

风电场调试并网的孤岛微电网系统研究

徐志忠, 吴荣根, 韩增涛

(浙江运达风电股份有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要: 风电场风力发电机组中的动态调试工作主要是指风电机组静态调试, 在机械执行调试工作后, 可运用集电线路实现电能的馈入, 调试风机电气模块以及各机电部分, 使风电机组能够进行并网发电。本文结合实际情况, 首先简要分析了孤岛微电网系统的主要内容, 其次阐述了风电场调试并网的孤岛微电网系统以及风电场调试并网的孤岛微电网系统试验及研究结果, 最后提出了风电场调试并网的孤岛微电网系统运行方面的相关建议, 以供相关部门参考。

关键词: 风电场调试; 并网; 孤岛; 微电网系统

中图分类号: TM614

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.33.036

在风电场建设完毕后, 需运用风力发电机组中的各机电部分, 或是通过对运行模块等区域的上电调试工作, 确保风电机组并网能够对外发电。但由于风力发电机组在进行调试时需运用公用的主电网进行支撑, 通过风电场接入后运用主变压器, 执行反送电操作, 才为风力发电机组的后续工作提供电能。因此, 本文对风力发电机组在并网阶段产生的冲击进行分析, 明确大电网稳定性中存在的威胁, 对风电场调试并网的孤岛微电网系统进行了深入研究。

1 孤岛微电网系统的主要内容

通常情况下, 孤岛微电网系统由风场内的风电场内外负荷、备用电源、风力发电机组、变送电设备、继电保护以及电能质量管控装置组合而成, 在合力作用下形成独立的大电网, 使电力系统能够在风电场调试区域内稳定运行。同时风电场内的微电网, 可以通过并网的方式运行, 又能够运用孤岛运行的方式, 完成系统的自治工作。即使其规模不大, 但能抵抗系统中的波动以及干扰, 减少在风电场调试工作中的限制性因素, 促使风力发电机正常运行。

同时, 可根据风力发电机组的运行状态, 监测出其自带的变流器, 运用 IGBT 使电网与电子元器件能够相互关联, 发挥出单台风机的旋转作用, 确保其可以通过惯性的运行方式, 缩小系统中短路的容量, 通过微电网的构件, 增加设备与设备之间的连接力, 运用应力提升的方式, 增强系统的运行稳定性, 使系统在运转过程中具有较强的抗干扰性。

此外, 可基于风电场中的压站运行状态进行分析, 掌握其中存在的备用电源, 运用整体脱离主网的方式, 明确孤岛微电网对电力的实际需求, 根据储能设备的供电情况与站内负荷, 保证二者的协调。同时更应增加调节装置的应用, 促使储能设备能够顺利应用于发电机的处理区域, 避免孤岛电网中存在过

多的负荷消耗。这样一来, 电能也可通过备用电源发出, 使其能够经过变送电设备, 使集电线路、变压器以及箱式变压器能够合理地运行, 有效馈入到风力发电机组中, 利用不同的模块, 为后续的发电工作增加助力, 提供电能并完成对发电机组的功能调试。

2 风电场调试并网的孤岛微电网系统概述

2.1 孤岛微电网系统的架构

风电场调试并网的孤岛微电网系统中的一次主接线会通过有源滤波器, 将能量传输到变流器中并分为 6 个部分组合而成。

(1) 通过在集电线路的挂接, 使风力发电机组能够呈现出良好的运行状态。其中不仅包括风机变流器、风力发电机, 还包括箱变等内容。在箱变时, 系统会将 690V 的电压, 通过风机传送的方式, 保证其可以运输到 35kV 的集成电路中, 让其能够执行绕组操作, 增加一条 400V 的线路的应用, 给予风机负载一定的助力, 完成后续的供电操作。

(2) 通过对电能质量的管控, 增加治理装置的应用, 保证微电网的供电质量, 运用通信设施、有源滤波器、主控装置以及不同节点的谐波监测装置、静态无功发生装置, 保证系统内的谐波治理工作可以顺利开展并且可通过静态无功发生器的应用, 为后续系统的运行提供助力, 促使功率因数能够达标, 确保电能质量的治理工作能够顺利进行。

(3) 通过对站用电负荷、负载箱的调试, 规划出微电网系统中电能的消纳部位, 保证风电场的升压工作可以正常运行, 通过对站外负荷的监测, 实行对负载箱的调试, 这样则可消纳风电场的功率, 使孤岛微电网系统可以稳定运行。

(4) 根据站内发电机的运行状态, 增加系统中的启动电力, 通过两侧开关以及 110kV 的母线, 确保微电网系统的正常运行, 促使微电网能够在短时间内脱离主网, 执行独立的运行操作,

确保主网的并入工作能够开展。若此时 110kV/35kV 的低压端开关呈现出断开的状态,可根据电网孤岛运行的方式,保证发电机电源能够稳定应用于此,采用站用变压器,使风电场中的电能可以升到 35kV,在确认母线的馈入工作正常进行的前提下,保证风力发电机组的正常供电。

(5) 将风电箱内的集电线路从 35kV 中的 690V 电压降低至 400V,使 400V 的线路能够给予风力发电机一定的助力,运用偏航电机、变桨电机等负荷电力的供给,使线路能够顺利接入风机的变流器中。

(6) 通过对电能质量治理方面工作的控制,规划出孤岛微电网系统中主控制器的位置,通过微电网中不同节点的测量方式,保证孤岛微电网内的电压、频率以及谐波等电气参数的合理应用;通过 SVG 可调负载箱以及有源滤波器等方面质量的控制,确保孤岛微电网中的电能质量能够被治理,从而利用 SVG,保证 35kV 母线能够顺利进入系统内,实现对孤岛微电网系统的无功补偿。

同时,可从发电机端、风机侧开展无功补偿操作,使系统电压以及风机启动中所需要的无功功率被确认。使风机各部件的实际负荷从箱变中的 400V 转变为电源中的 690V,利用接口连接的方式,保证在发电过程中风力发电机可以合理运用交流电,通过 AC-DC-AC 的连接以及转换方式,保证箱变的升压工作能够顺利开展,并入 35kV 的集电线路中,使风机的调试启动工作能够正常运行,从而让风机叶轮可以在吹动的情况下进行旋转,以 3 周为基准,建立内部的交流器运行电压,利用侧断路器确保交流器能够列入电网中,增强电网中有功功率的吸收,释放出更多的谐波,直至第 7 周,让系统中的吸收功率能够为 0。

在此背景下,则可保证发电机侧断路器能够呈现出合闸的状态,让风机所发出的电力向外进行输出,确保箱变 690V 的出口线路能够变向。由此方式,完成孤岛微电网系统的架构。

2.2 孤岛微电网系统的控制

(1) 规划系统结构

孤岛微电网系统在运行过程中,可通过 2 层级控制的方式,区分感知层以及接口层,保证风机可以通过 HMI 接口,完成箱变数据以及风机中不同组件的获取工作。运用 WIFI 以及 ZigBee 等无距离的通信方式,保证微电网中的不同节点能够被划分,促使微电网内的电流、电压、谐波信号以及无功、有功等电能质量信息能够合理地进行应用,促使孤岛微电网系统控制器可以利用现场总线或是 ZigBee,合理执行通信协议的管理计划,通过控制终端的方式,使管理信息的采集工作能够顺利开展^[1]。

而对于管理节点而言,可运用实时分析的方式,让电能中的质量信息更加明确,规划出电能质量事件是怎样发生的,让

数据信息能够高效地应用于生产过程中,让事件信息能够在短时间内上传于应用层。在控制指令下达完毕后,方可控制电能质量,规划终端的运行方式,使 AVG、可调负载箱以及 APF 等内容,能够被合理规划,进而保证微电网中的控制器可运用传感网执行信息的传递操作,方便传感网信息组建工作的开展,规划出应用层的中心所在,从而解决人机界面中存在的问题。工作人员运用 web 服务器可实现对传感式设备的检测,让用户能够自行执行对系统中数据信息的操作以及浏览,使相关数据可以顺利应用于业务逻辑层,从而保证在数据库以外的数据信息也是安全的。

通过软件设备的应用,使孤岛微电网系统的运行状态保持良好,利用仿真系统运行的方式,合理调节系统中的参数,让系统自行进行调整,增强其在运行过程中的稳定性^[2]。

(2) 实现微电网的综合控制

孤岛微电网系统在控制阶段可从 WIFI 或是 ZigBee 中进行微电网的接收工作,使系统中的电压互感器、节点电流能够自行执行电气信息的采集操作,根据各测点中所采集的谐波信息,判断系统过程中的电量能否满足运行需求,是否在常规运行区间。若数据呈现出正常的状态,则可将该部分信息上传至应用层,存储于数据库中;若数据出现不正确的现象,通过上层控制的方式,规划出系统稳定性时间以及电能质量问题,采用逻辑控制算法,平复事件的处理方式,使电能质量能够保持良好,稳定装置的运行状态,促使系统的稳定性得到提升^[3]。

例如:通过电压、电流互感器的应用方式,监测系统中产生的谐波,运用电能质量采集的方式,将该部分数据内容上传到微电网的综合控制区域内,使无功补偿、发电机励磁、调频、负载调节以及有源滤波装置可以合理应用于此,确保电压不会超出额定值,使电能最终传输到负载箱、储能设备中,使系统稳定运行^[4]。

3 风电场调试并网的孤岛微电网系统试验及研究结果

3.1 参数设定

对风电场调试并网工作进行分析,孤岛微电网系统的相关参数设定可以从以下几点进行考虑:

(1) 发电机的实际容量为 600kVA,其中所占用的变容量则为 200kVA,当变压器的实际容量占比为 1.3 倍时,在额定容量允许的情况下,发电机的实际最短运行时间为 1h 左右。

(2) 在发电机完成设定后,则可发挥出其所具备的负荷保护功能,一旦超出负荷会跳闸,将其负荷定值规划为 300kVA,避免发电机的负荷定值出现并网流程过大的现象。

(3) 根据 1 号的集成电路进行分析,采用 412 间隔保护的方式,发挥出集电线路的实际功能。

(4) 将 1 号集成电路投入到风电场的调试工作中, 站用变 406 进行间隔操作, 通过 I、II 段的间隔过流保护方式, 规划出 I 段在风电场调试过程中的定值为 1.64A、6s, 使其方向元件呈现出退出的状态。而在经过 II 段时, 可规划出其中的定值为 1.42A、10s, 使其方向元件亦呈现出退出的状态, 由此保证集成电路投入风电场的调试工作中不会出现纰漏。

(5) 在设置变流器、风机的保护定值时, 工作人员需结合施工现场的状况进行分析, 运用定向调整的方式, 设定具体的保护定值。

以某新能源企业为例, 通过对下属风电场的规划 1 号为集电线路、4 号为风机执行并网试验区域。若应用 35kV 的集电线路, 则需运用 412 的间隔返回, 保证站用 406 的间隔, 实行孤岛微电网试验。

3.2 并网流程

(1) 在风电场并网调试阶段, 可优先启动备用电源(发电机), 让工作人员将 380V 的电源运输到 35kV 的 1 号区域, 合理站用变低压桩头, 确保发电机的电源能够正常运行。

(2) 将 35kV 的站用变为 406 的断路器, 将设备合上, 确保发电机在运行过程中不会出现异常现象, 运用 TV 检查的方式, 执行二次采样处理工作, 确保各项操作无误后, 方可相应地执行并网调试操作。

(3) 整合 2 号集电线路, 通过 414 断路器的应用, 执行对箱变区域的检查工作, 使电压维持在正常的状态, 确保风电场在运行过程中不存在其他干扰性因素。

(4) 合上箱, 开启变负荷开关, 通过风机的应用, 保证电源(690V)可以自行开关, 在保证发电机不存在异常后, 方可让风机运行。

(5) 在规划好风机的设置位置后, 方可开启 4 号风机, 让风机能够转变为变桨电机, 为后续电源的运行提供一定的能量。

(6) 执行对逆变器的管理以及调试计划, 在确认逆变器正常运行的前提下, 确保风机在合上后, 机侧开关以及网侧开关无异常。

3.3 并网过程

风电场调试并网过程中, 应重视风机变流器的运行状态, 通过波形则可掌握在 03: 22: 168 时间段变流器系统波动情况, 利用网侧断路器的合闸方式, 监测出其中存在的波形抖动现象。当风机变流器运行到 03: 48: 176 时, 经实验表明风机的侧断路器会出现合闸的现象, 而风机刚好并入于微电网系统内, 且随着时间的推移并网后增, 在减负荷的影响下发生阶跃现象。

当处于 05: 16: 076 阶段, 风机的出力波动会更加剧烈, 使并网通过减负荷的方式, 增加在此阶段的响应, 出现并网后增的现象, 且在时间的推移后, 波动会回归平静, 直至 06: 36:

769 时, 本次并网实验宣告结束。使风机可以从微电网的基础上进行断开, 确保在并网过程中 690V 的箱变入口(即出口处)区域能够测出准确的电压以及电流的运行状况, 通过并网前期、后期电流以及电压的变化情况, 则可掌握其中存在的中性点, 监测出其中存在的不平衡电流, 准确规划出波动的产生原因。

通过对并网过程的分析, 则可掌握出口电能以及电流的质量, 通过参数统计的方式, 让电能质量事件能够激增, 确保风机复归平静后, 则可确认电流的最小值为 9A, 最大值为 44A, 平均值为 14.97A。这样一来, 则可保证孤岛微电网系统的平稳运行, 通过风电场调试并网的孤岛微电网系统运行, 使其中各区域内的部件依靠电气参数, 检索整合成统一整体, 在小负荷大电源的惯性系统内运行, 有效规避电源投切以及负荷等方面的干扰, 避免出现电能质量不佳的问题, 使电力系统在运行阶段的瓦解、震荡等现象不会频发。

4 结语

通过风电场调试并网的孤岛微电网系统的运行状态可知, 通过对风机变频器的调节, 可保障发电机能够平稳地运行, 如上文所述运用安装施工双线并行与并网调试的新模式, 则可增加风机的用电负荷与平衡负荷之间的关联, 解决风电场调试并网环节存在的问题, 使孤岛微电网系统能够顺利运行, 成为分布式电源系统运行及启动的新思路。

综上所述, 通过孤岛微电网系统的利用, 进行了风电场调试, 给后续风电场的建设工作给予相应的助力, 使设备安装与并网调试工作人员能够开展双线并行施工。通过新模式的应用, 使工作人员可以提前对并网设备进行检测, 整改设备在运行过程中的隐患以及缺陷, 有效消除后续对外电网的不利影响, 从而利用分布电源并网前期检查的方式, 为新能源的分布式系统运行开创了新路径。

参考文献:

- [1] 乔海祥, 陈浩, 张宇舟. 风电场调试并网的孤岛微电网系统[J]. 大众用电, 2020, 35(12): 19-21.
- [2] 姚晓明. HQ 风电并网方案及其风机变流器冷却系统设计[D]. 太原: 太原理工大学, 2020.
- [3] 王一凡. 直驱风电场经模块化多电平换流器送出系统的稳定性分析[D]. 北京: 华北电力大学(北京), 2020.
- [4] 王一帆. 基于 LTP 的 MMC 并网系统小信号建模与稳定性分析[D]. 武汉: 华中科技大学, 2020.

作者简介: 徐志忠(1985-), 男, 浙江衢州人, 大学本科, 主要从事风力发电研究。