

可倾瓦轴颈轴承瓦块摆动规律的探讨

周大元 曲景和 金祖尧 (哈尔滨船舶锅炉涡轮机研究所)

〔摘要〕 通过轴承静试验中应用油膜厚度的遥测, 揭示了可倾瓦轴颈轴承(无预加载荷)的瓦块在试验过程中的摆动位置, 对探索轴承瓦块在工作条件下的摆动规律颇有参考价值。

关键词 可倾瓦轴颈轴承 油膜厚度遥测 结果分析

1 前言

可倾瓦轴颈轴承与固定瓦式的轴承不同, 它由数个摆动的瓦块组成。在某个特定工作条件下, 各瓦块的摆动角度可通过轴承性能计算求得, 但是计算结果与处在实际工作条件下的瓦块位置是否相符, 尚无资料可查。对可倾瓦轴颈轴承而言, 用常规的轴心轨迹测量方法既不能反映出瓦块的摆动位置也不能测得最小油膜厚度, 这就给可倾瓦轴颈轴承的性能研究带来了特殊的困难。为此, 我们在对某机组可倾瓦轴颈轴承的静试验中开展了这方面的工作, 得到了初步结果。

2 轴承的参数

试验所用的轴承是用于某型机组的支承轴承。

轴承的主要参数:

直径 $D = 200 \text{ mm}$

长度 $L = 100 \text{ mm}$

预加载荷 $F = 0$

直径间隙比 $\psi = 0.0024$

瓦块数 $Z = 5$

瓦块包角 $\alpha = 60^\circ$

瓦块支点位置 0.5 (中心支点)

试验时轴承的受载方向 (P), 转轴的转向 (ω) 及各瓦块位置的编号见图 1。

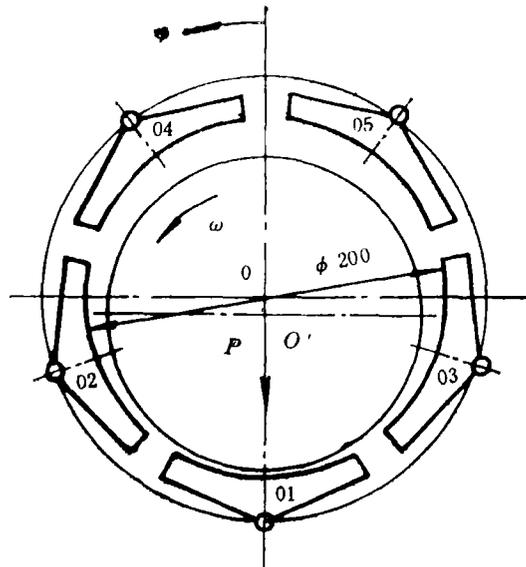


图 1

3 测量方法

为了完整、连续地测得各瓦块与轴之间的油膜厚度，我们研制了 ZY-1 型可倾瓦轴承油膜厚度遥测系统。整个系统由测厚传感器，发射机，接收机，记录显示部分及瓦块位置的标定组成。测厚传感器安置在转轴的表面上，利用轴的旋转对轴承的油膜厚度作全圆周连续测量。测厚传感器与发射机一起安装在旋转轴上，其原理框图见图 2。

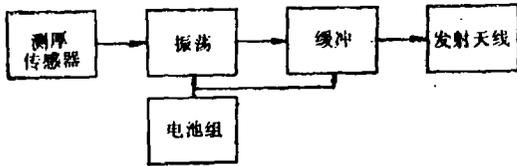


图 2

由发射天线输出的油膜厚度调频信号经接收天线输入到接收机后转变成电压信号，连同瓦块位置标定信号直接输入到磁带机进行记录并可由示波器显示。这部分的原理框图见图 3。

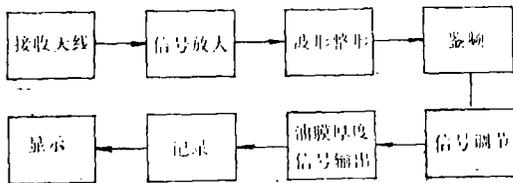


图 3

由于遥测系统是以连续扫描方式工作的，这样所记录的连续的油膜厚度轨迹信号就难以同各瓦块一一相对应。为此在进行油膜厚度测量的同时，必须送入一个瓦块位置标定信号，其原理框图见图 4。

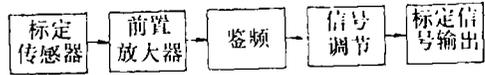


图 4

4 测量结果

4.1 试验中，对 5 种不同试验工作条件下油膜厚度的遥测结果记录于磁带中。这些记录可通过示波器显示，显示出来的各瓦块油膜厚度轨迹图形可见图 5~9。图的中部是测量所得的各瓦块油膜厚度轨迹，其中每一小段均表示为轴承中的某一瓦块；图中自左至右是测厚传感器的扫描方向，即是轴的旋转方向；图下部一条亮线的尖波是瓦块位置的标定信号，尖波上方所对应的是轴承的 01 瓦块的油膜厚度轨迹。

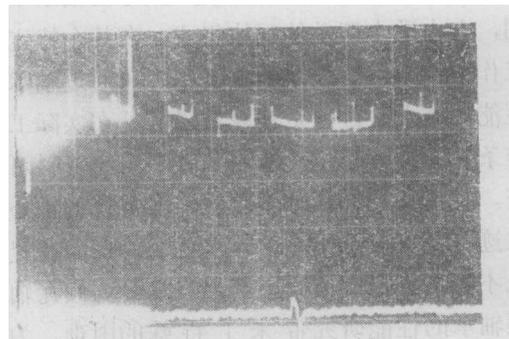


图 5 转速 1006 r/min, 载荷 2520 N 条件下的油膜厚度轨迹

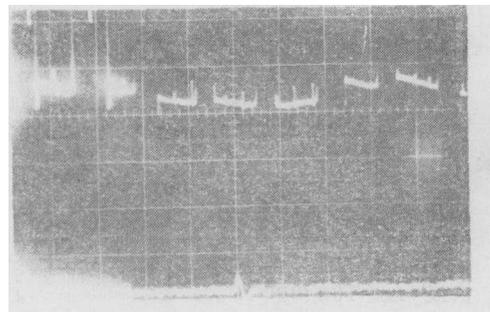


图 6 转速 1009 r/min, 载荷 19486 N 条件下的油膜厚度轨迹

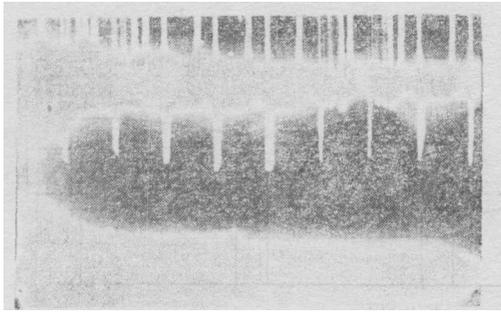


图7 转速4210 r/min, 载荷11719 N 条件下的油膜厚度轨迹

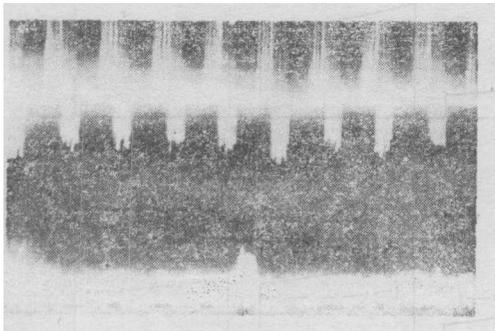


图8 转速5211 r/min, 载荷2697 N 条件下的油膜厚度轨迹

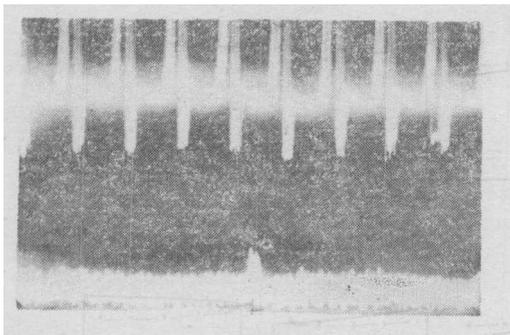


图9 转速5753 r/min, 载荷2697 N 条件下油膜厚度轨迹

4.2 轴承在5个试验工作条件下测得油膜厚度的数值, 经整理绘成曲线后见图10。

5 测量结果分析

从图10中, 通过测量与计算数据的比较, 可看出在实际工作条件下轴承各瓦块的

工作位置与相应条件下计算所得的各瓦块工作位置有着较大的差异。其不同之处有以下几点:

5.1 04,05瓦块是轴承的非承载瓦块, 计算位置处于油膜发散状态。但测量结果得出这两个瓦块同样处于油膜收敛的位置(测得油膜压力不为零值), 而且瓦块的油膜厚度在各种工作条件下均比计算膜厚有不同程度减小。这表明04,05瓦块在工作条件下运行时, 其摆动支点并没有处于轴承外壳的支点上, 而是自由地落在转轴表面。由流体的动力特性确定其摆动位置, 所产生油膜力用来平衡瓦块的自重及限位摩擦力并作用于轴上。瓦块落下的距离随偏心率的增大而增加。

5.2 从图中的测量结果表明, 在工作条件下运行的轴承, 其各瓦块的油膜厚度值总体上相差不多, 几乎处于同一水平线上。而且各瓦块的摆角偏小, 最小油膜厚度增加。与计算数据相比, 在数值上的差异随偏心率的增大而增大。测量结果所反映出来的这种数值差异的变化趋势, 从理论分析的角度来看, 是与减小轴承间隙后轴承处于小偏心率工作条件下所反映出来的结果相接近的。因此, 可以认为可倾瓦轴颈轴承在实际工作条件下运行时, 有着小于加工(设计)间隙的运行间隙, 运行间隙随轴承偏心率的增大而减小, 当偏心率足够小时, 轴承的加工(设计)间隙与运行间隙趋于一致。

5.3 测量结果显示, 轴承的03瓦块基本上处于油膜发散的位置, 而且轴承的最小油膜厚度也出现在此瓦块上(轴承的01瓦块是主承载瓦块)。这种现象难以解释(经检查, 该瓦块没有结构上的卡滞)。

6 结论

对无预加载荷的可倾瓦轴颈轴承而言, 轴承内各瓦块在实际工作条件下运行时的工

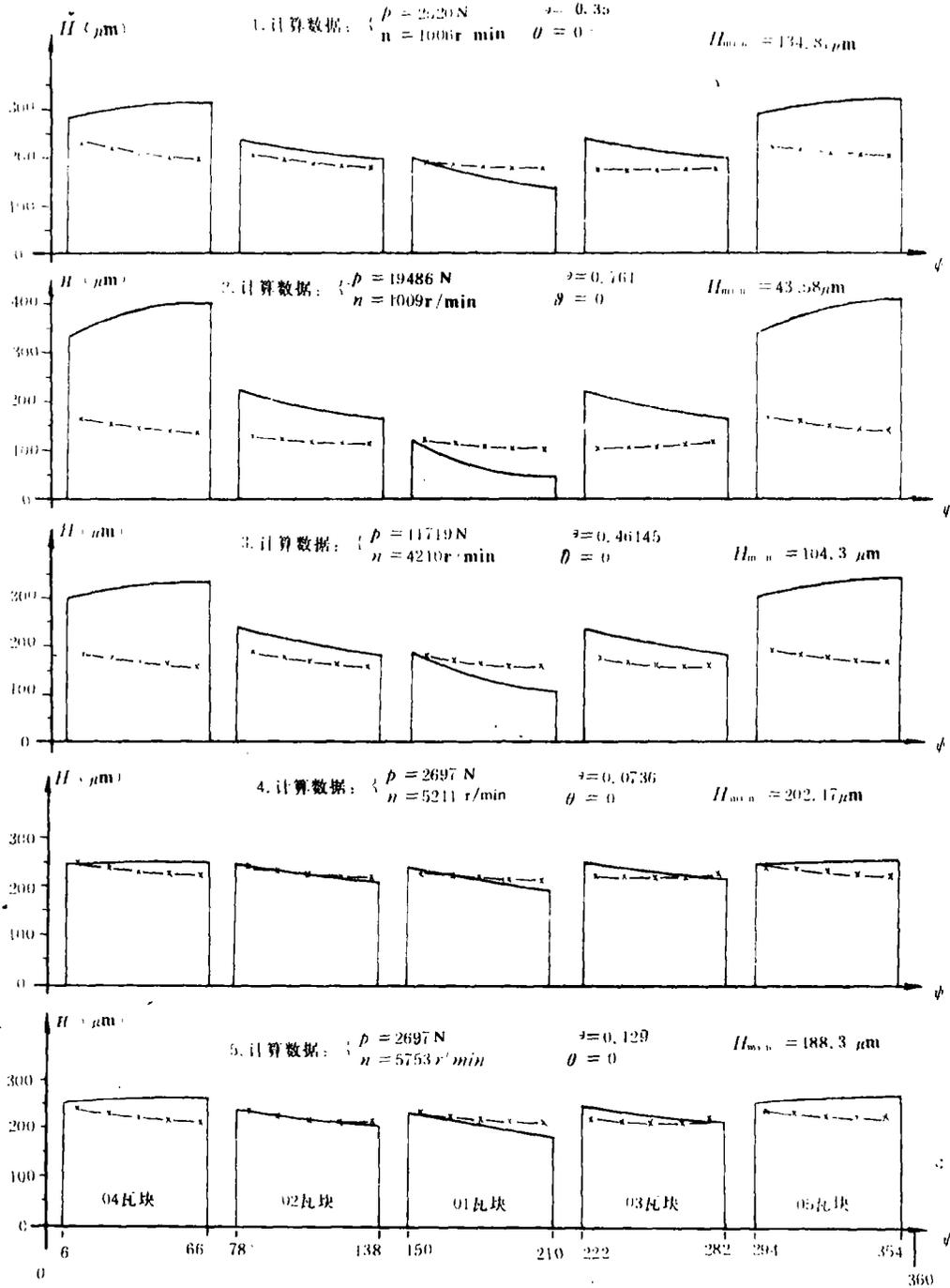


图 10 各试验工作条件下可倾瓦轴颈轴承内各瓦块的油膜厚度曲线

纵坐标 (H) 为油膜厚度值 横坐标 (φ) 为轴承的周向展开角度 (参见图 1)

— 为计算油膜厚度曲线 $\times - \times - \times$ 为测量油膜厚度曲线

作位置与理论分析的工作位置不尽相同, 主要为:

- 1 当轴承载荷为重力方向时, 轴承的非承载瓦块脱离轴承外壳。
- 2 轴承各承载瓦块的摆角缩小。
- 3 轴承的最小油膜厚度增加。
- 4 个别瓦块(03瓦块)工作位置不正常, 尚待进一步研究。

参 考 文 献

- 1 张直明, 张言羊等. 滑动轴承的流体动力润滑理论, 第1版, 北京: 高等教育出版社, 1986
- 2 西安交大基础部轴承研究小组. 可倾瓦径向滑动轴承性能计算. 西安交大科学技术报告, 78-135
- 3 朱钧. 可倾瓦径向滑动轴承最小油膜厚度计算. 西安交大科学技术报告, 78-134

(李乡复 编辑)

An Exploratory Study of the Swing Relationship of Tilting Pad Journal Bearing Pads

Zhou Dayuan, Qu Jinghe, Jin Zuyao

(Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute)

Abstract

By telemetering the oil film thickness in a static bearing test the pad varying swing position of a tilting pad journal bearing (without preloading) during the test has been identified and ascertained, which can provide some useful hints in understanding the bearing pad swinging relationship under operating conditions.

Key words: *tilting pad journal bearing, oil film thickness, telemetry analysis of test results*

(上接第138页)

On the Centrifugal Force-induced Torque in Axial Fan Blades and the Related Equilibrium Problem

Zhang Chunlin

(Harbin Marine & Turbine Research Institute)

Abstract

A discussion on the torque and counter weight design of axial fan blades under the action of a centrifugal force is presented in this paper with a brief description being given of the blade torque calculation method and an analytic expression of counter weight design. The balancing effects at different setting angles have been verified.

Key words: *axial flow fan, blade, torque, calculation*