

燃气锅炉的节能降耗措施

王树松¹ 吴盼²

(1. 山东新奥能源发展有限公司 山东 济南 250000)

(2. 国合鑫创工程设计有限公司 山东 济南 250000)

【摘要】随着我国经济的不断发展,资源消耗性锅炉由于能耗和环保因素,已经不适应我国可持续发展战略。在十三五期间,对企业节能降耗提出了明确要求。社会人群对环境保护的要求也越来越高。同时,由于天然气等不可再生能源价格不断攀升,使得企业运行成本逐年上升。因此,有关部门必须要针对当今燃气锅炉现有问题,采取一系列措施进行节能降耗,在保证社会生产的情况下,降低天然气的使用量和企业运行成本,推动社会长足发展。本文主要是对天然气工业锅炉的使用以及节能降耗工艺进行分析。

【关键词】燃气锅炉;热损失;节能措施;技术方案

一、燃气锅炉热效率及热损失分析

根据锅炉厂家根据锅炉厂家的说明书、热力计算书等获得额定参数(蒸发量、压力、温度)、效率、燃气消耗量等。获得该数据后,我们可以对锅炉各项热损失进行分析。

锅炉热效率直接影响锅炉的运行成本,是评判锅炉的一项重要指标。锅炉在稳定运行状态下,锅炉输入热量与输出热量(有效利用热)加各项热损失的热量是平衡的。

二、影响锅炉热效率的因素

锅炉效率按下列公式:

$\eta = Q_1 / Q_r \times 100\% = D(hzq - hgs) / (BQd) \times 100\%$ (正平衡,不需要试验)

$= 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6)$ (反平衡,分析影响效率的损失)

(公式 2-1)

其中: Q_r 为锅炉输入热量,燃气燃烧放出的热量等于燃料耗量乘燃料热值; Q_1 为锅炉有效利用热量,锅炉加热水达到额定温度及排污水等吸收的热量; hzq 为蒸汽焓值; hgs 为给水焓值; q_2 为排烟热损失(%); q_3 为气体不完全燃烧热损失(%); q_4 为固体不完全燃烧热损失(%); q_5 为散热损失(%);

q_6 灰渣热损失(%)。

备注:天然气含灰量很小, q_6 可以忽略不计;燃烧时无固体不完全燃烧现象, q_4 为 0;影响燃气锅炉热效率的热损失为 q_2 、 q_3 、 q_5 。

三、热损失分析

(一) 排烟损失 q_2

天然气燃烧生成的烟气中含有近 20% 的水蒸汽,理论可回收的热量约 11%。因此,燃气锅炉排烟损失为锅炉热损失中占比最大的一项,约占 70 ~ 80%,是衡量锅炉热效率的最重要参数。排烟损失与排烟温度和过量空气系数有关,过量空气系数一定时,排气温度越高排烟损失越大;排烟温度一定时,过量空气系数越大,排烟损失越大。

● 排烟温度

排烟温度可从锅炉运行监控系统上读取,也可以利用手持设备现场测量获取。

在烟气露点(55℃~60℃)以上时,排烟温度每降 20℃左右,锅炉效率提高 1%,在烟气露点以下时,排烟温度每降 3℃左右,锅炉效率提高 1%。

以天然气低位热值 34000kJ/Nm³ 为例,不同排烟温度降低后,效率增加值(%)如下表 2-1:

● 过量空气系数

表 2-1

降低后的排烟温度(℃) 原排烟温度(℃)	150	120	100	90	80	70	60
70	4.18	2.62	1.54	1.20	0.51	/	/
60	4.70	3.14	2.06	1.72	1.03	0.52	/
50	8.19	6.63	5.8	5.03	4.77	4.26	3.74
40	11.08	9.53	8.45	7.93	7.42	6.91	6.39
30	13.0	11.44	10.3	9.85	9.27	8.76	8.24

过量空气系数是锅炉运行时实际空气量与理论空气量之比，其直接影响燃烧烟气量，随着过量空气系数的提高，烟气量增加，排烟损失增加。

表征过量空气系数的运行参数是排烟中的氧量，可从锅炉运行监控系统上读取，也可以利用烟气分析仪现场测量获取。

过量空气系数简单换算公式如下：

$$\text{过量空气系数 } \alpha = 21 / (21 - O_2) \quad (\text{公式 2-2})$$

不同排烟温度下，以过量空气系数 1.0 (0% 氧含量 = 0) 为基准，不同过量空气系数下，锅炉效率降低值如下表 2-2：

(二) 化学不完全燃烧损失 q_3

此项损失可通过烟气中一氧化碳 (CO) 含量参照 GB/T10180 按下表 2-3 选取。

(三) 锅炉散热损失 q_5

散热损失 q_5 是指锅炉向外散失的热量损失。它与周围环境温度、保温情况和散热面积的大小及形状、锅炉的额定容量和运行负荷的大小等有关。锅炉散热损失可由下表 2-4 估算：

(四) 冷凝水回收热

蒸汽冷凝水里含有 25% 左右的显热，根据冷凝水水质可直接回收或间接回收冷凝水热量。回收冷凝水可提高给水温度，节省燃料。直接回收冷凝水作为锅炉补水，降低水处理费用，提高了给水品质，可降低锅炉排污率，进一步降低燃料消耗。

按照锅炉给水温度 20℃、蒸汽压力 1.0MPa 时，天然气热值为 34000kJ/Nm³ 测算，回收 1 吨冷凝水则锅炉产吨蒸汽可节省天然气量如下表 2-5 所示：

给水温度每提高 6℃，可节约燃气量 1%。同时大幅度减少锅炉排污次数，降低水处理费用。

四、工艺节能技术措施

通过以上各种锅炉热损失分析，我们可以针对各类热损失进行不同的节能措施进行控制。

燃气锅炉节能措施分为管理节能和技术节能。管理节能是基于技术节能基础上进行的，可以通过控制锅炉排污率、调整优化燃烧等方式进行弹性控制。本文重点总结技术措施。

(一) 锅炉烟气余热回收

锅炉排烟温度大于 70℃ 时，可考虑增加节能装置回收烟气余热。锅炉烟气余热回收装置型式较多，如热管式、列管式、板式和直混冷凝式换热器。

目前主要采用小端差板式换热器（冷凝器）及冷凝式换热器配合吸收式热泵回收技术。

在选择余热回收技术类型与方案时，除考虑经济效益和设备运行状况外，还需考虑场地情况和烟气余热用途。

目前烟气余热可用于加热供暖系统回水，蒸汽锅炉制备生活、工艺热水和加热锅炉给水。

(二) 蒸汽锅炉烟气余热回收

在锅炉尾部烟道增加烟气余热回收装置，组成

表 2-2

排烟温度℃ 过热空气系数	1.0 (0% = 0)	1.1 (0% = 2)	1.2 (0% = 3.5)	1.3 (0% = 4)
40	—	0.08	0.16	0.23
60	—	0.19	0.37	0.55
80	—	0.21	0.43	0.66
100	—	0.28	0.58	0.87
120	—	0.37	0.73	1.1
150	—	0.48	0.95	1.4

表 2-3

项目	单位	数值		
CO	ppm	≤500	500~1000	>1000
q_3	%	0.2	0.5	1

表 2-4

锅炉容量	t/h	≤6	6	10	15	20	35
q_5	%	2	2	1.7	1.5	1.3	1.1

表 2-5

冷凝水温度 (℃)	50	60	70	80	90	100	110	120
节省天然气 (Nm ³)	3.7	4.9	6.2	7.4	8.6	9.9	11.1	12.4

独立循环系统,经余热回收装置加热的水,可以作为锅炉补给水,也可以加热生活、生产工艺热水,需根据实际需求做进一步设计。

1. 板式换热器加热锅炉给水

本方案由水泵、水箱与板式换热器组成独立循环系统,经板式换热器加热的水,可以作为锅炉补给水。(见图 3-1)

适用条件:

- ◆ 锅炉排烟温度大于 70°C 的蒸汽锅炉;
- ◆ 系统没有冷凝水回收系统,有冷凝水回收的不能用冷凝器回收烟气余热;
- ◆ 燃烧器风机有大于 200Pa 的余量。

(三) 热泵机组加热锅炉给水

本方案在锅炉尾部烟道增加冷凝换热器,匹配热泵机组,组成独立循环系统,排烟温度可降低到 30°C 以下,经余热回收装置加热的水,可以作为锅炉补给水。(见图 3-2)

适用条件:

- ◆ 锅炉排烟温度大于 60°C 的蒸汽锅炉;
- ◆ 燃气锅炉不小于 10 吨,小于 10 吨的燃气锅炉不宜安装热泵机组;
- ◆ 燃烧器风机有大于 300Pa 的余量。

五、结论

工业锅炉节能减排任重道远,相信政府在我国日益严格的环境保护标准要求下,减少燃煤锅炉的燃烧污染排放已经刻不容缓,因此国家加大了对这方面研究的投入和关注促使天然气锅炉等清洁供热技术,对环境进行有效保护。

燃气锅炉能效的提高,对能源利用与环境保护是积极有利的,并且降低了能源的单耗,提高了燃气锅炉供热的经济性。希望有关部门强有力监管,以制造企业、用户以及其他相关单位的共同努力,尤其是有志于工业锅炉节能降耗工作的工程技术人员积极参与,我国的工业锅炉节能减排工作就能取得飞跃性的进步。

参考文献:

- [1]刘金刚.燃气锅炉改造的综合节能技术分析与应用[J].科技资讯,2014(25):90,93.
- [2]周勇.燃气锅炉的节能降耗改造方案分析[J].化工机械,2014(2):192-193,203.
- [3]赵川,张雅岚.燃气锅炉代替燃煤锅炉节能降耗情况分析[J].资源节约与环保,2010(6):33-34.
- [4]史意,臧建彬,陆爱军.燃煤锅炉改造为燃气锅炉的节能分析[J].节能,2010(2):76-77,3.

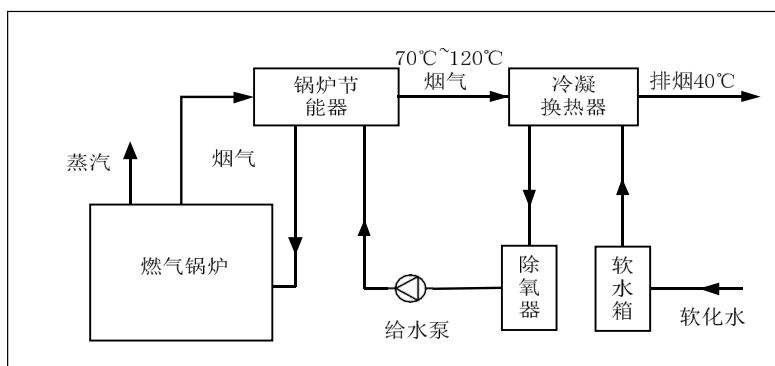


图 3-1

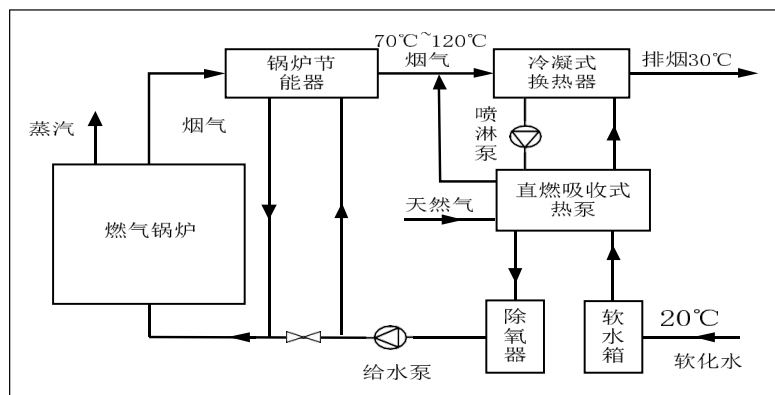


图 3-2