



中华人民共和国国家标准

GB/T 38919—2020

多孔介质燃烧器通用技术要求

General technical requirements for porous media burners

2020-06-02 发布

2020-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国燃烧节能净化标准化技术委员会(SAC/TC 441)提出并归口。

本标准起草单位:浙江大学、苏州安鸿泰新材料有限公司、中徽机电科技股份有限公司、浙江力聚热水机有限公司、浙江方圆检测集团股份有限公司、安徽省凤形耐磨材料股份有限公司、湖北谁与争锋节能灶具股份有限公司、合肥百年五星饮食设备有限责任公司、上海发电设备成套设计研究院有限责任公司、浙江兰特电器有限公司、内蒙古自治区电力科学研究院、合肥产品质量监督检验研究院、安徽省特种设备检测院、安徽省质量和标准化研究院、清华大学、华南理工大学、西南科技大学、中国科学技术大学。

本标准主要起草人:程乐鸣、郑成航、邱坤赞、吴雪松、卓建坤、赵荣新、杨必应、张文秋、凌飞、魏文品、李静、刘涛、高杰、肖锡福、丁士发、丁盛斌、于英利、姚杰、林明波、唐林东、何正罡、任枫燕、张小校、黄建彬、牛锋、程钧、林其钊。



多孔介质燃烧器通用技术要求

1 范围

本标准规定了多孔介质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。

本标准适用于额定输出热功率为 30 kW~2 800 kW 的多孔介质燃烧器(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非电力驱动和控制的燃烧器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 1236—2017 工业通风机 用标准化风道性能试验

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 A:低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 B:高温

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Cab:恒定湿热试验

GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 10184—2015 电站锅炉性能试验规程

GB/T 19839—2005 工业燃油燃气燃烧器通用技术条件

GB/T 37650 燃烧方式 术语和定义

3 术语和定义

GB/T 37650 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多孔介质 porous media

由多相物质所占据的空间,也是多相物质共存的一种组合体。从任一相来说,其他相均弥散在其中。

3.2

多孔介质燃烧器 porous media burner

采用多孔介质燃烧方式通过燃烧转化热能的一种设备。

3.3

正常燃烧 normal combustion

在规定燃烧条件下,燃烧器的性能参数变化均在预定范围内,无脱火、回火、冒黑烟或黄烟、熄火现象的燃烧。

3.4

预混室 premix chamber

燃气与助燃气在燃烧前预先混合的空间。

3.5

预混度 premixed degree

燃气与助燃气的混合程度。以相同温度、压力条件下预混室内不同位置的燃气浓度与预混室平均燃气浓度的比值表示。

3.6

前吹扫 pre-purge

点火燃烧前,向燃烧器和炉膛强制送风吹扫可燃气体的过程。

3.7

后吹扫 post-purge

火焰熄灭后,向燃烧器和炉膛强制送风吹扫可燃气体的过程。

4 要求

4.1 外观和结构

4.1.1 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涂层,涂层完整、均匀、光洁,不应有划伤、起泡或脱落。多孔介质无破碎、无裂纹。

4.1.2 结构

燃烧器的基本配置包括燃气开关与调节装置、空气开关与调节装置、自动检漏装置、燃气和空气压力监测装置、空气/燃气联动调节装置、点火安全切断装置、火焰监测装置、辅助点火装置、吹扫系统、均流/过滤装置、预混室、防回火装置、多孔介质燃烧头以及程序控制装置等。基本配置参见附录 A。

4.2 空气动力性能

当燃烧器出口压力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要求。

4.3 运行控制

燃烧器在自动或手动操作下应能正常运行,运行顺序应为:上电→启动条件验证→风机启动→前吹扫→点火→正常燃烧(自动或手动调节燃烧负荷)→火焰熄灭→后吹扫→停机。

运行中辅助点火系统处于长明状态。

4.4 安全保护

4.4.1 燃气管路密封性

从燃气阀组入口到燃烧器出口的燃气管路,在燃气压力达到 1.5 倍设计压力且不低于 4 kPa 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。

4.4.2 主燃气控制阀系统

主燃气控制阀系统应符合以下要求:

- a) 配置两只串联的自动安全切断阀或者组合阀;

- b) 燃气控制阀关断时,关闭时间不超过 1 s;
- c) 额定输出热功率大于 1 200 kW 的燃烧器,主燃气控制阀系设置阀门检漏装置;
- d) 上游至少设置一只压力控制装置;
- e) 设立独立点火燃烧器,点火火焰点燃并经火焰监测装置验证后,主燃气控制阀才能开启,点燃主火焰。

4.4.3 介电强度和绝缘电阻

4.4.3.1 控制箱不同极性的导电部件之间和所有导电部件与壳体之间的绝缘应能承受表 1 所列介电强度电压,不应有大于 10 mA 击穿电流,1 min 内无击穿或闪络现象。

4.4.3.2 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

4.4.4 吹扫

燃烧器在自动或者手动操作条件下,在点火前应能进行定时前扫气,在熄火后进行定时后扫气。前扫气时间不小于 20 s 且应能保证送风量为炉膛及烟道容积的 4 倍以上,后扫气时间不小于 15 s。吹扫时风门处于调节位置最大位。

4.4.5 点火

设立辅助点火燃烧器。在进入点火程序前,应确保空气、燃气调节装置的开度均处于其调节范围的最低点,否则不应进入点火程序。点火安全时间的设定值应不大于表 2 所列限值。

表 2 点火安全时间限值 单位为秒

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
≤5	≤5	≤1

4.4.6 安全联锁和报警

4.4.6.1 燃烧器在工作状态下,应至少具备以下安全联锁和报警功能:

- a) 发生点火失败或在正常燃烧后发生火焰故障,应进入联锁保护状态并报警;
- b) 工作中意外断电后未完成关闭程序,重新上电时应进入联锁保护状态并报警;
- c) 火焰检测装置发生故障时应报警;
- d) 燃气控制阀被检测为泄漏时应报警;
- e) 燃气压力或者空气压力不满足启动条件时应报警。

4.4.6.2 燃烧器进入锁定状态后,未经人工复位,不应重新启动。

4.4.7 防回火

预混室后设置防回火装置。在燃烧器最低功率条件下,通过防回火装置各喷嘴的最小气流速度大

于燃气着火速度的 2 倍。

4.5 启动条件验证

燃烧器上电后应进行自动巡检以验证：

- a) 启动开关处于开启时,应报警并锁定;
- b) 火焰检测异常时,应报警;
- c) 启动条件验证程序中,应包括对燃气控制阀的自动检漏程序。

4.6 燃料流量稳定性

给定的负荷调节范围内,任一工况下参与燃烧的燃料流量符合要求,流量的波动范围在 $\pm 5\%$ 之内。

4.7 预混度

防回火装置前预混气的预混度应不大于 10%。

4.8 燃烧性能

4.8.1 燃烧稳定性

燃烧器在其负荷调节范围内燃料正常燃烧时,烟气中 CO_2 含量(体积分数)变化应不超过 $\pm 1.5\%$ 。

4.8.2 燃烧充分性

正常工况下稳定运行时,烟气中 O_2 含量(体积分数)应不大于 3.5%,烟气中按氧含量 3.5%折算出的 CO 含量应不大于 95 mg/m^3 ,烟气黑度不大于林格曼 1 级。

4.8.3 氮氧化物(NO_x)生成量

正常工况稳定运行时,烟气中按氧含量 3.5%折算出的氮氧化物(NO_x)含量应不大于 50 mg/m^3 。

4.8.4 负荷调节

在负荷调节范围内变换燃烧负荷时,火焰变换应稳定,无回火、脱火、熄火、冒黑烟发生。

4.8.5 结焦和积炭

负荷调节范围内连续运行时,燃烧器火焰出口的结焦和积炭不应影响正常燃烧。

4.8.6 燃烧噪声

额定输出热功率小于或等于 400 kW 的燃烧器,其运行噪声应不大于 80 dB;额定输出热功率大于 400 kW 的燃烧器,其运行噪声应不大于 85 dB。

4.8.7 燃烧器部件表面温度

4.8.7.1 燃烧器配套的调节装置、控制装置与安全装置的温度,不超过制造单位给出的数值,并且工作可靠。

4.8.7.2 燃烧器上被操纵的按钮和拉杆的表面温度,对于金属材料应不大于 35°C ,对于陶瓷或类似材料应不大于 45°C ,对于塑料或类似材料应不大于 60°C 。

4.9 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 。

4.10 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。

4.11 电气外壳防护等级

控制箱、电机等装置外壳防护等级应不低于 GB/T 4208 中规定的 IP22 要求,接线盒、开关等装置的外壳防护等级应不低于 GB/T 4208 中规定的 IP44 要求。

4.12 环境适应性

4.12.1 概述

在 4.12.2~4.12.6 规定的条件下,燃烧器应能正常工作。

4.12.2 低温

按 GB/T 2423.1 的规定,低温试验严酷等级对电控设备为 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、16 h,对其他设备为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、16 h。

4.12.3 高温

按 GB/T 2423.2 的规定,高温试验严酷等级为 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、16 h。

4.12.4 湿度

按 GB/T 2423.3 的规定,试验严酷等级为 2 d,温度为 $(30\pm 2)^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $(85\pm 3)\%$ 。

4.12.5 海拔高度

当海拔高度不超过 2 000 m 时,燃烧器应能正常工作;超过 2 000 m 时,在其负荷调节范围内每升高 1 000 m 燃烧器最大输出功率递减应不超过 12%。

4.12.6 电源

电源电压变化在额定值的 $-10\%\sim +6\%$ 之内,电源频率变化在额定值的 $\pm 5\%$ 之内。

5 试验方法

5.1 试验条件

除另有规定外,试验在下列条件下进行:

- a) 气候条件:环境温度 $5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$,试验过程中温度波动小于 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$;相对湿度 $20\%\sim 80\%$,试验过程中波动小于 5% ;大气压力 $86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$,试验过程中波动小于 0.1 kPa ;
- b) 电源电压变化不超过额定值的 $-10\%\sim +6\%$,电源频率变化不超过额定值的 $\pm 5\%$;
- c) 检验场所通风良好。

5.2 外观和结构

目测检查。



5.3 空气动力性能

试验装置选择 GB/T 1236—2017 中 18.2 给出的 B 型。试验操作按 GB/T 1236—2017 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—2017 中第 7 章、第 13 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,并做出空气动力性能曲线。出厂试验时,可仅按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 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.013\times 10^5\text{ Pa}$ 状态下的数值,作为实测值。

5.4 运行控制

按 GB/T 19839—2005 中 5.5.1 的规定进行。

5.5 安全保护

5.5.1 燃气管路密封性

采用压缩空气作为试验介质,除只留一个进气口外,将燃气管路上所有的开口密封,开启管路中所有的开关阀,注入压缩空气,升压至设计压力的 1.5 倍设计压力且不低于 4 kPa 后,关闭进气阀,维持压力 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,可以分段进行试验。

5.5.2 主燃气控制阀系统

主燃气控制阀系统试验按以下步骤进行:

- 目测检查两只串联的自动安全切断阀或者组合阀;
- 记录燃气控制阀关断后控制阀关闭时间,在相同条件下测试三次,分别取其算术平均值作为各关闭时间的实测值;
- 对照燃烧器额定输出热功率,目测检查;
- 目测检查上游压力控制装置;
- 目测检查是否独立点火燃烧器,操作确认点火火焰点燃并经火焰监测装置验证后,主燃气控制阀才能开启,点燃主火焰。

5.5.3 介电强度和绝缘电阻

按 GB/T 19839—2005 中 5.6.1 的规定进行。试验中,同时检测泄漏电流。

5.5.4 吹扫

在进行 5.4 运行控制状态下的试验时,当燃烧器进入前吹扫程序时,观察风门处于其调节范围的最大位,目测风机工作状态,记录风机前吹扫时间间隔;当停止燃烧时,测出从火焰熄灭到风机断电之间的时间间隔,此为后吹扫时间的测量值。

每一吹扫时间在相同条件下测试三次,分别取其算术平均值作为各吹扫时间的实测值。

5.5.5 点火

启动燃烧器,观察是否进入点火程序,记录点火时间。采用火焰模拟输入信号方法测量点火火焰建立安全时间,主火火焰安全建立时间,火焰熄灭安全时间。每一时间在相同条件下测试三次,分别取其算术平均值作为各时间的实测值。

观察运行中辅助点火系统处于长明状态。

5.5.6 安全联锁和报警

按 GB/T 19839—2005 中 5.6.5 的规定进行。

5.5.7 防回火

在燃烧器最低功率条件下,测量通过防回火装置各喷嘴的气流速度,取其最小值。

5.6 启动条件验证

试验可在冷态条件下进行,断电条件下开启燃烧器开关,接通电源,观察燃烧器是否发生锁定和报警。在燃烧器通电后,输入火焰监测异常、漏气模拟信号,观察燃烧器是否发生锁定和报警。

5.7 燃料流量稳定性

按 GB/T 19839—2005 中 5.7 的规定进行。

5.8 预混度

在预混室同一横截面不同位置,用燃气成分分析仪测试预混气中的燃气成分含量,取不少于三次测量值的算术平均值。预混度按式(1)计算。

$$\epsilon = (c_{i,max} - c_{i,min}) / c_{avg} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- ϵ ——预混度, %;
- $c_{i,max}$ ——预混室燃气浓度最大测量值,单位为毫克每立方米(mg/m³);
- $c_{i,min}$ ——预混室燃气浓度最小测量值,单位为毫克每立方米(mg/m³);
- c_{avg} ——预混室各测点燃气浓度测量平均值,单位为毫克每立方米(mg/m³)。

5.9 燃烧性能

5.9.1 概述

试验可在试验炉上或用户的燃烧炉上进行。燃气应为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。

5.9.2 燃烧稳定性

按 GB/T 19839—2005 中 5.8.3 的规定进行。
烟气取样和分析按 GB/T 10184—2015 中 5.10 的规定进行。

5.9.3 燃烧充分性

调节助燃空气至燃烧器火焰正常,在其负荷达到额定负荷的 80%~100%且烟气温度变化不超过 ±5℃时,每隔 5 min~10 min 用烟气分析仪测试一次烟气成分,共进行三次的测试,分别取其算术平均值,作为各测试项目的实测值。
烟气取样和分析按 GB/T 10184—2015 中 5.10 的规定进行。

5.9.4 氮氧化物(NO_x)生成量

在进行 5.9.3 试验时,用烟气分析仪测试烟气中的 NO_x 和氧含量,取不少于三次测量值的算术平

均值作为实测值。

烟气取样和分析按 GB/T 10184—2015 中 5.10 的规定进行。NO_x 排放浓度按式(2)折算为基准氧含量为 3.5%时的排放浓度。

$$\rho = \rho' \times \frac{21 - \rho_{O_2}}{21 - \rho_{O_2}'} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

ρ ——基准氧含量下的 NO_x 排放浓度，单位为毫克每立方米(mg/m³)；

ρ' ——实测的 NO_x 排放浓度，单位为毫克每立方米(mg/m³)；

ρ_{O_2}' ——实测的氧含量，%；

ρ_{O_2} ——基准氧含量，%。

5.9.5 负荷调节

按 GB/T 19839—2005 中 5.8.7 的规定进行。

5.9.6 结焦和积炭

按 GB/T 19839—2005 中 5.8.8 的规定进行。

5.9.7 燃烧噪声

启动燃烧器后，在空旷的地方或具有吸音功能的室内，在距被测燃烧器 1.5 m 处选取 3 点用声级计测量，取其算术平均值。

5.9.8 燃烧器部件表面温度

燃烧器在燃料最大流量状态下连续工作 4 h，当温度达到平衡时用测温仪测量燃烧器壳体易接触部位温度。

5.10 自振动

按 GB/T 19839—2005 中 5.9 的规定进行。

5.11 运行可靠性

按 GB/T 19839—2005 中 5.10 的规定进行。

5.12 电气外壳防护等级

按 GB/T 4208 中的试验要求进行。

5.13 环境适应性

5.13.1 低温

按 GB/T 2423.1 的规定进行。试验中和试验结束时，测试样机各进行不少于 15 min 的通电运行，燃烧器应能按 4.3 的规定正常工作，按 5.4 规定的方法进行试验。

5.13.2 高温

按 GB/T 2423.2 的规定进行。试验中和试验结束时，测试样机各进行不少于 15 min 的通电运行，燃烧器应能按 4.3 的规定正常工作，按 5.4 规定的方法进行试验。

5.13.3 湿度

按 GB/T 2423.3 的规定进行。试验中和试验结束时,测试样机各进行不少于 15 min 的通电运行,燃烧器应能按 4.3 的规定正常工作,按 5.4 规定的方法进行试验。

5.13.4 海拔高度

试验可以在符合要求的模拟环境中进行。在 0 m、2 000 m 和 4 000 m 的对应模拟环境下,试验中和试验结束时,测试样机各进行不少于 15 min 的通电运行,燃烧器应能按 4.3 的规定正常工作,按 5.4 规定的方法进行试验。

5.13.5 电源

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 5.4 规定的方法进行试验。

表 3 交流电源参数变化组合

组别号	电压变化 $\Delta U_n/\%$	频率变化 $\Delta f_n/\%$
1	+6	+5
2	+6	-5
3	-10	-5
注: ΔU_n 、 Δf_n 分别为燃烧器电源的额定电压和额定频率的变化量。		

6 检验规则

6.1 检验分类

分为出厂检验和型式检验。

6.2 出厂检验

- 6.2.1 出厂检验项目按表 4 进行。
- 6.2.2 每台产品出厂前均应进行出厂检验。
- 6.2.3 在规定的检验项目中,若有任何一项不符合要求,允许在采取措施后对不符合项重新进行检验。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。

6.3 型式检验

- 6.3.1 凡有下列情况之一者,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) 产品结构、材料或工艺有较大改变,且可能影响产品性能。
- 6.3.2 型式检验项目按表 4 进行。
- 6.3.3 型式检验的样机为 1 台。
- 6.3.4 在规定的检验项目中若有任何一项不符合要求,则在采取措施后对不符合项重新进行检验。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。

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	外观和结构	4.1	5.2	●	●
2	空气动力性能	4.2	5.3	●	●
3	运行控制	4.3	5.4	●	●
4	安全保护	4.4	5.5	●	●
5	启动条件验证	4.5	5.6	●	●
6	燃料流量稳定性	4.6	5.7	●	●
7	预混度	4.7	5.8	●	—
8	燃烧性能	4.8	5.9	●	—
9	自振动	4.9	5.10	●	●
10	运行可靠性	4.10	5.11	●	—
11	电器外壳防护等级	4.11	5.12	●	—
12	环境适应性	4.12	5.13	●	—
13	产品标志	7	7	●	●
14	包装	7	7	●	●
注：●为必检项目；—为不检项目。					

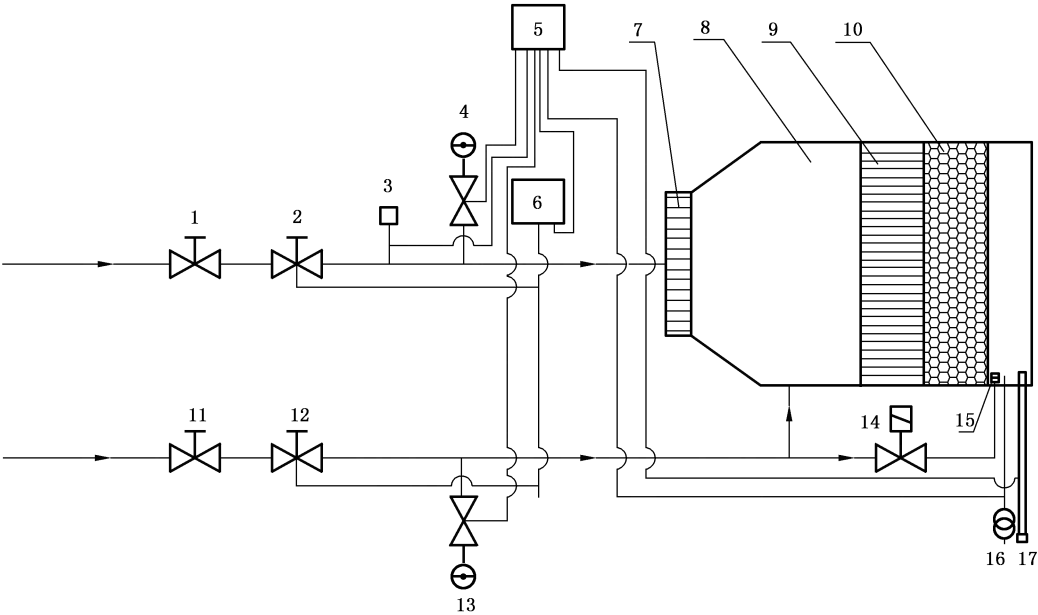
7 标志、包装、运输和贮存

按 GB/T 19839—2005 中第 7 章和第 8 章的规定执行。

附录 A
(资料性附录)

多孔介质燃烧器基本配置简图

多孔介质燃烧器基本配置见图 A.1。



说明：

- | | | |
|-----------------|--------------|----------------|
| 1——空气阀组； | 7 ——均流/过滤装置； | 13——燃气压力监测开关； |
| 2——空气流量调节阀； | 8 ——预混室； | 14——点火安全切断阀； |
| 3——自动检漏装置； | 9 ——防回火装置； | 15——辅助点火燃烧器喷嘴； |
| 4——空气压力监测开关； | 10——多孔介质燃烧头； | 16——点火装置； |
| 5——程序控制器； | 11——燃气阀组； | 17——火焰监测装置。 |
| 6——空气/燃气联动调节装置； | 12——燃气流量调节阀； | |

图 A.1 多孔介质燃烧器基本配置简图