

火电厂汽轮机运行问题与应对措施

李天瑶

萨拉齐电厂 内蒙古 包头 014100

摘要：作为国家电力能源生产供应的主要形式之一，火力发电至少占据我国电力生产的一半，要想提升经济的运行性，实现节能减排的目标，加快火力发电厂的节能降耗至关重要。火力发电厂汽轮机组在运行中会消耗一定的能源，如何降低机组运行中产生的能耗，已经成为当前亟待解决的问题。本文就对火力发电厂汽轮机组节能降耗措施进行分析和探究。

关键词：火力发电厂；汽轮机组；节能降耗；措施

我国经济与科技实现了进一步的发展，在此背景之下人们的生活品质有了明显的改善。电力供应作为保障人们日常生活需求的关键，必须保证电力供应系统的稳定运行。而在电力系统运行的过程中，电厂汽轮机作为保障人们用电质量的关键，当前必须对其性能进行分析，保证其经济性和稳定性。由于电厂汽轮机运行期间，容易在负荷等因素的影响下出现质量问题，所以当前必须对火电厂汽轮机运行问题进行分析，探索出有效的解决措施，以此来保证我国电力事业的稳健发展，为社会的发展提供优质的服务。

1 火力发电厂汽轮机组概述

1.1 特征分析



图1 火力发电厂汽轮机组运行原理

汽轮机组作为火力发电厂的关键设备，其能将热能转变为机械能，为发电机的发电提供能量。当前汽轮机发电机是电厂主要设备的两大主机，具有如下特征：①汽轮机主机在运行中的稳定性较高，事故发生率相对较低，使用三年后才需进行一次大型的维修，能提高设备利用率。②供热机组具有很高的热效率，可以达到80%，并且凝汽式的汽轮机组能达到40%的综合热效率。③热经

作者简介：李天瑶，1992年10月，女，国家能源集团内蒙古分公司萨拉齐电厂，助理工程师，热能与动力工程

济性能高，且经久耐用，使用寿命较长，能运用各种廉价的燃料。④汽轮机具有较大的单机功率，能作为回旋机械进行持续工作（如图1）。

1.2 能耗的影响因素

影响汽轮机组能耗的因素包括：第一，出力系数。作为机组运行的重要指标，出力系统对机组能耗有着直接的影响。电网运行过程中，电力负荷在不同的时间段会出现较大变化，电力峰谷起伏，机组运行中要适应波动的电力负荷，而这需要消耗大量的能源进行机组的调整运行^[1]。第二，流通性。对于汽轮机组的运行而言，其气体做功的影响因素包括流通性，若机组运行中能增大流通面积或改善气流量，则可促进机组缸内效率的提升，使机组能耗得以降低。第三，温度与气压。汽轮机组的运行效率会受周围环境温度与气压的影响，如果机组的水压较低，且燃料的燃烧不够及时，往往会增大机组的蒸汽流量，降低蒸汽气压及运行效率。另外，锅炉运行过程中，如果出现喷水量增大、燃料供应不足、吹入空气比重高等情况，会使锅炉受热面积垢，消耗大量热量，继而降低机组运行的效率。第四，气缸效率。从设计角度出发，汽轮机组的气缸效率明显低于设计数值，与国际水准有所差距，加上气缸效率的降低会在很大程度上影响整体能源的效率，所以会使汽轮机组的能耗有所增加。

2 火电厂汽轮机运行问题

2.1 汽轮机疏水系统故障

目前，火力发电厂中所采用的的疏水系统结构比较复杂，所以对于疏水系统的控制及管理产生了阻碍。汽轮机内部的疏水系统一般会选择输水管道阀门，这就会导致高温蒸汽出现泄露的情况，必然会引发故障，降低汽轮机的工作效率，凝汽器的幅度也会随之增大，甚至会造成输水管的连接部分产生破裂的现象。

2.2 汽轮机轴封辅助系统故障

因为汽轮机轴封系统的构造比较简单,主要目的是为了降低汽轮机在停机阶段和启用阶段所承受的轴封压力。同时,汽轮机组在实际运用的过程中,因为轴封辅助系统的密封性能比较差,这就容易出现高温蒸汽大量泄露的问题,最终会导致火力发电厂整体汽轮机组运行的效率降低。

2.3 汽轮机系统故障

因为大部分的火力发电厂汽轮机组在实际运用的过程中,由于汽轮机高压设定值低于实际高压缸排气量的现象,这就会导致汽轮机组运行所产生的能量必须转化成热能才能够将其有效的耗散出去,这也会导致火力发电厂汽轮机的整体高压缸工作效率降低,最终影响到火力发电厂的整体运行效率。另外,火力发电厂中汽轮机组的调节级效率也会普遍的偏低,究其原因分析来看,主要是因为包括汽轮机间隙过大导致其密闭性能降低,最终出现严重的高温蒸汽泄露的情况,这就会在一定程度上加大了汽轮机系统运行过程之中的能量损耗,一旦出现汽轮机负荷升高,必然会破坏汽轮机系统的稳定性,并降低了火力发电厂汽轮机组的运行效率。最后,火力发电厂中汽轮机系统还存在着气缸调门震动幅度过大或者不稳定的情况,这就会在一定程度上降低了汽轮机系统运行过程中的安全性、稳定性、高效性。

2.4 叶片损坏

电厂汽机的叶片主要涉及到两种,一是动叶片,二是静叶片,其中最容易出现叶片损坏事故的主要是动叶片(如图2所示)。电厂汽机转速比较高,一般情况下都会在3000r/min,长期处于这种高度运转的状态下,动叶片承受这很大的离心力。同时,进入汽轮机的蒸汽温度通常处于60CTC左右,且具有流速快的特点,这就导致汽轮机的动叶片需要承受较大的往复振动力和蒸汽冲击力。汽轮机的动叶片长期处于这种状态之下,就容易出现损坏的亲宽广,而动叶片损坏之后就会导致汽轮机的运行状态发生较大的变化,加剧汽轮机的震动,一旦叶片断裂落入凝汽器后,就会将凝汽器的管束打坏,从而引发严重的后果。

3 火力发电厂汽轮机运行问题的应对策略

3.1 提升给水温度

一是注重检漏操作。加热器铜管的作用是检测水室隔板及高加筒体的密封性,一旦水室隔板缺乏完善的加工焊接,则会引发质量问题,对给水与蒸汽的热量交换造成影响,不能提高给水的温度。同时加热器的受热面筒体缺乏较好的密封性,往往会阻塞蒸汽,减少给水

的热量交换,使给水温度有所降低,因此要让加热器在正常水位的情况下进行运行,确保回热系统运行的稳定性。当然若凝汽器拥有过高的水位,易造成凝结水位超过钛管,加深冷却凝结水,造成机组冷源的损失^[2]。二是保证高加投入率。对于保证高加投入率来说,即机组滑启和滑停时,对给水温度进行有效地控制。启停机组时应及时投入或裂解高压,利用科学的措施避免出现违规操作行为,更好地稳定高压水量水位。热换管作为高压加热器中的重要部件,如有必要需对其进行清理,以降低其污垢部位的热应力、温差热力,防止出现泄漏问题。

3.2 确保凝汽器的真空状态

汽轮机组的运行效率在很大程度上取决于凝汽器的运行状态,只有让凝汽器处于最佳的真空状态,确保其经济性及安全性,才能降低机组的能耗。首先,强化真空系统的严密性。只有对真空系统进行严格防护,强化系统的严密性,组织专业人士检查真空系统和凝汽器,及时处理所出现的泄露问题,才能使系统处于定值的状态。同时人员要以外部负荷的变化情况为基础,对机组轴封蒸汽压力予以及时调整,认真检验负压系统的阀门,避免其松动;高度重视抽气器的喷嘴,防止喷嘴出现堵塞或变形。其次,降低冷却水温。循环水系统的运行状况会影响到冷却水的温度,如果冷水塔设备出现异常情况,会提升出口的温度,使其冷却效果降低。针对这种情况,需要组织专门人员定期检查维护水塔设备,准确记录水槽填料的状态,及时归档登记,采取有效措施来处理出现的问题。

3.3 减少机组运行、启动、停机的能耗

汽轮机组运行时采用定一滑一定的方式,如果机组具有较低的运行负荷,则定压模式的设定应为低水平模式,以便构建良好的水循环,使锅炉燃烧相对稳定。为了提高汽轮机组的运行效率,使机组能耗得以降低,必须要合理控制给水泵轴转速,对喷嘴进行科学调节,防止机组在高负荷区进行运行^[3]。同时启动汽轮机组时,可以借助低旁、开高方式,使其运行压力得以维持,在此基础上进行手动操作,将真空压力的数值控制为65~70kPa,这样能在最短的时间内提升机组的温度,使机组蒸汽量有所增加,缩短机组的启动时间,减少能耗。除此之外,从机组运行特征和火电厂生产要求出发,实施停机操作时应选择滑参数的停机操作,以降低机组内部装置的温度,便于维护检修机组。值得注意的是,锅炉在机组停机时的温度相对较高,借助锅炉持续高温的状态,采取滑参数停机操作,能为发电提供良好的帮助。

3.4 优化汽轮机油系统

汽轮机的正常运行属于更系统互相配合的过程,所以在具体运行期间不论是哪一个环节出现问题,都会影响到整个汽轮机组的正常运转,所以这就需要每一名工作人员需要做好相应的检查工作。而对于汽轮机各项运行设备的检查,则需要由经验丰富、专业水平高的人员来执行,这样就可以对其中存在的潜在隐患进行排查和解决吧,以此来保证汽轮机的稳定运行。另外,油系统作为支撑汽轮机设备运行的重要动力,则需要重视对油系统的优化问题,一是要选择高品质的油,并做好油系统的清洁工作,降低设备的损坏几率,二是对于滤油机的选择需要考虑到设备的实际需求以及机组运行特点,三是在滤油机运行的过程中必须做好油品清洁工作。

4 电厂循环水泵 节能改造

循环水泵实际轴功率: 1113.2 KW (3)、循环水泵实际流量: 15066 m³/h (4)、循环水泵实际效率: < 0.7 我们从以上分析计算结果表明: 我厂#2机所配的两台沅江48P-30型循环水泵的实际性能远未达到其产品样本规定的性能指标,且其运行范围严重偏离设计工况。3、技改目标 我们对#2机两台循环水泵进行增流节能改造的目标是在保证原电机不超功率的情况下,通过提高水泵效率,并且略有增加水泵的轴功率,使水泵的抽水量大幅度提高,从而达到提高凝汽器真空和节省厂用电的目的。技术改造后,由于泵流量要大幅度增加,扬程也要相应提高。因此,循泵技改后两台泵同时运行,应达到如下性能: 流量: $Q \geq 21000 \times 2 \geq 42000$ T/H, 扬程: $H = 20$ m 效率: $\eta = 85\%$ 轴功率: $N_t \leq 1345.1$ KW, (以电机电流控制在180A以下为准。) 4、改造后的经济分析: 我们对#2机两台沅江48P-30型循环水泵进行增流技术改造后,如能达到上述预期目的,即扬程 $H = 20$ m时,两泵并列运行时,单台泵流量 $Q \geq 21000$ m³/h,则每台泵比改造前流量可增加约 6000 m³/h,效率可达到 85%。如果在冬季五个月的运行时间里,由原来两泵一机运行变为一泵一机运行,与目前相比,可节电 $5 \times 30 \times 24 \times (2 \times 1113.2 - 1345.1) = 3172680$ kWh。按平均0.06元/kwh计算,可产生节电效益190360.8元。在其它季节开两泵运行时,由于流量大幅度增加11000 T/H左右,肯定会明显

提高凝汽器真空值,从而产生节煤效益。但还需要综合考虑泵流量增加所产生的效益和泵电机电流增加而多耗功率的关系(虽然电机电流增加不大)。由于目前有些参数还无法确定,暂时无法用理论方法计算其经济效益,待改造后,我们将以试验的方式来最终定量地分析改造所产生的经济效益。最后,还应考虑到,由于我厂#2机循环水泵已运行10多年,其叶轮已出现汽蚀坑点,口环间隙增大等,将旧叶轮改造为新叶轮,肯定是划算的。5、技改措施 经与中国水利水电科学研究院水力机电研究所共同协商,并经厂部开专题会决定: 本项目采用以中国水利水电科学研究院的高效水泵新技术为基础,通过对水泵过流部件的优化设计并利用高精度模型试验研究开发出的新型水泵叶轮,配以现代化的加工方法及工艺。通过采用只更换沅江48P-30型水泵叶轮,而电机、泵壳、管路等均不变的技改方法,达到大幅度增加水泵流量或明显降低水泵能耗的目的。

结束语:

对于火电发电厂来说,汽轮机组是当前火电厂生产的核心要素。是生产运行的关键设备之一。随着发电机水平的快速提升,火电厂中开始广泛应用热工自动化操作,在很大程度上改善了监视操作、应用技术、系统管控等,不仅能降低设备的运行能耗,还会提高当前的火电厂的经济效益。通过改良汽轮机组,使其操作效能有所提升,确保其运行的可靠性、安全性,能很好地实现电厂的社会效益及运行经济效益。

参考文献

- [1]李文辉,丁明青.提高国产引进型汽轮机组ETS低真空保护可靠性实例[J].仪器仪表用户,2017,24(07):84-87.
- [2]马运翔,薛江涛,刘晓锋,卢修连,丁建良.1000MW二次再热超超临界汽轮机组摩擦故障分析与处理[J].电力工程技术,2017,36(01):113-116.
- [3]杨文平.汽轮机汽封节能改造项目对火力发电企业经济效益的提升[J].内燃机与配件,2016(12):103-104.
- [4]张国斌,侯云浩.自动控制技术在火力发电企业节能减排领域的应用[J].内蒙古电力技术,2014,32(05):79-82.
- [5]梁志勇,武德文.60万火力发电汽轮机组安装技术及安全性能的研究[J].科技资讯,2011(33):99.