

风电场升压变电站综合自动化配置

毛 荐

神华(天津)新能源技术有限责任公司 天津 300450

摘要: 随着风电产业的蓬勃发展,风电场升压变电站综合自动化配置愈发关键。本文围绕风电场升压变电站展开,深入阐述其综合自动化在过程层、间隔层、站控层的具体配置情况,涵盖电气量检测、保护控制等多方面功能实现。同时,剖析当下配置中存在的技术瓶颈、设备兼容性及维护管理等问题,并针对性地提出加强技术研发、提升设备质量、完善管理制度等对策,旨在为优化风电场升压变电站综合自动化配置提供有益参考。

关键词: 风电场升压; 变电站; 综合自动化; 配置

引言: 近年来,全球对清洁能源的需求促使风电场建设规模不断扩大。风电场作为将风能转化为电能的重要场所,有着独特的工作原理与特点。而其中的升压变电站起着提升电压、保障电能顺利接入电网的关键作用,关乎整个风电场的稳定运行。在此背景下,风电场升压变电站综合自动化配置成为提升其运行效率与可靠性的核心环节,值得深入探究其具体配置以及可能面临的问题与解决对策,以推动风电场更好地发展。

1 风电场概述

1.1 风电场的工作原理与特点

风电场的工作原理是利用风力发电机组将风能转化为电能。风力发电机的叶片捕获风能,使风轮旋转,进而带动发电机发电。其特点显著,风能是一种清洁能源,具有可再生性,在减少碳排放方面贡献突出。但风能具有间歇性和不稳定性,风速的变化会导致发电功率波动,对电网的稳定性产生挑战。风电场占地面积通常较大,且多建于风能资源丰富的地区,如沿海、高原及山口等地,其建设和运营需要综合考虑地理、气候等多方面因素。

1.2 风电场升压变电站的功能与重要性

风电场升压变电站主要功能是对风电机组产生的低电压电力进行升压处理,使其符合电网接入的电压等级要求,以便高效地将电能输送至电网。它能够进行无功补偿,调节电压,保障电能质量,避免因风电波动对电网造成冲击。在安全方面,可对变电站内设备故障进行隔离,保护设备和人员安全。其重要性在于它是风电场与电网之间的关键纽带,若升压变电站运行不畅,风电场的电能将无法顺利并网,整个风电场的发电效益将大打折扣,严重时甚至会影响电网的稳定运行^[1]。

2 风电场升压变电站综合自动化配置

2.1 过程层配置

2.1.1 电气量检测与实时数据采集

过程层的电气量检测与实时数据采集是风电场升压变电站综合自动化的基础环节。通过高精度的电压互感器、电流互感器等设备,对变电站内的电压、电流、功率、频率等电气量进行精确测量。这些测量数据会以高速率进行采集,通常采用先进的数字化采样技术,确保数据的准确性与实时性。采集到的数据会被迅速传输至间隔层进行进一步处理与分析,为变电站的监控、保护以及控制决策提供关键依据,例如判断电力系统是否处于正常运行状态、是否存在故障隐患等,以便及时采取相应措施。

2.1.2 设备运行状态在线监测

设备运行状态在线监测对于风电场升压变电站的可靠运行至关重要。利用各类传感器对变压器、断路器、互感器等主要设备的运行参数进行持续监测,包括油温、油压、绕组温度、开关触头温度、绝缘气体压力等。通过对这些参数的动态监测与分析,能够及时发现设备的潜在故障隐患,如变压器的过热、绝缘老化,断路器的接触不良等问题。同时,借助智能诊断算法,可对设备的健康状况进行评估,预测设备的剩余使用寿命,从而提前安排维护计划,减少设备突发故障导致的停电风险,提高变电站运行的安全性与稳定性。

2.1.3 操作控制执行与驱动

操作控制执行与驱动功能赋予了风电场升压变电站自动化操作的能力。当接收到来自间隔层或站控层的控制指令时,如断路器的分合闸操作、变压器分接头的调节指令等,过程层的智能执行机构会迅速响应并准确执行。这些执行机构采用先进的电子控制技术与大功率驱动元件,能够在确保操作可靠性的前提下,快速完成各种复杂的操作任务。并且在操作过程中,会实时反馈执行状态信息,以便上层系统确认操作是否成功执行,实

现对变电站设备的远程精准操控,有效提高了变电站的运行管理效率,降低了人工现场操作的劳动强度与安全风险^[2]。

2.2 间隔层配置

2.2.1 数据汇总与处理

间隔层在风电场升压变电站综合自动化配置中承担着数据汇总与处理的关键任务。它接收来自过程层各个智能设备采集到的海量数据,包括电气量数据、设备状态数据等。通过内置高效的数据处理算法和微处理器,对这些数据进行分类、整理、计算与分析。例如,对电气量数据进行滤波处理以去除干扰,计算功率因数、有功功率和无功功率等参数,从而准确评估电力系统的运行状态。经过处理的数据一方面用于本间隔的保护控制功能决策,另一方面会上传到站控层,为整个变电站的监控与调度提供详细且准确的信息基础,保障系统运行的可靠性与稳定性。

2.2.2 保护控制功能实现

间隔层的保护控制功能是保障风电场升压变电站安全稳定运行的核心。针对不同的电气设备和线路,间隔层配备了专门的保护装置,如变压器差动保护、线路距离保护、母线保护等。这些保护装置基于对电气量数据的实时监测与分析,利用先进的保护原理和算法,能够快速准确地判断故障类型、位置和范围。一旦检测到故障,保护装置会立即发出跳闸指令,隔离故障设备或线路,防止故障扩大。同时,在正常运行时,保护装置还能根据系统的运行状态,自动调整设备的运行参数,如控制无功补偿设备的投切,以维持电力系统的电压稳定和功率平衡,实现对变电站设备的全方位保护与智能控制。

2.2.3 操作闭锁与同期控制

操作闭锁与同期控制功能在风电场升压变电站中起着至关重要的安全保障作用。操作闭锁功能通过硬件逻辑电路和软件程序相结合的方式,防止误操作的发生。例如,在断路器与隔离开关之间设置闭锁逻辑,只有当满足特定的电气条件和操作顺序时,才能进行相应的操作,避免带负荷拉合隔离开关等危险操作。同期控制则主要应用于需要并列运行的设备或线路,如发电机并网、变压器并列运行等。间隔层的同期装置会精确检测待并两侧的电压、频率、相位等参数,通过调节控制使这些参数满足同期条件后,才允许进行并列操作,确保电力系统在并列过程中的稳定性和安全性,避免因非同期并列而引发的电力系统振荡和设备损坏等严重后果。

2.3 站控层配置

2.3.1 数据汇总与数据库管理

站控层作为风电场升压变电站综合自动化系统的核心管理层,负责对全站数据进行汇总整合。它接收来自间隔层与过程层的各类数据,包括实时运行数据、设备状态数据、故障报警信息等。通过强大的数据处理能力,对这些数据进行分类存储与管理,构建起完整的数据库系统。该数据库不仅能存储当前数据,还具备历史数据存储功能,以便后续进行数据分析、报表生成与趋势预测。例如,通过对历史电气量数据的分析,可评估设备的性能变化趋势,为设备维护与升级提供依据,同时也为站内其他功能模块提供数据共享与交互的平台,保障整个自动化系统的高效运行。

2.3.2 调度与控制中心通信

站控层承担着与外部调度与控制中心进行通信的重任。它遵循特定的通信协议,如 IEC 61850 等,将风电场升压变电站内的运行信息准确无误地传输给上级调度中心,包括发电功率、电压水平、设备运行状况等关键数据,以便调度中心全面掌握风电场的运行态势并进行宏观调控。同时,接收来自调度中心的控制指令,如发电计划调整、无功补偿指令等,并及时下达至站内各间隔层与过程层设备执行。这种双向通信机制确保了风电场与电网之间的协调运行,使风电场能够更好地适应电网的负荷变化与运行要求,提高了整个电力系统的稳定性与可靠性。

2.3.3 网络通信功能优化

站控层注重网络通信功能的优化以保障信息传输的高效性与稳定性。采用高速以太网技术构建站内通信网络,并通过网络冗余设计,如双网冗余,提高网络的可靠性,防止单点故障导致通信中断。在网络拓扑结构方面,合理规划交换机的分布与连接方式,减少数据传输的延迟与瓶颈。同时,运用网络管理软件对网络流量进行实时监测与分析,能够及时发现网络异常并进行优化调整。例如,对重要数据设置较高的传输优先级,确保如保护控制指令等关键信息的快速传递,通过这些优化措施,实现站内各层设备之间以及与外部系统之间的高速、稳定、可靠的信息交互,提升风电场升压变电站综合自动化系统的整体性能。

3 风电场升压变电站综合自动化配置的问题与对策

3.1 存在的问题

3.1.1 技术瓶颈和限制

风电场升压变电站综合自动化面临着一些技术瓶颈。在数据处理方面,随着风电场规模扩大,数据量呈爆炸式增长,现有的数据处理技术难以满足实时性与准确性要求,易导致数据延迟与误差累积。在智能算法应

用上,故障诊断与预测算法不够精准成熟,常出现误判或漏判情况,影响设备维护与系统运行可靠性。此外,在应对极端天气时,如强风、雷电、低温等,自动化系统的防护技术尚不完善,可能出现设备损坏、通信中断等问题,制约了风电场在复杂环境下的稳定运行与效能发挥。

3.1.2 设备兼容性和稳定性问题

设备兼容性是一大挑战,不同厂家生产的设备在通信协议、接口标准等方面存在差异,导致设备间信息交互不畅,集成难度大。例如,部分保护装置与测控设备无法无缝对接,需额外开发转换接口,增加成本与系统复杂性。稳定性方面,一些自动化设备在风电场复杂电磁环境下易受干扰,出现误动作或死机现象。且长期运行后,设备老化、性能下降,可能频繁出现故障,影响整个变电站自动化系统的持续稳定运行,增加了运行风险与维护工作量,不利于风电场的高效运维。

3.1.3 维护和管理难度

风电场升压变电站综合自动化系统的维护管理难度较大。其分布区域广,设备数量众多且分散,使得日常巡检与维护的工作量巨大,人力物力成本高。系统涉及多种技术领域,如电力电子、通信、计算机等,对维护人员的专业技术水平要求极高,复合型人才短缺。此外,自动化系统的软件更新与升级较为频繁,需要制定严谨的更新计划与验证机制,否则可能引发新的故障或兼容性问题。同时,故障排查与修复难度大,由于系统关联性强,一个设备故障可能引发连锁反应,导致故障定位与修复时间长,影响风电场正常发电^[3]。

3.2 相关对策

3.2.1 加强技术研发和创新

鼓励科研机构与企业合作,针对数据处理瓶颈,研究高效的数据压缩、存储与分析算法,如采用分布式计算与人工智能技术相结合,提升数据处理速度与精度。对于智能算法,深入探索深度学习等技术在故障诊断与预测中的应用,通过大量实际数据训练优化模型,提高其准确性。同时,研发适应极端天气的防护技术,如新型抗电磁干扰材料与电路设计、强化设备的耐寒耐热及防风防雷性能,确保自动化系统在恶劣环境下稳定运行,推动风电场自动化技术的整体进步。

3.2.2 提高设备的质量和可靠性

在设备采购环节,严格筛选供应商,优先选择具有

良好口碑、成熟技术和丰富经验的厂家,确保设备质量上乘。要求设备遵循统一的国际或国家标准,特别是通信协议和接口标准,如全面推广 IEC 61850 标准,减少设备兼容性问题。在设备制造过程中,引入先进的生产工艺与质量检测体系,对关键部件进行严格的可靠性测试,如老化试验、环境适应性试验等。对于已投入运行的设备,建立定期巡检与维护机制,及时发现并处理潜在故障隐患,通过设备升级改造、优化硬件配置等方式,延长设备使用寿命,提高设备整体可靠性,保障风电场自动化系统稳定运行。

3.2.3 完善维护和管理制度

构建科学合理的维护管理体系,首先根据风电场升压变电站的规模与分布,合理规划维护人员配置,加强对维护人员的专业培训,培养跨学科的复合型人才,使其熟练掌握电力、自动化、通信等多方面知识与技能。制定详细的日常巡检规范,明确巡检内容、周期与流程,采用先进的巡检设备,如无人机巡检、智能传感器监测等提高巡检效率与准确性。针对软件更新,建立严格的测试与验证环境,在模拟运行环境下充分测试后再进行正式升级^[4]。

结束语

随着风电行业的持续发展,风电场升压变电站综合自动化配置的优化至关重要。本文深入剖析了其各层配置、现存问题及对策。通过不断攻克技术瓶颈、提升设备质量与兼容性、完善维护管理,风电场升压变电站综合自动化将迈向新高度。这不仅能保障风电场高效稳定运行,提升电能质量与可靠性,还将促进风电在能源结构中的地位进一步巩固。未来,仍需各方协同努力,持续探索创新,以适应新能源领域不断涌现的新挑战与新机遇,推动风电产业智能化、可持续发展。

参考文献

- [1]石成.风电场升压变电站综合自动化配置[J].中国新技术新产品,2014(9):72-72.
- [2]苏熙,陈杰.风电场升压变电站综合自动化配置探究[J].百科论坛电子杂志,2019(7):467-468.
- [3]刘伟达,孙银茹.风电场升压变电站综合自动化配置[J].中国电力教育,2011(15):117-116
- [4]董彬.风电场升压变电站综合自动化配置研究[J].百科论坛电子杂志,2021(18):135-136.