

风力发电齿轮箱超温故障原因分析及处理方案

马海明

国华投资蒙东分公司 内蒙古通辽 028000

DOI : 10. 12238/j pm. v6i 3. 7806

[摘要] 近年来, 风电装机容量迅速发展, 为企业带来巨大的经济和社会效益, 但也面临着一些问题, 如设备风力发电齿轮箱过热问题上出现了超温, 在某些街区更明显, 没找到有效解决,

[关键词] 风力发电; 齿轮箱超温故障; 处理方案

Cause analysis and treatment scheme of overtemperature fault of wind power generation gearbox

Ma Haiming

Guohua Investment Mengdong Branch, Tongliao, Inner Mongolia 028000

[Abstract] In recent years, the rapid development of wind power installed capacity has brought great economic and social benefits to enterprises, but also facing some problems, such as equipment wind power gearbox overheating problem appeared overtemperature, in some blocks is more obvious, did not find an effective solution,

[Key words] wind power generation; gear box overtemperature fault; processing scheme;

前言:

风能是太阳能的一种变革性形式, 是一种清洁的可再生能源, 没有环境污染, 没有燃料价格风险, 发电成本稳定, 储量分布广泛。风机经常发生在风机运行过程中, 直接影响齿轮箱和风机叶片的使用寿命, 影响机组的使用寿命。

一、问题研究的必要性

由于中国的气候条件与欧美国家非常不同, 如果技术转移到国外, 风力发电将不可避免地出现。因此, 迫切需要增加对低温环境对风力发电机不同部分影响的研究的投资, 这只能有助于风力发电行业的本地化和健康发展。齿轮箱的最重要组成部分之一, 因其复杂的设置和复杂动态环境负荷, 齿轮箱技术组成部分之一, 而故障组件之一近年来国内和外国风力发电机。因此, 齿轮箱必须尽可能低可靠使用寿命尽可能长至少 20 年。同样, 在风力涡轮机中轴承是关键部件, 轴承温度升高过高会严重影响轴承的使用寿命, 甚至烧毁它们。风力涡轮机齿轮箱的温度故障必须尽快解决, 如果不能及时解决, 将对机组和我们的社会产生重大影响: 冬季风力条件较好, 风机产量相对较大, 如果在冬季大风的情况下, 由于温度过高经常出现停电问题, 这将严重影响发电。如果温度异常的原因不能在短时间内发现并改进, 一旦有问题的大量应用到项目的下一个区

块, 就会给企业造成更大的损失。结合上述问题的影响, 有必要尽快解决温度过高导致频繁停机的问题。

二、风力发电齿轮箱润滑冷却系统介绍

工作原理。在风力发电机运行过程中, 齿轮箱会产生大量热量, 为了确保风力发电机的正常运行, 有必要安装适合齿轮箱的润滑冷却系统, 以便及时清除热量。由于液体冷却的密度和比热容远远大于气体冷却的密度和比热容, 当冷却系统使用液体冷却介质时, 可以实现更高的冷却功率。随着机组容量的增加产生的热量也越来越多, 仅仅使用风冷无法满足系统的冷却需求, 所以出现了水冷却系统。在这个系统中, 润滑油在齿轮箱内部润滑, 加热的润滑油被送到油水交换器进行热交换, 冷却的润滑油被返回。然后水冷却系统由水泵、阀门、散热器调节阀温度、压力和反向流动构成的混合物冷却液体流入水, 与外部空气温度下降并回油兑换券。

齿轮箱冷却系统的操作过程如下: 风扇在真空中工作, 机械泵随车轮旋转, 机械泵通过一组特殊的线路润滑齿轮箱内的主润滑油。在真空中, 机械泵过滤后将润滑油直接注入齿轮箱。风扇正常运行时, 齿轮箱由机械泵和电泵进行两级供油润滑。润滑油泵高速泵在油温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 时启动; 当油温 $\leq 15^{\circ}\text{C}$ 时高速泵停止。阀温调节器, 本阀温调节器是一种机械温度调节阀, 将

机油温度混合后将机油温度从泵调到油中，冷却机油和水交换器通过温度指示。当机油温度 $\leq 45^{\circ}\text{C}$ 时热调节阀逐渐打开，齿轮油通过热调节阀返回齿轮箱。此时油不需要冷却。冷却泵站的启动和停止由齿轮箱油温控制。风机的初始状态是当油温 $\geq 45^{\circ}\text{C}$ 时，冷却泵启动后冷却系统开始工作。当油温 $< 35^{\circ}\text{C}$ 时泵在50秒内停止。此时风扇机组不立即停止，但输出功率下降10%，降低润滑轴承温度和温度。如果润滑油和轴承的温度不能通过降低输出功率来降低，随着温度上升当轴承温度超过85度时，50秒后风扇停止。

三、风力发电齿轮箱超温故障原因分析

设计问题。在为风力发电齿轮箱选择润滑油时，应考虑工作条件、负荷、温度等因素，如果选择的润滑油不合适，可能会在高温下失去润滑油的效力，没有形成有效的膜，导致过热。如果润滑油在长期使用中温度过高，就会出现循环问题或油污乳化。造成故障冷却，削弱润滑油性能会腐蚀，使用齿轮部件产生大量的铁和油，加速失去过滤器填充。此外，设计时应注意工作环境润滑系统，比如海边或潮湿的环境中，需要提高密封座舱系统，防止盐雾腐蚀润滑剂或，所以需要选择合适的机油，改善齿轮润滑效果，延长换油周期、过滤器来延长寿命。风力发电机齿轮箱冷却系统的设计应充分考虑到齿轮箱的传热要求。风力涡轮机的齿轮和轴承在运行过程中释放大热量，如果冷却不当，可能导致过热影响设备的稳定性。目前，风力发电机齿轮箱冷却系统主要使用空气和水。空气冷却的核心由风扇、发动机、冷却翼和适当的连接管组成，这些连接管设计用于通过风扇传递热量，以降低润滑剂温度。水冷却的目的是使用冷却剂来冷却润滑剂。如果冷却系统设计得太强大，就会导致冷却系统消耗过多的能量，从而影响发动机的整体性能。因此，建造齿轮箱的冷却系统是一种负担，需要仔细控制风力发电机组的主要部件，如发电机、主轴轴承等，以实现对手风力发电设备的精确控制，提高其使用效率。

运行问题。润滑油的质量直接影响润滑特性。如果齿轮箱润滑油质量不合格，可能会影响其润滑脂性能，导致齿轮之间的摩擦增加，产生更大的摩擦热。过多的摩擦会导致齿轮箱高温问题，对风力发电设备的正常运行产生负面影响，在齿轮和轴承表面形成一层保护层，防止齿轮与磨损接触。当齿轮和轴承旋转时，润滑油消除了摩擦部件运动产生的大部分热量，从而避免了对齿轮和轴承的损坏。此外，润滑油具有优良的耐腐蚀性防止水分和氧气受损。在正常的润滑油的维护是至关重要的。定期的机油检查有助于持续监测润滑油，如果发现润滑油问题，必须立即更换旧的润滑油，以保持使用寿命。风力涡轮

机在运行过程中承受着巨大的负载。齿轮箱转速通常较慢，不能满足发电机设备的运行要求，需要一个辅助齿轮箱来加速转速。涡轮机电力传输除了齿轮箱一定适应各种复杂环境条件，如长期暴露在风中高温、严酷的寒冷、极端气候变化等主要功能在于传输功率机械低速轴转子，一边工作一边发电上，高速运转。如果出现故障可能会导致振动增加，从而影响正常运行。因此，对于风力涡轮机，有必要定期检查和维修变齿轮箱，以确保其在运行期间的良好工作状态。

冷却系统故障。在风力涡轮机运行期间，如果冷却设备出现问题，来自齿轮箱的热量可能无法有效地清除。如果风力发电机的冷却系统出现故障，可能会导致齿轮箱中的润滑油过热。例如，假设发动机冷却设备中的水压不足，其冷却性能可能会受到干扰，导致发动机舱内温度升高，冰箱的冷却能力下降，最终导致齿轮箱中的润滑油温度过高。此外，由于齿轮箱具有最小的自然传热能力，润滑油循环系统通常消耗多余的热量。如果冷却系统出现问题，润滑油的吸热就会增加，从而进一步加剧齿轮箱内润滑油温度的升高。

四、风力发电齿轮箱超温现场故障排查措施

为了确定传动轴承高温报警停止的原因，我们在现场进行了以下工作，一个接一个地检查高温的可能原因：

检查故障停止是否是水冷却系统损坏的结果。对穿过塔顶的传感器和电缆进行的检查没有发现电缆松动或传感器损坏。同时，可以注意到水冷风扇工作。由于发动机水冷传感器的损坏可以排除。

在油和水交换器内部，在手动关闭水冷却风扇的情况下，齿轮箱在润滑泵站工作，手触摸油水交换器可以清楚地感觉到温度的快速上升，而油水交换器的温度也在上升，从而排除了在油水交换器内得分的可能性。更换齿轮箱润滑系统中的温调节阀后，更换故障仍然存在，主要是为了消除因温调节阀损坏而导致风扇停止的原因。温度调节器是一种控制温度和流体流动的全自动装置。齿轮箱润滑系统中的温度控制阀依靠源热材料内热敏材料的膨胀力来控制阀门的开启，其特点是结构简单。恒温阀的功能是，当气门腔内两个不同的温度齿轮不同时，恒温阀内的热敏组分的膨胀和收缩导致活塞运动，自动调节热油的流量，使出口温度保持不变。

由于齿轮箱润滑油温度的变化，阀杆和调节活塞不断运动，调节冷热传动油的流量，使返回齿轮箱的润滑油达到更稳定的振幅变化状态。(1)水冷却泵站的启动和停止条件为齿轮箱油的温度。由于水冷却泵站的启动和停止，对齿轮箱轴承的温度有一定的影响。为了解决这个问题，我们在现场反复调

节冷却泵站的启动和停止温度。最初的设置是启动 45 度, 停止 35 度。为了验证参数的有效性, 启动装置逐渐增加到 60 度, 每次增加 5 度, 从而改变停止温度。后来, 考虑到冷却时间对温度的影响, 也尝试将停止温度降低到初始温度。因此, 启动温度为 60 度, 停止温度为 55 度, 减少了泵站的运行时间。通过一系列参数, 风扇故障问题得以解决。(2) 以确定原因, 我们建议电路线路回油和水交换器的接口连接到管道逆向齿轮箱油, 阀门管道连接齿轮箱上闭站, 也就是在这种状态下阀门冷却后不再工作, 整个齿轮箱润滑油直接带回。在低温转换后, 风扇在 150° C 时反复发出停止信号。但不同于第 150 轴承温度非常高 (80° C) 警报期间, 机油温度为只有大约 50° C。风扇工作时润滑泵站齿轮箱仍处于工作状态, 冷却后通过油和水交换器直接返回齿轮箱。

五、处理方案

增加散热器风扇的流量。更换叶片和风扇发动机以改善通风, 提高风机电机频率, 提高转速, 采取变频措施增加通风。分析叶片制冷量没有有效提高, 当齿轮箱效率下降时, 温度过高的问题不能完全解决。

过滤器。在散热器进气道下面增加一个前过滤器, 以防止碎片污垢灰尘等。在一定程度上方便了薄板的进入, 但过滤器密度的选择非常重要, 如果选择不当, 很可能会改变静压差, 减少通风; 过滤器应定期清洗或更换。该解决方案也不能解决齿轮箱效率降低后的传热不足问题, 可以作为其他解决方案的补充。

装载的散热器独立冷却空气通道。增加单独的舱内机油冷却风道, 使散热器冷却液将机油从舱内空气冷却到室外空气, 降低冷却液温度有助于提高散热器的冷却效果; 为了避免齿轮箱分配的油和气对冷却板的污染, 确保散热器的清洁, 并确保油冷却散热器的热输出。由于驾驶室的热辐射阳光等因素, 即使齿轮箱问题得到解决, 也无法形成溢流, 导致驾驶室温度过高, 导致控制室温度过高等次要问题; 轴向风机必须安装在驾驶室内, 考虑到轴向风机的安装可行性, 这对整体设计和稳定性有很大的影响。要检查齿轮箱的油位, 必须等待风扇完全关闭。保持测量时间超过 30 分钟, 以确保测量结果准确。如果齿轮箱的油位过低, 润滑系统很容易吸入空气, 齿轮箱就会润滑。滑移不足会降低冷却效率, 并可能导致齿轮箱过热。此外, 还需要注意齿轮油的状况, 例如, 是否存在损坏, 乳化、气泡等问题。为了不影响齿轮箱的冷却效率。为了确保齿轮箱长时间稳定运行, 它必须符合设备手册或制定定期检查计划, 及时发现和解决问题挑战, 避免失败。如果在检查过程中检测到齿

轮箱如有严重问题或需要专业维修, 应及时联系专业人员制造商的维修和维护。这可以有效地检查齿轮箱的内部。油位和液体状态确保齿轮箱的正常运行, 延长齿轮箱的运行时间。一个有用的寿命。

优化升级散热片。为了提高通风效率, 减少散热器的表面积, 散热器设计了带有花瓣的冷却结构。这种结构在增加热量输出的同时, 不可避免地会产生杂质, 比如瓷砖, 这些杂质很容易附着在机翼上, 导致机翼得分。更换新的散热器板, 只更换原来的散热器板, 散热比原来的散热器板强, 不容易挂在散热器的缝隙里。分析散热器相比, 新散热器的热输出增加了约 10%, 与设计的热输出相对应。板不容易挂在散热间隙粉尘不容易挂, 在一定的附着条件下, 粉尘总能提供足够的热输出; 简单易用的换人可以有效解决进球问题, 实现少擦或不擦的目标; 适用于过热问题引起的多余灰尘、热效率一般不能完全解决温度过高的问题。

增加了一个小容量的自主散热器。添加一个单独的散热器, 将其固定在与源散热器一起工作的主体上, 油路连接或平行。使用源散热器信号, 在源散热器的基础上增加一个额外的循环总控制信号; 新的散热器使用一个独立的电源允许它与源散热器同时关闭, 并相对独立于保护电路。为了提高新散热器的利用率, 需要在 PLC 上设置一个控制点, 通过主控制程序, 根据油温、油箱温度和轴承温度控制新散热器的启动或停止; 在与工厂所有者达成协议后, 打开 PLC 的出口点, 并记录管理程序。冷却效率可提高 20% ~ 30%, 安装简单, 使用方便, 可解决齿轮箱效率低下的问题, 增加 PLC 控制点, 缩短新散热器的启动时间, 降低能耗, 提高冷却器的使用寿命用于过热的风力发电厂。

结论:

为了提高齿轮箱的传热性能, 风力发电公司根据自己的设备选择合适的改造方案, 可以有效降低齿轮箱油温, 避免齿轮箱油过热延长齿轮箱的整体使用寿命。在今后的工作中, 我们将继续深入研究这个问题。

[参考文献]

- [1]王胜.风电齿轮箱寿命影响因素分析[J].宁夏机械, 2023 (2): 10-16
- [2]孙圆.风力发电机组轴承温升的影响因素[J].上海大中型电机, 2024 (3): 2-6
- [3]路文婷.风力发电机组齿轮箱的结构研究及故障分析[J].蒙古石油化工, 2023, 11 (30): 20-26