



山东省特种设备检验研究院集团有限公司

山东特检

文件号：Q/SDTJ 30005.53—2022

报告编号：SY-RC-202405120028001

测试报告统一编号：SDS2024C0047

测试机构编号：TSNCB0008



中国认可
国际互认
检测
TESTING
CNAS L5469



锅炉产品能效测试报告

锅炉型号：WNS8-1.6-Q(LNK)

制造单位：江苏科诺锅炉有限公司

委托单位：江苏科诺锅炉有限公司

测试地点：四川牧遥牛奶食品有限公司

测试日期：2024-05-12



报告查询扫一扫



山东特检

山东省特种设备检验研究院集团有限公司

文件号：Q/SDTJ 30005.53—2022

报告编号：SY-RC-202405120028001

注意事项

- 一、报告书应当由计算机打印输出，或用钢笔、签字笔填写，字迹要工整，涂改无效。
- 二、本报告书无编制、审核、批准人员签字无效。
- 三、本报告书无测试机构的测试专用章或者公章无效。
- 四、本报告书共包括以下五个部分内容：
 - 1、锅炉能效测试综合报告；
 - 2、锅炉能效测试结果汇总；
 - 3、锅炉设计数据综合表；
 - 4、锅炉能效测试测点布置及测试仪表说明；
 - 5、测试数据综合表。内容缺少、摘录或部分复印无效。
- 五、本报告书一式两份，由测试机构和委托单位分别保存。
- 六、本报告测试结论是在本报告所记载和描述的测试依据和测试条件下得出的。
- 七、委托单位对本报告结论如有异议，请在收到报告之日起 15 日内，向测试机构提出书面意见。

单位地址：山东省济南市高新区天辰路 939 号

邮政编码：250101

电 话：0531-81903622

传 真：0531-81903622

电子邮箱：sdsei@163.com



一、 锅炉能效测试综合报告

锅炉型号	WNS8-1.6-Q(LNK)		锅炉总图编号	19012-0	
锅炉名称	超低氮冷凝蒸汽锅炉		锅炉产品编号	20016	
锅炉出口工质	饱和蒸汽	额定负荷	8.0t/h	设计热效率	101.6%
额定压力	1.6MPa	设计燃料	天然气	排烟温度	60℃
出口蒸汽温度	饱和	燃烧方式	火室燃烧	省煤器	有
给水温度	20℃	燃烧设备	扩散燃烧天然气燃烧器	空气预热器	有
制造单位	江苏科诺锅炉有限公司		制造许可证编号	TS2110D60-2026	
设计文件鉴定机构	江苏省特种设备安全监督检验研究院		设计文件鉴定编号	S-TS-2019-3838	
测试依据	1、TSG 91-2021《锅炉节能环保技术规程》； 2、NB/T 47066-2018《冷凝锅炉热工性能试验方法》； 3、双方签订的合同中有关技术要求。				
测试性质	锅炉产品能效测试（热效率）		测试方法	2次反平衡	
测试结果	锅炉负荷	8011.48kg/h	锅炉热效率	100.55%	
	排烟温度	52.48℃	排烟处过量空气系数	1.14	
测试结论	锅炉出力：满足设计要求； 锅炉热效率：满足《锅炉节能环保技术规程》规定的工业锅炉热效率指标限定值的要求； 锅炉排烟温度：满足《锅炉节能环保技术规程》规定的排烟温度的要求； 排烟处过量空气系数：满足《锅炉节能环保技术规程》规定的排烟处过量空气系数的要求。				
测试人员： 郭超、郭雷					
测试负责人：			 (测试机构测试专用章或者公章)		
报告编制：					
报告审核：					
报告批准：					
			2024年6月24日		



二、锅炉能效测试结果汇总

项目	符号	单位	工况I	工况II	平均值
实测饱和蒸汽输出蒸发量	$D_{ev.Sat.O.M}$	kg/h	7994.00	7989.00	7991.50
饱和蒸汽锅炉折算蒸发量	$D_{ev.Sat.cr}$	kg/h	8013.98	8008.97	8011.48
最后一级冷凝受热面输出热量	$Q_{f.Sat.Cond}$	MW	0.44	0.44	0.44
反平衡效率	η_2	%	100.54	100.55	100.55
修正热效率	η_{Cr}	%	100.54	100.55	100.55
离开系统边界的烟气温度	$t_{fg.Cond.Lv}$	°C	52.46	52.49	52.48
过量空气系数	α	—	1.14	1.14	1.14
干烟气损失	$q_{p.L.fg.d.net}$	%	1.02	1.02	1.02
烟气携带水蒸气损失	$q_{p.L.fg.Cond.net}$	%	0.21	0.21	0.21
发生冷凝的水蒸气汽化潜热被吸收造成的损失	$q_{p.L.fg.Cond.net.l}$	%	-2.16	-2.17	-2.17
烟气中未燃尽可燃物质造成的损失	$q_{p.L.fg.CO.He.net.t}$	%	0	0	0.00
表面辐射和对流引起的损失	$q_{r.L.Src.net}$	%	0.55	0.55	0.55
进入系统的干空气所携带的外来热量	$q_{p.B.a.d.net}$	%	0.17	0.17	0.17
空气中水分带来的外来热量	$q_{p.B.H2O.net}$	%	0	0	0.00
燃料显热带来的外来热量	$q_{p.B.F.net}$	%	-0.01	-0.01	-0.01
辅机设备功率的外来热量	$q_{p.B.X.net}$	%	0	0	0.00
锅炉测试负荷: 8011.48kg/h			锅炉测试热效率: 100.55%		
测试情况说明					
1、该锅炉测试所用燃气流量计为现场设备; 2、该锅炉所用燃气成分由厂家提供; 3、给水流量使用现场水箱测量。					



三、锅炉设计数据综合表

序号	名称	符号	单位	设计数据
(一) 设计参数				
1	饱和蒸汽锅炉设计蒸发量	$D_{ev.Sat.D}$	kg/h	8000
2	设计饱和蒸汽出口压力（表压）	$P_{st.Sat.D}$	MPa	1.6
3	设计饱和蒸汽出口温度	$t_{st.LV.D}$	°C	饱和
4	饱和蒸汽锅炉最后一级冷凝受热面设计输出热量	$Q_{T\Sar.Cond.D}$	MW	0.47
5	设计给水流量	$M_{rFW.FI.D}$	kg/h	8000
6	设计给水压力	$p_{FW.D}$	MPa	2.0
7	设计给水温度	$t_{FW.FI.D}$	°C	20
8	排烟温度	$t_{fg.Cond.Lv.D}$	°C	60
9	排烟处过量空气系数	α_D	—	1.1
10	锅炉设计热效率	η_D	%	101.6
11	燃料消耗量	B	m ³ /h	517
12	稳定运行的负荷范围	—	%	30-100
(二) 锅炉主要特性				
1	燃烧器数量	—	个	1
2	燃烧器型号	—	—	CVLF-QEF-6.5F
3	炉膛压力	P_{fb}	—	正压
4	炉膛辐射受热面	$A_{f,b}$	m ²	31.4
5	对流受热面	A_{con}	m ²	100.2
6	省煤器受热面	A_{ECO}	m ²	55.3
7	空气预热器受热面	A_{AH}	m ²	16.9
8	最后一级冷凝受热面	A_{cond}	m ²	179.8
9	总受热面积	$\sum A$	m ²	383.6
10	散热表面积	A_{Src}	m ²	74.64
(三) 设计燃料特性				

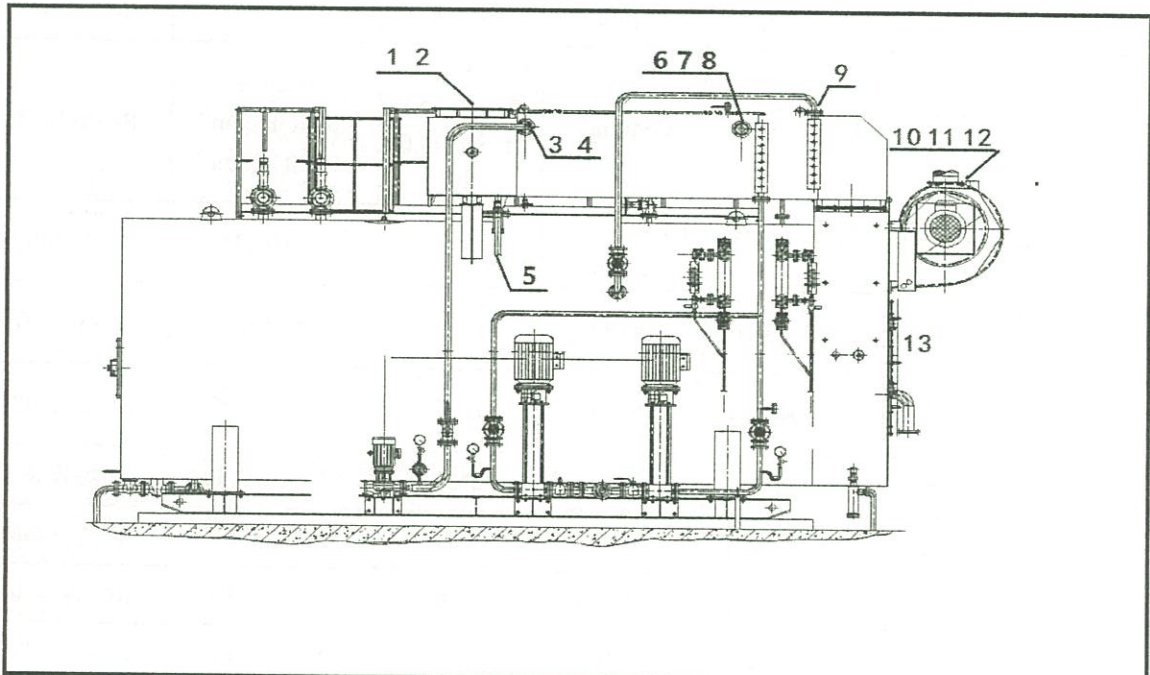


序号	名称	符号	单位	设计数据
1	收到基甲烷	φ_{CH_4-g}	%	95
2	收到基乙烷	$\varphi_{C_2H_6-g}$	%	0.00
3	收到基丙烷	$\varphi_{C_3H_8-g}$	%	0.00
4	收到基丁烷	$\varphi_{C_4H_{10}-g}$	%	0.00
5	收到基戊烷	$\varphi_{C_5H_{12}-g}$	%	0.00
6	收到基氢气	φ_{H_2-g}	%	1.0
7	收到基氧气	φ_{O_2-g}	%	0.0
8	收到基氮气	φ_{N_2-g}	%	1.0
9	收到基一氧化碳	φ_{CO-g}	%	0.1
10	收到基二氧化碳	φ_{CO_2-g}	%	0.5
11	收到基硫化氢	φ_{H_2S-g}	%	0.00
12	收到基不饱和烃	$\varphi_{\sum C_m H_n-g}$	%	2.4
13	气体燃料绝对湿度	h_{ab-F}	kg/kg	0.00
14	气体燃料含灰量	$V_{F.Ash-g}$	g/m^3	0.00
15	干燃料气体密度	ρ_{F-g}	kg/m^3	0.71
16	收到基低位发热值	$Q_{net.ar}$	kJ/m^3	35588.00



四、锅炉能效测试测点布置及测试仪表说明

1、测点布置



序号	测点名称	测点位置
1	排烟烟气成分及烟气湿度	冷凝器后 0.5 米处烟道
2	排烟温度	冷凝器后 0.5 米处烟道
3	冷凝器进水流量	冷凝器进水管
4	冷凝器进水温度	冷凝器进水管
5	冷凝器出水温度	冷凝器出水管
6	给水流量	水箱
7	给水温度	省煤器进水管
8	给水压力	省煤器进水管
9	蒸汽压力	炉顶压力表处
10	空气相对湿度	燃烧器进风口处
11	当地大气压力	燃烧器进风口处
12	入炉冷空气温度	燃烧器进风口处
13	燃料温度	燃气流量计处



2、锅炉能效测试仪表说明

序号	测试项目	测试仪器	型号	精度	量程	设备编号
1	排烟温度	烟气分析仪	OPtima7	±0.1℃	0~650℃	RC-Y-1013
2	排烟烟气成分	烟气分析仪	OPtima7	O ₂ ,CO ₂ :0.2级 CO:5.0级 SO ₂ :5.0级	0~21% 0~4000ppm 0~2000ppm	RC-Y-1013
3	冷凝器进水量	涡轮流量传感器	LWGY-25A 1D2A4	0.2级	1.6-10m ³ /h	RC-Y-3007
4	冷凝器进水温度	铠装热电阻	Pt100	B级	-200~500℃	RC-Y-3307
5	冷凝器出水温度	铠装热电阻	Pt100	B级	-200~500℃	RC-Y-3308
6	给水流量	水箱	/	±0.001m ³	4.0×2.0×2.5m	现场设备
7	给水温度	铠装热电阻	Pt100	B级	-200~500℃	RC-Y-3306
8	给水压力	精密压力表	YB-160	0.4级	0~2.5MPa	RC-Y-3110
9	蒸汽压力	精密压力表	YB-160	0.4级	0~2.5MPa	RC-Y-3111
10	入炉冷空气温度	多功能温湿 度计	Testo610	±0.1℃	-10~50℃	RC-Y-2602
11	大气压力	空盒气压计	DYM3	±2.0hPa	800~1060hPa	RC-Y-2801
12	空气相对湿度	多功能温湿 度计	Testo610	±0.1RH%	(0~100)RH%	RC-Y-2602
13	烟气相对湿度	烟气组分分 析仪	GD-600C	0.01L/min; ≤4% (< 10%RH 或 >90%RH); ≤2% (10~90)% RH	(5~20.00) L/min; (0~100)%RH	RC-Y-1104
14	燃料温度	ULTRASONI C FLOW METER	AS-150-500 BA/4	±0.1℃	-20~+50℃	2110-L402236
15	/	数显表	XTMA100	0.5级	/	RC-Y-3201
16	/	数显表	XTMA100	0.5级	/	RC-Y-3202



五、测试数据综合表

序号	名称	符号	单位	数据来源	工况 I 测试数据	工况 II 测试数据
(一) 测试燃料特性						
1	收到基甲烷	φ_{CH_4-g}	%	化验数据	94.244	94.244
2	收到基乙烷	$\varphi_{C_2H_6-g}$	%	化验数据	0.767	0.767
3	收到基丙烷	$\varphi_{C_3H_8-g}$	%	化验数据	0.15	0.15
4	收到基丁烷	$\varphi_{C_4H_{10-g}}$	%	化验数据	0.056	0.056
5	收到基戊烷	$\varphi_{C_5H_{12-g}}$	%	化验数据	0.021	0.021
6	收到基氢气	φ_{H_2-g}	%	化验数据	0.00	0.00
7	收到基氧气	φ_{O_2-g}	%	化验数据	0.00	0.00
8	收到基氮气	φ_{N_2-g}	%	化验数据	0.178	0.178
9	收到基一氧化碳	φ_{CO-g}	%	化验数据	0.00	0.00
10	收到基二氧化碳	φ_{CO_2-g}	%	化验数据	4.561	4.561
11	收到基硫化氢	φ_{H_2S-g}	%	化验数据	0.00	0.00
12	收到基不饱和烃	$\varphi_{\sum C_m H_n-g}$	%	化验数据	0.023	0.023
13	(干) 气体燃料所带的水量	V_{F,H_2O-g}	m^3/m^3	化验数据	0	0
14	气体燃料绝对湿度	$h_{ab,F}$	kg/kg	化验数据	0.00	0.00
15	气体燃料含灰量	$V_{F,Ash-g}$	g/m^3	化验数据	0.00	0.00
16	干燃料气体密度	ρ_{F-g}	kg/m^3	计算数据	0.69	0.69
17	天然气低位发热量	$Q_{net,ar}$	kJ/m^3	计算数据	34492.79	34492.79
(二) 锅炉反平衡热效率						
1	给水流量	$M_{rFW,FI}$	kg/h	试验数据	7994	7989
2	给水温度	$t_{FW,FI}$	°C	试验数据	18.26	18.28
3	给水压力	P_{FW}	MPa	试验数据	1.88	1.86
4	给水焓	H_{FW}	kJ/kg	查表	78.55	78.61
5	排污水质量流量	$M_{rW,Bd}$	kg/h	试验数据	0.00	0.00
6	最后一级冷凝受热面给水流量	$M_{rCond,FW,FI}$	kg/h	试验数据	7889.00	7884.00



序号	名称	符号	单位	数据来源	工况 I 测试数据	工况 II 测试数据
7	最后一级冷凝受热面进水温度	$t_{\text{Cond.En}}$	°C	试验数据	18.32	18.34
8	最后一级冷凝受热面进水压力	$P_{\text{Cond.En}}$	MPa	试验数据	0.00	0.00
9	最后一级冷凝受热面进水焓	$H_{\text{Cond.En}}$	kJ/kg	查表	77.02	77.10
10	最后一级冷凝受热面出水温度	$t_{\text{Cond.Lv}}$	°C	试验数据	66.64	66.68
11	最后一级冷凝受热面出水压力	$P_{\text{Cond.Lv}}$	MPa	试验数据	0.00	0.00
12	最后一级冷凝受热面出水焓	$H_{\text{Cond.Lv}}$	kJ/kg	查表	279.04	279.21
13	饱和蒸汽出口压力 (表压)	$p_{\text{st.Sat}}$	MPa	试验数据	1.54	1.55
14	饱和蒸汽焓	H_{Sat}	kJ/kg	查表	2792.21	2792.40
15	蒸汽湿度	ω	%	试验数据	4	4
16	锅水取样量	$M_{\text{rBW.Sa}}$	kg/h	试验数据	0.00	0.00
17	水的汽化潜热	γ	kJ/kg	查表	1929.88	1928.70
18	最后一级冷凝受热面输出热量	$Q_{\text{rSat.Cond}}$	MW	计算数据	0.44	0.44
19	饱和蒸汽锅炉输出热量	$Q_{\text{rO.Sat}}$	GJ/h	计算数据	22.67	22.66
20	实测饱和蒸汽输出蒸发量	$D_{\text{ev.Sat.O.M}}$	kg/h	计算数据	7994.00	7989.00
21	燃料的体积流量	$V_{\text{rF.FI}}$	m ³ /h	计算数据	657.23	656.88
22	基准温度	t_{re}	°C	标准取值	25.00	25.00
23	进入系统的燃料温度	t_{r}	°C	试验数据	22.34	22.31
24	进入系统的干空气温度	$t_{\text{a.d}}$	°C	试验数据	29.34	29.32
25	空气相对湿度	$h_{\text{RH.a}}$	%	试验数据	46.35	46.38
26	当地大气压力	p_{at}	Pa	试验数据	100400.00	100300.00
27	在 t_{a} 温度下的水蒸气饱和压力	$p_{\text{st.Sat}}$	Pa	计算数据	4082.16	4077.46
28	空气的绝对湿度, (指每千克干空气中水蒸气的质量)	$h_{\text{ab.a}}$	kg/kg	计算数据	0.012	0.012
29	烟气中二氧化碳的体积分数	$\phi_{\text{CO2.fg}}$	%	试验数据	10.34	10.36



序号	名称	符号	单位	数据来源	工况 I 测试数据	工况 II 测试数据
30	烟气中二氧化硫的体积分数	$\varphi_{\text{SO}_2, \text{fg}}$	%	试验数据	0.00	0.00
31	烟气中氧气的体积分数	$\varphi_{\text{O}_2, \text{fg}}$	%	试验数据	2.86	2.84
32	烟气中一氧化碳的体积分数	$\varphi_{\text{CO}, \text{fg}}$	%	试验数据	0.00	0.00
33	烟气中氢气的体积分数	$\varphi_{\text{H}_2, \text{fg}}$	%	试验数据	0.00	0.00
34	烟气中硫氧化物的体积分数	$\varphi_{\text{SO}_x, \text{fg}}$	%	试验数据	0.00	0.00
35	烟气中碳氢化合物的体积分数	$\varphi_{\sum \text{C}_m\text{H}_n, \text{fg}}$	%	试验数据	0.00	0.00
36	烟气中甲烷的体积分数	$\varphi_{\text{CH}_4, \text{fg}}$	%	试验数据	0.00	0.00
37	烟气中 RO_2 的体积分数	$\varphi_{\text{RO}_2, \text{fg}}$	%	试验数据	10.34	10.36
38	烟气中氮气的体积分数	$\varphi_{\text{N}_2, \text{fg}}$	%	计算数据	86.80	86.80
39	理论干空气量	$V_{\text{a.d.th.g}}$	m^3/m^3	计算数据	9.17	9.17
40	过量空气系数	α	—	计算数据	1.14	1.14
41	实际干空气量	$V_{\text{a.d.g}}$	m^3/m^3	计算数据	10.47	10.45
42	空气携带的水蒸气量	$V_{\text{a.H}_2\text{O.g}}$	m^3/m^3	计算数据	0.2	0.2
43	燃料中氢燃烧产生的水蒸气量	$V_{\text{F.H}_2\text{H}_2\text{O.g}}$	m^3/m^3	计算数据	1.92	1.92
44	烟气中的总水分	$V_{\text{fg.H}_2\text{O.g}}$	m^3/m^3	计算数据	2.12	2.12
45	离开系统边界的烟气温度	$t_{\text{fg Cond.Lv}}$	$^{\circ}\text{C}$	试验数据	52.46	52.49
46	烟气冷凝后湿度的测量点对应温度	t_2	$^{\circ}\text{C}$	试验数据	79.96	79.94
47	在 t_2 温度下的水蒸气饱和压力	$p_{\text{st.Sat.t}_2}$	hPa	计算数据	472.59	472.59
48	烟气冷凝后测量点的相对湿度	$h_{\text{RH,fg.i}}$	%	试验数据	31.46	31.42
49	最后一级冷凝受热面出口的烟气含湿量	$h_{\text{ab,fg Cond.Lv}}$	kg/kg	计算数据	0.11	0.11
50	干烟气体积	$V_{\text{fgd.g}}$	m^3/m^3	计算数据	9.55	9.54
51	最后一级冷凝受热面出口烟气中水蒸气含量	$V_{\text{fg Cond.H}_2\text{O.g}}$	m^3/m^3	计算数据	1.72	1.72
52	烟气经最后一级冷凝受热面后冷凝下来的水蒸气量	$V_{\text{fg Cond.H}_2\text{O.l}}$	m^3/m^3	计算数据	0.4	0.4



序号	名称	符号	单位	数据来源	工况 I 测试数据	工况 II 测试数据
53	最后一级冷凝受热面出口干烟气的平均比定压热容	$C_{p,fg,d}$	$\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	计算数据	1.34	1.34
54	干烟气损失	$Q_{p,L,fg,d,net}$	%	计算数据	1.02	1.02
55	最后一级冷凝受热面后烟气携带水蒸气的比定压热容	C_{p,fg,H_2O}	$\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	计算数据	1.50	1.50
56	烟气携带水蒸气损失	$Q_{p,L,fg,Cond,net}$	%	计算数据	0.21	0.21
57	最后一级冷凝受热面中烟气平均压力下的水蒸气汽化潜热	γ	kJ/kg	计算数据	2376.03	2375.95
58	发生冷凝的水蒸气汽化潜热被吸收造成的损失	$Q_{p,L,fg,Cond,net,1}$	%	计算数据	-2.16	-2.17
59	烟气中未燃尽可燃物质造成的损失	$Q_{p,L,fg,CO,Hc,net}$	%	计算数据	0	0
60	散热表面积	A_{Src}	m^2	试验数据	74.64	74.64
61	表面辐射和对流引起的损失	$Q_{r,L,Src,net}$	%	计算数据	0.55	0.55
62	干空气的比定压热容	$C_{p,a,d}$	$\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	计算数据	1.30	1.30
63	进入系统的干空气所携带的外来热量	$Q_{p,B,a,d,net}$	%	计算数据	0.17	0.17
64	进入锅炉空气温度对应的水蒸气焓	$H_{a,H_2O,g,En}$	kJ/m^3	计算数据	2053.73	2053.70
65	基准温度对应的进入锅炉空气的水蒸气焓	$H_{a,H_2O,g,Re}$	kJ/m^3	计算数据	2047.42	2047.42
66	空气中水分带来的外来热量	$Q_{p,B,H_2O,net}$	%	计算数据	0	0
67	基准温度对应的进入锅炉空气的水蒸气变为水的焓	$H_{a,H_2O,l,Re}$	kJ/m^3	计算数据	84.29	84.29
68	进入系统的燃料温度对应的燃料焓	$H_{F,En}$	kJ/m^3	计算数据	33.98	33.93
69	进入系统的燃料基准温度对应的燃料焓	$H_{F,Re}$	kJ/m^3	计算数据	38.19	38.19
70	燃料显热带来的外来热量	$Q_{p,B,F,net}$	%	计算数据	-0.01	-0.01
71	输入的驱动能量	Q_X	kWh/h	试验数据	0.00	0.00
72	总驱动效率	EX	%	试验数据	0.00	0.00
73	辅机设备功率的外来热量	$Q_{p,B,X,net}$	%	计算数据	0	0



序号	名称	符号	单位	数据来源	工况 I 测试数据	工况 II 测试数据
74	反平衡效率	η_2	%	计算数据	100.54	100.55
75	锅炉平均热效率	η	%	计算数据	100.55	100.55
76	设计饱和蒸汽焓	$H_{\text{Sat.D}}$	kJ/kg	查表	2792.88	2792.88
77	设计给水焓	$H_{\text{FW.D}}$	kJ/kg	查表	85.93	85.93
78	饱和蒸汽锅炉折算蒸发量	$D_{\text{ev.Sat.cr}}$	kg/h	计算数据	8013.98	8008.97
79	修正热效率	η_{Cr}	%	计算数据	100.54	100.55
80	扩展不确定度的确定(k=2)	U	%	计算数据	0	0



