

ICS 71.100.40

Y 43

备案号:

**MH**

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 6116—2018

---

# 航空座椅镁合金结构可燃性的油燃烧器 试验方法

Standard test method of oil burner flammability test for  
magnesium alloy seat structure

2018 - 02 - 08 发布

2018 - 05 - 01 实施

中国民用航空局      发布



## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中国民用航空局航空器适航审定司提出。

本标准由中国民航科学技术研究院归口。

本标准起草单位：中国民用航空局第二研究所。

本标准主要起草人：陈元、于新华、刘晓杰、苏正良、刘又瑞、包雯婷。

MH



# 航空座椅镁合金结构可燃性的油燃烧器试验方法

## 1 范围

本标准规定了使用高强度、开放性火焰测试航空座椅镁合金结构材料可燃性的试验方法。  
本标准适用于航空座椅镁合金结构材料可燃性的评估。

## 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，仅所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。

CCAR-25-R4 运输类飞机适航标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**镁合金** **magnesium alloy**

以镁为基础,加入其他元素（如锌等）或者稀土元素（如钇等）组成的固态合金，且合金中镁含量（质量比）超过10%。

### 3.2

**熔融** **melting**

试样发生足够松弛导致主要部位自由断裂并掉落至托盘的现象。

注：弯曲、扭曲或者单边下垂不认为是熔融。

### 3.3

**点燃** **ignition**

当试样受到火焰灼烧时，第一次观察到试样出现能够与周围燃烧器产生的黄橘色火焰区别开来的、非常明亮强烈的蓝白色火焰的现象。

### 3.4

**着火** **burning**

试样开始点燃,并持续10 s以上的现象。

注：不包括燃烧中断复燃。

### 3.5

**失重率** **the percentage weight loss**

试验前的试样重量与试验后试样及滴落物的总重量之差, 占试验前试样重量的百分比。

4 仪器设备

4.1 音速燃烧器

音速燃烧器结构参见附录A。

4.2 燃油类型

应使用符合GB 6537要求的航空煤油以及其他能够满足火焰温度的燃料。

4.3 试样装置

试样装置示意图见图1和图2。试样装置应能移动, 并能使试样定位到燃烧器前端指定的位置。

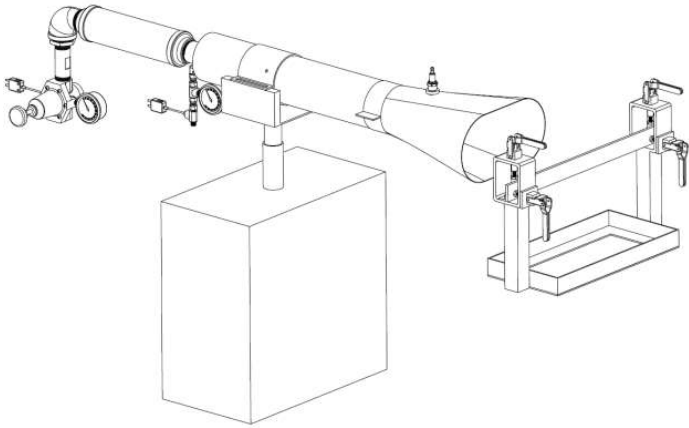


图1 试验装置示意图

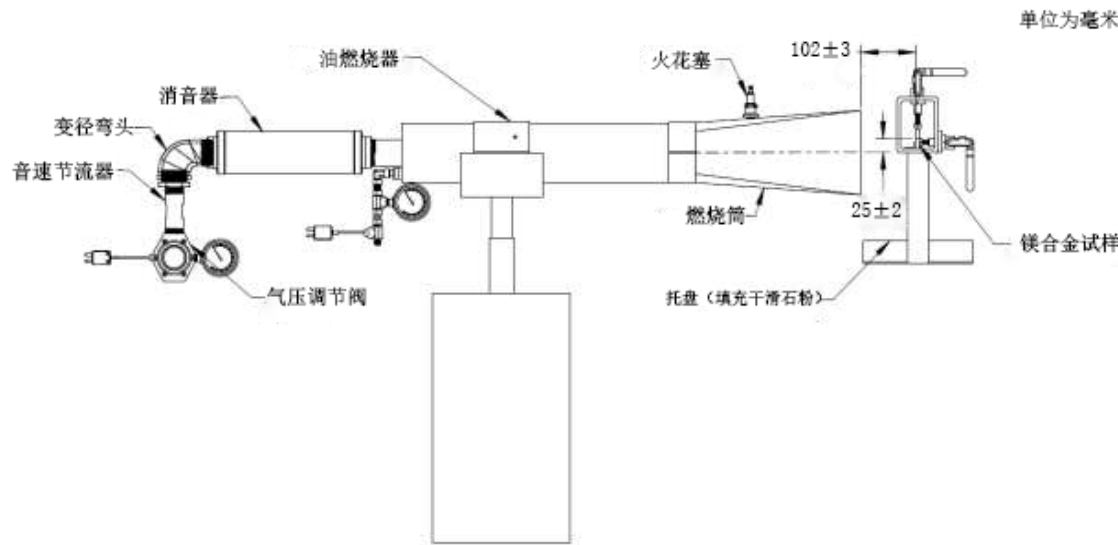


图2 试验装置示意图 (侧视图)

4.4 托盘

试验装置应配备一个大小合适的托盘，托盘底部铺一层干滑石粉，能够防止熔融的镁合金回溅。滑石粉厚度为6 mm。托盘尺寸至少为410 mm（长）×200 mm（宽）×38 mm（深），试样可直接安装到托盘两侧。

#### 4.5 滑石粉

滑石粉成分为镁硅基盐。每次试验前，滑石粉应保持干燥，平时存储在密封塑料袋，避免吸潮。

#### 4.6 试样夹具

试样夹具应使试样水平安装稳固，且在燃烧器前指定位置，见图3。试样夹具应使用76 mm×102 mm×6 mm方钢制作，长度为51 mm。两根方钢焊接在托盘两侧的38 mm×38 mm方钢立柱顶部。试样通过推拉式铰接夹固定，见图4。

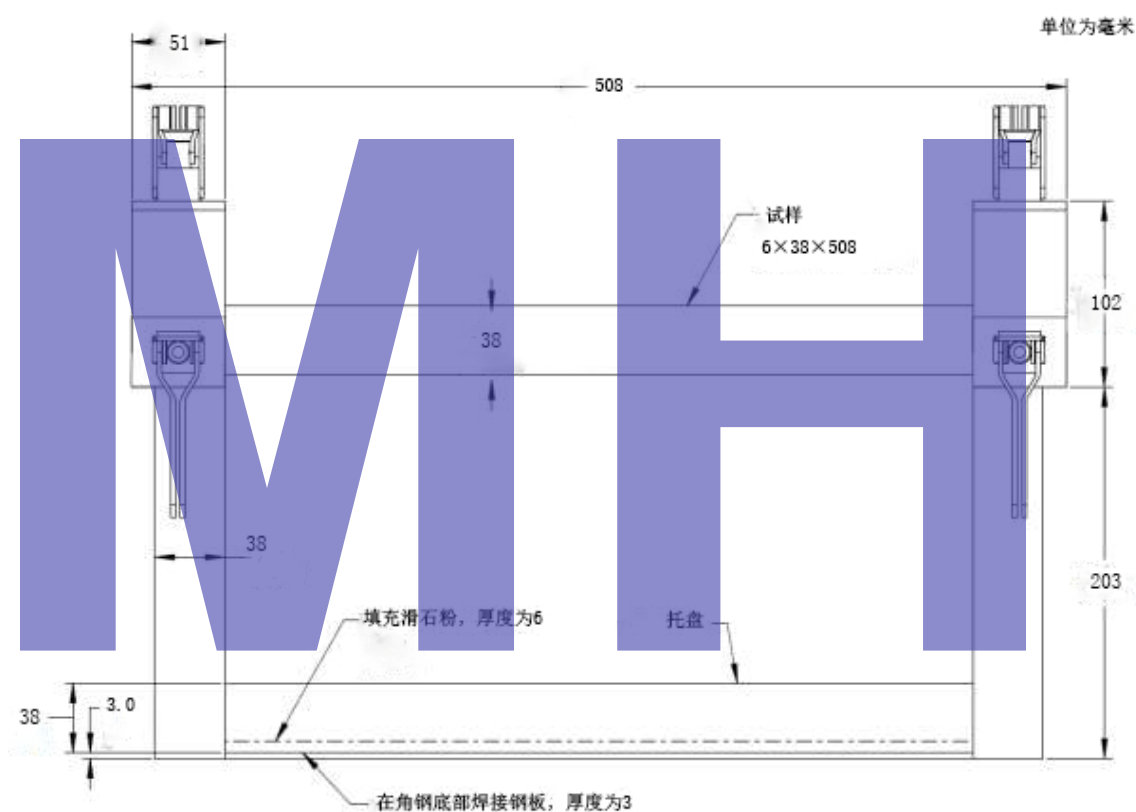


图3 试样夹具（主视图）

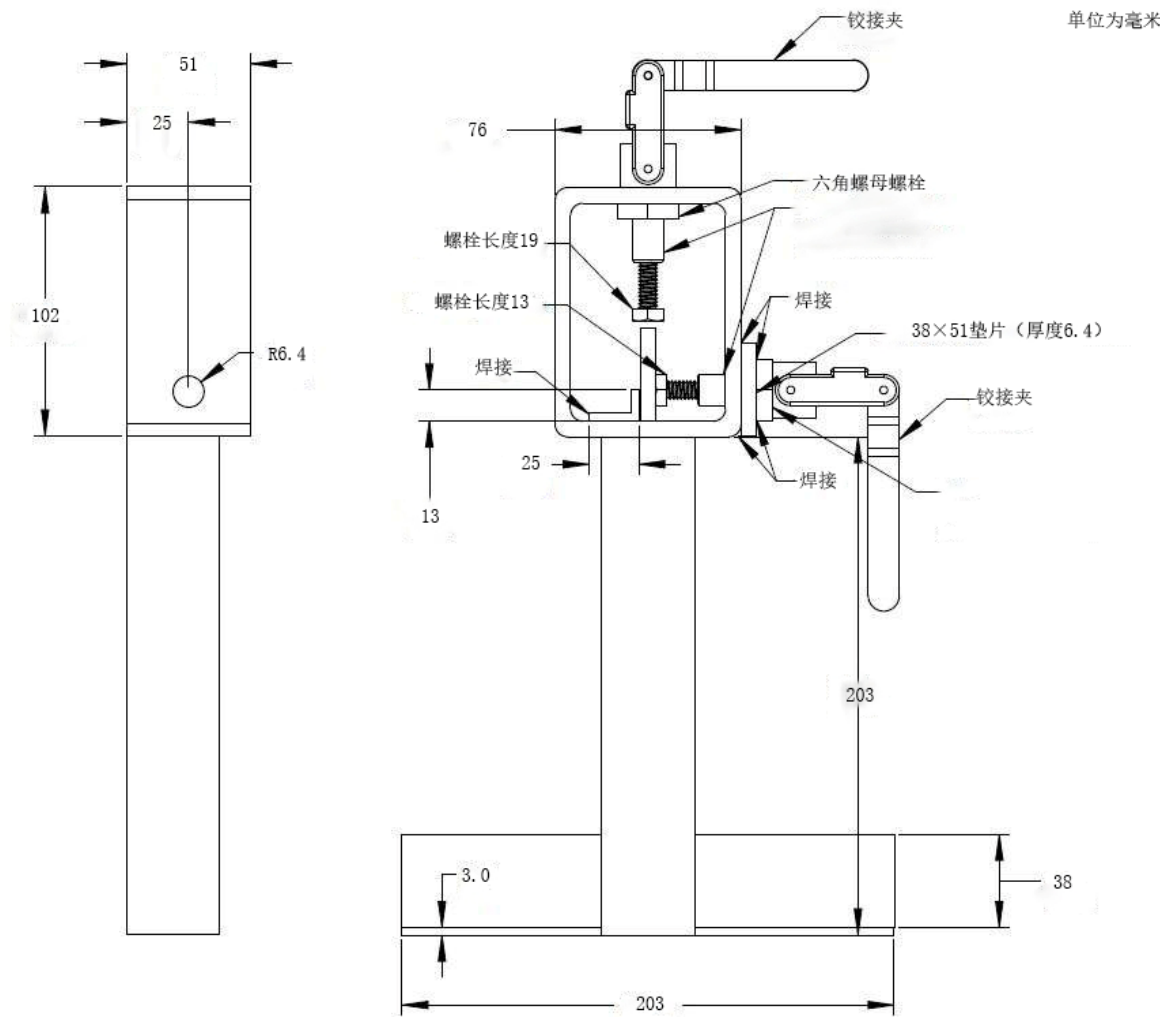


图4 试样夹具（侧视图）

#### 4.7 仪器及配套设备

##### 4.7.1 热电偶

应使用七根热电偶校准燃烧器的火焰温度。热电偶直径为3.2 mm (0.125 in)，陶瓷包封，310不锈钢护套，K型（镍铬-镍铝），用24美标线规（AWG）电线或等效电线接地。将七根热电偶固定在一个钢制安装板上，形成一个热电偶耙，用于验证火焰的一致性。热电偶端头到安装板的长度至少为102 mm，见图5。



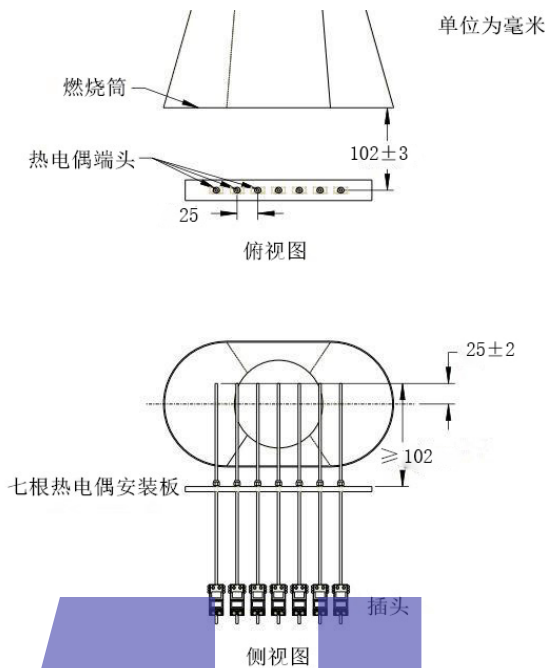


图5 热电偶安装示意图（俯视图和侧视图）

4.7.2 数据采集器

使用量程合适并经校准的记录仪或者计算机数据采集系统，测量和记录热电偶的输出结果。

4.7.3 计时器

应使用允许误差为±1 s/h的秒表或其他计时器测量燃烧器燃烧时间、试样着火时间与自熄时间。

4.7.4 风速计

使用便携的叶轮式或热线式风速计测量风速。

4.7.5 数显电子称

应使用量程合适的电子称称取试样试验前和试验后的重量，以及滴落到托盘里面的熔融物或凝固物的重量。数显电子称分辨率至少为0.01 kg，精度至少为0.01 kg。

4.7.6 试验室

试验室应有措施减小或消除空气扰动造成试验波动的影响。试验室面积至少为305 cm×305 cm。

4.7.7 通风罩

试验室应设有通风罩，排除试验期间试样燃烧产生的废气。

5 试样

5.1 试样构型

试样应由与实际航空座椅镁合金结构相同的材质制成，其材质能够代表主要的座椅框架组件（如椅腿、支板、椅管、椅背框架、行李挡杆等）。试样不应有任何表面处理工艺，如涂覆防火涂料或涂层、阳极化处理等。

若试样表面涂敷有涂层、或经过阳极化或者其他表面处理工艺处理，则该试样基材除了应进行油燃烧试验外，经表面处理的试样应按照CCAR-25-R4的附录F第I部分进行12 s垂直燃烧试验，垂直燃烧试验试样应与实际装机材料一致。若实际装机材料包含不同厚度，则应使用最小厚度进行试验。

5.2 试样数量

每种类型的镁合金试验件至少准备三个试样。

5.3 试样尺寸

试样尺寸为  $(508 \pm 2) \text{ mm} \times (38.1 \pm 0.8) \text{ mm} \times (6.40 \pm 0.16) \text{ mm}$ ，见图6所示。

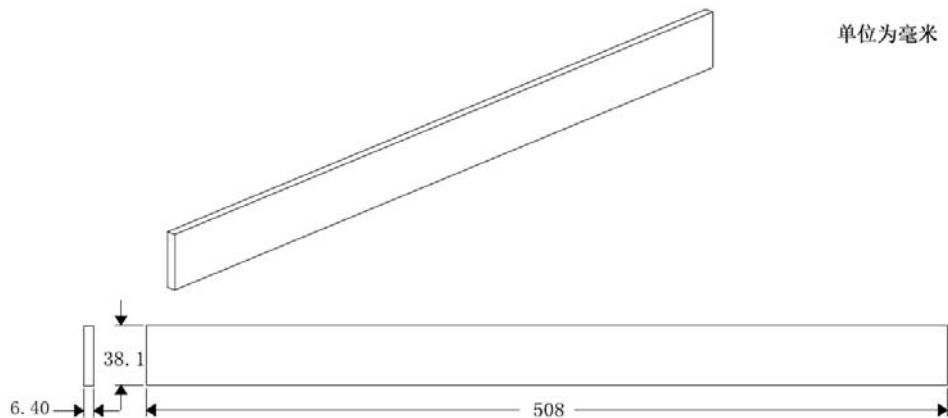


图6 试样尺寸示意图

5.4 试样安装方向

试样应面向燃烧筒水平安装，试样前表面中心点和燃烧筒出口面距离为  $102 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ ，并高出燃烧筒水平中心线  $25 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ ，见图2。

5.5 试样表面粗糙度

试样的所有表面均应抛光处理，平均表面粗糙度  $R_a$  小于  $1.75 \text{ } \mu\text{m}$ 。

5.6 试样预处理

试验前试样应在温度  $21 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ 、相对湿度  $55\% \text{ RH} \pm 10\% \text{ RH}$  的环境下至少放置 24 h。

6 设备调试

6.1 位置调准

试样夹具应使试样水平，且试样中心位置与燃烧筒对正，见图2。可使用机械限位器或制动器，确保试样在试验过程中能迅速地移动到指定位置，试验期间不用再测量其位置。

6.2 空气流量

空气流量通过气压调节器控制。调节进气压力到 $310\text{ kPa} \pm 6.9\text{ kPa}$  ( $45\text{ psi} \pm 1\text{ psi}$ )。相关内容可参见附录A的A.1.3。

### 6.3 燃油流量

如果没有经校准的流量计,可用大小合适的量筒测量燃油流量。确保燃烧器点火开关处于关闭状态,将软管安装在燃油喷嘴上。打开燃油泵,确保接口不漏油,待流量稳定后用量筒收集2 min的燃油。燃油流量应为 $0.126\text{ L/min} \pm 0.0063\text{ L/min}$  ( $2\text{ gal/h} \pm 0.1\text{ gal/h}$ )。

### 6.4 试验室通风

打开试验室通风罩,确保燃烧器为关闭状态。使用便携的叶轮式或热线式风速仪测量试验室内风速。试样上任何一点,在半径31 cm范围内,垂直方向风速应小于 $51\text{ cm/s}$ ,水平方向风速应小于 $25\text{ cm/s}$ 。

### 6.5 试验室空气温度

每次试验前,试验室内空气温度应为 $10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。测量点位于试样中心前后两侧30.5 cm内同一高度。

## 7 火焰温度校准

7.1 检查燃烧筒尺寸并清洁燃烧筒上的烟灰等异物。

7.2 将热电偶把安装在一个可移动的支架上,并能迅速移动到燃烧筒前校准位置。确认七根热电偶到燃烧筒出口端面距离为 $102\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ 。将第四根热电偶对准燃烧筒出口端面中心。确认七根热电偶尖端到燃烧筒水平中心线的距离为 $25\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ ,见图5。当所有距离和位置都确认完毕后,将热电偶把移开。

7.3 打开预热、空气和燃油开关,并点火。燃烧器预热2 min,然后将热电偶把移到校准位置。稳定1 min后,在30 s时间范围内每秒记录一次每根热电偶的温度。校准完毕,移开热电偶把并熄火。计算采集时间内热电偶的平均温度并记录,七根热电偶的平均温度应为 $927\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。若温度不在该范围,则应重新调整,使火焰温度达到要求。

## 8 试验步骤

8.1 检查和清理燃烧筒上的烟灰和残留物。

8.2 称取试样试验前重量,并记为 $m_1$ 。

8.3 按图2安装试样,试样受火面到燃烧筒出口面距离为 $102\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ ,并且试样的中心线在燃烧筒水平中心线以上 $25\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ 。

8.4 将试样夹具移到预热位置。预热过程中燃烧筒到试样距离不小于46 cm,火焰不应接触到试样。打开燃烧器并稳定2 min。

8.5 将试样夹具移到试验位置,开始计时。

8.6 记录试样熔融时间、着火时间和试样燃烧期间的试验现象,如砰响、爆炸、发烟等以及每个现象发生的时间。

8.7 试验4 min,然后将试样夹具缓慢移到预热位置并熄火。

8.8 继续观察从试验位置移开后的试样。若试样还在燃烧,则当火焰熄灭时记录自熄时间。

8.9 在试验结束后1 h内,待试样冷却后,松开铰接夹,取下试样。收集托盘内凝固的熔融物,去除其氧化物和滑石粉,与取下的试样一起称取试样试验后重量,记为 $m_2$ 。

8.10 按下列公式计算试样失重率并记录:

$$\omega = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

式中:

$\omega$ ——试样失重率;

$m_1$ ——试样试验前重量,单位为克(g);

$m_2$ ——试样试验后重量,单位为克(g)。

## 9 试验报告

- 9.1 应完整描述试样材料,包括制造商、材料牌号、合金化学成分及含量等。
- 9.2 应报告每个试样熔融时间、着火时间和自熄时间。
- 9.3 应报告试样失重率。
- 9.4 应报告试样燃烧期间的试验现象,如砰响、爆炸、发烟等,以及每个现象发生的时间。
- 9.5 应附燃烧器火焰温度的校准记录。

## 附录 A

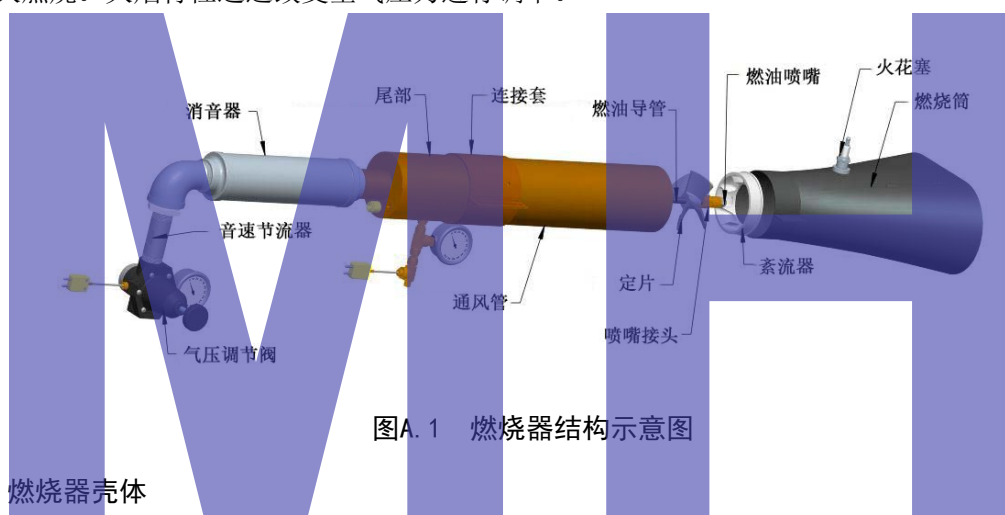
### (资料性附录)

### 燃烧器结构

#### A.1 燃烧器

##### A.1.1 总则

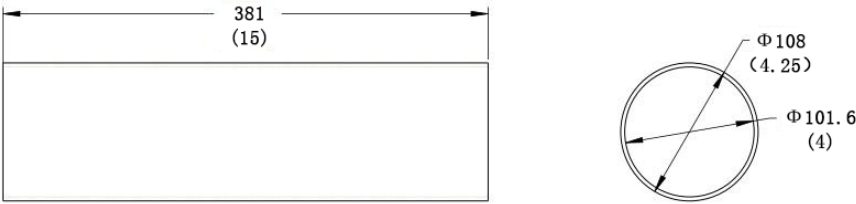
本附录描述了音速燃烧器的细节，见图A.1。音速燃烧器为枪型，通过燃油加压、雾化，与空气结合点火产生锥形火焰。压缩空气经过一个音速节流器产生可燃空气，可燃空气通过含有一系列扩散叶片的圆柱通风管传导。扩散后的可燃空气与喷嘴喷出的燃油在锥形燃烧筒内混合，燃油空气混合物通过火花塞点火燃烧。火焰特性通过改变空气压力进行调节。



##### A.1.2 燃烧器壳体

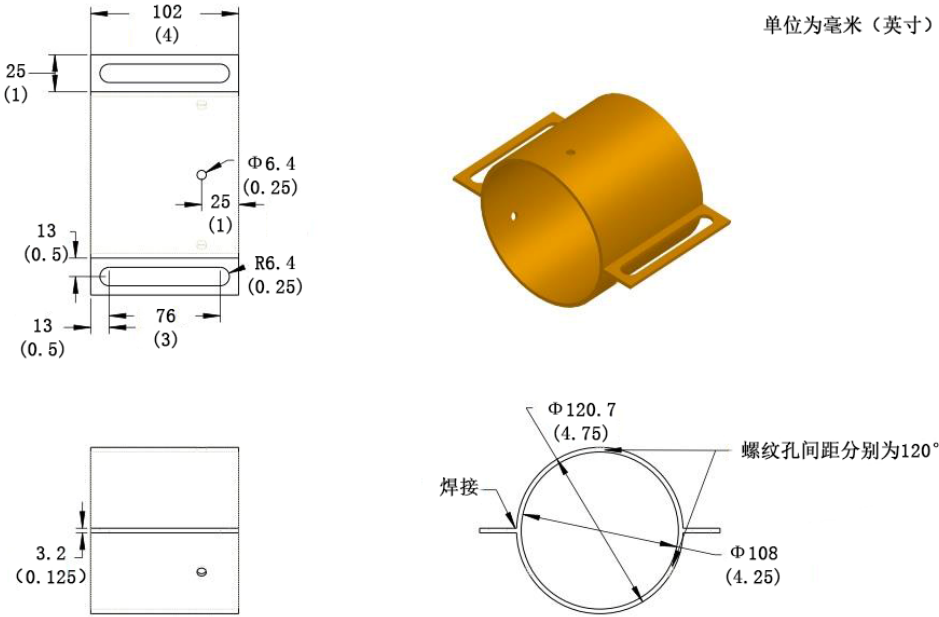
燃烧器壳体由通风管、连接套和尾部三个主要部分组成。通风管材质为无缝钢管，内径为101.6 mm (4 in)，壁厚为3.2 mm (0.125 in)。通风管的长度是381 mm (15 in)，其中末端插入连接套深度为76 mm (3 in)，连接套到通风管前端距离305 mm (12 in)，见图A.2。连接套内径为108 mm (4.25 in)，外径为120.7 mm (4.75 in)，长度为102 mm (4 in)。三个固定螺孔间距为120°，距边缘25 mm (1 in)。连接套两边焊接护耳方便燃烧器的安装和位置调整，见图A.3。尾部材质与通风管相同，内径为101.6 mm (4 in)，壁厚为3.2 mm (0.125 in)，长度为152 mm (6 in)，插入连接套深度为25 mm (1 in)，并焊接在此位置，见图A.4。尾板厚度为6.4 mm (0.25 in)，外径为108 mm (4.25 in)，盖在通风管末端，并包括进气孔和进油孔，见图A.5。尾板使用一端为NPT 1 1/2的螺纹管接头焊接，接头长度为73.7 mm (2.9 in)，见图A.6。

单位为毫米(英寸)

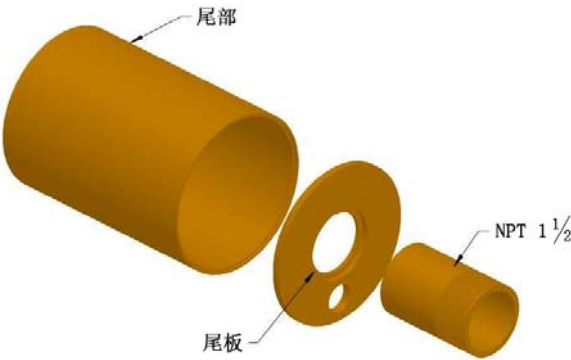


图A.2 通风管示意图

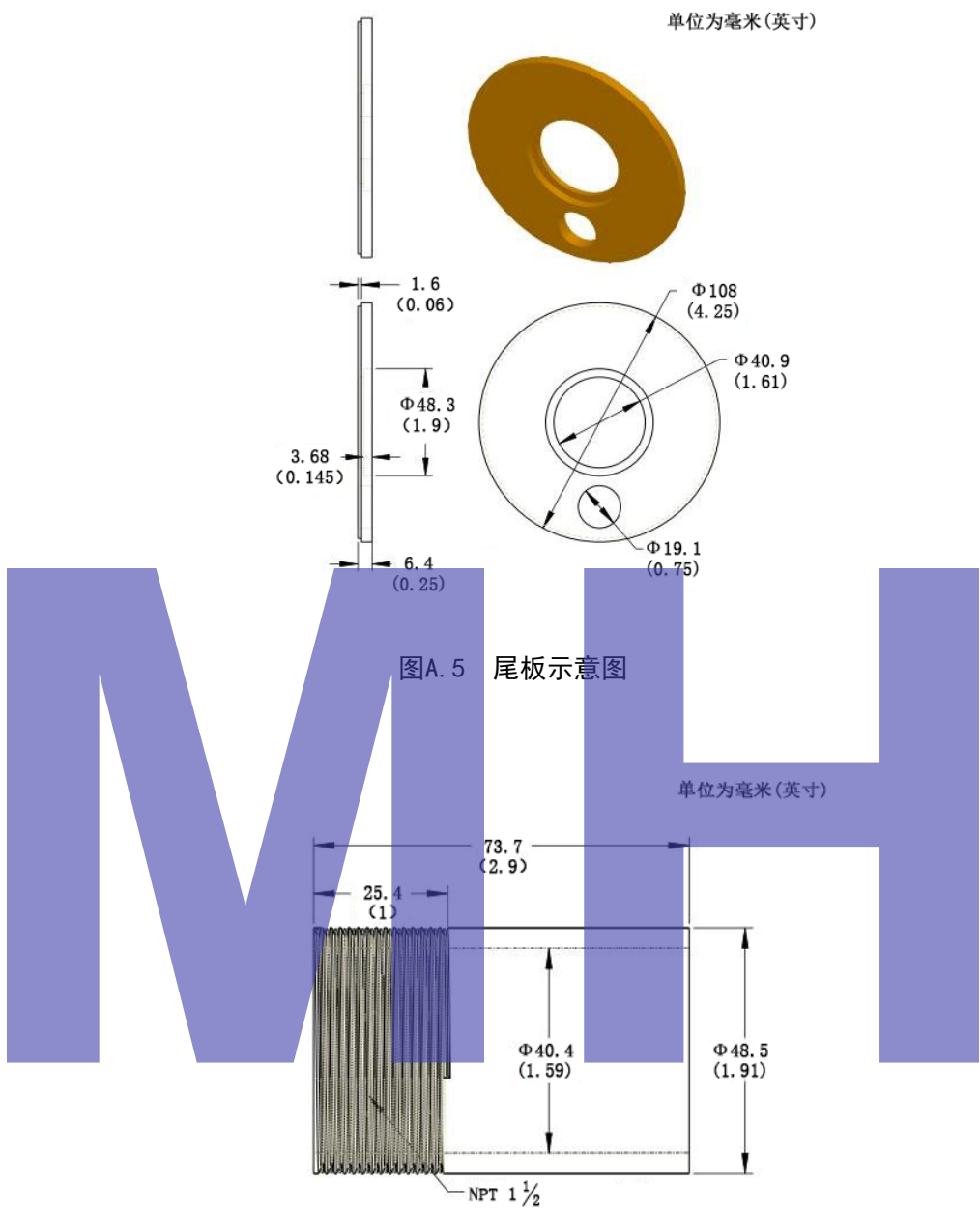
单位为毫米(英寸)



图A.3 连接套示意图



图A.4 尾部分解示意图



图A.6 螺纹管接头示意图

A.1.3 音速节流器

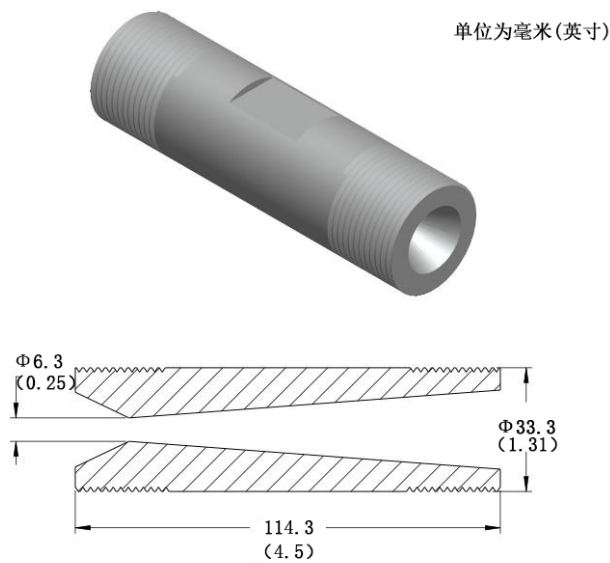
燃烧器的空气流量通过音速节流器控制。音速节流器为不锈钢材质，两端头螺纹为NPT 1，喉部直径为6.3 mm(0.25 in)，见图A.7。空气入口压力越准确，空气流量就越准确。空气流量根据下列公式计算：

$$m=0.00366P_1+0.352$$

式中：

$m$  ——空气流量，单位为立方米每分( $\text{m}^3/\text{min}$ )；

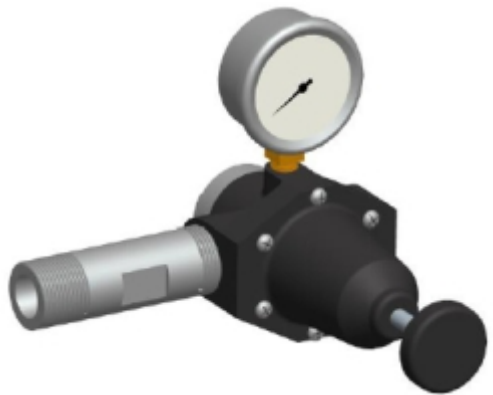
$P_1$  ——空气入口压力，单位为千帕(kPa)。



图A. 7 音速节流器示意图

A. 1. 4 气压调节器

气压调节器是维持燃烧器空气流量稳定的关键。气压调节器应包含NPT 1内螺纹接口，至少包含一个测量出口压力的分接口，压力范围应大于燃烧器的正常工作压力范围。气压调节器应同时能够维持试验期间要求的压力，气压调节器示意图见图A. 8。



图A. 8 气压调节器示意图

A. 1. 5 空气压力表

空气压力表应通过计量校准，精确度至少为±2%，空气压力表示意图见图A. 9。数显空气压力表要求读数增量不大于6. 89 kPa(1 psi)。如果使用类似的其他空气压力表，则应填充甘油以减少指针颤振，并且需要一个可读数的表盘。



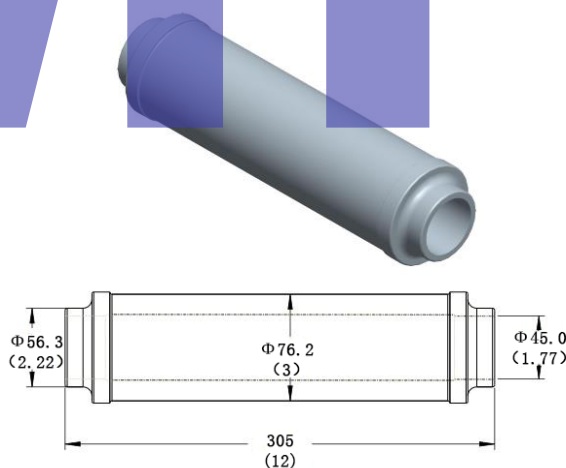


图A.9 空气压力表示意图

### A.1.6 消音器

消音器用于减少空气在音速节流器喉部扩散时产生的高频噪音。消音器外径为76.2 mm(3 in)，两端接口内螺纹为NPT 1 1/2，总长度为305 mm(12 in)，内部无挡板和导管，见图A.10。应使用低流阻聚氨酯泡沫减少燃烧器中的噪音，泡沫外径为76 mm(3 in)，长度为305 mm(12 in)。应在消音器出口端的内侧网眼贴上两根垂直交叉排列导线，以防止泡沫暴露在消音器外壳。音速节流器通过六角衬套和直角弯管接头连接到消音器。六角衬套内螺纹为NPT 1，外螺纹为NPT 1 1/2。直角弯管接头一端内螺纹为NPT 1 1/2，另一端外螺纹为NPT 1 1/2。

单位为毫米(英寸)



图A.10 消音器示意图

### A.1.7 定片和紊流器

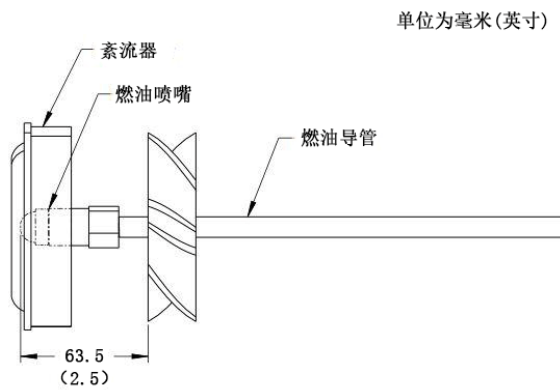
**A.1.7.1 定片和紊流器**用于偏转和分散气流。定片在燃油导管上滑动，并用一颗定位螺丝固定，见图A.11。紊流器安装在通风管末端，标识片安装在6点钟方向，见图A.12。定片的前表面到燃油喷嘴尖端直线长度为63.5 mm(2.5 in)，见图A.13。



图A. 11 定片和燃油导管的安装位置示意图



图A. 12 紊流器的安装位置示意图



图A. 13 定片和紊流器的安装位置示意图

A. 1. 7. 2 定片是一个含四张叶片的内部构件，使空气产生回旋流，见图A. 14。定片外径为101.6 mm (4 in)，沿通风管内部中轴线，对准燃油导管安装，且与通风管为紧密贴合。



图A. 14 定片示意图

A.1.7.3 调节定片的位置。定片的前表面到紊流器出口端距离应为  $68.3\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$  ( $2.6875\text{ in} \pm 0.020\text{ in}$ )，见图 A.15 和图 A.16。

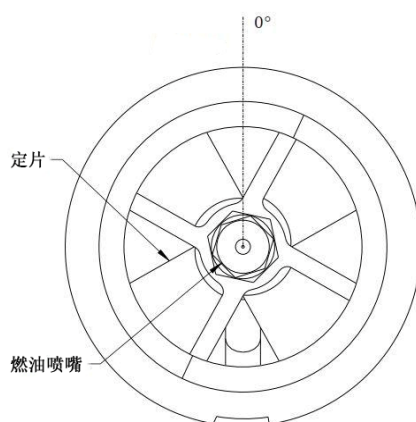
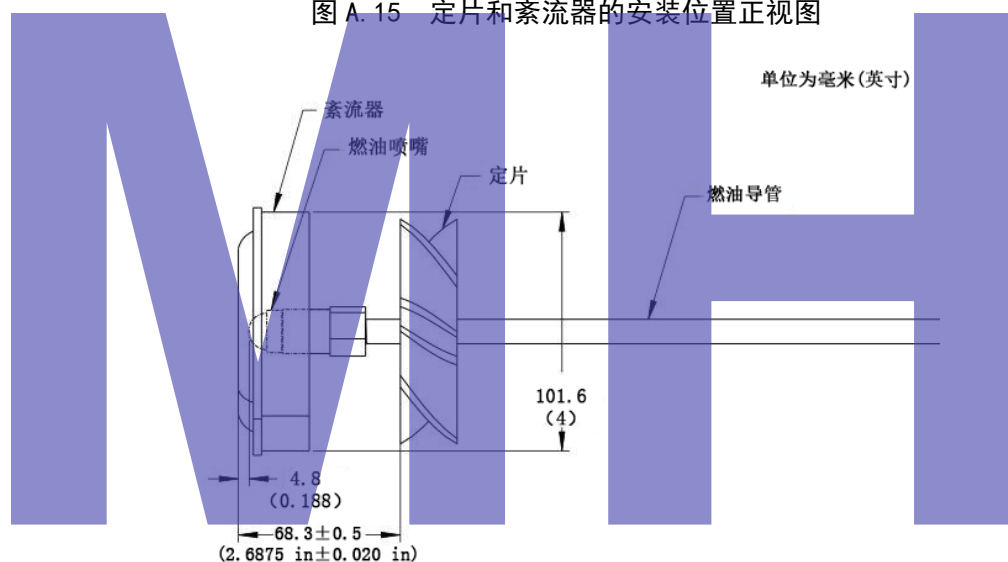
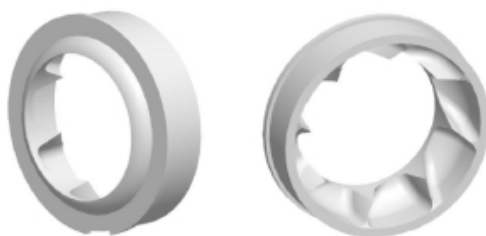


图 A.15 定片和紊流器的安装位置正视图



图A.16 定片和紊流器的安装位置侧视图

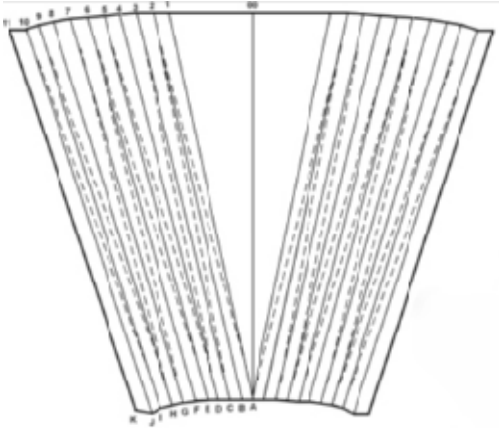
A.1.7.4 紊流器为涡流组件, 外径为101.6 mm (4 in), 安装在通风管端口。中心孔径为69.85 mm (2.75 in), 见图A.17。



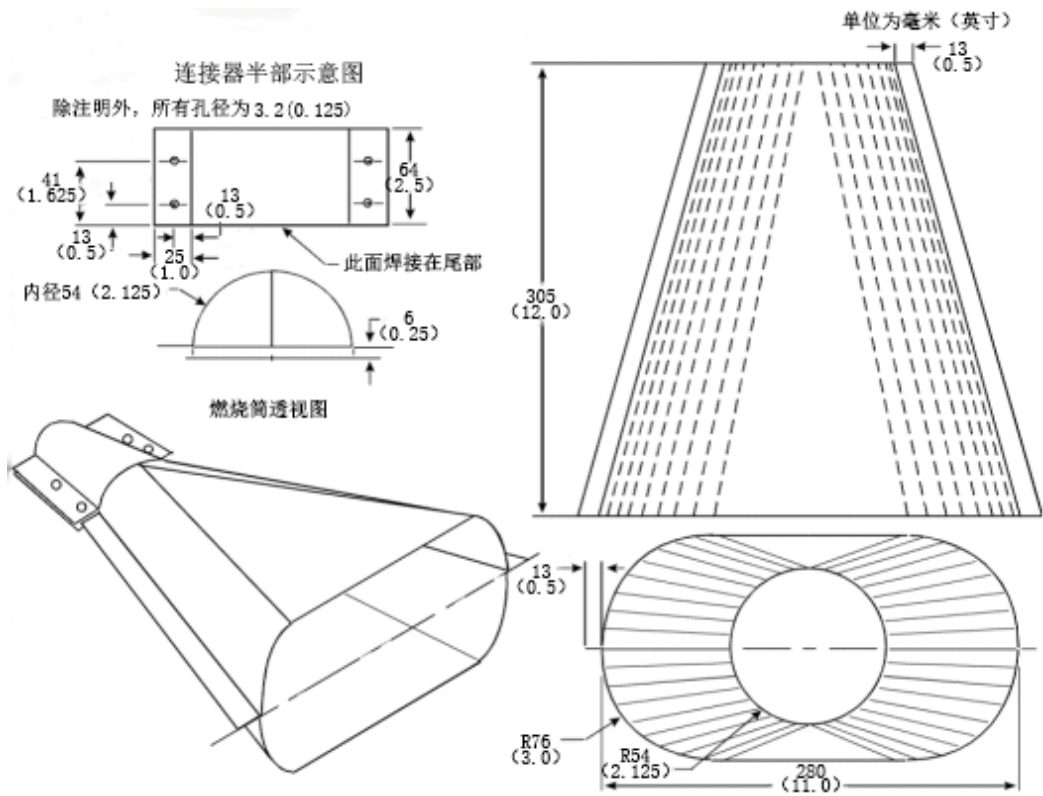
图A.17 紊流器示意图

A.1.8 燃烧筒

锥形燃烧筒安装在通风管端部，锥口高度为 $305\text{ mm}\pm 3\text{ mm}$ ( $12\text{ in}\pm 0.125\text{ in}$ )，材质为310不锈钢，厚度为 $1.65\text{ mm}\pm 0.38\text{ mm}$ ( $0.065\text{ in}\pm 0.015\text{ in}$ )。燃烧筒出口尺寸：长度为 $280\text{ mm}\pm 6\text{ mm}$ ( $11\text{ in}\pm 0.250\text{ in}$ )，宽度 $152\text{ mm}\pm 6\text{ mm}$ ( $6\text{ in}\pm 0.250\text{ in}$ )，见图A.18和图A.19。



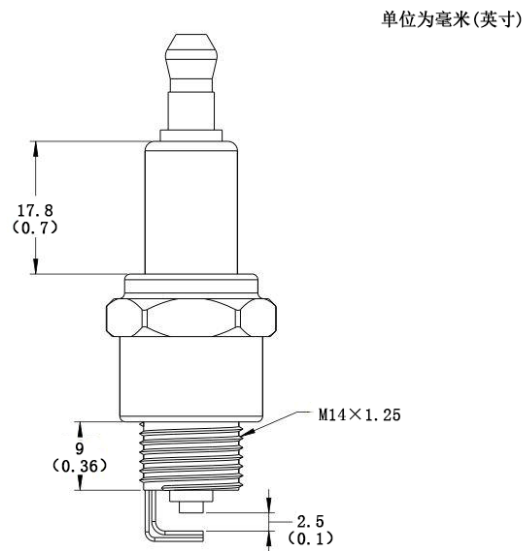
图A.18 锥形燃烧筒展开平面和弯折示意图



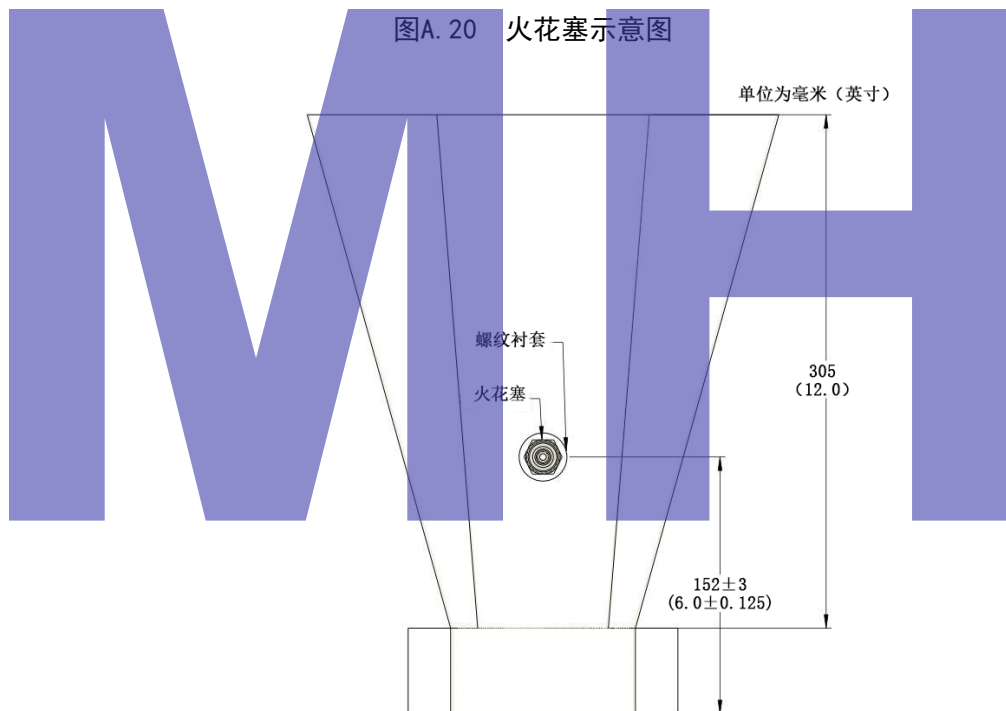
图A.19 燃烧筒示意图

A.1.9 火花塞

火花塞输出电压为10 kV，通过衬套焊接在燃烧筒上，其位置距燃烧筒进气口为 $152\text{ mm}\pm 3\text{ mm}$ ( $6\text{ in}\pm 0.125\text{ in}$ )。见图A.20，火花塞末端为M14×1.25，螺纹长度为9 mm(0.36 in)，绝缘部分长为17.8 mm(0.7 in)，火花塞电极间隙为2.5 mm(0.1 in)。火花塞在燃烧筒上的位置见图A.21。



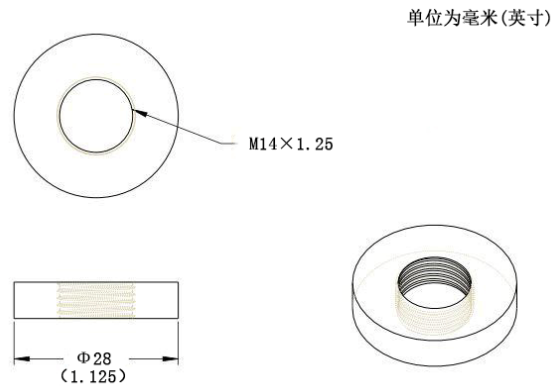
图A.20 火花塞示意图



图A.21 火花塞在燃烧筒上的位置示意图

#### A.1.10 火花塞螺纹衬套

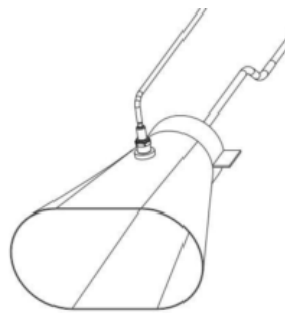
火花塞螺纹衬套应焊接到燃烧筒上，材质为310不锈钢。螺纹衬套内螺纹为M14×1.25，外径为28 mm(1.125 in)，厚度为6.4 mm(0.25 in)，见图A.22。



图A.22 火花塞螺纹衬套示意图

A. 1. 11 火花塞导线布局

火花塞的导线长度和排列方式应防止在火焰校准和试验过程中受热损坏。导线布局应防止接触到燃烧筒及其他热表面，应使用耐热材料包覆进行热保护处理，防止被燃烧器火焰的热量损坏。导线应按图 A. 23 进行布局。



图A.23 火花塞导线布局示意图

A. 2 燃油系统

A. 2. 1 供油系统

燃油通过加压输送到喷嘴产生连续的雾化，燃油压力通常为689 kPa~827 kPa(100 psi~120 psi)，试验过程中应维持该范围。若压力波动较小，也可以使用燃油泵替代。

A. 2. 2 燃油压力表

压力表应经过计量校准，精确度至少为±2%。数显压力表读数增量不大于6.89 kPa(1 psi)，见图 A. 24。如果使用类似的其他压力表，则需要填充甘油以减少指针颤振，并且需要一个可读数的表盘。



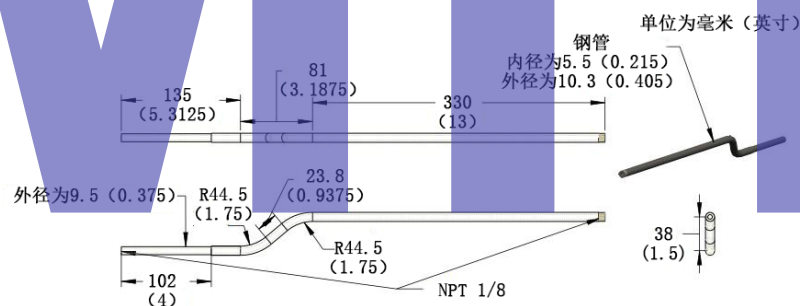
图A.24 燃油压力表示意图

### A.2.3 燃油温度

试验期间, 燃油温度应保持在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 11\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 通过热交换系统实现, 参见A.3。

### A.2.4 燃油导管

燃烧器中燃油导管的设计应使燃油喷嘴、空气与通风管的中轴线对齐。燃油导管为钢制导管, 两端螺纹为NPT 1/8。导管外径为 $10.3\text{ mm}$  ( $0.405\text{ in}$ ), 内径为 $5.5\text{ mm}$  ( $0.215\text{ in}$ ), 管壁厚为 $2.4\text{ mm}$  ( $0.095\text{ in}$ )。导管总长度为 $546\text{ mm}$  ( $21.5\text{ in}$ ), 末端长度为 $102\text{ mm}$  ( $4\text{ in}$ ), 外径为 $9.5\text{ mm}$  ( $0.375\text{ in}$ )。按照图A.25, 使用弯管装置将钢管制作成图示尺寸。使用强力螺纹密封胶带缠绕螺纹口, 防止漏油。燃油导管一端通过螺纹连接喷嘴接头, 另一端使用无键衬套固定在尾部末端并连接到供油系统管路。



图A.25 燃油导管示意图

### A.2.5 燃油喷嘴

燃烧器的燃油喷嘴构型为拧入式,  $80^{\circ}$  锥形喷雾式。在燃油压力 $689\text{ kPa}\sim 827\text{ kPa}$  ( $100\text{ psi}\sim 120\text{ psi}$ ) 范围内, 喷嘴燃油流量应为 $0.126\text{ L/min}\pm 0.0063\text{ L/min}$  ( $2\text{ gal/h}\pm 0.1\text{ gal/h}$ ), 以使燃烧器产生合适的火焰形状。

### A.2.6 喷嘴接头

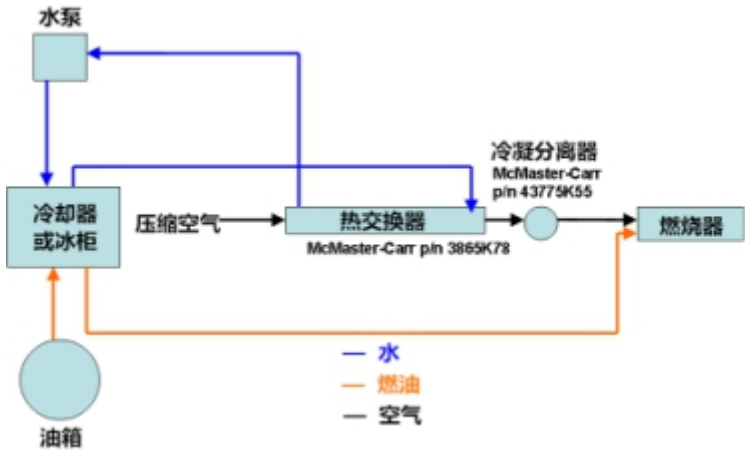
喷嘴接头材质为黄铜, 入口内螺纹为NPT 1/8, 出口连接燃油喷嘴, 喷嘴接头长度为 $34.9\text{ mm}$  ( $1.375\text{ in}$ ), 见图A.26。



图A. 26 燃油喷嘴示意图

A. 3 热交换系统

热交换系统用于调节燃烧器入口空气温度和燃油温度。热交换系统原理图见图A. 27，也可以使用其他加热和制冷系统替代。

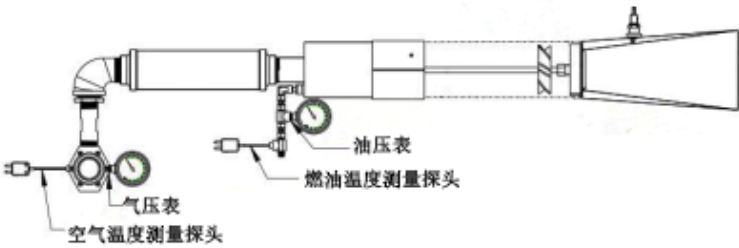


图A. 27 热交换系统原理图

A. 4 燃烧器入口参数测量

A. 4. 1 测量位置

为了得到准确的燃烧器入口参数测量值，燃油和空气的压力和温度测量位置应尽量靠近燃烧器的入口，见图 A. 28。为了减少气流中断的影响，入口空气温度应在音速节流器前端测量。



图A. 28 入口参数的测量位置示意图



#### A. 4. 2 入口空气压力

通过音速节流器前端的空气压力表测量入口空气压力。压力表有效测量范围0 kPa~414 kPa (0 psi~60 psi)，精确度至少为±2%。

#### A. 4. 3 入口空气温度

燃烧器空气温度测量采用K型（镍-铬）热电偶，直径为3.2 mm(0.125 in)，陶瓷包封，310不锈钢护套，用24美标线规（AWG）电线或等效电线接地。热电偶应插到音速节流器的上游。应保护所有入口空气管路，保持空气温度的稳定性，入口空气温度应保持在5℃~15℃。

#### A. 4. 5 燃油压力

燃油应当加压以产生合适的燃油流量。燃油压力范围应为689 kPa~827 kPa(100 psi~120 psi)。在燃油入口和燃烧器的后端T形处，使用合适的燃油压力表测量压力值。

#### A. 4. 6 燃油温度

燃烧器燃油温度测量采用K型（镍-铬）热电偶，直径为3.2 mm (0.125 in)，陶瓷填料，310不锈钢护套，用24美标线规（AWG）电线或等效电线接地。热电偶通过T形接头安装，应靠近燃油导管中心。在某些测试场所，火焰的辐射可能造成燃油温度升高或者软管爆裂。应保护燃油管路，保持燃油温度的稳定性，入口燃油温度应保持在0℃~11℃。

### 参 考 文 献

- [1] 《Aircraft Materials Fire Test Handbook》Chapter 25 “Oil Burner Flammability Test for Magnesium Alloy Seat Structure” 镁合金航空座椅结构油燃烧器试验方法
- [2] GB 6537 3 号喷气燃料
-