

# 浅谈燃煤电厂脱硫氧化风机的选型

郑俊杰

(浙江天地环保科技股份有限公司 浙江 杭州 311121)

**摘要:** 稳定可靠的氧化风机对燃煤电厂湿法脱硫非常重要, 文章研究了罗茨风机、单机高速离心风机以及空气悬浮离心风机的特点, 并对其技术经济性进行了对比, 研究表明空气悬浮离心风机性能优势明显, 具有良好的应用前景。

**关键词:** 燃煤电厂; 湿法脱硫; 氧化风机; 节能

## 1 概述

目前我国电力能源主要来自于燃煤发电机组, 燃煤电厂烟气脱硫主要采用石灰石-石膏湿法脱硫, 在湿法烟气脱硫系统中, 氧化风机用于吸收塔浆液的强制氧化。氧化风机的作用是将空气加压后, 送至吸收塔浆池内, 为吸收塔浆池里面的浆液提供氧化空气, 用于氧化亚硫酸钙, 生成稳定的硫酸钙, 其反应方程式如下:



可靠稳定的氧化风机对于石灰石湿法脱硫非常重要。目前燃煤电厂常用罗茨风机作为氧化风机, 在使用过程中, 罗茨风机存在运行不够稳定、噪音大、能耗高等缺陷, 经常因振动大而造成设备损坏, 需经常检修。近年来, 单机高速离心风机以及空气悬浮离心风机开始应用于湿法脱硫, 本文研究了各类风机的特点, 为从事相关工作的同行提供一些参考。

## 2 各类风机介绍

### 2.1 罗茨风机

罗茨风机属于容积式风机, 其输送的风量与转数成比例。风机通过一对转子的啮合(转子间有间隙, 不相互接触)使进气口隔开, 转子通过一对同步齿轮传动, 做反方向运动, 将吸进的气体无内压缩的从进气口送至排气口。气体到达排气口后, 会因排气侧高压气体回流而被加压, 从而完成气体的输送。

### 2.2 单机高速离心风机

单机高速离心风机主要由风机本体、润滑油系统、加速装置、驱动电机、公用底座兼油箱以及控制系统组成。设备由电机与增速箱低速轴直联, 由增速箱通过齿轮, 将转速提高到 20000r/min 左右, 带动叶轮高速旋转做功, 将气体压力提高。其特点为:

(1) 叶轮根据三元流动理论设计, 应用流动分析技术预测风机的性能, 确保单机高速离心风机在满载时的整机效率。

(2) 采用单级压缩, 效率曲线平坦, 稳定工况范围较宽, 配备防喘振装置可有效避免风机的喘振。

(3) 采用组装式整体结构, 主机、电机、联轴器、增速箱、进出口导叶、润滑系统等安装在一个共用底座上, 该底座兼做油箱。

### 2.3 空气悬浮离心风机

空气悬浮离心风机是一种新型风机, 采用空气悬浮轴承、高精度单级离心式叶轮和超高速直联电机三大先进技术, 是借鉴了航空涡轮机械设计经验而研发的高科技风机, 是一种高性能、高效率、低能耗、低噪音的风机, 主要特点如下:

#### 2.3.1 节能高效

空气悬浮离心风机使用了空气轴承、高效叶轮、永磁无刷直流电机以及直联技术, 无额外的摩擦。风机根据输出风量(风量可调范围 40%~100%)自动调整电机输出的功率, 维持设备的高效率运行。

#### 2.3.2 无振动, 噪音低

风机采用空气轴承以及直联技术, 没有振动产生, 不需要设置隔音罩。

#### 2.3.3 运行维护简单

风机采用空气轴承技术, 系统无需润滑油, 没有传统风机所必需的齿轮箱和油性轴承。电机和叶轮不使用联轴器, 直接连接, 轴承寿命较传统风机更长, 日常运行无需维护, 只需要定期更换风机入口滤棉即可。

#### 2.3.4 设备安装空间小

空气悬浮离心风机设备尺寸小、重量轻, 不需设置特别基础, 安装灵活简便, 不需要检修起吊设施, 可以降低用户建筑投资。

从上表可知罗茨风机适合流量小、风量稳定的工况, 但其效率低、噪音大、结构复杂、运行维护成本高。单机高速离心风机效率比罗茨风机高, 其效率、噪音、可调节性能在三种风机中处于中游水平, 适用于大流量的工况。空气悬浮离心风机效率最高, 其可调节性能最好、噪音低、设备简单、占地面积小、安装方便且运行维护成本低, 优势较为明显。

## 3 选型案例

江西某新建电厂 2×660MW 燃煤机组采用石灰石-石膏湿法脱硫, 一炉一塔配置, 经核算单台吸收塔需要的氧化空气质量流量为 10600kg/h, 风压为 120kPa, 可采用以下三种方案:

方案一: 每台吸收塔配置 3 台罗茨风机 (2 用 1 备), 单台风机流量为 5300kg/h, 风压为 120kPa;

表 1 各类风机特点对比

序号	项目	罗茨风机	单机高速离心风机	空气浮离心风机
1	大小	体积大	体积大	体积小
2	重量	重, 需要特别设计建设设备基础	重, 需要特别设计建设设备基础	轻, 无需特别设计建设设备基础
3	结构	复杂	复杂	简单
4	附属系统	油箱, 齿轮箱, 油冷却系统	油箱, 齿轮箱, 油冷却系统	无
5	风机房设计	风机房占地面积大, 需要配备起重设备, 结构设计复杂化, 增加投资费用	风机房占地面积大, 需要配备起重设备, 结构设计复杂化, 增加投资费用	风机房占地面积小, 无需考虑起吊设备, 结构设计简单
6	振动	振动大, 需要减振措施	振动大, 需要减振措施	无振动, 无需减振措施
7	安装	重量大, 安装工程复杂, 安装费用高	重量大, 安装工程复杂, 安装费用高	直接摆放到安装位置即可, 安装简单
8	噪音	噪音在 100 分贝以上 (需加隔音罩)	噪音在 85 分贝以上 (需加隔音罩)	噪音在 80 分贝以下 (无需隔音罩)
9	风量 (m <sup>3</sup> /min)	≤ 150	≤ 1000	≤ 500
10	风量调节方式	不可调	通过改变进出口导叶的开度来调节风量, 反应速度慢, 范围小, 操作难度大, 低流量下能耗较大	通过变频器调节, 调节速度快, 工作范围更广, 压力调节幅度大
11	风量调节范围	不可调	50% ~ 100%	40% ~ 100%
12	效率	~ 70%	~ 80%	≥ 85%
13	运行维护	定期更换润滑油, 定期更换齿轮、轴承和有关易损件	定期更换润滑油, 定期更换齿轮、轴承和有关易损件	定期更换风机入口滤棉

表 2 能耗对比表

序号	项目	方案一	方案二	方案三	
1	风机型式	罗茨风机	单级高速离心风机	空气悬浮离心风机	
2	单台风机质量流量 (kg/h)	5300	5300	5300	
3	风机数量 (单台机组)	2 用 1 备	2 用 1 备	2 用 1 备	
4	风压 (kPa)	120	120	120	
5	单台风机轴功率 (kW)	176	162	147	
6	含硫量 Sar=1.0% 煤种, 单台机组不同负荷下的运行风机数量 (台)	300MW 以下 占 27.8% 运行时间 [1]	1	1 (100% 开度)	1 (100% 额定出力)
		300 ~ 500MW 占 42.9% 运行时间 [1]	2	2 (75% 开度)	2 (75% 额定出力)
		500 ~ 600MW 占 24.1% 运行时间 [1]	2	2 (100% 开度)	2 (90% 额定出力)
		600MW 及以上 占 5.2% 运行时间 [1]	2	2 (100% 开度)	2 (100% 额定出力)
7	单台机组运行电耗 (kWh)	303.1	244.2	214.5	

注: [1] 机组不同负荷下的运行时间参考集团内其他电厂 2020 年机组的运行情况。

方案二: 每台吸收塔配置 3 台单级高速离心风机 (2 用 1 备), 单台风机流量为 5300kg/h, 风压为 120kPa;

方案三: 每台吸收塔配置 3 台空气悬浮离心风机 (2 用 1 备), 单台风机流量为 5300kg/h, 风压为 120kPa。

各方案运行电耗对比见表 2 (基于厂家技术参数)。

从表 2 可知, 运行电耗方案三电耗最小, 方案二次之, 方案一电耗最高。各方案设备投资及年成本费用对比详见表 3 (基于厂家初步报价)。

从表 3 可知, 设备投资方案三最高, 但年成本费用方案三最低。设备投资方案一最低, 但年成本费用方案一最高, 方案二设备投资和年成本费用均居中。综合考虑空气悬浮离心风机还具有调节性能好, 运行维护简单, 噪声低, 占地面积小, 不需要检修起吊设施等优点, 本项目最终选用空气悬浮离心风机。

#### 4 结语

本文详细研究了罗茨风机、单机高速离心风机以及空

表3 投资运行费用对比表

序号	项目	方案一	方案二	方案三
1	风机形式	罗茨风机	单级高速离心风机	空气悬浮离心风机
2	风机数量(单台机组)	2用1备	2用1备	2用1备
3	设备投资(万元)	135.5	151.3	168.6
4	年运行电费(万元)[1]	62.7	50.5	44.4
5	年成本费用(万元)[2]	74.0	63.1	58.5

注: [1]年运行电费以年运行5000小时、上网电价按0.414元/kWh(电厂提供)计算。[2]年成本费用包含年运行费用和年折旧费用。

气悬浮离心风机的特点,并结合实际工程选型案例。根据上述对比可知空气悬浮离心风机比罗茨风机和单级高速离心风机效率高、能耗低、可调节性能好、噪音低、安装方便、占地面积小、运行维护简单,具有比较明显的优势。虽然空气悬浮离心风机设备初始投资较高,但结合运行费用,其年成本费用仍然最低,在燃煤电厂湿法脱硫系统中具有很好的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] 英志兵,李杰,王迎春,等.火力发电厂脱硫氧化风系统升级改造[J].节能,2020,39(05):85-86.  
 [2] 丁得龙.燃煤电厂烟气脱硫氧化风机的节能优化实践[J].资源节约与环保,2021(06):1-2.

[3] 陆建军,刘德波.关于脱硫氧化风机选型的浅析[J].科技与创新,2018(20):73-74.

[4] 唐永东.单级高速离心风机在电厂脱硫氧化系统节能改造中的应用[J].通用机械,2019(07):18-20.

[5] 徐书德,雷石宜,陈彪.湿法脱硫氧化风系统的优化改造实践[J].浙江电力,2018,37(03):86-88.

[6] 刘军,张旭鹏.烟气脱硫风机升级改造及经济效益分析[J].科技与创新,2017(24):107-108.

[7] 陆伟.燃煤火电机组脱硫系统氧化风机的选型[J].科技资讯,2013(12):88-89.

**作者简介:** 郑俊杰(1987-),男,浙江杭州人,硕士研究生,工程师,研究方向:电力行业环保治理。

#### (上接第86页)

的检修工作时,也需要定期做好工作总结,及时总结工作中存在的不足之处,积极参与技能培训。同时企业也应该重视检修人才的招募工作,可以利用校园招聘、社会招聘等各种渠道储备更多拥有先进的检修理念、丰富的检修经验以及高端的检修技术人才,在招募时应该重视持证上岗,以确保满足工作的需要。

#### 4.5 建立信息化系统

信息化建设目前已经是各行各业发展的方向,随着科技的发展,当前的机械设备结构越来越复杂、零件越来越精密,客观上对检修工作造成了一定的难度,因此企业应该积极应用信息化技术对相关机械设备进行全方位的监控,在信息化监控下,相比于人工的检查和维修能够更具敏感性和实时性,当设备运行过程中某一个环节出现问题能够自动进行报警,当出现人为的操作失误能够自动进行预警,最大程度的避免发生故障,此外当发生故障时能够自动进行断电保护等,尽可能的将损失降到最低,同时可以有效降低检修人员的工作量和工作难度,降低管理成本的同时提升了管理效益,最终提升企业的经济效益,实现可持续发展。

#### 5 结语

总而言之,我国各领域、企业生产中对于各类机械设备的运用极为广泛,而随着机械设备在各领域中得到了广泛运行,机械设备生产对于企业所造成的实际影响也将越来越重要,检修人员务必做好对机械设备的检修工作,认识到机械设备维修中的常见技术问题,本文主要从制度的建设、人才的储备、先进设备的运用、信息技术的建设等提出了应对策略,希望能够为我国企业提升机械设备管理效益提供一定的参考。

#### 参考文献:

- [1] 鲍延璐.机械设备维修常见技术问题分析[J].设备管理与维修,2019(14):87-89.  
 [2] 秦世桐.机械设备维修常见技术问题分析[J].科技创新与应用,2017(09):146.  
 [3] 刘传伟.机械设备维修常见技术问题分析[J].黑龙江科技信息,2016(22):95.  
 [4] 李凤茹.机械设备维修常见技术问题分析[J].山东工业技术,2016(02):11.

**作者简介:** 王娜(1981.11-),女,汉族,天津武清人,本科,工程师,研究方向:机械维修技术。