



中华人民共和国纺织行业标准

FZ/T 50062—2023

化学纤维 燃烧性能试验方法 烟密度法

Man-made fibre—Test method for burning behaviour—Density of smoke

2023-12-20 发布

2024-07-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本文件按 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容有可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国纺织工业联合会提出并归口。

本文件起草单位：苏州大学、潍坊欣龙生物材料有限公司、上海市纺织工业技术监督所、中国化学纤维工业协会、新兴际华(北京)材料技术研究院有限公司、江苏新视界先进功能纤维创新中心有限公司、新凤鸣集团股份有限公司、浙江桐昆新材料研究院有限公司、唐山三友集团兴达化纤有限公司、浙江千禧龙纤特种纤维股份有限公司、威海德瑞合成纤维有限公司、浙江金汇特材料有限公司、烟台泰和新材料股份有限公司、南通市纤维检验所、嘉兴学院、世源科技(嘉兴)医疗电子有限公司、宁波宏湾家纺制品有限公司、浙江恒创先进功能纤维创新中心有限公司、中国石化仪征化纤有限责任公司、德州学院、山东广瑞检测技术服务有限公司、南通兴达贝妮梦家用纺织品有限公司。

本文件主要起草人：祁宁、关晋平、马君志、李昌垒、李胜臻、李红杰、李德利、裴筱宁、梅锋、庄耀中、孙燕琳、张煜国、张江亮、李洪义、杨宇龙、迟海平、崔利、董雪、张巍峰、叶娜珍、密仙冲、沈心怡、乔秀静、刘颖杰。

化学纤维 燃烧性能试验方法 烟密度法

警告:本文件的使用可能涉及危险材料、操作和设备。本文件并不打算解决与使用它有关的所有安全或环境问题。本文件的使用者有责任在文件实施前采取适当措施确保人员和环境的安全和健康,并为此目的满足法定和监管要求。

1 范围

本文件描述了用烟密度法测定纤维燃烧性能的试验原理、仪器与设备、试样制备、试验步骤、结果计算和表示、试验报告。

本文件仅用于测试纤维在本测试条件下的燃烧性能,控制产品质量,或研究导致某些特定纤维着火的因素,并非用于评估其实际使用中的火灾风险。

2 规范性引用文件

下列文件中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 4146(所有部分) 纺织品 化学纤维

GB/T 6529 纺织品 调湿和试验用标准大气

3 术语和定义

GB/T 4146(所有部分)界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

烟雾透光率(透过率) light transmittance of smoke

T

密闭箱体内存纤维燃烧后,箱体内产生烟雾,光在穿过烟雾时,部分光被烟雾所遮挡和吸收,剩余的光强和原有光强的比值。

3.2

烟雾光密度 optical density of smoke

D

纤维燃烧过后,箱体内产生烟雾的不透明度,使用烟雾透光率的负对数表示。

[来源:GB/T 8323.1—2008,3.2,有修改]

3.3

比光密度 specific optical density

D_s

光密度与一个因子的乘积,该因子由测试箱体积与试样暴露面积和光束的光程和试样尺寸计算得出。

[来源:GB/T 8323.1—2008,3.3,有修改]

3.4

质量损失率 rate of mass loss

R_{m-loss}

样品测试结束后损失的质量与原样品质量的比值,用百分数表示。

注:关于烟密度的更多术语和定义的信息见 ISO 5659-2:2017。

4 试验原理

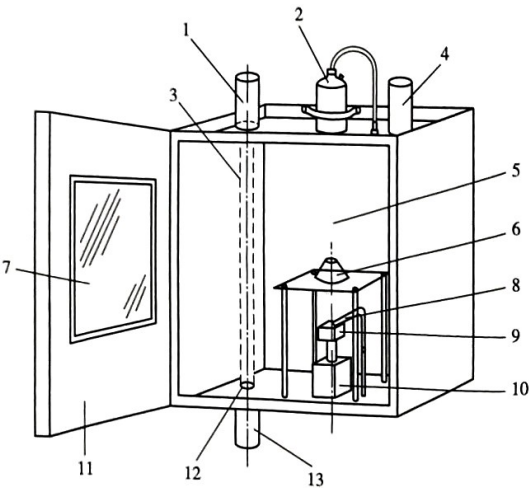
将整理平整的纤维(短纤维或者长丝)放置于测试盒内,上表面暴露于恒定辐射热通量(25 kW/m^2 或者 50 kW/m^2)的热辐射源下。纤维受热后生成的烟被收集在装配有光密度检测系统的测试箱内,烟雾透光率随着箱体內的烟雾密度增加而不断衰减。最终结果可用比光密度和质量损失率表示。

5 仪器与设备

5.1 测试箱体

5.1.1 箱体结构

烟密度测试箱体是一个固定容积($914\text{ mm}\times 610\text{ mm}\times 914\text{ mm}$,尺寸公差 $\pm 3\text{ mm}$)的密闭箱体。示意图如图 1 所示。只要箱体主体尺寸不变,其具体结构不必拘泥于图中所示。在测试过程中应保证气密性。其内表面应涂覆耐高温、耐腐蚀材质且便于清洗。



- 标引序号说明:
- 1 ——光学检测器部分;
 - 2 ——压力控制;
 - 3 ——光程;
 - 4 ——通风口;
 - 5 ——箱体;
 - 6 ——辐射锥;
 - 7 ——观察窗口;
 - 8 ——点火装置;
 - 9 ——试样盒;
 - 10——称重装置;
 - 11——箱体门;
 - 12——光学透光窗口;
 - 13——光源部分。

图 1 箱体结构示意图

注：关于烟密度测试箱体的更多信息见 ISO 5659—2:2017。

5.1.2 箱体密闭性检测装置

为了控制箱体内部的压力应具备密闭性检测装置。仪器应配置压力表(量程 1.5 kPa)、压力调节器、进气装置等。

5.1.3 测试箱加热装置

可以保证测试箱能快速达到温度稳定状态,以避免箱体内部加温导致箱体内部或表面出现冷凝水现象。加热方式可以采用加热线圈,PTC 加热模块等。

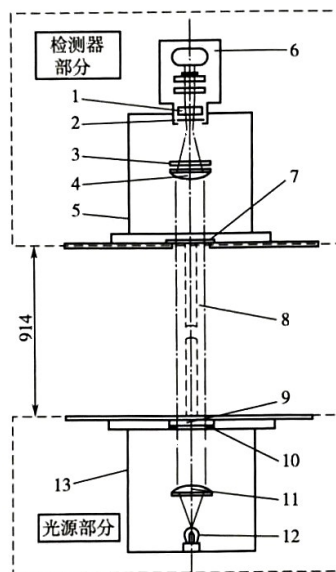
5.1.4 测试箱壁测温装置

使用金属丝热电偶传感器测量箱壁温度,将它安装在测试箱壁内部的几何中心,使用绝缘片(如聚苯乙烯泡沫)盖住热电偶,并用合适的黏接剂将绝缘片固定在测试箱壁上。

5.2 光密度检测系统

光密度检测系统安装于测试箱体内,主要有光源和检测器两部分组成。应安装在不透光的测试箱内部。各相关附件示意图如图 2 所示。

单位为毫米



标引序号说明：

- 1,3 —— 滤光片；
- 2 —— 透光孔；
- 4,11—— 透镜；
- 5 —— 检测器暗箱；
- 6 —— 光度计暗箱；
- 7,9 —— 光学透光窗口；
- 8 —— 平行光束；
- 10 —— 光学窗口加热元件；
- 12 —— 光源；
- 13 —— 光源暗箱。

图 2 光密度检测系统示意图

如有最新光密度检测系统,不必拘泥图中结构,只需保证具体参数即可。

5.2.1 光源部分

光源部分主要由光源暗箱、光源灯泡、透镜和光学窗口等组成。光源灯泡为 6.5 V、2.75 A 钨丝灯,工作电压为 (4.0 ± 0.2) V,寿命长,光谱完整性最高。它被安置在腔室下方的一个密封的不透光盒中。光源灯泡点亮后,光束从一个直径为 51 mm 的透镜中发射出来,光束可以被对准和聚焦,并通过光学窗口定向。光程长度为 914 mm。光学窗口(见图 2 的标引序号 7、9)可以被加热,以尽量减少空气中的水珠在光学窗口玻璃上的冷凝。

5.2.2 检测器部分

检测器部分主要由光度计暗箱(内部有光电倍增管)、检测器暗箱、透镜和光学窗口等组成。光电倍增管及其相关电路产生电信号,电信号的电流与光束强度成正比。该信号馈送至控制单元,后者将烟雾透光率 T 发送至软件。

5.3 辐射装置

5.3.1 辐射锥

辐射锥是由额定功率为 2 000 W~5 000 W 的加热元件组成。测试时保证在样品表面(样品表面朝上)中心提供 $10 \text{ kW/m}^2 \sim 50 \text{ kW/m}^2$ 可调的辐射热通量。当测试距离样品中心 25 mm 的其他两个位置的辐射热通量时,这两个位置的辐射热通量不能低于样品中心辐射热通量的 85%。

注:关于辐射锥的更多信息见 ISO 5659—2:2017。

5.3.2 辐射锥控温器

加热元件控制的温度应稳定在 $\pm 1^\circ\text{C}$,输入控制温度范围应为 $0^\circ\text{C} \sim 1\,000^\circ\text{C}$ 。加热元件温度为 $500^\circ\text{C} \sim 530^\circ\text{C}$ 时,位于其以下 25 mm 的样品处的辐射热通量应为 25 kW/m^2 ;加热元件温度为 $700^\circ\text{C} \sim 750^\circ\text{C}$ 时,位于其以下 25 mm 的样品处的辐射热通量应为 50 kW/m^2 。测量温度所用的热电偶应具有自动冷端补偿功能。

5.3.3 热流计(热通量传感器)

用于辐射锥热通量校准。热流计应是量程为 $0 \text{ kW/m}^2 \sim 50 \text{ kW/m}^2$ 、精度 $\pm 5\%$ 的薄片式热辐射热通量传感器。热流计可采用水冷等方式降温。在校准时,热流计应能保证记录的 25 kW/m^2 和 50 kW/m^2 的热通量精确至 $\pm 1 \text{ kW/m}^2$ 。校准时,热流计中心所在位置应与放置样品位置保持一致。

5.3.4 热辐射屏蔽罩

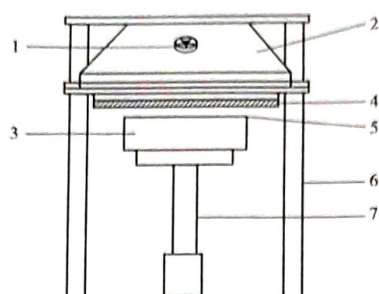
热辐射屏蔽罩通常应由中间填充隔热材料的金属板组成。必须保证能够阻挡辐射锥所发射出来的热辐射(在测试前)。热辐射屏蔽罩应能够阻挡 99% 以上的热辐射。示意图如图 3 和图 4 所示。

5.4 点火单元

点火单元(见图 4 标引序号 1)主要由点火电极与点火器气体管组成。点火后应有长度 (30 ± 5) mm 的水平火焰,火焰固定在高出样品上表面 10 mm 以下的水平位置。无须打开测试箱门,即可点火燃烧。

燃烧气体使用最小压力为 (3.5 ± 1) kPa 的丙烷和 (170 ± 30) kPa 的空气混合气体。混合前每种气体需要独立定量。

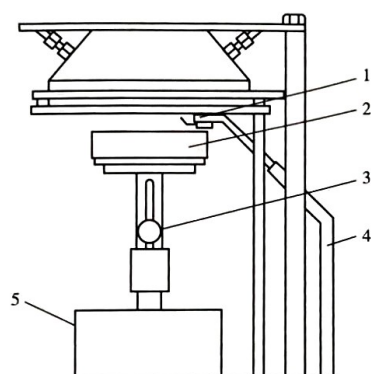
点火单元用于配合辐射锥辅助使用,仅用于一定要点火才能发烟的纤维。烟雾密度箱为密闭容器,因此不适合长时间明火燃烧。



标引序号说明：

- 1——辐射锥控温器位置；
- 2——辐射锥；
- 3——试样盒；
- 4——热辐射屏蔽罩；
- 5——热流计放置位置；
- 6——支架；
- 7——样品组合盒支架/称重连杆。

图3 辐射锥机构正面示意图



标引序号说明：

- 1——点火单元；
- 2——试样盒；
- 3——样品组合盒高度调节钮；
- 4——混合气体管(丙烷—空气)；
- 5——称重单元。

图4 辐射锥机构侧面示意图

5.5 试样盒

试样盒由样品底盒与样品护圈两部分组成。示意图如图5所示。底盒为 (75 ± 1) mm的正方形试样盒,护圈为 (78 ± 1) mm的正方形,表面为 (65 ± 1) mm的正方形开孔。为了适应不同的纤维样品,试

样盒底可放置低密度(密度约为 65 kg/m^3)耐火纤维毡作为垫层。使用护圈结构可降低纤维在边缘燃烧的概率。

注:关于试样盒的更多信息见 ISO 5659-2:2017。

单位为毫米

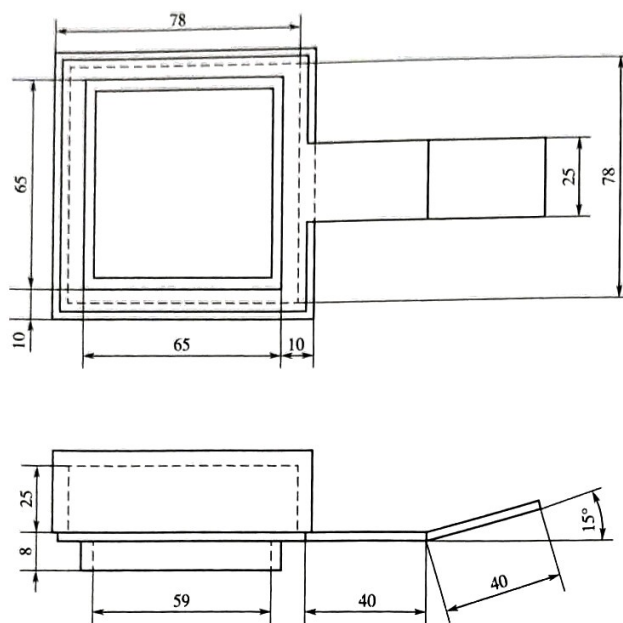


图5 试样盒示意图

5.6 称重单元

称重单元由天平、试样盒以及称重连杆组成。天平量程应大于试样盒、试样、称重连杆的质量和,且易于读数,精确至 0.001 g 。天平可内置于样品底座区域,如图4所示;也可使用外置天平。

5.7 排烟系统

测试结束后,排烟系统应能够提供足够的通风或排气(见图1标引序号4),以清除箱体内的烟尘或灰粒。

警告:采取适当的预防措施,以保护人员在测试或清洁操作过程中免受有害物质侵害或烧伤。

5.8 长度测量装置

直尺、卡尺或其他合适精度的装置用于校核规定的尺寸(如辐射锥与试样之间高度),精确至 1 mm 。

5.9 密闭容器

用于存放调湿后的试样。

6 试样制备

6.1 关于样品洗涤

样品一般不洗涤,若需洗涤,由供需双方协商确定并在试验报告中注明。

推荐的洗涤程序:将样品在中性皂液(4%)中浸泡4 h,轻轻揉捏,洗净残留的皂液后放入温度不超过50℃、相对湿度10%~25%的烘箱内,至少放置30 min。

6.2 样品调湿

短纤维经过开松、长丝经过卷绕后的纤维样品按GB/T 6529规定在标准大气中达到调湿平衡。调湿后的样品放入密闭容器。

6.3 试样质量

从经过6.1、6.2预处理后的样品中随机均匀取出 $1\text{ g}\pm 0.01\text{ g}$ 试样,精确到0.001 g,作为一个试样。根据需要,准备相应数量的试样。

6.4 试样包裹

为了避免试样盒被污染,用铝箔(厚度约为0.04 mm)包裹住试样的整个背面,短纤维试样应均匀铺开在铝箔上,长丝试样可剪短或有序卷绕。并沿着边缘包裹试样正面的外围,仅留出65 mm×65 mm大小的中心测试区域。若试样过于凸出,可用玻璃板压至样品保持平整。在操作时,应小心避免弄破铝箔或使铝箔有过多的褶皱。在试样放置入试样盒以后,应将沿着前边缘的多余铝箔修剪去除。

最终被铝箔包裹的试样被放置于边长为 $(75\pm 1)\text{ mm}$ 的正方形试样盒中。材料的厚度不大于25 mm。为了适应不同的纤维样品厚度,试样盒底可放置低密度耐火纤维毡作为垫层,最终保证试样表面与试样盒表面齐平。

6.5 试样数量

若在4种模式(见7.3.1)下都要进行测试,则至少需要12个试样:6个试样在 25 kW/m^2 条件下测试(3个试样使用引燃火焰,3个试样不使用引燃火焰);6个试样在 50 kW/m^2 条件下测试(3个试样使用引燃火焰,3个试样不使用引燃火焰)。

若测试采用的模式少于4个,则对于每个模式至少需要3个试样。

7 试验步骤

7.1 试验环境

温度: $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$;相对湿度:30%~70%。

7.2 仪器各部件清洁与校正

7.2.1 总则

为了保证测试准确性,仪器运行前通电预热30 min。

由于烟密度测试特殊性,每次测试后烟雾颗粒均有可能黏附于各个部件的表面,因此每次测试结束后均需对箱体内部各个部件进行清洁。

7.2.2 辐射锥校准

检查辐射锥上是否有灰尘或者残余试验试样,使用空气冲刷。将热流计安装在试样的位置上,通电加热,移去辐射屏蔽罩。关闭测试箱门、打开进气口以及关闭排气口,监控热流计的输出以测定何时达到热平衡,然后调整辐射锥。若有必要,给出辐射热通量为 25 kW/m^2 或 50 kW/m^2 的等效校准值相应的稳定毫伏数。在三个位置重复对辐射锥进行校准,即在中心和离中心 25 mm 的两边。校准结束后可进入下个步骤。

7.2.3 光密度检测系统校准

首先检查上下光窗的清洁性,每次校正时需要用无尘布对光窗进行清洁。然后进行光路检查:检查光学平台的准直度、聚焦能力。最后进行透射率校正:校正 0 点(0%)与满量程(100%)。

若仪器配有自动校正功能,则可以省略以上步骤。

7.2.4 箱体气密性检验

在每次使用时需要对测试箱进行气密性测试。可以往测试箱内通入压缩空气,直到压力表记录的读数超过 0.76 kPa ,然后关闭供气。测试箱气密性应满足用计时装置记录压力从 0.76 kPa 下降到 0.50 kPa 所花的时间应不小于 5 min 。

另外,当加热元件在 $25 \text{ kW/m}^2 \sim 50 \text{ kW/m}^2$ 稳定 10 min 后,测试箱应有足够的气密性以满足上述气密性测试的要求。

7.2.5 点火装置校准

设定一定的丙烷和空气的流量,以满足 5.4 规定的要求。

7.2.6 校准与检查频率

表 1 给出了周期性的常规检查与校准的推荐频次。

表 1 校准与检查的频次推荐

项目	校准与检查的频次
测试箱各部件清洁	每次样品测试前后
箱体气密性	每天第一次使用或发现异常时
辐射锥	每周一次,或辐射锥维护或重新定位时
光密度检测系统	每天第一次使用或发现异常时

7.3 测试

7.3.1 概述

测试在有引燃火焰或无引燃火焰的条件都可进行。可以选用如下 4 种测试模式:

- 试样无引燃火焰条件下暴露于 25 kW/m^2 的辐射热通量;
- 试样有引燃火焰条件下暴露于 25 kW/m^2 的辐射热通量;
- 试样无引燃火焰条件下暴露于 50 kW/m^2 的辐射热通量;
- 试样有引燃火焰条件下暴露于 50 kW/m^2 的辐射热通量。

当采用模式 b) 和 d) 时,试样可能不会被点燃,但不影响在这些模式下继续完成测试。

对于大部分化学纤维试样,推荐采用模式 a) 即可完成测试。

7.3.2 测试步骤

7.3.2.1 设置辐射锥功率

将辐射锥功率设置在 25 kW/m^2 或 50 kW/m^2 。热辐射屏蔽罩应处于关闭状态。可通过辐射锥控温器中的显示温度判断辐射锥是否已经稳定,温度范围见 5.3.2。

7.3.2.2 有焰测试

对于有焰测试,燃烧器应在正确的位置,打开燃气和空气,并点燃燃烧器,检查气体流速,若有需要,调节气体流速大小以确保火焰符合 5.4 的规定。

7.3.2.3 光密度检测系统调零

对光密度检测系统进行零点调节,烟雾透光率为 $0 \pm 0.1\%$,满量程调节,烟雾透光率为 $100\% \pm 0.1\%$ 。若光密度检测系统全自动调节,则可跳过此步骤。

7.3.2.4 放置试样

将试样盒(盒里装有包裹铝箔的试样)放置于辐射锥下面的支撑架上,然后关闭箱体门和进气口。若采用无焰模式,则直接控制打开热辐射屏蔽罩,开启电脑数据记录系统;若采用有焰模式,则先通过外部控制按钮点燃火焰,再控制打开热辐射屏蔽罩,开启电脑数据记录系统。

7.3.2.5 燃烧行为观察和记录

从试验开始时(即移除屏蔽罩时),便记录连续的烟雾透光率 T 和时间。记录纤维材料燃烧特性,例如:熔滴、烟灰、结炭、焦化、续燃、阴燃或其他需要记录的特性。

7.3.2.6 停止试验

当烟雾透光率 T 达到最低值,即可停止实验,并记录此时的烟雾透光率 $T_{\min}$ 和试样质量损失 m_{loss} 。

若在 10 min 内没有达到最低烟雾透光率值,则终止实验,并记录 10 min 时的烟雾透光率 T_{10} 和试样质量损失 m_{loss} ,在最终测试报告中说明情况。如必要,可以继续测试直到烟雾透光率达到最低值。

若测试过程中,发生烟雾透光率异常也立刻停止实验,重新校准设备。

7.3.2.7 排烟

试验停止后即可开始排烟,等箱体内烟雾排结束后打开箱门,进行下一个测试。

箱体排烟结束的认定,可通过监控箱体内烟雾透光率的偏差进行判断,也可通过排烟时间来确定。

8 结果计算和表示

8.1 比光密度 D_s

对每个被测试样,建立烟雾透光率—时间曲线图,并测得最小烟雾透光率 $T_{\min}$ 。按式(1)计算最大比光密度 $D_{s-\max}$ 。

$$D_{s-\max} = 132 \lg \frac{100}{T_{\min}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$D_{s-\max}$ ——最大比光密度,无量纲;

132 ——从测试箱的表达式 V/AL 算出的因子(V 代表测试箱体的体积, A 表示试样测试面积, L 表示光程),无量纲;

$T_{\min}$ ——停止试验时(7.3.2.6)所记录的在相应时间点内的最小烟雾透光率值。

以测试数据的算术平均值作为试验结果,保留一位小数。

若用在 10 min 时的烟雾透光率 T_{10} 代替最小烟雾透光率 $T_{\min}$, 可得到在 10 min 时比光密度值 D_{s-10} 。

若用在任意分钟时的烟雾透光率 T_m 代替最小烟雾透光率 $T_{\min}$, 可得到在任意时间的比光密度值 D_{s-m} 。

8.2 质量损失率 $R_{m-\text{loss}}$

按式(2)计算每个被测试样的质量损失率 $R_{m-\text{loss}}$ 。

$$R_{m-\text{loss}} = \frac{m_{\text{loss}}}{m} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$R_{m-\text{loss}}$ ——质量损失率, %;

m_{loss} ——试样损失的质量, 单位为克(g);

m ——试样质量, 单位为克(g)。

以测试数据的算术平均值作为试验结果, 保留一位小数。

9 试验报告

试验报告至少包括:

- a) 采用的标准编号(包括出版年份);
- b) 试样的必要信息, 包括试样洗涤(如有必要);
- c) 试验条件(试验时的温度和相对湿度);
- d) 测试模式;
- e) 测试结果, 包括燃烧特性, 达到试验终止的情况, 试验终止时的比光密度和对应时间点以及质量损失率;
- f) 经协商后对试验步骤的修改提示及其他与本标准不一致的部分;
- g) 观察到的异常现象;
- h) 测试日期;
- i) 其他需要注明的信息;
- j) 声明本试验结果仅用于评估试样在本试验条件下的燃烧特性, 不得用于评估材料在其他形式或其他条件下的着火风险。

参 考 文 献

ISO 5659—2:2017 Plastics—Smoke generation—Part 2: Determination of optical density by a single—chamber test



中华人民共和国纺织
行 业 标 准
化学纤维 燃烧性能试验方法 烟密度法
FZ/T 50062—2023

*

中国纺织出版社有限公司出版发行
北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼(100124)
网址 <http://www.c-textilep.com>
图书营销中心:010-67004436 传真:010-87155801
北京华联印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 15 千字
2024 年 1 月第 1 版 2024 年 1 月第 1 次印刷

*

书号:155229·54 定价 18.00 元



FZ/T 50062—2023

如有印装差错 由本社图书营销中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:010-87155962