

【经验交流】

增强汽轮机轴承稳定性的方法探讨

王金明

(淮北市纺织印染动力厂)

关键词 径向滑动轴承 间隙 紧力 推力瓦块 入口油楔

径向滑动轴承及推力轴承,是汽轮机等重型机械的关键部件,关系到整体机组的可靠性、寿命及经济技术指标。因此,设法保证其工作的稳定性,至关重要。

影响轴承工作稳定性的因素很多,除设计和制造方面的原因外,安装、检修和运行质量的好坏也是极重要地因素。所以,必须从提高现场安装、检修及运行工作质量着手,把振源减少到最低程度,以满足轴承稳定工作的必备客观条件。另一方面,设法增强轴承本身的抗振能力,以减轻振动。现就轴承本身的结构,谈谈电站条件下,增强其稳定性的方法。

1 径向轴承

1.1 增大比压

1.1.1 减小轴瓦顶部间隙:对于圆筒型轴瓦,顶部间隙可以减小到轴颈的 $\Phi 1\% \sim 1.5\%$ 。即将圆筒轴瓦改为椭圆轴瓦。其顶部间隙通常应选用制造厂提供的较小值,而两侧间隙选用较大值,从而进一步增大椭圆度,以减小油膜向上的浮力,从而避免产生油膜振荡的可能。

1.1.2 减小轴瓦静接触角度及其面积:轴颈

与下半轴瓦的静接触角可减小到 $30^\circ \sim 45^\circ$,或者缩短轴瓦下半乌金有效长度,或同时采用这两种手段,以增大比压,以及在轴瓦进出口两侧刮出 60° 舌形油囊,以佐稳定。

1.1.3 增大轴瓦油档间隙或者同时将下瓦两端乌金刮削低 $0.02 \sim 0.05$ mm,即增加轴瓦端泄油量,以使偏心率相对增大和克服轴瓦温升,这一措施往往和1.1.1项同时采用,效果较明显。

1.1.4 调整中心时,人为地进行负荷分配,使某一轴瓦受到较大的向下压的力,使比压增大。

1.1.5 对因运行中受热而升高的轴承座,进行物理降温,从而将其部分受力转移到因载荷减轻而失稳的轴瓦上,使之比压增加。

1.1.6 增大上半轴瓦合金面积,使上下轴瓦都形成收敛油膜。因上瓦油膜力方向朝下,使轴瓦比压增大,偏心率随之增加,从而增加了轴瓦工作的稳定效果。此方法实施起来有些不方便,故不多采用,仅在确信必要时,于轴瓦上半适当部位(例如油循环槽)镶嵌弧形金属块后,再补焊乌金。

70年代中叶,在我厂服役的B1.5-24/3(杭州汽轮机厂生产)型汽轮机,2"圆筒型轴

收稿日期 1992-07-25 修改定稿 1993-04-28

本文联系人 王金明 男 45 助工 235029 安徽淮北市纺织印染动力厂

承,每逢定期检修时,轴瓦下半底部乌金约 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 的范围严重龟裂,局部乌金成松散状。检修工作中虽采取了某些对策,终未奏效。走访数家使用同期产品的用户,所见情况基本相象。经过数年摸索和认真分析,综合采取了本文上述 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 三种措施,即把瓦口原有厚度为 0.08 mm 垫片撤掉,以改圆筒瓦为椭圆瓦,同时将蓝图要求不小于 60° 的轴瓦静接触角修刮到 35° 左右(目的是增大比压和偏心距),并将轴瓦两端刮低 0.03~0.05 mm,以增加泄油量,降低由于轴瓦顶部间隙减小而可能产生的温升。该轴瓦经过如此处理后,多年来一直未曾出现前述乌金龟裂或其他问题。

1980年春,黑龙江省制糖工业公司在本系统大、中型糖厂“锅炉汽轮机设备检修”会议上,向与会人员介绍和推广了以上 B1.5~24/3 型汽轮机轴瓦处理方法和经验。

1.2 增大接触面积

对带有调整垫铁轴瓦的垫铁应严格研配,使其与洼窝接触密实,受力面不小于 70%,并且着力点分布均匀;带有瓦衬的轴瓦与瓦壳之间必须紧密接触;球面瓦圆球面付接触至少应达到 65%以上,并且布点均匀;带有瓦套的轴瓦与瓦套的接触面积及瓦套和洼窝的接触面积,应比照以上方法和要求处置。

1992年春,我厂在新安装的 C3-35/8 型汽轮机(武汉汽轮发电机厂制造)试机时,曾出现 3"球面轴承振动在 0.03 mm 以上,并伴有敲击声。解体检查发现,轴瓦两侧球面垫铁与洼窝接触不严实,受力点分布不均,接触面积不足 50%,经过真拂配,重新组装投运后,该轴瓦振值下降到 0.01 mm 左右。

1.3 提高轴瓦紧力数值

受热辐射影响较大的轴瓦,如果紧力不足,很容易产生振动。在电站条件下,通常采用“压铅法”测量的紧力值与制造厂使用紧力

计测取的紧力值之间存在着很大差异。根据经验,压铅法测得的紧力值,如果达到由紧力计测取值的 2~3 倍,对轴瓦的稳定运行更为妥当(其大值适合于刚度较弱的轴瓦)。

提高轴承的紧力数值(压铅法测取),以获得其稳定性,均收到了比较理想的效果。例如 B1.5-24/3 型汽轮机,蓝图规定 2"轴瓦紧力为 0.03 mm~0.05 mm。按此要求安装,运转时振值达 0.03 mm 以上(允许振值 >0.025 mm)。但当采取压铅法使其紧力数值提高到 0.1 mm 左右时,该轴瓦振值随之下降到 0.01 mm 以下。对此,在生产实践中,有意识地在不同的机组上做过多次“压铅法”和紧力计测取轴承紧力数值之间关系的探索与试验,也曾就此问题与同行们多次探讨。得出比较统一的认识有两点:一是轴承实有紧力没有变,而压铅法测紧力存在较大实际误差,即采用压铅法求取的紧力值,虽已达到蓝图给定的指标值,但实有紧力却小于指标值。二是轴瓦的两种紧力测量方法,对不同的轴瓦,没有一成不变的量值关系,这主要决定于轴瓦的刚度。

另外,为了获得运转的稳定性,采用粘度较小的润滑油或把运行中的轴瓦入口油温提高到 $40^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$,这一尝试曾在两套同型号(N3-24)机组上进行过长时间试验对比,认为轴承入口油温选择在 $40^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 确系优于国内 35°C 的常规。因此,在为本厂编写的汽轮发电机组现场运行规程中,都明确轴承入口油温为 $40^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 这一技术指标。

2 推力轴承

推力轴承的作用是保持动静部分轴向相对位置和承担转子上的轴向力。因实际工况变化较大,因此,推力轴承除应首先满足规程提出的技术指标外,还应当缩小推力轴承间隙,以减少轴向撞击。

此外,推力瓦块入口油楔是否合适,是致关推力轴承乃至机组能否正常工作的重要条件之一,应根据其结构特点,确定其几何尺寸和形状,以同时满足推力轴承对润滑的要求及承受轴向推力的任务。

2.1 图 1 是带有偏摆动线的推力瓦块,其后部凸起的肋与出油边平和,并把瓦块工作部分以 2:3 相分。工作时,瓦块以肋为摆动中心,从而满足形成楔形油膜的需要。此种结构形式的瓦块居多,其入口油楔可根据汽轮机在额定工况下,瓦块平均压比 (P_{ω}) 及推力盘环面平均速度 (V) 之积 ($P_{\omega}V$) 应小于设计值的前提下,按照图 1 中 a、b、c 三种形式,任意选用其一。例如图 1. a 所示,在瓦块进油侧修刮出宽约 10 mm,油入口边缘深度约 0.10 mm 的油楔。如果 $P_{\omega}V$ 的实际值与设计容许值相比很小时,应在保证油楔入口深度与图 1. a 中要求不变的情况下,加大油楔的宽度(如图 1. b 所示)。也可采取图 1. c 中所示的方法,即将推力瓦块入口油楔做成勾月形状,其油楔入口边缘中心部位深度应与前相同,而向周边方向逐渐过度,形成楔形。

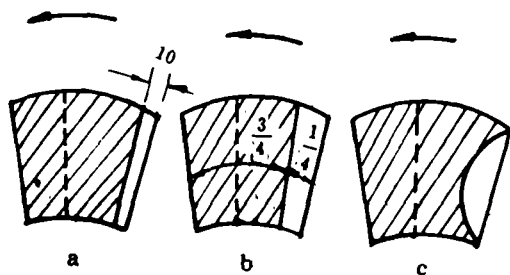


图 1 偏摆动式

2.2 图 2 是摆动线居中的推力瓦块,运行中倾斜比较大,进油方便,安装或检修时无需特别是作出入口油楔,只要将瓦块入油侧乌金边缘作出圆角,其余部位均刮成平面即可。

2.3 图 3 所示鄂式推力瓦,瓦块悬置部分占

2/3(或更多一些)。运行中,瓦块悬起的部分,随着轴向推力变化,产生弹性变形而摆动一个适当角度,从而保证了楔形油膜的形成。故此,在这种推力瓦安装或检修中,可仿效 2.2 的方法,即把瓦块油入口边缘乌金修刮成圆角,其余部分刮平。

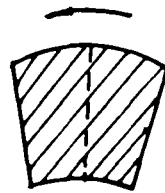


图 2 中摆动式

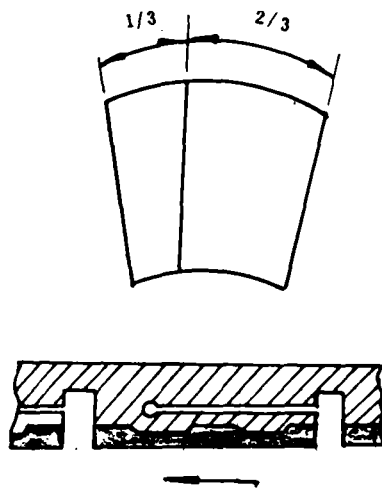


图 3 鄂式

2.4 图 4 系环形推力瓦,相临瓦块间铣有油槽。这种结构形式的推力瓦,各瓦块入口侧均需作出油楔,其尺寸及几何形状除应考虑机组额定工况时 $P_{\omega}V$ 值不能超过设计容许值外,还应保证油楔宽度不得少于瓦块宽度的 1/3,而油楔入口边缘的深度通常可在 0.10 ~ 0.15 mm 范围内选择。

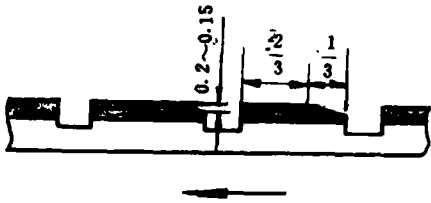


图 4 环式

推力瓦的样式虽多,但对润滑的要求是

相同的,在安装或检修作业中,根据其结构特点,适当地作出瓦块入口油楔,是很重要的一环。时间和实践都已证实,推力瓦入口油楔如此处置,能够很好地满足润滑的要求,从而保证其安全运转的需要。

总之,不同的轴瓦,采取上述相应的某一项措施进行处理后,便可大大提高自身工作的稳定性,从而达到 1986 年国际电工委员会推荐的,良好情况下运行的汽轮发电机组振动标准,见下表。

国际电工委员会推荐的汽轮发电机组振动标准 (1968 年)

转速 (r/min)	1000	1500	1800	3000	3600	6000 及以上
双倍振幅, μm (在轴承座处测量)	75	50	42	25	21	12
双倍振幅, μm (在轴承临近的轴上测量)	150	100	84	50	42	20

【发展趋势】

直接烧煤的联合循环

据“Mechanical Engineering”1992 年 12 月号报道,在美国能源部支持下,西屋公司从 1986 年起就在推进一项直接烧煤先进联合循环(DCFACC)研制计划。

- 该 DCFACC 包括下列几个主要系统:
- 煤的接收、输送和处理准备;
- 吸附剂的接收、输送和处理准备;
- 排渣式燃烧室/排渣式旋风分离器;
- 热煤气的热交换器;
- 煤渣和粉尘的排出、调节和处理;
- 热煤气的净化;
- 前置燃烧室;
- 燃气轮机—发电机;

—带有余热锅炉的朗肯底部循环、汽轮机—发电机,和排热。

该循环的燃烧过程以二步发生。来自压气机的空气流入增压排渣式燃烧室。约三分之一空气流入排渣式燃烧室,用于煤燃料的亚理想配比燃烧。三分之二的压气机排气直接流到前置燃烧室,在该处低发热值燃料煤气在贫燃条件下燃烧。

DCFACC 有潜力满足电力生产的需要。取决于布雷顿/朗肯循环比及燃气轮机的燃气初温,成熟方案的热耗率将接近 7175 kJ/kW·h)或更低。(学奥 供稿)

(268) **Brief Description of a "Power-Frequency" Electronic Regulator for Use on a 300 MW Home-Made Turbogenerator Set** Han Wei (*Nangtong Cellulose Acetate Co. Ltd.*)

The proposed system has the characteristic feature that on the basis of retaining the existing hydraulic regulating system a "power-frequency" electronic regulator can be employed to conduct steam turbine automatic speed boosting and automatic load increase and decrease. A method is described for controlling main steam pressure parameters through turbine-boiler coordination under the condition of the absence of a power-frequency signal input. **Key words:** *steam turbine, power-frequency electronic regulator, speed boosting, load increase and decrease*

(271) **Exploratory Study of a Method for Enhancing Steam Turbine Bearing Stability** Wang Jinmin (*Huabei City Textiles Dyeing Power Plant*)

Key words: *radial sliding bearing, clearance, tension force, thrust pad, inlet oil wedge*

(275) **Membrane Coupling - an Ideal Device for Coping with Vibration Problems in Power Plants** Cai Guoliang (*Chaoli Electric Power Station of Shenyang Liming Gas Turbine Co.*)

Edited and Published by Harbin Marine Boiler & Turbine Research In- stitute and Editorial Staff of this Journal	Cable: 6511, Harbin, China Post Code Number 150036 ISSN1001-2060 Periodical Registration: CN23-1176/TK
Printer: Printing House of Harbin Institute of Technology	Distributed by China International Book Trading Corporation, P. O. Box 399, Beijing, China
Address: P. O. Box 77, Harbin China	