

# 某化工厂 CO<sub>2</sub> 压缩机组气动类故障分析

撰写人：宫少琦 审核人：奚成春

## 一、 设备概述

CO<sub>2</sub> 压缩机组结构与测点布置情况见图 1：

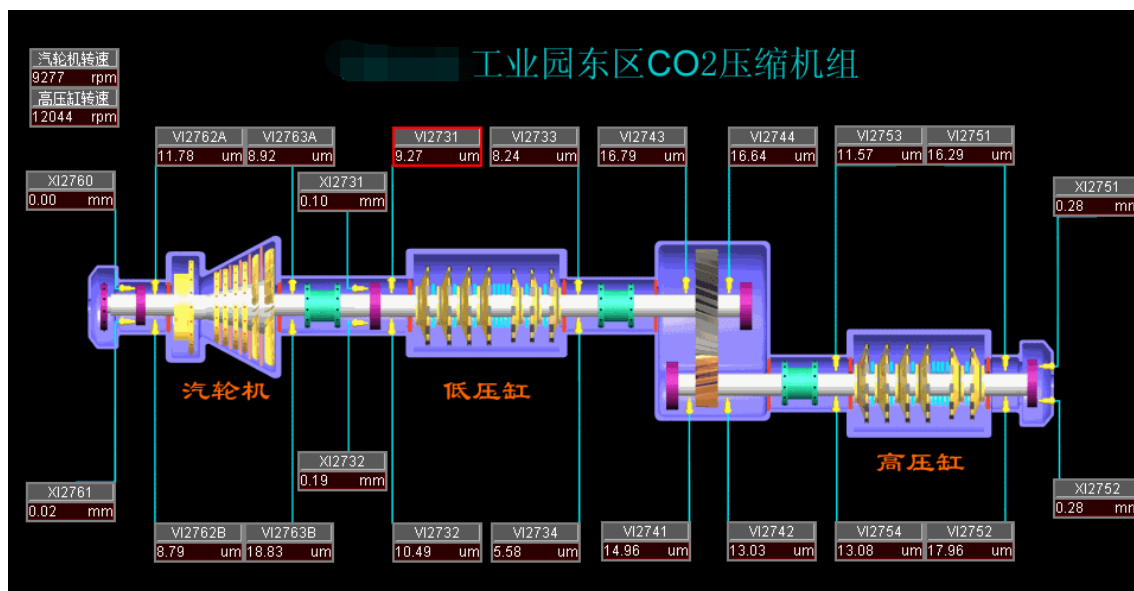


图 1 机组结构与测点布置

CO<sub>2</sub> 压缩机组的主要参数如表 1 所示：

内容	汽轮机	低压缸	高压缸
一阶临界转速 (RPM)	6500	4141	7360
二阶临界转速 (RPM)		18747	28881

表1 机组主要运行参数

## 二、 故障现象

2016 年 8 月 20 日-9 月 8 日，机组停机进行定期大修，大修前机组运行总体趋势较平稳，低压缸振动低于 20 $\mu$ m；大修后于 9 月 9 日首次开车，低压缸振动异常，振动幅值最高达到 130 $\mu$ m（报警 63.5 $\mu$ m 、联锁 88.9 $\mu$ m），无法达到机组额定运行转速。

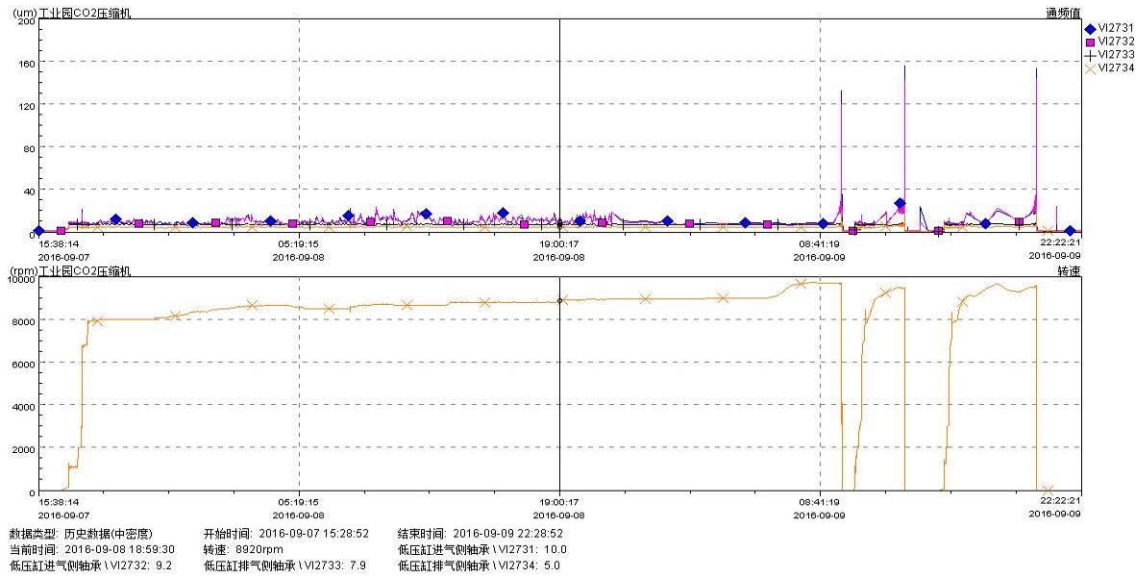


图2 低压缸大修后开车通频趋势

### 三、故障分析

大修后9月9日-9月10日期间,共进行了三次启停机,低压缸均振动异常,振动幅值较高,超过连锁值,以下通过图谱分析机组的运行状态。

- 1) 图3为低压缸轴振探头的间隙电压趋势,趋势平稳无过大波动,数值在设计线性范围内 ( $10V \pm 3V$ ),说明振动值可信。

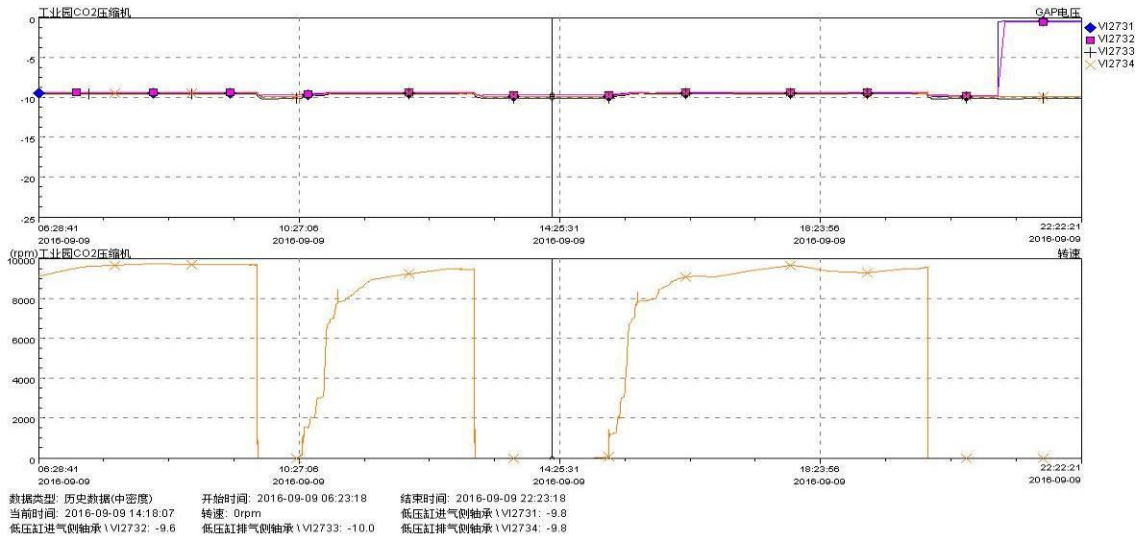


图3 探头的间隙电压趋势

- 2) 图4为低压缸轴振动的通频趋势细化图,低压缸振动异常的变化呈两个阶段发展。第一阶段:机组在稳定转速运行过程中,振动大幅度增长至 $130\mu m$ ;第二阶段:机组在强迫停机过程中,振动小幅波动后回落。

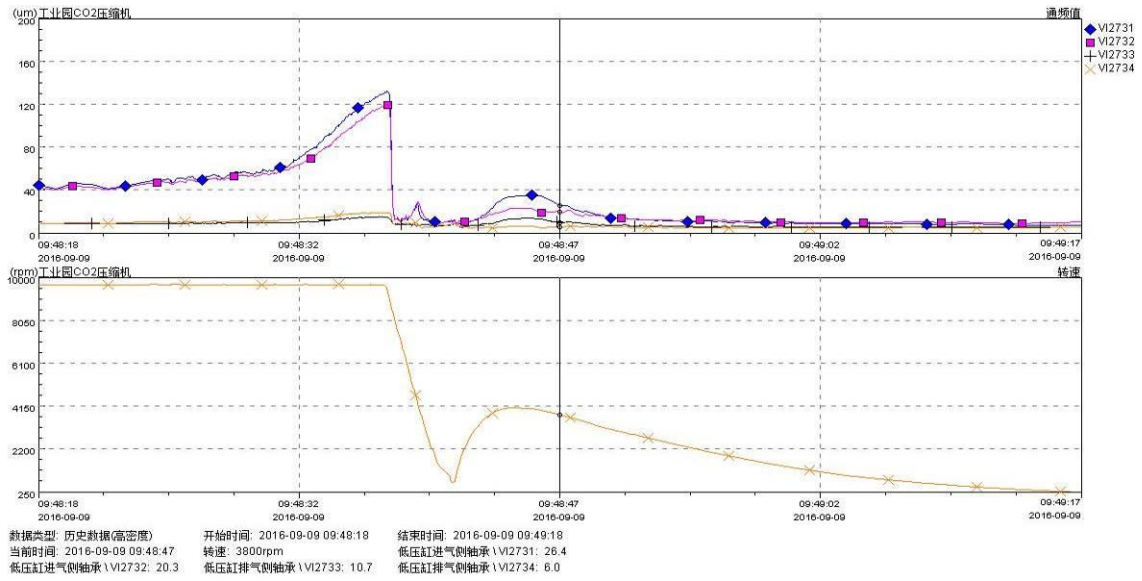


图 4 低压缸振动异常通频细化图

- 3) 图 5-图 7 为低压缸振动的工频、2X 和 0.5X 振动分量趋势，0.5 倍频是引起本次异常振动的主要特征频率。另外，在第二阶段低压缸强迫停机过程中，振动能量波动主要体现在工频上。

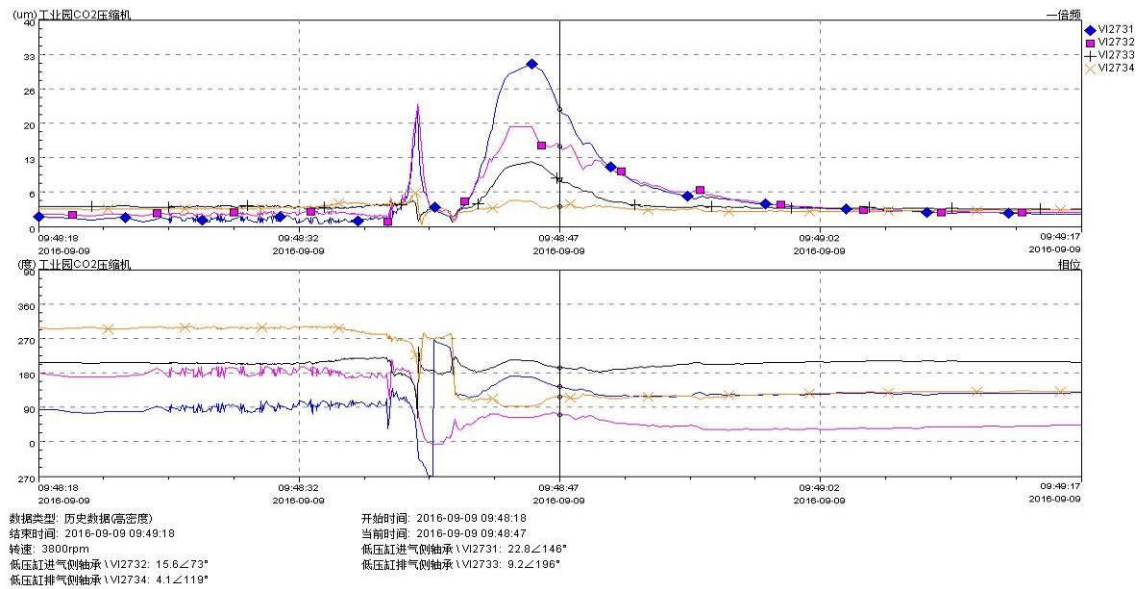


图 5 低压缸 1X 细化图

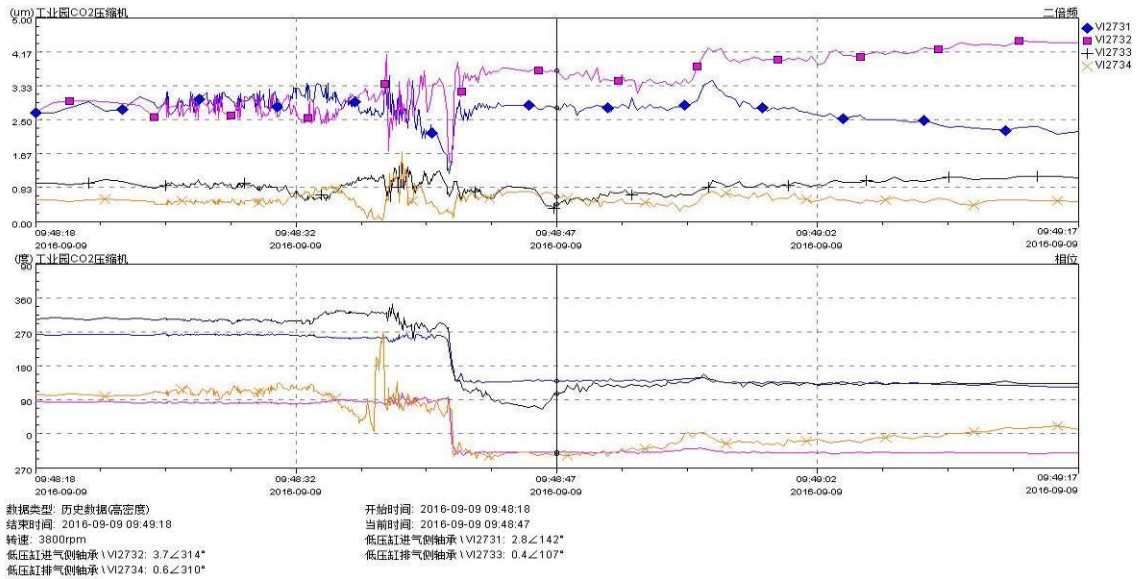


图 6 低压缸 2X 细化图

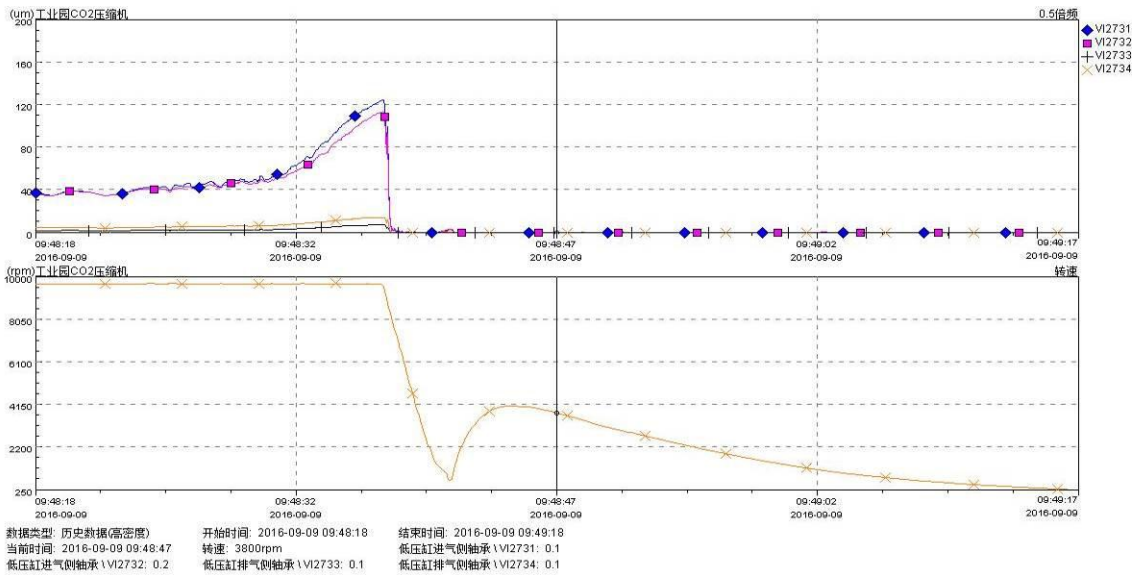
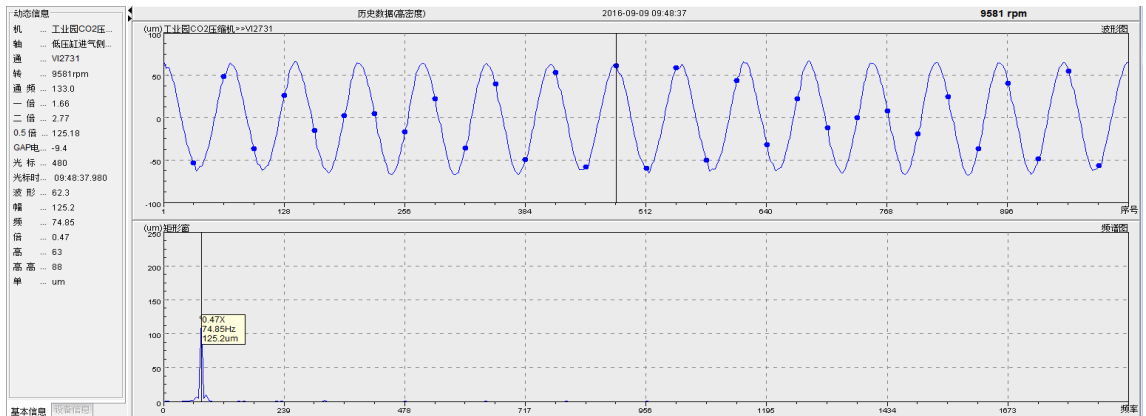


图 7 低压缸 0.5X 细化图

- 4) 图 8 为低压缸各测点的波形频谱图, 低压缸振动频谱以 0.47X(约 75HZ) 为主, 与低压缸第一阶临界转速 (4141RPM) 频率接近, 进入低压缸共振区域。另外, 进汽侧频谱成分纯净, 波形呈现正弦波; 排汽侧频谱成分主要由工频与 0.47X 叠加, 波形呈现多个波峰。



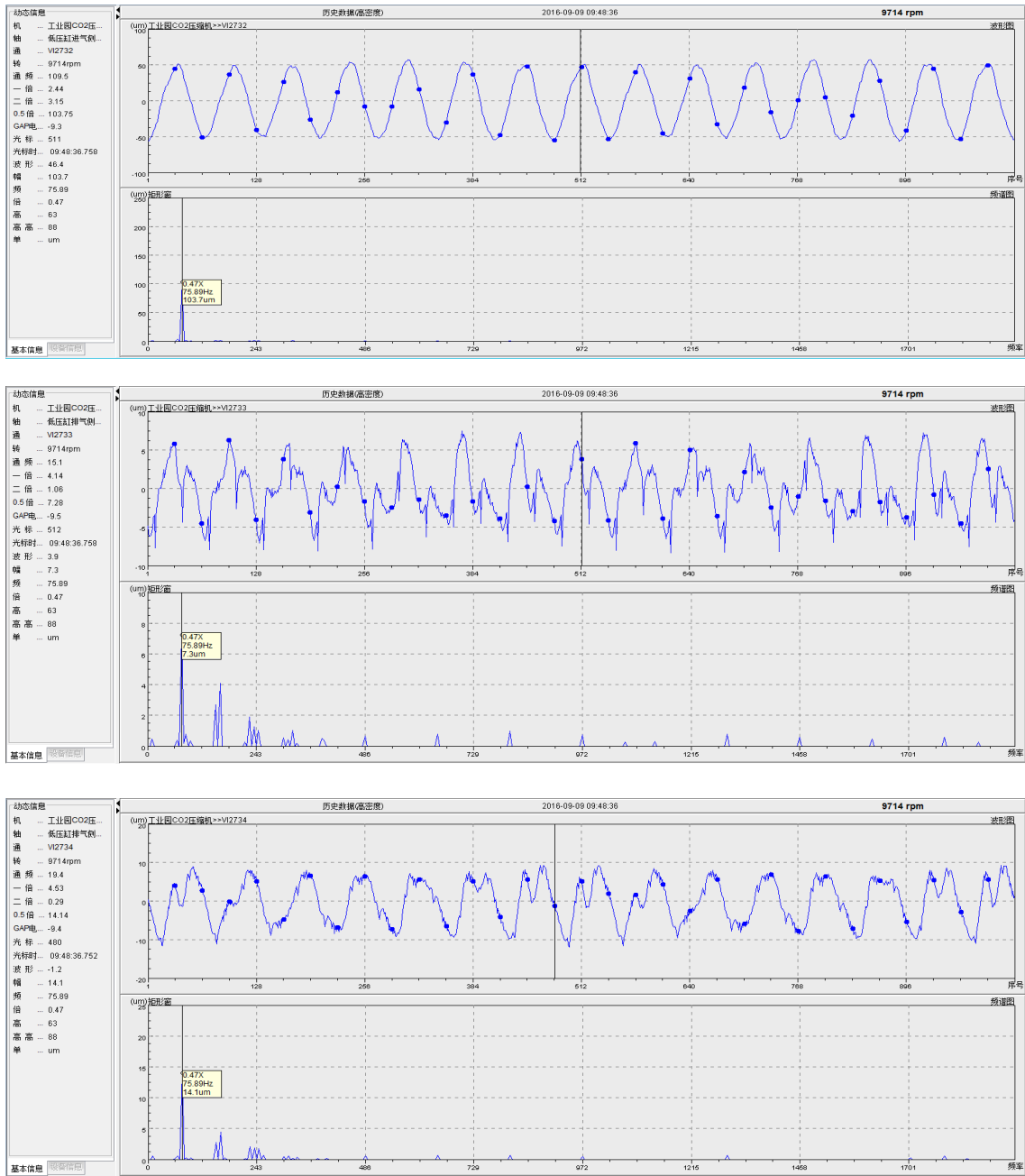
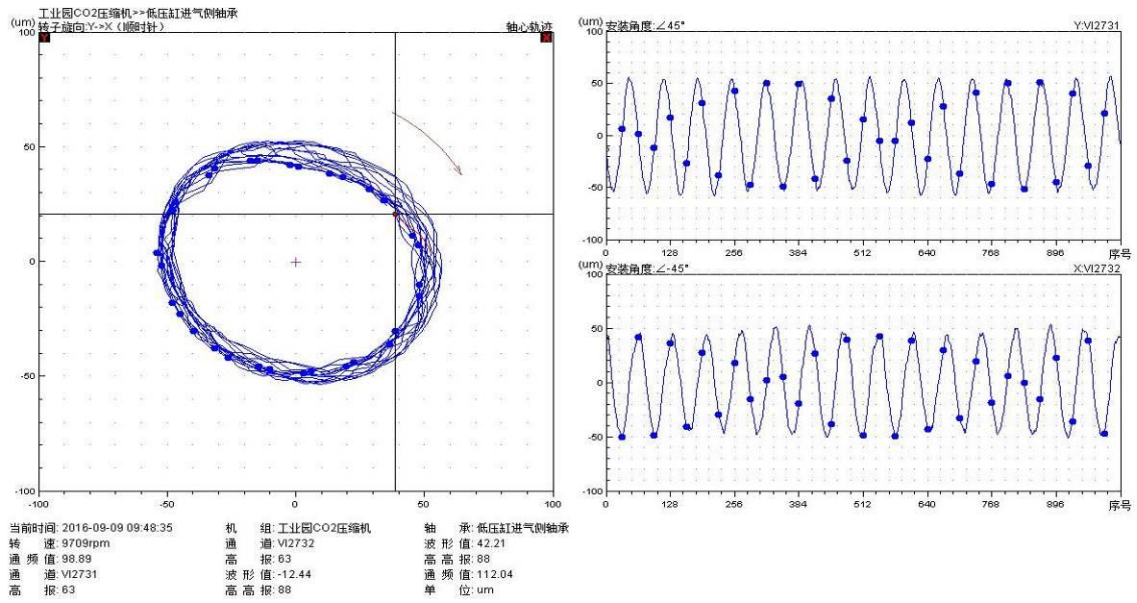
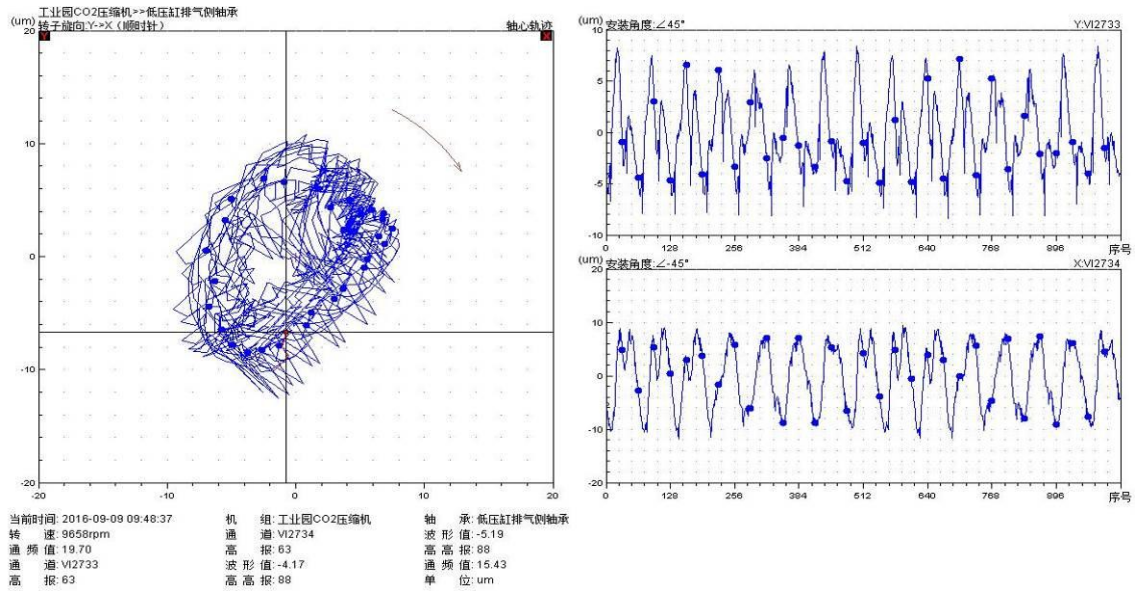


图 8 低压缸各测点波形频谱图

5) 图 9-图 10 为低压缸轴端轴心轨迹图，第一阶段轴端轴心轨迹均为正进动形式，且进汽侧轴心轨迹形态较稳定，排汽侧轴心轨迹发散；第二阶段轴两侧轴心轨迹涡动形式，均呈现正反进动交替状态，且其形态多处出现尖角。

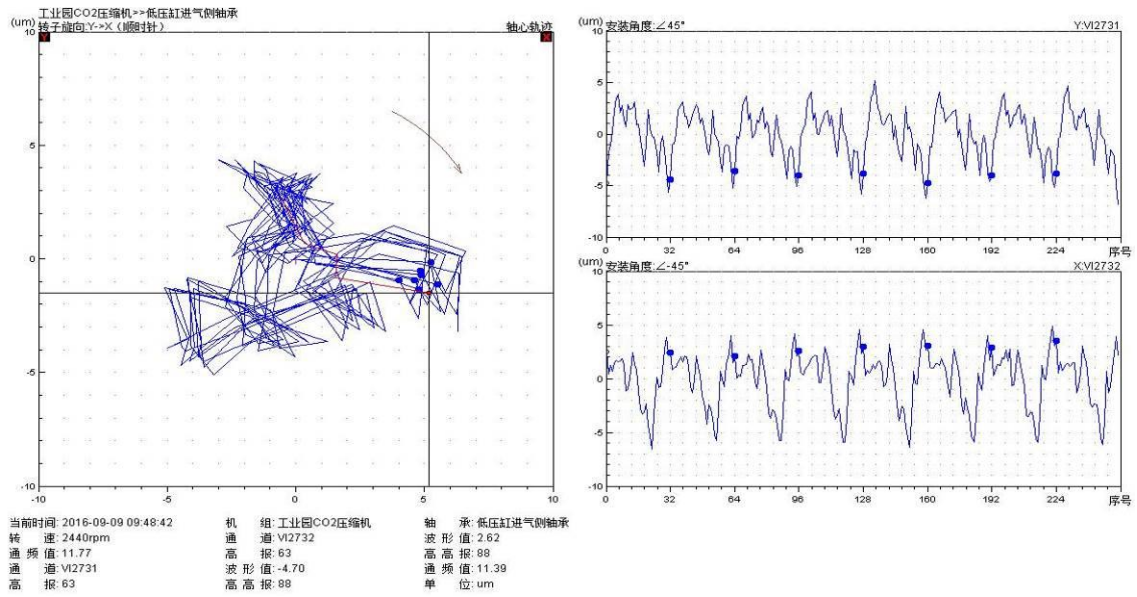


a 第一阶段进气侧（正进动）

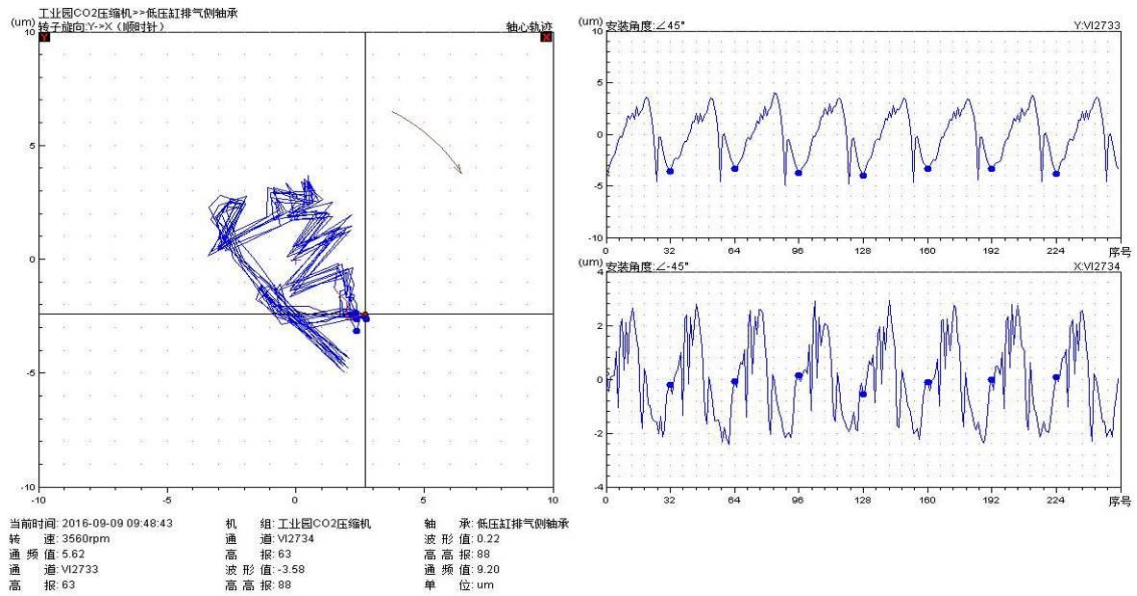


b 第一阶段排气侧（正进动）

图9 低压缸轴端轴心轨迹图（第一阶段）



a 第二阶段进气侧（反进动）



b 第二阶段排气侧（反进动）

图 10 低压缸轴端轴心轨迹图（第二阶段）

6) 图 11 为低压缸轴位移趋势，低压缸轴向振动情况正常。

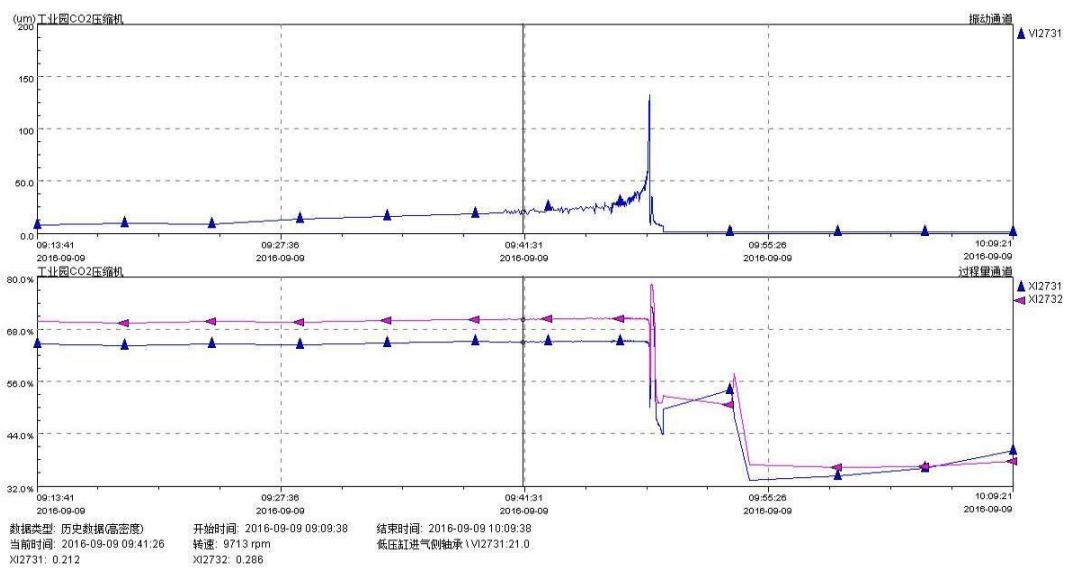


图 11 低压缸轴位移趋势

#### 四、 结论建议

综上所述，低压缸的气路管道存在一些问题，引起低压缸一阶临界转速频率共振。

建议停机检查，恢复低压缸段的气路管道。

#### 五、 故障验证

##### 1) 现场反馈大修情况

机组大修期间，对换热器做了更换处理，进而改变了低压缸出口气路管道。图 12-图 13 为大修期间对换热器的整改布置情况。





图 12 大修前二段出口管道



图 13 大修整改后二段出口管道

2) 现场停机处理情况

9月10日现场停机，采纳我方建议，对低压缸出口气路管道进行整改复原。9月11日，低压缸气路管道复原后，机组再次开车，低压缸达到额定运行转速，振动平稳无异常（如图14），满足了生产的需求。

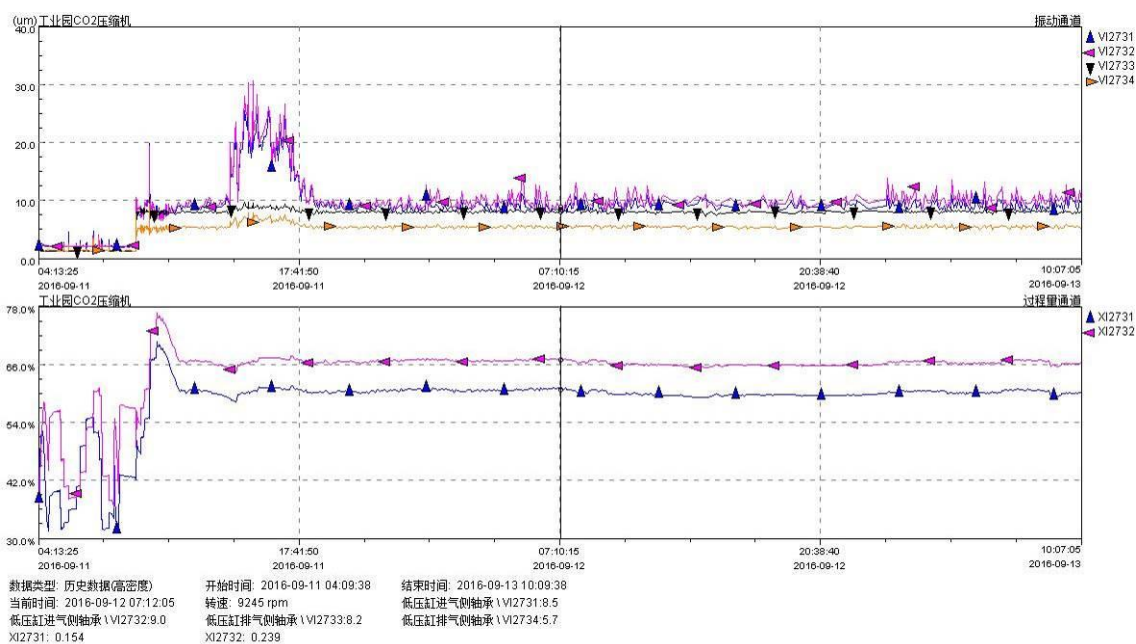


图 14 管道复原后开车振动趋势