

电力系统中电气自动化控制技术的应用

熊赵妹

江西赣能股份有限公司丰城发电厂 江西 宜春 331100

摘要:电力系统运行结构复杂、工况动态波动,自动化控制是保障电网稳定运转的重要技术手段。本文结合电力系统基础架构与自动化技术运行逻辑,梳理技术在发电、输电变电、配电及设备监测等核心环节的具体应用形式,总结技术应用的核心特征。针对电力系统运行适配、系统兼容与运行稳定等层面存在的提升空间,明确多项针对性优化方式。结合行业技术迭代规律,剖析智能化融合、一体化集成、精细化调控与安全化长效的整体发展方向,为电力系统自动化技术迭代升级与高质量运维发展提供技术参考。

关键词:电力系统;电气自动化;智能调控;系统集成;电网运维

引言:电力产业是社会经济稳定发展的基础性支撑产业,现代电力网络规模持续扩张,内部运行结构逐步复杂化,动态负荷波动更加频繁,对系统管控水平提出更高标准。传统人工管控模式存在响应滞后、管控精度不足等短板,难以适配现代化电力系统的运行需求。电气自动化控制技术凭借高效精准的调控能力,逐步普及于电力系统全流程运维工作。深入梳理电气自动化控制技术的基础架构与应用场景,探索技术优化路径与迭代方向,可以持续提升电力系统运行的稳定性与规整性,推动电力运维体系朝着智能化、精细化方向持续升级。

1 电力系统与电气自动化控制技术基础架构

1.1 电力系统整体运行架构

电力系统搭建多层次联动的能源输送载体,整合发电、输电、变电、配电及用电多个运行单元完成电能有序流转。各个运行单元保持紧密衔接的运行关系,依托固定传输路径完成电能持续输送与分配,构建具备连续运转属性的能源供给体系^[1]。系统内部各个运行环节保持紧密关联的运行关系,任意环节的运行波动都会传导至其余运行模块,改变整体运行质量与运转水平。各类电力设备分布于系统不同层级,承担能量转换、电压变换、电能输送与负荷供给等基础功能。设备运行状态保持动态变化特征,直接影响整体网络的运转平稳程度。理清电力系统内部结构关系与运转逻辑,能够为自动化控制技术的落地融入提供基础支撑,适配各类智能调控手段的场景应用。

1.2 电气自动化控制技术组成体系

电气自动化控制技术依托多类功能单元协同配合,搭建完整的智能化管控体系。传感采集单元负责捕捉电力设备与电力网络的实时运行数据,捕捉电压、电流、负荷波动等关键运行信息。信号传输单元搭建稳定的数

据传输通道,将前端采集的运行信息稳定输送至后台处理模块。逻辑运算单元承担数据整理与信息甄别工作,对海量运行数据开展分类处理与状态辨识。自动调控单元根据数据处理结果输出调控指令,完成电力设备运行状态的自主调整。多类功能单元保持深度配合的运行模式,逐步降低人工操作参与频次,推进电力系统各类设备与整体网络实现自主化运转。

1.3 电气自动化控制技术运行原理

电气自动化控制以闭环调控模式作为核心运行逻辑,搭建动态循环的智能管控流程。前端感知装置持续采集电力系统实时运行参数,完整收录网络运行与设备工作的动态信息。后台控制模块对接收录数据,完成运行参数的对比分析与逻辑研判,甄别系统当前运行状态与运行偏差。调控模块结合系统运行需求输出对应的调控指令,驱动终端电力设备完成运行参数修正与状态调整。整套工作流程不间断循环开展,持续修正系统运行偏差,维持电力网络运行状态的动态平衡,保障电力系统始终处于稳定有序的运转状态。

2 电气自动化控制在电力系统中的主要应用领域

2.1 发电环节的自动化调控应用

电气自动化技术能够全面接入各类发电设备的运行全流程,覆盖设备启停、工况变换以及负荷调整等各类核心环节,完成机组运行状态与设备工况的持续性动态监测。系统依托内置智能调控逻辑,主动适配发电环节多变的运行需求,根据电网整体负荷波动调整机组出力水平。依托实时数据研判完成机组运行参数的自主修正,让设备运行工况贴合电网供能节奏,弱化人工操作存在的滞后性与偏差性^[2]。持续动态的智能调控可以稳定机组运行状态,维持发电环节运转的连续性,规避工况波动带来的供能不稳问题,强化发电环节整体运行的平

稳程度与可控程度,有效缩短机组负荷响应时长,提升发电侧整体运行的适配性能。

2.2 输电变电环节的自动化管控应用

输电变电体系的稳定运行依托自动化控制技术实现全维度智能管控,覆盖输电线路与变电设备的全部运行周期。技术体系持续采集线路运行工况、变电设备工作参数,精准捕捉运行过程中出现的参数偏移与状态变动。系统依托智能运算逻辑完成运行参数的自主校正,根据电网运行需要完成设备工作状态的智能切换,适配不同负荷状态下的输电变电运行需求。智能管控模式可以紧密衔接输电变电体系内部各类运行节点,理顺电能传输与电压变换的整体流程,减少工况波动对电能输送品质的干扰,持续优化电力输送环节的整体运行状态,实现输电变电全流程动态管控,弱化线路工况波动对电能输送质量的影响。

2.3 配电系统的自动化适配应用

配电系统具备运行结构复杂、负荷波动频繁、供电区域分散的运行特征,自动化控制技术可以深度适配这类复杂运行场景开展精准调控。技术体系可以不间断监测配电网络整体运行状态,实时掌握各区域线路负荷水平与供电压力,精准识别网络运行中的薄弱环节。依托智能调控逻辑动态调配各区域配电负荷,优化线路运行组合方式,调整配电网络内部的资源分配结构。结合不同时段的用电变化适配供电模式,平衡全域供电负荷分布,缓解线路过载或空载等不良运行状态,持续提升配电体系运行的规整性与适配能力,有效优化配电网络资源配置结构,缓解区域供电负荷不均的运行问题。

2.4 电力设备运行的自动化监测应用

电力系统各类终端运行设备均可接入自动化控制体系,实现全天候不间断的运行状态感知与智能监控。技术体系持续采集设备运行过程中的电压、电流、负载等关键运行数据,动态跟踪设备工况的细微变化与运行趋势。精准捕捉设备运行阶段出现的异常波动与工况偏移,快速甄别各类潜在运行隐患。系统可自主启动对应的预警机制与安全保护机制,及时阻断设备异常运行状态的持续扩散,降低设备故障发生概率。稳定可靠的智能监测管控可以保障各类电力设备长效平稳运转,夯实电力系统整体安全稳定运行的基础条件,实现终端设备隐患的提前甄别与主动干预,延长电力设备稳定运行周期。

3 电气自动化控制技术的应用特性与优化路径

3.1 电气自动化控制技术应用基本特性

电气自动化控制技术拥有实时性、联动性、自主性与精准性的应用特质,充分适配电力系统长期连续运行

与工况动态波动的运行规律。技术依托高速数据采集与运算机制,快速捕捉电网运行参数的细微变动,快速响应电网内部产生的各类调控需求。不同区域的电力设备与运行环节依托统一调控架构建立联动机制,打通发电输电配电各环节的运行壁垒,实现全域运行单元的协同调控^[3]。整套调控流程依托预设程序自主完成数据梳理、偏差识别与指令输出,缩减人工操作参与频次,降低人为干预带来的运行波动与不确定问题。精细化的数据识别与指令输出模式能够提升调控操作的精细度,适配现代电力网络智能化、精细化的升级发展趋势。

3.2 技术适配性优化方式

电力系统覆盖多类运行场景,工况状态随用电负荷与运行模式持续变动,自动化技术需要持续优化适配能力贴合系统运行规律。结合电力生产与输送各环节的运行特征,持续调整内部控制运算逻辑,让调控策略贴合不同工况状态下的运行规律。优化信号传输整体模式,完善数据交互通道的架构设计,提升数据传输的稳定程度与传输效率。针对不同功能电力设备的运行机理与工作模式,差异化调整调控逻辑与运行参数,填补通用型调控模式存在的适配短板,让自动化调控行为贴合各类设备的实际运行工况,通过差异化参数设定适配多类型设备运行需求,补齐通用调控模式的适配短板。

3.3 系统兼容性优化方式

电力系统长期运维升级过程中,设备迭代更新节奏较快,设备品类繁杂且运行逻辑存在差异,容易造成调控体系衔接不通畅的问题。持续优化自动化控制体系的整体兼容架构,升级底层运行框架,拓展系统对接各类硬件设备的承载能力。统一全域范围内的数据传输格式与调控执行标准,消除不同设备与运行单元之间的数据交互壁垒。搭建适配新旧设备的通用对接通道,让不同投产阶段、不同功能属性的设备可以融入同一调控体系。完善全域调控架构的衔接机制,强化各运行单元的联动配合能力,搭建整体性更强、运行衔接更紧密的智能调控体系。

3.4 运行稳定性优化方式

电力系统运行过程中易受外部环境与内部负荷变动干扰,需要持续优化自动化体系运行机制提升综合运行品质。不断细化闭环调控运行逻辑,细化各阶段数据比对与参数修正流程,补齐调控流程中的薄弱环节,提升参数修正与工况调整的精准程度。迭代升级前端数据采集硬件与运算算法,提升各类运行数据的采集精度与覆盖维度,保障调控工作依托完整真实的运行数据开展。丰富系统内置的应急调控逻辑,针对复杂工况与异常运

行状态增设专项调控策略,提升系统抵御工况波动与外部干扰的能力,维持各类复杂场景下调控工作的平稳开展与连续运行,完善的应急调控逻辑可有效提升系统抗干扰能力,保障复杂工况下调控工作连续推进。

4 电气自动化控制技术的发展趋势

4.1 智能化融合发展趋势

电气自动化控制技术会持续吸纳前沿智能运算与智能分析逻辑,突破传统固定程序调控模式的运行局限。传统自动化调控依赖预设固定程序完成指令输出,难以应对电力系统持续升级带来的复杂工况变化。智能技术的深度融入可以推动调控体系具备自主研判能力,依托海量运行数据完成工况特征识别与运行规律挖掘^[4]。调控体系可以根据电网运行状态自主更新调控策略,实现运行模式的动态适配,摆脱固化调控逻辑的束缚。智能融合模式能够持续提升电力调控体系的灵活程度,适配现代电力网络结构复杂化、负荷多元化的升级发展节奏。

4.2 一体化集成发展趋势

电气自动化控制技术的迭代升级会持续朝向一体化集成的方向推进,重构电力系统各类功能模块的运行架构。传统电力自动化体系功能模块划分相对独立,监测调控保护运维各类单元存在运行割裂问题,数据交互与业务衔接存在明显阻碍。技术升级过程会逐步整合分散的功能单元,打通不同技术模块之间的运行壁垒,实现数据资源与调控业务的互通联动。多类功能单元融合整合后可以形成统一的运行载体,搭建功能完整、衔接紧密的一体化电力自动化控制体系,简化电网管控流程,提升全域运行单元的整体协作效率。

4.3 精细化调控发展趋势

电气自动化调控模式会逐步摆脱传统大范围、整体性的粗放调控模式,持续下沉至设备与线路节点层级开展精准管控。传统调控方式侧重电网整体运行状态的平衡维护,忽略局部设备与单一线路的细微工况偏差,容易造成资源调配不合理、运行管控不细致等问题。技术体系持续优化数据采集维度与运算精度,细化调控层级与管控颗粒度,针对独立设备、单条线路与局部电网开展针对性参数修正。精细化的调控模式可以填补粗放管

控存在的管控盲区,优化电力系统内部资源分配结构,匹配电力产业高质量运行的升级发展需求。

4.4 安全化长效发展趋势

电气自动化技术体系会持续完善安全防护架构与容错运行机制,夯实电力系统长效稳定运行的技术基础。电网运行环境复杂,各类内外干扰因素容易引发工况异常与运行波动,对调控体系的安全承载能力提出更高标准。技术升级着重优化多层级防护机制,丰富各类异常工况对应的应急调控逻辑,强化系统自主容错与故障抵御能力^[5]。调控体系可以自主识别运行风险,提前开展风险干预与状态修正,弱化各类不稳定因素对电网运行带来的负面影响。持续完善的安全运行体系能够保障电力网络长期平稳运转,支撑电力产业持续稳健推进升级发展。

结束语

电气自动化控制技术已经深度融入电力系统全流程运行管控,各类技术手段可有效适配电力生产与输送的动态运行场景,优化电网整体运行品质。各类适配性、兼容性与稳定性优化方式,能够持续补齐自动化技术应用过程中的运行短板,完善电力智能调控体系。智能化融合、一体化集成、精细化调控的发展方向,持续完善电力自动化技术体系,多层级安全防护机制也可不断强化电网运行保障能力,助力电力行业维持高质量、稳秩序的常态化运行状态。

参考文献

- [1]吴明雨,孙海龙.电力系统中电气自动化控制技术的应用[J].电力设备管理,2026(4):119-121.
- [2]杨超.电力系统中电气自动化控制技术的应用探讨[J].模型世界,2025(9):86-88.
- [3]卢洁.电力系统中电气自动化控制技术的应用探讨[J].消费电子,2022(1):95-96.
- [4]马忠兴.电力系统中电气自动化控制技术的应用研究[J].中国科技投资,2025(16):41-43.
- [5]孙丽宁,李亚坤,许越博,等.电气工程及其自动化技术在电力系统保护与控制中的应用[J].模型世界,2025(13):59-61.