试样的固定对织物燃烧性能测试结果的影响

温　箐[1]，罗胜利[1]，冯　文[1]，刘丽芳[2]
（1.广州纤维产品检测研究院，广东 广州 511447；
2.东华大学，上海 201620）

摘　要：探讨试样的固定对织物燃烧性能的影响，采用锥形量热仪对试样在网格固定和无网固定 2 种情况下进行燃烧性能测试，分析了采用网格固定对热释放速率等指标的影响。结果表明，网格固定试样可以提高测试结果的重现性，但随着网格密度的增加热释放速率也相应降低。

关键词：锥形量热仪；织物；燃烧性能；网格固定
中图分类号：TS190.9　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1673－0356(2017)05－0042－03

纺织产品在人们的日常生活中不可或缺，织物作为纺织产品的重要组成部分，其多数都属于易燃物品，织物燃烧特性已成为火灾等级以及伤亡伤情的主要决定因素。因此，织物的消防安全性越来越受到社会各界的关心和重视，如何合理评价织物的燃烧危险性、认识火灾中织物燃烧的危害因素对进行有效火灾防护极为重要[1]。

目前织物燃烧性能的评价方法有很多，包括氧指数法、垂直燃烧法、45°燃烧法以及水平燃烧法等，各方法适用范围、测试原理、测试程序等均有所差异，采用不同测试方法获得的结果不具有可比性。氧指数是表征材料本身阻燃特性的一个重要指标，垂直燃烧法、45°燃烧法、水平燃烧法则是模拟织物在实际应用过程中发生燃烧的情况，如是否易点燃、续燃时间、阴燃时间、损毁情况、燃烧速率等，但这些测试并不能反映在实际火灾中由于织物燃烧对人体产生的伤害，如烟气使人窒息或中毒、热量释放使人体灼伤等情况。

采用锥形量热仪测试材料的燃烧性能是近年来在阻燃材料研究领域应用的一种先进测试技术[2]，可同时获得材料燃烧时有关热、烟、质量变化及烟气组分等多种重要信息，并与燃烧试验结果之间存在良好的相关性[3]。

一般情况下，织物试样由于受热后会产生大幅度的收缩、变形甚至飘飞，从而导致测试结果无效，因此，采用锥形量热仪测试织物的燃烧性能时，有必要采取措施对测试样品进行固定。采用网格覆盖样品的方式对试样进行固定，比较试样在采用网格固定和无网固定的情况下织物燃烧性能的差异，并分析了 2 种方式所测得结果的优劣，完善了锥形量热仪测试织物燃烧性能的方法。

1　试验部分

1.1　试样

涤纶织物：486 g/m^2，试样尺寸为 100 mm×100 mm，测试时将多层试样叠加以使试样厚度达到约 5 mm。

1.2　仪器及设备

锥形量热仪：采用英国 Fire Testing Technology（简称 FTT）公司生产的 0007 型锥形量热仪，测试样品的燃烧性能，测试指标包括引燃时间、热释放速率、热释放总量、烟气释放速率、质量损失速率。

网格固定装置：测试时采用铁丝网对试样进行固定，铁丝网规格为 102 mm×102 mm，网孔规格为 51 mm×51 mm，铁丝直径为 0.9 mm，质量 40 g/m^2。

2　结果与讨论

2.1　网格固定与无网固定的测试结果比较

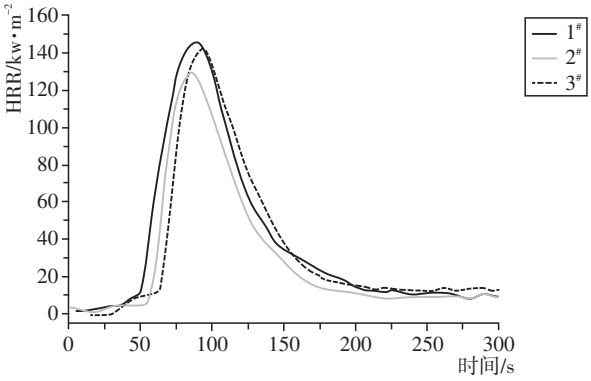
在网格固定和无网固定的情况下，分别测试 3 组试样，测得的热释放速率 HRR 曲线见图 1 所示。

对比图 1 采用网格固定试样与无网固定试样的测试结果，可以看到，经网格固定后的 3 次测试结果的热释放速率 HRR 曲线重复性优于无网测试的结果，这意味采用网格固定试样具有较高的试验成功率和较好的试验结果重现性。

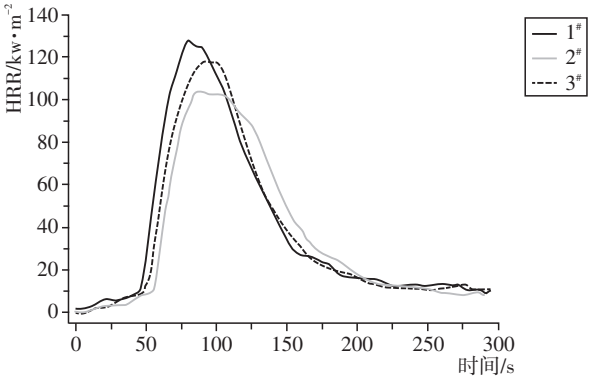
表 1 为涤纶织物采用网格固定试样与无网固定试样测得的引燃时间（TTI）和热释放速率峰值（pkHRR）。可以看出，采用网格固定进行测试时，引

收稿日期：2017-03-29
作者简介：温　箐（1985-），女，工程师，学士，主要研究方向：纺织品检验。

燃时间测试值较大，但结果重现性较好，而无网固定进行测试时 3 组数据的波动较大。无网固定进行测试时，试样受热后产生大幅度变形，从而导致样品引燃时间波动较大，甚至可能因接触到锥形加热器下端而导致测试失败；采用网格固定可以限制试样受热后的大幅度形变，提高样品引燃时间测试结果的重现性，尤其是对于熔点较高的样品，这种影响更加明显。网格固定后，样品受热后由于未卷曲成团，其熔融后受热面积和燃烧面积更大，热释放速率峰值测试结果也较大，且采用网格固定后测得的 pkHRR 结果一致性更好，表现为较小的标准差。



(a)网格固定



(b)无网固定

图 1　网格固定与无网固定测得的 HRR 曲线

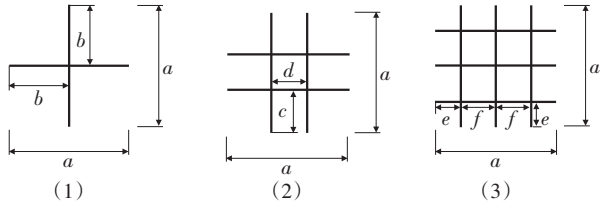
表 1　涤纶织物经网格固定与无网固定的测试数据

涤纶织物指标		1#	2#	3#	均值	标准差/δ
TTI/s	网格固定	53	52	54	53.0	1.00
	无网固定	45	48	41	45.0	3.52
pkHRR/kW·m^{-2}	网格固定	141	130	145	139.0	7.77
	无网固定	118	104	128	117.0	12.06

因此，在燃烧试验中，如果不采用网格对试样进行固定，可能会导致在测试过程中试样发生明显的形变，甚至飘飞、偏移在样品台的局部和膨胀，从而粘附到加热上端盖或者点火枪，导致测试误差和影响测试的连续性。

2.2　网格结构对测试结果的影响

网格结构对测试结果的影响主要体现在两个方面：一是采用网格固定试样，轻薄试样测试时不会因样品的变形、飘飞和膨胀而导致测试结果无效；二是网格本身的热效应对测试的影响。不同网格结构的示意图如图 2 所示，其中，(1)为低密度网，(2)为中密度网，(3)为高密度网。



注：$a=10.0$ cm；$2b=a$；$d+2c=a$；$2(e+f)=a$

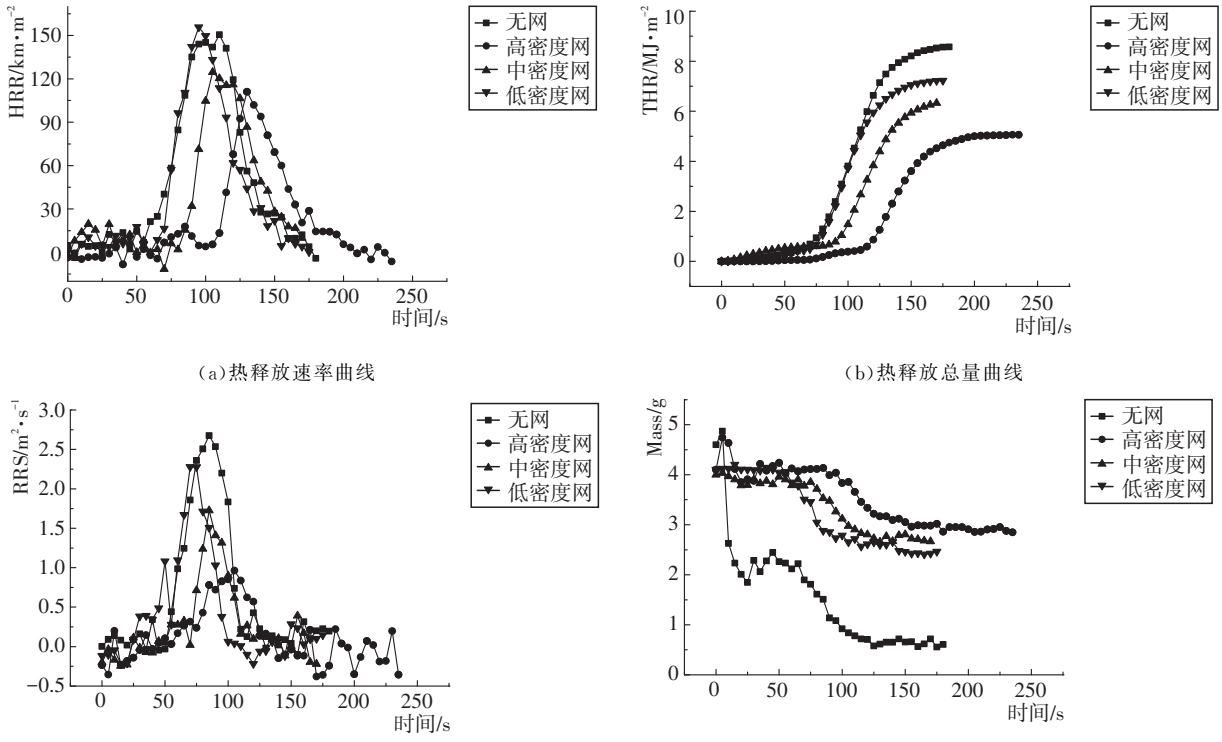
图 2　不同网格结构示意图

对试样分别在高密度网固定、中密度网固定和低密度网固定以及无网固定 4 种情况下，进行燃烧性能测试，测试结果如图 3 所示。

可以看到，无网固定与低密度网固定所测得的热释放速率(HRR)峰值较为接近，随着网格密度的增加，热释放速率峰值逐渐降低。对于热释放总量(THR)，无网固定时测得的热释放总量具有最高的峰值，随着网格密度的增加，热释放总量逐渐降低。这里需要指出的是，无网固定的测试结果仅是一个相对参考值，因为在燃烧测试过程中，数据的重现性不是很好，尤其是随着样品在热气流的作用下出现一定程度的飘飞或是粘附点火装置，质量会有明显的降低。对于烟气释放速率(RSR)而言，低密度网固定时，烟气释放速率峰值的出现时间有所提前，无网固定和中密度网固定相近。而从峰面积而言，无网固定测试时具有最大的峰面积，对于采用网格固定测试，随着网格密度的增加，峰面积减小，峰值也逐渐降低。对于质量损失指标，无网固定时质量损失最高，随着网格密度的增加，质量损失速率逐渐降低，无网固定时的质量损失还包括部分测试样品在燃烧过程中的飘飞。

3　结论

(1)采用网格对试样进行固定，测得的热释放速率和引燃时间相对于无网固定的测试结果，具有更好的重现性和更小的标准差，这意味采用网格固定测试具有较高的试验成功率和较好的试验结果重现性。



(a)热释放速率曲线

(b)热释放总量曲线

(c)烟气释放速率曲线

(d)质量损失速率曲线

图 3 网格结构对测试结果的影响

(2)随着网格密度的增加,热释放速率峰值、热释放总量和质量损失速率均逐渐降低。对于烟气释放速率而言,低密度网固定时,烟气释放速率峰值的出现时间有所提前,无网固定和中密度网固定相近。而从峰面积而言,随着网格密度的增加,峰面积减小,峰值也逐渐降低。

(3)为了减少网格的热效应对测试结果的影响,同时避免样品在热气流的作用下出现一定程度的飘飞或是粘附点火装置导致试验结果失真或失败,选择网格对试样进行固定是有必要的,网格结构的选择原则是网格密度尽可能小。

参考文献:

[1] 罗胜利,吴文宜,朱锐钿,等. 纺织品燃烧热释放和烟释放性能测试研究[J]. 中国纤检,2014,(24):69－71.

[2] 王晓春,王 然,滕万红,等. 锥形量热仪法在涤棉织物阻燃整理中的应用[J]. 印染,2011,(5):6－9.

[3] 康 佳,王建明,王晓春,等.常见织物的燃烧性能[J].毛纺科技,2010,39(6):51－55.

Influence of the Fixation of Sample on the Combustion Properties Test Result

WEN Qing[1],LUO Sheng-li[1],FENG Wen[1],LIU Li-fang[2]

(1.Guangzhou Fiber Product Testing Institute,Guangzhou 511447, China;

2.Donghua University,Shanghai 201620, China)

Abstract:Influence of the fixation of sample on the combustion properties test result was discussed. Cone calorimeter was used to measure combustion properties at gridding fixation or no gridding fixation. The effect of gridding fixation on heat release rate was analyzed. Results showed that test results had a better repetition when the test under gridding fixation, but heat release rate reduced when the gridding density increased.

Key words:cone calorimeter; fabric; combustion performance; gridding fixing

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告