

燃煤电厂湿法脱硫系统运行环保监督工作探讨

张建华,冯英山

(中国华电集团有限公司福建公司,福州 350001)

摘要:福建华电可门发电有限公司采用石灰石-石膏湿法脱硫进行尾部烟气脱硫,从脱硫系统的运行实际出发,结合脱硫系统日常运行维护管理,分析影响烟气脱硫系统运行的因素,总结脱硫系统中容易出现的异常情况,确定日常脱硫系统环保监督管理工作的重点。

关键词:燃煤电厂;湿法脱硫;环保监督

中图分类号:X 701.3 **文献标志码:**B **文章编号:**1674-1951(2018)12-0063-03

0 引言

目前,我国火电装机容量在电力总装机容量中占比较高,据初步核算,2017年我国能源消费总量为44.9亿t标准煤。煤炭燃烧产生的废气中含有大量的污染物,如SO₂,NO_x,粉尘等。高投入、高消耗、高排放、低效率的发展模式让我们付出了巨大的环保代价。习近平在全国生态环境保护大会上指出,加大力度推进生态文明建设、解决生态环境问题,坚决打好污染防治攻坚战,推动我国生态文明建设迈上新台阶。燃煤电厂作为煤炭消耗大户,应履行企业的社会责任,切实做好污染防治和生态保护工作。

1 湿法脱硫系统工作原理

目前,烟气脱硫技术达几十种,按脱硫过程是否加水 and 脱硫产物的干湿形态,烟气脱硫工艺分为湿法、半干法、干法3大类。湿法脱硫以石灰石作为烟气脱硫剂,利用湿磨系统制成石灰石浆液,输送至吸收塔,与逆流的烟气交叉反应,吸收烟气中的SO₂,并被鼓入的空气中的氧气强制氧化为二水硫酸钙,最终排出并经脱水后形成石膏产物。湿法脱硫技术较为成熟,效率高,操作简单。福建华电可门发电有限公司4台600MW超临界燃煤锅炉采用的是石灰石-石膏湿法脱硫系统。

1.1 超低排放要求及超低排放下湿法脱硫主要性能参数

燃煤电厂超低排放指电厂排放烟气污染物中颗粒物、SO₂和NO_x质量浓度分别不高于10,35,50mg/m³(标态)。超低排放下湿法脱硫主要性能参数见表1。

表1 超低排放下湿法脱硫主要性能参数

项目	单位	参数
空塔烟气流速	m/s	3.0~3.8
钙硫摩尔比		<1.05
pH值		4.5~6.5
石灰石细度	目	250~325
石灰石纯度	%	>90
系统阻力损失	Pa	<2500
脱硫效率	%	95.0~99.7
喷淋层数		3~6
液气比	L/m ³	12~25

1.2 湿法脱硫主要设备及作用

吸收塔是脱硫系统的主设备,脱硫剂在吸收塔中吸收烟气中的SO₂,保证达到环保要求。浆液循环泵将吸收塔底部的浆液送至喷淋层,并提供一定的压力,保证浆液的有效喷淋。除雾器布置在吸收塔顶部区域,去除烟气中的液滴,避免湿烟气对下游设备的腐蚀。氧化风机将空气不断送入吸收塔底部浆液池中,为亚硫酸钙的氧化提供氧气^[1]。脉冲悬浮泵布置在吸收塔底部,不断将吸收塔下部的浆液抽出并重新打入吸收塔中。向下喷射一方面起到搅拌作用,另一方面可将氧化风进行均匀分配。脱硫烟气在线监测系统(CEMS)分原烟气CEMS和净烟气CEMS,主要测量烟气参数以及脱硫系统进、出口SO₂含量。CEMS的准确性和可靠性影响电厂污染物排放总量核实、质量浓度达标判定以及环保税统计等工作,其重要性不言而喻。

2 脱硫运行监督主要指标

2.1 脱硫系统运行主要控制参数

(1)吸收塔系统:吸收塔液位、pH值、密度、氧化风量、除雾器压降、浆液循环泵电流及出口压力、浆

液流量、除雾器冲洗间隔、冲洗压力、冲洗流量。

(2)制浆系统:石灰石浆液密度、细度、湿磨机运行电流、再循环泵出口压力、旋流站运行压力、湿磨机下料量、石灰石料仓料位、供浆罐液位。

(3)脱水系统:真空皮带机运行频率、石膏厚度、石膏含水率、真空罐真空度、石膏库料位。

(4)烟气系统:净烟气 SO_2 质量浓度、净烟气温 度、脱硫效率。

2.2 影响脱硫效率的主要因素

影响脱硫效率的主要因素包括烟气流速、燃煤硫分、吸收塔浆液品质(包括 pH 值、密度、石膏晶种、 Cl^- 质量浓度、酸性不溶物质量浓度等)、入口烟尘质量浓度、废水排放量、氧硫比、钙硫比、液气比、CEMS 表计等。

2016 年年初,福建华电可门发电有限公司 #4 机组出现脱硫效率下降的现象。分析各浆液循环泵运行工况正常, Cl^- 质量浓度在 1 个月内从 9 821 mg/L 上升至 15 403 mg/L,同样负荷和入炉煤硫分工况下,需要多启动 1 台吸收塔浆液循环泵。吸收塔作为脱硫系统主设备,相关原辅料和机组工况的变化都会集中在吸收塔内体现出来,为了保证脱硫系统的正常运行,必须重点加强吸收塔内浆液品质的运行控制以及变化趋势跟踪。

3 脱硫系统主要设备缺陷及分析

3.1 磨损堵塞

碳酸钙难溶于水,石灰石浆液是石灰石粉与工艺水的混合体,在管道传输时受不同管道管径、弯头、流速等影响,对各传输、存储设备均存在磨损和堵塞。运行控制中,一方面应该加强石灰石来料的检查,避免 SiO_2 等杂质含量超标,同时合理制定设备检修周期,及时处理浆液泵叶轮、搅拌器等缺陷,保持浆液流速在合理范围内(一般不超过 1.3 m/s);另一方面,工作介质为石灰石或石膏浆液的,设备启动前、停止后均应进行足够的冲洗,并注水防止结晶腐蚀。

3.2 腐蚀

湿法脱硫系统中不仅磨损现象突出,腐蚀问题也给日常的运行维护带来很多麻烦。其原因是:一方面,由于湿法脱硫以水为载体完成整个脱硫工艺流程,设备表面与介质进行了充分接触,增加了应力腐蚀、化学腐蚀等的发生;另一方面,磨损与腐蚀常常相伴而行,塔壁防腐层一旦破坏,腐蚀便迅速发生,同时加剧了磨损。

进行设备的日常运行维护监督时,应选用合格的不锈钢材料及防腐材料,保证浆液密度、pH 值、 Cl^- 质量浓度等指标控制在设计范围内;同时,加强

设备日常消缺力度,避免堵塞、腐蚀范围扩大。

除了设备选型外,在设备设计上也应进行相应的环保监督,保证设备间距、安装位置、安装质量、介质流速、设备寿命以及检修工艺等符合相关标准规范。

3.3 除雾器堵塞

造成除雾器堵塞的原因多种多样,可归纳为除雾器本身及冲洗系统故障、吸收塔浆液品质问题、电除尘除尘效果问题、检修工艺以及热控表计问题等。

(1)除雾器冲洗水压力偏低,喷嘴堵塞,喷嘴雾化效果差,久而久之,除雾器叶片的结垢逐步加剧,进一步影响除雾器除雾效果。一般要求除雾器冲洗时压力为 0.2 ~ 0.3 MPa,冲洗时侧重对一级除雾器上下面的冲洗;停机时检查除雾器及冲洗水系统的损坏情况,并进行相应处理。

(2)浆液高 pH 值运行,吸收塔内浆液含有过量的石灰石成分,经烟气带至除雾器沉积吸收 SO_2 后形成硬垢,增加除雾器堵塞风险。

(3)浆液高密度运行,特别当吸收塔中的浆液过饱和度超过 1.4 时,烟气液滴中固体成分同样偏高,被除雾器捕集后会导致除雾器堵塞加剧。

(4)检修工艺问题。烟道积灰及塔内积浆清理不彻底,开机过程中大量灰浆被除雾器捕集,造成堵塞。再者,冲洗喷嘴、除雾器叶片安装质量差等同样会影响除雾器的正常运行。脱硫系统检修时应注重做好吸收塔整体检修质量验收工作。

3.4 CEMS 表计 SO_2 含量波动

2018 年 2 月 23 日,福建华电可门发电有限公司 #1 机组启动后,#1 脱硫效率偏低。负荷 510 MW 时,出口 SO_2 质量浓度为 23.7 mg/m³,原烟气中 SO_2 质量浓度为 951 mg/m³,需运行 4 台浆液循环泵。对比修前、修后工况,发现如下问题。

(1)净烟气 CEMS 表计中 SO_2 质量浓度波动频繁,表计反应滞后,时间长达 40 min,造成调整困难。

(2)供浆曲线与 pH 值曲线基本一致,供浆调整后,pH 计基本能在 1 ~ 2 min 内反应。

(3)运行人员为了减小表计反应滞后,加大供浆调整幅度且调整频繁, SO_2 质量浓度波动范围更大,加大了调整难度。

(4)运行人员为了减小表计反应滞后,提前调整,在 SO_2 低位时加大供浆量, SO_2 高位时减小供浆量,不符合常规调整方法。工况稳定、运行人员经验丰富且无其他操作时可以使用该方法,其余条件下这样调整可能导致 SO_2 含量超标时间更长。

(5)运行人员为了减少调整频率,供浆量基本偏大,吸收塔 pH 值在高位运行,造成主观上觉得机

组脱硫效率低。

综上,运行人员调整难处在于表计惯性大,反应滞后。后经过停机处理,增加烟气导流板,优化烟道中烟气流动分布,CEMS 表计波动问题得到解决。

4 脱硫系统环保监督管理

4.1 排放监督

火电厂 SO₂ 许可排放质量浓度、许可排放总量应严格按照核发的排污许可证执行。排放质量浓度日均值超标时,政府环境保护主管部门可采取限产等措施,发电企业应按照一类障碍来管理,遵循“四不放过”原则。

4.2 国控源平台管理监督

火电厂作为重点排污单位,大气污染物 CEMS 应实现与国控源平台的同步联网,年度数据传输有效率不低于 75%。国控源平台故障导致数据出现异常情况时,火电厂应在 12 h 内向所在地市级及省级环境保护主管部门报告,限期恢复正常。在此期间,按照环发[2008]6 号《污染源自动监控设施运行管理办法》开展手工监测并报送手工监测数据。

4.3 脱硫设施监督

脱硫设施及其附属设备安全可靠,有齐全的设计资料、技术协议、性能验收报告。设备安装符合技术规范要求,设备性能达到设计要求。出现缺陷及时消缺,备品备件齐全。

脱硫设施计划停运检修必须提前 5 d 向环境保护行政主管部门等相关单位报告并批准;结合机组和脱硫设施运行情况制定机组检修或技改计划,脱硫设施检修或技改后,应进行相应的性能验收试验。

脱硫设施台账完整齐全,应包括设施的工程项目资料、运行和检修规程、检修维护记录、启停及主要运行操作记录、生产情况报表、燃料分析报表、运行情况记录、主要异常及分析记录、主要运行指标统计、向环保部门报送的相关资料及报告、污染源监控系统报表、分散控制系统(DCS)曲线等。

4.4 CEMS 监督

(1)HJ/75—2017《固定污染源烟气排放连续监测技术规范》在 2017 年进行第 2 次修订,并于 2018 年 3 月 1 日开始实施,不再是推荐性标准。应注意各项指标参数的变更情况,及时进行相应改造,避免环保数据失真、失控。按相关要求做好 CEMS 的维护管理工作,监督各项表计及在线仪表准确、可靠。

(2)CEMS 应获得相应环保主管部门的有效性认证,并进行有效性审核。应建立和完善 CEMS 日常运行、维护和校验制度,维护人员岗位制度,CEMS

技术管理制度,CEMS 操作规程等管理制度。因设备质量原因导致数据未通过有效性审核时,应及时更换自动监测装置,并重新向环保主管部门申请验收。

(3)CEMS 如因故停运,需详细记录停运原因、启停时间等,并在 24 h 内以传真或文件形式及时报当地环保部门、上级单位和环保监督中心备案。CEMS 发生故障应及时消缺;发生异常情况,应做好异常情况的台账记录。

(4)CEMS 与 DCS 在线数据、历史数据和历史曲线的显示应符合相关要求,历史数据需每月定时进行备份,历史数据和历史曲线需保存 1 a 以上^[1]。

(5)确保 CEMS 与 DCS 数据真实,杜绝人为干预和数据造假,CEMS 和 DCS 就地操作数据和各套传输数据应保持一致。

4.5 脱硫设施排放监测监督

福建华电可门发电有限公司大气污染物采用 24 h 自动监测,按照 HJ/75—2017《固定污染源烟气排放连续监测技术规范》开展自动监测数据的校验比对。在自动监测设施出现故障期间,应手动监测烟气中颗粒物、SO₂ 和 NO_x 的质量浓度,每 4 h 至少监测 1 次,每天不少于 6 次;同时,将手工监测数据报送环保部门,每天不少于 4 次,间隔不得超过 6 h。

手工监测方法、仪器、样品保存应符合相关技术标准规范要求。手工监测数据可作为年度总量核算时对应 SO₂ 含量自动监测数据缺失时段的基础数据。

5 结束语

燃煤发电企业应该提高生态文明思想认识,持续做好脱硫系统的运行环保监督管理工作,进一步挖掘污染物协同防治的潜力,走绿色发电、品质发电的道路,以适应新环保形势下的经营需要。

参考文献:

[1]王在伟. 燃煤电厂烟气脱硫设施运行环保监督探讨[J]. 中国电力教育,2014(12):124.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

张建华(1971—),男,福建政和人,高级工程师,从事电力环保管理方面的工作(E-mail: zhangjianhua850@163.com)。

冯英山(1971—),男,福建永春人,高级工程师,从事电力生产管理方面的工作(E-mail: ysfengys@126.com)。