

《燃型苯并噁嗪树脂及其复合材料阻燃等
级评定规范》

编制说明

四川省科技企业联合会

一、工作简况

1.1 任务来源

2025 年向四川省科技企业联合会提出团体标准立项申请，并与 2025 年 11 月 14 日川科企联(2025) 15 号文件中批准立项。

1.2 标准制定背景

随着科技的日新月异和经济的飞速发展，高分子材料已经广泛应用于国民生活的各个领域。与传统金属材料相比，树脂基材料重量轻，并具有良好的耐腐蚀性、灵活的结构设计性以及良好的加工性能等优点。高模量、高强度、高耐温性的高性能树脂材料，以其高比强度和刚度、高温稳定性能、低热膨胀系数以及优异的阻尼性能已广泛应用于航天航空、轨道交通、电子电器等高端领域。但是，高性能树脂材料主要构成元素为 C、H 和 O，大部分属于可燃材料，并且燃烧时释放大量黑色浓烟。这些材料在储存和应用过程中易引发火灾造成经济损失和人员伤亡。近年来，我国先后在公共场所、交通运输内饰、电子电器等方面颁布各项法规政策，并在《中华人民共和国消防法》中明确材料的阻燃标准及要求。政策导向与应用需求，使得阻燃型高性能树脂成为重要的研究方向之一。

苯并噁嗪 (Polybenzoxazine, PBa) 是近三十年来为数不多的成功实现产业化的高性能热固性树脂新品种。与众多热固性树脂相比，苯并噁嗪具有灵活的分子设计性、丰富的原料来源及独特的性能优势，使其在很多领域可替代并超越传统热固性树脂。苯并噁嗪树脂由苯并噁嗪单体 (Benzoxazine) 热或酸催化开环交联聚合后得到，开环聚合过程无小分子释放，成品收缩率极低。苯并噁嗪的尺寸稳定性、杨氏模量以及拉伸强度等性能均在酚醛和环氧之上，耐热性接近昂贵的聚酰亚胺树脂。苯并噁嗪可以单独使用，也可与环氧树脂、酚醛树脂以及双马来酰亚胺树脂共混用作复合材料基体树脂，在航空航天、轨道交通用结构或涂层材料、电子电器用耐高温材料等高性能复合材料中具有广阔的应用前景和极大的市场价值。整体而言，本规范的制定在保障应用安全、推动行业发展、对接市场需求和完善表征体系方面具有积极作用：

保障应用安全：该类材料广泛用于电子、建筑、交通等领域，统一阻燃等级评定能有效规避火灾风险，保护人身与财产安全。

推动行业发展：规范为企业研发、生产提供明确方向，促进阻燃技术升级与产品质量提升，提升行业整体竞争力。

对接市场需求：满足下游行业对材料阻燃性能的明确要求，减少因标准不统一导致的贸易壁垒，助力产品市场化与国际化。

完善标准体系：填补国内该类特种树脂材料阻燃等级评定的标准空白，健全高分子材料阻燃性能评定的技术体系。

1.3 工作过程

1) 成立起草组

2025年7月，由西南石油大学、宜宾学院等单位成立了标准起草工作组。

2) 标准制定技术路线和方案制定

起草工作组查阅了国内外有关标准文献资料，制定了标准制定内容和技术路线草案。确定标准制定的主要内容、技术路线、分工、完成时限等。

3) 现场调查，标准预研

2025年11月，开展现场调查，标准预研。

4) 标准编制研究

2025年11月---2026年6月，起草工作组完成标准文本、编制说明定向征求意见稿编制工作。

二、团体标准编制原则、主要内容及其确定依据

2.1 标准编制原则

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》的规定和要求编写标准全文。

2.2 主要内容

2.2.1 范围

本文件规定了阻燃型苯并噁嗪树脂及其复合材料的分类与分级、性能评价。

本文件适用于以苯并噁嗪树脂为基体，通过阻燃改性制得的树脂、纤维增强复合材料、模压制品、层压板等材料的阻燃等级评定。

2.2.2 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 氧指数的测定 第 2 部分：室温试验
 GB/T 2408—2021 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法
 GB/T 8627 建筑材料燃烧或分解的烟密度试验方法
 GB/T 16172 建筑材料热释放速率试验方法（锥形量热法）
 GB/T 20285 材料产烟毒性危险分级
 GB/T 27761 热重分析法测定塑料热失重与残炭率

2.2.3 术语和定义

无

2.3 分类与分级

按形态分为以下产品：

- 阻燃型苯并噁嗪树脂；
- 阻燃型苯并噁嗪复合材料：包括但不限于层压板、模压件、纤维增强制品。

按阻燃能力分为以下阻燃等级，与其他标准对照情况见附录A。

- FR-A：超高阻燃级；
- FR-B：高阻燃级；
- FR-C：通用阻燃级；
- FR-D：基础阻燃级。

2.4 性能评价

2.4.1 评价指标

阻燃型苯并噁嗪树脂阻燃等级指标应符合表 1 规定。

表 1 阻燃型苯并噁嗪树脂阻燃等级指标

项目	FR-A	FR-B	FR-C	FR-D	试验方法
极限氧指数 LOI, %	≥38	≥34	≥30	≥27	GB/T 2406.2
垂直燃烧等级	FV-0	FV-0	FV-1	FV-2/HB	GB/T 2408—2021 垂直法
700°C残炭率 (N ₂), %	≥65	≥60	≥55	≥50	GB/T 27761
点燃时间, s	≥30	≥20	≥15	≥10	GB/T 16172

阻燃型苯并噁嗪复合材料指标应符合表 2 规定。

表 2 阻燃型苯并噁嗪复合材料阻燃等级指标

项目		FR-A	FR-B	FR-C	FR-D	试验方法
基础阻燃指标	垂直燃烧等级	V-0	V-0	V-1	V-2	GB/T 2408
	极限氧指数LOI, %	≥42	≥38	≥34	≥30	GB/T 2406.2
	熔滴引燃脱脂棉	无	无	无	允许	GB/T 2408
锥形量热指标	峰值热释放速率 pkHRR, kW/m ²	≤80	≤120	≤180	—	GB/T 16172
	总热释放 THR, MJ/m ²	≤12	≤18	≤25	—	
	烟生成速率峰值 SPR, m ² /s ²	≤0.08	≤0.12	—	—	
	残炭率, %	≥60	≥55	≥50	≥45	
烟密度与烟气毒性	烟密度SDR	≤30	≤50	/	/	GB/T 8627
	烟气毒性	t0	t1	/	/	GB/T 20285
注1: 基础阻燃指标为必测项目, 锥形量热指标为FR-A、FR-B必测项目; 注2: 烟密度与烟气毒性为可选项目。						

2.4.2 评价规则

按如下方式定级:

- 以垂直燃烧和极限氧指数为否决项, 两项同时满足方可定级;
- FR- A、FR- B 必须同时满足锥形量热要求;
- 以所有项目中最低合格等级为最终等级。

任一关键项目不合格, 判定该等级不通过。不合格可加倍抽样复验, 复验仍不合格则该批次不合格。

三、试验验证的分析、综述报告, 技术经济论证, 预期的经济效果

无。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况, 或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

无。

五、采标情况, 以及是否合规引用或采用国际国外标准

无。

六、与有关法律、法规的关系

本标准的制定过程中严格贯彻国家有关方针、政策、法律和规章等、严格执行国家强制性标准和行业标准。与相关的各种基础标准相衔接，遵循了政策性和协调同一性的原则。本标准与现行法律、法规、规章和政策以及有关基础和强制性标准不矛盾。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准无重大分歧意见。

八、涉及专利的有关说明

本标准未明确涉及某一具体专利，但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。

九、贯彻国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

- (1) 首先应在实施前保证文本的充足供应，让每个使用者都能及时得到文本；
- (2) 发布后、实施前应将信息在媒体上广为宣传，建议宜宾市标准促进会组织标准起草单位通过标准培训、会议宣贯、影音文件等方式，积极开展本标准的宣贯工作。
- (3) 建议本标准正式发布后，设定 6 个月的过渡期，过渡 6 个月后实施。

十、其他应当说明的事项

无。

起草组

2026 年 5 月 10 日