

燃气锅炉热力系统改造探讨

葛军波

聊城市国土空间开发保护中心

摘要:在我国经济社会快速发展和科学技术不断进步的背景下,自动化系统应用愈加广泛。燃气锅炉实现节能化与自动化不仅可以节约成本和资源,还能减少人工生产造成的误差,使供热系统运行更加平稳。针对燃气锅炉运行效率低下的问题,本文提出应对燃气锅炉及其热力管网进行节能改造,并调整和完善用能结构,在热力管网主蒸汽母管最后的一端接入一组蒸汽设备,以富裕高炉煤气燃烧产生蒸汽带动发电,实现燃气锅炉发电厂既高效发电,又能利用汽轮发电机做过的蒸汽对用户进行供热,将热电联产的水平提高到一个新的高度。本文在提出具体技术改造措施以提高燃气锅炉热力系统热效率的同时,还在节约物质资源和能量资源,减少废弃物排放等方面有了新突破。

关键词: 燃气锅炉; 热力系统; 发电; 改造

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.01.045

引言:随着我国经济社会的迅猛发展,燃气锅炉制造技术水平和生产规模在不断提高,使用范围也在持续扩大,不仅在工业方面得到了广泛应用,还渐渐走进了人们的日常生活中。为了加快推动我国燃气锅炉的健康发展,有必要对燃气锅炉进行相关研究,在未来使用中不断提高燃气锅炉的技术水平,进而加快实现燃气锅炉供热系统的升级改造。本文将对提高燃气锅炉热力系统的节能技术进行深入探讨。

一、燃气锅炉介绍

一台完整的燃气锅炉系统由燃气锅炉、燃烧器、控制系统及其他附属结构组成。燃气锅炉是燃气燃烧、加热介质的重要主体。燃气燃烧器由五个系统组成:

(1) 送风系统。送风系统的功能主要是将一定风速和风量的空气送入锅炉燃烧室内,组成部件有能够为风机叶轮等正常运转提供动力的风机马达、起到引导气流作用的风枪火管、能够对进风通道和进风量的大小进行调节和有效控制的风门挡板等。(2) 点火系统。点火系统所起到的重要作用是点燃空气和燃气的混合物。构成部件主要为点火变压器,其原理是把低压变成高压,让这种压力在小空间内产生出火花,起到点火的作用,构成部件还有采用耐高温氧化铝陶瓷和耐高温合金、高温高压电线、端子等组装而成的点火电极以及用于传输1kv-1000kv之间电能的高压电缆等。其特点是方便省时,使用者用手指轻轻按动就可以,并且安全性高,不会发生因意外熄火造成的安全事故,一旦出现熄火的状态,控制系统能及时关闭电磁阀,切断燃气通路。

(3) 监测系统。监测系统的重要作用能够确保燃烧器在运行过程中的安全性和稳定性,组成部件主要有火焰监测器、压力监测器、温度监测器等。(4) 燃料系统。燃料系统的功能在于保证燃烧器燃烧所需的燃料。组成部件主要由过滤器、调节电压的调节器、用来控制流体的电磁阀、点火电磁阀以及蝶阀组成。(5) 电控系统。电控系统是送风系统、点火系统、监测系统的重要指挥和联络中心。控制元件是控制器。相同的燃烧器能够配备很多控制器。经常使用的程控器有: LOA系列(LOA24.171B27、LOA44)、LAL系列(LAL1.25、LAL2.25)、LGK系列(LGK16.333A27)、LFL系列(LFL1.322、LFL1.335、LFL1.333)等^[1]。

二、锅炉蒸汽调拨模式

在原热力管网主蒸汽母管最后的一端接入富裕煤气发电项目,确保顺利生产基础上利用锅炉划拨运行蒸汽发电,大力推进能源的高效利用,用能级别与汽轮鼓风机组相比较低。锅炉在保证汽轮鼓风机组正常运行的基础上,将蒸汽划拨至能将机械能或其他可再生能源转变成电能的发电设备;当汽轮鼓风机组出现用汽量过大或者锅炉发生故障等问题造成缺汽时,锅炉将少拨汽轮鼓风机组蒸汽或者直接切断蒸汽,以确保全年无生产安全事故。这种模式能够有效解决不同类型突发状况的用汽需求,减少供汽时间,同时加快发展风电联产,能够创造出更好更高的经济效益^[2]。

三、锅炉热力系统改造现状

有效提升锅炉的可靠性与经济性具有重要的意义和价值,在锅炉热力系统改造中,节能问题成了人们普遍关注的问题。但由于种种原因不能在短时间内将能源浪费严重的锅炉替换掉,只能通过改造和逐步优化锅炉热力系统以降低锅炉能耗,提高实际效率,这是当下最具可行性和有效性的办法。改造锅炉热力系统不是对单一的设备进行改造,而是需要统一改造锅炉的配置设备、热力管网、自身结构等热力系统。目前,我国锅炉正向着汽电共生(热电联产)、烟气脱硫脱硝、自动调节以及扩大容量等多方面发展。

四、案例分析

(一) 项目背景

A企业在生产过程中使用的是一台每小时产生20吨蒸汽量的燃气锅炉,燃气锅炉产生的大量蒸气全部送至分汽缸,之后将这些蒸气适当分配给生产工艺节点。在燃气锅炉实际使用时,锅炉出力仅为每小时产生蒸汽量15吨左右,不能达到生产需求。通过对现场进行勘查,

蒸汽锅炉排烟温度为200摄氏度左右；分析尾气成分发现，尾气排放中出现了大量的一氧化碳，这充分证明了燃气锅炉燃料燃烧不充分，造成能源严重浪费^[3]。

（二）案例锅炉存在的问题

1. 锅炉热效率不高

通过分析发现，锅炉燃料燃烧产生热量，传递给锅炉内的水，热量传递的效果只能达到百分之八十三左右，而现行的燃气锅炉效率能够达到百分之九十二以上，与之相比较呈现出一定的差距。造成锅炉热效率不高的主要原因有以下几点：1. 在给水处理环节，不能达到相应的标准，导致换热器管束，如定距管、拉杆、换热管等部件内壁结垢、热阻增加，传热效率得不到有效提升。2. 锅炉燃烧器由于长时间没有进行妥善维护，再加上配风设计结构不合理，导致锅炉燃料燃烧不充分，同时氮氧化物，如一氧化二氮（ N_2O ）、一氧化氮（ NO ）、二氧化氮（ NO_2 ）生成率也比较高，导致燃料燃烧后烟气中残留的可燃气体，如 CO 、 H_2 、 CH_4 等未燃烧放热造成的热损失 q_3 达到了百分之六左右，造成了严重的能源浪费。通过对锅炉的结构设计数据进行分析发现，尽管在总换热面积中锅炉蒸发段的换热面积占有较大比例，但由于锅炉的省煤器面积在设计中出现的不足，同时因为给水水质的原因导致锅炉发生泄漏后，使一部分省煤器受热面被封堵，出现锅炉的排烟温度有所上升，导致排烟热损失较大。总之，锅炉系统热效率较低的原因主要是由于气体没有进行完全燃烧，以及锅炉排烟温度过大，出现热量损失的现象，造成能源浪费严重，其影响因素有炉膛出口处有过量空气系数、结构设计有待完善、锅炉内温度情况不好、受热面布置缺少合理性等等。

2. 鼓风机、引风机输出能力不匹配

在锅炉热力系统中，由于安装于锅炉尾部烟道下部用于回收所排烟余热的省煤器局部吸热量不高，锅炉排烟温度上升，引风机将大量高温烟气持续向外排出，这时烟气温度与引风机的设计温度不匹配，就有可能导致烟气当中的流量增多、体积增大，加快了引风机轴功率，造成原来配置的电机无法正常工作。为了让引风机能够正常使用，就必须加大电机的功率。业主单位为了有效减小锅炉排烟温度，通常会在原有的省煤器上增加两级省煤器，虽然这一方法能够在一定程度上降低排烟温度，但同时也增加了总阻力，导致电机功率不匹配，不能有效提高锅炉出力，在一定程度上造成了能源浪费。除此之外，对鼓风机没有进行合理控制，也是造成炉膛空气过剩系数较高的因素之一，对炉膛内的温度造成的影响，会导致炉内气体无法完全燃烧，出现热损失的情况^[4]。

五、燃气锅炉热力管网节能技术改造

（一）热管节能技术

热管节能技术是燃气锅炉热力系统中非常重要的技术之一，极大增强了传热性能。不断优化热管的传热性能，使燃气锅炉热力系统中出现的热源浪费问题得到了有效的预防和处理。通过分析热管结构发现，其内部属于中空结构，易于热液体的传输。当燃气锅炉热力系统中储存的热量累积到极限值后，真空管会吸收一部分热量，进而提高升温速度。而真空管中的工作液体变为蒸汽后再流通到冷却端口，释放到受热体中，实现了整体循环。此外，加强对二次管网和换热站的管理，针对各个换热站构建专门的设备档案，绘制二次管网系统图纸，相关工作人员需在各个楼门节点安装新型调节阀、回水温度测点和计算热量的仪表，尤其是对热网两端的供热指标参数、输出的热能等进行数据采集、调控等，使用变频循环泵以提高平衡调节的效果。针对老式串联的热力系统，可以分户控制改造，实现热量的合理分配。对热用户的混供换热站，如学校，应全面掌握热用户的用热规律，在学校放假期间停用，进而降低热量消耗。

（二）冷凝节能技术

在燃气锅炉热力系统中，天然气能源在燃烧过程中会产生水蒸气。如果温度较高，燃气锅炉热力系统排烟时会损失大量热量，造成热量流失。基于此，在应用体系中运用冷凝节能技术，可以有效提升热力系统的热能量管理水平，凭借冷凝换热结构可以在水蒸气还没有排出时进行凝结作业，将热量再次投入到燃气锅炉热力系统结构中，使处理效果和能量利用率得到持续优化，避免能源浪费，增强处理效果。另外，只有合理应用水蒸气中产生的能量，才能减少排烟污染，进而提高燃气锅炉热力系统的传热效率。在燃气锅炉热力系统中应用冷凝节能技术，不仅能够满足节能需求，实现热能自身循环利用，还使经济效益得到显著提升，进而促进了燃气锅炉热力系统节能水平的提升。

（三）循环水泵技术

用户在使用热水时，各时间段的热水需求量不同。因此，燃气锅炉不用全天候二十四小时进行供热水，避免供热和需求量出现矛盾，造成能源的浪费。利用循环水泵技术能够妥善处理好这一问题，循环水泵技术可以在不同的热水使用时间段，结合实际用水情况降低循环水的使用量，减少水泵的能源消耗，同时，循环水泵技术还能减少设备的转速，起到降低能源消耗，节约成本的作用^[5]。

六、燃气锅炉节能减排改造方案

在技术方案中，采用低氮燃烧器技术、锅炉尾气自动监测控制锅炉燃烧技术，实时控制过量空气系数，控制火焰长度，使炉膛内的燃料能够充分燃烧，炉膛温度平均分布，可以有效控制没有完全燃烧的气体，防止出现化学损失的问题。与此同时，对锅炉尾部省煤器结构

进行优化设计,能够扩大受热面面积,减少排烟温度,能够有效提升锅炉热效率。

(一) 清洗锅炉受热面

由于原有锅炉的保养工作没有落实到位,长期缺少保养会导致锅炉蒸发受热面管内出现水垢,使锅炉效率无法提高。因此,在改造过程中,应对原有锅炉蒸发受热面进行酸洗,清理蒸发受热面的大量积垢,以增加锅炉蒸发受热面的实际换热效率。

(二) 锅炉尾部省煤器改造

如果燃气锅炉尾气比较洁净,不含大量粉尘,可以采用锅炉尾部省煤器改造技术方案。将现有省煤器进行拆除,选用螺旋形翅片重新设计锅炉尾部省煤器,在仅占用原有的一级省煤器位置的前提下,增大受热面面积,进而降低锅炉排烟温度,提高锅炉效率,同时减少烟气阻力,降低锅炉的耗电量。

(三) 低氮燃烧器技术

针对卧式结构设计的燃气锅炉,可采用单级燃烧器布置,燃料无预混,燃气通过中心喷管进入燃气锅炉炉膛内燃烧。同时,更换燃烧器,采用能适应任何类型燃烧室的低氮燃烧器,通过调节燃烧空气和燃烧头,可以获得最佳的燃烧参数,调整配风,达到分级燃烧的目的,对火焰温度和长度进行有效控制,在确保燃气锅炉安全运行的基础上,提升火焰炉膛充满度,进而为环保达标奠定基础^[6]。

(四) 锅炉燃烧自动监测控制技术

根据燃气锅炉燃烧效率低下的问题,应设计和完善计算机监控与自动控制系统,进而对燃烧做到实时监控与管理。控制好燃料配风比,在各负荷燃烧中,实现最佳运行工况,形成多策略系统,提升监控的有效性。控制系统在智能控制与常规控制相结合的基础上进行操作,在运行中,工作人员能够准确分析操作数据,并进行整理,在常见条件下找到能够有效提高燃气锅炉效率的燃料配风比,在动态控制中确认送风量。同时,还可以在线体现其状态,在稳定燃烧时对设备进行微调处理,寻找最优策略。

(五) 燃气锅炉连续排污蒸汽回收利用

连续排污可以排除锅中溶解的部分盐质,以维持锅中含有可控的盐量和碱度,防止浓度过高影响到锅炉产汽的质量,提高蒸汽品质,使设备安全运行。一般连续排污的排污口安装在汽包正常水位以下200-300毫米处,炉水通过不断的加热浓缩,使盐汇集到炉水表面层,连排口就安装在炉水中盐分含量最高的地点,以排出高浓度的盐水,进行新的给水处理。燃气锅炉连续排污虽然提高了蒸汽品质,但也增加了热损失。对原燃气锅炉热力系统进行工艺技术改造,可以在锅炉连排扩容

器排空管上接1根直径为159毫米管道,当锅炉排污水排进扩容器后,容积扩大、压力降低,同时饱和温度也相应降低,这样,原来压力下的排污水,在降低压力后,就有一部分热量释放出来,这部分热量作为汽化热被水吸收而使部分排污水发生汽化,将汽化的这部分蒸汽引入除氧器,从而可以回收这部分蒸汽和热量,降低了高品位能源损失^[7]。

通过采用上述改造方案,对实施后的效果进行分析得出:在改造后,燃气锅炉的排烟温度由过去的200摄氏度降到了127.5摄氏度,燃气锅炉排烟热损失从过去的百分之九降到了百分之四左右。经综合测算,燃气锅炉效率达到了百分之九十以上。燃气锅炉在改造后,排烟温度和阻力都得到了明显降低,对节能效果的提升意义重大,值得被广泛推广与使用。

结束语

调整与完善锅炉燃料结构、合理改造燃气锅炉热力系统、构建高效热电联产项目是当前社会发展的必然选择。我们要深入对标挖潜,全面优化提升,利用各种潜热,并使相关技术得到有效提高,确保零排放,实现生产生态双赢。燃气锅炉在节能和减排两个方面都有很大的作为空间,不断优化和改造燃气锅炉热力系统,能够有效减少能耗,提升锅炉效率。燃气锅炉热力系统节能改造具有一定的难度,企业应站在发展的角度,不断提升锅炉节能改造的实际效果,树立节能环保意识,加强多方合作,在提高管理水平和创新能力的同时,全面优化锅炉热力系统。

参考文献

- [1]甄浩然.区域燃气锅炉房供热系统能耗现状诊断与优化[J].燕山大学.2021(11):271-272.
- [2]芦强.燃气锅炉供热系统节能的关键技术研究[J].中国燃气运营与安全研讨会(第十届)暨中国土木工程学会燃气分会2019年学术年会论文集(下册).中国土木工程学会;《煤气与热力》杂志社有限公司,2019(20):117-118.
- [3]郭建浩.燃气锅炉热力系统分析与改造[J].城市建设理论研究:电子版,2016(59):123-124.
- [4]张晓刚.燃气锅炉及供热系统节能技术探讨[J].电子测试,2018(75):231-232.
- [5]程港,刘爽,赵雷,等.燃气热水锅炉烟气低温腐蚀的预防及锅炉直供系统设计探讨[J].工程建设与设计,2018(32):69-70.
- [6]刘永凤,张玉晨,田刚.燃气锅炉低氮排放技术改造[J].煤气与热力,2019,(33):27-28.
- [7]杜雅琴,李新国,乔凯.某工业锅炉煤改气的改造与分析[J].节能,2019(33):29-30.