

管线振动对泵轴裂纹的影响

□(南)M. Mahulja

普里莫尔·迪那(Polimeri d. o. o-Dina)联合石油化工厂年产7万t低密度聚乙烯(LDPE)。该厂用于冷却反应器输送热水的离心泵,泵轴经常出现裂纹。为减少这种事故的发生,公司引进了维修诊断方法,成功地解决了这个问题。

在化工厂,振动分析是暴露机器故障非常有效的方法。通过系统的监测和分析,就能早期暴露设备故障。下面就是采用振动分析方法发现离心泵泵轴裂纹的例子。

该泵的参数特点如下:卧式,单级,流量 $206\text{m}^3/\text{h}$,扬程226m,功率193kW,转动频率49.7Hz,吸入口压力0.8MPa,出口压力3MPa。

开始出现的第一个现象是机械密封少量的泄露,随后泵轴承箱处测得振动的速度振幅增大。振动增大趋势持续了几天,泵开始产生噪声。停车后,拆开泵检查,发现泵轴出现裂纹。裂纹出现在叶轮锁母螺纹端部的轴肩处。重新给泵装配一根新轴,问题重复发生。对泵轴进行硬度检测表明硬度正常,进行着色浸透检查,没有发现任何损坏的迹象。

当下一次泵运行时,发现机械密封泄露,紧接着发生振动增大趋势时,立刻关掉泵。拆开泵,发现泵叶轮锁母松动。重新装配时,把叶轮锁母焊到叶轮上以防止锁母松动,再次试验,发现叶轮锁母又已松动。

对整个系统(管道、泵和电机)进行仔细的振动测量,包括对入口和出口压力的监测。

振动测量和分析采用的是手提式快速傅利叶变换器,采用速度均方根值。测量点如下(见图1):

1. 泵壳叶轮侧轴承。
2. 电机机壳联轴器侧轴承。
3. 入口管线处法兰。
4. 出口阀。

测量得到以下结果:1点测得总振动速度均方根值(rms)为 4mm/s ,完全符合ISO 2372的级别G的振动标准(振动均方根值超过 11.2mm/s 是不允许的)。

我们在频谱显示图(图2)中可以看到主频在59Hz,可能是由不平衡引起的。对备用泵在同一点进

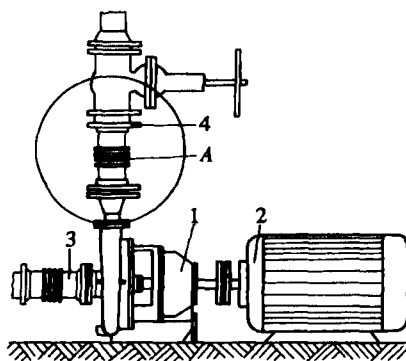


图1

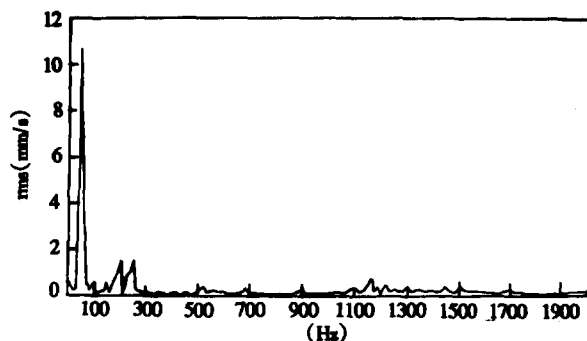


图2

行测量,得到振动速度均方根值为 3.6mm/s 。很明显,两台泵的振动状态良好。

在2点测得的总振动均方根值为 2.2mm/s ,该电机振动值在标准范围内,对泵操作没有影响。

在3点测得总振动均方根值为 1.2mm/s 。在4点测得的总振动均方根值为 10.5mm/s 。对于管道来说,高得太多。频谱图(图2)中的50Hz主频与泵转速 3000r/min (50Hz)相同。在备用泵出口管同一点位置测量,总振动均方根值为 2.5mm/s ,是符合标准的。故障泵入口压力从 0.75MPa 到 0.8MPa ,出口压力从 3MPa 到 3.1MPa 有明显波动,备用泵则没有波动。

综合考虑以上结果,可以断定,出口管线有某种缺陷存在,引起高振动和入口出口压力的不稳定。

接着测量了管道的固有频率,以进一步调查问题

的原因。给故障泵加上外部激发频率,测量其固有频率,得到其固有频率为 50Hz(图 3)。另一个固有频率为 45Hz(图 4)。

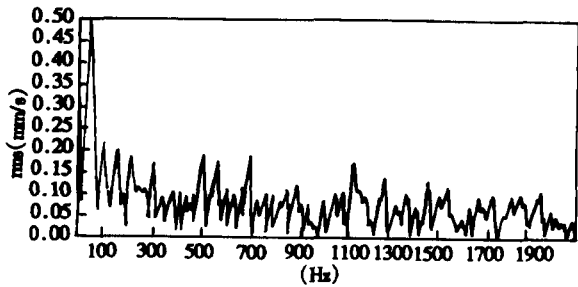


图 3

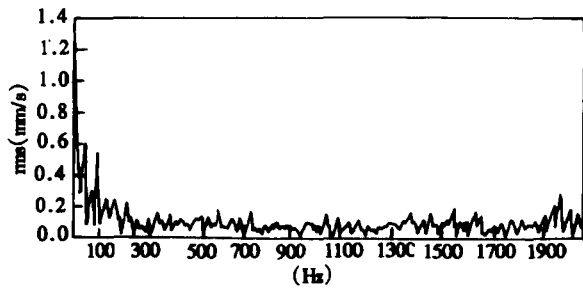


图 4

两个固有频率几乎完全相同,非常接近泵的转速。可以得出结论:出口管道发生共振引起高振动。由于存在不平衡,叶轮存在激发力。为避开管线的固有频率,在泵的止回阀和出口阀之间安装了一个膨胀节 A(图1)。

在泵安装开车后,测得最高的总振动均方根值减小到4mm/s。在频谱图(图5)中可以看到,原来的主频50Hz的振幅(图2中均方根值 10.5mm/s)减小到 0.5mm/s,入口和出口压力波动也没有了。更重要的是,由于叶轮原封未动,可以肯定轴也不会产生裂纹了。

可以设想,与泵体入口和出口连接的出口管线,它的剧烈振动是压力波动的原因。出口压力的波动表明

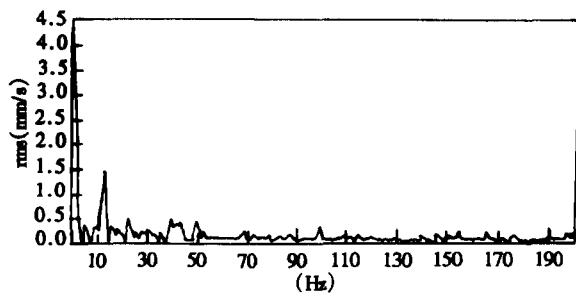


图 5

泵运转不稳定,并形成重复循环。其结果就是把一个动压分力加到静压分力上。参考有关文献知,有某些力加到了泵壳中的叶轮和轴上:径向力作用在轴线垂直面上;转子动力作用在旋转轴线轨迹上;轴向力作用在入口端。

然而,在未安装膨胀节前,当出口压力波动时,转子力呈现很大的变化。因此,为平衡径向力必须加入转子动力和轴向力,这些力的作用结果是使叶轮锁母旋出,从而使泵体吸入端位置改变,然后是轴出现裂纹,产生噪声,在采取预防措施后,未再发现任何变化,泵能连续安全运转。

在该例中可以看到,振动分析是检查和发现问题的非常可靠的方法,也是防止设备可能受到完全破坏的可靠方法。它对于早期发现故障也有很重要的意义,能使有关人员有充分的时间采取正确措施,包括及时订购备件。

[杨玉贤译自《HYDROCARBON PROCESSING》
1998.No8 译校 王秩信]

译者通联:天津联合化学有限公司联维检修公司
300271 [编辑 王 其]

告读者 原拟在本期刊出的《变压器老化程度的评价基准》
("国外设备工程")一文,因版面调整,改在第4期刊出。

本刊编辑部

请浏览、加盟设备信息网

设备信息网——设备管理百科全书,设备及备件调剂、供应、直销和拍卖的专业电子商务平台。

欢迎国内外设备、备件供应企业,设备维修新技术、新材料推广单位,大专院校、科研院所,高技术人才,二手设备、积压备件调剂企业,商品直销、拍卖单位加盟。设备信息网免费为国内外工矿企业设备管理工作提供信息服务。为网上采购设备、跟踪国内外设备管理先进水平服务。

河北省设备管理协会携 300 余家会员单位和全省数千家工矿企业一致欢迎浏览与加盟。

设备信息网为企业注册域名、网站策划、网络营销咨询和进行技术培训。

河北设备维修中心

咨询热线:电话:(0311)6069914 传真:(0311)6045487

网址:WWW.HBSB.com.cn

E-mail:hbsb@public.hebnet.gov.cn