

# TSG

特种设备安全技术规范

TSG G0003—2010

## 工业锅炉能效测试与评价规则

Energy Efficiency Test and Evaluation Regulation

for Industrial Boiler

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局颁布

2010年8月30日

## 前 言

2009年8月,国家质量监督检验检疫总局(以下简称国家质检总局)特种设备安全监察局(以下简称特种设备局)委托中国特种设备检测研究院(以下简称中国特检院)起草《工业锅炉能效测试与评价规则》(以下简称《规则》)。2008年8月,中国特检院组织成立了起草组在北京召开第一次工作会议,确定了《规则》的修订原则、总体框架、主要内容、起草工作分工以及时间进度安排等。2009年10月和2010年1月,起草组分别在北京和沈阳召开了第二次和第三次全体成员工作会议,其后经过多次工作会议讨论研究形成了《规则》征求意见稿。2010年4月,特种设备局以质检特函〔2010〕22号文征求基层、有关部门、单位和专家及公民的意见。根据反馈的意见,起草组对《规则》进行修改形成送审稿。2010年6月,国家质检总局特种设备安全技术委员会对送审稿进行了审议,起草组根据审议意见进行修改后形成报批稿。2010年8月30日,由国家质检总局批准颁布。

本规则依据《特种设备安全监察条例》和《高耗能特种设备节能监督管理办法》的规定,对工业锅炉热效率测试及系统能效评价的方法和程序等提出了具体的要求。

本规则主要起草单位和人员如下:

中国特种设备检测研究院	管 坚	刘 明	刘晓波	权 力
国家质量监督检验检疫总局	王晓雷	张建荣	冷 浩	李 军
	常彦衍			
北京特种设备行业协会	范北岩			
哈尔滨工业大学	吴少华			
上海工业锅炉研究所	何心良	杨 麟		
辽宁省安全科学研究院	于在海			
沈阳市特种设备检测研究院	宋吉民			
北京泰克尼环保技术有限公司	田 勇			
天津宝成机械集团	李俊东			

## 目 录

1 总 则	(1)
2 能效测试的基本要求	(1)
3 锅炉定型产品热效率测试	(2)
4 锅炉运行工况热效率详细测试	(3)
5 锅炉运行工况热效率简单测试	(4)
6 锅炉及其系统运行能效评价	(7)
7 测试与评价报告	(11)
8 附 则	(12)
附件 A 术语和定义	(13)
附件 B 符号和单位	(16)
附件 C 锅炉能效测试报告	(19)

## 工业锅炉能效测试与评价规则

### 1 总 则

#### 1.1 目的

为了规范工业锅炉能效测试与系统运行能效评价工作，特制定本规则。

#### 1.2 适用范围

本规则适用于符合以下条件的工业锅炉及其系统的能效测试与评价：

- (1) 额定压力小于 3.8MPa 的蒸汽锅炉和热水锅炉；
- (2) 有机热载体锅炉。

本规则不适用于余热锅炉。

#### 1.3 能效测试与评价方法分类

锅炉及其系统能效测试与评价方法包括定型产品热效率测试、锅炉运行工况热效率详细测试、锅炉运行工况热效率简单测试和锅炉及其系统运行能效评价。

#### 1.4 术语和定义

术语和定义见附件 A。

#### 1.5 符号和单位

本规则所用的符号和单位见附件 B，没有注明的符号和单位按照 GB/T 10180—2003《工业锅炉热工性能试验规程》的规定。

## 2 能效测试的基本要求

### 2.1 能效测试工作程序

能效测试工作程序一般包括编制测试大纲、现场测试、测试数据分析等。

#### 2.1.1 编制测试大纲

测试工作开始前，测试机构应当根据本规则的规定，结合测试任务、目的和要求制订测试大纲。测试大纲编写工作应当由具有测试经验的专业人员承担。测试大纲至少包括以下内容：

- (1) 测试任务、目的与要求；
- (2) 根据测试的目的、炉型、燃料品种和辅机系统特点确定测量项目；
- (3) 测点布置与所需仪表；
- (4) 人员组织与分工；

(5)测试工作程序。

### 2.1.2 锅炉及其系统测试前检查

检查锅炉及其辅机设备的运行状况是否正常,如有不正常现象应当予以排除。对锅炉进行测试时,锅炉的介质(汽、水、有机热载体)、燃料、排渣(灰)、烟(风)道必须与其他锅炉相隔绝,以保证测试结果准确。

### 2.1.3 预备性试验

为了全面检查测试仪器、仪表是否正常工作,熟悉操作程序以及测试人员的相互配合程度,并且确定合适的运行工况,可以进行预备性试验。

### 2.1.4 现场测试

按照测试大纲的要求进行现场测试和取样工作,并且记录相关测试数据。

### 2.1.5 编写测试报告

按照测试大纲中的任务、目的和要求,对测试数据以及燃料、灰渣、水样化验结果进行计算和分析,按照测试任务要求形成结论性意见,根据第7章的要求编写并出具锅炉能效测试报告(报告格式见附件C)。

## 2.2 测试人员

测试工作负责人员应当由具有测试经验的专业人员担任。测试过程中的具体测试人员不宜变动。

## 2.3 测试仪器、仪表

(1)测试使用的仪器、仪表均应当符合精度要求,在检定和校准的有效期内,并且具备法定计量部门出具的检定合格证或者检定印记;

(2)按照测试大纲中测点布置的要求进行安装。

## 3 锅炉定型产品热效率测试

锅炉定型产品热效率测试是为评价工业锅炉产品在额定工况下能效状况而进行的热效率测试。

### 3.1 测试方法

(1)手烧锅炉、下饲式锅炉、电加热锅炉采用正平衡法进行测试;

(2)额定蒸发量(额定热功率)大于或者等于20t/h(14MW)的锅炉,可以采用反平衡法进行测试;

(3)其余锅炉均应当同时采用正平衡法与反平衡法进行测试。

### 3.2 测试要求

#### 3.2.1 基本要求

在额定工况下，热效率测试应当不少于 2 次。测试方法和计算公式按照 GB/T 10180 第 5 章至第 11 章的相关要求进行。

### 3.2.2 测试结果确定

每次测试的正平衡与反平衡的效率之差应当不大于 5%，正平衡或者反平衡各自两次测试测得的效率之差均应当不大于 2%，燃油、燃气和电加热锅炉各种平衡的效率之差均应当不大于 1%。

取两次测试结果的算术平均值作为锅炉热效率最终测试结果。

## 3.3 测试条件

### 3.3.1 制造单位需要提供的资料

制造单位应当提供以下产品资料：

- (1) 锅炉设计说明书(包括设计出力范围、设计燃料要求及燃料所属分类)；
- (2) 锅炉总图；
- (3) 锅炉热力计算书；
- (4) 锅炉烟风阻力计算书；
- (5) 锅炉水动力计算书；
- (6) 锅炉使用说明书；
- (7) 燃烧器型号(适用于燃油、燃煤锅炉)。

### 3.3.2 锅炉及其系统测试具备的条件

锅炉及其系统的测试应当具备以下条件：

- (1) 锅炉在额定参数下处于安全、热工况稳定的运行状态；
- (2) 辅机与锅炉出力相匹配并且运行正常，系统不存在跑、冒、滴、漏现象；
- (3) 测试所用燃料符合设计燃料的要求；
- (4) 锅炉及辅机系统各测点布置满足测试大纲的要求。

## 4 锅炉运行工况热效率详细测试

锅炉运行工况热效率详细测试是为评价工业锅炉在实际运行参数下能效状况或者进行节能诊断而进行的热效率测试。

### 4.1 测试方法、测试要求

测试方法、测试要求同本规则 3.1 和 3.2。

### 4.2 锅炉及其系统测试具备的条件

锅炉及其系统的测试应当符合以下条件：

- (1) 锅炉能够在设计工况范围内处于安全、热工况稳定的运行状态；

- (2) 辅机运行正常，系统不存在跑、冒、滴、漏现象；
- (3) 测试期间使用同一品种和质量的燃料；
- (4) 锅炉及辅机系统各测点布置满足测试大纲的要求。

## 5 锅炉运行工况热效率简单测试

锅炉运行工况热效率简单测试是对在用工业锅炉进行主要参数的简单测试，用于快速判定锅炉实际运行能效状况。

### 5.1 测试条件

锅炉运行工况热效率简单测试条件同本规则 4.2。

### 5.2 测试项目

锅炉运行工况热效率简单测试包括以下项目：

- (1) 排烟温度  $t_{py}$ ，℃；
- (2) 排烟处过量空气系数  $\alpha_{py}$ ；
- (3) 排烟处 CO 含量，% (ppm)；
- (4) 入炉冷空气温度  $t_{lk}$ ，℃；
- (5) 飞灰可燃物含量  $C_{fh}$ ，%；
- (6) 漏煤可燃物含量  $C_{lm}$ ，%；
- (7) 炉渣可燃物含量  $C_{lz}$ ，%；
- (8) 燃料工业分析(燃料收到基低位发热量  $Q_{net,v,ar}$ ，kJ/kg；收到基灰分  $A_{ar}$ ，%)；
- (9) 测试开始和结束的时间。

注 1：第(5)至(7)项和第(8)项中的收到基灰分测试不适用于燃油、燃气锅炉。

### 5.3 测试要求

#### 5.3.1 正式测试时间

- (1) 层燃锅炉、室燃锅炉、流化床锅炉等燃烧固体燃料的锅炉不少于 1h；
- (2) 手烧炉排、下饲炉排等燃烧固体燃料的锅炉不少于 1h，并且试验时间内至少包含一个完整的燃料添加和出渣周期；
- (3) 液体燃料和气体燃料锅炉不少于 0.5h；
- (4) 烟气测量不少于 5 次，每次间隔时间均等，测试开始、结束时各 1 次(对于排烟温度、排烟处过量空气系数、排烟处 CO 含量按测试数据取算术平均值作为计算数值)。

#### 5.3.2 测试次数

锅炉运行工况热效率简单测试次数为 1 次。

### 5.4 测试方法

锅炉运行工况热效率简单测试采用反平衡法，相关测量项目按照 GB/T 10180 要求的方法进行测量。

### 5.5 参数的计算或者选取

#### 5.5.1 排烟热损失 ( $q_2$ )

锅炉排烟热损失按照公式 (5-1) 进行计算：

$$q_2 = (m + n\alpha_{py}) \left( \frac{t_{py} - t_{lk}}{100} \right) \left( 1 - \frac{q_4}{100} \right) \quad (5-1)$$

式中  $m$ ， $n$  为计算系数，根据燃料种类按照表 5-1 选取。

表 5-1 不同燃料的计算系数

燃料种类	褐煤	烟煤	无烟煤	油、气
$m$	0.6	0.4	0.3	0.5
$n$	3.8	3.6	3.5	3.45

#### 5.5.2 气体未完全燃烧热损失 ( $q_3$ )

气体未完全燃烧热损失 ( $q_3$ ) 按照表 5-2 选取。

表 5-2 气体未完全燃烧热损失 ( $q_3$ )

项目	单位	数值		
		CO ≤ 0.05 (CO ≤ 500)	0.05 < CO ≤ 0.1 (500 < CO ≤ 1000)	CO > 0.1 (CO > 1000)
CO	% (ppm)			
$q_3$	%	0.2	0.5	1

#### 5.5.3 固体未完全燃烧热损失 ( $q_4$ )

(1) 固体未完全燃烧热损失 ( $q_4$ ) 按照公式 (5-2) 进行计算：

$$q_4 = \frac{328.66 \times A_{ar}}{Q_{net,v,ar}} \times \left( \alpha_{fh} \frac{C_{fh}}{100 - C_{fh}} + \alpha_{lm} \frac{C_{lm}}{100 - C_{lm}} + \alpha_{lz} \frac{C_{lz}}{100 - C_{lz}} \right) \quad (5-2)$$

(2) 飞灰、漏煤、炉渣含灰量占入炉燃料总灰量的重量百分比 ( $\alpha_{fh}$ 、 $\alpha_{lm}$ 、 $\alpha_{lz}$ ) 按照表 5-3 选取。

表 5-3 飞灰、漏煤、炉渣含灰量占入炉燃料总灰量的重量百分比(%)

燃烧方式	煤种		
	飞灰( $\alpha_{fh}$ )	漏煤( $\alpha_{lm}$ )	炉渣(冷灰)( $\alpha_{lz}$ )
往复炉排	20 ~ 10	5	75 ~ 85
链条炉排	20 ~ 10	5	75 ~ 85
抛煤机炉排	30 ~ 20	5	65 ~ 75
流化床	50 ~ 40	—	50 ~ 60
煤粉炉	90 ~ 80	—	10 ~ 20
水煤浆	80 ~ 70	—	20 ~ 30

注 2: 在选取时, 应满足  $\alpha_{fh} + \alpha_{lm} + \alpha_{lz} = 100$ 。

(3) 燃油、燃气锅炉,  $q_4$  为 0。

#### 5.5.4 散热损失( $q_5$ )

(1) 锅炉实际运行出力不低于额定出力的 75% 时, 散热损失( $q_5$ )可直接按表 5-4 选取;

表 5-4 锅炉额定出力下散热损失( $q_5$ )

锅炉额定出力	t/h	$\leq 4$	6	10	15	20	35	$\geq 65$
	MW	$\leq 2.8$	4.2	7.0	10.5	14	29	$\geq 46$
散热损失 $q_{5ed}$	%	2.9	2.4	1.7	1.5	1.3	1.1	0.8

(2) 当锅炉实际运行出力低于额定出力的 75% 时, 散热损失( $q_5$ )可用表 5-4 的值按照公式(5-3a)、(5-3b)修正:

$$q_5 = q_{5ed} \frac{D_{ed}}{D_{sc}} \quad (5-3a)$$

$$q_5 = q_{5ed} \frac{Q_{ed}}{Q_{sc}} \quad (5-3b)$$

(3) 当锅炉实际运行出力低于额定出力 30% 时, 按 30% 出力条件进行修正; 无法计量锅炉出力时, 实际出力按额定出力的 65% 计算;

(4) 当采用锅炉运行工况热效率详细测试方法对锅炉效率进行验证测试时, 也应当按照上述第(2)、(3)款的原则进行  $q_5$  的修正。

#### 5.5.5 灰渣物理热损失( $q_6$ )

灰渣物理热损失( $q_6$ ), 只计算炉渣的物理热损失, 飞灰、漏煤的物理热损失不计, 见公式(5-4):

$$q_6 = \frac{\alpha_{lz} A_{ar} (ct)_{lz}}{Q_{net,v,ar} (100 - C_{lz})} \quad (5-4)$$

式中炉渣的焓  $(ct)_{lz}$  的选取温度，层燃炉和固态排渣煤粉炉炉渣按 600℃，流化床锅炉炉渣按 800℃。

燃油、燃气锅炉， $q_6$  为 0。

### 5.6 锅炉热效率( $\eta_j$ )

锅炉运行工况热效率简单测试结果按照公式(5-5)计算：

$$\eta_j = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) \quad (5-5)$$

## 6 锅炉及其系统运行能效评价

锅炉及其系统运行能效评价是通过通过对工业锅炉及其系统在一定运行周期内产生蒸汽量或者输出热量，燃料、电、水消耗计量数据的统计、计算和分析，对其能效状况进行总体评价。

### 6.1 评价方法

通过安装在锅炉设备和系统上的监测仪表及系统装置，对规定周期内的运行参数或者数据进行记录和计量，计算出单台锅炉或者锅炉房系统单位蒸发量或者单位输出热量所消耗的燃料量、电量、水量等，对锅炉及其系统进行能效评价。

### 6.2 评价条件

#### 6.2.1 单台锅炉设备应当具备的计量仪表及装置

(1) 蒸汽锅炉累计输出蒸汽量的计量仪表及装置，热水锅炉、有机热载体锅炉累计输出热量的计量仪表及装置；

(2) 累计燃料消耗量计量仪表及装置，燃料发热值的检测与记录；

(3) 锅炉主要辅机和辅助设备耗电量计量仪表及装置，主要辅机包括锅炉送(引)风机、炉排驱动装置、炉前燃料加工装置、二次风机、机械出渣装置、燃料加压输送泵(装置)、重油加热及机械雾化装置、蒸汽锅炉给水泵、热水锅炉或者有机热载体锅炉介质循环泵以及水处理系统装置等；

(4) 蒸汽锅炉给水量、热水锅炉或者有机热载体锅炉介质补充量的检测、计量。

#### 6.2.2 锅炉系统具备的计量仪表及装置

(1) 蒸汽锅炉系统总累计蒸发量的计量仪表及装置；热水锅炉、有机热载体锅炉系统总累计输出热量的计量仪表及装置；

(2) 锅炉系统总累计燃料消耗量计量仪表及装置，燃料发热值的检测与记录；

(3) 锅炉系统所配备主要辅机、辅助设备消耗电量，包括锅炉送(引)风机、炉排驱动装置、炉前燃料加工装置、二次风机、机械出渣装置耗电量，燃料加压输送泵(装

置)、重油加热及机械雾化装置耗电量,蒸汽锅炉给水泵、热水锅炉或者有机热载体锅炉介质循环泵耗电量,水处理系统装置耗电量的检测、计量;

(4)蒸汽锅炉系统总给水量、热水锅炉或者有机热载体锅炉介质总补充量检测、计量;

(5)相关温度、压力、流量等参数的记录。

### 6.3 测试与评价要求

#### 6.3.1 能效测试与评价周期

在用工业锅炉及其系统运行能效评价周期是使用单位根据生产周期或者管理与考核周期所规定的周期,一般以月、季、半年、一年为周期单位。

#### 6.3.2 检测、计量仪表

检测、计量仪表精度、安装、使用、检定等应当符合国家有关法规、标准的规定。检测、计量仪表、装置及系统应当定期进行检验、维修和保养,以确保正常工作。

#### 6.3.3 能效测试与评价数据

设备与系统能效测试与评价记录、计量数据应当准确、连续、完整。

### 6.4 评价项目

#### 6.4.1 单台锅炉项目

(1)蒸汽锅炉累计蒸发量,热水锅炉、有机热载体锅炉累计输出热量;

(2)累计燃料消耗量、按低位发热值计算的燃料总发热量;

(3)单台锅炉所配备主要辅机、辅助设备总消耗电量,包括锅炉送(引)风机、炉排驱动装置、炉前燃料加工装置、二次风机、机械出渣装置耗电量,燃料加压输送泵(装置)、重油加热及机械雾化装置耗电量,蒸汽锅炉给水泵、热水锅炉或者有机热载体锅炉介质循环泵耗电量,水处理系统装置耗电量的检测、计量。

#### 6.4.2 锅炉系统项目

锅炉系统是指锅炉房内全部锅炉或者同一类型锅炉及辅机、辅助设备组成的运行系统。锅炉系统相关数据包括:

(1)蒸汽锅炉系统总累计蒸发量,热水锅炉、有机热载体锅炉系统总累计输出热量;

(2)锅炉系统总累计燃料消耗量、按低位发热值计算的燃料总发热量;

(3)锅炉系统所配备主要辅机、辅助设备总消耗电量,包括锅炉送(引)风机、炉排驱动装置、炉前燃料加工装置、二次风机、机械出渣装置总耗电量,燃料加压输送泵(装置)、重油加热及机械雾化装置总耗电量,蒸汽锅炉给水泵、热水锅炉或者有机热载体锅炉介质循环泵总耗电量,水处理系统装置总耗电量的检测、计量;

(4)蒸汽锅炉系统给水量、热水锅炉或者有机热载体锅炉系统介质补充量。

## 6.5 评价方法

### 6.5.1 单台锅炉相关数据

(1) 蒸汽锅炉累计蒸发量按照锅炉主蒸汽出口蒸汽流量表考核周期计时开始与结束时的显示数据的差进行计算，见公式(6-1)；或者按照锅炉给水流量表考核周期计时开始与结束时的显示数据的差减去锅炉排污水量进行计算，见公式(6-2a)或者(6-2b)：

$$D_{d,lj} = D_{d,js} - D_{d,ks} \quad (6-1)$$

$$D_{d,lj} = D_{dgs,js} - D_{dgs,ks} - D_{dpw,lj} \quad (6-2a)$$

$$D_{d,lj} = (D_{dgs,js} - D_{dgs,ks}) \times \left(1 - \frac{\tau_d}{100}\right) \quad (6-2b)$$

(2) 热水锅炉、有机热载体锅炉累计输出热量按照安装在锅炉出口处热量表考核周期计时开始与结束时的显示数据的差进行计算，见公式(6-3)，或者通过安装在锅炉出口或者进口处的流量表、温度计测量介质循环流量和锅炉进、出口介质温差对考核周期内锅炉累计热量进行积算：

$$Q_{d,lj} = Q_{d,js} - Q_{d,ks} \quad (6-3)$$

(3) 单台锅炉累计燃料消耗量是考核周期内单台锅炉入炉燃料总和，单台锅炉累计入炉燃料发热量是考核周期内入炉燃料按照低位发热量计算的总发热量，燃煤锅炉在考核周期内燃用不同煤种时，总发热量以各煤种入炉量按低位发热量分别计算后进行相加，见公式(6-4)：

$$Q_{rd,lj} = \sum_1^n B_{di} \times Q_{di} \times 10^{-3} \quad (6-4)$$

(4) 单台锅炉所配备主要辅机、辅助设备总消耗电量是将本规则第 6.4.1(4)规定的各辅机、辅助设备考核周期开始、结束时电度表读数之差进行相加，见公式(6-5)：

$$E_{d,lj} = E_{sf} + E_{yf} + E_{lp} + E_{rl} + E_{cc} + E_{cz} + E_{sb} + E_{scl} \quad (6-5)$$

### 6.5.2 单台锅炉能效指标

#### 6.5.2.1 蒸汽锅炉

(1) 单位蒸发量燃料消耗量的计算，见公式(6-6)：

$$B_{dpj,D} = \frac{Q_{rd,lj}}{29308 \times D_{d,lj}} \quad (6-6)$$

(2) 单位蒸发量电消耗量的计算，见公式(6-7)：

$$E_{dpj,D} = \frac{E_{d,lj}}{D_{d,lj}} \quad (6-7)$$

#### 6.5.2.2 热水锅炉、有机热载体锅炉

(1) 单位输出热量燃料消耗量的计算，见公式(6-8)：

$$B_{dpj,Q} = \frac{Q_{rd,lj}}{29308 \times Q_{d,lj}} \quad (6-8)$$

(2)单位输出热量电消耗量的计算，见公式(6-9)：

$$E_{\text{dpl,Q}} = \frac{E_{\text{d,lj}}}{Q_{\text{d,lj}}} \quad (6-9)$$

### 6.5.3 锅炉系统相关数据

#### 6.5.3.1 蒸汽锅炉系统累计蒸发量

蒸汽锅炉系统累计蒸发量按照锅炉系统主蒸汽管道蒸汽流量表考核周期计时开始与结束时的显示数据的差进行计算，见公式(6-10)；或者按照锅炉总给水流量表考核周期计时开始与结束时的显示数据的差减去锅炉总排污水量进行计算，见公式(6-11a)或者公式(6-11b)：

$$D_{\text{x,lj}} = D_{\text{x,js}} - D_{\text{x,ks}} \quad (6-10)$$

$$D_{\text{x,lj}} = D_{\text{xgs,js}} - D_{\text{xgs,ks}} - D_{\text{xpw,lj}} \quad (6-11a)$$

$$D_{\text{x,lj}} = (D_{\text{xgs,js}} - D_{\text{xgs,ks}}) \times \left(1 - \frac{\tau_{\text{x}}}{100}\right) \quad (6-11b)$$

#### 6.5.3.2 热水锅炉、有机热载体锅炉系统累计输出热量

热水锅炉、有机热载体锅炉系统累计输出热量按照安装在锅炉系统母管处热量表考核周期计时开始与结束时的显示数据的差进行计算，见公式(6-12)；或者通过安装在锅炉母管处的流量表、温度计测量介质循环流量和总供、回水母管介质温差，进行考核周期内锅炉累计热量积算。

$$Q_{\text{x,lj}} = Q_{\text{x,js}} - Q_{\text{x,ks}} \quad (6-12)$$

#### 6.5.3.3 锅炉系统累计入炉燃料累计总热量

锅炉系统累计燃料消耗量是考核周期锅炉系统入炉燃料总和，锅炉系统累计入炉燃料发热量是考核周期内锅炉系统入炉燃料按照低位发热量计算的总发热量，燃煤锅炉系统在考核周期内燃用不同煤种时的总发热量以各煤种入炉量按低位发热量分别计算后进行相加，见公式(6-13)：

$$Q_{\text{rx,lj}} = \sum_1^n B_{xi} \times Q_{xi} \times 10^{-3} \quad (6-13)$$

#### 6.5.3.4 锅炉系统所配备主要辅机、辅助设备总消耗电量

锅炉系统所配备主要辅机、辅助设备总消耗电量是将本规则第6.4.2(3)规定的各辅机、辅助设备考核周期开始、结束时电度表读数之差进行相加，见公式(6-14)：

$$E_{\text{x,lj}} = E_{\text{sf}} + E_{\text{yf}} + E_{\text{lp}} + E_{\text{rl}} + E_{\text{ec}} + E_{\text{cz}} + E_{\text{sb}} + E_{\text{scl}} \quad (6-14)$$

#### 6.5.3.5 蒸汽锅炉系统给水量、热水锅炉或者有机热载体锅炉系统介质补充量

(1)蒸汽锅炉系统给水量是考核周期开始、结束时锅炉系统总给水流量表累计给水量之差，再扣除锅炉系统回用冷凝水流量表考核周期开始、结束时累计水量之差，见公式(6-15)：

$$D_{\text{xgs,lj}} = (D_{\text{xgs,js}} - D_{\text{xgs,ks}}) - (D_{\text{xln,js}} - D_{\text{xln,ks}}) \quad (6-15)$$

(2)热水锅炉或者有机热载体锅炉系统介质补充量，是考核周期开始、结束时锅

炉系统总介质(水或有机热载体)补充流量表累计量之差,见公式(6-16):

$$D_{\text{xbc,lj}} = (D_{\text{xbc,js}} - D_{\text{xbc,ks}}) \quad (6-16)$$

#### 6.5.4 锅炉系统能效指标

##### 6.5.4.1 蒸汽锅炉系统

(1)系统单位蒸发量的燃料消耗量计算,见公式(6-17):

$$B_{\text{xpi,D}} = \frac{Q_{\text{rx,lj}}}{29308 \times D_{\text{x,lj}}} \quad (6-17)$$

(2)系统单位消耗电量计算,见公式(6-18):

$$E_{\text{xpi,D}} = \frac{E_{\text{xlj,t}}}{D_{\text{x,lj}}} \quad (6-18)$$

(3)系统单位蒸发量消耗水量计算,见公式(6-19):

$$D_{\text{xpi,D}} = \frac{D_{\text{xgs,lj}}}{D_{\text{x,lj}}} \quad (6-19)$$

##### 6.5.4.2 热水锅炉、有机热载体锅炉系统

(1)系统单位的输出热量燃料消耗量计算,见公式(6-20):

$$B_{\text{xpi,Q}} = \frac{Q_{\text{t,xlj}}}{29308 \times Q_{\text{x,lj}}} \quad (6-20)$$

(2)系统单位输出热量消耗电量计算,见公式(6-21):

$$E_{\text{xpi,Q}} = \frac{E_{\text{x,lj}}}{Q_{\text{x,lj}}} \quad (6-21)$$

(3)系统单位输出热量介质补充量计算,见公式(6-22):

$$D_{\text{xpi,Q}} = \frac{D_{\text{xbc,lj}}}{Q_{\text{x,lj}}} \quad (6-22)$$

## 7 测试与评价报告

### 7.1 测试报告

一般格式见附件C,并且至少包括以下内容:

- (1)锅炉能效测试综合报告;
- (2)锅炉能效测试项目;
- (3)锅炉能效测试测点布置以及测试仪表说明;
- (4)测试数据综合表(按照GB/T 10180表2);
- (5)锅炉设计数据综合表(按照GB/T 10180表3);
- (6)能效测试结果汇总表。

简单测试参照执行。

## 7.2 系统能效评价报告

报告格式由评价单位自行制定，但是至少包括以下内容：

- (1) 锅炉系统投运日期和改造(如果有)日期，以及运行状况说明；
- (2) 产品制造单位和使用单位名称；
- (3) 评价任务和目的要求；
- (4) 评价负责人和主要参加人员；
- (5) 依据的法规、标准；
- (6) 考核周期内锅炉运行工况热效率测试结论；
- (7) 系统运行状况和燃料、水(介质)、电、运行参数等检测、计量方法；
- (8) 检测、计量仪器仪表的配备说明(包括量程、精度等)以及配置图，校验和鉴定状况；
- (9) 系统范围划分和确定(如介质循环泵是否包括二次泵等)、系统运行参数等；
- (10) 锅炉设计燃料元素分析；
- (11) 考核周期内锅炉燃料与设计燃料的符合性；
- (12) 辅机、辅助设备与产品设计要求的符合性；
- (13) 燃料、灰渣、水等样品化验机构名称；
- (14) 系统能效结果分析与评价结论。

## 8 附 则

### 8.1 规则解释权

本规则由国家质检总局负责解释。

### 8.2 施行时间

本规则自 2010 年 12 月 1 日起施行。

## 附件 A

## 术语和定义

## A1 锅炉出力

蒸汽锅炉的蒸发量、热水锅炉和有机热载体锅炉的热功率统称为锅炉出力。

## A2 燃料

## A2.1 固体燃料

任何在标准状态下以固态形式存在的燃料，包括煤、油页岩、甘蔗渣、木柴和固体废料等。

## A2.2 液体燃料

任何在标准状态下以液态形式存在的燃料，包括燃料油、工业废液(如碱液、镁液等)。

## A2.3 气体燃料

在标准状态下以气态形式存在的燃料，包括天然气、高炉煤气、焦炉煤气、城市煤气、液化石油气等。

## A3 发热量

## A3.1 高位发热量

单位质量(重量)的固体或者液体燃料、单位体积的气体燃料在特定的条件下完全燃烧所释放的热量，其中包括烟气中水蒸气凝结成水时放出的热量。

## A3.2 低位发热量

单位质量(重量)的固体或者液体燃料、单位体积的气体燃料在特定的条件下完全燃烧所释放的热量中扣除烟气中水蒸气凝结成水的汽化潜热所得的热量。

## A4 输入、输出热量

## A4.1 输入热量

即每千克或者每标准立方米燃料输入锅炉的总热量，包括燃料的收到基低位发热量和显热，以及用外来热源加热燃料或者空气时所带入的热量(电加热锅炉以输入电

功率换算为热量)。

#### A4.2 输出热量

通过蒸汽、水、有机热载体等介质由锅炉向外提供热量与进入锅炉的水、有机热载体等介质带入热量之差。

#### A5 基准温度

为计算锅炉能量平衡中各项输入、输出与损失所确定的起算温度。

#### A6 热工况稳定状态

热工况稳定状态是指锅炉出力和主要热力参数波动范围在 5% 内, 其平均值已不随时间不断变化的运行状态。

#### A7 锅炉出力范围

锅炉制造单位提供的锅炉安全、稳定运行的最大出力与最小出力的区间(其中包括额定出力)。

#### A8 锅炉热效率

同一时间内锅炉有效利用热量与输入热量的百分比。

#### A9 锅炉热负荷

锅炉所承担用户的热需求量。

#### A10 锅炉工况

##### A10.1 锅炉额定工况

锅炉在设计额定出力和参数下运行的工作状态。

##### A10.2 锅炉实际运行工况

锅炉满足用户实际热负荷需求运行的工作状态。

## A11 测试方法

### A11.1 正平衡法

直接测量输入热量和输出热量来确定效率的方法。

### A11.2 反平衡法

通过测定各种燃烧产物热损失和锅炉散热损失来确定效率的方法。

## 附件 B

## 符号和单位

序号	符号	名称	单位
1	$A_{ar}$	入炉燃料收到基灰分	%
2	$B_{di}$	考核周期内单台锅炉入炉某种燃料量	kg 或 $m^3$
3	$B_{xi}$	考核周期内锅炉系统入炉某种燃料量	kg 或 $m^3$
4	$B_{dpj,D}$	考核周期内单台锅炉单位蒸发量平均消耗燃料折算标准煤量	kg/kg
5	$B_{dpj,Q}$	考核周期内单台锅炉单位输出热量平均消耗燃料折算标准煤数	kg/MJ
6	$B_{xpi,D}$	考核周期内锅炉系统单位蒸发量平均消耗燃料折算标准煤数	kg/kg
7	$B_{xpi,Q}$	考核周期内锅炉系统单位输出热量平均消耗燃料折算标准煤数	kg/MJ
8	$C_{fh}$	飞灰可燃物含量	%
9	$C_{lm}$	漏煤可燃物含量	%
10	$C_{lz}$	炉渣可燃物含量	%
11	$(ct)_{lz}$	炉渣的焓	kJ/kg
13	$D_{d,js}$	考核周期结束时单台锅炉蒸汽流量表累计蒸发量	kg
14	$D_{d,ks}$	考核周期开始时单台锅炉蒸汽流量表累计蒸发量	kg
15	$D_{d,lj}$	考核周期内单台锅炉累计蒸发量	kg
16	$D_{dgs,js}$	考核周期结束时单台锅炉给水流量表累计给水量	kg
17	$D_{dgs,ks}$	考核周期开始时单台锅炉给水流量表累计给水量	kg
18	$D_{dpw,lj}$	考核周期单台锅炉累计排污水量	kg
19	$D_{x,js}$	考核周期结束时锅炉系统蒸汽流量表累计蒸发量	kg
20	$D_{x,ks}$	考核周期开始时锅炉系统蒸汽流量表累计蒸发量	kg
21	$D_{x,lj}$	考核周期内锅炉系统累计蒸发量	kg
22	$D_{xgs,js}$	考核周期结束时锅炉系统给水流量表累计给水量	kg
23	$D_{xgs,ks}$	考核周期开始时锅炉系统给水流量表累计给水量	kg
24	$D_{xpw,lj}$	考核周期锅炉系统累计排污水量	kg

续表

序号	符号	名称	单位
25	$D_{xgs,lj}$	考核周期内锅炉系统给水量	kg
26	$D_{xgs,js}$	考核周期结束时锅炉系统给水流量表累计水量	kg
27	$D_{xgs,ks}$	考核周期开始时锅炉系统给水流量表累计水量	kg
28	$D_{xln,js}$	考核周期结束时锅炉系统回用冷凝水流量表累计水量	kg
29	$D_{xln,ks}$	考核周期开始时锅炉系统回用冷凝水流量表累计水量	kg
30	$D_{xbc,lj}$	考核周期内锅炉系统介质(水或者有机热载体)总累计补充量	kg
31	$D_{xbc,js}$	考核周期结束时锅炉系统介质(水或者有机热载体)补充流量表累计量	kg
32	$D_{xbc,ks}$	考核周期开始时锅炉系统介质(水或者有机热载体)补充流量表累计量	kg
33	$D_{xpi,D}$	考核周期内锅炉系统单位蒸发量平均消耗水量	kg/kg
34	$D_{xpi,Q}$	考核周期内锅炉系统单位输出热量平均介质(水或者有机热载体)补充量	kg/MJ
35	$\tau_d$	考核周期内单台锅炉平均排污率	%
36	$\tau_x$	考核周期内锅炉系统平均排污率	%
37	$E_{d,lj}$	考核周期单台锅炉辅机、辅助设备累计总耗电量	kW·h
38	$E_{x,lj}$	考核周期锅炉系统辅机、辅助设备累计总耗电量	kW·h
39	$E_{sf}$	考核周期单台锅炉或系统送风机累计耗电量	kW·h
40	$E_{yf}$	考核周期单台锅炉或系统引风机累计耗电量	kW·h
41	$E_{ip}$	考核周期单台锅炉或系统炉排驱动装置累计耗电量	kW·h
42	$E_{rl}$	考核周期单台燃煤锅炉或系统炉前燃料加工或燃油锅炉油泵、加热及机械雾化装置累计耗电量	kW·h
43	$E_{ec}$	考核周期单台锅炉或系统二次风机累计耗电量	kW·h
44	$E_{cz}$	考核周期单台锅炉或系统机械出渣装置累计耗电量	kW·h
45	$E_{sb}$	考核周期单台锅炉或系统给水泵或介质循环泵累计耗电量	kW·h
46	$E_{scl}$	考核周期单台锅炉或系统水处理装置累计耗电量	kW·h
47	$E_{dpi,D}$	考核周期内单台锅炉单位蒸发量平均电消耗量	kW·h/kg
48	$E_{dpi,Q}$	考核周期内单台锅炉单位输出热量平均电消耗量	kW·h/MJ
49	$E_{xpi,D}$	考核周期内锅炉系统单位蒸发量平均电消耗量	kW·h/kg

续表

序号	符号	名称	单位
50	$E_{xpi,Q}$	考核周期内锅炉系统单位输出热量平均消耗电量	kW·h/MJ
51	$m、n$	燃料计算系数	
52	$Q_{net,v,ar}$	燃料收到基低位发热量	kJ/kg 或 kJ/m <sup>3</sup>
53	$Q_{di}$	考核周期内单台锅炉入炉某种燃料量低位发热量	kJ/kg 或 kJ/m <sup>3</sup>
54	$Q_{rd,lj}$	考核周期内单台锅炉入炉燃料累计总热量	MJ
55	$Q_{d,lj}$	考核周期单台锅炉累计输出热量	MJ
56	$Q_{d,js}$	考核周期结束时单台锅炉热量表累计输出热量	MJ
57	$Q_{d,ks}$	考核周期开始时单台锅炉热量表累计输出热量	MJ
58	$Q_{xi}$	考核周期内锅炉系统入炉某种燃料量收到基低位发热量	kJ/kg 或 kJ/m <sup>3</sup>
59	$Q_{rx,lj}$	考核周期内锅炉系统入炉燃料累计总热量	MJ
60	$Q_{x,js}$	考核周期结束时锅炉系统热量表累计输出热量	MJ
61	$Q_{x,ks}$	考核周期开始时锅炉系统热量表累计输出热量	MJ
62	$Q_{x,lj}$	考核周期锅炉系统累计输出热量	MJ
63	$q_2$	排烟热损失	%
64	$q_3$	气体未完全燃烧热损失	%
65	$q_4$	固体未完全燃烧热损失	%
66	$q_5$	散热损失	%
67	$q_{5ed}$	锅炉额定出力下散热损失	%
68	$q_6$	灰渣物理热损失	%
69	$t_{lk}$	入炉冷空气温度	℃
70	$t_{py}$	排烟温度	℃
71	$\alpha_{fh}$	飞灰含灰量占入炉煤总灰量的重量百分比	%
72	$\alpha_{lm}$	漏煤含灰量占入炉煤总灰量的重量百分比	%
73	$\alpha_{lz}$	炉渣含灰量占入炉煤总灰量的重量百分比	%
74	$\alpha_{py}$	排烟处过量空气导致	
75	$\eta_j$	按照简单测试方法计算的锅炉热效率	%

注 B：本规则中气体(燃气、烟气)单位符号 m<sup>3</sup>的意义，为标准状态下测得的体积，单位为立方米，简称“标准立方米”。

附件 C

报告编号：

## 锅炉能效测试报告

项 目 名 称：\_\_\_\_\_

测 试 方 法：\_\_\_\_\_

锅 炉 型 号：\_\_\_\_\_

委 托 单 位：\_\_\_\_\_

测 试 地 点：\_\_\_\_\_

测 试 日 期：\_\_\_\_\_

(测试机构名称)

## 注意事项

1. 本报告书应当由计算机打印输出，或者用钢笔、签字笔填写，字迹要工整，涂改无效。
2. 本报告书无审核、批准人员签字无效。
3. 本报告书无测试机构的试验专用章或者公章无效。
4. 本报告书一式三份，由测试机构和使用单位分别保存。
5. 受检单位对本报告结论如有异议，请在收到报告书之日起 15 日内，向测试机构提出书面意见。

单位地址：

邮政编码：

电话：

传真：

网址：

## 目 录

一、锅炉能效测试综合报告 .....	第 页
二、锅炉能效测试项目 .....	第 页
三、锅炉能效测试测点布置及测试仪表说明 .....	第 页
四、测试数据综合表 .....	第 页
五、锅炉设计数据综合表 .....	第 页
六、能效测试结果汇总表 .....	第 页

## 一、锅炉能效测试综合报告

报告编号：

设备品种		锅炉型号	
总图号		产品编号	
制造单位			
测试地点		测试日期	年 月 日— 年 月 日
测试类型	<input type="checkbox"/> 定型产品热效率测试 <input type="checkbox"/> 锅炉热效率简单测试 <input type="checkbox"/> 锅炉热效率详细测试		
测试依据	1. 《锅炉节能技术监督管理规程》(TSG G0002)； 2. 《工业锅炉能效测试与评价规则》(TSG G0003)； 3. 相应标准或者其他要求		
测试说明	[一般包括： 1.测试用燃料主要参数，是否符合设计要求； 2.测试用的方法； 3.锅炉机组布置(如单元布置)； 4.实际测试的运行工况及参数； 5.锅炉生产及投用日期； 6.燃料分析分包情况说明； 7.其他需要说明的内容]		
测试结论	测试工况		
	锅炉效率		
	排烟温度		
	过量空气系数		
	结论分析		
测试人员：			
测试负责人：	日期：	(测试机构测试专用章或者公章) 年 月 日	
编制：	日期：		
审核：	日期：		
批准：	日期：		

共 页 第 页

## 二、锅炉能效测试项目

报告编号：

序号	试 验 项 目	
1	锅炉出力	
2	正平衡 效率测试	
3	反平衡 效率测试	
编制：	日期：	审核：
		日期：

共 页 第 页

### 三、锅炉能效测试测点布置及测试仪表说明

#### 1. 测点布置

报告编号：

示意图

示意图			
序号	测点名称	测点位置	测点数量
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
记录：		日期：	校对：
			日期：

共 页 第 页

## 2. 测试仪表说明

报告编号：

序号	测试项目	仪表名称	仪表精度	仪表编号	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
编制：		日期：		审核：	
				日期：	

共 页 第 页

## 四、测试数据综合表

(按照按 GB/T 10180 《工业锅炉热工性能试验规程》表 2，其中简单测试、系统运行能效评价数据综合表参照此表编制)

## 五、锅炉设计数据综合表

(按照按 GB/T 10180 《工业锅炉热工性能试验规程》表 3)

## 六、能效测试结果汇总表

报告编号：

测试 次数	锅炉 出力 t/h (MW)	正平衡 效率 $\eta_1$ (%)	反平衡 效率 $\eta_2$ (%)	平均效 率(注) $\eta_{1,2}$ (%)	排烟 温度 $t_{py}$ (°C)	排烟处 过量空 气系数 ( $\alpha_{py}$ )	炉渣可 燃物含 量 $Cl_s$ (%)
1							
2							
锅炉平均出力			t/h(MW)	锅炉热效率			%

注：平均效率  $\eta_{1,2} = (\eta_1 + \eta_2) / 2$ 。