

变电站自动化设备运维管控系统及其应用

李超雄

国网四川省电力公司超高压分公司 四川 成都 610042

摘要: 变电站自动化设备运维管控系统是电力行业的重要创新,它集成了实时监测、故障预警、远程控制与调度、能效管理以及运维管理与决策支持等功能。该系统通过高精度传感器、智能终端设备以及先进的数据处理与分析技术,实现了对变电站设备的全面监控和管理。本文详细阐述了变电站自动化设备的构成及其功能,探讨了运维管控系统在实际应用中的多个场景,包括实时监测与预警、故障定位与诊断、远程控制与调度、能效管理与优化以及运维管理与决策支持。这些应用显著提升了电力系统的安全性和稳定性,降低了运维成本,提高了运维效率。

关键词: 变电站;自动化设备;运维管控系统;应用

引言: 随着智能电网的快速发展,变电站自动化设备的运维管理面临着新的挑战和机遇。传统的人工巡检和故障排查方式已经难以满足现代电力系统的需求。为了实现对变电站设备的全面、实时、精准的监控和管理,运维管控系统应运而生。该系统通过集成先进的传感器技术、智能终端设备以及数据处理与分析技术,为电力系统的安全稳定运行提供了有力保障。本文将深入探讨变电站自动化设备运维管控系统的构成、功能及其在电力行业中的应用。

1 变电站自动化设备概述

变电站自动化设备是电力系统中的重要组成部分,主要包括综合自动化设备、电量计量设备以及二次自动化设备等。这些设备通过数据采集、传输、处理和等功能,实现对变电站内各种电气参数的实时监测和控制。(1) 综合自动化设备。综合自动化设备是变电站自动化系统的核心部分,它集成了监控、保护、控制、测量等多种功能于一体。通过采集变电站内各种电气参数和设备状态信息,进行综合分析和处理,实现对变电站的实时监控和控制。综合自动化设备还具有故障预警、故障诊断和故障恢复等功能,为运维人员提供全面、准确的故障信息,帮助运维人员快速定位和处理故障。

(2) 电量计量设备。电量计量设备主要用于对变电站内各种电气设备的电量进行准确计量和统计。通过采集电量数据,为电力系统的经济调度和能源管理提供重要依据。电量计量设备还具有远程抄表、防窃电等功能,为电力系统的运营管理提供有力支持。(3) 二次自动化设备。二次自动化设备主要包括智能终端、时间同步系统、继电保护设备及通信系统等。智能终端用于实现变电站内各种电气设备的远程控制和状态监测;时间同步系统用于确保变电站内各种设备的时间同步,提高系统

的可靠性和准确性;继电保护设备用于对变电站内的电气设备进行保护和控制,防止故障扩大和损坏设备;通信系统则用于实现变电站内各种设备之间的信息传输和交换^[1]。

2 变电站自动化设备运维管控系统构成及功能

2.1 数据采集层

数据采集层是变电站自动化设备运维管控系统的起点,也是整个系统信息流的源头。它主要由各类高精度传感器、智能终端设备以及高性能通信设备组成,这些设备遍布于变电站的各个角落,形成了一个庞大而精细的信息采集网络。传感器作为数据采集的核心元件,能够实时捕捉变压器、开关设备、线路等关键设备的运行参数,如电压、电流、温度、湿度等,这些数据是后续分析与决策的基础。智能终端设备则负责将这些原始数据转化为标准化的数字信号,并通过通信设备高效、准确地传输至数据处理与分析层。在数据采集过程中,准确性和可靠性是至关重要的。为了确保数据的精准无误,数据采集层采用了多重校验和冗余设计,有效避免了因设备故障或数据传输错误而导致的误报或漏报现象。随着物联网技术的不断发展,数据采集层正逐步向更智能化、更自适应的方向发展,能够根据实际运行状况动态调整采集频率和精度,进一步提高数据的实用性和价值。

2.2 数据处理与分析层

数据处理与分析层是变电站自动化设备运维管控系统的核心大脑,它利用先进的边缘计算和云计算技术,对从数据采集层接收到的海量数据进行深度挖掘和分析。这一层的主要任务是对数据进行清洗、整合、分类和存储,以便后续的分析 and 决策。在数据处理阶段,系统通过智能算法对原始数据进行预处理,去除噪声和冗

余信息,提取出对运维决策有价值的指标。随后,这些数据被整合到统一的数据仓库中,便于后续的查询和分析。在数据分析阶段,系统运用机器学习、数据挖掘等先进技术,对设备健康状态进行实时评估和预测。通过对历史数据的分析和学习,系统能够建立起设备故障预警模型,及时发现并预测潜在故障,为运维人员提供准确的维修建议。此外,系统还能够根据设备的运行状况和运维需求,自动生成优化方案,指导运维人员进行科学合理的设备维护和管理。

2.3 监控与调度中心

监控与调度中心是变电站自动化设备运维管控系统的神经中枢,它通过可视化的界面展示系统的整体运行状态,为运维人员提供了直观、全面的信息支持。在监控与调度中心,运维人员可以通过大屏幕或工作站实时查看设备的运行状态、报警信息以及故障记录等关键信息。这些信息以图表、曲线、动画等多种形式呈现,使得运维人员能够迅速了解设备的健康状况和运行趋势^[2]。此外,监控与调度中心还支持报警管理、任务调度和远程控制等功能。当系统检测到设备异常或故障时,会自动触发报警机制,及时通知运维人员进行处理。运维人员可以根据报警信息的紧急程度和重要性,合理安排维修任务,并通过远程操作功能对设备进行实时控制,如远程启停、参数调整等。

2.4 移动运维APP/平台

移动运维APP/平台是变电站自动化设备运维管控系统的延伸和补充,它为现场运维人员提供了更加便捷、高效的信息查看和故障处理手段。通过移动运维APP/平台,运维人员可以随时随地查看设备的运行状态和故障信息,无需受限于固定的办公地点或工作站。这不仅提高了运维工作的灵活性和响应速度,还有助于及时发现和处理潜在的安全隐患。移动运维APP/平台还支持与其他运维系统的数据共享和交互。运维人员可以通过APP/平台将现场采集到的数据实时上传至数据中心,与其他运维人员进行协同工作。这种跨系统的数据共享和交互能力,使得运维工作更加协同、高效。

3 变电站自动化设备运维管控系统的应用

3.1 实时监测与预警

变电站自动化设备运维管控系统的实时监测功能,时刻关注着设备的运行状态。通过遍布变电站的高精度传感器和智能终端设备,系统能够实时采集电压、电流、温度、湿度等关键参数,并将其传输至数据处理与分析层进行深度挖掘。利用先进的算法模型,系统能够对这些数据进行实时分析,预测设备可能发生的故障,

并提前发出预警信号。例如,当变压器温度异常升高时,系统能够迅速捕捉到这一变化,并基于历史数据和专家系统,判断温度升高的原因及可能的影响。一旦确定存在潜在风险,系统将自动触发预警机制,通过短信、邮件或APP推送等方式,即时通知运维人员。运维人员接收到预警后,可以迅速采取措施,如调整运行方式、增加散热设备等,以避免故障的发生,从而保障电网的安全稳定运行。此外,系统还能够对变电站的负荷情况进行实时监测,及时发现过载或不平衡现象,为调度人员提供调整负荷分配的决策依据^[3]。通过实时监测与预警,运维管控系统显著提升了电网的可靠性和稳定性,降低了因设备故障导致的停电风险。

3.2 故障定位与诊断

在电力系统中,设备故障的发生往往伴随着停电、设备损坏等严重后果。运维管控系统的故障定位与诊断功能,能够在设备发生故障时,迅速找到故障点,并提供维修建议。当设备发生故障时,系统能够自动采集故障数据,包括故障前后的运行状态、电流电压波形等。通过对比历史数据和专家系统,系统能够分析出故障的可能原因,如设备老化、绝缘损坏、接触不良等。系统还能够根据故障类型和严重程度,给出相应的维修建议,如更换部件、调整参数等。运维人员接收到故障信息后,可以迅速到达现场,根据系统的维修建议进行故障排查和修复。由于系统已经提供了故障的大致位置和可能原因,运维人员可以省去大量的故障排查时间,直接针对问题进行处理。这不仅提高了故障恢复的速度,还降低了因故障排查不当而导致的二次损坏风险。此外,系统还能够对故障数据进行积累和分析,形成故障案例库。当未来再次发生类似故障时,系统可以自动匹配案例库中的相似故障,为运维人员提供更精准的维修建议。通过故障定位与诊断功能,运维管控系统显著提升了电力系统的故障处理能力,加速了故障恢复速度。

3.3 远程控制与调度

在电力系统中,调度人员需要时刻关注电网的运行状态,并根据实际情况进行调度操作。运维管控系统的远程控制与调度功能,使得调度人员能够在远程对变电站设备进行实时控制和调度。当电网发生故障或需要调整运行方式时,调度人员可以通过运维管控系统的远程操作界面,直接对变电站的开关设备进行遥控操作。例如,当某条线路发生短路故障时,调度人员可以远程断开故障线路,并投入备用线路,以恢复电网的正常运行。通过远程控制与调度功能,调度人员无需亲临现场,即可实现对电网的实时控制和调度,显著提高了应

急响应能力。此外,系统还能够根据电网的实时运行状态和负荷情况,自动调整运行策略。例如,在用电高峰期,系统可以自动调整变压器的分接头位置,以提高电压质量;在低谷期,则可以降低变压器的运行档位,以减少能耗。通过远程控制与调度功能,运维管控系统实现了电网的智能化运行和调度,提高了电网的灵活性和稳定性。

3.4 能效管理与优化

变电站自动化设备运维管控系统的能效管理与优化功能,能够通过对变电站设备的能耗进行实时监测和分析,发现能耗异常的设备或环节,并提出优化建议。系统能够采集变电站内各设备的能耗数据,包括有功功率、无功功率、功率因数等。通过对这些数据的实时分析,系统能够评估设备的能效水平,并发现能耗异常的设备或环节。例如,当某台变压器的功率因数偏低时,系统能够自动发出预警信号,并建议运维人员进行调整。通过调整变压器的运行参数或增加无功补偿设备,可以提高功率因数,降低无功损耗,从而降低能耗成本。此外,系统还能够根据电网的负荷情况和设备运行状态,自动调整运行策略,实现能效优化。例如,在用电高峰期,系统可以优先投入高效节能的设备;在低谷期,则可以降低设备的运行功率或将其切换到备用状态^[4]。通过能效管理与优化功能,运维管控系统实现了对电网能耗的精细化管理和控制,降低了能耗成本,提高了能源利用效率。

3.5 运维管理与决策支持

运维管控系统不仅能够实现对变电站设备的实时监测、故障预警和远程控制等功能,还能够为运维管理提供科学依据和决策支持。通过积累历史数据和案例,系统能够形成运维知识库和专家系统,为运维人员提供故障诊断、预防性维护策略等决策支持。(1)系统能够自动记录运维日志和故障处理记录,包括设备名称、故障类型、处理时间、处理结果等信息。这些信息以电子化的形式存储在系统中,便于运维人员进行查询和分析。通过查询历史记录,运维人员可以了解设备的运行历史和故障情况,为后续的运维工作提供参考。(2)系统还

能够根据设备的运行状态和维修历史,自动生成预防性维护计划。例如,当某台设备的运行时间达到预设的维护周期时,系统能够自动发出维护提醒,并建议运维人员进行相应的维护工作。通过预防性维护计划的制定和执行,运维人员可以及时发现并处理设备的潜在问题,避免故障的发生或扩大化。(3)系统还能够利用大数据分析和人工智能技术,对运维数据进行深度挖掘和分析。通过对设备故障类型、故障原因、维修成本等数据的统计分析,系统能够发现运维管理中的薄弱环节和潜在风险点,并提出改进建议。例如,当系统发现某类设备的故障率持续偏高时,可以建议运维人员对该类设备进行重点监控和维护;当发现维修成本过高时,可以建议运维人员优化维修策略或更换更高效节能的设备。(4)通过运维管理与决策支持功能,运维管控系统实现了对运维工作的智能化和精细化管理。运维人员可以依据系统的决策建议进行运维决策和规划,提高运维工作的科学性和针对性。系统还能够通过积累和分析运维数据,不断优化运维策略和方法,提升运维水平和管理效率。

结语

综上所述,变电站自动化设备运维管控系统在电力行业的应用具有重要意义。它不仅能够提升电力系统的安全性和稳定性,降低运维成本,还能提高运维效率和管理水平。随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展,运维管控系统将在未来发挥更加重要的作用。电力行业应加强对运维管控系统的研发和推广,以适应智能电网发展的新需求,推动电力行业的持续健康发展。

参考文献

- [1]严鹏,张圆镜.电力系统变电运维安全管理与设备维护[J].百科论坛电子杂志,2021(9):2502.
- [2]宋灿灿,侯可,王多娇,等.智能变电站变电运维安全管控研究[J].光源与照明,2024(5):93-95.
- [3]高征宇,黄宝航.智能变电站二次设备运维管控技术研究与应用[J].科海故事博览,2023(29):88-90.
- [4]闫小芳.智能化技术在变电运维安全管控中的应用研究[J].中国新技术新产品,2024(24):146-148.