



中华人民共和国国家标准

GB/T 44906—2024

生物质锅炉技术规范

Technical specifications for biomass fired boilers

2024-10-26 发布

2025-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 参数系列和型号编制方法 2

5 一般要求 3

6 燃料 3

7 性能 4

8 设计 6

9 辅机及系统 8

10 制造、检验与试验..... 10

11 涂装、包装、标志、铭牌和随机文件..... 10

12 安装、调试与验收..... 10

13 运行 11

参考文献 12

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。

本文件由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAT/TC 262)提出并归口。

本文件起草单位：上海工业锅炉研究所有限公司、浙江特富发展有限公司、广东省特种设备检测研究院顺德检测院、衡阳市大成锅炉有限公司、杭州市特种设备检验科学研究院、上海市特种设备监督检验技术研究院、南通万达能源动力科技有限公司、东方电气集团东方锅炉股份有限公司、浙江先创能源科技股份有限公司、浙江双峰锅炉制造有限公司、江联重工集团股份有限公司、苏州海陆重工股份有限公司、四川省特种设备检验研究院、哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司、无锡华光环保能源集团股份有限公司、无锡锡能锅炉有限公司、江苏四方清洁能源装备制造有限公司、哈尔滨哈东新春锅炉有限公司、杭州蓝禾新能源工程技术有限公司、上海锅炉厂有限公司、无锡中正锅炉有限公司、无锡华光工业锅炉有限公司、营口市锅炉压力容器检验研究有限公司、常州能源设备股份有限公司、泰山集团股份有限公司、海伦市利民节能锅炉制造有限公司、上海发电设备成套设计研究院有限责任公司、福建省特种设备检验研究院、中国特种设备检测研究院、浙江聚能锅炉制造有限公司、瓦房店市永宁机械厂、哈尔滨工业大学、营口绿源锅炉机械设备有限责任公司、南京睿控自动化股份有限公司、长春特种设备检测研究院、辽宁昌盛节能锅炉有限公司。

本文件主要起草人：王善武、杨文、蔡晓锋、李江平、蔡永祥、毛军、耿长萍、何珣、江志铭、董一真、王化南、许秀启、鲁佳易、钱钧、潘瑞林、兰中祥、苏建平、邹娴、李秋梅、韩鹏、姜佩军、杨青松、李长征、别如山、陈小韩、王洪亮、栾忠欣、戴国栋、吕雪艳、杨举鹏、丁宏、方子珣、刁晓光、梁奎、崇培安、万显君、钱林峰、范兵兵、笪耀东、任强、温吉利、邓启刚、林贺勇、杜勇明、徐甫。

引 言

在全球能源转型及实现应对气候变化目标的大背景下,加快开发利用生物质能等可再生能源已成为世界各国的普遍共识和一致行动。近年来,我国生物质能发电和供热技术迅速发展,应用领域和规模不断扩大。本文件的制定在《锅炉绿色低碳高质量发展行动方案》的指导下,充分考虑了我国生物质锅炉应用现状与发展趋势,提出了生物质锅炉(包含工业锅炉、电站锅炉)设计、制造、检验与试验、安装与验收、运行等方面的技术要求。

本文件既符合 TSG 11《锅炉安全技术规程》、TSG 91《锅炉节能环保技术规程》基本安全要求和节能环保要求,又与锅炉核心建造标准以及其他锅炉通用标准的要求相协调。

本文件旨在助力我国生物质能利用技术创新,加快推动锅炉绿色低碳转型和行业高质量发展,为生物质锅炉及其系统的安全、节能、环保运行提供技术支撑,助力国家“双碳”目标实现。

生物质锅炉技术规范

1 范围

本文件规定了生物质锅炉及其系统的参数系列和型号编制方法,燃料,性能,设计,辅机及系统,制造、检验与试验,涂装、包装、标志、铭牌和随机文件,安装、调试与验收和运行要求。

本文件适用于符合下列条件之一的以水或有机热载体为介质的固定式、纯燃生物质固体燃料的生物质锅炉及其系统:

- a) 额定工作压力大于或等于 0.1 MPa(表压),且额定蒸发量大于 2 t/h 的蒸汽锅炉;
- b) 额定工作压力大于或等于 0.1 MPa(表压)、额定热功率大于 1.4 MW 的热水锅炉或有机热载体锅炉。

下列以水或有机热载体为介质的固定式、纯燃生物质固体燃料的生物质锅炉可参照使用:

- 额定蒸发量 2 t/h(或额定热功率 1.4 MW)及以下容量的蒸汽锅炉(或热水锅炉和有机热载体锅炉);
- 额定工作压力小于 0.1 MPa(表压)的热水锅炉或有机热载体锅炉。

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 753 电站锅炉 蒸汽参数系列
- GB/T 1576 工业锅炉水质
- GB/T 1921 工业蒸汽锅炉参数系列
- GB/T 2900.48 电工名词术语 锅炉
- GB/T 3166 热水锅炉参数系列
- GB/T 10180 工业锅炉热工性能试验规程
- GB/T 10184 电站锅炉性能试验规程
- GB/T 12145 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量
- GB 13223 火电厂大气污染物排放标准
- GB 13271 锅炉大气污染物排放标准
- GB/T 16507(所有部分) 水管锅炉
- GB/T 16508(所有部分) 锅壳锅炉
- GB/T 17410 有机热载体炉
- GB/T 24747 有机热载体安全技术条件
- GB/T 34348 电站锅炉技术条件
- GB/T 36699 锅炉用液体和气体燃料燃烧器技术条件
- GB 50041 锅炉房设计标准
- GB 50211 工业炉砌筑工程施工与验收规范
- GB 50273 锅炉安装工程施工及验收标准

GB 55003 建筑与市政地基基础通用规范
DL/T 5022 发电厂土建结构设计规程
DL 5190.2 电力建设施工技术规范 第2部分:锅炉机组
JB/T 3271 链条炉排技术条件
JB/T 10356 流化床燃烧设备技术条件
NB/T 11272 工业锅炉冷态启动与调试技术导则
NB/T 11477 电站锅炉可靠性评定规范
NB/T 34012 生物质锅炉用水冷振动炉排技术条件
NB/T 34024 生物质成型燃料质量分级
NB/T 42031 生物质能锅炉炉前螺旋给料装置技术条件
NB/T 47034 工业锅炉技术条件
NB/T 47050 往复炉排技术条件
NB/T 47051 工业锅炉控制装置技术条件
NB/T 47055 锅炉涂装和包装通用技术条件

3 术语和定义

GB/T 2900.48、GB/T 34348 和 NB/T 47034 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生物质 biomass

通过光合作用而产生的各种有机体。

注：本文件中主要指各类农业剩余物、林业剩余物、能源植物及其加工剩余物等，不涉及工业有机固废及城市生活垃圾。

3.2

硬质生物质 hard stalk and woody plant

棉花、大豆等农作物秸秆茎干，树枝、木材加工物或下脚料等质地相对坚硬的生物质的统称。

3.3

软质生物质 straw and non hard stalk

玉米、小麦、水稻、高粱等农作物秸秆茎干及其他草本植物等质地相对柔软的生物质的统称。

3.4

生物质成型燃料 biomass molded fuel

以木本、草本植物及其废料为原料，用致密成型技术，加工成具有一定形状（多数为规则形状，如长方体或圆柱体等）及尺寸、堆积密度大、利于运输及燃烧的成型燃料。

3.5

生物质锅炉 biomass fired boiler

以生物质为燃料的锅炉。

4 参数系列和型号编制方法

4.1 参数系列

4.1.1 工业蒸汽锅炉参数系列应符合 GB/T 1921 的规定。

4.1.2 电站锅炉参数系列应符合 GB/T 753 的规定。

4.1.3 热水锅炉参数系列应符合 GB/T 3166 的规定。

4.1.4 有机热载体锅炉参数系列应符合 NB/T 47034 或 GB/T 17410 的规定。

4.2 型号编制方法

4.2.1 工业蒸汽锅炉和热水锅炉型号编制方法应符合 NB/T 47034 的要求。

4.2.2 电站锅炉的型号编制方法应符合 GB/T 34348 的要求。

4.2.3 有机热载体锅炉型号编制方法应符合 GB/T 17410 的要求。

5 一般要求

5.1 锅炉的设计、制造、检验、安装与运行除应符合本文件及订货合同约定外,还应符合 GB/T 16507 (所有部分)或 GB/T 16508(所有部分)或 GB/T 17410 以及 NB/T 47034 或 GB/T 34348 的规定。

5.2 锅炉设计应根据需方提供的生物质燃料工业分析、元素分析、灰熔点及灰成分、水质、地理及地质资料、气象条件、环保要求、锅炉参数、用热特点及运行方式、运输条件等以及技术协议书的要求进行。

5.3 锅炉制造单位应保证锅炉在额定参数下的额定蒸发量或额定热功率,保证锅炉设计允许负荷下运行时各段受热面的金属温度在安全范围内。

5.4 锅炉应设置热工性能及大气污染物排放检测与监测测点,测点设置位置和数量等应符合 GB/T 10180或 GB/T 10184、GB 13271 或 GB 13223 的要求。

6 燃料

6.1 生物质散料的特性指标如下。

- a) 入炉生物质燃料的收到基全水分宜控制在 35%以下。
- b) 入炉生物质燃料的干燥基灰分不宜大于 15%。
- c) 层燃锅炉入炉硬质生物质燃料长度不宜大于 200 mm,其中长度在 100 mm 及以下的比例宜大于 80%;入炉软质生物质燃料的长度不宜大于 400 mm,其中长度在 200 mm 及以下的比例宜大于 80%。入炉燃料中粉末状燃料(粒径小于 3 mm)的比例不宜大于 10%。
- d) 室燃锅炉入炉生物质燃料粒度宜小于 5 mm。
- e) 流化床锅炉入炉硬质生物质燃料的长度不宜大于 60 mm,其中长度在 30 mm 及以下的比例宜大于 80%;入炉软质生物质燃料的长度不宜大于 100 mm,其中长度在 50 mm 及以下的比例宜大于 80%。

6.2 生物质成型燃料的分类、等级划分、特性指标、检验检测等应符合 NB/T 34024 的相关要求。生物质成型燃料宜符合表 1 的要求。

表 1 生物质成型燃料的要求

项目	符号	单位	指标			备注
			链条炉排锅炉	往复炉排锅炉	流化床锅炉	
收到基低位发热值	$Q_{\text{net,v,ar}}$	MJ/kg	≥ 10.45	≥ 10.45	—	对于往复炉排锅炉, $Q_{\text{net,v,ar}}$ 宜小于 18 MJ/kg
直径或横截面 最大尺寸	D_1	mm	≤ 25	≤ 50	≤ 12	—
长度	L	mm	≤ 50	≤ 100	$\leq 2D$	—

表 1 生物质成型燃料的要求（续）

项目	符号	单位	指标			备注
			链条炉排锅炉	往复炉排锅炉	流化床锅炉	
机械耐久性	—	%	≥95	≥95	≥95	—
细小颗粒量 (粒径不大于 3 mm)	<i>F</i>	%	≤5	≤10	—	—
全水分(收到基 ar)	<i>Mt</i>	%	≤12	≤15	≤15	—
灰分(干燥基 d)	<i>A</i>	%	≤10	≤15	≤15	对于往复炉排锅炉， <i>A</i> 宜大于 3%
硫(干燥基 d)	<i>S</i>	%	≤0.1	≤0.1	≤0.1	—
氮(干燥基 d)	<i>N</i>	%	≤1.0	≤1.0	≤2.0	—
氯(干燥基 d)	<i>Cl</i>	%	≤0.2	≤0.2	≤0.3	—
结渣性	—	—	弱	中等	中等	—

6.3 生物质捆状燃料(捆包)的收到基全水分不宜超过 30%，干燥基灰分不宜超过 15%。

7 性能

7.1 热工性能

7.1.1 额定工况下,蒸汽锅炉的蒸汽品质应符合下列规定,有特殊要求时应在供货合同中约定。

- a) 无过热器的蒸汽锅炉的蒸汽湿度,对于水管锅炉,不大于 3%,对于锅壳锅炉,不大于 4%;有过热器的蒸汽锅炉,过热器入口的蒸汽湿度不大于 1%。
- b) 过热蒸汽含盐量不大于 0.5 mg/kg;如用于发电,锅炉的过热蒸汽品质按 GB/T 12145 的规定。
- c) 过热蒸汽温度 $t_{sh,s}$ 的偏差符合表 2 的规定。

表 2 蒸汽锅炉过热蒸汽温度 $t_{sh,s}$ 的偏差

单位为摄氏度

过热蒸汽温度($t_{sh,s}$)	偏差范围
$t_{sh,s} \leq 300$	-20~+30
$300 < t_{sh,s} \leq 350$	±20
$350 < t_{sh,s} \leq 400$	-20~+10
$400 < t_{sh,s} < 450$	-15~+5
$450 \leq t_{sh,s} < 540$	-10~+5
$t_{sh,s} \geq 540$	±5

7.1.2 额定工况下,热水锅炉出水温度与设计值的偏差和进(回)水温度与设计值的偏差绝对值均不应

大于 5℃。

7.1.3 额定工况下,有机热载体锅炉出口温度与设计值的偏差和进口温度与设计值的偏差绝对值均不应大于 10℃。

7.1.4 额定工况下,燃料质量符合第 6 章的相关要求时锅炉热效率不应小于表 3 的规定,燃烧特性指标限定值不应高于表 4 的规定。

表 3 锅炉热效率限定值

锅炉类型	燃料收到基低位发热量 $Q_{\text{net,v,ar}}$ kJ/kg	燃料干燥无 灰基挥发分 V_{daf} %	锅炉额定工况下的热效率限定值 %	
			锅炉额定蒸发量 $D \leq 10$ t/h 或额定热功率 $Q \leq 7$ MW	锅炉额定蒸发量 $D > 10$ t/h 或额定热功率 $Q > 7$ MW
层燃锅炉 室燃锅炉	$8\,374 \leq Q_{\text{net,v,ar}} \leq 18\,000$	$V_{\text{daf}} > 67$	83	86
流化床锅炉	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 12\,560$	$V_{\text{daf}} > 67$	88	
	$10\,450 \leq Q_{\text{net,v,ar}} < 12\,560$	$V_{\text{daf}} > 67$	86	
	$8\,374 \leq Q_{\text{net,v,ar}} < 10\,450$	$V_{\text{daf}} > 67$	83	86 ^a
收到基低位发热量 $Q_{\text{net,v,ar}} < 8\,374$ kJ/kg 时,锅炉热效率限定值应达到锅炉设计热效率。 其他未列燃料的锅炉热效率指标由供需双方商定				
^a 流化床发电锅炉燃生物质散料时,锅炉热效率限定值为 84%。				

表 4 锅炉额定工况下燃烧特性指标限定值

锅炉类型	燃料收到基低位发热量 $Q_{\text{net,v,ar}}$ kJ/kg	飞灰可燃物含量 C_{as} %	炉渣可燃物含量 C_{sl} %
层燃锅炉 室燃锅炉	$8\,374 \leq Q_{\text{net,v,ar}} \leq 18\,000$	15	10
流化床锅炉	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 12\,560$	3	2
	$10\,450 \leq Q_{\text{net,v,ar}} < 12\,560$	5	2
	$8\,374 \leq Q_{\text{net,v,ar}} < 10\,450$	7	2
一氧化碳基准氧含量排放浓度折算方法按 GB 13271 或 GB 13223 的规定,基准氧含量要求如下: a) 蒸汽锅炉:额定蒸发量不大于 65 t/h,按 9%;额定蒸发量大于 65 t/h,按 6%; b) 热水锅炉和有机热载体锅炉:按 9% 注:一氧化碳浓度、飞灰可燃物含量的测点位置与污染物初始排放浓度的测点位置相同。			

7.1.5 额定工况下,锅炉最后一级受热面排烟处的过量空气系数符合以下要求:

- a) 层燃锅炉不应大于 1.65;
- b) 室燃锅炉不应大于 1.5;
- c) 流化床锅炉不应大于 1.4。

7.1.6 额定工况下,锅炉最后一级受热面出口处的排烟温度不应高于 170℃。

7.1.7 锅炉炉墙接口和各部位门孔、锅炉范围内管道阀门应有良好的密封和保温性能,看火孔应具有

防止火焰喷出功能。距门(孔)300 mm 以外的炉体外表面温度与环境温度差不应大于 25 ℃,炉顶外表面温度与环境温度差不应大于 50 ℃。

7.1.8 层燃与流化床锅炉应具有良好的负荷调节性能,最低稳燃负荷不高于 30%额定负荷(或额定热功率)。70%及以上额定负荷运行时,蒸汽锅炉应保证锅炉额定压力、额定蒸汽温度等参数,热水锅炉(或有机热载体锅炉)应保证锅炉额定压力、额定进(回)/出水(有机热载体)温度等参数。

7.2 环保性能

7.2.1 不同燃烧方式的锅炉额定工况下的污染物初始排放浓度限值应符合表 5 的规定。

表 5 锅炉额定工况下大气污染物初始排放浓度限值

锅炉分类	污染物初始排放浓度限值 ^a /(mg/m ³)		
	颗粒物	二氧化硫 ^b SO ₂	氮氧化物 ^c NO _x
层燃锅炉	—	300	400
流化床锅炉 室燃锅炉	—	300	200
<p>^a 污染物基准氧含量排放浓度折算方法按 GB 13271 或 GB 13223 的规定;基准氧含量要求如下:</p> <p>a) 蒸汽锅炉:额定蒸发量不大于 65 t/h,按 9%;额定蒸发量大于 65 t/h,按 6%;</p> <p>b) 热水锅炉和有机热载体锅炉:按 9%。</p> <p>^b 燃料干燥基硫含量不大于 0.1%时的限值。</p> <p>^c 燃料收到基氮含量不大于 0.5%时的限值。</p>			

7.2.2 锅炉在额定工况下运行时的 A 声级噪声不应大于 85 dB(A)。风机和水泵(有机热载体循环泵)等配用辅机的单机噪声和锅炉房总体噪声应符合 GB 50041 的规定。

7.3 可靠性

锅炉年可用小时数应不小于 7 200 h,计算方法按 NB/T 11477 的规定。

8 设计

8.1 锅炉结构形式可选取支撑式或悬吊式结构,应根据锅炉汽水侧阻力和烟风侧阻力控制要求、锅炉冷、热态的膨胀差及漏风情况对锅炉运行的影响等,合理选定受热面结构布置、过热器材料和调温系统布置。

8.2 锅炉本体设计应便于运行操作与维护检修,合理布置必要的检查孔、检修孔、观察孔、吹灰孔等,各受热面间应留有足够的检修空间。

8.3 锅炉设计时,应采取措施降低 NO_x 的排放浓度。

- a) 采用分级配风以降低氮氧化物的排放,一、二次风的比例应根据燃料的特性设计,并具有良好的燃烧调节性能。
- b) 采用分级配风时,二次风喷管的位置和数量应根据炉膛结构确定,二次风喷管风速应保证二次风的穿透性,确保燃料的充分燃烧。
- c) 炉膛采用前后拱形式时,拱的结构设计应根据燃料的特性及适应性,并与一、二次风配合。
- d) 二次风管、给料装置等与炉体连接的接口应有热膨胀补偿措施,并保证良好的密封。
- e) 必要时,应预留脱硝等配套装置的接口。

8.4 锅炉受热面设计时,应根据燃料的成分、灰渣特性和燃烧后的烟气特性,合理控制炉膛温度,并采用合适的材料与合理的结构,防止冲刷磨损、积灰和高温、低温腐蚀。

8.5 对于电站锅炉或负荷稳定的水管工业锅炉炉膛,宜采用膜式水冷壁,且应有保证锅炉水冷壁按设计方向膨胀的措施,并能吸收水冷壁和与其连接的固定部件之间的相对膨胀量。炉膛水冷壁与水冷振动炉排的一体化结构应在锅炉水循环安全可靠的前提下,根据炉排振动、锅炉膨胀和交变应力对锅炉运行的影响等进行设计。

8.6 过热器和省煤器等对流受热面宜设置防磨装置和在可能出现烟气短路的位置设置阻流板。连接烟道不宜有过长的水平段,且在烟道设计时,应适当增加烟气流向的坡度,并采取防止积灰的措施。

8.7 过热器、省煤器等对流受热面宜采用顺列结构,并合理选取受热面的烟气流速。

8.8 烟道中管式空气预热器宜采用宽节距卧式布置,且便于更换;出口烟道底部宜设置灰斗和排灰装置,且保证灰能顺利排出。

8.9 过热器、对流管束、省煤器、烟冷器及空气预热器等对流受热面应设置清灰装置。清灰装置的开孔位置及开孔尺寸应合理、准确,确保清灰装置不与烟道壁或受热面相碰。

8.10 流化床锅炉的其他要求如下:

- a) 流化床燃烧设备设计按 JB/T 10356 进行;循环流化床锅炉应根据生物质燃料的特性确定循环倍率设计值;
- b) 流化床炉膛截面热负荷(q_R)取值范围宜为 $1\,300\text{ kW/m}^2\sim3\,400\text{ kW/m}^2$,炉膛容积热负荷(q_V)取值范围宜为 $60\text{ kW/m}^3\sim140\text{ kW/m}^3$;
- c) 流化床炉膛稀相区截面流速设计值(热态)不宜高于 4 m/s ;
- d) 对于燃料灰熔融性变形温度(DT)高于 $1\,000\text{ }^\circ\text{C}$ 的燃料,炉膛燃烧温度应比燃料灰熔融性变形温度(DT)低 $150\text{ }^\circ\text{C}\sim200\text{ }^\circ\text{C}$;纯燃碱金属含量高的稻秆、麦秆等秸秆类生物质燃料时,流化床燃烧温度宜控制在 $700\text{ }^\circ\text{C}\sim800\text{ }^\circ\text{C}$;
- e) 风帽、旋风分离器中心筒等易磨损零部件宜采用耐热和耐磨损材料制成;
- f) 宜设置床料补充系统,床料补充系统应满足锅炉启动加料及运行时的床料补充和置换要求;
- g) 额定蒸发量 75 t/h 以下的锅炉宜设置炉膛泄压装置(如防爆门等),泄压装置的设计排放压力推荐值为 $2\,000\text{ Pa}$;泄压装置的位置、泄压方向的设计应满足泄压的安全性要求并采取必要的防护措施,且泄压装置应动作灵活,能及时泄压。

8.11 层燃锅炉的其他要求如下。

- a) 燃烧设备的要求:
 - 1) 链条炉排、往复炉排或水冷振动炉排设计应分别符合 JB/T 3271、NB/T 47050 或 NB/T 34012 的规定;
 - 2) 炉排片宜采用耐高温、耐腐蚀的合金钢材料制造;
 - 3) 炉排面积热负荷(q_R)与炉膛容积热负荷(q_V)取值范围宜按表 6 选取。

表 6 炉排面积热负荷(q_R)与炉膛容积热负荷(q_V)

炉排型式	炉排面积热负荷(q_R)/(kW/m ²)	炉膛容积热负荷(q_V)/(kW/m ³)	备注
往复炉排	400~1 000	100~200	燃料热值高、灰熔点高,取上限;燃料热值低、灰熔点低,取下限
链条炉排	600 ~1 200		
水冷振动炉排	1 100 ~1 800		
正压燃烧固定炉排	1 200~1 800		

- b) 应根据燃料的特性设计预燃室、炉拱、炉膛,以满足燃料预燃、燃烧和燃尽的需要。

- c) 纯燃碱金属含量高的稻秆、麦秆等秸秆类生物质燃料时,炉膛出口温度宜小于或等于灰的变形温度,以避免炉膛结渣,减轻尾部受热面积灰。
 - d) 锅壳锅炉在烟气进入烟管或成排对流受热面前,应将烟气温度降至灰的变形温度减去 100 °C 以下,但不宜超过 600 °C,或采取其他技术措施,以避免堵管。烟管区的烟箱门应方便开启,便于定期清灰。
- 8.12 锅炉给料口结构、数量、布置的设计,应保证布料均匀及便于给料机的检修。
- 8.13 锅炉排渣口应保证排渣顺利,防止灰渣堆积。
- 8.14 锅炉的炉墙及烟风道应有良好的密封和保温性能,锅炉炉体外表面温度应符合 7.1.7 的规定。

9 辅机及系统

9.1 给料系统

9.1.1 炉前给料系统由炉前料仓、给料机和进料管等组成,其设计应符合燃料特性,保证连续、均匀、可调控给料,同时具有封闭、防回火等功能。

9.1.2 给料方式要求如下:

- a) 流化床锅炉或室燃锅炉可采用螺旋给料机或链板给料机、皮带给料机等,螺旋给料机符合 NB/T 42031 的要求;
- b) 层燃锅炉可采用星形给料机、自由落料(即靠调整炉排转速来调整给料量)等方式向锅炉给料。

9.1.3 炉前料仓要求如下。

- a) 炉前料仓应采用防搭桥结构,可采用垂直仓或“八”字形仓,单个料仓的容量不宜超过 50 m³。
- b) 炉前料仓除应有上料防尘措施、防烟气反串和阻火功能外,还应有运行中料仓温度的监控及报警功能。
- c) 炉前料仓应有断料观察口和缺料报警功能。采用自动控制给料时,还应有低料位报警功能。
- d) 炉前料仓与燃烧室之间的给料装置应与锅炉风机联锁,以防止风机发生故障后,燃料大量进入炉膛后发生爆燃。

9.1.4 给料机数量应根据锅炉额定蒸发量(或额定热功率)和给料机的出力确定。

9.1.5 给料系统的出力不应低于锅炉额定负荷下计算燃料消耗量的 2 倍。

9.2 点火装置

9.2.1 采用燃油或燃气燃烧器点火的锅炉,选用的燃烧器应符合 GB/T 36699 的要求。

9.2.2 设置在炉膛壁上的点火装置宜采用伸缩机构,在完成点火工作后迅速退出炉膛;如未采用伸缩机构,在完成点火工作后应保持给风持续冷却,保证点火装置不被高温火焰灼损或被灰渣堵塞。

9.3 水处理设备

锅炉配用的水处理设备应能保证锅炉给水水质符合 GB/T 1576 或 GB/T 12145 及产品使用说明书的规定。

9.4 风机和水泵(有机热载体循环泵)

9.4.1 锅炉一次风、二次风宜配用相互独立的风机;采用单台风机配送一次风、二次风时,一次风、二次风入口应各自安装调风阀门。相应的风量和风压应根据燃料特性、负荷变化进行调节以满足锅炉稳定运行的需要。

9.4.2 锅炉配用的水泵(有机热载体循环泵)应具有满足锅炉负荷变化的能力,相应的流量和扬程应能满足锅炉安全稳定运行的需要。

9.4.3 风机、给水泵配用的电机宜采用变频调节电机等高效节能电机；强制循环锅炉用的循环水泵及有机热载体循环泵的电机不应采用变频调节方式。

9.5 清灰(吹灰)装置(器)

9.5.1 锅炉配用的清灰装置的数量与布置位置应根据其有效清扫区域合理选择,以保证受热面清扫干净。

9.5.2 清灰装置及其系统应采用程序控制。对于利用可燃气的清灰(吹灰)系统应配备气体泄漏检测、超限报警和联锁保护装置。

9.5.3 采用压缩空气或蒸汽清灰(吹灰)时,应增加防磨罩或加大清灰(吹灰)器与管束距离,以避免损坏管壁;如采用燃气脉冲(激波)清灰(吹灰)器,应防止火焰直接吹扫受热面管壁。

9.6 环保装置

9.6.1 锅炉系统设计时,应采取有效的除尘措施、脱硫措施、脱硝措施,保证锅炉系统大气污染物排放达到下列要求:

- a) 对于额定蒸发量不大于 65 t/h 蒸汽锅炉、各种额定热功率的热水锅炉和有机热载体锅炉,其大气污染物排放不应超过 GB 13271 中有关燃煤锅炉的排放限值;
- b) 对于额定蒸发量大于 65 t/h 的蒸汽锅炉,其大气污染物排放不应超过 GB 13223 中有关燃煤锅炉的排放限值。

9.6.2 除尘器收集的干灰宜采用密闭气力输送方式送至干灰储仓储存。干灰储仓要求如下。

- a) 储仓应有中、高料位计。当中料位计显示料位时,储仓应保证锅炉系统连续运行 48 h 以上;当高料位计显示料位时,储仓应保证锅炉系统连续运行 12 h 以上。
- b) 储仓内表面应平整、光滑。
- c) 储仓应配置流化装置,以便快速顺利出灰;出灰口应配置干粉散装机,散装机出灰口的位置和高度应与罐车的进粉口密闭接触,保证罐车装灰储运。
- d) 与储仓连接的输灰泵应配备压力和料位的显示装置,与其相连接的输灰管道弯头应采用大半径预制成型弯头,且应加衬耐磨材料。

9.6.3 人工间歇方式出灰的正压燃烧锅炉集灰装置设计时应采取措施保证密封和出灰操作便利;微负压燃烧锅炉集灰装置设计时应保证出灰操作便利,且避免集灰二次飞扬。

9.6.4 采用机械等其他方式出灰时,出灰系统应有预防飞灰污染的相应措施。

9.6.5 空气压缩机的配置应满足布袋除尘器反吹、气力吹灰、气力输灰、脱硫、脱硝及其他用途的压缩空气总耗量需求,并有一定的裕度。

9.7 出渣机

9.7.1 锅炉灰渣量大于 50 kg/h 的锅炉,可采用机械化自动控制方式出渣。

9.7.2 出渣机宜采用干式出渣机,且应采用密闭形式。采用干式出渣时,宜设置破碎装置,并注意密封和防火措施;采用湿式出渣方式时,应设计合理的水封高度。

9.8 监测仪表与控制

9.8.1 监测仪表

9.8.1.1 锅炉及系统设备监测仪表的设置应符合但不限于 NB/T 47034、GB/T 34348 或 GB 50041 的规定。

9.8.1.2 锅炉大气污染物监测仪表的设置应符合但不限于 GB 13271 或 GB 13223 的要求。

9.8.2 控制

9.8.2.1 锅炉控制装置应根据锅炉额定蒸发量或额定热功率、运行控制模式及其信息化、自动化、智能化需求程度与可靠性等因素设计或选用,其功能和性能应符合但不限于 NB/T 47051、GB/T 34348 和本文件的要求,需要时,还应具有在线远程监控(包括环保性能监测)的配套集成能力和相应功能。

9.8.2.2 点火及送风应采用可靠的自动控制程序。控制系统应有灵敏的检测信号,在点火与运行不能顺利衔接时,停止送风与给料,并全开引风机吸风,以防止炉膛爆燃。

9.8.2.3 机械层燃锅炉的控制装置在锅炉启动和停运时,应有下列启停顺序控制功能。

- a) 锅炉启动时,应先启动引风机,再启动送风机;先启动出渣机,再启动给料机和炉排电机(或液压传动装置)。当引风机未启动或意外关闭时,送风机、给料机和炉排电机(或液压传动装置)应有联锁关闭功能。
- b) 锅炉停运时,应先关闭给料机,调低送、引风机转速或调小送、引风机风门,待炉排上的燃料燃尽后再按先后顺序关闭送风机、引风机、炉排电机(或液压传动装置)和出渣机。

9.8.2.4 流化床锅炉的控制装置在锅炉启动和停止时,应有下列启停顺序控制功能。

- a) 每次启动前或切断主燃料后的启动前,应对炉膛、旋风分离器及尾部受热面区域进行吹扫(热态启动除外),总的顺序为先启动回料器风机,然后启动引风机,一、二次风机。如果床内存在大量未燃炭粒或怀疑存在大量未燃尽炭粒,应逐渐加大风量对床层进行吹扫。
- b) 锅炉停运时应先关闭给料机,锅炉熄火后,送、引风机仍应继续运行至少 5 min 方可关闭;在送、引风机停运后,回料器风机应继续运行,直至回料器被冷却到 260 °C 以下后关闭。

9.8.2.5 额定蒸发量大于 4 t/h 或额定热功率大于 2.8 MW 的锅炉应设置炉膛负压报警装置,燃烧室上部应设置具有联锁功能的可燃气体放散装置;炉前料仓或进料口应设置回火报警装置并配有喷淋灭火降温装置。

10 制造、检验与试验

10.1 蒸汽和热水锅炉的制造、检验与试验应符合 GB/T 16507.6 或 GB/T 16508.4 的规定。

10.2 有机热载体锅炉的制造、检验与试验应符合 GB/T 17410 的规定。

10.3 炉排的制造、检验、试验与验收应符合 JB/T 3271、NB/T 47050 或 NB/T 34012 的规定。

10.4 流化床燃烧设备制造应符合设计图样和 JB/T 10356 的要求。

10.5 搪瓷管空气预热器的管子与管板间采用非焊接形式连接时,端部密封圈的装配应保证密封。

10.6 锅炉的热工性能试验(能效测试)应按 GB/T 10180 或 GB/T 10184 规定的方法进行,热效率符合表 3 的要求;环保性能测试应按 GB 13271 或 GB 13223 的规定进行,污染物初始排放浓度符合表 5 的要求,最终排放符合 9.6.1 的要求。

10.7 锅炉系统的设备配置及性能检验检测应按本文件的要求进行。

11 涂装、包装、标志、铭牌和随机文件

锅炉涂装、包装、标志、铭牌和随机文件应符合 NB/T 47055、NB/T 47034、GB/T 34348 或 GB/T 17410 的规定和订货合同约定的要求。

12 安装、调试与验收

12.1 锅炉的安装应按 GB/T 16507.8 或 GB/T 16508.7 及锅炉安装说明书的要求进行。锅炉砌筑工

程的施工及验收应符合 GB 50211 的要求。

12.2 水冷振动炉排的安装基础设计应符合 GB 55003、DL/T 5022 的要求,浇注的炉排混凝土基础重量(指 0 m 标高以上和以下部分混凝土的重量总和)为锅炉运行时炉排推力的 10 倍以上较为安全;炉排安装应满足 NB/T 34012 和制造单位提供的专用炉排图样的要求。

12.3 工业锅炉调试按 NB/T 11272 的相关要求进行,电站锅炉调试按 GB/T 34348 的相关要求进行。

12.4 锅炉的验收应符合 GB 50273 或 DL 5190.2 以及订货合同约定的要求。

13 运行

13.1 锅炉所用燃料的品种及特性应符合设计或订货合同约定的要求,不应掺烧煤炭、垃圾等其他物料。生物质成型燃料应经入库检验,其贮存应有防水、防火措施;散料、捆料贮存应有防火措施,宜有防水措施;散料有扬尘时,还应有防尘措施。

13.2 锅炉运行应按制造单位的锅炉使用说明书和使用单位的锅炉运行操作规程进行。锅炉启动时,易在尾部结露而积灰,点火时应尽量选用水分较低的燃料。如有条件,可在启动时设置加热装置。如有高温旁路,启动时应将旁路开启,以提高排烟温度。

13.3 冬季环境温度较低时,宜增设暖风器,提高进风温度。如有高温旁路,将旁路开启,以提高排烟温度。

13.4 流化床锅炉的点火应按相关程序进行。如点火失败,应将炉膛中积存的燃料清理干净,并打开引风机通风 5 min 以上,方可重新点火;床下点火的流化床锅炉点火时,要严格控制风室温度,以免烧坏风帽、灼损风室。

13.5 锅炉燃烧的控制与调节要求如下:

- a) 炉膛及燃烧区的温度、压力、烟气含氧量应监测并控制在合理区间内;
- b) 燃料供给应连续均匀,燃料量、送(引)风量增减应缓慢平稳,尽量使风料比保持一致;
- c) 燃烧调节应平稳、连续、均匀,且与燃烧区温度协调一致;
- d) 流化床锅炉启动用床料宜采用经筛分后的河砂(粒径不大于 2 mm)、炉渣(粒径不大于 5 mm)等惰性床料;燃用碱金属含量高的生物质燃料时,宜采用低硅床料。流化床锅炉床温应根据燃料特性控制在合理范围之内。

13.6 锅炉运行时,司炉人员应密切关注锅炉受热面的积灰情况并及时清灰。对于流化床锅炉,还应随时观察床料层的变化,需要时及时排渣、补充床料,以保证锅炉持续稳定运行。

13.7 锅炉运行时,应保持负荷的稳定,尽量避免锅炉长时间在低负荷或超负荷状态下运行。

13.8 锅炉运行期间,其工质应符合如下要求:

- a) 工业锅炉的给水和锅水的水质符合 GB/T 1576 的要求;
- b) 电站锅炉的给水和锅水的水质符合 GB/T 12145 的要求;
- c) 有机热载体锅炉用的有机热载体符合 GB/T 24747 的要求;
- d) 对水质有特殊要求的锅炉按产品使用说明书的要求。

参 考 文 献

- [1] TSG 11 锅炉安全技术规程
 - [2] TSG 91 锅炉节能环保技术规程
 - [3] 关于印发《锅炉绿色低碳高质量发展行动方案》的通知(发改环资〔2023〕1638号)
-

