

风电场与变电站间的实时监控通信技术

吴晓丹 武文丽

内蒙古华电新能源分公司 内蒙古 呼和浩特 010010

摘要: 风电场与变电站作为风能发电体系的核心,其实时监控通信技术的重要性不言而喻。深入剖析了该技术的关键作用,旨在保障风电系统的高效、安全运行。具体而言,通信网络的构建是核心环节,其中涉及网络架构设计、通信协议适配、延时与传输效率优化以及网络的可靠性、安全性和扩展性的提升。同时,也详细探讨了实时监控数据的采集、传输、同步及处理方法,为风电场与变电站的智能化运维提供了坚实的技术支撑。

关键词: 风电场; 变电站; 实时监控; 通信网络

1 风电场与变电站的基本结构及其功能

风电场与变电站是风能发电系统中至关重要的组成部分。风电场是以多台风力发电机组成的发电设施,通常分布在开阔的风力资源区域。其基本结构包括风力发电机、塔架、叶片、轮毂和控制系统。风力发电机负责将风能转化为机械能,通过转子带动发电机产生电能;塔架支撑风力发电机组,稳固地安装在地面或海底;叶片接收风力,并与转子一起转动以驱动发电机;控制系统监控并控制风力发电机组的运行状态,保证发电效率和安全性。而变电站则是将风电场产生的电能转换升压至适宜长距离传输和分配的电压等级的设施。其基本结构包括变压器、开关设备、电流互感器、电压互感器等。变压器将电能从低压转换为高压,便于输送电力长距离,提高输电效率;开关设备用于控制电能的传输路径和保护电力系统,确保安全可靠的电能供应;电流互感器和电压互感器用于测量线路中电流和电压信号,使系统运行更稳定^[1]。风电场与变电站之间的紧密协作,实现了从风能到电能的高效转化和输送。风电场通过风力发电机捕获风能并产生电能,而变电站则通过变压器等设备升压、输送和分配电能,最终送达至用电者手中。两者相互衔接、相互依存,共同构成了风能发电系统的重要环节。

2 风电场与变电站间通信网络的构建与优化

2.1 通信网络架构设计

在风电场与变电站间构建通信网络时,网络架构设计是首要且至关重要的环节。考虑到风电场分散的特点,即风电机组广泛分布于广阔的地域内,以及变电站对实时数据的严格需求,需要设计一个既能保证数据传输的实时性又能适应分散布局的网络架构。一种被广泛采用的设计方法即是采用分层架构来构建这一通信网络。分层架构可以将整个系统划分为若干个逻辑层次,

每个层次都有其特定的功能和任务,从而简化系统的复杂性和提高整体的效率。具体来说,分层架构可以分为以下三个主要层次:现场层、数据汇集层和中心控制层。(1)现场层:这一层直接连接并管理着风电场内的风电机组。每个风电机组上都安装有传感器和数据采集设备,这些设备负责实时采集风电机组的运行状态、风速、风向、温度等关键参数。采集到的数据会在现场层进行初步的处理和筛选,以确保数据的准确性和完整性。(2)数据汇集层:该层位于现场层和中心控制层之间,起到承上启下的作用。它负责将来自各个风电场的现场层数据进行汇总和整理。通过采用高效的数据传输协议和压缩技术,数据汇集层能够将大量分散的数据快速地汇集到一起,并将其转发至中心控制层。同时,它还能够对数据进行初步的校验和预处理,以确保数据的准确性和可靠性。(3)中心控制层:作为整个通信网络的中心枢纽,中心控制层负责全局的数据管理和监控。它接收来自数据汇集层的数据,并利用先进的算法和模型对数据进行分析 and 处理。通过实时监测风电场的运行情况和预测未来的变化趋势,中心控制层可以为风电场的管理和维护提供决策支持。中心控制层还能够与其他系统(如电网调度系统、气象监测系统等)进行联动和交互,以实现更广泛的信息共享和协作。采用这种分层架构的设计方法,可以有效地减少数据传输的复杂性并提高整体网络的效率和稳定性。同时,它还能够适应风电场分散的特点和变电站对实时数据的需求,为风电场和变电站的安全、高效运行提供有力保障。

2.2 通信协议的选择与适配

在选择通信协议时,需要考虑到协议的标准化程度、带宽需求、实时性等因素。一些常见的通信协议,如IEC 61850和Modbus等,在电力行业有着广泛的应用。适配通信协议时,需要确保风电场和变电站的设备能够

支持所选协议,并且能够实现数据的准确传输和解析。随着技术的发展,还需要关注新兴通信协议的研究和应用,以适应未来网络的发展需求^[2]。

2.3 网络延时与数据传输效率的优化

优化网络延时和提高数据传输效率旨在确保通信系统的高效稳定运行。首先,网络延时的减少可以通过多种方式实现。优化网络拓扑结构是其中一项关键措施,通过设计合理的网络结构,减少数据传输路径,降低网络拥塞情况,从而缩短数据传输的延时。另外,增加网络带宽也是降低延时的有效途径,提高网络的传输速率和吞吐量,加快数据在网络中的传输速度。采用更高效的路由算法能够优化数据传输路径,缩短数据传输的时间,降低网络延时,提升通信效率。同时,为了提高数据传输效率,可采用一系列技术来减少数据传输中的冗余和提高数据传输速率。数据压缩技术可以有效减小数据量,缩短传输时间,提高传输效率。数据缓存技术能够在接收端存储数据副本,减少重复传输,降低数据丢失率,保证数据传输的完整性。数据优先级管理技术可根据数据的重要性设定传输优先级,保证重要数据能够及时传输,提高数据传输的实时性和精准性。这些技术的综合运用将有助于提高通信系统的可靠性和效率,保障风电场与变电站间的数据通信顺畅运行,为系统的安全稳定运行提供有力支持。

2.4 网络的可靠性、安全性与扩展性

为了提高网络的可靠性,可以采用冗余设计,即在网络中添加冗余设备、路径或连接以备份主要元素,当主要元素发生故障时,冗余部分能够自动接管,确保网络的连续性和稳定性。容错技术也是提高网络可靠性的常用手段,通过检测和纠正网络中的错误,避免故障的扩散,保证网络的高可靠性和可用性。针对风电场与变电站间的通信数据传输,保障数据的机密性、完整性和可用性对于系统的正常运行和信息的安全至关重要。为了加强网络的安全性,可以采用数据加密技术,对数据进行加密处理以防止被非法窃取或篡改;同时,设置访问控制技术,限制网络的访问权限,只允许授权用户进行数据访问与操作;还可以采用网络安全监控技术,实时监测网络中的异常行为或攻击,及时进行响应和处理,保障网络的安全。在构建网络时,需要充分考虑未来业务发展和设备增加的需求,避免网络因设备增多、数据流量增加等导致性能下降或无法满足需求的情况。在设计网络时,可以采用灵活的布线结构、可扩展的网络设备和协议、模块化的网络设计等策略,以便在未来能够方便快捷地进行网络的升级、扩展和改造,保障网

络的长期稳定运行和持续发展^[3]。通过综合考虑网络的可靠性、安全性和扩展性等方面,可以构建安全稳定、高效可靠的通信网络,为风电场与变电站的运行管理提供有力的支持。

3 风电场与变电站实时监控数据的采集与处理

3.1 数据采集点的选择与布置

在选择数据采集点时,需要考虑风电场和变电站的关键设备和系统。在风电场,风电机组、变压器、变流器等是主要的数据源,这些设备的运行状态、功率输出、温度等信息对于评估风电场的整体性能和安全性至关重要。而在变电站,则需要对开关设备、保护设备、测量设备等进行数据采集,以监控电网的运行情况和安全状况。在数据采集点的布置上,需要确保覆盖所有关键设备和系统的关键部位。对于风电机组,可以在其内部和周围设置多个传感器,以监测其运行温度、振动、风速等信息。在变压器上,可以安装油位、油温、绕组温度等传感器,实时监测其运行状态。对于变电站的设备,可以在进出线、母线、断路器等关键位置安装电压、电流、功率因数等测量传感器。同时,数据采集点的布置还需要考虑到数据传输的便捷性和可靠性。优先选择易于铺设线缆和安装传感器的位置,并考虑使用无线通信技术进行数据传输,以提高数据采集的灵活性和实时性。对于关键数据和设备,还需要设置备份数据采集点,以确保在设备故障或网络中断时仍能够获取到数据。

3.2 数据采集设备的选型与配置

针对风电场与变电站的特殊需求,数据采集设备需要具备高精度、高可靠性、实时性强等特性。首先应选择适合风电场和变电站环境条件的传感器,例如气象传感器用于监测风速、风向、温度等关键气象参数,而电力参数传感器则需要精确测量电压、电流、功率因数等电力参数。传感器应具备高灵敏度、宽测量范围和低噪声特性,以确保数据的准确性。数据采集器需要支持多通道、多参数采集,并且能够与不同类型的传感器进行连接和通信。同时,数据采集器应具有良好的扩展性和可配置性,以适应风电场与变电站不断变化的监测需求。在选择数据采集器时,还需要考虑其数据处理能力、存储容量和网络通信能力,以确保实时数据的快速处理和可靠传输。根据监测点的数量和位置,合理配置传感器的数量和布局,以实现风电场和变电站的全面监控。需要配置足够的数据采集器,以确保所有监测点都能够实时采集到数据,并且数据能够被及时、准确地传输到监控中心。在数据采集设备的配置过程中,还需要考虑数据的存储和管理。应选择具有大容量存储器和

高效数据管理功能的数据采集器,以确保实时数据能够被有效地存储和管理。

3.3 实时数据的传输与同步技术

在风电场中,从各个风力发电机组以及变电站中收集的数据需要及时传输至监控中心,以便实时监测系统运行状态、预警故障情况,从而采取及时的处理措施。实时数据的传输与同步技术通常采用现代通信技术中的各种手段,如有线通信和无线通信。有线通信(例如以太网、Modbus等)具有传输速度快、稳定可靠等优点,适用于短距离传输;而无线通信(如Wi-Fi、LTE、LoRa等)则具有传输距离远、布线简便等特点,适用于远距离传输。通过这些通信技术,监控中心能够及时接收到实时监控数据,保证数据的实时性和全面性。在实时数据传输的基础上,同步技术是确保各个数据源所采集到的数据在时间上保持一致性,从而避免因时间差造成的信息冲突或数据误差。同步技术主要包括网络时间协议(NTP)、精确时间协议(PTP)等,这些技术能够实现数据传输中的时间戳同步,保证各个数据包之间的时间关系,确保数据的一致性和准确性^[4]。通过实时数据的传输与同步技术,风电场与变电站中采集的监控数据可以实现快速、准确的传输和同步,由监控中心及时获得各设备运行状态和数据信息,实现远程监控与运维,帮助运维人员及时了解系统状况并采取应对措施,提高风电场与变电站的安全性、可靠性和运行效率。

3.4 数据预处理与分析方法

通过现场传感器获取风电场各个风力发电机组以及变电站中的电气设备、运行参数等数据。这些传感器会采集风速、叶片转速、温度、湿度、电压、电流等多种信息,并将其传输至数据采集设备。在数据采集过程中,需要考虑传感器的数据准确性、采样频率以及通讯稳定性等因素,以确保所采集的数据具有较高的可靠性和实时性。在得到原始数据后,进行数据清洗、去噪和补偿等预处理步骤,以保证数据的质量。采用数据挖掘、机器学习等算法对数据进行分析,发现数据之间的

关联性、规律性和异常情况,从而为运维人员提供决策支持。例如,可以通过历史数据对比来发现设备运行趋势,预测可能发生的故障并提前采取维护措施,以提高风电场与变电站的运行效率和安全性。为了更好地利用数据,可以采用实时监控系统。实时监控系统将处理后的数据实时传输至监测中心,监测中心通过监控软件对数据进行呈现、分析和监测。监控人员可以通过监控终端实时查看系统运行状态、设备数据、报警信息等,及时发现潜在问题并作出相应处理。同时,通过采用数据的可视化展示,如实时曲线图、报表、地图等,帮助监测人员直观地了解风电场与变电站的运行情况,提高决策的实时性和准确性。

结束语

随着风电技术的不断发展,风电场与变电站间的实时监控通信技术愈发重要。通过本文的探讨,可以发现,合适的通信网络架构、高效的通信协议、优化的数据传输技术以及可靠的数据处理方法是实现风电系统实时监控的关键。未来,随着技术的不断进步,期待风电场与变电站的实时监控通信技术能够进一步提升,为清洁能源的发展和人类社会的可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]杨腾.风电场与变电站间的实时监控通信技术[J].通信电源技术,2023,40(23):150-152.DOI:10.19399/j.cnki.tpt.2023.23.049.
- [2]葛颖奇,徐劲松,游云汉,等.Modbus协议在风电场数据通信中的应用[J].机电信息,2023,(13).DOI:10.19514/j.cnki.cn32-1628/tm.2023.13.008.
- [3]杨显卫.IEC61850通信规约在电力通信电源监控系统中的应用[J].中国高新科技,2023,(12).DOI:10.13535/j.cnki.10-1507/n.2023.12.52.
- [4]徐庆锋,岳陈熙.基于自动化系统分区的智慧变电站设计[J].红水河,2022,41(3).DOI:10.3969/j.issn.1001-408X.2022.03.015.