

燃气锅炉烟气余热回收利用技术研究

卢石 卢丹妮

华泰永创(北京)科技股份有限公司 北京 100176

摘要: 使用烟气余热冷凝处理设备,可以减少燃气锅炉的能源消耗。基于此,本章主要介绍了冷凝器的低温介质、余热回收系统、翅片管型冷凝换热器等余热利用装置的设计,同时,还针对冷凝器的特性与效益进行了分析,并通过统计燃气锅炉的排烟数据和余热潜力数据,可以分析出使用冷凝器的燃气锅炉烟气余热利用效益。通过阐述以上方法,来给工程技术人员提供一点借鉴。

关键词: 燃气锅炉; 烟气余热; 冷凝回收

1 烟气特性探究

煤气的主要成份为烃,在燃气锅炉所排的烟雾中蒸汽占比很大,但经过研究表明,燃气锅炉所排的烟气在可以使用的热量里其中,水蒸气的汽化潜热占有了较大的份额。通常,1立方米的煤气在点燃以后可以排放出一点五五立方米的蒸汽,所产生的汽化潜热大约为三千七百千焦/公斤,在气体中低位加热的占比可以达到百分之十。在常规的锅炉上,通常排烟水温都在一百六十到二百五十度左右,但烟气里的蒸汽还是因为温度太高,而没有转变成液态的汽化潜热^[1]。所以一般的煤气锅炉,从原理上的热效率大约只有百分之九十五,但是采用冷凝式换热器可以有效降低排烟温度,将高温降到最高露点温度,将高温降到露点温度以下,则可以对烟气里的蒸汽凝结潜温加以利用,如果将最低位发热量作为基准加以调整集散,则燃气锅炉的热效率可以达到或者超过百分之一百一。

2 烟气余热回收的工作原理及回收原则

2.1 烟气余热回收的工作原理

导热率高热管是一个导热器件,该热管的实现传热的方法关键是通过工作中液体的气液相转换,该热管的温阻比更低,因此具有了更高的导热性能,也具有较高的经济性,并且能够比较方便的使冷、热流体阻力实现了完全逆流换热,由此来得到了较为理想的对数温度,同时热沿测阻力也较小,大约为二十到三十帕之间,该体系较为简单,因此具有了非常明显的节电效应。现在烟气余热利用设备所能传递余热的工作温度大约在三十至一千度。这种烟气余热利用设备与常规的设备相较愈加的可靠,其应用的领域也更为的广泛,而且超导热管的长度得到了很大的提高,更加方便。

2.2 烟气余热回收的工作原则

把提高现有装置的运转质量视为重点,尽可能的减少

能源的浪费。由于有些加热装置可以排放许多高温烟气,在这些条件下需要加强其余热源的合理使用,通常情况下会选择对该装置以及本设备所进行的使用,其采用的方式通常有提早预热物体和投入大量预热助燃空气的方式。针对于某些余热回收方式无法被本装置或本系统所使用的特殊情况,可选择利用回收后产生热水或蒸气的方式,利用这些方式来产生制动力^[2]。余热所涉及的种类设备有许多,因此在进行利用的同时需要考虑根据余电的特性,以及排出的情况和规模、介质温度等因素进行适当的可行性研究并由此来根据余热的特性进行最可能的利用,并且科学合理的对余热所能够使用的装置类型和规格加以选用,同时一定要严格的按照相关规范进行管理,以避免因为高压高热等原因而造成的隐患问题。

3 烟气余热回收利用技术研究

3.1 计算机控制技术的作用分析

燃气锅炉烟气余热利用过程,影响回收使用的质量和效果的原因众多,如处理装置,以及回收使用技术和控制技术,控制技术起了十分关键的作用,主要体现在如下几个方面:首先,通过对排气的控制能更直观表现生产环境,和更容易判断产品性质。通过采用自动控制器的PID控制指令,对外部的各种扰动加以管理,同时通过对变频器、电控阀和现场控制装置的管理,还能够更稳定的调节照明功率密度。其次,针对较大的环境影响因素时,可通过与电脑控制系统控制装置的切换,确保了整个处理流程的正常平稳进行。最后,运用计算机提升了自动化程度,有效的解决了常规燃气锅炉排烟余热利用效益低下的弊端,为减少燃气锅炉的运营投入奠定了扎实的基础^[3]。综上所述,计算机在热处理锅炉烟气上的广泛运用,已经提出了问题,而为了实现自动控制,许多的自动化工艺都以计算机为主要依据,所以公司还将针对锅炉烟气余热利用的实际实施,通过技术创新、集

成控制以及利用计算机自动处理行业的不同控制,以提高锅炉利用效益。

3.2 低温介质的选择

前文中介绍的高校锅炉要求常年工作,一天的工作时间为十三个小时,为保证师生热水使用,锅炉的工作温度设置在四十℃。锅炉的水温上升,带来了巨大的热能耗费,以自来水系统为例,若将三十t水由二十℃增加至五十℃,则每天要增加约三十点一五GJ的热能,总烟尘排放量将超过十点五三GJ。所以,该锅炉将洗澡水和锅炉温度的给水方式,用作冷凝低温电阻热源。又因为该地区的煤气中并不存在硫磺的成份,且烟气冷凝水的PH值都在五点五以下,且腐蚀率较低,可采用碳钢外壳,使外壳下部的钢板倾角呈一定倾角,保证冷凝水回流换热器,而不致影响效率。

3.3 空气预热器以及蒸汽型热泵系统

这种技术就是把空气预热器系统与蒸发式的热泵系统合理的加以结合,其中空气预热器的主要功能就是把其中的高温烟气和冷空气进行换热,再把降温过后的低温烟气排放到热泵中的蒸发器内也就是利用蒸发器的余热供应,然后便使用热泵进行低压给水。这种技术的余热利用方法就是把已经开始升温的气体引入到煤仓中,使其和煤气一起加热,使整个煤仓的温度问题逐渐增加,从而使在锅炉温度内的气体温度也逐渐增加燃气锅炉内的燃烧效率更好。

可见,空气预热器以及蒸汽型热泵系统搭配组合使用的余热回收技术是将余热有层次、有条理的依次利用,使得余热的使用效率更加合理、高效^[4]。但其中利用余热的过程中,烟气是直接通过蒸发器的,一方面是对水循环系统的投资成本的减少,另一方面则是对蒸发器的污染,对工质的污染,一定程度上会造成换热面的损害,降低了技术设备的使用时间。

3.4 吸收式热泵与直接式余热回收换热器

整套烟气余热再利用体系所涉及的子系统主要包括:其一,烟气控制系统。进行脱硫处理后将烟气余热再利用装置设在成立式的逆流喷淋塔,将烟气由喷淋塔下部侧面进入喷淋塔,同时通过逆流接触喷淋试验的热液液滴流动,并分别进行换热、除尘、脱硫等反应,使烟气中的热量被热源水吸收后,在通过除雾器除去烟气液滴流动后进行排出;其二,热源给水系统。喷淋塔、电阻热泵共同构成了吸收体系,将喷淋雾化喷头设置于喷淋塔内部,电阻热水在水泵压力影响下流入塔中并与烟气喷淋换热,同时吸取了烟气的热能,在气温上升之后电阻热水流入吸收式热泵中进行降温,热量逐渐满足于热网

水。而气温降低之后的电阻热水则继续进入塔中,再进行回收。总体来说,在喷淋塔底部水池中能够实现原供热机组水分的储存和pH调节,并且温度的保持也能够避免了循环泵的汽蚀,对空气中和大量凝结水进行了脱磺酸基处理;其三,蒸发技术。将水蒸气由原供热的蒸汽管网中排出,并满足吸收型热泵控制,再随着蒸发器的冷却降温疏水再回到原有疏水装置。吸收型热泵利用排烟余热,然后将排烟的热能与水蒸气都作为热网水,达到节能的目标;其四,锅炉补水系统。原有的锅炉补水系统中增设了烟气余热再利用系统,在电阻热水支持下将锅炉补水温度升温到二十五℃,从而实现了烟气再加热为锅炉补水;其五,除雾系统。除雾器设计型式大多是屋脊型或高效管型,在喷淋塔内设置后可对烟气流速调节,使液滴流动时与叶片间产生摩擦,从而截留了烟雾中的液滴流动能量^[5]。为防止粉尘粘附于除雾器的表面上而影响除雾效率,还可以设置冲洗自动化的水泵定期冲刷喷淋塔除雾器;其六,水质处理系统。在喷淋过程中由于会吸入的二氧化硫等废气使得电阻热水呈弱酸性需要及时避免腐蚀管道,比如在水系统中加药进行调节。

为了便于同时加热二个用水,将冷凝式转换器设计为双热管组合式换热器,采用了不锈钢热管,功耗为一点零五安培。而在高压锅炉的给水方式中一边放置一百零六根热管,在洗澡水中一边摆放六十根热管,按正三角形的方法搭建,计算功耗计为一百七十三点五安培。

3.5 翅片管式冷凝换热器余热回收系统的设计

热交换的体积很大,为了提高锅炉温度的供暖功能,就必须采用内壁式换热器或加温供暖回水形式,使冷凝水的温度超过了八十℃,采暖回水形式的水温也达到了四十五℃。另外,由于热交换在流动的过程中,使用了很大的热翅片管,因此压力变化很大,维修成本和管理成本也较高,因此,可以根据对供热负荷的计算,将截取一部分的再造水在升温后,再次回到供热管网,然后再次进行升温。换热器的管路较短,阻力小,而且可以完全不增加水泵,将已经被加热的循环水通过抽吸作用来进行混合,另外,该系统中还必须设有风机来辅助排烟。

3.6 三级间壁式换热器、压缩式热泵以及直接接触式换热器系统

国内外学者通过采用三级换热器来实现下降温的效果,过程有层次性、逐渐性,主要表现在一、二次降热都是采用间壁式换热器,中三级则是采用间壁式和直接接触式的换热器之间的有效结合。余电的回收流程一般是先利用第一季间壁式换热器升温热网,并随即回水给

燃气锅炉，随后再利用第二季间壁式换热器降低烟气的温度并调节好在第三个阶段的排烟水温，以降低水的挥发，最后便利用间壁式和直接接触式换热器的结合，来尽可能地利用了烟气水蒸气的冷凝热量。采用具有层次的烟气降温方式可以最大程度的进行排烟余热的深度利用，但是如果多次或重复的使用不同的换热器就会造成阻力逐步变大，整个系统设备的排烟动力逐步下降，其次就会提高热泵的能耗。

3.7 除氧余热回收方案及工艺设计

温度力除氧机理是把锅炉尾部的给水温度加热至沸点，使水迅速沸腾，这样使在水中溶解的氧气迅速被分解开来，在去除氧的同时一部分高温水蒸气又进入了大气。除氧余热再利用的主要问题是除氧器工作压力降低，如果正常工作压力在0.01-0.02MPa，则要求换热器阻力低于零点零一MPa，但如果换热器阻力高于零点零二MPa，则会导致除氧器工作压力增大，从而影响正常工作能力^[6]。同时乏水汽中也含有大量空气，若作为闭式系统蒸汽回收用，则大量空气将会被引入高压锅炉的给水方式体系，进一步加重了设备管道氧污染。

可采用同时安装二套蒸汽—水换热器的方法，将从除氧器排出的乏蒸汽以除氧器给水方式对流换热冷凝处理，而将氢气等其他不冷凝气体经由排汽管排出至大气。电阻热为除氧乏汽直接在管壳内流动，经换热后冷凝成水再从管壳末端下方回收进入冷凝水泵二次再利用而氢气等其余不冷凝气体则经由换热器管壳末端的废气管道再释放至大气。冷源式采用由除氧器入水在管束内自由流动，吸除氧乏汽余热后直接进行的除氧器加热式。换热器采取水平布置，降低过壳程电阻，以保持除氧器工作水压正常。

3.8 新型燃气锅炉烟气余热回收技术

在我国科学技术的进一步发展下出现了利用分离式的热管以及吸收式热泵等多种设备共同组合下的技术，目的在于对燃气锅炉烟气的余热进行进一步的回收。就

是在烟气经过分离式的热管换热器时，直接把烟气的热能传输给发生器，从而使得热泵启动并运转，然后再使用空气预热器对冷空气进行加热，使之与天然气混合进行共同燃烧，提高燃烧的效率，之后再行接触式换热器中烟气与蒸发器中的冷却水进行对流换热使得低温热源开始出现，最后再利用空气吸收器和冷凝器中的热网回水吮吸后有回到锅炉，完成烟气余热的回收。

结语

随着我国正在实施大面积的“煤改气”重大工程建设，借助吸收式热泵技术的广泛运用，通过烟气板式换热器与吸收式热泵联合应用模式，既有效深度利用了系统大量的烟气余热能又充分发挥了吸收式热泵机组制热效率较高的优点，从而极大地提高了整个系统的供暖能力，可适应更大规模的采暖要求^[1]。目前随着全国性的能源结构调整，城市燃气的利用比重将迅速提高，而对天然气排烟余热的深层回收利用以及吸收式热泵技术再利用的市场潜力巨大，在家庭供暖领域、热电联产领域、城市燃气分布式能源领域、以及工业排烟余热利用领域都有着广阔的利用与发展前景。

参考文献：

- [1]王璐.冷凝式节能器在燃气锅炉余热回收中的应用[J].中国设备工程, 2019, (14): 202-203.
- [2]马有刚.烟气余热回收装置在燃气锅炉中的应用[J].石油技师, 2017, (02): 55-57.
- [3]陈冲.燃气锅炉烟气余热深度回收技术应用[J/OL].机械研究与应用, 2019, (06): 169-170+173.
- [4]杨石, 顾中焯, 罗淑湘, 钟衍.我国燃气锅炉烟气余热回收技术[J].建筑技术, 2018, 45(11): 976-980.
- [5]吴华新.低位烟气余热深度回收利用状况述评(1)——新技术线路与回收条件改变的影响[J].热能动力工程, 2018, 27(3): 271-276, 388.
- [6]夏建军.新型烟气余热回收技术在燃气锅炉中的应用[J].区域供热, 2019, 23(3): 46-51.