

# 苏布雷水电站推力瓦温度偏高的原因分析及处理

郭 真 景

(中国水利水电第五工程局有限公司,四川 成都 610066)

**摘 要:**介绍了苏布雷水电站发电机推力轴承的结构和推力瓦温偏高的情况,对推力瓦温偏高产生的原因进行了分析。采取了有针对性的处理措施,使推力瓦温在安全范围内稳定运行。

**关键词:**发电机;推力轴承;推力瓦温;苏布雷水电站

中图分类号:TV7;TV737

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2019)03-0005-03

## Cause Analysis and Treatment for High Temperature of Thrust Pad at Soubre Hydropower Station

GUO Zhenjing

(Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610066)

**Abstract:** This paper introduces thrust bearing structure of power generator and high temperature of thrust pad at Soubre Hydropower Station. It analyzes the cause of high temperature of thrust pad and relevant measures are taken to ensure stable operation in safety temperature range.

**Key words:** power generator; thrust bearing; thrust pad temperature; Soubre Hydropower Station

### 1 概 述

苏布雷水电站位于西非科特迪瓦国西部,安装 3 台、单机容量为 90 MW 的立轴半伞式水轮发电机组,额定转速 107.14 r/min,额定推力负荷 1 011 t,下导轴承和推力轴承共用一个油槽,润滑油的冷却方式为内循环冷却。3 台机组在调试过程中 72 MW 负荷下运行时推力瓦温度均达到设计报警值 75 ℃,机组无法在满负荷下稳定运行,必须采取有效的措施降低推力瓦的温度。

苏布雷水电站发电机推力组合轴承位于转子上方的下机架上,由推力头、推力瓦、下导瓦、弹性油箱装配、密封盖装配、稳油板装配、挡油筒、油冷却器装配等组成。推力头为带镜板锻件结构,推力瓦采用钨金瓦,其摩擦面为一层巴氏合金,每块瓦上安装一个 RTD 用于测量不同工况下推力瓦热油边的温度。推力瓦外径为 2 980 mm,内径为 1 900 mm,共 12 块,支撑直径为 2 450 mm。推力轴承的相关参数见表 1。下导轴承采用 8 块钨金瓦,瓦与推力头的摩擦直径为 2 980 mm。推力瓦与镜板之间设置有高压油润滑装置(简称高顶

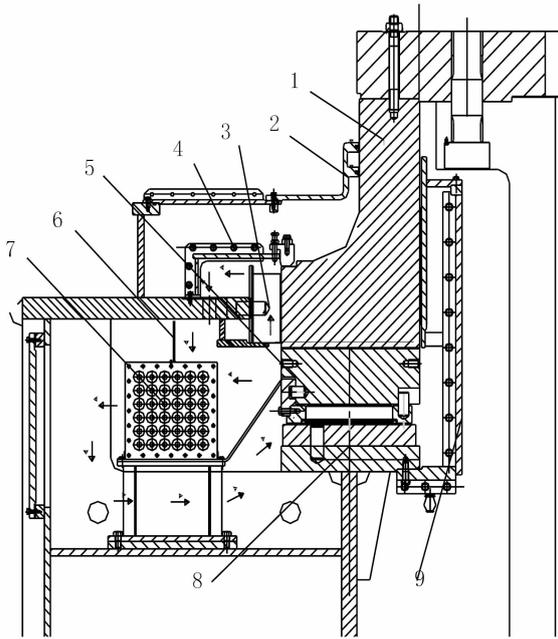
装置),以减少推力瓦与镜板之间的摩擦系数,额定油压为 15 MPa。润滑油的循环冷却方式为内循环冷却。机组在运转时推力瓦与镜板之间及下导瓦与推力头之间摩擦产生的热量使推力瓦及下导瓦周围润滑油温度升高变为热油,热油在推力头旋转带动下通过油冷却器进行冷却变成冷油,冷油进入推力轴承座下方的油槽,然后流向推力瓦和下导瓦周围对推力瓦和下导瓦进行冷却以降低推力瓦和下导瓦的温度。推力下导组合轴承结构及润滑油内循环路径见图 1。

### 2 推力轴承调试期间存在的问题

推力瓦温、油槽内的润滑油温、冷却器进出水温度和冷却水流量是推力轴承运行时的重要性能指标。苏布雷水电站机组在带负荷运行时下导瓦温及油槽内润滑油温均未超过设计要求;但当机组在 72 MW 负荷下运行时,推力瓦温达到设计报警值 75 ℃,导致机组无法在额定负荷 90 MW 下安全运行,因此,必须查找原因并采取有针对性的措施降低推力瓦的温度,以满足机组安全稳定运行。

### 3 推力瓦温度偏高的原因分析

收稿日期:2019-04-09



1.推力头镜板组合体;2.油槽密封胶;3.下导瓦;4.内油槽盖板;5.推力瓦;6.挡油板;7.油冷却器;8.弹性油箱;9.内挡油筒  
图1 推力组合轴承结构及润滑油内循环路径示意图

表1 苏布雷水电站发电机推力轴承设计参数表

项目	参考值	备注
瓦块数/块	12	
轴承内径/mm	1 900	
轴承外径/mm	2 980	
瓦夹角/ $^{\circ}$	25	
周向偏心/%	10	支点偏心角/瓦夹角
径向偏心/%	1	支点偏心距/瓦宽
轴瓦厚度/mm	210	
额定转速/ $r \cdot \text{min}^{-1}$	107.14	
飞逸转速/ $r \cdot \text{min}^{-1}$	213	
额定水推力/t	1 011	
润滑油(L-TSA)	46	
瓦温监测点径向位置/%	49	测点距(自外径)/瓦宽
瓦温监测点周向位置/%	76	测点角(自进油边)/瓦夹角
瓦温监测点轴向位置/%	21.4	测点距(自瓦面)/瓦厚

常见的影响推力瓦温度偏高的原因有:(1)冷却器冷却效果不好,无法将热油温度带走。(2)润滑油质量不好,润滑效果不佳。(3)推力瓦质量差,当瓦温高时瓦面发生变形,不利于油膜的形成。(4)机组轴向调整不好,推力瓦受力不均。由

分析可知,首先,苏布雷水电站的推力轴承冷却水流量设计的最小值为  $77.4 \text{ m}^3/\text{h}$ ,而实际运行的流量为  $94 \text{ m}^3/\text{h}$ ,进水管最高温度为  $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。但冷却器设计是按最小流量  $77.4 \text{ m}^3/\text{h}$ 、最高进水温度  $33 \text{ }^{\circ}\text{C}$  进行的,故可以排除冷却器冷却效果不好的原因。其二,推力轴承油槽内所加的润滑油是经过检验合格的新油且机组运行时间不长,故可以排除润滑油质量不好对瓦温的影响。虽然受现场条件限制,不能测试推力瓦油膜厚度及温度场,但根据推力瓦设计计算书,推力瓦受热变形有很大的富裕度,现场检查推力瓦面亦完好,故推力瓦质量不好影响瓦温的因素也可以排除。其三,苏布雷水电站推力瓦支撑为固定式弹性油箱结构,能够保证各块推力瓦受力均匀,现场不需要调整推力瓦受力,且调试时推力瓦之间的温差在  $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$  之内,故可以排除推力瓦受力不均对瓦温的影响。鉴于以上影响推力瓦温度偏高的主要因素均已排除,为解决问题,必须进行进一步的分析。

众所周知,推力油槽内的热量主要是通过润滑油的循环、经过冷却器冷却,然后通过冷却水带走热量。推力油槽内的润滑油循环方式分为两种:一种是外循环。冷却器布置在油槽外,润滑油通过镜板泵或油泵将油带出油槽,通过油槽外的油冷却器冷却后再回到油槽;另外一种为内循环。冷却器布置在油槽内,油槽内设置各种挡油板形成油循环路径,润滑油在转动部件(推力头和镜板)的带动下、依靠离心力的作用沿循环路径循环,通过冷却器冷却后将热量带走,冷油再流向推力瓦周围,进而降低推力瓦的温度。苏布雷水电站推力轴承采用的是内循环方式。从图1可以看出,如果润滑油沿设计的路径进行循环,推力轴承产生的热量是可以冷却器冷却后再流向推力瓦周围对瓦进行冷却的。从图1中亦可以看出,转动部件中的镜板底部(该机组推力头和镜板为一体)比冷却器顶部高,基本与下导油槽底部在一个平面上,故当机组运行时,镜板旋转所带动的油大部分只能在下导内油槽循环,而镜板周围的润滑油由于动力不足,只有很少一部分油能通过冷却器进行冷却,润滑油无法按设计的路径进行循环,导致推力瓦周围大部分润滑油的热量无法被带走,同时,也只有少量的冷油能循环过来对推力瓦进行冷却,进而导致推力瓦温度偏高。

