

山东省地方标准

DB37/T 4609—2023

生物质燃料锅炉能效评价规范

Specification for energy efficiency evaluation of biomass fuel boilers

2002 - 05 - 11 发布

2023 - 06 - 11 实施

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 能效评价的相关要求 2

5 锅炉定型产品热效率测试 4

6 锅炉运行工况热效率详细测试 5

7 锅炉运行工况热效率简单测试 5

8 生物质燃料以及炉渣、飞灰、漏料的采样、制样、化验分析方法 7

9 评价报告 7

附录 A（规范性） 生物质燃料的取样和制备 8

参考文献 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省市场监督管理局提出并组织实施。

本文件由山东省特种设备标准化技术委员会归口。

引 言

本文件依据《锅炉安全技术规程》、《锅炉节能环保技术规程》、《工业锅炉热工性能试验规程》等法规和标准的规定，结合生物质燃料锅炉现场实际测试经验编制而成。主要针对生物质燃料锅炉的特殊性，明确和细化了测试项目和评价要求。制定本文件的目的在于指导并规范生物质燃料锅炉的能效评价，为锅炉的安全、经济和环保运行提供技术支持。

生物质燃料锅炉能效评价规范

1 范围

本文件规定了生物质燃料锅炉能效测试的内容和评价。生物质燃料锅炉能效评价包括定型产品热效率测试、锅炉运行工况热效率详细测试和锅炉运行工况热效率简单测试的能效评价。

本文件适用于以生物质为燃料且额定压力小于3.8 MPa的锅炉的能效测试，余热利用装置或设备（烟道式余热锅炉除外）、蒸汽压力不小于3.8 MPa且蒸汽温度小于450 °C的生物质燃料锅炉参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 10180 工业锅炉热工性能试验规程
GB/T 25214 煤中全硫测定 红外光谱法
GB/T 28730 固体生物质燃料样品制备方法
GB/T 28731 固体生物质燃料工业分析方法
GB/T 28732 固体生物质燃料全硫测定方法
GB/T 28733 固体生物质燃料全水分测定方法
GB/T 28734 固体生物质燃料中碳氢测定方法
GB/T 30727 固体生物质燃料发热量测定方法
GB/T 30728 固体生物质燃料中氮的测定方法
GB/T 30732 煤的工业分析方法 仪器法
DL/T 567.3 火力发电厂燃料试验方法 第3部分：飞灰和炉渣样品的采取和制备
DL/T 567.6 火力发电厂燃料试验方法 第6部分：飞灰和炉渣可燃物测定方法
NB/T 47061 工业锅炉系统能源利用效率指标及分级

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

锅炉出力 boiler output

蒸汽锅炉的蒸发量，热水锅炉、有机热载体锅炉的热功率的总称。

3.2

锅炉热效率 boilerthermal efficiency

同一时间内生物质燃料锅炉（3.3）输出热量占输入热量的百分数。

注1：输入热量（heat input）为相应每千克固体（液体）燃料，或者每标准立方米气体燃料进入锅炉机组热平衡系统边界所有热量的总和，包括燃料的收到基低位发热量、物理显热、用外来热源加热燃料或空气时所带入的热量以及雾化燃料所用工质带入的热量。

注2：输出热量（heat output）为通过蒸汽、水、有机热载体等工质由锅炉向外提供的热量与进入锅炉的水、有机热载体等工质带入热量之差。

3.3

生物质燃料锅炉 biomass fuel boiler

以生物质（包含固体、液体、气体）作为燃料的锅炉。

3.4

正平衡测量法 direct procedure

直接测量输入热量和输出热量来确定热效率的方法。

注：也称直接测量法或输入-输出法。

3.5

反平衡测量法 indirect procedure

通过测定各种燃烧产物热损失和锅炉散热损失来确定热效率的方法。

注：也称间接测量法、热损失法或能量平衡法。

4 能效评价的相关要求

4.1 编制测试方案

测试方案至少包括以下内容：

- a) 测试任务、目的与要求；
- b) 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；
- c) 测点布置与所需仪表；
- d) 人员组织与分工；
- e) 测试工作程序。

4.2 锅炉及其系统测试前检查

锅炉及其系统测试前检查内容：

- a) 检查锅炉及其辅机设备的运行状况是否正常，如有不正常现象应予以排除；
- b) 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）道与其他锅炉相隔绝，以保证测试结果准确；
- c) 进行锅炉定型产品热效率测试时，还应该检查锅炉运行工况是否满足测试的相关要求，锅炉及其辅机配置的节能器（空气预热器、省煤器、冷凝器等）、燃烧器等是否与审图图纸一致。

4.2.1 预备性试验

预备性试验要求如下：

- a) 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，方可进行预备性试验；
- b) 预备性试验经各方认可、对试验数据无异议时，可视为一次正式试验。

4.2.2 现场测试

按照测试方案的要求进行现场测试和取样工作，并且记录相关测试数据。

4.2.3 编写测试报告

按照测试方案中的任务、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GB/T 10180的要求编写并出具锅炉能效测试报告。

4.3 测试人员

测试工作负责人员应由熟悉相关测试标准并有测试经验的专业人员担任，测试过程中的主要测试人员不宜变动。

4.4 测试仪器、仪表

测试时所用到的仪器、仪表规定如下：

- a) 测试使用的仪器、仪表在测量量程内应满足测量项目的精度要求；主要测量项目所用仪器、仪表应在检定/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/校准印记；如果运行表计达到上述要求，也可采用运行表计；试验前后应对所用仪器、仪表加以检查；
- b) 按照测试方案中测点布置的要求进行安装。

4.5 能效评价

4.5.1 评价目的

通过采集和分析设计、运行及运行数据等过程的信息资料，确定锅炉运行能效状况，识别节能机会并评价其节能效果，为生物质燃料锅炉的使用单位采取节能措施提供技术支持，以达到节约生物质燃料的使用、降低能源消耗的目的。

4.5.2 评价原则

生物质燃料锅炉无论其设备的新旧程度、计量监控器具配置齐全与否、能效状况的好与差，均有能效评价价值。节能机会优先权的排序可按依据受评单位能源管理目标、评价预期目标和可用于节能的财力及物力来进行。

4.5.3 评价内容和方法

评价内容和方法应按NB/T 47035和NB/T 47061的要求执行。

5 锅炉定型产品热效率测试

5.1 测试说明

锅炉定型产品热效率测试是为评价锅炉产品在额定工况下能效状况而进行的热效率测试。锅炉定型产品能效测试时，锅炉热效率测试与大气污染物初始排放测试应同时进行。

5.2 测试方法

不同类型锅炉热效率的测量采用如下方法：

- a) 手烧锅炉、下饲式锅炉采用正平衡测量法进行测试；
- b) 额定蒸发量(额定热功率)大于或者等于 10 t/h (7 MW) 的锅炉，可仅采用反平衡测量法（能量平衡法）进行测试；
- c) 其余锅炉均应同时采用正平衡测量法（输入-输出法）与反平衡测量法进行测试。

5.3 测试要求

在额定工况下，热效率测试应不少于2次。生物质燃料锅炉的测试时间的选取见表1，测试方法和计算公式参见GB/T 10180的规定。

表1 测试时间

燃烧方式	测试时间/h		
	直径（长度）≤25 mm 的非成型燃料；固体成型燃料		液体、气体生物质燃料
	棒状	非棒状	
手烧炉排、下饲炉排	≥8	≥5	—
火床燃烧、沸腾燃烧	≥4	≥4	—
火室燃烧	—	≥3	≥2

5.4 测试结果的确定

每次测试的正平衡测量法的结果与反平衡测量法的效率之差应不大于2%，正平衡或者反平衡测量法各自两次测试测得的效率之差均应不大于2%，燃液体燃料和燃气体燃料的锅炉各种平衡的效率之差均应不大于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。

注：冷凝锅炉的测试效率的测试结果确定参见NB/T 47066的相关要求。

5.5 测试条件

5.5.1 制造单位需要提供的资料

制造单位应提供以下产品资料：

- a) 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)；
- b) 经设计文件鉴定的锅炉总图；
- c) 锅炉热力计算书；
- d) 锅炉烟风阻力计算书；
- e) 锅炉水动力计算书；
- f) 锅炉使用说明书；
- g) 燃烧器型式试验证书（气体、液体生物质燃料）。

5.5.2 锅炉及其系统测试应具备的条件

锅炉及其系统的测试应具备以下条件：

- a) 锅炉在额定参数下处于安全、热工况稳定的运行状态；
- b) 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；
- c) 测试所用燃料符合设计燃料的要求；
- d) 试验期间不排污、不吹灰、安全阀不起跳；
- e) 锅炉及辅机系统各测点布置满足测试方案的要求。

6 锅炉运行工况热效率详细测试

6.1 测试说明

锅炉运行工况热效率详细测试是为评价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。

6.2 测试方法、测试要求、测试结果确定

测试方法、测试要求、测试结果确定按5.1、5.2、5.3的规定执行。

6.3 锅炉及其系统测试应具备的条件

锅炉及其系统的测试应具备以下条件：

- a) 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；
- b) 辅机与运行正常，系统不存在跑、冒、滴、漏现象；
- c) 测试期间使用同一品种和质量的燃料；
- d) 锅炉及辅机系统各测点布置满足测试方案的要求。

7 锅炉运行工况热效率简单测试

7.1 测试说明

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。

7.2 测试条件

锅炉运行工况热效率简单测试条件按6.2的规定。

7.3 测试项目

锅炉运行工况热效率简单测试包括以下项目：

- a) 排烟温度 t_{ds} ，℃；
- b) 排烟处过量空气系数 α_{ds} ；
- c) 排烟处一氧化碳含量 CO，%；
- d) 入炉冷空气温度 t_{ca} ，℃；
- e) 飞灰可燃物含量 C_{as} ，%；
- f) 漏料可燃物含量 C_{cl} ，%；
- g) 炉渣可燃物含量 C_s ，%；
- h) 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} ，%）；
- i) 测试开始和结束的时间。

注：第e)至f)项和第g)项中的收到基灰分测试不适用于燃液体燃料和气体燃料锅炉。

7.4 测试要求

7.4.1 正式测试时间

每个试验工况的时间按如下规定进行：

- a) 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 1 h；
- b) 手烧炉排、下饲炉排等燃烧固体燃料的锅炉不少于 1 h，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；
- c) 液体燃料和气体燃料锅炉不少于 0.5 h；
- d) 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）。

7.4.2 测试次数

锅炉运行工况热效率简单测试次数为1次。

7.4.3 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。

7.4.4 参数的计算或者选取

不同燃料的计算系数（m、n）的选取按表2；飞灰、漏料、炉渣含灰量占入炉燃料总灰量的重量百分比（ α_{as} 、 α_{cl} 、 α_s ）的选取按表3。

表2 不同燃料的计算系数

生物质燃料种类	固体燃料	液体、气体
m	0.6	0.5
n	3.8	3.45

表3 飞灰、漏料、炉渣含灰量占入炉燃料总灰量的重量百分比（%）

燃烧方式	飞灰 α_{as}	漏料 α_{cl}	炉渣（冷灰） α_s
往复炉排	50~30	5	45~65
振动炉排	50~30	5	45~65
链条炉排	50~30	5	45~65
流化床	70~60	—	30~40
粉末炉或悬浮燃烧的颗粒炉	90~80	—	10~20
注：在选取时，应满足 $\alpha_{as} + \alpha_{cl} + \alpha_s = 100$ 。			

8 生物质燃料以及炉渣、飞灰、漏料的采样、制样、化验分析方法

8.1 燃料取样和制备

燃料的取样和制备应符合附录A的规定。

8.2 燃料制样及化验分析

8.2.1 分析样品采集与制备

分析样品现场采集后，应按GB/T 28730规定的方法制备。

8.2.2 工业分析的测定

应按GB/T 28731或GB/T 30732规定的方法测定。

8.2.3 全水分的测定

应按GB/T 28733规定的方法测定。

8.2.4 全硫的测定

应按GB/T 28732或GB/T 25214规定的方法测定。

8.2.5 碳、氢的测定

应按GB/T 28734或GB/T 30733规定的方法测定。

8.2.6 氮的测定

应按GB/T 30733或GB/T 30728规定的方法测定。

8.2.7 低位发热量的测定

应按GB/T 30727规定的方法测定。

8.3 炉渣、飞灰、漏料的采集、制样及化验分析

8.3.1 炉渣、飞灰、漏料的采集应按 GB/T 10180 的相关规定执行。

8.3.2 炉渣、飞灰、漏料的制备应按 DL/T 567.3 的相关规定执行。

8.3.3 炉渣、飞灰、漏料的可燃物含量的化验应按 DL/T 567.6 的相关规定执行。

9 评价报告

评价报告的编制应按NB/T 47035的要求执行。

附录 A

(规范性)

生物质燃料的取样和制备

A.1 固体生物质燃料

A.1.1 样品取样的要求

应在入炉前对每车(包、批)燃料进行取样:

- a) 在拉料的小车上取样, 取样部位一般在小车上距离四角 5 cm 处和中心部位共 5 点取样;
- b) 在地面上取样: 在料堆四周高于地面 10 cm 以上, 取样不少于 5 点;
- c) 在皮带输送机上取样: 应使用铁锹(或铁板等)横截料流, 时间间隔应均匀;
- d) 上述取样方法每点或每次重量不少于 0.5 kg;
- e) 取好后的样品应放入带盖的铁容器或塑料容器中, 以防燃料中水分蒸发。

A.1.2 样品的制备和缩分

样品的制备和缩分按如下规定进行:

- a) 燃料取样后应进行破碎缩分。将燃料混合破碎至 13 mm 以下并进行缩分, 过程中应尽量避免样品水分散失;
- b) 样品缩分应按锥体四分法进行;
- c) 将样品缩分至 2 kg 左右, 装入二只容器内, 标上标签, 并进行密封。一份送化验室, 一份保存备查。

A.2 粉末状和屑状的生物质燃料

A.2.1 带直吹送粉系统的锅炉应在排粉机出口或者入炉前管道上取样, 可使用抽气取样器。

A.2.2 带中间粉仓的锅炉可在落粉管上取样。

A.2.3 采取的粉样应仔细掺混、缩分, 最后得到 0.5 kg 左右的实验室试验, 再将其分为两份, 一份送实验室, 一份保存备查。

A.3 液体和气体生物质燃料

生物质液体燃料和生物质气体燃料的取样应按 GB/T 10180 的相关规定执行。

参 考 文 献

- [1] NB/T 47066 冷凝锅炉热工性能试验方法
-