

Discussion on the Analysis and Treatment of the Causes of High Vibration of Hydrolysis Return Pump (P2A)

Lehai Zhou Ping Chen Guanhua Hu

Equipment Operation and Maintenance Center of Yunnan Shuifu Yuntianhua Co., Ltd., Shuifu, Yunnan, 657800, China

Abstract

The distillation tower reflux pump is an important equipment of the company's 800,000 tons of urea plant, and the unit has the problem of high vibration for a long time, which has seriously affected the safe and stable operation of the equipment. In order to reduce the hidden danger of hydrolysis system failure and shutdown caused by the vibration of the reflux pump of the distillation tower, the causes of abnormal high vibration were analyzed and investigated, during which the vibration value of the pump body was collected and analyzed on site through the vibrometer, the vibration source was determined, and the solution of changing the structure of the pump body and enhancing the strength of the feet was creatively proposed, so that the vibration value was reduced from 6.7mm/s to 1.2mm/s, which completely solved the problem of excessive vibration of the pump and ensured the stable and long-term operation of the equipment, the treatment method can provide some reference significance for solving the abnormal vibration of similar pump body.

Keywords

pump body vibration; leg structure; leg strength; vibration value

浅谈水解回流泵（P2A）振动高原因分析与处理

周乐海 陈平 胡关华

云南水富云天化有限公司装备运维中心，中国·云南水富 657800

摘要

蒸馏塔回流泵是公司80万吨尿素装置重要设备，机组长期存在振动高的问题，已严重影响设备的安全稳定运行。为降低蒸馏塔回流泵振动导致水解系统故障停车隐患，针对性对可能引起异常振动高的原因进行分析排查，期间通过测振仪对泵体振动值现场采集数据分析，确定振源，创造性地提出更改泵体支脚结构和增强支脚强度方案，让振动值从6.7mm/s降到1.2mm/s，彻底解决机泵振动过高问题，保障设备安稳长周期运行，处理方法可对类似泵体异常振动解决提供一定的借鉴意义。

关键词

泵体振动；支脚结构；支脚强度；振动值

1 引言

P2A 泵是由德国蒂森公司生产，在年产 80 万吨尿素的装置中，自 1988 年 7 月投产至今已使用 35 年。P2A 是尿素水解系统蒸馏塔回流泵，主要作用是将水解系统生成的碳铵液输送至尿素循环系统使用。自 2021 年 8 月以来 P2A 泵振动值达到 8.9mm/s，经过前期对泵体支座进行加固，振动降至 6.7mm/s，但振动仍然过高，导致工艺倒泵频繁和检修频率较高，P2A 泵是尿素水解系统重要机泵，停止运行稀氨水无法回收利用，无法向循环系统供给吸收液，造成整个装置

停车^[1]。

2 机泵结构简介

P2A 是蒸馏塔回流泵，该泵为单级悬臂式离心式机泵，转子组件由主轴、叶轮、轴套、滚动轴承、联轴器等组成。各零部件以不同的配合装配在主轴上，叶轮及壳体前后口环都是可更换的易损件，泵的轴封形式采用了机械密封。本机的支撑系统有三盘轴承，既定位端两盘角接触轴承（7309）及一盘内外圈可分离的自由端轴承（NU311）组成。其中，泵体结构如图 1 所示。

【作者简介】周乐海（1984-），男，中国云南昭通人，高级技师，从事旋转机械设备的问题诊断及性能提升研究。

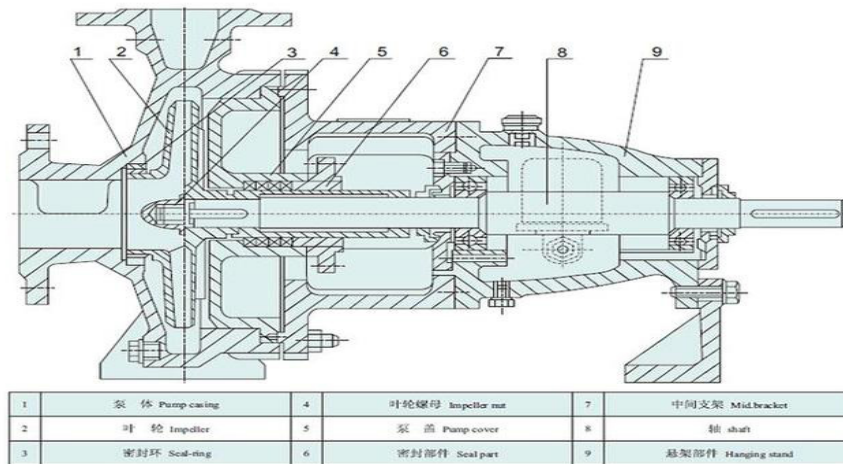


图 1 泵体结构图

3 机泵振动过高原因分析

3.1 轴系找正对中与联轴器检查

对中不良一般是引起振动的主要因素，其作用就像给转子预加了一个不定向的负载进行周期性的作用，主要分为径向不对中和轴向不对中，会随负荷的增加而增长，该机泵为膜片式联轴器，对中中心轴心位置为 ≤ 0.05 、径向要求范围 $\leq 0.10\text{mm}$ ，就会引起机泵振动异常振动。

为验证电机与机泵轴对中情况，我们利用激光找正仪进行找正，严格按照《小机泵检修规程》把找正数据控制在要求范围内，数据科学、准确。经过机泵运行验证，振动值为 6.5mm/s 仍然居高不下，因此排除找正对中的异常振动。此泵使用的联轴器为膜片式，膜片式联轴器就是利用膜片的弹性变形来补偿轴线间的轴向、角向以及径向的位移，达到适应工况、传递扭矩的目的。经过检查，膜片完好无损，因此对中情况和联轴器不是引起振动过高的原因^[2]。

3.2 轴承与润滑

①对机泵进行解体检修，用百分表检查轴串，根据中国国家标准 GB/T 3216—2005 可知，该标准要求离心泵的泵轴轴向串量必须小于 0.10mm 。检查定位端轴承与轴承盖之间间隙控制在 $0.02\sim 0.10\text{mm}$ ，该间隙的存在是为了适应泵在运行时产生的热膨胀，数值过小会引起轴承发热乃至轴承与轴抱死损坏，过大会造成泵轴在机壳内串动，导致轴承使用寿命的降低以及机械密封损坏发生液体泄漏。

②润滑油选型不当、变质、杂质含量超标及润滑管道不畅而导致的润滑故障，都会造成轴承工况恶化，引发振动。该泵使用的润滑油美孚优质抗磨液压油 NUTOH46#(力图)，经过取样抽查润滑油符合公司润滑标准。

3.3 泵轴与叶轮平衡失效

排查振动过高的原因，对泵轴进行检查，是否存在弯曲现象，旋转轴弯曲会产生离心力，会导致轴的弯曲振动。采取将泵轴装在车床对泵轴各部位进行跳动检查，各部位径向跳动均在 0.03mm 以内，符合检修规程要求。进一步将

叶轮装在泵轴上进行动平衡检测，平衡机的精度为 G2.5 平衡机转速达到 800r/min 不平衡量为 2.2g ，因此可以排除转子不平衡而引起振动过高的原因^[3]。

3.4 转动部件与静止部件发生摩擦

如果有零部件发生松动，改变装配位置和尺寸就会发生摩擦，从而引起转子摩擦发生振动，在高速下必然引起损坏事故。此类型的单级悬臂式离心泵，可能发生动静碰擦的部位有：①叶轮与蜗壳；②叶轮与前口环；③叶轮与后口环。经过解体检修未发现摩擦痕迹，泵体运行前现场盘车检查，也未发现有摩擦现象。

4 机泵支撑脚检测

机泵支脚松动或强度较低，都会激发或加剧一些振动问题，是诱发振动的重要影响因素。原支脚是由一块 6mm 厚钢板连接泵体与基座，整体看上去比较薄弱，如图 2 所示。对比泵体各处振动值，发现支撑脚部位振动值最大。



图 2 机泵支撑脚（改造前）

采用便携式振动分析仪对泵进行精密诊断检查，支撑脚处频谱分析表现为 1 倍转频占主导，并伴有相对较小幅值的 1 倍频谐波，如图 3 所示。

通常来说，频谱中 1 倍频占主导的故障主要是转子不平衡、基础刚度不足、不对中等，前述已经通过检查排除了转子不平衡和不对中的影响，结合对支撑脚的检查情况分析认为支撑脚刚度较差，是引发振动最直接的原因。

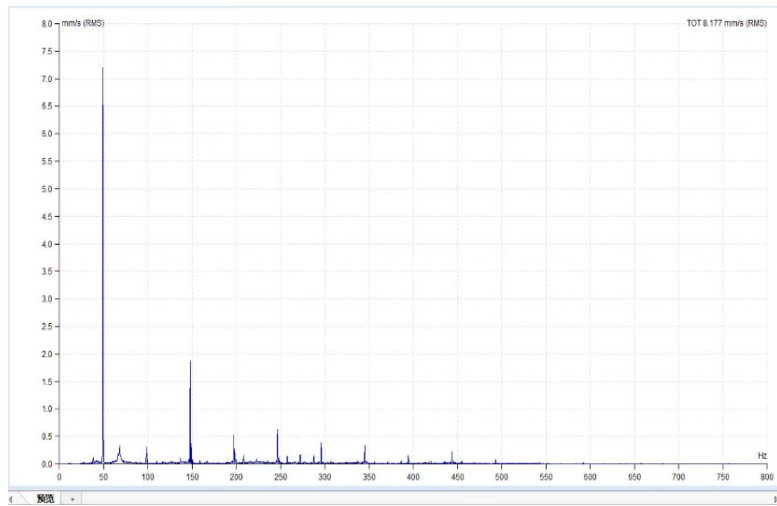


图3 支撑脚处频谱分析

5 对策与措施

经过前期分析，决定将机泵支撑脚进行改造。如图4所示，将支脚钢板由原来的6mm，改为25mm，将泵体与支脚由原来的单边连接改为双边连接，增大与泵体接触面积，由原来的两颗地脚增加为四颗地脚螺栓连接，使支脚与地基

连接面积增加，通过支脚使泵体与地基连为一体。

改进完成后试车合格，振动值最大为1.2mm/s非常理想，本次为解决振动过高对泵体支脚进行改造的方案，相当成功，彻底解决了机泵长期振动较高的困扰，机泵运行时振动值如图5所示。



图4 机泵支撑脚（改造前）



图5 机泵运行时振动值

6 结语

根据以上分析讨论，及现场排查的结果，P2A 泵体振动的原因，基本可总结如下两点：

①泵体前脚支撑刚性不够引起机泵振动，导致轴承，机械密封，联轴器膜片寿命降低，直至损坏，从而引起高频次的检修，工艺和检修人力投入劳动强度增加，严重威胁到尿素装置的长周期安稳运行。

②现在蒸馏塔回流泵 P2B 还存在同样问题，尿素水

解系统要稳定运行，消除后顾之忧，P2B 的改造也势在必行。

参考文献

- [1] 陈长征.设备振动分析与故障诊断技术[M].北京:科学出版社, 2007.
- [2] ISO13709-200 石油、石化和天然气工业用离心泵第11版[S].
- [3] 胡耀笛,蔡斌,朱子根,等.一种改良的升流式水解酸化反应系统: CN202022571796.X[P].CN213679898U,2024-01-26.