

火力发电厂节能减排技术研究

张静波

(百色百矿发电有限公司, 广西 百色 533600)

摘要 火力发电是我国发电的主要方式, 全国电力总装机容量70%以上来自火力发电。随着国家对能源的需求和电力体制改革的深化, 我国能源结构正在发生显著变化, 煤炭消费比重逐年下降, 非化石能源占比提高。新形势下, 火力发电在保证安全、提高效率、降低成本等方面存在着很大的节能减排潜力。但由于我国火力发电机组容量大、燃煤含硫量高等特点, 现有的燃煤发电机组普遍存在运行效率低下、污染物排放严重、运行方式不合理等问题, 为了解决上述问题, 本文对火力发电厂进行节能减排技术研究, 并提出相关措施, 以期为相关人员提供参考。

关键词 火力发电厂; 节能减排技术; 锅炉; 汽轮机; 电气

中图分类号: TM61

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)05-0112-03

在当前我国经济不断发展的背景下, 人们对电力的需求量也越来越多, 这就使得电力企业对于发电设备提出了更高的要求。为了提高发电效率、降低污染、节约能源以及提高经济效益, 就需要对火力发电厂进行节能减排技术的研究。目前我国火力发电厂在节能减排技术上虽然有所进步, 但还存在着一些问题。

1 锅炉部分

1.1 回转式空气预热器柔性密封改造技术

原有的回转式空气预热器因其体积大、密封性差, 在大型机组运行一段时期后, 其空预器常有7%~10%的漏风现象, 从而会导致其运行效率及能耗下降。改造之后的全新弹性密封组件, 其特点为: 无缝隙、抗冲、抗磨、抗高温、抗腐蚀、弹性好、能自动弥补密封件的损耗, 不会增加空气阻力; 使用合页弹簧技术, 能够使得空预器在热态工作时, 可使其圆端面及圆周方向产生一定程度的变形; 在使用了密封滑块的情况下, 该材料的干式摩擦系数为0.1, 并对主轴马达的驱动电流有一定的影响; 空预机的漏气量将随操作时间的增加而相应增大, 可以在关机时对其进行检测和调整。目前, 我国对预热器进行的柔性封严改造取得了不少成果。以600 MW机组为例, 对其进行了改进之前的空气预热器A端和B端的漏风系数分别为8.30%和7.90%, 改进后的空气预热器A端和B端的漏风系数分别为4.64%和4.38%, 结果表明, 该系统的漏风系数可平均减少3.59%^[1]。通过对空气预处理后的两台送风机、两台引风机、两台一次风机的运行电流总和(600MW), 与改进之前相比, 降低了60 A左右, 这样一年就可以节约436.46万kWh^[2]。

1. 针对回转式空气预热器烟道上的密封问题, 利用原有的柔性密封改造, 将原来的金属框架式密封改

为柔性密封, 取消了原金属框架式密封中的弹性元件(柔性弹簧), 大大降低了改造的成本。

2. 在柔性密封处增加了一层防磨层, 解决了原金属框架式密封对耐磨材料的要求过高等问题。

3. 根据空气预热器现场情况, 重新设计出具有不同刚度的柔性密封。改造后的回转式空气预热器不会因其轴向变形而发生密封泄漏。

4. 将原有的防磨层、弹性元件和金属框架改造成一整体式结构, 简化了工艺流程, 提高了改造效率, 降低了改造成本。

5. 在空气预热器入口烟道上增加了一层防磨层, 防止烟道入口磨损。

1.2 风机节能改造

虽然在对空预器进行改造之后, 漏风有了很大程度的降低, 但从环境保护角度来看, 目前对增设脱硫系统和脱硝系统的需求越来越大, 而烟气的污染又需要把电除尘器改成电袋复合或布袋式。因此各大传统风机需要不断进行改造, 改造项目包括:

1. 增压风机改造: 锅炉增压风机风量一般是定值, 但在实际运行中, 由于锅炉燃烧调整、炉膛压力变化等因素影响, 可能造成锅炉负压波动大, 导致排烟温度高, 排烟中CO₂含量高, 因此需要根据运行中的实际情况来重新进行增压风机选型及相应的改造。

2. 引风机改造: 引风机叶轮直径较大, 电机功率较大, 但目前所使用的电机一般为小容量电机且不带轴承, 故需对引风机进行增容或更换电机。

3. 电袋复合除尘器改造: 电袋复合除尘器一般用于燃煤锅炉上, 但由于改造后需要增加脱硫系统及脱硝系统等因素, 也需对原有的引风机进行增容或更换电机。

1.3 锅炉的最优燃烧调节

在新机组投入生产后,尤其是对锅炉的控制系统,需要进行详细的调试,因此,必须对其进行充分的燃烧调试和优化。燃烧调整优化工作的目的是确保锅炉运行安全可靠、经济稳定、节能环保,必须以电厂运行经验为基础,以电厂管理为目标。它的实质是要保证锅炉的安全可靠、经济稳定、节能环保等各项指标。

锅炉燃烧优化调整主要有以下内容:

1. 将锅炉主要参数值控制在合理的范围内,使其在允许的范围内波动,使负荷稳中趋升。
2. 优化磨煤机组合方式,使磨煤机运行时燃烧稳定,磨煤机出力曲线合理,锅炉负荷相对稳定。
3. 调整燃烧器的开度,保持负荷的稳定。
4. 正确地掌握磨煤机磨态、负荷、风压、风量等参数对燃烧调整的影响规律,以达到最佳的运行状态。

2 汽轮机部分

蒸汽透平装置和系统是电厂的关键部件,随着蒸汽透平技术的发展,具有很大的节能潜力。

2.1 汽轮机本体改造

汽轮机本体节能改造工作主要分成三部分,即汽轮机通流部分、汽轮机汽封系统以及汽轮机的进汽和排汽部分的改造^[3]。汽轮机通流部分改造的目的是改变汽轮机内部结构,提高汽轮机的效率,降低经济性指标。汽轮机通流部分主要是进行改型、加装新设备或更换零部件以及更换材料。

汽轮机的进汽和排汽部分主要是针对目前机组存在的问题,即:

1. 由于蒸汽参数不满足设计要求而导致蒸汽参数过高,使抽汽损失过大。
2. 由于蒸汽参数过高导致冷却效果差,使末级叶片出口部分结垢严重。
3. 由于汽轮机设计时采用了高负荷工况,而当前汽轮机低负荷运行时间较多,造成了机组效率较低。

当前,国内及国外引进技术的 300MW 亚临界机组已对其进行了三维流场动静叶型的改进,并在实际应用中取得了显著的节能效果,是一种成熟的改进技术。通过对其进行优化,可以使其在实际运行中的热损耗降至 7960kJ/kWh^[4]。若在改造之前的热损耗很小,且不可修补的老化损耗比较大,则在改造之后,机组的实际运行中,煤耗可以减少 8g/kWh 到 10g/kWh。如果一台设备的最初设计热耗比较低,那么通过对通流部分的整体改造,其热耗会降低很少,从而会对投资回报率造成一定的影响,那么就可以对其进行对汽轮机的汽封系统的改造,在这方面已经有了很多的例子,其中一些改造在短期之内确实取得了很好的结果,但是

还没有经过长期的检验。目前对汽轮机汽封进行的改进,主要是对动静叶汽封、隔板汽封、轴封进行改进,其中隔板汽封采用布莱登汽封、蜂窝状汽封、刷状汽封等,改进后的汽缸效率可以提高 2%~3%,同时可以减少 1~3g/kWh 的能耗,而且投入较少^[5]。对气封系统进行改进,既要保证其精度,又要保证其可靠性,尽管大部分改进都取得了较好的效果,但仍有部分改进失败,这就需要在原有机组的基础上对改进后的气封零部件进行改进。

2.2 汽轮机辅机及其系统改造

汽轮机辅机及其系统的节能改造包括各种水泵的改进和热力系统的节能改造:

1. 各种水泵的改进。由于我国机组的负荷率较低,造成了泵的功率消耗很大,因此在实际工作中,要尽量减少水泵的运转台数,降低电机功率。水泵由原来的 24 台减为 8~10 台,并要求每台水泵连续运转不少于 12h,其余时间要停掉^[6]。

2. 热力系统的节能改造。对于汽轮机热力系统主要有凝汽器、除氧器、低压加热器、减温减压器及管道等组成,在机组启动过程中,凝汽器中的压力由设计值降低到初始运行值,其做功能力将有所降低;同时汽轮机低压加热蒸汽也会有所减少,低压加热器是回收部分低压蒸汽用于加热凝汽器中凝结水,因此应尽可能增加这部分蒸汽的利用。机组在低负荷时,汽轮机的排汽温度很低,一般在 40℃ 左右,其饱和温度也较低,其热焓小于设计值;由于采用汽轮机后汽缸、隔板等部件都是刚性的,为了减少这些部件的振动及变形,在机组启动和停机时尽可能保持机组各部件的自由振动,如采用刚性结构的后汽缸和隔板,可有效地降低机组的振动;采用柔性结构的隔板后汽缸、隔板套、端差等部件对机组振动影响较大,因此在启动或停机时应保持机组各部件自由振动;由于锅炉和汽轮机系统是一个封闭系统,锅炉燃烧后的废气中含有一定量的可燃烧的碳颗粒及硫等有害成分,这对环境有害影响较大。

3 电气部分

目前,在火力发电厂中,为了实现节能,普遍使用了电动机调速技术。该系统应用了变频调速,永磁调速,并实现了从单速到双速的转换。在当前的电力系统中,由于电力系统的负载率比较低,所以各种控制技术的节能性都很高。以 300MW 的凝汽器为例,通过变频和永磁控制,可以节省 30%~50% 的电能。如果使用变频调速,则设备和辅助的投入在一百五十万到两百万之间,而每年的电耗则在七十万到一百万之间,三年之内完全可以回本^[7];近几年来,由于技术的日趋成熟与稳定,变频器的应用范围也在逐渐扩大,从一

开始的小型辅机、凝结水泵等,逐渐扩展到各类风机,乃至循环水泵,节能效果非常明显。然而,传统的改造方式往往需要增设附属系统(如变频器、PMSC等),在节约能源的同时,也会导致系统复杂化、可靠性降低、维修成本提高等问题。所以,在进行技术革新之前,一定要认真地进行技术革新的可行性分析,并在短期内择优选取投资回报较高的项目。在进行改进和调整时,要仔细地试验,找出可能出现的共振转速区域,并将其设置为变频和PMSC能够迅速运行的转速区域;在调频后,原电动机的使用寿命也会受到一定的影响,个别情况下,电动机已经出现了损坏现象;随着时间的推移,变频调速装置中某些元件的可靠性、替换成本等问题也将会凸显出来,这几点也应该引起重视^[8]。

4 火力发电厂节能减排技术完善措施

第一,建立完善节能减排督查机制。保证督查的目标清晰、准确性,保证督查的强度,充分发挥监管制度的作用,督查目标要从每个员工开始,对各个层次的电厂员工进行全面、高效的管理,让他们立足其岗位,养成节能减排的自觉意识和行为习惯,以此来促进电厂节能减排工作的开展,最大限度地保障节能减排工作的成效。同时,针对部分地区节能减排工作中存在的“上热下冷”和“上紧下松”等问题,导致了一些地区和企业节能减排工作中未取得明显成效,甚至出现一些弄虚作假的行为,因此务必要建立健全节能减排督查机制,加大对节能减排工作的监督检查力度。

第二,要构建良好的节能减排管理人员培训体系。火电厂的节能减排工作具有很高的综合性,并且随着时间的推移,其工作内容也在不断地变化,因此,需要火电厂的工作人员跟上时代的发展步伐,并在参与与节能减排相关的培训中提高自己的综合素质。企业的节能减排工作具有长期性、艰巨性和复杂性,所以,必须加强对节能减排管理人员的培训,提高企业人员的素质和管理水平。同时,要提高对能源资源消费的科学认识,充分认识到我国能源资源消费总量大、人均资源少、消费结构不合理的基本国情,正确处理发展经济与节能减排的关系。从根本上减少能源资源消耗是发展循环经济和建设节约型社会的需要,是促进经济社会与资源环境协调可持续发展的重要途径。

第三,要构建健全的能源和环境保护体系。要完善节能减排管理体制机制,按照“管行业必须管节能减排、管生产必须管节能减排”的要求,建立健全“党委政府统一领导、各部门齐抓共管、全社会共同参与”的工作格局。建立健全以能源效率为核心的产业政策体系,完善技术政策和产业政策。研究制定新的能源法,明确各级政府和各部门在节能减排工作中的职责、权限和相互关系。健全的运行管理体制,是实现火力

发电厂节能减排目标的重要保障。

第四,从全球能源发展趋势看。根据国际能源署的预测,到2050年,全球能源消耗将达到目前的5倍左右。这个时候会出现一些问题:世界上最大的能源消费中心将从中东和俄罗斯转移到发展中国家。如果这个预测成真,那我们国家将有70%~80%的电力供应都是不安全、不稳定、不可持续的。虽然我国能源资源丰富,但因为人口的增加,资源的浪费,煤炭、石油等传统能源的短缺,这对我国的持续发展规划来说都是不利的。因此,像电力公司这样能源消耗较大的传统公司,不可能继续按照传统的方式发展,必须通过产业的转型,提升创新和研究能力,走低碳发展之路,最大限度地利用各类能源资源,使得企业的发展方式能够适应市场的变化,实现企业向专业化、技术化、国际化的方向发展。

5 结语

随着我国经济的发展,能源消耗不断增加,环境污染问题也日益严重。火力发电是我国目前重要的发电方式,随着我国电力市场的不断完善与发展,火力发电厂的运行与管理也越来越受到社会各界的广泛关注。对于火力发电厂来说,其运行和管理水平不仅会直接影响到火力发电厂自身经济效益的实现,还会对周围环境带来极大的影响。因此,加强对火力发电厂节能减排技术研究具有重要意义。随着科技和社会生产力的不断发展,节能减排技术也不断改进和创新,这就要求在火力发电厂运行管理工作中充分发挥计算机技术、通信技术等先进技术的优势,从而实现火力发电厂运行管理工作的现代化。

参考文献:

- [1] 荆馨莹. 自动化技术在火力发电厂节能减排领域的研究与应用 [C]// 中国电力设备管理协会第二届第一次会员代表大会论文集(1),2022.
- [2] 乔建文. 火电厂锅炉节能减排技术研究 [J]. 科技创新导报,2019,16(19):122-123.
- [3] 陈雪林. 电厂节能减排策略研究 [J]. 科技资讯,2015,13(30):57-58.
- [4] 王悦,杨贺. 火力发电厂的节能减排技术研究 [J]. 科技展望,2016,26(06):110.
- [5] 王鹏林. 火电厂锅炉节能减排技术探讨 [J]. 技术与市场,2016,23(01):72-73.
- [6] 刘丽梅,辛建华. 试论火力发电厂的节能减排技术 [J]. 中国高新技术企业,2015(01):105-106.
- [7] 宋五异. 火力发电厂“节能减排”技术 [J]. 山东工业技术,2014(20):201.
- [8] 黄捷. 火电厂锅炉节能减排技术 [J]. 技术与市场,2014,21(02):65.