

基于风电机组的液压变桨油缸防漏油技术分析

张柯 方如玉

(宁波固远管件有限公司 浙江 宁波 315403)

摘要: 在风电场建设初期,其风机可利用率通常相对较高,但是在长期使用之后,风机电组本身非常容易出现各种类型的机械故障,进而导致其工作状态受到严重影响。在风机电组故障中,变桨油缸漏油故障是最为常见的故障类型,本文以其为研究对象,通过文献研究法,对几种常见的风电机组液压变桨油缸漏油原因进行了综合分析,并提出了基于风电机组的液压变桨油缸防漏油技术,包括更换油缸密封工艺、优化变桨油缸回转支撑结构、其他改进措施。可为风机电组正常运行提供一定理论支持。

关键词: 风电机组; 液压变桨油缸; 防漏油技术; 回转支撑结构

0 引言

进入21世纪以来,新能源行业发展迅猛,其中,风电及其运用技术愈发成熟,在我国能源结构上的占比也在逐渐提升,为节能减排工作做出了突出贡献。液压变桨系统属于风电机组的核心组成部分,当前,主流的变桨驱动形式分为液压变桨、电动变桨,其中,液压变桨比较容易出现漏油现象,进而影响风电机组的正常运行,对其进行研究具有一定现实意义。

1 变桨油缸漏油及其重要性分析

液压变桨主要包括统一变桨、独立变桨两个基本类型,液压独立变桨机组的执行机构主要包括三个变桨油缸,其种类为双作用单缸活塞缸,其主要结构包括缸体、活塞、导向套、活塞杆、缸盖、密封元件等,液压变桨统一变桨在实践中较为常见。变桨油缸一般位置示意图如图1所示。

根据相关数据统计可知,在风电机组运行故障类型中,变桨油缸故障是出现频率最高的故障类型,一般表现为漏油,随着风电机组运行时间的增加,变桨油缸漏油问题出现的概率也会逐渐增强。在某风场中,安装有50台液压独立变桨机组,对其近几年的数据进行分析可知,变桨油缸漏油及相关故障率基本达到了整个机组故障类型的65%左右,超过半数以上的变桨油缸均存在不同程度的渗漏,对其进行及时处理对于保证风电机组正常运行具有十分重要的价值与意义^[1]。

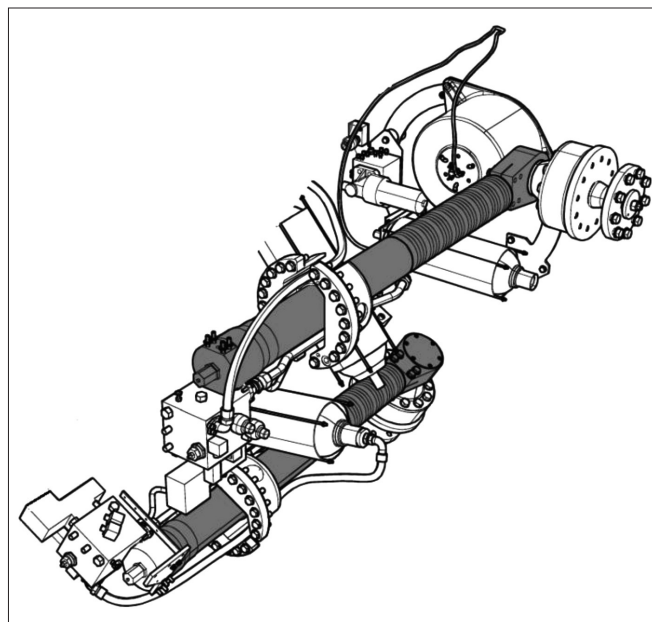


图1 变桨油缸一般位置示意图

2 风电机组液压变桨油缸漏油原因分析

密封元件损坏是导致风电机组液压变桨油缸漏油的首要原因。具体而言,密封元件是存在预期使用寿命的,在风电机组长时间使用的背景下,储油罐的密封元件就可能出现老化、破损等情况,进而导致油缸出现漏油现象。验证是否存在该问题的方式也比较简单,只需要对油缸密封结构进行拆解分析即可。变桨油缸密封结构如图2所示。

变桨油缸保护套损坏也是比较常见的。在实际工作情境中,风电机组工况通常比较复杂,天气非常

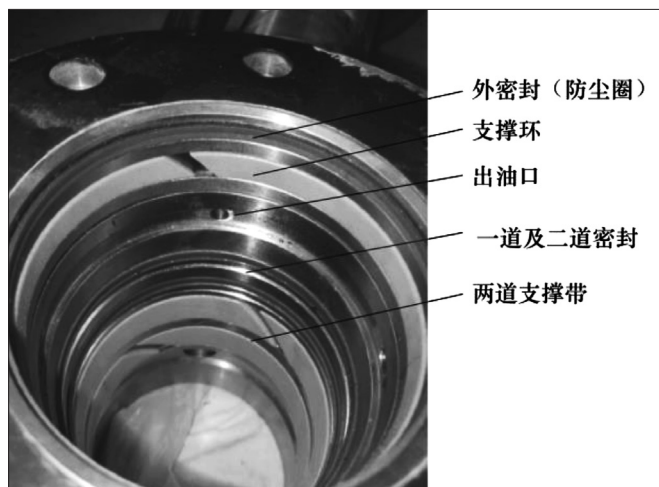


图2 变桨油缸密封结构

干燥, 风沙较多, 在长时间使用的背景下, 保护套可能会由于砂粒磨损导致其表面出现损坏情况, 在此基础上, 粉尘会进入密封件内部, 导致缸体、液压杆、密封件磨损速度加快, 进而导致液压油出现泄漏现象。

变桨油缸半月板磨损也是比较常见的漏油原因。在长期使用的背景下, 半月板本身会出现一定的磨损, 导致其出现结构问题^[2]。

3 风电机组液压变桨油缸防漏油技术及其应用

3.1 优化油缸密封

针对密封元件损坏或者质量存在问题的情况, 应当根据实际情况, 采取针对性手段对其进行完善:

(1) 针对一侧变形导致的磨损失效情况, 可以通过更改油缸缸头密封导向套、密封环结构的方式进行解决, 这种操作方式能够有效降低侧向力影响, 进而缓解拉缸现象。

(2) 针对密封组结构导致密封效果较差的问题, 可以对密封组件进行更换, 例如, 可以更换 SPGW 型活塞密封件, 其储油能力、摩擦力等性能表现均相对较好。

(3) 针对密封件老化、磨损较快的问题, 可以通过更换密封件材料的方式来解决, 在实践中, 超高分子量聚乙烯密封材料、高性能高耐磨聚氨酯材料能够显著提升密封件的耐磨性与抗老化性, 使其能够满足各种工况背景下的运行要求^[3]。油缸密封结构改进前后对比如图3所示。

3.2 优化变桨油缸回转支撑结构

针对变桨油缸保护套损坏、变桨油缸半月板磨损

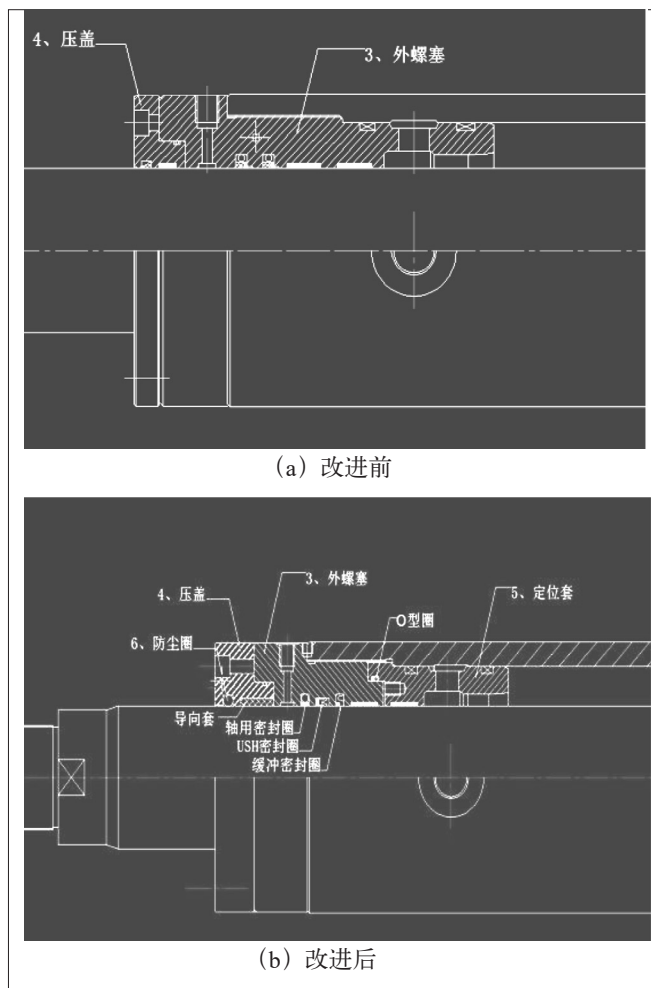


图3 油缸密封结构改进前后对比

等问题, 在实践中可以采取优化变桨油缸回转支撑结构的方式来解决该问题, 在实践中的具体操作方式如下:

(1) 变桨油缸十字轴钢轴套更换。在部分变桨油缸中, 其半月板与轴套之间的接触方式为直接金属摩擦接触, 需要对此类结构进行更换, 首先, 需要对轴套材料进行更换, 更换为定制高强度轴套。其次, 需要保证半月板轴孔内有导脂槽, 便于润滑油脂注入。最后, 需要为半月板定制相应的减震垫, 在变桨油缸十字轴向产生位移时, 能够起到良好的减震效果^[4]。

(2) 对油缸十字轴两侧的限位端面、半月板间隙进行适当调整。在部分油缸中, 其油缸十字轴两侧的限位端面、半月板在长期使用的过程中, 会由于磨损严重导致其间隙相对较大, 进而影响其功能的正常实现, 针对这种情况, 半月板、轴套在更换后, 需要使用不锈钢对垫片填充间隙进行适当调整^[5]。

4 基于具体案例的风电机组液压变桨油缸防漏油问题分析及优化策略

4.1 案例概述

案例为现实中某个风力发电厂，为了便于研究，将其暂时命名为X风力发电厂，该发电厂风资源较为充裕，年平均利用约为4100h，风电场装机容量为48MW，由24台2.0MW风力发电机组成^[6]。

通过对故障情况进行分析可知，205液压系统油位故障停机（69次）、203低压（31次）属于次数最多的两种故障类型，导致以上两种故障产生的根本原因为变桨油缸漏油。

4.2 漏油原因分析

为了解决风机故障问题，对变桨油缸漏油原因进行分析并进行针对性处理，具有一定的现实意义。技术人员从以下几个方面对漏油变桨油缸的故障原因进行逐项分析，具体方法如下：

（1）技术人员对变桨油缸的工作状况进行了详细分析，发现该变桨油缸内部工作压力长期保持在20~22MPa的区间范围内，工作场景风速变化较为明显、油缸密封老化速度较快、机械回转支撑结构的磨损也较为明显，通过简单观测并没有发现漏油的直接影响因素。

（2）技术人员对变桨油缸进行了拆解，在拆解密封结构时，技术人员发现，该变桨油缸密封结构存在比较明显的缺陷，主要包括材料质量差、密封结构寿命短、更换工艺落后等，以上诸多原因是导致变桨油缸漏油的核心因素。在测试过程中，技术人员发现，出油管连接的出油口排油现象比较严重，其正常工况应当为，在少量液压油从内部密封渗漏出来以后，从排油管流入轮毂内的储油罐中，在外密封位置漏油情况较为少见，综合判断，该变桨油缸漏油位置主要集中在油缸头部位，在拆解完成之后，发现密封圈磨损严重，可能是长时间使用导致密封圈结构损坏，进而导致变桨油缸出现漏油现象。

（3）在变桨油缸拆解过程中，技术人员还发现，密封磨损碎屑混入液压油中，严重影响了液压油的品质。同时，变桨油缸形成、压力控制同样存在一些问题，以上诸多因素同样加剧了油缸漏油的可能性。

（4）变桨油缸保护套出现了明显的损坏现象，也可能是导致漏油的主要原因。

（5）在轮毂中直接更换变桨油缸密封时，由于作业空间较小，导致作业难度相当大，返工率相对较高，无法满足变桨油缸防漏油需求。

（6）变桨油缸半月板磨损导致其间隙明显较大，根据相关规程可知，其间隙应当控制在1mm以下，但是现场实测间隙已经达到了4~8mm，严重超标，在对其故障背景下工作情况推演可知，变桨油缸漏油确实是由于变桨油缸半月板磨损严重所致^[7]。

4.3 漏油问题解决方案

综合上述诸多原因，技术人员决定采用以下手段对变桨油缸漏油问题进行处理：

（1）对密封圈进行更换，但是，在新密封圈更换之后，仍旧出现油箱漏油问题，故此，并非密封元件质量问题导致的漏油。

（2）现场并不存在明显的风沙天气，再结合上述分析策略，油缸漏油问题大概率不是由于变桨油缸保护套破损导致的，但是，该变桨油缸保护套破损现象确实一定程度上加速了油缸密封元件的损坏速度，是变桨油缸漏油现象加剧的重要原因。

（3）改进了变桨油缸密封更换工艺，改为拆卸油缸返厂解体检修^[8]。

（4）加强对于半月板磨损情况的关注，一旦发现半月板存在磨损情况，就必须及时对该部位的滑动轴承进行更换，同时，还需要对间隙进行调整，使其达到规定的1mm以下，此外，还需要全部更换缸内的密封元件，其目的在于保证变桨油缸整体工作状态的稳定，能够从根本上降低变桨油缸漏油出现的可能性^[9]。

5 结语

本文基于实际工作情境中，变桨油缸普遍存在的漏油问题进行了深入分析，发现了导致漏油的几种常见原因，主要包括：（1）密封元件损坏导致的漏油；（2）变桨油缸保护套损坏导致的漏油；（3）变桨油缸半月板磨损导致的漏油。

同时，笔者针对不同漏油原因，提出了针对性较强的维护、检修方式，通过研究可知，在不同案例背景下，变桨油缸漏油的根本因素通常存在较大差异，相关研究人员可以在本文研究的基础上，以案例形式，对不同油缸漏油情况进行分析，并提出针对性的解决策略，只有这样才能从根本上解决不同因素导致的变桨油缸漏油现象，最终充分保障

我国风机发电质量。相关技术人员在实践中,可以适当参考本文及相关文献的研究内容,充分结合自身实际情况,对不同原因导致的油缸漏油问题进行针对性处理,即优化油缸密封、优化变桨油缸回转支撑结构等。只有做到针对性处理,才能真正解决当前技术背景下变桨油缸漏油现象频繁出现的问题。

参考文献:

- [1] 王正奇,谷艳玲,陈长征,等.基于多源信息融合的风电机组轴承故障诊断方法[J/OL].机电工程:1-9[2023-05-17].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/33.1088.TH.20230511.1825.010.html>.
- [2] 吴明志.智能巡检机器人于海上风电机组的应用探讨[J].设备管理与维修,2023(08):118-120.
- [3] 梁宏涛,孔翎超,刘国柱,等.融合数字孪生的风电机组故障检测ASL-CatBoost方法[J/OL].系统仿真学报:1-15[2023-05-17].<http://kns.cnki.net/kcms/>

detail/11.3092.v.20230323.1555.004.html.

- [4] 彭海涛,何山,袁至,等.基于改进转子转速和桨距角协调控制的变速风电机组一次调频策略[J/OL].电力自动化设备:1-16[2023-05-17].DOI:10.16081/j.epae.202303018.
- [5] 胡阳,王蔚然,房方,等.风电机组运行动态数字孪生建模及半物理仿真[J/OL].系统仿真学报:1-12[2023-05-17].DOI:10.16182/j.issn1004731x.joss.22-1307.
- [6] 王磊,田辉,孙鼎鼎,等.基于调谐质量阻尼器的风电机组振动抑制[J].科技创新与应用,2023,13(07):8-14.
- [7] 孙承婧,毛振攀,张弈鹏.基于智慧运营系统的风电机组可靠性统计与分析探讨[J].风能,2023(03):96-99.
- [8] 杨德健,许益恩,金朝阳,等.基于转矩极限的改进风电机组虚拟惯量控制策略[J].太阳能学报,2023,44(02):80-86.
- [9] 张礼贤,施伟,李昕,等.风冰联合作用下大型单桩海上风电机组动力特性[J].太阳能学报,2023,44(02):59-66.

作者简介:张柯(1980.03-),男,汉族,浙江绍兴人,大专,研究方向:模具设计、液压油缸研发;方如玉(1988.04-),男,汉族,浙江宁波人,大专,研究方向:液压油缸开发。

