

Analysis and Treatment of Oil Receiver Fault in Light Bulb through Flow Hydroelectric Generator Unit

Tianze Li

Huadian (Nanping) Energy Group Co., Ltd., Nanping, Fujian, 353000, China

Abstract

This paper focuses on the fault of the oil receiver in the bulb turbine generator unit, with a particular emphasis on the adjustment of the floating tile clearance inside the oil receiver. The malfunction of the oil receiver has a significant impact on the operation of the unit, and improper clearance between the floating tiles can cause problems such as oil leakage, heating, and unit vibration. Thoroughly analyze the causes of the malfunction, and elaborate on the principles and methods of adjusting the clearance between floating tiles, including precise measurement, reasonable selection of adjustment gaskets, and optimization of assembly processes. By effectively adjusting the clearance between floating tiles, the performance of the oil receiver can be improved, the stability and reliability of the unit operation can be enhanced, and key technical support and practical guidance can be provided for the maintenance of water turbines. Thoroughly studying the fault handling of oil receivers, especially the adjustment technology of floating tile clearance, has extremely important theoretical and practical significance.

Keywords

bulb through flow type; oil receiver; floating tile; sealing tile; gap adjustment and fault analysis

灯泡贯流式水轮发电机组受油器故障分析与处理

李天泽

华电(南平)能源集团有限公司, 中国·福建 南平 353000

摘要

论文聚焦于灯泡贯流式水轮发电机组受油器故障, 重点探讨受油器内浮动瓦间隙调整。受油器故障对机组运行影响显著, 浮动瓦间隙不当可致漏油、发热及机组振动等问题。深入剖析故障成因, 详细阐述浮动瓦间隙调整原理与方法, 包括精确测量、合理选择调整垫片及优化装配工艺等。经有效调整浮动瓦间隙, 可提升受油器工作性能, 增强机组运行稳定性与可靠性, 为水轮机检修提供关键技术支持与实践指导。深入研究受油器故障处理, 特别是浮动瓦间隙调整技术, 具有极为重要的理论与实践意义。

关键词

灯泡贯流式; 受油器; 浮动瓦; 密封瓦; 间隙调整及故障分析

1 引言

灯泡贯流式水轮发电机组在现代水电领域占据重要地位, 其运行效率与稳定性关乎整个水电系统的效益。受油器作为机组的关键部件, 负责将压力油稳定地传输至转轮桨叶接力器, 以实现桨叶角度的精准调节。然而, 受油器在长期运行过程中易出现故障, 其中浮动瓦间隙不合理是较为突出的问题。易引发因摩擦加剧致使浮动瓦温度过高而烧瓦, 进而影响机组的正常运行, 甚至可能导致机组振动加剧, 威胁整个机组的安全稳定。

【作者简介】李天泽(1997-), 男, 中国吉林长春人, 本科, 动力工程助理工程师、水轮机检修高级工程师, 从事水轮机检修研究。

2 灯泡贯流式水轮发电机受油器故障成因分析

2.1 浮动瓦间隙不合理

在灯泡贯流式水轮发电机的受油器运行中, 浮动瓦间隙直接关系到机组的稳定与安全。我厂的受油器浮动瓦的外径为 255mm, 内径为 190mm, 厚度为 65mm。这种尺寸设计在满足运行的同时, 也需要考虑到安装空间和与其他部件的配合。浮动瓦材料为铜制, 铜有良好的导热性和导电性, 并且相对较软。这种软质材料在一定程度上可以适应不同的工作条件, 减少因硬度过高而导致的磨损和损坏。

当浮动瓦间隙过大时, 润滑油的密封性被破坏, 泄漏现象频繁发生。由于无法在操作油管与浮动瓦之间形成足够厚度且稳定的油膜, 操作油管的支撑与润滑效果大打折扣。在机组运行过程中, 二者摩擦显著增大, 由此产生异常振动与刺耳的噪声^[1]。这种振动不仅会对受油器本身的结构造成

损害,还可能传递至整个机组系统。同时,漏油问题的加剧会造成润滑油的浪费,增加设备维护成本与环境风险。

相反,若浮动瓦间隙过小,在运行时油膜厚度难以满足需求,极易引发干摩擦现象。干摩擦使得浮动瓦表面的摩擦力急剧上升,机械能快速转化为热能,导致浮动瓦温度迅速升高。一旦温度超过材料的承受极限,就会出现烧瓦。瓦面烧损后,不仅会使受油器失去正常的工作能力,还会引发一系列连锁反应,如操作油管损坏、机组停机等严重后果,给电力生产带来巨大的经济损失与安全隐患。因此,精准控制浮动瓦间隙,是保障受油器乃至整个灯泡贯流式水轮发电机组正常运行的重要环节。

2.2 密封瓦

与受油器接触的密封瓦材质为聚四氟乙烯,这种材料有良好的耐腐蚀和挡油等特点。同样,当间隙不均匀时,密封瓦容易像塑料一样造成烧瓦现象。其烧瓦原因有很多,密封瓦本体间隙不均匀会导致局部压力过大,其次受油器的浮动瓦间隙不均匀也使密封瓦与轴之间的摩擦力增大,从而产生过多的热量。聚四氟乙烯材料的导热性较差,热量不能及时散发出去,导致温度升高。高温会使聚四氟乙烯材料软化、变形,甚至熔化,进一步加剧烧瓦的程度。解决措施,确保安装精度,保证密封瓦与轴之间的间隙均匀。在安装过程中,使用专业的测量仪器进行检测。选择合适的密封瓦材料可以考虑采用导热性更好的材料,提高其导热性能。

2.3 浮动瓦的密封系统

根据浮动瓦密封结构看,浮动瓦内的密封盘根选材选型,根据对密封槽深浅长宽测量,其次考虑密封盘根的油性、耐磨性和耐高温性等指标。

2.4 润滑油系统问题

润滑油系统对于灯泡贯流式水轮发电机组受油器的稳定运行起着核心作用。润滑油的质量状况对受油器的影响首当其冲。若润滑油中混入杂质,如金属颗粒、灰尘等,这些杂质会在浮动瓦与操作油管的摩擦面之间充当磨料,加剧磨损程度。水分的存在会使润滑油的润滑性能下降,还可能引发金属部件的锈蚀。此外,润滑油的粘度若不适合,均会降低润滑效果,加速浮动瓦的磨损进程。如泵体损坏、电机故障等,无法正常提供足够压力的润滑油,或者油管因污垢堆积、异物堵塞等原因导致润滑油流通不畅,以及油管自身存在漏油点造成润滑油泄漏时,都会使浮动瓦得不到充足的润滑油供应甚至出现中断情况。

在这种恶劣的工作环境下,浮动瓦与操作油管之间的摩擦加剧,磨损速度加快,缩短受油器的使用寿命。因此,确保润滑油系统的良好运行,包括优质的润滑油品质和稳定的供应,是保障受油器正常工作的关键所在。

2.5 装配与安装误差

在安装环节中,各部件的形位公差控制极为关键,操作油管与浮动瓦之间的同轴度、垂直度等。若运行时这些形

位公差控制不当,操作油管与浮动瓦之间的受力就会出现不均现象。局部区域承受过大的压力,导致摩擦增大,进而容易引发浮动瓦的偏磨。偏磨会使浮动瓦表面磨损不均匀,降低其承载能力与润滑性能,缩短使用寿命^[2]。

同时,连接螺栓的紧固力也是装配过程中的重要因素。若连接螺栓的紧固力不均匀,部分螺栓过松或过紧,会使受油器各部件连接不稳定。在振动与冲击作用下,过松的螺栓容易与其他部件发生碰撞、摩擦,产生额外的噪声与振动,进一步加剧受油器故障风险。因此,在装配时,必须严格控制各部件的形位公差,确保连接螺栓紧固力均匀且符合要求,以降低故障发生的可能性,保障受油器的可靠运行。

3 浮动瓦间隙调整方法

3.1 测量与评估

在对灯泡贯流式水轮发电机组受油器的浮动瓦间隙进行调整时,精确的测量与全面的评估是首要且关键的步骤。这一环节需要借助高精度的测量工具,千分尺能够精准地测量浮动瓦的内径与外径,其测量精度可达到微米级别,能准确反映出浮动瓦的实际尺寸偏差。百分表则在测量操作油管的外径以及监测各部件在装配过程中的跳动量方面发挥着重要作用。通过这些测量数据,可以计算出实际的浮动瓦间隙值。

将所得的间隙值与设计要求进行对比,若实际间隙值大于设计要求的上限,表明间隙过大,润滑油易泄漏且无法有效支撑操作油管,会导致摩擦增大、振动和噪声产生等问题;反之,若小于设计要求的下限,则间隙过小,油膜厚度不足易引发干摩擦,致使浮动瓦温度急剧上升甚至烧损。基于对比结果,确定间隙调整的方向,是增大还是减小间隙。只有在精准测量的基础上,后续的调整工作才能有的放矢,确保浮动瓦间隙能够调整至合理范围,保障受油器的正常运行。

3.2 调整垫片的选择与安装

3.2.1 调整垫片材质抉择

在浮动瓦间隙调整中,调整垫片的材质非常重要。面对众多材质选项,需综合考量多种关键因素。首先是耐磨性,机组在长期运行过程中,调整垫片持续承受着浮动瓦与操作油管之间的摩擦作用。若材质耐磨性差,垫片将迅速磨损,厚度发生变化,导致原本精心调整好的浮动瓦间隙失去稳定性。抗压性同样是材质选择的核心要点。水轮发电机组运行时产生的巨大压力会毫无保留地作用于调整垫片之上。倘若垫片抗压能力不足,便会在重压之下发生变形甚至损坏。一旦变形,就会直接改变浮动瓦与操作油管之间的间隙分布,使局部间隙出现异常,引发受力不均。若在运行过程中,垫片因工况变化而发生化学反应或物理结构改变,可能会释放出杂质影响润滑油质量,或者自身结构变化导致间隙改变,进而对整个受油器系统产生不良影响。

3.2.2 调整垫片安装要点

调整垫片的安装环节对于实现浮动瓦间隙的精准调整起着决定性作用。垫片的平整度是影响安装精度的首要因素。当垫片表面存在凹凸不平之处时，在机组运行时都会使浮动瓦与操作油管之间的接触产生差异。该局部接触不良会导致受力不均，某些部位承受过大压力，而其他部位则可能间隙过大。

在安装过程中，哪怕是极其微小的杂质颗粒附着在垫片表面，一旦设备开始运行，这些杂质就可能在润滑油的冲刷下进入浮动瓦与操作油管的摩擦面之间。其会像砂纸一样破坏原本光滑的摩擦面，划伤金属表面，破坏油膜的完整性。油膜一旦受损，无法有效隔离部件间的直接摩擦，就会导致摩擦系数急剧上升，磨损加剧，温度升高，最终引发故障。

3.3 装配工艺优化

3.3.1 清洁与润滑

在浮动瓦间隙调整后的受油器装配中，清洁与润滑工作是构建稳定运行基础的关键。各部件在加工制造、运输以及之前的使用过程中，不可避免地会沾染金属屑、油污等杂质。这些杂质若不彻底清除，在装配后运行时，会混入润滑油中，刮擦浮动瓦与操作油管的摩擦面，加剧磨损，破坏油膜的完整性，严重影响设备的正常运转。因此，清洗工艺要深入零部件的细微之处，确保将所有杂质清除干净。加入合适的润滑剂能显著降低装配时的摩擦系数，使各部件在装配过程中顺利“磨合”，减少因强行装配导致的部件损伤风险。在关键的摩擦面，如浮动瓦与操作油管接触部位，均匀涂抹润滑剂，形成一层保护膜^[1]。这层膜在初始运行阶段能有效缓冲部件间的摩擦，减少热量产生，防止因干摩擦导致的温度骤升，为设备平稳过渡到正常运行状态提供保障，延长设备使用寿命，降低故障发生概率。

3.3.2 精确装配

受油器装配是确保其稳定运行的核心环节。先内后外、先主后次的原则为装配工作提供指引。从内部的核心开始，先安装操作油管并确保其位置精准，为后续浮动瓦等部件的装配奠定基础。在装配过程中，每一个部件的安装位置与角度都需严格符合设计要求，稍有偏差都可能导致整体结构的受力不均与性能下降。对于关键连接部位的紧固力矩控制更是重中之重。连接螺栓犹如受油器结构的“关节”，紧固力矩过大，会使被连接的部件承受过度的压力而发生变形，从而破坏操作油管与浮动瓦之间精心调整好的同轴度与垂直度，影响油膜的均匀分布，增加局部摩擦；反之，若紧固力矩过小，在机组运行时极易出现松动现象，导致部件间的相

对位移，加剧摩擦。借助专业的力矩扳手，严格按照设计规定的力矩值进行操作，能确保每个“关节”都恰到好处地连接，使受油器整体结构稳固且精度达标。

3.3.3 浮动瓦密封盘根

根据我厂的浮动瓦密封结构看，浮动瓦内的密封盘根槽宽为7mm，槽深为5mm，盘根直径选材为5.1mm，采用密封橡胶材料。这种密封橡胶具有良好的弹性和密封性，能够有效地防止油液泄漏。浮动瓦外密封盘根选9.8mm密封橡胶。特别注意的是，内侧盘根填满密封槽即可，无需过大，尺寸根据计算应控制在合适范围内取最小值。

3.3.4 盘车试验

装配完成后的手动盘车试验是检验受油器装配质量的有效手段。通过手动转动操作油管，能够直观地感受浮动瓦的运行状态。若浮动瓦运行灵活，无卡滞现象，说明各部件装配协调，间隙合理且无异物干扰。这是因为在盘车过程中，操作油管带动浮动瓦平稳转动，若存在卡滞，可能是由于装配不当，或者是间隙不均匀，盘根过大至摩擦阻力过大。同时，在盘车过程中仔细观察间隙均匀性也极为关键。可以通过观察各部位的光影变化间接判断间隙是否均匀。一旦在盘车中发现任何异常情况，及时对装配工艺进行检查，找出问题根源并进行针对性调整，从而确保在受油器正式投入运行前消除所有潜在问题，为其稳定可靠运行保驾护航。

4 结语

综上所述，灯泡贯流式水轮发电机组受油器故障处理，尤其是浮动瓦间隙调整是保障机组高效稳定运行的关键环节。通过深入分析故障成因，优化装配工艺调整测量方法，可以有效地解决受油器因浮动瓦间隙不合理而产生的一系列问题。这不仅能够提高受油器自身的工作可靠性与使用寿命，减少漏油、发热等故障的发生，还能显著提升整个机组的运行稳定性与安全性，降低维修成本与停机时间，为水电行业的可持续发展提供坚实的技术保障。在日后的水轮机检修工作中，应不断总结经验，进一步完善受油器故障处理工艺，以适应水电领域不断发展的需求。

参考文献

- [1] 李昆仑.灯泡贯流式水轮发电机组受油器故障研究以及处理[J].珠江水运,2017(10):46-47.
- [2] 吴庆华.峡江水电站灯泡贯流式水轮发电机组受油器安装[J].江西水利科技,2016,42(2):125-131.
- [3] 黄展花.水轮机组受油器故障分析和处理措施[J].科技与创新,2014(6):63-64.