



中华人民共和国国家标准

GB/T 2406.1-XXXX

代替 GB/T 2406.1-2008

塑料 用氧指数法测定燃烧行为 第1部分：通则

Plastics—Determination of burning behaviour by oxygen index—

Part 1:General requirements

(ISO 4589-1:2017, MOD)

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前　　言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是GB/T 2406《塑料 用氧指数法测定燃烧行为》的第1部分，GB/T 2406已经发布了以下部分：

- 第1部分：导则；
- 第2部分：室温试验；
- 第3部分：高温试验；
- 第4部分：高气体流速试验。

本文件代替GB/T 2406.1-2008《塑料 用氧指数法测定燃烧行为 第1部分：导则》，与GB/T 2406.1-2008相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 删除了“其结果定义为OI值。为了便于质量控制，也给出了材料OI值是否高于某些规定值的测定方法及厚度在 $20\text{ }\mu\text{m}\sim100\text{ }\mu\text{m}$ 间薄膜的试验方法。”（见2008年版的1.2）；
- 删除了“其结果定义为OI值。ISO 4589-3中还给出了小垂直试样OI值是20.9时温度测定的方法。该温度定义为燃烧温度。ISO 4589-3中不适用于23℃时OI值低于20.9的材料。”（见2008年版的1.3）；
- 增加了规范性引用的ISO 13943（见第2章）；
- 室温试验（GB/T 2406.2）燃烧筒的优选内径更改为“75mm至100 mm。”（见7.3，2008年版的6.3）；
- 7.4中的注更改为正文（见7.4，2008年版的6.4）；
- 8.1中的注更改为正文（见8.1，2008年版的7.1）。

本文件修改采用ISO 4589-1:2017《塑料 用氧指数法测定燃烧行为 第1部分：通则》。

本文件与ISO 4589-1:2017的技术差异及其原因如下：

- 用规范性引用的GB/T 2406.2替换了ISO 4589-2（见第1章、第4章、第5章、7.1、7.2、7.3、7.4、8.1、8.3、第9章），以适应我国技术条件、增加可操作性；
- 用规范性引用的GB/T 2406.3替换了ISO 4589-3（见第1章、第4章、第5章、7.1、7.3、7.4、8.1、8.3、8.4、8.5、第9章），以适应我国技术条件、增加可操作性。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国塑料标准化技术委员会（SAC/TC15）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- GB/T 2406《塑料燃烧性能试验方法 氧指数法》，1980年首次发布；
- 1993年第一次修订；
- 2008年被分为GB/T 2406.1、GB/T 2406.2和GB/T 2406.3；
- 本次为GB/T 2406.1的第一次修订。

引　　言

室温下的氧指数试验首先是由Fenimore和Martin于1966年阐述。ASTM D 2863:1970标准首先使用该方法,此后被许多国家标准和国际标准颁布采用。1984年颁布的ISO 4589现已修订为ISO 4589-2。ISO 4589-3规定了高温氧指数的试验。

自ASTM D 2863成为标准以来,已有许多相关文章发表。例如,参考文献中有关实际火焰位置的相关试验的论述。其他有关阻燃剂的添加量与氧指数经验公式建议的文章,或设备性能研究情况的文章(见参考文献)。两种不同试验的数据显现出明显的一致性,本文件是为了探讨这两种试验方法设备的使用以及方法的适用性。

GB/T 2406《塑料 用氧指数法测定燃烧行为》拟由四个部分组成:

- 第1部分: 导则。目的在于规定进行氧指数试验的通用要求;
- 第2部分: 室温试验。目的在于测定材料在室温环境下的氧指数;
- 第3部分: 高温试验。目的在于测定材料在高温环境下的温度指数及可燃温度;
- 第4部分: 高气体流速试验。目的在于测定材料在高气体流速环境下的氧指数。

塑料 用氧指数法测定燃烧行为 第1部分：通则

1 范围

本文件规定了进行氧指数(OI)试验的通用要求, GB/T 2406.2和GB/T 2406.3对试验进行如下详细描述:

——GB/T 2406.2描述了在规定试验条件下, 通入 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 氧、氮的混合气体, 材料恰好维持燃烧所需的最小氧体积分数的试验方法。

——GB/T 2406.3描述了在 $25^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 温度区间(可至 400°C)特定温度下进行上述测定的方法。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中, 注日期的引用文件, 仅该日期对应的版本适用于本文件; 不注日期的引用文件, 其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2406.2塑料 用氧指数法测定燃烧行为 第2部分: 室温试验 (GB/T 2406.2-XXXX, ISO 4589-2: 2017, MOD)

GB/T 2406.3-2022 塑料 用氧指数法测定燃烧行为 第3部分: 高温试验 (GB/T 2406.3-2022, ISO 4589-3:2017, IDT)

ISO 13943 消防安全 术语 (Fire safety—Vocabulary)

3 术语和定义

ISO 13943界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

氧指数

OI

极限氧指数

L_{OI}

在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 规定试验条件下, 支持材料燃烧的氧气和氮气混合物中氧气的最小体积分数。

注: 以百分比表示, 例如 $\text{OI}=34.6\%$ 。

[来源: ISO 13943:2008, 4.248, 有修改]

4 原理

在GB/T 2406.2中，无论是刚性材料还是柔性材料在特定的夹具中都可进行试验。夹具安装在以层流方式向上流动的氧、氮混合气体的透明燃烧筒中。试样状态调节后，通常进行室温试验。这构成了最简单形式的测试。在顶面点燃时，火焰接触顶面最长时间30s，并每隔5s移开一次，观察试样是否燃烧。这可确保试样温度不会过高，因为这通常会降低OI值。在扩散式点燃时，火焰接触试样垂直侧面向下约6 mm。薄膜试验中，将薄膜以45°缠绕在杆上，然后取出杆，并切除顶端20mm。

在GB/T 2406.3中，材料以相同的方式进行试验，但试验在加热筒中进行，在加热筒中对进入的气体和通过该筒的气体进行加热。试验开始时，试样和试样架在气流中预热240s±10s，以使其在试验前达到温度平衡。施加火焰的时间与GB/T 2406.2的规定相同。

5 试验的适用性

本试验用于材料的质量控制，尤其适用于研究改进受试材料的阻燃剂的检验。本试验结果常被纳入材料数据表中。单独而言，本试验不足以评估燃烧行为，不应用于与安全控制和消费者保护相关的法规。本试验为受控实验室条件下测定材料的燃烧特性提供了一种灵敏方法。测试结果取决于试样尺寸、形状和方向。尽管存在上述限制条件，OI测试仍被广泛应用于聚合物行业，同时在电缆制造企业及阻燃剂生产商中也被普遍采用。

高温试验（GB/T 2406.3）给出了温度范围对OI值影响的信息。因此，该试验所获得的值与室温下的所测单点值不同，因为它能够反应材料在一定温度范围内的燃烧行为特性。例如，在检测某些添加的阻燃剂或某些技术（这些技术在某些情况下被证明是重要的）的潜在有效性损失方面具有特别的价值。此外，它还能有效监测材料在高温下发生的化学变化，这些变化可能增强或削弱其燃烧倾向。

高温试验（GB/T 2406.3-XXXX，附录A）通过测定试样OI为20.9%时的温度，提供了一种评估材料在正常大气中燃烧行为的方法。

GB/T 2406.2和GB/T 2406.3可用于比较一系列塑料材料的特定燃烧特性。材料的燃烧特性是复杂的，仅进行一次试验不足以评估材料的性能。需要强调的是描述一种材料的所有燃烧特性需要进行大量测试。

这些小规模实验室试验仅作为材料试验。它们主要用于协助材料的开发、一致性检测和/或材料的预选，而不是作为评估材料潜在着火危险的唯一手段。

不同行业的特定要求导致许多类似标准的发布，但这些标准并不完全相同，通常使用不同的燃烧器和点火条件。这些不同的燃烧器和条件可能会产生不同的试验结果，在根据不同标准进行试验时，应谨慎比较这些试验结果。

6 试样制备

应仔细制备试样，试样表面清洁无任何缺陷，否则会影响燃烧行为。在试样调节处理时不应采取任何捷径。

7 仪器设备

7.1 通则

现有多种类型的仪器满足GB/T 2406.2与GB/T 2406.3标准规范。部分型号配备流量计、控制阀或氧分析仪；部分型号采用模块化设计，可在后续升级为加热型。关于仪器的完整描述可参见GB/T 2406.2-XXXX第5章和GB/T 2406.3。

7.2 测量装置

GB/T 2406.2规定可使用流量计或氧气分析仪进行测量。使用前需校准流量计，并使用标准气体校准氧气分析仪。还需要按照GB/T 2406.2规定的时间间隔检查整台仪器设备，以确保系统中没有泄漏。尤其是拆卸和重新组装设备时，这一点至关重要。

7.3 燃烧筒

室温试验（GB/T 2406.2）筒的优选内径为75 mm至100 mm。其原因在参考文献^[8]中说明，该文献表明存在来自筒外部的空气卷入筒内。在GB/T 2406.3中，建议使用最小直径为75 mm且具有限流孔的燃烧筒，因为在该设备中空气卷入是一个更大的问题。如果没有限流孔，个别材料的氧指数值会产生误差。GB/T 2406.2和GB/T 2406.3中给出了消除这种影响的首选开口形状和尺寸。

7.4 试样夹

根据试样的不同，试样夹有两种类型：一种用于刚性试样，另一种用于柔性试样。在GB/T 2406.2中，应注意确保试样夹冷却至环境温度，或使用另一个支架。

高温试验（GB/T 2406.3）遇到的问题之一是柔性热塑性材料的试样夹。推荐的丝网支撑（GB/T 2406.3—XXXX，图5）对某些试样不是最佳的选择。另一种做法是在两个玻璃细管之间支撑试样，用细镍铬合金或不锈钢丝（标称直径200 μm）将组件轻轻捆绑在一起，并固定在一个小型标准夹具中。这种非标准的做法应慎用并记录在试验报告中。

8 试验条件

8.1 校准

按GB/T 2406.2和GB/T 2406.3规定的校准程序进行校准。推荐测试特定材料（如PMMA）进行定期检查，并保留获得的所有值的记录。如果这些值有任何显著变化，则应执行完整的校准程序，以确定变化的原因。

根据GB/T 7134，PMMA应是基于甲基丙烯酸甲酯均聚物的非改性透明铸片。其他的PMMA片材，例如基于甲基丙烯酸甲酯共聚物的浇铸板材和挤出或熔融压延PMMA片材，可能根据所用共聚单体、成分和分子量的差异，产生不同的燃烧行为，因为这些特性会影响燃烧时的熔融行为。

8.2 火焰施加时间

对试样施加火焰的条件应严格控制。原因是火焰施加时间越长，试样温度越高。这会导致OI值降低，因为通常情况下，温度越高，大多数材料的OI值越低。

8.3 气流

虽然在早期标准中表明，在室温试验时燃烧筒中的向上层流可以变化±25%（即线速度为40 mm/s ±10 mm/s），但已经清楚地表明，高温试验不允许如此大的变化，因为试验需要恒定的氧气浓度，这取决于气流和温度。因此，在GB/T 2406.3中，气流和温度都有严格的规定，规定气流控制在±2%（即线速度为40 mm/s ±0.8 mm/s）。在GB/T 2406.2中，规定气流控制在的±5%（即40 mm/s ±2 mm/s）。有关如何估算气流，参见GB/T 2406.2—XXXX，A.2。

8.4 高温试验步骤

当按GB/T 2406.3进行试验时，每次试验应按相同的步骤，以确保达到相同的平衡。试验前应装好试样夹，设定需要的温度并检查温度是否在规定范围内。

8.5 通过/失效的判据

可燃温度试验（GB/T 2406.3—XXXX，附录A）给出了规定温度下的通过/失效判据，并广泛用于验证极限温度下是否具有令人满意的性能。本方法仅适用于表征材料的等级。当测试未知合成材料，在高于可燃温度观察到明显令人满意的性能时，应特别谨慎。表1中给出了一个示例，使用GB/T 2406.3—XXXX附录A测试市场上已确定的可燃温度高于300℃的聚合物。

表1 试验温度下通过/失败的示例

温度 (℃)	通过/失效
262	通过
272	通过
274	失效
277	通过
277 (第2次测试)	失效
277 (第3次测试)	通过
284	通过
304	通过
305	通过

超过280℃的“通过”与聚合物明显降解有关，易燃挥发物在点火前的调节期间从燃烧筒中被清除。因此，任何试验采用GB/T 2406.3—XXXX附录A之前，都应仔细观察和测试。

9 结论

GB/T 2406.2和GB/T 2406.3对于质量控制和许多应用中的材料预选及研究合成聚合物中阻燃剂的影响具有特殊价值。在第5章描述了试验时应注意的范围。

参 考 文 献

- [1] GB/T 7134 浇铸型工业有机玻璃板材
- [2] ASTM D2863, Standard test method for measuring the minimum oxygen concentration to support candle-like combustion of plastics (oxygen index)
- [3] Fenimore C.P., & Martin F.J. Candle-Type Test for Flammability of Polymers. Modern Plastics. 1966, 43 p. 141
- [4] Isaacs J.L. The development, Standardization and Utilization of the Oxygen Index Flammability test, General Electrical TIS Report 69-MAL-13, (1969)
- [5] Isaacs J.L. Oxygen Index Flammability test. The Journal of Fire & Flammability. 1970, 1 pp. 36–47
- [6] Weil E.D., Hirschler M.M., Patel N.G., Said M.M., Shakir S. Fire Mater. 1992, 16 (4) p. 159
- [7] Kanury, Fire safety of combustible materials symposium, University of Edinburgh, p. 187 (1975)
- [8] Wharton R.K. see e.g. Journal of Fire and Flammability, 12, p. 236 (1981). Fire Mater. 1984, 8 (4) p.