

风电场功率调节能力测试与分析

陈昌镇

中国电建集团福建工程有限公司 福建 福州 350000

摘要: 随着可再生能源的快速发展,风电场在电网中的地位日益重要。本文概述了风电场的基本情况及其功率调节能力的理论基础。分析了风电场功率调节能力的测试要求,并阐述了测试与分析方案,包括测试地点的选择、有功功率变化、无功功率调节能力及电能质量的测试与分析。提出了提高风电场功率调节能力的具体策略,旨在优化风电场运行,提升其在电网中的稳定性和可靠性。

关键词: 风电场;功率调节能力;测试与分析

引言:风电场输出功率的波动性和不确定性给电网的稳定运行带来了挑战。因此提高风电场的功率调节能力成为当前研究的热点。本文介绍了风电场的基本概念和特点,概述了风电场功率调节能力的理论基础,并探讨风电场功率调节能力的测试要求与分析方法,为后续的实证研究奠定基础。

1 风电场概述

风电场,作为可再生能源的重要组成部分,利用风力发电机将自然界的风能转化为电能,为人类社会提供清洁、可再生的能源。风电场通常由一系列风力发电机组组成,这些发电机分布在一个或多个开阔、风力资源丰富的地区。这些地区通常具有稳定的风向和适宜的风速,有利于风力发电机的高效运行。风力发电机通过叶片捕捉风能,并将其转化为机械能,进而通过发电机转化为电能。产生的电能经过升压变压器升压后,通过输电线路输送到电网中,供人们使用。风电场的规划和建设需要考虑多种因素。首先选址是关键,需要综合考虑风速、风向、地形地貌、气候特点等因素,以确保风电场的高效运行和长期稳定性。其次风电场的布局和设计需要合理安排风力发电机的间距和排列方式,以减少相互之间的干扰,提高发电效率^[1]。风电场的配套设施如升压站、输电线路、监控系统等也需要同步规划和建设,以确保风电场的正常运行和电力输出。风电场在运行过程中,需要进行定期维护和检修,以确保风力发电机的正常工作和安全可靠。风电场还需要配备专业的运维团队和先进的技术手段,进行实时监控和数据分析,及时发现和处理潜在的问题和故障。

2 风电场功率调节能力理论概述

2.1 风电场功率调节的基本概念

风电场功率调节,是指风电场根据电力系统的需求,通过调整风力发电机的输出功率,实现电力系统功

率平衡和稳定运行的过程。风电场功率调节的主要目标是确保风电场在并网运行时,既能满足电力系统的需求,又能最大限度地利用风能资源。风电场功率调节能力的理论基础,源于风力发电机组的功率控制特性。风力发电机组通过变桨系统、变频器等控制装置,可以实现对输出功率的精确调节。当风速变化时,风力发电机组能够自动调整风轮吸收的机械功率,从而控制输出功率的波动,确保风电场在不同风速条件下都能稳定运行。

2.2 风电场功率调节的主要方式

风电场功率调节的主要方式包括有功功率调节和无功功率调节(1)有功功率调节。有功功率调节是指风电场通过调整风力发电机组的输出功率,实现对电力系统有功功率的调节。在电力系统负荷需求发生变化时,风电场可以通过增加或减少风力发电机组的输出功率,来满足电力系统的需求。对于定桨距恒速风电机组,由于其不能控制自身的有功功率输出,因此在风况变化时,只能依赖电力系统的频率调整装置进行电网频率调节。而对于具备变桨系统的风电机组,则可以通过控制风轮吸收的机械功率,实现对有功功率的连续调节。(2)无功功率调节。无功功率调节是指风电场通过调整风力发电机组的无功功率输出,实现对电力系统无功功率的调节。无功功率在电力系统中起到维持电压、改善功率因数等作用,对于电力系统的稳定运行具有重要意义^[2]。风电场可以通过调整风力发电机组的励磁电流,实现对无功功率的调节。当电力系统需要无功功率支持时,风电场可以通过增加励磁电流,提高风力发电机组的无功功率输出;当电力系统无功功率过剩时,风电场则可以通过减少励磁电流,降低风力发电机组的无功功率输出。

3 风电场功率调节能力综合测试要求概览

3.1 测试标准与规范

风电场功率调节能力测试应遵循国家及行业的相关

标准和规范,如GB/T 2900.53-2001《电工术语风力发电机组》、GB/T 12326《电能质量电压波动和闪变》、GB/T 14549《电能质量公用电网谐波》等。同时参考风电场接入电网的技术规定和测试规程,如Q/GDW392-2009《风电场接入电网技术规定》、Q/GDW630-2011《风电场功率调节能力和电能质量测试规程》等。

3.2 测试内容与流程

测试内容:风电场功率调节能力测试主要包括功率控制测试、电能质量测试以及动态响应测试等。其中功率控制测试主要验证风电场能否根据电网调度指令调节输出功率;电能质量测试则关注风电场输出电能的波形、谐波等指标;动态响应测试则评估风电场在风速突变、电网故障等情况下的响应速度和稳定性。测试流程:测试前,风电场应向电网调度部门递交并网申请,并提供必要的测试资料。测试时,由专业的测试机构或团队按照测试方案进行实际操作和数据记录。测试结束后,应提交详细的测试报告,包括测试数据、分析及建议等。

3.3 测试要求与注意事项

测试期间,风电场应确保所有风力发电机组均处于正常运行状态,且能够接收并自动执行电网调度部门的功率控制信号。测试数据准确、完整,并符合相关标准和规范的要求。测试过程中,密切关注风电场的运行状态和电网的实时情况,确保测试的安全性和有效性。测试结束后,对测试数据进行分析 and 评估,找出可能存在的问题和不足,并提出相应的改进措施和建议。

4 风电场功率调节能力测试与分析方案

4.1 测试地点的选择与布置

风电场功率调节能力测试与分析的关键在于选择具有代表性的测试地点,并进行合理的布置,以确保测试结果的准确性和可靠性。以下是一个详细的测试地点选择与布置方案:(1)测试地点的选择应基于风电场的整体布局、风力发电机组的型号与分布、以及地形地貌等因素进行综合考虑。优先选择那些风力资源丰富、发电机组类型多样且分布均匀的区域进行测试,以便更全面地评估风电场的功率调节能力。(2)在测试地点的布置上,确保测试设备能够准确、稳定地采集到风力发电机组的输出功率、风速、风向等关键数据。需要在每个测试点安装高精度的传感器和数据采集装置,并确保这些设备能够实时、准确地传输数据至测试中心。(3)在测试地点设置模拟风速变化、电网故障等场景的测试装置^[1]。这些装置能够模拟真实环境中的风速变化和电网故障,从而帮助测试人员更准确地评估风电场的动态响应速度和稳定

性。(4)注意测试设备的安全性、稳定性和可维护性。确保所有设备均符合相关标准和规范的要求,并定期进行维护和检查,以确保测试结果的准确性和可靠性。

4.2 有功功率变化测试与分析

风电场有功功率变化测试与分析是评估风电场功率调节能力的重要一环。以下是一个详细的测试与分析方案:(1)明确测试目的和测试环境。测试目的是验证风电场在电网调度指令下的有功功率调节能力,包括响应速度、调节精度和稳定性。(2)测试环境则包括风电场的实际运行状况、天气条件、电网结构等。(3)在测试过程中,采用专业的测试设备和方法,对风电场的有功功率进行实时监测和记录。测试设备具有高精度和高稳定性,以确保测试结果的准确性。测试方法应遵循国家及行业的相关标准和规范,如GB/T 19963-2011《风电场接入电力系统技术规定》等。(4)测试内容主要包括风电场在电网调度指令下的有功功率调节过程、调节后的功率稳定性以及与其他风电场或电力系统的相互影响。在测试过程中,将模拟不同的电网调度指令,如功率增加、功率减少、功率保持等,以全面评估风电场的功率调节能力。(5)分析方案则包括数据预处理、数据分析、结果评估等步骤。数据预处理主要是对测试数据进行清洗、整理,去除异常值和噪声。数据分析则采用统计学方法、时间序列分析方法等,对测试数据进行深入挖掘和分析,以揭示风电场有功功率变化的规律和特点。结果评估则根据测试结果和分析结果,对风电场的功率调节能力进行定量和定性的评估,并提出改进措施和建议。

4.3 无功功率调节能力测试与分析

为确保风电场能够有效响应电网调度,提供稳定的无功功率支持,特制定以下风电场无功功率调节能力测试与分析方法。测试方法有如下:(1)场景设定。首先根据电网调度需求和风电场实际情况,设定一系列无功功率调节测试场景,包括不同电压水平下的无功需求、无功功率的增减变化等。(2)数据采集。在测试过程中,利用高精度无功功率测量设备,实时采集风电场的无功功率输出数据,同时记录电网电压、电流等相关参数。(3)指令下发。通过电网调度系统,向风电场下发无功功率调节指令,模拟电网对风电场的无功需求变化,观察风电场的响应速度和调节精度。

分析方法如下:(1)响应时间分析。计算风电场从接收到无功功率调节指令到开始执行调节的时间,评估其响应速度。(2)调节精度分析。对比风电场实际输出的无功功率与电网调度指令要求的无功功率,计算调节误差,评估其调节精度。(3)稳定性分析。观察风电场

在调节过程中的无功功率输出变化,评估其稳定性。特别是在电网电压波动或无功需求突变时,风电场能否保持稳定的无功输出。(4) 综合评估。根据以上分析结果,对风电场的无功功率调节能力进行综合评估,提出针对性的改进措施和建议,如优化无功补偿装置配置、提高无功调节系统性能等。

4.4 风电场电能质量测试与分析

风电场作为可再生能源发电的重要组成部分,其电能质量直接关系到电网的稳定运行和用户的用电体验。对风电场进行电能质量测试与分析显得尤为重要。以下是一套详细的风电场电能质量测试与分析方案。(1) 测试目的。评估风电场输出的电能质量是否符合国家及行业标准。识别并解决风电场可能存在的电能质量问题,提升电网的稳定性和用户的满意度。(2) 测试内容。电压质量:包括电压偏差、电压波动与闪变、三相不平衡度等指标。这些指标能够反映风电场输出电压的稳定性和平衡性。电流质量:主要测试电流谐波含量,以评估风电场注入电网的谐波电流是否超标。频率质量:测试风电场输出电能的频率偏差,确保其在允许范围内波动。供电连续性:评估风电场在故障情况下的恢复能力和供电可靠性。(3) 测试方法。实时监控:利用高精度电能质量监测设备,对风电场输出电能进行实时监控,记录各项电能质量指标。统计分析:对监测数据进行统计分析,计算各指标的均值、标准差等统计量,以评估风电场电能质量的整体状况^[4]。对比分析:将测试数据与国家标准、行业标准或历史数据进行对比,识别出风电场电能质量存在的问题。(4) 分析结果与改进措施。原因分析:针对识别出的问题,进行深入的原因分析,如设备老化、控制策略不当等。改进措施:根据原因分析,提出针对性的改进措施,如更换老化设备、优化控制策略等。效果验证:实施改进措施后,再次进行电能质量测试,验证改进措施的有效性。

5 提高风电场功率调节能力的策略

为提升风电场的功率调节能力,确保其稳定、高效

地并网运行,以下策略与建议值得参考:(1) 技术升级与设备优化。引进先进的风力发电技术和设备,如独立变桨控制技术,以提高风电机组的功率调节精度和响应速度。对老旧设备进行改造升级,提升其发电效率和稳定性。(2) 智能控制策略。发和应用智能控制算法,根据风速、风向等实时气象数据,自动调节风电机组的运行状态,实现最优功率输出。引入大数据和人工智能技术,对风电场运行数据进行深入分析,挖掘潜在问题和优化空间。(3) 电网协同调度。加强与电网公司的合作,实现风电场与电网的协同调度,优化电力调度和供需平衡,减少弃风现象。(4) 参与电网的调峰调频,提升风电场的灵活性和响应速度。(5) 运维优化。制定科学的运维计划,定期进行设备检修和维护,确保风电机组处于最佳运行状态。建立健全的预防性维护体系,提前预测设备故障,避免事故发生。(6) 人才培养与引进。加强对风电技术人才的培养和引进,提升风电场的管理水平和技术能力。建立完善的培训体系,提高员工的专业素质和工作技能。

结束语:本文通过对风电场功率调节能力的测试与分析,讨论了详细的测试与分析方案,并得出了相应的结论。提出了提高风电场功率调节能力的策略,包括技术升级、智能控制、电网协同调度等方面的建议。随着技术的不断进步和电网需求的日益多样化,风电场功率调节能力的研究将更加深入,为风电场的优化运行和电网的稳定发展提供有力支持。

参考文献

- [1]李辉,陶伟,姜一波,等.基于DTCWT与LSSVM的风电场短期风速预测[J].常州工学院学报,2019,32(01):14-19.
- [2]徐曼,乔颖,鲁宗相.短期风电功率预测误差综合评价方法[J].电力系统自动化,2019,35(12):20-26.
- [3]马晓慧,丁同光,宋刚,等.新版两个细则下风电场预测功率及理论功率的分析与优化[J].风能,2020(5):82-85.
- [4]刘强,胡志强,周宇,等.基于CEEMD和随机森林算法的短期风电功率预测[J].智慧电力,2019,47(6):71-76.