电厂电气自动化控制技术应用

张智豪

广东天汇综合能源服务有限公司 广东 湛江 524000

摘要: 在电力工业高要求发展的当下, 电厂运行管理意义重大。本文聚焦电厂电气自动化控制技术应用, 先剖析其在提升生产效率、保障安全、精细控制等方面的优势; 再介绍监控、数据采集处理、自动控制、继电保护等常见技术类型; 而后分析系统设计集成、设备选型配置等应用要点; 最后展望其在智能化、与分布式能源及微电网融合、结合物联网、绿色节能等领域趋势, 助力技术优化应用。

关键词: 电厂电气; 自动化控制; 技术应用

引言

随着电力行业的快速发展, 电厂对生产效率、安全性及控制精度的要求日益提高, 电气自动化控制技术成为满足这些需求的关键支撑。传统电厂运行模式依赖人工操作, 存在效率低、误差大、安全隐患多等问题, 而自动化技术通过集成监控、数据处理、智能控制等功能, 实现了电厂运行的自动化与智能化转型。并结合电厂实际运营需求, 系统分析电气自动化控制技术的应用优势、核心技术类型、应用要点及未来趋势, 旨在为推动电厂电气自动化水平提升、促进电力行业高质量发展提供理论与实践借鉴。

1 电气自动化技术在电厂中的应用优势

1.1 提高生产效率

电气自动化技术通过构建智能化的控制系统, 将电厂各生产环节紧密衔接, 实现了设备运行的自主调节与协同作业。传统人工操作中, 设备启停、参数调整等环节易受人为反应速度和操作精度限制, 而自动化系统能实时捕捉生产数据, 根据预设逻辑快速作出响应, 减少了因人工干预滞后造成的效率损耗。同时, 自动化技术可对设备运行状态进行连续监测, 提前预判潜在故障并触发维护提示, 避免了非计划停机对生产连续性的影响, 使整个发电流程始终保持在高效稳定的状态, 从整体上提升了电厂的产能输出效率。

1.2 提升安全性能

在电厂生产中, 电气自动化技术通过多重防护机制构建了全方位的安全屏障。系统能实时采集各类关键参数, 如电压、电流、温度等, 一旦发现数值超出安全阈值, 会立即启动报警装置并自动执行应急处理措施, 如切断危险回路、启动备用设备等, 将安全隐患控制在萌芽阶段。此外, 自动化技术替代了人工在高温、高压、高辐射等危险环境中的操作, 减少了人员直接暴露于风

险场景的概率, 降低了安全事故发生的可能性。同时, 系统具备完善的故障追溯功能, 可精准记录异常情况的发生时间、原因及处理过程, 为安全管理和事故预防提供了可靠依据, 进一步筑牢了电厂的安全生产防线。

1.3 实现精细化控制

电气自动化技术借助高精度的传感器和先进的控制算法, 为电厂生产提供了细致入微的调控能力。在发电过程中, 系统能对燃料配比、燃烧强度、蒸汽参数等关键环节进行实时优化, 根据不同工况自动调整各项参数至最佳区间, 确保能源转化效率最大化。对于复杂的电力系统, 自动化技术可实现对各机组、各线路的精准调度, 平衡负荷分配, 避免局部过载或资源浪费。此外, 通过构建数字化模型, 系统能模拟不同运行方案的效果, 为操作人员提供科学决策支持, 使生产控制从经验驱动转向数据驱动, 实现了从宏观调控到微观调节的全维度精细化管理, 显著提升了电厂的运行质量和经济性^[1]。

2 电厂中常见的电气自动化技术

2.1 监控与控制系统

监控与控制系统是电厂电气自动化的核心组成部分, 承担着对整个电厂运行状态的实时监视和集中控制功能。该系统由监控终端、通信网络和控制服务器构成, 通过在电厂各关键设备(如锅炉、汽轮机、发电机等)上安装的监控模块, 实现对设备运行状态的全面感知。操作人员可通过监控终端的可视化界面, 直观查看各类设备的运行参数、工作状态及工艺流程, 及时掌握电厂的整体运行情况。当设备出现异常时, 系统会自动发出声光报警, 并在界面上高亮显示异常部位, 方便操作人员快速定位问题。同时, 系统支持远程控制功能, 操作人员可在监控中心对远方设备进行启停、参数调节等操作, 减少了现场操作的繁琐流程。此外, 监控与控制系统还能对设备的运行数据进行记录和存档, 为后续的运行分

析、故障排查和维护计划制定提供依据,确保电厂各项设备协调运转,保障发电过程的稳定性和安全性。

2.2 数据采集与处理系统

数据采集与处理系统在电厂电气自动化中负责对各类运行信息进行全面收集和深度处理。该系统借助分布在电厂各个角落的传感器和智能仪表,实时捕捉与发电相关的各类数据,涵盖设备的温度、压力、流量、电压、电流等物理量和电气参数。这些采集到的数据通过专用的通信线路传输至数据处理中心,经过过滤、校验等环节,去除无效和错误信息,确保数据的准确性。在数据处理环节,系统会按照预设的规则对数据进行分类整理,形成结构化的信息。同时,系统能对数据进行趋势分析,通过对比不同时段的数据变化,发现设备运行状态的潜在变化规律。处理后的数据分析结果会以图表、报告等形式呈现给操作人员和管理人员,为他们了解设备运行状况、做出决策提供有力支持。

2.3 自动控制技术

自动控制技术在电厂中用于实现发电过程的自动化调节和精准控制,减少人工干预,提高发电效率和稳定性。该技术以预设的控制目标和参数为依据,通过控制装置对电厂的各类设备进行实时调节。在锅炉运行中,自动控制技术可根据燃烧情况自动调整燃料供给量和空气进入量,维持锅炉内的稳定燃烧状态;在汽轮机运行时,能根据负荷变化自动调节汽轮机的转速,保证发电机组输出的电力参数稳定。自动控制技术还能实现多个设备之间的协同工作,当电厂的运行条件发生变化时,如用电负荷波动,系统会自动协调锅炉、汽轮机、发电机等设备做出相应调整,确保整个发电系统始终处于最佳运行状态。这种自动调节能力不仅能快速响应外界变化,还能避免因人工操作不及时或不准确带来的问题,为电厂的安全、高效运行提供可靠保障。

2.4 继电保护技术

继电保护技术是电厂电气系统安全运行的重要保障,其核心功能是在电气设备或线路出现故障时,迅速采取措施切断故障部分,防止故障扩大,保护设备和系统的安全。该技术由继电保护装置、互感器和断路器等部分组成,能够持续监测电气回路中的电流、电压等参数,时刻关注系统的运行状态。当系统中出现短路、过载、接地等故障时,继电保护装置能在极短时间内识别故障类型和位置,并向断路器发出跳闸指令,及时将故障设备或线路从系统中隔离出来,确保未受影响的部分能够继续正常运行。同时,继电保护技术具备选择性,只会切除故障部分,避免不必要的停电范围扩大。在设

备处于异常运行状态但未发生故障时,继电保护装置还能发出预警信号,提醒操作人员及时处理,防止异常情况发展为故障,从而保障电厂电气系统的稳定运行和设备的安全^[2]。

3 电厂电气自动化控制技术的应用要点

3.1 系统设计与集成要点

系统设计与集成需以电厂整体生产需求为核心,构建兼具兼容性与扩展性的架构。首先要梳理各生产环节的功能需求,明确控制对象与参数,确保设计方案覆盖发电、输电、配电等全流程。在集成过程中,需注重不同子系统的协同性,如将监控系统、自动控制系统、继电保护系统的数据接口标准化,实现信息无缝互通,避免形成“数据孤岛”。同时,设计需预留足够的扩展空间,考虑未来设备升级或产能提升的可能性,使系统能通过模块添加或参数调整适应新需求。此外,还需结合电厂的地形布局与设备分布,优化控制节点的设置,缩短信号传输路径,减少延迟与干扰,保障系统运行的稳定性和响应速度。

3.2 设备选型与配置要点

设备选型需兼顾性能匹配与实际工况适应性,避免盲目追求高端配置或过度节省成本。应优先选择经过行业验证、运行稳定的设备,确保其在高温、高湿、多粉尘等电厂特殊环境中能长期可靠工作。配置过程中要注重设备间的参数匹配,如传感器的测量范围需与被控对象的实际参数相契合,执行器的输出功率要满足负载驱动需求,避免因参数不匹配导致控制精度下降或设备损坏。同时,需考虑设备的维护便利性,选择结构模块化、易拆卸的产品,降低后期检修难度。此外,还应关注设备的兼容性,确保新选用的设备能与现有系统顺畅对接,减少集成过程中的技术障碍。

3.3 通信网络建设要点

通信网络是电厂电气自动化系统数据传输的“血管”,建设需满足实时性、可靠性与安全性要求。网络架构应采用分层设计,如现场设备层、控制层、管理层逐级衔接,通过不同速率的通信协议适配各层数据传输需求,确保关键控制信号的传输延迟控制在毫秒级以内。在布线方面,需将控制信号线缆与动力线缆分开敷设,避免电磁干扰影响数据准确性;同时,重要线路应采用冗余设计,当主线路出现故障时,备用线路能自动切换,保障通信不中断。此外,需加强网络安全防护,通过防火墙、加密传输等技术防止非法入侵与数据篡改,定期对网络设备进行巡检与维护,及时排查带宽拥堵、节点故障等问题,确保数据传输的畅通与安全。

3.4 软件编程与调试要点

软件编程需以控制逻辑的清晰性与可靠性为核心,采用模块化编程思想,将复杂的控制流程分解为独立功能模块,便于后期修改与维护。编程过程中要注重逻辑严谨性,充分考虑各种异常工况的处理机制,如设备故障时的应急停机程序、参数超限时的报警逻辑等,避免因逻辑漏洞导致系统失控。调试阶段需分步骤进行,先进行单个模块的单元测试,验证其功能是否符合设计要求;再进行子系统联调,检查模块间的接口调用是否顺畅;最后开展全系统调试,模拟各种运行工况,观察系统整体响应是否符合预期。调试过程中要详细记录各项参数的调整过程与结果,建立完善的调试文档,为后续系统优化与故障排查提供依据^[3]。

4 电厂电气自动化控制技术的发展趋势

4.1 智能化发展趋势

智能化成为电厂电气自动化控制技术的核心方向,通过引入人工智能与深度学习算法,系统将具备更强的自主决策能力。未来的自动化系统能基于海量运行数据构建预测模型,精准预判设备故障趋势并制定个性化维护方案,实现从被动抢修到主动预防的转变。同时,智能控制系统可自主优化发电流程,根据电网负荷波动、燃料成本变化等动态调整运行策略,平衡效率与经济性。人机交互方式也将更趋智能,通过语音识别、虚拟现实等技术简化操作流程,使操作人员能更高效地管控复杂系统,推动电厂运行从“自动化”向“自主化”升级。

4.2 分布式能源接入与微电网技术应用趋势

随着新能源渗透率提升,分布式能源接入与微电网技术成为重要发展方向。自动化控制系统需具备更强的兼容性,实现光伏、风电等分布式电源与传统机组的协同运行。微电网技术通过智能化能量管理系统,动态平衡分布式电源的波动性与负荷需求,确保电网稳定。同时,自动化控制技术将优化分布式能源的调度策略,在并网与离网模式间无缝切换,提升能源利用效率,为电厂构建多能互补的新型电力系统提供技术支撑。

4.3 与物联网技术融合趋势

物联网技术的深度融合将重构电厂自动化控制的架

构,通过部署全域感知的智能传感器网络,实现设备状态、环境参数的全方位实时监测。物联平台与自动化系统的无缝对接,可打破信息壁垒,形成“感知-分析-决策-执行”的闭环。借助物联网的边缘计算能力,数据处理将向设备端迁移,减少云端传输压力,提升控制响应速度。同时,基于物联数据的数字孪生技术可构建虚拟电厂模型,模拟不同运行场景并优化控制策略,为电厂提供全生命周期的智能化管理手段。

4.4 绿色节能与环保趋势

绿色节能与环保成为技术发展的重要导向,自动化控制技术将更注重能源转化效率的提升与污染物排放的管控。系统通过精准控制燃烧过程,优化燃料与空气配比,降低单位发电能耗;同时实时监测烟气成分,联动调整脱硫、脱硝设备运行参数,确保排放指标达标。此外,自动化技术将推动电厂与能源梯级利用系统的融合,实现余热、余压的高效回收,通过智能化能源管理减少资源浪费,助力电厂向低碳、环保的可持续发展模式转型^[4]。

结束语

综上,电厂电气自动化控制技术中的监控与控制、数据采集与处理、自动控制及继电保护等技术,从实时监控、精准调节到安全防护,全方位保障了电厂的稳定高效运行。它们不仅简化了操作流程,更提升了系统的可靠性与智能化水平。随着技术的持续演进,这些技术将不断优化升级,为电厂实现更安全、经济、环保的运营提供坚实支撑,推动电力行业迈向更高质量的发展阶段。

参考文献

- [1]刘晓帆.发电厂电力系统自动化技术应用研究[J].科技风,2021(30):155-155
- [2]李鹏飞.电气自动化控制设备可靠性研究[J].科技资讯,2021,17(24):237+239.
- [3]胡拓宇,唐聪.电气自动化技术在电力系统中的应用[J].电子技术与软件工程,2022(13):112-113
- [4]白艳明.电气自动化技术在电气工程中的应用[J].电子技术与软件工程,2022(09):126.