

# 采用中间一次再热的干熄焦热力系统高、低压旁路的设置

卢石 卢丹妮 杜建 李治广

华泰永创(北京)科技股份有限公司 北京 100176

**摘要:**高、低压旁路锅炉及汽轮发电机组是采用中间一次再热系统的重要辅助装置,本文结合了干熄焦热力系统的特点,简要的介绍了采用中间一次再热的干熄焦热力系统高、低压旁路的设置。

**关键词:**干熄焦;高压旁路;低压旁路;中间一次再热

焦化产品是我国钢铁等行业生产所需的主要原料之一,目前全国产能有6亿多吨,我国已是世界第一焦炭生产大国、消耗大国和出口大国。近年来,我国为鼓励焦化行业转型发展、节能减排,先后出台了一系列政策法规,鼓励或强制要求焦化厂从湿法熄焦向干法熄焦的转变,并鼓励对焦化厂的余热进行有效利用。近些年,在企业效益和国家节能减排政策的要求下,采用高参数中间一次再热系统的锅炉得到迅速发展。随着国家对环保的要求更加严格,国内焦化行业的政策也随之变化。高参数干熄焦锅炉,随之配有中间一次再热系统的干熄焦锅炉运应发展,而干熄焦锅炉热力系统与常规热电厂的热力系统有所不同,本文根据干熄焦热力系统的特点,介绍对于采用中间一次再热的干熄焦锅炉高、低压旁路的设置。

## 1 采用中间一次再热的干熄焦热力系统

常规的干熄焦热力系统:经过除氧的锅炉给水,首先进入省煤器,经省煤器换热后进入干熄焦锅炉汽包,炉水一部分由下降管进入蒸发器,饱和水在蒸发器内吸热汽化,汽水混合物在热压作用下进入汽包;炉水另一部分由下降管进入膜式水冷壁,吸热后在热压的作用下进入汽包。汽水混合物在汽包内经汽水分离装置分离,产生饱和蒸汽,饱和蒸汽通过汇流管进入一次过热器,在一次过热器内与高温惰性循环气体换热,使蒸汽温度上升到一定温度,经过喷水式减温器将蒸汽温度调整至规定温度,再进入二次过热器,经换热升温最终使蒸汽达到需要的温度。主蒸汽经区域综合管廊进入汽轮机,蒸汽在汽轮机低压缸内完全做功后由冷凝装置冷却成凝结水,回送至除氧给水泵站的除盐水箱,如此往复循环。

采用中间一次再热的干熄焦热力系统:经过除氧的锅炉给水,首先进入省煤器,经省煤器换热后进入干熄焦锅炉汽包,炉水一部分由下降管进入蒸发器,饱和

水在蒸发器内吸热汽化,汽水混合物在热压作用下进入汽包;炉水另一部分由下降管进入膜式水冷壁,吸热后在热压的作用下进入汽包。汽水混合物在汽包内经汽水分离装置分离,产生饱和蒸汽,饱和蒸汽通过汇流管进入一次过热器,在一次过热器内与高温惰性循环气体换热,使蒸汽温度上升到一定温度,经过喷水式减温器将蒸汽温度调整至规定温度,再进入二次过热器,经换热升温最终使蒸汽达到需要的温度。主蒸汽经区域综合管廊进入汽轮机高压缸,主蒸汽经汽轮机高压缸做功后,由高压缸排出经区域综合管廊回到锅炉再热器,经再热器升温达到需要的温度;经区域综合管廊接至汽轮机低压缸。蒸汽在汽轮机低压缸内完全做功后由冷凝装置冷却成凝结水,回送至除氧给水泵站的除盐水箱,如此往复循环<sup>[1]</sup>。

## 2 高、低压旁路的作用

(1) 保护再热器。启动工况或者汽轮机跳闸或蒸汽参数不满足要求或汽轮机不允许进汽时,给锅炉产生的蒸汽提供通道流过再热器,避免再热器干烧。蒸汽流动将炉内热量带出,同时可采取措施对蒸汽参数进行调整<sup>[2]</sup>。设置旁路系统,使蒸汽流过再热器,便达到冷却再热器的目的;

(2) 泄压。当锅炉压力突升,高旁打开卸掉部分压力,防止锅炉超压。

(3) 改善启动条件,加快启动速度。单元机组普遍采用滑参数启动方式,为了适应汽轮机启动过程中在不同阶段(暖管、冲车、暖机、升速、带负荷)对蒸汽参数的要求,锅炉要不断地调整汽压、汽温和蒸汽流量。单纯调整锅炉燃烧或运行压力,很难达到上述要求。采用旁路系统就可改善启动条件,尤其在机组热态启动时,利用旁路系统能很快地提高主蒸汽和再热蒸汽的温度,缩短启动时间,延长汽轮机寿命。对于大容量机

组,当发电机负荷减少、解列或只带厂用电负荷,以及汽轮机甩负荷时,旁路系统能在几秒钟内完全打开,使锅炉逐渐调整负荷,并保持在最低稳定燃烧负荷下运行,而不必停炉,在故障消除后可快速恢复发电,从而减少停机时间和锅炉的启停次数,大大缩短了单元机组的重新启动时间,有利于系统稳定:

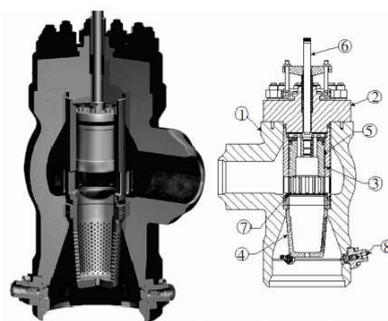
(4) 事故状态下缩短安全阀动作时间或完全不起座,节约补给水。电网事故时机组可以短时间保持低负荷带厂用电;汽轮机事故时,允许锅炉处于热备用状态,停机不停炉,故障排除后能迅速恢复发电。减少停机时间,有利于整个系统的稳定。

(5) 利用旁路实现中压缸启动。

(6) 回收工质,消除噪声。由于干熄焦项目的特性,干熄焦锅炉不受汽轮发电机组负荷的影响,干熄焦锅炉的负荷与干熄炉处理能力有关,且由于干熄焦项目多数汽轮发电站与干熄焦锅炉距离一般为200~500m,而高压旁路、低压旁路通常布置在汽轮发电站厂房内,当汽轮机组故障停机时,干熄焦锅炉所产主蒸汽、再热蒸汽经区域管廊送至高、低压旁路,特别是在热态启动时,使干熄焦锅炉、区域管廊范围内蒸汽管道处于热,锅炉可用较高的蒸发量运行,加速提高蒸汽温度,使之与汽轮机的金属温度匹配,从而缩短了汽轮机组开机暖管周期。

### 3 高、低压旁路装置的组成

高压旁路系统装置由高压旁路阀(高旁阀)、喷水调节阀、喷水隔离阀等一体式组成,具体组件详见下图,其功能是,当锅炉与汽轮机的运行情况不相匹配时,即锅炉产生的蒸汽量大于汽轮机此时所需要的蒸汽量时,多余部分蒸汽可以不进入汽轮机而经过旁路减温减压后直接进入凝汽器或进入锅炉再热器,高压旁路还承担着保护锅炉再热器安全的任务,尤其是在机组启动、降负荷、甩负荷时十分需要的。而干熄焦热力系统中高压旁路的作用就是后者,它布置在锅炉出口与汽轮机入口之间主蒸汽管道的支路上<sup>[3]</sup>(详见图1)。低压旁路系统装置由低压旁路阀(低旁阀)、喷水调节阀、喷水隔离阀等一体式组成,结构、基本组成与高压旁路相同。他的功能是,将高压旁路减温减压后的蒸汽或从锅炉再热器换热后的再热蒸汽进一步减温减压,将过热蒸汽品质降为低压蒸汽,低压蒸汽可供至厂区低压蒸汽管网使用,也可进入冷凝装置内进一步冷却成凝结水,低压旁路出口段的蒸汽参数与终端用户有关,可根据终端用户需求进行设置参数。



注:01-阀座;02-阀盖;03-阀进口滤网;04-阀出口滤网;  
05-阀体;06-阀杆;07-阀头;08-减温水喷嘴。

图1 高压旁路阀示意图

### 4 采用中间一次再热的干熄焦热力系统高、低压旁路的设置

在热电系统中由于锅炉与汽轮机厂房整体布置,通常情况下,高压旁路、低压旁路布置在汽轮发电站厂房内,在启动开工、检修、事故时均能起到重要作用。且是再热系统中不可缺少的一部分。

由于干熄焦余热发电项目的特殊性,通常情况下,干熄焦锅炉与汽轮机的投产时间会间隔一段时间,采用中间一次再热系统的干熄焦锅炉的开工就存在很大的问题,并且在母管制的干熄焦锅炉检修后,主蒸汽并网之前,工质将会放散,造成蒸汽浪费;当遇到汽轮发电机组检修,干熄焦锅炉必须降低负荷,并且所产蒸汽全部放散,极大的造成了能源浪费和环境污染,并且增加生产成本。

除在汽轮发电站内设置一套高低压旁路外,在采用中间一次再热的干熄焦锅炉处再设置高、低压旁路装置,将干熄焦锅炉与汽轮发电机组不同时投产的问题得到解决,在汽轮发电机组投产前,仍可以保证干熄焦装置正常稳定运行;并且可以在干熄焦锅炉检修后回收工质;在汽轮机检修时(不打开后汽缸的状态下),干熄焦锅炉可以稳定运行,无需降低锅炉负荷或者停车;干熄焦锅炉所产蒸汽通过锅炉侧高低压旁路系统进入凝汽器后变为凝结水,凝结水重新再利用,节约除盐水消耗量和制水成本;干熄焦锅炉所产蒸汽全部进入蒸汽旁路系统,避免蒸汽放散产生噪音和能源浪费;汽轮机蒸汽系统和循环水系统无需停车,减少汽轮机再次启动所花费的时间和人工成本。

在锅炉主蒸汽切断阀之前的主蒸汽管道和低温再热蒸汽管道之间设有高压旁路装置,对主蒸汽进行减温减压形成低温再热蒸汽。在锅炉处高温再热蒸汽管道和凝汽器之间可设有低压旁路装置,对高温再热蒸汽进行减

温减压形成低温低压蒸汽,然后经过凝汽器上的三级减温减压装置进一步降温降压后进入凝汽器。锅炉侧的高低压旁路按照锅炉蒸发量的100%能力配置,三级减温减压装置能力按照低压旁路出口的能力设置。

在干熄焦锅炉开工时,利用在干熄焦锅炉处设置的高低旁路进行,锅炉主蒸汽经过高压旁路后产生低温再热蒸汽进入再热器,防止再热器干烧和超温,经过再热器后产生的高温再热蒸汽,由于前期的蒸汽品质不好且量少,可直接放散。若除盐水充足,可将锅炉负荷提至100%,此过程无需考虑汽轮发电机组是否运行,即在汽轮发电机组未投产时,干熄焦锅炉可正常稳定运行。

若多台锅炉对应一台汽轮机,在其中一台干熄焦锅炉检修后,其主蒸汽压力不满足并网条件,其产生的蒸汽可经过锅炉侧的高低旁路、然后经过凝汽器上的三级减温减压装置进一步降温降压后进入凝汽器凝结成水。凝结水重新再利用。

在汽轮机检修时(不打开后汽缸的状态下),干熄焦锅炉可以稳定运行,无需降低锅炉负荷或者停车;干熄焦锅炉所产蒸汽通过锅炉侧高低旁路系统进入凝汽器后变为凝结水,凝结水重新再利用;干熄焦锅炉所产蒸汽全部进入蒸汽旁路系统,避免蒸汽放散产生噪音和能源浪费;汽轮机蒸汽系统和循环水系统无需停车,减少汽轮机再次启动所花费的时间和人工成本。

采用中间一次再热的干熄焦热力系统高、低压旁路的设置方法适用于非全干熄焦的热力系统,也适用于全干熄焦热力系统;适用于单台干熄焦锅炉和单台汽轮机的单元制热力系统,也适用于单台锅炉对应多台(含两

台)汽轮机、多台(含两台)锅炉对应单台汽轮机、多台(含两台)锅炉对应多台(含两台)汽轮机的母管制热力系统;适用于高温高压参数的锅炉及汽轮机、高温超高压参数的锅炉和汽轮机、超高温超高压参数的锅炉和汽轮机以及更高参数的锅炉和汽轮机。

#### 5 采用中间一次再热的干熄焦热力系统在高、低压旁路的设置上的注意事项

干熄焦锅炉的负荷受干熄炉的影响,系统运行可能存在不稳定的情况。并受焦化厂总图限制的原因,往往干熄焦锅炉和汽轮发电站相隔较远,需要整体考虑再热系统的稳定性,并根据运行情况,选择合理的高低旁路能力的配置,如果能力选择较小,在前期汽轮发电机组未投产前,锅炉所产蒸汽需全部通过高低旁路,否则将会造成再热器安全阀起跳。

#### 6 结论

中间一次再热的干熄焦热力系统高、低压旁路的设置即在干熄焦锅炉及汽轮发电站处分别设置高、低压旁路装置,避免蒸汽放散产生噪音和能源浪费,节约除盐水消耗量和制水成本,减少汽轮机再次启动所花费的时间和人工成本等。

#### 参考文献

- [1]王雨.高、低压旁路装置在干熄焦热力系统中的应用[J].河南电力 2018(19)187
- [2]郑伟.300MW机组旁路控制系统的研究[J].东北电力技术,2003,(06):009.
- [3]张欣宇,王文兰.带观测器的状态控制器在高压旁路控制系统中的应用[J].锅炉技术,2013,(03):002.