

火电厂热力系统优化与节能改造分析

梁少华

(安徽淮南平圩发电有限责任公司, 安徽 淮南 232089)

摘要: 目前, 我国的电力生产仍然以火电为主, 基于当前社会发展对火力发电提出的清洁节能要求, 进行节能优化已成为当务之急。热电厂热力系统节能作为一种新型的节能技术, 对提高火电厂热力系统的运行效率尤为重要。基于此, 本文以热电厂热力系统节能技术为主要研究对象, 从节约能源和保护环境两个方面探讨了火电厂热力系统优化与节能思路, 重点分析了火力发电厂的热力系统优化和节能改造技术, 探讨了其节能优化的必要性, 并根据实际经验, 对其具体的节能优化方法和技术进行了阐述, 希望能为火力发电企业的供热系统优化提供一些有益的经验。

关键词: 火电厂; 热力系统; 节能改造

中图分类号: TM621

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.27.007

文献标识码: A

热力系统是火力发电厂正常运转的关键设备, 而火力发电厂在目前电力系统的运行中仍占有举足轻重的地位。随着我国经济发展对燃煤发电的要求越来越高, 为了适应目前的市场需求, 必须对其进行优化和节能改造。热电厂热力系统节能是一种新型的节能技术, 通过优化改造热力系统机制及连接方式, 能够充分利用热力系统的余热资源, 从而促进火电厂热力系统运行效率的提升, 在实现节能减排目标的同时, 促进火力发电企业的经济发展。

1 热力系统概况

热力系统是火力发电厂中的一个关键环节, 它的结构十分复杂, 包括回热系统、再热系统、给水系统、冷凝水系统、水泵和阀门等, 这些系统相互配合形成一个相对复杂的系统。其中, 回热系统和再热系统的冷热部分均为单元系统; 供水系统采用单位制, 按整体系统的单位配置原则, 对各个机组进行控制。机组配有两个水泵; 冷凝水系统为带旁路的中压冷凝水净化系统; 采用高压、低压串联系统的汽机旁路系统; 二次蒸气系统可以同时供两个单位运行。

2 火电厂热力系统优化与节能思路

2.1 节能诊断, 优化改造

节能和环境保护是目前火力发电厂的主要发展方向, 而作为火力发电厂的一个重要部分, 热力系统必须进行改造和优化, 以满足火力发电厂的发展^[1]。随着科学技术的进步与提高, 供热系统的节能改造将是必不可少的技术支撑。在火力发电厂的供热系统改造中, 必须遵循节能诊断和优化改造的思想。对热力系统进行节能改造, 必须根据其工作原理和理论知识, 同时

根据其运行状态和能量损耗的分布情况, 对其进行分析, 并根据其运行中出现的不足, 进行有针对性的改进, 最终达到优化改造的目的。

2.2 实时监测, 引导操作

基于自动化与智能化两大发展趋势, 进行实时监测与引导操作。以提高热能实时监测为目标, 将电子监测技术引入热力系统的运行中, 通过对其进行实时监测, 及时发现其在运行中出现的问题, 并根据监测结果对其进行分析, 提出相应的解决对策。根据该方案, 有关人员还可以对热设备的运行和维修进行保障。通过技术上的指导, 使整个热力系统的运行效率得到了提高, 保证了火力发电厂的正常生产。

2.3 优化设计, 合理配套

在对热力系统进行优化时, 必须遵循热力系统的节能原理, 通过了解确定各部件之间的联系, 从而对其进行定量优化。根据定量分析的结果, 对目前的热力系统进行局部优化与调节。在调节此体系时, 应以合理的配合为首要目的, 以保证优化后的热力系统在运行时处于最佳的工作状态, 充分发挥其对火力发电的作用。

2.4 汽轮机通流改造

其中, 中压汽缸的结构设计较为陈旧, 尤其是其热力学设计, 尚有改进的余地, 故对其进行了改进^[2]。机组高、中、低压缸的优化设计, 既能充分发挥机组的内部潜能, 又能兼顾安全、经济等方面的问题, 达到最大的节能效果。该方案能够有效地解决通流段气动效率问题, 具有投资少、优化彻底、效益高、性能提升大和回收周期短等特点, 具有很好的环境效益, 满足了该工程的设计要求。

2.5 其他系统改造

首先,真空泵系统的改造,由于采用了传统的制冷方法,在夏天不能达到理想的制冷效果,故对真空泵的补水冷却进行了改进,并增设了一个冷却器,保证该系统的正常工作;其次,对变频调速装置和冷却水系统进行了改造,采用了闭式水去凝泵变频器的换热器进行冷却;最后,对低温省煤器水侧管线的改造,采用低温节煤装置,可有效地利用冷凝水,利用合适的温度区间对烟道进行回收,降低了烟道温度,保证锅炉达到设计指标。

3 火电厂热力系统优化与节能改造应用的技术分析

火力发电厂的供热系统优化与节能改造,是目前环保形势下电力市场对火力发电企业的迫切需求。火电是我国目前电力市场的重要能源,其能源利用率直接影响到我国的电力市场状况,并将对我国的电力工业发展造成一定的影响。在此背景下,为了适应火力发电的发展,必须将现代科技与能源技术相结合,对其进行优化与节能改造。在分析火力发电厂供热系统优化与节能改造中所采用的技术措施时,可以从以下五个方面着手。

3.1 锅炉烟气余热回收技术

锅炉在火力发电厂的电力系统中起着举足轻重的作用,在实际运行中,必须保持在 150°C – 160°C 之间。在此过程中,尽管产生了大量的热能,但是并未被充分地利用,导致锅炉的热量损耗。因此,在对火力发电厂的热能进行优化和节能改造时,必须从热能的角度出发,利用排烟废热回收技术,把热能转换成其他可用于火力发电的能量。

锅炉烟气余热回收技术是根据烟气余热利用的基本原理,根据燃煤锅炉在运行中的实际使用状况,将烟气排放口所产生的热量与热力系统相联系^[3]。利用热泵机组,将烟气中的烟气余热转换成电力,是最有效地利用烟气余热的方法。低压省煤器是一种安装在锅炉排烟口末端的蒸汽—水交换设备,它与常规锅炉省煤器通入高压水不同,而是通入低压凝结水,同热力系统的连接也主要有并联与串联两种形式。最重要的是,蒸汽涡轮可以满足热能转换的需要,将两者结合在一起,利用蒸汽涡轮作为一个具有废气回收特性的设备,可以将烟囱产生的热量转换成电能,从而达到更好的节能效果。但在实际运用时,仅把透平机与锅炉的排烟热联系在一起,并不能取得预期的结果。

在实际应用中,还必须采用蒸汽—水换热设备—低压省煤器,以达到节能改造的实际要求。同时,在锅炉排气口末端安装了低压节煤器,利用低压冷凝水的原理实现节能。但低压省煤器自身与热网之间存在串联或并联的联系,因此,在实际中要根据具体情况,选择合适的连接方式。锅炉烟气余热回收技

术的应用主要有:低压省煤器在使用时,可将低压供热设备输入的低压凝结水与锅炉烟气排放的热量进行交换。在节能装置内的温度达到最高标准后,可以及时地将转换后的烟气排放出去,然后注入新的低压凝结水。

实践证明,采用串联低压省煤装置,在生产过程中可取得较好的节能效果。这主要是由于在串联运行时,通过加热器的水量比较多,可以显著地提高热能转换成电能的效率,同时维持高热负荷,降低锅炉排烟冷却率,从而实现节能的目的。同时,在实际使用中,可以根据锅炉的排烟冷却度、节煤器的热经济性、防止腐蚀和堵塞等因素,选择合适的导流位置,使其更好地适应热能转换的全流程。结果表明,该技术在实践中得到显著的应用,为提高锅炉烟气余热利用率提供了有效途径。

多年来,多个火力发电厂采用排烟废热回收利用技术,使锅炉的排烟温度平均下降 25°C ,提高了2%–2.5%,消耗减少7%–10%。同时,低压省煤器没有发生堵塞、腐蚀等问题,说明低压省煤器在锅炉排气口的安设,起到了一种节能效果。

3.2 汽轮机排汽优化技术

随着越来越多的大容量、参数高的火电机组投入到火力发电的生产中,对其进行优化设计是其中的重要环节。采用汽轮机排汽优化技术,可以有效地提高整个火力发电系统的运行效率。汽轮机排汽优化技术主要是根据热力平衡原理实现的,即在汽轮机排气管的尾部加装一个混合冷却器,使其出口与轴密封加热器相连通,利用凝结水来吸收汽轮机的排气余热,既可以减少冷源损失,又可以提高冷凝温度,提高热循环的效率。

3.3 供热蒸汽过热度回收使用技术

采暖蒸汽过热度回收利用技术也是优化热力系统及节能改造的一种行之有效的方法^[4]。除电力供应外,热能蒸汽也是火力发电企业的主要业务。在电力生产中,工业气体供应过量、过热度高是一个普遍存在的问题。从燃煤电厂的角度来看,工业用气总量超标、用气过热是很常见的问题。但对大部分工业用热的用户来说,饱和蒸汽基本能满足他们的需要,因此,通常采用喷水的方式来冷却过热蒸汽,然后将其输送给用户。而将高品质热能转化为低品质热能,必然会带来巨大的热量损耗。而供热蒸汽过热度回收使用技术,是将过热蒸汽中的多余热能通过蒸汽和水交换设备进行吸收,再将其送入热循环,将其排入体外,从而带动汽轮机工作,高效地利用和转化过热蒸汽中产生的过剩热能。

为了满足工业用热用户的要求,往往在生产过程中,通过喷淋的方式冷却过热蒸汽,然后供给工业用热。在此过程中,热量的损耗是无法避免的,所以,可以采用循环利用技术来提

高加热蒸汽在加热过程中的热量损耗。具体而言,供暖蒸汽过热度回收利用技术,主要是利用蒸汽—水传热设备,将多余的热量补充到热循环中。在热循环中添加热能,通过热循环将换热器中的空气抽走,带动蒸汽机的工作,使富余热能在蒸汽机的工作状态下进行转化。该优化节能技术在实际应用中,可使煤炭的平均能耗减少1%左右,节能效果显著。通过对供热蒸汽过热度回收使用技术利用的研究,提出了采用中间再热方式发电的方法,可以进一步提高其节能效果,具有较大的实用价值。

3.4 除氧器排气与锅炉排污水余热回收使用技术

同时,该技术还可以实现对燃煤电厂供热系统优化、节能改造的要求。从脱氧机排放的观点来看,除氧器自身在整个热力系统中起着举足轻重的作用,要对其进行优化,首先要考虑除氧器自身能否起到最大的作用。但是,由于将蒸汽添加到脱氧机中,会使其温度、压力发生变化,造成热能损失。因此,必须在适当增加蒸汽的条件下,对除氧器进行废热回收。废热冷却器是目前常用的废热再生设备,它可以根据化学补水达到吸收热量、节约能源的目的。

为了保证除氧器的能效,在操作过程中必须添加适当的蒸汽,但由于加入除氧器的蒸汽具有一定的温度和压力,是一种带有工质的带热源,在使用过程中难免会产生一些工质和热量损失。所以,在进行供热系统的设计时,必须采用适当的方式来回收利用热能,以达到节约能源的目的。通常,除氧设备的废热利用主要是利用废热制冷机,利用化学补水来吸收热量,实现节约能源。

从锅炉排出废水的废热回收观点出发,排放是锅炉在生产中必不可少的环节。但是,长时间不间断地排放,会造成大量的热量损失。在此背景下,废热再生技术可以满足优化和节能改造的需要。特别是对锅炉排放废水进行废热回收的技术,采用了污水处理系统。同时,在火力发电厂供热系统中增设了一个扩容系统,该系统可以实现对污水和热水的扩容、蒸发,并将其转换成蒸汽,以满足对某些工质的吸收与利用。但该技术在实际应用时有一个问题,那就是废水经蒸发处理后,温度很高,必须在该系统中增设一套排水冷却装置,以实现对其废热的热能吸收。它不仅可以最大限度地将热能转换成可利用的能量和工业需求,而且可以在一定程度上提高热能的使用效率。在此期间,可以充分利用热能,增加废热资源的利用率,降低热能的消耗量,同时可以有效地提高整个火力发电厂的运营效益,进而推动火力发电厂的发展。

在火力发电厂的日常工作中,锅炉的排污率很高,这样的持续排放不但会造成大量的工质流失,而且会产生大量的热量损耗,因此,合理地利用这些污染物,可以帮助企业达到节能优化的目的。常规的做法是,在热力系统中增设污水膨胀装置系统,利用该系统扩大污水、蒸发污水,达到促进吸收与利用的目的。但是,由于废水经过膨胀、蒸发,一般具有一定的温度,所以可以在供热系统中增加一个排水冷却装置,使废水中的第二次热能得到有效吸收,最大限度地提高供热系统的热经济效益。

3.5 化学补充水节能技术

对安装有抽冷式机组的火力发电厂,其采用的化学补给水有以下两种方法:一是向涡轮凝汽器内注入化学补给水;二是向透平机中注入化学补给水。在注入的化学补给水温度低于蒸汽机的温度时,在凝汽器的喉部安装一种设备,使补充水以喷射的方式流入凝汽器的喉部,可以有效地恢复一部分废气的热量,以提高凝汽器的真空度。

4 结语

综上所述,我国在目前发展过程中面临资源短缺和能源需求增长的双重困境,加快节能建设,对能源消耗较大的火力发电企业来说,尤为重要。鉴于目前电力市场对电力的巨大需求,必须注重节能、环境保护和节能改造。对供热管网进行优化、节能改造,将有助于提高供热系统的运行效率,提高火力电厂的经济效益。

参考文献:

- [1] 任吉平,高慧芳. 火电厂600MW机组热力系统优化提升研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(05): 227-228.
- [2] 吴啸川. 火电厂热力系统优化与节能改造分析[J]. 低碳世界, 2022, 12(03): 20-22.
- [3] 王金昌. 火电厂汽机热力系统运行优化探析[J]. 技术与市场, 2019, 26(11): 144, 146.
- [4] 蒋晓隆. 基于模块迭代的火电厂热力系统建模研究[J]. 上海节能, 2020, (11): 1294-1299.

作者简介:梁少华(1982-),男,山东日照人,大学本科,工程师,主要从事燃煤发电机组安全运行、节能减排及智慧运行研究。