

文章编号:1671-3354(2010)03-0060-03

# 水布垭水电站发电机推力轴承甩油处理

曹 凯

(湖北清江水电开发有限责任公司,湖北 宜昌 443000)

**摘要:**水布垭水电站发电机推力轴承甩油的原因主要是挡油圈高度不够,甩油孔数量偏少,呼吸器孔径偏小,数量偏少。改进措施是,在高于镜板上平面480 mm处加设梳齿状叶片,取得了较好的效果。

**关键词:**水轮发电机;推力轴承;甩油

**中图分类号:**TK730.8 **文献标志码:**B

## Oil-throw treatment for generator's thrust bearing of Shuibuya Hydropower Station

CAO Kai

(Hubei Qingjiang Hydroelectric Development Co., Ltd., Yichang 443000, China)

**Abstract:** The oil-throw problem of the generator's thrust bearing of Shuibuya Hydropower Station is caused by such sources: the oil-retainer isn't high enough; the oil-throw holes aren't sufficient; the diameter of the breather is a little less and isn't sufficient. The oil-retainer is reformed by adding a comb-like cover and deflector blades above the mirror disc 480 mm. Good effect is achieved.

**Key words:** hydrogenerator; thrust bearing; oil-throw

湖北清江水布垭水电站,位于湖北省巴东县境内,是清江梯级水电开发的龙头工程。电站安装有4台型号为SF400-40/11900的水轮发电机组,总装机容量1840 MW,保证出力310 MW,多年平均发电量39.2亿kW·h。发电机采用立轴半伞型结构,推力轴承位于转子下部的下机架上,下导轴承位于下机架中心体内,推力轴承与下导各用一个油槽。推力轴承采用自身镜板泵外循环冷却方式,冷却油的循环动力来源于16个均布于镜板直径为50 mm的甩油孔。在下机架支臂之间设置高效列管式冷却器。推力油槽内的热油抽出经冷却器冷却后再注入推力油槽,以带走轴承产生的热量。推力轴承挡油筒为薄壁直筒式结构,无密封装置。在运行过程中,4台机组都出现不同程度的推力甩油,油帘顺着推力挡油圈流到下机架中心体上,需定期对下机架中心体的油污进行清理<sup>[1-2]</sup>。

### 1 甩油的原因分析

(1)挡油筒设计高度不够。推力油槽内部润滑油在转动部件的带动下,在挡油筒和推力头之间的环形腔体内作旋转运动,产生离心力,沿半径方向向外运动,油运动分为切向运动和径向运动,但当作径向向外运动的润滑油遇到推力头和镜板的阻挡时,其中有一部分向上运动,沿推力头内壁向上爬升。对于推力轴承中油的运动,可把润滑油看作是静止的,油槽是运动的,这样就可以用旋转容器中平衡液体计算公式表示:

$$gh - \frac{1}{2}\omega^2 r^2 = C \quad (1)$$

由式(1)可以推导出如下关系式:

$$h = \frac{C}{g} + \frac{\omega^2 r^2}{2g} \quad (2)$$

式中: $g$ 为重力加速度; $h$ 为液面高度; $\omega$ 为转动角速度; $r$ 为液面上某一点到转轴轴线的距离(某点的半径

收稿日期:2010-01-20

作者简介:曹凯,男,助理工程师,从事水轮发电机组运行与管理工。

并  
不  
油  
强  
筒  
隙  
转  
窜  
侧  
浪  
到  
的  
而  
油

值); $C$ 为常数。

由式(1)、(2)可知,油槽润滑油某点的爬升高度与旋转角速度与该点的半径值有关,并成正比关系。在挡油筒高度不够的情况下,一部分油会在离心力的作用下爬高后溢出。

(2)推力头的甩油孔流量过小,数量偏少,导致油沿着镜板、推力头向上爬升,不能及时回到油槽中或进入冷却循环系统,当爬升高度高于挡油圈高度时,便会溢出,见图1。

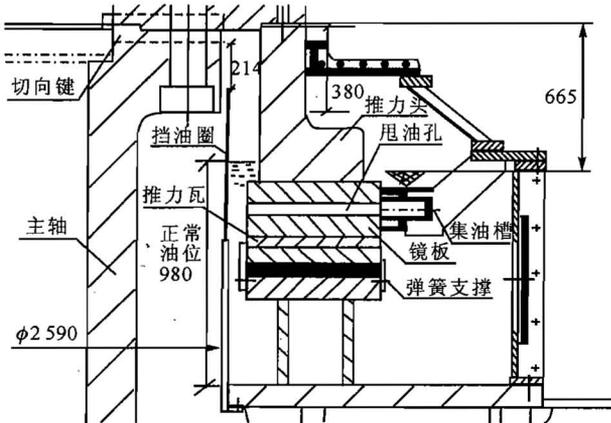


图1 水布垭发电机推力轴承结构图(单位:mm)

(3)油位设计过高,如式(2)所示,油在离心力作用下很容易爬高后溢出。

(4)呼吸器数量偏少,孔径偏小,空气流量不够,不能及时起到平压的效果,局部就会形成负压,增加了油流的涌动。

(5)推力轴承挡油筒为薄壁筒形结构,无环向加强筋,其强度不够,容易发生变形,形成了偏心泵效应。

(6)安装中没有注意调整好中心偏差,导致挡油筒与推力头间环形油腔的间隙大小不均匀<sup>[3-4]</sup>,其间隙时大时小,使导轴承各部分之间的油环很不均匀,在转速较高的情况下,容易产生较强的压力脉动而向上窜油。

(7)机组运行时,由于转子旋转鼓风,使推力头内侧和油面之间形成局部负压,把油面吸高或涌溢。

(8)机组运行时摆度过大,推力头内的油形成波浪状,增强油的涌动。

(9)挡油筒出现裂纹形成甩油。

(10)油雾逸出形成外甩油。

机组在运行时,推力轴承油槽里的热油温度常达到30~40℃,使油槽内的油和空气膨胀,加上旋转件的搅动以及油在离心力作用下的抛物线运动遇到阻碍而产生撞击等,使油槽上部产生油雾,油雾不断积累使油压力逐渐增大。当油槽内油雾的压力大于外部空气

压力时,油雾便从通气装置或从油槽盖板密封处逸出,形成外甩油。油雾对机组会产生很大的危害。

## 2 推力轴承甩油处理及改造措施

### 2.1 处理措施

(1)检查挡油筒是否出现裂纹,如有裂纹应进行及时处理。

(2)检查各部轴承运行摆度是否都在规定的范围之内,认真进行盘车,按要求调整导轴承间隙,确保机组主轴各部位摆度在规定范围内。

(3)适当加高推力轴承挡油筒高度,或与厂家联系,在保证机组安全运行的前提下适当降低油面高度。

对内循环推力轴承而言,其正常静止油面不应高于镜板上平面。导轴承正常油位面不应高于导轴瓦的中心。若推力瓦与导轴瓦处于同一油槽时,其油位应该符合两者中高油位的要求。若超过上述油位时,对降低瓦温作用不明显,而容易引起甩油。

由于挡油筒加高,使挡油筒的刚性成为一个突出问题,造成挡油筒存在不同程度的变形。这样,一方面合缝面的密封受到影响;另一方面,在安装时,受轴领结构的限制,挡油筒圆度的调整、测量比较困难,结果是油泵效应不同程度的存在。在日本伊吹电站水轮机设计过程中,日立公司提供了新的方案。该轴承挡油筒处结构紧凑,整个轴承体积不大,但其油槽储油量较大。日立公司在挡油筒设计上采取了如下措施:挡油筒设计时选择等刚性截面,根部壁厚,随着挡油筒高度增加,圆筒壁厚随之降低,从而通过选择合理的壁厚控制刚性,经验值得借鉴。

(4)检查推力头的甩油孔是否流量过小,数量偏少,这需要与厂家取得联系,商讨处理措施。

一般情况下,孔径为20~40 mm,按圆周等分,一方面使轴领内外通气平压,防止因内部负压而使油面被吸高甩油;另一方面对于类似水布垭的自身镜板泵外循环冷却方式的机组,适当增加推力头甩油孔的数量、流量,会提高油冷却的效率,对推力瓦温的降低更有效。

(5)适当加大推力头上油呼吸器的数量、直径,使推力头内侧压力与外侧大气压平衡。

(6)在推力头内壁加装压油风叶,使大轴在旋转过程中产生“风扇效应”,对油雾产生一个向下的压力,这样油雾就不会顺着挡油管 and 主轴的间隙溢出。或者在风叶的位置装挡油环,阻挡油的进一步涌高,也

可以起到同样的效果。

(7)按照《水轮机发电机安装规范》的要求,挡油圈外圆应与机组同心,中心偏差不大于1.0 mm,并应满足挡油圈外圆与轴颈内圆的径向距离与平均距离的偏差不大于10%;

(8)对外甩油则采用加强密封性能的措施,如采用接触式密封,其本身能依靠密封炭精块背面的弹簧径向自由前进、后退,能紧随大轴的位移作径向跟踪,确保在大轴的摆动下一直保持与大轴的零隙接触运行,见图2。

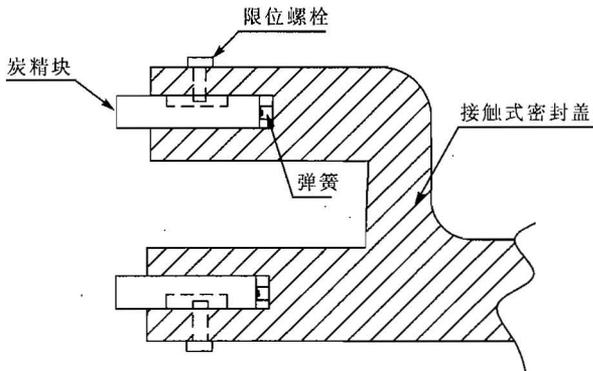


图2 接触式密封结构示意图

(9)对轴承呼吸器进行改造,在通气管中加装两道半圆挡板,可阻挡油槽里飞溅出来的润滑油,对油雾也有很大的阻尼作用,即使有一小部分油或者油雾洒落出来,也会在呼吸器下面的小孔重新流入油槽中。

### 2.2 改造方案

由于水布垭4台机组已经投产发电,所以结合实际情况给出以下改造方案。

(1)增加推力挡油筒梳齿状结构。具体结构如图3所示,并在挡油筒加焊件四周均布4个直径为10 mm的回油孔。此结构的目的是增加油污外溢的阻力,使其限制在推力油槽之中。

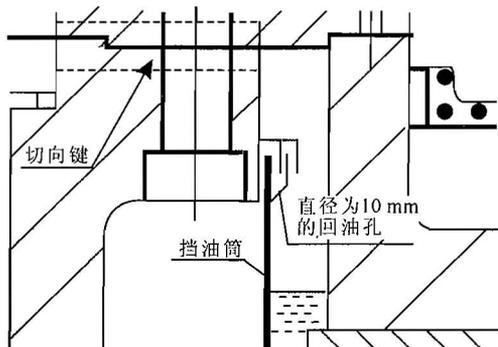


图3 挡油筒梳齿状结构示意图

(2)在高于镜板上平面480 mm处,均匀布置16个呈45°的叶片,叶片宽100 mm,长100 mm。并在挡

油筒内低于挡油筒上部100 mm处圆周布置60 mm宽,2 mm厚挡板,这样挡板和扇叶之间有30 mm的间隙。当机组运行时,挡板起到了阻止油雾的目的,扇叶旋转产生向下的压力,阻止了油雾的进一步爬升,该结构布置如图4所示。

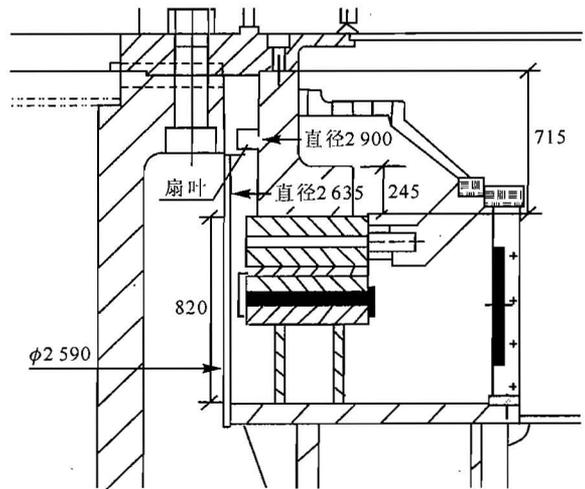


图4 加装叶片和挡板结构图(单位:mm)

综上所述改造处理后,水布垭发电机推力轴承甩油情况得到了较好解决,不仅提高了机组的运行安全可靠,而且大大减轻了维护工作量。

### 3 结语

水轮发电机推力轴承甩油直接影响机组安全运行,降低电站经济效益,增加了检修、维护的工作量。本文对推力轴承甩油进行了深入的分析,提供了一些解决推力轴承甩油的方法和措施,有些措施在机组未出厂前和厂家进行协商,处理起来比较方便,尤其是首台机组投产试运行后出现的问题一定要及时与设计、制造单位进行沟通,避免其他机组出现同类问题。有些措施对于已经安装发电的机组有局限性,不仅需停机,而且很大程度增加了人力、物力成本。各个电厂要根据自己的实际情况,选择与之相适应的最好的方法。本文提出的一些方法和措施具有很好的借鉴作用。

#### 参考文献:

- [1]陈秀芝. 水轮发电机机械检修[M]. 北京:中国电力出版社, 2002.
- [2]姜政权. 水轮发电机及其检修[M]. 北京:工人出版社, 1987.
- [3]于海文,李克健. 水电厂设备安装、运行、维护、检修与标准规范全书[M]. 北京:当代中国音像出版社, 2001.
- [4]仇宝云. 水轮发电机的安装[M]. 北京:水利出版社, 1989.