

[风电机组]

风机偏航解缆接近开关计数器水平与垂直位置效果分析与研究

文/孙浩 钱健

内蒙古龙源新能源发展有限公司

研究了金风750型风机偏航解缆接近开关计数器位置从水平调整改为垂直调整的技术方案。对调整传感器安装位置、更换传感器、更换控制系统和调整机身结构等各种方法进行了详细的介绍及优缺点评估，提出了最佳选择方案和进一步研究的方向。

技术方案

金风750型风机是一种常见的风力发电机组，通过旋转叶片将风能转换为电能。在风机运行过程中，为了保证安全性和稳定性，需要对风机的偏航角度进行控制和调整。偏航解缆接近开关计数器是一种用于测量风机偏航角度的传感器，通常安装在风机的顶部。

在风电场的运行过程中，风机偏航解缆接近开关计数器的故障率较高，影响风机的稳定性和可靠性。通常情况下该计数器是水平调整的，如图1所示。但在长期运行检修的过程中发现，水平放置的计数器容易受到震动、渗油等环境因素的影响，故障率较高，影响传感器的准确度和稳定性，同时影响风电场的发电效率，增加运维成本和维修难度。



图1 水平位置的风机偏航解缆接近开关计数器

实施风机偏航解缆接近开关计数器位置转换技

术改造项目，将计数器由水平位置改为垂直位置，如图2所示，可有效减少计数器的故障率，提升风机的稳定性和可靠性。改造后的计数器不易受到环境因素的影响，能够更好地适应复杂的工作环境。同时，维修更加方便，降低运维成本和维修难度。

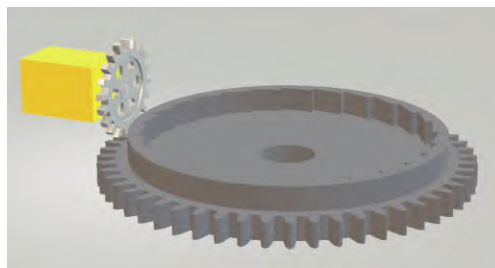


图2 垂直位置的风机偏航解缆接近开关计数器模拟图

本文主要研究了将金风750型风机偏航接近开关计数器位置从水平调整改为垂直调整的四种技术方案，分别是：调整传感器安装位置、更换传感器、更换控制系统和调整机身结构。这四种方案都是为了解决水平放置计数器无法保证长期运行状态下稳定测算风机偏航角度的问题。

(1) 调整传感器安装位置

通过调整传感器的安装位置，将其从水平位置调整为垂直位置。在保留原有传感器的基础上，通过技术改造将传感器改为垂直放置，并确保其准确

地测量风机的偏航角度。需要注意的是，在调整传感器的安装位置之前，需要对传感器的位置和角度进行重新校准，以确保其准确度和稳定性。该方案需要风机内部结构有相应的空间。该技术方案可以保留并使用原有的传感器原件，用较低的成本实现传感器位置的改变，并减少了软硬件在更换前后可能存在的兼容性问题。

(2) 更换传感器

如果无法调整传感器的安装位置，则可更换传感器。在更换传感器之前，必须先调查和确认新传感器是否具备足够的准确度和可靠性，并且是否适应于该特定型号的风机。同样，该方法也需要先确定风机内部的空间构造，以保证新传感器有足够的安装位置与角度。将新传感器安装在风机上之后，重新校准传感器的位置和角度。在更换传感器后需要进行系统测试和验证，确保能够与其他组件正常协作，并能准确地测量风机的偏航角度。如果出现任何故障或漏洞，必须及时检修和解决，确保风机的正常运行和安全性能。

(3) 更换控制系统

如果传感器无法正常工作，或者无法通过调整传感器的位置或更换传感器来解决问题，可以通过更换控制系统来解决和修复这一问题，并将传感器的位置由水平转为垂直。在更换控制系统前，需要提前研究并确定新控制系统的适用型号和规格，确保其适用于所装风机。在更换之后，需要对新控制系统进行重新编程和校准，使其能够准确地测量风机的偏航角度，并在必要时自动调整风机的方向。

(4) 调整机身结构

如果调整传感器安装位置、更换传感器以及更换控制系统都无法解决问题，对于风机的机身结构进行调整是一种可行的技术方案。该方案需要进行复杂的机械设计和结构调整工作，因此需要专业的工程师来完成。为了确保改动的准确性和有效性，在进行结构调整前，必须进行详尽的分析和计算，以确保所选方案符合预期目标的要求，并保证完善的操作性能。此外，当进行机身结构调整时，可能对其他部件产生影响，如控制系统或电气组件，因此在实施之前需要对各个方面进行仔细和充分的评估。

本项目对以上四种技术方案的成本与经济效益

进行了分析。调整传感器安装位置的方案具有相对较低的成本，仅需几百元的配件成本；更换传感器的方案比调整传感器安装位置的方案更为可靠，而市面上单个传感器的均价为3 500元左右，因此该方案需要更高的成本，且存在新旧设备适配的问题；更换控制系统的方案能够解决多种问题，需要较高的成本和技术支持，预计升级控制系统的费用为3万~5万元；调整风机机身结构的方法是最复杂和昂贵的，其成本为10万~20万元，该方法需要完全重新设计和制造风机的某些部分。

改造成果

在该技术改造项目中，于2022年1月将金风750型风机偏航解缆接近开关计数器从水平位置改造为垂直位置。经过一段时间的实验得到了改造前后的数据，如图3所示。

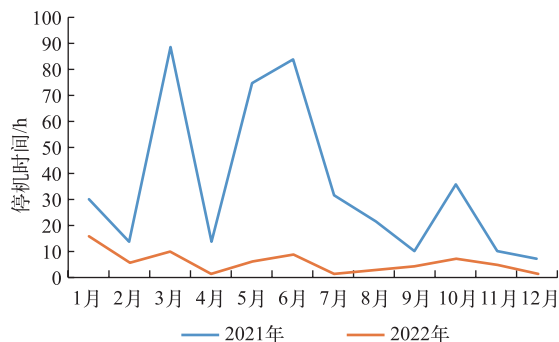


图3 2021—2022年金风750型风机偏航解缆接近开关计数器故障停机时长

从图3中可以看出，计数器改为垂直放置后，发生故障的时长同比明显下降。年度总停机时长从2021年的419.49 h下降到2022年的67.90 h，同比下降83.81%；月平均停机时长从2021年的34.96 h下降到2022年的5.66 h。该项技术改造带来的实际效果显著，停机时长明显减少，提高了有效运行时间，提高了发电效率，减少了维护成本。

除此之外，在数据分析中还发现，传感器垂直放置后，其故障率也得到了明显改善，占比从2021年的65.79%，下降到2022年的37.04%。并且偏航解缆故障总数也从2021年的41次下降到2022年的18次，如图4、图5所示。表明该项技术改造有助于提高偏航解缆系统的可靠性和稳定性，进而提高供电质量和经济效益。

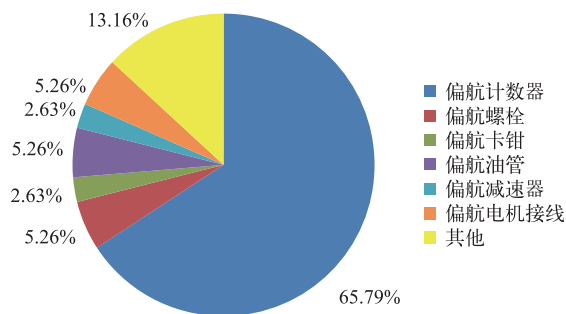


图4 2021年度金风750型风机偏航解缆故障原因

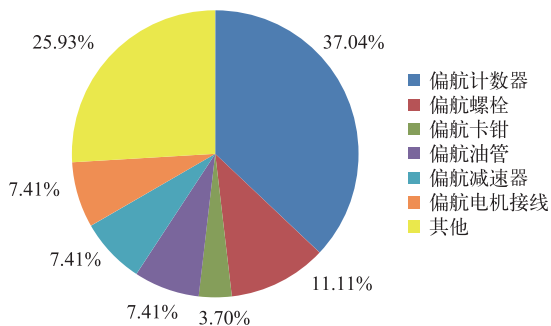


图5 2022年度金风750型风机偏航解缆故障原因

结果与讨论

本文对调整传感器安装位置、更换传感器、更换控制系统和调整机身结构四种技术方案进行了详细的介绍和分析，并针对各种方法的优缺点进行了评估。首先，调整传感器安装位置的方法简单易行且成本较低，但由于其实施步骤相对简单，所以可能受到机身结构不利因素的限制，适用性和效果受影响。其次，更换传感器模块是更为可靠的技术方案，且能够有效解决与传感器硬件相关的问题，但明显的劣势在于其需要更换整个传感器模块，成本相对较高，而且要求新传感器模块与原有设备适配。再次，通过更换整个控制系统可以解决多种问题，其中包括软硬件方面的问题，但由于这种方法需要较高的成本和技术支持，故不一定适用于所有情况。最后，调整风机机身结构是最复杂和昂贵的

方法，需要完全重新设计和制造风机的某些部分，以改善其性能并实现更高的运用效率，由于对风机进行了重新设计，因此可以实现最理想的结果。

本项目针对风机偏航接近开关计数器位置调整提供了四种解决方法，可以有效解决风机偏航接近开关计数器长期运行故障率上升问题，同时为解决其他风机偏航接近开关计数器问题提供参考。该项目在特定情况下局部推广方面有广阔的前景。

结束语

根据本文的研究分析，建议采用调整传感器安装位置的技术方案实现金风750型风机偏航解缆接近开关计数器位置从水平调整改为垂直调整。相较于其他三种方案，此方案相对简单可靠、成本较低、易于操作，并且可以在不进行大规模机身结构调整的情况下实现计数器的位置调整。在未来的研究中，还应探索更加高效和经济的解决方案，进一步改进调整方式，促进风力发电领域的持续发展。EA

(收稿日期：2023-06-14)

参考文献

[1] 沈小军, 杜万里. 大型风力发电机偏航系统控制策略研究现状及展望[J]. 电工技术学报, 2015, 30(10): 196-203.

[2] 高文元, 马小英, 崔鹏, 等. MW级风力发电机组的偏航系统控制策略[J]. 科学技术与工程, 2010(2): 415-418.

[3] 沈小军, 杜万里. 大型风力发电机偏航系统控制策略研究现状及展望[J]. 电工技术学报, 2015, 30(10): 196-203.

[4] 何玉林, 冯博, 杜静. 风力发电机组偏航系统结构有限元分析[J]. 机械设计与制造, 2011(1): 22-24.

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告