

# 660MW超临界直流锅炉运行中贮水箱见水控制优化

虎 聪

宁夏枣泉发电有限责任公司 宁夏灵武 750411

**摘要:** 为提高超超临界机组安全性、稳定性,针对超超临界机组直流锅炉启动系统及贮水箱液位控制基本原理进行分析,并通过运行经验介绍超超临界直流锅炉干态贮水箱液位升高的因素和控制措施。

**关键词:** 超超临界; 贮水箱液位; 启动系统; 控制措施

火电超临界机组由于其蒸汽压力高和主蒸汽温度高的特点,它具有显著的节能效果,无可比拟的经济性能,在实际运行中,超临界直流锅炉干态下贮水箱液位控制非常重要,操作稍有不当将造成金属管壁温度超限和贮水箱液位高过热器进水的危险,危机锅炉设备安全运行。本文根据枣泉电厂660MW超临界直流锅炉运行经验重点介绍超临界直流锅炉干态下增加负荷贮水箱液位升高的问题,提出贮水箱液位控制操作要点和注意事项。

## 1 贮水箱液位控制系统结构分析

### 1.1 系统结构

本文以宁夏枣泉电厂660MW超超临界直流锅炉分离器贮水箱为研究对象进行液位控制分析。超超临界直流锅炉的启动系统由立式布置的汽水分离器、贮水箱、阀门、管道及附件等组成。启动系统的主要管道包括:水位控制管道(341),暖管系统管道(384)等,给水经炉膛加热后,工质流入汽水分离器,分离后的热态水通过341管道排入疏水扩容器,通过疏水泵进入冷凝器<sup>[1]</sup>。

暖管系统管道(384)布置在暖管系统管线上的电动调节阀。当启动系统停运,锅炉处于直流运行时,暖管系统从下降管引出少量温度较高的水流经高水位关断阀到贮水箱,使水位控制阀(341阀)处于热备用状态。启动系统停运,锅炉负荷大于40%BMCr时,该阀打开,通常在较低负荷时,该阀全开,随着负荷的升高,该阀的有效压差增加,阀门逐渐关小。

当启动系统停运后,来自暖管系统的热水被收集到贮水箱中,使贮水箱的水位不断升高,为此在贮水箱和过热器二级喷水减温器水管线之间布置了一根疏水管线。387阀是布置在该管线上的一个电动闸阀,该阀打开用于将多余的水排到过热器二级喷水减温器。

### 1.2 锅炉正常运行启动系统运行控制原理

当锅炉运行负荷大于最低直流负荷后,锅炉进入干

态运行状态,锅炉控制由湿态运行过程中的分离器贮水箱液位控制和最小流量控制转为干态运行过程中的温度控制和给水流量控制,通过控制水/燃料比例来调节分离器出口温度,进而控制锅炉给水量。通过给水流量调节主汽压力,进而调节发电机功率。具体来讲就是将分离器压力信号、分离器出口温度信号、总燃料量信号、省煤器入口流量信号综合作为锅炉给水泵指令信号,以此来调节给水泵转速,改变锅炉上水量的大小<sup>[2]</sup>。

锅炉在直流运行时,分离器出口要保持一定的过热度,分离器出口温度是燃料量和给水量是否匹配的超前控制信号<sup>[4]</sup>。由此可知在运行参数调整中时刻控制过热度不超限,将其控制在参数范围内。

## 2 影响锅炉贮水箱液位升高的因素

通常贮水箱水位升高发生在变工况时,由于负荷的大幅变动,给水量、燃料量、中间点温度及减温水量都在发生变化,总结以往贮水箱水位上涨过程,分析出现的原因有以下几点:

### 2.1 煤水比失调

超超临界直流锅炉变工况增加负荷时,锅炉必须增加燃料量以维持蒸发量与负荷相匹配,锅炉蒸发量的增加容易导致燃煤量增加过快,由于煤粉燃烧具有滞后性,而给水相应速度快,给水已进入水冷壁,造成分离器出口过热度开始下降,若负荷增加较多时,过热度会持续下降,当过热度持续低于5℃接近于0℃时,蒸汽介于水和蒸汽临界值,若此时煤水比进一步失调,饱和蒸汽变成饱和水,贮水箱液位开始升高,极易出现贮水箱满水情况。同时,由于直流存在热惯性小的特点,当煤粉完全燃烧产生的热值释放后就会出现分离器出口过热度急剧上升,贮水箱水位开始下降,容易造成锅炉主汽温及受热面超温,此时应当注意气温壁温的变化,及时进行参数调整<sup>[3]</sup>。

### 2.2 煤种热值较低

机组负荷增加较多时,若煤种热值较低,锅炉增加的燃料量燃烧产生的热量不足以与增加的给水量相匹配,同样会造成煤水比失调导致锅炉过热度急剧降低,此时极易出现汽水分离器贮水箱液位开始上涨的趋势,由于

**作者简介:** 虎聪,1994年06月,汉,男,宁夏,宁夏枣泉发电有限责任公司,主操作员,助理工程师,本科,火力发电。

此时负荷继续增加,煤量与给水量继续增加,恶性循环造成贮水箱液位异常升高。

### 2.3 分离器出口蒸汽过热度控制较低

锅炉正常运行时分离器出口过热度应在 $10^{\circ}\text{C}$ 以上,若分离器出口蒸汽过热度控制长时间较低时,当机组增加负荷时,此时极易出现过热度严重偏离正常运行值,导致分离器贮水箱液位异常升高。

## 3 锅炉贮水箱液位升高控制措施

### 3.1 调整煤水比

当发生锅炉贮水箱液位异常升高时,及时修正负荷速率必要时停止增加负荷,以缓解煤水比失调进度,可通过增加燃料量,减少给水量操作提高分离器出口蒸汽过热度,使蒸汽不在变成饱和水,当过热度开始升高后观察贮水箱液位开始下降,由于直流锅炉热惯性小的特点,整个操作过程应缓慢进行,避免大幅度增加调整燃料量和减少给水量,煤粉充分燃烧后释放热值,此时分离器出口过热度急剧上升,容易造成主汽温和壁温超限,而气温开始上涨为避免超温增加给水量,煤水比又失调,如此反复不利于机组安全运行,所以整个操作应稳定调整。

### 3.2 提前调节分离器出口蒸汽过热度

当直流锅炉进入干态运行时,分离器出口的蒸汽将有一定的过热度,过热度不足会使分离器出口蒸汽带水而重新进入湿态运行;过热度太大会使前面的水冷壁管超温,所以分离器出口蒸汽温度作为导前控制点(也就是所谓的中间点温度)。正常运行时将锅炉分离器出口过热度调整在 $10^{\circ}\text{C}$ 以上,避免机组负荷增加时过热度急剧下降导致分离器贮水箱液位上涨。可通过调节温降控制调节,给水量偏置将过热度调节至正常参数。

### 3.3 优化暖管系统控制阀

暖管系统控制阀通常在较低负荷时,该阀全开,随着负荷的升高,该阀的有效压差增加,阀门逐渐关小。若分离器贮水箱水位液位升高时此阀仍处于开启或者全开状态,加剧贮水箱液位升高的趋势,可通过优化逻辑,在负荷增加至40%以上时,贮水箱水位大于等于2m时,强制关闭锅炉暖管系统调阀,贮水箱液位小于1m时,恢复暖管调阀自动。

### 3.4 合理调整过热器减温水量

当启动系统停运后,来自暖管系统的热水被收集到贮水箱中,使贮水箱的水位不断升高,为此在贮水箱和过热器二级喷水减温器水管线之间布置了一根疏水管线。387阀是布置在该管线上的一个电动闸阀,该阀打开用于将多余的水排到过热器二级喷水减温器。布置在387阀与两个过热器二级喷水减温器的两路水管线上的两个止回阀,用于防止过热器二级减温水倒流至贮水箱。

机组正常运行时,暖管系统控制阀、贮水箱、387阀管线调节形成的贮水箱平衡水位,由于387管路引向过热器

二级减温水调节阀后,当过热器二级减温水量大到一定值后,387管路出口压力升高,即384、贮水箱、387管线阻力增大导致387管路排水不畅,贮水箱水位上涨加剧,运行中可通过开大一级减温水调阀,关小二级减温水调阀,即调整气温不超限,也可有效避免贮水箱液位异常升高。

### 3.5 贮水箱水位调节阀341阀控制

当过热器出口主汽流量达到最低直流负荷(约30%BMCR)时,锅炉进入直流运行模式,341-1、341-2阀关闭,期间水位如有升高,可通过开启341-1阀来控制水位。当负荷达到40%BMCR时,341-1、341-2阀关闭;当锅炉负荷大于40%BMCR时,384暖管系统控制阀将打开,用省煤器出口的少量热水来加热341阀,使启动系统处于热备用状态。此时387阀开始控制水箱水位。若贮水箱水位达到保护值时341阀开启,防止水位高造成过热器进水。贮水箱水位调节阀341-1阀在贮水箱压力20.68Mpa时开启,贮水箱调节阀341-2阀在17.23Mpa时开启。运行中可通过3.5以上控制措施降低贮水箱水位,若上述控制措施无效,条件达到贮水箱水位调节阀保护值,注意汽压变化。运行中尽量调整参数避免此阀开启,启动分离器压力高此阀开启极易造成锅炉泄压和锅炉疏水扩容器设备损坏。

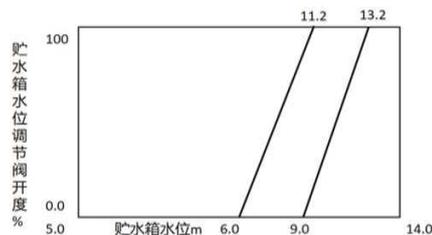


图1 贮水箱调节阀(341)控制特性

## 4 结束语

超临界直流锅炉贮水箱液位异常升高存在危及锅炉设备安全运行,分离器出口蒸汽过热度、燃料量、给水量、温降控制器、煤水比等多项参数影响到贮水箱水位,在调节过程中,控制不当容易造成煤水比失调,过热度急剧下降分离器贮水箱液位异常升高,造成过热器管道进水,若调整中过热度下降后急剧升高,调节过当使气温超限,金属管壁超温。对于超临界直流锅炉液位异常升高时,整个操作过程应全面考虑,采用安全可控的措施,保证锅炉安全运行。

### 参考文献:

- [1]《660MW超超临界机组集控运行规程》.宁夏枣泉发电有限责任公司,2019.Q/ZNZQ1265—2019
- [2]章德龙,《锅炉分册》.中国电力出版社,2013.
- [3]赵晓鹏,《超临界直流锅炉干湿态转换要点探析》.山东工业技术,2016.
- [4]韩新春,直流锅炉汽水分离器储水罐水位异常原因分析及预控.神华科技,2018.