

LSR 型高弹性联轴器异响故障原因分析和改进措施

谭晓星, 董 鹏, 刘国花, 褚洪森

(七一一研究所, 上海 201108)

摘 要: 针对某高弹性联轴器在运行过程中发生异响的故障, 根据故障的可能原因建立故障树并进行逐一分析。分析表明: 轴承座加工倒角偏大, 轴套与自润滑轴承配合端外侧最大直径偏小, 导致自润滑轴承窜出, 致使系统运行不稳定, 发出异响。据此制定了相应的改进措施, 并取得较好效果。

关键词: 高弹性联轴器; 异响; 自润滑轴承

中图分类号: TH133.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-4357(2019)06-0056-03

0 引言

某电厂为了节能对引风机实施变频改造, 将原引风机自定频运行改为变频运行, 改造后运行发生多次联轴器失效和轴段裂纹事故。根据联轴器的应用工况和输入参数, 改用 LSR 型高弹性联轴器, 且设计了自润滑轴承 SF-1。自润滑轴承可以起到支撑高弹性联轴器自重及系统部分载荷的作用。LSR 高弹性联轴器结构示意图如图 1。

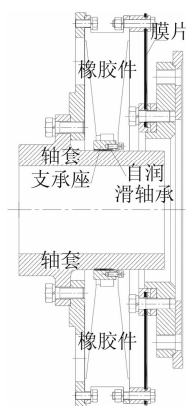


图 1 LSR 型高弹性联轴器示意图

LSR 型高弹性联轴器是一种扭转剪切型高弹性橡胶联轴器, 可以补偿径向位移、轴向位移和角向位移。其通过弹性元件传递转矩, 以充分调节动力系统的扭振特性, 起到减振的作用。从原理上看, 此型高弹性联轴器可以满足上述引风机应用工况和使用条件。

1 问题描述

采用该 LSR 型高弹性联轴器后引风机运行平

稳, 没有发生类似联轴器失效和轴段出现裂纹事故。运行了约 6 个月, 2018 年 1 月 10 日, 电厂反映: LSR 型高弹性联轴器在运行过程中发出异响。由于电厂的工作性质, 不宜立即停机。2018 年 1 月 14 日停机检查时, 技术人员赴现场。经现场调查和咨询: 高弹性联轴器发生异响是在 2018 年 1 月 8 日, 且发现电机端轴向有窜动, 风机正常。技术人员拆检发现: 自润滑轴承在轴向方向跑偏, 部分窜出, 其余部件正常。自润滑轴承在高弹性联轴器中所处的结构如图 2 所示, 内径与轴套配合, 外径与轴承座配合。该自润滑轴承内径 $\Phi 380$ mm, 厚度为 2.5 mm, 长度为 60 mm。在设计时已经核算了自润滑轴承的最大承载、最大 PV 值、适用温度及最大线速度, 均在技术参数范围内, 符合使用要求。

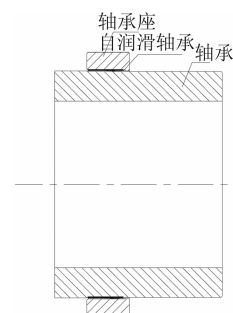


图 2 高弹性联轴器中自润滑轴承及相关零件结构示意图

2 故障原因分析

根据故障情况分析, 异响来自自润滑轴承。对自润滑轴承窜出的原因进行初步分析后, 建立故障树如图 3 所示。

收稿日期: 2018-12-07; 修回日期: 2019-01-14

作者简介: 谭晓星(1984-), 女, 工程师, 主要研究方向为船舶动力装置, 13585758382@163.com。

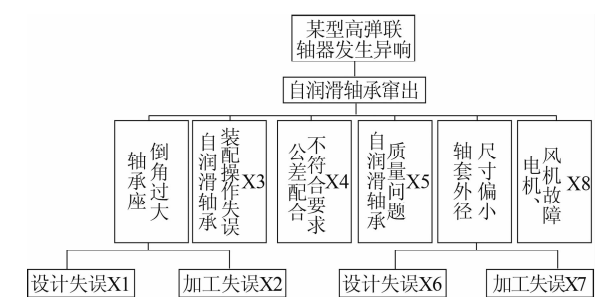


图 3 LSR 型高弹性联轴器发生异响故障树

(1) 轴承座倒角设计失误 X1

根据设计经验，轴承座的内径 Φ385，为了便于安装，倒角设计为 2×45°。而查看 SF-1 自润滑轴承的产品手册，轴承座孔倒角要求如表 1。

表 1 轴承座孔侧角要求

座孔直径/mm	相配座孔对应倒角
<30	(0.8±0.3) × (20°±5°)
30~80	(1.2±0.4) × (20°±5°)
80~180	(1.8±0.8) × (20°±5°)
>180	(2.5±1.0) × (20°±5°)

与产品手册中轴承座倒角设计要求比较：2×45°倒角较大。在高弹性联轴器运行过程中，存在忽变载荷作用，轴向有较大的窜动，致使自润滑轴承轴向窜动，若倒角偏大，容易通过倒角处滑出。故轴承座倒角设计偏大是自润滑轴承跑偏，窜出的原因之一。

(2) 轴承座倒角加工失误 X2

查找产品生产尺寸检验记录，跟踪关键部位检验记录及出厂尺寸检验记录，确认：倒角为 2×45°，系按照设计图纸加工，因此该因素可排除。

(3) 自润滑轴承装配操作失误 X3

安装方法直接关系到轴承的精度和使用寿命，安装不正确会导致转动精度差、有不正常噪声、使用寿命缩短等情况。

查看原始自润滑轴承装配记录：先用煤油或柴油清洗干净，然后在机油内浸油、沥干。装配步骤：轴承座孔内孔涂 ZY801 厌氧胶；将自润滑轴承压装入预装套内，如图 4 所示；用顶盖将自润滑轴承敲入轴承座孔内孔直达装配位置，同时脱离预装套，见图 5 左；自润滑轴承内孔圆整，见图 5 右。原始自润滑轴承装配记录记载的安装方法正确，且按图纸尺寸安装到位，符合装配要求，故排除此因素。

(4) 公差配合不符合要求 X4

根据机械设计手册及自润滑轴承产品手册，对于高负荷，相配轴的公差为 d8；对于低负荷，相

配轴的公差为 e7；对于高精度产品，相配轴的公差为 f7。查看轴套的设计图纸，公差是 Φ380d8，见图 6。该高弹性联轴器属于高负荷运转件，轴套的公差符合要求。

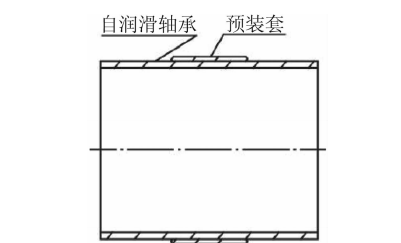


图 4

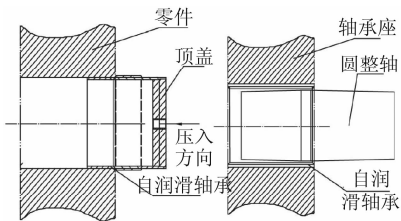


图 5

根据自润滑轴承产品手册，座孔公差为 H7。查看轴承座设计图纸，轴承座的公差为 Φ385H7，见图 7。符合产品手册要求，故排除此项影响因素。

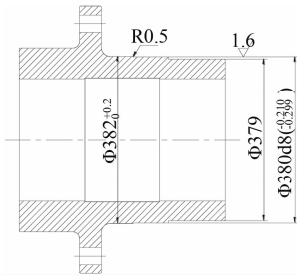


图 6 轴套设计示意图

(5) 自润滑轴承质量问题 X5

自润滑轴承 SF-1 属于外购标准件。SF-1 复合轴承由金属基板、青铜粉和聚四氟乙烯（PTFE）组成。其中：金属基板提供较高的机械强度，烧结在钢板表面的 0.2~0.3 mm 厚度的青铜层将表面的聚四氟乙烯和钢板机械地结合起来，提高了尺寸的稳定性，并能增强散热能力；表层的聚四氟乙烯和耐磨纤维混合物则提供了很好的自润滑、耐磨损、低摩擦性能，并且在正常使用过程中不会出现抱轴、卡轴的现象。

查看同批次自润滑轴承的质量验收记录，为检验合格。发生此次自润滑轴承窜动故障之后，再次对同批次库存的自润滑轴承进行检验，采取观察法、内外径及壁厚检验方法，产品合格，故可以排除该因素。



图7 轴承座设计示意图

(6) 轴套外径设计失误 X6

此处说的轴套外径，是指其与自润滑轴承配合端外侧的最大直径。查看轴套图纸，轴套外径为 $\Phi 382$ ，公差为 $+0.2$ ，见图6。自润滑轴承为标准件，根据所需的使用工况和技术参数，选定的尺寸为内径 $\Phi 380$ ，厚度 2.5 mm ，故自润滑轴承的外径为 $\Phi 385$ 。通常而言，轴向没有突变载荷，或者突变载荷不大的情况下，轴套外径 $\Phi 382$ 比自润滑轴承的外径 $\Phi 380$ 大，可以阻止自润滑轴承窜出。但是此系统工况恶劣，轴向窜动大，若轴套外径大些，即比自润滑轴承的外径 $\Phi 385$ 大，则可以在一定程度上阻止自润滑轴承窜出。故认为轴套外径偏小是自润滑轴承窜出的原因之一。

(7) 轴套外径加工失误 X7

查找产品生产尺寸检验记录，跟踪关键部位检验记录及出厂尺寸检验记录，轴套外径为 $\Phi 382.2$ ，轴套外径生产图纸中标注为 $\Phi 382$ ，公差为 $+0.2$ ，可见是按照设计图纸加工，该因素可排除。

(8) 电机和风机故障 X8

异响故障发生后，对电机进行空载试验，运转正常，无异常噪声。对高弹性联轴器进行改进，再次投入运行，正常，没出现自润滑轴承窜出，高弹性联轴器异响故障。由此可以证明：电动机和风机并未发生故障。电机轴向窜动可能原因是自润滑轴承窜出，高弹性联轴器轴向发生位移，致使电机轴向窜动。至于忽变载荷的类型，涉及到诸多方面，本文在此不作分析。综上，可以排除电机和风机的故障因素。

基于上述排查可以确认：轴承座的倒角偏大；轴套与自润滑轴承配合端外侧最大直径偏小是导致自润滑轴承外窜，从而发出异响的原因。

3 改进措施

(1) 拆检发现轴套是完好的，考虑到轴套的加工成本高，且加工周期长，而电厂急须再次启动，

故保留轴套。在以后重新设计产品时，加大轴套与自润滑轴承配合端外侧的直径。

(2) 拆检发现自润滑轴承表层已经有磨损，故换用新的自润滑轴承。

(3) 轴承座零部件属于小部件，加工成本低，加工周期短，故对轴承座重新设计加工。因轴套未重新加工，若仅仅将轴承座倒角按 $(2.5 \pm 1.0) \times (20^\circ \pm 5^\circ)$ 来设计，并不能达到防止自润滑轴承窜出的目的，故增加了一个止退垫圈。在轴承座的左端面加工一个凹槽，用于安装止退挡圈，见图8。止退挡圈安装在轴承座凹槽处，其外侧面与轴承座配合，内径大小为 $\Phi 381\text{ mm}$ ，与轴套直径 $(\Phi 380\text{d}8)$ 处有 0.5 mm 的间隙。高弹性联轴器在运行过程中，弹性元件会有微量形变，此间隙可补偿径向位移。通过螺栓将止退垫圈与轴承座联接在一起，如此可防止自润滑轴承窜出。

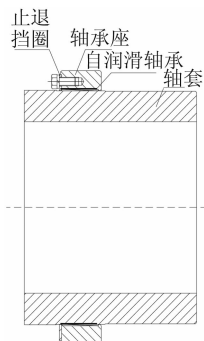


图8 优化后的自润滑轴承及相关零件结构示意图

4 总结

按照以上改进措施对高弹性联轴器进行优化。改进后的高弹性联轴器再次安装使用，到目前为止已有9个多月，运行正常。

以上改进措施是考虑到加工成本和时间，若不考虑加工成本和时间，只须将轴承座倒角按 $(2.5 \pm 1.0) \times (20^\circ \pm 5^\circ)$ 来设计，将轴套直径设计为 $\Phi 385$ ，即可达到防止自润滑轴承窜出，消除异响的目的。

参考文献

- [1] 成大先. 机械设计手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2016.
- [2] 国防科学技术工业委员会. 故障树分析指南: GJB/Z768A-98 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1998.
- [3] 陈跃山. RTG 柴油发电机组高弹性联轴器失效的成因 [J]. 海峡科学, 2014 (9): 9-11.
- [4] 罗仕雨, 罗洪佳. SF 自润滑轴承及其装配 [J]. 现代机械, 2011 (2): 68-70.