

锅炉

1-2. 通过回收锅炉余热节约燃料

行业	汽车零部件	电气, 电子, 半导体	其他
符合	0		

1-2. 通过回收锅炉余热节约燃料

一、现状及问题

本工厂常年运行锅炉以供给蒸汽到各道工序，该锅炉主要用于各道工序的加热、保温、供暖等，但因未安装余热回收器（给水预热器、空气预热器），导致排气温度过高（185℃），产生大量余热，但吸入的燃烧空气温度为（18℃），在温度较低的状态下运行，造成锅炉性能下降，燃料浪费。

(1) 锅炉热平衡及性能分析

[表1-1]锅炉性能分析结果[2022.02.08 10:07 ~ 11:07]

项目	单位	测量值	备注
		直流型	
容量	t/h	6.0	运行3台（综合测量）
燃料使用量	Nm ³ /h	252.1	使用燃料LNG
蒸汽发生量	t/h	3.644	
蒸汽压力	kg/cm ² .g	5.7	
燃烧空气温度	℃	18.0	
排气温度	℃	147.0	通常为100以下
排气 O ₂ 成分	v %	4.6	
排气CO成分	v %	0	无不完全燃烧
空气比	-	1.278	标准1.2以下 产业通商资源部告示2018-135号
效率	%	89.5	通常为90%以上
负荷率	%	60.7	

[表1-2]锅炉热平衡热输出分析结果

分类	项目	热量(kcal/Nm ³)	比率(%)
热输入	燃料的发热及热输入量	9,344	100.0
	发生蒸汽的吸收热	7,893	84.5
热输出	排放气体的损失热	856	9.2
	不完全燃烧的损失热	0	-
	间歇运行Air Purge损失	0	-
	散热及其他损失热	595	6.4
	合计	9,344	100.0

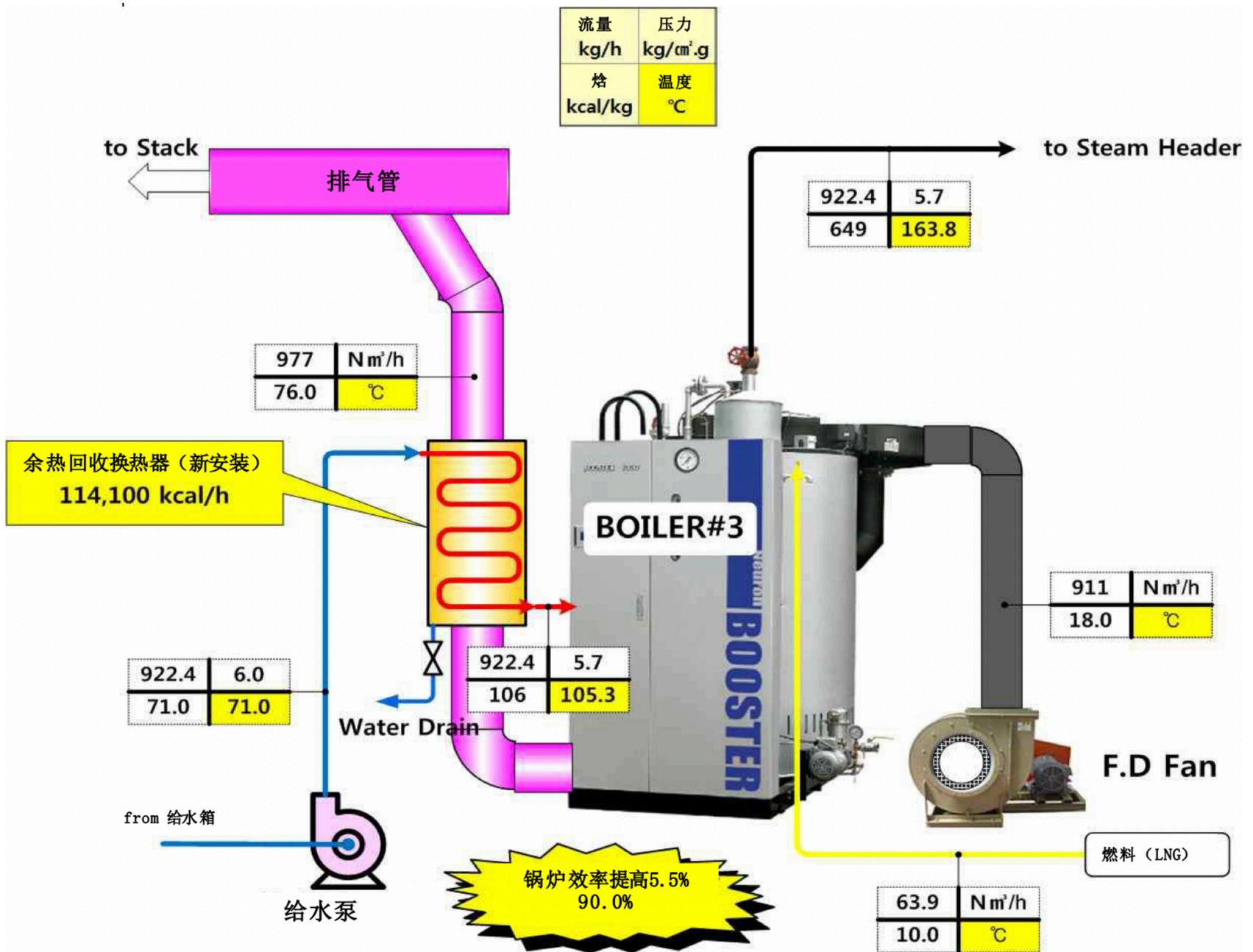
如上述[表1-2]所示，在燃料（LNG）热输入量中有效使用的“发生蒸汽的吸收热”为84.5（%），比通常的90（%）低约5.5（%），这是因为没有锅炉给水预热器等（余热回收器），排气温度必然会偏高，因此，测量的热效率也随之偏低。

1-2. 通过回收锅炉余热节约燃料

二、改善方案

为了回收锅炉排气余热，在排气管上安装给水预热器，通过对当前以71(°C)供给的给水及排气(185°C)进行热交换，提高给水温度来节约燃料。

(1) 改善后系统图 (示例)



[图1-1]锅炉运行系统图 (改善后)

1-2. 通过回收锅炉余热节约燃料

(2) 排气余热回收器(给水预热器)容量计算

[表1-3]余热回收器容量计算的条件：以锅炉负荷最大值为准

项目	单位	设定值	项目	单位	设定值
理论空气量 (Ao)	Nm ³ /Nm ³	10.405	最大排气量 (G)	Nm³/h	2,855
理论排气量 (Go)	Nm ³ /Nm ³	11.380	诊断时排气温度	°C	185
现有过剩空气系数 (m)		1.278	改善时排气温度	°C	76
燃料使用量 (F) :以最大值为准	Nm ³ /h	200	改善前给水温度	°C	71
给水量 (G1) :以最大值为准	kg/h	3,000	改善后给水温度	°C	计算值

(a) 排气量计算

$$\begin{aligned}
 G &= F \times \{Go + (m - 1) \times Ao\} \\
 &= 200 \times \{11.38 + (1.278 - 1) \times 10.405\} \\
 &= 2,855(\text{Nm}^3/\text{h})
 \end{aligned}$$

(b) 可最大回收的热量

$$\begin{aligned}
 &= \text{最大给水流量} \times \text{比重} \times \text{水比热} \times (\text{改善后给水温度} - \text{改善前给水温度}) \\
 &= 3.08(\text{m}^3/\text{h}) \times 976(\text{kg}/\text{m}^3) \times 1.0(\text{kcal}/\text{kg}^\circ\text{C}) \times (105.2 - 71)^\circ\text{C} \\
 &= 102,694(\text{kcal}/\text{h})
 \end{aligned}$$

(c) 余热回收器容量计算：114,100(kcal/h), 84.5(m²)

三、预期效果

设备燃料 节约量 [千Nm ³ /年]	设备燃料 节约率 [%]	节约量 [toe/年]	节约额 [百万韩元/年]	投资费用 [百万韩元]	投资回收期 [年]	温室气体 减排量 [tCO ₂ eq/年]
18.02	12.67	18.55	10.51	13.00	1.24	39.23

1-2. 通过回收锅炉余热节约燃料

(1) 利用参数

- (a) 年度锅炉LNG消耗量：474,190(Nm³/年) - 以建议值为准
- (b) 运行锅炉燃料使用率：30(%) - 以建议值为准
- (c) 诊断时热平衡热输入量：9,344(kcal/Nm³)
- (d) 改善前排气温度：185(°C)
- (e) 改善后排气温度：76(°C)
- (f) 空气比：1.278 - 以诊断时为准
- (g) 燃料单价：583 (韩元/Nm³)

(2) 燃料节约量

(a) 可节约量 (节约LNG)

$$= \{ \text{理论排气量} \times (\text{过剩空气系数} - 1) \times \text{理论空气量} \} \times \text{气体比热} \times (\text{改善前气体温度} - \text{改善后气体温度})$$

$$= \{ 11.38(\text{Nm}^3/\text{Nm}^3) \times (1.278 - 1) \times 10.405(\text{Nm}^3/\text{Nm}^3) \} \times 0.33(\text{kcal}/\text{Nm}^3\text{°C}) \times (185 - 76)\text{°C}$$

$$= 1,184.05[\text{kcal}/\text{Nm}^3]$$

(b) 年度锅炉燃料节约率

$$= (Q / Q_i) \times 100 (\%) = \{ 18,023.96(\text{kcal}/\text{Nm}^3) / 142,257(\text{kcal}/\text{Nm}^3) \} \times 100$$

$$= 12.67[\%]$$

(c) 年度燃料节约量

$$= \text{年度LNG使用量} \times \text{运行锅炉使用率} \times \text{节约率} = 474,190(\text{Nm}^3/\text{年}) \times 30(\%) \times 12.67(\%)$$

$$= 18,023.96(\text{Nm}^3/\text{年}) \times 1.029(\text{toe}/\text{千m}^3) = 18.55[\text{toe}/\text{年}]$$

(3) 年度节约额

$$= \text{年度LNG节约量}(\text{Nm}^3/\text{年}) \times \text{LNG单价}(\text{韩元}/\text{Nm}^3)$$

$$= 18,023.96(\text{Nm}^3/\text{年}) \times 583(\text{韩元}/\text{Nm}^3)$$

$$= 10.51[\text{百万韩元}]$$

(4) 投资费用：13.00[百万韩元]

设备名称	规格	数量	金额 (千韩元)
余热回收换热器	Shell & tube Type 114,100kcal/h	1	10,000
DUCT连接工程	室内工程：高温管	1套	3,000
合计			13,000

(5) 投资回收期

$$= \text{投资费用} (\text{百万韩元}) \div \text{年度节约额} (\text{百万韩元}/\text{年}) = 13.00 (\text{百万韩元}) \div 10.51 (\text{百万韩元}/\text{年})$$

$$= 1.24[\text{年}]$$

(6) 温室气体减排量

$$= \text{碳减排量} (\text{tc}/\text{年}) \times (\text{二氧化碳分子量}/\text{碳分子量}) = 10.7(\text{tC}/\text{年}) \times (44/12)(\text{CO}_2\text{eq}/\text{C})$$

$$= 39.23[\text{tCO}_2\text{eq}/\text{年}]$$