

阻燃剂条件

阻燃最常用和最重要的是**磷、溴、氯、锑及铝**的化合物，很多有效的阻燃剂配方都含有这些元素，此外硅和钼的化合物也作为阻燃剂使用。

阻燃剂应具备的条件：

- 1、**不降低或很少降低**材料的物理、力学性能、光学性能及电性能。
- 2、阻燃剂的分解稳定适应材料加工条件。**热稳定性**太好的化合物不适宜作阻燃剂，但必须保证塑料成型加工时不分解。
- 3、具有**较好的耐热性**。
- 4、**迁移性小**，在制品中能够长期保持其阻燃效力。
- 5、**相容性好**，容易分散。
- 6、**不污染制品，无臭味、低毒性**。
- 7、**价格低廉**。

燃烧过程

维持燃烧的三要素：**可燃物，氧，热**。具备这三要素的燃烧过程，大致分为五个不同阶段——加热阶段、降解阶段、分解阶段、点燃阶段、燃烧阶段。在实际应用中，聚合物的燃烧性可用**燃烧速度**和**氧指数**来表示。**燃烧速度**是指试样单位时间内燃烧的长度。燃烧速度是用水平燃烧法和垂直燃烧法等来测得。氧指数是指一定规格试样像蜡烛状能持续平稳燃烧时，在氮氧混合气流中所必须的最低氧的体积百分含量。氧指数愈高，表示燃烧愈难。一般认为 $0I < 21$ 属易燃， $0I$ 为 $22 \sim 25$ 具自熄性， $26 \sim 27$ 为难燃， 28 以上为极难燃。氧指数作为判断材料在空气中与火焰接触时燃烧的难易程度非常有效，并且可以用来给材料的燃烧性难易分级。这一方法的重现性较好，因此受到世界各地的重视。目前氧指数法不仅仅限于塑料(包括薄膜和泡沫塑料)，在纤维，橡胶等方面已得到广泛应用，也用于阻燃机理的研究。**一般 $0I > 27$ 的物质为阻燃物质。**

测试方法

垂直燃烧测定法是在规定试验条件下，对垂直放置、具有一定尺寸的试样施加火焰后的燃烧行为进行分类的一种方法。它仅适用于质量控制试验和选材试验，**不能作为实际使用条件下着火危险性的依据。**

水平燃烧试验方法：先在试样距点火一端 25mm 和 100mm 处各划一条标线。将试样夹在试样夹中，使试样与水平成 45 度角。用本生灯点燃试样，并开始计时。点火时间为 30s 时不得移动本生灯位置，若不足 30s，火焰前沿即已燃烧到第一标线，应立即停止燃烧。并记录火焰前沿从第一标线到第二标线所需时间，以两标线间距离除以时间，即为燃烧速度 v (mm/min)。如果火焰到达第二标线前熄灭，记下燃烧长度 S 。 $S = (100 - L)$ mm 式中， L 是从第二标线到未燃部分的最短距离，精确到 1mm。用 5 个试样进行试验，取最大数据作为材料评定结果。

阻燃等级

阻燃等级，即物质具有的或材料经处理后具有的明显推迟火焰蔓延的性质，并以此划分的等级制度。

塑料阻燃等级由 HB，V-2，V-1 向 V-0 逐级递增

1、HB：UL94 标准中最低的阻燃等级。要求对于 3 到 13 毫米厚的样品，燃烧速度小于 40 毫米每分钟；小于 3 毫米厚的样品，燃烧速度小于 70 毫米每分钟；或者在 100 毫米的标志前熄灭。

2、V-2：对样品进行两次 10 秒的燃烧测试后，火焰在 60 秒内熄灭。可以有燃烧物掉下。

3、V-1：对样品进行两次 10 秒的燃烧测试后，火焰在 60 秒内熄灭。不能有燃烧物掉下。

4、V-0: 对样品进行两次 10 秒的燃烧测试后, 火焰在 30 秒内熄灭。不能有燃烧物掉下。

5

阻燃机理

阻燃机理有多种, 分述如下。

1. **保护膜机理**——阻燃剂在燃烧温度下形成了一层不燃烧的保护膜, 覆盖在材料上, 隔离空气而阻燃, 这又可分为两种情况。(1) **玻璃状薄膜**——阻燃剂燃烧温度下的分解成为不挥发、不氧化的玻璃状薄膜, 覆盖在材料的表面上, 可隔离空气(或氧), 且能使热量反射出去或具有低的导热系数, 从而达到阻燃的目的。如卤代磷作阻燃剂。(2) **隔热焦炭层**——阻燃剂在燃烧温度时可使材料表面脱水炭化, 形成一层多孔性隔热焦炭层, 从而阻止热传导而起阻燃作用。如经磷化物处理过的纤维素。
2. **不燃性气体机理(扑灭自由基)**——阻燃剂能在中等温度下立即分解出不燃性气体, 稀释可燃性气体和冲淡燃烧区氧的浓度, 阻止燃烧发生。作为这类催化剂的代表为含卤阻燃剂。
3. **冷却机理**——聚合物材料的固体表面的阻燃剂能在较低温度下熔化, 吸收潜热或发生吸热反应, 大量消耗掉热量, 从而阻止燃烧继续进行。此类阻燃剂有氢氧化铝和氢氧化镁。
4. **终止链锁反应机理**——阻燃剂的分解产物易与活性游离基作用, 降低某些游离基的浓度, 使作为燃烧支柱的链锁反应不能顺利进行。
5. **协同作用体系**——阻燃剂的复配是利用阻燃剂之间的相互作用, 从而提高阻燃效能, 称为协同作用体系, 常用的协同作用体系有锑—卤体系, 磷—卤体系, 磷—氮体系