

实验十七 高聚物燃烧性能实验—氧指数法

一、实验目的

了解塑料燃烧性能的意义，掌握其测试方法

二、实验原理

塑料的阻燃性是指塑料能够抑制火焰传播、蔓延终止或防止材料有燃燃烧的能力。在生产实践中一般把氧指数 >27 的材料定为阻燃材料。难燃塑料是指在规定的实验条件下，材料具有不能进行有燃燃烧特性的塑料。在特定的实验条件下，一般把能通过难燃性检测的(即燃烧剩余长度 $>150\text{mm}$)烟气温度 $<200^{\circ}\text{C}$ 的材料定位难燃材料。塑料及其制品的阻燃性(或难燃性)技术，越来越受到人们的重视。在研制和生产塑料制品过程中，进行燃烧性能的测试，并对其阻燃性(或难燃性)程度进行评价，以确定其品质的优劣，现今变的尤其重要。

目前常用的塑料燃烧性能测试方法可归纳为：测定氧指数法、接触火焰法和接触炽热棒法 3 类。

三、实验仪器设备及流程

1、适用标准及适用范围

适用标准为 GB/T2406，本标准规定了将试样垂直固定在燃烧筒中，使氧、氮混合气体由下向上流过，点燃试样顶端，同时计时和观察试样燃烧长度和燃烧现象，与所规定的判据相比较。在不同的氧浓度中实验一组试样，测定塑料刚好维持平稳燃烧时的最低氧浓度(亦称氧指数)，用混合气中氧含量的体积百分数表示。

适用范围是用于评定均质固体材料、层压材料、泡沫材料、软片和薄膜材料等在规定实验条件下的燃烧性能，其结果不能用于评定材料在实际使用条件下着火的危险性。本方法不适用于评定受热后呈高收缩率的材料。

2、实验设备

CJ80M3V 型精密注射成型机	一台
HC-2 型氧指数测定仪	一台(如图 1 所示)
秒表	一块
氮气钢瓶	一瓶
氧气钢瓶	一瓶

点火器(丁烷气)

一个

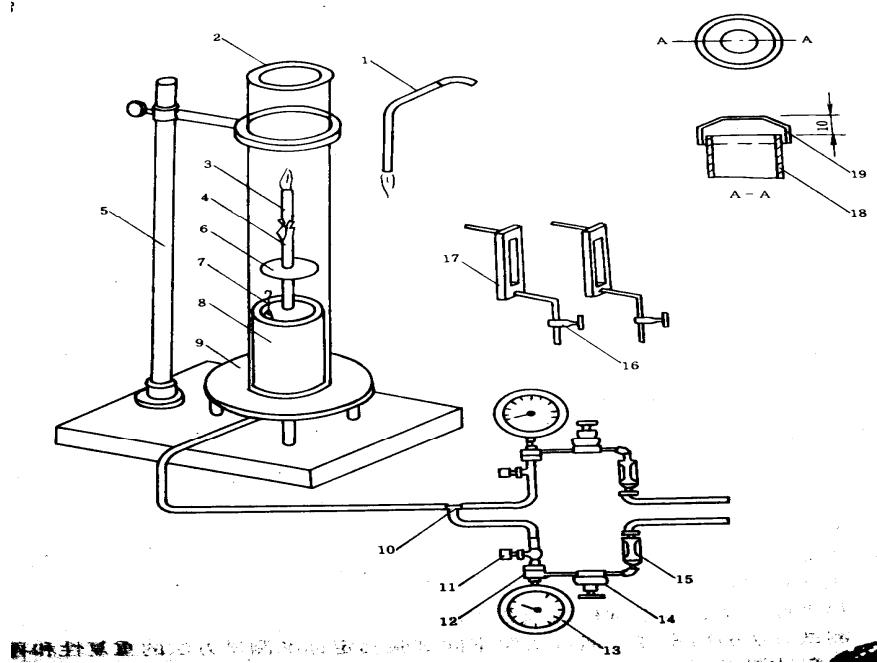


图 1 氧指数测定仪示意图

1—点火器 2—玻璃燃烧筒 3—燃烧着的试样 4—试样夹 5—燃烧筒支架 6—金属网 7—测温装置 8—装有玻璃珠的支座 9—基座架 10—气体预混合结点 11—截止阀 12—接头 13—压力表 14—精密压力控制器 15—过滤器 16—针阀 17—气体流量计 18—玻璃燃烧筒 19—限流盖

3、试样类型、尺寸(mm)和用途

类型	型式	长度		宽度		厚度		用途
		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	
自撑材料	I	80~150	—	10	±0.5	4	±0.25	用于模塑材料
	II					10	±0.25	用于泡沫材料
	III					<10.5	—	用于原厚的片材
	IV					70~150	6.5	3
非自撑材料	V	140	-5	52		≤10.5	—	用于软片或薄膜

每组试样至少 10 条。

4、试样的标线

对 I、II、III、IV 型试样，标线划在距点燃端 50mm 处，对 V 型试样，标线划在框架上或划在距点燃端 20mm 或 100mm 处。

5 点火器

由一根金属管制成，尾端有内径为 $2\pm 1\text{mm}$ 的喷嘴，能插入燃烧筒内点燃试样。通以未混有空气的丙烷或丁烷、石油液化气、煤气、天然气等可燃气体。点燃后，当喷嘴垂直向下时，火焰的长度为 $16\pm 4\text{mm}$ 。

四、实验操作步骤

(1) 开始试验时氧浓度的确定

根据经验或试样在空气中点燃的情况，估计开始试验时的氧浓度。如在空气中迅速燃烧，则开始试验时的氧浓度为 18% 左右；在空气中缓慢燃烧或时断时续，则为 21% 左右；在空气中离开点火源即灭，则至少为 25%。

(2) 安装试样

将试样夹在夹具上，垂直地安装在燃烧筒的中心位置上，保证试样顶端低于燃烧筒顶端至少 100mm，其暴露部分最低处应高于燃烧筒底部配气装置顶端至少 100mm。

(3) 调整气体控制装置

在确保减压阀关闭的状态下，开启氧、氮气钢瓶阀门。调节减压阀，使从减压阀中流出气体的压力在 0.2~0.3MPa。调节氧指数测定仪面板上的微量调节阀，使仪器面板上 O_2 压力指示表、 N_2 压力指示表指示在 0.1MPa，并稳定。同时，观察 O_2+N_2 压力指示表是否不大于 0.03MPa，否则气路就有堵塞出现，疏通气路后再继续实验。

(4) 调节气体流量

调节 O_2 、 N_2 流量计的针阀，使各气体流量满足(1)中确定的氧浓度要求。同时根据 GB/T2406 规定流经燃烧筒的气体总量为 $40\pm 10\text{mm/s}$ ，结合本仪器的结构特点得出流经燃烧筒的总流量(O_2+N_2)为 $10\text{L}\pm 2.5\text{L/min}$ (在每次改变气体流量后，都要保证总流量的基本恒定)。洗涤燃烧筒不少于 30s(在每次改变气体流量后，都要按此洗涤燃烧筒)。

(5) 点燃试样

① 方法 A 顶端点燃法

使火焰的最低可见部分接触试样顶端并覆盖整个顶表面，勿使火焰碰到试样的棱角和侧表面。再确定试样顶端全部着火后，立刻移去点火器，开始记时或观察试样燃烧掉的长度。

点燃试样时，火焰作用的时间最长为 30s，若在 30s 内不能点燃，则应增大氧浓度，继

续点燃，直至 30s 内点燃为止。

②方法 B 扩散点燃法

充分降低和移动点火器，使火焰可见部分施加于试样顶表面，同时施加于垂直侧表面约 6mm 长。点燃试样时，火焰作用时间最长为 30s，每隔 5s 左右稍移开点火器观察试样，直至垂直侧表面稳定燃烧或可见燃烧部分的前锋达到上标线处，立即移去点火器，开始记时或观察试样燃烧长度。若在 30s 内不能点燃，则应增大氧浓度，再次点燃，直至 30s 内点燃为止。

(6)燃烧行为的评价

燃烧行为的评价准则如下表：

试样型式	点燃方式	评价准则(两者取其一即可)	
		燃烧时间, s	燃烧长度
I、II、III、IV	A 法	180	燃烧前锋超过上标线
	B 法		燃烧前锋超过下标线
V	B 法		燃烧前锋超过下标线

(7)燃烧结果的记录

燃烧过程中记录燃烧特性，如熔滴、烟灰、结炭、漂游性燃烧、灼烧、余辉、火焰颜色、气味或其他需要记录的特性，燃烧结束后记录所用氧气、氮气的流量(或流速)以及燃烧时间等需要记录的数据。

(8)重复(2)~(7)的操作，直至所选取的氧气、氮气的流量恰好满足燃烧行为的评价准则时为止。

(9)以“恰好满足燃烧行为的评价准则”时的氧气、氮气的流量重复(2)~(7)操作三~五次，最终确定氧气、氮气的最佳流量。

五、数据处理

根据公式：
$$OI = \frac{O_2}{O_2 + N_2} \times 100\%$$

其中： O_2 —氧气的最佳流量，L/min

N_2 —氮气的最佳流量，L/min

计算氧指数，最后氧指数以同组试样算术平均值表示。

六、分析讨论题

- 1、流经燃烧筒的气体总量(O_2+N_2)是多少L/min? 该数据是如何的来得?
- 2、若气体总量太低或太高, 则是否会对氧指数产生影响? 如有影响, 则氧指数是偏大还是偏小?

(执笔人: 李怀栋)