

天然气供热锅炉烟气余热回收的优化利用

苏伟

新疆维泰热力股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着城市化进程,环境污染加重,为防止城市环境大气污染,人们采用新型能源为供热锅炉供能,天然气是其中之一。天然气作为供热锅炉燃料初期,人们仅对锅炉排放的烟气余热粗略加以利用,导致大量热量白白损失。近年来,随着科技的发展,烟气余热利用技术有较大提高,利用技术多种多样。文章就锅炉烟气余热回收的优化利用展开论述。

[关键词]锅炉烟气;余热回收;优化利用

DOI: 10.33142/ec.v4i8.4264

中图分类号: TU832.2

文献标识码: A

Optimal Utilization of Waste Heat Recovery from Flue Gas of Natural Gas Heating Boiler

SU Wei

Xinjiang Witai Heating Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With the process of urbanization, environmental pollution is increasing. In order to prevent urban environmental air pollution, people use new energy to supply energy for heating boilers, and natural gas is one of them. At the initial stage when natural gas was used as the fuel of heating boiler, people only used the waste heat of flue gas discharged by the boiler, resulting in a large amount of heat loss. In recent years, with the development of science and technology, the utilization technology of flue gas waste heat has been greatly improved, and there are a variety of utilization technologies. This paper discusses the optimal utilization of boiler flue gas waste heat recovery.

Keywords: boiler flue gas; waste heat recovery; optimized utilization

1 对锅炉烟气余热回收处理必要性

1.1 国家高度重视工业锅炉节能

我国是全球最大的发展中国家,在工业化的道路上飞速前进。发展是建立在消耗大量能源的基础上。据调查显示,我国能源消耗位居世界第一,消耗速度极其迅速。按这样的形势发展下去,会造成我国能源紧缺。例如,我国天然气进口量对外依存度逐年提高,一旦供给不稳,会造成我们用气量短缺。国家颁布条令,必须加强节约能源的工作,科学进行生产发展,降低能源消耗,节约能源。所以节能行动迫在眉睫,特别是针对锅炉烟气余热回收,多次颁布政策支持,连年提供建设资金补贴。

1.2 工业锅炉尾气排放浪费能量巨大

工业锅炉的排烟尾气温度高。工业锅炉在运行的时候,锅炉后边会排出大量烟气,温度高至 250~400℃,经节能器粗略回收后,排烟温度仍然高至 100~150℃。这么高的排烟温度,就意味着燃料中较多的一部分热量被烟气带走散失在大气中,造成锅炉的排烟热损失。排烟温度越高,排烟热损失就越多。一般排烟温度每降低 15~20℃,则排烟热损失可减少 1%左右。烟气直接任其排到空气中,不仅造成浪费还对大气造成污染。锅炉本体不能过多地降低排烟温度,否则会引起锅炉金属耗量增加较多和尾部受热面发生低温腐蚀的可能性增大。这就需要增设经过特殊防腐材料制造的烟气余热回收装置,既能做到余热回收,又能做到合理抵抗各种腐蚀。

1.3 节能降耗的需要

天然气虽然是清洁能源,但燃烧过程中仍然对大气造成污染,排放出 CO₂、NO_x、SO_x、CO 等污染成分。如锅炉热效率不高,大量热能白白耗散,不能够回收利用,势必会造成有效热量不足,加大天然气使用量,产生更多的温室气体,有毒有害气体,从而污染环境。烟气余热回收装置充分回收烟气热能,使有效热量增加,从而减少天然气使用量,使环境污染程度大大减轻。

2 天然气锅炉烟气余热回收的主要途径

2.1 通过一网回水烟水换热回收热能

一次网节能器是安装于锅炉尾部烟道下部用于回收所排烟的余热的装置,将锅炉给水加热的受热面,它吸收高温烟气的热量,降低了烟气的排烟温度,节省了能源,提高了效率,是天然气供热锅炉烟气余热回收的主要设备。由于烟气温度高,设备换热部件材质应耐高温、耐腐蚀,具备较高的换热能力。

2.2 通过供暖低温回水烟水换热回收热能

供暖低温回水烟水换热装置安装于一网节能器之后。经过一次网节能器的烟气温度一般已经降至 100℃ 以下,若要继续做到有效的余热回收,只能采取温度更低的供暖低温回水。一般供暖低温回水温度在 25~40℃ 范围,经烟气加热后超过 45℃,可以直接给地暖用热户供热。一般 70MW 天然气供热锅炉的供暖低温回水烟水换热装置可以为 5 万 m² 供热面积供暖。供暖低温回水烟水换热装置继续吸收高温烟气的热量,降低烟气排烟温度。由于烟气温度不高,换热器表面会出现少量冷凝水,设备换热部件材质耐腐蚀能力需要提高。

2.3 通过冷媒低温回水烟水换热回收热能

冷媒低温回水烟水换热装置安装于烟道末端。经过逐级热量回收,烟气温度一般已经降至 65℃ 以下,若要继续有效的余热回收,应采取更低的冷媒回水。冷媒回水温度在 10~20℃ 范围内,经烟气加热后超过 40℃。可以给空气预热器供能,用来加热助燃空气;可以给暖风机供能,用来加热室内空气;可以给补水箱盘管供能,用来加热锅炉补水。由于烟气温度更低,换热器表面会出现大量冷凝水,可以将冷凝水回收再利用。

2.4 通过回收烟气冷凝水间接回收热能

烟气冷凝水的产生主要有两种原因:

- (1) 烟气中水蒸气在低于露点温度时冷凝成水;
- (2) 经过多级节能器余热回收,锅炉系统热效率高,排烟温度低,工况较好时可以低至 40℃ 以下。

烟气中水蒸气的冷凝率与排烟温度、水蒸气的分压力以及烟气压力有关,在不同温度下,烟气中水蒸气的冷凝率见下表:

表 1 烟气中水蒸气的冷凝率

排烟温度/℃	55	50	45	40	30	20
冷凝率/%	0.143	0.354	0.514	0.635	0.797	0.89

由燃烧公式 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 可知 1 摩尔 CH_4 燃烧后可产生 2 摩尔的水。标况下 1 立方天然气充分燃烧后产生冷凝水质量为 1.61 公斤。

70MW 天然气供热锅炉 1 小时标准耗气量约 7000Nm³,如果排烟温度降至 40℃,根据上表,烟气中的 63.5% 水蒸气都会变成冷凝水,并会释放大量化潜热。水汽化是个吸热反应,因此甲烷燃烧生成的水蒸气中含有大量的热能,水蒸气所含热能大约占天然气热能的 10%。冷凝水回收处理后作为锅炉水系统补水,也可以提高补水温度。

2.5 通过热泵机组回收热能

热泵机组烟气余热回收冬季供暖运行工作原理:冷媒回水送入热泵机组,被机组吸取了低品位热能的冷媒回水,温度可以低至 0℃,再次与烟气换热提高热能后重新利用。利用热泵机组技术后,锅炉烟气温度甚至可以低至 30℃。这就可以更充分的做好烟气中的余热回收,更充分的做好烟气中的冷凝水回收。

3 天然气供热锅炉烟气余热回收装置综合利用效果

某热力公司对 70MW 锅炉加装烟气余热回收系统。加装一级节能器、二级节能器、空气预热器、空气预热器介质循环系统、锅炉房热风系统、冷凝水回收处理再利用系统等余热回收设备设施,做到加热一网回水、燃烧器助燃空气、锅炉房采暖水、热风系统热媒水以及冷凝水回收再利用,最终达到烟气余热深度回收的目的。经综合评测,达到以下效果:烟气余热回收系统投入运行后,锅炉节能率提高 > 10%;燃气锅炉末端(节能器后)排烟温度不高于 40℃;烟气中水蒸气冷凝的冷凝水全部回收利用,冷凝水经处理达到 GB1576-2011《工业锅炉水质》规定给水标准;余热回收的关键设备防腐年限超过 15 年;二级节能器供暖面积超过 6 万 m²。取得了很好的经济效益和社会效益。

4 结束语

当前,全球能源危机和全球变暖等问题的不断加剧,天然气等清洁能源及相关的节能技术在生产生活中的应用越来越广泛,其中天然气锅炉及其烟气余热回收技术的应用前景非常广阔,由于天然气锅炉烟气余热能占到总热量的 1/6,因此烟气余热回收技术的提高将直接提高锅炉对燃料的使用效率,相关研究人员应将烟气余热回收作为重点进行分析研究,以期烟气回收技术的进一步提升。

[参考文献]

[1] 赵兴罡. 浅议天然气锅炉烟气余热回收技术[J]. 科学技术创新, 2019(35): 152-153.

[2] 赵飞. 锅炉烟气余热回收系统的应用与探讨[J]. 区域供热, 2019(3): 127-131.

[3] 张群力, 张秋月, 曹明凯, 等. 天然气锅炉烟气余热回收利用技术研究[J]. 建筑科学, 2016, 32(6): 133-141.

作者简介: 苏伟 (1972.4-), 男, 乌鲁木齐市头屯河区, 汉族, 本科学历, 新疆维泰热力股份有限公司副总经理——工程师-工程造价工作。