

ICS

火焰加热炉节能监测方法

Monitoring and testing method for energy saving of flame heating furnace

（征求意见稿）

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家标准化管理委员会

发布

中华人民共和国国家标准

GB/T 15319—20XX

目 次

前言………………………………………………………………………………………………II

1 适用范围…………………………………………………………………………………………1

2 规范性引用文件…………………………………………………………………………………1

3 术语和定义………………………………………………………………………………………1

4 节能监测检查……………………………………………………………………………………3

5 节能监测测试……………………………………………………………………………………4

6 节能监测合格指标………………………………………………………………………………5

7 节能监测结果评价………………………………………………………………………………9

附录A（规范性附录）火焰加热炉节能监测数据表样式………………………………………5

附录B（规范性附录）火焰加热炉节能监测结果判定表样式…………………………………6

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由国家发展和改革委员会资源节约和环境保护司、工业和信息化部节能与综合利用司提出。

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会（SAC/TC20）归口。

本标准起草单位：中国标准化研究院、龙正环保股份有限公司、山东金升集团、洛阳瑞昌石油化工设备有限公司、河南省天利重工科技有限公司、苏州市计量测试院、机械工业环保产业发展中心、机械工业节能与资源利用中心、广州市天工开物科技有限公司、南京意西欧环境科技有限公司、武汉科技大学、东华大学、重庆大学、无锡市节能监察中心。

本标准主要起草人：赵跃进、罗志明、王春雨、邵松、李明科、李长武、赵强、李振清、杨喆、赵紫寒、王保生、肖振清、张华、周亚素、冉景煜、薛利剑。

### 火焰加热炉节能监测方法

### 1 范围

本标准规定了火焰加热炉能源利用状况的监测内容、监测方法和合格标志。

本标准适用于炉底有效面积大于或等于0.5平方米的火焰加热炉。

本标准不适用于火焰热处理炉。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的，凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 212 煤的工业分析方法

GB/ T 1028 工业余热术语、分类、等级及余热资源量计算方法

GB/T 10180-2003 工业锅炉热工试验规范

3 术语和定义

GB/T 1028确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

**3.1**

**火焰加热炉 flame heating furnace**

通过燃烧固体、气体或液体燃料形成高温火焰或烟气，以火焰或烟气加热工质或工件的封闭形式的工业加热设备。一般由燃烧器、炉膛（含炉管）、余热回收系统、送风系统等组成。

**3.2**

**燃烧器 burner**

将燃料和空气按预定的流速、湍流程度和浓度引入加热炉内形成并保持正常点火和燃烧的设备。燃烧器根据所烧燃料种类进行分类，例如：烧油燃烧器、烧气燃烧器、油气联合燃烧器，煤粉燃烧器等。

**3.3**

**烟气 flue gas**

包括过剩空气在内的气态燃烧产物。

**3.4**

**高位发热量 higher heating value**

以15℃为基准，单位燃料燃烧释放的总热量。

**3.5**

**低位发热量 lower heating value**

高位发热量减去单位燃料中氢燃烧生成水的汽化潜热。

**3.6**

**散热损失 setting loss**

通过加热炉、烟道和附属设备（有余热回收系统时）外表面散发到周围的热量。

**3.7**

**排烟热损失 stack heat loss**

离开最终换热面时，烟气在此温度下的显热。

**3.8**

**可比单位燃耗 comparable unit burnup**

以不少于一个生产周期的合格加热工件折合质量计算的单位产品燃料消耗称为可比单位燃耗，简称可比单耗。

### 4 节能监测检查项目

4.1 火焰加热设备运行状况，检查项目包括以下内容：

a) 查看火焰加热设备运行是否正常，设备配置和使用是否合理。

b) 查看交流接触器、电动机、风机等设备是否是国家明令淘汰的产品。

c) 火焰加热设备应具有完整的设备台账、运行记录、检修和改造记录等技术档案。

4.2 监控仪表配备齐全，火焰加热设备保温材料完好。

4.3 炉体外型及附属设备完好，传动装置灵活可靠；

4.4 应具有经济燃烧的调节装置，并配备相应的监测仪表，如氧量表、排烟温度表等；

4.5 有经济燃烧的操作规程，设备主要操作人员应有培训合格证和上岗资质证明；

4.6 应有余热、余能资源回收利用装置，应符合GB/T 1028的要求；

4.7 应有具备资质专业机构出具的可比单位燃耗测试报告。

### 5 节能监测测试

**5.1 节能监测测试项目**

火焰加热炉节能监测应包括以下测试项目：

a)排烟温度;

b)过量空气系数;

c)炉渣含碳量（使用燃煤火焰加热炉）;

d)炉体外表面温度;

e)可比单位燃耗。

**5.2 节能监测周期**

火焰加热炉监测时间间隔应不超过三年。

**5.3 节能监测要求**

5.3.1 节能监测应在节能检查项目通过后，火焰加热炉处于正常生产实际运行工况下进行。

5.3.2 连续运行的火焰加热炉从热工况达到稳定状态开始，监测时间应不少于 1 h；间歇性火焰加热炉监测时间为一个加热周期；监测项目每隔 15 min 读数记录一次，取算术平均值。

5.3.3 监测所用的仪器、仪表应能满足监测项目的要求，并在检定/校准周期内，准确度等级应满足以下要求：

a） 用于监测空气系数烟气分析仪示值误差不超过±5%；

b） 用于监测排烟温度的烟气分析仪、插入式热电偶等不低于Ⅰ级；

c） 用于监测炉体外表面温度的红外测温仪、表面热电偶等示值误差不超过±1%。

**5.4 排烟温度**

5.4.1 排烟温度的测点应布置在烟道截面上烟气温度比较均匀的位置上，根据炉子的大小，一般可布置在炉体烟气出口 1 m～2 m 的烟道上。测温元件应插入烟道中心处并保持热电偶插入处的密封。

5.4.2 设有余热回收装置的火焰加热炉测点可布置在余热回收装置烟气出口 0.5 m 左右处，测温探头应插至烟道横截面的中心位置。

**5.5 过量空气系数**

5.5.1 烟气取样点应与排烟温度测点布置在同一烟道截面上，烟气取样和测温应同步进行。

5.5.2 空气系数应按公式1计算:



 ……………………（公式1）

式中：O2、RO2、CO、CH4、H2——干燃烧产物的百分含量%。对于固体燃料和液体燃料不分析CH4和H2。

**5.6 炉渣含碳量（使用燃煤火焰加热炉）**

5.6.1 灰渣的取样应注意均匀性和代表性。灰渣的取样、缩制方法可按照GB/T 10180-2003附录A（补充件）进行；化验分析按照GB/T 212进行。

5.6.2 各种灰渣的取样方法：

a) 装有机械除渣设备的锅炉，可在灰渣的出口处定期取样（一般每15min取一次）。样品制备方法按GBT 10180-2003 附录A进行；

b) 每次实验采集的原始灰渣样数量应不少于总灰渣量的2% ，当煤的灰分Ad≥40%时，原始灰渣样重量量应不少于总灰渣量的1%，但总灰渣样重量应不少于20kg。当总灰渣量少于20kg时应予全部取样。缩分后的灰渣样重量应不少于1kg。在湿法除渣时，应将灰渣铺开在清洁地面上，待稍干后再称重和取样。漏煤与飞灰取样缩分后的重量应不少于0.5kg。

**5.7 炉体外表面温度**

5.7.1 炉体外表面温度测点的布置应具有代表性，一般应按炉内温度区段均匀布设，视炉体外表面面积的大小，一般取 0.5 m2～2 m2一点。测得的炉体外表面温度取其最大值为监测结果。

5.7.2 测点布置应避免受高温辐射和溢气的影响，窥视孔、炉门、烧嘴孔、热偶孔、上烟道及余热器附近边距 500 mm 范围内不应布置测点（特殊情况除外）。

**5.8 可比单位燃耗**

5.8.1 可比单耗的测试项目及计算方法参照行业能耗分等标准进行。

5.8.2 燃料的取样、化验按照GB/T 212、GB/T 10180-2003进行。

### 6节能监测合格指标

**6.1 节能设计方式**

火焰加热炉应采取余热回收的方式进行节能设计。

火焰加热炉余热资源应优先考虑用于加热炉本系统，例如：预热助燃空气、燃料等；当无法用于本系统或使用后仍有富余，才用于本系统之外，进行热、电联产或热、电、冷并供。

应根据余热温度等级的高低，合理选用与之相适应的各类换热器进行余热回收利用，在低温段应注意防止露点腐蚀或采用玻璃等防腐材料作为余热回收设备。

应根据烟气成分和性质的不同，合理选用不同形式的余热回收设备。对高灰分烟气应采用耐磨和防堵的装置。对含有腐蚀性成分的烟气应采用玻璃、陶瓷等材质制作换热原件或在换热原件表面进行防腐处理。

**6.2 火焰加热炉热效率计算**

火焰加热炉效率为总热效率，计算公式如公式2：



 ………………（公式2）

e ——火焰加热炉总效率 单位为（%）；

$h\_{L}$—— 所烧燃料的低位发热量，单位为千焦每千克（kJ/kg）；

$h\_{H}$—— 所烧燃料的高位发热量，单位为千焦每千克（kJ/kg）；

△$h\_{a}$——空气带入显热修正值，单位为千焦每千克（kJ/kg）；

△$h\_{f}$——燃料带入显热修正值，单位为千焦每千克（kJ/kg）；

△$h\_{m}$——雾化剂带入显热修正值，单位为千焦每千克（kJ/kg）（如有则需计算）；

$h\_{r}$——散热损失，单位为千焦每千克（kJ/kg）；

$h\_{s}$——排烟热损失，单位为千焦每千克（kJ/kg）；

 $△h\_{a}=c\_{pa}（T\_{a}-T\_{d}）×（每kg燃料所需的空气质量kg）$；

或 $△h\_{a}=（空气焓差）×（每kg燃料所需的空气质量kg）$；

 $△h\_{f}=c\_{pf}（T\_{f}-T\_{d}）$；

 $△h\_{m}=c\_{pm}\left（T\_{m}-T\_{d}\right）×\left（每kg燃料所需的雾化剂质量kg\right）$

 $△h\_{m}=（雾化剂焓差）×（每kg燃料所需的雾化剂质量kg）$（如有则需计算）；

**6.3 火焰加热炉节能检测合格热效率参考值**

表1 火焰加热炉节能检测合格热效率参考值

|  |  |
| --- | --- |
| 加热炉总热效率 | 建议措施 |
| <82% | 关停 |
| 82-88% | 限期进行节能整改 |
| 88-92% | 进行节能整改 |
| >92% | 给予政策性奖励 |

**6.4 火焰加热炉余热资源等级**

若计算加热炉总热效率中部分参数无法测试，也可参考下表进行加热炉分类，并依据分类进行节能监测合格的认证工作。

表2 火焰加热炉余热资源等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 余热利用投资回收期（年） | 常见余热资源举例 |
| 一等余热资源 | <2 | 可燃性废气、废液、废料450℃以上的烟气、废水500℃以上废渣 |
| 二等余热资源 | 2-4 | 250-400℃的烟气、废水350-500℃的废渣 |
| 三等余热资源 | >4 | 100-250℃的烟气、废水200-350℃的废渣 |
| 四等余热资源 | >6 | <100℃的烟气、废水<200℃的废渣 |

表3 火焰加热炉节能监测合格标准及处理意见

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 废热排放状态 | 节能监测结果 | 建议处理意见 |
| 产生一类余热资源 | 不合格 | 加热炉使用单位提出整改措施并实施 |
| 产生二类余热资源 | 不合格 | 加热炉使用单位提出整改措施并实施 |
| 产生三类余热资源 | 合格 | 无处罚，无奖励 |
| 产生四类余热资源 | 合格 | 应有地方环保部门检测标定后给以政策性奖励 |

**6.5 排烟温度指标**

 排烟温度合格指标见表4。

表4 火焰加热炉排烟温度合格指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 烟气出炉温度 ℃ | ≤500 | ≤600 | ≤700 | ≤800 | ≤900 | ≤1000 | >1000 |
| 排烟温度 | 使用低发热量燃料时℃ | ≤300 | ≤350 | ≤380 | ≤450 | ≤480 | ≤520 | 550~400 |
| 使用高发热量燃料时℃ | ≤290 | ≤330 | ≤360 | ≤430 | ≤460 | ≤500 | 530~400 |

**6.6 过量空气系数指标**

 过量空气系数合格指标见表5。

表5 火焰加热炉过量空气系数合格指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 燃料种类 | 燃烧方式 | 过量空气系数 |
| 固体燃料 |  | ≤2.0 |
| 液体燃料 | 高压喷嘴低压喷嘴 | ≤1.25≤1.20 |
| 气体燃料 | 有焰燃烧无焰燃烧 | ≤1.25≤1.05 |

**6.7 炉体外表面温度指标**

 体外表面温度合格指标见表6。

表6 火焰加热炉炉体外表面温度合格指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 炉内温度/℃ | 侧墙温度/℃ | 炉顶温度/℃ |
| 700 | ≤50 | ≤90 |
| 900 | ≤70 | ≤105 |
| 1100 | ≤85 | ≤125 |
| 1300 | ≤100 | ≤140 |
| 1500 | ≤115 | ≤160 |

**6.8 燃煤火焰加热炉炉渣含碳量指标**

燃煤火焰加热炉炉渣含碳量合格指标见表7。

表7 燃煤火焰加热炉炉渣含碳量合格指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 煤种 | 烟煤 贫煤 褐煤Ι类无烟煤 | 其它煤种 |
| 炉渣含碳量% | ≤18 | ≤23 |

**6.9 可比单耗指标**
**6.9.1 锻造加热炉可比单耗指标**

锻造加热炉可比单耗合格指标，见表8。

表8 锻造加热炉可比单耗合格指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 炉膛材料 | 锻件种类 | 可比单耗(千克标煤/吨) |
| 纤维炉浇注料炉 | 水压机锻件 | ≤350 |
| 自由锻件 | ≤250 |
| 模锻件 | ≤200 |
| 砌砖炉 | 水压机锻件 | ≤450 |
| 自由锻件 | ≤400 |
| 模锻件 | ≤320 |

**6.9.2 轧钢加热炉可比单耗指标**

**轧钢加热炉可比单耗合格指标，见表9。**

表9 轧钢加热炉可比单耗合格指标

|  |  |
| --- | --- |
| 加热炉类型 | 加热炉可比单耗千克标煤/吨(坯)锭 |
| 中宽带 | ≤44 |
| 型材 | ≤45 |
| 窄带 | ≤40 |
| 卷材、线材、棒材及长材 | ≤42 |
| 中厚板 | ≤50 |
| 无缝加热炉 | ≤88 |

注：此处无缝加热炉指标为其冷坯时的指标。其余指标若为冷坯，且热装热送时，其对应的合格指标应为坯件济度（600℃）减去冷坯的温度（20℃），查焓值折算成千克标煤，然后再加上相应上表后的指标。

### 7 节能监测结果评价

7.1 节能监测合格判定

节能监测检查项目和节能监测测试项目均合格方可认为节能监测合格。

7.2 节能监测报告

《火焰加热炉节能监测数据表》和《火焰加热炉节能监报告》的内容和样式分别见附录A和附录C。对于监测不合格及检查项目未完善者，监测单位应做出能源浪费程度的评价报告和提出改进建议。

附录A

(规范性附录)

火焰加热炉节能监测数据表样式

表B.1 火焰加热炉节能监测数据表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 被监测单位 |  | 监测日期 |  |
| 型号规格 |  | 环境温度 |  |
| 额定负荷 |  | 编 号 |  |
| 火焰加热炉状况 | 燃料种类： | 燃料发热量： kJ/kg |
| 炉内温度： ℃ |  |
| 监测依据 |  |
|  |
| 序号 | 项目 | 单位 | 数据来源 | 测量值 | 监测值 |
| 1 | 炉内温度 | ℃ | 实测 |  |  |  |  |  |
| 2 | 排烟温度 | ℃ | 实测 |  |  |  |  |  |
| 3 | 侧墙外表面温度 | ℃ | 实测 |  |  |  |  |  |
| 4 | 炉顶外表面温度 | ℃ | 实测 |  |  |  |  |  |
| 5 | O2 | 10-2 | 实测 |  |  |  |  |  |
| 6 | CO | 10-6 | 实测 |  |  |  |  |  |
| 7 | RO2 | 10-6 | 实测 |  |  |  |  |  |
| 8 | H2 | 10-6 | 实测 |  |  |  |  |  |
| 9 | CH4 | 10-6 | 实测 |  |  |  |  |  |
| 10 | 过量空气系数 | / | 计算 | / |  |
|  |

监测人员：（签字） 审核人员：（签字）

附录B

(规范性附录)

火焰加热炉节能监测结果判定表样式

表C.1火焰加热炉节能监测报告

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 被监测单位 |  | 监测日期 |  |
| 型号规格 |  | 额定负荷 |  |
| 火焰加热炉状况 | 燃料种类： | 燃料热值： |
| 炉内温度： ℃ |  |
| 监测依据 |  |
| 监测检查项目 | 检查结果 | 结果评价 |
| 炉体外型及附属设备完好，传动装置灵活可靠，且不应是列入国家淘汰目录的设备。 |  |  |
| 应具有经济燃烧的调节装置，并配备相应的监测仪表，如氧量表、排烟温度表等。 |  |  |
| 有经济燃烧的操作规程，设备主要操作人员应有培训合格证和上岗资质证明。 |  |  |
| 应有余热、余能资源回收利用装置，并符合GB/T1028的要求。 |  |  |
| 应有具备资质专业机构出具的可比单位燃耗测试报告。 |  |  |
| 监测测试项目 | 测试结果 | 考核指标 | 结果评价 |
| 排烟温度/℃ |  |  |  |
| 过量空气系数 |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 炉顶外表面温度/℃ |  |  |  |
| 监测结果评价：单位名称（节能监测专用章） 年 月 日 |
| 监测： 审核： 批准： |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_