

刍议 320MW 机组锅炉电除尘器的降耗提效策略

李盛伟, 梁升

(广西柳钢环保股份有限公司, 广西 柳州 545002)

摘要:为解决某发电有限责任公司 320MW 机组锅炉电除尘器无法达到新的国家环保标准的问题。对 320MW 机组锅炉电除尘器进行提效改造的情况进行了介绍,主要有转动电极改造方案、袋式除尘器改造方案、电袋复合除尘器改造方案,优化方案选择电袋复合除尘器改造方案,以期为相关人员提供参考。

关键词:机组; 锅炉; 电除尘器; 降耗提效

中图分类号: X773

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2023)12-0115-03

0 引言

现行燃煤锅炉的电除尘器是单室三电场的设计方案。在进行现场调研及技术研究基础上,采用“双电场”组合结构和高压直流除尘系统相结合的方法对该机组电除尘器进行改造,取得较好的效果。320MW 机组锅炉的电除尘器已有多年的历史,运行效率比设计值低很多,出口粉尘排放浓度达 $300\text{mg}/\text{m}^3$,该公司增建的石灰石湿法烟气脱硫装置,粉尘排放浓度达 $30\text{mg}/\text{m}^3$,但因电除尘除尘效率的降低,使燃煤锅炉烟气脱硫装置进口烟气中粉尘含量过高,无法达到烟气脱硫装置的操作技术参数,导致烟气脱硫装置不能顺利工作,脱硫副产品石膏灰过多,石膏真空皮带脱水系统工作不正常。所以需要对 320MW 机组电除尘器实施技术改造,提高电除尘器工作经济性,进一步提升除尘效率,在改善监控系统性能的前提下,达到一体化集控的要求^[1]。

1 电除尘器改造方案

1.1 烟尘特点

从煤质参数,炉型等方面对烟尘的特征进行了分析。

(1)含硫量较低,在 0.5% 以下为特低硫煤。煤种燃烧过程中会生成 SO_2 ,通常 0.5%~1% 的 SO_2 被氧化为 SO_3 , SO_3 水平很低,调质效果不明显^[2]。

(2)烟尘水汽含量较少,易引起反电晕现象,造成电压不能升高,影响了除尘效率。

(3)煤炭燃烧时有较多灰尘,导致电除尘器进口处烟尘浓度陡增,易引起电晕封闭和工作电流低。

(4)液态排渣炉内粉尘的粒径更小、比表面积更大、黏性更强、粉尘比电阻更高^[3]。

1.2 转动电极改造方案

和传统电除尘器工作方法一致,为收集粉尘,转动电极电除尘器依旧是利用高压电晕进行放电,保证粉尘荷电利用电场力收集到集尘板。通常在末级电场中把阳极板变成可回转,改常规振打清灰为旋转刷清灰,极板转动至电场下端灰斗后,清理灰尘的旋转刷位于气流远端,清理干净板面灰尘,比普通电除尘器呈现出来的效果更佳。

相关规范要求烟尘排放不超过 $30\text{mg}/\text{m}^3$,如要达到此要求,其中相关联最紧密的比集尘面积就需要超过 $150\text{m}^2/(\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1})$ 。目前我国大部分城市都已实现了对工业废气的净化处理,但由于粉尘浓度较高、含尘量大、粒径小等原因,使得现有的高压直流电机很难满足环保标准。旋转电极高压直流除尘器存在一个与常规电场不同的电场,即旋转电极电场,优势在于除尘效果是常规电场的两倍左右,但是因为旋转电极需要的场地很大,仅将第四电场更换为转动电极,其余不变,考虑到场地限制,此时比集尘面积仅能为 $120\text{m}^2/(\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1})$,比起规范要求的 $150\text{m}^2/(\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1})$ 相差较远,而且除尘器效率也仅为 99.60% 左右,出口烟尘排放量甚至达到 $90\text{mg}/\text{m}^3$,远远达不到除尘器出口排放 $\leq 30\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求。由于旋转电极结构简单,运行稳定可靠,所以目前已被广泛用于燃煤电厂锅炉烟气超低排放改造工程。所以为使旋转电极电除尘器能满足超低排放标准的要求,有必要对新型高效低阻转动电极电除尘器进行研究,进一步改善旋转电极电除尘器性能。

旋转电极电除尘器的工作原理基本等同于常规电除尘器,除尘效率受煤质的影响较大,受粉尘的性质等

诸多因素的作用,无法全面地对微细粉尘进行收集,导致微细粉尘收集效率非常低,甚至末级电场也采用了转动电极,如此对于减少微细粉尘的再飞扬有一定效果,故除尘效果显著增加,美中不足的是电除尘器的效率还是无法大幅增加;另外,由于转动电极表面附着了大量灰尘,电除尘器阻力因此会大大增大,由此导致的能耗也会相应提高,严重时将无法正常工作,甚至被迫停机。针对应用于中性盐雾中的旋转电极电除尘器,需经常清理,否则,设备寿命就会下降,甚至无法正常工作。因此,旋转电极电除尘技术的发展必须与其他除尘方式相结合才能获得更高的经济效益和社会效益。旋转电极电除尘器结构设计中,传动链条会在烟气酸碱的作用下长时间处于冲刷状态,因此极易受烟气中粉尘的侵蚀磨损,导致使用寿命常常不会很长,并且机组运行还存在转动机构卡涩、链条磨损等问题,这些都会在一定程度上加大日常保养的工作量。

1.3 袋式除尘器改造方案

袋式除尘器在设计时必须考虑采用合理结构和布置形式的高压直流输电系统作为主电源。粉尘附着于滤袋外侧,滤袋经脉冲清灰系统清灰,粉尘落在灰斗内。当进入袋式除尘器后,由于滤袋和布袋之间存在间隙,气流经过间隙时形成负压,从而使滤料产生变形而吸附灰尘并从滤料上脱落。滤出的净烟气从滤袋中通过净气室流出。由于袋式除尘器具有结构简单,维护方便,使用寿命长等特点,已成为目前国内外广泛采用的一种高效除尘装置。

1.4 电袋复合除尘器改造方案

电袋复合除尘器是利用电场进行预除尘,本实用新型设备不但可以将滤袋中粉尘的承载量降低至一定程度,还可以保持滤袋表面粉饼层的疏松,并且运行阻力较低、滤袋清灰周期长,不受煤种、烟气特性、飞灰比阻等因素的影响,这样才能保证长期高效、平稳地正常运行。滤料为多孔陶瓷或金属。电袋复合除尘器布置形式主要为电除尘器和袋式除尘器相结合,含尘气流在电袋除尘器内流动,电除尘器在电场荷电时,粗颗粒粉尘被收集去除,一小部分微细粉尘(约微细粉尘的20%~30%)与烟气集合在一起通过电场出口、袋式入口多孔板均流后,部分烟气从旁侧进入袋式除尘区,但是另外还有一部分烟气会正常流动,主要途径是向下部电场流动,紧接着反向运动,汇入袋式收尘区,主要会存在于袋式内侧,而粉尘会被阻挡在外部,这部分灰尘会经过脉冲清灰系统的处理,最终收集在灰斗中。电除

尘器内部形成一个封闭空间,其过滤介质为高导电高分子聚合物滤层。因滤料有一定的厚度,滤料吸附粉尘效果好,从而减小尘粒的粒径,减轻重量。同时,过滤后的净气进入布袋除尘器进行进一步处理,得到洁净气体或低污染排放。净烟气是经过多次过滤处理后从滤袋内的净气室释放,此时排烟浓度基本可以满足规范要求的排烟浓度不超过 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

1.5 改造方案优化

上述所采用的转动电极改造方案中,除尘器出口处排放的烟气浓度高达 $90\text{mg}/\text{m}^3$,远远超过相应要求,规范要求排烟浓度需 $\leq 30\text{mg}/\text{m}^3$;若使用上述袋式除尘器、电袋复合除尘器,烟尘排放浓度可以满足 $\leq 30\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求,二者相比,电袋复合除尘器比袋式除尘器除尘效果要好,但是相应的电袋复合除尘器的投资费用会相应增加,这毋庸置疑,且电袋复合除尘器的运行工况并不是很理想,需要长时间在高浓度烟尘下工作,由此会导致运行阻力大幅度增加。因此,对于低浓度烟尘,必须采取喷吹法对布袋进行清灰处理,以提高其除尘效率和使用寿命。以确保一定的阻力,滤袋的喷吹清灰周期的时间必然越短,滤袋经常清灰,加速了滤袋的磨损,导致滤袋提前断裂失效等,提高了设备维护成本;若不及时更换,则容易出现二次污染现象,影响除尘效率,甚至使除尘器不能正常运行。同时袋式除尘器的运行阻力也较大,导致除尘器后部引风机功率升高,提高运行成本。此外,由于电袋复合除尘技术可使粉尘排放浓度降低,可以减少对大气中二氧化硫的污染。所以,针对袋式除尘器的使用,无论是设备投资,还是运行维护费用,均将相对提高,此次使用的是电袋复合除尘器的方案。

通过对现有电袋复合除尘器结构特点分析比较,选择了一种较适合于某发电厂实际情况的设计方案——一电二袋联合除尘技术。考虑发电公司实际情况,主要对烟气流速和过滤风速进行分析后,对其进行了参数设计和选择,拟定了一个相对合理的方案,即一个电场带三个袋区的设计方案,此方案是将电袋复合除尘器具有足够过滤面积作为前提设计的。对现有除尘器改造时,可按常规方法进行,但需重新调整电收尘器的本体位置和结构设计,即将原有的钢支架,壳体,灰斗等预留进出口喇叭,第一电场和供电装置,以及对一个电场的大修和保养,一些组件得到了更新,重新设置气流均布装置,满足更新电场的标准,拆除其余电场的监测压强的机械设备,将布袋横向设置于原有

除尘器的外壳空间内,原来的第2-4电场在电场的长度方向上设置有脉冲阀,用作袋式除尘区。对原有滤料进行更换,重新制作袋体,以满足运行要求^[4]。

2 技术特点

2.1 智能动态优化控制

电除尘系统工作时,它的烟气工况随锅炉负荷、烟气成分、粉尘特性、温度的变化而变化,电除尘器的运行参数须随运行条件的改变而调整,为了让电除尘器一直处于最佳状态。针对这一问题,研制了一种基于单片机控制的新型电除尘器智能控制器。本产品所具有的智能化动态优化控制功能,能通过分析电除尘器工作时电压,电流信号波形及U-I特性,结合运行工况粉尘比电阻测量,获取电除尘器动态运行状态信息,并在此基础上,依据所建立的数学模型,及时对电除尘器的运行参数进行调整达到优化效果,使得电除尘器一直处于最优状态^[5]。

2.2 闭环控制烟气物理量

介绍“DCC2000 静电除尘器自动监控系统”,与其他系统不同,其不仅对粉尘浓度进行监测后反映给使用者,还会将除尘器出口处的粉尘温度、粉尘流量等物理量和电场参数进行实时监测,不仅如此,还可以更加准确分析结果,获得电除尘器运行工况信息,采用了一整套闭环控制策略,在系统级上优化了电除尘器的运行,以及资源配置。由于传统的手动或半自动除尘方式效率低,能耗高,不能满足现代工业发展的需要,因而迫切需要开发出适合我国国情的电除尘器智能化控制系统。鉴于此,开发了以单片机为控制核心的电除尘器新型智能控制器。同时设计了具有故障检测功能的硬件电路和软件算法。控制系统能够实现数据的在线采集、数据处理和现场画面显示等。

2.3 统一控制高低压

“高低压一体控制”,简单来说就是采用单个电场为一个独立的单元,集高压供电功能与低压控制功能于一体,统一合成为控制装置。由于传统的手动或半自动除尘方式效率低,能耗高,不能满足现代工业发展的需要,因而迫切需要开发出适合我国国情的电除尘器智能化控制系统。控制系统采用模块化的设计思想,分硬件配置、软件设计、现场调试三大部分。在我国实际的工程应用中,高、低压一体控制的思路优势明显,主要是利用控制装置集成度的提升,大大缩减设备占地范围。针对不同工况条件,结合现场实际情况,选取适

当的控制参数组合,可以取得较好的控制效果。与低压集中的控制方式相比,根据电场分散控制,将低压控制系统的可靠性放在首位,由此大大降低了由于低压控制系统故障,而对电除尘器整体运行造成的破坏。本实用新型设备减少二次扬尘的产生,除尘效率得到提高。由于采用电场分散控制技术,在一定程度上避免了集中控制系统出现的问题,从而延长设备使用寿命。另外通过软硬件相结合的方式,本实用新型设备能够灵活配置,适应各种工况的要求,并且可以根据场地的不同而做出相应的调整,使其处于最佳状态。

3 结语

某发电公司320MW机组锅炉电除尘器的降耗提效改造方案,从根本上提高了除尘器的效率,降低了烟尘排放浓度,满足了行业规范《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223—2011)中对烟尘排放浓度的最新要求。改造采用高效除尘技术、新型袋式除尘器,以及烟气脱硫系统和除尘器的联合应用。通过对原有设备进行适当的调整,使其更加符合环保新标准,实现了节能降耗的目标。文章从技术层面对该站锅炉电除尘器的提效改造方案和实施进行了详细的说明,并对存在的问题与不足,提出了改进意见。技术改造成功地实现了节能,以提效为目标,以提升自动化水平为预设目标。通过对机组进行技术改造,既降低了能耗又减少了环境污染,且对环境产生一定影响的有害气体排放量得到有效控制。本技术也可以用于其他燃煤发电机组除尘系统,有良好的推广应用前景。同时,项目的成功实施,为同类燃煤机组的技术改造提供参考。

参考文献

- [1] 蒋惠民.电除尘器除尘效率分析与对策[J].中国科技信息,2005(8):131-135.
- [2] 陈颖,郭俊,毛春华,等.电除尘器高频电源的提效节能应用[J].中国环保产业,2010(12):69-70.
- [3] 梅东升.电除尘器提效改造的几种典型方式[J].华北电力技术,2010(12):38-41.
- [4] 赵子玮,胡志光,李庆.适用于电除尘器改造的新技术[J].华北电力技术,2015(3):60-65.
- [5] 李军保,李学军,王建曼,等.300MW机组锅炉电除尘器提效改造[J].江西电力,2018(11):51-53.

作者简介:李盛伟(1982—),男,汉族,广西藤县人,本科,助理工程师,主要从事电气技术管理工作。