

ICS 27.060.30
CCS J 98

CEEIA

团 体 标 准

T/CEEIA 539—2021

燃气锅炉低氮燃烧技术应用导则

Application guideline to low-NO_x combustion technology for gas-fired boiler

2021-08-30 发布

2021-08-30 实施

中 国 电 器 工 业 协 会 发 布

中国电器工业协会 公告

2021年第2号（总第38号）

电工行业相关企业、科研院所、标委会、分支机构、中电协标准化专业委员会：

由中国电器工业协会标准化工作委员会提出的《变速抽水蓄能发电电动机转子绕组交流耐电压试验导则》等 30 项中电协团体标准已按《中国电器工业协会团体标准制定工作管理办法》完成制修订，现予以发布（见附件），并在《电器工业》杂志和协会网站上公布。

附件：30 项团体标准的编号、名称和起始实施日期

中国电器工业协会
二〇二一年八月三十日

附件：

30 项团体标准的编号、名称和起始实施日期

序号	标准编号	标准名称	起始实施日期
1	T/CEEIA 510—2021	变速抽水蓄能发电电动机转子绕组交流耐电压试验导则	2021-8-30
2	T/CEEIA 511—2021	海上风电用海缆保护装置 第 1 部分：弯曲限制器	2021-8-30
3	T/CEEIA 512—2021	海上风电用海缆保护装置 第 2 部分：穿孔式保护装置	2021-8-30
4	T/CEEIA 513—2021	海上风电用海缆保护装置 第 3 部分：柔性保护管	2021-8-30
5	T/CEEIA 514—2021	66 kV ~ 220 kV 交流电力电缆用可交联聚乙烯绝缘料和半导体屏蔽料 第 1 部分：66 kV ~ 220 kV 交流电力电缆用可交联聚乙烯绝缘料	2021-8-30
6	T/CEEIA 515—2021	特殊工况下塑料外壳式断路器抗电流波形畸变能力测试技术规范	2021-8-30
7	T/CEEIA 516—2021	塑料外壳式断路器飞弧安全距离测试 技术规范	2021-8-30
8	T/CEEIA 517—2021	嵌入式插座	2021-8-30
9	T/CEEIA 518—2021	YBX5 系列高效率隔爆型三相异步电动机技术条件（机座号 80 ~ 355）	2021-8-30
10	T/CEEIA 519—2021	YFBX5 系列高效率粉尘防爆型三相异步电动机技术条件（机座号 80 ~ 355）	2021-8-30
11	T/CEEIA 520—2021	YE5 系列高效率三相异步电动机技术条件（机座号 80 ~ 355）	2021-8-30
12	T/CEEIA 521—2021	核电厂安全级 K3 类低压 H 级电动机样机鉴定大纲	2021-8-30
13	T/CEEIA 522—2021	煤矿用浆液搅拌机通用技术条件	2021-8-30
14	T/CEEIA 523—2021	煤矿用气动注浆泵通用技术条件	2021-8-30
15	T/CEEIA 524—2021	光纤传感器电气设备局部放电检测 第 1 部分：通则	2021-8-30
16	T/CEEIA 525—2021	光纤传感器电气设备局部放电检测 第 2 部分：气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）	2021-8-30
17	T/CEEIA 526—2021	光纤传感器电气设备局部放电检测 第 3 部分：变压器	2021-8-30
18	T/CEEIA 527—2021	光纤传感器电气设备振动检测 第 1 部分：通则	2021-8-30
19	T/CEEIA 528—2021	光纤传感器电气设备振动检测 第 2 部分：气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）	2021-8-30
20	T/CEEIA 529—2021	光纤传感器电气设备振动检测 第 3 部分：变压器	2021-8-30

30 项团体标准的编号、名称和起始实施日期（续）

序号	标准编号	标准名称	起始实施日期
21	T/CEEIA 530—2021	无人区高海拔输电线路状态监测装置供电电源选型及检验规范	2021-8-30
22	T/CEEIA 531—2021	无人区高海拔输电线路状态监测装置信号传输技术	2021-8-30
23	T/CEEIA 532—2021	高海拔地区架空输电线路状态监测装置供电电源选型及检验技术规范	2021-8-30
24	T/CEEIA 533—2021	高海拔地区架空输电线路状态监测装置数据传输技术规范	2021-8-30
25	T/CEEIA 534—2021	高原山地型风电机组低电压穿越能力现场复核及评估	2021-8-30
26	T/CEEIA 535—2021	SF6 断路器灭弧特性辐射电磁波现场带电检测与评估方法	2021-8-30
27	T/CEEIA 536—2021	绿色设计产品评价技术规范 工业锅炉	2021-8-30
28	T/CEEIA 537—2021	绿色工厂评价导则 工业锅炉制造工厂	2021-8-30
29	T/CEEIA 538—2021	（工业）锅炉用燃气全预混燃烧器	2021-8-30
30	T/CEEIA 539—2021	燃气锅炉低氮燃烧技术应用导则	2021-8-30

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 性能要求	2
5 技术要求	3
6 燃烧系统安装与调试	5
7 检验、试验和验收	5
8 运行与维护	6
附录 A (资料性附录) NO _x 排放浓度折算方法	7

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》及 T/CEEIA 270—2017《CEEIA 标准编写指南》给出的规定编写。

本文件由中国电器工业协会标准化工作委员会提出。

本文件由中国电器工业协会标准化委员会秘书处和工业锅炉标准化专业委员会负责解释。

本文件负责起草单位：中国电器工业协会工业锅炉分会。

本文件参加起草单位：上海工业锅炉研究所有限公司、上海华之邦科技股份有限公司、利雅路热能设备（上海）有限公司、无锡顺盟科技有限公司、无锡赛威特燃烧器制造有限公司、无锡布尔泰能源科技有限公司、上海宾美实业有限公司、皓优能源技术（上海）有限公司、江西中船航海仪器有限公司、岳阳远大热能设备有限公司、上海迎韦热能设备有限公司、泰山集团股份有限公司、陕西建工金牛集团股份有限公司、天津宝成机械制造股份有限公司、无锡中正锅炉有限公司、重庆川然节能技术有限公司、松下制冷（大连）有限公司、湖南理工学院、积顿新热能设备无锡有限公司、方快锅炉有限公司、江苏双良锅炉有限公司、三浦工业（中国）有限公司、奥林燃烧器（无锡）有限公司、上海诺特飞博燃烧设备有限公司、柘科（上海）燃烧设备贸易有限公司、湘潭锅炉有限责任公司。

本文件主要起草人：王善武、刘太孝、陈宝明、狄军法、刘兆桢、殷鸿斌、沈斌、李进生、陈光明、贾文军、刘明军、郭胜贵、张小林、李顺荣、薛梁、周冬雷、王惠云、韩伟、姜连菊、陆建旻、付文军、王鹏南、刘建平、彭俊、张耀华、黄鑫华。

本文件于 2021 年首次发布。

引 言

近年来，我国各类气体清洁能源勘探开发以及国际气源开拓和通道建设，使得我国在天然气的资源潜力、供应、消费市场、基础设施建设等方面均取得了长足的进步，燃气锅炉得到了快速发展。氮氧化物是三大大气污染物之一，也是形成超细颗粒（PM_{2.5}）污染的主要原因。GB 13271—2014《锅炉大气污染物排放标准》实施后，部分省市也陆续发布了地方环保标准，对燃气锅炉的氮氧化物排放提出了更为严格的限定。

低氮燃烧技术是近年来锅炉行业控制大气污染物排放的重要方法，烟气再循环技术、全预混燃烧技术等有效降低了燃气锅炉氮氧化物的排放。为快速响应市场需求，规范低氮燃烧技术在燃气锅炉上的应用，推动燃气锅炉低氮达标排放，特制定《燃气锅炉低氮燃烧技术应用导则》团体标准。

本文件符合工业锅炉团体标准体系，其技术要求与锅炉相关技术法规、行业标准相协调。

燃气锅炉低氮燃烧技术应用导则

1 范围

1.1 本文件规定了燃气（工业）锅炉低氮燃烧技术的术语和定义，性能要求，技术要求，燃烧系统及其安装与调试，检验、试验和验收，运行与维护，燃烧系统性能评价等。

1.2 本文件适用于以下范围内以水或有机热载体为介质的固定式燃气（工业）锅炉及燃烧器设计或选型、燃烧系统改造与性能评价：

- a) 额定蒸汽压力小于 3.8 MPa，设计正常水位水容积大于或等于 30 L，以水为工质的蒸汽锅炉；
- b) 额定输出功率大于或等于 0.1 MW 的热水锅炉；
- c) 额定输出功率大于或等于 0.1 MW 的有机热载体锅炉。

1.3 本文件适用的气体燃料包括符合 GB 17820 规定的管道天然气、符合 GB/T 38753 规定的液化天然气和符合 GB 11174 规定的液化石油气。

2 规范性引用文件

下列文件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 2900.48 电工名词术语 锅炉
- 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 11174 液化石油气
- GB/T 12349 社会生活环境噪声排放标准
- 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 14623 城市区域环境噪声测量方法
- GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物和气态污染物采样方法
- GB/T 16507.8 水管锅炉 第 8 部分：安装与运行
- GB/T 16508.7 锅壳锅炉 第 7 部分：安装
- GB/T 16508.8 锅壳锅炉 第 8 部分：运行
- GB 17820 天然气
- GB 24500 工业锅炉能效限定值及能效等级
- GB/T 35073 燃气燃烧器节能等级评价方法
- GB/T 36699 锅炉用液体和气体燃料燃烧器技术条件

GB/T 38753 液化天然气

GB 50041 锅炉房设计规范

T/CEEIA 538 (工业) 锅炉用燃气全预混燃烧器

3 术语和定义

GB/T 2900.48 和 T/CEEIA 538 《(工业) 锅炉用燃气全预混燃烧器》界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

燃气燃烧器 gas burners

以气体为燃料，配以自动点火、火焰检测及燃烧控制装置的燃烧器。

3.2

低氮燃气燃烧技术 low-NO_x gas combustion technology

用改变燃气燃烧条件来降低锅炉氮氧化物 (NO_x) 初始排放浓度的方法。

3.3

烟气再循环 flue gas recirculation

将部分烟气通过炉外、炉内循环的方式，送入燃烧器或直接送至燃烧区域参与燃料燃烧的技术。

3.4

烟气外循环 external circulation of flue gas

应用鼓风或引风的方式，通过外部管道将尾部烟道内烟气送入燃烧器或炉内燃烧区域，参与燃气燃烧的技术。

3.5

烟气内循环 internal circulation of flue gas

利用高速气体射流，将炉膛内部烟气引至燃烧器参与燃气燃烧的技术。

3.6

烟气再循环率 ratio of flue gas recirculation

再循环烟气量与无再循环时的烟气量的比值。

4 性能要求

4.1 应用低氮燃烧技术的新建锅炉

4.1.1 锅炉参数

应保证满足设计要求。

4.1.2 锅炉热效率

应符合 GB 24500 及相关锅炉产品标准的要求。

4.1.3 锅炉尾部烟气主要成分初始排放浓度

4.1.3.1 在额定条件下、正常稳定运行时，锅炉尾部烟气主要成分初始排放浓度应符合表 1 的规定。NO_x 的折算方法参见附录 A。

表 1 锅炉尾部烟气主要成分初始排放浓度（标态）

燃气种类	性能					
	NO _x / (mg/m ³)			CO / (mg/m ³)		
	Ⅲ级	Ⅱ级	I级	Ⅲ级	Ⅱ级	I级
天然气/液化天然气	80	50	30	95	75	50
液化石油气	150	80	50	125	95	75
其他	按照用户要求或协议					
注 1：初始排放浓度按照基准含氧量 3.5%折算。 注 2：表中 I、Ⅱ、Ⅲ级是指产品评价等级。 注 3：表中数值是基于 30% ~ 100%负荷区间的测量折算值。						

4.1.3.2 原始排放产物应在专门的测试装置或实炉上进行检测。

4.1.4 过量空气系数

4.1.4.1 采用全预混燃烧技术时，锅炉排烟处烟气过量空气系数宜不大于 1.6。

4.1.4.2 采用烟气再循环燃烧技术时，锅炉排烟处烟气过量空气系数符合下列要求：

- a) 正压燃烧锅炉宜不大于 1.15，其中贯流式锅炉和具有贯流锅炉结构特点的直流式锅炉宜不大于 1.4；
- b) 负压燃烧锅炉宜不大于 1.25。

4.1.5 燃烧器输出功率和背压

4.1.5.1 燃烧器输出热功率应满足配套锅炉额定蒸发量或额定热功率要求。

4.1.5.2 采用烟气外循环的燃烧器及其配套引风机应满足锅炉额定负荷下因烟气循环量而使锅炉烟风阻力增加的要求。

4.1.6 噪声

4.1.6.1 燃烧器运行噪声应符合 GB/T 36699 的要求。

4.1.6.2 锅炉运行噪声应符合 GB 50041 的要求。

4.2 实施低氮燃烧技术改造的在用锅炉

实施低氮燃烧技术改造的在用锅炉，除满足 4.1.4 ~ 4.1.6 外，还应符合以下要求：

- a) 应达到锅炉设计参数范围，锅炉出力应不低于额定负荷的 90%；
- b) 污染物排放应达到国家或使用地有关锅炉大气污染物排放标准的要求；
- c) 在额定工况下锅炉实测热效率的降幅应控制在 1 个百分点以内。

5 技术要求

5.1 烟气外循环技术

5.1.1 烟气再循环率一般为 15%，最大应不超过 20%。

5.1.2 应保证燃烧火焰的稳定，不应发生火焰脉动。

5.1.3 燃烧器火焰检测装置应采取防雾措施，避免检测失误。

5.1.4 烟气外循环燃烧系统设计应满足以下要求：

- a) 循环烟气吸入口位置选择应满足：
 - 1) 烟气与空气混合后的温度不应超过燃烧器或风机所承受的许用温度；
 - 2) 混合后的气体温度应不低于混合气中水蒸气的饱和温度。烟气吸入口形式参见图 1。
- b) 配置烟气再循环风机的系统，循环烟气应由循环风机送至助燃风机入口或出口；无烟气循环风机的系统，循环烟气应引至助燃风机吸入口；
- c) 循环烟道宜采用耐酸、抗氧化金属或非金属材料。循环烟道有效流通截面积应根据燃烧器所需烟气循环率确定，循环烟道布置应尽量减少烟道阻力且烟气最高流速不大于 20 m/s；
- d) 再循环烟气和空气混合段烟道或混合箱的最低位置应设置疏水装置，以确保混合过程中冷凝水及时排出；
- e) 烟气和空气混合腔的设计应保证空气和烟气混合均匀；
- f) 循环烟道水平段应设置顺流方向向下的一定角度的倾斜角，并在最低点考虑冷凝水的排放；循环烟道与燃烧器连接应采用柔性连接，且位于水平段的最高处；
- g) 循环烟道应采取保温措施。

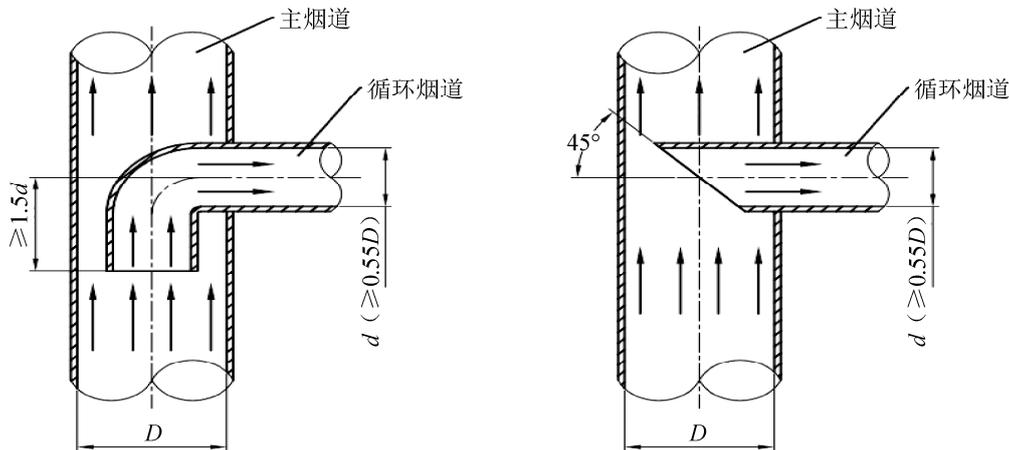


图 1 烟气循环吸入口示意图

5.1.5 对于多燃烧器配置烟气外循环系统，应保证供风与外循环烟气混合的均匀性，混合气的含氧量偏差应小于 0.5%。

5.1.6 燃烧器的选择应满足 4.1.5 和 4.1.6 的要求，且应符合 GB/T 36699 的要求。

5.1.7 配套风机选择要求如下：

- a) 燃烧器风机选型应综合考虑供风工艺、炉外再循环烟气比例、烟风温度及海拔高度等因素，以烟风流量、烟风阻力、烟风温度计算结果作为风机选型的依据；
- b) 烟气再循环风机应满足烟气循环比例和克服锅炉阻力需求，烟气流量调节应使用挡板门、变频等调节方式；
- c) 烟气再循环风机、风机前进行烟气和空气混合的燃烧器风机宜选用耐腐蚀材质制造。

5.1.8 烟气外循环技术控制要求如下：

- a) 燃气、空气和烟气流量的控制应联动设置，风机宜采用变频控制。
- b) 启炉阶段，宜根据烟气温度或时间延时触发烟气再循环，避开冷烟气阶段。
- c) 烟气流量控制应带温度补偿功能，全天候保持再循环烟气流量稳定、火焰稳定和 low nitrogen effect。

5.2 全预混燃烧器

应符合 T/CEEIA 538 的要求。含氢气超过 10%的燃料不应采用表面燃烧器燃烧。

5.3 锅炉设计

5.3.1 锅炉炉膛结构应与所采用的低氮燃烧器相匹配，并应保证锅炉燃烧稳定和低氮运行。

5.3.2 应根据所采用的低氮燃烧技术的特点合理布置受热面。

5.3.3 采用烟气外循环低氮燃烧技术时，应根据燃烧器要求，在合适的烟温处设置烟气再循环接口。

5.3.4 锅炉受热面应根据烟气温度和工质温度情况，合理设置冷凝水疏水装置，应能及时排出冷凝水。

6 燃烧系统安装与调试

6.1 锅炉燃烧系统安装应按锅炉燃烧系统安装说明书的要求进行，符合 GB/T 16507.8、GB/T 16508.7 的规定。

6.2 锅炉燃烧系统应由具备相应资质的单位进行安装与调试，必要时锅炉及燃烧系统生产厂家应现场指导。

6.3 锅炉燃烧系统安装前和安装过程中，如有影响锅炉安全运行的质量问题时，应立即停止相应部件的安装，燃烧系统制造或提供单位应与安装单位配合及时处理。烟道安装、控制测点、安装顺序及安装后的检验应符合施工图样和技术文件的要求。

6.4 燃烧系统设备冷态试验或热态调试应按相关规范、程序和说明书要求进行，热态调试所用燃气种类应符合设计要求。调试步骤和控制点，应按照锅炉和（或）燃烧器说明书及调试规程等技术文件的要求。

7 检验、试验和验收

7.1 检验

燃烧系统设备的制造与安装质量应按产品图样、相关标准和技术文件要求进行检验。检验和试验内容如下：

- a) 零部件质量；
- b) 装配质量；
- c) 安装质量；
- d) 冷态试验（含燃气通道气密性试验）。

7.2 锅炉及燃烧系统性能试验

7.2.1 锅炉热效率

按 GB/T 10180 或 GB/T 10184 的要求进行，并满足如下规定：

a) 对于新建锅炉，按照相关测试方法所得的锅炉热力参数应符合 4.1.1 的要求。根据锅炉额定工况下的燃气量，分别计算燃烧器的输出功率，其结果应符合 4.1.5 的要求。

b) 改造后的锅炉出力，应满足 4.2 a) 的要求，热效率应满足 4.2 d) 的要求。

7.2.2 大气污染物排放浓度测试

按 GB 13223、GB 13271 及相关标准的规定进行。测试结果应符合 4.1.3 的要求。

7.2.3 燃烧器阻力和炉膛压力测试

燃烧器阻力、炉膛压力一般采用压力计、U 型管、膜盒压力表等在炉膛压力、燃烧器压力测试点进行测试。

7.2.4 燃烧器及系统噪声的测试

按 GB/T 12349 或 GB/T 14623 的要求进行。测试结果应符合 4.1.6 规定的要求。

7.2.5 含氧量测试及过量空气系数

含氧量的测试按 GB/T 10180 或 GB/T 10184 规定的方法进行。根据含氧量计算所得的过量空气系数应符合 4.1.4 的要求。

7.3 验收

7.3.1 锅炉及燃烧系统验收试验所用燃料应符合设计要求。

7.3.2 验收试验应由双方商定的、具有资质的专业检测机构承担。

8 运行与维护

8.1 锅炉运行应按照但不限于 GB/T 16507.8、GB/T 16508.8 的要求及锅炉使用说明书等技术文件的要求进行。

8.2 锅炉所用燃料应符合设计要求。

8.3 锅炉应在设计负荷范围内运行，并尽量避免在额定负荷 30%以下的低负荷状态下运行。

8.4 应定期对燃烧系统进行以下活动：

- a) 燃气管路的压力表、流量计的观察和记录；
- b) 燃烧器点火电极的紧固处理，以保证点火间隙在燃烧器设计范围内；
- c) 火焰监测器的感光玻璃的擦拭处理；
- d) 全预混燃烧器金属纤维燃烧头、多孔陶瓷表面燃烧头的维护，空气过滤器的清洗和必要的更换；
- e) 供气管路中的过滤器的清洗和必要的更换；
- f) 燃烧器各个轴连接装置（如风门轴、燃气阀轴、烟气阀轴等处）紧固螺钉的紧固处理；
- g) 循环烟气管道疏水装置的检查、疏通、维护。

8.5 应定期对烟气参数进行检测。

附 录 A
(资料性附录)
NO_x 排放浓度折算方法

锅炉采用低氮燃烧技术炉膛 NO_x 基准含氧量排放浓度折算方法如下：

实测的锅炉 NO_x 排放浓度应按 GB/T 16157 的要求，按公式 (A.1) 折算为基准含氧量排放浓度。
燃气锅炉的基准含氧量取 3.5%。

$$NO_x = NO_x' \times \frac{21 - \varphi(O_2)}{21 - \varphi'(O_2)} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

NO_x ——大气污染物基准氧含量排放浓度，单位为毫克每立方米 (mg/m³)；

NO_x' ——实测的大气污染物排放浓度，单位为毫克每立方米 (mg/m³)；

$\varphi'(O_2)$ ——实测的氧含量；

$\varphi(O_2)$ ——基准氧含量。

中国电器工业协会标准
燃气锅炉低氮燃烧技术应用导则
T/CEEIA 539—2021

科学技术文献出版社

官方网址: www.stdp.com.cn

地址: 北京市复兴路15号 邮编: 100038

编务部: (010) 58882938, 58882087 (传真)

发行部: (010) 58882868, 58882870 (传真)

邮购部: (010) 58882873

科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销

北京厚诚则铭印刷科技有限公司

开本: 880mm×1230mm 1/16 印张: 0.75 字数: 20千

版次: 2021年4月第1版 2021年4月第1次印刷

统一书号: 155189·317

定价: 18.00元



版权所有 侵权必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换



155189·317