

实验十三 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，同时记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) |

秒表 一块
 氮气钢瓶 一瓶
 氧气钢瓶 一瓶
 点火器(丁烷气) 一个

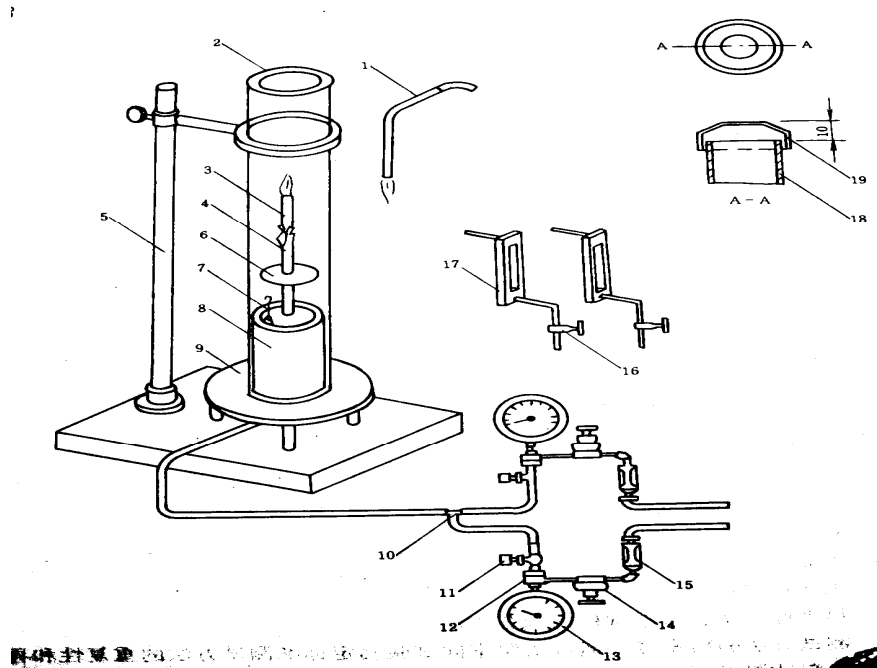


图 1 氧指数测定仪示意图

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 | | ±0.25 | 用于电器用模塑塑料或片材 | |
| 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 $40\pm 10\text{mm}^3/\text{s}$ ，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 $10\text{L}\pm 2.5\text{L}/\text{min}$ (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)