

FGD 系统除雾器结垢冲洗及影响因素分析

陈益飞
(江苏射阳港发电厂,江苏 射阳 224346)

摘 要:随着烟气脱硫(FGD)系统在电力行业的广泛应用,与此同时对 FGD 系统可靠性提出了更高的要求。结合实际运行、维护中暴露的问题,针对除雾器结垢主要问题进行了分析探讨;确保除雾器既能从液滴含量较高的烟气中去除浆液滴又保持除雾器板片清洁,达到在 FGD 系统合理、经济的运行。

关键词:FGD;除雾器;堵塞;结垢

中图分类号:TM621 **文献标志码:**B **文章编号:**1009-0665(2010)04-0077-03

目前江苏射阳港发电厂烟气脱硫(FGD)系统采用的是美国析流板除雾器(屋脊型)。投入运行以来,除雾器叶片堵塞、结垢、压差大等故障,多次使得脱硫效率下降、FGD 系统停运。在运行过程中,结垢或堵塞一旦发生,那么结垢和堵塞会进一步发展。结垢、堵塞的发生,使得与结垢和堵塞部位相邻区域的烟气流速增大,从而助长了堵塞、结垢的蔓延,加速恶化除雾器性能。严重影响了 FGD 系统的可靠性。因此,掌握除雾器运行过程中的一些重要的参数,正确操作和合理的维护管理对整个系统的稳定运行有着非常重要的意义^[1,2]。

1 除雾器工作原理与系统组成

除雾器利用水膜分离的原理实现气水分离。当带有液滴的烟气进入人字形板片构成的狭窄、曲折的通道时,由于流线偏析产生离心力,将液滴分离出来,液滴撞击板片,部分黏附在板片壁面上形成水膜,缓慢下流,汇集成较大的液滴落下,从而实现气水分离。

通常湿法 FGD 系统中的除雾器由除雾器本体和冲洗系统组成。冲洗系统则由冲洗喷嘴、冲洗管道、冲洗水泵、冲洗水自动开关阀、压力仪表、冲洗水流量计以及程控器等组成。除雾器冲洗系统的作用是定期冲洗掉除雾器板片上捕集的浆体、固体沉淀物,保持板片清洁、湿润,防止叶片结垢和堵塞流道。另外,除雾器冲洗水还是吸收塔的主要补加水,是系统水平衡中的重要部分。

由于析流板除雾器是利用烟气中液滴的惯性力撞击板片来分离气水,因而除雾器捕获液滴的效率随烟气流速的增加而增加,流速高作用于液滴的惯性大,有利气水分离。但当流速超过一定限值时,烟气会剥离板片的液膜,造成二次带水,反而降低除雾器效率。另外,流速的增加使除雾器的压损增大,增

大了脱硫风机的能耗。

2 除雾器的系统结垢与堵塞原因分析

2.1 除雾器结垢和堵塞的原因

(1)系统的化学过程:吸收塔循环浆液中总含有过剩的吸收剂(CaCO_3),当烟气夹带这种浆体液滴被捕集在除雾器板片上而又未被及时清除时,会继续吸收烟气中未除尽的 SO_2 , 发生生成亚硫酸钙/硫酸钙的反应,在除雾器板片上析出沉淀而形成垢。

(2)冲洗系统设计不合理:当冲洗除雾器板面上的效果不理想时会出现干区,导致产生垢和堆积物。对冲洗系统的检查、试验表明,保持除雾器板片的清洁和可工作性而言,在运行期间,保持除雾器板片表面湿润比在线高压水冲洗更为重要。因此,通常变为采用低压水、较长的冲洗时间对保持除雾器板片的清洁是更为有效的措施。影响冲洗效果的因素有喷嘴类型、喷嘴布置、喷射角度、覆盖率、冲洗水压力、流量、冲洗保持时间和周期。

(3)冲洗水质量:如果冲洗水中不溶性固体物含量较高,可能堵塞喷嘴和管道造成很差的效果。如果冲洗水中 Ca^{2+} 达到过饱和,例如高硬度的地下水或工艺回收水,则会增加产生亚硫酸盐/硫酸盐的反应,导致板片结垢。

(4)板片设计:板片的设计对除雾器的工作效率是至关重要的,板片表面有复杂隆起的结构和有较多冲洗不到的部位,会迅速发生固体物堆积现象,最终发展成堵塞通道,并越演越烈。

(5)板片的间距:板片间距的确定也是除雾器设计的关键。太窄易发生固体堆积、堵塞板间流道。太宽使得临界流速下降,除雾效果下降。

2.2 除雾器冲洗面

烟气中大部分浆体液滴在 V 形板片的第一个通道处被捕获,所以对除雾器迎风面这一区域的冲洗最为有效。因此除雾器冲洗系统至少需冲洗除雾

器每级的迎风面。在一个有二级的除雾器中,最好还应冲洗第一级的背面。通常超过 95%的液滴在第一级中被除去,也就是说第一级的正面和背面都易被浆液“污染”,冲洗第一级的背面将有助于防止固体物聚积在板片出口侧的通道上。如果第一级的通道超过 2 个或板间距相对较窄,就更有必要冲洗第一级的背面。

不建议冲洗最后一级的背面,在烟气流速为 3.0~3.7 m/s 时,烟流将夹带最后一级背面冲洗水的 10%~20%,而且这部分冲洗水被直接带至除雾器下游侧的设备、烟道和烟囱内,对于采用湿烟囱工艺的 FGD 系统,可能造成烟囱“降雨”。有的设计在第二级除雾器背面布置有冲洗水管,但仅在启停 FGD 系统时冲洗其背面。

2.3 冲洗喷嘴与冲洗面的距离

冲洗喷嘴太靠近除雾器表面,则单个喷嘴喷出水雾的覆盖面积下降,保证冲洗水覆盖整个除雾器表面所需要的喷嘴数将增多。喷嘴离除雾器表面远些可以减少所需喷嘴数量,如离得太远,烟气流的作用可能使喷射的水雾形状发生畸变,造成有些区域得不到充分的冲洗。从实际冲洗情况来看,喷嘴离除雾器表面 0.6~0.9 m 比较合理。

2.4 冲洗覆盖率

如果除雾器得不到全面、有效的冲洗,就会迅速产生结垢和堵塞。因此,冲洗系统的设计重要的是冲洗要覆盖除雾器的整个表面。冲洗喷嘴一般采用实心锥喷嘴,喷射水雾的断面呈圆形,相邻喷嘴射出的水雾必须适当搭接、部分重叠,以确保冲洗水对整个除雾器表面有一定的覆盖程度。为了确保除雾器的表面获得全面、有效的冲洗,另外应注意的问题是,要尽量减少除雾器支撑梁对冲洗的影响,喷嘴的布置要考虑支撑梁和其他障碍物的位置。如果布置不合理会造成除雾器的某些区域得不到冲洗。

2.5 冲洗喷嘴类型

许多类型的喷嘴都可用于除雾器的冲洗。实际运行表明,用于除雾器冲洗的喷嘴在结构、有效流道的大小、水雾形状、喷射角度、雾化粒分布以及喷射断面上水量分布的均匀程度等方面有特殊要求。

有一种装有固定阀片的喷嘴,喷射出的水雾均匀、呈实心锥形,液滴比较大,建议采用这种喷嘴冲洗除雾器。如果采用的喷嘴喷射出大量细小的液滴,那么,这些细小的液滴就可能被烟气夹带穿过除雾器。由于要求喷嘴能长期可靠的工作,所以不推荐采用有内旋转头的喷嘴。当采用含有较多固体颗粒物的回收水作冲洗水时,冲洗喷嘴还应有较大的有效流通通道,这样可以减少喷嘴堵塞的可能性。

一般采用的冲洗喷嘴喷射角为 90° ~ 120° ,对于除雾器冲洗系统,应采用喷射角为 90° 的喷嘴,当喷射角大于 90° 时,使锥形水雾边缘部分的水流达到能充分冲洗板片所需要的时间稍长些。因为是间息冲洗,冲洗持续时间较短,喷嘴开始喷射时以小角度喷水冲击除雾器,随着压力、水流量的稳定,喷射断面上水量分布才逐渐均匀。

最后,要求冲洗喷嘴喷射断面上水量分布均匀、稳定。对一些喷嘴的试验发现,喷射断面边缘的水量明显高于中间的水量(含液比高达 3:1)。采用这种喷嘴,在水雾边缘搭接、重叠的布置中,将造成水雾中心的冲洗水量不足,而搭接重叠区的冲洗水又过多。

2.6 冲洗水流量、持续时间和周期

除雾器表面冲洗水的瞬时水量常被称作冲洗水流量,用 $L/(s \cdot m^2)$ 表示。冲洗水流量也是除雾器冲洗系统的一个重要参数量。如果冲洗水量太小,易造成结垢或堵塞,冲洗水量太大会使除雾器板片中充满水沫,造成烟气夹带水雾量增多。冲洗水量、冲洗持续时间和冲洗频率除了要满足冲洗除雾器的要求外,还需 FGD 系统的水平衡,特别当采用全部或部分冲洗水作为吸收塔的补加水时。因此,有些冲洗程序考虑了锅炉负荷,使冲洗时间和频率随烟气流量调整,或将冲洗时间和频率作为控制吸收塔反应罐液位的变量。

现场运行表明,垂直流除雾器第一级迎风面的冲洗水流量应为 $1.0 L/(s \cdot m^2)$,第一级背面和第二级迎风面的冲洗水流量应为 $0.34 L/(s \cdot m^2)$ 。对于水平流除雾器,推荐的冲洗水流量为,第一级迎风面 $1.0 L/(s \cdot m^2)$,第一级背面和第二级迎风面为 $0.7 L/(s \cdot m^2)$ 。

冲洗周期指两次冲洗的时间间隔。冲洗持续时间和冲洗周期的确定需综合考虑保持除雾器清洁和避免影响 FGD 系统水平衡。冲洗时间长,周期短有利保持除雾器清洁,但大量冲洗水进入吸收塔可能破坏系统水平衡,造成正水平衡,并给反应罐浆液浓度的控制带来困难。此外,除雾器冲洗期间烟气带水量增大,一般是不冲洗时的 3~5 倍。

冲洗的目的是在结垢或堵塞发生之前冲出去或稀释粘附在除雾器板面上未流走的浆液。冲洗频率高可以减少浆液在除雾器板片上的停留时间和京戏成过饱和浆液的时间。冲洗时间只需要足以保证有充足的水量冲洗至板片上,按上述推荐的冲洗水流量可以在短时间内冲洗干净除雾器的所有板片。冲洗时间必须包括冲洗水阀开启、喷嘴达到额定冲洗水流量所需要的时间,洗净板片所需要的最短时间和水阀关闭时间。

由于除雾器每级以及各级的每面粘附浆液的情况不同,因此每面冲洗周期不同。第一级下面多为 30 min 冲洗 1 次,每次持续冲洗时间 45~60 s,而其背面则 30~60 min 冲洗 1 次,每次持续时间 45~60 s;第二级正面每小时冲洗 1 次,每次时间为 45~60 s,而其背面不装冲洗水管或装了冲洗水管也仅在启停机时进行冲洗。

2.7 冲洗水压力

冲洗水压力影响喷射液滴大小和水雾的形状。压力过高易使冲洗水雾化,增加烟气带水量,而且会降低板片的使用寿命。压力过低有可能形成不了理想的水雾形状,烟气流还会使水雾开关发生畸变,降低冲洗效果。应根据冲洗喷嘴的特性以及喷嘴与冲洗表面的距离等因素来确定冲洗水压,一般冲洗水压力为 140~280 kPa 较为适合。

2.8 冲洗水质量

冲洗水质量主要指冲洗水中石膏相对饱和度和固体悬浮物含量,这是除雾器冲洗系统必须考虑的因素。除雾器冲洗水的一部分会黏附在板片上直到下个冲洗周期,附在板片上的这些水会吸收烟气中残留的 SO₂ 而增加其石膏相对饱和度。如果冲洗水

原来就具有较高的石膏相对饱和度(例如采用来自脱水系统的回收水作冲洗水时),那么,这种水就会变成石膏过饱和溶液,从而产生结垢。通过实践已证实,冲洗水石膏相对饱和度低于 50%能成功地防止由于冲洗水质量造成的除雾器结垢。当冲洗水的石膏相对饱和度高于 50%时,可以将其与石膏相对饱和度较低的其他补加水或与部分新鲜水混合使用。

3 结束语

总之,除雾器结垢与堵塞是 FGD 系统一个长久的课题,目前我公司通过近几年的摸索和总结经验,并将这些经验合理运用到实际工作中,收到很好的效果。优化了 FGD 系统的经济、稳定的运行。

参考文献:

[1]肖文德,吴志良.二氧化硫脱除与回收[M].北京:中国电力出版社,2001.
[2]周志祥,段建中,薛建明.火电厂湿法烟气脱硫技术手册[M].北京:中国电力出版社,2006.

作者简介:

陈益飞(1969-),男,江苏盐城人,工程师,主要从事发电厂的设备运行、检修维护、技术管理工作。

FGD System Demister Scaling Flushing and Influencing Factors Analysis

CHEN Yi-fei

(Jiangsu Sheyanggang Power Plant ,Yancheng 224346,China)

Abstract: Along with FGD system in power industry is widely applied , For FGD system reliability is put forward higher demands. The article with the actual operation and maintenance of exposure operation, exposure to the main problems of demister scaling are analyzed. Ensure demister can not only remove slurry droplets from the gas in the high levels droplets but also keep the slabs of demister clean, in order to achieve rational and economic operation in FGD system .

Key words: FGD;demister;blockage;scaling

(上接第 76 页)

吹灰减压站可以将 18.6 MPa 主汽降至 3.6 MPa,经改造后其压力已降至 1.2 MPa 运行。冷再经减压后可以作为高辅汽源,汽机高旁减温减压装置实现高旁进出口压力 16.67/3.57 MPa,进出口温度 537/320℃。将减温减压装置应用于汽机轴封系统,只是对减温减压装置提出了更高的要求,在实际应用上是完全可行的。

参考文献:

[1]钟平,施延洲,王祝成.大型汽轮机高中压缸中间轴封漏汽量的测试研究[J].热力发电,2006(1):44-47.
[2]冯伟忠.1 000 MW 级火电机组旁路系统作用及配置[J].中国电力,2005(8):53-56.

作者简介:

史海红(1969-),女,工程师,从事火力发电厂技术管理工作;
席广辉(1980-),男,工程师,从事火力发电厂设备管理工作;
李峰(1972-),男,助理工程师,从事火力发电厂设备管理工作。

Research on startup scheme for thermal power plant units all stop

SHI Hai-hong¹,XI Guang-hui²,LI Feng²

(1.Jiangsu Shanghai Power Baling Group Co., Ltd., Yancheng 224001,China;

2.Jiangsu Xutang Power Co., Ltd., Pizhou 221300,China)

Abstract: Elaborated that the thermal power plant units all stop, in the situation without auxiliary startup steam,the possibility and the program of using the steam which produces by boiler oneself as the units startup steam source.

Key word: thermal power plant;steam; startup ;program