

# 空气悬浮离心鼓风机在火电厂脱硫中的应用

武洪涛\*

中铝山东有限公司热电厂, 山东 255051

**摘要:** 一般火力发电厂采用石灰石—石膏湿法脱硫工艺, 脱硫塔氧化风机通常采用罗茨鼓风机, 使用过程中存在效率低、能耗高、噪声大、故障率高的不足, 我们一直积极探索新设备替代罗茨风机, 而空气悬浮离心鼓风机的出现, 以其环保、高效、节能、低噪等优势在火电厂脱硫系统中得到应用, 展现了其良好的设备性能。

**关键字:** 空气悬浮离心鼓风机; 氧化风机; 节能; 降噪

## 一、前言

近年来, 对环保的要求越来越严, 已上升到国家治理层面, 火力发电厂必须满足超低排放的标准才能运行。目前, 火力发电厂脱硫工程大部分采用湿法脱硫, 该脱硫方法中, 烟气中的二氧化硫与浆液中的碳酸钙发生反应, 生成亚硫酸钙在吸收塔底部的持液槽被氧化风机鼓入的空气强制氧化, 最终生成石膏<sup>[1]</sup>。鼓风机作为氧化风机的主要设备, 其安全、稳定、高效运行一直是衡量系统综合效益的重要指标, 设备的选型将直接影响整个工程投资经济性、技术性以及投运以后脱硫塔的运行效果、运行经济性<sup>[3]</sup>。

## 二、罗茨风机的工作原理及主要特点

罗茨风机是一种容积式鼓风机, 通过一对转子的“啮合”(转子之间有间隙, 又不相互接触)使进气口隔开, 转子由一对同步齿轮传动, 做反方向运动, 将吸入的气体无内压缩的从吸气口推至排气口<sup>[2]</sup>。气体到达排气口的瞬间, 因排气侧高压气体的回流而被加压, 从而完成气体输送。主要工作原理是利用两个叶形转子在气缸内作相对运动来压缩和输送气体的回转压缩机。这种鼓风机结构简单, 制造方便, 广泛应用于水产养殖增氧、污水处理曝气、水泥输送, 更适用于低压力场合的气体输送和加压系统, 也可用作真空泵等<sup>[1]</sup>。

罗茨风机主要由机壳、墙板、叶轮、油箱、消声器五大部分组成。机壳主要起到支撑(墙板、叶轮、消声器)和固定的作用; 墙板主要用来连接机壳与叶轮, 并支撑叶轮的旋转, 以及起到端面密封的效果; 叶轮是罗茨风机的旋转部分, 分两叶和三叶, 但由于三叶的比两叶的出气脉动更小、噪声更小、运转更平稳等很多优点, 已逐渐代替两叶罗茨风机; 油箱主要用于存放用来润滑齿轮及轴承的润滑油; 消声器用来减小罗茨风机的进、出时由于气流脉动产生的噪音<sup>[2-3]</sup>。

罗茨风机需要固定在地面上, 运行时噪音较大, 在实际运行中机旁噪音达到100分贝以上, 调节范围比较窄, 出口空气温度很高, 管道布置应考虑在运行过程中防止烫伤。运行中能耗比较高, 风机效率比较低<sup>[1]</sup>。

## 三、空气悬浮离心鼓风机的工作原理及主要特点

空气悬浮离心鼓风机借鉴了飞机的涡轮发动机技术, 是一种全新概念的单级高速离心鼓风机, 由主机、出口扩压管、放空阀、变频器、控制器、过滤器箱体等组成整机高度集成, 风机主机由高速永磁同步电机、空气悬浮轴承、三元流叶轮、蜗壳构成。叶轮与转轴悬浮于空气轴承上; 空气悬浮轴承包括止推轴承和径向轴承启动前转轴和轴承有物理接触, 启动时转轴和轴承相对运动以形成空气膜, 使转轴处于悬浮状态, 空气悬浮轴承无需润滑油, 效率高损耗低, 可应用于10万转/分钟的高速永磁同步电机, 寿命可达20年。三元流叶轮采用高硬度热处理AL7075航空铝材通过五轴加工表面光滑干净、重量轻、能耗少, 因叶轮与转轴直联动力传递效率可达100%<sup>[2]</sup>。

空气悬浮风机整机结构采用一体化设计, 无需做基础设施可直接安装。采用空气悬浮轴承无需润滑油、半永久性免维护轴承; 电机采用高速永磁同步电机转速可达10万rpm/min; 采用先进的变频控制技术、控制系统先进通过变频调节风量, 保证了风量和风压波动的工况下效率始终处于最佳状态; 风机结构简单、零部件少、故障率低; 安装无需

\*通讯作者: 武洪涛, 1982年11月, 男, 汉族, 山东临朐, 就职于中铝山东有限公司热电厂, 高级工程师, 在职研究生, 工程硕士。研究方向: 电气工程及其自动化, 机械工程。

做基础占地面积小可直接安装；噪音低、效率高、维护费用低。空气悬浮离心鼓风机节能30%~40%<sup>[1]</sup>。

## HIGH SPEED DIRECT DRIVING TECHNOLOGY



### 四、空气悬浮离心鼓风机在发电厂脱硫系统中的应用

中铝山东有限公司下属的电厂脱硫系统进行了氧化风机改造，将原有1台罗茨风机拆除，更换为空气悬浮离心鼓风机，改造后汇总如下<sup>[2]</sup>。

#### (一) 风机风量

原1台罗茨风机风量为 $45\text{m}^3/\text{min}$ ，更换的1台空气悬浮离心鼓风机风量为 $55\text{m}^3/\text{min}$ ，风量有所提升。

#### (二) 电机功率合计

原罗茨风机为132kW，更换后为90kW，空气悬浮离心鼓风机更具有节能性。

#### (三) 占地面积

空气悬浮离心鼓风机有明显优势，风机机身尺寸长宽高（mm）为1785/1100/1700；约 $1.96\text{m}^2$ 的占地面积<sup>[1]</sup>。

#### (四) 噪音

空气悬浮离心鼓风机在75dB~80dB左右，而罗茨风机则在140dB左右。

#### (五) 后期维护工作量

空气悬浮离心鼓风机仅更换过滤棉无明显检修，维护工作量和成本也不会随时间推移增加，所以明显低于原有风机<sup>[2]</sup>。

#### (六) 使用效果

试用空气悬浮风机节能量效果明显，目前来看该风机较原氧化风机节电25%以上，自风机开机平均每日用电为1430kW，原型号氧化风机平均每日用电为1840kW，平均节电410kW/天<sup>[2]</sup>。

空气悬浮风机试用过程完全实现无人值守免维护，运行30天无任何故障，风机入口滤棉压差维持300pa以内，电机温度稳定在 $105^\circ\text{C}$ 允许范围内，其他参数全部安全可控，完全符合脱硫塔氧化风系统设备要求，适合脱硫系统使用；风机现场噪音明显降低，达到80分贝以下，达到降噪环保要求；风机使用后降低了炉内石膏中亚硫酸钙的含量（原本含量为：0.13~0.15，目前含量为0）<sup>[2]</sup>。

### 五、结论

在火电厂脱硫的应用中罗茨鼓风机和空气悬浮离心鼓风机两种风机的性能存在各自的优缺点。罗茨鼓风机相对于空气悬浮离心鼓风机的最大优势是价格，但罗茨风机随着时间的推移维修成本较高且人工操作存在安全隐患，而空气悬浮离心鼓风机相对于罗茨鼓风机的最大优势是风机效率及节能降噪性。因此在电厂烟气脱硫工程的风机选型中，从长期运营及环保的角度考虑出发空气悬浮离心鼓风机更适用于火电厂脱硫的应用中<sup>[3]</sup>。

火力发电厂在采用空气悬浮离心鼓风机作为氧化风机实施节能改造后，在降低设备维护成本，延长设备使用寿命，简化操作及节能降噪等方面也有着诸多优势。通过工艺对比和对空气悬浮离心鼓风机进行可行性分析，结果表明，空气悬浮离心鼓风机可以完全替代传统罗茨风机和单级高速离心风机，并且在节能效果和经济效益明显，进行节电改造后不仅能为企业创造很高的经济效益，同时还能为社会创造环境效益<sup>[3]</sup>。

**参考文献:**

- [1]丁琨.关于火电厂烟气脱硫脱硝技术应用与节能环保的相关分析[J].中小企业管理与科技(下旬刊). 2020(01).
- [2]刘伯东,赵坤,张赞,谈小军.我国燃煤火电厂烟气脱硫脱硝技术发展存在的问题及解决途径[J].资源节约与环保. 2015(12).
- [3]孟凡菲,芮彬.磁悬浮离心式鼓风机的谐波测试与治理[J].机电信息. 2020(05).