



中华人民共和国国家标准

GB/T 17954—2025

代替 GB/T 17954—2007

工业锅炉经济运行

Economical operation of industrial boilers

2025-12-02 发布

2026-07-01 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

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 2

5 技术指标 4

6 综合评价 8

附录 A（资料性） 工业锅炉运行记录表 10

附录 B（规范性） 工业锅炉经济运行综合评价表 15

附录 C（规范性） 综合评价指标说明及评分规则 16

 C.1 运行热效率指标 16

 C.2 运行表征参数指标 16

 C.3 低碳智慧运行指标 17

 C.4 大气污染物和温室气体排放水平 19

 C.5 单位热量综合能耗排放指标 19



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。

本文件代替 GB/T 17954—2007《工业锅炉经济运行》，与 GB/T 17954—2007 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了标准的适用范围(见第 1 章,2007 年版的第 1 章)；
- b) 更改了“经济运行”的定义,增加了“负荷率”的术语和定义(见第 3 章,2007 年版的第 3 章)；
- c) 更改了工业锅炉经济运行基本要求(见第 4 章,2007 年版的第 4 章)；
- d) 删除了“管理原则”(见 2007 年版的第 5 章)；
- e) 增加了锅炉经济运行的工况(见第 5 章)；
- f) 更改了工业锅炉运行热效率、排烟温度、排烟处含氧量、灰渣可燃物含量等技术指标的要求(见 5.1~5.5,2007 年版的第 6 章)；
- g) 更改了高海拔地区工业锅炉的运行热效率要求(见 5.6,表 11,2007 年版的第 6 章)；
- h) 更改了综合评价(见 6.1~6.5,2007 年版的第 5 章和第 7 章)；
- i) 更改了工业锅炉经济运行综合评价表(见附录 B,2007 年版的附录 A)；
- j) 增加了综合评价指标说明及评分规则(见附录 C)。

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。

本文件由全国能源基础与管理标准化技术委员会(SAC/TC 20)提出并归口。

本文件起草单位：中国标准化研究院、机械工业技术发展基金会、中国特种设备检测研究院、北京市热力集团有限责任公司丰台分公司、西安交通大学、福建省锅炉压力容器检验研究院、广东省特种设备检测研究院顺德检测院、北京志诚宏业智能控制技术有限公司、黑龙江新双锅锅炉有限公司、哈尔滨团结锅炉集团有限公司、无锡华光环保能源集团股份有限公司、沈阳世杰电器有限公司、内蒙古自治区特种设备检验研究院、天津市特种设备监督检验技术研究院、上海工业锅炉研究所有限公司、上海交通大学、苏州海陆重工股份有限公司、方快锅炉有限公司、浙江特富发展股份有限公司、江苏双良锅炉有限公司、江阴优燃科技有限公司、哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司、克雷登热能设备(浙江)有限公司、上海市能效中心、江苏大恒环境技术有限公司、科盟能源(扬州)有限公司。

本文件主要起草人：刘韧、侯睿、笪耀东、赵晨、于治国、邓磊、毛军华、陈世旺、吴士强、张伟、朱宇辉、齐国利、马成果、卢晓刚、胡玉龙、王婧、杜晓丰、王甲骏、车得福、陈志刚、王建军、吕岩岩、佟冬雪、潘瑞林、徐子逸、卢洁、刘源凯、谭厚章、李金羽、乌晓江、黄智超、符宇强、降东方、景磊、常勇强、蔡荣秋、李人鉴、耿长萍、宋振宇、张炳雷、于吉明、盛易俊、韩伟、王中伟、刘雪敏、王卓、沈斌斌、秦宏波、杜勇乐、王德云。

本文件于 2000 年首次发布,2007 年第一次修订,本次为第二次修订。

工业锅炉经济运行

1 范围

本文件规定了工业锅炉经济运行的基本要求、技术指标与综合评价。
本文件适用于以煤、油、气、生物质为燃料或以电为热源，以水或有机热载体为介质的固定式锅炉：
a) $0.1\text{ MPa} \leq \text{额定蒸汽压力} < 3.8\text{ MPa}$ 的蒸汽锅炉；
b) 额定出水压力 $\geq 0.1\text{ MPa}$ 且额定热功率 $\geq 0.1\text{ MW}$ 的热水锅炉；
c) 额定热功率 $\geq 0.1\text{ MW}$ 的有机热载体锅炉。
额定蒸汽压力 $\geq 3.8\text{ MPa}$ 的非发电蒸汽锅炉参照执行。

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 1576 工业锅炉水质
- GB/T 2900.48 电工名词术语 锅炉
- GB/T 4272 设备及管道绝热技术通则
- GB/T 8175 设备及管道绝热设计导则
- GB/T 10180 工业锅炉热工性能试验规程
- GB 13271 锅炉大气污染物排放标准
- GB/T 15316 节能监测技术通则
- GB/T 15317 燃煤工业锅炉节能监测
- GB/T 16811 工业锅炉水处理设施运行效果与监测
- GB/T 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB/T 17410 有机热载体炉
- GB 24500 工业锅炉能效限定值及能效等级
- GB/T 24747 有机热载体安全技术条件
- GB/T 34912 工业锅炉系统节能设计指南
- GB 50041 锅炉房设计标准
- GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范
- GB 50273 锅炉安装工程施工及验收标准
- NB/T 47066 冷凝锅炉热工性能试验方法

3 术语和定义

GB/T 2900.48 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

经济运行 economical operation

在保证安全可靠、保护环境和满足工业生产或供热需求的前提下,通过科学管理、设备更新、技术改造、系统性能优化,提高运维水平,使工业锅炉实现高效率、低能耗的工作状态。

3.2

负荷率 load rate

工业锅炉运行负荷与额定负荷的百分比。

4 基本要求

4.1 建设要求

4.1.1 工业锅炉使用单位应选用符合安全使用、环境保护、节约能源、绿色低碳等相关规范要求的锅炉及配套辅机产品。

4.1.2 工业锅炉的选型应符合 GB/T 34912 的要求。

4.1.3 工业锅炉房的设计、布置和建造应符合 GB 50041 的要求。

4.1.4 工业锅炉的安装应符合 GB 50273 的规定。

4.1.5 工业锅炉及其附属设备和热力管道的保温应符合 GB 50264 和 GB/T 8175 的有关规定。保温材料性能应符合 GB/T 4272 的要求。

4.1.6 新安装工业锅炉的辅机应选用高效节能产品,原有工业锅炉及其配套辅机如属国家公布的淘汰产品,应及时更换为高效节能产品。

4.1.7 工业锅炉水处理设施选用应符合 GB/T 16811 的规定,给水和锅水水质应符合 GB/T 1576 或生产厂家在锅炉总图上明确的要求,有机热载体应符合 GB/T 24747 的要求。通过提升给水品质及规范操作,有效降低锅炉排污率。

4.2 运行要求

4.2.1 工业锅炉运行要求可靠、高效且环保。通过优化“供热源—热管网—热负荷”匹配,结合实际应用中的优化策略,满足负荷不断变化的需求,并确保工业锅炉的经济运行。

4.2.2 工业锅炉运行时,应燃用设计燃料或与设计燃料相近的燃料。非特殊情况下,层燃锅炉和煤粉锅炉不应使用劣质燃料。

4.2.3 工业锅炉运行中,应调整好燃烧工况,压力、温度、水位均应保持相对稳定。

4.2.4 工业锅炉额定工况下能效应符合 GB 24500 的规定,还应符合锅炉使用单位属地相关标准要求。

4.2.5 工业锅炉运行时大气污染物的排放应符合 GB 13271 的规定,还应符合锅炉使用单位属地相关环保标准的要求。当锅炉非额定负荷运行时,选择性非催化还原法(SNCR)工艺运行时存在氨逃逸情况,也应符合锅炉使用单位属地相关环保标准的要求。

4.2.6 工业锅炉运行中,当负荷变化时,应监视锅炉运行情况,并及时进行调整。燃煤蒸汽和有机热载体锅炉的运行负荷不宜低于额定负荷的 60%;燃煤热水锅炉的运行负荷不宜经常或长时间低于额定负荷的 70%;燃油、燃气锅炉的运行负荷不宜经常或长时间低于额定负荷的 30%;生物质锅炉的运行负荷要求参照燃煤锅炉执行。工业锅炉不应超负荷运行。

4.2.7 工业锅炉运行时受热面烟气侧应定时清灰,保持清洁。受热面汽水(有机热载体)侧应定期检查腐蚀及结垢情况,并防腐除垢。使用清灰剂、防腐剂、除垢剂等化学药剂时应保证安全环保和有效性。

4.2.8 工业锅炉运行中,应按照制造厂家技术说明中的检修频率对锅炉燃料供应系统、烟风系统、汽水(有机热载体)系统、仪表、阀门及保温结构等进行检查,确保其严密完好,并做好记录。

4.2.9 工业锅炉运行应按照国家相关标准规范的要求配备燃料计量装置、汽水或有机热载体流量计、

压力表、温度计、电度表等能表明锅炉经济运行状态的仪器和仪表。在用仪器、仪表应按规定定期校准或检定。

4.2.10 工业锅炉系统宜采用先进的智能管控技术,在安全的基础上实现对工业锅炉系统自动化、高效化、远程化管控,同时,工业锅炉使用单位应执行特种设备作业人员的相关规定,运行操作人员应进行安全经济运行培训考核,持证上岗。

4.2.11 工业锅炉系统宜根据国家和地方对工业锅炉系统的节能、环保和技术经济性要求,采用先进的绿色低碳技术。

4.2.12 电锅炉应根据国家和地方政策要求提升新能源消纳率和灵活性,应主动消纳绿电和移峰填谷,采用低谷电或富余绿电加热储热。

4.2.13 在用工业锅炉应做好运行记录,工业锅炉运行记录表格式见附录 A。为了更好地监测锅炉经济运行状况,应进行运行工况下锅炉各项数据记录,主要记录项目应符合表 1 的规定。

表 1 工业锅炉运行工况原始记录项目

锅炉类型	锅炉额定蒸发量 D_e 或额定热功率 Q_e	主要记录项目
蒸汽锅炉	$\leq 20 \text{ t/h}$	燃料品种及消耗量累计值;蒸汽压力、温度及流量;给水压力、温度及流量;排烟温度;排污次数;灰渣可燃物含量;水汽质量化验数据;运行时间
	$> 20 \text{ t/h}$	燃料品种及消耗量累计值;蒸汽压力、温度及流量;给水压力、温度及流量;排烟温度;排污次数;炉膛出口或排烟处烟气分析数据;炉膛温度及压力;炉膛出口烟气温度;水汽质量化验数据;除氧器压力及温度;送风温度及风压;灰渣可燃物含量;运行时间
热水锅炉	$\leq 14 \text{ MW}$	燃料品种及消耗量累计值;循环水量;补水量累计值;进出水的压力、温度;排烟温度;灰渣可燃物含量;水质化验数据;运行时间
	$> 14 \text{ MW}$	燃料品种及消耗量累计值;循环水量;补水量累计值;进出水的压力、温度;排烟温度;炉膛出口或排烟处烟气分析数据;炉膛温度及压力;炉膛出口烟气温度;水质化验数据;送风温度及风压;灰渣可燃物含量;运行时间
液相有机热载体锅炉	$\leq 14 \text{ MW}$	燃料品种及消耗量累计值;液相有机热载体锅炉介质循环量;液相有机热载体锅炉进口、出口介质的压力、温度;排烟温度;灰渣可燃物含量;运行时间
	$> 14 \text{ MW}$	燃料品种及消耗量累计值;液相有机热载体锅炉介质循环量;液相有机热载体锅炉进口、出口介质的压力、温度;排烟温度;炉膛出口或排烟处烟气分析数据;炉膛温度及压力;炉膛出口烟气温度;送风温度及风压;灰渣可燃物含量;运行时间
如为燃油、燃气锅炉应在原始记录中增加供油、供气压力的记录。如为燃煤锅炉,当燃煤锅炉当煤种变化时,应有煤样化验记录。对配有省煤器、过热器的锅炉,应有相应的压力、温度等记录。对配有空气预热器的锅炉,应有相应的空气和烟气的温度记录 各项目的记录时间为每班至少一次 注:气相有机热载体锅炉主要记录项目参照蒸汽锅炉执行。		

5 技术指标

5.1 工业锅炉运行热效率指标分为 3 级,其中 1 级运行热效率最高。

5.2 不同类型工业锅炉在负荷率 80%以上运行时,各等级运行热效率不应低于表 2~表 7 中额定工况的规定;燃煤工业锅炉(层状燃烧工业锅炉、流化床工业锅炉、煤粉工业锅炉)与生物质锅炉在 60%~80%负荷率范围运行时,各等级运行热效率不应低于表 2~表 5 的 75%负荷率工况的规定;燃气工业锅炉、燃油工业锅炉、电加热锅炉在 40%~60%和 60%~80%负荷率范围运行时,运行热效率不应低于表 6~表 7 的 50%负荷率工况和 75%负荷率工况的规定。

表 2 层状燃烧燃煤锅炉运行热效率

燃料品种与特性			运行 热效率等 级	锅炉运行热效率/% (75%负荷率工况)		锅炉运行热效率/% (额定工况)		
燃料品种	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})/%		锅炉额定蒸发量 D_e /(t/h) 或额定热功率 Q_e /MW		锅炉额定蒸发量 D_e /(t/h) 或额定热功率 Q_e /MW		
				$D_e \leq 20$ t/h (或 $Q_e \leq 14$ MW)	$D_e > 20$ t/h (或 $Q_e > 14$ MW)	$D_e \leq 20$ t/h (或 $Q_e \leq 14$ MW)	$D_e > 20$ t/h (或 $Q_e > 14$ MW)	
烟煤	Ⅱ类	$17\,700 \leq Q_{\text{net,v,ar}} \leq 21\,000$	$V_{\text{daf}} > 20$	1级	82	83	84	85
				2级	79	80	81	82
				3级	76	77	79	80
	Ⅲ类	$Q_{\text{net,v,ar}} > 21\,000$	$V_{\text{daf}} > 20$	1级	84	86	86	88
				2级	81	83	83	85
				3级	78	80	81	83
贫煤		$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 17\,700$	$10 < V_{\text{daf}} \leq 20$	1级	81	82	84	85
				2级	78	79	81	82
				3级	76	77	79	80
无烟煤	Ⅱ类	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 21\,000$	$V_{\text{daf}} < 6.5$	1级	81	82	84	85
				2级	78	79	81	82
				3级	76	77	79	80
	Ⅲ类	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 21\,000$	$6.5 \leq V_{\text{daf}} \leq 10$	1级	81	82	84	85
				2级	78	79	81	82
				3级	76	77	79	80
褐煤		$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 11\,500$	$V_{\text{daf}} > 37$	1级	82	84	84	86
				2级	79	81	81	83
				3级	76	78	79	81

表 3 流化床燃烧燃煤锅炉运行热效率

燃料品种与特性				运行 热效率 等级	锅炉运行热效率/% (75%负荷率工况)	锅炉运行热效率/% (额定工况)
燃料品种		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})/%			
烟煤	Ⅰ类	$14\,400 \leq Q_{\text{net,v,ar}} < 17\,700$	$V_{\text{daf}} > 20$	1级	86	88
				2级	83	84
				3级	78	81
	Ⅱ类	$17\,700 \leq Q_{\text{net,v,ar}} \leq 21\,000$	$V_{\text{daf}} > 20$	1级	87	89
				2级	85	88
				3级	82	85
	Ⅲ类	$Q_{\text{net,v,ar}} > 21\,000$	$V_{\text{daf}} > 20$	1级	88	90
				2级	86	89
				3级	84	87
贫煤		$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 17\,700$	$10 < V_{\text{daf}} \leq 20$	1级	86	89
				2级	84	87
				3级	82	85
无烟煤	Ⅱ类	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 21\,000$	$V_{\text{daf}} < 6.5$	1级	86	88
				2级	84	87
				3级	82	85
	Ⅲ类	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 21\,000$	$6.5 \leq V_{\text{daf}} \leq 10$	1级	86	89
				2级	84	87
				3级	82	85
褐煤		$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 11\,500$	$V_{\text{daf}} > 37$	1级	88	90
				2级	85	88
				3级	82	85

表 4 煤粉工业锅炉运行热效率

燃料品种与特性		运行热效率 等级	锅炉运行热效率/% (75%负荷率工况)	锅炉运行热效率/% (额定工况)
燃料品种	燃料收到基低位发热量 ($Q_{\text{net,v,ar}}$)/(kJ/kg)(或 kJ/m ³ 标态)			
煤粉	按燃料实际化验值	1级	89	91
		2级	86	89
		3级	84	87

表 5 生物质锅炉运行热效率

燃料品种与特性		燃烧方式	运行热效率等级	锅炉运行热效率/% (75%负荷率工况)		锅炉运行热效率/% (额定工况)	
燃料品种	燃料收到基低位发热量 ($Q_{\text{net,v,ar}}$)/ (kJ/kg)			锅炉额定蒸发量 D_e /(t/h) 或额定热功率 Q_e /MW		锅炉额定蒸发量 D_e /(t/h) 或额定热功率 Q_e /MW	
				$D_e \leq 10 \text{ t/h}$ (或 $Q_e \leq 7 \text{ MW}$)	$D_e > 10 \text{ t/h}$ (或 $Q_e > 7 \text{ MW}$)	$D_e \leq 10 \text{ t/h}$ (或 $Q_e \leq 7 \text{ MW}$)	$D_e > 10 \text{ t/h}$ (或 $Q_e > 7 \text{ MW}$)
生物质	按燃料实际化验值	层燃/室燃	1 级	85	88	87	90
			2 级	82	85	84	87
			3 级	79	82	82	85
	$Q_{\text{net,v,ar}} \geq 10\,450$	流化床	1 级	90	91	91	92
			2 级	88	89	89	90
			3 级	85	86	86	87
	$8\,374 \leq Q_{\text{net,v,ar}} < 10\,450$	流化床	1 级	86	89	87	90
			2 级	83	86	84	87
			3 级	79	82	82	85

表 6 燃油燃气锅炉运行热效率

燃料品种与特性		运行热效率等级	锅炉运行热效率/% (50%负荷率工况)		锅炉运行热效率/% (75%负荷率工况)		锅炉运行热效率/% (额定工况)	
燃料品种	燃料收到基低位发热量($Q_{\text{net, v, ar}}$)/(kJ/kg) (或 kJ/m ³ 标态)							
			非冷凝锅炉	冷凝锅炉 ^a	非冷凝锅炉	冷凝锅炉 ^a	非冷凝锅炉	冷凝锅炉 ^a
天然气 ^b	按燃料实际化验值	1 级	93	99	94	101	95	102
		2 级	91	97	92	99	93	100
		3 级	88	94	90	96	91	97
燃油	按燃料实际化验值	1 级	92		94		95	
		2 级	89		91		92	
		3 级	86		88		89	
^a 燃气冷凝锅炉按燃料收到基低位发热量计算的运行热效率。								
^b 以天然气以外的气体燃料为燃料的锅炉热效率指标,限定值应当达到锅炉设计热效率,目标值按照表 6 中天然气热效率目标值执行。								

表 7 电锅炉运行热效率

热源品种	运行热效率等级	锅炉运行热效率/% (50%负荷率工况)	锅炉运行热效率/% (75%负荷率工况)	锅炉运行热效率/% (额定工况)
电	1 级	96	97	98
	2 级	95	96	97
	3 级	94	95	96
注：不带储能装置的电加热锅炉效率按本表评价，带储能装置的电加热锅炉效率设计值按本表的 85% 评价。				

5.3 工业锅炉运行排烟温度指标应不超过表 8 的规定值。

表 8 工业锅炉运行排烟温度最高值

锅炉类型			蒸汽锅炉排烟温度/℃		热水锅炉排烟温度/℃		有机热载体锅炉 排烟温度/℃	
			标准	推荐	标准	推荐	标准	推荐
燃煤、 燃油、 生物质	锅炉额定蒸发量 $D_e/(t/h)$ 或额定热功率 Q_e/MW	≤ 2 或 ≤ 1.4	≤ 170	≤ 130	≤ 170	≤ 130	\leq 介质进口 温度+50	≤ 130
		> 2 或 > 1.4					≤ 170	
天然气	锅炉额定蒸发量 $D_e/(t/h)$ 或额定热功率 Q_e/MW	≤ 2 或 ≤ 1.4	≤ 170	≤ 70	≤ 170	≤ 70	\leq 介质进口 温度+50	≤ 70
		> 2 或 > 1.4					≤ 170	
以天然气以外的气体燃料为燃料的锅炉排烟温度最高值不应高于设计值								
注 1：表中所列为锅炉负荷率在 75%及以上运行时的排烟温度标准值和推荐值。								
注 2：对部分地区燃用高硫($S_{ar} \geq 1\%$)煤的有尾部受热面的锅炉,其运行排烟温度可适当提高,但提高幅度不超过 30℃。特殊炉型参考设计值。								

5.4 工业锅炉运行排烟处含氧量指标应不超过表 9 的规定值。

表 9 工业锅炉运行排烟处含氧量最高值

使用燃料	煤			油、气					生物质	
燃烧方式	层燃 锅炉	流化床 锅炉	煤粉 锅炉	正压 油、气 锅炉	负压 油、气 锅炉	贯流 锅炉	表面燃烧 燃气锅炉	高(焦、转)炉煤 气锅炉和生物 质气锅炉	层燃 锅炉	流化床 锅炉
含氧量/%	9.0	6.0	6.0	4.0	5.0	5.0	8.5	6.0	9.5	7.0
注 1：锅炉排烟处含氧量，一般指热力计算中，最后一级受热面出口的排烟处的含氧量(体积分数)。 注 2：表中所列为负荷率在 75% 及以上运行时的排烟处含氧量值。 注 3：燃用无烟煤的层燃锅炉，含氧量可以比表中的值增加 1 个百分点。										

5.5 燃煤、生物质工业锅炉运行灰渣可燃物含量指标应不超过表 10 的规定值。

表 10 燃煤、生物质工业锅炉经济运行灰渣可燃物含量最高值

锅炉额定蒸发量 $D_e/(t/h)$ (或额定热功率 Q_e/MW)	类 型	使用燃料及其燃烧方式																
		层燃/%										流化床燃烧/%					室燃/%	
		烟煤			贫煤	无烟煤			褐煤	生物 质	低质 煤 b	烟煤			贫煤	褐煤	生物 质	煤粉
		I 类	Ⅱ类	Ⅲ类		I 类	Ⅱ类	Ⅲ类				I 类	Ⅱ类	Ⅲ类				
$D_e\leqslant 20\text{ t/h}$ 或 $Q_e\leqslant 14\text{ MW}$	炉 渣	15	16	14	16	15	18	15	16	12	9	6	5	4	6	4	4	9
$D_e>20\text{ t/h}$ $Q_e>14\text{ MW}$		12	13	11	13	12	15	12	14	10	7	5	4	3	5	3	3	7
$D_e\leqslant 20\text{ t/h}$ 或 $Q_e\leqslant 14\text{ MW}$	飞 灰	20	18	17	20	20	22	20	18	17	9	7	6	5	7	5	5	8
$D_e>20\text{ t/h}$ 或 $Q_e>14\text{ MW}$		18	16	15	18	18	20	17	16	15	7	6	5	4	6	4	4	6
注：表中为锅炉在 75%及以上负荷运行时的可燃物含量。																		

5.6 对于海拔 1 000 m 以上地区,工业锅炉运行热效率可比 5.2 中规定值适当降低。海拔 1 000 m 以上地区每升高 1 000 m,降低值不超过表 11 的规定值,海拔升高不足 1 000 m 时,按比例折算。

表 11 海拔 1 000 m 以上地区每升高 1 000 m,工业锅炉运行热效率降低值

使用燃料及其燃烧方式						
层燃锅炉运行热效率降低值 %		流化床锅炉运行热效率降低值 %		室燃锅炉运行热效率降低值 %		
煤	生物质	煤	生物质	煤	天然气	燃油
2.5	1.5	1	1	1	0.5	0.5

6 综合评价

6.1 工业锅炉经济运行的综合评判分三个运行级别:一级运行、二级运行及三级运行,“三级运行”即为达到经济运行的基本要求。对于本文件实施之日后新安装投运的锅炉,自锅炉使用登记证颁发之日起两年内,以“二级运行”作为达到经济运行的基本要求。

6.2 综合评价体系包括运行热效率指标、运行表征参数指标、低碳智慧运行指标、温室气体排放水平、单位热量能耗水平等五个方面共 10 个指标,其中运行效率为总控制指标,其他为辅助指标。评判采用百分法,所有指标加权平均后的分数即为综合评价得分,评判结果应符合表 12 的规定。

表 12 工业锅炉经济运行技术指标综合评判级别

技术指标总评分/分	90	80~89	70~79	<70
经济运行级别	一级运行	二级运行	三级运行	不符合经济运行



6.3 综合评价体系各评价指标的名称及权重见表 13 规定,评价表按附录 B。各评价指标的说明及评分规则按附录 C。

表 13 工业锅炉经济运行评价指标的名称及权重

序号	评价项目	权重分值			备注
		燃煤、生物质	燃油、燃气	电加热	
(一)运行热效率指标(合计 60/60/75 分)					
1	运行热效率/%	60	60	75	达到一级热效率指标值为满分,二级按 90% 计分,三级按 80% 计分,低于三级得 0 分
(二)运行表征参数指标(合计 15/15/0 分)					
2	运行排烟温度/℃	5	10	0	单项指标达到推荐值得满分(5 分/10 分),达到标准值得 3 分/5 分,未达标准值得 0 分
3	运行排烟处含氧量/%	5	5	0	单项指标达标得满分,不达标得 0 分
4	运行灰渣可燃物含量/%	5	0	0	单项指标达标得满分,不达标得 0 分
(三)低碳智慧运行指标(合计 15 分)					
5	主要辅机(风机、泵、磨煤机等)的能效水平	4	4	4	按配置能效等级二级及以上设备的数量比例得分
6	工业锅炉系统能源监测水平	3	3	3	累计得分
7	工业锅炉系统智能管控水平	4	4	4	累计得分
8	先进绿色低碳技术应用水平	4	4	4	累计得分
(四)大气污染物和温室气体排放水平(合计 5 分)					
9	大气污染物和温室气体排放水平	5	5	5	大气污染物应符合当地标准,否则,该项得 0 分 温室气体排放达到行业先进水平得 5 分、达到平均水平得 3 分、一般得 1 分~2 分
(五)单位热量能耗水平(合计 5 分)					
10	单位热量综合能耗水平	5	5	5	达到先进得 5 分、平均得 3 分~4 分、一般得 1 分~2 分

6.4 工业锅炉经济运行综合评价,应检查是否符合第 4 章基本要求中的各项要求。不符合项大于或等于 3 项时,需对不符合项进行整改。整改至不符合项少于 3 项后才能进行经济运行技术指标综合评价。

6.5 工业锅炉经济运行评价应由具有国家或行业认可具有锅炉监测检测能力的单位进行。

6.6 对达不到经济运行基本要求的锅炉使用单位,应查找问题所在,提出改进措施,应自行或委托其他机构进行整改。

6.7 锅炉使用单位可根据自身需求可开展工业锅炉经济运行综合评价;管理部门认为有必要抽查时,可安排进行综合评价。

6.8 工业锅炉经济运行技术指标监测方法或试验方法按 GB/T 10180、GB/T 15316、GB/T 15317、GB/T 17410、NB/T 47066 中的规定进行。



附录 A
(资料性)
工业锅炉运行记录表

工业锅炉运行记录表见表 A.1～表 A.3。

表 A.1 蒸汽锅炉运行记录表

年 月 日 星期										号炉	燃料品种	本日共运行 小时					
项目	早班						中班						夜班				
蒸汽压力/MPa																	
给水温度/℃																	
进风温度/℃																	
炉膛压力/Pa																	
炉膛出口 烟温/℃																	
排烟温度/℃																	
省煤器出口 水温/℃																	
烟气含氧量/%																	
送风机电流/A																	
引风机电流/A																	
给水泵电流/A																	
炉排或除渣机 电流/A																	
水位记录																	

表 A.1 蒸汽锅炉运行记录表 (续)

项目		早班										中班										夜班																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																



表 A.2 热水锅炉运行记录表

年__月__日		星期__		号炉				燃料品种				本日共运行__小时																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
项目	早班								中班								夜班																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

表 A.2 热水锅炉运行记录表 (续)

项目	早班										中班										夜班									
计量记录	热水表读数				热水产量				t		热水表读数				热水产量				t		热水表读数				热水产量				t	
	补水表读数				补水量				t		补水表读数				补水量				t		补水表读数				补水量				t	
	燃料表读数				燃料耗量				t 或 m ³		燃料表读数				燃料耗量				t 或 m ³		燃料表读数				燃料耗量				t 或 m ³	
	电表读数				用电量				kW·h		电表读数				用电量				kW·h		电表读数				用电量				kW·h	
水质记录	补水硬度		锅水 pH 值		锅水硬度		锅水碱度		锅水氯根		补水硬度		锅水 pH 值		锅水硬度		锅水碱度		锅水氯根		补水硬度		锅水 pH 值		锅水硬度		锅水碱度		锅水氯根	
	mmol/L		—		mmol/L		mmol/L		mg/L		mmol/L		—		mmol/L		mmol/L		mg/L		mmol/L		—		mmol/L		mmol/L		mg/L	
水箱水位																														
运行人员																														
其他情况记录																														

表 A.3 液相有机热载体锅炉运行记录表

年 月 日 星期

号 炉 燃料品种

本日共运行 小时

项目	早班										中班										夜班									
出油压力/MPa																														
进油温度/℃																														
出油温度/℃																														
进风温度/℃																														
炉膛压力/Pa																														

表 A.3 液相有机热载体锅炉运行记录表（续）

项目	早班								中班								夜班							
炉膛出口烟温/℃																								
排烟温度/℃																								
烟气含氧量/%																								
送风机电流/A																								
引风机电流/A																								
循环泵电流/A																								
炉排或除渣机 电流/A																								
膨胀罐液位																								
除尘器出灰量																								
安全装置校验																								
清洁工作																								
计量记录	循环流量 读数																							供热量 t
	补油表读数																							补油量 t
	燃料表读数																							燃料耗量 t 或 m ³
	电表读数																							用电量 kW·h
低位槽液位																								
运行人员																								
其他情况记录																								

附 录 B
(规范性)
工业锅炉经济运行综合评价表

工业锅炉经济运行综合评价表见表 B.1。

表 B.1 工业锅炉经济运行综合评价表

被评价单位		评价日期		
锅炉型号		制造单位		
燃料种类		介质种类	投入运行时间	
额定蒸发量/(t/h)		实际负荷率范围		
评价单位		评价负责人(签字)		
评价依据		评价负责人职称		
基本要求评价	(是否满足建设和运行的基本要求)			
	评价结果:			
评价指标	评价项目		评价依据(测试结果)	评价结果
	(一)运行热效率指标(合计 60/60/75 分)			
	1	运行热效率/%		
	(二)运行表征参数指标(合计 15/15/0 分)			
	2	运行排烟温度/℃		
	3	运行排烟处含氧量/%		
	4	运行炉渣或飞灰可燃物含量/%		
	(三)低碳智慧运行指标(合计 15 分)			
	5	主要辅机(风机、泵、磨煤机等)的能效水平		
	6	工业锅炉系统能源监测水平		
	7	工业锅炉系统智能管控水平		
	8	先进绿色低碳技术应用水平		
	(四)大气污染物和温室气体排放水平(合计 5 分)			
	9	大气污染物和温室气体排放水平		
	(五)单位热量能耗水平(合计 5 分)			
	10	单位热量综合能耗水平		
	综合得分			
综合评判级别				
评价结论、处理意见及建议:				
评价单位负责人:(签字)		评价单位:(盖章)		
		年 月 日		

附 录 C

(规范性)

综合评价指标说明及评分规则

C.1 运行热效率指标

C.1.1 概述

运行效率作为评价体系的总控制指标,是评价工业锅炉经济运行水平的决定性指标。

C.1.2 运行热效率

C.1.2.1 指标说明

工业锅炉运行热效率的等级情况。

C.1.2.2 评分规则

总分:燃煤、燃生物质的锅炉为 60 分;燃油、燃气锅炉为 60 分;电加热锅炉为 75 分。

各类型工业锅炉运行热效率指标的三个等级按 5.2 中表 2~表 7 对照。达到一级热效率指标值计满分(即总分的 100%);达到二级热效率指标值按总分的 90%计分;达到三级热效率指标值按 80%计分;低于三级的本项不得分。

C.2 运行表征参数指标

C.2.1 概述

运行表征参数指标包括运行排烟温度、运行排烟处含氧量、运行灰渣可燃物含量 3 个方面。

C.2.2 运行排烟温度

C.2.2.1 指标说明

各类型工业锅炉的运行排烟温度指标是否满足本文件的要求。

C.2.2.2 评分规则

总分:燃煤、燃生物质的锅炉为 5 分;燃油、燃气锅炉为 10 分。电加热锅炉不涉及,此项为 0 分。

各类型工业锅炉运行排烟温度指标要求按 5.3 中表 8 对照。运行排烟温度达到表 8 推荐值得满分(燃煤、燃生物质的锅炉得 5 分;燃油、燃气锅炉得 10 分);达到表 8 的标准值得 3 分(燃煤、燃生物质的锅炉)或 5 分(燃油、燃气锅炉);未达到标准值得 0 分。

C.2.3 运行排烟处含氧量

C.2.3.1 指标说明

各类型工业锅炉的运行排烟处含氧量指标是否满足要求。

C.2.3.2 评分规则

总分:燃煤、燃生物质的锅炉为 5 分;燃油、燃气锅炉为 5 分。电加热锅炉不涉及,此项为 0 分。

各类型工业锅炉运行排烟处含氧量指标要求按 5.4 中表 9 对照。排烟处含氧量指标不超过表 9 的规定值即为达标,本项得满分;超过表 9 规定值则为不达标,本项得 0 分。

C.2.4 运行灰渣可燃物含量

C.2.4.1 指标说明

燃煤、生物质工业锅炉的运行灰渣可燃物含量指标是否满足要求。

C.2.4.2 评分规则

总分:燃煤、燃生物质的锅炉为 5 分。本项燃油、燃气、电加热锅炉不涉及,此项为 0 分。

燃煤、生物质工业锅炉运行灰渣可燃物含量指标要求按 5.5 中表 10 对照。燃煤、生物质工业锅炉运行时:飞灰可燃物含量指标不超过表 10 的规定值即为达标,可得 2.5 分,超过即为不达标,本项得 0 分;炉渣可燃物含量指标不超过表 10 的规定值即为达标,可得 2.5 分,超过即为不达标,本项得 0 分。

C.3 低碳智慧运行指标

C.3.1 概述

低碳智慧运行指标包括主要辅机(风机、泵、磨煤机等)的能效水平、工业锅炉系统能源监测水平、工业锅炉系统智能管控水平、先进绿色低碳技术应用水平 4 个方面。

C.3.2 主要辅机的能效水平

C.3.2.1 指标说明

工业锅炉系统主要辅机的能效水平。

C.3.2.2 评分规则

总分 4 分。

工业锅炉系统主要辅机包括鼓风机、引风机、烟气再循环风机、循环水泵、给水泵、磨煤机等。上述辅机设备全部达到能效等级二级及以上的得 4 分;能效等级二级及以上的设备占比(台数比)70%~99%的得 3 分;能效等级二级及以上的设备占比(台数比)50%~69%的得 1 分;能效等级二级及以上的设备占比(台数比)低于 49%的不得分。

C.3.2 工业锅炉系统能源监测水平

C.3.2.1 指标说明

工业锅炉系统在能源监测方面所达到的水平。

C.3.2.2 评分规则

总分 3 分。

满足 GB 17167 要求及能耗测量需求,并定期开展计量器具检定校准,锅炉配套与节能相关的远传检测仪表,至少包含各用电设备的电耗、风机出口压力、炉膛压力、进风温度、排烟温度、进水温度和压力、出水(汽)温度和压力、燃料量、水(汽)流量、氧含量等仪表;根据环保要求配套的烟气在线监测设备,且都在检测有效期内。满足上述要求则本项得 2 分。

在此基础上,具有完善的能源管理体系(能耗统计分析、奖惩办法和长效考评机制等),并有效实施,取得可佐证的良好效果得 1 分,如:节能管理有效,能提供每年锅炉经济运行数据分析对比,包括各

运行负荷下燃料热比、电热比、用水量、锅炉效率、排烟温度、环保排放指标。

以上各项得分相加为本指标得分,得分最高 3 分。

C.3.3 工业锅炉系统智能管控水平

C.3.3.1 指标说明

工业锅炉系统在实际运行时智能管控方面所达到的水平,具备较大的负荷调节能力。

C.3.3.2 评分规则

总分 4 分。

工业锅炉系统配备智能控制系统并稳定运行,实现对工业锅炉系统自动化、高效化管控,根据实际情况,可以具备较大的负荷调节能力,并取得可佐证的良好效果可得分。智能化控制技术包括但不限于以下内容。

- a) 自主学习与智能调节。自主学习:配置智能控制系统,智能锅炉能够通过学习用户的使用习惯和需求,自动调整燃烧效率和温度控制,实现自动化、智能化的经济运行;智能调节:设置环境温度补偿控制装置,锅炉根据设定的参数或外界环境的变化(如室温、室外温度、供水需求等),自动调节运行状态,保持最佳的供热效果。
- b) 远程控制与监测。远程控制:用户可以通过手机 App、电脑等远程控制设备,对锅炉进行开关、温度调节等操作。这种远程控制能力极大地提高了用户的使用便捷性,使用户能够随时随地掌握和控制锅炉的运行状态。远程监测:智能锅炉具备远程监测功能,可以实时监测锅炉的运行数据、故障信息等,并将这些信息传输到云端或用户设备上。一旦锅炉出现异常或故障,用户可以立即收到通知并采取相应的措施。
- c) 智能记录 and 选择经济运行模式。配置物联网系统等数字手段,自动记录锅炉运行数据,记录的数据应能直接或间接反映锅炉的启停、出力、能耗情况,以便为锅炉运行习惯优化提供基础数据。智能选择经济运行模式:智能锅炉通常具备多种节能模式,如假日经济运行模式、定时开关机模式等。用户可以根据实际需求选择合适的节能模式,以降低能耗和费用。
- d) 安全保护与故障自诊断。安全保护:智能锅炉具备多重安全保护措施,如过热保护、漏电保护、防干烧保护等。这些保护措施能够在锅炉出现异常或故障时及时切断电源或停止运行,确保用户和设备的安全。故障自诊断:智能锅炉内置故障诊断系统,能够自动检测并识别常见故障类型和原因。用户可以通过显示屏或手机 App 查看故障信息并采取相应的维修措施。
- e) 智能化管理与优化。智能化管理:智能锅炉可以接入工业自动化系统,实现与其他设备的联动控制和集中管理。这种管理方式使得用户能够更加方便地控制多个设备并优化整个系统的运行效率。优化运行:智能锅炉通过收集和分析运行数据,不断优化燃烧过程和控制策略,提高锅炉的运行效率和稳定性。同时,智能锅炉还能够根据天气、季节等外界因素的变化自动调整运行状态以适应不同的供热需求。

上述要求满足一条即可得 1 分,每多一条加 1 分,得分最高不超过 4 分。

C.3.4 先进绿色低碳技术应用水平

C.3.4.1 指标说明

工业锅炉系统采用绿色低碳技术应用的水平。

C.3.4.2 评分规则

总分 4 分。

工业锅炉系统采用绿色低碳应用技术,实际使用且取得可佐证的良好效果可得分。绿色低碳技术包括但不限于以下内容:余热余能或资源回收利用技术;锅炉烟气余热回收技术、冷凝水余热回收技术、烟气深冷技术、余热梯级综合利用技术等;多能源、多热源相互耦合的技术;热泵技术;配备蓄热和储能装置,通过科学运行策略实现谷蓄峰放的节能技术;预混燃烧、富氧燃烧、分层燃烧及选择性催化还原技术(SCR)等燃烧优化技术;生物质气化技术等。电锅炉重点关注是否采用风电、光电等绿色能源,可得3分。

上述技术满足一条即可得1分,每多一条加1分,得分最高不超过4分。

C.4 大气污染物和温室气体排放水平

C.4.1 概述

大气污染物和温室气体排放水平主要关注锅炉运行时排放的大气污染物和温室气体情况。

C.4.2 温室气体排放水平

C.4.2.1 指标说明

工业锅炉系统在大气污染物控制和温室气体排放方面所达到的水平。

C.4.2.2 评分规则

对标国家和当地相关污染物和温室气体排放水平,如不满足当地大气污染物排放标准要求,本项得0分,且应及时查找问题所在,提出改进措施,并进行整改。

在满足当地大气污染物排放标准要求的前提下,温室气体排放水平达到行业先进水平得5分,达到平均水平得3分,一般得1分~2分。

C.5 单位热量综合能耗排放指标

C.5.1 概述

单位热量综合能耗排放指标反映了工业锅炉系统的综合能源经济性水平。

C.5.2 单位热量综合能耗水平

C.5.2.1 指标说明

工业锅炉系统在生出单位热量消耗的综合能源总量在行业中的水平。

C.5.2.2 评分规则

总分5分。

工业锅炉系统在产出单位热量时,各类固体/液体/气体燃料、电力、热力、耗能工质的综合消耗量,评价综合能源消耗量在行业中的水平,属于行业先进水平可得5分,属于行业平均水平可得3分~4分,属于行业一般水平可得1分~2分。

