

团 体 标 准

T/CEEIA 538—2021

(工业) 锅炉用燃气全预混燃烧器

Full premixed gaseous fuel burners for (industrial) 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、研究院所、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 参数系列与型号编制2

5 技术要求4

6 设计与制造6

7 检验和试验 11

8 检验和试验规则 13

9 包装、标志和随机文件 14

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、松下制冷（大连）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、三浦工业（中国）有限公司、上海迎韦热能设备有限公司、皓优能源技术（上海）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、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。

本文件主要起草人：王善武、陈宝明、刘兆桢、狄军法、殷鸿斌、刘太孝、卢卫东、张耀华、贾文军、刘明军、李一骧、沈斌、李进生、张小林、姜连菊、薛梁、李顺荣、郭胜贵、王龙。

本文件于 2021 年首次制定。

引 言

近年来，我国各类气体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取得了长足的进步，已具备大幅提高天然气消费比重的条件。GB 13271—2014《锅炉大气污染物排放标准》以及各地环保标准的提高，“煤改气”政策的大幅推进，加速了燃气燃烧器及燃气锅炉的应用，国产气体燃料燃烧器更是进入了快速发展阶段，燃气全预混技术已成为燃气锅炉降低氮氧化物生成和排放的主要手段之一。

为指导和规范燃气全预混燃烧器的研发、设计和制造，提升燃气全预混燃烧器的技术水平和产品质量，推动燃气锅炉产品质量性能升级，特制定《（工业）锅炉用燃气全预混燃烧器》团体标准。

本文件符合工业锅炉团体标准体系，其技术要求与锅炉行业相关技术法规和燃烧器通用标准相协调。

(工业) 锅炉用燃气全预混燃烧器

1 范围

本文件规定了(工业)锅炉用燃气全预混燃烧器的术语和定义,参数系列与型号编制,技术要求,设计与制造,检验和试验方法,检验和试验规则,包装、标志和随机文件。

本文件适用于额定输出热功率不小于 0.1 MW、且不大于 8.4 MW 的燃气全预混燃烧器。

本文件适用的气体燃料包括分别符合 GB 17820、GB/T 38753 和 GB 11174 规定的管道天然气、液化天然气和液化石油气。

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 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口
- GB/T 1184 形状和位置公差 未注公差值
- GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB/T 2888 风机和罗茨风机噪声测量方法
- GB/T 2900.48 电工名词术语 锅炉
- GB 3836.14 爆炸性环境 第 14 部分:场所分类爆炸性气体环境
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)
- GB/T 6414 铸件尺寸公差与机械加工余量
- GB 11174 液化石油气
- GB 14048.1 低压开关设备和控制设备 第 1 部分:总则
- GB/T 14486 塑料模塑件尺寸公差
- GB 14536.6 家用和类似用途电自动控制器燃烧器电自动控制系统的特殊要求
- GB 17820 天然气
- GB 18613 电动机能效限定值及能效等级
- GB 19212.4 变压器、电抗器、电源装置及其组合的安全 第 4 部分:燃气和燃油燃烧器点火变压器的特殊要求和试验
- GB/T 19804 焊接结构的一般尺寸公差和形位公差
- 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

JB/T 10562 一般用途轴流通风机技术条件

JB/T 10563 一般用途离心通风机技术条件

3 术语和定义

GB/T 2900.48 和 GB/T 36699 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

燃气全预混燃烧器 full pre-mixed gaseous fuel burners

在进入火孔前空气和燃气以不低于完全燃烧理论值的空燃比混合的燃烧器。

3.2

风机前预混 premix gaseous fuel before fan outlet of burner

指燃气和空气在风机入口前进行混合的过程。

3.3

风机后预混 premix gaseous fuel after fan outlet of burner

指燃气和空气在风机出口后进行混合的过程。

4 参数系列与型号编制

4.1 参数系列

燃气全预混燃烧器的额定输出热功率宜按表 1 确定。

表 1 燃气全预混燃烧器额定输出热功率

燃烧器额定输出热功率 Q_F MW	配用锅炉		额定燃气消耗量 B^b m ³ /h (标态)
	额定蒸发量 D^a t/h	额定热功率 Q^a MW ($\times 10^4$ kcal/h)	
0.10	0.12	0.08 (8)	9.4
0.14	0.15	0.12 (10)	14
0.28	0.3	0.23 (20)	28
0.42	0.5	0.35 (30)	42
0.84	1.0	0.70 (60)	84
1.7	2.0	1.4 (120)	170
3.4	4.0	2.8 (240)	340
5.0	6.0	4.2 (360)	510
6.7	8.0	5.6 (480)	680
8.4	10.0	7.0 (600)	850
a 按燃烧器折算系数 0.85 计算。			
b 天然气低位发热值按 35.53 MJ/m ³ (标态) 计。			

4.2 型号编制

4.2.1 燃烧器产品型号由五部分组成，各部分之间用短横线相连，产品型号格式见图 1。

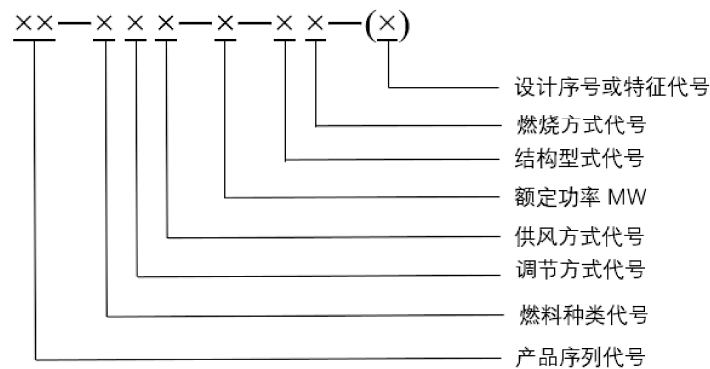


图 1 燃气全预混燃烧器产品型号格式

4.2.2 燃烧器产品型号各组成部分应符合下列要求：

- a) 第一部分产品系列代号：代表不同厂商、不同品牌的产品系列，用两个大写汉语拼音字母表示。
- b) 第二部分由以下代号组成：
 - 1) 燃料种类代号：代表燃烧器适用的燃气燃料种类，代号见表 2；
 - 2) 调节方式代号：代表燃烧器输出热功率的调节方式，电子连续调节代号用 E 表示；
 - 3) 供风方式代号：代表助燃空气的供风方式，强制鼓风代号用 F 表示。
- c) 第三部分额定功率：代表燃烧器在设计工况下的额定输出热功率，以阿拉伯数字表示（小数点后保留 1 位有效数字），单位为兆瓦（MW）。
- d) 第四部分结构型式和燃烧方式代号：分别各用一个大写汉语拼音字母表示，代号见表 3；
- e) 第五部分设计序号或特征代号：用于表示产品的设计改进或性能特点，设计序号用一个数字表示，特征代号用一个字母（由制造单位自定）表示。此项可省略。

表 2 燃料种类代号

燃料种类	燃料代号
天然气（管道天然气，液化天然气）	Q
液化石油气	P

表 3 燃烧器结构型式与燃烧方式代号

结构型式	代号	燃烧方式	代号
整体式	Z	全预混式燃烧	Q
分体式	F		

4.2.3 型号示例如下：

- a) HW-QEF-2.0-ZQ-S：表示某公司的 HW 系列、燃料为天然气、电子连续调节、强制鼓风、额定输出热功率为 2.0 MW 的整体式全预混冷焰燃烧器；

b) LN-QEF-2.8-FQ-2：表示某公司的 LN 系列、燃料为天然气、电子连续调节、强制鼓风、额定输出热功率为 2.8 MW 的分体式全预混燃烧器，在原设计基础上的第二次设计。

5 技术要求

5.1 典型结构

5.1.1 燃气全预混（风机前预混）燃烧器典型结构见图 2。

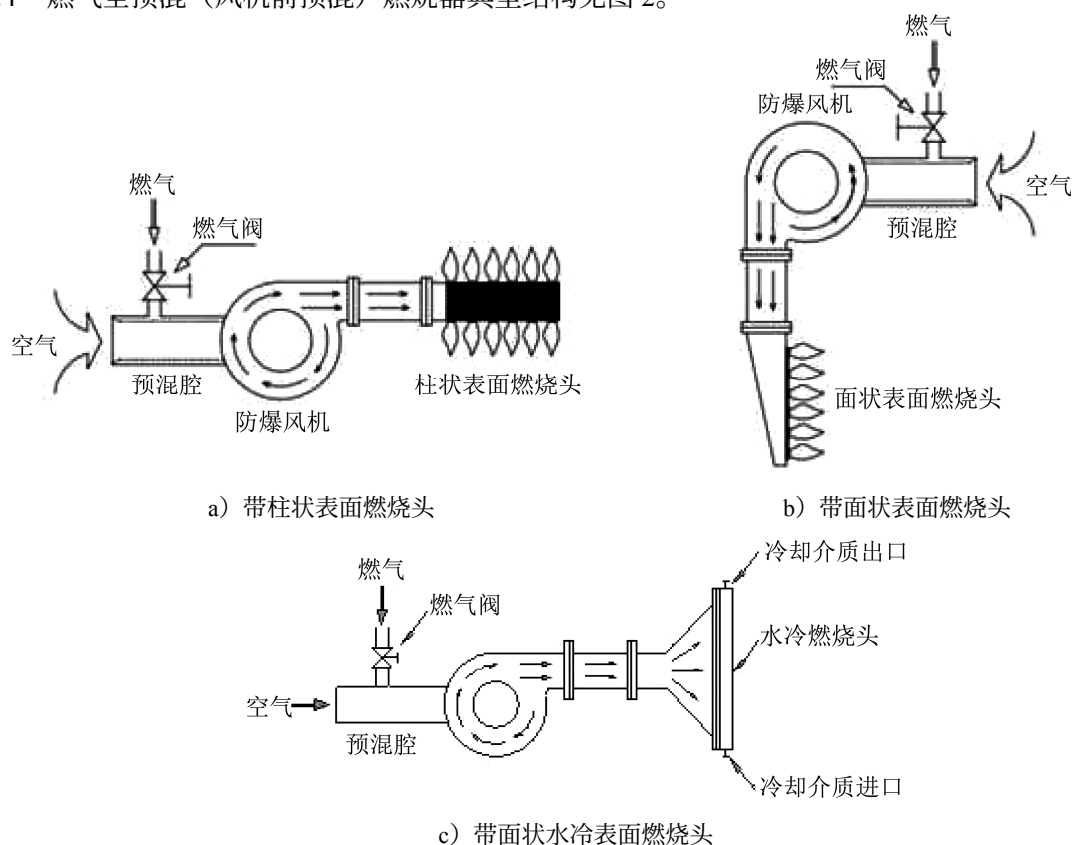
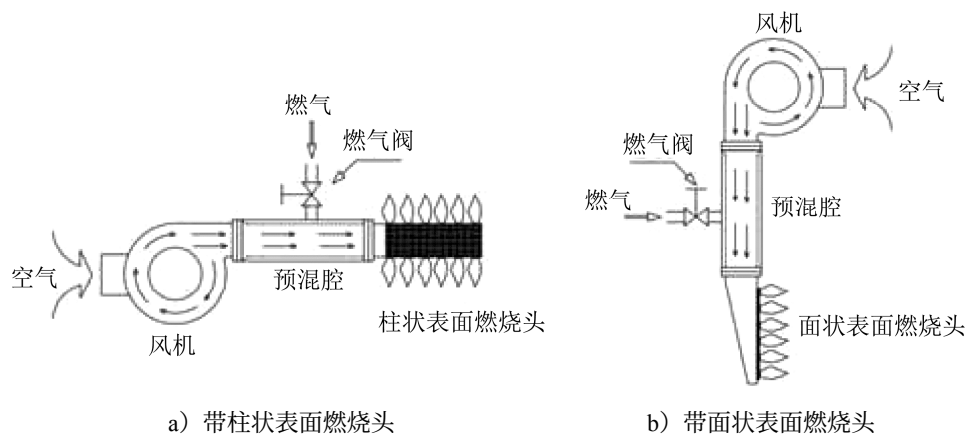


图 2 燃气全预混（风机前预混）燃烧器典型结构示意图

5.1.2 燃气全预混（风机后预混）燃烧器典型结构见图 3。



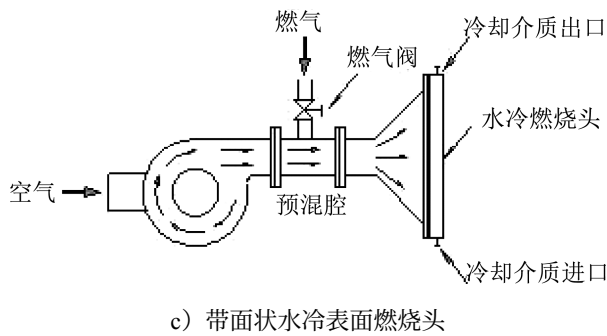


图 3 燃气全预混（风机后预混）燃烧器典型结构示意图

5.2 性能要求

5.2.1 环境适应性

在-10℃~50℃的环境温度、1 000 m 海拔高度下，燃烧器应能正常启动和运行。

5.2.2 电源电压适应性

当电源电压在 90%~110%额定电压的范围内波动时，燃烧器应能正常启动和运行。

5.2.3 安全时间

燃烧器点火安全时间和熄火安全时间应符合表 4 的规定。点火安全时间应根据 $t_s \times Q_s/Q_F \leq 100$ 计算，但任何情况下均不应超过 5 s。

表 4 燃烧器安全时间

燃烧器额定输出热功率 Q_F MW	在额定功率下直接点火安全时间 t_s s	在降低功率下直接点火安全时间 t_s s	带有旁路启动 ^{a)} 燃气的主燃烧器降低功率直接点火安全时间 t_s s	熄火安全时间 t_e s
$0.07 < Q_F \leq 0.12$	≤ 4			≤ 1
$Q_F > 0.12$	不允许	≤ 4		≤ 1
a 额定输出热功率大于 1.4 MW 的全预混燃烧器应当强制采用旁路点火，旁路火焰建立后才能开启主燃气阀。				

5.2.4 前吹扫时间

前吹扫通风量为燃烧器额定输出热功率所需风量（大火时风门的开度）时，前吹扫时间应不小于 20 s；若风量减少 50%，前吹扫时间应不小于 40 s。无论在何种情况下，预吹扫绝对流量应不少于炉膛毛容积的 4 倍（以把燃烧室吹扫干净为宜）。

5.2.5 后吹扫时间

燃烧器受控停机后，应立即进行吹扫，后吹扫时间应符合表 5 的要求。

表 5 后吹扫时间

燃烧器额定输出热功率 Q_F /MW	后吹扫时间 t_h /s
$Q_F \leq 0.4$	≥ 10
$Q_F > 0.4$	≥ 20

5.2.6 启动热功率

燃烧器启动热功率的要求见表 6，但不应低于燃烧器输出热功率的调节下限值。

表 6 燃烧器启动热功率 单位为兆瓦

燃烧器额定输出热功率 Q_F	额定功率下直接点火的启动热功率 Q_S	降低功率下直接点火的启动热功率 Q_S
$0.07 < Q_F \leq 0.12$	$\leq Q_F$	$\leq Q_F$ ($t_{smax}=3$ s)
$Q_F > 0.12$	不允许	0.12 或 $t_s \times Q_S / Q_F \leq 100$ ($t_{smax}=3$ s)
注： Q_S/Q_F 以百分数表示。		

5.2.7 输出热功率范围

燃烧器的最大输出热功率偏差和最小输出热功率偏差应在设计值的 $\pm 5\%$ 范围内。燃烧器运行最大输出热功率和最小输出热功率应写入控制固化程序，并确保用户无法修改。

5.2.8 抗电/磁干扰性能

燃烧器的控制和监视装置应具备良好的抗电/磁干扰性能，并应符合 GB 14048.1 中有关电磁兼容性的要求。

5.2.9 过量空气系数

过量空气系数应不大于 1.6。

5.2.10 燃烧产物初始排放

在型式试验条件下、正常稳定运行时，燃烧器燃烧产物的初始排放限值应符合表 7 的要求。

表 7 燃烧器燃烧产物初始排放限值

氮氧化物 NO_x^a mg/m^3 (标态)	一氧化碳 CO^a mg/m^3 (标态)	烟气黑度 (林格曼黑度, 级)
≤ 30	< 60	≤ 1
a 初始排放浓度按 3.5%基准含氧量折算。		

5.2.11 噪声

对于额定输出热功率小于或等于 0.4 MW 的燃烧器，其运行噪声应不超过 80 dB (A)；对于额定输出热功率大于 0.4 MW 的燃烧器，其运行噪声应不超过 85 dB (A)。

6 设计与制造

6.1 通用要求

6.1.1 燃烧器各部件结构应保证燃烧器安全、经济运行，不发生失稳、变形或开裂等现象。当燃烧器头部采用水冷循环回路时还应符合设计压力下的强度要求。

6.1.2 预混合气体的流量应根据气体与空气混合物的着火极限、火焰传播速度、混合压力、调节比等因素综合考虑。

6.1.3 设置火焰观测孔的燃烧器，其火焰观测孔配件结构应具有足够的强度且可靠密封。

6.1.4 燃烧器所有电气元件的设置应按照 GB 3836.14 有关爆炸性危险区划分的规定具备相应的防爆

等级。

6.1.5 燃烧器所有燃气管路、部件都应根据燃烧器供气压力进行设计和选用。燃烧器及燃料管路应设燃料供应压力、燃料调节压力、燃烧器头部的燃料压力及空气压力测点；应有防止燃气压力突然升高的安全装置或措施。

6.1.6 燃烧器应采取合理的控制程序，以防止回火燃烧的发生。

6.2 连接与密封

6.2.1 燃烧器与锅炉的连接部位应具有足够的强度和刚度。

6.2.2 燃烧器中的电气设备及其连接电线、电缆应采取可靠的固定措施，确保不接触运（活）动部件和高温部件。

6.2.3 需要定期维护的零部件应便于拆装。

6.2.4 燃烧器范围内的燃气管路、预混腔、燃烧头及其连接应可靠密封。

6.3 主要部件

6.3.1 燃烧控制器

6.3.1.1 燃烧控制器应符合 GB 14536.6 的相关要求。

6.3.1.2 燃烧控制器应与燃烧器的不同输出热功率相匹配，与燃烧器的工作模式相适应。

6.3.1.3 控制时序设计应符合 GB/T36699 的要求。

6.3.1.4 燃烧控制器应具有燃烧器安全控制点检测和联锁保护功能以及燃烧器空燃比控制功能。

6.3.2 电机、风机及可运（活）动部件

6.3.2.1 电机、风机及可运（活）动部件应设置防护罩或防护网。

6.3.2.2 燃烧器配用电机和风机应满足以下要求：

- a) 电机外壳的防护等级应不低于 GB/T 4208 规定的 IP40；
- b) 电机的能效等级应符合 GB 18613 的相关要求；
- c) 风机的压头、流量应保证在锅炉额定负荷下克服锅炉本体烟风流程阻力和所需燃烧空气量，且产品质量符合 JB/T 10562 或 JB/T 10563 的相关要求；
- d) 前预混混气风机应通过权威机构的抗静电测试，保证叶轮、蜗壳本身摩擦不起火，与干燥的混合气摩擦不起火。

6.3.3 空气净化与监测装置

6.3.3.1 用于空气漂浮物较多地区时，燃烧器宜加装空气净化装置，且网孔尺寸应小于或等于对应的燃烧器头部网孔尺寸。全预混金属纤维表面燃烧器应加装空气净化装置。

6.3.3.2 对后预混燃烧器应设两级空气监测装置，一级为报警，一级为锁定，且均为直接锁定。

6.3.3.3 可通过压力测量、流量测量或其他能反映供风状态的测量方法进行空气流量的监测，并满足以下要求：

- a) 空气监测装置的参数设定应与最小输出热功率匹配，确保燃烧产物中一氧化碳的体积含量限值不超过 0.1%；
- b) 空气监测装置安装位置应能准确监测风压或空气流量；
- c) 风机启动前，应验证空气监测装置的有效性；若验证失败，则不能启动风机。

6.3.4 空气流量调节装置

6.3.4.1 空气流量调节宜采用变频调节。

6.3.4.2 调节装置上行和下行过程中的同一工作点上的风压应具有可重复性。

6.3.4.3 手动空气流量调节装置应有防止误操作的固定措施。

6.3.5 燃料流量调节与空气/燃料比例调节装置

6.3.5.1 燃料流量调节装置应能在设计压力范围内精确调节燃料流量且稳定可靠。

6.3.5.2 燃料流量调节装置的上行和下行过程中的同一工作点上，燃料流量应具有可重复性。

6.3.5.3 空气流量和燃料流量应联动控制，且保证燃烧器的工作点具有可重复性。

6.3.5.4 采用双伺服调节系统时，应实时监测燃气流量调节阀和空气流量调节阀阀位。

6.3.5.5 对于多级调节燃烧器，提高负荷时应先增加风量，降低负荷时应先减少燃料。

6.3.5.6 燃烧器在点火时应进行燃料和空气点火位置验证，点火位设置应满足启动热功率的要求。

6.3.5.7 装置故障情况下，应能接受控制信号，保证系统供应足够空气或安全停机。

6.3.6 点火装置及运行控制器

6.3.6.1 输出热功率在 0.4 MW 以下的燃烧器宜用电火花直接点火；输出热功率在 0.4 MW~8.4 MW 的燃烧器应采用两级点火，且应具备点火火焰监测功能。

6.3.6.2 点火变压器应符合 GB 19212.4 的相关规定。

6.3.6.3 电热棒热表面点火器（HSI）应通过权威机构认证，保证开阀电流时表面温度高于燃气的引燃温度。

6.3.6.4 在连续工作时间为 30 s、工作间断时间为 3 min 的周期性工作状态下，变压器应能可靠工作且无绝缘损坏。

6.3.6.5 高压输出端至电极放电处的非放电位置应保证足够的绝缘间隙和爬电距离，以保证电极尖端放电。

6.3.6.6 电极绝缘层及其接线绝缘层的介电强度不应低于 20 kV/mm。

6.3.6.7 运行控制器设置应保证混气风机出口静压小于 2 500 Pa。

6.3.6.8 燃烧器和锅炉安全和性能匹配后的运行上、下限（对变频混气风机调制的燃烧器通常为转速）应写入运行控制器程序且固化，防止在安全范围外运行；运行控制器经过安全认证的参数，用户和厂商不应自行调整设置。

6.3.6.9 采用 HSI 点火器的控制器，在开阀前应检测点火器通过的电流，电流不足，不应驱动开阀程序。

6.3.7 火焰监测装置

6.3.7.1 火焰监测装置应符合 GB 14536.6 的相关规定。

6.3.7.2 火焰监测装置应能适应燃烧器的间歇或连续运行模式，防护等级应不低于 IP40；如果燃烧控制器露天安装，防护等级应不低于 IP54；

6.3.7.3 燃烧器启动过程中，应对火焰监测装置进行自检，自检应在启动点火前完成。如果在前吹扫过程中火焰监测装置监测到火焰信号，则应联锁保护；

6.3.7.4 燃烧器在正常运行过程中，火焰故障响应时间应不超过 1 s；若出现火焰故障、火焰监测装置正在进行自检时，则响应时间不应超过 2 s。

6.3.8 燃烧头

6.3.8.1 一般要求

6.3.8.1.1 燃烧头所用材料应满足耐高温要求，燃烧头形状可根据锅炉结构自行设计，通常为柱状或面状（平面或弧形曲面）。

6.3.8.1.2 燃烧头表面气孔（道）应具有防止低负荷回火和高负荷脱火的措施。

6.3.8.1.3 燃烧头应具备相应的强度和刚度，且连接牢靠。

6.3.8.2 金属纤维表面燃烧头

燃烧头的金属纤维立体多孔网应采用直径不小于 40 μm 的耐热合金钢（一般为铁、铬、铝合金，其中铬含量不低于 20%，铝含量不低于 4.5%）纤维制成。

6.3.8.3 水冷燃烧头

6.3.8.3.1 燃烧头全部采用焊接结构，由均流罩和燃烧水冷管屏组成。

6.3.8.3.2 均流罩应保证燃烧面各部位混合气体均匀分布，尽量减少死区。

6.3.8.3.3 燃烧水冷管屏气流通通道（或气孔）布置应均匀，确保通过其间的混合气体流速足够克服流程阻力。

6.3.8.3.4 燃烧水冷管屏应具备可更换性。

6.3.9 预混腔

6.3.9.1 预混腔的燃气入口处应设置阻火器，以防发生回火燃烧。

6.3.9.2 预混腔应设置压力检测开关，当其压力低于设定值时，燃烧器应有锁定保护功能。

6.3.9.3 预混腔应使燃气与空气能混合均匀，确保气密性，防止混合气体泄漏。

6.3.10 气体燃料自动安全切断阀

6.3.10.1 自动安全切断阀为常闭阀，在失去驱动力时应快速自动关闭。

6.3.10.2 公称直径小于或等于 100 mm 的阀门，应在 1 s 内安全关闭。

6.3.10.3 应通过权威机构安全认证。

6.3.11 阀门检漏装置

6.3.11.1 应符合相关标准要求，并保证在检漏过程中两个串联安装的燃气阀中的下游阀开启时间应不超过 3 s。

6.3.11.2 采用负压供气系统的阀组可不采用在线阀门检漏 VPS 系统，但需要对阀门内漏进行例行年检、对阀门密封面做必要的定期清理。

6.3.12 燃气低压保护装置

6.3.12.1 应在燃气压力低于设定值时安全停机。燃气压力低压设定值不应低于 70% 的额定压力。

6.3.12.2 应单独通过权威机构安全认证。

6.3.13 燃气高压保护装置

6.3.13.1 应在燃气压力超过设计值时能联锁保护。燃气压力高压设定值不应大于 1.1 倍的额定设计压力。

6.3.13.2 应单独通过权威机构安全认证。

6.3.14 烟压安全联锁装置

对于全预混表面燃烧器，应配备烟压安全联锁装置，确保各种因素引起烟气背压过大时燃气安全

切断和闭锁，防止出现回火爆燃，同时保证烟气排放超标前切断并闭锁燃气系统。

6.3.15 混气风机出口压力安全联锁装置

前预混表面燃烧器混气风出口压力应不大于 2.5 kPa，应配备出口压力开关，保证在各种因素引起的混气风机背压过大时安全切断并闭锁燃气系统。

6.3.16 燃气压力调节器

无论燃气压力调节器内置于燃气组合阀还是外装，都应保证燃气压力波动范围不超过设计值的±5%。

6.4 其他零部件

6.4.1 焊接件

6.4.1.1 焊接件的尺寸和形位公差应符合 GB/T 19804 中的要求。焊接坡口形式与尺寸应符合 GB/T 985.1、GB/T 985.2 的相关要求，焊缝不应有裂纹、夹渣、过烧、未熔合以及熔穿等缺陷。

6.4.1.2 燃气管路及有密封性要求的零部件的焊接应按相关要求进行焊接工艺评定。

6.4.1.3 燃烧水冷管屏的焊接应按相关要求进行焊接工艺评定，焊后应进行水压试验。

6.4.2 冲压件

未注尺寸公差应符合 GB/T 1804 的相关要求。锐边去毛刺，冲压切口粗糙度不应超过 Ra12.5。冲压件表面应作防腐处理，如采用耐腐蚀的合金材料可不作处理。

6.4.3 注塑件

6.4.3.1 注塑件的结构和尺寸应符合技术图样或封样样品的要求；未注尺寸公差应符合 GB/T 14486 的要求，未注形位公差应符合 GB/T 1184 的要求；

6.4.3.2 注塑件整体应饱满，不应有凹陷、裂纹、翘曲、飞边等缺陷。外观不应有缩痕，以及明显可见的流动痕、熔合痕、气孔、剥层以及碳化烧焦等表面缺陷。

6.4.4 机械加工件

机械加工件的尺寸公差按设计要求；未注公差尺寸应符合 GB/T 1804 的相关要求。

6.4.5 铸件

6.4.5.1 铸件尺寸公差应符合 GB/T 6414 中的相关规定。

6.4.5.2 铸件表面的型砂、芯砂、浇口、冒口及夹渣等均应清除干净，不应有裂纹。

6.4.5.3 铸件上有密封要求的加工面上不应有气孔、砂眼或夹渣等缺陷。其他表面上的气孔、砂眼或夹渣等缺陷的直径应小于或等于 3 mm，深度应小于或等于该处厚度的 10%且小于或等于 3 mm；100 cm²范围内的缺陷数应小于或等于 2 个，且缺陷之间的间距应大于或等于 20 mm。单个铸件的缺陷总数应小于或等于 10 个。

6.4.5.4 除设计文件另有注明外，铸件上所有转角均应为圆角，其内圆角半径应大于或等于 6 mm，外圆角半径应大于或等于 4 mm，铸件上不应有锐角及急剧过渡区。

6.4.5.5 铸件均应进行消除残余应力的时效处理。当铸件需进行机械加工时，热处理应在机械加工前进行。

6.5 装配

6.5.1 燃烧器的装配应按图样和相关工艺文件的要求进行。

6.5.2 燃烧器装配后，各部件安装位置应正确可靠。燃烧器所有连接处不应有漏气（燃气、空气）现象，运（活）动部位不应有卡死现象。

7 检验和试验

7.1 材料检验

核对燃烧器制造所用的材料是否符合设计要求，并核验相应材料的质量证明书。

7.2 焊接质量检验

通过目测、量具、耐压试验或无损检测等方法检验焊缝的质量，结果应符合 6.4.1、7.8 和 7.9 的要求。

7.3 铸件质量检验

通过目测或量具检验铸件的质量，结果应符合 6.4.5 的要求。

7.4 装配质量检验

通过量具、密封试验等方法检验燃烧器的装配质量，结果应符合 6.5 的要求。

7.5 环境适应性试验

在环境温度为-10℃和 50℃的条件下，分别启动燃烧器进行不少于 15 min 的运行试验，结果应符合 5.2.1 的相关要求。

7.6 电源电压适应性试验

当电源电压为额定电压的 90%和 110%时，分别启动燃烧器，进行不少于 15 min 的运行试验，结果应符合 5.2.2 的相关要求。

7.7 安全保护性能试验

燃烧器在自动控制下运行，人为模拟送风失效、点火失败、故障熄火、燃气压力异常等状况，试验燃烧器对故障产生安全保护动作的可靠性和准确性，并监视风门开度，用秒表测出前吹扫时间、点火安全时间和熄火安全时间、后吹扫时间。在同样的条件下，每一项目的试验至少应进行三次，结果应符合 5.2.3、5.2.4、5.2.5 的相关要求。

7.8 燃料通道密封性试验

试验压力应为燃料管路设计压力的 1.5 倍，稳压时间应不少于 5 min，检查燃烧器内燃料通道（包括燃料管路、预混腔及其连接接头等），不应有泄漏。

7.9 燃烧水冷管屏、水冷循环回路耐（水）压试验

7.9.1 如冷却水与锅炉水系统相连，燃烧水冷管屏与水冷循环回路的试验压力应为其工作压力的 1.5 倍，且不小于 0.2 MPa。保压时间应不少于 5 min。

7.9.2 如冷却水不与锅炉水系统相连且水冷循环系统表压为 0 MPa，燃烧水冷管屏与水冷循环回路的试验压力应为 0.2 MPa。保压时间应不少于 5 min。

7.10 烟气成分测试

7.10.1 试验条件

7.10.1.1 燃烧器试验用燃料应符合 GB 17820、GB/T 38753、GB 11174 及设计要求。

7.10.1.2 供气压力和燃气流量的测量偏差均应控制在 1%以内。

7.10.1.3 电源供应符合设计要求。

7.10.2 试验装置

燃烧器试验应在专用的试验装置上进行。燃烧测试筒可参照 GB/T 36699 中相关要求，且满足试验

要求。

7.10.3 试验时机、取值及记录要求

燃烧器应在稳定燃烧工况下进行测试，某一测点间隔 15 min 测量 1 次，测量次数至少为三次，取其平均值，同时记录试验地点的大气压及环境温度。

7.10.4 燃料消耗量设定值计算

可燃气体消耗量用可燃气体体积流量表示。标准状态下可燃气体体积流量按式（1）进行计算：

$$V_N = 3.597 Q / H \quad (1)$$

式中：

V_N ——标准状态下可燃气体体积流量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

Q ——参照额定负荷下燃烧器输出功率，单位为千瓦（kW）；

H ——干燃气的低位发热量，单位为兆焦每立方米（ MJ/m^3 ）。

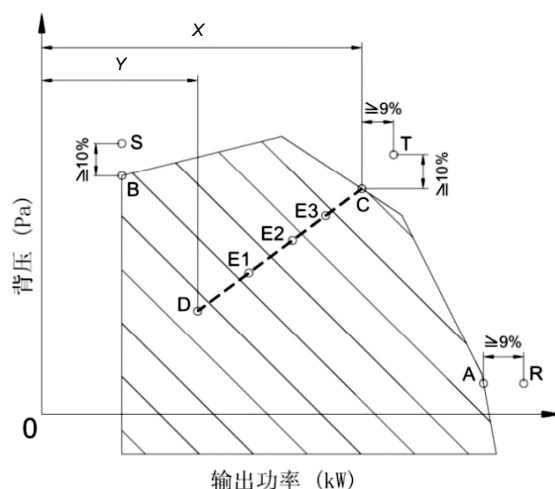
试验时，应将标准状态下可燃气体体积流量（ V_N ）折算到试验状态下的可燃气体体积流量，以此作为燃气消耗量的设定值来调节各测试点的负荷。

7.10.5 输出热功率范围测试

按 GB/T 36699 中相关要求，且满足 5.2.7 的要求。

7.10.6 测试点处烟气成分的测试

7.10.6.1 按照燃烧器工作曲线图（见图 4）上标明的工作点及测试点位置进行试验。



说明：

A——最大输出功率工作点；

B——最小输出功率工作点；

C——额定输出功率工作点；

C~E₁~E₂~E₃~D——自控火力调节；

R——最大输出功率测试点；

S——最小输出功率测试点；

T——额定输出功率测试点。

注：燃烧调节比=X：Y。

图 2 图 4 燃烧器工作曲线

7.10.6.2 R 点处的测试

参照图 4，将燃烧器负荷调至最大输出热功率（工作点 A）的 1.09 倍，过量空气系数调至 $\alpha \leq 1.2$ ，燃烧室压力调至与最大输出热功率工作点 A 相同的背压，检测 R 点处的烟气成分。

7.10.6.3 S 点处的测试

参照图 4，将燃烧器负荷调至最小输出热功率（工作点 B），过量空气系数调至 $\alpha \leq 1.3$ ，燃烧室压力调至最小输出热功率工作点 B 处背压值的 1.1 倍，检测 S 点处的烟气成分。

7.10.6.4 T 点处的测试

参照图 4，将燃烧器负荷调至额定输出热功率（工作点 C）的 1.09 倍，过量空气系数调至 $\alpha \leq 1.2$ ，燃烧室压力调至额定输出热功率工作点 C 处背压值的 1.1 倍，检测 T 点处的烟气成分。

7.10.7 工作点处烟气成分的测试

7.10.7.1 C 点处的测试

参照图 4，将燃烧器负荷调至工作点 C 处的额定输出，过量空气系数调至 $\alpha \leq 1.2$ ，燃烧室压力调至工作 C 处的背压值，检测 C 点处的烟气成分。

7.10.7.2 D 点处的测试

如燃烧器火力调节方式是二级、多级、滑动或比例式，完成 C 点处的测试后，锁定燃料调节机构及燃烧室压力调节装置，将燃烧器负荷调节至小火输出功率（工作点 D 处），检测 D 点处的过量空气系数、烟气成分。

7.10.7.3 E 点处的测试

如燃烧器火力调节方式为多级，滑动或比例式，需增加对工作点 E1、E2、E3 的测试。多级火力调节：从额定热功率的小火至大火逐级测试；滑动及比例式火力调节：在额定热功率的小火至大火范围内选取三点测试。测试方式与 7.10.7.2 基本相同，但燃烧器负荷应按所选测试点对应的输出热功率进行调节。检测过量空气系数、烟气成分。

7.10.8 合格条件

过量空气系数、烟气成分的测试结果应符合 5.2.9、5.2.10 的要求。

7.11 噪声测试

燃烧器噪声的测试按 GB/T 2888 的要求进行，其结果应符合 5.2.11 的要求。

8 检验和试验规则

8.1 出厂检验

8.1.1 燃烧器出厂前应按本文件的要求逐台进行出厂检验，经检验合格后方可出具质量证明书。在检验过程中，如发现某一项不合格，应返修后重新检验，直至合格为止。

8.1.2 出厂检验与试验项目及要求见表 8。

表 8 出厂检验与试验项目及要求

序号	检验项目	检验与试验方法条款	合格要求条款
1	装配质量检验	7.4	6.5
2	安全保护性能试验	7.7	5.2.3、5.2.4、5.2.5
3	燃料通道密封性能试验	7.8	7.8
4	燃烧水冷管屏、水冷循环回路耐（水）压试验	7.9	7.9

8.2 型式试验

8.2.1 有下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品试制定型；
- b) 产品转厂生产试制定型；
- c) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- d) 产品长期停产后，恢复生产时；
- e) 质量监督机构提出进行型式试验要求时。

8.2.2 每种型号的产品抽验一台。在规定项目的试验和检验中，如出现任何一项不合格，且该项不合格不能纠正时，则应加倍抽验；如仍有同类不合格项出现，则该型号产品应判为不合格。

8.2.3 型式试验项目及要求见表 9。

表 9 型式试验项目及要求

序号	检验与试验项目	检验与试验方法条款	合格要求条款
1	材料检验	7.1	7.1
2	焊接质量检验	7.2	6.4.1、7.8
3	铸件质量检验	7.3	6.4.5
4	装配质量检验	7.4	6.5
5	环境适应性试验	7.5	5.2.1
6	电源电压适应性试验	7.6	5.2.2
7	安全保护性能试验	7.7	5.2.3、5.2.4、5.2.5
8	过量空气系数、烟气成分的测试	7.10	5.2.9、5.2.10
9	噪声测试	7.11	5.2.11

9 包装、标志和随机文件

9.1 燃烧器应有完整的外表面保护漆，需要时配备安全保护外罩。

9.2 燃烧器应在其明显位置装有固定的铭牌，铭牌上至少应有如下内容：

- a) 产品型号、编号和制造日期；
- b) 制造商名称；

- c) 燃料名称、种类；
 - d) 电源特性；
 - e) 主要技术参数，如燃烧器额定输出热功率等；
 - f) 产品重量、尺寸等。
- 9.3 在燃烧器上应有以下持久性强、且便于阅读的警示说明：
- a) 燃烧器维修之前应关闭燃气并与供气系统脱离；
 - b) 燃烧器采用高电压点火系统时，应在燃烧器及其相关设备的明显处标明“高压，危险！”字样。
- 9.4 包装箱内物品应牢靠固定，并采取防震、防碰和防潮措施。
- 9.5 包装箱上应有如下标记：产品名称、型号、规格、数量、净重、毛重，制造商名称、重心位置和起吊位置标志等。
- 9.6 燃烧器产品出厂时，应提供包括但不限于下列随机文件：
- a) 产品质量证明书（含产品编号）及产品合格证书；
 - b) 产品装箱清单；
 - c) 安装使用说明书，包括但不限于以下内容：
 - 1) 燃烧器外形尺寸、火焰管长度、工作曲线图、工作设定参数以及安装、调试、使用、维护、故障排除说明和控制电路电气原理图；
 - 2) 可燃气体的种类、低位发热值、相对密度，供气压力范围。
 - d) 产品型式试验报告（复印件）。
-

中国电器工业协会标准
(工业) 锅炉用燃气全预混燃烧器
T/CEEIA 538—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