

V52-850 型风机在南方山地风电场的典型故障分析及处理

任伟, 徐建军, 张鉴培, 李红标

(中广核风力发电有限公司 华南分公司, 深圳 518031)

摘要: 深入分析了 VESTAS 公司生产的 V52-850 型风机在南方山地风电场运行过程中出现的典型故障原因, 提出了故障处理方法及改进措施。对安装 V52-850 型风机及相近机型的风电场的运行维护及故障处理具有一定的借鉴意义。

关键词: V52-850 型风机; 故障分析; 故障处理; 改进措施

中图分类号: TM614

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2016)S1-0073-04

Typical Fault Analysis and Treatment of V52-850 Type Fan for the Wind Farm in the Southern Mountain Region

REN Wei, XU Jianjun, ZHANG Jianpei, LI Hongbiao

(CGN Wind Power Co., Ltd., Southern China branch, Shenzhen 518031, China)

Abstract: In this paper, the typical failure causes of the type V52-850 fan produced by VESTAS in the southern mountain wind farm are analyzed. At the same time, the method and the improvement measures are put forward. The operation maintenance and fault treatment of the wind farm in the installation of the V52-850 type fan and similar models are of certain reference significance.

Key words: V52-850 type fan; fault analysis; fault handling; improvement measures

中广核风电公司华南分公司目前投运风电场六个, 其中三个风电场安装 VESTAS 公司生产的 V52-850 型风机, 安装台数 291 台, 投产时间分别从 2010 年至 2013 年不等, 全部属于典型的南方山地风电场, 山地高度从海拔 600 m 到 1 250 m, 地形、地势复杂, 风况变化剧烈且局部小气候现象严重, 同时均属于台风及雷暴多发区, 对风机的设计、运行均是一个严峻考验。本文试图通过对风机运行过程中出现的典型故障进行分析来找到内在原因进行改进, 以便提高风机可利用率, 同时作为经验反馈供同行借鉴。

1 V52-850 型风机典型故障原因分析及处理方法、改进措施

V52-850 型风机是丹麦 VESTAS 公司生产的三叶片、主动偏航、上风向、变桨距风机, 风轮直径 52 m, 单机功率 850 kW^[1-2]。中广核风电公司华南分公司安装的 291 台 V52-850 风机中, 运行时间最长的有五年多, 最短的也有近三年。在这些年的运行过程中, 我们发现这三个风场 V52-850 风机有一些典型故障出现频度特别高, 特别是排在前三位的典型故障占到了风机总故障的 81%, 这些故障给风场造成了较大的电量损失, 因此如何找到故障内在原因, 消除故障或降低故障率减少电量损失是我们必须要面对的。通过统计, 我们发现前三位故障频发程度从高到低排列分别是: 外部转速不同步故障 (VOG 超速保护) 占比 42%、风速仪错误故障 23%、齿轮油位低故障 16%。

收稿日期: 2015-07-30

作者简介: 任伟(1964), 男, 湖南岳阳人, 高级工程师, 运维总监, 主要从事风力发电场运行检修管理工作 (E-mail) renw@cgnpc.com.cn。

1.1 外部转速不同步故障 (VOG 超速保护, VES-TAS 故障代码 159)

1.1.1 故障情况

V52 风机外部转速不同步故障通常发生在遇到不稳定阵风或湍流的情况下,特别是夏季台风登陆前或冬春季冷空气来袭时,风机容易报 159 外部转速不同步故障,触发风机急停 (VOG 超速保护动作),引发高速轴刹车抱死,对还在高速旋转的叶轮和齿轮箱会造成极大的冲击,加速刹车盘磨损,严重影响机组寿命。而且当 V52 风机 VOG 超速保护动作触发急停后,还需工作人员到现场复位,山地风电场地域范围广,现场复位风机耗时长,导致损失电量。特别是沿海风电场在台风登陆前,正是发电的好时机,但 V52 风机这一容易触发 159 急停故障的存在,使得风电场必须在台风登陆前预先对风机进行停机处理,否则触发大面积风机 159 故障急停后必须到现场进行风机人工复位,这不仅费时费力而且还存在较大安全隐患。

1.1.2 故障原因分析

V52-850 VOG 超速传感器安装位置示意图见图 1, VOG 超速保护原理电路图见图 2。

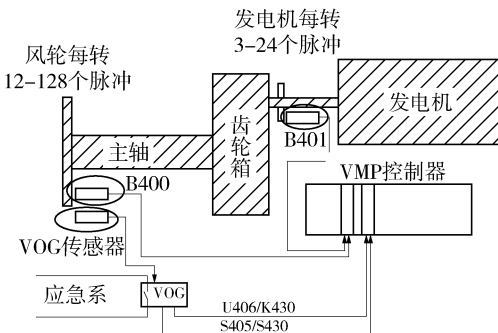


图 1 VOG 超速传感器安装位置示意图

Fig. 1 The schematic diagram of VOG speed sensor installation position

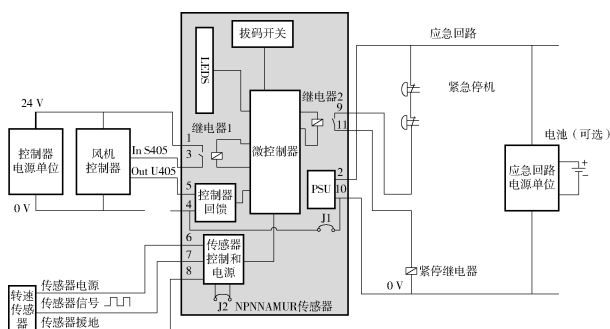


图 2 VOG 超速保护原理电路图

Fig. 2 VOG overspeed protection circuit diagram

如图 1、图 2 所示, V52-850 风机低速轴配置有两个转速传感器,一个为串接于 VMP 控制器中的 B400,一个串接于 VOG 模块中的 B430;高速轴配置一个转速传感器,为串接于 VMP 控制器中的 B401。VOG 模块内含一个测量计算用的微控制器及两个继电器,其中的继电器 2 串接于紧急停机回路,继电器 1 串接于 VMP 控制器测量计算回路。

转速传感器是一个接近式电磁感应开关,正常情况下,每当测量点经过开关时,开关闭合并向 VOG 模块发送一个逻辑高位脉冲信号,如图 3 所示。

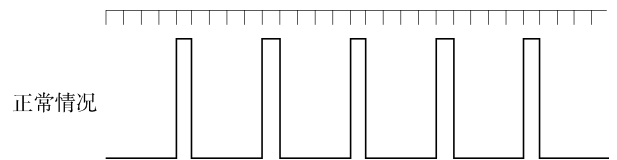


图 3 转速传感器正常工作脉冲图

Fig. 3 Normal working pulse diagram of speed sensor

V52 风机 VOG 保护是根据转速传感器在一定的时间内发出的脉冲数所确定的,根据 V52 用户手册 VOG 超速保护中 CT279 和 CT379 超速时间周期设置为 200 ms,也即保护设定值是在 200 ms 内最多只能测量到两次高位脉冲。如果在 200 ms 内检测到两次以上高位脉冲,则串联在紧急停机回路上的继电器 2 触点将会断开,触发风机的急停保护动作。同时与 VMP 控制器连接的继电器 1 触点将会断开,控制系统根据该信号报代码为 159 的外部转速不同步故障 (VOG 超速保护),同时记录下高速轴 B401 传感器的测量值。

根据 V52 用户手册^[3-5]相关公式计算 V52 风机 VOG 超速保护动作时高速轴转速应大于 1 996 RPM,但现场实际风机报 159 外部转速不同步故障时所记录的高速轴转速传感器 (B401) 的测量值 95% 落在 1 600 ~ 1 800 rpm 之间,并没有达到保护定值下高速轴的最低转速 1 996 rpm。由此可以判断 V52 风机 159 外部转速不同步故障 95% 都是测量原因引起的误动作。那么是什么原因引起的测量错误呢?通过观察发现目前使用的电磁感应转速传感器与叶轮锁盘 (见图 4) 之间安装间隙过小 (由转速传感器感应距离所决定),加之叶轮锁盘振动及叶轮锁定盘缝隙是导致误动作的主因。



图 4 电磁感应转速传感器与叶轮锁盘安装间隙示意图

Fig. 4 The schematic diagram of the electromagnetic induction speed sensor and the lock plate of the impeller

1.1.3 改进措施

针对找到的原因, 2013 年 6 月我们对其中一个风场经常报“外部转速不同步故障”的 15 台风机进行了低速轴传感器技术改造, 将原有的电磁传感器更换为探测距离较大、能排除叶轮锁盘振动及叶轮锁定盘缝隙对转速监测结果干扰的光电传感器, 见图 5。



图 5 第一次改造光电传感器安装示意图

Fig. 5 The schematic diagram of the photoelectric sensor installation at the first time

改造后的风机运行情况良好, 未在大风天气报过 159 外部转速不同步故障引发风机急停。但是改造后风机出现报 154 低速轴转速高故障, 虽然风机报 154 故障时不会引发风机急停, 并且可在后台远程将风机复位为暂停状态, 不会象 159 故障那样对风机造成大的伤害, 但故障的存在仍然影响风机发电。于是, 我们又反复进行了分析, 认为风机报 154 故障原因可能是改造后的光电传感器过于灵敏所致。为此, 我们又对 VOG 超速传感器进行了第二次改造试验, 将电磁传感器和光电传感器混合使用, 如图 6 所示。

目前已有 100 多台风机完成了光电、电磁传感器混合使用(第二次)改造, 从一年多的运行效果来



图 6 第二次改造光电、电磁传感器混合使用示意图

Fig. 6 The schematic diagram of the photoelectric, electromagnetic sensor mix installation at the second time

看, 此方案可以从根本上解决 V52-850 风机大风易误报 159 故障导致外部转速不同步急停问题。

1.2 风速仪错误故障(VESTAS 故障代码 176)

1.2.1 故障情况

V52 风机报 176 风速传感器错误故障, 主要是在以下两种情况下容易发生: 一种情况是遇到大雾或者阴雨连绵的天气, 如果此种天气持续时间不长(通常不能超过 4 h)在天气好转后, 一般情况下风机可自动复位运行; 但是倘若此种天气持续时间较长, 则风机会因多次自动重启而紧急停机。另外一种情况则是在雷暴天气之后, 会有大面积风机报此故障, 这种情况则是雷击引起的硬件故障, 需要到现场进行处理, 方可恢复运行。通常这两种情况也很容易判别, 第一种情况是在报该故障一段时间后, 风机的风速采集数据会转为正常; 第二种情况则是在报该故障后, 风机转速为 0 或者是风速固定在一个数值不变。

1.2.2 故障原因分析

华南分公司安装的 291 台 V52 风机均选用 FT702LT 型超声波风速仪^[6], 此款风速仪设计坚固、小巧、无移动和转动部件、无磨损且具有高稳定性, 它集成风速、风向传感器于一体。FT702LT 型风速仪都配有三对传感对, 传感对利用发送声波脉冲, 测量发送与接收端之间的时间差别来计算风速和风向, 如图 7(a)所示。176 风速仪错误故障检测条件如图 7(b)所示。

风机控制系统每隔 100 ms, 会自动检测一次通讯信息, 当检测到 CT3218 模块与风速仪进行通讯时如参数出现错误, 风机会进入停机状态, 并报 176 风速仪错误故障, 1 分钟后风机会重新启动, 如连续 3 次重启将会报出多次重启故障, 需运行人

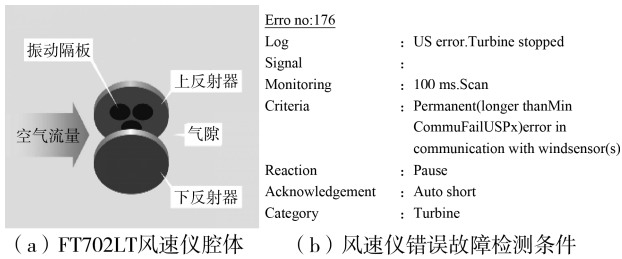


图7 FT702LT 风速仪腔体和故障检测条件示意图

Fig. 7 The schematic diagram of the cavity FT702LT and fault detect

员远程确认复位才可恢复。通过对这几年 V52 风机报 176 风速仪故障情况分析, 主要原因为外部天气因素影响及雷击引起的风速仪损坏。

1) 外部天气因素影响

FT702LT 型超声波风速仪采用的是超声波技术, 在正常气候下比机械式传感器准确、可靠, 但大雾及蒙蒙细雨(与雾天类似)天气容易受干扰引起故障, 这是该类传感器的测量方法的缺陷所致, 而华南三风场均是大雾多发区, 全年雨雾天多在 100 天以上。

2) 雷击引起的风速仪损坏

此类故障多发生在雷雨季节, 山地风电场风机往往安装在山顶上, 机舱通常是附近最高的物体, 而风速仪裸露在机舱外更是容易引雷的对象, 虽 FT702LT 风速仪可承受 4 KA 8/20 us 雷电感浪涌, 但是在直击雷、感应雷的影响下, 风速仪内部电子元件还是容易遭雷击损坏, 导致风速仪失效, 引发风机报 176 风速仪错误故障。

1.2.3 改进措施

针对外部天气因素影响误报 176 风速仪错误故障, 目前 Vestas 公司已经制定改进方案(加装一套机械式风信号传感器, 两套互为备用), 现正在其它风电场试验, 如果改进方案有效, 176 风速仪错误故障将大幅度降低。在未进行改造前, 风场运维人员加强值班监控工作, 在大雾及阴雨天气密切关注风机偏航情况, 此故障自动恢复后风机自动对风偏航不应超过 1 h, 若自动偏航时间超过 1 h 则可能有其它故障。同时对连续报 3 次以上此类故障的风机, 安排检修人员登机检查, 未查清原因, 禁止就地复位运行。

1.3 齿轮箱油位低故障

1.3.1 故障现象

通常风机报齿轮箱油位低故障存在两种情况:

一种是风机齿轮箱假油位低, 另一种是风机齿轮箱真油位低。区分真假油位低信号也很容易, 假齿轮箱油位低信号往往出现在风速小、风机空转不能并网发电的时候, 它是由于风速低风轮转动慢时, 无法带动齿轮油把传感器托起而产生的假象, 当风速增大风轮转动加快后, 齿轮箱油位低故障信号自动消失。而真油位低故障跟风速大小没有关系, 是真的齿轮箱油太少了, 此种情况必须添加齿轮油风机才能恢复运行。

1.3.2 故障原因分析

齿轮箱油位传感器 S404 安装在风机齿轮箱上, 它是一个浮子式液位开关, 当油位正常时, 齿轮油会把传感器浮标托起, 此时它就会给输入模块 CT 3133 反馈一个“1”信号, 表示油位正常; 如在十分钟内 CT 3133 输入模块接收不到传感器反馈回来的“1”信号, 风机就会报出齿轮油位低故障, 风机停机保护。引起齿轮箱油位低故障的主要原因有以下情况^[7]:

1) 齿轮箱在年度定检更换滤芯过程中会导致齿轮油流失(大于 3 L), 若没有及时补充油品, 会引起齿轮箱缺油, 报此故障。

2) 齿轮油冷却循环系统油管破裂, 引起油品流失。

3) 齿轮油离线滤芯弹簧压片未拧紧, 离线电机启动后, 油样从离线滤芯处流失。

4) 更换齿轮箱滤芯后, 未按照标准力矩值紧固滤芯(标准: 380 Nm), 引起油品流失。

5) 当风速较小, 叶轮转速较低, 齿轮油液位变化较低, 齿轮油油压较低从而触发齿轮油液位传感器和油压传感器, 风速较低时齿轮箱油出现泡沫造成误报。

1.3.3 改进措施

1) 检查齿轮箱油位是否正常, 若油位正常则检查齿轮箱油位传感器是否正常、齿轮箱内部是否有油泡沫; 若齿轮箱油位传感器故障则更换传感器, 若传感器正常, 只是齿轮箱内有油泡沫则先将风机复位并远程暂停, 当风速起来后再启动机组。

2) 在日常的运行过程中密切关注存在渗漏现象的风机(各管连接的密封不严等)油位变化情况, 发现异常及时加油。

3) 在定期维护更换滤芯后, 要及时将油量补充到正常油位。

条件, 因此机组要能保证在台风模式下自身的安全。塔架和基础也需根据 70 m/s, 3 s 的极限载荷进行的载荷计算与设计, 完全满足抗台风的设计要求。

叶片的选用考虑了最大可能适合沿海风电场的风能资源, 采取了抗台风、防盐雾、抗雨和抗沙尘的措施。叶片材料自身具备抗腐蚀和抗盐雾能力, 同时叶片有充分的涂层, 其前缘做了防腐蚀处理。其外表涂敷丙烯酸聚氨酯抗紫外线的涂层, 有效地提高了叶片抗老化性能。

以上设计措施大大减少了台风对叶片表面的破坏, 影响叶片气动性能, 从设计源头防止台风原因破坏叶片表面强韧性, 由此降低叶片整体强度。

3.4 风机抗台风控制策略设计

抗台风控制策略设计的要点包括手动进入“台风模式”和自动进入“台风模式”两项。

3.4.1 手动进入“台风模式”

当接收到台风预报后, 风电场中央监控室通过登录风机控制系统, 通过人机交互界面操作, 风机进入台风控制模式。

3.4.2 自动进入“台风模式”

风机还可以通过气象环境传感器测量风速大小来自动激活台风停机程序, 该程序具有最高优先权, 激活条件是瞬时风速达到 30 m/s 或 10 s 风速均值达到 25 m/s 时, 风机自动停机, 机组进入自

我保护状态, 其主要过程由以下几个部分组成:

1) 停机过程描述: 风速过大——主控程序将触发风机的台风停机程序——变浆系统工作使叶片顺浆至 90 度——在叶片变浆和告诉轴制动器作用下叶片停转——转子制动器和液压转子锁定装置激活——液压风轮锁定装置将风轮锁定在水平位置。

2) 偏航制动器动作: 机组偏航制动器为失电制动设计, 在台风(大风)状态下, 机组与电网脱离, 偏航制动器保持全压, 以保护偏航传动机构及控制机组部件承受的惯性力。

3) 台风过后重启动: 当台风风速降到应速度以下时, 风机由台风停机状态切换到启动状态。

4 结论

台风对工程建设会产生影响, 并可能造成一定程度的经济损失, 应引起各方重视。但只要从项目前期选择、设计、施工及现场管理上采取有效预防措施, 尤其是设计阶段, 那么台风的影响还是可有效预防, 并将损失控制在最低限的。

参考文献:

- [1] DNV. Offshore standard, design of offshore wind turbine structures; DNV-OS-J101 [S]. Norway: Det Norske Veritas, 2007.
- [2] IEC. Wind turbines-part 1: design requirements; IEC 61400-1 [S]. Switzerland: IEC, 2005.

(责任编辑 高春萌)

(上接第 76 页 Continued from Page 76)

2 结论

相对其他常规发电设备, 风机运行环境十分恶劣, 不仅不同地域、不同风电场千差万别, 即使同一风场的不同机位间风机也有很大差异性, 特别是山地风电场更是如此。因此, 在日常风机运行维护中我们只有通过仔细观察、用心研究分析, 在这样差异性中找出共性, 同时在共性中发现差异性, 不断摸索找规律, 找出设备故障真正的内在因素进行改进, 才能真正消除故障, 提高设备可靠性。

参考文献:

- [1] 刘振伟. V52-850 kW 风力发电机组安装 [J]. 电力建设, 2007, 28(2): 38-42.
- LIU Z W. Installation of V52-850 kW wind turbine-generators

[J]. Electric Power Construction, 2007, 28(2): 38-42.

- [2] 田忠刚, 聂静媛, 李志如. Vestas V52-850 kW 风力发电机吊装技术 [J]. 包钢科技, 2010, 36(Supp. 1): 58-61.
- TIAN Z G, NIE J Y, LI Z R. Hoisting technology for V52-850 kW wind driven generator [J]. Science & Technology of Baotou Steel, 2010, 36(Supp. 1): 58-61.
- [3] Vestas. V-52 风机运行维护手册 [S]. Aarhus, Denmark: Vestas, 2010.
- [4] Vestas. V-52 风机运行检修手册 [S]. Aarhus, Denmark: Vestas, 2010.
- [5] Vestas. V-52 风机系统工作原理图 [S]. Aarhus, Denmark: Vestas, 2010.
- [6] FT Technologies. FT702LT 超声波传感器工作手册 [S]. Teddington, England: FT Technologies, 2014.
- [7] Vall. 齿轮箱运行维护手册 [S]. [S. 1]: [s. n.], 2014.

(责任编辑 黄肇和)