

浅谈风电机组液压系统的应用与故障处理

秦建宁 张亚军

郑州奥特科技有限公司, 河南 郑州 450000

[摘要] 叶轮是风力发电机组的核心部分, 它的迎风运行状况对机组的最优输出功率有着重要的影响。目前, 大部分风力发电机都是采用变桨距, 在叶片迎风方向变化时, 可以有效地吸收风能: 在低风速时, 增大叶片的迎风面积, 使风能得到最大化; 在高风速下, 减小迎风面积, 保证叶轮在不超车的情况下安全地工作; 为了保证输出功率的稳定, 在不同的风速条件下, 可以实时调节迎风区域; 在紧要关头, 可以让叶片随着推进器, 减小对叶片的影响。在风力发电系统中, 制动系统是其中最为关键的部分, 它直接关系到风力发电的安全。在主流风力发电设备中, 均采用了液压控制的变桨系统和刹车系统。

[关键词] 风力发电机组; 液压系统; 应用故障处理

DOI: 10.33142/hst.v5i4.6585

中图分类号: TM315

文献标识码: A

Brief Discussion on Application and Fault Treatment of Hydraulic System of Wind Turbine

QIN Jianning, ZHANG Yajun

Zhengzhou Autol Technology Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: The impeller is the core part of the wind turbine, and upwind operation has an important impact on the optimal output power of the wind turbine. At present, most wind turbines adopt variable pitch, which can effectively absorb wind energy when the wind direction of blades changes: When the wind speed is low, increase the wind area of blades to maximize the wind energy; At high wind speed, reduce the windward area to ensure that the impeller can work safely without overtaking; In order to ensure the stability of output power, the windward area can be adjusted in real time under different wind speed conditions; At a critical juncture, the blades can follow the propeller to reduce the impact on the blades. In the wind power generation system, the braking system is the most critical part, which is directly related to the safety of wind power generation. In the mainstream wind power generation equipment, hydraulic controlled pitch system and braking system are used.

Keywords: wind turbine; hydraulic system; application fault handling

引言

风能被称为绿色能源, 随着许多研究的进行, 风力发电机的日益密集的发展使世界上大多数国家都能获得这种清洁能源。在大多数情况下, 故障发生在叶片/螺杆机构、变速箱系统、发电机、功率转换器、偏航系统和液压系统上。本文首先介绍了液压传动系统的变桨和制动系统的工作原理及在液压系统中的应用, 说明了液压系统在液压系统中的作用, 分析了其产生的原因, 并给出了相应的处理方法, 以便对液压系统的故障进行分析、诊断和处理。

1 液压系统工作原理

1.1 间距原理

液压变桨系统的传动机构由液压站、连接油管、变桨缸、连杆、旋转机构和叶轮轴承等部分构成。风力发电机控制系统根据外界的有关信息, 向液压泵站输送合适的液压, 使其直线运动, 再由转动机构将直线运动转换成圆周运动, 带动叶片轴承转动, 达到高效的桨距变化。液压变桨系统的特点是: 统一式和同步式。低功率风机通常采用统一式节距, 全叶片的节距由液压驱动机构来实现; 在高功率风电机组中, 常用的是同步桨式距。各叶片具有单独的螺距变化机构, 各叶片的螺旋角由不同的液压驱动机构

进行调节, 使各叶片达到同步。随着风电产业整体的发展, 以及风电机组的广泛使用, 同步变桨技术已成为风电发展的必然趋势。

1.2 制动原理

制动器的动力来源是液压系统。制动装置由液压站、连接油管、制动装置等构成。液压制动系统的制动力是通过产生和释放工作压力来实现制动器的制动力。当风机在正常工作时, 制动装置在无压力的情况下, 制动不工作; 当风机失灵或人工安全制动时, 制动系统得到额定的压力, 制动器作用于制动盘, 保证风机的安全停车。这一作用是在制动系统的控制回路中操作一个电磁阀。尽管只有当风力发电机出现故障或人工安全制动时, 制动系统才会工作, 但是制动将作为制动信号来探测制动功能和液压子系统的安全和可靠度。

2 液压系统的应用

本文以东风 a 发电厂 vestas-v52 风力发电机组为实例, 对其在风力发电机组上的应用作了简单的介绍。此种风轮机的涡轮变桨均为统一的液压旋翼控制。在变桨系统中, 风力发电机的变桨工作可以分为两种工作状态, 即在正常工作状态下的持续换桨和在紧急停机状态下的全顺

浆。它的换浆原理见图 1。

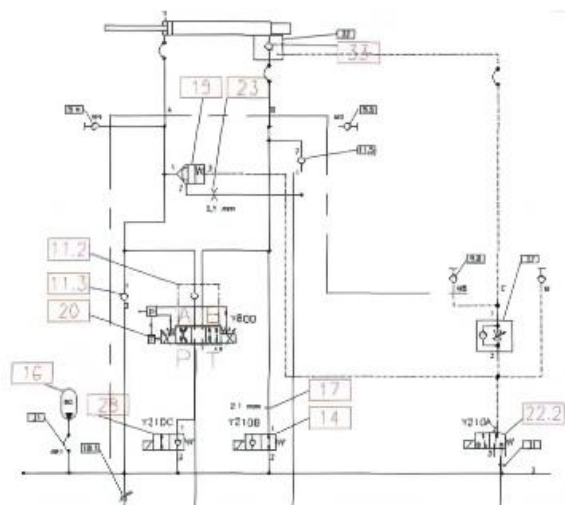


图 1 变浆系统原理图

2.1 连续变浆状态

(1) 在电磁阀

(2) 在电磁阀 28、14、22.2 断电时，电磁阀 22.2 打开，输出的压力将油压控制阀 19 关闭，电磁阀 28 打开，电磁阀 14 闭合，通过比例阀 20，压力从液压泵通过比例阀 20 传递至止回阀 33，由此向各个方向输送压力。

(3) 通过对比例阀 20 的控制，将来自阀门 P 端 A 的压力经过 A 端的止回阀 11.2 流至活塞前端，由此将该活塞向右侧运动，在运动至最右侧（倾斜角度 -5° ）时，该压力流过止回阀 33，最终返回油仓。

(4) 通过对比例阀 20 的控制，将来自阀门 P 端的压力从阀门 P 端经过 B 端，再经过止回阀 33 到达液压缸的端部，由此将活塞向左侧运动，在运动至最左边（倾斜角度为 $+87^\circ$ ）时，压力从液压缸的左端流过止回阀 11.3，最终返回油室。

2.2 停机/紧急停机

(1) 在不通电螺线管 (28)、(14) 和 (22.2) 未通电时，在螺线管 (28) 的 P 端上，在电磁阀 (14) 开启的情况下，将压力从储液器 (16) 流过电磁阀 14，然后经由止回阀 33 流至液压缸的端部，由此将该活塞运动至左侧，并在达到最左侧端之后，从控制阀门 19 返回油仓。叶轮螺距为 $+87^\circ$ ，不会受到比例阀的影响。

(2) 这时，因为电磁阀 22.2 不具有输出压力，因此控制的止回阀 33 不会被强迫在各个方向上开启，仅起到单向阀的作用，因此该压力仅可到达油缸；同时，不能将压力从止回阀 33 压出，因此，由于叶轮所承受的压力，活塞不会向右侧运动，确保活塞在最左边（倾斜角度是 $+87^\circ$ ）。

(3) 液压泵或在停机状态下进行自动断续操作。应

急顺浆的作用是通过液压油完成的。液压油的压力是通过储能器和泵来实现的。在紧急关机时，油泵会立刻停用，只有储油器提供压浆。

(4) 若储能器的储油罐在紧急关机时无法完成全顺浆，则自动倾斜力会实现顺浆。

3 液压滤清器的压降

3.1 失效原因分析

(1) 在液压滤清器被阻塞时，油污指示灯工作（红色光斑），滤清器上的旁通开启，滤清器内的压力降低，S201 工作，使 ct3133-x2 上的 10 号灯关闭，使风力发电机处于停机状态。

(2) 滤筒破损或滤网渗漏严重。

(3) 与 S201 压力转换器电路有关的部分发生故障。

3.2 故障诊断

(1) 检验液压滤清器上有无油渍指示灯（红色光斑）。如果弹出，表示过滤器被阻塞。如果需要，请更换过滤器。

(2) 对滤清器的渗漏进行检查。外部漏油容易检测。如果发生了内部渗漏，则必须拆除过滤器，以检查其内部的构造，包括滤芯。

(3) 对 S201 压力开关进行检查，并将滤芯上的小端子打开。S201 压力开关采用褐色导线和白导线连接。使用万用表来检测接通情况。在施工压力下，系统应该处于开启状态，并且要确保所有的接线端子都可靠。

(4) 检查电缆 w286 有无明显破损或断裂的痕迹，并检查电缆的两端连接是否可靠（在液压滤清器的小接线箱的两个端子上），并在 a2。x1 的接头 64 和 13 上。如果需要，可以用万用表来检测电缆的导电性能。

(5) 检验信号灯 10 的输入模块 ct3133-X2 是否正常。

4 保险锁止

4.1 失效原因分析

(1) 将压力传感器 (S202) 设置为大于 40pa 或小于 37pa。

(2) 松开压力换能器 (S202) 的导线，造成接触不良。

(3) 故障 (S202) 压力传感器。

(4) 设定不正确的液压系统参数。

4.2 故障排除

(1) 检验压力传感器的导线 (S202) 或者传感器表面有没有机油泄漏。

(2) 对低压力容器的压强值进行试验，看其是否大约 34pa。

(3) 对制动系统进行试验的压强安全制动器 (24)：与 M6 试验用喷嘴相连接的压力计；当维修模式停止时，按下紧急停止键，观察压力计的数值是否接近 44/1pa，而不低于 37pa。若超出，则将安全制动 24 调节到正常的压力范围。

(4) 对进入维修模式 11.4 画面、设定油泵的压力

值进行检测(S202);把压力计与M6试验管相连,然后慢慢地开启制动系统的压力释放阀,并在12个显示屏上观看S202工作时的压力计的读数。如果压力值大于40pa,那么该压力被调节到39/1pa。

(5) 检验液压系统的参数:进入参数屏24.3,在维修状态下,检查160pa的极限警报和第八、九的其他参数。

5 油压泵的工作压力

5.1 失效原因分析

当液压系统的压力在170 bar以下时,由于螺旋桨的转矩一次太大,与控制系统不相匹配;但是,在很多时候,由于液压管道的破裂或者是油泵的失效,会造成管道系统的泄漏和压力的泄漏。

5.2 故障诊断

(1) 复位,一般在复位后能复原;如果重置后仍有问题,再做一次检查。

(2) 起动油泵,观察累计压强值是否总是在200pa以下,或者泵能否在180pa起动,工作时的声音有无异常。由此可以判定液压泵和连接油管有无故障。同时,还能观察到油面是否有起伏或翻滚,从而判断出漏油情况。

6 液压油较差

6.1 失效原因分析

(1) 一般由于液压油不足而导致失效。检查制动管路及油站外部管路,并及时加注液压油。另外,在大风中,如果油面传感器因风轮机的振动而被触发(S200),则该故障将被报告。

(2) 液压油面传感器(S200)发生了故障。

(3) 油压泵或它的连接油管泄露,致使油液表面发生倾覆,从而引发油水高度传感器(S200)报告失效。

6.2 故障诊断

(1) 就地重置,检查启动情况,排除诸如油位传感器、信号电路等电子部件的故障。

(2) 进入主编码11.4(维修模式11.4),在180至200pa之间观察系统的压力上升和下降。通常,压力设定为4~10秒,即为正常值,降压速率为0.3~1pa/秒。若无异常,则可对液压泵及油管进行检查。

(3) 检查液压油的油面,检查油压及制动盘油管的油量。

(4) 对油面传感器进行检验(S200):对组件ct3218的3号信号灯进行检查:正常的灯点亮,故障关掉,并对线W278进行检查,A2对X1的接线5、55进行检查。

7 液压油的反向流动

7.1 液压油反向流动的危险

因为风力发电装置的制动系统(主轴和偏转)的传动介质使用低粘度的液压油,而且制动器的执行元件(活塞)在运行时不会不停地运动,所以润滑脂渗漏是无法避免的。一方面,由于润滑脂的泄露,使液压系统的压力降低,无法达到风力发电的技术指标;另一方面,由于油脂的泄露,

会对设备造成污染,对操作和维修工作造成威胁。为了克服由于活塞的移动而引起的液压油泄漏,制动器和液压系统的生产厂家经常在制动器和液压系统的液压回路中设有一个液压排出回路,将泄漏的液压油直接输送到液压系统的油箱中,这样既可以防止由于液压油的泄漏引起的压力下降,又可以回收液压油,具有环保、高效的特点。

根据制动内密封件的结构,设计了制动排油回路。制动内密封件通常由两个橡胶密封件组成,按作用可分为密封件和防尘件。密封环设置在接近油缸的底部(也就是,远离摩擦片的那一面),能够经受10 MPa的高电压,以保证制动器的液压油在制动条件下不会泄露;防尘环设置在远离汽缸底部的一面,能够承受较低的压力,通常为5~10pa。它的作用是阻止各种杂质进入制动系统,从而对制动系统产生污染。当制动活塞上下移动时,油液从汽缸的底部漏出,流入到油封与油封之间,再由油液流入排油回路,再由油管回流至油压管路。一般来说,风轮发电机的油罐位置要高于偏转制动油罐的位置,也就是说,只有当油在排油回路中积累后,油液才会流入油箱。所以,必须要有足够的力量来抵抗回油管中的液压油所造成的压力。

但是,在实际运行和维修中,却发现泄露的液压油本来应该回流到油箱,却意外地从偏转制动活塞中溢出来。由于油液从偏转制动上侧的活塞中溢出,使其在摩擦环境中受到污染,从而使其摩擦因数不均匀,摩擦特性不稳定,产生较大的振动、噪音;由于采用了以树脂为基础的复合材料,其摩擦材料在润滑脂的侵蚀下,易产生变形,从而大大提高了磨损率,大大缩短了其使用寿命,大大超出了正常的检修和维修周期。若不能及时发现,会造成制动盘因摩擦片后壁而发生严重的事故。

7.2 故障的解决方法

风机液压系统的排油回路设计中,通常采用回油管和集油瓶两种方法。集油瓶的设计是将集油瓶与偏转制动器的出油孔直接相连。集油瓶是用来收集从偏转制动装置的密封环中流出的液体。在集油瓶的底部,设置了一个与外界空气相连的呼吸孔,以确保油液能够顺畅地进入到集油瓶中。目前,这种方法在风力发电机中也得到了广泛的应用。本发明具有结构简单、维护方便、防止油液回流的优点。但是,在实际运行中,由于不能承受大量的液压油泄漏,造成了风机内环境的污染。针对回油管方案中存在的油液回流问题,以及在保证两种方案的优点的前提下,对两种方案进行了优化和改进。

通过多次实验,将目前的两个方案进行了有机的整合,初步确定了回油管、集油瓶的最佳方案。在回油管方案中,将回油管留在与液压站放油回路接合处的偏转制动器上,并在专用的集油罐端盖上增设一套,再由回油管与主泵的回油管相接,再与液压站的排油回路进行接口。这种方法不仅保持了回油管方案在节约、环境保护方面的优点,而且克服了常规油罐方案中液压油的不足。在此设计中,专

用油罐具有与外部环境连通的呼吸孔,以确保罐内压力与大气压相等,从而解决了偏航制动器出油口压力超过尘环压力的极限,从而造成油液渗漏。

8 结论

综合以上分析结果,指出了影响风电机组液压系统失效的主要原因有:控制回路、信号反馈、设备质量等。因此,风电场的制造人员必须对各类风电场的多发性、重复性故障进行深入的分析,掌握其运行状态,并对其进行全面的分析,从而正确地找到故障的根源,并及时进行故障处理,从而达到降低风电场经济损失的目的,为风电场安全、稳定、可靠运行奠定了良好的基础。

[参考文献]

[1]赵洪山,张健平,王桂兰,等.基于状态估计的风电机组

液压变桨距系统故障检测[J].电力系统自动化,2016,40(22):100-104.

[2]赵洪山,连莎莎,邵玲.基于模型的风电机组变桨距系统故障检测[J].电网技术,2015(2):440-444.

[3]徐枫,王冰,徐德酷.双馈风力发电机组协调多目标非线性控制[J].河海大学学报(自然科学版),2015(2):184-188.

[4]郭瑞峰,郭英玲.风力发电机组机械式转子锁定机构的优化设计[J].机电产品开发与创新,2017,30(3):3-5.

[5]惠德畅.基于主被动技术融合的风电机叶片结构健康监测技术研究[J].南京邮电大学,2016(7):7-9.

作者简介:秦建宁(1991.7-)男,学历:本科,职务:项目经理。