



中华人民共和国国家标准

GB/T 19839—2005

工业燃油燃气燃烧器通用技术条件

General specification for industrial oil and gas burners

2005-07-26 发布

2006-01-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

免费标准下载 WWW.PV265.COM

前 言

本标准由中国船舶工业集团公司提出。

本标准由全国船用机械标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国船舶工业集团公司江西航海仪器厂、中国船舶工业综合技术经济研究院。

本标准主要起草人：解钦远、陈尚彬、陈光明、郝能智、仲崇欣、李军。

工业燃油燃气燃烧器通用技术条件

1 范围

本标准规定了工业燃油和燃气燃烧器的术语和定义,要求,试验方法,检验规则,标志,包装、运输和贮存等。

本标准适用于输出功率不小于 60 kW 的机械通风的工业燃油、燃气燃烧器(以下简称燃烧器)的设计、制造和验收。本标准不适用于自然通风的燃烧器的设计、制造和验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 1236—2000 工业通风机 用标准化风道进行性能试验(idt ISO 5801:1997)

GB/T 2423.1—2001 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 A:低温(idt IEC 60068-2-1:1990)

GB/T 2423.2—2001 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 B:高温(idt IEC 60068-2-2:1974)

GB/T 2423.3—1993 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ca:恒定湿热试验方法(eqv IEC 68-2-3:1984)

GB/T 4942.2—1993 低压电器外壳防护等级(eqv IEC 947-1:1988)

GB/T 13384—1992 机电产品包装通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

压力雾化式燃烧器 **pressure atomizing burner**

通过油压作用使燃油雾化燃烧的燃烧器。

3.2

转杯式燃烧器 **rotary cup burner**

通过转杯高速旋转作用和一次风冲刷作用而使燃油雾化燃烧的燃烧器。

3.3

低压空气雾化式燃烧器 **low-pressure air atomizing burner**

采用压力不高于 0.02 MPa、耗量为全部助燃空气量的(60~100)%的空气使燃油雾化燃烧的燃烧器。

3.4

高压介质雾化式燃烧器 **high pressure medium atomizing burner**

采用压力不低于 0.30 MPa 的压缩空气或蒸汽使燃油雾化燃烧的燃烧器。按雾化介质种类不同分为压缩空气雾化式燃烧器和蒸汽雾化式燃烧器两类。

3.5

油、气双燃料燃烧器 dual fuel (gas and oil) burner

既可单独以燃油为燃料,又可单独以燃气为燃料的燃烧器。有些燃烧器还可实现燃油、燃气的混合燃烧。

3.6

燃料最大流量 maximum flow of fuel

燃烧器在单位时间内能实现正常燃烧的最大燃料耗量。

3.7

燃料最小流量 minimum flow of fuel

燃烧器在单位时间内能实现正常燃烧的最小燃料耗量。

3.8

正常燃烧 normal combustion

在规定的条件下,燃烧器在燃烧过程中的性能和参数变化均在预定范围内的工作状态。在此状态下,火焰应无强烈脉动、脱火和冒黑烟或冒黄烟现象。

3.9

前(预)扫气 pre-purge

燃烧器在点火燃烧前,向炉膛强制送风吹扫可燃气体的过程。

3.10

后扫气 post-purge

燃烧器燃烧火焰熄灭后,向炉膛强制送风吹扫可燃气体的过程。

3.11

点火火焰建立安全时间 safety time for establish ignition flame

第一安全时间 first safety time

燃烧器在点火火焰形成前,允许点火燃料控制阀处于开启状态的最长时间间隔。

3.12

主火火焰建立安全时间 safety time for establish main flame

第二安全时间 second safety time

燃烧器在主火火焰形成前,允许主火燃料控制阀处于开启状态的最长时间间隔。

3.13

火焰熄灭安全时间 safety time for extinction of flame

第三安全时间 third safety time

燃烧器在燃烧过程中主火火焰熄灭后,允许主火燃料控制阀仍处于开启状态的最长时间间隔。

3.14

连续调节 sequent regulation

在燃烧器负荷调节范围内,进入燃烧器的燃料量和助燃空气量可按比例平滑控制的调节方式。

3.15

位式调节 stage regulation

在燃烧器负荷调节范围内,进入燃烧器的燃料量和助燃空气量可按比例跳跃控制的调节方式。

3.16

负荷调节比 turndown ratio of load

在正常燃烧条件下,单台燃烧器的燃料最大流量与最小流量之比。

3.17

锁定 lock-out; lock up

燃烧器因故障中断运行程序后,未经人工复位不能再按程序重新自动启动运行的一种安全切断状态。

3.18

复位 re-setting

已动作的电器的所有可动部分回复到原始位置状态的过程。包括人工和自动复位。

3.19

雾化黏度 atomizing viscosity

保证达到燃油正常燃烧要求时,进入雾化器的燃油所允许的最大黏度。

3.20

雾化介质耗量 atomizing medium consumption

燃烧器在燃油最大流量下达到正常燃烧要求时,所耗雾化介量与燃油量的质量分数。

3.21

燃烧器旋口 circle exit of burner

燃烧器输出的油雾或燃气与助燃空气混合及开始着火燃烧的出口部位。

3.22

结焦 coking

粘附在燃烧器旋口或炉膛内壁的燃油,经高温烘烤脱氢分解后形成的坚硬焦炭。

3.23

炉膛压力 combustion chamber pressure

燃烧器在正常燃烧状态下所测定的炉膛内的烟气压力。

3.24

冷态 cold state

燃烧器处于无火焰时的运行状态。

3.25

热态 heat state

燃烧器处于有火焰时的运行状态。

3.26

模拟信号 simulated signal

在燃烧器性能试验中,模仿实际运行工况参数信号向自动化系统输入的等效信号。

4 要求

4.1 结构和外观

4.1.1 结构

4.1.1.1 燃油燃烧器一般应包含的主要部件有:燃油雾化器,电磁阀,燃油定量泵,燃油流量调节装置,风机,调风器和配风器,空气、燃油联动调节装置,点火装置(无辅助点火燃料喷嘴的燃烧器仅含电火花引燃器),火焰监测器和控制箱等。

高压介质雾化燃烧器还应有雾化介质控制阀和雾化介质压力检测开关等。

燃用重柴油、重油的燃烧器,还应有燃油加热器和油温调节器等。

4.1.1.2 燃气燃烧器一般应包含的主要部件有:燃气喷嘴,燃气阀系组件,燃气流量调节阀,风机,调风器和配风器,空气、燃气联动调节装置,点火装置(无辅助点火燃料喷嘴的燃烧器仅含电火花引燃器),燃气压力检测开关,助燃空气压力检测开关,火焰监测器,主燃气控制阀自动检漏装置和控制箱等。

4.1.2 外观

燃烧器壳体表面应涂覆与工作条件相适应的防护装饰面漆,漆层应完整、均匀、光洁,不应有划伤、起泡或脱落。

4.2 介质管路密性

4.2.1 从燃油定量泵出口到雾化器入口的燃油管路,在 1.25 倍设计压力的液压下持续 15 min,应无燃油泄漏。

4.2.2 从燃气阀系入口到出口的燃气管路,在空气压力达到 1.25 倍设计压力后,在 15 min 内管路内的压降应符合如下要求:

- a) 额定功率不大于 2 000 kW 的燃烧器不大于 50 Pa;
- b) 额定功率大于 2 000 kW 的燃烧器不大于 25 Pa。

4.2.3 从雾化介质控制阀入口到雾化器出口的高压雾化介质管路,在 1.25 倍设计压力的液压下持续 15min,应无试验介质泄漏。

4.3 空气动力性能

当燃烧器出口静压达到配套炉膛压力的 1.1 倍时,燃烧器出口空气量应能满足燃烧器负荷调节范围内最大流量燃料正常燃烧的要求。

4.4 控制

4.4.1 运行控制

4.4.1.1 燃油燃烧器在自动和手动操作下应能正常运行。其运行顺序一般应符合下列基本要求:风机启动→前扫气→电极产生电火花→建立点火火焰→建立主火火焰→正常燃烧(自动或手动调节燃烧负荷)→主火火焰熄灭→后扫气→停机。

对于高压介质雾化式燃烧器,在进入前扫气程序时,还应通入雾化介质;主火火焰熄灭和后扫气程序之间,应设置主油枪清扫程序。

对无辅助点火燃料喷嘴的燃烧器,不设置“建立点火火焰”程序;对于额定功率不大于 860 kW 的燃烧器,可不设置“后扫气”程序。

4.4.1.2 除供需双方另有约定外,燃气燃烧器只宜设置自动控制系统。其运行顺序一般应符合下列要求:启动条件验证→风机启动→前扫气→电极产生电火花→建立点火火焰→建立主火火焰→正常燃烧(自动或手动调节燃烧负荷)→主火火焰熄灭(含主火火焰故障)→后扫气→停机。

对于额定功率大于 860 kW 的燃烧器,在“启动条件验证”程序中,应包括对主燃气控制阀的自动检漏程序;对无辅助点火燃料喷嘴的燃烧器,不设置“建立点火火焰”程序。

4.4.2 油温控制

在燃烧器负荷调节范围内任一工况下,燃油实际加热温度与设定值的正、负偏差,宜分别控制在 12℃ 和 6℃ 之内。

4.5 安全保护

4.5.1 控制箱的介电强度和绝缘电阻

4.5.1.1 控制箱不同极性的导电部件之间和所有导电部件与箱壳之间的绝缘应能承受表 1 所列介电强度电压,1 min 内无击穿或闪络现象。

4.5.1.2 控制箱在承受介电强度电压前的绝缘电阻应不小于 10 MΩ,在承受介电强度电压后的绝缘电阻应不小于 1 MΩ。

表 1 介电强度电压

单位为伏特

额定电压	介电强度电压
≤60	500
>60	2 000

4.5.2 点火工况

燃烧器在进入点火程序前,应确保空气、燃料调节装置的开度均处于其调节范围的最低点,否则,则不应进入点火程序。

4.5.3 扫气和扫气时间

燃烧器在自动或手动操作下,应能在点火前进行定时的前扫气,在熄火后进行定时的后扫气(4.4.1.1规定可不设置后扫气程序者除外)。前扫气时间应能保证送风量为炉膛及烟道容积的4倍以上且不少于20 s,后扫气时间应不少于15 s。

4.5.4 安全时间

安全时间的设定值应不大于表2所列限值。

表2 安全时间限值

单位为秒

燃烧器型式		点火火焰建立安全时间	主火火焰建立安全时间	火焰熄灭安全时间
压力雾化式	无辅助点火燃料喷嘴	—	7	2
	有辅助点火燃料喷嘴	15		
转杯式		15	12	2
高压介质雾化式		15	15	2
燃气燃烧器	无辅助点火燃料喷嘴	—	9	1 ^a
	有辅助点火燃料喷嘴	12		
^a 当主燃气低位热值低于3 000 kcal/m ³ 时,此值可延至3 s。				

4.5.5 安全联锁和报警

4.5.5.1 自动控制状态下,燃烧器至少应具备如下安全联锁和报警功能:

- a) 对燃油燃烧器,当发生点火失败或在正常燃烧后发生火焰故障时,燃烧器应进入锁定状态,并发出声、光报警信号;
- b) 对燃气燃烧器,当发生下列情况时,燃烧器应进入锁定状态,并发出声、光报警信号;
 - 燃气控制阀被检测为泄漏;
 - 助燃空气压力低;
 - 燃气压力低;
 - 点火失败;
 - 正常燃烧后发生火焰故障。

对额定功率不大于860 kW的燃气燃烧器,可不设置“燃气控制阀被检测为泄漏”时的安全联锁和报警功能。

4.5.5.2 控制系统进入锁定状态后,未经人工复位,燃烧器应不能重新启动。

4.6 燃料流量稳定性

燃烧器在合同所确定的负荷调节范围(以下相同)内,任一工况下进入燃料喷嘴的燃料流量的波动范围应在±5%之内。

4.7 燃烧性能

4.7.1 点火

燃烧器应能在表2所列点火火焰建立安全时间内建立起稳定的点火火焰,在表2所列主火火焰建立安全时间内建立起稳定的主火火焰。

4.7.2 燃烧稳定性

燃烧器在其负荷调节范围内燃料正常燃烧时,燃油烟气中的CO₂含量(体积分数,以下相同)变化

应不超过±0.5%，燃气烟气中的CO₂含量变化应不超过±1.5%。

4.7.3 燃烧充分性

燃烧器在其负荷调节范围内燃料最大流量下正常燃烧时，燃烧烟气中的O₂和CO含量应符合如下要求：

- a) 重柴油和重油：O₂≤4.0%，CO≤0.100%；
- b) 煤油和轻柴油：O₂≤3.5%，CO≤0.050%；
- c) 燃气：O₂≤3.5%，CO≤0.020%。

4.7.4 氮氧化物(NO_x)生成量

燃烧器在其负荷调节范围内燃料最大流量下正常燃烧时，烟气中按过剩空气系数为1.2时折算出的温度型氮氧化物(NO_x)含量应符合如下要求：

- a) 燃油：NO_x≤400 mg/m³；
- b) 燃气：NO_x≤200 mg/m³。

4.7.5 火焰尺寸

燃烧器在其负荷调节范围内燃料最大流量下正常燃烧时，火焰的最大长度和最大直径应小于配套炉的炉膛尺寸，具体尺寸由供、需双方确定。

4.7.6 负荷调节

燃烧器在其负荷调节范围内变换燃烧负荷时，应无脱火、熄火、冒黑烟发生，火焰应无明显偏斜和振动。除位式调节燃烧器外，调节过程中的火焰变化应连续、稳定。

燃烧器的负荷调节比由合同确定。

4.7.7 结焦和积炭

燃烧器在其负荷调节范围内连续运行时，旋口的结焦和积炭不应影响正常燃烧，亦不应使炉膛内壁产生结焦。

4.8 自振动

燃烧器在最大燃烧负荷下运行时，其振动速度应不大于6.3 mm/s。

4.9 运行可靠性

燃烧器按“启动运行—停止燃烧”连续进行不少于10个周期(每个周期不少于5 min)的运行和不少于48 h的连续燃烧运行后，各系统应无异常现象。

4.10 电器外壳防护等级

控制箱、电动机等装置的外壳防护等级应不低于GB/T 4942.2—1993中规定的IP22，接线盒、开关等装置的外壳防护等级应不低于GB/T 4942.2—1993中规定的IP44。

4.11 环境适应性

4.11.1 概述

在4.11.2~4.11.4规定的条件下，燃烧器应能正常工作。

4.11.2 环境空气温度

电控设备为0℃~40℃，其他设备为-15℃~40℃。

4.11.3 环境空气相对湿度

环境空气温度低于40℃时为(80±3)%，环境空气温度为40℃时为(70±3)%。

4.11.4 电源电压和频率变化

电源电压变化在额定值的-10%~+6%之内和电源频率变化在额定值的±5%之内。

5 试验方法

5.1 试验条件

除另有规定外,一般试验在下列条件下进行:

- a) 正常气候条件:温度为(15~35)℃、相对湿度为(20~80)%、大气压力为(86~106) kPa;
- b) 电源电压偏差为额定值的-10%~+6%,频率偏差为额定值的±5%;
- c) 检验场所通风良好。

5.2 结构和外观

结构和外观用目测的方法进行检查。结果应符合 4.1 的要求。

5.3 介质管路密性

对燃油管路采用 0 号或 10 号轻柴油作为试验介质,对高压雾化介质管路采用清水作为试验介质。将被试管路出口用盲板法兰或螺纹封头密封,开启系统中所有开关阀,从管路入口压入试验介质,升压至设计压力的 1.25 倍后,保压 15 min,检查管路中各部件的泄漏情况。

对燃气管路采用压缩空气作为试验介质。除只留一个进气口外,将燃气管路上所有开口密封,开启管路中所有开关阀,注入压缩空气,升压至设计压力的 1.25 倍后,关闭进气阀,保压 15 min,检查管路内的压降情况。

如果对全段管路试验有困难时,可分段进行试验。结果应符合 4.2 的要求。

5.4 空气动力性能

试验装置一般选择 GB/T 1236—2000 中 18.2 给出的 B 型。试验操作按 GB/T 1236—2000 中第 20 章的要求进行,静压、流量和温度的测量分别按 GB/T 1236—2000 中第 7 章、第 27 章和第 8 章的要求进行。测试时,燃烧器风道中的调节风门均应处于全开状态。型式检验时,改变试验装置风道上的流量控制装置开度,在全关、全开范围内至少测试出大体均布的 10 个点的静压和流量,并作出空气动力性能曲线。出厂试验时,可仅在要求静压的工作点上测该点的流量。

试验条件下测得的静压和流量应换算为 0℃、 1.0133×10^5 Pa 状态下的数值,作为实测值。结果应符合 4.3 的要求。

5.5 控制

5.5.1 运行控制

一般在冷态条件下进行该项目的模拟试验。使燃烧器处于自动控制状态下,向控制系统输入相应的模拟信号,通过观察控制箱面板上相关程序指示灯的亮、熄以检查燃烧器是否按设定程序进入正常燃烧状态。进入正常燃烧状态后,输入负荷调节模拟信号,观察空气和燃料调节装置是否随调节信号的变化进行相应的调节。输入停止燃烧模拟信号,通过观察控制箱面板上相关程序指示灯的亮、熄以检查燃烧器是否按设定程序停机。

使燃烧器处于手动控制状态下,操作开关电器和负荷调节器,观察燃烧器是否按操作要求进入相应的运行状态。

上述结果应符合 4.4.1 的要求。

5.5.2 油温控制

整定油温控制值比加热器入口油温高出 30℃,当加热器出口油温与控制值的正负偏差分别不超过 12℃和 6℃时,使燃烧器分别在最小和最大喷油量下各运行(5~10) min,观察并记录加热器出口温度表的油温示值。每种状态下至少记录 3 次,分别取其算术平均值,作为各状态下油温的实测值。结果应符合 4.4.2 的要求。

5.6 安全保护

5.6.1 控制箱介电强度和绝缘电阻

按下述方法对控制箱进行介电强度和绝缘电阻试验：

- a) 断开控制箱内的中间继电器、火焰放大器、程序控制器等器件与主电路的连接。
- b) 在进行介电强度试验之前,先用 500 V 兆欧表测量主电路不同极性导电部件之间和所有导电部件与控制箱壳体之间的绝缘电阻。
- c) 用介电强度试验装置分别在不同极性导电部件之间和所有导电部件与控制箱壳体之间施加试验电压。试验电压按表 1 选取,试验电压频率为(25~100) Hz。试验前,应采取切实的安全防护措施。试验时,施加的电压应从不超过试验电压值的 50%开始,然后稳定或分段(每段升压不超过全值的 5%)增加至全值。电压自半值增加至全值的时间不应少于 10 s,全值电压试验时间应维持 1 min。

试验过程中如果发现异常现象,应立即切断试验电源,并将带电部分对地放电;试验结束后,亦应将带电部分对地放电。

- d) 介电强度试验结束后,应立即按 5.6.1 b)要求测试绝缘电阻。

结果应符合 4.5.1 的要求。

5.6.2 点火工况

在进行 5.5.1 试验时,观察进入点火程序时助燃空气和燃料调节装置所处位置。在进入前扫气程序时,断开伺服电动机接线,观察燃烧器能否进入点火程序。结果应符合 4.5.2 的要求。

5.6.3 扫气和扫气时间

在进行 5.5.1 中自动控制状态下的试验时,当燃烧器进入前扫气程序时,观察风门是否处于其调节范围的最大位,并用秒表测出在此位置上的停留时间间隔,此为前扫气时间的测量值;当停止燃烧时,用秒表测出从火焰熄灭到风机断电之间的时间间隔,此为后扫气时间的测量值。对具有油枪清扫程序的燃烧器,后扫气时间应从清扫程序结束后开始计时。

每一扫气时间在相同条件下至少测试 3 次,分别取其算术平均值作为各扫气时间的实测值。结果应符合 4.5.3 的要求。

5.6.4 安全时间

在点火燃料电磁阀和主燃料电磁阀(或气动阀的动力源电磁阀)线圈上并联电压表。在自动控制状态下启动燃烧器,当运行至点火程序时,不输入点火火焰模拟信号,用秒表测出点火电磁阀线圈上的电压表从(220±20) V(以下相同)示值出现到消失的时间间隔,此即为第一安全时间的测量值;

第二次启动燃烧器,当运行至点火程序时,输入点火火焰模拟信号,不输入主火焰模拟信号,用秒表测出主火电磁阀线圈上电压表示值出现到消失的时间间隔,此为第二安全时间的测量值;

第三次启动燃烧器,当运行至点火程序时,先后输入点火火焰和主火焰模拟信号,当运行至正常燃烧状态后,撤除所有火焰模拟信号,用秒表测出从火焰模拟信号撤除起到主火电磁阀线圈上电压示值消失的时间间隔,此为第三安全时间的测量值。每一个安全时间至少测试 3 次,分别取其算术平均值作为各安全时间的实测值。结果应符合 4.5.4 的要求。

5.6.5 安全连锁和报警

5.6.5.1 在自动控制状态,启动燃烧器,运行至相应程序时,按燃烧器类别分别输入 4.5.5.1 中 a)、b) 两项所列故障状态的模拟信号,观察燃烧器是否进入锁定状态并发出声、光报警信号。在一种故障状态下发生锁定和报警后,应进行复位、消声和撤除该故障状态模拟信号,再重新启动燃烧器,进行另一个故障状态的试验。结果应符合 4.5.5.1 的要求。

5.6.5.2 燃烧器进入锁定状态后,不经复位即启动燃烧器,观察燃烧器能否启动。结果应符合 4.5.5.2 的要求。

5.7 燃料流量稳定性

5.7.1 试验一般可在冷态下进行,试验过程中,燃料温度变化应不超过 $\pm 5^{\circ}\text{C}$,某一工况下燃料压力的波动应不超过 $\pm 10\%$ 。试验用燃油可用自配调合油,该燃油在试验温度下的黏度与雾化黏度要求值的偏差应不超过 $\pm 20\%$ 。对高压介质雾化燃烧器,试验时应同时通入雾化介质,在某一工况下雾化介质的压力波动应不超过 $\pm 5\%$ 。

5.7.2 在油雾化器出口套上软管,开启燃烧器,待各工况参数稳定后,使雾化器喷油;待油流稳定后,迅速将软管移入测量容器中并开始计时,达到预定时间后,迅速将软管移出测量容器。用计量器具测出该段时间内燃油的数量,并换算成每小时的流量数值。

5.7.3 对燃气流量进行试验时,可将燃气喷嘴装入风机空气动力性能试验装置中,用压缩空气代替燃气,按 5.4 的方法进行测试。测试结果应换算为 0°C 、 $1.0133 \times 10^5 \text{ Pa}$ 状态下每小时的流量数值。

5.7.4 有条件时,也可在燃烧器喷嘴燃料供给管路的适当位置安装流量计进行测量。

5.7.5 对连续调节的燃烧器,至少应测试小火位、大火位两种工况下的流量;对位式调节的燃烧器,应测试各段火位的流量。相同条件下,每一工况的流量至少测试 3 次,计算出每两次测量值的差值,取其最大差值作为燃料流量变化量的实测值。对燃油流量按 5.7.2 或 5.7.4 的规定测试,对燃气流量按 5.7.3 或 5.7.4 的规定测试。结果应符合 4.6 的要求。

5.8 燃烧性能

5.8.1 概述

试验可在试验炉上或实炉上进行。试验用油应是燃烧器适用燃油品种中黏度最大者,燃气应是燃烧器适用燃气品种中低位热值最小者。

试验应在所有工况参数达到要求的条件下进行。

5.8.2 点火

使燃烧器处于自动控制状态下,每隔(3~5) min 进行一次自动点火,共进行不少于 10 次的点火,观察每次点火是否均能建立起稳定的点火火焰和主火火焰,并用秒表分别测试从燃料控制阀开启到建立起点火火焰和主火火焰的时间间隔是否分别在第一安全时间和第二安全时间之内。结果应符合 4.7.1 的要求。

5.8.3 燃烧稳定性

使燃烧器在其负荷调节范围内燃料最小流量下燃烧运行,调节助燃空气至火焰正常,在烟气温度变化不超过 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 时,每隔(5~10) min 用烟气分析仪测试一次烟气中的 CO_2 含量,共进行不少于 3 次测试,计算出每两次测试值的差值,取其最大值作为 CO_2 含量变化值的实测值。结果应符合 4.7.2 的要求。

5.8.4 燃烧充分性

使燃烧器在其负荷调节范围内燃料最大流量下燃烧运行,调节炉膛压力至合同规定值的 1.1 倍,并调节助燃空气至火焰正常。待燃料炉负荷达到额定负荷的(80~100)%且烟气温度变化不超过 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 时,每隔(5~10) min 用烟气分析仪测试一次烟气成分,共进行不少于 3 次的测试,分别取其算术平均值,作为各测试项目的实测值。结果应符合 4.7.3 的要求。

5.8.5 氮氧化物(NO_x)生成量

在进行 5.8.4 试验时,用烟气分析仪测试烟气中的 NO_x 含量,取不少于 3 次测量值的算术平均值作为实测值。结果应符合 4.7.4 的要求。

如果因燃料中所含的可燃含氮化合物所形成的燃料型 NO_x 使实测值超过 4.7.4 的要求时,应从实测值中扣除燃料型 NO_x 的含量后,作为试验结果。

燃油燃烧烟气中燃料型 NO_x 含量按公式(1)计算:

$$A = \frac{15a}{7 \times (V_1 + 0.2V_2)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

A——燃油燃烧烟气中燃料型 NO_x 含量的数值，单位为毫克每立方米(mg/m³)；

a——燃油中化合态氮含量的数值，单位为毫克每千克(mg/kg)；

V₁——燃油燃烧理论烟气量的数值，单位为立方米每千克(m³/kg)；

V₂——燃油燃烧理论空气量的数值，单位为立方米每千克(m³/kg)。

燃气燃烧烟气中燃料型 NO_x 含量按公式(2)计算：

$$B = \frac{15b}{7 \times (V_3 + 0.2V_4)} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

B——燃气燃烧烟气中燃料型 NO_x 含量的数值，单位为毫克每立方米(mg/m³)；

b——燃气中化合态氮含量的数值，单位为毫克每立方米(mg/m³)；

V₃——燃气燃烧理论烟气量的数值，单位为立方米每立方米(m³/m³)；

V₄——燃气燃烧理论空气量的数值，单位为立方米每立方米(m³/m³)。

燃料中化合态氮含量数值可由燃料成分分析取得。燃料燃烧理论烟气量和理论空气量可由有关燃料性质表中查得，或对燃料成分进行分析后由燃烧化学方程式计算取得。

5.8.6 火焰尺寸

在进行 5.8.4 试验时，在炉体外通过观察孔用卷尺测量或拍摄照片后测算火焰尺寸。结果应符合 4.7.5 的要求。

5.8.7 负荷调节

按照“小火→大火→小火”的调节顺序，使燃烧器进行不少于两个周期(每个周期时间不少于 15 min)的连续燃烧运行，观察火焰状态，并按 5.7 的规定测试负荷调节范围内燃料最大和最小流量，测试次数不少于 3 次，分别取其算术平均值作为各流量的实测值，由实测值计算出负荷调节比。结果应符合 4.7.6 要求。

5.8.8 结焦和积炭

在手动控制下使燃烧器点火燃烧后，调节各工况参数，使负荷调节范围内各工况下的火焰达到正常状态后，按照“小火→大火→小火”的顺序调节燃烧负荷，每隔(10~15) min 完成一次循环，进行不少于 10 次的连续循环运行后，停止燃烧，检查各部位结焦和积炭情况。结果应符合 4.7.7 的要求。

5.9 自振动

试验在燃烧器最大燃烧负荷下进行，用振动速度测试仪测试其振动速度。对于带风机的燃烧器，测试风机电动机定子两端轴承部位垂直、水平和轴向 3 个方向机壳上的振动速度；对于不带风机的燃烧器，测试壳体上助燃空气入口、出口处的振动速度。取各测量值中的最大值作为振动速度实测值。结果应符合 4.8 的要求。

5.10 运行可靠性

在手动控制下按照“启动→点火→小火→大火→小火→停止”的操作顺序，连续进行不少于 10 个周期的运行，每个周期不少于 5 min，运行中检查各系统有无异常现象发生。若无异常现象，则进行不少于 48 h 的连续燃烧运行，其间小火、中火、大火状态交替变换，在大火状态下累计运行时间不少于 4 h，试验过程中监视运行状态是否正常，试验结束后检查各系统。结果应符合 4.9 的要求。

5.11 电器外壳防护等级试验

试验按 GB/T 4942.2—1993 中 8.1 和 8.2 的规定进行。结果应符合 4.10 的要求。

5.12 环境适应性

5.12.1 概述

试验在冷态下进行，对产品性能测试所需外部信号可用模拟信号代替。

5.12.2 低温

试验方法按 GB/T 2423.1—2001 中第二篇的规定。试验严酷等级对电控设备为 $(0\sim 3)^{\circ}\text{C}$ 、16 h，对其他设备为 $(-15\pm 3)^{\circ}\text{C}$ 、16 h；试验中间和试验终了时，试品各进行不少于 15 min 的通电运行，燃烧器应能按 4.4.1 的规定正常工作，并按 5.5.1 规定的方法进行试验。结果应符合 4.11.1 的要求。

5.12.3 高温

试验方法按 GB/T 2423.2—2001 中第二篇的规定。试验严酷等级为 $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、16 h。试验中间和试验终了时，试品各进行不少于 15 min 的通电运行，按 5.5.1 规定的方法进行试验。结果应符合 4.11.1 的要求。

5.12.4 湿度

试验方法按 GB/T 2423.3—1993 的规定。试验严酷等级为 2 d，相对湿度为 $(80\pm 3)\%$ 。试验中间和试验终了时，试品各进行不少于 15 min 的通电运行，按 5.5.1 规定的方法进行试验。结果应符合 4.11.1 的要求。

5.12.5 电源电压和频率变化

调节三相调压器和变频机组，使燃烧器的电源参数按表 3 规定变化，每种状态运行 15 min，按 5.5.1 规定的方法进行试验。结果应符合 4.11.1 的要求。

表 3 电源参数变化组合

组别号	电压变化 $\%U_n$	频率变化 $\%f_n$
1	+6	+5
2	+6	-5
3	-10	-5

注： U_n 、 f_n 分别为燃烧器电源的额定电压和额定频率。

6 检验规则

6.1 检验分类

燃烧器的检验分为：

- a) 型式检验；
- b) 出厂检验。

6.2 型式检验

6.2.1 凡属下列情况之一者，应进行型式检验：

- a) 新产品试制定型鉴定；
- b) 转厂生产的首制产品；
- c) 因产品结构、材料或工艺有较大改变，且可能影响产品性能时；
- d) 国家质量监督部门或检验主管部门提出进行型式检验要求时。

6.2.2 型式检验项目按表 4。

6.2.3 型式检验的样机为 1 台。

6.2.4 在规定的检验项目中若有一项不符合要求，则在采取措施后重新进行检验；若重新检验时该项目仍不符合要求，则加倍取样检验；若加倍取样检验该项目仍不符合要求，则判型式检验不合格。

6.3 出厂检验

6.3.1 出厂检验项目按表 4。

6.3.2 每台产品出厂前均应进行出厂检验。

6.3.3 在规定的检验项目中，若有任何一项不符合要求，允许在采取措施后重新进行检验；若重新进行

检验时该项目仍不符合要求,则该台产品不合格。

表 4 检验项目

序号	检 验 项 目		要求章条号	检验方法章条号	检验类别	
					型式检验	出厂检验
1	结构和外观		4.1	5.2	●	●
2	介质管路密性		4.2	5.3	●	●
3	空气动力性能		4.3	5.4	●	●
4	控制	运行控制	4.4.1	5.5.1	●	●
		油温控制	4.4.2	5.5.2	●	—
5	安全保护		4.5	5.6	●	●
6	燃料流量稳定性		4.6	5.7	●	●
7	燃烧性能		4.7	5.8	●	—
8	自振动		4.8	5.9	●	●
9	运行可靠性		4.9	5.10	●	—
10	电器外壳防护等级		4.10	5.11	●	—
11	环境适应性		4.11	5.12	●	—

注：●,必检项目；—,不检项目。

7 标志

7.1 产品标志

7.1.1 每台产品均应在其外壳明显部位装有固定铭牌。铭牌上至少应列出下列内容：

- a) 产品名称、型号规格；
- b) 主要技术参数(额定输出功率、负荷调节比)；
- c) 产品编号；
- d) 制造厂名和制造日期；
- e) 检验合格标志。

7.1.2 风机外壳上应有旋向标志。

7.2 包装标志

包装标志应符合 GB/T 13384—1992 中 8.1 的要求。

8 包装、运输和贮存

8.1 包装

8.1.1 包装箱一般为木板箱,箱体应采取加固措施,其牢固程度应能保证在运输过程中箱体不发生破损。

8.1.2 包装箱内壁均应敷设完整的防水油毡,箱内产品应罩以塑料薄膜袋。

8.1.3 产品装箱应符合 GB/T 13384—1992 中 5.1.3 的规定。装箱件的名称、编号、数量应与装箱单的内容一致。

8.1.4 产品一般应具有以下随机文件：

- a) 装箱清单和备件清单；
- b) 产品使用说明书、控制系统电路图、接线图和燃烧器外形图、安装图；

c) 产品检验合格证书。

8.2 运输

运输过程中应对产品箱采取可靠的固定措施和防淋雨、溅水措施。

8.3 贮存

产品应贮存于通风、干燥,无腐蚀气体的室内场所。
