

一种风机并网断路器的精细化维护保养方案

A Fine Maintenance Scheme for the Fan Grid-connected Circuit Breaker

王晓宇 马果靖 李彪 李军 武林侠

Xiaoyu Wang Guojing Ma Biao Li Jun Li Linxia Wu

中节能（内蒙古）风力发电有限公司 中国·内蒙古 乌兰察布 012000

China Energy Saving (Inner Mongolia) Wind Power Generation Co., Ltd., Ulanqab, Inner Mongolia, 012000, China

摘要：风力发电机组中，并网断路器是并网柜的核心元器件，而并网柜是变流器柜的重要组成部分。变流器柜在风机整装的所有部件中扮演着十分重要的角色，它集控制、数据采集、逆变和并网于一体，诠释了核心控制柜的意义，所以并网断路器在风力发电中就显得尤为重要。目前，风机整机厂商及变流器厂商并未对并网断路器的精细化维护方法有明确的介绍，尤其是并网运行时间较长的老旧机组，因并网断路器维护不到位导致的短路、拒动故障时有发生，严重时可引发电网波动、风机着火等恶性事故事件。因此，制定一套变流器并网断路器的维护方案很有必要。

Abstract: In wind turbine, grid-connected circuit breaker is the core component of grid-connected cabinet, which is an important part of converter cabinet. Converter cabinet plays a very important role in all the components of the fan assembly, it integrates control, data collection, inverter and grid connection, and interprets the meaning of the core control cabinet, so the grid-connected circuit breaker is particularly important in wind power generation. At present, the fan machine manufacturers and converter manufacturers did not to grid breaker fine maintenance method has a clear introduction, especially the grid running time long old unit, because the grid circuit breaker maintenance is not in place of short circuit, reject failure occurs, serious can cause power grid fluctuations, fan fire and other evil accidents. Therefore, it is necessary to develop a maintenance scheme of converter grid-connected circuit breaker.

关键词：并网断路器；维护；电阻测试；回路值阻

Keywords: grid-connected circuit breaker; maintenance; resistance test; circuit value resistance

DOI: 10.12346/peti.v4i1.6460

1 引言

风力发电机组中，目前配套使用的变流器分为双馈型变流器和全功率变流器，而并网断路器在两者中均有应用。在此，我们以双馈型变流器中使用的并网断路器为例，详细介绍并网断路器的精细化维护保养方法。

2 并网断路器的简介

2.1 并网断路器的定义

断路器是指能够关合、承载和开断正常回路条件下的电流并能在规定的时间内关合、承载和开断异常回路条件下的电流的开关装置。

当风力发电机组发电机、电缆或变流器发生严重的过载或者短路及欠压等故障时能自动切断电路，对所连接的设备形成保护。发电机的定子与电网之间通过并网断路器、并网接触器连接，在定子电压与电网电压幅值、频率、相位、相序和波形完全相同时并网断路器闭合，发电机开始向电网馈电。

2.2 并网断路器的组成

并网断路器主要由机架、动静触头、压接端子适配器、灭弧栅、互锁机构、智能控制器、分励脱扣器、欠电压脱扣器、电动储能操作机构等组成。论文中并网断路器的精细化维护方案主要针对以上本体器件及附近进行维护消缺，确保并网

【作者简介】王晓宇（1987-），男，中国河北张家口人，本科，工程师，从事电气工程及其自动化研究。

断路器在正常运行状态下降低故障率，有效提升风电机组运行稳定性和安全性^[1]。

3 并网断路器的精细化维护保养

基于此，我们将以施耐德 Masterpact NW16 N1 型断路器为例，详细介绍并网断路器的具体维护保养项目。

3.1 并网断路器基本信息

并网断路器基本信息可以参考表 1。

表 1 断路器基本信息

机组编号	2 号风机为例	开关型号	NW16 N1
开关额定电流	1600	出厂编号	120106472016
试验日期	2021-7-12	试验人员	
设备品牌	施耐德	动作次数	09529

3.2 物料及测试设备准备

并网断路器保养所需物料及设备清单可以参考表 2。

表 2 并网断路器保养所需物料及设备清单

并网断路器保养所需物料表				所需测试设备	
序号	名称	序号	名称	序号	测试设备
1	辅助触点	8	储能机构	1	回路电阻测试仪
2	转换触点	9	通信模块 (控制模块)	2	开关综合参数 测试仪
3	报警触点	10	润滑剂	3	脱扣器测试仪
4	合闸线圈	11	清洁剂	4	万用表
5	分励线圈	12	百洁布		
6	合闸线圈	13	酒精		
7	欠压线圈	14	导电膏		

3.3 具体维护项目介绍

①断路器外观检查。检查开关面板及左右装饰板是否存在塑料老化现象，面板的螺钉是否固定牢靠，对表面上的灰尘进行清理（如图 1~ 图 4 所示）。



图 1 卫生清理前



图 2 卫生清理后

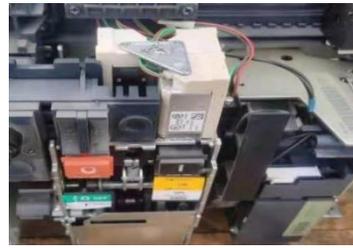


图 3 对断路器分合闸线圈进行检查



图 4 对断路器内部进行清灰

经检查，断路器外观未见老化，面板螺钉未见缺失及滑丝现象且固定可靠，断路器表面卫生情况较差，已对其进行清理。

②接线端子及内部线路检查。检查断路器线缆及接线端子是否松动，是否有虚接或断开的情况，对凌乱的走线重新整理（如图 5、图 6 所示）；



图 5 对接线端子进行紧固



图 6 对断路器母线联结端子进行紧固

经检查，发现断路器欠压线圈接线松动，导致欠压线圈损失失电，引起断路器跳闸，将其紧固后测试正常，断路器母排螺栓未见松动，将外表面进行清洁。

③主合闸及储能机械机构清洗及润滑。检查开关主合闸及储能机构润滑油是否凝固老化，对机械机构内部进行清洗并润滑，通过对主合闸回路进行检查，机构动作灵敏，未见卡壳、动作迟缓等现象；对储能机构检查，手动操作储能机构，机构齿轮未见缺齿，弹簧、电机绝缘层等良好^[2]。润滑脂板结变硬，对机构卫生进行清洗，并对连轴及齿轮部件重新涂刷新专用润滑脂。

④开关主触头及弧触头的评估及修复,检查开关主触头及弧触头是否有氧化现象,对灭弧室、灭弧栅、导流板进行清理及修复(如图7、图8所示)。



图7 主触头及灭弧触头维护前



图8 主触头及灭弧触头维护后

通过对断路器主触头及灭弧触头进行清洁,有效增加了触点接触面,降低了因触头接触不良导致设备过热烧毁的可能性;经回路值阻测试三相均在正常范围内。

⑤使用接触电阻测试仪,对断路器电阻进行测试。

测试仪器:智能回路电阻测试仪。

测试方法:将回路电阻测试仪的红色端子接在待测相的输入端、黑色端子接在待测相的输出端,手动将断路器合闸,然后开始测试,分别对断路器的三相进行测试。通过对断路器灭弧室、灭弧栅、导流板进行检查,发现其内部碳化严重,经分析得出该断路器分合闸次数较多,与欠压线圈控制线松动,频繁跳合闸有关,对其进行清理并修复^[3]。

⑥脱扣器功能检测。检查脱扣器过载保护、短路短延时、瞬时保护等功能是否正常,使用检测工装进行全方位检测。

测试仪器:脱扣器测试仪。

测试方法:将测试设备上通讯线与脱扣器连接。将测试仪器接通220V交流电源,断路器合闸后,按照测试仪器逻辑功能分别测试L、S、I动作状态,检测脱扣器能否可靠动作。

通过脱扣器仪器对断路器智能控制装置进行测试,当模拟过载长延时电流达到1280A时,2秒钟脱扣器可靠动作,当模拟电流达到3840A以上时,200ms脱扣器可靠动作,当模拟电流达到4800A以上时,脱扣器瞬时可靠动作。经测试,结果与L、I、S设定值相符,测试正常^[4]。

⑦对断路器线圈及储能电机分合闸功能进行检测。

测试仪器:开关综合参数测试仪。

测试方法:将测试工装上的YU、YO、M分别与断路器合闸线圈、欠压线圈、储能电机的端子连接。将测试仪器接通220V交流电源,按照仪器检测逻辑,观察断路器合闸线圈、储能电机是否能正常动作。

有效检查机构动作情况,包括分、合闸线圈,欠压线圈,

储能电机及储能机构,主触头动作情况及动头间隙测量,储能限位机构,A、B、C三项值阻等。经检查:机构动作情况正常,分、合闸线圈,欠压线圈检测合格,储能电机及储能机构已保养,主触头动作情况及动头间隙测量均为正常,A、B、C三项值阻正常^[5]。

4 并网断路器维护前后故障对比表

如图9所示,调取2020年和2021年某风电场39台1.5MW风机并网断路器保养前后的故障对比图。由上图可知,断路器保养后故障率明显低于保养前,其中分合闸线圈故障、断路器机构故障、控制器故障降幅较为明显,由此说明,断路器在正常运行工况下,应每年定期进行一次全面保养^[6]。



图9 并网断路器维护前后故障对比图

5 结语

某风电场上海电气机组并网断路器目前已运行十年之久,按照断路器使用年限情况判断断路器已进入低效能运行阶段,经过对断路器电气回路、操作机构、二次回路插头及连接部件等进行保养检测,对断路器机械特性和电气特性进行检测,使断路器使用寿命得以延续,降低故障率的同时,有效提升了设备运行的安全稳定性。2021年5月份完成保养至今,未见因断路器本体故障导致的设备停机。另外,建议断路器在正常工况下需要每年定期进行预防性维修、保养和检测,如在潮湿环境或污染环境下需要每半年进行一次预防性维修,保养和检测。

参考文献

- [1] 沈先,孙吉升,顾惠民.风电机组侧断路器短路断分的理论分析[J].电器与能效管理技术,2019(4):15-20+31.
- [2] 佚名.双馈风力发电变流器和全功率风力发电变流器[J].电气技术,2017(1):86.
- [3] 王银萍.与具有LVRT能力的风电机组并网相配合的继电保护的研究[D].乌鲁木齐:新疆大学,2014.
- [4] 闫飞,陈溪松.双级可调轴流一次风机叶片不同步故障分析及改进措施[J].电站系统工程,2022,38(2):76-78+82.
- [5] 刘宏勇,李明,任巍曦,等.基于风机理论功率的全场功率优化控制策略研究[J].河北工业大学学报,2021,50(5):74-78.
- [6] 王康,谭继可,周绪红,等.基于知识图谱的海上浮式风机领域可视化分析[J].哈尔滨工程大学学报,2021,42(9):1303-1311.