

华京电厂超临界机组深度调峰问题分析和注意事项

李子瑞

华能国际电力江苏能源开发有限公司南京电厂 江苏 南京 210039

摘要:为贯彻落实国家关于加快构建新型电力系统的决策部署,适应煤电向基础保障性和系统调节性电源并重的新形势,更好保障电力安全稳定供应,根据华京电厂在机组灵活性调峰试验工作存在的相关问题,进行分析总结并提出相应建议,对日后机组日常性深度调峰工作具有重要指导意义。

关键词: 华京电厂; 深度调峰; 注意事项

1 机组运行概况和主设备简介

华京电厂1号机组,是我国从前苏联引进的320MW超临界纯凝汽式燃煤发电机组,通流部分改造后1号机组型号为:C290/N340-23.54/1.57/540/540,机组配备一台100%机组额定出力的汽动给水泵和一台65%机组额定出力的电动给水泵。锅炉型号为ΠΠ-1000-25-545KT,配中间储仓式燃烧系统。发电机型号为TBB-320-2EY3,采用水氢氢冷却方式,定子线圈水冷,定子铁芯和转子氢冷。交流励磁机为BT-4000-2Y3型,与发电机同轴,采用自励恒压方式。目前,320MW超临界纯凝汽式燃煤发电机组在华能系统内几乎已无相同类型电厂参照,且配备中间储仓式燃烧系统及对应绞龙输粉机构及低速钢球磨煤机设备的机组也较为稀少,在1号机组未进行深度调峰相关改造的前提下,进行相关试验找寻问题及相应注意事项具有重要意义。

2 机组灵活性调峰试验问题分析和注意事项

2.1 锅炉低负荷稳燃和仓储式制粉系统配煤掺烧滞后性问题

针对深度调峰试验工作,燃料自前一值便开始进行了高热值煤种的更换,掺配煤热值达4701大卡,硫分0.94%,灰分22.21%,挥发分25.61%,1号机组以无经济煤种掺烧的情况下进行了试验。目前多数电厂因无长期低负荷工况运行,无特殊吹灰策略,大多电厂均采用提高负荷进行吹灰的方式。一般情况下,机组深度调峰期间除空预器蒸汽吹灰及声波吹灰外不进行其他锅炉受热面吹灰工作,而低灰熔点煤掺烧比例过大容易导致锅炉结焦加剧。机组低负荷运行,炉内燃烧强度较额定负荷下降较多,炉膛本身抗干扰能力差,尤其是较大低灰熔点煤比例掺烧容易导致在深度调峰期间锅炉稳燃困难。此外,由于仓储式制粉系统对于煤种更换之后的燃烧有滞后性,自煤种更换到最终进入炉膛进行燃烧,根据机组负荷实际情况及制粉系统运行参数,用时可能至少需

要4至6小时不等。针对上述问题,一是机组接受深度调峰指令前根据负荷情况及时更换煤种,确保在深度调峰期间的燃烧稳定。二是根据中间点温度和中间温度,提前进行锅炉各受热面全面吹灰工作。三是提前启动一、二级燃油泵,建立炉前油循环,建立炉前燃油压力并及时进行油枪活动试验,在燃烧不稳时及时投入油枪稳定燃烧,防止炉膛灭火。四是机组在深度调峰期间,运行人员还应加强就地着火情况监视,防止出现锅炉灭火等事件。

2.2 低负荷时段脱硝系统入口烟温低导致的潜在环保问题

低负荷运行时段因锅炉稳燃需要可能致使炉膛氧量折算值偏大,而同时脱硝反应区入口烟温偏低可能导致喷氨精度不足及氮氧化物超标^[1]。由于华京电厂目前采用尿素水解脱硝方式,根据试验工况在低负荷运行期间反应区入口烟温偏低,在两套制粉系统全停时脱硝入口烟温约为330℃,而一般在役燃煤机组SCR通常催化剂适用的烟气温度范围为290℃至420℃,随着制粉系统停用炉膛整体蓄热能力持续下降,脱硝反应区入口烟温会进一步下降,从而降低催化剂反应活性甚至失效,从而导致的环保超排、产生的硫酸氢铵盐类的板结。相应策略一是需要采取适时投入暖风器,提高空预器进口烟温的方式,降低空预器低温腐蚀。二是在后续机组改造中增加如烟旁路、低温催化剂,以提高脱硝效率。

2.3 深度调峰降负荷期间给水流量波动及汽泵稳定性问题

华京电厂1号机组进行深度调峰灵活性试验时,汽泵为修前工况。在后续1号机组调停检修期间,发现汽泵芯包及第一级叶轮出现部分磨损,导致其效率偏低。对比修前、后汽泵相同转速时机组负荷(含抽汽供热)、同机组负荷(含抽汽供热)的汽泵转速发现,汽泵转速相同的情况下,给水流量下降约100至120吨每小时;相同

的给水流量下, 汽泵转速增加约140转每分钟。根据1号机组修后工况来看, 降负荷至50%机组额定负荷时, 汽泵给水流量约在500吨每小时, 继续降低机组负荷根据华京电厂汽泵自身特性可能存在小机汽源不足、汽泵工作区偏离稳定工作区、给水流量晃动的情况。与其他燃煤电厂600MW超临界机组相比, 由于汽泵设计选型问题及未设置汽泵再循环调门及超驰调节机构装置, 若需要保证深度调峰给水流量稳定性则必须进行汽、电泵切换, 方可继续降低机组负荷从而达到调度要求40%最低限度的深度调峰。故根据上述情况, 机组在日后经常性进行深度调峰工作时, 汽电泵切换将成为日常性的操作, 在此过程中需要合理控制高加出口给水流量, 从而保证切换过程中给水流量稳定。

2.4 机组深度调峰期间对外供热相关问题

在供热问题方面, 充分考虑了防止汽轮机断叶片、三抽抽汽口超温超压风险提前将一号机三抽供热系统进行隔离, 联系华润南热提前对外供热。查阅往年数据, 10月前后, 华京电厂对外日均供热量在1000吨左右, 折算至小时均值为40吨, 但根据冬季机组对外供热情况, 尤其是12月, 峰值供热达3000吨每天、月平均2000吨每天, 折算至小时均值为83吨, 若机组进行深度调峰, 由于机组负荷制约导致的供热量不足的问题会更为突出。若以其他方式进行代供, 将直接影响经济效益^[2], 以至少需要30吨每小时供热为例, 采取代供方式此时电厂供热减少收益约80元/吨, 按照4小时时长深度调峰时间计算, 将直接影响收益至少9600元。

2.5 纯直流锅炉水动力稳定性及壁温超限问题

华京电厂1号机组受限于机组容量、水冷壁垂直管屏布置形式及炉内空气动力场分布不均的情况, 造成垂直水冷壁壁温偏差的现象普遍存在。尤其是随着机组负荷进一步降低, 在水动力工况减弱后会使得壁温偏差进一步增大, 甚至可能出现管壁的不同程度超温。同时, 机组在深度调峰运行期间发生管壁吸热不均的情况也较为明显, 这就导致过热器和再热器的金属壁温均会发生不同程度的波动或偏差。而采取提高纯直流锅炉水动力稳定性的方式有提高质量流速、提高启动压力、采取节流圈、减少入口欠焓、减少热偏差、控制下辐射区水冷壁出口温度等方式^[3], 结合华京电厂实际运行情况来看采取大面积更换管材的方式较为困难, 控制下辐射区水冷壁出口温度、并在低负荷时间段严密监视各金属壁温较为合理。此外, 还应在机组调停期间按要求开展“四管”防磨检查并做好维护工作。

2.6 长时段深度调峰设备潜在受损问题

华京电厂在深度调峰试验过程六号高加疏水倒换后, 至疏水扩容器调门内漏严重, 致使6号高加无水位运行较长时间, 在后续1号机组若进行日常深度调峰工作期间, 若高加无水位长期运行, 汽水冲刷极易造成高加管道泄漏。此外, 若高加疏水倒换操作不当, 高温疏水至凝汽器的冲击也同样容易造成凝器管道的泄漏, 从而影响机组重要设备的安全运行。故需要利用契机更换内漏阀门并合理设置高加疏水倒换逻辑, 避免出现此类情况。

2.7 深度调峰对发电机的相关影响问题

此次深度调峰试验最终因厂用400V母线电压水平低至下限而结束, 而厂用母线电压过低将导致辅机异常运行, 不利于机组安全运行, 这是电厂今后深度调峰时同样需要关注的问题。目前华京电厂可通过自动电压调节装置的参数设定限制发电机进行深度。其次, 随着发电机进相程度加深, 定子铁芯端部漏磁变大、端部压圈发热增加, 所以还应严密监视发电机铁芯、端部压圈温度, 防止超限。经常性地机组调峰运行就容易导致定子绕组端部、引线部位松动, 还会使发电机定子、中性点出线处密封件及氢系统管路密封件密封性变差^[4], 从而增大了氢气泄漏的可能性, 因此要持续关注氢系统的漏氢测点数值, 并定期开展漏氢计算、跟踪每日漏氢量。另外, 定子绕组电流变化同样改变了相互之间的电磁力作用, 同样也可能会导致绕组之间发生振动或线棒槽楔发生松动情况, 尤其是在定子绕组端部支撑结构和线棒槽口处, 因此要持续关注机组主设备运行中的振动数值, 并利用机组检修机会对发电机等设备相关部件仔细检查, 发现隐患并及时治理。

2.8 其他注意事项

2.8.1 在深度调峰过程中, 锅炉风量小, 风机在低负荷运行状态下的风量与自身特性曲线匹配程度差, 由于华京电厂吸风机为动叶调节故需要对吸风机运行工况增加关注度, 谨防发生失速、喘振等安全性问题。若出现此类异常时应准确判断、及时干预并恢复机组稳定运行。针对上述情况, 可以根据深度调峰试验要求对风机的局部叶轮或叶片进行改造, 从而增强风机在低负荷运行时段的安全性与可靠性^[5]。

2.8.2 当机组深度调峰低于35%以下时, 水平烟道内烟气质量流速进一步下降, 积灰现象较为突出, 严重时可能造成垮灰, 致使炉膛灭火。因此在机组长期的低负载运行工况中, 需要考虑增设一套“除灰—清灰”系统, 减少烟气积尘。

2.8.3 针对在深度调峰期间可能存在的干、湿态转化问题, 应合理提高分离器出口温度, 适当减少锅炉给水

量、增加煤量,使锅炉在干态状态下运行,避免过热器进水现象出现。但提高分离器出口温度的同时,华京电厂较其他600MW超临界机组未设置分离器出口温度高保护、水冷壁及过热器金属壁温参数点设置冗余量差,需要在后续改造中增加相关测点及保护进行监视,防止出现参数偏离因温度测点设置不合理未能及时反映机组工况的情况。

2.8.4 参与深度调峰将对汽轮机本体尤其是汽轮机低压缸的末级叶片造成一定的寿命影响。深度调峰使得汽轮机转子处于变负荷工况下运行,温度变化剧烈的同时,汽轮机转子承受的热应力也较大。随着电厂日常性调峰工作不断增加,负荷大幅度波动情况将更为突出,造成的转子低周疲劳损伤也会同样加剧。若机组长时间、多频次进行日常性深度调峰工作,转子寿命损耗将会日益严重,需要格外关注此类问题。

3 总结

通过华京电厂在机组灵活性调峰试验工作存在的相关问题进行分析,本文从锅炉低负荷稳燃和仓储式制粉系统配煤掺烧滞后性、脱硝系统入口烟温低导致的潜在

环保风险、纯直流锅炉水动力稳定性及壁温超限、降负荷期间给水流量波动及汽泵稳定性差、对外供热、设备潜在受损、对发电机的相关影响和其他注意事项八个方面全方位总结注意事项并提出了相应改进措施,为华京电厂日后深度调峰工作提供了参考。

参考文献

[1]张广才,周科.燃煤机组深度调峰技术探讨[J].热力发电,2017,46(9):17-23.

[2]贾志军,李强.京津唐电网火电机组深度调峰经济性分析[J].内蒙古电力技术,2018,36(1):8-10.

[3]薛朝因,黄新贤.基于热经济性的调峰策略在超超临界660MW机组上的应用[J].热力发电,2020,49(4):59-61.

[4]齐建军,廉俊芳,赵志红.600 MW火电机组深度调峰能力探讨与经济安全性分析[J].电力大数据,2017,20(11):54-57.

[5]梁金丽,张玉军.350 MW机组降负荷期间风险控制及措施优化[J].冶金动力,2016,43(11):42-45.