

使用维修

船用齿轮箱装置试车状态振动异常解决措施

李向阳

(海军装备部驻上海地区军事代表局, 上海 201206)

摘要: 针对某船用齿轮箱试验时振动性能不达标的问题, 根据振动情况列出可能导致振动不达标的潜在因素, 并据此确定查找方案及改进措施。结果表明: 基座联接处紧固件扭力不达标, 管路悬伸过长, 管路附件抖动; 齿轮箱内部旋转件平衡等级设计不合理; 齿轮箱装置台架热对中不佳是引起齿轮箱装置振动不达标的主要原因。改进措施实施后振动不达标问题得到有效解决。

关键词: 船用齿轮箱; 振动; 试验

中图分类号: U664.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-4357(2020)06-0064-03

Measures to Solve Abnormal Vibration of Marine Gearbox During Test Run

Li Xiangyang

(The Shanghai Military Representative Bureau of Naval Armament Department, Shanghai 201206)

Abstract: The vibration performance of a marine gearbox could not meet with the standards, to deal with this problem, the factors which may lead to this problem were listed, and the investigation scheme and improvement measures were determined. The results showed that the main reasons for the problem were: the torque of the fasteners at the joint of base didn't meet with the standard, the over-hanging pipeline is too long, the accessories of the pipeline shook; the balance level of the internal revolving parts of the gearbox was not well designed, and the hot alignment of the gearbox bench was bad. The vibration problem was finally solved with the improvement measures.

Key words: marine gearbox; vibration; test

0 引言

齿轮箱装置是柴油机将动力传递至螺旋桨的重要纽带。振动是评定齿轮箱装置运转质量的主要指标, 也决定了齿轮箱装置的质量。本文针对某船用齿轮箱装置在实际试验时出现振动超标的情况, 通过理论分析和试验验证定位引起振动超标的原因, 并在此基础上探索预防和减小振动的措施。

1 齿轮箱装置试验方案

被试齿轮箱形式为双输入、单输出。通过该齿

轮箱装置将两台柴油机动力传递到桨轴上。按设计工况布置试验方案, 如图 1 所示。采用两台拖动电机, 通过扭矩仪后联接齿轮箱输入部分; 齿轮箱输出部分则通过一台陪试箱将转速转换至输入转速值后, 通过扭矩仪联接后端加载电机, 实现对齿轮箱装置的加载功能。

按设计要求, 在齿轮箱装置的安装面上布置测点并安装振动传感器, 以测量加载过程中各点的振动情况。测点分布如图 2 所示。

2 试验结果及分析

齿轮箱装置在功率为 $2 \times 1\,000\text{ kW}$ 、输入转速分

收稿日期: 2020-05-20; 修回日期: 2020-08-04

作者简介: 李向阳(1983—), 工程师, 主要研究方向为船舶机电设备质量监督与检验验收, xiangyang_2006@163.com。

别为 480 r/min 和 600 r/min 的工况下, 机脚处测点平均加速度的总振级值分别为 114.86 dB (要求值为 ≤ 115 dB) 和 122.66 dB (要求值为 ≤ 120 dB)。可见该齿轮箱装置振动性能未达标。

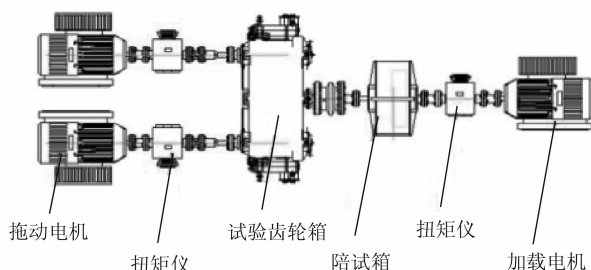


图 1 试验布置

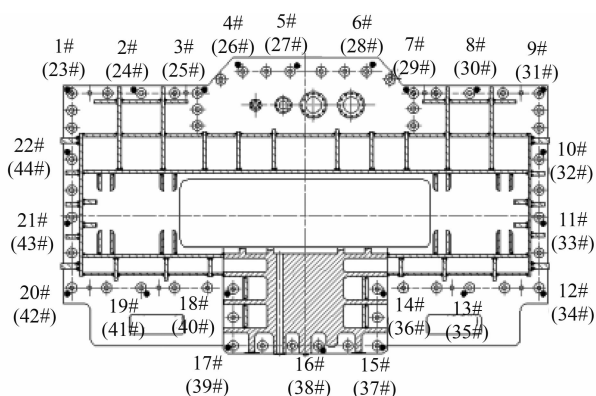


图 2 测点布置

分析振动数值并结合以往经验, 列出导致振动超标的潜在因素如下:

- (1) 输入轴系线速度较高, 达到 28 m/s, 轴系动平衡精度等级设计不合理;
- (2) 齿轮箱装置与安装基座、安装基座与槽铁之间联接扭力不达标, 或联接螺母有松动情况;
- (3) 齿轮箱装置冷、热态间温差与预计不一致, 导致台架对中数据计算有偏差;
- (4) 箱体外部管路附件支撑不牢固, 运转时发生抖动, 导致齿轮箱装置整体振动增大。

3 解决措施

根据原因分析, 拟定以下解决方案:

- (1) 对输入轴轴系重新做动平衡试验, 将动平衡精度等级从原先的 G6.3 提升至 G2.5;
 - (2) 复查联接处紧固件扭力值;
 - (3) 重新计算齿轮箱装置温升后的轴线偏移量, 并在冷态对中时进行相应补偿;
 - (4) 对外部油管及泵阀等油路部件支撑做加固。
- 首先, 用扭力扳手对螺栓扭力值进行复查, 并对复查完的螺栓用记号笔划线做记号, 方便在加载

过程中检查是否有松动现象。另外, 在槽铁与基座、基座与齿轮箱装置之间打丝表, 检查加载时台位是否发生跑动。其次, 对箱体上管路附件的安装面增加隔振装置; 排除管路附件运转时产生的振动对齿轮箱装置造成影响; 对悬深较长的油管等附件增加与箱体固定的支撑, 避免因管路抖动产生的异常振动对齿轮箱装置的整体振动带来影响。

完成上述改进后进行第一次摸底试验。在 $2 \times 1\,000$ kW、480 r/min 和 600 r/min 工况下, 测点平均加速度总振级值为 112.66 dB 和 121.66 dB, 与改进前相比分别下降了 2.2 dB 和 1 dB, 但还不达标。

针对高转速下振动还是不达标的问题, 将输入轴系从箱体内部取出, 上动平衡仪重新做动平衡试验, 并将精度等级提高至 G2.5, 排除轴系不平衡量过大导致振动超标问题。

完成后进行第二次摸底试验。在 $2 \times 1\,000$ kW、480 r/min 和 600 r/min 工况下, 测点平均加速度总振级值分别为 111.86 dB 和 117.38 dB, 在第一次改进的基础上又分别下降了 0.8 dB 和 4.28 dB; 且各项指标均满足设计要求。

分析之前的试验数据得到: 齿轮箱装置运行稳定后的热态平衡温度为 51 °C, 室温为 20 °C, 温升为 31 °C。据此修正台架对中数据。图 3 为典型的近似热膨胀位置变化示意图。据图 3 并根据式 (1) ~ 式 (4) 计算 ΔX_H 、 ΔY_H 、 ΔX_L 、 ΔY_L 值。

$$\Delta Y_H = 11.4 \times 10^{-6} \times \Delta T \times H_T + C_H \quad (1)$$

$$\Delta Y_L = 11.4 \times 10^{-6} \times \Delta T \times H_T + C_L \quad (2)$$

$$\Delta X_H = 11.4 \times 10^{-6} \times \Delta T \times H \quad (3)$$

$$\Delta X_L = 11.4 \times 10^{-6} \times \Delta T \times L \quad (4)$$

式中及图中: ΔY_H 为高速轴轴心线垂直方向位移量; ΔY_L 为高速轴轴心线水平方向位移量; ΔX_H 为低速轴轴心线垂直方向位移量; ΔX_L 为低速轴轴心线水平方向位移量; C_H 为高速轴轴承径向间隙; C_L 为低速轴轴承径向间隙; H_T 为齿轮箱轴心线距离基座的高度; H 为高速轴轴线到定位销距离; L 为低速轴轴线到定位销距离; OD 为高速轴与低速轴的轴线距离。

修正后的台架对中数据如下: 在冷态对中条件下, 输出侧, 陪试箱低速轴轴心相对于齿轮箱装置输出轴轴心上偏 0.15 + 0.025 mm; 陪试箱高速轴轴心相对于扭矩仪轴心下偏 0.22 (0/-0.025) mm, 向陪试箱低速轴侧偏 0.33 - 0.025 mm; 扭矩仪轴心相对加载电机上偏 0.14 (0/-0.025) mm。输入侧, 扭矩仪轴心相对于齿轮箱装置输入轴轴心上偏

0.17 (0/-0.025) mm; 拖动电机冷态轴心相对于扭矩仪轴心上偏 0.035 (0/-0.025) mm。各处法兰端面跳动: 法兰直径每 100 mm 不大于 0.01 mm。

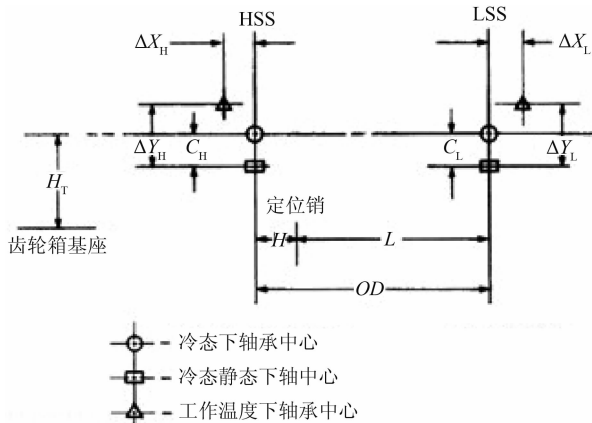


图3 典型的近似热膨胀位置变化示意图

随后进行第三次摸底试验。振动测量值如下: 在 $2 \times 1\,000$ kW、480 r/min 和 600 r/min 工况下, 测点平均加速度总振级值分别为 110.38 dB 和 114.71 dB, 符合设计要求。

4 结论

在综合分析引起齿轮箱装置振动超标的原因后

采取了一系列解决措施, 得到以下结论: 基座联接处紧固件扭力不达标、管路悬伸过长、管路附件抖动这三类情况对轮箱装置低转速下的振动影响较大; 而齿轮箱内部旋转件的平衡等级不达标和齿轮箱装置台架热对中不佳对轮箱装置高、低转速下的振动影响均较大。在设计、制造及安装中应尽量避免。

参考文献

- [1] 沈建平, 周文建, 童宗鹏. 船舶传动装置振动控制技术研究现状与发展趋势 [J]. 舰船科学技术, 2010 (8): 7-12.
- [2] 于放, 王明为. 舰船减速器齿轮装置的加工与设计 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2009.
- [3] 刘文, 林腾蛟, 吕和生. GWC6066 船用齿轮箱振动噪声分析及试验 [J]. 重庆大学学报: 自然科学版, 2011 (8): 48-54.
- [4] KOSTIC S I, OGNJANOVI M. The noise structure of gear transmission units and the role of gearbox walls [J]. FME Transactions, 2007 (1).

2021 年《柴油机》广告开始征订

2021 年《柴油机》杂志广告现已开始征订, 价格如下, 如有需求, 请与本编辑部联系。

版位	尺寸/mm	颜色	定价
封面	205 × 226 (去刊头)	彩色	8 000 元/版
封二	210 × 297	彩色	6 000 元/版
封三	210 × 297	彩色	4 000 元/版
封底	210 × 270 (去条形码)	彩色	5 000 元/版
首插页	210 × 297	彩色	5 000 元/版
插页	210 × 297	彩色	4 000 元/版

《柴油机》编辑部

电话: 021-31310202, 31310201

E-mail: cyj711@vip.163.com