略[J].全面腐蚀控制,2026,40(1):164-166.