

浅析枕头坝一级水电站机组推力轴承结构

靳 帅， 张 利 利， 时 寒 冰

(国电大渡河枕头坝水力发电总厂,四川 乐山 614700)

摘 要:介绍了枕头坝一级水电站推力轴承支撑结构、冷却方式、防油雾措施等结构的特点,论述了弹性油箱的支撑结构和金属塑料瓦对机组运行状态的改善,镜板泵在推力油冷却循环中的作用,接触式密封在防油雾方面起到的作用等。这些结构在枕头坝一级水电站机组的长期安全稳定运行中起着重要的作用。

关键词:金属塑料瓦;弹性油箱;镜板泵;接触式密封;枕头坝一级水电站

中图分类号:TV7;TV735;TV737 文献标识码: B 文章编号:1001-2184(2015)06-0130-03

枕头坝一级水电站位于四川省乐山市金口河区的大渡河中游干流上,上邻深溪沟水电站,下接枕头坝二级水电站。电站采用堤坝式开发,河床式厂房。工程的主要任务为发电,兼顾下游用水,在电力系统中担任调峰和负荷备用。电站装设 4 台轴流转桨式水轮发电机组,总装机容量 720 MW。机组由浙江富春江水电设备有限公司设计制造。众所周知,推力轴承是机组的重要部件之一,其可靠性对整个机组的安全稳定运行至关重要。

1 推力轴承的结构特点

1.1 概 述

枕头坝一级水电站发电机采用立轴半伞式、密闭自循环、自通风、空气冷却三相凸极式同步发电机。推力轴承位于转子下方,安装在下机架上。推力轴承承受水轮发电机组所有转动部件的重量和轴向水推力构成的组合载荷。推力轴承的基本参数见表 1。

表 1 推力轴承基本参数表

序号	项 目	数 值
1	发电机型号	SF180-72/14200
2	转速	83.3 r/min
3	推力负荷	26 705 kN
4	瓦宽	610 mm
5	瓦面积	2 960 cm ²
6	轴承外径	4 300 mm
7	轴承内径	3 060 mm
8	最小油膜厚度	0.046 4 mm
9	损耗	410 kW

1.2 结构说明

收稿日期:2015-10-15

轴承结构主要包括:推力头、镜板、推力瓦、弹性油箱、油槽和冷却器。推力头与转子中心体之间采用螺栓连接。镜板为整体环状结构,通过螺栓把紧在推力头上。镜板采用 55#锻钢,镜面硬度为 200 HB,平面平行度为 0.02 mm,镜面平面度为 0.02 mm,镜面粗糙度为 0.3 μm。推力轴承的结构见图 1。

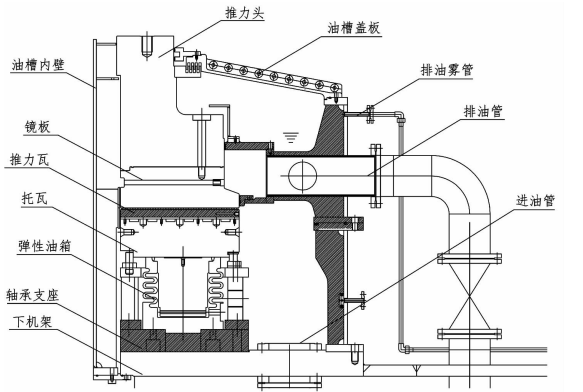


图 1 推力轴承结构示意图

2 推力瓦及弹性油箱

推力轴承采用弹性金属塑料瓦,使用三波纹弹性油箱支撑。推力瓦与弹性圆盘为面接触,可有效减小瓦面在受力后的变形。弹性圆盘和塑料瓦在工厂加工,现场无需对推力瓦进行受力调整和刮瓦。

2.1 推力瓦

推力瓦由 20 块扇形瓦组成,弹性金属塑料表层摩擦面的主体成分为聚四氟乙烯。该材料具有摩擦系数小、热稳定性高及自润滑特性,能够减轻局部过热对瓦基的影响,具有自调节性能,载荷分

布均匀,可为机组安全稳定运行提供可靠的保证。

与传统的钨金瓦相比,塑料瓦耐压耐温能力较强,具有良好的电气绝缘性能,不需要轴绝缘即可防止轴电流。弹性金属塑料瓦能够承受的单位压力和温升比巴氏合金瓦高,瓦体温度和损耗比巴氏合金瓦轴承低,可以满足水轮发电机组频繁启动的要求。

2.2 弹性油箱

推力轴承支撑结构对瓦间负荷分配有很大的影响。轴承采用分块、可倾式的动压润滑滑动轴承,其工作机理是利用轴瓦与推力镜板之间存在的相对运行速度和楔形油膜形成动压承载油膜与机组转动部件的轴向推力载荷相平衡。

弹性油箱支撑结构使推力瓦荷载均匀,增加了轴承座上支撑机构的相对弹性,补偿了不同轴向载荷下负荷分布的差异,而且能够通过自身的机械变形补偿瓦的热变形和机械变形,有利于维持最大可能的油膜厚度。在负荷快速变化时,弹性油箱支撑可确保可靠的阻尼效应。这些特性较好地符合了枕头坝一级水电站机组的运行要求。

枕头坝一级水电站机组推力轴承支撑结构见图 2。

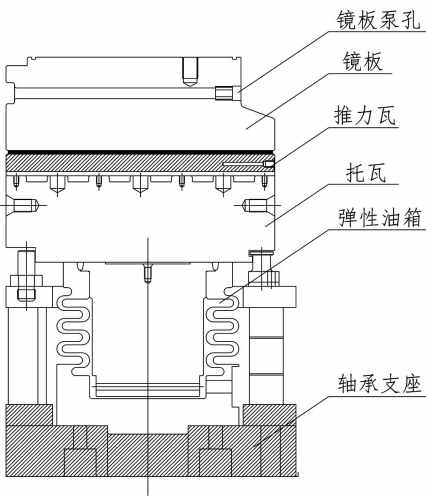


图 2 轴承支撑结构示意图

该机组的受力传递为:推力头——镜板——推力瓦——托瓦——弹性油箱——托盘——轴承支座——下机架。

3 镜板泵外循环冷却方式

枕头坝机组推力轴承采用镜板泵外循环的冷却方式。在镜板上加工数个径向泵孔,利用镜板的旋转形成镜板泵,冷却器与推力轴承分别安装

在油槽的外部 and 内部。

当机组运行时,镜板泵孔可以形成稳定压力。当机组运转时,从镜板泵孔喷出的油在外径处的集油槽汇集,除了上下密封处存在部分泄漏外,大部分的润滑油汇总到油冷却器的进油管,经过 3 个外置油冷却器的冷却,冷油汇总到位于油槽内的喷油管,将冷油输送到推力瓦的进油边,流经瓦面后形成的热油和油槽内的油混合后,经镜板泵孔又被抽至集油槽,从而形成一个完整的循环回路。

油冷却器设计为正反向均可进水,以防止沉淀物堆积,可在不拆卸轴承的条件下进行更换或检修。润滑油采用水冷却方式。在正常运行时,如果轴承冷却水中断,允许带额定功率无损运行至少 30 min。

枕头坝一级水电站机组推力轴承采用镜板泵外循环,从而使轴承整体结构简单,机组开机即可建立油循环,避免了设置外加泵可能的故障给机组运行造成的隐患。拆卸推力瓦时不需要拆卸油冷却器,推力轴承的检修维护比较方便,单个油冷却器的拆卸与维修不影响其他冷却器的正常使用。这种油循环冷却系统能够满足枕头坝一级水电站机组运行工况的要求。

推力轴承润滑和冷却方式见图 3。

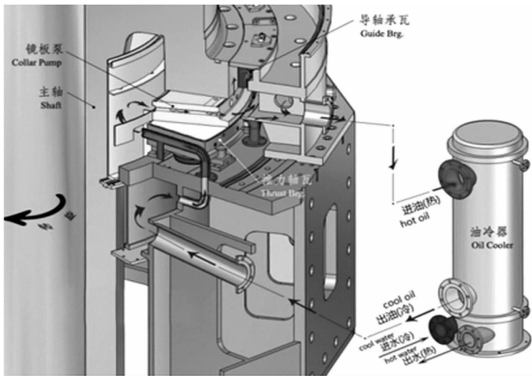


图 3 推力轴承润滑和冷却方式示意图

4 防油雾装置

4.1 油槽油雾成因分析

(1)水轮发电机组运行需要大量的透平油来冷却和润滑。透平油在运行过程中会吸收空气中的水分和空气。随着机组运行油温的升高,使冷态下融入透平油内的微量水分产生汽化,伴随一定的油被带出,从而形成油雾。

(2)水轮发电机组运行时高速旋转,将推力油槽内的油甩起后又被流动的气流冲散,形成更

小的油滴伴随油流与机组固定件之间摩擦、碰撞，产生大量的泡沫，加大了透平油与空气的接触面积，促使透平油汽化加剧，形成了大量的油雾。

4.2 油雾对机组的危害

发电机推力轴承内大量的油雾在机组运行过程中随着大轴转动从密封间隙被气流带出进入发电机风洞，有可能造成定子线棒、引线、阻尼绕组、转子磁极等被污染，从而降低线棒绝缘，加速绝缘老化，同时，亦会在下机架、转子支臂上形成黑色的油污。

转子制动环被油污污染后，降低了摩擦系数，延长了停机时间，对推力瓦损坏严重。若油污由于剧烈的摩擦产生热量形成油烟，这种油烟与机组制动环制动时所产生的颗粒混合后进入发电机气隙中及线棒上清扫起来十分困难，产生的后果更为严重。

4.3 接触式密封的特点

枕头坝一级水电站机组推力油槽油封设计采用接触式密封结构。接触式密封盖的密封齿与推力头表面接触，实现无间隙运行。接触式密封盖其密封齿沿圆周为多等分结构，每瓣均能与轴形成径向跟踪，径向压缩量为 $+1 \sim -2.5\text{ mm}$ ，因此，在转轴偏心运行时，可以自动跟踪，进而实现无间隙运行。

接触式密封盖与推力头接触材料采用特种复合材料，具有自润滑特性。接触式密封盖在运行中不损伤推力头，不引起推力头震动及轴温升高。生产厂家应在结构上对油槽内所有部件进行合理的布置，使油流顺畅，减小撞击，从而减少油雾的产生。该推力头上加工了一组径向的小孔，以平衡推力头内外的压力。油槽内设计有稳油板以稳定油面。

推力轴承油槽接触式密封结构见图 4。

接触式密封结构还配有一个油雾分离器，可以在运行时将油槽内产生的油雾通过其分离后形

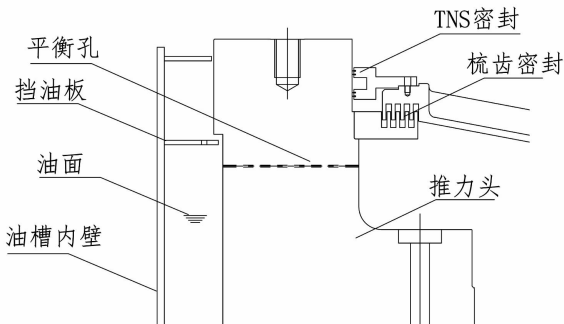


图 4 接触式密封结构示意图

成油滴流入油槽，而过滤后产生的干净气体则经过油雾分离器排出。该装置在运行时还可以起到平压的作用，保证油槽内外压差为零，防止油雾压力过大而破坏密封，从而确保密封长期有效。

5 结 语

笔者简要介绍了枕头坝一级水电站推力轴承采用弹性油箱支撑结构、金属塑料瓦的优点，阐述了镜板泵外循环的特点，通过分析机组运行中油雾的成因和危害，解释了枕头坝一级水电站机组采用接触式密封的特点。枕头坝一级水电站机组在推力轴承结构设计上的这些特点，为推力轴承安全、可靠和稳定运行提供了保障，满足了机组长期运行的需要。同时，枕头坝一级水电站机组具有的上述特点，也为同类型水轮发电机组推力轴承的选择和设计提供了参考依据。

参考文献：

- [1] 单文培. 水电站机电设备的安装运行与检修[M]. 北京：中国水利水电出版社，2005.
- [2] 于兰阶. 水轮发电机组的安装与检修[M]. 北京：中国水利水电出版社，1995.

作者简介：

靳 帅(1990-)，男，河南南阳人，助理工程师，学士，从事水电站运行维护技术与管理工作；
张利利(1986-)，女，河南新乡人，助理工程师，学士，从事水电站运行技术与管理工作；
时寒冰(1983-)，男，河南南阳人，助理工程师，学士，从事水电站技术与管理工作。

(责任编辑：李燕辉)

由中水五局总承包建设的江习高速大湾隧道提前 34 天贯通

10 月 28 日，由中水五局总承包建设的江习高速公路大湾隧道左线提前 34 天顺利贯通，成为江习高速建设取得的第一个阶段性胜利。江习高速公路项目是重庆市“三环十二射七联线”中的第 11 条射线，是全市重点项目之一。江习高速江津段总投资约 80.7 亿元，起于渝泸高速刁家互通，接入贵州习水县寨坝镇两路口。江津段全长约 71.5 公里，采用双向 4 车道建设，设计车速 80 公里/小时。由中国电建路桥集团在西南地区首次采用 EPC + BOT 投资模式、独资修建、经营管理，也是由中水五局首个高速公路施工总承包项目。大湾隧道为分幅式隧道，隧道左幅长 333.5 米，右幅长 368 米，双线总长 701.5 米。左幅提前 34 天完成贯通目标，右幅目前已掘进 330 余米，预计 11 月中旬贯通。