

某 1 000 MW 机组锅炉空预器跳闸原因分析及处理措施

韩丽娜, 李绍刚

(华电莱州发电有限公司, 山东 莱州 261400)

摘 要:以华电莱州发电有限公司 2 × 1 000 MW 燃煤机组为例, 介绍了空气预热器快速减负荷 (RB) 的事件经过, 分析了空气预热器跳闸的原因, 给出了防范空气预热器跳闸的具体措施, 保证了机组安全运行。

关键词:1 000 MW 机组; 空气预热器; 跳闸; 快速减负荷 (RB); 变频器

中图分类号:TK 223. 3

文献标志码:B

文章编号:1674 - 1951 (2018) 01 - 0022 - 05

1 机组及空气预热器概况

华电莱州发电有限公司一期工程为 2 台 1 000 MW 燃煤机组, 锅炉为单炉膛、一次中间再热、平衡通风、运转层以上露天布置、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构、II 型高效超超临界参数变压直流炉^[1]。采用 LAPI7286/2250 型三分仓转子回转再生式空气预热器 (以下简称空预器), 电动机功率 22 kW, 额定电流 45 A。

空预器分为甲、乙两侧, 每一侧空预器分别由独立的驱动装置驱动。为提高空预器运行的可靠性, 每一侧空预器的驱动装置都由主驱动和副驱动组成, 主、副驱动均为变频启动方式。正常运行情况下由主驱动拖动空预器运行, 在主驱动故障时副驱动将代替主驱动运行。主驱动、副驱动联锁保护, 分别采用不同的供电电源。

主驱动和副驱动分别由控制柜内的 2 台同型号变频器 (inv1, inv2) 启动。完成启动过程后, 主、副驱动的电机将自动切换到工频电源运行。副驱动在清洗模式下一直由变频器 VF2 拖动, 不切换到工频电网。

为提高空预器运行的可靠性, 驱动系统配置有气动马达。当主、副驱动同时故障或系统断电时, 气源控制阀自动打开, 由气动马达驱动空预器旋转。气动马达与主副驱动联锁保护, 禁止同时运行。

2 事件经过^[2-4]

2016 - 03 - 21 T 02:23, #2 锅炉 A 空预器主电机跳闸, 辅助电机联启后运行 4 min 左右跳闸, 分散控制系统 (DCS) 发出空预器异常跳闸信号, 运行人

员在空预器转速允许条件下复归异常信号, 手动启动 #2 锅炉 A 空预器主电机, #2 锅炉 A 空预器变频器启动。空预器 DCS 运行状态发出, DCS 查看主电机电流几乎为 0, 检查接触器 KM1 在吸合状态, 空预器主电机在转动。06:40, 运行人员拉开 #2 锅炉 A 空预器主电机、辅电机电源断路器及控制电源断路器, 空预器主电机停止。06:45 左右, 运行人员送上 #2 锅炉 A 空预器主电机、辅电机电源断路器及控制电源断路器, 可编程逻辑控制器 (PLC) 重新上电, 启动 #2 锅炉 A 空预器辅助电机, 后切换至 #2 锅炉 A 空预器主电机, 启动状态、变频工频切换、电流指示全部正常。07:05, 经处理后 #2 锅炉 A 空预器辅助电机运行正常, 电流 20.1 A 保持稳定, 主电机试转正常投入备用。

2016 - 03 - 21 T 19:57, 机组负荷 970 MW, A, B, C, E, F 磨煤机运行, 煤水比在 7.6 ~ 7.9 之间, 过热度 31 ℃, #2 锅炉 A 空预器辅助电机跳闸, 主电机联启不成功, A 空预器跳闸, 快速减负荷 (RB) 发出。跳闸后就地检查, A 空预器辅电机变频器显示代码 1 (正常), A 空预器主电机变频器显示代码 F04 (制动斩波器)。21:40, 电气分场将 #2 锅炉 A 空预器主电机变频器和 PLC 隔离, 主电机只进行工频运行, 辅助电机控制回路保持不变, 仍然变频启动然后自动切至工频运行。经试运、切换等状态正常后, 主电机工频运行、辅助电机保持备用的方式投运。机组主要参数曲线如图 1 所示。

3 原因分析

(1) #2 锅炉 A 空预器主电机正常运行时跳闸, 热继电器未动作, 变频器无报警和动作记录, 排除机务过载和变频器故障原因。

(2) #2 锅炉 A 空预器副电机运行 4 min 左右跳

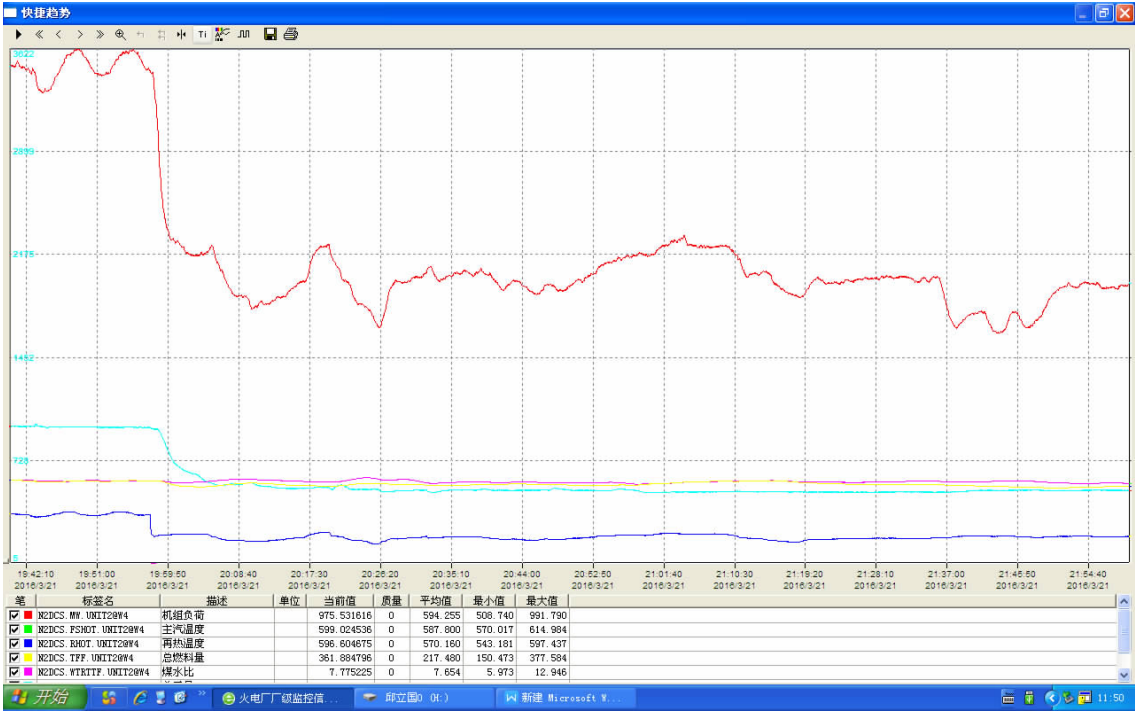


图 1 机组主要参数曲线

闸,热继电器未动作,变频器无报警和动作记录,排除机务过载和变频器故障原因。

(3)再次启动 #2 锅炉 A 空预器主电机, #2 锅炉 A 空预器 DCS 运行状态发出,DCS 查看主机电流几乎为 0,检查接触器 KM1 在吸合状态,空预器主电机在转动,变频器不升频率,判断 PLC 调节变频器异常,软启动失败,不能切换到工频运行。

(4)对变频器和 PLC 重新上电,再次启动 #2 锅炉 A 空预器主、副电机,主、副电机运行正常,联锁切换正常,判断之前故障为 PLC 调节变频器异常。

(5)综上所述,判断 #2 锅炉 A 空预器主电机运行中跳闸原因为 PLC 调节变频器异常。

4 处理措施^[5]

#2 锅炉出现 A 空预器主、辅电机异常跳闸,机组发生 RB,参数波动较大。为防止发生人员误操作,保证机组安全运行,空预器监视调整采取以下措施。

(1) #2 锅炉 A 空预器主电机控制回路优化改造:拆除 PLC 控制回路,改为 DCS 指令信号经硬接线直接控制电机启停;增加一部分 DCS 测点信号,如主电机工频运行、主电机变频运行等,优化后控制回路如图 2 所示。

#2 锅炉 A 空预器 2 台电机现在的运行方式为主电机运行(控制回路改造后的工频电机),副电机备用(带变频器软启动功能)。如果正常操作,先启动副电机,软启动转工频后再切换到主电机运行,避

免对空预器轴承造成冲击。

(2)若辅电机不能正常启动,必须工频启动时,必须联系维护人员手动盘车,确认空预器无动静摩擦方可使用工频方式启动。

(3)空预器正常运行时,运行人员应连续监视空预器电流,其电机电流稳定在正常范围内(30 A)。若电流异常摆动,应立即手动提升空预器扇形板,投入空预器吹灰、降负荷等措施,防止空预器跳闸。

(4)空预器运行中跳闸时,检查跳闸前电机无超电流现象,可立即强合一次,成功则继续运行,强合不成功或启动后电流超限,不得再次强合。及时查明故障原因,并联系维护人员连续手动盘车,防止空预器停转造成转子变形。

(5)在 #2 机组升负荷时,应严密监视 #2A 空预器运转情况,注意电流变化幅度,发现电流波动增大时,应汇报值长,申请减慢升负荷速度或停止升负荷。

(6)巡检应每 2 h 就地全面巡检空预器,发现轴承、驱动装置、转子等有异音等异常现象时,及时汇报单元长联系维护人员查找原因。监盘人员应密切监视空预器电流运行情况,发现异常及时采取相应措施。

(7)单台空预器运行期间,应加强另一台空预器监视调整。

#2 锅炉 A 空预器副电机停运、主电机未联启, RB 发出, RB 程序自动执行,跳 C, E 磨煤机, A, F 油枪自动投入,再热器烟气挡板自动全开, RB 执行完

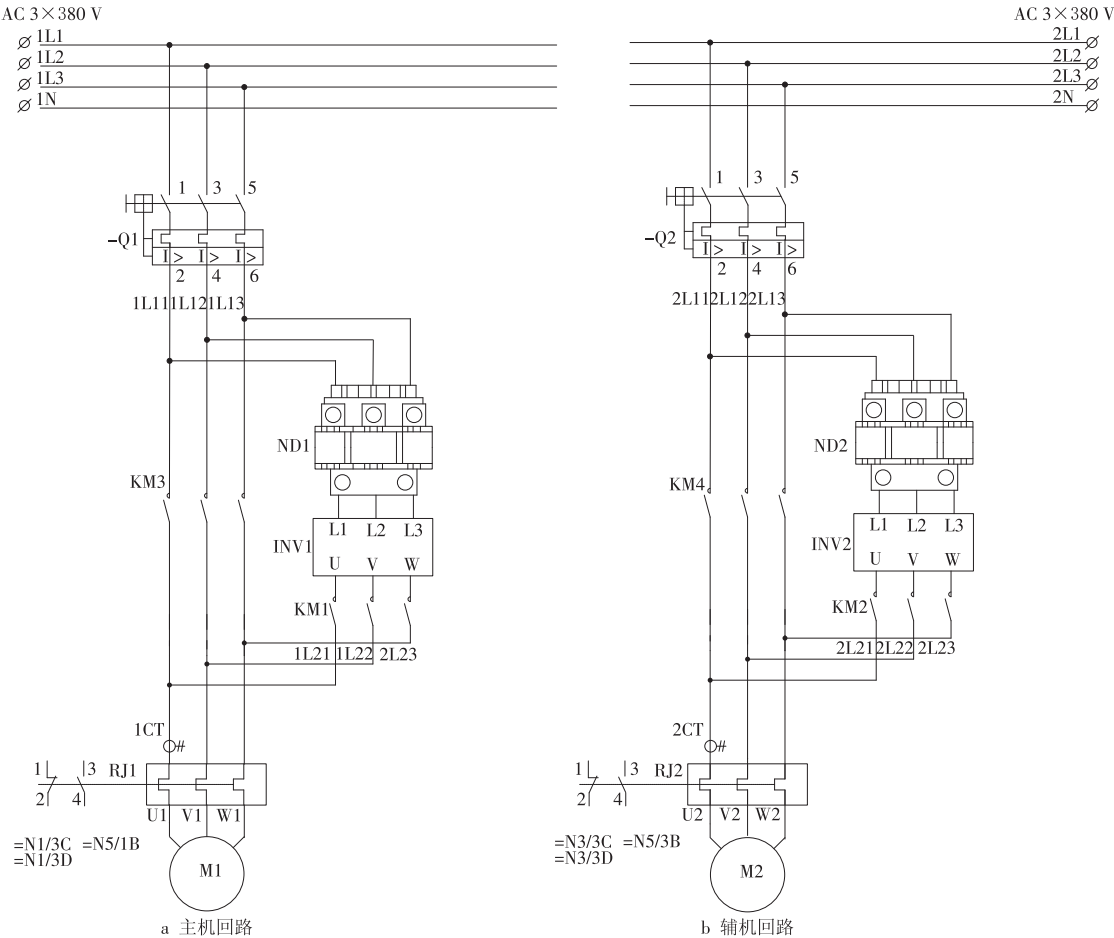


图 2 #2 锅炉 A 空预器主电机优化后的控制回路

毕后,停运 A 侧送、引风机,检查 A 空预器入口烟气挡板、出口热风挡板、联络挡板关闭正常,解除一次风机自动,调整炉膛氧量至正常值,检查跳闸磨煤机相关挡板关闭正常,投入跳闸磨煤机消防蒸汽冲惰,检查油、给水、凝结水、高低压加热器(以下简称高低加)、除氧器等系统运行正常、参数自动调节正常,检查煤水比正常,主再热蒸汽参数正常,逐步退出油枪。

由于高负荷下机组 RB,过热度偏高,给水大幅减少,RB 后机组只剩下 3 台磨煤机,燃烧偏斜严重,虽进行了燃尽风、一级减温水、再热器烟气挡板、煤水比的调节,但屏式过热器(以下简称屏过)两侧壁温偏差最大仍达到 110℃,且在发现 B 侧屏过壁温、汽温参数开始上升后,立即投入一级减温水逐渐开至最大,过热度由 31℃快速上升至 37℃,此过程中值班员进行了快速减煤增加给水、全开屏过 B 侧一级减温水、B 侧省煤器烟气挡板开度由 70%关小至 35%,A 侧省煤器挡板开度关小至 70%,仍然无法控制屏过壁温快速上升,经过一段时间反应后,壁温、过热度逐渐降至正常范围,主要参数曲线如图 3 所示。

针对 #2A 空预器 RB 过程中出现屏过超温、汽

温大幅波动及其他参数异常的现象,通过梳理具体操作调整如下。

(1)一旦发生空预器 RB,监盘人员应明确分工,各司其职,及早调整异常参数,同时单元长应到盘前指导、指挥并安排现场运行人员操作,联系维护人员就地手盘空预器,联系相关维护人员处理相关缺陷。

(2)监视磨煤机人员,首要原则是隔离故障设备,防止事故扩大,投运备用设备。发生空预器 RB 时应完成以下工作:

1)检查 RB 动作执行正常,油枪投入,监视调整锅炉膛负压、燃烧稳定。

2)空预器停转后,若非卡涩跳闸但主、副电机再次启动失败后或因空预器过流卡涩跳闸后,应立即隔离跳闸空预器,避免跳闸空预器长时间停转状态下通冷风、过高温烟气而造成空预器严重变形。

3)立即检查关闭跳闸空预器的入口烟气挡板、出口热二次风挡板,手动关闭热一次风挡板,并安排巡检就地检查关闭到位,否则联系维护处理,并尽快停运跳闸侧送引风机、关闭联络挡板。

4)立即解除送风机氧量自动,手动调整氧量在正常范围内。

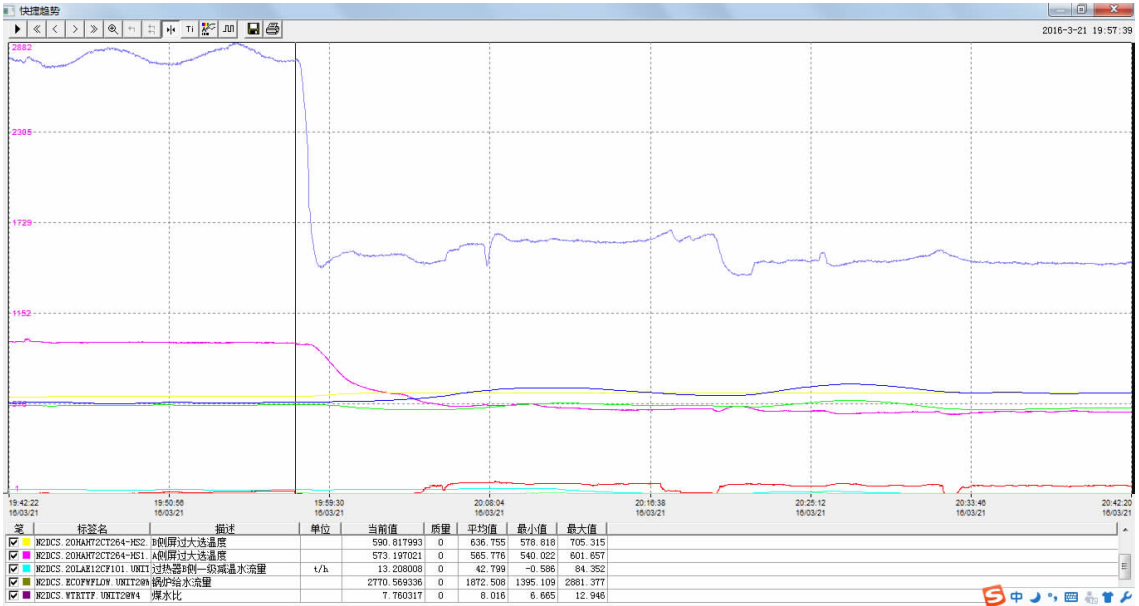


图 3 屏过温度、过热器一级减温水流量等曲线

5)立即停止跳闸侧喷氨,调整另一侧喷氨量,防止 NO_x 排放超标,同时应在保证小时均值不超标的情况下,尽量提高 NO_x 排放值,降低氨逃逸量。

6)快速提升跳闸空预器扇形板至最高位。

7)为防止单空预器运行期间送、引风机低出力发生风机抢风失速,待燃烧稳定后,应尽快解列送、引风机;若 1 h 内不能启动第 4 台磨煤机,应停运 1 台一次风机;2 台一次风机、3 台磨煤机运行期间保持较低的一次风压,可增加 1 台备用磨煤机通风,防止 2 台一次风机出现抢风、失速。

8)启动第 4 台磨煤机。在磨煤机运行方式允许的情况下,启动非跳闸备用的磨煤机,减少低负荷启动磨煤机的扰动。

9)跳闸磨煤机在负荷较低时,可延时吹粉管,投入疏水充分的消防蒸汽,冲 5 min。

10)因现在屏过吹灰恢复,低负荷单侧风机运行偏烧明显,故粉管吹扫优先吹对应跳闸侧的粉管(如 1,2 或 3,4),把磨煤机内存粉抽净后,切到另一侧进行单管吹扫,吹扫加风应缓慢,注意壁温变化趋势。吹扫前保持屏过壁温余量在 70℃左右,发现壁温异常升高,应尽快收起磨煤机吹扫风;发现低负荷吹扫影响燃烧或壁温扰动过大时,可待负荷恢复至 650 MW 左右时进行吹扫。

11)发现锅炉偏烧严重时,可通过燃尽风进行偏差调整,屏过壁温单屏或少数局部屏壁温异常高时,可通过停运磨煤机对应的粉管通风来减少壁温偏高现象。本条措施在送、引风机恢复双侧运行后,及时恢复偏差调整、停止停运磨煤机粉管通风。

12)燃烧稳定后逐步撤出油枪,撤油时通知汽温调整人员。

(3)调整汽温的监盘人员,首要原则是保证水煤比不失调,防止超温或汽温过低。空预器 RB 时应完成以下工作:

1)RB 时切勿大幅调整煤水比。参数极端异常需要过调调整时,水煤失调时间应控制在 1 min 以内,任何情况下不要超过 3 min,应及时回调部分煤水比,一旦汽温、壁温有所体现,将难以控制。

2)煤水比可参照 DCS 画面底部水煤比系数进行调整,调整幅度尽量不要长时间超过 RB 前的 ±0.4。

3)50% RB 时,控制主再热蒸汽温度在 580 ~ 585℃之间,再热器挡板尽快开大,过热器一、二级减温水调门开度 30% 左右,微调水煤比,单独调燃料大约 5 min 后可见效果,尽量避免水、燃料同时调节,若给水偏置有余量,应尽量调给水,稳定燃料量。

4)参数未出现大幅异常,尽量维持协调方式下调整,但机组协调异常时(如煤水、主汽压力大幅波动、偏离),应及时解除协调,稳定燃料,单独调给水。

5)50% RB 时,过热度可能出现过低现象,此时应监视汽水分离器内壁温和顶棚出口温度,保障各级过热器有足够的温升,避免过热器进水而造成事故。

6)RB 后,发现汽温优化调整异常时,应解除优化模式,必要时手动干预调整,因汽温优化只调整正常工况下的汽温。

7)RB 后,受热面壁温余量应充足,放大壁温监视区间,及早投入运行侧空预器对应的低过出口减温水,避免出现较大的屏过入口汽温波动而造成屏过超温,切勿以正常监视余量进行调整。如平时

控制屏过壁温,在余量 50℃ 时进行干预调整,异常工况时就应将监视区间扩大到 70℃ 以上,在余量达到 70℃ 时就应进行干预调整。

(4)空预器恢复后应充分暖透空预器(以空预器运行电流是否稳定为参考),切勿过早快速带负荷,带负荷速率应以实际运行参数为准,参数异常应及时汇报值长降低负荷变化率或缓带负荷。

(5)调整空预器恢复通烟气后,及时投入喷氨运行,严防 NO_x 排放小时均值超标。

5 建议

(1)完善逻辑,当一次风压超过某一速率变化快速上升时,侧壁风调节挡板全开或按照一定比例开大,防止 RB 时一次风压过高、短时过量煤粉进入炉膛引起壁温超限,此次空预器停转 RB 时,一次风压快速上升而侧壁风调门自动没有动作。

(2)完善逻辑,机组 RB 时,为减小两侧壁温偏差,维持底层 4 台磨煤机运行,剩余运行磨煤机强化正塔式燃烧,以一定速率调节,增加下层磨煤机出力,尽量减小上层磨煤机出力,尽量降低壁温超限的条件。

(3)高负荷 RB 时,剩余 3 台磨煤机运行的情况下,为防止壁温偏差大、壁温快速上升超限,除自动执行 RB 外,监盘人员应适当通过综合调节给水、燃煤、省煤器烟气挡板、燃尽风、减温水调门、侧壁风、强化正塔式燃烧等调整手段,以汽温、壁温变化率、负荷与过热度的匹配、负荷与燃料给水的匹配、煤水

(上接第 15 页)值出现在入口截面基部以下的管外壁处。总压管入口朝向来流的背侧中部压力较高,下部次之,上部最低。虽然积粉堵塞区域在 2 种工况下的压力分布差异较大,但 2 种工况下总压管入口流体区域的压力分布却大致相似,因此总压管背侧中度积粉对 p_t 造成的影响比较有限。

4 结束语

现场实测验证了 BS-I 型测速管对粉管风速的测量具有较好的精度,且不需要进行基于煤粉质量分数的修正。CFD 数值计算则表明,BS-I 型测速管的速度系数对流速、测速管放置姿态和管内积粉等情况不敏感,具备良好的精度和实用性。基于以上情况,对于燃煤电厂制粉系统风粉管道内的流速测量,建议推广采用 BS-I 型测速管。

比等作为监视,尽一切可能降低参数超限的风险。

6 结论

设备改进后,空预器主电机没有发生跳闸现象,大幅度提高了变频器的可靠性,保证了机组的安全、稳定运行。

参考文献:

[1] 华电莱州发电有限公司集控运行规程:QB/HD-104.1.1601—2015[S].
[2] 李东. 600 MW 空预器跳闸引起的灭火分析与对策[J]. 江西电力职业技术学院学报,2015,28(3):28-29,35.
[3] 杨利忠,任秀勤,赵建军,等. 空预器变频器跳闸原因分析及改进措施[J]. 内蒙古电力技术,2009,27(4):55-56.
[4] 韩安荣. 通用变频器及其应用[M]. 2 版. 北京:机械工业出版社,2004.
[5] 张新闻. 变频器在空预器控制应用中跳闸的原因及对策[J]. 电机与控制应用,2009,36(2):7-9,14.

(本文责编:白银雷)

作者简介:

韩丽娜(1985—),女,山东平阴人,工程师,工学硕士,从事电厂运行方面的工作(E-mail:lina0904@163.com).
李绍刚(1982—),男,山东曲阜人,工程师,工学硕士,从事电厂运行方面的工作(E-mail:15153577692@139.com).

参考文献:

[1] 电站磨煤机及制粉系统性能试验:DL/T 467—2004[S].
[2] 南京热电厂,江苏电力局中试所,西安热工所. 含尘气流浓度对动压头的影响[J]. 热力发电,1976(10):87-95.
[3] 孙志强,郑剑武,张宏建,等. 类 S 型皮托管及其测量特性研究[J]. 传感器与微系统,2007,26(5):40-42.
[4] 张澄,赵秀英. JS 型测速管的研究[J]. 同济大学学报(自然科学版),1995,23(6):706-711.
[5] 张澄,赵秀英. 含尘气流测速管的研究与开发[J]. 通风除尘,1996(4):1-4.
[6] 张见听. S 型皮托管截面受损与皮托管系数变化的实验研究[J]. 环境保护与循环经济,2011,31(3):56-58.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

柳冠青(1984—),男,山东菏泽人,工程师,从事燃煤电厂节能减排方面的工作(E-mail:liugqthu@163.com).