



中华人民共和国国家标准

GB/T 382—2017
代替 GB/T 382—1983

煤油和喷气燃料烟点测定法

Test method for smoke point of kerosene and aviation turbine fuel

2017-07-31 发布

2018-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

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 1

4 方法概要 1

5 仪器 1

6 试剂和材料 2

7 取样 3

8 仪器准备 3

9 仪器校准 4

10 试验步骤..... 5

11 结果计算..... 9

12 精密度..... 9

13 试验报告 11

附录 A（规范性附录） 烟点灯 12

附录 B（资料性附录） 试剂危险性的附加说明 15

附录 C（资料性附录） 灯芯萃取及循环次数的帮助信息 16

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB 382—1983《煤油烟点测定法》，与 GB 382—1983 相比主要技术变化如下：

- 标准名称修改为《煤油和喷气燃料烟点测定法》；
- 增加了术语和定义(见第 3 章)；
- 增加了自动烟点仪的内容(见 5.2、5.3、8.2、9.2、10.3、11.2、12.3、12.4、13.2)；
- 修改了灯芯的规格(见 5.5, 1983 年版 2.2)；
- 增加了质量控制样品(见 6.6)；
- 修改了灯芯的处理方法(见 8.3, 1983 年版 4.2)；
- 第 9 章仪器校准中增加了自动仪器的内容；
- 灯芯在灯芯管中突出由 3 mm 修改为 6 mm(见 10.1.3, 1983 年版 5.2)；
- 修改了精密度的内容(见 12.1、12.2、12.3, 1983 年版第 8 章)；
- 增加了偏差的内容(见 12.4)。

本标准由全国石油产品和润滑剂标准化技术委员会(SAC/TC 280)提出并归口。

本标准起草单位：中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院、海军后勤技术装备研究所。

本标准主要起草人：张翠君、赵丽萍、侯再坚。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 382—1965、GB/T 382—1978、GB/T 382—1983。

引 言

本标准提供了在扩散火焰中煤油和航空喷气燃料相对生烟性的表示方法。烟点与这些燃料中的烃类组成有关。通常,燃料中芳烃越多火焰生烟就越多。高的烟点表示燃料发烟的倾向性低。

烟点与燃料燃烧产物的潜在辐射传热有定量的关系。因为辐射传热对燃气涡轮机的燃烧器衬里和其他热部件的金属温度有很大的影响,所以烟点提供了燃料特性与这些部件使用寿命相关的依据。

煤油和喷气燃料烟点测定法

警示——使用本标准的人员应有正规实验室工作的实践经验。本标准的使用可能涉及某些有危险的材料、设备和操作,本标准并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的的安全和健康措施,并保证符合国家有关法规规定的条件。

1 范围

本标准规定了测定煤油和喷气燃料烟点的手动和自动方法。

本标准适用于测定煤油和喷气燃料的烟点。

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 4016—1983 石油产品名词术语

GB/T 4756 石油液体手工取样法

NB/SH/T 0843 石化行业分析测试方法的评价 统计技术法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

烟点 **smoke point**

在规定条件下,油品在标准灯中燃烧时,不冒烟火焰的最大高度,以毫米(mm)表示。

[GB/T 4016—1983,定义 2-113]

4 方法概要

试样在一个封闭灯芯灯中燃烧,此灯用已知烟点的纯烃混合物进行校正。被测试样的最大无烟火焰高度,手动仪器可以精确到 0.5 mm,自动仪器可以精确到 0.1 mm。

5 仪器

5.1 烟点灯(手动),见图 1,详细描述见附录 A。

5.2 烟点灯(自动),见图 2,基本组件的详细描述见附录 A。自动仪器配备了一个数码相机与计算机连接,用来分析和记录火焰高度;烛台位移系统用来调整火焰高度;大气压采集系统与校准数据库相关联,用来选择正确的校正系数,以便自动计算 9.1.3 定义的校正系数。数码相机相应的专用软件对火焰高度测量的最小分辨率为 0.05 mm。

5.3 如有争议,以自动仪器测定方法为仲裁方法。

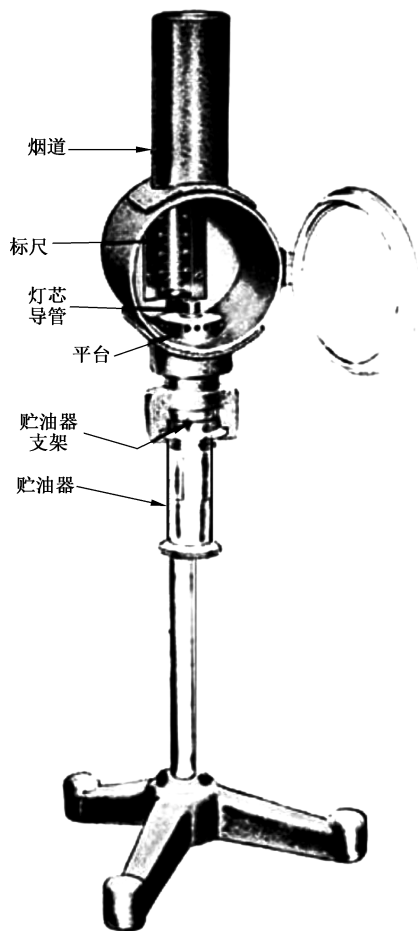


图 1 烟点灯(手动)

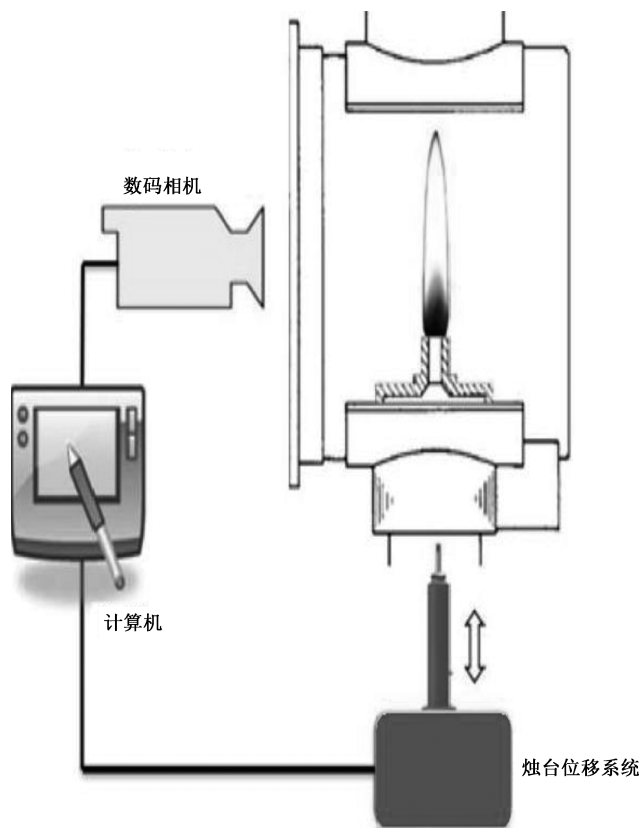


图 2 烟点灯(自动)原理示意图

5.4 气压计:精度为 ± 0.5 kPa。

5.5 灯芯:用普通等级的棉纱编织成密实的圆条,具有下列性质:

- a) 面径纱 17 根,3 股 66 支纱;
- b) 内径纱 9 根,4 股 100 支纱;
- c) 纬纱 2 股 40 支纱;
- d) 纬密 6 根/cm。

5.6 移液管。

5.7 量筒:25 mL。

6 试剂和材料

6.1 甲苯,分析纯。

警告——易燃,蒸气有害(参见 B.1)。

6.2 2,2,4-三甲基戊烷(异辛烷),最小纯度为 99.75%(质量分数)。

警告——易燃,蒸气有害(参见 B.2)。

6.3 无水甲醇(甲基醇):分析纯。

警告——易燃,蒸气有害(参见 B.3)。

6.4 标准燃料混合物:适用于所试验的燃料,根据表 1 给定的组成,用经过校准的滴定管或移液管准确

量取甲苯和异辛烷配制而成。

6.5 正庚烷:分析纯。

警告——极易燃,吸入蒸气有害(参见 B.4)。

6.6 质量控制样品:能代表被测样品特性的稳定石油产品可用来作为质量控制(QC)样品。定期测定此样品,用来检查系统是否处于满意的工作状态。

表 1 标准燃料混合物

大气压为 101.3 kPa 的标准烟点值/mm	甲苯 体积分数/%	异辛烷 体积分数/%
14.7	40	60
20.2	25	75
22.7	20	80
25.8	15	85
30.2	10	90
35.4	5	95
42.8	0	100

7 取样

按 GB/T 4756 方法规定的程序取样。收取样品后应马上进行测试。在不用人工加热的情况下,使样品达到室温(20 ℃±5 ℃)。若样品浑浊或含有外来杂质,则应用定性滤纸过滤。

8 仪器准备

8.1 手动仪器

把灯垂直安装在完全避风的房间。仔细检查每盏新灯,确保平台的空气孔和烛台的空气入口洁净、畅通且具有合适的尺寸。安装好的平台应使通气孔完全畅通。

注:这些部件稍有不符,会明显影响得到结果的精密度。

在测试过程中,如果房间不是完全不通风的,则应把灯垂直放在前门可打开的阻燃材料(不含石棉)做成的箱子中,箱顶至少应比烟道的顶部高 150 mm,箱内侧涂成暗黑色。

8.2 自动仪器

按照制造商的操作手册进行仪器的准备。

8.3 灯芯处理

8.3.1 所有的灯芯,不论是新的,还是以前测定用过的,都要放在萃取器内,用等体积甲苯和无水甲醇配成的混合物进行萃取,至少循环 25 次,灯芯萃取和循环次数的帮助信息参见附录 C。在把灯芯放进烘箱前,先让灯芯在通风柜内部分干燥;或采用强制通风和防爆的烘箱干燥灯芯,或者两种方法都采用。在 105 ℃±5 ℃下干燥 30 min,并在使用前保存在干燥器中。

8.3.2 可以使用有商品供应的萃取过的灯芯,只要能证明已按照 8.3.1 规定方法进行萃取。在使用前把购买的已萃取灯芯保存在干燥器中。使用后,再次使用前按 8.3.1 规定萃取这些灯芯。

9 仪器校准

9.1 手动仪器

9.1.1 第一次使用前仪器的确认校准按 9.1.4 的步骤进行,或者若需要按 9.1.2 的步骤进行。当仪器或操作者改变或者当大气压读数变化大于 0.7 kPa 时,应重新校准仪器。

9.1.2 按照第 10 章所规定的程序,用 6.4 所规定的两种标准燃料混合物的测定来校准仪器。若有可能,使样品的烟点在两种标准燃料混合物的烟点之间;若不可能,应使用烟点与样品烟点最接近的两种标准燃料混合物。

9.1.3 仪器的校正系数 f 按式(1)计算:

$$f = \frac{(A_s/A_d) + (B_s/B_d)}{2} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

A_s ——第一种标准燃料混合物烟点的标准值,单位为毫米(mm);

A_d ——第一种标准燃料混合物烟点的测定值,单位为毫米(mm);

B_s ——第二种标准燃料混合物烟点的标准值,单位为毫米(mm);

B_d ——第二种标准燃料混合物烟点的测定值,单位为毫米(mm)。

如果试验燃料的烟点测定值恰与一个标准燃料混合物的烟点测定值相同,则第二种标准燃料混合物应选取烟点测定值稍高的标准燃料混合物。否则选取另一个烟点测定值与试验燃料烟点测定值最接近的标准燃料混合物。

9.1.4 仪器使用时,每个操作者,每天用一个控制样品进行试验,用以验证校准仪器。记录结果并与由控制图表或等同的统计分析技术得出的控制样品的平均值进行比较。如果结果超出控制限或使用新仪器时,应对仪器进行校准。

9.2 自动仪器

9.2.1 仪器应有一个校正数据库用来储存表 1 中标准燃料混合物的数值。标准燃料混合物每次的校正试验数值及当时观测的大气压力,都要储存在数据库中。

9.2.2 仪器应有按照式(1)自动计算校正系数 f 的功能,并按第 11 章的规定计算出依据第 10 章规定步骤所测定的样品烟点值。即仪器自动在储存有表 1 所列标准燃料混合物数值的校正数据库中搜寻,若有可能,使样品的烟点测定值在两标准燃料混合物之间;若不可能,就选取两个烟点测定值与试样烟点测定值接近的标准燃料混合物。

注:由数码相机和相应的软件代替操作者来观测火焰,故操作者变换时不需重新校正仪器。

9.2.3 仪器校正要在记录大气压 ± 0.7 kPa 内进行。如果仪器中对于表 1 所列 7 种标准燃料混合物,无观测压力 ± 0.7 kPa 时的校正值,则按 9.2.4 对仪器进行校正;如果仪器中储存有表 1 所列 7 种标准燃料混合物校正值,换句话说,如果仪器已在观测压力 ± 0.7 kPa 下进行过校正,则按 9.2.5 检查仪器。

注:由于自动仪器储存有不同压力下的标准燃料混合物的烟点值,故当大气压力变化超过 0.7 kPa 时,仪器无需重新校正。依据试验开始输入的大气压力值,仪器可自动选择使用所储存的标准燃料混合物的烟点校正值。如果该大气压力下的校正值还未储存,则仪器会提示操作者进行校正。

9.2.4 按照第 10 章的步骤,用 6.4 规定的 7 种标准燃料混合物对仪器进行校正。

9.2.5 定期的(不超过 7 天)或仪器改变时,用一个质量控制样品进行试验,对仪器的操作性能进行验证,以确定仪器符合 NB/SH/T 0843 规定的统计性控制限制。若结果超过了控制限,则应对仪器进行重新校正。

10 试验步骤

10.1 贮油器的组装

10.1.1 选取一根长度不小于 125 mm 的干燥过的灯芯,用试样润湿后,装入灯芯管中(见图 3)。小心不要使灯芯产生任何的卷曲。如有争议或仲裁试验,应用新的按 8.3 的方法处理过的灯芯。灯芯插入灯芯管后,应用试样预湿润灯芯管的燃烧端。

单位为毫米

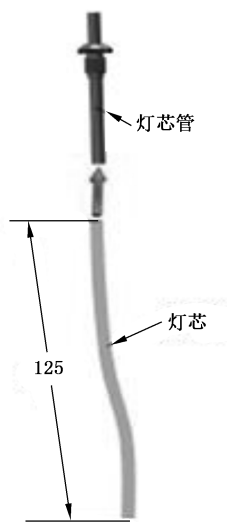


图 3 灯芯管

10.1.2 在室温下,量取约 20 mL(但不少于 10 mL)准备好的试样,倒入清洁、干燥的贮油器中。

10.1.3 把灯芯管放入贮油器中并拧紧。注意勿使试样落入贮油器的通气孔中。如果未使用灯芯剪组件,则用清洁的剃须刀片或其他锋利的工具,将不整齐的灯芯头剪平,并使灯芯在灯芯管中突出 6 mm。

10.1.4 有些剃须刀片有保护涂层,这种情况下在使用前先用溶剂除去涂层。

10.1.5 头上无扭曲和磨损的灯芯可以利用灯芯剪组件来准备(见图 4)。将灯芯剪固定器插在灯芯管的顶部(图 5,步骤 1),然后把长的尖爪钳从灯芯管中穿过(图 5,步骤 2)。用尖爪钳抓住灯芯(图 5,步骤 3),小心穿过灯芯管,以免产生扭曲(图 5,步骤 4)。将灯芯管装入贮油器并拧紧(图 5,步骤 5)。用一把新的、清洁、锋利的剃须刀将固定器上面的灯芯剪掉(图 5,步骤 6)。移走固定器后,灯芯的长度应合适(图 5,步骤 7)。

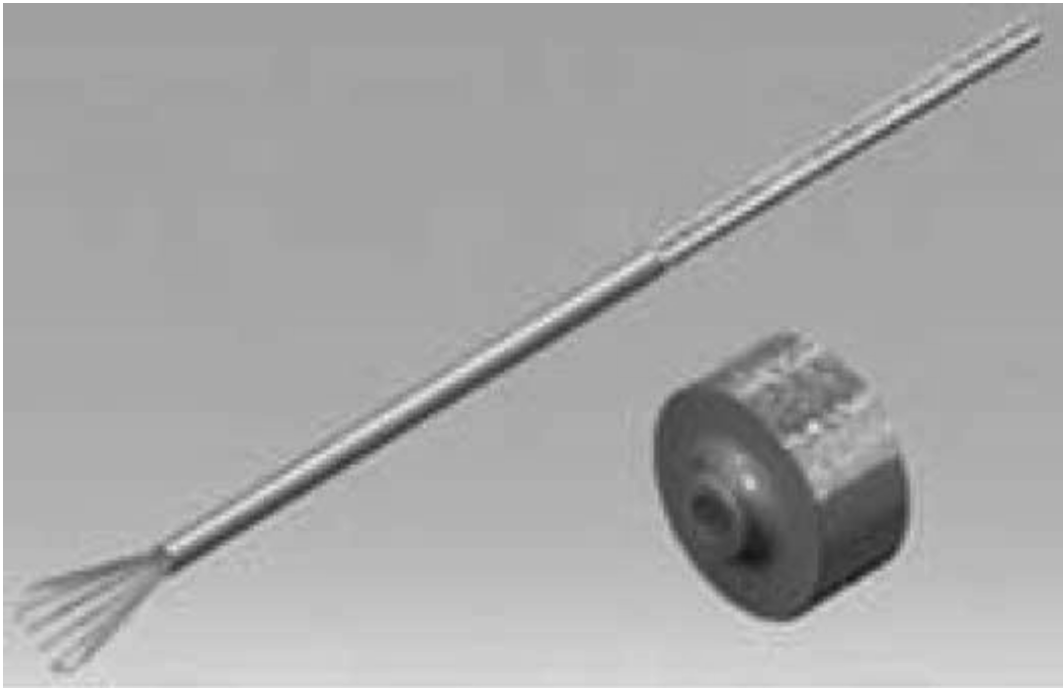


图 4 灯芯剪组件

单位为毫米

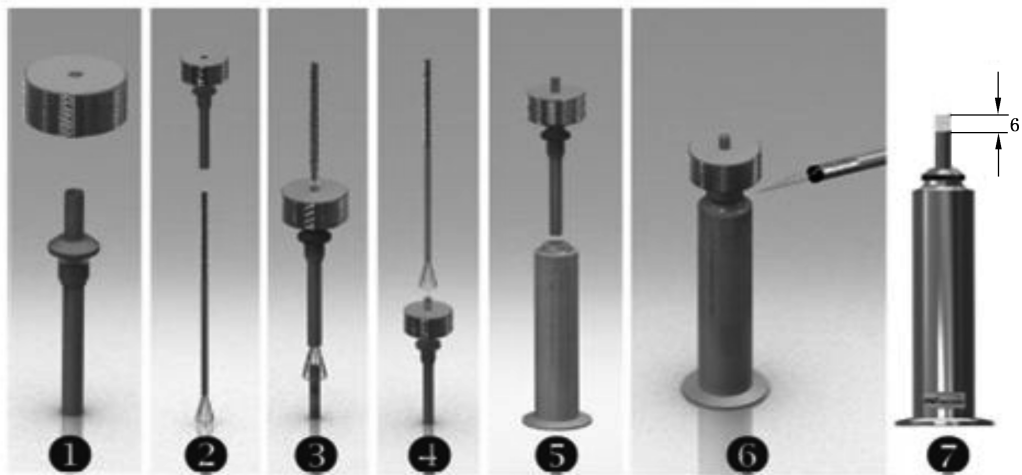


图 5 灯芯安装步骤

10.2 手动仪器试验步骤

10.2.1 将贮油器插入灯中。

10.2.2 把灯芯点燃并调节火焰高度约为 10 mm,燃烧 5min(见图 6 和图 7)。将灯芯升高到呈现油烟,然后慢慢地降低火焰高度,其外形可能出现下列几种情况:

- a) 呈现长尖状、轻微地可见有烟、火焰不稳定且跳跃的;
- b) 呈拉长的尖头状,且侧面呈向上的凹面的火焰,见图 6(A 火焰);
- c) 尖头刚刚消失,出现一个轻微钝化的火焰,见图 6(B 火焰)。在接近真实火焰的尖端,有时出现

锯齿状的不定形的发光火焰；

- d) 一个完好的圆光,见图 6(C 火焰)。测定 B 火焰高度,并读至 0.5 mm。记录所观察到的火焰高度。

10.2.3 为了消除视差,观察者的眼睛应倾斜到中心线的一边,以便在标尺的白色垂直线的一边能够看见反射影,而在另一边能够看见火焰本身。两个读数应相同。

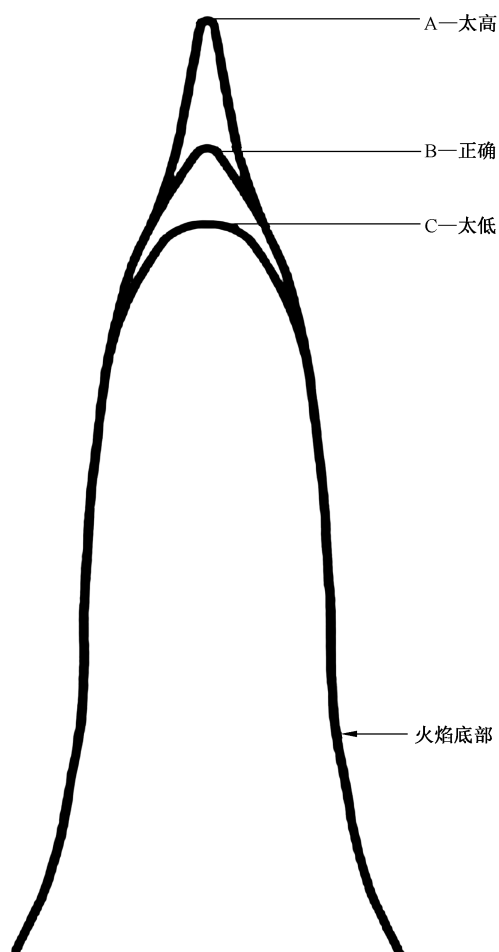


图 6 典型的火焰形状

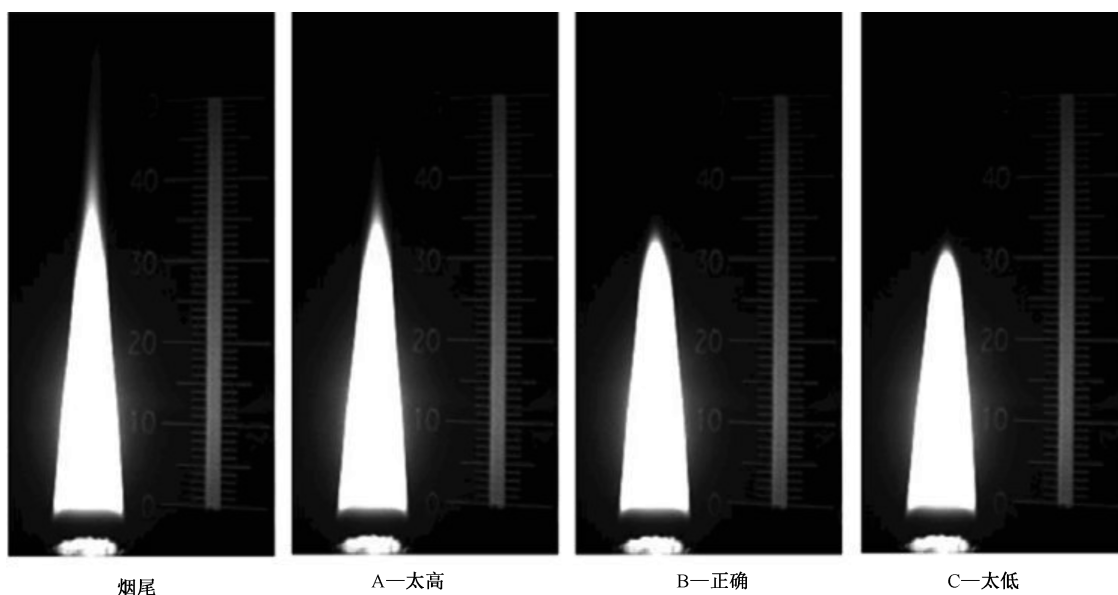


图 7 典型的火焰形状示例

10.2.4 按 10.2.2 中规定,对火焰外形重复观测三次烟点。如果测定值变化超过 1.0 mm,则用新的试样并换一根灯芯重做试验。

10.2.5 将贮油器从灯中取下,用正庚烷冲洗,然后用空气吹干,以便重新使用。

10.3 自动仪器试验步骤

10.3.1 将贮油器放在仪器的输送台上,见图 8 中步骤 1、2 和 3。



图 8 贮油器放置及输送步骤

10.3.2 键入试样详细资料,输入当时的大气压,然后开始试验。更多的细节可参考仪器生产商的使用手册。

10.3.3 贮油器可自动升入灯中并点燃。

10.3.4 自动调节贮油器直到火焰高度约为 10 mm, 燃烧 5 min。

10.3.5 经过 5 min 的燃烧稳定时间后, 贮油器自动升高至呈现油烟, 然后慢慢降低。仪器的软件对来自数码相机的图像进行分析。按照 10.2.2c) 的要求, 自动寻找与 B 火焰相一致的形状。测定 B 火焰的高度, 并读至 0.1 mm。仪器记录所观察火焰高度。贮油器输送台将贮油器慢慢降下直到初始位置, 火焰会自动熄灭。

注: 由于火焰高度取决于数码相机的分辨率, 因此火焰高度可记录至 0.1 mm。

10.3.6 按 10.2.2 中规定, 仪器对火焰外形重复观测三次烟点, 作为试样烟点的测定值。如果测定值变化超过 1.0 mm, 仪器便会提示操作者, 须用新的试样并换一根灯芯重做试验。

10.3.7 从输送台取下贮油器, 先用正庚烷清洗, 再用空气吹干以便重新使用。

11 结果计算

11.1 手动仪器

按式(2)计算试样烟点, 精确至 0.1 mm:

$$\text{烟点} = L \times f \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

L —— 烟点三次独立读数的平均值, 精确至 0.1, 单位为毫米(mm);

f —— 校正系数(见 9.1.3), 精确到 0.01。

11.2 自动仪器

仪器自动按照 11.1 计算出烟点值。

12 精密度

12.1 概述

本方法精密度的确定, 是采用 15 个不同的盲样, 分别在 11 台手动仪器和 13 台自动仪器上进行试验得出的。11 台手动仪器和 13 台自动仪器分别属于不同的实验室。按下述规则判断试验结果的可靠性(95%置信水平)。

12.2 手动仪器(见表 2 和图 9)

12.2.1 重复性(r), 同一操作者, 用同一台仪器, 在恒定的操作条件下, 对同一被测试样连续测定所得两个试验结果之差不应超过式(3)的计算值:

$$r = 0.068\ 40(X + 16) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

X —— 两个重复试验结果的算术平均值, 单位为毫米(mm)。

12.2.2 再现性(R), 不同实验室的不同操作者, 对同一被测试样测定所得的两个单一、独立的试验结果之间的差值不应超过式(4)的计算值:

$$R = 0.093\ 63(X + 16) \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

X —— 两个单一、独立的试验结果的算术平均值, 单位为毫米(mm)。

12.3 自动仪器(见表 2 和图 9)

12.3.1 重复性(r),同一操作者,用同一台仪器,在恒定的操作条件下,对同一被测试样连续测定所得两个试验结果之差不应超过式(5)的计算值:

$$r = 0.022\ 31X \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

X ——两个重复试验结果的算术平均值,单位为毫米(mm)。

12.3.2 再现性(R),不同实验室的不同操作者,对同一被测试样测定所得的两个单一、独立的试验结果之间的差值不应超过式(6)的计算值:

$$R = 0.016\ 51(X + 30) \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

X ——两个单一、独立的试验结果的算术平均值,单位为毫米(mm)。

表 2 典型的精密度值

单位为毫米

烟点平均值	手动仪器		自动仪器	
	r	R	r	R
15	2.12	2.90	0.33	0.74
20	2.46	3.37	0.45	0.83
25	2.80	3.84	0.56	0.91
30	3.15	4.31	0.67	0.99
35	3.49	4.78	0.78	1.07
40	3.83	5.24	0.89	1.16
42	3.97	5.43	0.94	1.19

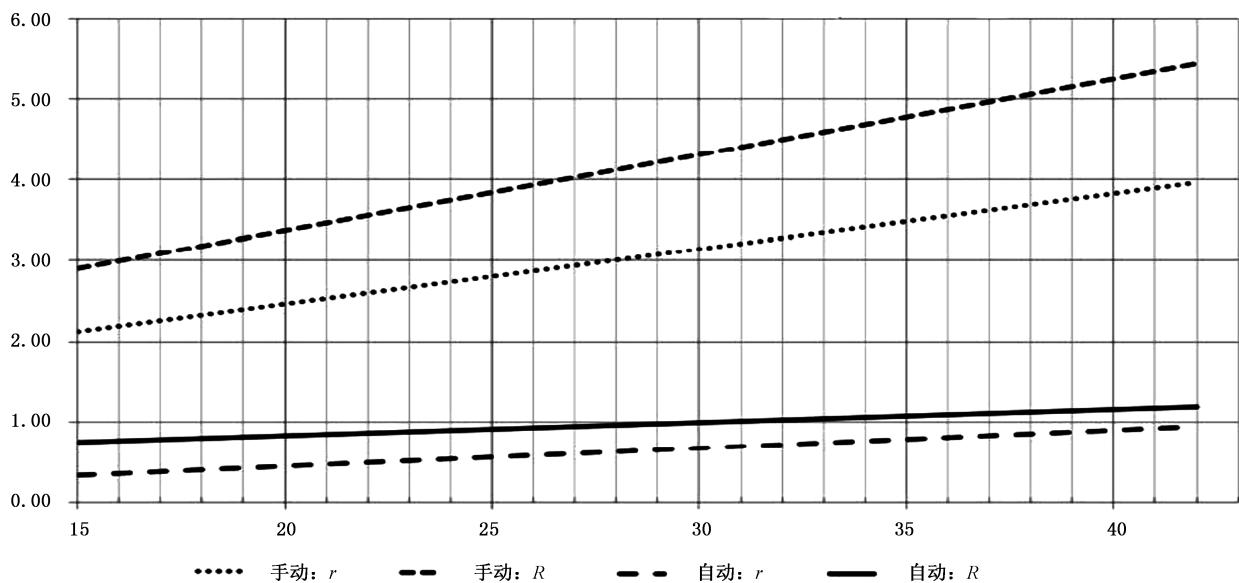


图 9 (手动和自动)精密度

12.4 偏差

12.4.1 因为烟点仅是由本测定方法定义,故本试验方法无偏差。

12.4.2 手动程序和自动程序之间存在一个相对偏差。在整个烟点值范围内,偏差有着近似一致的比率。相应偏差的关联见式(7):

$$(A + 16) = (M + 16)/1.016 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

M ——手动程序测定结果值,单位为毫米(mm);

A ——自动程序测定结果值,单位为毫米(mm)。

12.4.3 用自动仪器所测结果无偏差校正。

13 试验报告

13.1 手动仪器:报告手动程序所得结果作为试样烟点,结果修约至 0.1 mm。

13.2 自动仪器:报告按自动程序所得结果作为试样烟点,结果报至 0.1 mm。

附 录 A
(规范性附录)
烟点灯

A.1 烟点灯的规格

烟点灯如图 1 所示,尺寸要求见表 A.1 和图 A.1、图 A.2。

注:当观测火焰时,可用中密度钴玻璃减少眼睛疲劳。

A.2 具体要求

A.2.1 灯芯导管的顶部应精确地与标尺上的零点在同一水平线上。

A.2.2 标尺应在黑玻璃上用白标志和用 2 mm 宽的白色或黑色条纹垂直分成二等分。标尺的测量范围应为 50 mm,分度为 1 mm。每 10 mm 标上数字,每 5 mm 用较长的标线。

A.2.3 应装配一个升降火焰的有效装置。行程总距离不应小于 10 mm,且移动时应平滑和均匀。

A.2.4 灯门上的玻璃窗应呈弧形,以防止形成多重映像。

A.2.5 贮油器底座和其本体的连接处不应漏油。

表 A.1 烟点灯的关键尺寸

项 目	尺 寸/mm	容 差/mm
灯体(图 A.1)		
贮油器支架(C),内径	23.8	±0.05
灯芯导管(D),内径	6.0	±0.02
进气口(20个)(E),直径	2.9	±0.05
平台(F)		
外径	35.0	±0.05
空气导入孔(20个),直径	3.5	±0.05
灯体(G)		
内径	81.0	±1.0
内部深度	81.0	±1.0
烟筒(H)		
内径	40.0	±1.0
从顶到灯体中心的高度	130	±1.0
贮油器(图 A.2)		
贮油器本体		
内径	21.25	...
外径	贮油器支座有适度滑动即可	
长度(扣除帽盖)	109.0	±0.05
帽盖上螺距	φ9.5 螺纹 1.0 间距	

表 A.1 (续)

项 目	尺 寸/mm	容 差/mm
灯芯管(A)		
内径	4.7	±0.05
外径	与灯芯导管紧密配合	
长度	82.0	±0.05
空气导管(B)		
内径	3.5	±0.05
长度	90.0	±0.05

单位为毫米

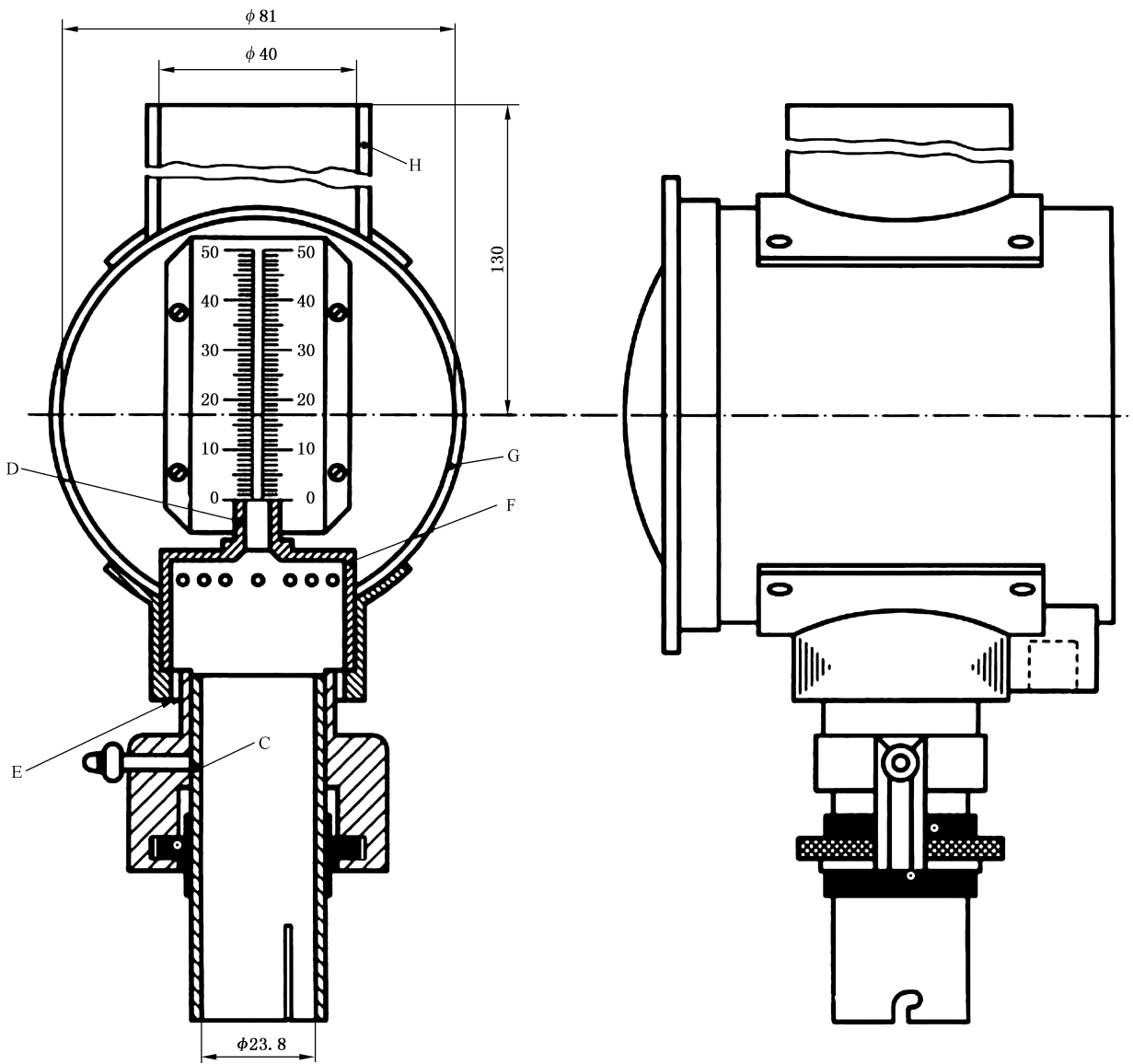


图 A.1 灯体的外形尺寸

单位为毫米

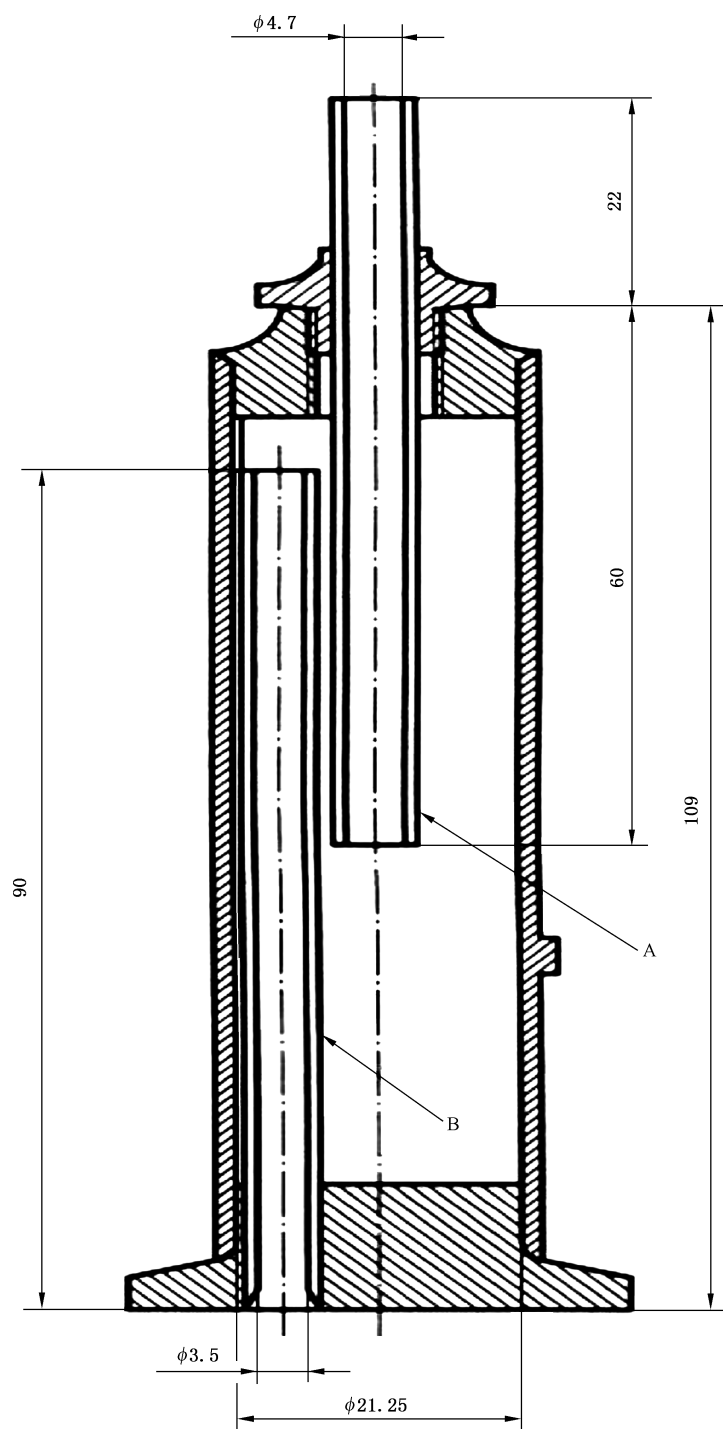


图 A.2 贮油器

附 录 B
(资料性附录)
试剂危险性的附加说明

B.1 甲苯

易燃。蒸气有害。远离热源、火花和明火。保持容器密闭。通风良好时使用。避免吸入蒸气或喷雾。避免长期或反复接触皮肤。

B.2 2,2,4 三甲基戊烷(异辛烷)

极易燃。吸入有害。蒸气可导致闪火。远离热源、火花和明火。保持容器密闭。通风良好时使用。避免蒸气聚集,消灭火源,特别是非防爆型电器和加热器。避免吸入蒸气或喷雾。避免长期或反复接触皮肤。

B.3 无水甲醇

易燃。蒸气有害。吞入或吸入可能致死或导致失明。不能作为无毒性使用。远离热源、火花和明火。保持容器密闭。避免接触眼睛和皮肤。避免吸入蒸气或喷雾。通风良好时使用。不要带人体内。

B.4 正庚烷

极易燃。吸入有害。蒸气可导致闪火。远离热源、火花和明火。保持容器密闭。通风良好时使用。避免蒸气聚集,消灭火源,特别是非防爆型电器和加热器。避免吸入蒸气或喷雾。避免长期或反复接触皮肤。

附 录 C
(资料性附录)

灯芯萃取及循环次数的帮助信息

所有灯芯不论是新的,还是以前测定用过的,全按下列步骤进行萃取:

- a) 将灯芯放入萃取器内,并用等体积的甲苯和无水甲醇混合物进行萃取,由注满到倒空至少循环 25 次。允许使用索氏萃取器或相似的萃取装置;
 - b) 推荐测定萃取两次循环所用时间,据此计算出 25 次循环的时间,用萃取时间代替操作者在现场记录循环次数。灯芯至少应在该时间内进行萃取;
 - c) 取出灯芯放在吸水纸上,先在通风橱中干燥。然后将灯芯放在合适的烘箱中于 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下干燥 30 min。使用前一直保存在干燥器中。
-