

# 燃气-蒸汽联合循环机组冷态启动优化分析

吕勇军

(广州发展宝珠能源站有限公司, 广东 广州 510900)

**摘要:**以某燃气-蒸汽联合循环机组作为研究对象,对机组特性进行深入与研究,阐述了燃气-蒸汽联合循环机组冷态启动优化工作的处理方式,目的在于保障设备在实际运行过程中能够更加稳定可靠,从而为企业经济效应的提升提供技术支持,同时确保机组可以始终保持安全启动的状态,避免出现明显的生产安全隐患问题。

**关键词:**燃气蒸汽联合循环机组;冷态启动;燃气轮机

**中图分类号:** TM611.31

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-7344(2023)07-0144-03

## 0 引言

在城市建设发展的背景下环境问题受到群众的重视,因此需要利用有针对性的手段对环境进行治理。天然气是一种新型的清洁能源,对电力生产而言极其重要。引入天然气能够为行业的发展带来全新的机遇,但是需要做好设备运行中的管理和优化工作才可以全面降低系统运行的安全风险。

## 1 研究背景

为了全面满足电网调峰要求,燃气电厂启停机的运行较为频繁。机组的安全性直接影响到电网系统的整体运行稳定性。在启动方式的处理上需要进行全面的优化,这样就可以控制机组的能源损耗量,提升电厂机组的经济效益。在本文研究中主要是针对燃气-蒸汽联合循环机组冷态启动方式下所遇到的一些问题进行有针对性的处理,保障其冷态启动的全过程中保持一个稳定的运行效果,从而相应降低运营的成本投入量<sup>[1]</sup>。

## 2 启动前准备

设备启动之前需要将公用系统设备作为备用系统,确保循环水系统、开闭式水系统以及空压机系统等保持正常的运行状态。燃气轮机的定冷水、氢气以及润滑油都要保持良好的状态,同时要确保控制油系统的运行效果良好。在联锁投入、燃气轮机离线水洗方式下需要全部完成运行,并得到相应的合理化处理<sup>[2]</sup>。

其次,确保锅炉当中的高中压给水泵保持稳定的运行,水位的不同汽包液位的设置要处于-400mm的程度。通过这样的处理方式能够使汽轮机的接水系统的凝结水前置泵始终保持在一个稳定运行的状态,特别是在进行旁路的设计中能够避免出现报警信息。

最后,电气系统、SFC 做好启动的准备,保障机组启动报警信息全部复位,并保护压板的投入。相关人员对机械设备进行外观的检测,保障系统的检修工作完毕<sup>[3]</sup>。

## 3 机组启动过程

### 3.1 燃气轮机启动

燃气轮机的构成情况以及运行原理如图 1 所示。

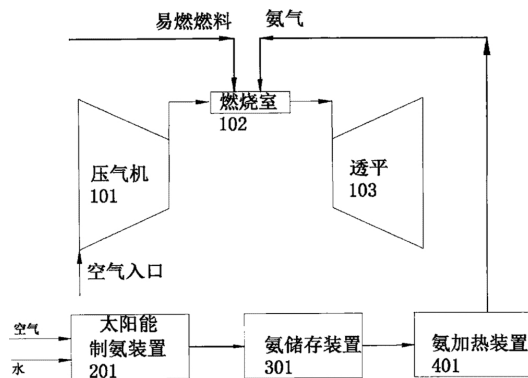


图 1 燃气轮机的构成情况以及运行原理

通过图 1 可以看出,燃气轮机由氨存储、制备以及加热装置等构成,此外还包括燃烧室以及压气机等部分。在启动期间需要对励磁画面的模式进行选择,一般建议选择 SFC 模式。在此基础上需要于启动的过程中对启动顺序进行调整,以此避免 SFC 出现超时的情况,最终避免启动机器的启动失败问题。

在进行启动顺控激活之后的检查过程中对盘车的脱开情况进行评估,一旦未出现脱开的情况就要打闸停机,避免盘车装置出现明显的损坏。需要进行转速控制来保障内火保持高质量运行。燃气轮机的转速也要进行良好的处理和调整。为了实现对升速的二级以及三级的冷风压力调整需要对冷风闸动作进行调整<sup>[4]</sup>。

在转速达到了 32Hz 之后可以将其作为临界转速区, 这样在燃气轮机的振动频率上比较大, 从而保障防喘阀的稳定运行效果。

在燃气轮机的启动过程中要在定速方面进行辅助系统的检查以及分析, 控制锅炉水的实际水温以及控制水压的速度, 这是保障系统运行稳定的关键所在。

### 3.2 余热锅炉控制

余热锅炉控制系统如图 2 所示。

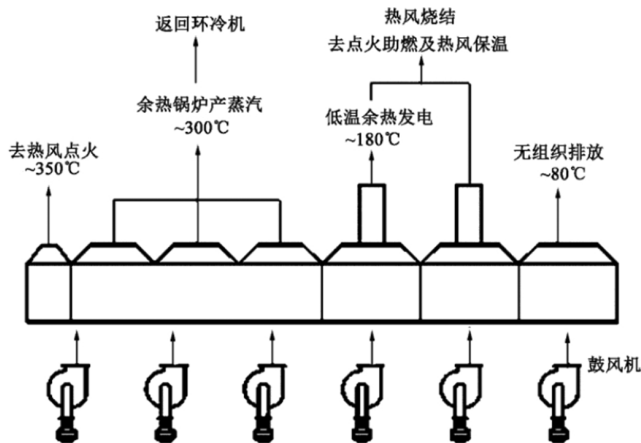


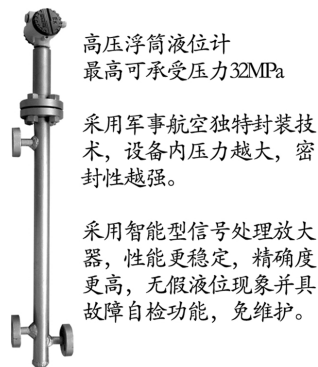
图 2 余热锅炉控制系统

通过对余热锅炉控制系统的观察可以发现设备在运行的过程中包含多个流程, 在鼓风机的作用下设备能够实现去热风点火, 并且能够利用低温余热进行发电。余热锅炉产生的热量可以返回环冷机加以利用。上述系统的运用能够有效实现对余热的回收。

在系统启动的前期阶段针对高、中压给水装置需要对其进行手动设置。在高压隔水泵的运行环节避免出现给水勺管开度不足的情况发生, 特别是要保障基于手动处理的方式实现 5% 的开度, 保持整个运行阶段的稳定性。其次在运行中还要保障运行阶段对漆包水位的波动问题进行控制以及对压力进行调整, 这是促使安全门可以稳定运行的关键所在。

另外在冷态启动的早期阶段, 汽包水位的控制环节属于关键所在, 在高压汽包的环节需要全面解决虚假水位带来灯具类波动问题。在进行高压蒸发器的处理环节避免虚假水位带来的明显的影响。例如, 进行相应的水位调整以及分析环节就要逐渐提升炉侧的输水能力, 通过暖炉以及暖管的操作来保障系统当中的空气得到良好的处理。新型的智能锅炉液位计运用到冷态启动早期阶段同样能够实现对汽包水位的控制, 此类液位计具有承受水压高的特点, 并且具有较强的密封性、性能稳定、数据更加精确等特点, 并且有效避免

假液位现象。具体设备如图 3 所示。



高压浮筒液位计  
最高可承受压力 32MPa

采用军事航空独特封装技术, 设备内压力越大, 密封性越强。

采用智能型信号处理放大器, 性能更稳定, 精确度更高, 无假液位现象并具故障自检功能, 免维护。

图 3 新型的智能锅炉液位计

最后则是需要进行汽包建立轴, 这是一种保障压力方面的处理方式, 通过提升排汽、疏水自动关闭的合理调整, 并等到一定的蒸发量之后保障汽水的循环稳定性。在这样的处理方式下对其系统的针对性分析, 同时在早期的起爆和管道水质不足情况下避免出现一些温差过大的情况。

### 3.3 汽轮机冲车

汽轮机冲车在燃气轮机的转速达到标注范围之后就可以投入协调画面当中的具体标准, 对其当前的高压缸的温度进行计算就可以确定出后续的调整。在协调控制系统的使用中计算出具体的主汽温度, 这样在将计算值送入系统当中实现对温度的设定和评估。

特别是在主汽温度达到了 300°C 之后就需要允许投入减温水, 同时进行减温水的电动门打开之后, 基于顺序的方式进行一级减温处理, 特别是在后续进行二级减温投入之后。在旁路控制的处理上投入高、中压方面的良好处理方式, 同时基于 DEH 的处理方式对当前缸温以及相关计算处理之后自动化的提升参数的控制力度, 这样就可以符合冲车方面的标准和需求。在旁路建立压力之后则是要炉侧方面基于实际疏水情况进行针对性的缓慢疏水处理, 避免主汽当中的空气大量进入凝汽器当中, 在进行暖管的运行当中全面提升蒸汽参数, 这是在各个汽轮机的运行环节提升系统稳定性的关键所在<sup>④</sup>。

采用热态启动就会让旁路调门大于 10%, 并进行投入较高的中旁路 ASA 设置。工作人员进行实际的操作开展中, 首先手动将旁路调整到当前的主汽压力当中, 以及保障符合旁路方面的合理压力设定, 并在投入旁路自动化处理当中避免受到差异的影响而导致自动旁路的出现, 这样会导致旁路主汽超压问题出现带来旁路超温的情况。

最后则是在进行提升参数设置的环节,需要基于循环水温度的启动机的设置效果,在冲车参数合格之后对汽轮机辅助系统进行详细的检查与分析,同时进行冲车方面的准备。一旦在上次停机处理的过程中出现汽轮机的跳闸问题,这就需要进行相关保护柜的复位操作。

#### 4 优化分析处理

在本文的优化分析中主要是采用逆推法的方式对其机组冷态启动的燃气机组负荷进行合理化的调整,基于汽轮机当中的高压缸的实际情况确定出一个具体的冷态启动的冲车参数,以此保障在冲车参数可以确定出一个预热的实际烟气温度,并推算出具体的燃气轮机的实际负荷。

##### 4.1 汽轮机冷态启动冲车参数

当下进行实际的分析中,为了实现科学合理的优化设置就需要对其系统进行良好的分析以及调整,对于系统多方面的信息参数进行采集以及分析,这样最大化的保障系统得到稳定的运行,同时强化系统的运行蒸汽压力的合理性,以此提升温度的系统运行能力。

##### 4.2 余热锅炉烟温确定

在进行余热锅炉的烟气温度的处理当中,需要符合机组运行的冷态启动的方面需求,特别是要在冲车参数的设置上提升系统运行的稳定性。系统的运行参数调整和处理上,还要对其中压主汽温度的设置进行合理化调整。在这样的处理方式下极大避免了阀门以及汽缸位置出现明显的温度提升。另外,还要保障锅炉的运行阶段,基于一定的换热处理方式最大限度提升炉侧位置的热损失处理能力,其次还要保障进行蒸汽压力的处理环节保持余热锅炉的排烟温度,这样可以提升温度系统的运行稳定性<sup>[9]</sup>。

##### 4.3 燃气负荷确定

燃气负荷确定在余热锅炉烟气温度得到了确定之后基于烟气的温度进行合理化计算分析,以此了解到燃气的具体轮机的负荷程度。其次实际的烟气温度需要控制在 450℃,这在燃汽轮机的运行中控制传输的距离,保障后续进行燃气的温度调整中也相应的负荷系统运行的各方面需求,最大限度的保障系统的运行总体能力。

##### 4.4 应用效果分析

在基于冷态启动的优化方法使用当中发现实际的

运行效果得到了较大程度的优化,特别是在对系统对于不同阶段的分析后发现,基本上从燃气轮机启动之后直到后续的冷态启动的环节,让其燃气轮机实现良好启动能力提升,特别是在经过 DCS 的数据对比之后发现数据信息的合理性。表 1 为启动数据对比分析。

表 1 启动数据对比分析

优化情况	耗时/h	气耗/km <sup>3</sup>	用电/(kW·h)
优化前	4.15	121.2	1100
优化后	3.20	63.5	671

通过对数据信息的分析与处理发现机组冷态启动的过程中采用全面优化方案,机组运行的用电量明显下降以及耗时有所缩短,另外气耗同样呈现出来降低的趋势。上述研究数据表明,采用本文所述的方案对机组进行优化可以很好的确保系统在运行过程中更加高效,同时起到节约成本、提高经济效益的作用。在未来进行提升经济性的环节,可以发挥出优化方案控制机组启动的时间的效果,最大化提升系统运行稳定性。

#### 5 结语

本文主要阐述当下进行燃气-蒸汽联合循环机组冷态启动优化处理之后可以很好地起到提升经济效益的效果,同时对于各种运行难点进行了合理化设置,并利用全面优化调整的方式提升系统运行稳定性。

#### 参考文献

- [1] 蔺奕存,伍刚,吴青云.燃气-蒸汽联合循环机组汽轮机冷态预暖技术应用及优化[J].热力发电,2022,51(9):126-131.
- [2] 祝相云,华敏,赵佳骏.一种单轴燃气-蒸汽联合循环机组中燃气轮机性能试验计算方法研究[C]//浙江省电力学会.浙江省电力学会 2021 年度优秀论文集.北京:中国电力出版社,2022:220-224.
- [3] 王佰仟,姚继宇,王金龙,等.E 级燃气-蒸汽联合循环机组启动过程优化的探索[J].自动化应用,2022(5):160-162.
- [4] 郑彦豪.燃气-蒸汽联合循环机组冷态启动优化[J].河南科技,2021,40(17):40-42.
- [5] 黄庆,周建,章恂,等.9E 燃气-蒸汽联合循环机组冷态启动优化[J].燃气轮机技术,2019,32(1):68-72.
- [6] 胡鸿相,刘印,葛晓明,等.三菱 M701F4 型单轴燃气蒸汽联合循环机组冷态启动暖机负荷期间高旁调节控制优化[J].电力设备管理,2018,23(8):69-72,78.

作者简介:吕勇军(1975—),男,汉族,湖北孝感人,本科,助理工程师,主要从事火电集控运行工作。