

化工污水站风机节能降噪改造及经济效益分析

樊苏哲 王严雄 李 渊 (陕西兴化集团有限责任公司, 陕西 咸阳 713100)

摘要: 兴化化工污水处理岗位离心鼓风机已投用近10年, 由于设备使用长期使用, 设备故障变得频繁发生, 影响污水处理稳定运行。本文对目前主流风机进行比较, 选取磁悬浮风机作为本次节能降噪改造的风机型号, 进一步得出可行性的改造方案。

关键词: 化工污水站; 风机节能降噪; 改造; 经济性

1 项目概况

陕西延长石油兴化化工有限公司的污水处理装置占地1.5万m², 投资2000余万元, 项目于2012年6月投入运行。采用SBR工艺, 处理生产装置区生产污水、污染区初期雨水、清洗污水、事故排水及生活污水, 处理能力200m³/h。

污水处理岗位现有6台鼓风机, 均为上海华鼓C系列多级离心鼓风机, 设计负荷为4用2备, 自项目试开车投用至今。随着设备使用年限的增加, 风机噪音变大、故障率增加, 故障检修既对污水生化工艺的运行有影响, 也耗费检修和维修费用。故, 急需对现有鼓风机进行更换或升级改造。

同时, 针对目前政府部门对设施环保运行的重视, 节能、降噪将作为本次风机改造的重要指标项目。

2 风机选型

目前污水处理工艺主流风机主要为: 罗茨风机、离心鼓风机、空气悬浮风机、磁悬浮风机等。

2.1 罗茨风机

罗茨风机属于容积式风机, 是利用安装在两根平行轴上的两个叶形转子相互啮合、相向转动, 每个叶轮与风机壳构成了一个密封的腔体, 进入端的气体在叶轮转动的中, 被两个叶轮夹角构成的密封腔不断地带到排气端, 在进入端形成了真空腔, 空气被大气压强作用进入进入端腔体, 两个叶轮持续运转, 气体不断地从进入端输送到排气端, 最后从排气口排出。

2.2 离心鼓风机

离心式鼓风机作用原理是将动能转换为势能, 经电机驱动, 高速转动的叶轮将气体先加速、后减速、改变流向, 使动能变化为势能(压力)。单级离心风机: 气体从风机轴向进入风机壳内, 被叶轮加速时变成径向运动, 最后进入风机扩压器内, 在此, 气体再次改变运动方向造成减速, 将动能转换成压力势能。多级离心风机: 用回流器将气体导入下一级叶轮, 产

生更高的压力势能。

2.3 空气悬浮风机

空气悬浮风机是一种以“超高速直联电机”、“空气悬浮轴承”为主要核心的高速离心风机。空气悬浮轴承主要由径向轴承以及止推轴承等构件构成。开机前回转轴和轴承之间有接触, 开机的時候回转轴和轴承形成相对运动, 风机自身产生的高压气流将回转轴悬浮起, 形成稳定浮力, 从而达到回转自如的目的。

2.4 磁悬浮风机

磁悬浮风机是一种以“磁悬浮轴承”和“永磁电机”为主要核心的离心式鼓风机。

其主要结构是风机叶轮直接安装在加长电机轴上, 而转子则垂直悬浮于电磁轴承控制器上, 没有增速器及联轴器, 由高速电机直接带动叶轮旋转产生气流。

由表1所示, 我们初步确定采用磁悬浮风机对污水处理现有鼓风机进行改造。

表1 参数对比

		罗茨风机		传统离心鼓风机		空气悬浮风机		磁悬浮风机	
		多级	单级						
轴承	形式	滚珠轴承		可倾瓦轴承		铂片轴承		磁轴承	
	技术来源	国产		国产/进口		进口		国产/进口	
	寿命	1~2年	2~3年	3~5年				半永久性	
	能耗	约2%		3%以上		启动时能耗高		能耗低	
叶轮	形式	铸造件	铸铝	铝合金三元流					
	寿命	5~8年	10年	15年		20年			
	动力学效率	低		较高		高			
电机	类型	低速异步电机		高速电机		高速永磁电机			
	传动形式	皮带/联轴器		联轴器		直接连接			
	电机效率	86%	87%	94%		95%		95%以上	
	转速调控	不能调控				精确调控			
	工作范围	很窄		较窄		较宽			
	安装	吊具	需要				不需要		
基础		需要				不需要			

维护	润滑油	每班检查, 定期添加			不需要	
	易损件	轴承、 齿轮	轴承、 密封件	轴承、 齿轮、 润滑油泵	轴承、 过滤网	过滤网
运行	费用	低	中	高	高	低
	费用	最高	高	中	低	最低
	噪音 dB	> 85	< 85	> 85	< 80	
整机	投资	最低	中	高		
	效率	< 70%	< 80%	75~80%	< 80%	< 80%
	价格	低	较低	进口价高	适中	
售后维保	故障率	高	周期短	周期长	周期长	周期一般
	高单次 费用低	高	单次费 用高	单次费 用高	单次费 用很高	单次费 用高

3 磁悬浮风机

3.1 简介

磁悬浮风机是一种采用磁悬浮轴承的高效单级离心鼓风机。风机叶轮直接安装在加长电机轴上, 而转子则垂直悬浮于电磁轴承控制器上, 没有增速器及联轴器, 由高速电机直接带动叶轮旋转产生气流。由变频器来控制风机转速及风量。此类风机通常采用一体化设计, 它的电机、电磁轴承控制系统、变频器和控制系统等均采用集成设计。它的核心是技术磁悬浮轴承和永磁电机。

3.2 结构特点

磁悬浮风机主要构件: 叶片、磁性轴承、高速永磁电机和变频器四部分。主要结构如下图 1。

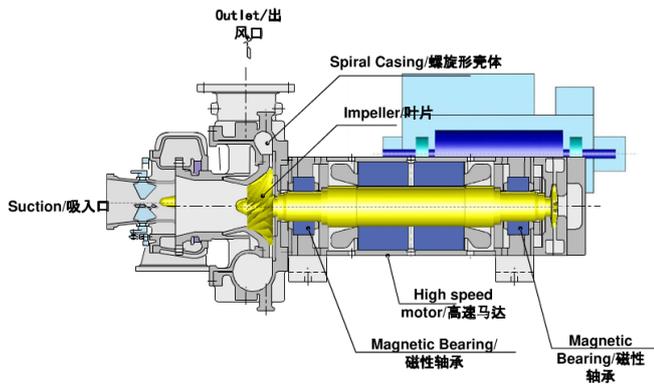


图 1 磁悬浮离心式鼓风机结构图

磁性轴承的功能是实现转动轴承的悬浮, 通过预先设置的定位传感器检测轴承的位置信号, 然后把该信号输送至控制系统进行调理、运算和放大, 最终得到控制电流, 再将该控制电流输送到磁性轴承, 产生对转动轴承的可控吸力, 从而实现转动轴承的磁性悬浮。

高速永磁电机的作用是带动转动轴承的旋转, 通

过变频器产生的频率可调的交变电流, 将该电流输送至电机定子即可产生变化磁场, 带动转子高速转动。

叶片的作用是为气体提供动能, 高速旋转的叶片带动气体从风机壳的进气口进入, 气体在蜗壳的导流与加压作用下, 形成具有一定速度与压力的气体, 最后从蜗壳的出气口排出, 实现了风机的鼓风。

3.3 磁悬浮风机性能曲线 (见图 2)

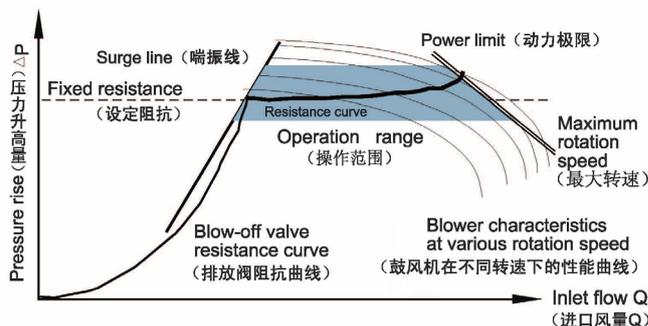


图 2 磁悬浮风机性能曲线

4 性能优势

4.1 节能高效

磁悬浮风机采用了高强度叶轮、高速同步永磁电机、主动式磁悬浮轴承、以及直联电机等多项先进技术, 运行时无物理接触, 实现了高速变频调节, 奠定了本风机高效节能的基础, 使得风机运行效率可达 82% 以上, 相较于传统多级离心式风机, 可节电 30~40%。

4.2 低噪音低振动

由于采用悬浮式轴承的技术, 转子部分与定子部分无物理接触、无摩擦, 从而保证了风机在运行时噪音可控制在 80 分贝以下, 符合国家环保部门对生产现场的噪音控制标准。设备运行振动小, 无需定制基础。

4.3 维护方便、成本低

由于采用悬浮式轴承的技术, 没有普通离心风机所必须的具有的复杂的齿轮变速箱及轴承系统, 无需润滑及机械保养, 轴承永不磨损, 日常维护仅仅需要及时更换过滤棉, 省去了人工维护修理, 降低了维修成本, 减少风机故障率, 提高了污水系统的稳定性。

4.4 体积小重量轻

磁悬浮风机采用一体化设计, 内部集成了流体部件、电机、变频器等, 整机结构紧凑, 机房占地面积小。重量轻, 安装简单, 不需要大型起重机。

4.5 集成性高

运行监测系统、过滤系统、自动冷却系统、全自动防喘震系统、停电以及故障保护系统等部件全部集成在风机控制单元，自带显示屏实时显示风机运行状态，为操作带来极大便利。

4.6 可变频控制

可加装远程监控系统在线监控风机运行状态，观察风机运行工况，由变频器控制风量风压，可随时根据生产工艺调节曝气量和溶解氧浓度。

5 技改方案

5.1 污水处理原曝气系统工艺流程简图（见图 3）

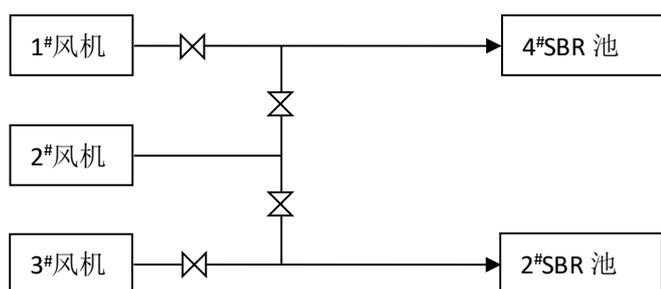


图 3 原曝气系统工艺流程简图

污水处理岗位曝气系统由两个相对较独立且完全一致的体系组成，即 1#、2#、3# 风机组成一套两用一备的体系向 2#、4# SBR 池鼓风，4#、5#、6# 风机组成另一套两用一备的体系向 1#、3# SBR 池鼓风。

5.2 拟改造方案

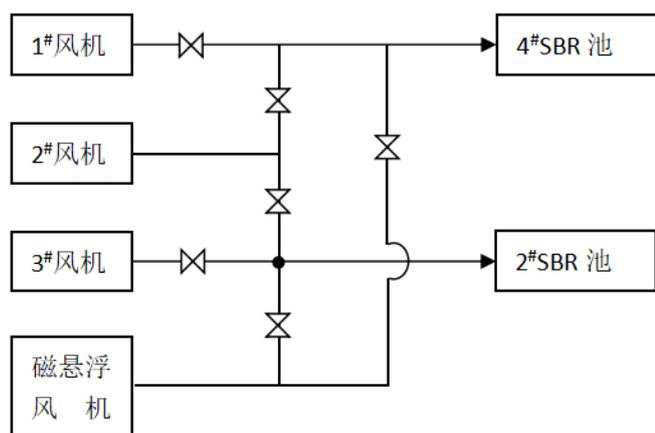


图 4 改造后曝气系统流程简图

本次技改计划新购置 1 台自带变频器及调节系统的高效磁悬浮离心鼓风机，安装至 3# 风机北侧，作为主动风机，将原有 1#、2#、3# 风机中的 2 台作为备用风

机。同时，需将新增磁悬浮风机接入原 PLC 操作系统，实现程序控制。改造后工艺流程简图，见图 4。

6 效益分析

6.1 经济效益

6.1.1 节约电耗

污水处理目前风机单台实际运行功率约为 110kW，正常情况下磁悬浮风机理论节电 30~40%，节约用电约 33kW；根据 SBR 池运行特点，每台风机每天运行 4 个周期，合计 16h，全年累计运行约 5760h（环保设施，年投用按 360 天计）。年总节电效益约为 9.7 万元（0.51 元/kWh）。

6.1.2 维护费用

原有华鼓 C 系列离心风机需定期添加/更换润滑油，更换轴承以及由此产生的人工等费用；磁悬浮风机正常使用无需添加/更换润滑油，无需检修机械部分，轴承磨损可以忽略，日常维护仅需定期更换过滤棉，年节约维护费用约 1.0 万元。

6.2 环保效应

①原有离心风机因投用时间较长、故障频发，有时因 A 台风机故障，尚未得到彻底检修，而 B 台风机已出现异常征兆，为确保 SBR 池污泥活性，不得不通过减少进水负荷的途径，缩短风机运行时间，从而延长风机带病运行天数。但是，由此导致的系统污水不能及时得到处理，部分污水需暂存事故水池，等风机彻底检修后，才能逐步消化，环保压力很大；

②国家环保要求实测现场噪音不得超过 85 分贝，而目前实测现场噪音为 80~85 分贝，需对现场进行降噪改造，而磁悬浮风机的投用，将会大幅降低噪音，操作环境得到很大改善；

③磁悬浮风机自带显示屏实时显示风机运行状态，准确反映出 SBR 池的运行情况，同时可精确调节风量风压达到节能高效目的；

④原有 C 系列离心鼓风机作为备机使用。

7 结束语

本次技改将会极大限度解决目前风机故障频发、噪音居高不下的难题，同时为公司节约电耗，使污水处理系统达到长周期、高效平稳运行。

参考文献：

- [1] 许文杰, 张晓力, 杨洁等. 浅谈电气节能技术的现状及应用前景 [J]. 信息记录材料, 2019, 20(01): 228-229.
- [2] 熊波. 浅谈某污水处理厂的工艺调整及节能降耗措施 [J]. 中国新技术新产品, 2019, No.402(20): 97-99.