

浅析脱硫旁路挡板铅封实施后 联锁保护逻辑的完善

周佑, 张岩

(浙江省电力试验研究院, 杭州浙江, 310014)

摘要:根据国家环境保护部办公厅文件要求,需要对火电企业脱硫旁路挡板实施铅封。石灰石-石膏湿法脱硫工艺具有脱硫效果好、技术成熟等优点,在国内的燃煤发电机组中广为应用。旁路挡板作为连接主机与脱硫系统的关键设备,其正常投用不仅是脱硫系统能否正常投运的关键,更关系到脱硫系统本身甚至发电机组的安全。通过对旁路挡板联锁保护逻辑的分析,提出了实施旁路挡板铅封措施后旁路挡板的联锁保护措施的更改建议,使更改后的联锁保护逻辑更为完善。

关键词:湿法脱硫;旁路挡板;联锁保护

中图分类号:X701.3 文献标识码:A 文章编号:1006-8759(2011)06-0027-04

ANALYSIS ON IMPROVEMENT OF INTERLOCK PROTECTION LOGIC OF LEAD SEALED BYPASS DAMPER

ZHOU You, ZHANG Yan

(Zhejiang Electric Power Test & Research Institute, Hangzhou Zhejiang 310014)

Abstract:According to the requirements of Ministry of Environmental Protection, thermal power enterprises need to ensure their bypass dampers lead sealed. Because of the advantages of excellent desulphurization performance and mature technology, wet flue gas desulphurization system now is widely used in coal-fired generating units. The healthy running of bypass damper, which is the key equipment in connection between generating unit and desulphurization system, relates to the safety of desulphurization system and even generating unit. The improvement advices of lead sealed bypass dampers' interlock logics are proposed via the analysis of interlock logics. All these should bring about more improvements for the interlock logic.

Keywords: wet flue gas desulphurization; bypass damper; interlock protection

1 前言

为了切实加强火电企业脱硫设施运行过程的监管,国家环境保护部办公厅于2010年6月17日下发了《关于火电企业脱硫设施旁路挡板实施铅封的通知》,要求对所有火电企业现有脱硫旁路挡板实施铅封。燃煤发电机组是目前国内SO₂

的主要排放源之一,其脱硫工程的投用对于我国节能减排意义十分巨大。石灰石-石膏湿法脱硫工艺具有脱硫效果好、技术成熟等优点,在国内燃煤发电机组中被广为应用。目前国内所投产的机组中此工艺虽略有差异,但都涉及到与主机的连接,而旁路挡板作为连接发电机组与脱硫系统的重要设备,其正常投用不仅是脱硫系统能否正常投运的关键,更关系到发电机组的运行安全。相比于旁路挡板本身的设备性能,其远程控制的影响因素

收稿日期:2011-07-16

第一作者简介:周佑(1981-)女,汉族,浙江人,大学本科学历,助理工程师。目前主要从事发电厂自动控制方向研究工作。

更为复杂,实施旁路挡板铅封后,相关旁路挡板联锁保护的准确性与合理性在整个脱硫系统的控制中显得更为重要。

2 脱硫旁路挡板的特点及铅封的实施

2.1 旁路挡板的特点

脱硫挡板门为百叶窗式结构,挡板可分为单百叶或双百叶二种型式。采用双百叶窗挡板可以减少系统管道的烟气泄漏。随着发电机组容量的增大,旁路挡板的重量也越来越重,300 MW 机组脱硫旁路挡板动作总力矩就高达 $6\ 000\ \text{N}\cdot\text{m}$ ^[1],尺寸也越来越大,因此也出现了大容量机组一个旁路烟道截面使用两块挡板门的情况,即存在两个执行机构各自独立控制一块挡板。挡板门的传动形式包括电动、气动、电液动等。无论哪种执行机构,都应具有足够可靠的备用电源或气源^[2,3]。

2.2 旁路挡板铅封的实施

铅封措施实施于每一块具有独立执行机构的挡板上。铅封后各火电企业不得擅自启封。旁路挡板定期试验、维护,机组停运后检修及脱硫系统短期缺陷处理需报当地环保部门审批同意后方可启封。其余紧急情况确需开启旁路挡板的,可自行开启,但须在 24 小时内向当地环保部门报告。

3 铅封实施后旁路挡板联锁保护逻辑的完善

烟气旁路作为在脱硫系统故障或烟气条件不符合脱硫设备工作条件而需紧急撤出时的唯一通道,它的可靠性直接影响机组及脱硫装置的安全运行。铅封的目的是为了加强脱硫设施运行过程的监管,因此在原有的旁路挡板联锁保护逻辑中需做出相应修改,避免不符合铅封规定中要求的旁路挡板异常开启的发生。

这里所谈及的旁路挡板开启均属于逻辑条件触发的旁路挡板动作,不包含其他诸如 pH 值过低、吸收塔密度过高等可以人工判断的常规异常出现需要开启旁路挡板的内容。一般旁路挡板设置有自动快开、自动慢开两种工作模式。自动快开模式适用于烟气的紧急撤出,触发后旁路挡板连续开启动作直至全开;自动慢开模式适用于手动操作或次紧急的烟气撤出,触发后旁路挡板以定长脉冲及脉冲间隔方式动作直至全开。

3.1 旁路挡板自动快开联锁保护

当脱硫系统内部出现严重异常时,需要快速开启旁路挡板,来保证发电机组不受脱硫系统的影响。同样,发电机组出现严重异常时(如锅炉 MFT),也需要快速开启旁路挡板,保证脱硫系统内部设备的安全。对于设备引起的异常,不但要开启旁路,而且还要撤出脱硫系统,而对于工况变化引起的异常,可以只开启旁路但不停运整个脱硫系统。

3.1.1 浆液循环泵全部跳闸或运行信号消失

对于国内目前广为使用的喷淋塔式的脱硫系统,当脱硫系统内循环浆液泵同时故障停运,吸收塔内的液气比为零,从根本上抑制了石灰石浆液吸收二氧化硫这个气液传质过程。同时脱硫系统内部沿程的阻力会大大减少,并且因为循泵停运,无法冷却高温烟气^[8],可能会造成 FGD 设备的损坏,需要快速开启旁路挡板,保证发电机组及脱硫系统设备的安全。

根据所使用的控制系统的特性,对于触发条件的选择需要慎重,有时不能单取循泵跳闸或停运信号,还应加入泵的运行信号消失,曾经在某机组调试过程中出现过浆液循环泵所在母线失电导致循泵全部跳停的现象发生。

铅封实施后对本项联锁保护条件无影响,因此项开启旁路挡板也在规定允许范围内。

3.1.2 锅炉 MFT

当机组发生 MFT 时,锅炉燃料快速切断,炉内温度突降将导致其内的烟气急剧收缩,此时因烟道的惯性作用,增压风机将暂时保持原有出力,如果旁路未开启,这两个作用的叠加将导致炉膛负压过大,有产生炉膛内爆的危险。

铅封实施后对本项联锁保护条件无影响,因此项开启旁路挡板也在规定允许范围内。

3.1.3 增压风机跳闸及风机跳闸触发条件

FGD 装置的阻力由增压风机克服,当增压风机跳闸时,若不开启旁路挡板,此时出口挡板仍处于关闭状态,整个烟气走道基本处于封闭状态,会导致烟道阻力急剧升高,必将导致锅炉炉膛压力升高,甚至引起锅炉 MFT^[4]。因此,需要快速开启旁路挡板,使烟风道通畅,减小因增压风机异常跳闸导致的炉膛负压剧烈波动。

除了风机跳闸信号触发旁路挡板快开动作之外,为了增加快开动作的保障率,需要同时将增压风机跳闸触发条件直接作为旁路挡板快开触发条件,防止因风机跳闸信号反馈异常导致的旁路挡

板开启动作失败。增压风机按各个脱硫系统所采取的设备不同,每个脱硫系统的风机跳闸条件也不尽相同。大致包含以下内容:风机振动超限、风机轴承温度超限、电机轴承温度超限、风机运行信号消失等等。

铅封实施后,也要针对各系统风机的特性对各个触发条件加以分析,并作出合理的更改。比如风机轴承温度超限,是不适合加温升速率条件的,因为如果轴承异常,是非常可能温度迅速上升的。比如风机振动超限,就要考虑是否用单点超限即跳闸还是两个测点均超过某一限值。

3.1.4 在中高负荷情况下发生的送、引风机 RB

在中高负荷工况条件下,如果机组发生 RB,特别是对于单增压风机、双引风机的系统来说,当送、引风机 RB 时,总风量将大幅度减少,而单纯靠增压风机的自动调节并不能消除机组风量的变化对整个烟风道压力的影响,此时应快速开启旁路挡板,并使增压风机动叶(或导叶)在 RB 发生时进行预动作,防止机组因炉膛压力波动过大发生 MFT 的危险^[5]。

在实际运行机组中曾发生送、引风机 RB 时,由于增压风机没有预动作,旁路挡板未能及时打开,最终造成机组 MFT,后按以上策略进行改造, RB 试验取得成功^[6]。

铅封实施后,需系统性的对机组 RB 进行梳理,针对不同机组,不同类型 RB 来确定旁路动作的方式,如一炉一塔的机组、两炉一塔的机组以及配备两台增压风机的机组分别作区分,对一次风机 RB、给水 RB、送、引风机 RB 进行分类,结合试验数据,确定各厂 RB 逻辑优化方案。

3.1.5 增压风机前压力异常

对于依靠增压风机前压力来进行风机动叶(导叶)自动控制的脱硫系统,当由于发电机组风量或风压剧烈变化,以及脱硫系统沿程阻力出现剧烈波动时,若增压风机前压力高于某一高限或低于某一低限时,出于对烟道保护的需要^[7](一般烟道设计承压约为 $\pm 4\ 000\ \text{Pa}$)及防止旁路挡板过度承压后变形甚至无法再开启的考虑,需要快速开启旁路挡板。

铅封实施后,需要更仔细的分析压力超限的影响,在确保机组、FGD 安全的情况下,根据增压风机入口负压设定值对保护的高限及底限定值做适当调整,比如适当放宽限值或者将压力限区间

分两级等方式^[6]。

3.2 旁路挡板自动慢开联锁保护

当发电机组部分参数发生异常,但其对脱硫系统的影响不及前述的异常状况影响剧烈或快速,此时需要开启旁路挡板保证脱硫系统设备及运行的安全,可采用慢开方式来减小旁路挡板开启过程中对发电机组烟风系统的影响。同样,当脱硫系统部分参数异常对发电机组较轻或较缓,但需要开启旁路,也可采用自动慢开的方式来开启旁路挡板。在铅封实施后,这部分的联锁保护内容需更加审慎。

3.2.1 脱硫系统入口烟温超限

脱硫系统入口烟温超限包括排烟温度超过高限及低于低限。

脱硫系统入口烟温过高,会造成吸收塔内部防腐衬胶的损坏甚至脱落。严重时会导致吸收塔腐蚀,脱硫系统瘫痪。温度过低也不行,尤其是对于设有气气换热器(GGH)的系统,其烟囱一般都不具备防腐能力,入口温度过低会导致脱硫系统排烟温度低于酸露点,从而造成对烟囱的腐蚀。但以上这两种影响是以缓慢的方式进行的,因此采取慢开的方式来开启旁路挡板。

铅封实施后,需通过机务专业对各电厂的情况分析,重新调整温度定值,研究在保证设备的正常运行情况下,是否可取消低温超限保护,并作为报警,过低时提示开旁路。而高温超限鉴于高温后设备的易损性及损害发生后的严重性,应谨慎修改,建议仍加以保留。

3.2.2 脱硫系统入口烟尘浓度含量超出高限或电除尘器故障

脱硫系统具有一定的脱尘作用,但并不是脱硫系统的主要设计功能,其对烟尘的承载能力也十分有限。当入口烟尘浓度含量在设计范围内时,脱硫系统可以正常消化烟气中的烟尘。但是当入口烟尘浓度超出某一限值时,若长时间在此工况下运行不仅容易使有 GGH 的脱硫系统更容易结垢,更容易使脱硫系统进入“盲区”,即吸收剂中毒现象,其具体表现为 pH 值降低,脱硫效率降低,石膏中含量 CaCO_3 升高^[9,10]。虽然目前关于“盲区”出现的具体原因说法尚不统一,但对于烟气含尘量过大容易导致“盲区”这一观点基本得到了较多的认可,一旦出现“盲区”,根据实际运行经验基本至少需要一到两天才能使系统恢复正常,而后续

的中毒浆液处理会产出更多不合格的石膏,甚至造成二次污染。

因此,当脱硫系统入口烟尘浓度含量超出高限或电除尘器故障时,要及时撤出脱硫系统,保护吸收塔内的浆液不受高浓度烟尘的影响。

铅封实施后,对于只有开关量测点的机组建议增加保护联锁按钮或增加延时,对单点保护进行逻辑优化。对于有烟尘浓度测点的机组可通过对烟尘检测仪数据的分析,适当增加速率保护避免误动。对于既有开关量测点又有烟尘浓度测点的机组可通过逻辑与运算来避免误动。

3.2.3 锅炉投油

锅炉投油时,未燃尽的油污对脱硫的化学反应会造成影响,积累到一定量以后,油污中的炭黑、烃等物质会包裹在各种颗粒表面,影响其传质过程,并影响石膏结晶,严重时还会造成脱水系统的滤布堵塞。大多数电厂基本都设有锅炉投油联锁投切开关,并按实际情况配合按需要进行人工操作。

铅封实施后,建议增加投油保护联锁按钮或增加延时。正常运行中切换磨煤机时的投油时间也比较短,在可承受范围内,其余时段投油因为燃油油的类别不同,其燃烧充分程度及对脱硫系统的影响也不尽相同,具体还要通过各个机组的数据考察投油对FGD的影响,以确定短时投油是否有必要开旁路挡板。或者也可以增强发电机组运行人员与脱硫运行人员的沟通来人工判断是否需要开启旁路撤出脱硫系统。

3.2.4 进口挡板或出口挡板全开信号消失

脱硫系统投入时,旁路挡板关闭,烟气从进口挡板经脱硫系统再由出口挡板排至烟囱。若进口挡板或出口挡板出现异常离开全开位置(如挡板门异常关闭)或者误操作导致关闭时,会导致烟道阻力迅速增加,并使锅炉炉膛压力升高,甚至引起锅炉MFT。

此时需要开启旁路,考虑到进口、出口挡板的关闭有一定的行程时间,为了减少对锅炉炉膛造成的压力冲击,采取联锁自动慢开的方式来开启旁路,保持烟气通道的通畅。

铅封实施后,原来的常用逻辑基本为单点信号跳闸,即全开信号消失后开启旁路,为防止误动,建议针对每台机组进口、出口挡板的具体情况 & 挡板附近的压力测点布置情况等,从取消保护

和增加限制条件两种方法做调研,确定出适合各厂情况的修改方案。

3.2.5 气气换热器停转保护

设有气气换热器(GGH)的脱硫系统,如果GGH停转,需要撤出脱硫系统。否则不仅经脱硫后的烟囱排烟温度没有经过加热会低于酸露点,更严重的可能因为GGH停转后脱硫继续运行冷端和热端受热不均,导致GGH变形报废。

铅封实施前,大多数机组采用驱动电机的停运信号或用转速信号来判断,一般的GGH都设有转速的开关量或模拟量信号,并有三取二的信号质量判断,以此来防止驱动电机反馈信号不准导致的误动。铅封实施后,应分析GGH运行情况,选择适当条件与单点条件相与,避免单点条件触发保护动作,确保逻辑动作正确。

3.2.6 增压风机辅机异常

增压风机一般都配备有若干辅机,如冷却风机、密封风机、润换油站、液压油站等等。其辅机的异常都会导致风机跳闸,而增压风机一旦跳闸,虽然旁路挡板能够快速开启,但势必对发电机组的烟风系统造成一定的影响。为了减缓这类影响,当增压风机辅机发生异常时,一般都设定较轻的异常情况来触发旁路挡板自动慢开程序,若此类异常加剧,再保护停运增压风机。

铅封实施后,建议对各个辅机异常加以分类,比如油箱或油站的温度升高,可在原来的温度数值超限单个条件下增加速率保护逻辑,比如原有考虑防止风机腐蚀的增压风机扩散内筒与烟气差压低等条件,也可以做报警而非跳闸条件。

4 结语

旁路挡板作为连接脱硫系统及发电机组的关键设备,其动作的可靠性以及联锁保护内容的正确性、全面性对脱硫系统乃至发电机组的安全具有十分重要的意义。根据国家环境保护部办公厅下发的《关于火电企业脱硫设施旁路挡板实施铅封的通知》要求,现有的火电企业旁路挡板均要实施铅封措施。在实施铅封措施后,需要重新对旁路挡板保护逻辑加以梳理,其宗旨是通过更改单点保护,增加保护条件或更改保护动作为报警等方式,来增加保护动作的正确性,避免频繁的不必要的旁路开启对脱硫设施的投用造成影响。

(下转第33页)

5 问题及讨论

(1) 处理成本及污泥利用问题

由于该污水厂处理对象以工业废水为主,其中 90% 为印染废水,进水浓度高,处理工艺复杂,流程较长,因此处理成本较高。把污泥用来制砖,可减少存放污泥用地,并制砖产生的综合经济效益,可降低实际处理成本。目前用于制砖的剩余污泥量仅为 50%, 剩余 50% 污泥进行掩埋。因此,如何提高剩余污泥的利用率是今后的一个努力方向,这不仅可进一步产生经济效益,也可减轻掩埋剩余污泥的费用,进一步降低处理成本。

(2) 运行及管理问题

本工程属改造工程,即对原有旧设施进行改造优化。由于主体工程受到原有条件限制,因此,处理工艺流程长,看上去很复杂,给操作管理带来了一定的困难。因此,上岗前均由现场操作经验工程师进行培训。通过理论与实际操作的结合,使操作人员掌握废水处理的基本技术与技能,并根据

实际的操作与运行情况,不断地对其进行完善改进。

6 结论

实际运行经验和研究表明,污水处理厂的高效运行尚需在工艺优化和设备更新上进行挖掘,以期获得高效污染物去除的同时,降低能耗和运行成本,从而优化污水处理厂的运行与管理。

参考文献

- [1] 任亮,张丹.常州市戚墅堰污水处理厂扩建及提标改造工程设计.给水排水,2010,36(2):27~30.
- [2] 张帆,袁晓东.小红门污水处理厂 A2/O 工艺优化运行研究.给水排水,2009,35(9):42~46.
- [3] 印染废水处理改造工程设计及运行实例.给水排水,2010,46(9):68~70.
- [4] 污水处理厂工艺设计手册.化学工业出版社,2003
- [5] 废物生物处理理论和技术.浙江教育出版社,1997
- [6] 张洁,藏景红,扬宏.A2/O 工艺的固有缺欠和对策研究.给水排水,2003,29(3):22~26.

(上接第 30 页)

参考文献

- [1] 陈才要.脱硫烟气旁路挡板的特点分析与控制方案设计[J].广东科技,2009,8:203~204.
Chen cai-yao. Analysis on features and control design of bypass damper used in FGD [J].Guangdong Science & Technology,2009,8:203~204.
- [2] 廖永进.湿法脱硫装置烟气系统的设计和运行探讨[J].中国电力,2005,12:76~81.
Analysis of design and operation for wet FGD system [J].Electric power,2005,12:76~81.
- [3] 廖永进,曾庭华,郭斌.火电厂烟气脱硫装置旁路系统运行方式的探讨[J].电力环境保护,2008,24(3):12~14.
Liao yong-jin,Zeng ting-hua,Guo bin. Discussion on bypass system operation method of FGD equipment in thermal power plants[J].Electric power environmental protection,2008,24(3):12~14.
- [4] 牛建军.电站燃煤锅炉石灰石石膏法烟气脱硫技术的探讨[J].山西能源与节能,2007,4:20~21.
Niu jian-jun. Investigation of limestone-gypsum flue gas desulfurization of coal-fired utility boiler[J]. Shanxi energy and conservation,2007,4:20~21.
- [5] 曾庭华,马斌.湿法烟气脱硫系统对发电机组运行的影响研究[J].热能动力工程,2003,1:93~96.
Zeng ting-hua, Ma bin. Study on influence of wet flue gas desulfurization on the running of generating unit[J].Journal of engineering for thermal energy and power,2003,1:93~96.
- [6] 辛玲玲,张建江,周水琴.自动控制技术在火电厂烟气湿法脱硫中的应用[J].中国电力,2007,40(8):75~78.
Xin ling-ling, Zhang jian-jiang, Zhou shui-qin. Application of automatic control technology in the wet FGD of thermal power plant[J]. Electric power,2007,40(8):75~78.
- [7] 吴树志,黎明照,路永锋,吕涛.脱硫机组旁路挡板的安全保护措施[J].中国电力,2008,41(7):70~72.
WU Shu-zhi, LI Ming-zhao, LU Yong-feng, LV Tao. Safety protective measurement for the bypass damper in power units with FGD [J]. Electric power,2008,41(7):70~72.
- [8] 何国锋.提高火电厂烟气脱硫装置全关旁路运行可靠性探讨[J].科技创新导报,2009,12:56~57.
HE Guo-feng. Study on improvement of reliability of flue gas desulfurization in power plants with fully closed bypass damper [J].Science and technology innovation herald,2009,12:56~57.
- [9] 庄沪丰.火力发电厂脱硫工程应用实践分析研究[J].能源环境保护,2008,B05:24~31.
ZHUANG Hu-feng. Application practice and analytical research on FGD engineering in coal-fired power plants[J].Energy environmental protection,2008,B05:24~31.
- [10] 祁君田,田改珍,吴望民,吴玉强,樊君侠等.烟尘浓度对湿法脱硫吸收塔的影响及对策[J].热力发电,2009,38(8):76~78.
QI Jun-tian, TIAN Gai-zhen, WU Wang-min, WU Yu-qiang, FAN Jun-xia,etal. Influence of smoke concentration upon absorption tower in wet desulphurization system and countermeasures thereof [J].Thermal power generation,2009,38(8):76~78.