

风电液压系统总成设计与调试

张亚军 秦建宁

郑州奥特科技有限公司, 河南 郑州 450000

[摘要] 传统的风力涡轮机由叶轮和发电机组成。作用在叶轮上的气流动能转化为机械能, 驱动叶轮旋转, 旋转的叶轮轴与发电机的旋转轴连接, 以满足发电的需要。风扇包含各种旋转部件, 液压系统就是其中之一。为风机主传动链上的主制动器供电, 补偿因温差引起的主制动器压力波动, 为风机偏航系统的偏航制动周期供电。因此, 风机液压系统的设计和调试非常重要, 对相关设备的工作有着非常重要的影响。

[关键词] 风力发电液压系统; 设计; 调试

DOI: 10.33142/hst.v5i4.6586

中图分类号: TM315

文献标识码: A

Design and Debugging of Wind Power Hydraulic System Assembly

ZHANG Yajun, QIN Jianing

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

Abstract: Traditional wind turbine consists of impeller and generator. The kinetic energy of the air flow acting on the impeller is converted into mechanical energy to drive the impeller to rotate. The rotating impeller shaft is connected with the rotating shaft of the generator to meet the needs of power generation. The fan contains various rotating parts, and the hydraulic system is one of them. It supplies power to the main brake on the main drive chain of the fan, compensates the pressure fluctuation of the main brake caused by the temperature difference, and supplies power to the yaw braking cycle of the wind turbine yaw system. Therefore, the design and debugging of fan hydraulic system is very important, which has a very important impact on the work of related equipment.

Keywords: wind power hydraulic system; design; debugging

引言

传统的风力涡轮机由叶轮和发电机组成。作用在叶轮上的气流动能转化为机械能, 驱动叶轮旋转。然后将叶轮的转轴与发电机的转轴连接起来, 驱动发电机发电。风扇包含许多旋转部件。液压系统用于处理调节叶片变桨力矩、阻尼、停机和制动等工况, 为风机主传动链上的主制动器提供动力, 并对温差引起的主制动器压力波动进行补偿。同时为风机偏航系统上的偏航制动器供电, 并对因温差引起的偏航制动器压力波动进行补偿。此外, 液压站还为风机的风轮锁提供动力, 并提供一定时间的失电和保压功能。

1 基本信息

为了分析风力发电液压系统的总体设计和调试, 本研究选择了我公司的液压系统。液压系统主要由阀块、电机、齿轮泵、过滤器、换向阀、单向阀、压力传感器等组成。

根据系统流量和执行机构容量的计算, 油箱设计为15L以下型, 底部可设计为可分离的油底壳, 以便于配合主要设备的安装。同时, 油箱侧面可安装可视液位计, 便于了解油箱的用途, 其顶面可用于布置控制阀组和可拆卸泵发电机组。为了保证系统的安全, 还需要设计系统的液位和液温监测器来监控相关设备。在设计过程中, 为了保持系统清洁, 避免各种污染和对液压元件的损坏, 还需要选择污染指示器和过滤器来防止污染物。此外, 该系统还

包括两组手动泵组, 主要用于机组运行时对整个系统和风轮锁油路进行加注, 以便于风轮锁在检修时前后操作, 保证设备各方面的有效运行。

其次, 为了保证风力和水压的稳定性, 还需要在系统主回路中设置溢流阀, 在试运行期间进行压力测试, 确保系统的压力设置合理。在设计过程中, 必须保证系统的压力不超过设定的压力值, 风轮锁止系统的溢流阀需要保证手动泵的压力设定不影响设备的正常使用。同时, 系统还需要利用溢流阀的背压, 以确保偏航制动器的压力在合理范围内。系统中使用的电磁换向阀需要具备手动越权操作功能。在设计和试验过程中, 首先尝试手动反转, 检查手动操作是否能正常工作, 以便在各种紧急情况下及时控制设备。

最后, 为了平衡设备温差引起的压降, 还需要设计主制动器和偏航制动器的蓄能器。您可以尝试增加蓄能器, 为主轴和偏航制动器提供应急电源, 以确保设备稳定运行。在阀组元件的连接通道中, 需要增加压力测量点, 并安装模拟压力传感器, 以监控主制动回路, 并为设备提供有效压力。

2 设计与调试实施的主要过程

在该系统中, 阀组设计是整个系统设计的关键环节。由于实际工况的空间限制, 系统设计过程中涉及的单向阀、溢流阀、节流阀、手动泵、高压过滤器等设备需要集中在阀块上, 空间相对狭窄, 在设计和调试过程中必须注意。

阀块中的孔径应与流量匹配。尤其要注意的是,连接阀门的孔必须有足够的流通面积,以确保液压的流动。注意进油口和出油口的方向和位置,并与系统总体布局和管道连接形式相匹配。否则,在以后的调试和使用中会有很大的问题。因此,在设计和调试过程中,需要充分考虑安装和运行过程。例如,各种阀块的尺寸选择需要小心。应考虑所有部件的外形尺寸,以确保阀块能够满足液压需求。尽量选用结构紧凑、体积小、重量轻的阀组。阀块油路按要求连接后,阀组上各安装面尺寸应独立,以尽可能提高阀块的加工效率,保持其美观。最后,必须确保所有已安装的部件、管件、密封件和其他设备不会相互干扰和影响。

其次,在阀组设计过程中,要做好三维仿真设计。首先通过三维设计对零件的性能进行干涉检查,确保各系统之间零件的安装处于合理状态,然后根据需要绘制二维工程图纸。为了便于系统的组装,还需要将油箱体和底部分开设计。泵电机组主要由位于油箱内的电机和液压泵组成。单独设计时,必须根据专业图纸进行装配设计,以防止设计过程中出现错误。

整个系统的试运行是基于液压站功能的实现。组装完成后,工作人员需要检查泵站各部件的组装是否准确合理。以下几点需要在特定的设备流程中完成。首先要保证配管的正确性,所有连接管道应连接牢固可靠。电气接线必须准确,相关部件需要明确标识,一些可调部件需要尽可能易于操作。在调试过程中,需要提供一定的电源,通过溢流阀将系统压力调节到所需的位置,压力传感器监测主系统的压力。节流阀通常是关闭的,但当泵需要卸载负载时,节流阀需要打开,压力传感器用于监测蓄能器的充注状态。

对于主制动器的制动回路,当其正常工作时,电磁换向阀的通电模式用于控制主制动器的释放和拧紧。当主压力开关的压力低于 10bar 时,它将打开/关闭并发出信号。压力传感器将同时监测主制动器的制动情况,通过减压阀限制主制动器的最大压力,并在两端提供压力保持。节流阀提供压力上升时间以控制主轴制动器。该电路的逻辑是,在风扇断电前后,制动器的状态保持不变。偏航制动电路用于控制机舱的旋转。同样,电磁换向阀用于控制偏航制动器的释放和半制动状态,溢流阀用于调整半制动时的压力。节流阀可以控制偏航制动器的加压时间。电磁阀可以使制动器中的油在工作循环中循环。风轮锁定电路用于防止风机停机后主轴在外力作用下继续旋转。换向阀 a 腔通电,风轮锁无杆腔加压,风轮锁杆腔中的液压油返回油箱,风轮锁向外伸出锁定主轴,防止主轴转动;换向阀腔 B 通电,风轮锁杆腔加压,风轮锁非杆腔液压油返回油箱,风轮锁返回,风轮锁拆下风轮锁盘。当泵无法电动启动时,用手动泵给风轮锁回路加压,并启动换向阀的手动装置,直到其伸出和缩回。不使用手动装置时,必须将换向阀置于中间位置。

为保证系统的保压能力,各部件应能保证无泄漏,内部泄漏较小,压降约 5bar。保压试验应在要求的环境温度内进行。试验温度为-40℃,持续时间不小于 24 小时,压降小于 5bar。在要求的工作温度范围内进行高低温频繁启动、各种工况下运行和保压试验。低温试验温度为-30℃,连续运行时间不少于 72 小时,压力下降约 5bar。

3 风力发电机组液压系统工作原理分析

3.1 液压系统简介

在风力涡轮机中,液压制动系统的主要工作功能是同时执行风力涡轮机的高速偏航液压制动和高速轴制动。液压系统主要由液压电源、滤油器、节流控制阀组、蓄能器、压力制动继电器等组成。在修复风压制动系统(断开连接或断开控制阀)之前,应特别注意释放整个风压制动系统(包括蓄能器)的所有压力,并及时清理泄漏的液压油。

3.2 液压系统的工作原理

(1) 启动前状态

高速轴上的制动阀关闭,高速轴上的制动器通过弹簧力释放。相应的偏航制动器和卸载阀自动关闭,偏航制动器完全停止。当传感器检测到的机油泵压力等于 170bar 时,机油泵停止。

(2) 正常运行状态

当风向改变时,风力发电机将自动转向风向。此时,偏航制动阀打开,偏航卸载阀完全失去制动力。通过驱动背压阀,压力自动降低至 5bar,从而提高风机偏航时的运行稳定性。当风扇自动反转或手动偏航时

当偏航风制动和卸载阀同时自动打开时,夹钳上的压力值将降至 0bar,夹钳将自动完全释放。

(3) 关机期间的状态

在停止制动的过程中,变桨系统利用螺旋桨的顺桨作用来促进气动制动的实施,并在高速轴制动之前在一定程度上激活制动器。

(4) 高速轴制动条件

按下紧急制动按钮,立即打开机械液压制动阀。高速轴液压制动器将在一定的液压下制动。压力指示器上显示的高速压力为 100bar。如果需要手动维护风扇和制动器,可以手动拧紧手动制动机构,同时使用手动泵来抑制高速轴的制动。液压溢流阀可确保高速轴制动钳上的压力小于 110bar。

(5) 系统保护

主溢流阀是指整个系统的安全阀,能保证系统压力不超过 200bar。由于其功能重要性,通常不允许调整液主溢流阀的内部压力溢流设置。

4 风电机组日常故障及处理方法

抗风失效后,维修人员需要及时分析故障,找出故障原因,并根据原因采取有针对性的措施,减少停机造成的损失。一般来说,容易发生故障的部件包括主控制系统、变速箱、液压系统、变桨系统和偏航系统。

4.1 主控制系统

主控制系统是风机控制的基础部分。它控制风扇的逻辑和动作，是风扇的“大脑”。在此阶段，主控制系统设计基于PLC模块化，通过背板总线连接。其故障通常发生在模块本身或外部。如果模块本身出现故障，则数字信号或模拟信号无法正确显示或无法响应输入信号。相应的解决方案是刷新程序或更换设备；外部故障的监测可以在后台程序的帮助下进行。当背景检测到外部故障时，将立即发出警报。在提示下，工作人员可以通过阅读代码快速找到故障点并解决问题。在维修过程中，一定要注意主控制系统发出的安全相关信号，以便及时发现和预防危险情况。

4.2 齿轮箱

变速箱是双馈机组传动链的重要组成部分，主要用于连接主轴和发动机。齿轮箱的结构和应力比较复杂，在相对变化的工况或载荷下，其效果容易降低甚至丧失。它的故障发生在齿轮或轴承上。齿轮失效的特点是轮齿脱落、齿面疲劳等；轴承故障表现为轴承磨损、裂纹、表面剥落等，如果风机在运行中出现故障，将对齿轮箱造成严重损坏。目前，振动检测方法广泛应用于齿轮箱故障检测中，通过震动检测可以判断齿轮箱的运行情况。另外，注意检查齿轮箱管路、端盖和冷却系统的密封性能，避免漏油；同时，定期观察喷油管内油的流速和喷油量，观察排气管有无裂纹或弯曲；定期对齿轮箱进行振动试验，检查其弹性支撑能力是否减弱。

4.3 液压系统

液压系统能为叶片变桨驱动提供足够的压力，实现变桨。液压系统的常见故障包括液压油温上升过快、液压不足、驱动电机负载过大等。机油温度高是由温度控制传感器故障引起的。因此，可以更换温度控制传感器；如果压力不足，可通过添加适量液压油和增加液体深度来增加压力；如果驱动电机过载，可以通过释放压力和降低运行效率来解决。

4.4 俯仰系统

变桨系统经常出现漏油和低温敏感现象。因此，可以固定变桨系统的轴承，手动实现变桨操作。此外，温度灵敏度低会导致断电触发温度升高，这是由于温度传感器的灵敏度低，因此可以更换以消除故障。

4.5 偏航系统

偏航系统运行速度低，但其相应的部件承受较大的载荷。在这种状态下，必然会加快零部件的损耗速度；此外，偏转装置通常不受保护，直接暴露在外，因此环境因素会对其产生很大影响。为了解决上述问题，可以适当调整偏航电机的微动开关。

4.6 做好易损件记录

有些零件在使用中会经常损坏。有必要记录相应部件的单元型号和名称。在后续检查中，工作人员可以根据记录的数据快速找出重点检查对象。如果出现类似故障，可以快速查找故障原因，提高维修效率，避免因风机长期停

机而影响生产。

4.7 选择正确的维护模式

风力机的故障可分为早期故障、意外故障和损失故障。在风电机组投入运行的初始阶段，其故障发生的可能性更大。这一时期的大多数故障都是由设计和制造缺陷引起的。为了减少早期故障的发生，应加强对风机的日常检查，做到早发现、早处理。

在风电机组运行的第二年，工作人员应根据正常维护和维修中出现的故障准备好设备，以便及时更换设备。

当风机运行到第三年时，其状态基本稳定，工作人员应建立完善的维护和维修制度，尽可能消除各种隐患。

经过五年的运行，风力涡轮机的部件已经老化。此时，应在定期检修的基础上增加小修和维护作业，并定期对风电机组进行检查，防止更大的事故发生。此外，注重技术创新，采用先进的运行维护技术，确保风电机组系统处于平稳运行环境。

4.8 有针对性的故障排除

在风机工作过程中，需要对其功率进行监测，并通过计算机绘制功率曲线。通过曲线，我们可以知道功率是否符合标准。如果实际功率和理论功率之间存在偏差，工作人员需要检查风扇部件。首先，从叶片、风向标等部件进行检测；其次，检查风扇控制逻辑和算法；最后，考虑外部因素，如海拔、尾流效应等。当风机变桨装置频繁发生故障时，除了更换制造商外，还应从变桨系统的设计和维修中找到原因。

5 结束语

从目前的运行性能来看，它在可用性、发电量和功耗曲线等方面都表现出了优异的性能。该系统的运行稳定性和可靠性也可以在实际使用中得到充分证实。由于液压站进口阀的自动开启和关闭时间可以根据实际风速有选择地调整，从而控制整个风速制动系统和风速偏航系统的残余压力值。这样可以有效地建立和控制整个发电机组的风速制动偏航系统，防止“倾倒”等严重事故点的发生，大大提高风电机组正常运行的制动安全性和运行稳定性。

【参考文献】

- [1] 苏新霞, 王致杰, 徐双, 等. 一种新型风力发电机偏航控制系统[J]. 科技与创新, 2018(20): 10-11.
- [2] 李芬. 风力发电机组液压比例控制系统的研究[D]. 济南: 山东大学, 2019.
- [3] 赵晶. ACS800变频器在FT2500风机偏航系统中的设计与研究[D]. 重庆: 西南交通大学, 2018.
- [4] 侯明生. 国产发电机组电气方面的几个问题[J]. 电力安全技术, 2018(2): 42-44.
- [5] 侯喆瑞, 张鑫, 张嵩. 风力发电的发展现状与关键技术研究综述[J]. 智能电网, 2014(2): 22-27.

作者简介: 张亚军(1989.10-)男, 学历: 本科, 职务: 总监。