

空分 457 齿轮箱故障诊断*

王 华, 包 磊, 宋昊明, 郭 颖, 叶 伟
(兰州石化公司设备维修公司, 甘肃 兰州 730060)

摘 要: 通过对空分 457 齿轮箱振动大的原因进行分析, 用状态监测与故障诊断的方法提出了解决故障的措施。

关键词: 齿轮箱; 振动; 故障诊断

中图分类号: TH 132.41

文献标识码: A

文章编号: 1007-4414(2008)03-0066-02

Fault diagnosis of gear box in air separation compressor 2MCL-457

Wang Hua Bao Lei Song Hao-ming Guo Ying Ye Wei

(Equipment maintenance company of Lanzhou petrochemical corporation, Lanzhou Gansu 730060 China)

Abstract In this paper by analyzing the reasons of the gear box's vibration, methods to resolve the trouble are provided by means of machine condition monitoring and fault diagnostic technique.

Key words gear box vibration fault diagnosis

1 概 述

齿轮传动系统是各类机械设备中最常见的传动方式, 齿轮是机械设备中最主要的连接及传递动力的元件之一, 齿轮振动可认为是由旋转同步的同期振动信号加复杂的随机信号形成, 齿轮传动系统中齿轮本身破坏故障为最多, 一般占齿轮传动系统故障的 60% 以上, 对于一些大型和连续生产的设备, 一旦出现故障就会造成很大的损失, 所以对齿轮进行故障诊断具有十分重要的意义。

2 故障诊断在空分 457 齿轮箱中的应用

2.1 基本参数

制氮装置的空气压缩机 2MCL-457 由沈阳鼓风机厂生产制造, 其传动装置齿轮箱为双圆弧齿轮, 设备参数如下:

(1) 压缩机参数

工作转速 n_1 为 2985 r/min, 介质为空气; 流量为 9700 Nm³/h, 入口温度 122°C; 入口压力 0.735 MPa。

(2) 齿轮箱参数

大齿轮齿数 Z_1 为 137, 小齿轮齿数 Z_2 为 32, 速比为 4.28; 高速轴 n_2 为 12778 r/min, 中心距为 350 mm; 模数 m 为 5。

由齿轮箱参数可计算出以下频率^[3]:

低速齿轮转频 $f_{d1} = n_1 / 60 = 2983 / 60 = 49.7 \text{ Hz}$

高速齿轮转频 $f_{d2} = n_2 / 60 = 12778 / 60 = 213 \text{ Hz}$

齿轮啮合频率 $f_m = Z_1 f_{d1} = 137 \times 49.7 = 6811 \text{ Hz}$

2.2 故障诊断^[1,2]

在对空分 457 进行巡检时发现齿轮箱出现异常情况, 由于该设备负责向本厂各装置提供氮气, 另一

台备用设备正处在大修阶段无法立即停车, 其布置图如图 1 所示。因此, 对该设备加强巡检, 由每周 1 次增加到每周 2 次, 且要求维护车间也加强维护力量, 力保该机组运行。之后, 监测数据和频谱均出现突变, 振动增大, 同时, 齿轮箱在运行过程中出现怪音、发热、电流波动大等现象, 设备监测人员与大机组管理人员一同会诊后要求装置立即停车检修。具体监测情况如下:

(1) 时域波形 监测发现: 齿轮箱高速轴 (测点 HV、HH) 时域波形出现包络现象且有尖峰出现, 振值为 17 mm/s, 最高振值达 22.5 mm/s。这是因为齿啮合出现局部损伤时, 冲击强度大, 齿轮在啮合过程中, 齿上所受的力为周期性变化的冲击力, 在该力的激励下, 齿轮产生衰减振动, 损伤特征显露出来, 且由于包络处理, 将非周期性随机振动改造为类周期振动, 所以频域中有明显尖峰呈现, 如图 2 所示。

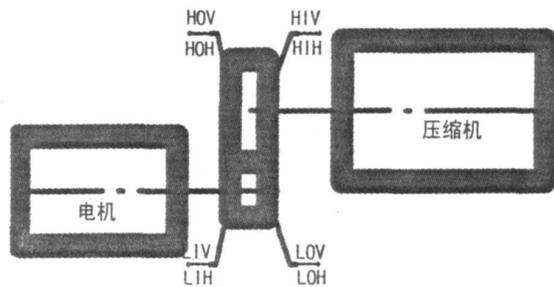


图 1 空分 457 机组布置图

(2) 齿轮箱监测数据 表 1 所示是 8 月 15 日、8 月 20 日两次所测的齿轮箱低速齿轮、高速齿轮振动值, 从监测数据可见, 所有测点的振值均有增大趋势

* 收稿日期: 2008-04-14

作者简介: 王华 (1971-), 女, 甘肃会宁人, 工程师, 主要从事技术管理方面的工作。

且高速端增长最为明显;而且,在高速端外侧垂直方向采集数据时仪器显示“信号过载 (signal overbanded)”现象。

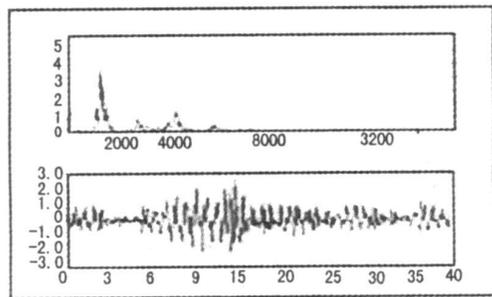


图 2 齿轮箱时域频谱图

表 1 齿轮箱各测点数据 /mm·s⁻¹

测点 日期	LOV	LOH	LV	LH	HOV	HOH	HV	HH
8.15	8.342	10.74	6.282	9.242	5.188	5.272	10.59	17.49
8.20	9.610	13.50	7.502	7.008	5.388	5.383	14.33	22.49
9.05	2.205	2.113	1.928	2.200	3.417	5.281	2.103	2.92

(3) 趋势图 图 3 是齿轮箱高速端外侧水平方向趋势图 (其它测点相似), 从图中可见, 振动有突变点且有明显的增大趋势。

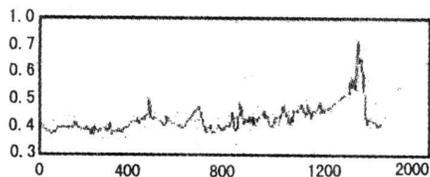


图 3 齿轮箱高速端外侧水平方向趋势图

(4) 频谱图 图 4 是齿轮箱高速端外侧频谱图, 图中显示了 5 次所测的频谱, 从频谱可见, 每次的谱图变化比较大, 且 8 月 22 日监测时的变化最明显, 在谱图上高速齿轮的转频 213Hz 及其谐波均有出现, 据计算, 齿轮啮合频率为 681Hz, 在 8 月 22 日监测时啮合频率较明显, 频谱图中的 6820Hz 对应的幅值为 0.82mm/s, 说明齿轮箱故障急剧恶化, 出现严重的啮合不良, 需立即停车检修。

2.3 检修情况

维修人员与大机组管理、监测人员打开齿轮箱, 对其进行全面检查和测量, 发现以下情况: ①上下两圆弧齿齿根均有磨损现象, 小齿轮凸圆面磨损严重; ②高速轴自由端上瓦有两处烧损; ③联轴器端瓦有裂纹出现; ④齿侧间隙较大, 实测为 0.50mm (要求齿侧间隙为 0.20mm ~ 0.40mm); ⑤接触斑迹不均匀, 出现两头接触中间无接触痕迹的现象, 说明啮合面有完

全未接触的部分, 这与监测时啮合不良故障的判断一致 (要求按齿宽接触斑迹为 90%, 按齿高为 50%); ⑥变速箱体水平中分面找水平, 水平度在标准范围内, 实测为 0.04/1000 (要求水平度为 0.05/1000); ⑦用桥规测量两平行线平行且在同一平面内, 说明两传动轴平行度偏差在标准范围内。

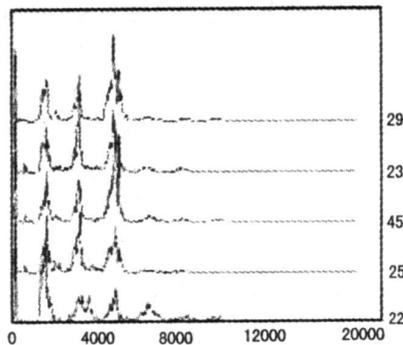


图 4 齿轮箱高速端外侧频谱图

2.4 故障处理^[3]

由于两齿存在啮合不匀现象, 所以, 检修人员在检修时根据长期的实践经验判断将上下两圆弧齿轮进行调整, 具体方法为:

(1) 小齿轮上抬 高速轴 (小齿轮) 主瓦向上抬, 上抬 0.13 ~ 0.14mm, 目的是减小齿侧间隙, 使齿轮啮合情况好转;

(2) 适当缩小中心距, 将中心距调整为 350 ~ 0.03mm;

(3) 更换高速轴两瓦 尽管只有上瓦有磨损, 但如果两瓦不同时更换仅将高速轴主瓦上抬就会出现中心线不在一条线上的现象, 这会导致严重的后果。

(4) 检修结果 检修完毕, 对该机组进行试运, 监测发现齿轮箱运行平稳, 无怪音, 无发热现象, 检修前后齿轮箱的监测数据如表 1 所示, 其中 9 月 5 日的的数据为检修后的检测数据。

3 结语

由以上分析可见, 对该机组齿轮箱故障的诊断是准确的, 监测是有根据的, 从频谱图、历史数据、时域波形及趋势图都做了详细的分析, 这为以后齿轮箱的故障诊断提供了宝贵的经验。

参考文献:

[1] 李国华. 机械故障诊断 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1999.
[2] 虞和济. 设备故障诊断工程 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2001.
[3] 何正嘉. 机械设备非平稳信号的故障诊断原理及应用 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.