

脱硫系统取消旁路烟道后的问题及应对措施

胡松如¹, 金东春², 陈彪²

(1. 浙江省能源集团有限公司, 杭州 310012; 2. 浙江省电力公司电力科学研究院, 杭州 310014)

摘要: 分析了火力发电机组取消旁路烟道的技术可行性和安全性, 讨论了旁路烟道取消后给机组及脱硫系统带来的一系列技术问题, 结合现有无旁路脱硫系统的运行实践, 对取消旁路后出现的问题, 从设备改造、运行调整等方面提出了应对措施。

关键词: 发电厂; 脱硫; 烟道旁路; 取消

中图分类号: X701.3

文献标志码: B

文章编号: 1007-1881(2012)11-0069-04

Problems of Bypass Flue Removed Desulphurization System and the Countermeasures

HU Song-ru¹, JIN Dong-chun², CHEN Biao²

(1. Zhejiang Provincial Energy Group Co., Ltd, Hangzhou 310012, China;

2. Z(P)EPC Electric Power Research Institute, Hangzhou 310014, China)

Abstract: The paper analyzes technical feasibility and safety of removing bypass flue from thermal generator sets and it discusses technical problems brought to units and desulphurization system due to the removal of bypass flue. In combination with practical operation of current non-bypass desulphurization system, the paper proposes countermeasure against problems due to removal of bypass in terms of equipment transformation, operation adjustment and so forth.

Key words: power plant; desulphurization; bypass flue; removal

在国家环保政策的推动下, 浙江省内所有燃煤发电机组均加装了烟气脱硫装置, 目前脱硫系统中 95% 以上均设置了旁路烟道(以下简称旁路)。为进一步加强烟气脱硫(FGD)系统的监督管理, 防止发电企业利用旁路烟道故意闲置脱硫装置, 确保对 SO₂ 排放的有效控制, 取消火力发电厂烟气脱硫旁路已是节能减排的新趋势。

为研究现役火力发电机组取消旁路烟道的可行性和技术方案, 结合某大型火力发电厂无旁路设计和部分取消脱硫旁路发电厂的实践经验, 分析现役机组无旁路运行的应对措施。

1 取消旁路的技术可行性分析

1.1 影响取消旁路的因素

脱硫系统设置旁路烟道的目的是当 FGD 系统发生故障时烟气能通过旁路排放, 保证机组的正常运行。通过对浙江省内火力发电机组的调研发现: 增压风机故障和烟气换热器(GGH)故障是

导致机组脱硫旁路挡板异常开启的主要原因, 增压风机的故障主要发生在电机、油系统、导叶及电源等; GGH 故障主要是其两侧差压高, 到极限后系统无法再继续运行, 只能开启旁路离线冲洗, 降低这两大设备的故障是实施取消旁路方案的首要条件。

1.2 取消旁路的技术可行性

脱硫旁路烟道是机组 FGD 系统故障状态下的紧急烟道, 要取消旁路运行, 首先要保证机组在无旁路状态下的安全启动, 其次是提高设备的可靠性, 通过调整无旁路系统的运行方式, 降低无旁路机组的停机风险。

在机组的启动阶段, 要求降低启动阶段炉膛未燃尽的油污和碳粒、炉膛吹扫的飞灰对吸收塔浆液反应性能的影响。目前对吸收塔污染浆液处理再回用技术还处于试验研究阶段, 主要通过抛浆方式来处理, 即逐步换浆来实现吸收塔运行的稳定。

降低增压风机的故障率可通过设备改造,或取消增压风机,实施“引增合一”(即引风机与增压风机合二为一)来实现。GGH故障及堵塞的问题比较难以解决,由于取消GGH需要对原系统进行改造,对烟囱进行防腐,资金耗费大、时间长。目前解决GGH结垢堵塞的主要办法是对除雾器进行升级改造,提高除雾性能,调整系统的运行方式,以延缓GGH的结垢。

由此看来,无论采用哪种处理方式,现役机组取消旁路在技术上均可以实现。

1.3 取消旁路的可靠性评价

在不对现有设备进行改造升级的情况下,取消脱硫旁路烟道无疑会使机组及脱硫系统的可靠性下降。按浙江省内2010年机组的平均非停次数1.5次/台考虑,则某发电厂在取消旁路烟道后,全厂机组的全年平均非计划停运次数的最大值由式(1)二元函数的最大值决定:

$$F = 1.5 + N \times K \quad (1)$$

式中: F 为某台机组全年非停总数; N 为取消旁路后由于FGD系统的原因而导致的非停次数, $1 < N <$ 某年最大值,浙江省内机组平均值为2.64; K 为某发电厂取消旁路挡板机组台数占该厂总机组台数的比例。

由此可见,随着 K 与 N 的增大, F 也会增大。随着旁路拆除台数的增多和设备质量及运行人员运行管理水平的提高, K 和 N 会有所降低,但最终的非停次数 F 仍会比现有非停次数相对增多。调研结果表明,在现有设备状态下,2011年浙江省内机组每台平均开启2.64次旁路挡板,这意味着若无脱硫旁路,机组非停次数将平均增加2.64次。因此必须对取消旁路给机组带来的问题有充分认识,分析产生的原因和制定合理可行的解决办法。

2 取消旁路带来的问题

2.1 运行方面的问题

2.1.1 脱硫系统的安全启动方式

取消旁路后,系统的安全启动主要是保证引风机和脱硫系统增压风机的安全启动。在有旁路启动过程中,旁路处于打开状态,增压风机和引风机之间不存在协调启动问题。取消旁路后,为保证风机启动过程中的通道问题,如首先启动引

风机,就需要全开增压风机的进出挡板及开启增压风机的导叶或者静叶。这样增压风机就存在带负荷启动问题,若关闭增压风机的调节挡板,则引风机出口烟道就要承受一定的正压,对部分老机组还采用混凝土或砖烟道结构的发电厂而言,这种方式存在较大安全隐患。如果首先启动增压风机,同样存在引风机带载启动或者引风机出口烟道存在超额负压,导致引风机挡板变形等问题。

2.1.2 浆液污染和电除尘启动方式

锅炉点火启动时,在启动初期投油或者是炉膛燃烧不稳定需要投油助燃时,烟气中含大量未燃尽的油雾及含碳颗粒、飞灰,按照目前电除尘的投运要求,此时电除尘器不能投入,因此烟气中的含尘量较高。在旁路取消后,所有烟气都必须通过脱硫系统,烟气中的油雾和灰尘,通过脱硫系统后,会对脱硫系统吸收塔防腐材料和石灰石浆液产生污染,从而影响脱硫系统的安全及效率。若为避免浆液污染,强行投入电除尘器后,易导致大量油粒污染电除尘器极板、极线和高压绝缘子,锅炉进入煤油混烧阶段后,未燃尽煤粉与油污一起粘在极板上不但影响振打效果,还易导致电除尘器内部二次燃烧。

2.1.3 含油废水的处理方式

在锅炉投油后,随着吸收塔内的油污逐渐富集,将使吸收塔内浆液品质恶化,如不及时排出,易使脱硫反应进入盲区并发生起泡现象,因此锅炉投油后出现pH值调节不灵敏时,必然采取浆液外排措施,从而产生大量的含油废水。在现有的脱硫废水处理系统设置中,并没有单独考虑这部分含油废水的处理问题。

2.1.4 锅炉高负荷下MFT后炉膛吹扫

锅炉在运行过程中,特别是在高负荷下由于锅炉原因发生主燃料跳闸(MFT)时,一些可燃物质不可避免地进入炉膛,在取消脱硫旁路烟道后,如果增压风机跳闸,则联跳送引风机,此时的烟气无通道,则锅炉通风吹扫无法进行,必然产生不安全因素。

2.2 设备安全可靠性问题

2.2.1 高温烟气

引风机出口的烟气温度一般在120℃以上,若主体设备异常,如空预器故障停转时,原烟气烟温瞬间上升到180℃以上,从而损坏吸收塔设

备,如喷淋层、除雾器以及吸收塔顶部相应的防腐材料,因此取消旁路后,要求这些部位的设备具备瞬间抵御高温烟气的性能。

2.2.2 高浓度烟尘对吸收塔的影响

当电除尘器部分电场故障或处于非正常运行工况时,进入吸收塔的烟气中烟尘浓度将大大增加,从而破坏吸收塔内的离子平衡。由于烟尘中含有微量的 F 和 Al 等元素,当其进入浆液后会迅速溶解形成 AlF_n 的络合物,覆盖在浆液微粒的表面,阻止了烟气中酸性气体和浆液的接触,从而使得脱硫效率急剧下降,pH 值也持续降低,最终导致超标排放。所以,无旁路系统要求电除尘器具有良好的除尘效果和较低的故障率。

2.2.3 其他设备的可靠性

旁路取消后,对脱硫系统的其他设备主要包括增压风机、吸收塔浆液循环泵、氧化风机、吸收塔搅拌器的可靠性要求更高,增压风机直接影响发电机组的安全,而浆液循环泵影响的是脱硫系统内部设备的安全。

对采用两炉一塔设置的机组来说,这些设备的可靠性显得尤为重要,因为脱硫系统的故障及检修将同时影响 2 台机组的正常运行。

3 取消旁路的应对措施分析

3.1 设备改造

3.1.1 设置事故喷淋水系统

取消脱硫旁路重要的一个改造措施就是增设预喷淋水系统。当运行中空预器停转,即使锅炉紧急 MFT 时,仍然会有部分高温烟气进入脱硫系统。由于 FGD 装置内如除雾器等设备大多是玻璃钢(FRP)或聚丙烯(PP)材料制成,塔内壁及烟道防腐材料的耐温一般不超过 90°C 。为保护塔内设备和防腐层不被高温烟气破坏,需要在吸收塔入口烟道段设置事故喷淋系统,并在事故喷淋前设置冗余配置的测温装置,以设烟温高连锁保护。事故喷淋水系统设置的关键是保证喷淋效果、正确计算喷淋水量和选用防堵喷头,在喷头的维护上,需要定期对事故喷淋电动门进行开关试验,或者设置压缩空气反吹。

3.1.2 烟风系统改造

烟风系统改造的目的是在解决送引风机的安全启动问题基础上,达到节能和提高可靠性的

效果,改造主要有 2 个方面:

(1)进行“引增合一”改造。取消脱硫旁路烟道后引风机与增压风机的带载启动时,避免增压风机故障导致停机的最好方法就是将引风机与增压风机合二为一。在目前大多数脱硫系统的设计中,锅炉主机和脱硫系统是独立控制的,引风机调节锅炉炉膛负压,增压风机调节风机入口压力,由于增压风机和引风机是串联运行的,它们之间往往相互影响。特别是在 1 台引风机跳闸,机组触发快速减负荷(RB)等大幅扰动下,势必引起增压风机入口压力的剧烈波动,从而可能恶化炉膛负压,危及机组安全。

(2)设置增压风机旁路。在大容量机组中,在低负荷阶段同时保持增压风机和引风机运行的经济性较差。部分发电厂为此设置了增压风机旁路,目的是在低负荷下,烟气量减小时,停运增压风机,仅保持引风机运行,从而实现节能的目的。另外,增压风机旁路的存在也给无旁路脱硫系统机组的风烟系统启动提供了方便,在机组点火启动初期,可不用启动增压风机,仅打开增压风机旁路,从而避免了增压风机的带载启动,采用这种方式的发电厂主要有嘉兴发电厂、北仑发电厂等。

3.1.3 抛浆系统改造

无旁路方式下,当浆液受到污染特别是受到未燃尽油粒污染后,脱硫效果变差,若不能进行置换将使系统进入盲区,无法满足脱硫效率的要求。因此在取消脱硫旁路前,需要考虑到对抛浆系统进行改造。这主要包括两个方面:一是对现有事故浆液箱进行扩容改造,以满足大量浆液外排时,暂存容量的要求;二是对现有脱硫废水处理系统进行适当改进,以利于处理点火阶段的含油污水。

3.2 提高可靠性的措施

为解决旁路取消后,机组运行的可靠性有所降低的问题,必须从以下 3 个方面来对系统进行调整:

(1)提高关键设备的可靠性。主要是提高除尘、脱硫设备的可靠等级,对会引起脱硫系统退出运行的设备增加冗余,选择质量更好的设备。如对脱硫系统中的浆液循环泵、氧化风机、供浆系统等关键设备应考虑冗余配置。其中浆液循环

泵应分接于不同的供电段上,以防止某段 6 kV 供电故障导致吸收塔循环泵全部停运。

(2)优化控制逻辑。需分析锅炉、除尘、脱硫系统的保护逻辑,对时间性要求不严格,不会立即引起重大设备安全事故的保护,应设置为报警。由于各发电厂设备及逻辑设置上互有不同,这里不对逻辑优化展开讨论。

3.3 运行调整措施

3.3.1 启动阶段

取消旁路后,脱硫系统与主机同步启动,既要保证不影响主机正常启动,还要保证锅炉撤油后吸收塔运行正常。为此,启动阶段的运行调节措施的几个关键点主要是:

(1)点火前吸收塔保持较低液位,一般以允许启动浆液循环泵即可,因为开机后浆液会被污染,所以吸收塔液位不宜过高,否则浆液置换量加大。

(2)首台磨煤机投运后,需要投运电除尘器的 1 个电场,并对除雾器进行不间断地冲洗,及时冲刷掉除雾器板片上的油污和粉尘。

(3)锅炉点火初期到投粉之前,吸收塔浆液 pH 值在 7 左右,随着煤量加大,pH 值会逐渐降低,在煤油混烧阶段,pH 值保持在 5.1~5.3 之间。

3.3.2 运行阶段

运行中需要加强系统 pH 值、增压风机及空预器运行状态的监视。当原烟气含硫量超出设计标准时,采取加大外排和提高 pH 值的措施,若烟气排放仍无法满足环保要求时,则要求机组适当降负荷运行,同时要加强对入炉煤的检查监督工

作,严格控制入炉煤含硫量。

4 结语

通过对浙江省内发电厂无旁路机组的调试和取消旁路的经验总结,对脱硫无旁路系统的特有问题和应对措施进行了分析和探讨,脱硫旁路取消后,锅炉系统和脱硫系统紧密相关,二者相互影响,需要发电厂在设备上适当改进,在运行上相互配合,才能提高无旁路系统发电机组运行的安全可靠。

参考文献:

- [1] 陈彪.浙江省火电厂旁路挡板运行现状分析[J].浙江电力,2012,31(11):53-56.
- [2] 马晓珑,李桓.湿法脱硫发电机组取消旁路烟道的技术研究[J].能源与环境,2011(2):88-89.
- [3] 黄涛.大型燃煤火电机组取消脱硫旁路烟道的应对措施[J].电力环境保护,2009,25(4):36-38.
- [4] 杜博,张建军,鲁先超.锅炉投油运行对环保设备的影响和对策[J].山东电力技术,2011(6):58-59.
- [5] 黄海鹏,龚攀峰.无增压风机脱硫工程烟气系统调试分析[J].电力环境保护,2009,25(5):26-28.
- [6] 赵生光.火电厂湿法烟气脱硫取消旁路烟道可行性分析与探讨[J].中国电力,2007,40(6):81-83.

收稿日期:2012-08-31

作者简介:胡松如(1957-),男,浙江慈溪人,高级工程师,从事电力生产管理和研究工作。

(本文编辑:陆莹)