

# 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



## 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) |

## 测试与系统运行能效评价

以下条件的工业锅炉及其系统的能效测试与评价

六千三百千瓦及以上蒸汽锅炉和热水锅炉

本体锅炉

用于

能效测试与评价

系统能效测试、能效评价

锅炉运行能效

和定义

见附录

和单

附录

的

号

见附件 没有注明《试验规程》的规定。

程序

应包括编制测试大纲、现场测

写工作底稿





是现在用工业锅炉  
的现状。

效率简单测试

简单测试包括以下项目

通过  
空气  
燃料  
效率  
损失

CSB

位置及其量  
收到基本测试不用于燃气

第(2)项中

锅炉等

燃料

3.3-4) 进行计算:

表 1 不同燃料热值系数

| 燃料 | 热值  | 系数  |
|----|-----|-----|
| 煤  | 1.2 | 0.3 |
| 油  | 3.6 | 0.9 |

3.3-5) 计算热损失 (q<sub>2</sub>)

损失 (q<sub>2</sub>) 按公式 (3.3-1) 计算。

3.3-6) 计算完全燃烧热损失 (q<sub>3</sub>)

按

公式 (3.3-2)

计算。

3.3-7) 计算

按公式 (3.3-3) 计算。

3.3-8) 计算

按

$$A_{eq} \times \left( \frac{C_{eq}}{100 - C_{eq}} + \frac{C_{eq}}{100 - C_{eq}} \right)$$



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 | ≤4  | 6    | 10  | 15  | 20   | 35  | ≥65 |
|----------------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|
|                |     | MW  | ≤2.8 | 4.2 | 7.0 | 10.5 | 14  | 29  |
| 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):



限期

运行绩效评估周期是应用单位

一般以月、季、半年、一年为周期单位。

计量仪表

精度、安装、使用、检定等应当符合国家相关法

装置及系统应当定期进行检验、维修和保养，以确保

测试与评估数据

准确性与评价记录，计量数据应当准确、完整、完整

能源文件

蒸汽流量计、热水锅炉、有机热载体锅炉累计输出热

量、按低位发热值计算的燃料燃烧热量；

所配备主要辅机、辅助设备总耗能电量，包括锅炉汽

轮机、空气压缩机、蒸汽锅炉等水、电、汽、油、煤

耗量，水处理系统装置耗电量检测、计量

能源

内全部锅炉或者同一类型锅炉及辅机

能源

发电、供热、制冷、空调、采暖



炉  
 消耗量的计算，见公式(3-5)：





### 附件二 试验检测仪器设备目录

附件三 试验检测仪器设备目录

附件四 试验检测仪器设备目录

附件五

附件六

附件七

附件八

附件九

附件十

附件十一

附件十二 试验检测仪器设备目录

附件十三

附件十四 试验检测仪器设备目录

附件十五

附件十六

附件十七

附件十八

附件十九

附件二十

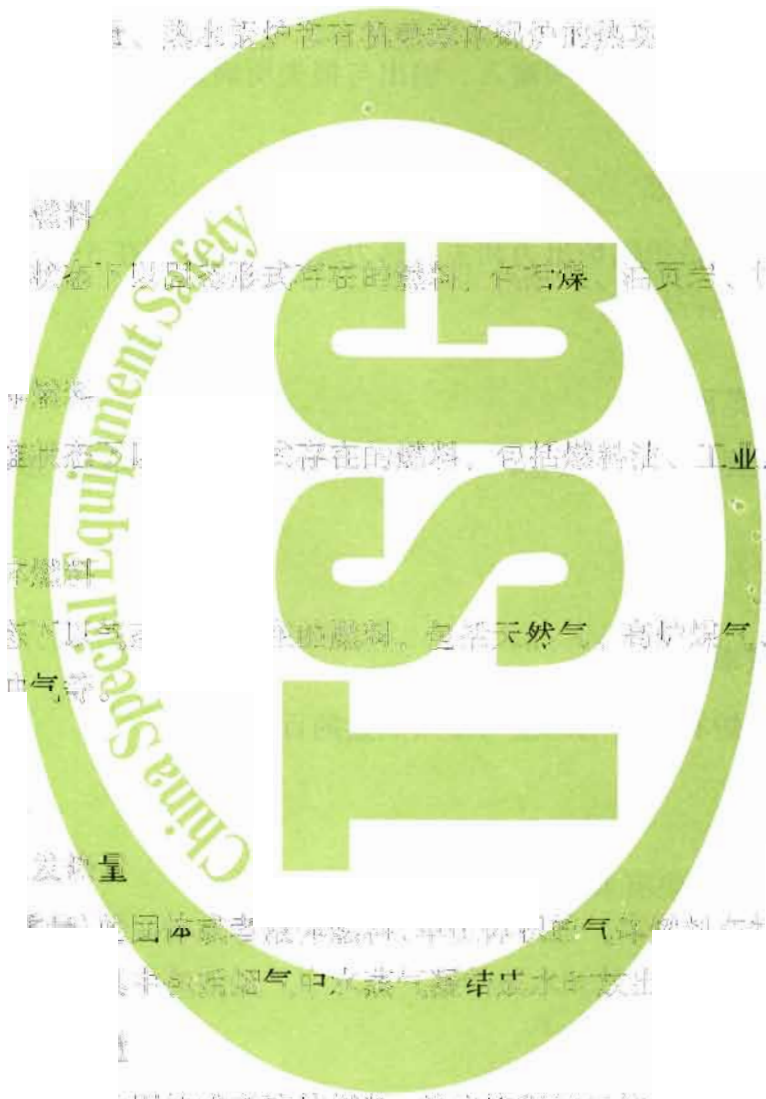
附件二十一

附件二十二

附件二十三

附件二十四

附件二十五



1. 热水锅炉省油的原理和炉的热效

燃料

状态下以固态形式存在的燃料，如无烟煤、褐煤、泥

油燃料

状态下以液态形式存在的燃料，包括燃料油、工业

气体燃料

状态下以气态形式存在的燃料，包括天然气、高炉煤气、

城市气等。

发热量

指单位质量（或单位体积）的燃料完全燃烧时所放出的热量。

其中烟气中水蒸气凝结水的热量

↑

China Special Equipment Safety





## 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。

收到基水分

内化燃料炉入炉某种燃料量

内化燃料系统入炉某种燃料量

内化燃料系统单位蒸发量平均消耗燃料量

内化燃料系统单位蒸发量平均消耗燃料量

内化燃料系统单位蒸发量平均消耗燃料量

内化燃料系统单位蒸发量平均消耗燃料量

内化燃料系统单位蒸发量平均消耗燃料量

内化燃料系统单位蒸发量平均消耗燃料量

内化燃料系统单位蒸发量平均消耗燃料量

内化燃料系统单位蒸发量平均消耗燃料量

内化燃料系统单位蒸发量平均消耗燃料量

内化燃料系统单位蒸发量平均消耗燃料量

内化燃料系统单位蒸发量平均消耗燃料量

内化燃料系统单位蒸发量平均消耗燃料量

内化燃料系统单位蒸发量平均消耗燃料量

内化燃料系统单位蒸发量平均消耗燃料量

量表累计给水量

附录A 燃气轮机发电机组能效计算方法

A.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

A.1 燃气轮机发电机组热效率计算方法

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<br>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<br>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<br>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)

其在外國製造者。

的試驗專用章或檢定章。

由國家標準化檢驗單位分別檢定。

對本報告結果如有異議，請在收到報告書之日起 15 日



## 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)；<br>2. 《工业锅炉能效测试与评价规则》(TSG G0003)；<br>3. 相应标准或者其他要求   |                          |              |
| 测试说明   | [一般包括：<br>1.测试用燃料主要参数，是否符合设计要求；<br>2.测试用的方法；<br>3.锅炉机组布置(如单元布置)；<br>4.实际测试的运行工况及参数；<br>5.锅炉生产及投用日期；<br>6.燃料分析分包情况说明；<br>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)<br>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<br>效率测试 |     |     |
|     |             |     |     |
|     |             |     |     |
|     |             |     |     |
|     |             |     |     |
|     |             |     |     |
|     |             |     |     |
|     |             |     |     |
|     |             |     |     |
|     |             |     |     |
| 3   | 反平衡<br>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 |      |      |      |
|-----|------|------|------|
| 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



### 六、能效测试结果汇总表

报告编号：

| 测试次数   | 锅炉出力<br>t/h<br>(MW) | 正平衡效率<br>$\eta_1$<br>(%) | 反平衡效率<br>$\eta_2$<br>(%) | 平均效率(注)<br>$\eta_{1.2}$<br>(%) | 排烟温度<br>$t_{py}$ (°C) | 排烟处过量空气系数<br>( $\alpha_{py}$ ) | 炉渣可燃物含量<br>$Cl_s$ (%) |
|--------|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 1      |                     |                          |                          |                                |                       |                                |                       |
| 2      |                     |                          |                          |                                |                       |                                |                       |
|        |                     |                          |                          |                                |                       |                                |                       |
|        |                     |                          |                          |                                |                       |                                |                       |
|        |                     |                          |                          |                                |                       |                                |                       |
| 锅炉平均出力 |                     | t/h(MW)                  |                          | 锅炉热效率                          |                       | %                              |                       |

注：平均效率  $\eta_{1.2} = (\eta_1 + \eta_2) / 2$ 。

共 页 第 页