

浅析燃煤锅炉节能改造技术

何彦平

上海宝钢节能环保技术有限公司 上海 201999

[摘要]受燃烧效率需求的影响,我国电力方面仍以煤炭为主,为了响应国家号召的绿色发展战略,企业要对煤炭锅炉进行必要的节能改造,从而提高煤炭使用效率,降低对环境造成的污染。本文从风机节能改造和高效煤粉锅炉替代链条炉改造两方面介绍了一些实用的燃煤锅炉节能改造技术,希望能够为一些企业开展燃煤锅炉节能改造提供借鉴技术。

[关键词]燃煤锅炉;节能改造;风机节能;煤粉锅炉

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2021.12.1335

发电用锅炉节能改造是当前发电企业需要开展的重要工作,只有做好节能减排,环保生产,才能提高企业效益,实现自身社会价值。风机作为发电主要辅机之一,对其进行改造能够有效提升安全性和经济性;链条炉节能效果相对落后,通过使用高效煤粉锅炉能够有效改善资源消耗情况。企业必须做好对相关技术、设备的改造工作,才能逐步实现绿色生产。

1 风机节能改造

1.1 安全性分析

叶片共振以风机的大振动为主,多在叶根出现裂缝,严重时可导致叶片破裂。有些电站为了避免共振,在叶片顶端焊上了拉筋,但收效甚微。轴承的径向共振通常是指风机的横向振动显著增加,使其受到振动,从而导致机械零件受到损伤,类似于由摩擦造成的不平衡振动。轴系的径向振动不但与风机的轴系统相关,而且还与风机的轴承支撑密切相关,若使用柔性支撑,当变速运转进入共振频段时,仍然会造成风机的剧烈振荡。

在轴系的扭转共振中,当轴系的旋转速度和轴系的原有频率或一定的高次或低次的整数倍相一致,或变频调速装置的谐波频率重合于轴系的原有频率时,都有发生扭转共振的概率。从理论上来看,轴系扭转共振和径向振动是有区别的,它要求有专门的仪器来检测。但在扭转共振时,若同时存在弯扭耦合振动,则其径向振动也会发生改变,但总体上并不显著。

1.2 经济性分析

风机的整体效率有两个方面的改善:一是根据风机的工作原理,选用不同的风机,以获得所要求的风机的效率。二是通过改变叶轮的物理形态,使其流体力学性质发生变化。其方法主要有两种:更换不同尺寸的叶片和切削或延长叶片,以实现叶片的尺寸变化。电站一般采用切削叶片的外径进行调整,以减小风机的容积,并配有入口导流装置调节,以满足在变载工况下的各种风量和压力需求。

在流量不变的情况下,风机总压力的强弱取决于与其相连通的管道的阻力特征,此时的全压值刚好与管道的阻力相等。在风机的效率和流速不变的情况下,管道系统的阻力也会随之增大,导致风机的能量消耗也随之增加。所以,在进行节电改造时,必须重视管道系统的阻抗性能对改善全系统的经济性能的影响。

在调速后,全压曲线基本上维持原来的形态,随着速度的下降,其整体压力曲线也会逐步接近于坐标左下角。当全压曲线为“驼峰”时,其峰值呈抛物线形状呈下降趋势。所以,当风机处于非稳定工况时,采用变速运转方式,可以扩大其工作范围。

1.3 改造常见问题解决策略

1.3.1 设计容量偏大

目前我国风机的主要问题是原有设计容量偏大。如果出现此类问题,则会使装置自身长时间处于低效率区域,从而降低了经济效益。若仅针对这些问题,最有效的方法是根据风机的种类和叶轮进行改进,通常可以采取改变风机的速度,或通过切割减少叶片的外径来减少风机的轴力。对前者来说,仅能在较低的负荷下改善其经济性能,但一般不会有显著的改进,所以一般都是选择后一种方法,或是干脆再选择较小的风机。

1.3.2 液耦调节改造

在低传动效率的液耦调节风机中,由于设计余量较大,风机的速度远小于额定速度,是造成这种问题的重要因素。当风机的工作效率很低时,可以通过更换风机或改进叶轮的外径来进行。一方面可以增加风机的工作性能,另一方面可以增加风机的旋转速度,以改善液耦调节的传动效果。若风机工作效能与设计效能相近,则应着重于转速调节设备的改进。主要有两种办法:一是通过改变液耦调节设备来增加液耦转速比;二是把液耦调节变成变频调节。

这里要注意的是,前弯型叶轮离心风机的全压特性曲线往往会出现“驼峰”现象,而最大全压左边是非稳态工况,而使用变频技术进行了改进后,出现了较大的喘振现象。所以,在采用变频调速技术时,需要对调速后的工作区域进行细致的调整,以保证调速后的工作地点处于一个平稳的工作区域。

1.3.3 静调轴流风机改造

静叶调节轴流风机运行的低效主要是由于设计余量太大和管道的阻抗与设计指标有较大偏差所致。由于静叶调节的特性,导致风机在工作点出现偏差时,其工作效率较低。为了解决这些问题,对风机本体进行了改造,也就是通过改变风机的种类和叶轮的外径来改善其工作效率;另外一项重要的改进是采用了变速调整模式。当前,由于轴流风机的变频改造存在诸多问题,若风机长时间处于满载状态,其经济效

益并不显著,故不宜采用变频调速技术。为了改善这种风机在低负荷情况下的效率,可以使用双速电动机来实现。

1.3.4变频调节改造

1.3.5管路阻力

随着管道阻力增大,相应的轴功率也会随之增大,其增长幅度一般大于效率效应。换言之,即使工作点处的效率更高,管道阻力增大的能量消耗要大于效率降低的能量消耗。所以,在管道阻力较大时,应着重考虑管道的分布和降低阻力。

风机系统管路阻力的大小不仅与管道布局的关系之外,还与装置的工作状况、装置类型等因素密切相关。除对风机系统的能耗有一定的影响之外,还与锅炉的操作指标存在一定的关系。因此,在寻找减小管道阻力的办法的同时,应注重对机组的优化操作,并对其进行全面的调整。

2 高效煤粉锅炉替代链条炉改造

2.1改造方案

某企业4个链条层燃锅炉即将进行改建,打算将其改为室内燃煤粉锅炉。因场地和其他因素的制约,需要对其内部结构进行相应的优化;同时,还需要对相应的燃烧器向低氮型燃烧器进行改进,并与深度空气分级、烟气再循环等技术相结合,完成了链条炉的升级工作,实现了锅炉系统热能大于92%,NO_x排放量小于300mg/m³(GB13271-2014)的指标^[5]。

2.1.1集成优化研究

该装置采用了煤科学院自行研制的风冷燃烧装置前墙布置方法,在一台锅炉前墙并排设置两个29 MW燃烧装置。该燃烧装置主要使用风冷低氮燃烧装置,主要有机头、燃烧室和点火、助燃、火焰监测、视频监控等辅助设备组成。该燃烧装置利用燃烧组织的改进,采用部分空气冷却燃烧装置壁面,从而达到了较好的着火、燃尽和低氮排放的效果。

风冷燃烧装置利用内部二次气流旋流、燃料中心回流反喷射、扩散锥形预燃室等结构特性,使其能够在预燃烧室内达到平稳点火。采用内外二次气流比例及涡流强度来调整燃烧口的燃烧长度及火焰形态,以满足各种类型的燃烧形式。对燃烧装置进行了优化,实现了在实现煤粉的稳定着火条件下,确保了燃烧装置内壁的安全工作。工业锅炉在现场测试时,其内部壁最大的温度不得高于600摄氏度,而燃烧口的出口温度在1100摄氏度以下,比粉体的灰份的软化温度要低得多,因此,不能发生结焦的情况。

2.1.2结构优化研究

锅炉运用风冷燃烧装置前墙布置方法,在一台锅炉前墙并排设置两个29兆瓦旋流风冷燃烧装置。采用角管式结构的热热水锅炉,炉膛的长宽高分别是8420 mm×5820 mm×11550 mm。锅炉的设计容量为102千瓦/立方米,炉管截面为49平方米,截面热负荷是1.184兆瓦/平方米,壁面热负荷是0.389兆瓦/平方米。

本锅炉系统配备了4套炉前煤粉储存和供应系统,其中

包括原煤仓、粉罐、进料器、检修平台。根据煤粉的特点,采用了原有的煤仓顶部开口尺寸(11550毫米×4600毫米),每一个小型粉罐的规格为1500毫米、4290毫米以及3毫米。根据煤粉的特点,脉冲除尘器过滤面积78.7m²,24 m层原煤仓顶部铺设“井”型加固带,煤粉仓由输送管输送粉料或罐车进行粉料输送。煤粉的储供设备中,将原有的SFG5型模块改进为气阀类的双锁供模块,能够将干煤粉稳定输送至燃烧器中,通过对不同部件进行优化,使供料工作的精度维持在±百分之2以内,从而保证燃烧情况的稳定;通过强化单元模块,能有效隔绝不同燃料及处理子模块,从而防止材料冲击现象;该改进措施有效改进了耐磨涂料设备使用寿命,达到原来的2至3倍,工作环境温度区间为-20至50摄氏度,送料温度在-20至40度之间,能够保证锅炉长期稳定地运行。

2.2运行效果分析

改造完成后,四台锅炉都达到了预期运行效果。根据实际发电需求,锅炉的输出功率一般维持在40至60兆瓦之间。运行时其内部负压稳定,持续供应燃料时炉膛内负压十分稳定,差值可达150帕上下,燃烧位置温度较高,整体效率达百分之93以上。该锅炉在开始运行时NO_x产生量不超过300毫克每立方排放,运行稳定的情况下,飞灰中残炭量不超过百分之5。

结束语

发电企业在进行节能改造过程中,可以对风机进行节能改造。通过精细化改造策略与问题预防措施,保证风机改造后使用效率。在开展高效煤粉锅炉替代链条炉改造的过程中,要根据实际情况设计改造方案,从集成与结构方面做好优化工作,切实提高运行效果。相信通过不断改造与优化,能够持续减少发电及相关工作对环境的污染,提升推广绿色生产。

参考文献

- [1]郭洋洲,杨峻峰,杜智华,等.电站锅炉燃用高灰分烟煤低负荷再热汽温的研究[J].节能,2021,40(12):54-59.
- [2]韩基文,魏国华.浅谈燃煤锅炉节能减排的建议与措施[J].锅炉制造,2021(6):38-39.
- [3]程晓磊.煤粉燃烧时富氧部分气化对NO_x生成的影响研究[J].煤炭科学技术,2021,49(3):215-221.
- [4]焦东新,武月枝.火电厂节能环保供热装置的设计及应用[J].能源与节能,2021(3):71-72.
- [5]郭向兵.火力发电厂锅炉运行控制的节能策略研究[J].当代化工研究,2021(5):163-164.
- [6]夏静.热电厂运行模式的节能潜力分析[J].区域供热,2021(1):50-57.
- [7]何彦鹏.复合相变换热器在锅炉烟气余热回收中的应用[J].上海节能,2021(2):180-184.