

# 风机的防喘振控制与优化思考

赵金丹

(新乡西玛鼓风机股份有限公司, 河南 新乡 453000)

**摘要** 在经济发展水平不断提升的背景下, 各个行业的发展追求目标也更高, 风机作为维持设备运行的重要基础设施, 风机运行质量关乎企业整套设备的运行生产效率。风机喘振问题的出现, 将会导致风机出现疲劳损坏的情况, 一般喘振现象发生必然伴随电流的频繁性摆动, 大大增加了安全事故的发生概率, 对于企业的生产价值效益带来损害。本文通过对压蒸汽透平风机、矿井通风机以及轴流式鼓风机的防喘振控制系统进行研究, 为风机的防喘振控制与优化提供参考。

**关键词** 风机 防喘控制系统 PID

**中图分类号:** TK8

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-0745(2022)08-0143-03

风机运行的稳定性相较于系统运行的稳定性, 风机的防喘振控制系统设计相对复杂, 设计人员需要充分理解其控制性原理, 根据风机的实际运行特点制定行之有效的优化护理方案, 可确保整个生产系统运行的安全有效性, 有效提升风机运行的工作效率, 有效减少系统设备运行期间的能耗水平, 让控制系统的实时性、可靠性等各个水平得到全面性提升。

## 1 压蒸汽透平风机防喘振控制

### 1.1 压蒸汽透平风机概述

天然气净化厂内所运行的装置设备均包含脱硫单元、脱水单元、硫磺回收单元以及尾气处理单元, 硫磺回收以及尾气处理单元在运行期间需要通过配备风机来充分满足燃料炉的空气供给需求。为了能够充分利用在硫磺回收环节以及尾气处理过程中所产生的中压蒸汽, 有效降低装置设备运行的能耗量。一旦风机发生喘振或是相连管道大幅度震动的情况时, 将会导致运行的装置设备受到损害, 对于装置的正常化运行带来影响, 为此风机防喘振控制管理已成为装置稳定运行的关键所在。

### 1.2 风机喘振原因

风机喘振是风机运行过久后不可避免产生的现象问题, 在风机启动期间入口导叶逐步增加, 风机出口空气压力逐步增加。<sup>[1]</sup> 供给总管空气主要是由两台或是多台风机所提供的, 一旦出口空气压力超过总管空气压力时, 则会向空气总管供风, 如若出口空气压力远远小于总管空气压力时, 空气总管的空气将会倒回至风机内部, 长此以往将会导致风机出现喘振的效果。

根据风机监控系统得到的各项数据信息了解到, 在振动监测值全面提升的前提下, 防喘振阀门在未能及时动作时, 将会导致风机出现连锁停机、机械损伤等情况。防喘振控制管理工作实施的主要目标是为确保风机不会进入喘振区域, 确保风机能够在安全区域内高质量运行, 最大程度确保风机运行的稳定性。

### 1.3 风机防喘振控制系统设计

#### 1.3.1 控制系统设计实现

防喘振阀在开启以及关闭过程中所采用的速度是不一样的, 在风机即将进入喘振区域时, 防喘振阀需要迅速性开启, 关闭则需要缓慢性的关闭。<sup>[2]</sup> 而在防喘振阀开启的同时, 工作点也将再次回到防喘振线的下方区域。

PLC 编程本身具备灵活性的特征, 利用其内置的 STL 编程语言可实现对防喘振阀控制参数的实时性调整, 确保防喘振阀开关速度达到预定要求。

防喘控制系统是由进口区域间的空气压力、空气温度、进口流量、出口空气压力以及防喘振阀所构成。系统设备所应用的防喘振控制器具备连续性输出信号的价值作用, 而将输出信号应用于防喘放空阀定位设备期间, 一旦控制器以及驱动源产生故障问题时, 系统通过打开防喘振阀门开展故障安全行为<sup>[3]</sup>。

#### 1.3.2 防喘振控制系统优化

为了能够进一步发挥风机的应用价值, 将风机出口的压缩空气全部送入燃烧炉设备的燃烧系统之中。通常情况下, 在风机正常运行过程中防喘振阀门始终处于完全关闭的状态, 为充分满足燃烧系统本身的供风压力与流量需求, 需要进一步优化防喘振控制系统

管理水平,可选择从风机进口风速以及防喘振PID参数两方面进行优化。

第一,风机进口风速计算优化。根据相关理论标准了解到,风机的防喘振控制手段的选择是由流量控制以及出口压力控制构成。由公式(1)可知,入口空气流速在入口空气流量差压、入口空气温度、入口空气压力等数据测量准确的前提下,所可以被修正的参数是,通过对于参数修正观察计算后,可得到进口空气风速与管线另外连锁控制风机入口空气流量,最大程度缺乏二者差值在预定范围之内。此外需要对风机防喘振阀开度曲线实施深度监控,最大程度确保风机运行的正常性。

$$X1=K1*\sqrt{\frac{\#PF*\#T1}{\#p1abs}} \quad (m^3/s) \quad (1)$$

第二,风机防喘振PID参数优化。防喘振阀动作主要是选择应用控制系统当中的功能块实施深度控制管理,利用参数对其进行优化控制管理。在能量头设定值与反馈值的差值过高的情况下,则会出现快速输出动作,而在能量头设定值与反馈值相对接近时,则代表输出动作逐步降低。为了实现对防喘振阀门的有效保护,避免防喘振阀门出现不必要的动作,则需要做好防喘阀门快开慢关的工作需求,以此减少防喘振阀门出现不必要的动作。此外在防喘振系统优化过后,还需要将风机能量头控制在控制线附近。

## 2 矿井通风机防喘振控制系统设计

### 2.1 矿井通风机概述

矿井通风设备在高效率运行期间,风管内部气流量达到一定程度之后,设备管道内的高速气流相互脱离状况将会愈演愈烈,管道内部高速气流将会大大增加,而气流潜在管道内部相互冲击的情况下,将会出现周期性震荡问题,大大降低通风机运转效率,这一设备运行状况也被称之为通风机喘振状况。为了有效避免通风机在运行环节出现喘振问题,需要利用防喘振检测系统,从矿井通风机实际运行效果来看,防喘振控制系统所应用最小流量控制方案无法实现对通风机运行效果的充分模拟,有效降低风机喘振反应灵敏度。此外在喘振发生阶段未能实现对喘振状况的有效修正,将会导致风机系统停止运行,继而对矿井通风系统的正常运行带来干扰,进一步优化防喘控制系统,才能确保煤矿井下工作的安全性。

### 2.2 通风机防喘控制线设定

通风机在发生喘振环节后,将会出现喘振周期不确定以及喘振时间持续并不久的情况,而在实际煤矿

通风系统管路结构本身较为复杂,其具备喘振点、风机结构、风管压力以及气流特性存在极大的关联性,构建起风机运行过程中喘振数字模型的构建相对艰难。为此需要采取实地实验验证的措施对于通风机运行期间的气压、气流量等数据信息进行采集,利用工具对所获得的数据曲线进行拟合,继而获得矿井通风机运行时喘振临界曲线。

### 2.3 通风机防喘振控制系统结构

煤矿通风系统构建运行时,通风机各项工作阶段位于安全范围值内,只有在特定情况环境下风机运行状态曲线才能临近喘振临界线,继而导致风机运行环节进入喘振工作区域,通风机在发生喘振后采取相应的处理措施将会大大降低内部管网压力。

通风控制系统可采取利用设置风机、管道内转速、压力以及流量,同时也可充分利用传感器设备对风机运行的各项参数进行实时化监测,将所有的数据信息与系统设定值进行深入比较,最大程度确保相应控制参数偏差与偏差变化概率,也可根据偏差具体情况来严格控制风机运行状态,保障各项工作运行能够避免喘振警戒线。

在这一控制系统当中,对应风机管道的进出口位置气压外环的数据调节,确保所应用模糊控制设备,对其开展数据信息对比分析,利用模糊防喘振优化算法对于通风机工作喘振裕度大小进行判定,也可根据喘振裕度大小来确定风机系统回流阀的实际工作状态,最大程度确保风机运行的平稳性与正常性。

为实现对通风机工作转速内环控制水平,确保各个系统所采用自适应控制逻辑模糊控制设备,需要对风机的工作状态进行计算,利用变频控制器对于风机工作转速实施妥善性调节,在充分与系统气压外环控制相互协调的前提下,有效调整通风机工作状态,确保通风机运行的稳定性,避免通风机出现喘振现象。

### 2.4 明细PID自适应控制原理

模糊PID自适应控制措施是以风机转速以及风管压力的误差以及误差变化率作为输入值,满足各个时间点系统数据变化对于PID整定参数的控制要求,确保被控制的对象同时具备静态与动态控制的特征。

### 2.5 风机防喘振控制系统优化效果

矿井通风井的实际工作转速达到时,风机的通风流量则是3,在风机工作过程中全压为2。

常规性控制通风机在运转波动相对较大期间,系统的具体响应时间并不长,风机在具体运转环节期间,其转速以及风管内部的气压波动状态相对较大,无法

进一步提升风机喘振的调整效果,在应用模糊控制管理措施后,所实施的控制环节相对平等,进而全面提升风机喘振的响应速度,在风机调节过程中所应用的超调量相对较小,大大提升喘振调节过程的稳定性。

### 3 轴流式鼓风机防喘振性能控制

#### 3.1 高炉鼓风机概述

高炉是铁水生产环节中的核心化设备,高炉鼓风机在周期高效运行的前提下,才能确保高炉生产效率<sup>[4]</sup>。轴流式鼓风机本身具备运行稳定性特征,工况调节运行的范围相对广泛,轴流式鼓风机运行期间也具备无放散损失等特征,鼓风机组的防喘振优化管控措施可全面提升配套机组的运行效率。

#### 3.2 防喘振控制优化思路

可根据高炉冶炼加减压的要求,鼓风机需要通过静叶角度以及防喘振阀开度等调节性措施继而有效调节风机出口状态参数,确保其达到一定的供风量以及送风压力,在多种组合前提之下全面提升设备运行安全,部分危险耗能以及防喘控制思路可达到风机运行安全区域,确保机组在任何环境下均可以低能耗、高压比的经济区间高效性运行机制,为高炉的高效率生产提供保障。

表1 机组性能参数

参数项目	单位	A点	D点	E点
入口风量	m <sup>3</sup> /min	4083	3583	3677
入口压力	bar(A)	0.9	0.9	0.9
排气压力	bar(A)	5.5	5.5	5.5
轴功率	kW	21130	13495	16606
年均入口温度	℃	8.2		
叶片级数	级	16		

#### 3.3 风机有效使用的区域

在各项工作开展过程中,为了确保风机能够有效应用,会通过应用防喘振防红线撞线调节、远离防阻线运行等安全保护措施<sup>[5]</sup>。风机在最高风压限定、避免启机过程以及进入旋转失速区等各个限定条件,在对风机防喘振控制模型构建管控环节时,需要对上述条件合理性限定。同时也可采用科学合理的补偿算法,逐步完善防喘振的调节功能,最大程度确保风机能够在有效区域内运行,导致风机出现旋转失速喘振以及逆流等风险。

通常情况下,在一定转速下,风机效率将会伴随风量的变化继而产生相应的变化,在此期间也会有一

个运行高效点,相对应的最高效率风量、风压、轴功率等均可称之为风机最佳工况,是风机经济使用范围,一旦风机经济使用范围超过这一区域下,机组则需要精准性判断,将工况点迅速拉回安全区域内。

#### 3.4 防喘振性能控制

为了让风机能够稳定运行在安全区域中,需要对设备的运行区域合理性划分,严格按照旋转失速区、初级、末级叶片区阻塞区以及防喘振区等,有效避免轴流式鼓风机出现阻塞、旋转失速、喘振以及逆流等危险性因素,尽可能确保风机能够在安全区域内高效工作。防喘振调节措施是指在风机接近或是接近于防喘振区域环节时,防喘阀需要依次打开,确保工矿点能够被迅速拉回安全区域内。在实际各项测试开展过程中,需要选择以实际发生的喘振点连接线作为实喘线,而实测线在微机控制画面并未充分显示时,可选择将实测线向右下方平移7%,继而绘制一条完整的喘振线<sup>[6]</sup>。在工况点接近于喘振线时,喘振阀能够迅速做出相应的反应,借助防风调节让工况点迅速达到喘振线下方。

### 4 结语

总而言之,压蒸汽透平风机优化后,可确保燃烧炉不会由于风机喘振导致燃烧炉停炉,为其保质、保量的运行奠定坚实的基础,同时矿井通风机喘振控制系统优化可大大提升煤矿通风系统的安全性。此外,轴流式鼓风机喘振控制系统优化可显著性提升风机出口压力,确保机组运行的平稳性,为系统的安全性运行提供保障。

#### 参考文献:

- [1] 张仲勋,李严.220m<sup>2</sup>烧结主抽风机喘振原因分析及改进研究[J].山西冶金,2021,44(04):231-232.
- [2] 兰晓升,王岁月.重油催化制烯烃装置主风机防喘振组态在线修改[J].化工机械,2020,47(04):570-575.
- [3] 李忠博.催化主风机防喘振误动作原因分析与解决方案[J].炼油与化工,2020,31(03):36-38.
- [4] 杨海利.引风机失速、喘振的异常分析及处理措施[J].电力设备管理,2020(05):90-92.
- [5] 罗汉青.轴流式一次风机喘振故障的新型应对策略[J].能源研究与管理,2019(02):83-85.
- [6] 赵军.煤矿轴流式风机喘振机理与故障消除研究[J].水力采煤与管道运输,2019(02):30-31,35.