

# 660MW超超临界锅炉调试要点分析

王福君

国能宁东第二发电有限公司 宁夏银川 750408

**摘要:** 近几年来随着中国能源工业的飞速发展,成为能源工业的重要一部分,火力发电工程也面临着向大参数、高效率的发展靠拢。而作为电厂重点装备的锅炉设备,则处于持续的研究开发进步阶段中。本文重点在于研究了660MW超超临界锅炉运行的有关调试要点,其重点研究的方面包括有锅炉运行在冷热状况下的冲洗、锅炉运行冷态状况下的通风状况、包括锅炉运行吹管和锅炉运行的干湿态转换等的具体变化状况、包括超超临界锅炉运行可能产生的重要保护问题等方面的有关信息,为保证660MW超超临界锅炉运行调整的操作得以高效可靠的进行,提供充分的参照依据。

**关键词:** 660MW; 超超临界锅炉; 调试; 要点分析

## Analysis of the commissioning key points of 660MW ultra-supercritical boiler

Fujun Wang

Huaneng Ningdong Second Power Generation Co., LTD. Ningxia Yinchuan 750408

**Abstract:** In recent years, with the rapid development of China's energy industry, it has become an important part of the energy industry, and the thermal power generation engineering is also facing the development of large parameters, high efficiency close. As the key equipment of the power plant, the boiler equipment is in the stage of continuous research and development progress. This paper focuses on the commissioning points of 660MW ultra-supercritical boiler operation, including the boiler operation under hot and cold flushing, boiler operation in cold condition, including boiler operation blowing pipe and dry and wet state conversion of boiler operation changes, including ultra-supercritical boiler operation, to ensure that the 660MW ultra-supercritical boiler operation adjustment efficiently and reliably.

**Keywords:** 660MW; ultra-supercritical boiler; commissioning; key point analysis

### 引言:

所说超超临界锅炉,当火力发电厂设备主蒸汽压力值介于25~31MPa的锅炉,温度达到了600℃。本厂锅炉型号B&WB-1990/29.3-M,锅炉本体是北京巴布科克·威尔科克斯有限公司设计、制造的超超临界变压运行本生直流SWUP(Spiral Wound UP)锅炉,锅炉为螺旋炉膛、一次再热、平衡通风、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构、前后墙对冲燃烧方式、II型锅炉、紧身封闭布置燃煤锅炉。从当前的国内外火力发电科技发展情况分析,改善火力发电厂性能的一个重要途径就是提高它的有关技术参数,也就是努力提高蒸气的工作温度和压强。发展超超临界火力机组,以及改善蒸汽的相关技术参数对提升火力发电厂效益所带来的效果也是非常重要的。

### 一、锅炉冷态通风

在完成一次风量的调平试验之前,我们一定要保证所有锅炉管道上的自动调节缩口在全开的状态下正常运行,并保证将调平后的所有煤粉锅炉管道的压力总和做到最小化。在我们的检测设备使用前,需要开启的动力风机对整个测量进行超大风量的吹扫,以此来清理里面的灰尘,防止在测量过程中,微小颗粒流入检测设备的采样管道,影响数字计算的准确性与精度。在将托管的靠背管装入测孔以前,必须仔细检查各个取样口的部位有没有发现生锈的迹象,一旦发现比较显著的生锈迹象,就必须加以认真的清理,凡是遇到不可以清理的,就必须单独选取一个来进行相应检测。在通过橡皮管来连接U型管和靠背管的流程中,必须确保弯曲口可以顺利地过渡,并防止不过度的直角形区域产生阻挡空气的

连接。最后一次的调试工作完成后，安上可调节缩孔锁紧销然后做相关记录，以及拆卸手轮。防止由于操作上的疏忽，再次改变可调缩孔的开度，损害最后的测试结果。在进行检测设备的安装操作之后，在读取技术参数前，应该确保所有检测设备的接线口进行正确合理的接线，不要出现漏风的现象。

## 二、锅炉的冷热态冲洗

冷态冲洗实际上是指由于打开锅炉循环泵，同时打开锅炉循环泵过冷水调节阀以维持规定的流速，将锅炉循环泵的输出改变阀调至半自动并维持规定的开度，以确保贮水箱的排放水质达到合格。其中的冷态冲洗过程包括了循环冲洗和开始冲洗这两个阶段，并且还必须对锅炉的干疏水泵系统进行测试运转，以防止发生严重超出电机的额定电流等不良的状况。

热态冲洗，其实是指根据限制燃料量和总给水流量，将汽水分离器的进口水温限制在200℃左右，对燃烧锅炉实施的热态冲洗。保持对这种状况下的给水流量实行热冲刷，在贮水箱的出口质量达到合格要求之后，就代表着整个锅炉尾部的热态冲刷工作已经顺利完成。在实际开展的热态冲刷作业过程中，由于疏水泵可能会产生一些较为严重的热振动，而这些状况由于设备内部汽蚀的余量不足所引起的，没有及时对疏水的设备加以正确的改造，从而使得这些设备在实际的工作环境中汽蚀问题非常严重突出。

### 2.1 锅炉冷热态冲洗的注意事项

超超临界锅炉冲洗一般包括冷态冲洗和热态冲洗，冷状态冲洗又分为对开式冲洗和循环冲洗。进行冷态冲洗工作的同时，还应该先试着运行于高压锅炉中的疏水泵，一旦疏水泵在正常工作的过程中产生超出发电机额定电流的问题，就应该立即加以检查解决，以保证冷态正常地工作；在热态冲洗的处理过程中，若疏水泵产生了较大的振动问题，则是由于热态疏水泵的汽蚀剩余能量还不够，主要是由于在选择安装与设计赠亲系统的同时并没有进行全面的考虑，从而导致在整个系统的正常工作中出现汽蚀问题。660MW超超临界锅炉受热层管道的内径最小为十三毫米，在恶劣的工作环境下容易使管道形成污垢，从而造成管路的压力上升，甚至可能产生爆管事故。为了保持锅炉工作在良好的环境，必须排除在超超临界锅炉给水装置中所积累的食用盐源、灰尘、因腐蚀而产生的氧化铁等，在清洗超超临界锅炉之前一定要清洗锅炉的管路装置。由于疏水箱的水是高度饱和的，所以有效汽蚀余量只与吸入水管道的流动压力和倒灌高度进行联系，所以为避免送水装置发生汽蚀问题，在工程设计的同时需要合理设置疏水泵与疏水桶之间的高度差异，选用管径较大的进口水管，以降低对进口水管的弯角要求，并且也需要考虑选用具备较优异

的汽蚀特性的疏水泵。

## 三、锅炉吹管

锅炉吹管采用降压吹管式的，而当主蒸气的压强超过6MPa时则符合吹管的有关规定。由于吹管中出现很多雨水，试吹会变得相当危险，很容易在管道中形成水球效应然后出现巨大的撞击，造成整条管道出现炸掉，或者出现临吹管脱离的情况。需要经过经仔细检查后，确定吹管道的结构中是否存在很严重的缺陷，时候有些疏水口都设置在u形管的上方，这样就造成积水不可以完全排除；与此同时，有些疏水门被封堵，导致斥水工艺不顺利。当工作人员进行了割管器的清洗和疏通阀门并把中间的雨水全部排除以后，要确保整套吹管过程顺畅的进行。在吹管以前，就一定要仔细检查整套吹管中究竟有不会积水，还有就是管子上固定的是不是正确紧固。如果发生了积水，则需要立即进行排尽，不然的话就不能进行吹管。

### 3.1 锅炉吹管的注意事项

1) 吹管之前控制措施。第一、由于锅炉的主要使用的是低油点火体系，而吹管时主要使用的是燃烧煤粉系统，有较大的蒸汽温度，所以通常吹管体系材料都是普通碳钢，而主蒸汽温度也需要限制在427℃；第二、由于设计中，虽然限制超超临界锅炉的给水系统能够因为被大的流量影响而封闭，但是却无法控制过温器或减温水系统控制器，使得燃煤锅炉的水温可以在减暖水系统的高温状态下安全运行而受到干扰，所以需要给给水方式的电动调节阀设置相应的自动调节系统；第三、由于从再温器出水后的蒸发水温可能比临时吹管的高，所以需要在其临时管路处安装临时性的喷水减温装置；第四，吹管的时候，一般需要耗费在400-500吨每小时的化学除盐水，但是因为化学除盐水的水力量一般都只能在二百七十吨每小时，再加上在整个火力发电厂的日生产流程中，还需要耗费在50吨每小时以内的化工供热量，使得整机的实际供水力量仅在二百二十吨每小时情况下。如果不对除盐水做出相应的处理，则无法使机组在持续吹管过程中的用水供给需要提高，同时还会消耗大量的人加工品质。所以为了改善在启动后高压锅炉水温上升时的水系统状况，对高锅锅炉温进行热态清洗以使其质量到达符合标准，然后再从化学除氧器中获取热水，这样一来就会使化学除盐水充分适应不断吹管时的所需要的制水技术能力条件，并能够利用锅炉中高温的水热能，还很容易调节已经把锅炉温度吹管的蒸汽水温，使之温度到达合适的区域，而且还使在吹管的整个流程中利用化工辅汽加温除氧器的数量大大减少。2) 吹管参数调节的方法。在吹管时，应将给水流量调节到最小的数量；利用在贮水箱和疏水性扩容器中间的341阀，对贮水罐的工作温度、水位加以控制，使吹管间的

参数控制都处于正常范围内；对锅炉温度的燃烧速度也加以控制，使吹管的温度控制必须时刻在12-15min左右，使其用少许的减温水就可以将蒸汽温度限制在427℃内。

#### 四、锅炉干湿态转换过程

在选择干湿态锅炉进行切换的过程中，必须对整个锅炉中的燃料量以及给水的用量做出更加科学合理的控制，为了确保整个分离器入口处的水温不小于完全饱和的情况，还可以通过增加更多的燃料量或者稳定锅炉的水流量的方式，来对整个分离器入口的水温做出更加有效合理的控制，从而确保整体锅炉能够更加快速的完成干湿之间的切换，从而避免温度变化过大的情况。在从湿态向干态转变时期，添加燃料量的速率要快，以防止锅炉温度在转换成干态之后又再次回归到湿态，注意尽量缩短此状态运行时间，在转湿-干态过程中，严防给水流量和燃料量大幅波动，造成干、湿态交替转换。控制燃料和给水量，保持贮水箱液位稳定。在转湿-干态前，稳定给水量，缓慢增加燃煤量，保证分离器出口汽温处于微过热状态，汽温稳定上升，避免汽温和受热面金属温度波动。在转湿-干态过程中，过热器出口主气流量达到最低直流负荷（约30%B-MCR）时，贮水箱液位调节阀逐渐关小至全关，贮水箱液位逐渐降低至零，中间点过热度逐渐升高至10-20℃，湿态完全转换成干态，锅炉转为直流运行方式，启动循环泵停运，383阀关闭。

##### 4.1 锅炉干湿态转换的注意事项

当发电机组启动以后，应将锅炉燃烧给水方式的启动流速保持在最小，并根据燃煤锅炉供热负荷和蒸发率的不断提高，逐步关小341-1阀。当锅炉蒸发量增大到炉膛内给水流量最大的时，全部关掉341-1阀，而只要在给水流量恒定的现状下，进行加强燃煤，其入口蒸气就会转为过热蒸气，转湿-干态以前，给水品质必须确认合格。转湿-干态运行时，检查湿态信号消失，给水由“分离器液位控制”进入“煤水比”控制方式。转湿-干态过程中密切监视贮水箱的液位，控制中间点过热度。转湿-干态过程中，严密监视锅炉各受热面温度在正常范围内。转干态运行后，检查贮水箱溢流调节阀及时关闭，保证分离器压力稳定。转干态运行后，快速升负荷至200MW以上，防止重新转为湿态运行。根据汽温上升情况，投入减温水，注意保持主、再热蒸汽过热度。当锅炉负荷>40%B-MCR时，384暖管系统控制阀将开启，用省煤器出口的少量热水来加热循环泵和341阀，使启动系统处于热备用状态。此时387阀开始控制水箱液位。以防受到热能冲击启动系统的管路或闸门出现裂纹。在锅炉停炉的时候，也应该在开启341阀后及时封闭其暖管道。

#### 五、超超临界锅炉增加的主要保护

超超临界锅炉与超临界锅炉一样添加了一些主保护

能力，要求进一步增强对汽机跳闸、贮水箱液位高和再热器等加以保障。其中，在汽机跳闸（或）分为汽机跳闸且机组负荷大于40%；汽机跳闸且锅炉负荷小于40%后，旁路保持在关闭状态（高旁全关或低旁全关），这通常会延迟10s动作。在启动过程中对贮水箱液位高MFT动作对其逻辑程序做出部分调整：要求锅炉点火记忆置位；湿态情况下，分离器出口压力小于18.0MPa；和贮水箱液位高（>10.3m）三者同时满足动作。同时在发电机组真正启动的进程中，往往会由于人员的动作疏忽，导致旁路控制系统出现监控不严格和系统运行不科学等状况的发生，因此设置再热器保护动作（或）：锅炉总燃料量大于20%（>62.6t/h）且汽机高压主汽门关闭，且汽机高压旁路阀关闭。锅炉总燃料量大于20%（>62.6t/h）且汽机中压主汽门关闭，且汽机低压旁路阀关闭，发挥再热器保护的作用。以防止超超临界锅炉保护勿动继续发生，对超超临界锅炉提供更加合理的保障。

#### 六、结束语

综上所述，超超临界锅炉与超临界锅炉相比存在着较大的差异，因此为了确保在超超临界锅炉各种工况之间使用的正确性，就需要了解超超临界锅炉运行的特点，并对其在运行过程中的真实情况加以更加仔细的分析，进而结合情况中出现的某些问题，迅速给出更加正确可行的处理办法，从而确定超超临界锅炉的选择以及工程设计和布置等操作的正确性，对必须处理的问题迅速做出相应的处理方法，从而确保超超临界锅炉的各种调整操作都可以非常顺畅的完成，实现设备各种运行的正常高效运转。

#### 参考文献：

- [1]杨宏民，段景卫，李新国.600MW超临界锅炉SNCR烟气脱硝系统的启动调试[J].锅炉技术，2012（03）：13-19.
- [2]陈辉，刘仕辉，黄启龙，王圣，李朝兵.660MW机组超临界直流锅炉的调试[J].华电技术，2012（05）：1-3+7+77.
- [3]黄伟，李文军，张建玲，彭敏，熊蔚立，谢国胜.600MW超临界W型火焰无烟煤锅炉调试技术与实践[J].锅炉技术，2011（02）：53-57.
- [4]马辉，马伟，胡冰.600MW超临界锅炉调试重点环节控制分析[J].应用能源技术，2013（10）：16-18.
- [5]李永华，杨卧龙，常见刚，等.300MW锅炉优化燃烧调整试验研究[J].电站系统工程，2011，26（6）：7-9.
- [6]洪文超.660MW超临界锅炉长周期给水加氧试验研究[D].华北电力大学，2015
- [7]傅旭峰等.660MW超临界锅炉调试过程中主要技术与对策[J].电站系统工程，2017（07）