

氧指数法用于纺织品燃烧性能测试的研究

陈广顺

(陕西省纺织科学研究所)

【摘要】氧指数试验方法早先用以测定聚合材料的可燃性能,若用来测定纺织品的可燃性能,其纺织品的组织结构、试样点火方式以及环境温度、湿度等都会影响试验的结果。本文对此提出了研究,并通过对不同织物及不同阻燃整理纺织产品氧指数的相对比较,进一步说明氧指数法是测定纺织品燃烧性能的较好方法之一,可以广泛应用于研究工作和生产中对纺织品的燃烧性能的评定。

一、前 言

评价纺织品的燃烧性能,常用的方法有垂直燃烧试验法、45度角试验法等。这些方法虽然都能从不同的角度对纺织品的燃烧性能进行评价,但对于日益发展起来的化纤产品及鉴别纺织品的可燃性能仍存在许多困难。

由于合成材料的发展,从六十年代开始就对测定材料的可燃性进行了广泛的研究。氧指数法即为最广泛使用的小规模试验方法之一。该法首先由美国 Femimore 和 Martin 于 1966 年提出用以测定聚合材料的易燃性,并以数字来表示测试的结果。极限氧指数(LOI)的含义为:在规定试验条件下,维持聚合物燃烧所需大气中氧含量的最小容量百分率。经两次联合试验后,1970 年氧指数法被美国材料试验学会采纳为标准试验方法,即 ASTM D-2863。此后该方法标准形成了不同国家和国际标准的基础。1968 年 Martin 首先把氧指数方法用于纺织织物可燃性的测定,自此以后,氧指数试验方法极快地为纺织世界所接受,广泛地用于研究工作以测定纺织品的可燃性能。

氧指数法用于测定纺织品的燃烧性能,

由于点火方式、织物组织结构以及试验环境等会影响试验结果,本文对此提出了研究讨论。

二、试验仪器及材料

1. 仪 器

试验是在 ON-1 型燃烧试验仪(日本制造)上进行的,该仪器如图 1 所示。

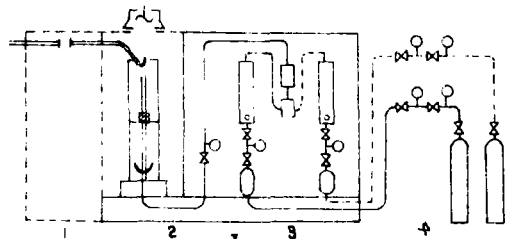


图 1 ON-1 型燃烧仪示意

1—点火;2—燃烧;3—测定;4—气体供给

ON-1 型燃烧仪由燃烧部分、气体供给部分、测试部分及点火器组成。

燃烧部分由玻璃燃烧筒、试样夹持器构成。燃烧筒由耐热玻璃制成。其内径为 75+3mm,高度为 450mm。玻璃筒底填装着

100mm厚度的直径为4mm的玻璃球。为防止燃烧过程中碳化物等的落入,在玻璃球上面设置有金属网。燃烧筒底部中央装有可以垂直夹持试样的夹持器。

气体供给部分由氧气、氮气储气瓶、压力计、压力调节器、阀门及软管构成。

试验测定部分由氧气、氮气流量计、气体混合器、压力计、压力调节器、清洁剂及微阀门构成。

点火器为带有火焰调节阀门的内径为3mm的金属管。

2. 试验操作方法

试验按GB5454-85进行。即将试样按规定装在试样夹持器上后,再将夹持器插在燃烧筒内的试样支座上。然后打开氧气、氮气阀门,调节选好的流量,用点火器(调节火焰高度15~20mm)在试样上点火,待确认试样着火后移去点火器,并立即开始测定试样燃烧时间,随后测定试样的燃烧损毁长度。若试样着火后很快自熄,燃烧时间不到2min或损毁长度不到40mm,说明氧浓度过低,必须提高;若试样燃烧时间超过2min或燃烧损毁长度超过40mm,说明氧浓度过高,必须减少。当调节氧气或氮气流量,并进行五次平行试验,其中有三次试验结果超过燃烧距离或时间的极限值时,按下公式计算出氧指数(LOI)值。

$$LOI = \frac{[O_2]}{[O_2] + [N_2]} \times 100$$

式中:[O₂]——氧气流量, l/min;

[N₂]——氮气流量, l/min。

三、试验结果及讨论

1. 顶部点火与底部点火氧指数比较

按照氧指数的含义,测定氧指数时的点火方式可以各种各样。氧指数测定,点火位

置、角度如果不同,那么试验结果必然不同。为了探讨它们的区别,在现有的可能条件下,仅对由从顶部点火及以试样底部点火所测得的氧指数进行比较,试验结果见表1。

表1 顶部点火与底部点火氧指数对比

试验结果 织 物 类 别	氧指数值		备注
	顶部点火	底部点火	
纯棉华达呢	18.2	14.5	
65/35 涤棉卡其	18.0	14.5	熔融
50/50 涤棉府绸	17.6	14.2	熔融
纯毛花呢	28.0	19.1	
维纶帆布	19.3	15.2	
纯棉阻燃织物	37.4	26.6	
涤棉阻燃织物	28.6	20.0	
涤棉阻燃卡其	30.7	20.7	

由试验结果可以看出,氧指数值与点火位置关系甚大。底部点火比顶部点火氧指数值低得多。虽然底部点火方式较顶部点火方式更接近于实际燃烧情况,但因用底部点火试验装置较复杂,操作也较困难,所以一般不便采用,常用顶部点火方式。

2. 试验环境温度与氧指数关系

为探讨试样环境温度与氧指数的关系,采取在燃烧玻璃筒外缠绕以电热丝,或制作保温夹套填装干冰等方法以控制温度。曾对纯棉、纯毛、纯涤纶织物、涤棉混纺织物以及棉及涤棉混纺阻燃织物在-37~132℃的温度范围内的氧指数进行了对比试验(试验温度为燃烧玻璃筒内接近试样的上部、中部、下部的三个位置温度的平均值),试验结果见图2、3、4。

由图2~4可以看出,试样的环境温度对织物的氧指数影响较大,织物氧指数值随环境温度的升高而明显下降,各种织物的温度—氧指数曲线基本类似。一般说来,对于纯涤织物和阻燃整理织物,温度对氧指数的影响相对较小,这可能是由于织物遇热后失水

等情况不同所致。

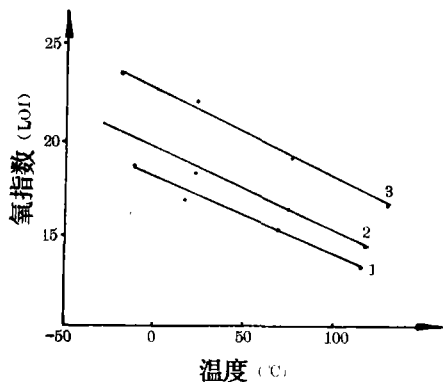


图2 纯棉织物环境温度与氧指数关系
1—纯棉平布;2—纯棉华达呢;3—纯棉帆布

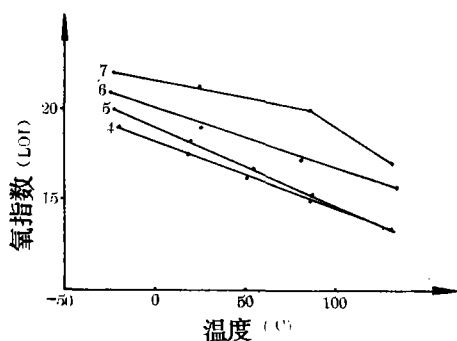


图3 涤纶及混纺织物环境温度与氧指数关系
4—65/35 涤棉混纺织物;5—50/50 涤棉混纺织物;
6—涤纶华达呢;7—涤纶帆布

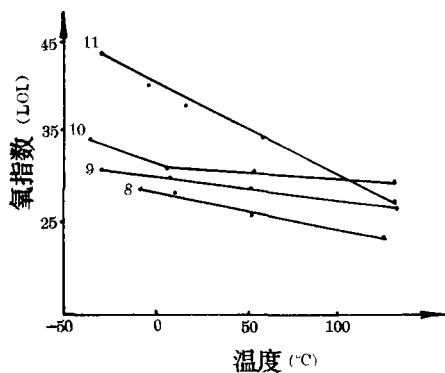


图4 纯毛及阻燃织物环境温度与氧指数关系
8—纯毛花呢;9—50/50 涤棉阻燃织物;
10—65/35 涤棉阻燃织物;11—纯棉阻燃织物

3. 试验环境湿度与氧指数值的关系

纺织品由于材料性质的不同,其吸湿性有较大的差异。为探讨在试验操作时周围环境湿度与织物氧指数的关系,曾将试样在标准大气条件下(20℃、65%RH)平衡 24 小时,然后在不同环境湿度条件下,按一般操作程序测其氧指数,试验结果见表 2。

表 2 不同环境湿度与织物氧指数关系

试验结果 RH(%)	氧指数值			
	纯棉	纯涤纶	涤棉	涤棉阻燃
55.5	18.9	20.7	18.9	30.6
76.0	19.6	20.7	19.3	30.6
90.0	19.9	20.7		30.8

从表 2 可以看出,试验时将试样直接暴露于试验环境中,环境湿度对吸湿性较大的织物的氧指数有一定的影响,这主要是由于试验过程中样品暴露于试验环境的时间过长引起。为减少因操作而暴露于试验环境的时间,减少环境湿度对试样的影响,曾将经恒湿平衡处理或干燥处理过的试样在恒湿或干燥环境条件下放入密封容器内封闭起来,然后按一般操作程序在环境湿度为 20~90% 的范围内对纯棉、纯毛、纯涤纶、纯锦纶、涤棉混纺织物及其不同阻燃整理织物的氧指数进行测试。结果发现,由于把试样从密闭容器中取出放在试样夹上,装入燃烧玻璃筒内一般只需要 15~20 秒钟,时间较短,因此环境湿度对吸湿性小的涤纶、锦纶等织物的氧指数基本上没有影响,而对吸湿性较大的纯棉、纯毛织物在较大的湿度范围(30~80%)影响也不大。因此可以认为,为排除试验环境对织物氧指数的影响,试验时将试样存放在密闭容器内的办法是简单可行的。

4. 织物重量与氧指数的关系

由于纺织织物的组织结构多种多样,因而织物单位面积的重量也就随结构的变化而变化。为探讨织物重量与氧指数的关系,曾选

择了不同重量的纯棉帆布、涤棉混纺织物及纯棉一般织物,对其氧指数进行测定,试验结果见图5、6。

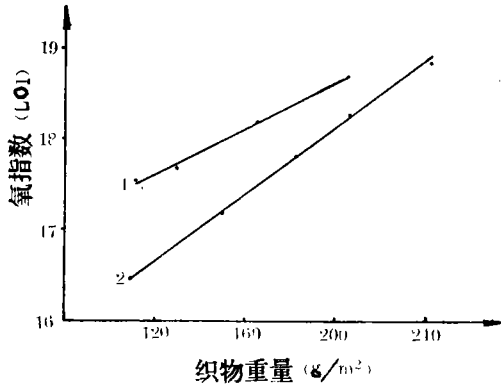


图5 织物重量与氧指数关系
1-纯棉织物;2-涤棉混纺织物

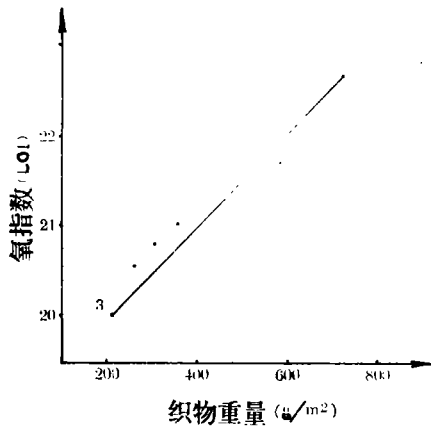


图6 纯棉帆布重量与氧指数关系
3-纯棉帆布

从图5、6可以说明,织物重量与氧指数有一定关系,织物越重氧指数越高。因此对同一品种织物的氧指数进行比较时,织物重量这一因素是不能忽视的。

5. 不同混纺比涤棉织物与氧指数的关系

为探讨不同混纺比与氧指数的关系,曾选择了织物的组织结构、重量基本相同的纯

棉、33/67、50/50、65/35 涤棉混纺织物及纯涤纶织物,对其氧指数进行测试,为排除因混纺比不同而造成的吸湿率的不同所引起的氧指数的偏差,该试验将试样在 100℃条件下处理 30 分钟。试验结果见图 7。

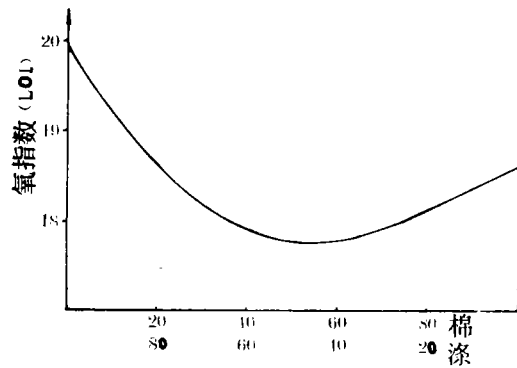


图7 不同混纺比涤棉织物与氧指数关系

从图7可以看出,涤棉混纺织物由于混纺比的不同,氧指数值也是不同的。纯棉织物较纯涤纶织物氧指数低。当混纺比在 50/50~65/35 时,氧指数曲线为最低部分。

6. 织物阻燃整理与氧指数的关系

纯棉和涤棉混纺织物不同整理工艺的增重量与氧指数的关系进行了对比试验,试验结果见图8、图9。

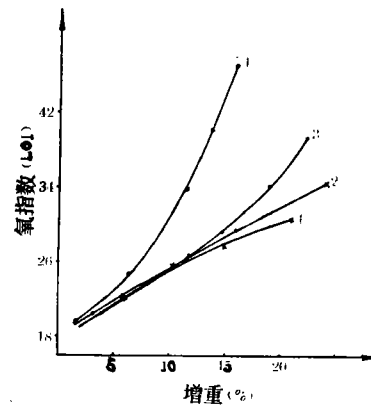


图8 纯棉织物阻燃增重量与氧指数关系
1-CP;2-SF-78;3-THPC;4-PN

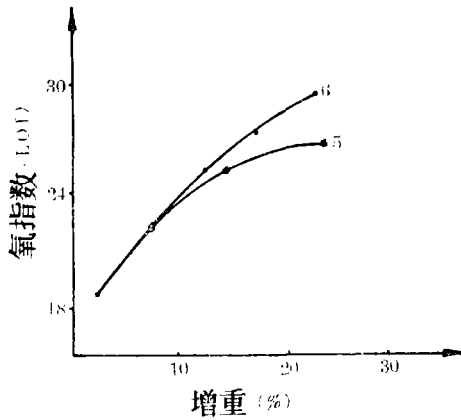


图 9 涤棉织物阻燃增重量与氧指数关系
5—DBPP 工艺;6—PB/SF 工艺。

从图 8、9 看出,在同一阻燃整理工艺条件下,织物增重量与氧指数有直接关系,氧指数随着织物增重量的增加而提高,就同一织物来说,阻燃整理工艺不同,织物增重量与氧指数关系的曲线也不相同。这与测定阻燃性能的其他方法的结论是完全一致的。

7. 同一阻燃整理工艺在不同涤棉混纺比织物上的阻燃整理效果测试

涤棉混纺织物混纺比不同,对阻燃整理工艺的要求也就不同,为此曾用氧指数方法测定了几种不同阻燃整理工艺在不同涤棉混纺比织物上的阻燃效果,测试结果见图 10。

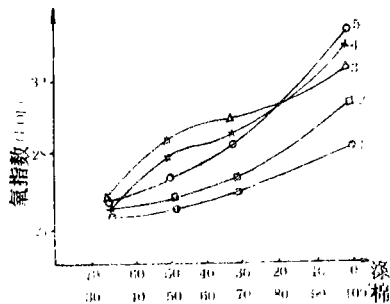


图 10 同一阻燃工艺不同混纺比上的效果
1—CP 工艺;2—THPOH 工艺;3—SF-78 与 PN 并用工艺;4—PN 工艺;5—SF-78 工艺

图 10 表明,在所选择的不同阻燃整理工艺范围内,不同阻燃整理工艺在不同涤棉混纺比织物上的阻燃效果是不同的,但在所给各工艺中,氧指数随着涤棉混纺织物中涤纶纤维比例的增加而下降的这一趋势却是一致的。而且均以 65/35 涤棉混纺织物的氧指数为最低,几种不同阻燃整理工艺的氧指数值也基本接近。这进一步说明 65/35 涤棉混纺织物是阻燃整理中最难解决的混纺比例。从图 10 还可看出,两种阻燃剂并用工艺对涤棉混纺织物的阻燃整理效果有明显的提高,说明两种阻燃剂的协同作用加强了阻燃效果,这与其他测试结果也是完全一致的。

8. 氧指数法与垂直燃烧试验法的比较

为了探讨氧指数法和垂直燃烧试验法的相互关系,兹选择了纯棉织物,对其不同阻燃效果的氧指数法进行了测试,并与垂直燃烧法试验所测得的损毁长度进行了对比试验。对比试验结果表明,织物垂直燃烧损毁长度与氧指数成反比关系,氧指数越高,燃烧损毁长度越短。

四、结 论

1. 氧指数试验方法可以用相对的数值来表示织物的可燃性能,比较清晰明了。而且该方法较为灵敏,因而用此方法评价纺织品的可燃性能是很有价值的试验方法之一,可以广泛应用于纺织品可燃性能的研究和生产。

2. 用氧指数方法测定纺织品的可燃性能,其试验条件如环境温度、湿度及织物组织结构等因素都会影响试验结果。因此,试验时都必须严格控制,在几种纺织品相对比较时要注意到条件因素的影响。

主: 施祖源、王辅素曾参加本文部分试验工作。