

离心风机故障诊断与降噪技术研究进展

杨鹏(青海盐湖镁业有限公司, 青海 格尔木 816099)

摘要: 离心风机在长期高负荷的流体传输过程中, 容易出现部件松动摩擦、转子动不平衡和对中不良等故障。通过离心风机故障诊断技术可快速定位故障位置, 提高风机的运行效率。离心风机运行过程中会产生持续性的气动性噪声, 采用主动与被动降噪技术可降低气体介质的紊流度, 降低噪声的分贝数, 改善离心风机的操作环境。

关键词: 离心风机; 故障诊断; 噪声预测; 降噪技术

中图分类号: TH43 **文献标识码:** A

Research on Fault Diagnosis and Noise Reduction Technology of Centrifugal Fan

YANG Peng (Qinghai Salt Lake Magnesium Industry Co., Ltd., Geermu 816099, China)

Abstract: In the long-term high load fluid transmission process, centrifugal fans were prone to loosen parts, friction, rotor dynamic imbalance and poor alignment. Through the fault diagnosis of centrifugal fan, the fault location could be quickly located and the operation efficiency of the fan could be improved. The continuous aerodynamic noise would be produced during the operation of centrifugal fan. The active and passive noise reduction technology could reduce the turbulence of gas medium and the decibel of noise, improve the operation environment of centrifugal fan.

Keywords: centrifugal fan; fault diagnosis; noise prediction; noise reduction technology

0 引言

离心风机是金属冶炼行业中重要的流体传输设备, 一般对其运行参数的监测包括: 流量、压力、振动等, 利用这些监测指标只能简单地反馈设备的运行状态, 并不能提供设备故障的诊断信息。因此, 探究离心风机故障诊断技术对迅速定位风机故障部位、提高设备的运行效率具有重要的工程实际意义。

随着人们对安全生产理念和职业健康的深入理解, 离心风机机组产生的气动性噪声逐渐受到普遍关注。当前对降噪离心风机的研发还处于实验室研究阶段, 其研发的周期较长, 对设计人员的经验要求较高, 并用于工程实际时受众多因素影响。离心风机噪声是流体振动和流体与部件之间的摩擦造成, 如何降低离心风机的工作噪声, 改善风机的操作环境, 降低部件之间的摩擦损失需要大量的研究工作。

针对离心风机故障的诊断与降噪的实际需要, 对现有文献进行总结, 综述了离心风机的故障诊断的技术、噪音的预测与控制技术, 为离心风机的安全稳定运行提供参考。

1 离心风机故障诊断

离心风机是金属冶炼行业中的基础设备, 它可以用于一次送风和二次冷却送风、烟气除尘抽风、离心压缩送风等, 具有风机故障中的共性, 如滚动轴承、轴瓦、地脚等部件松动摩擦与刚度不足引起的故障, 部件离心引起的转子动不平衡和对中不良的故障。其中, 离心风机故障以转子动不平衡振动为主, 约占所有故障总数的40%^[1]。而转子动不平衡的原因是金属材料腐蚀导致的缺陷、转子本身结构设计和制造的不合理、安装误差导致转子质心偏离风机轴承等。

离心风机故障诊断分为三个部分: (1) 采用高灵敏度传感器对风机各参数指标进行采集。许峰^[2]就采用压电式与磁感应

式等两种方式耦合的传感器用于风机参数的采集, 大幅度提高了故障监测的灵明度。(2) 利用计算机数据处理与分析技术进行编码与信号提取。潘作为^[3,4]等通过小波降噪与时频分析对轴承摩擦故障响应数据进行计算, 采用该分析方法提高了数据计算的可靠性。(3) 根据故障特征进行数据模拟与计算, 定位可能的故障部位。Hurault^[5]等研究结果表明, 风机外壳与转子振动会引起转子动不平衡, 并采用雷诺应力三维模型对转子振动响应数据进行模拟, 消除噪声与其他响应信号对故障的位置定位的干扰。离心风机故障的迅速解决取决于以上三个步骤的共同作用。例如, 史庆余^[6]等对低速运转下的离心风机出现振动爬升的现象进行了研究, 并对风机轴承在运转全过程的振动响应进行了分析。根据风机轴承振动的变化并结合时域特征分析, 发现风机轴承的振动是转子与定子碰撞与摩擦造成。同时调整密封间隙后, 机组运行情况大大改善。袁博^[7]针对离心风机运行过程的振动图谱数据, 经过气流流量与压力性能曲线的计算与分析, 认为气流激励会引起机组异常振动, 气流气流激励诱发振动的故障频率在0.5~0.8倍频区间。周云龙^[8]等采用模态分解(EMD) 对联轴器振动响应进行分析, 建立自回归(AR) 模型。结果表明, 离心风机轴承不对中的故障频率以2倍频为主。

综上所述, 离心风机故障诊断的可靠性取决于数据采集方式的可靠性、数据算法与模型建立的准确性, 由于离心风机的各参数指标的关联性、计算的复杂性, 以及如何采用云计算等智慧方法快速定位风机故障部位仍然是研究的热点。

2 离心风机降噪技术

离心风机叶轮在输送流体过程中, 会导致流体无规律的振动产生噪声。目前对离心风机噪声的控制主要是通过改变风机的蜗壳结构与进口位置避免声源的产生或者安装消声器等方法对声能进行吸收。

2.1 噪声源预测

研究者通过对风机噪声产生机理的探究,发现离心风机的噪声是由偶极子气动噪声源振动产生。通过消除风机噪声源可以从源头杜绝噪声的产生,因此如何预测风机噪声源研究者们亟待解决的问题。而对离心风机噪声源的预测是通过以下途径进行的,首先根据金属冶炼行业实际工矿,采用fluent等模拟计算软件对离心风机内部流场的定常数值与非定常数值进行计算与建模,并仿真偶极子声源,对原始风机的结构进行改造,验证噪声源的位置^[9]。

2.2 降噪技术

离心风机降噪技术主要分为主动降噪与被动降噪,主动降噪是从源头降低噪声。刘绍辉^[10]等就通过对风机内部加装防涡圈和入口加装仿真导流板,降低了风机内部流场湍流度,使噪声升压分别降低了0.7dB和2dB。而被动降噪是指在传播过程中吸收风机产生的噪声,一般采用吸声材料的多孔性消除风机噪声,如采用多孔玻璃纤维吸音板可以使噪声降低约1dB^[10]。也可使两种降噪方式结合,如朱志能^[11]等结果表明离心风机的气动噪声来源于蜗壳,在蜗壳内壁增加穿孔板和隔音棉等手段能够有效降低风机的噪声。王广夫^[12]等采用阻性消声器与吸声材料大幅度地降低了理性风机的噪声污染。闫苗苗等^[13]对7种风机降噪方案进行验证,结果表明,隔声罩的降噪效果优于消声器,隔声罩与消声器共同用于风机,噪声峰值降低到58dB。并且吸声材料采用双层结构并且表面加装阻尼后,降噪效果明显提高。尽管对金属冶炼行业离心风机的主要噪声源的研究较少,隔声罩可能影响风机的散热,采用消声器和吸声材料共同控制噪声不乏为有效降噪手段。

3 结语

目前,研究者对离心风机故障诊断技术的探究主要关注在排除其他响应的干扰,提高故障振动响应的数据模拟与计算可靠性的难点方面。噪声源预测过程中,风机内部流场可靠性模型的建立,主动降噪与被动降噪的兼容降噪方式探究仍然需要大量的研究工作。

参考文献:

- [1] 张健. 机械故障诊断技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [2] 许峰. 故障诊断技术在离心式风机中的应用与实践[D]. 安徽工业大学, 2016.
- [3] 潘作为. 大功率电站风机振动监测及故障诊断方法研究[D]. 华北电力大学(北京), 2016.
- [4] 胡三高, 安宏文, 马志勇, 等. 基于小波奇异值分析的汽轮机碰磨特征提取[J]. 动力工程学报, 2013, 33(03): 184-188.
- [5] J. Hurault, S. Kouidri, F. Bakir, et al. Experimental and numerical study of the sweep effect on three-dimensional flow downstream of axial flow fans[J]. Flow measurement and instrumentation, 2010, 21(2): 155-165.

下转第206页

化工生产压力容器腐蚀问题的原因及防护措施

张攀(新疆化工设计研究院有限责任公司,
新疆 乌鲁木齐 830001)

摘要:化工企业需要严格按照相关要求落实好压力容器的检查维护和管理维护工作,结合提前制定好的规划,定期做好压力容器的取样检测工作,不断强化压力容器的管理维护力度。文章对压力容器的腐蚀问题原因及类别进行分析,提出应对和解决压力容器腐蚀问题的措施。

关键词:压力容器;腐蚀;化工生产;防护处理

0 引言

压力容器是化工设备中一大重要类别。压力容器是经常在复杂特定的环境中使用,受到不同因素的影响,容易导致压力容器出现腐蚀问题,只有采取科学的化工生产防护处理对策才能有效缓解压力容器设备的腐蚀问题,延长设备的使用周期,为压力容器的正常运行奠定扎实的基础。

1 压力容器腐蚀问题类别

1.1 压力容器的应力腐蚀问题

所谓的应力腐蚀主要是指金属材料受到应力因素或者其他环境因素的影响,主要是由于拉应力过大从而导致的延迟裂纹。应力腐蚀开裂的表面症状并不明显,如果出现裂纹就会加速腐蚀和破坏。到目前为止,对应力腐蚀检测工作的难度依然较大,应力腐蚀破坏的出现可能性在不断增加,在设备的生产前后或者设备运行过程中都有可能出现腐蚀问题。

1.2 压力容器的物理腐蚀问题

这种腐蚀问题主要是由于压力容器受到物理溶解因素的影响出现了破坏问题。造成物理腐蚀的主要因素是全面腐蚀、晶间腐蚀以及应力腐蚀等问题。比如,对于放置熔融锌的钢容器来说,它的腐蚀主要是铁受到液态锌的影响,从而出现了不同程度和不同类型的腐蚀,影响容器的正常作用发挥,物理腐蚀带来的损伤也较大,制约压力容器自身作用的发挥。

1.3 压力容器的化学腐蚀问题

这种腐蚀也可以称为干腐蚀,主要是指压力容器的金属外表与电解质溶液发生电化学反应,这样就会造成压力容器的破坏,化学反应中不存在电流。化学反应本身就是由于金属外观的原子和非电解质的氧化剂之间发生氧化还原反应,从而出现腐蚀产物,化学腐蚀反应大都发生在干燥环境或者非电解质溶液中。

1.4 压力容器的电化学腐蚀问题

这种腐蚀可以称为湿腐蚀,主要是指压力容器的金属外表与电解质溶液发生电化学反应,这样就会造成压力容器的内部损坏,化学反应中存在电流。电化学腐蚀的发生条件需要至

1.4 装置能耗下降

通过先进控制系统卡边操作及离线优化系统提供的指导,乙苯苯乙烯装置工艺操作参数得到优化,装置能耗下降。

先进控制系统投用后,装置的运行平稳性获得很大提升,通过相关参数的调整逐步实现系统卡边优化,如对于精馏塔,在保证塔内温度分布稳定的基础上通过回流量与塔釜热源的匹配实现了回流量最小化、塔顶冷后温度的高控,以及烃化反应条件的操作优化,平稳了反应单元进料负荷,降低了装置生产能耗。乙苯装置能耗下降约1.9kgOE/t,降幅1.47%(表4);苯乙烯装置能耗下降2.3kgOE/t,降幅约0.85%(表5)。

表4 乙苯装置综合能耗对比表

月份	2017.10	2017.11	2017.12	2018.5
能耗/(kgOE/t)	131.97	130.76	135.66	113.94
产量/t	27796	27343	27809	30697
装置负荷/%	104.6	106.4	104.7	115.5

注:乙苯装置评价节能效果时,已将生产负荷、T104塔操作优化的影响扣除。

表5 苯乙烯装置综合能耗对比表

月份	2017.10	2017.11	2017.12	2018.5
能耗/(kgOE/t)	264.58	270.99	273.72	267.49
产量/t	24782	24003	24712	25053
装置负荷/%	99.9	100.0	99.6	101.0

1.5 每年增产苯乙烯112吨

通过对苯乙烯精馏塔操作参数、塔顶塔釜指标的模拟,在保证苯乙烯产品合格的前提下,对苯乙烯产品纯度进行卡边操作,苯乙烯纯度由99.92%降低至99.88%,解决了苯乙烯产品质量纯度过剩的难题,每年增加苯乙烯产量约112吨,增效约95万元。

2 项目实施效益评价

乙苯苯乙烯装置过程优化和先进控制系统的实施带来的经济和社会效益体现在如下几个方面:

(1) 先进控制系统的成功开发和应用,主要工艺参数标准方差降低了53.2%,使得装置生产平稳性显著提高,保障了装置的长周期运行;

(2) 对相关单元如精馏塔、反应器操作进行了优化,降低了装置能耗,其中乙苯装置综合能耗降低1.47%,苯乙烯装置综合能耗降低0.85%;

(3) 先进控制系统投用率达到95.4%左右,提高了企业的自动化水平,显著降低了操作人员的劳动强度^[2]。

3 项目优化及改进建议

由于该技术对仪表测量的准确性和稳定性要求较高,装置有少数流量计存在一定的测量误差及波动,在投用先进控制时,容易产生波动。建议在装置检修时,更换该仪表,确保测量的准确性和稳定性。

目前乙苯苯乙烯装置只是完成了全流程建模及离线优化,对于装置的优化及调整无法做到及时有效。建议对关键部位增加在线分析仪表,通过对反应物料组成、塔顶塔釜物料组成进行及时分析,及时反馈调整,实现在线实时优化调整功能^[3]。

4 结语

通过本技术的应用,乙苯苯乙烯装置建立了反应控制器、精馏控制器,并在DCS操作站上建立人机交互界面,同时,利用苯乙烯生产过程工艺模型和知识库,建立过程优化层、模型预测控制优化层、模型预测控制动态层、DCS控制层四层优化控制结构,同时该系统操作界面友好,操作简便,可在控制界面中根据需求输入不同的控制参数及调优方案,实现苯乙烯生产过程工艺操作的稳态优化和动态控制无缝联接,提高生产优化的可靠性和可操作性,降低装置能耗,提高企业经济效益。目前大榭石化乙苯苯乙烯装置能耗在同行业中处于领先水平,该项目的实施,具有较强的推广性及借鉴意义。

参考文献:

- [1] 乙苯苯乙烯装置生产过程优化和先进控制系统应用项目立项论证报告书,2017(01).
- [2] 乙苯苯乙烯装置生产过程优化和先进控制系统应用项目标定报告,2018(11).
- [3] 乙苯苯乙烯装置生产过程优化和先进控制项目投用总结及后评价报告,2018(12).

上接第192页(文章题目:离心风机故障诊断与降噪技术研究进展)

- [6] 史庆余,李慧峰,金楠.离心压缩机转子与密封碰磨的故障诊断及特征分析[J].风机技术,2017,59(S1):45-48.
- [7] 袁博.气流激励引起的风机振动故障诊断[J].风机技术,2017,59(06):81-86.
- [8] 周云龙,王锁斌,刘永奇.自回归和EMD用于离心式风机不对中故障分析[J].振动、测试与诊断,2011,31(05):582-585,663.
- [9] 毛义军,祁大同,赵忭,等.风机噪声预测及控制方法的研究进展[J].风机技术,2014,56(03):67-74.
- [10] 刘绍辉.离心风机气动噪声降噪技术研究[D].电子科技大学,2015.
- [11] 朱志能,崔浪浪,吴和远.空间站用离心风机降噪技术研究及验证[J].风机技术,2016,58(05):44-48.
- [12] 王广夫,张磊,戴君煜,等.船舶空调器室内离心风机的降噪技术研究[J].机电设备,2017,34(01):13-18.
- [13] 闫苗苗,冯毅,周志彬.旋涡风机的隔音降噪技术试验研究[J].工程机械,2019,50(03):26-34,7.

作者简介:杨鹏(1989-),男,青海盐湖镁业有限公司/助理工程师,本科,研究方向为机械设备降噪技术的探究。